

KUKA



Controller
控制系统 KR C5
安装指南



发布日期: 07.01.2025
MA KR C5 Controller V6
KUKA Deutschland GmbH

©版权说明 2025

KUKA Deutschland GmbH
Zugspitzstraße 140
D-86165 Augsburg
德国

此文献或节选只有在征得 KUKA Deutschland GmbH 明确同意的情况下才允许复制或对第三方开放。除了本文献中说明的功能外，控制系统还可能具有其他功能。但是在新供货或进行维修时，无权要求 KUKA Deutschland GmbH 提供这些功能。

我们已就印刷品的内容与描述的硬件和软件内容是否一致进行了校对。但是不排除有不一致的情况，我们对此不承担责任。但是我们定期校对印刷品的内容，并在之后的版本中作必要的更改。

我们保留在不影响功能的情况下进行技术更改的权利。

KIM-PS5-DOC

原版文件的译文

出版物: Pub MA KR C5 Controller (PDF) zh
PB16140

书页构造: MA KR C5 Controller V6.1
BS14345

版本: MA KR C5 Controller V6

目录

1	引言	11
1.1	目标群体.....	11
1.2	工业机器人文档.....	11
1.3	安全提示和注意事项的图示说明.....	11
1.4	商标.....	12
1.5	使用的术语.....	12
2	产品说明	17
2.1	工业机器人说明.....	17
2.2	机器人控制器概览.....	17
2.2.1	控制部件.....	18
2.2.2	功率部件.....	19
2.3	Customer Kinematics (CK).....	19
2.4	接口说明.....	19
2.5	控制器系统面板.....	20
2.6	冷却.....	20
2.7	预期用途和违规使用.....	21
3	安全	23
3.1	一般说明.....	23
3.1.1	免责声明.....	23
3.1.2	欧盟 EC 符合性声明和不完整机械组装声明.....	23
3.1.3	“安全”一章中的术语.....	24
3.2	相关人员.....	26
3.3	工作空间、安全区域及危险区域.....	27
3.3.1	确定停止距离.....	27
3.4	停机反应的触发器：KSS.....	28
3.5	停机反应的触发器：VSS.....	28
3.6	安全功能.....	29
3.6.1	安全功能概览.....	29
3.6.2	安全控制器.....	29
3.6.3	“操作人员保护”信号：KSS.....	30
3.6.4	“操作人员保护”信号：VSS.....	30
3.6.5	紧急停止按钮.....	30
3.6.6	从上一级安全控制器中退出登录.....	31
3.6.7	使能装置.....	31
3.6.8	外部确认装置.....	33
3.6.9	T1 下的速度监控.....	33
3.7	附加防护装备.....	33
3.7.1	点动运行.....	33
3.7.2	软件限位开关.....	33
3.7.3	机械止挡.....	33
3.7.4	轴限位机械挡块（选件）.....	34
3.7.5	无驱动电流的情况下移动机械臂的方法.....	34
3.7.6	工业机器人上的标识.....	34
3.7.7	外部安全防护装置.....	35
3.7.8	信号灯“驱动器已准备就绪”.....	35

3.8	运行方式选择: KSS.....	35
3.9	运行方式和防护功能概览: KSS.....	36
3.10	运行方式选择: VSS.....	37
3.11	运行方式和防护功能概览: VSS.....	38
3.12	安全措施.....	38
3.12.1	常规安全措施.....	38
3.12.2	IT 安全.....	40
3.12.3	运输.....	40
3.12.4	投入运行和重新投入运行: KSS/VSS.....	40
3.12.4.1	检查机器数据和安全配置.....	42
3.12.4.2	投入运行模式.....	44
3.12.5	手动运行模式.....	45
3.12.6	仿真.....	46
3.12.7	自动运行模式.....	46
3.12.8	保养和维修.....	46
3.12.9	停止运行、仓储和废弃处理.....	48
3.12.10	单点控制的安全措施.....	48
4	技术数据.....	51
4.1	基本数据.....	51
4.2	安全输入端和输出端.....	56
4.3	尺寸.....	57
4.4	交流/直流规格机器人控制器编码.....	58
4.5	安装在控制柜中时需要保持的最小间距.....	58
4.6	标牌.....	58
4.7	REACH 信息义务, 依据其第 33 项条例.....	60
5	规划布局.....	61
5.1	规划概览.....	61
5.2	电磁兼容性 (EMC).....	61
5.3	安置和安装条件.....	61
5.4	铺设连接电缆.....	62
5.5	接口概览.....	63
5.5.1	XGSD 接口 (microSD 卡).....	67
5.5.2	USB 接口.....	67
5.5.3	XF1 - XF8 接口.....	67
5.5.3.1	KSI 接口.....	68
5.5.3.2	KONI 接口.....	69
5.5.3.3	菊花链接口.....	69
5.5.3.4	KLI 接口.....	69
5.5.3.5	KLI IT 接口.....	69
5.5.3.6	KEI 接口.....	70
5.5.4	XGDP 接口.....	70
5.5.5	XG12 接口.....	70
5.5.6	XD12 和 XD12.1 电源接口.....	72
5.5.7	XD1 接口.....	72
5.5.8	XD2 UPS 接口.....	73
5.5.9	XD3 制动电阻接口.....	74
5.5.10	安全接口.....	74

5.5.10.1	XG58 接口.....	74
5.5.10.2	XG11.1 安全接口.....	76
5.5.10.3	接口 XG11.3.....	78
5.5.10.4	XG13.1 和 XG13.2 接口.....	80
5.5.10.5	安全输入端和输出端布线示例.....	83
5.5.11	XG11.2 外围接触器 US2 控制接口.....	85
5.5.12	以太网安全接口的安全功能（可选）.....	86
5.5.13	XG33 快速测量输入接口.....	90
5.5.13.1	快速测量的供电电源.....	91
5.5.14	外围接触器控制 XG1 接口.....	91
5.5.15	XF21 接口.....	92
5.5.16	XF21.1 接口.....	93
5.5.17	XF22 接口.....	93
5.5.18	参考点开关 XG42 接口.....	93
5.5.19	XD20.1 ... XD20.7 接口.....	94
5.5.20	XD10.1 ... XD10.3 制动插头接口.....	95
5.5.21	XD55 电源接口.....	96
5.5.22	XD55.1 ... XD55.4 电源接口.....	96
5.6	性能级.....	97
5.6.1	安全功能的 PFH 值（PFH = Probability of Failure per Hour, 即每小时故障概率）.....	97
6	运输.....	99
6.1	使用运输车进行运输.....	99
6.1.1	运输机器人控制器.....	99
6.1.2	收尾工作.....	99
7	投入运行和重新投入运行.....	101
7.1	投入运行概览.....	101
7.2	安装机器人控制器.....	103
7.3	机电缆编码.....	103
7.4	连接连接导线和接地线.....	104
7.5	将安全接口 XG11.1 接好线并插上.....	105
7.6	配置安全接口 XG11.3 并插上.....	105
7.7	插上 KUKA smartPAD（机器人控制器接线面板）.....	106
7.8	配置和连接安全接口 XG58.....	106
7.9	开启机器人控制器.....	107
7.10	收尾工作.....	107
8	操作.....	109
8.1	开启机器人控制器.....	109
8.2	Softpower 按钮功能.....	109
8.3	关闭机器人控制器.....	109
9	维护.....	111
9.1	检查继电器输出端（IFBsafe）.....	113
9.2	检查继电器输出端（IFBsafeext）.....	114
9.3	检查负载电压接触器的 US2 功能.....	114
9.4	检查确认装置.....	115
9.5	测试“驱动器已准备就绪”信号灯的功能.....	115

9.6	清洁机器人控制器.....	115
10	维修.....	117
10.1	清洁散热片.....	117
10.1.1	关闭机器人控制器.....	118
10.1.2	打开前门.....	118
10.1.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	118
10.1.4	拆卸功率单元外壳罩盖.....	119
10.1.5	清洁散热片.....	120
10.1.6	安装功率单元外壳罩盖.....	120
10.1.7	安装并锁止机器人控制器.....	121
10.1.8	关闭前门.....	122
10.1.9	接通机器人控制器.....	122
10.1.10	最后的措施.....	122
10.2	更换 SSD 硬盘.....	122
10.2.1	关闭机器人控制器.....	123
10.2.2	打开前门.....	123
10.2.3	拆卸 SSD 硬盘.....	123
10.2.4	安装 SSD 硬盘.....	124
10.2.5	关闭前门.....	124
10.2.6	接通机器人控制器.....	124
10.2.7	最后的措施.....	124
10.3	更换系统板电池.....	124
10.3.1	关闭机器人控制器.....	125
10.3.2	打开前门.....	125
10.3.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	126
10.3.4	拆卸外壳罩盖.....	127
10.3.5	拆下蓄电池.....	128
10.3.6	装入蓄电池.....	129
10.3.7	安装外壳罩盖.....	129
10.3.8	安装并锁止机器人控制器.....	130
10.3.9	关闭前门.....	131
10.3.10	接通机器人控制器.....	131
10.3.11	最后的措施.....	131
10.4	更换接口板的扁平保险丝.....	132
10.4.1	关闭机器人控制器.....	133
10.4.2	打开前门.....	133
10.4.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	133
10.4.4	拆卸外壳罩盖.....	134
10.4.5	拆下扁平保险丝.....	135
10.4.6	装入扁平保险丝.....	136
10.4.7	安装外壳罩盖.....	137
10.4.8	安装并锁止机器人控制器.....	138
10.4.9	关闭前门.....	139
10.4.10	接通机器人控制器.....	139
10.4.11	最后的措施.....	139
10.5	接口板 FBG_IFBSafeSION 更换.....	140
10.5.1	关闭机器人控制器.....	141
10.5.2	打开前门.....	141

10.5.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	142
10.5.4	打开 SSD 硬盘盖板.....	143
10.5.5	拆卸外壳罩盖.....	143
10.5.6	拆卸“safe”接口板.....	144
10.5.7	安装“safe”接口板.....	146
10.5.8	安装外壳罩盖.....	147
10.5.9	合上 SSD 硬盘盖板.....	148
10.5.10	安装并锁止机器人控制器.....	148
10.5.11	关闭前门.....	149
10.5.12	接通机器人控制器.....	149
10.5.13	最后的措施.....	149
10.6	更换“safe extended”接口板.....	150
10.6.1	关闭机器人控制器.....	151
10.6.2	打开前门.....	151
10.6.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	152
10.6.4	打开 SSD 硬盘盖板.....	153
10.6.5	拆卸外壳罩盖.....	153
10.6.6	拆卸“safe extended”接口板.....	154
10.6.7	安装“safe extended”接口板.....	156
10.6.8	安装外壳罩盖.....	157
10.6.9	合上 SSD 硬盘盖板.....	158
10.6.10	安装并锁止机器人控制器.....	158
10.6.11	关闭前门.....	159
10.6.12	接通机器人控制器.....	159
10.6.13	最后的措施.....	159
10.7	更换“standard”接口板.....	160
10.7.1	关闭机器人控制器.....	161
10.7.2	打开前门.....	161
10.7.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	162
10.7.4	打开 SSD 硬盘盖板.....	163
10.7.5	拆卸外壳罩盖.....	163
10.7.6	拆卸“standard”接口板.....	164
10.7.7	安装“standard”接口板.....	166
10.7.8	安装外壳罩盖.....	167
10.7.9	合上 SSD 硬盘盖板.....	168
10.7.10	安装并锁止机器人控制器.....	168
10.7.11	关闭前门.....	169
10.7.12	接通机器人控制器.....	169
10.7.13	最后的措施.....	169
10.8	更换系统板.....	170
10.8.1	关闭机器人控制器.....	171
10.8.2	打开前门.....	171
10.8.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	172
10.8.4	取出 microSD 卡.....	173
10.8.5	打开 SSD 硬盘盖板.....	173
10.8.6	拆卸外壳罩盖.....	174
10.8.7	拔下插头连接.....	175
10.8.8	拆卸系统板.....	175
10.8.9	安装系统板.....	176

10.8.10	插上插头连接.....	177
10.8.11	安装外壳罩盖.....	177
10.8.12	合上 SSD 硬盘盖板.....	178
10.8.13	安装 microSD 卡.....	178
10.8.14	安装并锁止机器人控制器.....	179
10.8.15	关闭前门.....	179
10.8.16	接通机器人控制器.....	180
10.8.17	最后的措施.....	180
10.9	更换内部 SSD 存储器.....	180
10.9.1	关闭机器人控制器.....	182
10.9.2	打开前门.....	182
10.9.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	183
10.9.4	取出 microSD 卡.....	184
10.9.5	打开 SSD 硬盘盖板.....	184
10.9.6	拆卸外壳罩盖.....	185
10.9.7	拆卸内部 SSD 存储器.....	186
10.9.8	安装内部 SSD 存储器.....	187
10.9.9	安装外壳罩盖.....	187
10.9.10	合上 SSD 硬盘盖板.....	188
10.9.11	安装 microSD 卡.....	188
10.9.12	安装并锁止机器人控制器.....	189
10.9.13	关闭前门.....	189
10.9.14	接通机器人控制器.....	190
10.9.15	最后的措施.....	190
10.10	更换功率单元与系统板之间的连接板.....	190
10.10.1	关闭机器人控制器.....	192
10.10.2	打开前门.....	192
10.10.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	193
10.10.4	取出 microSD 卡.....	194
10.10.5	打开 SSD 硬盘盖板.....	194
10.10.6	拆卸外壳罩盖.....	194
10.10.7	拔下插头连接.....	195
10.10.8	拆卸系统板.....	196
10.10.9	拆下连接板.....	196
10.10.10	安装连接板.....	197
10.10.11	安装系统板.....	197
10.10.12	插上插头连接.....	198
10.10.13	安装外壳罩盖.....	198
10.10.14	合上 SSD 硬盘盖板.....	199
10.10.15	关闭前门.....	199
10.10.16	安装并锁止机器人控制器.....	200
10.10.17	接通机器人控制器.....	201
10.10.18	最后的措施.....	201
10.11	更换 KSP-STA 接口卡.....	201
10.11.1	打开前门.....	202
10.11.2	解锁附加轴驱动箱并拆下.....	203
10.11.3	拆卸外壳罩盖.....	204
10.11.4	拆卸 KSP-STA 接口卡.....	205
10.11.5	安装 KSP-STA 接口卡.....	205

10.11.6	安装外壳罩盖.....	206
10.11.7	安装附加轴驱动箱并上锁.....	207
10.11.8	关闭前门.....	207
10.11.9	收尾工作.....	208
10.12	更换控制单元风扇.....	208
10.12.1	关闭机器人控制器.....	209
10.12.2	打开前门.....	210
10.12.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	210
10.12.4	打开 SSD 硬盘盖板.....	211
10.12.5	拆卸外壳罩盖.....	211
10.12.6	拆卸风扇.....	212
10.12.7	安装风扇.....	213
10.12.8	安装外壳罩盖.....	214
10.12.9	合上 SSD 硬盘盖板.....	216
10.12.10	安装并锁止机器人控制器.....	216
10.12.11	关闭前门.....	216
10.12.12	接通机器人控制器.....	217
10.12.13	最后的措施.....	217
10.13	更换功率单元的风扇盒.....	217
10.13.1	关闭机器人控制器.....	219
10.13.2	打开前门.....	219
10.13.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	219
10.13.4	拆卸功率单元外壳罩盖.....	220
10.13.5	拆卸风扇盒.....	220
10.13.6	安装风扇盒.....	221
10.13.7	安装功率单元外壳罩盖.....	222
10.13.8	安装并锁止机器人控制器.....	223
10.13.9	关闭前门.....	223
10.13.10	接通机器人控制器.....	224
10.13.11	最后的措施.....	224
10.14	沿用铭牌.....	224
10.14.1	关闭机器人控制器.....	225
10.14.2	打开前门.....	225
10.14.3	解锁并拆卸机器人控制器.....	225
10.14.4	拆卸带铭牌的平板.....	226
10.14.5	安装带铭牌的平板.....	227
10.14.6	安装并锁止机器人控制器.....	228
10.14.7	关闭前门.....	228
10.14.8	接通机器人控制器.....	229
10.14.9	收尾工作.....	229
11	故障排除.....	231
11.1	KSP 警告信息.....	231
11.2	控制器系统面板 LED 显示.....	233
11.3	控制器系统面板 LED 故障显示.....	234
11.4	创建或恢复 KR C5 恢复镜像文件.....	235
11.4.1	创建镜像文件.....	236
11.4.2	恢复镜像文件.....	237
11.4.3	结束 KUKA 恢复过程.....	238

11.4.4	最后的措施.....	238
11.5	系统板 LED 故障显示.....	238
12	停止运行、仓储和废弃处理.....	239
12.1	停止运行.....	239
12.1.1	解锁并拆卸机器人控制器.....	239
12.1.2	收尾工作.....	240
12.2	存放.....	240
12.3	废弃处理.....	241
13	选件.....	243
13.1	前门上的接口.....	243
13.2	机器人控制器手柄.....	244
13.2.1	更换手柄.....	245
13.2.1.1	拆卸手柄 (KR C5 Cabinet 机器人控制器).....	246
13.2.1.2	安装手柄 (KR C5 basiccab 的机器人控制器).....	246
13.2.1.3	最后的措施.....	247
14	附录.....	249
14.1	采用的标准和法规.....	249
14.2	拧紧扭矩.....	250
15	KUKA 客户服务.....	253
15.1	技术支持咨询.....	253
15.2	KUKA 客户支持系统.....	253
	索引	255

1 引言

1.1 目标群体

本文档面向具有以下知识和技能的用户：

- 电气技术的专业知识
- 机器人控制器系统的专业知识



为确保最佳使用 KUKA 产品，我们建议您参加 KUKA College 的培训课程。有关培训计划的信息请访问公司主页 www.kuka.com 或直接在公司分支机构处获取。

1.2 工业机器人文档

工业机器人文档由以下几部分组成：

- 机器人本体文档
- 机器人控制器文档
- smartPAD-2 或 smartPAD pro 的文档（如果使用）
- 系统软件文档
- 选件及附件说明
- 机器人本体文档或 KUKA Xpert 中的停止距离和停止时间
- KUKA Xpert 中的备件概览

每份说明均为独立文件。

1.3 安全提示和注意事项的图示说明

安全

这些安全提示事关安全，**必须遵守**。



危险

这类安全提示表示：如果未采取预防措施，则肯定或极有可能**会导致死亡或严重伤害**。



警告

这类安全提示表示：如果未采取预防措施，**可能会导致死亡或严重伤害**。



小心

这类安全提示表示：如果未采取预防措施，**可能会导致轻伤**。

注意

这类安全提示表示：如果未采取预防措施，**可能会导致财产损失**。



这类安全提示提及安全相关信息或一般安全措施。
这类安全提示并不涉及具体危险或具体安全措施。

本安全提示提醒注意用于预防或补救紧急情况或故障的操作步骤：

安全须知

必须严格遵守以下操作步骤！

必须严格遵守带有此安全提示标识的操作步骤。

提示



这类提示可使您工作更加便利或提供进一步信息的说明。

有助于您轻松工作或者包含进一步信息的提示。

1.4 商标

- **Windows** 是微软公司 (Microsoft Corporation) 的商标。
-  **EtherCAT®** 是注册商标和专利技术，由德国倍福自动化有限公司授权。
-  **CIP Safety®** 是 ODVA 的商标。

1.5 使用的术语



在概览中可能包含与本文档无关的术语。

术语	说明
AC/DC	根据不同的型号，控制柜可以与交流电 (AC: Alternating Current) 或直流电 (DC: Direct Current) 电源连接。 控制柜因安装的选项和组件而有所不同： <ul style="list-style-type: none"> • AC 型号 • DC 型号 如果两个型号的数据或说明相同，则不做明确区分。 本文件仅在相关位置讨论 AC 型号与 DC 型号的区别。
Br M{编号}	电机制动器 {编号}
CONTROLLER PACKAGE X	通过 CONTROLLER PACKAGE X 接口套件可以在 KR C5 或 KR C5 micro 控制柜中安装和连接客户定制的组件和选项。
菊花链	一种网络技术，通过总线系统串联多个硬件组件。
EDS	Electronic Data Storage (电子数据存储器) 存储卡
EDS cool	Electronic Data Storage cool 温度适应范围更广的存储卡
EMD	Electronic Mastering Device (电子标定设备) 用于对轴进行零点标定的技术辅助工具
EMC	电磁兼容性
EtherNet/IP	Ethernet Industrial Protocol (以太网工业协议) EtherNet/IP 是基于以太网的现场总线 (以太网接口)。
HMI	Human-Machine Interface (人机界面) KUKA.HMI 是 KUKA 操作界面。

接口板	<p>通过接口板提供输入/输出（例如用于安全接口或供电）。</p> <p>有以下型号可用：</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Standard” 接口板 (IFB-STD) (IFBstd)：“Standard” 接口板通过该接口板可提供非安全的数字输入/输出。 • FBG_IFBSafeSION (IFBsafe)：“Safe” 接口板通过该接口板可提供安全的输入/输出。接口板与变频器的安全输入/输入一起，完善了安全接口的功能。 • FBG_IFBSafeExtSION (IFBsafeext)：“Safe Extended” 接口板通过该接口板可为 SafeOperation 提供安全的输入/输出。 <p>如果没有明确区分，则“接口板”这一名称指的是所有型号。</p>
IT 网络	<p>信息技术网络，用于使各项服务垂直连接到网络基础设施，例如用于备份、文件存取、远程存取、OPC UA 和 IIoT</p>
KCB	KUKA Controller Bus
KEB	KUKA Extension Bus
KEI	KUKA EtherCAT Interface (KUKA EtherCAT 接口)
KL	<p>端子</p> <p>接头名称（例如连接至开关继电器、辅助接触器或微处理器）</p>
KLI	<p>KUKA Line Interface (KUKA 线路接口)</p> <p>连接到上级控制基础设施 (PLC、存档)</p>
KR C5 L3EA	<p>附加轴驱动箱：</p> <p>利用附加轴驱动箱，可结合 控制系统 KR C5，另外运行最多 3 个轴（如直线导轨）。</p> <p>如果机器人控制器和附加轴驱动箱的操作或说明相同，则不作明确区分。</p>
控制系统 KR C5	<p>机器人控制器的区别在于功率部件中变频器的不同功率及伺服轴的最大数量。</p> <p>有以下型号可供使用：</p> <ul style="list-style-type: none"> • KR C5 S6/S7：机器人控制器“small-size”型，用于 6 根或 7 根伺服轴 • KR C5 M6/M7：机器人控制器“medium-size”型，用于 6 根或 7 根伺服轴 • KR C5 L6/L7：机器人控制器“large-size”型，用于 6 根或 7 根伺服轴 <p>这些机器人控制器从外观上看结构相同。如果没有明确区分，则“机器人控制器”这一名称指的是所有型号。</p>
KR C5 Device Plate	<p>借助设备安装板能够在 KR C5 控制柜中安装和连接附加的选件和组件。隔层的底板相同。安装的选件和组件由客户确定。</p> <p>根据预装的选件和组件，设备安装板可另外用于外部客户安装设备。</p> <p>如果没有明确区分，则“Device Plate”（设备安装板）这一名称指的是所有类型。</p>

控制柜	<p>控制柜的区别在于上部单元（插口）的数量以及与之相关的机器人控制器、附加轴驱动箱和 Device Plate 的组合方式。</p> <p>有以下类型可供选择：</p> <ul style="list-style-type: none"> • KR C5 dualcab: 有 2 个上部单元（2HE）的控制柜 • KR C5 triplecab: 有 3 个上部单元（3HE）的控制柜 • KR C5 quadcab: 有 4 个上部单元（4HE）的控制柜 • KR C5 dualcab sr: 有 2 个上部单元（2HE）的控制柜，用于运行单个机器人（sr: (single robot) 单个机器人） 该控制柜最多可使用 1 个机器人控制器和 1 个 Device Plate 进行操作。 <p>如果没有明确区分，则“控制柜”这一名称指的是所有类型。</p>
KRL	<p>KUKA Robot Language（库卡机器人编程语言）</p> <p>KUKA 机器人编程语言</p>
KSB	<p>KUKA System Bus（KUKA 系统总线）</p> <p>用于控制系统内部联网的现场总线</p>
KSI	<p>KUKA 服务接口</p> <p>机器人控制器上的接口</p> <p>WorkVisual 电脑可通过 KLI（KUKA 线路接口）与机器人控制器连接，或将其插在 KSI 上进行连接。</p>
KSP	<p>KUKA Servo-Pack（KUKA 伺服包）</p> <p>驱动调节器</p>
KSP-STA	<p>KUKA 伺服包独立适配器</p> <p>用于附加轴驱动箱中 KSP 功率单元独立运行的电路板。</p>
KSS	<p>KUKA System Software</p>
KUKA smartPAD-2	<p>参见“smartPAD”</p>
M{编号}	<p>电机 {编号}</p>
机械臂	<p>机器人机械总成及所属的电气设备</p>
mini CSP	<p>mini Controller System Panel（迷你控制器系统面板）</p> <p>机器人控制器的显示和操作元件</p>
NA	<p>北美</p>
外部紧急停止按钮（NHE）	<p>触发外部紧急停止会影响系统中集成在外部紧急停止回路中的机器人控制器。</p> <p>提示： 触发外部紧急停止不会 (!) 设置本地紧急停止的输出信号。</p>
本地紧急停止按钮（NHL）	<ul style="list-style-type: none"> • smartPAD 上的紧急停止按钮 • 可选：控制柜前门上的附加紧急停止按钮 • 可选：XG58 上的附加紧急停止按钮 <p>触发本地紧急停止会直接影响与该紧急停止相连的机器人控制器。</p>
OT 网络	<p>操作技术网络：可用于在设备内部的通信，例如通过 PROFINET 或 EtherNet/IP</p>

PELV	Protective Extra Low Voltage (保护特低电压) 24 V 外部供电
PoE	Power over Ethernet (以太网供电)
QBS	确认操作人员防护装置信号
RDC	Resolver Digital Converter (旋转变压器数字转换器) 记录电机数据并将其转换为数字量的测量转换器
RDC cool	旋转变压器数字转换器 cool 型 温度适应范围更广的测量转换器, 可记录电机数据并将其转换为数字量
SION	Safety Input/Output Node (安全输入/输出节点)
smartPAD	机器人控制器的手持操作设备 smartPAD 具备机械臂操作和编程所需的各种操作和显示功能。
SOP	Safe Operation (安全操作) 带软件和硬件组件的安全选项, 用于配置标准安全功能以及安全监控。
SSD	Solid State Drive (固态硬盘) 硬盘
PLC	可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller) 在系统中用作总线系统中的上级主模块。
SYBperf	“Performance” 系统板 系统板是一台控制计算机。
TAx	TA: 根据 DIN EN 81346-2 标准的生产资料标志 (例如: 变频器) 如果安装有多个所标记的组件, 为了区分可在生产资料标志 TA 后面补充数字 1、2 或 3。 如果没有明确区分, 则 “TAx” 这个标志指的是所有型号。
US1	负载电压 (24 V) 未接通
US2	负载电压 (24 V) 接通 例如可在驱动装置关闭时关断执行器
USB	Universal Serial Bus (通用串行总线) 用于将电脑与附加设备连接在一起的总线系统
UPS	不间断电源

2 产品说明

2.1 工业机器人说明

工业机器人由下列组件构成：

- 机械臂
- 机器人控制器
- 手持操作设备
- 连接电缆
- 软件
- 选件、附件

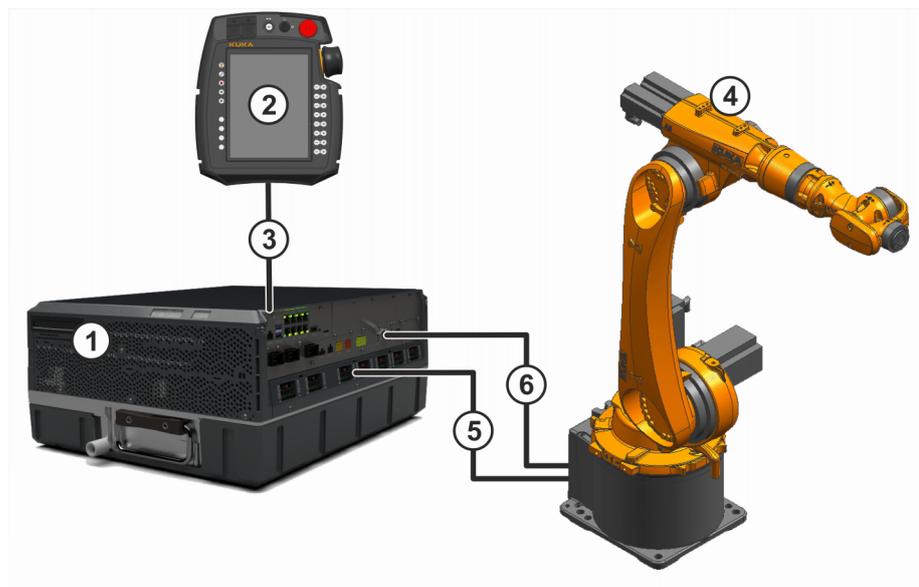


图 2-1：工业机器人示例

- 1 机器人控制器
- 2 手持操作设备，KUKA smartPAD-2
- 3 连接电缆/手持操作设备
- 4 机械臂
- 5 连接电缆/电机电缆
- 6 连接电缆/数据电缆

此处未示出：

- 机器人控制器及相应的外围设备的控制柜
- Device Plate（选件）
- 附加轴驱动箱（选件）

2.2 机器人控制器概览

机器人控制器可用于控制下列系统：

- KUKA 工业机器人

机器人控制器由下列组件构成：

- 控制单元
- 功率单元

- 安全逻辑
- smartPAD 手持操作设备
- 接线面板



图 2-2: 概览

- 1 控制部件（控制箱）
- 2 功率部件（驱动装置箱）

2.2.1 控制部件

控制部件由以下组件组成：

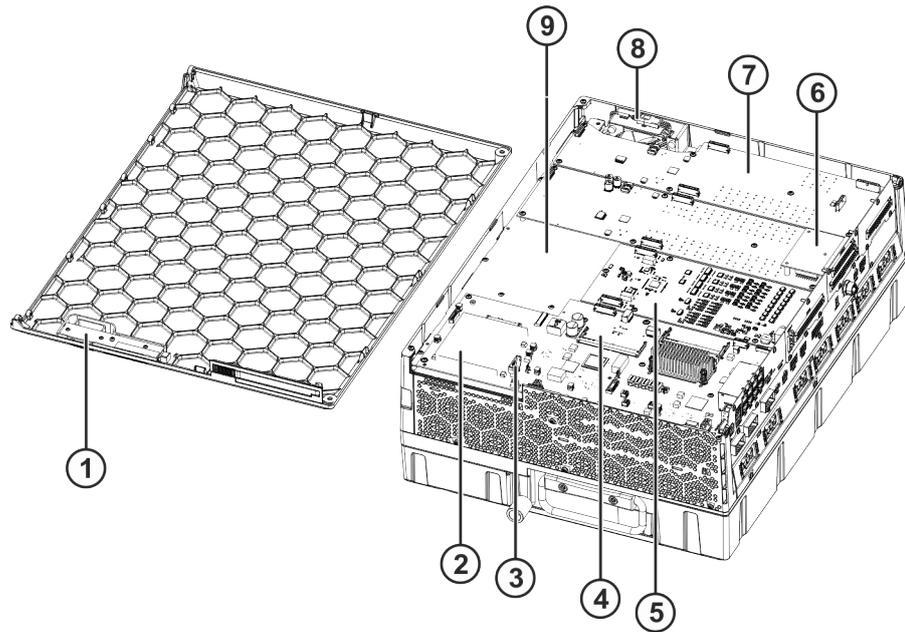


图 2-3: 带有 mini CSP 的控制单元

- 1 mini CSP
- 2 SSD (选件)
- 3 钮扣电池支架
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板 (选件)
- 6 IFBsafeext 接口板 (选件)
- 7 IFBsafe 接口板 (选件)
- 8 内部风扇
- 9 控制单元支撑板

2.2.2 功率部件



警告

打开功率部件可能造成生命危险

切勿打开机器人控制系统的功率部件。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 切勿打开机器人控制系统的功率部件。

说明

功率部件由以下组件组成：

- 外部风扇
- 散热器
- KSP-600 组成部件：
 - FCU-600
 - SCU-7-1L

功能

功率部件负责以下功能：

- 生成中间电路电压和系统电压
- 控制电机
- 控制制动器
- 检查制动器运行中的中间回路电压

注意

关于接口和接线面板的更多信息参见“布局”一章。

2.3 Customer Kinematics (CK)

说明

CK 型的 KR C5 系列可以在不使用 KUKA 工业机器人的情况下控制 KUKA 电机。为此必须使用 KUKA 电机。

具有机器人机器数据的 CK 型被视为 KUKA 工业机器人。

本文件仅在相关位置阐述 CK 型与非 CK 型之间的差异。

2.4 接口说明

概览

机器人控制器接线面板的标准配置包括可用于以下线缆的各种接口：

- 电机导线/数据线
- 安全接口
- smartPAD 线缆
- 外围设备电缆

提示

视客户需求和/或具体选项而定，接线面板中的外围导线/总线电缆伸出，以供选项使用。

根据客户需求不同，有下列安全接口可供使用：

- 分离式安全接口

- XG11 接口
- XG13 接口
- XG42 零点复归测试接口
- XG58: 接口
- 以太网安全接口
 - PROFIsafe KLI 或
 - CIP Safety KLI 或
 - FSoE

注意
关于接口和接线面板的更多信息参见“布局”一章。

2.5 控制器系统面板

说明

控制器系统面板 (mini CSP) 是用于显示操作状态的显示单元，并与系统板连接。

概览

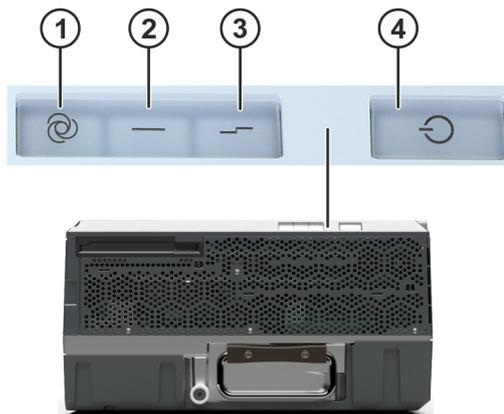


图 2-4: 控制器系统面板布局 LED

序号	工件	颜色	含义
1	LED1	白色	工作模式 LED (测试或自动)
2	LED2	绿色	运行状态 LED
3	LED3	红色	故障 LED
4	LED4 Softpower 按钮	白色	休眠 LED

2.6 冷却

说明

通过多个风扇用空气冷却控制和功率电子元件。

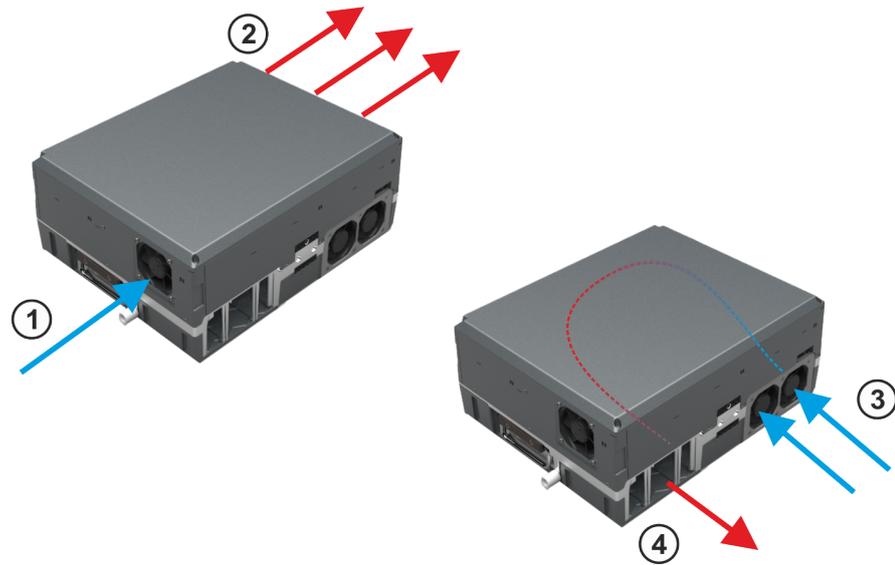


图 2-5: 冷却

- 1 控制部件空气入口
- 2 控制部件空气出口
- 3 功率部件空气入口
- 4 功率部件空气出口

2.7 预期用途和违规使用

使用

机器人控制器仅用于运行以下组件：

- KUKA 工业机器人

违规使用

禁止以任何有别于预期用途的方式使用，否则即被视为违规使用。违规使用会导致丧失保修和责任索赔权。KUKA 对因此类违规使用造成的任何损失概不负责。这主要包括：

- 用作攀升辅助工具
- 在指定运行参数范围外使用
- 在没有必要安全防护装置的情况下使用
- 载运人和动物
- 在室外使用
- 在有爆炸危险的区域中使用
- 在放射性环境中使用
- 地下采矿作业

3 安全

3.1 一般说明

3.1.1 免责声明

本文中所述的设备为工业机器人或其组件。

工业机器人的组件：

- 机械臂
- 机器人控制器
- 手持操作设备
- 连接电缆
- 附加轴（选件）
例如：直线导轨、翻转台、变位机
- 软件
- 选件、附件

工业机器人符合当前技术水平及现行的安全技术规定。但是违规使用可能会导致人身伤害、工业机器人损坏及其他财产损失。

工业机器人只能在技术状况完好的前提下用于预期用途，并且只能由既充分了解操作相关风险，又具有安全意识的人员使用。必须遵守本文档及供货时随附的不完整机械组装声明使用工业机器人。必须及时排除任何功能故障，尤其是有安全隐患的故障。

安全信息

安全信息的解释不能与制造商的利益相悖。即使按照安全说明进行所有操作，也无法保证工业机器人不会造成人身伤害或财产损失。

未经制造商的同意不得更改工业机器人。未经同意擅自更改，将导致丧失保修和责任索赔权。

非制造商供应的附加组件（工具、软件等）也可集成到工业机器人中。使用方需对这些组件可能给工业机器人或其他财产造成的任何损坏负责。

除“安全”章节外，本文档还包含必须遵守的其他安全说明。

3.1.2 欧盟 EC 符合性声明和不完整机械组装声明

工业机器人在欧盟机械指令中被定义为不完整机械。工业机器人只有在满足下列前提条件下才允许投入运行：

- 工业机器人已集成到完整系统中。
或者：工业机器人与其他机械装置一起组成一套完整系统。
或者：工业机器人装备了欧盟机械指令中规定的设备必备的所有安全功能和安全防护装置。
- 组装后的完整系统符合欧盟机械指令并已通过符合性评定程序确认。

欧盟 EC 符合性声明

系统集成商必须根据欧盟机械指令要求出具完整系统的欧盟 EC 符合性声明，出具欧盟 EC 符合性声明是设备获得 CE 标志的前提。必须始终按照适用的国家/地区法律、法规和标准运行工业机器人。

机器人控制器带有符合 EMC 指令和低电压指令的 CE 标志。

组装声明

不完整机械供货时附带了符合欧盟机械指令 2006/42/EC 中附录 II B 规定的组装声明。该组装声明包含安装指南和符合附录 I 要求的基本要求清单。该组装声明中明确规定：不完整机械在投入运行前，必须集成到完整机械中，或与其他部件一起组装成完整机械，同时该完整机械应符合欧盟机械指令的要求，并根据机械指令附录 II A 提供欧盟 EC 符合性声明。

3.1.3 “安全”一章中的术语

STOP 0、STOP 1 和 STOP 2 是符合 EN 60204-1:2018 的停机定义。

术语	说明
轴运动范围	轴允许运动的范围。 必须为每个轴定义轴的运动范围。
停止距离	停止距离 = 反应距离 + 制动距离 停止距离是危险区域的一部分。
工作空间	允许机器人移动的区域。 工作空间由各个轴运动范围得出。
AUT	自动运行模式 用于程序运行的运行模式。机器人以编程的速度移动。
AUT EXT	外部自动运行模式 用于程序运行的运行模式。机器人由一个上级控制器以编程的速度移动。
使用方	工业机器人的使用方可以是对工业机器人的使用负责的企业主、雇主或其委托的专人。
使用寿命	安全相关部件的使用寿命从部件交付给客户的那一刻开始计算。 因为安全相关部件在仓储时也会老化，所以使用寿命与部件是否使用无关。
危险区域	危险区域取决于机械臂（包括附加轴在内（如果有））的工作空间和停止距离。
KSS	KUKA System Software
KUKA smartPAD	参见“smartPAD”
KUKA smartPAD-2	参见“smartPAD”
机械臂	机器人机械总成及所属的电气设备
外部紧急停止按钮 (NHE)	触发外部紧急停止会影响系统中集成在外部紧急停止回路中的机器人控制器。 提示： 触发外部紧急停止不会 (!) 设置本地紧急停止的输出信号。
本地紧急停止按钮 (NHL)	<ul style="list-style-type: none"> smartPAD 上的紧急停止按钮 可选：控制柜前门上的附加紧急停止按钮 可选：XG58 上的附加紧急停止按钮 触发本地紧急停止会直接影响与该紧急停止相连的机器人控制器。

安全区域	安全区域处于危险区域之外。
安全运行停止	<p>安全运行停止是一种停机监控。它并不执行停止，而是监控轴是否静止。如果轴在安全运行停止期间有动作，则会触发安全停止 STOP 0。</p> <p>安全运行停止也可以从外部触发。</p> <p>如果安全运行停止被触发，则机器人控制器设置一个到现场总线的输出。如果在触发安全运行停止时不是所有的轴都停止，并因此触发了安全停止 STOP 0，则也会设置该输出。</p>
安全停止 STOP 0	<p>一种由安全控制器触发并执行的停止。安全控制器立即关闭驱动装置和制动器的电源。</p> <p>提示：该停止在文档中称作“安全停止 0”。</p>
安全停止 STOP 1	<p>一种由安全控制器触发并监控的停止。制动过程由机器人控制器的非安全相关部件执行并由安全控制器监控。</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: 一旦所有轴均静止或最迟 680 毫秒后，制动器的电源将被关闭（SBC/安全制动控制信号）。SBC 信号后 200 毫秒，驱动装置关闭。 • T2、AUT (KSS)、AUT EXT (KSS)、EXT (VSS): 驱动装置在配置的制动时间（默认：1.5 秒）后关闭。制动器的电源提前 200 毫秒关闭。 <p>安全停止 STOP 1 也可由外部触发。</p> <p>提示：该停止在文档中称作“安全停止 1”。</p>
安全停止 STOP 1 - Drive Ramp Stop	<p>仅与带有 BBRA（限制区域前制动）的安全选项有关：</p> <p>一种由安全控制器触发并监控的停止。制动过程由机器人控制器的非安全相关部件执行并由安全控制器监控。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 一旦机器人停止或最迟在配置的制动时间（默认：1.5 秒）加上 500 毫秒的稳定时间之后，制动器的电源将被关闭（SBC/安全制动控制信号）。 <p>SBC 信号后 200 毫秒，驱动装置关闭。</p> <p>提示：该停止在文档中称作“安全停止 1 DRS”。</p>
安全停止 STOP 2	<p>一种由安全控制器触发并监控的停止。制动过程由机器人控制器的非安全相关部件执行并由安全控制器监控。</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: 一旦所有轴均静止或最迟 680 毫秒后，安全停机监控就会激活。 • T2、AUT (KSS)、AUT EXT (KSS)、EXT (VSS): 在配置的制动时间（默认：1.5 秒）后所有轴的安全停机监控都会激活。 <p>安全停止 STOP 2 也可以从外部触发。</p> <p>提示：该停止在文档中称作“安全停止 2”。</p>
安全选项	<p>除标准安全功能以外，还可配置的附加安全监控的选项的总称。</p> <p>示例：SafeOperation</p>
smartPAD	<p>机器人控制器的手持操作设备</p> <p>smartPAD 具有工业机器人操作和编程所需的各种操作和显示功能。</p> <p>对于装有 KUKA System Software 或 VW System Software 的 KR C5 系列机器人控制器，只能使用 KUKA smartPAD-2。</p>

停机类别 0	通过立即切断机器执行器的电源停机。 注： 此停机类别在本文档中称为“STOP 0”。
停机类别 1	受控停机，机器执行器保持电源连接以实现停机。只有在实现停机后才会断开电源。 注： 此停机类别在本文档中称为“STOP 1”。
停机类别 1 - Drive Ramp Stop	机械臂和附加轴（选件）制动可能偏离程序轨迹。只有在达到静止状态时，驱动装置才会关闭。 提示： 此停机类别在本文档中称为“STOP 1 - DRS”。
停机类别 2	受控停机，机器执行器保持电源连接。 注： 此停机类别在本文档中称为“STOP 2”。
系统集成商 （设备集成商）	系统集成商负责将工业机器人按照安全规定集成到一个完整系统中并投入运行。
T1	手动慢速调试模式（ ≤ 250 mm/s）
T2	手动快速调试模式（允许 > 250 mm/s）
VSS	VW System Software
附加轴	一个不属于机械臂但由机器人控制器控制的运动轴（例如，KUKA 直线导轨、翻转台、变位机）

3.2 相关人员

针对工业机器人定义了下列人员或人员组别：

- 使用方
- 工作人员



人员资质

只允许由能够对准备进行的工作做出正确评估、能够识别任何潜在危险的人员对系统进行作业。否则有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。需要具备以下资质：

- 充分的专业培训、知识和经验
- 了解相关的操作或安装指南以及相关标准
- 所有对工业机器人进行作业的人员，必须阅读并理解含有工业机器人安全章节的文档。

使用方

使用方必须遵守与劳动相关的法律法规。其中包括：

- 使用方必须履行监管义务。
- 使用方必须定期开展培训。
- 使用方必须遵守关于个人防护设备（PPE）的规定。

工作人员

在开始任何工作之前，必需向工作人员明确告知工作的类型和具体内容，以及可能存在的一切危险，还须定期对其进行指导。此外，在特殊事件或者技术更改之后，也需给予指导。

工作人员包括：

- 系统集成商
- 操作运维人员，可细分为：
 - 投入运行、保养及维修服务人员
 - 操作人员
 - 清洁人员

系统集成商

工业机器人必须由系统集成商按照安全规定集成到一个完整系统中。

系统集成商负责以下工作：

- 安装工业机器人
- 连接工业机器人
- 进行风险评估
- 使用必要的安全功能和安全防护装置
- 出具欧盟 EC 符合性声明
- 粘贴 CE 标志
- 编制完整系统的操作指南

操作运维人员

操作运维人员须满足以下条件：

- 操作运维人员必须接受待从事工作的相关培训。
- 必须由具有专业资格的人员（即受过专业培训、具有该方面知识和经验且熟知相关标准，并能对待从事的工作做出正确评估、能够识别任何潜在风险的人员）实施系统运维。

3.3 工作空间、安全区域及危险区域

工作空间必须限定在需要的最小范围内。

危险区域包括工作空间及机械臂和附加轴（选件）的停止距离。必须通过物理安全防护装置对危险区域加以保护，以防止造成人员伤害或财产损失。

安全防护装置（例如防护门）必须位于危险区域之外。停机时，机械臂和附加轴（选件）被制动并停在危险区域内。

在上料和传送区域不得存在可能导致割伤或挤压的危险。

如果没有物理安全防护装置，就必须按照 EN ISO 10218 的规定，满足人机协作方面的要求。

3.3.1 确定停止距离

系统集成商的风险评估可能表明必须为某项应用确定停止距离。为了确定停止距离，系统集成商必须识别出编程的轨迹上与安全有关的位置。

在确定时机器人必须带着与应用中相同的工具和负载移动。机器人必须达到工作温度。正常运行时，1 小时左右后即达到该温度。

在执行应用时，机器人必须在开始计算停止距离的位置停止。这个过程必须用安全停止 0 和安全停止 1 重复多次。以最不利的停止距离为准。

安全运行停止可通过安全接口触发安全停止 0。如果安装了安全选项，则超出空间可触发安全停止（例如机器人在自动运行模式下超出了激活工作空间的界限）。

按下 smartPAD 上的紧急停止装置可触发安全停止 1。

3.4 停机反应的触发器：KSS

工业机器人会根据操作动作、监控功能或故障信息做出停机反应。下表显示了相应设定模式下的停机反应。

触发器	T1, T2	AUT, AUT EXT
松开启动键	停止 2	-
按下停止键	停止 2	
驱动装置关闭	停止 1	
输入端无 \$MOVE_ENABLE	停止 2	
通过主开关或设备开关关断电源 或断电	停止 0	
机器人控制系统内与安全无关的部件出现 内部故障	停止 0 或停止 1 (取决于故障原因)	
运行期间运行方式切换	安全停止 2	
打开防护门 (操作人员防护装置)	-	安全停止 1
松开使能键 (内部或外部使能键)	安全停止 2	-
将内部使能键按到底或出现故障	安全停止 1	-
将外部使能键按到底或出现故障*	安全停止 2	-
按下紧急停止按钮	安全停止 1	
安全控制系统或安全控制系统外围设备中的 故障	安全停止 0	

*针对 KR C5 系列，外部使能键的位置“完全按下”不能作为特定信号“紧急状态”传递给机器人控制系统，而是作为“无确认”状态。此时涉及安全停止 2。

3.5 停机反应的触发器：VSS

工业机器人会根据操作动作、监控功能或故障信息做出停机反应。下表显示了相应设定模式下的停机反应。

触发器	T1, T2	EXT
松开启动键	停止 2	-
按下停止键	停止 2	
驱动装置关闭	停止 1	
通过主开关或设备开关关断电源 或断电	停止 0	
机器人控制系统内与安全无关的部件出现 内部故障	停止 0 或停止 1 (取决于故障原因)	
运行期间工作模式被切换	安全停止 2	
打开防护门 (操作人员防护装置)	-	安全停止 1
松开使能键 (内部或外部使能键)	安全停止 2	-
将内部使能键按到底或出现故障	安全停止 1	-
将外部使能键按到底或出现故障*	安全停止 2	-
按下紧急停止按钮	安全停止 1	
安全控制系统或安全控制系统外围设备中的 故障	安全停止 0	

*针对 KR C5 系列，外部使能键的位置“完全按下”不能作为特定信号“紧急状态”传递给机器人控制系统，而是作为“无确认”状态。此时涉及安全停止 2。

3.6 安全功能

3.6.1 安全功能概览

工业机器人始终配有以下安全功能：

- 操作员安全 (= 用于监控物理安全防护装置的连接)
- smartPAD 上的紧急停止按钮
- 外部紧急停止按钮
- smartPAD 上的使能装置
- 外部使能装置
- T1 运行模式下的速度监控

根据硬件配置不同，工业机器人配有以下安全功能：

- 外部安全停止 STOP 1
- 外部安全停止 STOP 2
- 外部安全运行停止
- 紧急停止按钮（附加本地装置）
- 外围接触器 US2

工业机器人的安全功能可满足以下要求：

- 符合 EN ISO 13849-1 的**第 3 类和性能级 d**

但仅在下列前提下才能满足要求：

- 每个紧急停止按钮至少每 12 个月操作一次。
- 每个使能装置至少每 12 个月检查一次。
(>>> [“功能检查” 页面 115](#))
- 外围接触器 US2 至少每 12 个月检查一次。（如有使用）
- 按照保养表执行安全功能的检查。保养表参见所用硬件组件文档中的章节“保养”。



危险

安全功能或安全防护装置无效会导致生命危险

在安全功能或安全防护装置无效的情况下，工业机器人可能会造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 如果安全功能或安全防护装置已经停用或拆卸，则不得运行工业机器人。



将工业机器人集成到整个系统的安全系统中

在系统规划时，必须对整个系统的安全功能进行规划和设计。否则有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 必须将工业机器人集成到整个系统的安全系统中。

3.6.2 安全控制器

安全控制器是控制 PC 内的一个单元。它把安全相关的信号以及安全相关的监控联系起来。

安全控制器的任务：

- 关闭驱动装置，触发制动

- 监控制动斜坡
- 静止监控（在停止后）
- T1 运行模式下的速度监控
- 评估安全相关的信号
- 设置安全相关的输出

3.6.3 “操作人员保护”信号：KSS

“操作员安全”信号用于监控物理安全防护装置，例如防护门。缺少该信号将无法实现自动运行模式。如果在自动运行期间信号丢失（例如防护门被打开），机械臂将以安全停止 1 的方式停止。

在手动慢速（T1）和手动快速（T2）运行模式下，操作员安全未激活。



警告

未充分检查即继续自动运行模式可能导致生命危险

操作员安全信号丢失后，不允许仅通过关闭安全防护装置重新启动自动运行模式。否则，在危险区域中有人停留时，防护门可能会意外关闭，因而可以继续自动运行模式。有可能造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 当安全防护装置已重新关闭并且确认了该关闭之后，才允许继续自动运行模式。
- 确认必须被设计为可事先对危险区域进行实际检查。不允许在安全防护装置关闭后立即自动确认。
- （例如由 PLC）确认装置关闭时，系统集成商必须确保先对危险区域进行实际检查再行确认。

3.6.4 “操作人员保护”信号：VSS

“操作人员保护”信号用于监控隔离性防护装置，例如保护门。没有此信号，则无法采用自动运行方式。如果在自动运行期间出现信号缺失的情况（例如防护门被打开），则机械手将以安全停止 1 的方式停机。

在手动慢速运行方式下（T1），操作人员防护装置可用 E2/E22 钥匙跨接。

在手动快速运行方式（T2）下，操作人员防护装置可用 E2/E22+E7 钥匙跨接。



警告

未充分检查即继续自动运行模式可能导致生命危险

操作员安全信号丢失后，不允许仅通过关闭安全防护装置重新启动自动运行模式。否则，在危险区域中有人停留时，防护门可能会意外关闭，因而可以继续自动运行模式。有可能造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 当安全防护装置已重新关闭并且确认了该关闭之后，才允许继续自动运行模式。
- 确认必须被设计为可事先对危险区域进行实际检查。不允许在安全防护装置关闭后立即自动确认。
- （例如由 PLC）确认装置关闭时，系统集成商必须确保先对危险区域进行实际检查再行确认。

3.6.5 紧急停止按钮

每个可以触发机器人运动或其他危险情况的工位上都必须配备紧急停止按钮。系统集成商负责确保这一点。

本地紧急停止按钮

工业机器人的本地紧急停止按钮是 smartPAD 上的紧急停止按钮。在出现危险情况或紧急情况时必须按下该按钮。

按下紧急停止按钮时，工业机器人的反应：

- 机械臂及附加轴（选件）以安全停止 1 的方式停止。

如要继续运行，则必须通过转动紧急停止按钮将其解锁。



警告

工具和装置没有紧急停止会导致生命危险

如果与机器人相连的工具和其他装置没有集成到紧急停止回路中，则可能导致人员死亡、重伤或财产损失。

- 如果工具或其他装置可能引发危险，将它们集成到紧急停止回路中。

其他紧急停止按钮

必须始终至少安装一个其他紧急停止按钮：这确保了即使在 smartPAD 已拔下的情况下也有紧急停止按钮可用。

其他紧急停止按钮可以是附加的本地紧急停止按钮或外部紧急停止按钮。

外部紧急停止按钮通过客户接口连接。

3.6.6 从上一级安全控制器中退出登录

如果机器人控制器连接了上一级安全控制器，则在以下情况下该连接被强制中断：

- 通过机器人控制器的主开关或设备开关关断电源。
或断电
- 通过 smartHMI 将机器人控制器关机
- 系统软件 8.7：从 WorkVisual 或直接在机器人控制器上激活 WorkVisual 项目
- 系统软件 \geq 9.0：启动实例
- 在**投入运行** > **网络配置**下更改
- 在**配置** > **安全配置**下更改
- **输入/输出端驱动程序** > **重新配置**
- 系统软件 8.7：恢复存档

中断的作用：

- 如果使用离散安全接口，这会触发整个系统的紧急停止。
- 如果使用以太网安全接口，KUKA 安全控制器会发出一个信号，使得上一级控制器不触发整个系统的紧急停止。



在风险评估中考虑以太网安全接口

如果在风险评估中没有考虑以太网安全接口，则可能会造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 系统集成商在其风险评估中必须考虑，关闭机器人控制器并不会触发整个系统紧急停止这一事实是否会造成危险以及必要时如何消除危险。



警告

关闭的控制器上的 smartPAD 可能导致生命危险

当机器人控制器关闭时，smartPAD 上的紧急停止装置不起作用。可能会混淆有效的和无效的紧急停止装置。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 将关闭的控制器上的 smartPAD 盖住或将其从系统中移除。

3.6.7 使能装置

工业机器人的使能装置是 smartPAD 上的使能开关。

KR C5 系列的机器人控制系统仅能使用 **smartPAD-2** 型号的开关。它共有 4 个使能开关。

使能开关具有 3 个位置：

- 未按下
- 中位
- 完全按下（紧急位置）

只有当至少一个使能开关保持在中间位置时，方可在测试运行方式下运行机械手。

可以同时多个使能开关保持在中间位置。这样，便可以从一个使能开关移至另一个。

在测试运行方式下，可以用以下方式停止机械手：

- 按下至少一个使能开关。
完全按下一个使能开关会触发一个安全停止 1。
- 或松开所有使能开关。
松开所有 (!) 保持在中间位置的使能开关会触发一个安全停止 2。



警告

松开一个使能开关时没有反应可能导致生命危险

松开多个保持在中间位置的使能开关中的一个不会触发停止反应。如果有多个开关保持在中间位置，则机器人控制器无法区分其中一个是有意松开还是意外松开。

- 增强安全意识。

在使能开关发生功能故障时（例如卡在中间位置），工业机器人可以通过下列方法之一停止：

- 完全按下另一个使能开关。
- 按下紧急停止装置。
- 松开启动键。



警告

篡改使能开关会导致生命危险

不得用胶带或其他辅助材料固定使能开关，也不得以任何其他方式进行篡改。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 对使能开关进行目视检查。
- 取消篡改或清除异物。

功能检查

在下列情况下必须检查使能开关的功能：

- 在工业机器人首次或重新投入运行之后
- 在拔下和重新插上 smartPAD（同一或另一个 smartPAD）之后
- 必须至少每 12 个月进行一次检查。

检查时，为每个使能开关单独执行以下步骤：

1. 在测试运行模式下移动机械臂。
2. 在移动机械臂期间，完全按下使能开关并按住 3 秒。

在以下情况下，说明通过了检查：

- 机械臂停止。
- 以及：没有显示使能装置的故障信息（*确认开关损坏*或类似内容）。

如果一个或多个使能开关的检查未通过，则必须更换 smartPAD 并重新进行检查。

3.6.8 外部确认装置

在工业机器人的危险区域内有多个人员停留的情况下，需要使用外部使能装置。

必须至少每 12 个月检查一次外部使能装置的功能。



如需了解通过哪些接口可以连接外部使能装置，请参见机器人控制器操作和安装指南中的“规划布局”一章。

3.6.9 T1 下的速度监控

在 T1 运行模式下安全监控轴特定速度。

在安全配置中激活了笛卡尔监控时，可以在 T1 下安全监控笛卡尔速度。

轴特定监控

如果一个轴超出其速度，则会触发安全停止 0。

- 旋转轴的默认极限值：30 ° /s
- 直线轴的默认极限值：250 mm/s



轴监控可通过参数 **最大速度 T1** 进行配置。更多相关信息可在系统软件的文件 **系统集成商操作及编程指南** 中找到。

笛卡尔监控

笛卡尔监控针对的是法兰上的速度。超出极限值会触发安全停止 0。

- 默认极限值：250 mm/s

如果使用了一个附加安全选项（例如 SafeOperation），则极限值可配置。可以减小极限值，但是不能增加。

3.7 附加防护装备

3.7.1 点动运行

在手动慢速（T1）和手动快速（T2）运行模式下机器人控制器只能点动执行程序。这意味着：必须按住一个使能开关和启动键才能执行程序。

- 松开使能开关会触发安全停止 2。
- 完全按下使能开关会触发安全停止 1。
- 松开启动键会触发 STOP 2。

3.7.2 软件限位开关

所有机械臂和变位机轴的轴范围通过可调节的软件限位开关进行限制。该软件限位开关只起到机器保护的作用，必须进行相应设置，使机械臂/变位机不会撞到机械止挡上。

软件限位开关在工业机器人投入运行时设置。



更多信息请参见操作和编程指南。

3.7.3 机械止挡

视机型的不同，机械臂的基本轴和腕部轴的轴范围由机械止挡进行部分限制。附加轴上可安装其他机械止挡。

**警告****与障碍物发生碰撞后有生命危险**

如果机械臂或一个附加轴撞到障碍物、机械止挡或轴限位机械挡块，则该机械臂将无法继续安全运行。有可能造成人员死亡、受伤或财产损失。

- 停止机械臂运行。
- 停止附加轴运行。
- 在重新投入运行之前，请与 KUKA 公司进行协商。

3.7.4 轴限位机械挡块（选件）

某些机械臂可在轴 A1 至 A3 上装备可调节的轴限位机械挡块。轴限位挡块可将工作空间限定在所需的最小范围。由此提高人员及设备的安全保障。

对于没有装备轴限位机械挡块的机械臂来说，必须使其工作空间在没有装备轴限位机械挡块的情况下也不会出现人员损伤和财产损失的情况。

如果不能保证这一点，则必须通过系统侧光栅、光幕或限位机械挡块对工作空间进行隔离。在上料和传送区域不得存在可能导致割伤或挤压的危险。



并非所有型号的机器人都具备此选件。有关特定机器人型号的信息请询问制造商。

3.7.5 无驱动电流的情况下移动机械臂的方法**紧急情况下进行操作所需的人员要求**

在紧急情况或其他异常情况下，可能需要在没有驱动电流的情况下移动机械臂。

- 工作人员需经过在没有驱动电流情况下移动机械臂的培训。

说明

发生事故或故障后，在没有驱动电流的情况下移动机械臂，可使用如下方法：

- 自由旋转装置（选件）
自由旋转装置可用于基本轴驱动电机，根据机型的不同，有些也可用于腕部轴电机。
- 制动器释放装置（选件）
制动器释放装置用于无法接触到其电机的机型。
- 直接用手移动腕部轴
低负载型机器人的腕部轴没有配备自由旋转装置。因为可以直接用手移动腕部轴，所以无需使用该装置。



适用于不同机型的方法及相应的操作信息可参见机器人安装或操作指南或向制造商垂询。

3.7.6 工业机器人上的标识

所有标牌、说明、图标和标记都是与工业机器人的安全有关的。不允许对其进行更改或将其去除。

工业机器人上的标识包括：

- 功率铭牌
- 警告标志
- 安全图标
- 名称标牌
- 电缆标记

- 型号铭牌



详细信息请参见工业机器人组件的操作指南或安装指南中的技术数据。

3.7.7 外部安全防护装置

必须使用安全防护装置以防止人员进入工业机器人的危险区域。系统集成商负责确保这一点。

如果没有物理安全防护装置，就必须按照 EN ISO 10218 的规定，满足人机协作方面的要求。

物理安全防护装置必须符合下列要求：

- 符合 EN ISO 14120 的要求。
- 能够阻止人员进入危险区域并不能被轻易越过。
- 已牢固固定并且能够承受可预见的运行和环境作用力。
- 本身不存在危险且不会引发危险。
- 必须与危险位置等保持规定的距离。

防护门（保养门）必须符合下列要求：

- 数量被限制为所需的最小数量。
- 闭锁装置（例如防护门开关）通过防护门开关装置或安全 PLC 与机器人控制器的操作人员保护输入相连。
- 开关装置、开关和开关方式符合 EN ISO 13849-1 中架构类型 3 的规定以及性能等级 d 的要求。
- 视危险情况：防护门额外加装了一个闭锁装置，使防护门只在机械臂安全停止后才可打开。
- 防护门的确认按钮装在用安全防护装置隔离的空间之外。



更多信息请参见相关的标准及规定。这也包括 EN ISO 14120。

其他安全防护装置

其他安全防护装置必须按照相应标准及规定集成于系统中。

3.7.8 信号灯“驱动器已准备就绪”

如果要设备符合 ANSI/UL 1740 标准，系统集成商必须将信号灯“驱动器已准备就绪”集成到设备中。可使用一个接口连接该信号灯。

每次进入危险区前，必须测试信号灯“驱动器已准备就绪”功能是否正常。如果测试未通过，不得进入危险区，在信号灯处作业时除外。



有关信号灯“驱动器已准备就绪”和相关接口的更多信息，请参阅机器人控制器的安装指南。

3.8 运行方式选择：KSS

运行模式

工业机器人可在以下运行模式下运行：

- T1
- T2
- 自动运行 (AUT)
- 外部自动运行 (AUT EXT)



在程序运行期间，请勿更换运行模式。如果在程序运行过程中改变了运行模式，则工业机器人会以安全停止 2 的方式停止。

运行模式	应用	速度
T1	用于测试运行、编程和示教	<ul style="list-style-type: none"> 程序验证：编程的速度，最高 250 mm/s 手动运行：点动速度，最高 250 mm/s
T2	用于测试运行	<ul style="list-style-type: none"> 程序验证：编程的速度 手动运行：不可能
AUT	用于不带上级控制器的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> 程序运行：编程的速度 手动运行：不可能
AUT EXT	用于带有上级控制器（例如 PLC）的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> 程序运行：编程的速度 手动运行：不可能

运行模式选择开关

用户可以通过连接管理器来更改运行模式。连接管理器是一个通过 smartPAD 上的运行模式选择开关调用的视图。

运行模式选择开关可以是以下款式：

- 带钥匙
只有在插入钥匙的情况下才能更改运行模式。
- 不带钥匙



警告

无访问限制的运行模式选择开关可能导致生命危险

如果 smartPAD 配备了不使用钥匙的运行模式选择开关，则任何人都可以操作运行模式选择开关，无论他们是负责什么任务范畴或具备何种工作资质。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 必须安装附加的装置，确保仅由受限的群体操作运行模式选择开关。
- 这个装置本身不可以触发工业机器人的运动或其他危险。

3.9 运行方式和防护功能概览：KSS

下列表格显示在何种运行方式下应激活防护功能。

防护功能	T1	T2	AUT	AUT EXT
操作人员保护	-	-	已激活	已激活
紧急停止装置	已激活	已激活	已激活	已激活
使能装置	已激活	已激活	-	-
程序验证时低速运行	已激活	-	-	-
点动运行	已激活	已激活	-	-
软件限位开关	已激活	已激活	已激活	已激活
信号灯“驱动器已准备就绪”的接口	已激活	已激活	已激活	已激活

3.10 运行方式选择: VSS

运行模式

工业机器人可以在下列运行模式下运行:

- 手动慢速运行 (T1)
- 手动快速运行 (T2)
- 外部自动运行 (EXT)



在程序运行期间, 请勿更换运行模式。如果在程序运行过程中改变了运行模式, 则工业机器人会以安全停止 2 的方式停止。

运行模式	应用	速度
T1	用于测试运行、编程和示教	<ul style="list-style-type: none"> • 程序验证: 编程的速度, 最高 250 mm/s • 手动运行: 点动速度, 最高 250 mm/s
T2	用于测试运行	<ul style="list-style-type: none"> • 程序验证: 编程的速度 • 手动运行: 不可能
EXT	用于带有上级控制器 (例如 PLC) 的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> • 程序运行: 编程的速度 • 手动运行: 不可能

运行模式选择开关

用户可以通过连接管理器来更改运行模式。连接管理器是一个通过 smartPAD 上的运行模式选择开关调用的视图。

使失效

为了在防护门打开的情况下在 T1 或 T2 运行模式下移动机械臂, 可以使用以下钥匙:

激活的钥匙	权限
E2/E22	允许在防护门打开的情况下在 T1 运行模式下移动
E2/E22 和 E7	允许在防护门打开的情况下在 T2 运行模式下移动



警告

在 T2 下在危险区域停留有生命危险

在 T2 运行模式下, 机器人以编程的速度移动。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 危险区域内不得有人员逗留。



有安全意识地使用电子钥匙

必须有安全意识地使用钥匙 E2/E22 以及 E7。否则有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 何时允许使用哪个钥匙由使用方或系统集成商决定。在此必须考虑到现行法律、法规及标准。
- 仅允许由具备资质的人员使用钥匙。

激活的钥匙	防护门	是否可以手动移动?		是否可以运行程序?	
		T1	T2	T1	T2
无钥匙激活	打开	否	否	否	否
	关闭	是	否	是	是
E2/E22	打开	是	否	是	否
	关闭	否	否	否	否
E2/E22 和 E7	打开	是	否	否	是
	关闭	否	否	否	否

3.11 运行方式和防护功能概览: VSS

下列表格显示在何种运行方式下应激活防护功能。

防护措施	T1	T2	EXT
操作人员保护	激活 *	激活 **	激活
紧急停止装置	激活	激活	激活
使能装置	激活	激活	-
程序验证时低速运行	激活	-	-
点动运行	激活	激活	-
软件限位开关	激活	激活	激活

* 在运行方式 T1 下，操作人员防护装置可用 E2/E22 钥匙进行跨越。

** 在运行方式 T2 下，操作人员防护装置可用 E2/E22+E7 钥匙进行跨越。

3.12 安全措施

3.12.1 常规安全措施

只允许在技术情况完好的状态下按规定且有安全意识地使用工业机器人。操作错误可能会导致人身伤害和财产损失。

即使在关闭和锁定机器人控制器之后，也务必防范工业机器人可能出现的移动。安装错误（如过载）或机械故障（如制动器故障）可能会导致机械臂或附加轴下垂。

- 如果要在关闭的工业机器人上进行作业，则无论是否有负载，都必须首先将机械臂和附加轴运行至无法自行移动的位置。
- 若该要求无法实现，则必须通过适当的方式固定机械臂和附加轴。



危险

安全功能或安全防护装置无效会导致生命危险

在安全功能或安全防护装置无效的情况下，工业机器人可能会造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 如果安全功能或安全防护装置已经停用或拆卸，则不得运行工业机器人。



危险

在机器人本体下停留有生命危险

部件下垂或掉落可能导致死亡或重伤。随时可能发生这种情况，即使在执行安装作业时或在控制器关闭时也不例外。

- 严禁在机器人本体下停留。

**警告****负载错误可能导致生命危险**

如果在错误负载下运行机器人，则可能会造成死亡、重伤或财产损失。

- 使用正确的负载数据。
- 仅使用适合机器人的负载。

**小心****高温电机有导致烫伤的危险**

电机在运行过程中所达到的高温有导致烫伤的危险。

- 请勿触摸。
- 采取适当的安全防护措施，例如戴防护手套。

植入物**警告****电机和制动器引起的植入物故障可能造成生命危险**

电机和制动器会产生电场和磁场。这些场可能导致有源植入物（如心脏起搏器）发生故障。

- 相关人员必须与电机和制动器保持至少 300 mm 的距离。电机和制动器无论通电还是断电，都有可能引发危险。

smartPAD

使用方必须确保仅由经授权的人员使用 smartPAD 来操作工业机器人。

如果在一个系统上使用多个 smartPAD，必须确保能明确识别哪个 smartPAD 与哪个工业机器人相连。它们不得互换。

**警告****拔下的 smartPAD 可能导致生命危险**

当 smartPAD 拔下后，紧急停止装置不起作用。可能会混淆插上的 smartPAD 和拔下的 smartPAD。有可能造成人员伤亡或财产损失。

- 将拔下的 smartPAD 立即从系统中取出。
- 将拔下的 smartPAD 保管在操作工业机器人的人员的视线和活动范围之外。

smartPAD 上的使能开关必须至少每 12 个月进行一次功能检查，并在某些特定情况下进行检查。

(>>> [“功能检查” 页面 115](#))

改动

对工业机器人进行了改动后必须检查其是否符合必需的安全要求。必须遵守所在国家和地区的劳动保护规定来进行检查。此外还必须测试所有安全功能是否正常。

新的或者经过更改的程序必须总是先在 T1 运行模式中经过测试。

对工业机器人进行了改动后必须始终先在 T1 运行模式下对现有程序进行测试。此项要求适用于工业机器人的所有组件并且包括对附加轴或软件和配置设定的改动。

故障

工业机器人出现故障时必须立即采取以下安全措施：

- 关闭机器人控制器，并锁住（例如用挂锁），防止未经许可的意外重启。
- 通过有相应提示的标牌来标明故障。
- 对故障进行记录。

排除故障后进行功能检查。

3.12.2 IT 安全

KUKA 产品只能在技术状况完好的前提下用于预期用途，并且只能由既充分了解操作相关风险，又具有安全意识的人员使用。

有安全意识地使用主要是指在符合当前安全技术水平且具有 IT 安全整体方案的 IT 环境中运行。



采取 IT 安全措施

IT 安全不仅包括狭义的信息和数据处理方面，而且还至少涉及以下领域：

- 技术、组织、人员、基础设施

KUKA 强烈建议其产品的使用方引入信息安全管理，用其设计、协调和监控与信息安全相关的任务。

有关企业 IT 安全的信息来源包括：

- 独立的咨询公司
- 国家信息安全机构 (“national cyber security authorities”)

国家机构经常会在互联网中提供建议。

3.12.3 运输

机械臂

务必遵守机械臂规定的运输位姿。务必按照机械臂操作指南或安装指南进行运输。

运输过程中要避免震动或碰撞，以防止对机器人本体造成损伤。

机器人控制器

务必遵守机器人控制器规定的运输位姿。务必按照机器人控制器操作指南或安装指南进行运输。

运输过程中要避免震动或碰撞，以防止对机器人控制器造成损伤。

附加轴（选件）

务必遵守附加轴（例如：KUKA 直线导轨、翻转台、变位机）规定的运输位姿。务必按照附加轴操作指南或安装指南进行运输。

3.12.4 投入运行和重新投入运行：KSS/VSS

仅 KSS：



更改默认密码

KSS 系统软件在交付状态下配置了用户组的默认密码。如果不更改这些密码，未经授权的人员就能够登录。

- 在投入运行前，更改用户组的密码。
- 仅将密码告知经授权的人员。

KSS 和 VSS：

系统和装置在首次投入运行前必须进行一次检查，以确保系统和装置完整且功能正常，可以安全运行并识别出损坏。

必须遵守所在国家和地区的劳动保护规定来进行检查。此外还必须测试所有安全功能是否正常。

**警告****电缆匹配错误可能导致生命危险**

机器人控制器已为各个工业机器人作了预配置。如果与另一个机器人控制器相连，机械臂和其他组件可能会收到错误的信息。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 只能将机械臂与其对应匹配的机器人控制器相连接。

**警告****未配置的附加轴会导致生命危险**

机器人控制器无法识别已进行物理连接但软件方面未正确配置的附加轴，因此无法在该附加轴上施加任何力矩或任何保持转矩。因此，如果制动器释放，则可能会导致该附加轴不受控制地运动。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在操作使能装置和制动器释放之前，请确保附加轴已正确配置。

**不得影响安全功能**

不属于 KUKA 公司供货范围的附加组件（例如电缆）可以集成到工业机器人中。如果此时没有考虑到安全功能，则可能会造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 附加组件不得影响安全功能或使安全功能失效。

注意**冷凝水可能造成财产损失**

如果机器人控制器的柜内温度与环境温度相差较大，可能会形成冷凝水。有可能造成财产损失。

- 等待柜内温度适应环境温度，以免形成冷凝水。

功能检查

在投入运行和重新投入运行之前必须进行下列检查：

常规检查：

必须确保：

- 按照文档中的说明正确地安装和固定工业机器人。
- 机器人上不存在由于外力作用而产生的损伤。

**警告****外力作用结果可能导致生命危险**

击打或碰撞等外力作用可能会造成不明显的损伤。例如，对电机会造成动力传输的缓慢损失。这会导致机械臂发生意外运动。

不明显的损伤有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 检查机器人是否有因外力作用而产生的损伤，例如凹痕或油漆磨损。

特别仔细地检查电机和平衡缸。

（配备内置电机的机器人不涉及电机检查。）

- 如果存在损坏，必须更换相应的组件。

- 工业机器人没有异物或损坏、脱落、松动的部件。
- 所有必需的安全防护装置已正确安装且功能完好。
- 工业机器人的设备功率与当地的电源电压和电网制式相符。
- 接地线和电位均衡导线有足够的额定值并已正确连接。
- 连接电缆已正确连接，插头已闭锁。

检查安全功能：

对下列安全功能必须进行功能测试，以确保其正常工作：

- 本地紧急停止按钮
- 外部紧急停止按钮（输入和输出）
- 使能装置（在测试运行模式下）
- 操作员安全
- 使用的所有其他与安全相关的输入和输出
- 其他外部安全功能

3.12.4.1 检查机器数据和安全配置



警告

数据错误可能导致生命危险

如果载入了错误的机器数据或错误的控制器配置，则不得移动工业机器人。可能会出现不可预测的反应。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 仅使用正确的数据运行工业机器人。

在下列情况下，必须执行检查：

- 投入运行后
- 更改机器数据后
- 如果安全配置激活码已更改

待执行的检查是：

• 检查安全配置

唯一例外：在首次投入运行过程中原封不动地应用预装的安全配置时，只需根据风险评估检查其是否适用即可。

• 机器数据的实际测试

工具必须已测量（通过实际测量或通过用数字输入数据）。



关于检查安全配置和安全轴监控的信息请见系统集成商的操作和编程指南。

如果首次投入运行时未成功通过实际测试，请务必与 KUKA 公司联系。

如果实际测试在其他执行过程中未成功通过，则必须检查并修正机器数据和与安全相关的控制器配置。

六轴机器人的一般实际测试

如果需要对机器数据进行实际测试，则必须始终进行该测试。

有以下几种方法来进行一般实际测试：

- 用 XYZ 4 点法进行 TCP 测量
如果 TCP 成功完成测量，则实际测试已成功通过。

或者：

1. 将 TCP 对准一个自选点。该点被用作参考点。
 - 该点的位置必须确保可以改变姿态。
 - 该点不允许位于 FLANGE 坐标系的 Z 轴上。
2. 手动将 TCP 以至少 45° 角向 A、B 和 C 方向各移动 1 次。
这些运动不必叠加。也就是说，如果已向某一方向移动，则在向下一个方向移动之前可以先重新返回。
如果 TCP 与参考点的偏差总共不超过 2 cm，则实际测试已成功通过。

码垛机器人的一般实际测试

这里所说的码垛机器人是指从一开始就只能用作码垛机的机器人或在码垛模式下运行的机器人。在实际测试时，后者也必须在码垛模式下。

如果需要对机器数据进行实际测试，则必须始终进行该测试。

第一部分：

1. 将 TCP 对准一个自选点。该点被用作参考点。
 - 该点的位置必须确保可以改变姿态。
 - 该点不允许位于 FLANGE 坐标系的 Z 轴上。
2. 标记 TCP 的起始位置。
此外，在 smartHMI 上通过**实际位置** - 笛卡尔式的显示读取起始位置并记录。
3. 沿 X 方向手动移动 TCP。距离至少应该为机器人最大作用范围的 20%。
4. 再次显示实际笛卡尔实际位置。根据与之前记录的值的差异计算行驶的确切距离。
5. 测量行驶的距离。
6. 将测得的值与根据实际位置显示的行驶距离进行比较：偏差必须 $< 5\%$ 。
7. 重复对 Y 方向和 Z 方向的检查。

如果每个方向上的偏差都 $< 5\%$ ，则实际测试的第一部分通过。

第二部分：

- 手动将工具绕 A 旋转 45° ：正方向一次，负方向一次。同时观察 TCP。

如果 TCP 在空间中的位置在旋转期间没有发生变化，则实际测试的第二部分通过。

SCARA 机器人的一般实际测试

如果需要对机器数据进行实际测试，则必须始终进行该测试。

第一部分：

1. 将 TCP 对准一个自选点。该点被用作参考点。
 - 该点的位置必须确保可以改变姿态。
 - 该点不得位于 A4 上。
2. 标记 TCP 的起始位置。
此外，在 smartHMI 上通过**实际位置** - 笛卡尔式的显示读取起始位置并记录。
3. 沿 Z 方向手动移动 TCP。该距离至少应该为最大移动距离的 20%。
4. 再次显示实际笛卡尔实际位置。根据与之前记录的值的差异计算行驶的确切距离。
5. 测量行驶的距离。
6. 将测得的值与根据实际位置显示的行驶距离进行比较：偏差必须 $< 5\%$ 。

如果偏差 $< 5\%$ ，则实际测试的第一部分通过。

第二部分：

- 手动旋转工具 45° ：正向一次，负向一次。同时观察 TCP。

如果 TCP 在空间中的位置在旋转期间没有发生变化，则实际测试的第二部分通过。

非数学耦合轴的实际测试

如果需要对机器数据进行实际测试，则在存在非数学耦合轴时必须进行该测试。

1. 标记非数学耦合轴的起始位置。
此外，在 smartHMI 上通过**实际位置**显示读取初始位置并记录。

2. 手动将轴移动一段自选的距离。通过**实际位置**显示确定该距离。
 - 将直线轴移动一定的距离。
 - 将旋转轴移动一定的角度。
3. 测量经过的距离，并与 smartHMI 上显示的距离进行比较。
如果两值的偏差不超过 5 %，则实际测试已成功通过。
4. 对每个非数学耦合轴重复该测试。

ROBROOT 运动系统上的机器人实际测试

如果机器数据的实际测试是必需的，则在机器人位于 ROBROOT 运动系统上（例如在 KUKA 直线导轨上）时必须进行该测试。

- 在笛卡尔模式下手动单独依次移动 ROBROOT 运动系统的轴。
如果 TCP 此时不运动，则实际测试已成功通过。

物理耦合轴的实际测试

如果需要对机器数据进行实际测试，则在存在可物理耦合/解耦的轴（如同伺服钳）时必须进行该测试。

1. 物理解耦耦合轴。
2. 分别移动所有剩余的轴。
如果所有剩余的轴均能移动，则实际测试已成功通过。

3.12.4.2 投入运行模式

说明

工业机器人可通过操作界面 smartHMI 设定为调试模式。在该模式下，机械手可在没有运行外部防护装置的情况下以 T1 方式运行。

这对于使用下列安全接口的调试模式起作用：

- **分离式安全接口**
可随时执行调试模式。
- **以太网安全接口**
如果存在或建立了与上一级安全系统的连接，则机器人控制系统阻止或者结束调试模式。

作用

投入运行模式激活时，所有输出自动进入“逻辑零”状态。

如果机器人控制器有一个外围接触器（US2）并且在安全配置中规定了外围接触器根据运行许可情况切换，则这同样适用于投入运行模式。也就是说，当存在运行许可时，即使在投入运行模式下，US2 电压也接通。



外围接触器的切换次数为每天最多 175 次。

危险

投入运行模式下可能发生的危险和风险：

- 人员进入机械臂的危险区域。
- 在危险情况下操作了未激活的外部紧急停止装置，机械臂不会关闭。

投入运行模式下用于规避风险的附加措施：

- 盖住不起作用的紧急停止装置或以相应的警示牌指明不起作用的紧急停止装置。
- 如果没有防护栅，则必须以其他措施避免人员进入机械臂的危险区域，如使用封锁带。

应用

投入运行模式的预期用途:

- 在外部安全防护装置尚未安装或启用时，在 T1 运行模式下投入运行。此时危险区域必须至少用封锁带隔离。
- 故障定位（外围设备故障）。
- 必须尽可能少地使用投入运行模式。

**警告****无效的外部安全防护装置会导致生命危险**

在使用投入运行模式时，所有外部安全防护装置处于停用状态。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在投入运行模式期间，禁止人员在机械臂的危险区域内停留

违规使用

禁止以任何有别于预期用途的方式使用，否则即被视为违规使用。它会导致丧失保修和责任索赔权。对于由于违规使用而造成的损失，KUKA 不承担任何责任。

3.12.5 手动运行模式

概述

手动运行模式用于调试工作。调试工作是指为了开始自动运行而必须在工业机器人上完成的所有工作。调试工作包括：

- 点动运行
- 示教
- 编程
- 程序验证

手动运行时须注意以下事项：

- 新的或者经过更改的程序必须总是先在 T1 运行模式中经过测试。
- 工具、机械臂或附加轴（可选）绝不允许碰触或伸出安全围栏之外。
- 工件、工具和其他物体不得因工业机器人运动而卡住，也不得导致短路或掉落。
- 所有调试工作必须尽可能在由安全防护装置隔离的区域之外进行。

T1 下的调试工作

在非必要情况下，由安全防护装置隔离的区域内不得有人员停留。

如果调试工作必须在由安全防护装置隔离的区域内进行，则在 T1 运行模式下必须注意以下事项：

- 在非必要情况下，最多允许一个人在安全防护装置隔离的区域内停留。
- 如果需要有多个人在安全防护装置隔离的区域内停留，则必须注意以下事项：
 - 每个人必须配备一个使能装置。
 - 所有人员必须能够不受阻碍地看到工业机器人。
 - 必须保证所有人员能够相互看到。
- 操作人员必须选定一个合适的操作位置，确保可以看到危险区域并避开危险。

- 无法排除机械臂发生意外运动的可能，例如在故障情况下。因此必须在人员与机械臂（包括工具）之间保持适当的最小距离。参考值：50 cm。根据现场情况、运动程序和其他因素，可以设置不同的最小距离。具体的应用情况实际适用多大的最小距离，必须由使用方根据风险评估做出决定。

T2 下的调试工作

如果调试工作必须在由安全防护装置隔离的区域内进行，则在 T2 运行模式下必须注意以下事项：

- 只有当需要以高于 T1 运行模式的速度进行测试时，才允许使用此运行模式。
- 在此运行模式下不允许进行示教和编程。
- 在测试前，操作人员必须确保使能装置的功能完好。
- 操作人员的操作位置必须处于危险区域之外。
- 不允许其他人员在安全防护装置隔离的区域内停留。操作人员必须对此负责。

3.12.6 仿真

仿真程序并不完全符合实际情况。在仿真程序中创建的机器人程序需要在 T1 运行模式下在系统上进行测试。必要时必须更改程序。

3.12.7 自动运行模式

只有在符合以下安全措施的前提下，才允许使用自动模式：

- 所有安全及安全防护装置配备齐全且功能正常。
- 没有人员在设备区域逗留，或者符合 EN ISO 10218 标准有关人机协作方面的要求。
- 务必遵守规定的工作流程。

如果机械臂或附加轴（选件）停机原因不明，则只允许在已启动紧急停止功能后才可进入危险区域。

3.12.8 保养和维修

保养和维修工作结束后，必须进行检查以确保达到所需的安全水平。必须遵守所在国家和地区的劳动保护规定来进行检查。

此外还必须测试所有安全功能是否正常。

保养和维修工作旨在确保系统正常运行，或者在发生故障时使系统恢复正常运行状态。维修工作除了实际修理外，还包括故障排除。

在工业机器人上作业时，必须采取以下安全措施：

- 在危险区域之外进行作业。如果必须在危险区域内作业，使用方必须采取附加安全措施，以确保人员安全。
- 关断工业机器人并采取措施（例如用挂锁锁住）防止重启。如果必须在机器人控制器开启的情况下执行作业，使用方必须采取附加安全措施，以确保人员安全。
- 如果必须在机器人控制器开启的情况下执行作业，则只允许在 T1 运行模式下进行操作。
- 在设备上悬挂标牌表明正在进行作业。即使在作业暂停期间，该标识也必须保留在原位。
- 紧急停止装置必须保持激活状态。如果安全功能或安全防护装置在保养或维修期间被停用，则必须在作业完成后立即重新启用。



危险

带电部件有导致人身伤害的危险

在对带电部件进行作业之前，必须断开机器人系统与电源的连接。触发紧急停止或安全停止不足以确保安全，因为部件仍然带电。由此可能会造成人员死亡或重伤。

- 在对带电部件进行作业之前，必须关闭主开关并采取措施以防重新接通。
针对不带主开关的控制器型号，则关闭设备开关，然后断开电源电缆，并采取保护措施以防重新连接。
- 然后进行检查，以确保系统已断电。
- 通知相关人员，机器人控制器已经关闭（例如通过张贴警告标志）。

有缺陷的组件必须更换为具有相同物料号的新组件或经 KUKA Deutschland GmbH 认可的同类组件。

必须按操作指南进行清洁养护工作。

机器人控制器

即使机器人控制器已关闭，与外围设备连接的部件也可能仍然带电。因此，如需对机器人控制器进行作业，必须关闭外部电源。

对机器人控制器中的组件进行作业时，必须遵守 ESD 指令。

在机器人控制器关闭后的数分钟内，各种组件中可能存在超过 50 V（最高 780 V）的电压！为避免造成致命伤害，严禁在这段时间内对工业机器人进行任何作业。

对于带有变压器的机器人控制器，在对机器人控制器中的组件进行作业之前，必须先断开变压器。

必须防止水和灰尘进入机器人控制器。

平衡缸

一些机型配有液压气动式、弹簧式或气缸式平衡缸。

- **类别 I 以下的平衡缸：**受压力设备指令约束，但是根据第 4 条第 3 款，该设备被排除在压力设备指令的适用范围之外，因此无 CE 标志。
- **类别 I 及以上的平衡缸：**受压力设备指令约束，作为组件有 CE 标志（见平衡缸的铭牌）。该压力设备与不完整机械一起投放市场。在组装声明上印有符合机械指令的符合性声明。

使用方必须注意遵守本国有关压力设备方面的法律、法规及标准。

- 在德国，平衡缸属于符合德国工业安全与健康条例 (BetrSichV) 的工作设备。在德国境内，检查周期应符合工业安全与健康条例第 14 和 15 条。在投入运行前由使用方在安装地点进行检查。
- 必须了解并遵守所有其他国家/地区的检查周期。但原则上必须至少遵守 KUKA 规定的保养周期。不得超过这些周期。

对平衡缸进行作业时，必须采取以下安全措施：

- 对由平衡缸支持的组件必须采取保护措施。
- 只允许由具有专业资格的人员对平衡缸进行作业。

危险品

处理危险品时应采取以下安全措施：

- 避免皮肤长时间频繁与之接触。
- 避免吸入油雾和油气。
- 注意皮肤的清洗和护理。



使用最新的安全数据页

安全使用 KUKA 产品需要了解所用物质和混合物的安全数据页。否则有可能造成人员伤亡或财产损失。

- 定期向危险品制造商索取最新的安全数据页。

3.12.9 停止运行、仓储和废弃处理

工业机器人的停止运行、仓储和废弃处理必须按照各国的法律、法规及标准执行。

3.12.10 单点控制的安全措施

概览

如果要在工业机器人上使用特定的组件，则必须采取安全措施，以确保完全实现“单点控制”（SPOC）原则。

相关组件有：

- 提交解释器
- PLC
- OPC 服务器
- 远程控制工具
- 用于配置具有在线功能的总线系统的工具
- KUKA.RobotSensorInterface
- KUKA.DeviceConnector
(不是 KUKA.DeviceConnector pre-installed)

因为只有系统集成商了解机器人控制器外围设备中执行器的安全状态，所以由其负责使这些执行器进入安全状态，例如在紧急停止时。



单点控制的进一步安全措施

根据具体的应用情况，可能需要采取进一步的安全措施，以确保完全实现“单点控制”原则。如果没有考虑这一点，则可能会造成死亡、身体受伤或财产损失。

- 检查是否有必要采取进一步的安全措施，必要时实施这些措施。

T1、T2

在 T1 和 T2 运行模式下，只有当下列信号具有下列状态时，上述组件才允许访问工业机器人：

信号	SPOC 所需状态
\$SPOC_MOTION_ENABLE	TRUE

提交解释器、PLC

如果使用提交解释器或 PLC 通过输入/输出系统控制运动（例如驱动装置或抓手），且此运动没有采取其他保护措施，则此控制行为在 T1 和 T2 运行模式下或在即将发生的紧急停止期间仍起作用。

如果通过提交解释器或 PLC 改变了影响机器人运动的变量（例如：倍率），则此改变在 T1 和 T2 运行模式下或在即将发生的紧急停止期间仍起作用。

因此，在 T1 和 T2 运行模式下或在即将发生的紧急停止期间适用以下规定：

- 在没有其他安全措施的情况下，不得通过 I/O 系统控制任何运动。
- 不得描述对机器人运动有影响的变量。

OPC 服务器、KUKA.DeviceConnector、远程控制工具

用这些组件可以通过写访问对机器人控制器的程序、输出或其他参数进行更改，而不被系统中的人员觉察到。

安全措施：

如果使用这些组件，则必须在风险评估中识别可能导致危险的访问或操作，并采取相应的措施。示例：输出应设计为在未获得批准的情况下无法被设置。例如这可以通过外部使能装置来实现。

用于配置总线系统的工具

如果这些组件具有在线功能，则可通过写访问对机器人控制器的程序、输出或其他参数进行更改，而不被系统中的人员觉察到。

- 系统软件 8.7: WorkVisual
- 系统软件 \geq 9.0: iiQWorks.Sim、iiQWorks.Cockpit
- 其他制造商的工具

安全措施：

在测试运行模式下，不允许用这些组件对机器人控制器的程序、输出或其他参数进行更改。

4 技术数据

4.1 基本数据

KR C5 S6/S7

	KR C5 S6/S7
伺服轴最大数量	7
重量	约 25 kg
防护等级 (IEC 60529)	IP20
噪声等级	< 71 dB (A)
标准色	机箱: 铁灰色 (RAL 7011)
柜顶承重	-
侧排列布局的距离	-

	AC 型号	DC 型号
额定电源电压	AC 3x 380 V; AC 3x 440 V; AC 3x 480 V; AC 3x 415 V; AC 3x 400 V	DC 480 - 750 V (额定 DC 600 V)
电网结构	带接地的星形点, Solidly grounded wye, 3 相, 4 线	交流侧星形点接地 或者 直流侧中心点接地
星形点周围的公差	-	导体 L+ 和 L- 之间的 电压: 480 - 750 V PE 和导体 L+ 或 L- 之间的电压: 412 V
额定输入电压公差	± 10 %	± 0 %
额定输入功率	5.00 kVA	5.00 kVA
电源阻抗	≤ 300 mΩ	-
接地电缆电流	≤ 150 mA	-
电网侧保险丝	最小 3x 16 A 慢熔 型, max. 3x 25 A 慢 熔型, 见铭牌	最小 2x 16 A 慢熔, 最大 2x 30 A 慢熔
电源频率	50/60 Hz ±1 Hz	-

加热功率	440 W
附加轴 A7 加速电流	≤ 40 A



关于电源连接的详细信息请参阅控制柜安装指南。

湿度等级 (EN 60204)	-
环境条件分类 (EN 60721-3-3)	3K22
温度变化	1 K/min
环境温度	
运行时	-
仓储和运输时	-20 °C 至 60 °C (253 K 至 333 K)

有冷却装置运行时	-
不带蓄电池的情况下仓储和运输	-
安置高度	
无性能下降	最大 2000 m 海拔高度
性能有所下降	最大 3000 m 海拔高度 (性能下降 5 %/1000 m)



关于环境条件的详细信息请参阅控制柜的安装指南。

	AC 型号	DC 型号
过压类别 I	-	海拔高度从 2000 m 至 3000 m
过压类别 II	海拔高度从 2000 m 至 3000 m	至海拔高度 2000 m
过压类别 III	至海拔高度 2000 m	-
污染程度	2	
相对空气湿度 (不冷凝)	5 ... 95 %	

在运行过程中不得导致形成冷凝水和/或凝露。

KR C5 M6/M7

	KR C5 M6/M7
伺服轴最大数量	7
重量	约 25 kg
防护等级 (IEC 60529)	IP20
噪声等级	< 71 dB (A)
标准色	机箱: 铁灰色 (RAL 7011)
柜顶承重	-
侧排列布局的距离	-

	AC 型号	DC 型号
额定电源电压	AC 3x 380 V; AC 3x 440 V; AC 3x 480 V; AC 3x 415 V; AC 3x 400 V	DC 480 - 750 V (额定 DC 600 V)
电网结构	带接地的星形点, Solidly grounded wye, 3 相, 4 线	交流侧星形点接地 或者 直流侧中心点接地
星形点周围的公差	-	导体 L+ 和 L- 之间的电压: 480 - 750 V PE 和导体 L+ 或 L- 之间的电压: 412 V
额定输入电压公差	± 10 %	± 0 %
额定输入功率	10.50 kVA	10.50 kVA
电源阻抗	≤ 300 mΩ	-
接地电缆电流	≤ 150 mA	-

电网侧保险丝	最小 3x 20 A 慢熔型, max. 3x 25 A 慢熔型, 见铭牌	最小 2x 20 A 慢熔, 最大 2x 30 A 慢熔
电源频率	50/60 Hz ±1 Hz	-

加热功率	740 W
附加轴 A7 加速电流	≤ 40 A



关于电源连接的详细信息请参阅控制柜安装指南。

湿度等级 (EN 60204)	-
环境条件分类 (EN 60721-3-3)	3K22
温度变化	1 K/min
环境温度	
运行时	-
仓储和运输时	-20 °C 至 60 °C (253 K 至 333 K)
有冷却装置运行时	-
不带蓄电池的情况下仓储和运输	-
安置高度	
无性能下降	最大 2000 m 海拔高度
性能有所下降	最大 3000 m 海拔高度 (性能下降 5 %/1000 m)



关于环境条件的详细信息请参阅控制柜的安装指南。

	AC 型号	DC 型号
过压类别 I	-	海拔高度从 2000 m 至 3000 m
过压类别 II	海拔高度从 2000 m 至 3000 m	至海拔高度 2000 m
过压类别 III	至海拔高度 2000 m	-
污染程度	2	
相对空气湿度 (不冷凝)	5 ... 95 %	

在运行过程中不得导致形成冷凝水和/或凝露。

KR C5 L6/L7

	KR C5 L6/L7
伺服轴最大数量	7
重量	约 25 kg
防护等级 (IEC 60529)	IP20
噪声等级	< 71 dB (A)
标准色	机箱: 铁灰色 (RAL 7011)
柜顶承重	-
侧排列布局的距离	-

	AC 型号	DC 型号
额定电源电压	AC 3x 380 V; AC 3x 440 V; AC 3x 480 V; AC 3x 415 V; AC 3x 400 V	DC 480 - 750 V (额定 DC 600 V)
电网结构	带接地的星形点, Solidly grounded wye, 3 相, 4 线	交流侧星形点接地 或者 直流侧中心点接地
星形点周围的公差	-	导体 L+ 和 L- 之间的 电压: 480 - 750 V PE 和导体 L+ 或 L- 之间的电压: 412 V
额定输入电压公差	± 10 %	± 0 %
额定输入功率	14.00 kVA	14.00 kVA
电源阻抗	≤ 300 mΩ	-
接地电缆电流	≤ 150 mA	-
电网侧保险丝	最小 3x 25 A (慢熔 型), max. 3x 25 A 慢熔型, 见铭牌	最小 2x 25 A 慢熔, 最大 2x 30 A 慢熔
电源频率	50/60 Hz ±1 Hz	-

加热功率	1280 W
附加轴 A7 加速电流	≤ 40 A



关于电源连接的详细信息请参阅控制柜安装指南。

湿度等级 (EN 60204)	-
环境条件分类 (EN 60721-3-3)	3K22
温度变化	1 K/min
环境温度	
运行时	-
仓储和运输时	-20 °C 至 60 °C (253 K 至 333 K)
有冷却装置运行时	-
不带蓄电池的情况下仓储和运输	-
安置高度	
无性能下降	最大 2000 m 海拔高度
性能有所下降	最大 3000 m 海拔高度 (性能下降 5 %/1000 m)



关于环境条件的详细信息请参阅控制柜的安装指南。

	AC 型号	DC 型号
过压类别 I	-	海拔高度从 2000 m 至 3000 m
过压类别 II	海拔高度从 2000 m 至 3000 m	至海拔高度 2000 m
过压类别 III	至海拔高度 2000 m	-
污染程度	2	

相对空气湿度（不冷凝）	5 ... 95 %
-------------	------------

在运行过程中不得导致形成冷凝水和/或凝露。

KR C5 L3EA

	KR C5 L3EA
伺服轴最大数量	3
重量	约 25 kg
防护等级 (IEC 60529)	IP20
噪声等级	< 71 dB (A)
标准色	机箱：铁灰色 (RAL 7011)
柜顶承重	-
侧排列布局的距离	-

	AC 型号	DC 型号
额定电源电压	AC 3x 380 V; AC 3x 440 V; AC 3x 480 V; AC 3x 415 V; AC 3x 400 V	DC 480 - 750 V (额定 DC 600 V)
电网结构	带接地的星形点, Solidly grounded wye, 3 相, 4 线	交流侧星形点接地 或者 直流侧中心点接地
星形点周围的公差	-	导体 L+ 和 L- 之间的 电压: 480 - 750 V PE 和导体 L+ 或 L- 之间的电压: 412 V
额定输入电压公差	± 10 %	± 0 %
额定输入功率	10.50 kVA	10.50 kVA
电源阻抗	≤ 300 mΩ	-
接地电缆电流	≤ 150 mA	-
电网侧保险丝	最小 3x 25 A (慢熔 型), max. 3x 25 A 慢熔型, 见铭牌	最小 2x 25 A 慢熔, 最大 2x 30 A 慢熔
电源频率	50/60 Hz ±1 Hz	-

加热功率	650 W
附加轴 A1-3 加速电流	≤ 64 A



关于电源连接的详细信息请参阅控制柜安装指南。

湿度等级 (EN 60204)	-
环境条件分类 (EN 60721-3-3)	3K22
温度变化	1 K/min
环境温度	
运行时	-
仓储和运输时	-20 °C 至 60 °C (253 K 至 333 K)
有冷却装置运行时	-
不带蓄电池的情况下仓储和运输	-

安置高度	
无性能下降	最大 2000 m 海拔高度
性能有所下降	最大 3000 m 海拔高度 (性能下降 5 %/1000 m)



关于环境条件的详细信息请参阅控制柜的安装指南。

	AC 型号	DC 型号
过压类别 I	-	海拔高度从 2000 m 至 3000 m
过压类别 II	海拔高度从 2000 m 至 3000 m	至海拔高度 2000 m
过压类别 III	至海拔高度 2000 m	-
污染程度	2	
相对空气湿度 (不冷凝)	5 ... 95 %	

在运行过程中不得导致形成冷凝水和/或凝露。

耐振强度

所有机器人控制器的耐振强度数据均相同。

有效加速值 (持续震荡)	
运行时	0.5 g
运输时	0.5 g
频率范围 (持续震荡)	
运行时	50...2000 Hz
运输时	50...2000 Hz
加速 (X/Y/Z 向冲击)	
运行时	10 g
运输时	10 g
曲线形持续负荷 (X/Y/Z 向冲击)	
运行时	半正弦/11 ms
运输时	半正弦 / 11 ms

如果会出现过高的机械负载, 则必须将机器人控制器安置在起缓冲作用的部件上。

4.2 安全输入端和输出端

安全输出端



负载触点只能由带安全电隔离的 PELV 电源供电。

负载触点工作电压	$\leq 30 \text{ V}$
经过负载触点的电流	最小 10 mA < 500 mA
导线长度 (执行器的连接)	< 50 m 导线长度 < 100 m 线路长度 (输出导线和回线)
导线横截面 (执行器的连接)	$\geq 0.5 \text{ mm}^2$

切换次数	使用寿命 20 年 < 9,500,000 (相当于每天 1301 次切换)
------	-------------------------------------------

达到最多切换次数后必须更换组件。



在设备中给输出端信号和测试信号接线时，必须通过适当的措施避免电压的连接（桥接）（如通过将输出端信号和测试信号分别配线）。

安全输入端

输入端切换电平	输入端状态未针对 5 V ... 11 V (过渡区) 的电压范围进行定义。它可能是接通状态或关断状态。 <ul style="list-style-type: none"> 信号关断 / 0: <ul style="list-style-type: none"> -3 V ... 5 V 电压范围的关断状态 (关断范围) 未连接的安全输入端的状态 信号接通 / 1: <ul style="list-style-type: none"> 11 V ... 30 V 电压范围的接通状态 (接通范围)
每个信道输入端的导线横截面	$\geq 0.5 \text{ mm}^2$
所连接的开关设备每个信道输入端的电容负载	< 200 nF
所连接的开关设备每个信道输入端的欧姆负载	< 33 Ω

4.3 尺寸

以下图片说明了机器人控制器的尺寸。

Dimensions: mm

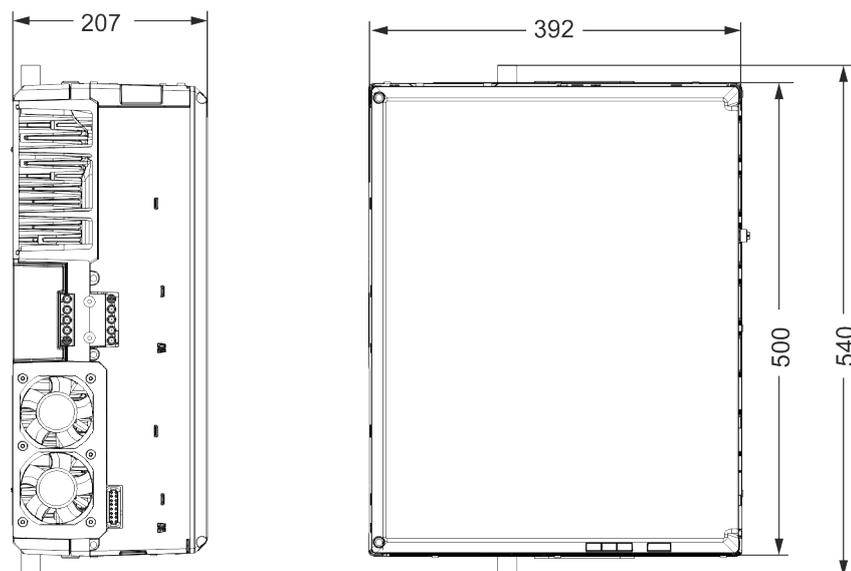


图 4-1: 尺寸

4.4 交流/直流规格机器人控制器编码

为了避免混淆，在控制柜左侧的所有隔层中都装有编码用的螺栓：

- 交流规格：2 个螺栓，每个直径 5 毫米
- 直流规格：1 个螺栓，直径 7 毫米

机器人控制器的背面有相对的开口，用于固定螺栓。

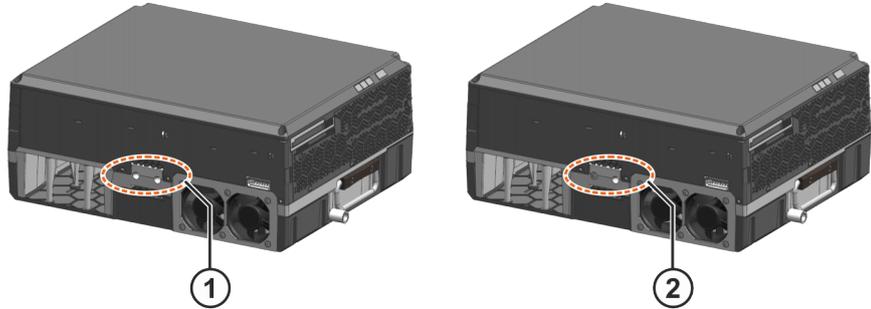


图 4-2：交流/直流规格，机器人控制器

4.5 安装在控制柜中时需要保持的最小间距

将机器人控制器安装在指定控制柜中时，必须确保机器人控制器产生的热量能够有效散发。

注意

废热积聚会造成财产损失

如果机器人控制器中的废热未有效散发，则可能会导致机器人控制器意外关闭或缩短其使用寿命。

- 风扇和出风口格栅必须畅通无阻，防止散热器散发的废热积聚在机器人控制器中。

4.6 标牌

概览

机器人控制器上贴有下列标牌。不允许将其移除或使其无法辨认。必须更换无法辨认的标牌。



图 4-3：正面标牌

序号	说明
1	 <p>机器人控制器铭牌（示例）</p> <p>包含物料号和序列号，便于客户明确识别机器人控制器（用于技术支持咨询的信息）</p> <p>二维码包括 KUKA Xpert 中的产品信息链接。</p>
2	 <p>硬件型号铭牌（示例）</p> <p>包含物料号和序列号，用于明确识别硬件型号（始终保留在机器人控制器上）</p>
4	 <p>KSP 铭牌示例</p> <p>内容符合机器指令。</p> <p>二维码包括 KUKA Xpert 中的产品信息链接。</p>
3	 <p>当心触电</p> <p>在对机器人控制器和/或控制柜执行作业之前，必须仔细阅读并理解操作指南和安全规定。</p>

序号	说明
5	 <p>电弧会造成危险</p> <p>必须通过电机保护开关关闭机器人控制器，然后再转动锁定杆。</p>
6	<p>位置：带铭牌的平板</p> <p>带铭牌的平板上可能还有其他标牌（例如 Windows 的许可证标签）</p>
-	 <p>中间电路电压高会造成危险</p> <p>在对机器人控制器执行作业之前，至少等待 5 分钟，直至中间电路完全放电。</p>
	<p>实际使用的铭牌可因控制柜型号不同、或由于对标示的铭牌进行了更新而略有不同。</p>

4.7 REACH 信息义务，依据其第 33 项条例

欧洲议会和理事会于 2006 年 12 月 18 日颁布了关于化学品注册、评估和授权的 (EC) 1907/2006 号法规 (REACH 法规)，该法规自 2007 年 6 月开始生效。

有关 REACH 法规的详细信息可参见 KUKA Xpert 的产品信息文档。

5 规划布局

5.1 规划概览



这是有关最重要的规划布局信息的概览。具体的规划取决于应用、机械臂类型、所使用的工艺程序包以及其他客户特定情况。因此本概览不确保具有完整性。

机器人控制器

步骤	说明	信息
1	电磁兼容性 (EMC)	(>>> 5.2 “电磁兼容性 (EMC)” 页面 61)
2	机器人控制器置放条件	(>>> 5.3 “安置和安装条件” 页面 61)
3	连接条件	(>>> 5.4 “铺设连接电缆” 页面 62)
4	接地电位均衡导线	详细信息请参阅控制柜安装指南。
5	电源接口	
6	安全接口 XG11.1 和 XG58	(>>> 5.5.10.2 “XG11.1 安全接口” 页面 76) (>>> 5.5.10.1 “XG58 接口” 页面 74)
7	以太网接口	(>>> 5.5.3.1 “KSI 接口” 页面 68) (>>> 5.5.3.4 “KLI 接口” 页面 69) (>>> 5.5.3.5 “KLI IT 接口” 页面 69)
8	EtherCAT 接口	(>>> 5.5.3.6 “KEI 接口” 页面 70)
9	备选接口	(>>> 5.5.3.3 “菊花链接口” 页面 69)
10	性能级	(>>> 5.6 “性能级” 页面 97)

5.2 电磁兼容性 (EMC)

说明

若将连接线缆（例如现场总线等）从外部引至系统板，则只允许使用屏蔽程度足够的屏蔽线缆。



机器人控制器等同于 EN 55011 的 EMC A 系列、组 1，是为在工业环境中的应用而设计的。在其他环境中使用时，必须采取其他措施以确保电磁兼容性。

5.3 安置和安装条件

机器人控制器的尺寸和置放条件均在“技术数据”一章中列出。

(>>> 4.1 “基本数据” 页面 51)

(>>>> 4.3 “尺寸” 页面 57)

注意

除了要遵守安置和安装条件外，还必须确保能够方便触及机器人控制器上的所有插头连接。

**小心****由于存在导电污物或冷凝而造成的人身伤害和财产损失风险**

如果在可能产生导电污物或冷凝环境中操作机器人控制器，则机器人控制器的内部可能发生意外的电气连接。可能导致受伤和财产损失。

- 因此仅允许在无导电污物的环境中操作机器人控制器。
- 并且避免产生凝露和冷凝水。

**小心****在禁止区域运行设备而导致的人身伤害和财产损失风险**

如果在产生严重脏污可能还会形成凝露和冷凝水的环境中操作机器人控制器，则机器人控制器的内部可能发生意外的电气连接。这些环境条件与脏污等级 3 或 4 对应。

如果未遵守该说明，则可能会造成身体伤害或财产损失。

- 如果运行环境脏污严重，则必须将机器人控制器安装在相应脏污的环境中。
- 必须确保对安置地点加以防护，以免产生导电污物、凝露或生成冷凝水，例如：采用防护等级至少 IP54 的相应外壳或机柜。外壳或机柜需要哪个防护等级，必须根据现有的环境条件而定，并且必须高于 IP54。

安装机器人控制器

机器人控制器必须集成在控制柜内。也可将用于操作一台机器人的多个机器人控制器集成在一个共用的控制柜内（如 RoboTeam）。

机器人控制器的空气入口和出口必须始终畅通。



详细信息请参阅控制柜安装指南。

5.4 铺设连接电缆**概览**

- 工业机器人系统随附有一个连接电线套件。它的基本配置包括：
 - 连接到机械手的电机电缆
 - 连接到机械手的数据线
- 其他应用可随附以下电缆：
 - 外围导线



电缆套件中不包含接地线，但必须连接。

弯曲半径

必须遵守以下弯曲半径：

- 固定铺设：3 ... 5 x 电缆直径。
- 电缆拖链铺设：7 ... 10 x 电缆直径（之后必须对电缆进行详细说明）。



警告

电缆匹配错误可能导致生命危险

机器人控制器已为各个工业机器人作了预配置。如果与另一个机器人控制器相连，机械臂和其他组件可能会收到错误的信息。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 只能将机械臂与其对应匹配的机器人控制器相连接。



小心

易绊倒位置有致伤危险

导线敷设不当会形成易绊倒位置。可能导致人身伤害和财产损失。

- 正确铺设所有连接电缆（如电缆槽），确保不会致使人员绊倒。
- 易绊倒位置必须加以标记。

注意

机器人与机器人控制器之间的连接线路经过专门的铺设，可以避免电缆被损坏。

注意

将机电缆与数据电缆分开敷设到机械臂的接线箱中。

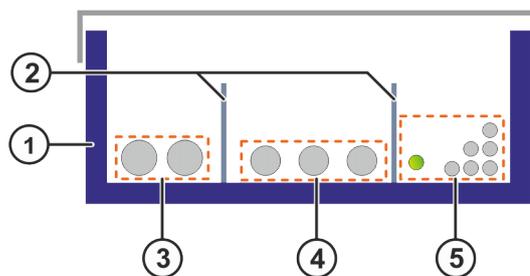


图 5-1: 示例：电缆槽中的线缆敷设

- 1 电缆槽
- 2 隔板
- 3 焊接线
- 4 机电缆
- 5 数据电缆和接地



小心

更换数据线后如果零点标定错误可能导致人员受伤和财产损失

如果在出现故障后接着更换数据线，可能导致零点标定出现错误。可能导致受伤和财产损失。

- 在更换数据线后要对所有的轴进行零点标定或零点标定检查。

5.5 接口概览

说明

机器人控制器的接线面板取决于安装的电路板和连接的机器人的轴数。接口板为可选组件，根据客户类型需求交付。机器人控制器配备了连接到指定电路板上的如下接口：

电路板	接口
FCU-600	<ul style="list-style-type: none"> • XD1 • XD2 • XD3 • XD20.1 ... XD20.7
SCU-7-1L	<ul style="list-style-type: none"> • XD10.1 ... XD10.3 • XD55 • XF21、XF21.1 • XG1 • XG11.1、XG11.2 • XG33 • XG42 • XG58
KSP-STA	<ul style="list-style-type: none"> • XF22 • XD55.1 ... XD55.4
“Performance” 系统板	<ul style="list-style-type: none"> • XGSD • XFUSB 1、XFUSB 2 • XF1- XF8 • XGDP • XG19.1
“Standard” 接口板	<ul style="list-style-type: none"> • XD12、XD12.1 • XG12
“Safe” 接口板	<ul style="list-style-type: none"> • XG11.3
“Safe Extended” 接口板	<ul style="list-style-type: none"> • XG13.1、XG13.2

前视图的接线面板取决于安装的电路板。配备齐全的机器人控制器正面和背面配有以下接口：

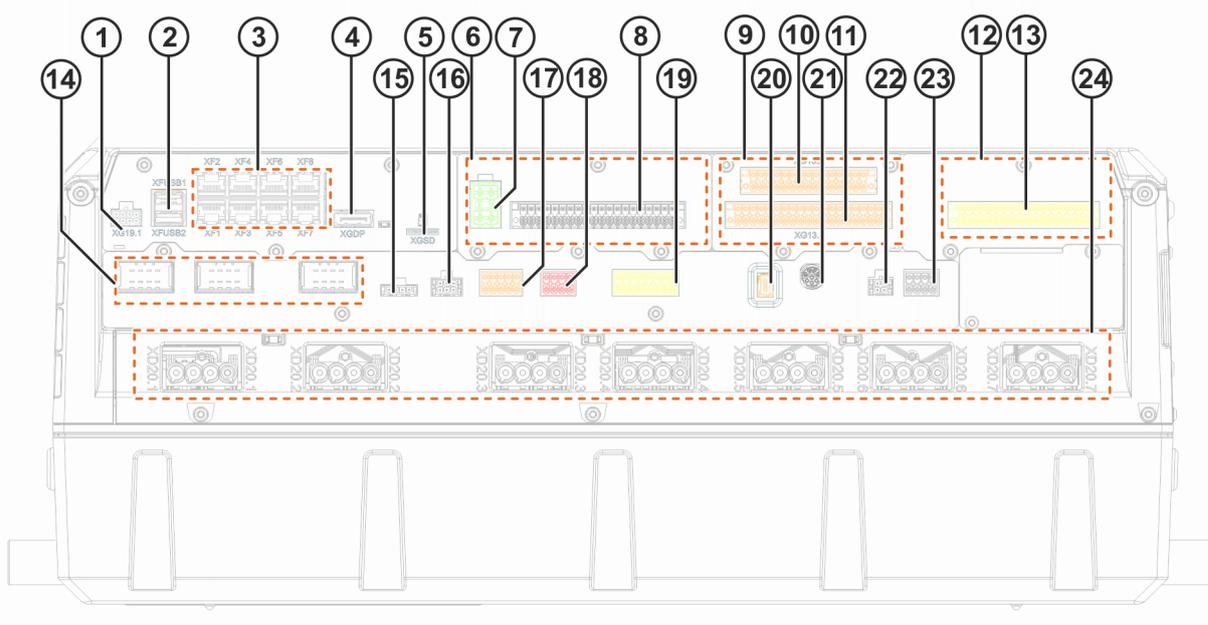


图 5-2：正视图（示例）

- 1 XG19.1 接口: smartPAD 接口
- 2 USB 3.0 接口: XFUSB1 和 XFUSB2
- 3 XF1 - XF8 接口: "Performance" 系统板的以太网和 EtherCAT。
配置取决于所用系统软件。
- 4 XGDP 接口
显示器端口 DP 1.2
- 5 XGSD 接口: 用于 microSD 卡
- 6 IFBstd 接口
- 7 用于 XG12 外部客户接口的 24V 电源
 - XD12 接口: 24 V PWR IN
 - XD12.1 接口: 24 V PWR OUT
- 8 XG12 接口: 16 个数字输入/输出 (I/O) 接口
- 9 IFBsafeext 接口
- 10 分离式 XG13.2 接口
- 11 分离式 XG13.1 接口
- 12 IFBsafe 接口
- 13 XG11.3 接口
- 14 制动器接口
 - XD10.1 接口: 轴 A1-3 制动器
 - XD10.2 接口: 轴 A4-6 制动器
 - XD10.3 接口: 轴 A7 (附加轴) 制动器
- 15 XG1 接口 (预留)
- 16 XG11.2 接口: 外围接触器 US2 控制
- 17 XG42 接口: 零点标定检查
- 18 XG58 安全接口 (2 个用于外部使能装置和附加紧急停止的安全输入)
- 19 XG11.1 安全接口 (2 个安全输入, 1 个安全输出)
- 20 XF21.1 接口: 其他附加轴驱动箱的 EtherCAT
- 21 XF21 RDC 接口
- 22 XD55 接口: 现场总线耦合器和交换机的 27 V 内部电源
- 23 XG33 接口 (4 个快速测量输入和 1 个 "驱动器已准备就绪" 信号灯输出)
- 24 电机接口
 - XD20.1 ... XD20.6 电机接口: 轴 A1-6 接口
 - XD20.7 电机接口: 轴 A7 (附加轴) 接口

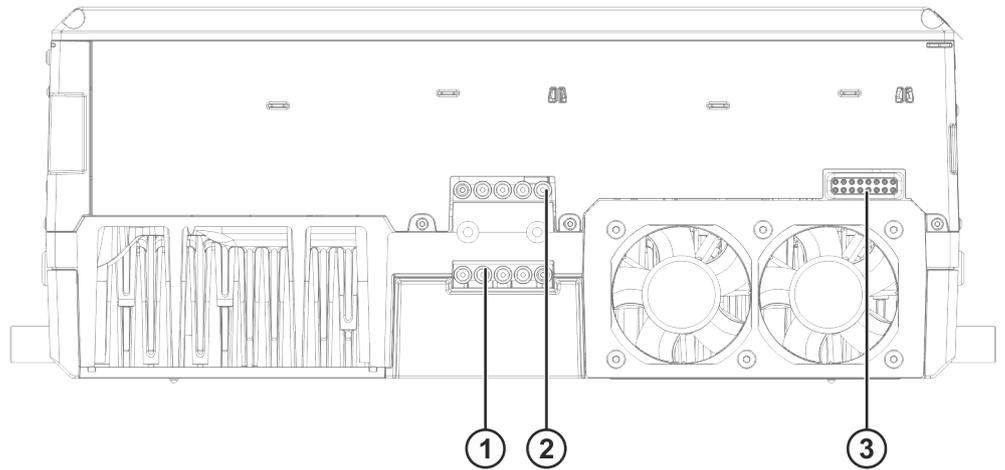


图 5-3: 接线面板，后视图

- 1 XD1 接口：电源连接
- 2 XD3 接口：FCU-600 连接
- 3 XD2 接口
 - UPS 的 24 V 电源
 - 蓄电池测试同步

通过将机器人控制器安装在控制柜中并锁定，将机器人控制器背面接口与机器人系统连接。

附加轴驱动箱

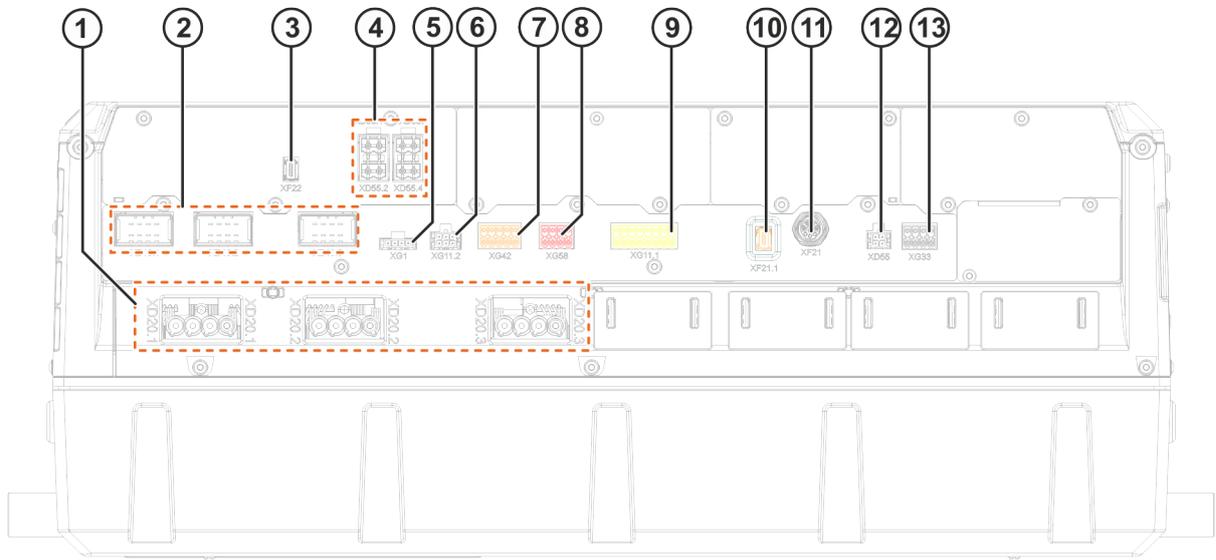


图 5-4: 前视图

- 1 XD20.1 ... XD20.3 电机接口
- 2 制动器接口
 - XD10.1 接口：附加轴 A1 制动器
 - XD10.2 接口：附加轴 A2 制动器
 - XD10.3 接口：附加轴 A3 制动器
- 3 XF22 机器人控制器 EtherCAT 接口

- 4 XD55.1 ... XD55.4 外部客户接口的 27 V 电源
- 5 未占用
- ...
- 9
- 10 XF21.1 接口：其他附加轴驱动箱的 EtherCAT
- 11 XF21 RDC 接口
- 12 XD55 接口：现场总线耦合器和交换机的 27 V 内部电源
- 13 XG33 接口（4 个快速测量输入和 1 个“驱动器已准备就绪”信号灯输出）

5.5.1 XGSD 接口 (microSD 卡)

说明

microSD 卡用于存储机器人和控制器特定的数据。

5.5.2 USB 接口



XFUSB 接口只允许连接 U 盘、键盘、鼠标和无源集线器（不自带电源）。



用于连接接口的最大电缆长度为 5 m

5.5.3 XF1 - XF8 接口

“性能”系统板接口

下图所示为“性能”系统板上的以太网接口。

- 以绿色标示的接口在标准交货范围中已激活。
- 部分接口在使用时，必须在软件侧将其激活。这可通过单独购买的备选软件包进行。备选软件包在表格中列出。

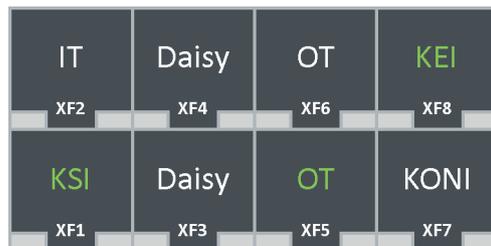


图 5-5: “性能”系统板接口概览

XF1	KUKA 服务接口	标准交货范围
XF2	KUKA 线路接口 (IT)	KUKA.OptionalLineInterface IT
XF3	DaisyChain	标准交货范围
	KUKA 线路接口 (OT)	KUKA.EthernetSwitch (四端口)
XF4	DaisyChain	标准交货范围
	KUKA 线路接口 (OT)	KUKA.EthernetSwitch (四端口)
XF5	KUKA 线路接口 (OT)	标准交货范围

XF6	KUKA 线路接口 (OT)	KUKA.EthernetSwitch (双端口) / KUKA.EthernetSwitch (四端口)
XF7	KUKA 选项网络接口	KUKA.OptionalNetworkInterface
XF8	KUKA 扩展接口 (EtherCAT)	标准交货范围

所需材料

- RJ45 插头
- 推荐的连接线：符合以太网要求，类别至少 CAT 5e

针脚配置

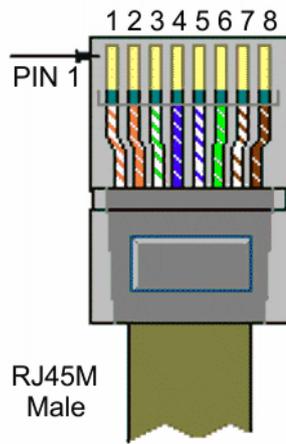


图 5-6: 针脚配置

插头配置

“性能”系统板接口 (XF1 - 8) 的针脚配置。

针脚	说明	
1	BI_DB+	
2	BI_DB-	
3	BI_DA+	
4	BI_DD+	KEI 接口未配置。
5	BI_DD-	
6	BI_DA-	
7	BI_DC+	KEI 接口未配置。
8	BI_DC-	

5.5.3.1 KSI 接口

说明

KSI 接口是为连接笔记本电脑而设计的，以通过 KSI (KUKA Service Interface) (KUKA 服务接口) 进行诊断、WorkVisual 配置及更新等。KSI 接口不得连接到 IT 网络 (例如 DHCP 服务器)。



连接的设备必须经过 EN 62368-1 或 EN 61010-1 认证。



用于连接接口的最大电缆长度为 100 m

5.5.3.2 KONI 接口

说明

KONI 接口可用于内部和外部通信。KONI 接口主要设计用作 KUKA 备选软件包的接口。在此可实现 KUKA 备选软件包的具体应用（例如连接摄像头）。该接口通过软件激活（默认：不激活）。

5.5.3.3 菊花链接口

说明

通过接口 XF3 和 XF4，可采用菊花链方式通过总线系统将多个机器人控制器以串联的方式连接在一起。以这种方式建立的网络可以用于实现 RoboTeam 功能。

- XF3 接口用于连接下一个机器人控制器（菊花链接口 OUT）
- XF4 接口用于连接上一个机器人控制器（菊花链接口 IN）

5.5.3.4 KLI 接口

说明

通过该接口可以连接 OT 网络或 IT 网络。因此可以提供以下功能：

- PLC 的接口（例如带 PROFIsafe 的 PROFINET 或带 CIP Safety 的 Ethernet/IP）
- 端子的接口（例如 PROFINET 或 Ethernet/IP）



接口的使用取决于所用的系统软件和相应的备选软件包。



连接的设备必须经过 EN 62368-1 或 EN 61010-1 认证。



用于连接接口的最大电缆长度为 100 m

5.5.3.5 KLI IT 接口

说明

通过 KLI IT 接口可以连接到 IT 网络。因此可以提供以下功能：

- 备份和更新服务
- 边缘或云服务，例如用于状态监控的仪表板
- 获取信息
- 创建日志
- 检测异常
- 预测性维护

该接口通过软件激活（默认：不激活）。



连接的设备必须经过 EN 62368-1 或 EN 61010-1 认证。



用于连接接口的最大电缆长度为 100 m

5.5.3.6 KEI 接口

说明

通过 KEI 接口可连接机器人控制器之外的 EtherCAT 从站。EtherCAT 线路从机器人控制器中引入。

通过 KEI 接口可以操作总线耦合器（例如用于 EtherCAT、Profibus、DeviceNet），以便通过这些总线耦合器将控制器与 PLC 或总线端子连接。使用 EtherCAT 耦合器时，可以通过 KEI 接口建立与 PLC 的安全 FSoE 连接。



必须使用 WorkVisual 配置 EtherCAT 用户。

5.5.4 XGDP 接口

说明

可通过 XGDP 接口连接外部显示器进行维护。XGDP 接口不提供安全输出端。显示的信息不允许用于与安全相关的措施。



可借助 DP - VGA 适配器支持 VGA。



连接的设备必须经过 EN 62368-1 或 EN 61010-1 认证。



用于连接接口的最大电缆长度为 5 m

5.5.5 XG12 接口

说明

数字输入/输出接口 XG12 提供了 16 个非安全输入端和输出端：

- 这 16 个输入端可以用于连接 NPN 和 PNP 传感器
- 而 16 个输出端则可以驱动 NPN 和 PNP 执行器。

这些输入端和输出端可以 8 个为一组，从高侧模式配置为低端模式。

- 桥接从针脚 1 到 2 将 1 - 8 号输入端切换为低端模式。
- 桥接从针脚 3 到 4 将 9 - 16 号输入端切换为低端模式。
- 桥接从针脚 5 到 6 将 1 - 8 号输入端切换为低端模式。
- 桥接从针脚 7 到 8 将 9 - 16 号输入端切换为低端模式。

默认：高端侧

通过 XD12 接口供电。

所需材料

- 插头：Phoenix 40 芯
- 电缆端子范围：0.2 - 1.5 mm²
- 推荐的电缆横截面：0.5 mm²
- 电缆：只能连接铜电缆。

插孔图

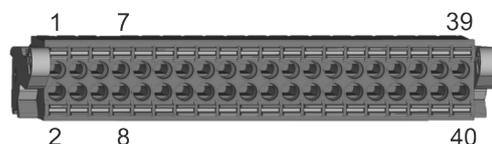


图 5-7：插孔图，插接侧视图

插头配置

引脚	说明	
1	IN_Config 1-8	信道可配置 (取决于桥接的位置)
2		
3	IN_Config 9-16	
4		
5	OUT_Config 1-8	信道可配置 (取决于桥接的位置)
6		
7	OUT_Config 9-16	
8		
9 - 39 所有奇数 引脚编号	IN 1 ... IN 16	数字输入端 1 - 16
10 - 40 所有偶数 引脚编号	OUT 1 ... OUT 16	数字输出端 1 - 16 (输出电流 = 0.5 A)

高侧模式

输入端切换电平	<p>输入端状态未针对 5 V ... 11 V (过渡区) 的电压范围进行定义。它可能是接通状态或关断状态。</p> <ul style="list-style-type: none"> 信号关断 / 0: -3 V... 5 V 电压范围的关断状态 (关断范围) 信号接通 / 1: 11 V... 30 V 电压范围的接通状态 (接通范围)
输入端的负载电流 (信号接通 / 1)	3 ... 11 mA

低侧模式

输入端切换电平	<p>输入端状态未针对 7 V ... 18 V (过渡区) 的电压范围进行定义。它可能是接通状态或关断状态。</p> <ul style="list-style-type: none"> 信号关断 / 0: 18 V... 30 V 电压范围的关断状态 (关断范围) 信号接通 / 1: 0 V... 7 V 电压范围的接通状态 (接通范围)
输入端的负载电流 (信号接通 / 1)	-2 ... -8 mA



只能使用符合 EN 62368-1 或 EN 61010-1、标称电压 24 V ± 10 % 并且具有安全隔离的 PELV/SELV 电源。



用于连接接口的最大电缆长度为 50 m

5.5.6 XD12 和 XD12.1 电源接口

说明

可通过 XD12 和 XD12.1 接口为非安全输入输出端提供 24 V 电源。
使用多个机器人控制器时，通过采用接口 XD12 和 XD12.1 的内部等效互连，两个接口可作为 24 V 电源电压以及 24V 转接使用。

所需材料

- 电缆端子范围：0.35 - 2.5 mm²
- 推荐的电缆横截面：1.5 mm²
- 电缆：只能连接铜电缆。

插孔图



图 5-8：插孔图，插接侧视图

XD12 和 XD12.1 的插头配置

针脚	说明
1	XD12 0 V PWR IN
2	XD12 +24 V PWR IN
3	XD12.1 0 V PWR OUT
4	XD12.1 +24 V PWR OUT



只能使用符合 EN 62368-1 或 EN 61010-1、标称电压 24 V ± 10 % 并且具有安全隔离的 PELV/SELV 电源。



必须为 24 V 电压电源提供最大 10 A 的保护。

5.5.7 XD1 接口

说明

通过接口 XD1 连接电源。

插孔图

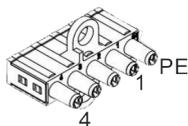


图 5-9：插孔图

交流规格的插头配置

针脚	说明
PE	PE
2	L1
3	L2
4	L3

直流规格的插头配置

针脚	说明
PE	PE
1	L+ IN
2	L- IN
3	L+ OUT
4	L- OUT

5.5.8 XD2 UPS 接口

说明

机器人控制器需要一台不间断电源 (UPS)，在发生停电或断电时能够以安全受控的方式关闭系统。因此集成的 UPS 电路需要有 24 V 的电源供电。可通过控制柜中的内置蓄电池或外部 24 V 接口进行供电。通过将机器人控制器安装在控制柜中并锁定，完成机器人控制器与蓄电池或外部 24 V 接口之间的连接。如果电源恢复，机器人控制器的 UPS 电路将再次为蓄电池充电。



停电或断电时每个机器人控制器的耗电量：

- 最初 60 秒的耗电量：最大 6.5 A
- 直至完全关机的耗电量：最大 4 A

注意

在未启动 UPS 的情况下运行机器人控制器可能导致数据丢失

必须确保 UPS 正常运行，否则不得操作机器人控制器。在未启动 UPS 的情况下操作机器人控制器可导致数据丢失

- 请将 UPS 电源连接至 24 V \pm 10% 的中央接口或控制柜中安装的蓄电池。

插孔图

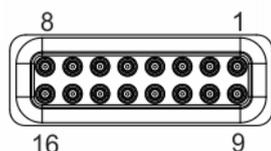


图 5-10：插孔图（前视图）

插头配置

针脚	信号
1	FCU_Temp_Br_VPTC
2	DC_COUPL_CLK
3	DC_COUPL_DTA
4	DC_COUPL_ENA

针脚	信号
5	DC_COUPL_IN0
6	DC_COUPL_IN1
7	DC_COUPL_IN2
8	UPS_SYNC
9	PSU_GND
10	PSU_GND
11	DC_COUPL_27V1
12	PSU_GND
13	PSU_GND
14	PSU_GND
15	UPS_GND
16	UPS_27V1

5.5.9 XD3 制动电阻接口

说明

通过接口 XD3 连接制动电阻。

插孔图

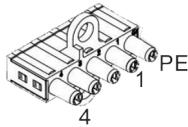


图 5-11: 插孔图

插头配置

针脚	信号	说明
PE	FCU_PE	-
1	FCU_600V0_RECT-	中间电路 (-)
2	FCU_BC_CON	制动电阻 (-)
3	FCU_600V0_RECT+	中间电路 (+)
4	FCU_600V0_ZK+	制动电阻 (+)

5.5.10 安全接口

5.5.10.1 XG58 接口

说明

XG58 接口具备一个用于连接外部使能开关安全输入，以及一个用于连接附加紧急停止的安全输入。

按下使能按钮可以向驱动装置发出运动许可。如果按下使能按钮保持在中间位置，则可以将轴移动到相应位置。



图 5-12: 外部使能开关

1 使能按钮

2 使能开关

使能装置

按下使能按钮向控制器发出外部使能信号。该功能按钮有 3 个位置：

- 未按下
- 中间位置
- 完全按下（紧急位置）

只有按下使能开关并且使能按钮保持在中间位置时，方可移动运动系统。

松开和完全按下会触发安全停止 2。

注意

外部使能开关的最大切换次数为 20000 次。



警告

连接错误的使能开关会导致人员生命危险

只允许连接 KUKA Deutschland GmbH 规定的外部使能开关。如果未遵守该说明，则可能会造成死亡、严重身体伤害或财产损失。

- 直接连接在机器人控制器上：
必须连接商品编号为 0000-358-565 的外部使能开关。
- 连接在控制柜前门的接口上：
必须连接商品编号为 0000-381-498 的外部使能开关。

所需物料

- 插头：Phoenix 1197033
- 电缆端子范围：0.2 - 1.5 mm²
- 规定的电缆横截面：≥ 0.5 mm²
- 只允许连接铜电缆。

插孔图

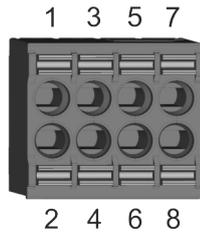


图 5-13: 插孔图

插头配置 XG58



在交付插头配件套装 XG58 时，“外部使能”和“本机紧急停止”信号已桥接。

针脚	信号	说明	功能
5	TA_A	外部使能（通道 A）	用于连接带有无电势触点的外部双信道使能开关（仅在测试运行模式下有效）。 如果没有连接外部使能开关，则必须桥接针脚 5/1 和 3/7。
1	IN_A2		
3	TA_B	外部使能（通道 B）	
7	IN_B2		
6	TA_A	本地紧急停止（通道 A）	用于连接带有无电势触点的附加双信道外部紧急停止装置。如果没有连接附加外部紧急停止装置，则必须桥接针脚 6/2 和 4/8。
2	IN_A3		
4	TA_B	本地紧急停止（通道 B）	
8	IN_B3		

使能开关的功能

- 外部使能装置
在 T1 或 T2 模式下运行时必须操作使能开关。输入端闭合
- 如果已连接一个 smartPAD，则其使能开关与外部使能装置以 AND 式耦联。

功能 (仅针对在 T1 和 T2 模式被激活的情况下)	外部使能装置	开关位置
安全停止 2 (安全运行停止, 驱动装置已接通)	输入端断开	未操作或处于紧急状态
轴开通 (轴可移动)	输入端闭合	中位

5.5.10.2 XG11.1 安全接口

说明

安全接口 XG11.1 可提供 2 个安全输入端和 1 个安全输出端。必须通过安全接口 XG11.1 连接好紧急停止装置，或通过上级控制器（例如 PLC）互相连接起来。

为安全接口 XG11.1 布线时必须注意下列几点：

- 设备规划
- 安全规划

所需物料

- 插头 Phoenix 1197026
- 电缆端子范围：0.2 - 1.5 mm²
- 规定的电缆横截面： ≥ 0.5 mm²
- 电缆：只允许连接铜电缆。

插孔图

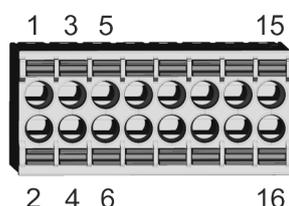


图 5-14: 插孔图

插头配置

针脚	信号	说明
11	KL23_A	本机紧急停止 (无电势触点) (信道 A)
16	KL24_A	
15	KL33_B	本机紧急停止 (无电势触点) (信道 B)
14	KL34_B	
5	TA_A	外部紧急停止 (信道 A)
1	IN_A0	
3	TA_B	外部紧急停止 (信道 B)
7	IN_B0	
8	TA_A	操作人员防护装置 (信道 A)
2	IN_A1	
4	TA_B	操作人员防护装置 (信道 B)
10	IN_B1	

本地紧急停止输出功能

本地紧急停止输出向工作单元的机器人控制器发送信号，指示本地紧急停止是否触发。

如果 XG58 上的附加本地紧急停止未触发并且满足以下其中一个条件，则触点闭合：

- 机器人控制器在 smartPAD 已拔出的情况下启动。
- smartPAD 已连接且准备就绪，并且 smartPAD 上的紧急停止未触发。
- smartPAD 已注销并被拔出，而 smartPAD 上的紧急停止未触发。

如果所有条件均不适用，或者两个紧急停止中的一个已触发，则触点打开。

注意：外部紧急停止输入不会影响该输出。

通道 A (TA_A) 和通道 B (TA_B) 输出仅是此处描述的接口的信号。



通过安全输出端接通的电压必须通过符合 EN 62368-1 或 EN 61010-1 标准要求、标称电压 24 V ± 10% 且具有安全隔离的 PELV 电源件生成。必须满足下列条件：

- 负载触点上的最大负载电压：30 V DC
- 每个负载触点的负载电流：至少 10 mA DC
- 每个负载触点的最大负载电流：500 mA DC
- 连接电感性负载时，必须使用灭弧装置保护触点。



用于连接接口的最大电缆长度为 50 m



警告

无效的安全防护装置会造成生命危险

使用以太网安全接口时，不再评估 XG11.1 和/或 XG11.3 接口的所有离散输入。缺少保护装置可能会导致死亡、重伤或财产损失。

- 增强安全意识。

5.5.10.3 接口 XG11.3

说明

通过 XG11.3 接口可连接保护装置。

所需材料

- 插头：Phoenix 34 芯
- 端子范围：0.2 - 1.5 mm
- 推荐的电缆横截面：≥ 0.5 mm²
- 电缆：只能连接铜电缆。

插孔图



图 5-15: 插孔图，插接侧视图

插头配置

针脚	信号	说明
1	KL23_A12	确认了操作员安全
7	KL24_A12	(无电势触点) 通道 A 输出
4	KL33_B12	确认了操作员安全
10	KL34_B12	(无电势触点) 通道 B 输出
2	KL23_A13	开启外围设备
8	KL24_A13	选项 (例如紧急停止装置或 AUT/AUT EXT 运行模式) (无电势触点) 通道 A 输出

针脚	信号	说明
5	KL33_B13	开启外围设备
11	KL34_B13	选项 (例如紧急停止装置或 AUT/AUT EXT 运行模式) (无电势触点) 通道 B 输出
3	KL23_A14	选项 (例如: A2-A5 另一个制动器) (无电势触点) 通道 A 输出
9	KL24_A14	
6	KL33_B14	选项 (例如: A2-A5 另一个制动器) (无电势触点) 通道 B 输出
12	KL34_B14	
25	TA_A	确认操作员安全
15	IN_A0	通道 A 安全输入
20	TA_B	确认操作员安全
30	IN_B0	通道 B 安全输入
26	TA_A	安全运行停止
16	IN_A1	通道 A 安全输入
21	TA_B	安全运行停止
31	IN_B1	通道 B 安全输入
27	TA_A	安全停止 2
17	IN_A2	通道 A 安全输入
22	TA_B	安全停止 2
32	IN_B2	通道 B 安全输入
28	TA_A	安全停止 1
18	IN_A3	通道 A 安全输入
23	TA_B	安全停止 1
33	IN_B3	通道 B 安全输入
29	TA_A	预留
19	IN_A4	通道 A 安全输入
24	TA_B	预留
34	IN_B4	通道 B 安全输入

通道 A (TA_A) 和通道 B (TA_B) 输出仅是此处描述的接口的信号。



通过安全输出端接通的电压必须通过符合 EN 62368-1 或 EN 61010-1 标准要求、标称电压 24 V ± 10% 且具有安全隔离的 PELV 电源件生成。必须满足下列条件:

- 负载触点上的最大负载电压: 30 V DC
- 每个负载触点的负载电流: 至少 10 mA DC
- 每个负载触点的最大负载电流: 500 mA DC
- 连接电感性负载时, 必须使用灭弧装置保护触点。



用于连接接口的最大电缆长度为 50 m



警告

无效的安全防护装置会造成生命危险

使用以太网安全接口时，不再评估 XG11.1 和/或 XG11.3 接口的所有离散输入。缺少保护装置可能会导致死亡、重伤或财产损失。

- 增强安全意识。

5.5.10.4 XG13.1 和 XG13.2 接口

说明

离散接口 XG13.1 和 XG13.2 可用于下列备选软件包：

- KUKA.SafeRangeMonitoring
- KUKA.SafeOperation
- KUKA.SafeSingleBrake



只有在已安装 SafeRangeMonitoring、SafeOperation 或 SafeSingleBrake 应用程序包并且已借助应用程序包对接口进行配置的情况下，才可使用安全选项的分离式接口。接口配置请见 SafeRangeMonitoring、SafeOperation 或 SafeSingleBrake 的文献。



通过安全输出端接通的电压必须通过符合 EN 62368-1 或 EN 61010-1 标准要求、标称电压 24 V ± 10% 且具有安全隔离的 PELV 电源件生成。必须满足下列条件：

- 负载触点上的最大负载电压：30 V DC
- 每个负载触点的负载电流：至少 10 mA DC
- 每个负载触点的最大负载电流：500 mA DC
- 连接电感性负载时，必须使用灭弧装置保护触点。

XG13.1 接口

所需材料

- 插头：Phoenix 38 芯
- 端子范围：0.2 - 1.5 mm
- 推荐的电缆横截面：≥ 0.5 mm²
- 电缆：只能连接铜电缆。

插孔图



图 5-16：插孔图，插接侧视图

插头配置

引脚	信号	说明
1	KL23_A8	信号空间 1 (无电势触点) 通道 A 输出
9	KL24_A8	

针脚	信号	说明
5	KL33_B8	信号空间 1 (无电势触点) 通道 B 输出
13	KL34_B8	
2	KL23_A9	信号空间 2 (无电势触点) 通道 A 输出
10	KL24_A9	
6	KL33_B9	信号空间 2 (无电势触点) 通道 B 输出
14	KL34_B9	
3	KL23_A10	信号空间 3 (无电势触点) 通道 A 输出
11	KL24_A10	
7	KL33_B10	信号空间 3 (无电势触点) 通道 B 输出
15	KL34_B10	
4	KL23_A15	机器人回参考点 (无电势触点) 通道 A 输出
12	KL24_A15	
8	KL33_B15	机器人回参考点 (无电势触点) 通道 B 输出
16	KL34_B15	
29	TA_A	减速
19	IN_A0	通道 A 安全输入
24	TA_B	减速
34	IN_B0	通道 B 安全输入
30	TA_A	监控空间 12 通道 A 安全输入
20	IN_A1	
25	TA_B	监控空间 12 通道 B 安全输入
35	IN_B1	
31	TA_A	监控空间 13 或轴组 3 安全运行停止 通道 A 安全输入
21	IN_A2	
26	TA_B	监控空间 13 或轴组 3 安全运行停止 通道 B 安全输入
36	IN_B2	
32	TA_A	轴组 1 安全运行停止 通道 A 安全输入
22	IN_A6	
27	TA_B	轴组 1 安全运行停止 通道 B 安全输入
37	IN_B6	
33	TA_A	轴组 2 安全运行停止 通道 A 安全输入
23	IN_A7	
28	TA_B	轴组 2 安全运行停止 通道 B 安全输入
38	IN_B7	

XG13.2 接口

所需材料

- 插头：Phoenix 30 芯
- 端子范围：0.2 - 1.5 mm
- 推荐的电缆横截面： $\geq 0.5 \text{ mm}^2$
- 电缆：只能连接铜电缆。

插孔图

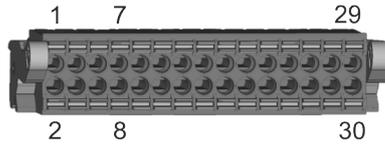


图 5-17：插孔图，插接侧视图

插头配置

针脚	信号	说明
1	KL23_A11	信号空间 4
9	KL24_A11	(无电势触点) 通道 A 输出
5	KL33_B11	信号空间 4
13	KL34_B11	(无电势触点) 通道 B 输出
2	KL23_A12	信号空间 5
10	KL24_A12	(无电势触点) 通道 A 输出
6	KL33_B12	信号空间 5
14	KL34_B12	(无电势触点) 通道 B 输出
3	KL23_A13	信号空间 6
11	KL24_A13	(无电势触点) 通道 A 输出
7	KL33_B13	信号空间 6
15	KL34_B13	(无电势触点) 通道 B 输出
4	KL23_A14	安全监控激活
12	KL24_A14	(无电势触点) 通道 A 输出
8	KL33_B14	安全监控激活
16	KL34_B14	(无电势触点) 通道 B 输出
25	TA_A	监控空间 14 或轴组 4 安全运行停止
19	IN_A3	通道 A 安全输入
22	TA_B	监控空间 14 或轴组 4 安全运行停止
28	IN_B3	通道 B 安全输入

针脚	信号	说明
26	TA_A	监控空间 15 或轴组 5 安全运行停止
20	IN_A4	通道 A 安全输入
23	TA_B	监控空间 15 或轴组 5 安全运行停止
29	IN_B4	通道 B 安全输入
27	TA_A	监控空间 16 或轴组 6 安全运行停止
21	IN_A5	通道 A 安全输入
24	TA_B	监控空间 16 或轴组 6 安全运行停止
30	IN_B5	通道 B 安全输入

5.5.10.5 安全输入端和输出端布线示例

安全输入端

输入端的断开周期性受监控。

输入端设计为带外部测试的双信道式。输入端的双信道式周期性受监控。

下图以实例显示将安全输入端连接在客户端现有的无电势差开关触点上。

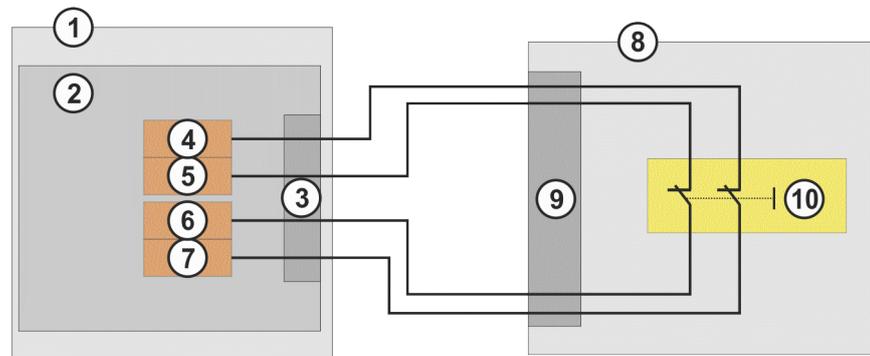


图 5-18: 安全输入的连接原理

- 1 机器人控制器
- 2 SCU-7-1L
- 3 所有安全输入的接口
- 4 通道 A 输入 X (IN_A[x])
- 5 通道 B 输入 X (IN_B[x])
- 6 通道 B 测试输出 (TA_B)
- 7 通道 A 测试输出 (TA_A)
- 8 设备侧
- 10 输入 X 无电势开关触点

测试输出端 A 和 B 通过 FCU 的电源供电。测试输出端 A 和 B 为抗持续短路。只允许以 (>>> 图 5-20) 中描述的方式使用测试输出端，不得用于其它途径。

通过所描述的基本保护电路可以达到 EN ISO 13849-1 中所定的安全类别 3 及性能级 (PL) d。

动态测试

- 周期性测试输入端的断开。为此交替断开测试输出端 TA_A 和 TA_B。
- 在此期间，关闭脉冲的长度固定为 600 μs。
- 信道关闭脉冲之间的持续时间 $t_2 < 1$ s。

- 输入信道 IN_A[x] 必须由测试信号 TA_A 供电。输入信道 IN_B[x] 必须由测试信号 TA_B 供电。不得使用其他供电方式。
- 只允许连接可连接测试信号且有无电势触点的传感器。
- 信号 TA_A 和 TA_B 通过开关元件不得有过长延迟。

关闭脉冲示意图

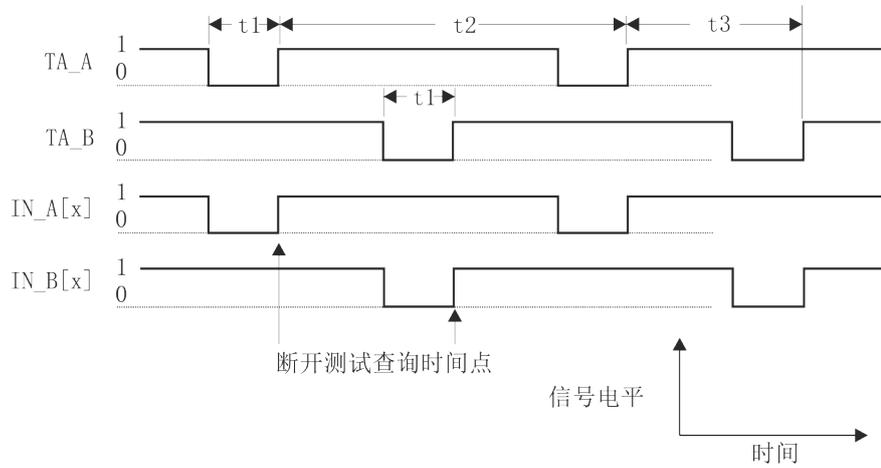


图 5-19: 测试输出端关闭脉冲示意图

- t1 关闭脉冲长度 (600 μs)
- t2 每个信道的关闭周期持续时间 (< 1 s)
- t3 两个通道的关闭脉冲之间的偏差 (50 ms)

TA_A 信道 A 测试输出端

TA_B 信道 B 测试输出端

IN_A[x] 信道 A 输入端 X

IN_B[x] 信道 B 输入端 X

安全输出端

该输出端作为双信道无电势继电器输出端使用。

下图以实例显示如何将安全输出端连接在客户端现有的安全输入端（带外部测试）上。客户端使用的输入端必须有可测试桥接的外部测试装置。

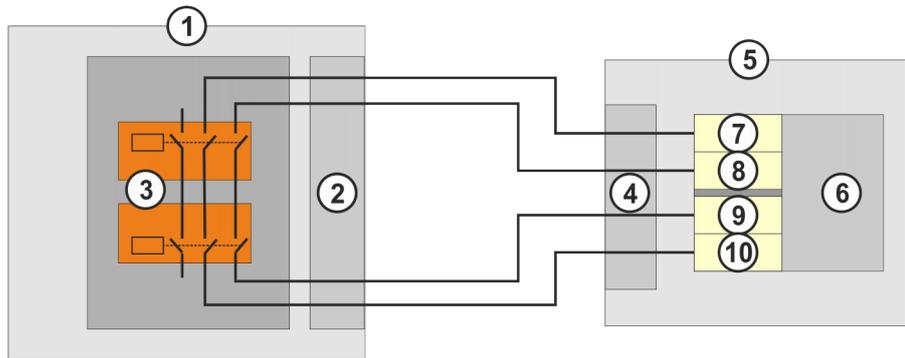


图 5-20: 安全输出端的连接原理

- 1 机器人控制器
- 2 所有安全输出端的接口（如 XG11.1）
- 3 输出端布线
- 4 所有安全输出端的接口（如 XG11.1）
- 5 设备侧

- 6 安全输入端
- 7 信道 A 测试输出端
- 8 信道 B 测试输出端
- 9 信道 B 输入端 X
- 10 信道 A 输入端 X

通过所描述的基本保护电路可以达到 EN ISO 13849-1 中所定的安全类别 3 及性能级 (PL) d。

5.5.11 XG11.2 外围接触器 US2 控制接口

说明

该接口用于控制用来接通负载电压 US2 的外围接触器 US2。
通过 Device Plate 提供相关选项。

功能

此功能有以下三种形式，并可在安全配置中进行设置（例如通过 KUKA.WorkVisual）：

- 通过外部 PLC 接通：
接触器将直接由外部输入接通（PROFIsafe/CIP Safety/FSoE 电讯报文中的 US2 信号）。此方式仅在使用 PROFIsafe/CIP Safety/FSoE 时可用。
- 通过机器人控制器接通：
当机器人控制器中设置了“FF 信号”和非安全性“US2_CONTACTOR_ON”信号时，接触器将接通。这样，机器人控制器的非安全部分也可接通接触器。
- 禁用：
接触器始终处于关闭状态。

所需物料

- 推荐的电缆横截面： $\geq 1.0 \text{ mm}^2$

插孔图

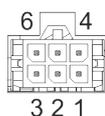


图 5-21：插孔图

插头配置

针脚	信号	说明
1	SOUT1_A	外围接触器 US2 (+)
6	SOUT1_B	外围接触器 US2 (-)
3	TA_B	接触器反馈触点
4	IN_B_SOUT1	接触器反馈触点



该接口仅允许用于 KR C5 控制柜内 KUKA Device Plate 上带有 KUKA 提供的电缆的 KUKA 选项。



通过“接触器”类型的安全输出端接通的电压必须满足以下条件：

- 仅允许连接具有安全输出端和反馈信号的继电器或交换机。
- 负载触点上的负载电压：18 ... 30 V DC
- 每个负载触点的最大负载电流：1 A DC
- 欧姆负载： $\geq 24 \Omega$
- 切换电平：
 - 信号关断 / 0：
SOUT_A 和 SOUT_B 之间的电流小于 0.5 mA（关断范围）
 - 信号接通 / 1：
SOUT_A 和 SOUT_B 之间的电流大于 1 mA（接通范围）



用于连接接口的最大电缆长度为 50 m

5.5.12 以太网安全接口的安全功能（可选）

说明

控制系统和设备之间通过以太网安全接口（例如：PROFINET/PROFIsafe 或 EtherNet/IP/CIP Safety）交换与安全相关的信号。下面列举以太网安全接口记录中输入端和输出端状态的配置。另外，出于诊断和控制目的，将安全控制系统中与安全无关的信息传送到上级控制系统的非安全部分。

预留位

预留的安全输入端可由 PLC 预设为 0 或 1。机械手将在两种情况下行驶。如果将一个安全功能置于预留的输入端（例如软件升级时）且这一输入端预设为 0，则机械手不会开动或者意外停机。



库卡建议使用 1 来预设预留输入端。如果预留的输入端配置了新的安全功能且还未经客户的可编程控制系统（PLC）使用，则不激活安全功能。由此可防止安全控制系统意外使机械手停机。

输入字节 0

位	信号	说明
0	RES	预留 1 须将输入配置为 1
1	NHE	用于外部紧急停止的输入 0 = 外部紧急停止已激活 1 = 外部紧急停止未激活
2	BS	操作员安全 0 = 操作员安全未激活，例如防护门打开 1 = 操作员安全已激活
3	QBS	操作员安全的确认 操作员安全确认的前提是 BS 位上的传递的信号“操作员安全激活”。 注意： 如果设备侧的信号 BS 获得确认，则必须在安全配置的 硬件选项 下给出确认信息。详细信息请参见系统软件文档。 0 = 操作员安全未被确认 脉冲波 0 ->1 = 操作员安全已确认

位	信号	说明
4	SHS1	安全停止 STOP 1（所有轴） <ul style="list-style-type: none"> • FF（运行许可）设为 0 • US2 电压关断 • AF（驱动许可）在已配置的制动时间（标准值为 1.5s）减去制动器闭合时间之后设置为 0 该功能的取消无需确认。 该信号不允许用于紧急停止功能。 0 = 安全停止已激活 1 = 安全停止未激活
5	SHS2	安全停止 STOP 2（所有轴） <ul style="list-style-type: none"> • FF（运行许可）设为 0 • US2 电压关断 该功能的取消无需确认。 该信号不允许用于紧急停止功能。 0 = 安全停止已激活 1 = 安全停止未激活
6	RES	-
7	RES	-

输入字节 1

位	信号	说明
0	US2	US2 馈电压（用于接通第二非缓冲式馈电压 US2 的信号） 如果不使用这一输入，则应将其配置为 0。 0 = 关闭 US2 1 = 接通 US2 注意： 是否使用、如何使用输入 US2，则必须在 硬件选项 下的安全配置中给明。详细信息请参见系统软件文档。
1	SBH	安全的运行停止（所有轴） 前提条件：所有轴停止运转 该功能的取消无需确认。 该信号不允许用于紧急停止功能。 0 = 安全运行停止已激活 1 = 安全运行停止未激活
2	RES	预留 11 须将输入配置为 1
3	RES	预留 12 须将输入配置为 1
4	RES	预留 13 须将输入配置为 1

位	信号	说明
5	RES	预留 14 须将输入配置为 1
6	RES	预留 15 须将输入配置为 1
7	SPA	System Powerdown Acknowledge (确认控制器关机) 设备确认已收到关机信号。在控制器给出 SP 信号 (控制器关机) 后一秒钟, 操作请求即使在可编程控制器 (PLC) 未加确认的情况下也将被执行, 控制器关机。 0 = 确认未激活 1 = 确认已激活

输出字节 0

位	信号	说明
0	NHL	本机紧急停止 (本机紧急停止功能已被触发) 0 = 本机紧急停止功能已激活 1 = 本机紧急停止功能未激活
1	AF	驱动许可 (机器人控制器的内部安全控制已许可驱动装置开机) 0 = 驱动许可未激活 (机器人控制器必须关闭驱动装置) 1 = 驱动许可已激活 (机器人控制器允许将驱动装置切换至受控状态)
2	FF	运行许可 (机器人控制器的内部安全控制已许可了机器人运动) 0 = 运行许可未激活 (机器人控制器必须停止当前运动) 1 = 运行许可已激活 (机器人控制器允许触发运动)
3	ZS	当满足下列条件时, 信号 ZS (确认) 被设置为 1 (激活): <ul style="list-style-type: none"> • smartPAD 上的使能开关中的一个处于中间位置 (确认已给出)。 • 运行模式 T1 或 T2 • 外部确认已给出 (信号 ZSE1)。 • 机器人可移动 (无紧急停止、安全停止或类似状况)。
4	PE	当满足下列条件时, Peri enabled 信号置为 1 (激活): <ul style="list-style-type: none"> • 驱动装置已接通。 • 安全控制系统运行开通。 • 不允许存在信息“操作人员防护装置处于开启状态”。

位	信号	说明
5	AUT (自动)	机械手处于 AUT (自动) 或 AUT EXT (外部自动) 运行方式下 0 = 自动或外部自动运行方式未激活 1 = 自动或外部自动运行方式已激活
6	T1	机械手处于手动低速运行方式下 0 = 运行方式 T1 未激活 1 = 运行方式 T1 已激活
7	T2	机械手处于手动高速运行方式下 0 = 运行方式 T2 未激活 1 = 运行方式 T2 已激活

输出字节 1

位	信号	说明
0	NHE	外部紧急停止已触发 0 = 外部紧急停止已激活 1 = 外部紧急停止未激活
1	BSQ	确认了操作人员防护装置 0 = 不能确保操作人员保护 1 = 可确保操作人员防护 (操作人员防护装置输入端 = 1; 如果已配置, 操作人员防护装置确认输入端已被确认)
2	SHS1EXT	外部安全停止 STOP 1 (所有轴) 0 = 外部安全停止 STOP 1 未激活 1 = 外部安全停止 STOP 1 已激活 (输入 SHS1 = 0, 已达到安全状态)
3	SHS2EXT	外部安全停止 STOP 2 (所有轴) 0 = 外部安全停止 STOP 2 未激活 1 = 外部安全停止 STOP 2 已激活 (输入 SHS2 = 0, 已达到安全状态)
4	RES	预留 13
5	RES	预留 14
6	PSA	安全接口已激活 前提条件: 必须在控制器上安装以太网接口, 例如 PROFINET 或 EtherNet/IP 0 = 安全接口未激活 1 = 安全接口已激活
7	SP	System Powerdown (控制器关机) 信号 SP 给出后一秒钟, 在未经可编程控制器 (PLC) 确认的情况下机器人控制器将 PSA 输出端复位且控制器关机。 0 = 安全接口控制器已激活 1 = 控制器关机

5.5.13 XG33 快速测量输入接口

说明

通过快速测量接口 XG33 可在机器人控制系统上使用数字传感器进行工件测量的指令进行编程。

此外还可以通过接口 XG33 连接“驱动器准备就绪”检测灯。

该接口 XG33 位于机器人控制系统的接线面板上。

所需物料

- 插头：Phoenix 1197037
- 电缆端子范围：0.2 - 1.5 mm²
- 推荐的电缆横截面：≥ 0.5 mm²
- 只允许连接铜电缆。

插孔图

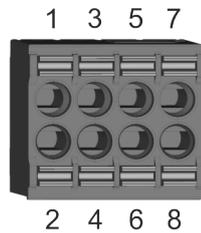


图 5-22：插孔图

插头配置

针脚	说明
1	+27 V, 最大 400 mA
2	PSU GND
3	快速测量 1
4	快速测量 2
5	快速测量 3
6	快速测量 4
7	+24 V “驱动器已准备就绪”信号灯接口（选项）
8	0 V “驱动器已准备就绪”信号灯接口（选项）

快速测量输入端

输入端切换电平	输入端状态未针对 5 V ... 11 V (过渡区) 的电压范围进行定义。它可能是接通状态或关断状态。 <ul style="list-style-type: none"> • 信号关断 / 0: -3 V... 5 V 电压范围的关断状态 (关断范围) • 信号接通 / 1: 11 V... 30 V 电压范围的接通状态 (接通范围)
输入端的负载电流 (信号接通 / 1)	6 ... 13 mA
 用于连接接口的最大电缆长度为 50 m	

5.5.13.1 快速测量的供电电源

说明

在内部通过 XG33 为用于快速测量的传感器供电。

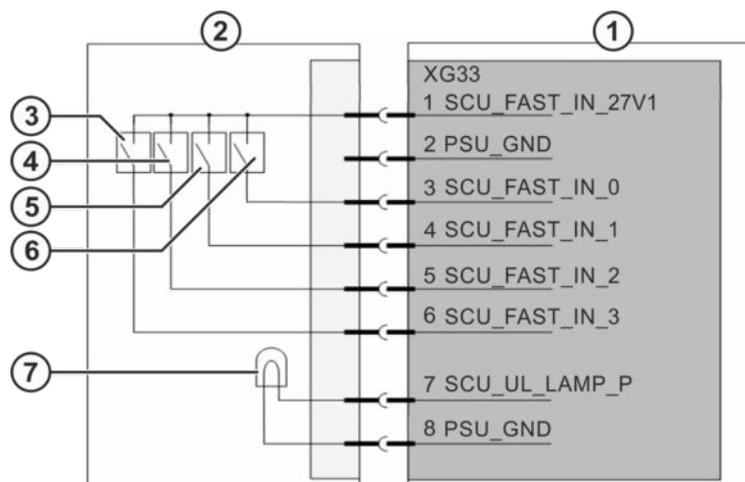


图 5-23: 快速测量输入和信号灯“已准备就绪”

- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1 机器人控制器 XG33 | 5 传感器 3 |
| 2 设备侧 | 6 传感器 4 |
| 3 传感器 1 | 7 信号灯“驱动器已准备就绪”
(选项) |
| 4 传感器 2 | |

5.5.14 外围接触器控制 XG1 接口

说明

该接口用于控制可选装的外围接触器。(内部应用)

插孔图

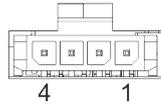


图 5-24: 插孔图

插头配置

针脚	信号	说明
1	TA_B	接触器反馈触点
2	SOUT2_B	外围接触器（内部使用）
3	IN_B_SOUT2	接触器反馈触点
4	SOUT2_A	外围接触器（内部使用）

5.5.15 XF21 接口

说明

通过接口 XF21 与 RDC 盒进行通信。
该接口还会为 RDC 盒和机器人上的输入/输出接口供电。

插孔图

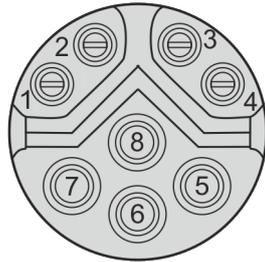


图 5-25: 插孔图

插头配置 XF21

针脚	信号	说明
1	LAN_RX+	EtherCAT 的接线端
2	LAN_RX-	EtherCAT 的接线端
3	LAN_TX+	EtherCAT 的接线端
4	LAN_TX-	EtherCAT 的接线端
5	PSU_27V1_OUT_IO	+27 V / 3 A 额外电源
6	PSU_GND	额外电源
7	PSU_27V1_OUT_POS	+27 V 用于 RDC 电源（带缓冲）
8	PSU_GND	用于 RDC 电源（带缓冲）
屏蔽	-	PE



用于连接接口的最大电缆长度为 50 m

5.5.16 XF21.1 接口

说明

通过 XF21.1 接口连接附加轴驱动箱 (XF22)。

插孔图

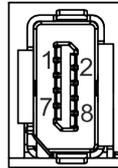


图 5-26: 插孔图

插头配置

针脚	信号
1	LAN2_TX+
2	LAN2_TX-
3	PSU_GND
6	LAN2_RX+
7	LAN2_RX-
8	PSU_27V1_OUT_STA

5.5.17 XF22 接口

说明

通过 XF22 接口将附加轴驱动箱与机器人控制器的 XF21.1 接口连接。



此外，还可以将连接上一个附加轴驱动箱的菊花链与 XF22 接口连接，以组成循环信号回路。

5.5.18 参考点开关 XG42 接口

说明

通过接口 XG42 连接参考点开关。执行零点复归测试需要使用参考点开关。



有关零点复归测试的详细信息请见 **KUKA. SafeOperation** 文献。

所需物料

- 插头: Phoenix 1197057
- 电缆端子范围: 0.2 - 1.5 mm²
- 推荐的电缆横截面: ≥ 0.5 mm²
- 只允许连接铜电缆。

插孔图

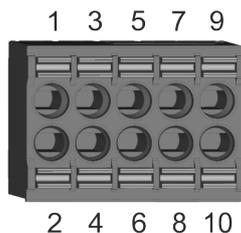


图 5-27: 插孔图

插头配置

针脚	信号	说明
1	IN_A4	参考点开关输入 A 24 V
3	TA_B	测试输出 B 24 V
5	PSU_GND	-
7	TA_A	测试输出 A 24 V
9	IN_B4	参考点开关输入 B 24 V

5.5.19 XD20.1 … XD20.7 接口

说明

通过 XD20.1 至 XD20.7 电机插头可将机器人轴的电机与机器人控制器连接。

插孔图

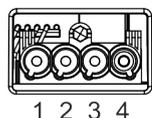


图 5-28: 插孔图

机器人控制器 XD20.1 至 XD20.7 的插头配置

针脚	说明
1	电机 M{编号} U
2	电机 M{编号} V
3	电机 M{编号} W
4	PE

机器人控制器上的编码

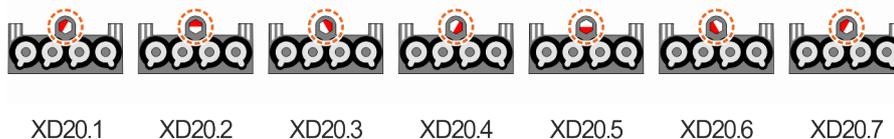


图 5-29: 编码销的位置

附加轴驱动箱 XD20.1 …XD20.3 的插头配置

针脚	说明
1	电机 M{编号} U
2	电机 M{编号} V
3	电机 M{编号} W
4	PE

驱动箱上的编码



图 5-30: 编码销的位置



如果在供货时，电机电缆上的插头未编码，则必须相应插入随附的编码销。
(>>> 7.3 “电机电缆编码” 页面 103)

5.5.20 XD10.1 … XD10.3 制动插头接口

说明

通过制动插头为轴 A1 至 A7 的制动器供电。
机器人控制器的制动插头的配置为：

- XD10.1:
轴 1-3 始终并联在一个共用制动回路中。
- XD10.2:
轴 4-6 始终并联在一个共用制动回路中。
- XD10.3:
轴 7 始终单独接通。

附加轴驱动箱的制动插头的配置为：

- XD10.1:
附加轴 1 始终单独接通。
- XD10.2:
附加轴 2 始终单独接通。
- XD10.3:
附加轴 3 始终单独接通。

插孔图

机器人控制器上的 XD10.1 … XD10.3 插头已编码。

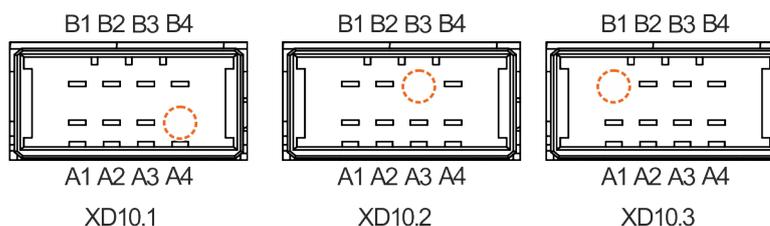


图 5-31: 插孔图

机器人控制器的插头配置

针脚		说明
XD10.1	B1/A1	轴 A1
	B2/A2	轴 A2
	B3/A3	轴 A3
XD10.2	B2/B1	轴 A4
	A2/A1	轴 A5
	A3/A4	轴 A6
XD10.3	B2/B4	轴 A7

附加轴驱动箱的插头配置

针脚		说明
XD10.1	B2/B4	轴 A1
XD10.2	B2/B4	轴 A2
XD10.3	B2/B4	轴 A3



如果在供货时，机电缆上的插头未编码，则必须根据缺少的针脚插入随附的编码销。（>>> 7.3 “机电缆编码” 页面 103）。

5.5.21 XD55 电源接口

说明

通过接口 XD55 可以在内部为下列部件供电：

- 交换机
- Beckhoff 耦合器

插孔图

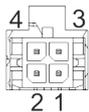


图 5-32: 插孔图

插头配置

针脚	信号	说明
1	PSU_27V1	Beckhoff 耦合器供电
2	PSU_27V1	交换机供电
3	PSU_GND	Beckhoff 耦合器供电
4	PSU_GND	交换机供电

电源内部配有防止过载、短路和接地的 3 A 保险装置。

5.5.22 XD55.1 … XD55.4 电源接口

说明

通过接口 XD55.1 至 XD55.4 可以在附加轴的驱动控制箱上为外部客户接口提供 27 V 电压：

- XD55.1 和 XD55.2: 驱动总线供电
- XD55.3 和 XD55.4: 待机模式供电

插孔图

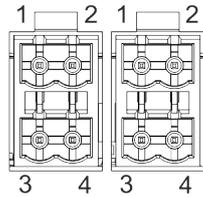


图 5-33: 插孔图

插头配置

引脚	信号	说明
1	PSU_27V1_MAIN	+27 V 驱动总线电压
3	PSU_27V1_MAIN	
2	PSU_GND	0 V
4	PSU_GND	0 V
1	PSU_27V1_STBY	+27 V 待机模式电压
3	PSU_27V1_STBY	
2	PSU_GND	0 V
4	PSU_GND	0 V

电源内部配有防止过载、短路和接地的 3 A 保险装置。

5.6 性能级

机器人控制器的安全功能满足 EN ISO 13849-1 的第 3 类及性能级 (PL) d 的要求。

5.6.1 安全功能的 PFH 值 (PFH = Probability of Failure per Hour, 即每小时故障概率)

安全技术参数以 20 年的使用寿命为基础。

只有在规定的周期内对所有安全功能进行功能测试的前提下, 机器人控制器的 PFH 值定级才有效 (>>> 9 “维护” 页面 111)。

在评估设备层面的安全功能时, 需要注意, 在多个机器人控制器组合使用的情况下, PFH 值可能需要重复考虑。RoboTeam 系统就是这种情况。

- PFH 值针对的是不同控制器类型的安全功能。
- PFH 值适用于所有由系统软件和 KUKA.SafeOperation Technology 的安全选项提供的安全功能。



关于可用安全功能的更多信息, 参见系统软件文档以及 KUKA.SafeOperation Technology 安全选项的安装和操作指南。

控制器型式 - PFH 值一览表:

机器人控制器型式	PFH 值
KR C5 micro	< 1 x 10 ⁻⁷
KR C5 S6/S7	< 1 x 10 ⁻⁷

机器人控制器型式	PFH 值
KR C5 M6/M7	$< 1 \times 10^{-7}$
KR C5 L6/L7	$< 1 \times 10^{-7}$



对于此处未列出的控制系统变型，请与 KUKA Deutschland GmbH 联系。

6 运输

6.1 使用运输车进行运输

说明

建议使用运输车运输机器人控制器。

工作用具

需要以下工作工具：

名称	货号
运输车	-

前提条件

- 机器人控制器的外壳已关闭。
- 不得在机器人控制器上连接任何线缆。

劳动安全

注意

以错误方式进行运输会导致人员生命危险

在运输中必须避免机器人控制器受到强烈冲击。在运输中不得发生超过设备负载极限的情况。这会造成财产损失。

- 如果会出现过高的机械负载，则必须将机器人控制器安置在起缓冲作用的部件上。

6.1.1 运输机器人控制器

操作步骤

- 将机器人控制器水平放置在运输车上，小心运输。
必要时固定好机器人控制器，防止其掉落。

6.1.2 收尾工作

不需要收尾工作。

7 投入运行和重新投入运行

7.1 投入运行概览



这是投入运行时最重要步骤的概览。具体的流程取决于应用、机械臂类型、所使用的工艺程序包以及其他客户特定情况。因此本概览不确保具有完整性。



本概览描述工业机器人投入运行的情况。整个系统投入运行情况则不作为本文档的内容。

机械手

步骤	说明	信息
1	对机械手进行目视检查。	详细信息参见机械手的安装指南中“调试和重新调试”一章。
2	安装机械手固定件。（地基固定装置、机架固定装置或结构框架）	
3	安置机械手。	



与机器人控制器和/或附加轴驱动箱一起交付控制柜时，控制柜中已安装并连接客户配置的组件。在大多数情况下，首次投入运行时只需执行很少的步骤。

电气装置

步骤	说明	信息
1	对机器人控制器和控制柜进行目检	-
2	确保机器人控制器上和控制柜中未形成冷凝水	-
3	确保各个高度单元的电机保护开关和控制柜前门上的主开关已关闭，并上锁防止重新开启。	-
4	确保电机电缆有正确的标注和编码。	(>>> 7.3 “电机电缆编码” 页面 103)
5	确保电源电缆不带电。	-
6	在机械臂、控制柜与系统之间连接电位均衡导线。	详细信息参见控制柜的安装指南中“投入运行和重新投入运行”一章。
7	首次投入运行时，如果控制柜中已安装并连接好组件，则继续执行步骤 13。	
8	确保控制柜、机器人控制器和/或附加轴驱动箱与交流或直流规格相符。	(>>> 4.4 “交流/直流规格机器人控制器编码” 页面 58)
9	将机器人控制器和/或附加轴驱动箱推入控制柜中并上锁。	上锁后，机器人控制器和/或附加轴驱动箱将与电源、制动电阻和 UPS 连接。 详细信息参见控制柜的安装指南中“投入运行和重新投入运行”一章。 (>>> 7.2 “安装机器人控制器” 页面 103)
10	接上连接电缆	(>>> 7.4 “连接连接导线和接地线” 页面 104)

步骤	说明	信息
11	在机器人控制器上连接安全接口： <ul style="list-style-type: none"> 配置并插上安全接口 连接 Ethernet 和 EtherCAT 接口 	- (>>> 7.5 “将安全接口 XG11.1 接好线并插上” 页面 105) (>>> 7.8 “配置和连接安全接口 XG58” 页面 106) (>>> 5.5.3 “XF1 - XF8 接口” 页面 67)
12	将接口的连接电缆连接到控制柜门和机器人控制器上（选件）	(>>> 13.1 “前门上的接口” 页面 243)
13	连接电源	详细信息参见控制柜的安装指南中“投入运行和重新投入运行”一章。
14	确保所有接头已正确连接，并检查所有插头连接是否牢固。 确保所有电缆均未受损。电缆不得弯折，电缆绝缘层必须完好无损。	-
15	开启机器人控制器并启动	(>>> 7.9 “开启机器人控制器” 页面 107)
16	建立与 WorkVisual 的连接	详细信息参见 WorkVisual 文档中的“投入运行”一章
17	配置机器人控制器与外围设备之间的输入/输出	详细信息参见 WorkVisual 文档中的“配置 KUKA 总线”一章。
18	检查安全装置	(>>> 9 “维护” 页面 111) 或者

软件

说明	信息
检查机器数据	详细信息请见系统软件文档
无负载情况下对机械臂进行零点标定	
安装工具，并在负载情况下对机械臂进行零点标定	
检查软件限位开关，必要时进行调整	
测量工具	
使用固定工具时：测量外部 TCP	
输入负载数据	
测量基坐标系。（可选）	详细信息请见系统集成商的系统软件文档。
使用固定工具时：测量工件。（可选）	
如要通过一台主控计算机或一个 PLC 控制机械臂：配置外部自动运行接口	

附件

前提条件：机械臂可随时起动。也就是说，投入运行软件已执行包括“在无负载情况下对机械臂进行零点标定”在内的各步骤。

说明	信息
可选：检查外部管线包，并在考虑到编程的情况下进行设置	详细信息参见管线包文档
定位精确的机械臂选项：检查数据	

7.2 安装机器人控制器

说明

机器人控制器可以在下列安装条件下运行：

- KR C5 dualcab 内的隔层
- KR C5 triplecab 内的隔层
- KR C5 quadcab 内的隔层



详细信息请参阅控制柜安装指南。

7.3 电机电缆编码

说明

如果电机电缆上的插头在供货时未进行编码和标记，则必须插入编码销并贴上标牌。

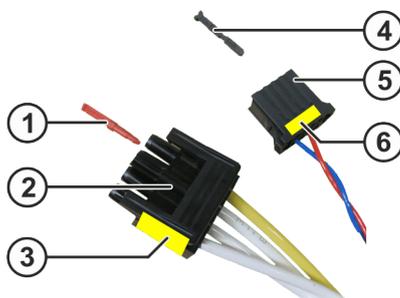


图 7-1：编码销和标牌

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1 电机插头的编码销（红色） | 4 制动器插头的编码销（黑色） |
| 2 电机插头 | 5 制动器插头 |
| 3 带接口名称的标牌 | 6 带接口名称的标牌 |

操作步骤

1. 将红色编码针定位在电机插头上与机器人控制器上的编码销相对的位置。

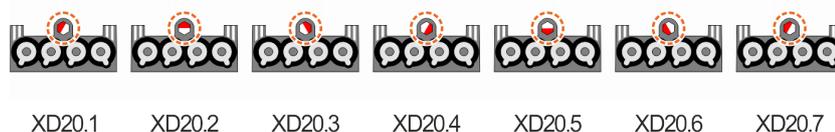


图 7-2：编码销的位置

2. 将相应的标牌贴在电机插头的侧面。
3. 将黑色编码销定位在制动器插头上与机器人控制器上缺失的针脚相对的位置。

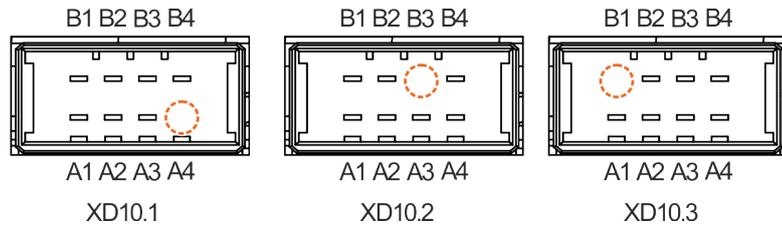


图 7-3: 插孔图

- 将相应的标签贴在制动器插头的顶面。

7.4 连接连接导线和接地线



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。



小心

易绊倒位置有致伤危险

导线敷设不当会形成易绊倒位置。可能导致人身伤害和财产损失。

- 正确铺设所有连接电缆（如电缆槽），确保不会致使人员绊倒。
- 易绊倒位置必须加以标记。

概览

根据订单将提供一个电缆套件。电缆套件的基本配备包括：

- 电机电缆
- 数据线
- 标准接口（数据/安全接口）的插头配件套装，视客户需求而定



电缆套件中不包含接地线，但必须连接。



附加轴仅允许连接在下列接口上：

- 附加轴的驱动控制箱：
 - XD20.1/XD10.1. 接口（电机/制动器）
 - XD20.2/XD10.2. 接口（电机/制动器）
 - XD20.3/XD10.3. 接口（电机/制动器）
- 机器人控制器：
 - XD20.7/XD10.3 接口（电机/制动器）

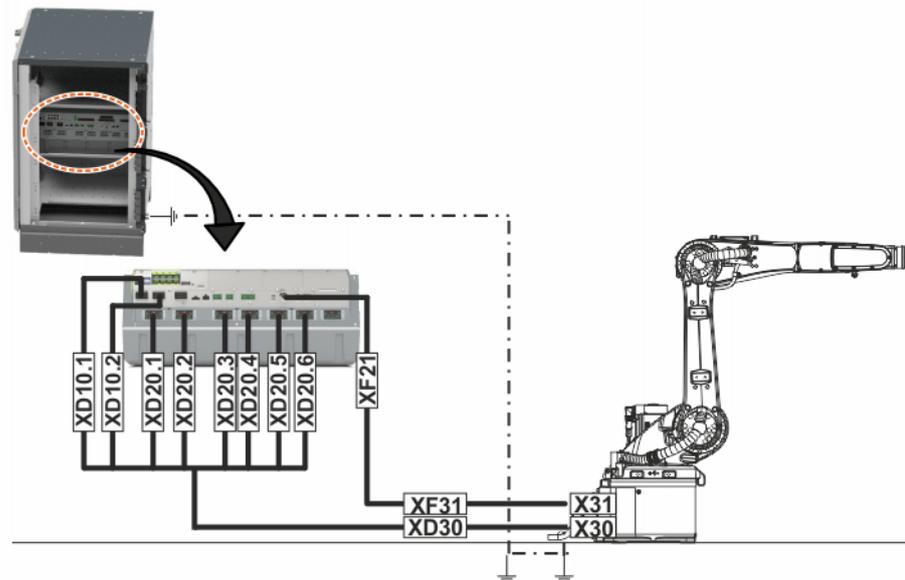


图 7-4: 连接电缆，概览，KR C5 S

操作步骤

1. 连接接地线。
2. 连接数据线和机电缆。

7.5 将安全接口 XG11.1 接好线并插上

前提条件

- 机器人控制器处于关闭状态。

操作步骤

1. 根据设备及安全规划将插头 XG11.1 接好线。
2. 将接口插头 XG11.1 插到机器人控制器上。

注意

在有电压时插拔插头会造成财物损失

只有当机器人控制器已关断时，安全接口的所有插头 XG11 和 XG13 才能插入或拔出。如果插头在带电时插入或拔出，会导致财产损失。

- 关闭机器人控制器。

7.6 配置安全接口 XG11.3 并插上

前提条件

- 机器人控制器处于关闭状态。

操作步骤

1. 根据系统及安全规划组装 XG11.3 插头。 (>>> [5.5.10.3 “接口 XG11.3” 页面 78](#))
2. 将 XG11.3 接口插头插到机器人控制器上。

操作步骤

1. 根据系统及安全规划组装 XG58 插头。
2. 将 XG58 接口插头插到机器人控制器上。

注意

在有电压时插拔插头会造成财物损失

只有当机器人控制器已关断时，插头 XG58 才能插入或拔出。如果插头 XG58 在有电压时插入或拔出，会导致设备损伤。

- 关闭机器人控制器。



XG58 外部使能开关接口从机器人控制器连接至控制柜前门。



详细信息请参阅控制柜安装指南。

7.9 开启机器人控制器

前提条件

- 按照操作指南或安装指南搭建好机械臂。
- 目检：机器人控制器和/或驱动箱、电缆或机械臂之上不存在损坏。
- 已按照安装指南在控制柜中安装并锁止机器人控制器和/或驱动箱。
- 不允许有人员或物体留在机械臂的危险范围内。
- 所有安全防护装置及防护措施均完整且有效。
- 控制柜、机器人控制器和/或驱动箱的内部温度必须已适应环境温度。

操作步骤

1. 接通机器人控制器隔层上的电机保护开关。
2. 关闭控制柜前门。
3. 解锁 smartPAD 上的紧急停止按钮。
4. 接通控制柜上的主开关。
控制计算机开始启动（加载）操作系统及控制软件。



按照下列顺序启动：

- 恢复盘
- 外部硬盘
- 内部硬盘

识别到外部硬盘后，可能存在的内部硬盘将被停用。如果未识别到外部硬盘，则不会自动切换到内部硬盘。



关于 smartPAD 的更多信息请参阅相应的操作指南和/或系统软件文档。

7.10 收尾工作

必须进行以下收尾工作：

- 运行机器人，注意是否有异常情况。

8 操作

8.1 开启机器人控制器

前提条件

- 按照操作指南或安装指南搭建好机械臂。
- 目检：机器人控制器和/或驱动箱、电缆或机械臂之上不存在损坏。
- 已按照安装指南在控制柜中安装并锁止机器人控制器和/或驱动箱。
- 不允许有人员或物体留在机械臂的危险范围内。
- 所有安全防护装置及防护措施均完整且有效。
- 控制柜、机器人控制器和/或驱动箱的内部温度必须已适应环境温度。

操作步骤

1. 接通机器人控制器隔层上的电机保护开关。
2. 关闭控制柜前门。
3. 解锁 smartPAD 上的紧急停止按钮。
4. 接通控制柜上的主开关。
控制计算机开始启动（加载）操作系统及控制软件。



按照下列顺序启动：

- 恢复盘
- 外部硬盘
- 内部硬盘

识别到外部硬盘后，可能存在的内部硬盘将被停用。如果未识别到外部硬盘，则不会自动切换到内部硬盘。



关于 smartPAD 的更多信息请参阅相应的操作指南和/或系统软件文档。

8.2 Softpower 按钮功能

说明

- 在机器人控制器开启的情况下短按：
机器人控制器关机。
- 在机器人控制器处于冷启动、休眠模式或节能模式时短按：
机器人控制器将重新启动。
- 在机器人控制器开启的情况下长按（至少 5 秒）：
机器人控制器硬关机。



应避免机器人控制器硬关机。硬关机可能会造成设备损坏。

8.3 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。
机器人控制器关机。

9 维护

只允许执行本档中所述的保养和维修工作。

超出此范围的工作只能由经过 KUKA 专门培训的人员执行。

有关 KUKA College 及其培训计划的信息请参见 college.kuka.com 或直接在分公司分支机构处获取。

如果需要 KUKA 提供支持 and 维修服务，必须提前将潜在的污染或危险告知 KUKA 服务部门。

不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

前提条件

- 机器人控制器必须关闭，并上锁防止未经许可的意外重启。
- 电源电缆必须已拔出。

工作安全



警告

直流回路电压过高可能导致生命危险

若将机器人控制器关断，多个部件可能在 5 分钟内仍然带电 (60 ... 800 V)。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在关断后至少等待 5 分钟，直至直流回路完全放电。
下列部件可能在 5 分钟内仍然带电：
 - KSP
 - 电机插头的接口和所连接的电机导线



警告

在带电部件上作业有生命危险

在机器人系统的带电部件上和/或电气系统内进行作业前，必须执行相关措施遵守 5 条安全规定。执行时必须遵守 5 条安全规定的顺序不变。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

1. 切断电源
2. 锁定以防重新启动
3. 确定无电压
4. 接地和短接
5. 对于邻近的带电部件必须予以遮盖或隔离

作业结束后必须移除工具和辅助设施，并按照相反顺序取消这些措施。



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

保养图标



保养图标概览中可能包含与该产品保养工作不相关的保养图标。相关保养工作的概览参见相关的保养工作插图。

- 

换油
- 

用油脂枪润滑
- 

用刷子润滑
- 

用润滑脂喷罐润滑
- 

拧紧螺钉、螺母
- 

检查组件、目检
- 

清洁组件
- 

更换电池/蓄电池
- 

更换组件
- 

检查同步带张力

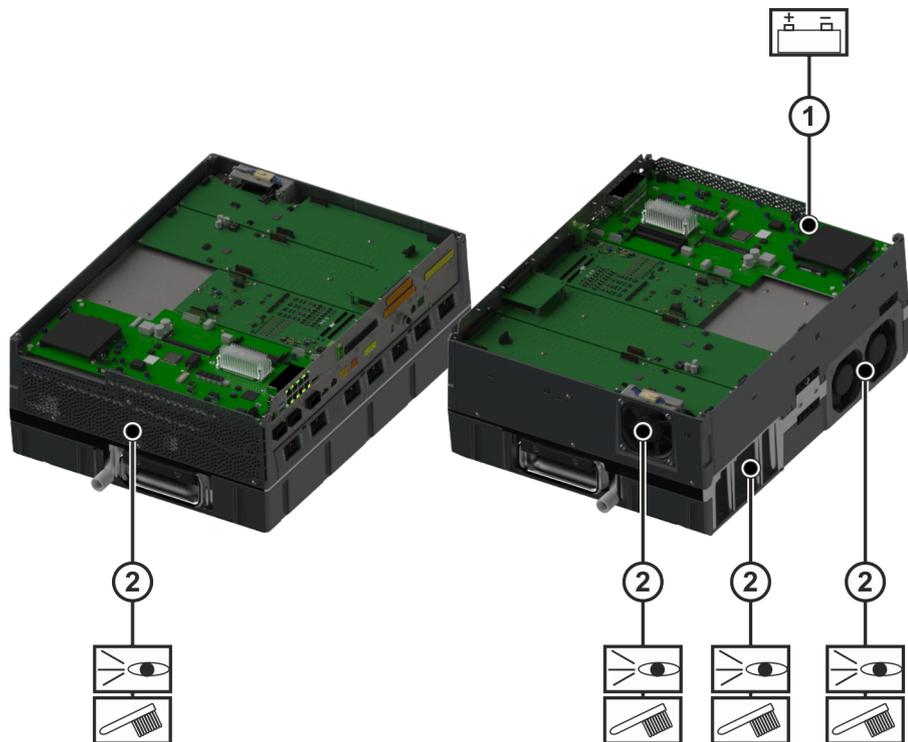


图 9-1: 保养图

期限	序号	任务
检查安全功能:		
1 年	-	操作人员防护装置和所有紧急停止装置（例如 smartPAD、外部紧急停止装置）的周期性功能测试
	-	检查使用的 IFBsafe 和/或 IFBsafeext 继电器输出端功能是否正常 (>>> 9.1 “检查继电器输出端 (IFBsafe)” 页面 113) (>>> 9.2 “检查继电器输出端 (IFBsafeext)” 页面 114)
	-	进行 US1/US2 功能的周期性功能测试 (>>> 9.3 “检查负载电压接触器的 US2 功能” 页面 114)
	-	对 smartPAD 上的所有使能开关（工业机器人的使能装置）进行功能测试 (>>> 9.4 “检查确认装置” 页面 115)
	-	外部使能装置的功能检查
一般保养作业:		
每次进入危险区域前	-	执行信号灯“驱动器已准备就绪”的功能检查 (>>> 9.5 “测试“驱动器已准备就绪”信号灯的功能” 页面 115)
最迟 1 年	2	根据置放条件和脏污程度，用刷子清洁风扇
10 年	1	更换蓄电池系统板 (>>> 10.3 “更换系统板电池” 页面 124)
-	-	根据环境条件和环境污染情况，应周期性检查机器人控制器的散热片，脏污严重时进行清洁 (>>> 10.1 “清洁散热片” 页面 117) 执行此保养作业时，还必须检查并清洁控制柜上的保护格栅。相关信息请参阅控制柜安装指南。

在按照维护表中内容进行维护工作时，必须进行以下目视检查：

- 检查插头连接是否牢固
- 检查所有设备部件是否磨损或损坏



危险

基础绝缘层损坏有造成受伤的危险

敷设或操作不当会损坏基础绝缘层。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 定期检查电机电缆和电源线的基础绝缘层是否损坏，最迟在执行保养表中的一项作业后检查。

9.1 检查继电器输出端 (IFBsafe)

任务

检查输出端“操作人员防护装置已确认”功能是否正常。

操作步骤

1. 将运行方式置于自动运行 (AUT) 或者外部自动运行 (AUT EXT)。
2. 打开操作人员防护装置 (防护装置)。

任务

检查输出端“接通外围设备”功能是否正常。

操作步骤

1. 将运行方式置于自动运行 (AUT) 或者外部自动运行 (AUT EXT)。
2. 打开操作人员防护装置 (防护装置)。
3. 在 T1 或者 T2 运行方式下松开使能键。

如果未显示故障信息，则继电器输出端正常。

9.2 检查继电器输出端 (IFBsafeext)

任务

检查信号空间输出端。

操作步骤

- 超出相应的信号空间。根据信号空间的配置笛卡尔或者与轴相关的信号空间可能被超出。



在正常运行中由生产运行在测试周期（1 年）内周期性地对信号空间输出端进行检查。

任务

检查输出端 **SafeOperation** 已激活。

操作步骤

- SafeOperation** 或者 **SafeRangeMonitoring** 取消激活。

任务

检查输出端**机器人已定位**。

操作步骤

- 关闭驱动总线，然后重新接通。

如果未显示故障信息，则继电器输出端正常。

9.3 检查负载电压接触器的 US2 功能

在以下情况下，必须进行 US2 功能检查：

- 在将工业机器人首次或重新投入运行之后
- 在对工业机器人进行改动之后
- 在更改安全配置之后
- 在软件更新后，例如系统软件
- 在更换负载电压接触器之后
- 必须至少每年进行一次检查。

操作步骤

- 通过外部 PLC 接通 (PROFIsafe/CIP Safety/FSoE 电讯报文)：
设置 US2 输入端，接触器接通。
删除 US2 输入端，接触器关断。
- 自动：
按下使能键，接触器接通，机械手可以移动。
松开使能键，接触器关断。
- 未激活：
在该配置中，无需对 US2 接触器进行检查。不得使用输出端。

KRC

在该配置中，可通过在“自动”(AUT) 或“外部自动”(AUT EXT) 运行方式下打开操作人员防护装置(防护装置)以及在 T1 或 T2 运行方式下松开确认键来对 US2 接触器进行检查。

9.4 检查确认装置

功能检查

在下列情况下必须检查使能开关的功能：

- 在将工业机器人首次或重新投入运行之后
- 在软件更新之后
- 在拔下和重新插上 smartPAD（同一或另一个 smartPAD）之后
- 必须至少每 12 个月进行一次检查。

检查时，为每个使能开关单独执行以下步骤：

1. 在测试运行模式下移动机械臂。
2. 在移动机械臂期间，完全按下使能开关并按住 3 秒。

在以下情况下，说明通过了检查：

- 机械臂停止。
- 以及：没有显示使能装置的故障信息（*确认开关损坏或类似内容*）。

如果一个或多个使能开关的检查未通过，则必须更换 smartPAD 并重新进行检查。

9.5 测试“驱动器已准备就绪”信号灯的功能

驱动电流接通和/或安全控制器发出驱动装置开启信号时，“驱动器已准备就绪”信号灯亮起。

每次进入危险区域前，必须测试“驱动器已准备就绪”信号灯的功能是否正常。

1. 选择 T1 运行模式，将使能开关保持在中间位置。
2. 将使能开关调至紧急位置。
3. 再次松开使能开关。

如果信号灯在第 1 步时亮起而在第 2 步时重新熄灭，则测试已通过。

如果测试未通过，不得进入危险区域，在信号灯处作业时除外。

9.6 清洁机器人控制器

前提条件

- 机器人控制器必须拆卸下来。（>>> [10.1.3 “解锁并拆卸机器人控制器” 页面 118](#)）

劳动安全



警告

直流回路电压过高可能导致生命危险

若将机器人控制器关断，多个部件可能在 5 分钟内仍然带电（60 ... 800 V）。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在关断后至少等待 5 分钟，直至直流回路完全放电。

下列部件可能在 5 分钟内仍然带电：

- KSP
- 电机插头的接口和所连接的电机导线

**警告****接触电源电压会有生命危险**

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

注意**静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏**

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

工作守则

- 在清洁工作时，必须注意遵守清洁剂生产厂家的使用说明。
- 必须防止清洁剂渗入电气部件内。
- 不允许使用压缩空气进行清洁。
- 请勿用水喷射。

操作步骤

1. 将积尘松解并吸除。
2. 用浸有柔性清洁剂的抹布清洁机器人控制器的外壳。
3. 用不含溶剂的清洁剂清洁电缆、塑料件和软管。
4. 更换和填补已损坏或无法辨识的标注和铭牌。

10 维修

只允许执行本文档中所述的保养和维修工作。

超出此范围的工作只能由经过 KUKA 专门培训的人员执行。

有关 KUKA College 及其培训计划的信息请参见 college.kuka.com 或直接在公司分支机构处获取。

如果需要 KUKA 提供支持和维修服务，必须提前将潜在的污染或危险告知 KUKA 服务部门。

不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

10.1 清洁散热片

说明

下面的工作指南将介绍如何清洁机器人控制器的散热片。

工作设备

需要以下工作工具：

名称	货号
TORX 半圆头凸肩螺栓批头 TX10	-
许用的清洁工具（例如：抹布）	-
吸尘器	-
刷毛为 33mm 的手刷	0000-351-242
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	需求量
不含减摩物质的防锈剂	-	-
清洁剂 无溶剂，水溶性，不易燃，无腐蚀性，无蒸汽，无制冷剂	-	-

前提条件

- 机器人控制器必须拆卸下来。

工作安全



警告

直流回路电压过高可能导致生命危险

若将机器人控制器关断，多个部件可能在 5 分钟内仍然带电 (60 … 800 V)。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在关断后至少等待 5 分钟，直至直流回路完全放电。

下列部件可能在 5 分钟内仍然带电：

- KSP
- 电机插头的接口和所连接的电机导线

注意**静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏**

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

工作守则

- 在清洁工作时，必须注意遵守清洁剂生产厂家的使用说明。
- 必须防止清洁剂渗入电气部件内。
- 不允许使用压缩空气进行清洁。
- 请勿用水喷射。

10.1.1 关闭机器人控制器**操作步骤**

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。
机器人控制器关机。

10.1.2 打开前门**操作步骤**

1. 将门锁解锁，打开前门。

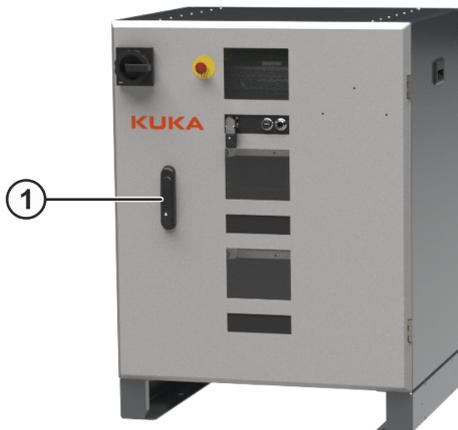


图 10-1: 前门

1 门锁

10.1.3 解锁并拆卸机器人控制器**操作步骤**

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

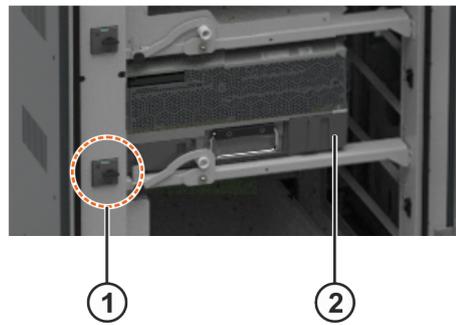


图 10-2: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

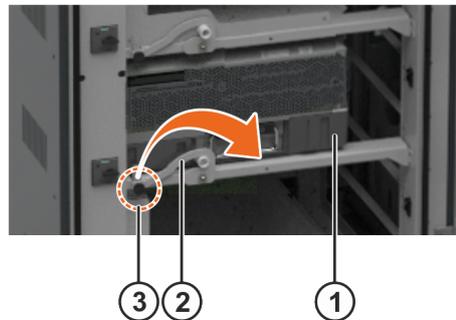


图 10-3: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.1.4 拆卸功率单元外壳罩盖

操作步骤

1. 将机器人控制器翻转过来。
2. 拧松功率单元外壳罩盖上的 22 个 M3x8 梅花螺钉。

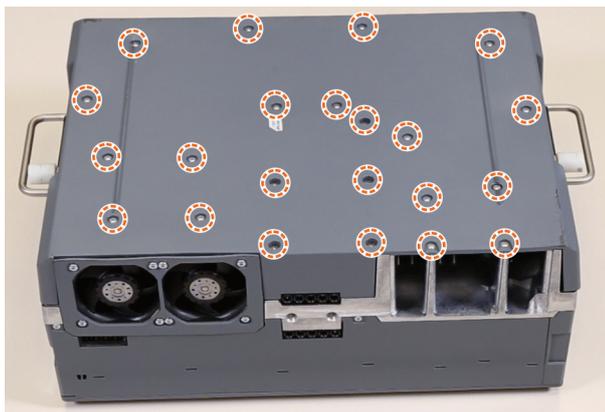


图 10-4: 功率部件外壳罩盖

3. 打开外壳罩盖。

10.1.5 清洁散热片

操作步骤

- 用手刷小心地除去散热片上的灰尘沉积物并抽吸干净。



图 10-5: 散热片

10.1.6 安装功率单元外壳罩盖

操作步骤

1. 放上外壳罩盖。
2. 用 22 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉将外壳罩盖固定在功率单元上。用规定的扭矩拧紧螺钉。

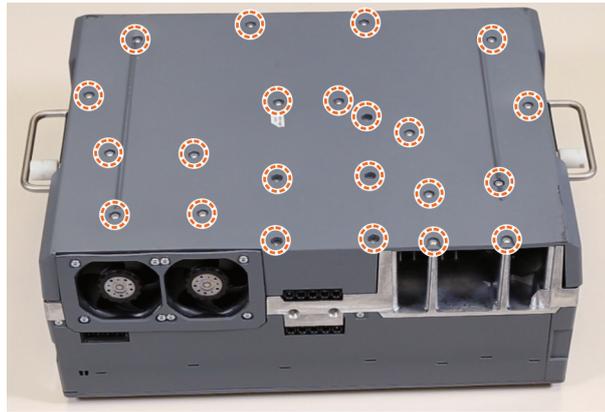


图 10-6: 功率部件外壳罩盖

10.1.7 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

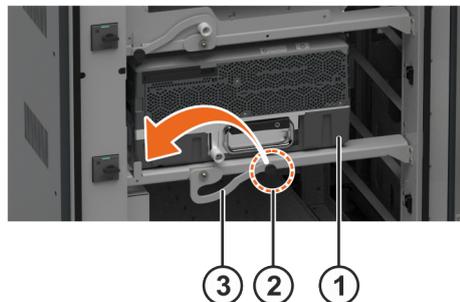


图 10-7: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.1.8 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

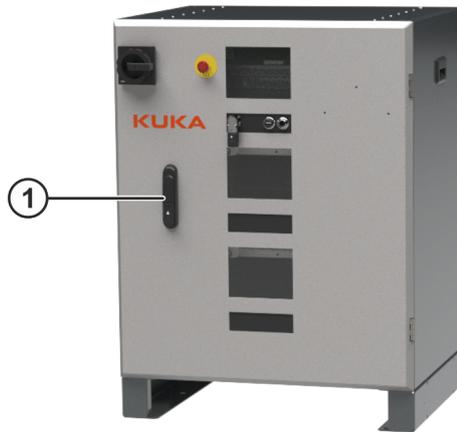


图 10-8: 前门

1 门锁

10.1.9 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.1.10 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> [“概览” 页面 20](#)）

10.2 更换 SSD 硬盘

说明

下一节将说明如何更换 SSD 硬盘。

工作用具

不需要任何工作用具。

材料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
SPP KR C5 SSD 外部 60GB	0000-423-977	1x

前提条件

- SSD 硬盘上有操作系统副本。

劳动安全

不必参考特殊的安全注意事项。

10.2.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.2.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

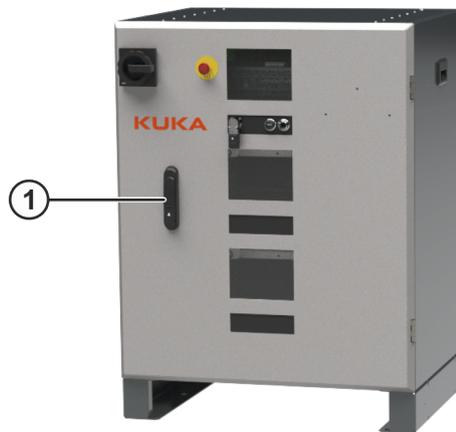


图 10-9: 前门

- 1 门锁

10.2.3 拆卸 SSD 硬盘

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-10: 打开 SSD 插槽

- 1 闭锁装置
- 2 盖板

2. 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
3. 抽出 SSD 硬盘。

10.2.4 安装 SSD 硬盘

操作步骤

1. 将新的 SSD 硬盘尽可能推入 SSD 插槽内。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.2.5 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

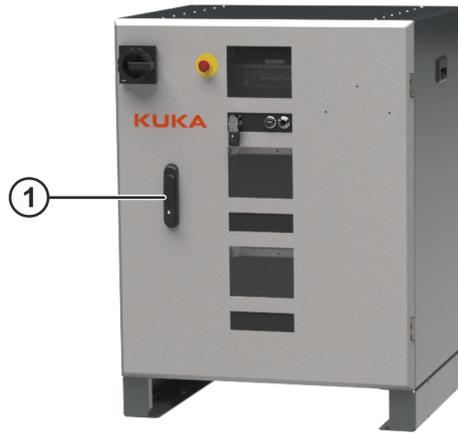


图 10-11: 前门

1 门锁

10.2.6 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.2.7 最后的措施

更换 SSD 硬盘之后，必须执行以下措施：

操作步骤

1. 接通机器人控制器并检查设置。
2. 执行功能测试。

10.3 更换系统板电池

说明

在以下章节中对更换系统板电池进行了说明。

工作设备

需要以下工作工具：

名称	货号
TORX 半圆头凸肩螺栓批头 TX10	-
USB 键盘	-
防静电腕带	0000-121-401

材料

需要以下材料：

名称	货号	数量
锂金属纽扣电池 CR2032	0000-101-677	1 个

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

前提条件

- 机器人控制器必须拆卸下来。

工作安全



警告

直流回路电压过高可能导致生命危险

若将机器人控制器关断，多个部件可能在 5 分钟内仍然带电 (60 ... 800 V)。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在关断后至少等待 5 分钟，直至直流回路完全放电。

下列部件可能在 5 分钟内仍然带电：

- KSP
- 电机插头的接口和所连接的电机导线

注意

静电放电 (ESD) 导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.3.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.3.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

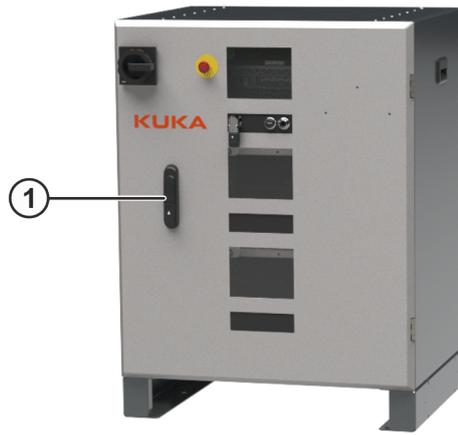


图 10-12: 前门

1 门锁

10.3.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

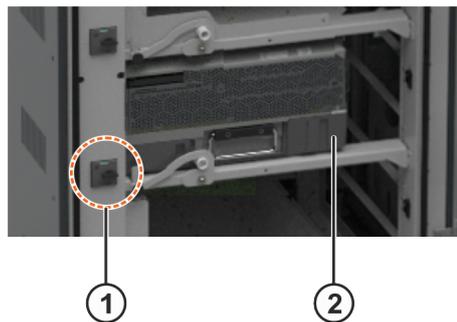


图 10-13: 电机保护开关

1 电机保护开关
2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

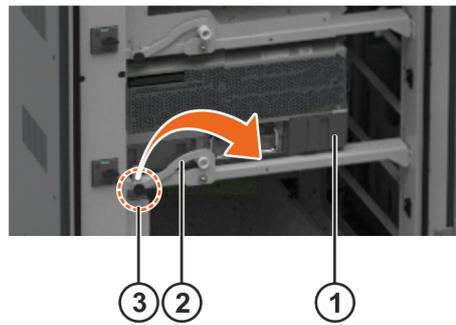


图 10-14: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.3.4 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

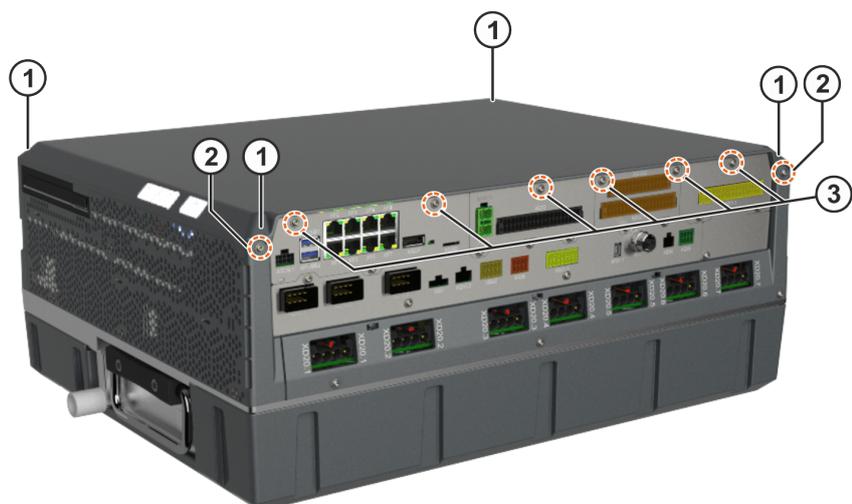


图 10-15: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)

- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)
2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

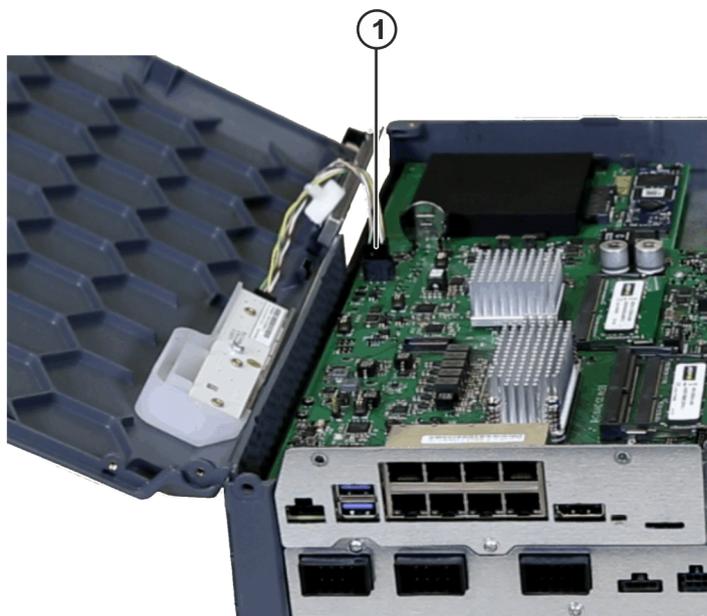


图 10-16: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.3.5 拆下蓄电池

操作步骤

1. 用一把小螺丝刀将蓄电池支架上的保险弹簧向上按压，取出蓄电池。



图 10-17: 纽扣锂电池

- 1 电池

10.3.6 装入蓄电池

操作步骤

1. 给新的蓄电池标注安装日期并将其装入蓄电池支架。保险弹簧在安装蓄电池时必须卡入。

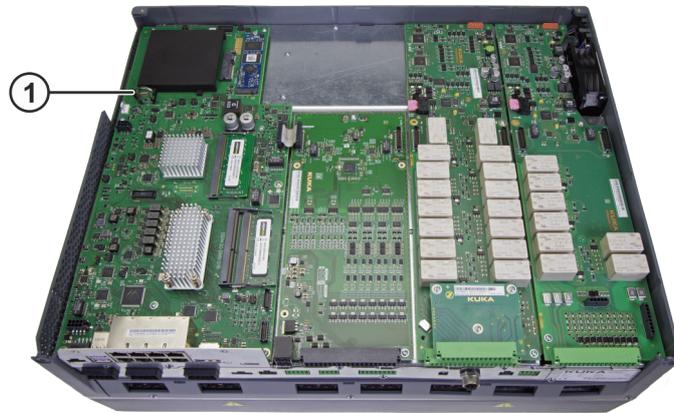


图 10-18: 纽扣锂电池

- 1 电池

10.3.7 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

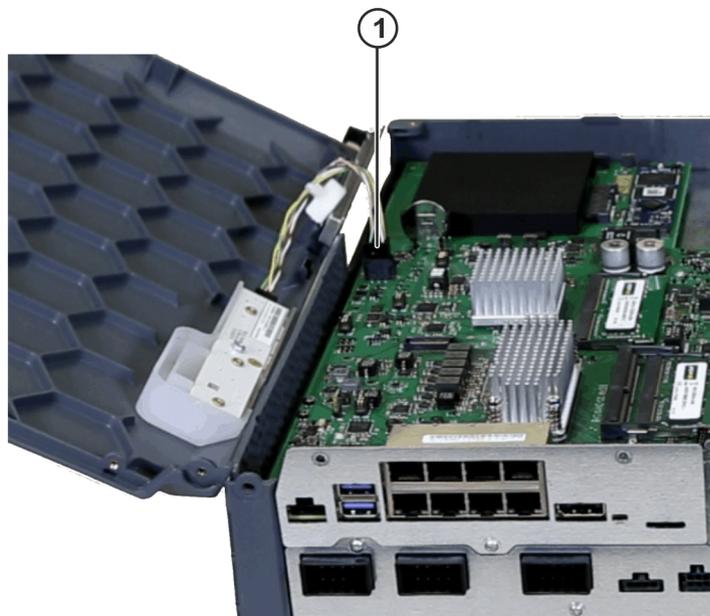


图 10-19: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。

- 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
- 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
- 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

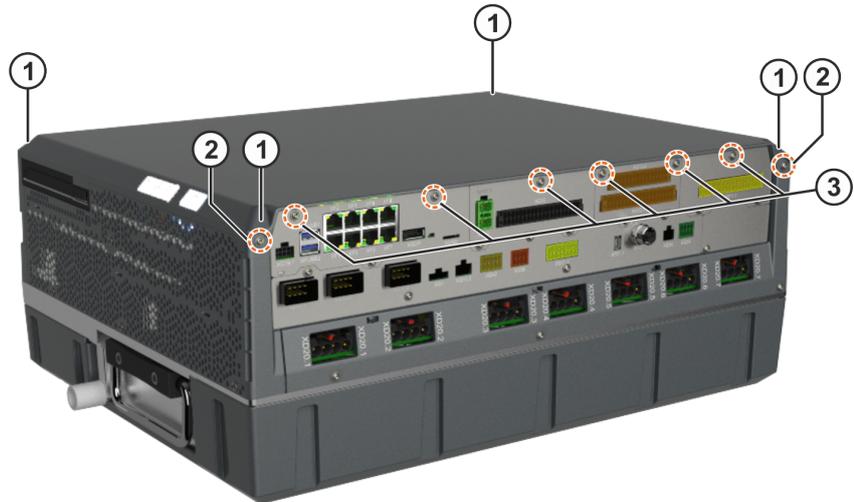


图 10-20: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.3.8 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

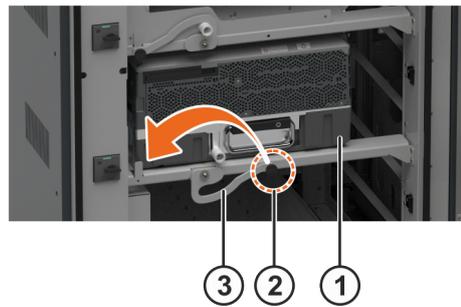


图 10-21：锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.3.9 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

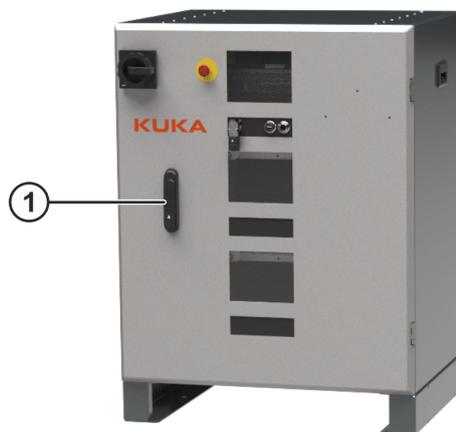


图 10-22：前门

- 1 门锁

10.3.10 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.3.11 最后的措施

更换蓄电池之后，必须执行以下措施：

操作步骤

1. 插上 USB 键盘。
2. 打开 BIOS 菜单。
3. 设置日期和时间。
4. 载入默认值。
5. 执行功能测试。

10.4 更换接口板的扁平保险丝

说明

下一节将说明如何更换 IFBsafeext 接口板和 IFBsafe 接口板上的扁平保险丝。

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
USB 键盘	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
KRC5 S/M/L 保险丝配件套装备件包	0000-380-041	1x

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

前提条件

- 机器人控制器必须拆下。

工作安全



警告

直流回路电压过高可能导致生命危险

若将机器人控制器关断，多个部件可能在 5 分钟内仍然带电 (60 ... 800 V)。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 在关断后至少等待 5 分钟，直至直流回路完全放电。

下列部件可能在 5 分钟内仍然带电：

- KSP
- 电机插头的接口和所连接的电机导线

注意**静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏**

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.4.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。
机器人控制器关机。

10.4.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

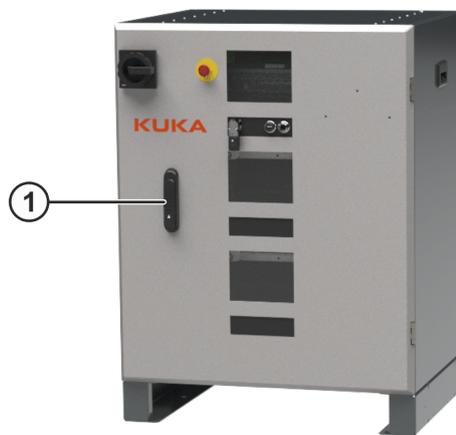


图 10-23: 前门

1 门锁

10.4.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

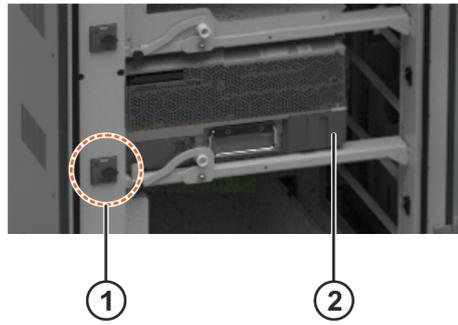


图 10-24: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

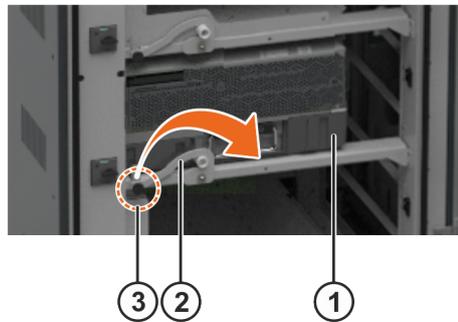


图 10-25: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.4.4 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

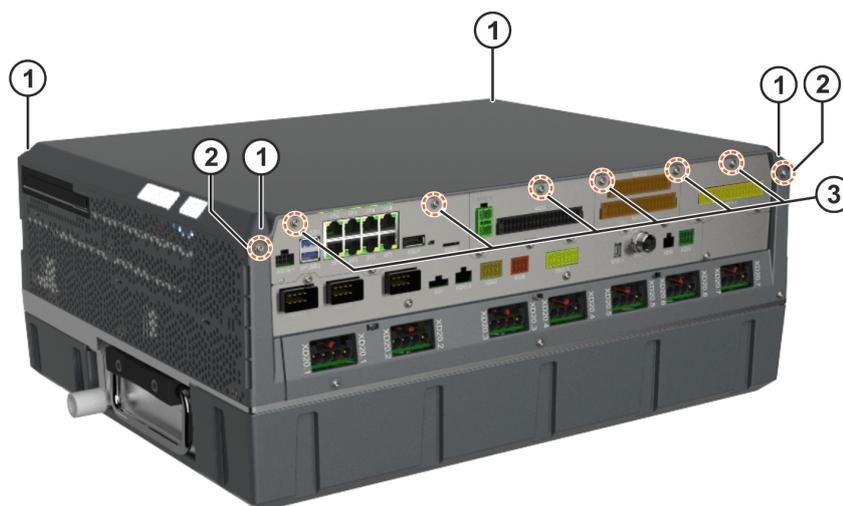


图 10-26: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

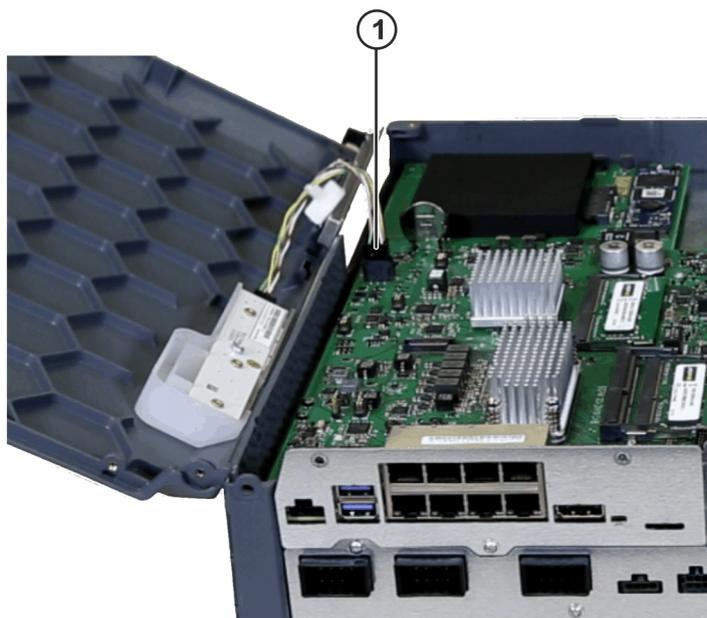


图 10-27: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.4.5 拆下扁平保险丝

操作步骤

1. 从相应的接口板支架中取出扁平保险丝。

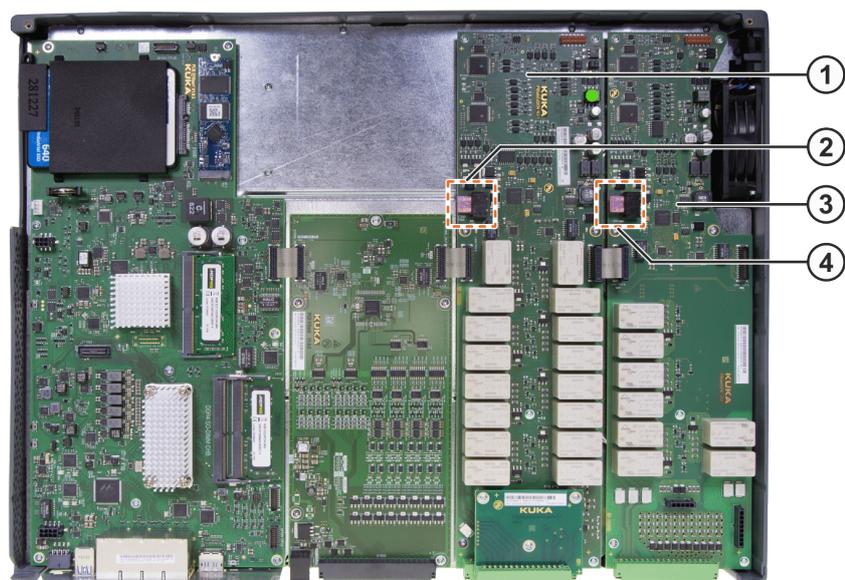


图 10-28: 扁平保险丝

- 1 IFBsafeext 接口板
- 2 扁平保险丝
- 3 IFBsafe 接口板
- 4 扁平保险丝

10.4.6 装入扁平保险丝

操作步骤

1. 装入新的扁平保险丝。

注意

仅使用合适的保险丝

使用不正确的保险丝可能会电子元件损坏。

- 只能用具有相同安培值的新保险丝更换损坏的保险丝。

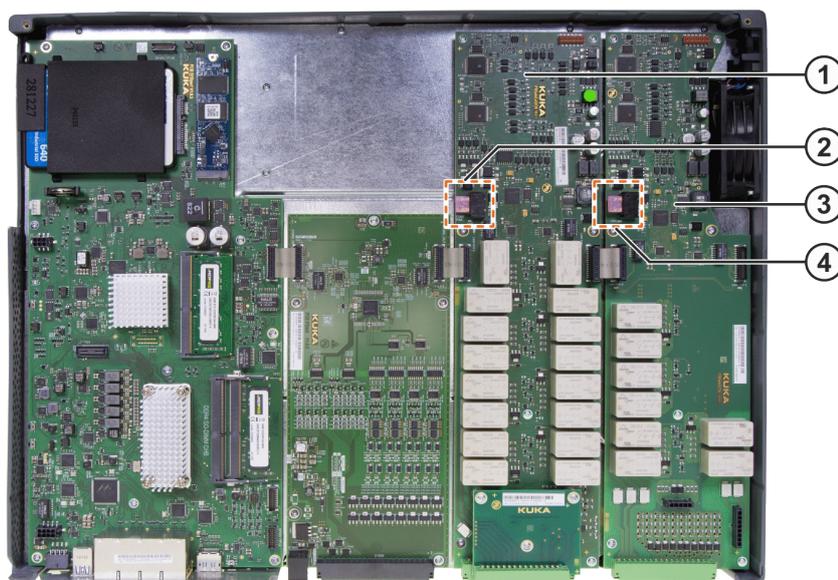


图 10-29: 扁平保险丝

- 1 IFBsafeext 接口板
- 2 扁平保险丝
- 3 IFBsafe 接口板
- 4 扁平保险丝

10.4.7 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

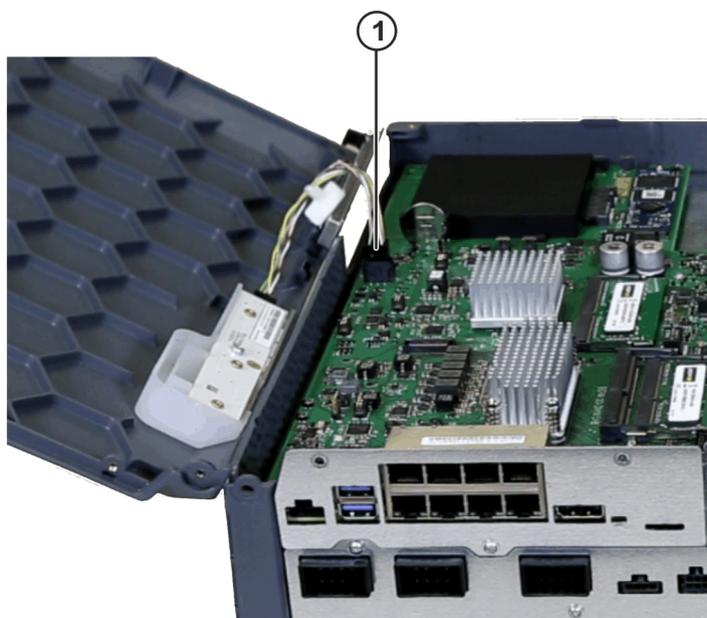


图 10-30: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。

3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

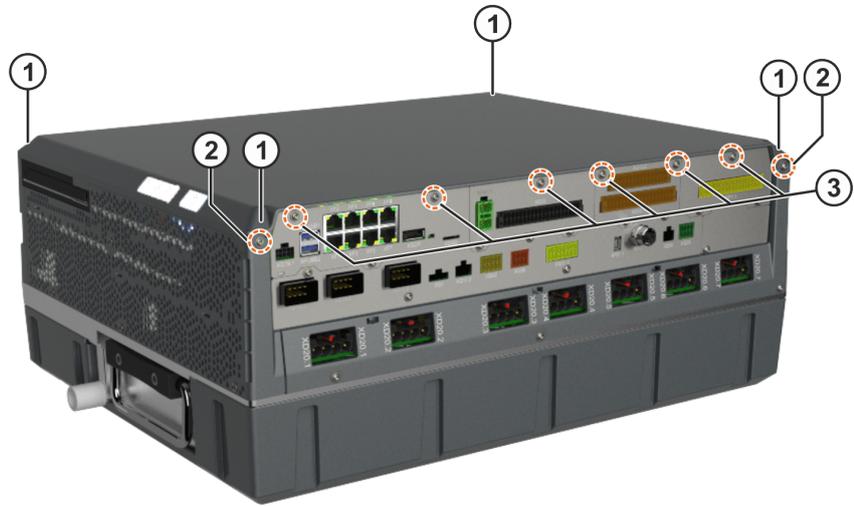


图 10-31: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.4.8 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

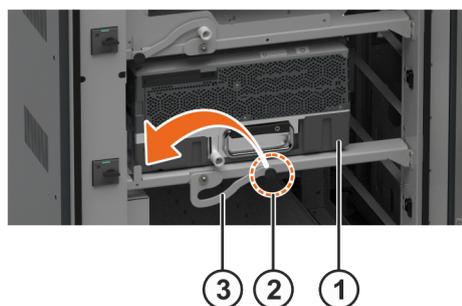


图 10-32：锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.4.9 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。



图 10-33：前门

- 1 门锁

10.4.10 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.4.11 最后的措施

更换蓄电池之后，必须执行以下措施：

操作步骤

1. 插上 USB 键盘。
2. 打开 BIOS 菜单。
3. 设置日期和时间。
4. 载入默认值。
5. 执行功能测试。

10.5 接口板 FBG_IFBSafeSION 更换

说明

下一节将说明如何更换 FBG_IFBSafeSION (IFBSafe)。

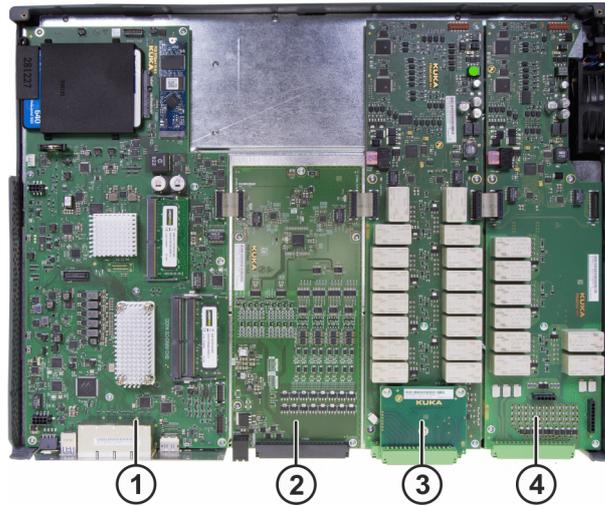


图 10-34: 全部配置概览

- 1 系统板
- 2 IFBstd 接口板
- 3 IFBSafeext 接口板
- 4 IFBSafe 接口板

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
IFBSafe 备件包	0000-372-417	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.5.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.5.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

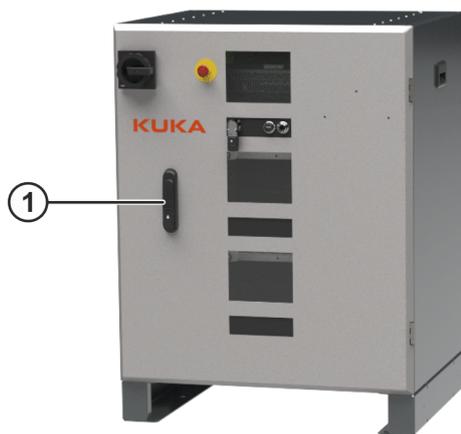


图 10-35: 前门

1 门锁

10.5.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

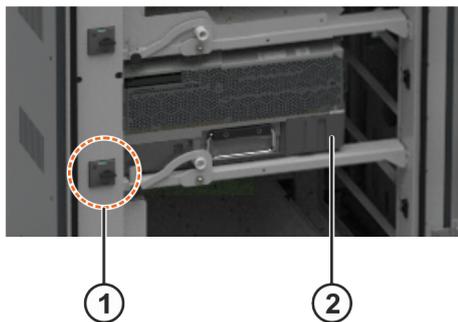


图 10-36: 电机保护开关

1 电机保护开关
2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

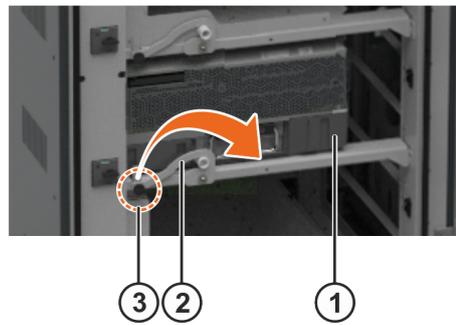


图 10-37: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.5.4 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-38: 打开 SSD 插槽

- 1 闭锁装置
- 2 盖板

2. 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
3. 如有：抽出 SSD 硬盘。

10.5.5 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

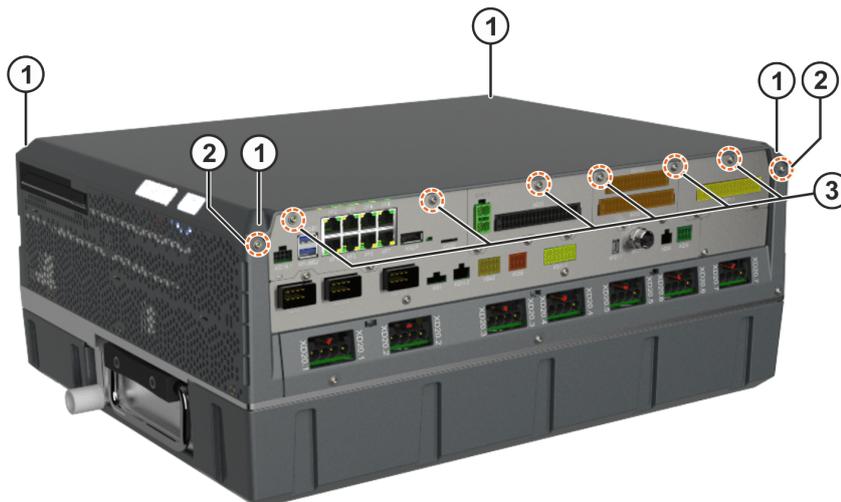


图 10-39: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

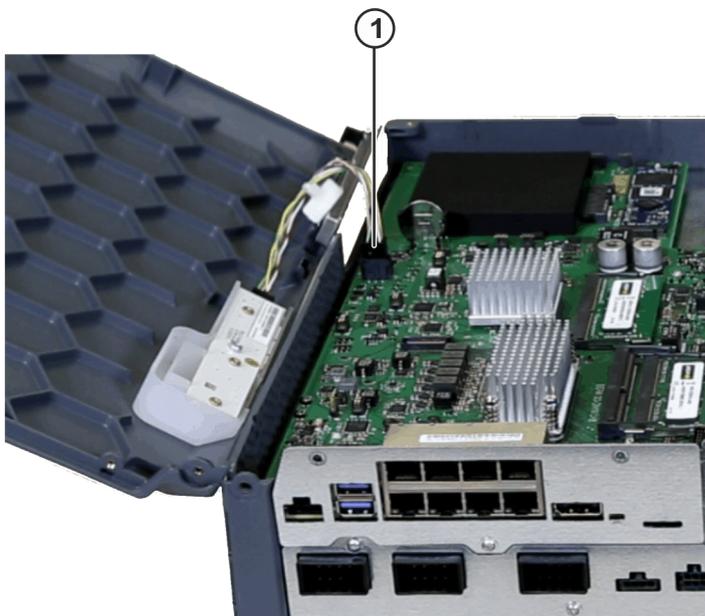


图 10-40: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.5.6 拆卸“safe”接口板

操作步骤

1. 根据配备的不同，拔下接口板安全上的 1 或 2 根扁平排线。

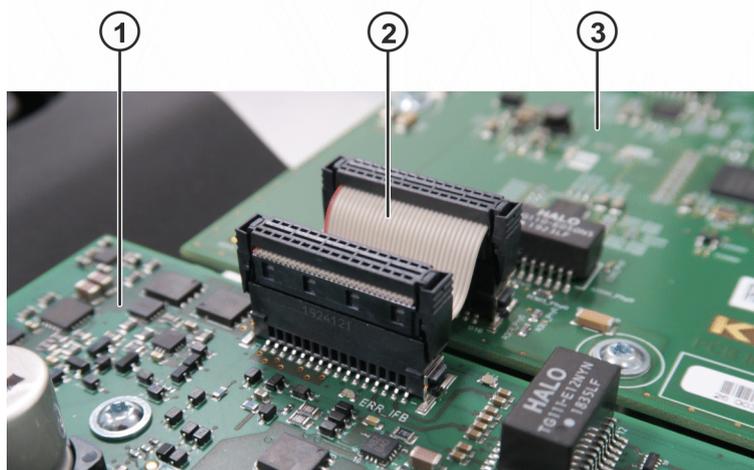


图 10-41: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

2. 将 7 个 M3x8 梅花螺钉从接口板（位置 7）上拧下。

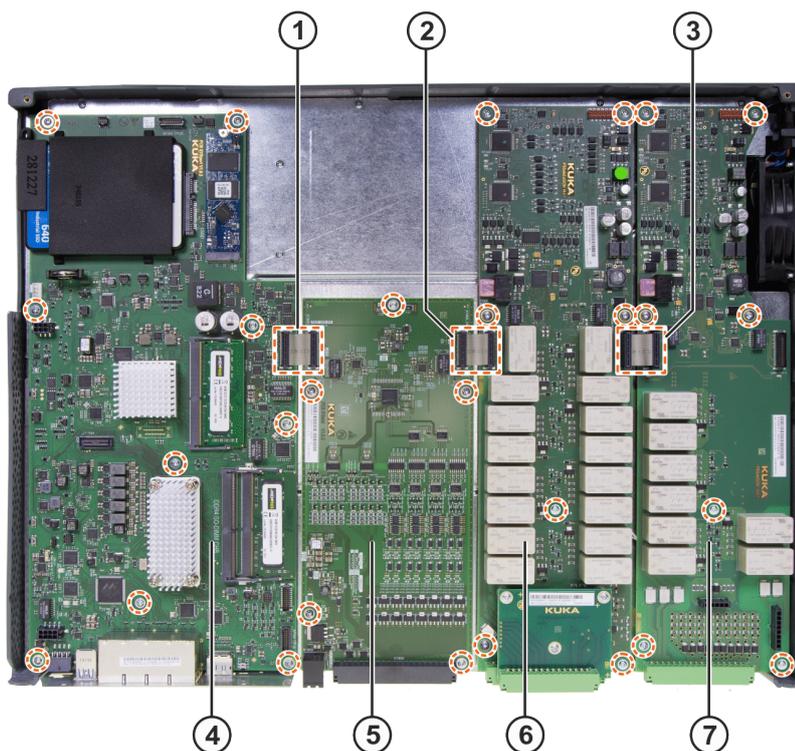


图 10-42: 螺钉和扁平排线（示例）

- 1 扁平排线
- 2 扁平排线
- 3 扁平排线
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板
- 6 IFBsafeext 接口板
- 7 IFBsafe 接口板

3. 小心地取出“safe”接口板。

10.5.7 安装“safe”接口板

操作步骤

1. 插入“safe”接口板。
2. 用 7 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉固定接口板。用规定的扭矩拧紧螺钉。

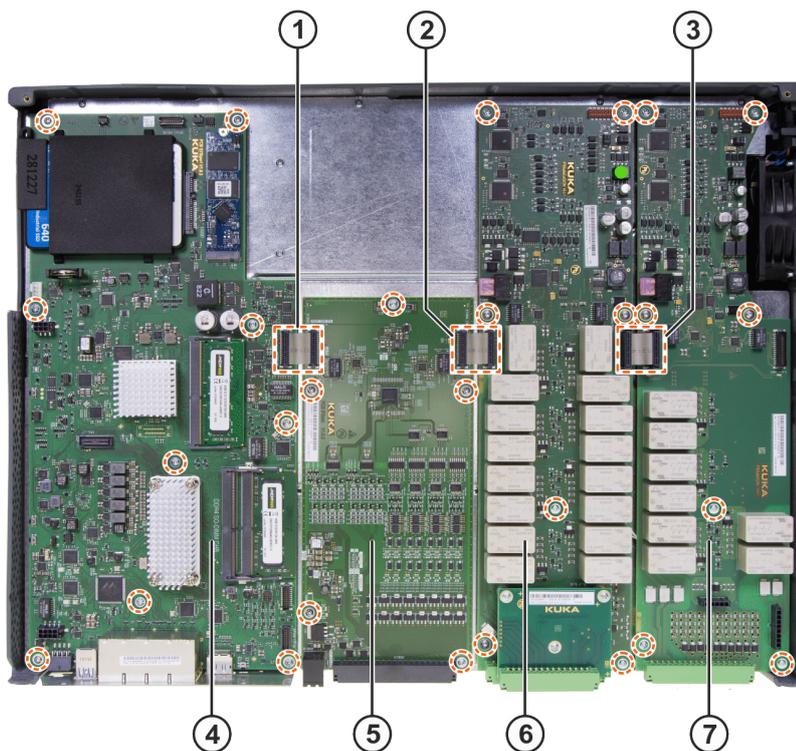


图 10-43: 螺钉和扁平排线 (示例)

- 1 扁平排线
- 2 扁平排线
- 3 扁平排线
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板
- 6 IFBsafeext 接口板
- 7 IFBsafe 接口板

3. 根据配备的不同，将 1 或 2 根扁平排线插在“safe”接口板上。

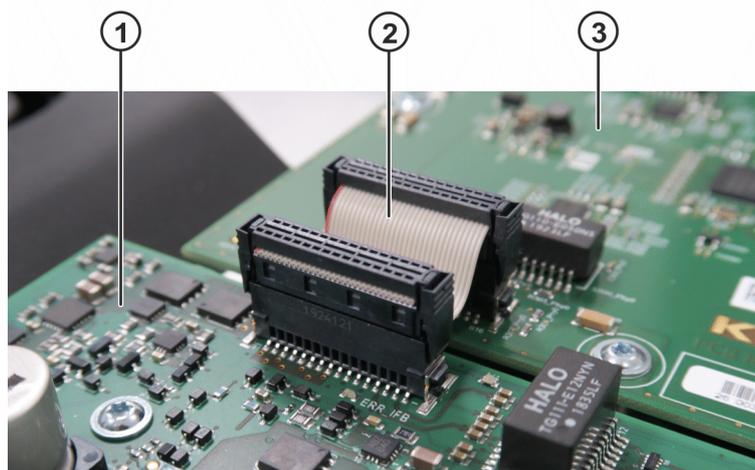


图 10-44: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.5.8 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

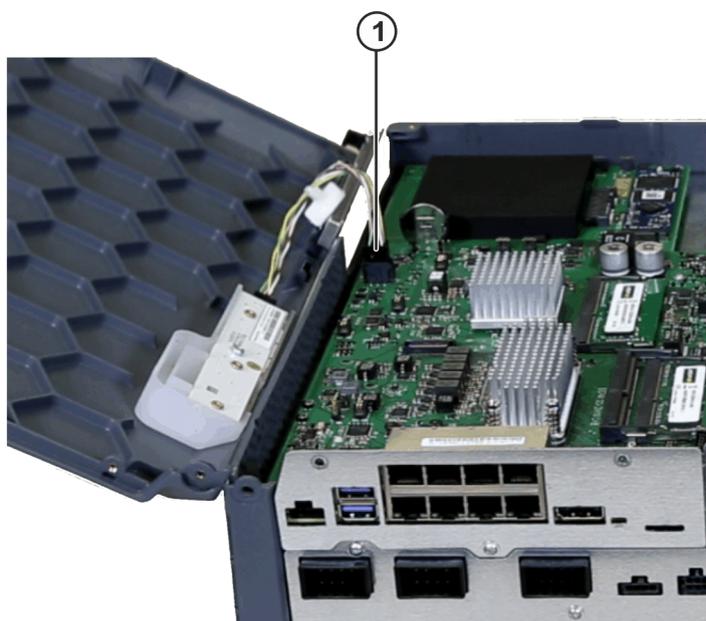


图 10-45: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

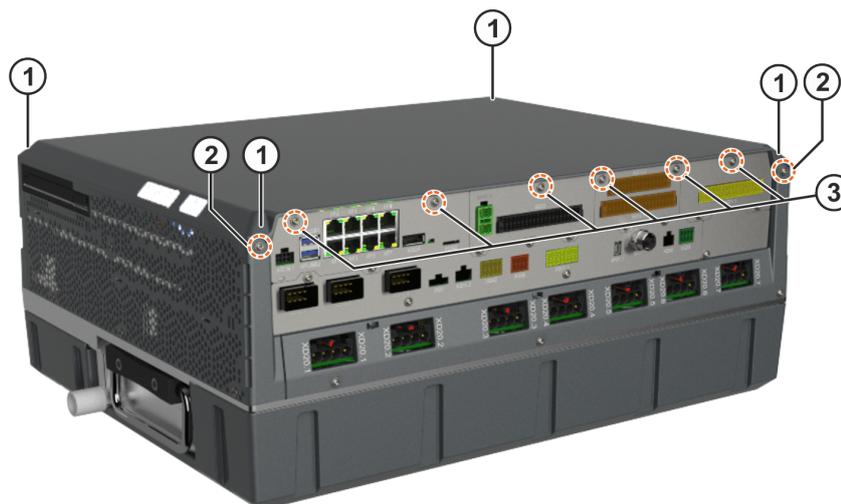


图 10-46: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.5.9 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.5.10 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

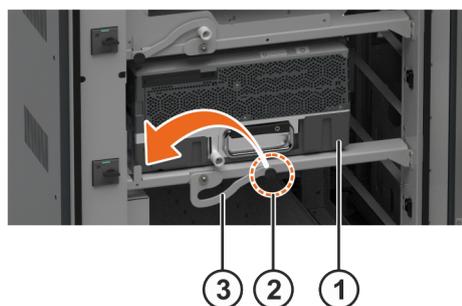


图 10-47: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.5.11 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。



图 10-48: 前门

- 1 门锁

10.5.12 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.5.13 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> “概览” 页面 20）

10.6 更换“safe extended”接口板

说明

以下工作指南将说明如何更换“safe extended”接口板（IFBsafeext）。

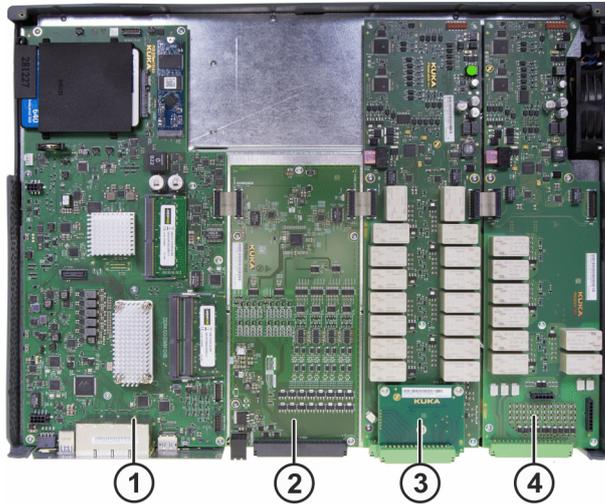


图 10-49: 全部配置概览

- 1 系统板
- 2 IFBstd 接口板
- 3 IFBsafeext 接口板
- 4 IFBsafe 接口板

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
IFBsafeExt 备件包	0000-372-418	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见： (>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.6.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。
机器人控制器关机。

10.6.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

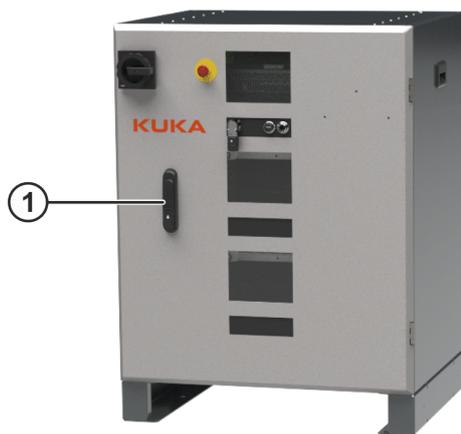


图 10-50: 前门

1 门锁

10.6.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

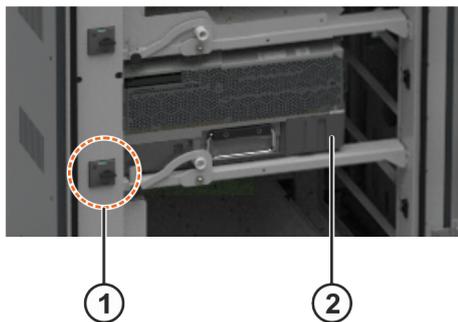


图 10-51: 电机保护开关

1 电机保护开关
2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

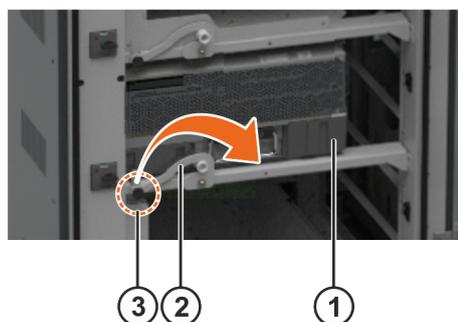


图 10-52: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.6.4 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-53: 打开 SSD 插槽

- 1 闭锁装置
- 2 盖板

2. 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
3. 如有：抽出 SSD 硬盘。

10.6.5 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

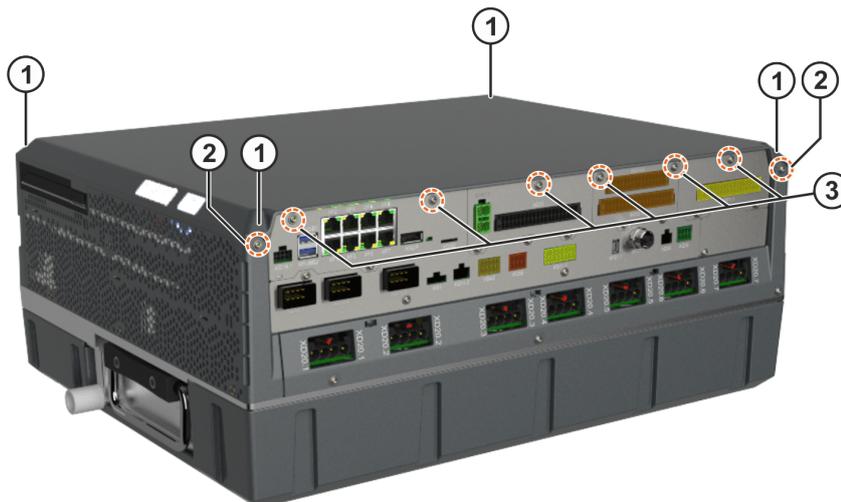


图 10-54: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

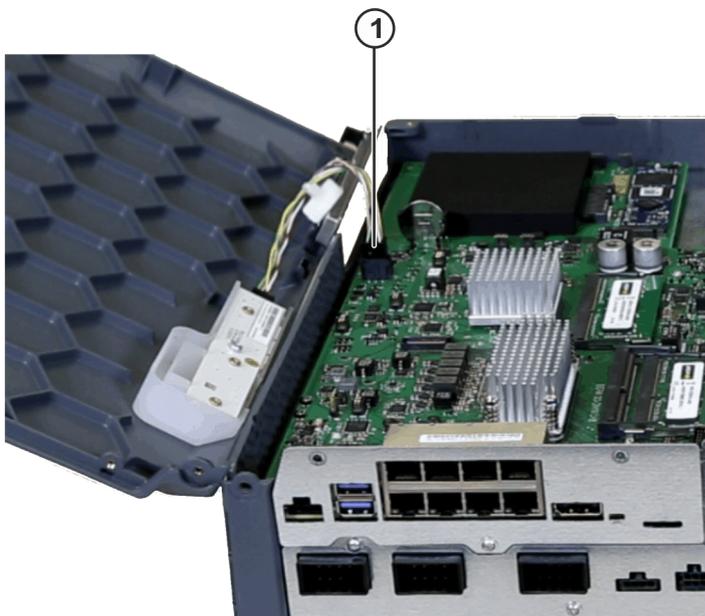


图 10-55: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.6.6 拆卸“safe extended”接口板

操作步骤

1. 根据配备的不同，拔下“safe extended”接口板上的 1 根或 2 根扁平排线。

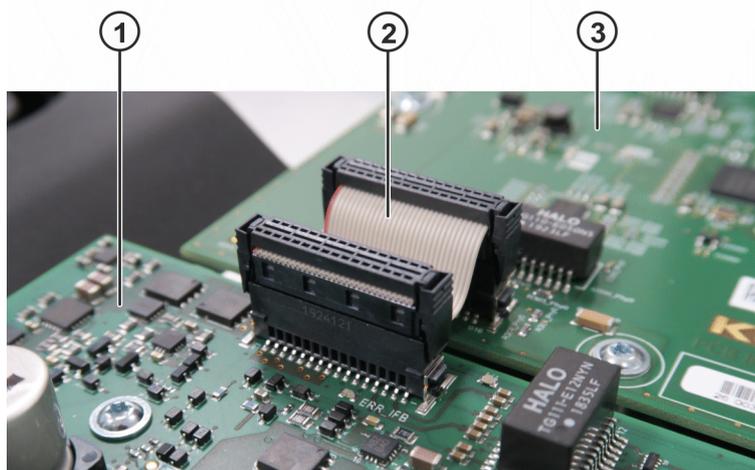


图 10-56: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

2. 将 7 个 M3x8 梅花螺钉从接口板（位置 6）上拧下。

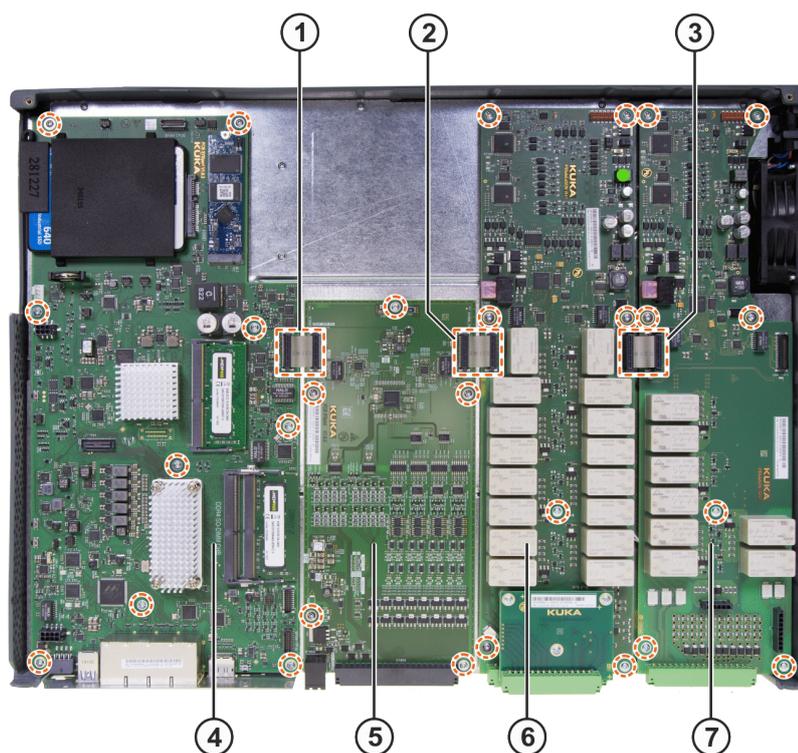


图 10-57: 螺钉和扁平排线（示例）

- 1 扁平排线
- 2 扁平排线
- 3 扁平排线
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板
- 6 IFBsafeext 接口板
- 7 IFBsafe 接口板

3. 小心地拆下“safe extended”接口板。

10.6.7 安装“safe extended”接口板

操作步骤

1. 更换“safe extended”接口板
2. 用 7 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉固定接口板。用规定的扭矩拧紧螺钉。

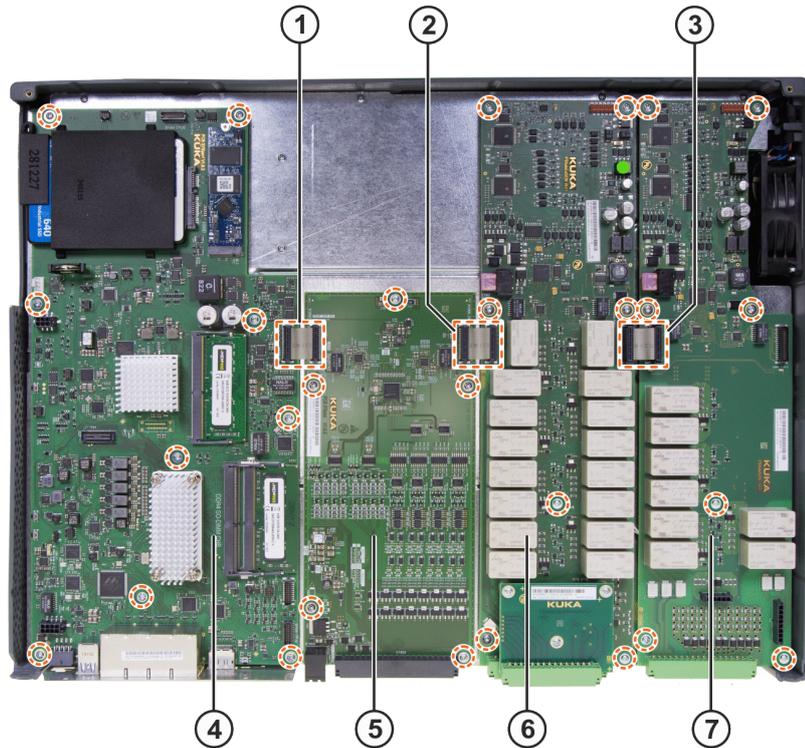


图 10-58: 螺钉和扁平排线 (示例)

- 1 扁平排线
- 2 扁平排线
- 3 扁平排线
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板
- 6 IFBsafeext 接口板
- 7 IFBsafe 接口板

3. 根据配备的不同, 将 1 或 2 根扁平排线插在“safe extended”接口板上。

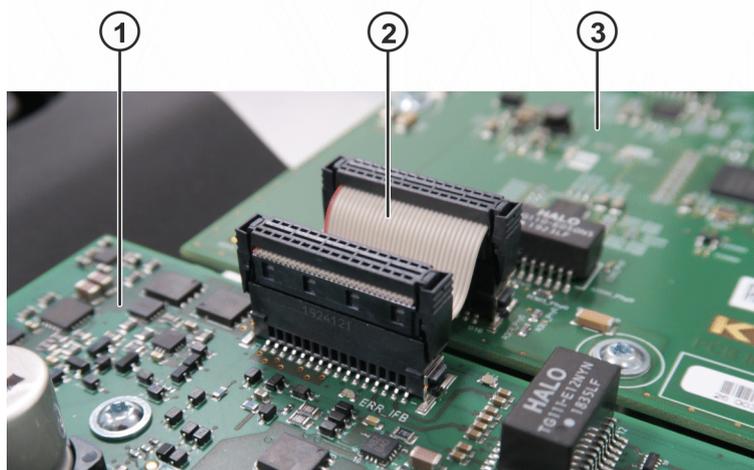


图 10-59: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.6.8 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

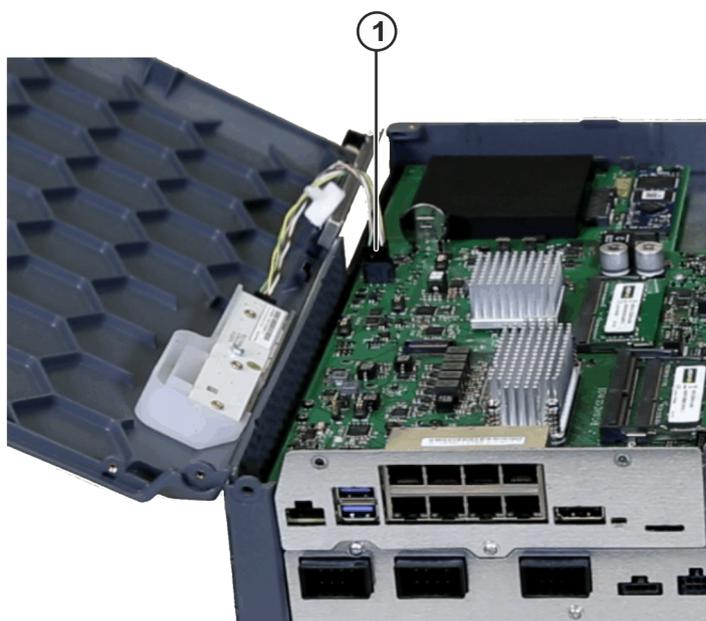


图 10-60: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

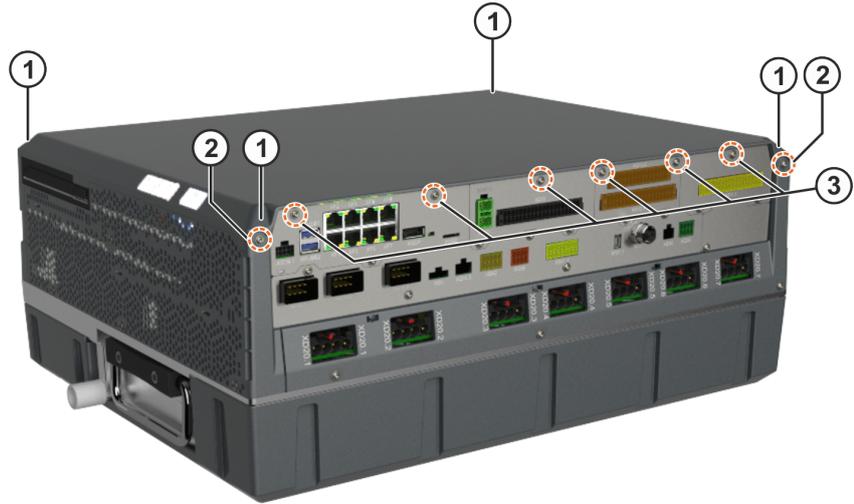


图 10-61: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.6.9 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.6.10 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

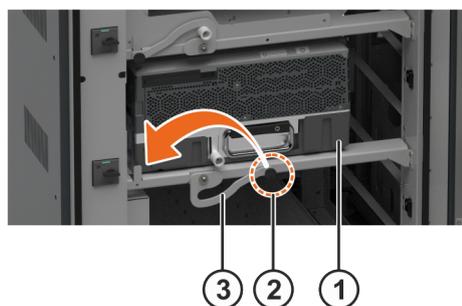


图 10-62: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.6.11 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。



图 10-63: 前门

- 1 门锁

10.6.12 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.6.13 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。 (>>> “概览” 页面 20)

10.7 更换“standard”接口板

说明

以下工作指南将说明如何更换“standard”接口板 (IFBstd)。

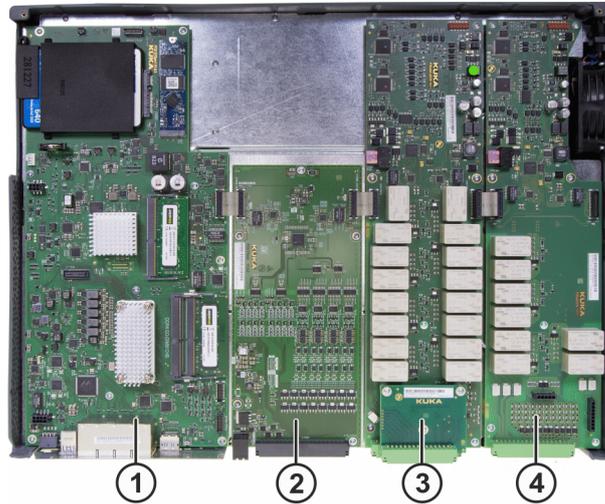


图 10-64: 全部配置概览

- 1 系统板
- 2 IFBstd 接口板
- 3 IFBsafeext 接口板
- 4 IFBsafe 接口板

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
标准型接口板备件包, IFB Std	0000-338-239	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见： (>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.7.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.7.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。



图 10-65: 前门

1 门锁

10.7.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

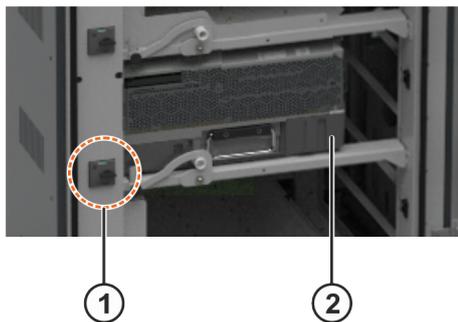


图 10-66: 电机保护开关

1 电机保护开关
2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

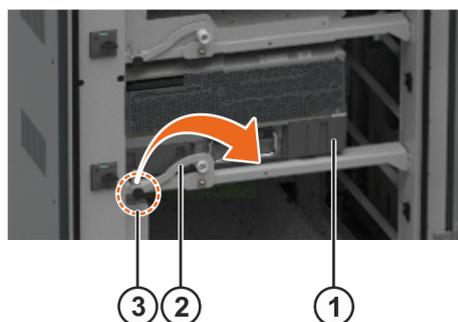


图 10-67: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.7.4 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-68: 打开 SSD 插槽

- 1 闭锁装置
- 2 盖板

2. 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
3. 如有：抽出 SSD 硬盘。

10.7.5 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

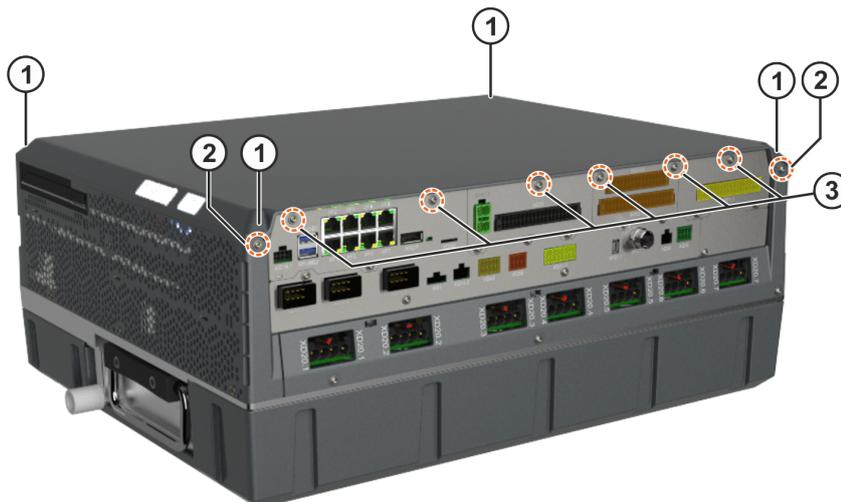


图 10-69: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

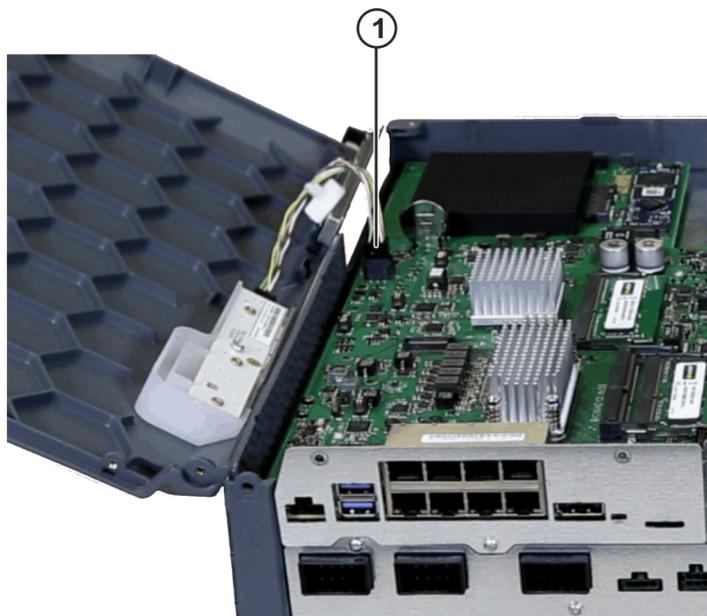


图 10-70: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.7.6 拆卸“standard”接口板

操作步骤

1. 根据配备的不同，拔下“standard”接口板上的 1 或 2 根扁平排线。

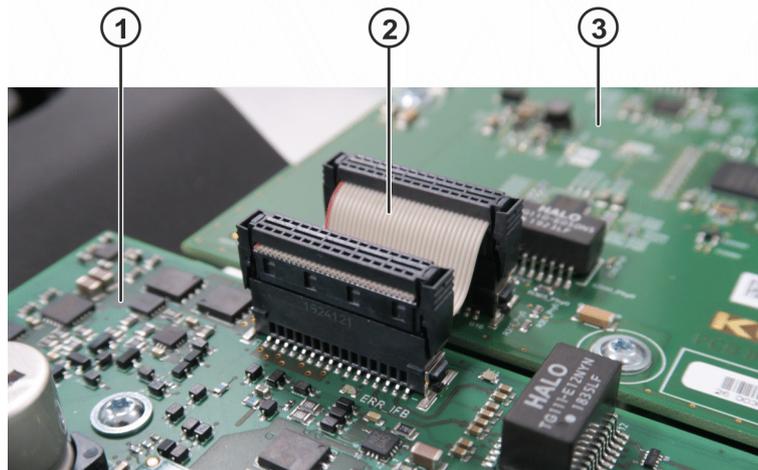


图 10-71: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

2. 将 5 个 M3x6 梅花螺钉从接口板（位置 5）上拧下。

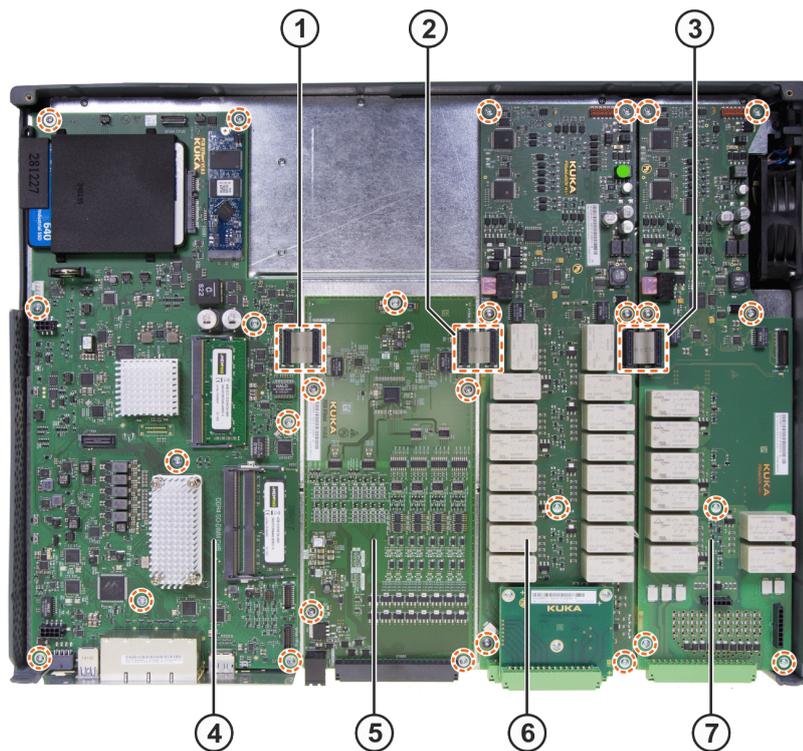


图 10-72: 螺钉和扁平排线（示例）

- 1 扁平排线
- 2 扁平排线
- 3 扁平排线
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板
- 6 IFBsafeext 接口板
- 7 IFBsafe 接口板

3. 小心地取出接口板。

10.7.7 安装“standard”接口板

操作步骤

1. 插入“standard”接口板。
2. 用 5 个 M3x6-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉固定接口板。用规定的扭矩拧紧螺钉。

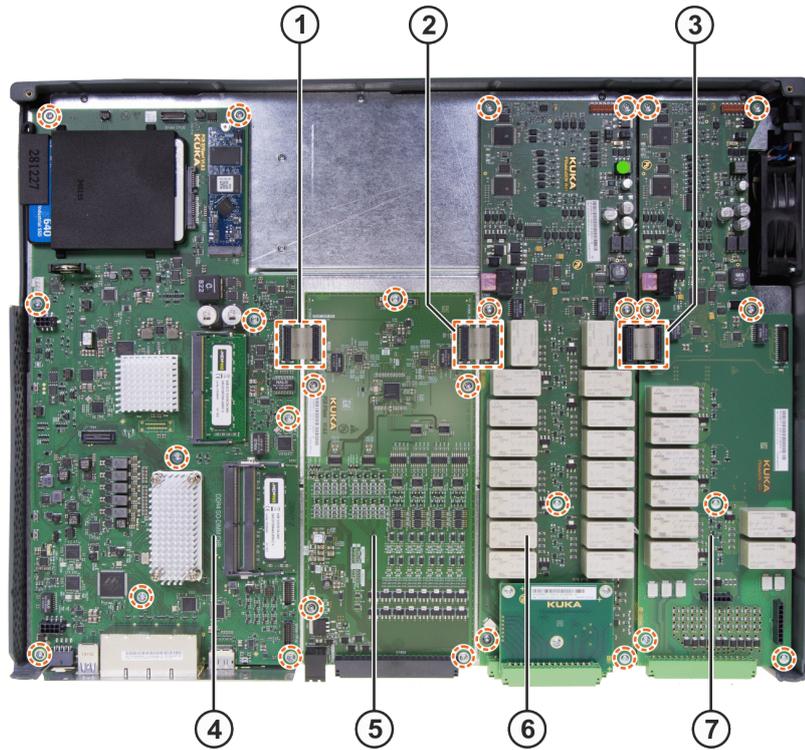


图 10-73: 螺钉和扁平排线 (示例)

- 1 扁平排线
- 2 扁平排线
- 3 扁平排线
- 4 SYBperf 系统板
- 5 IFBstd 接口板
- 6 IFBsafeext 接口板
- 7 IFBsafe 接口板

3. 根据配备的不同, 将 1 或 2 根扁平排线插在“standard”接口板上插。

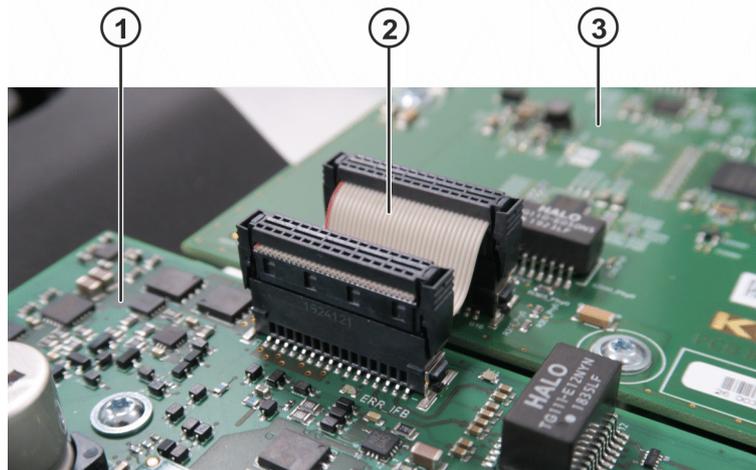


图 10-74: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.7.8 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

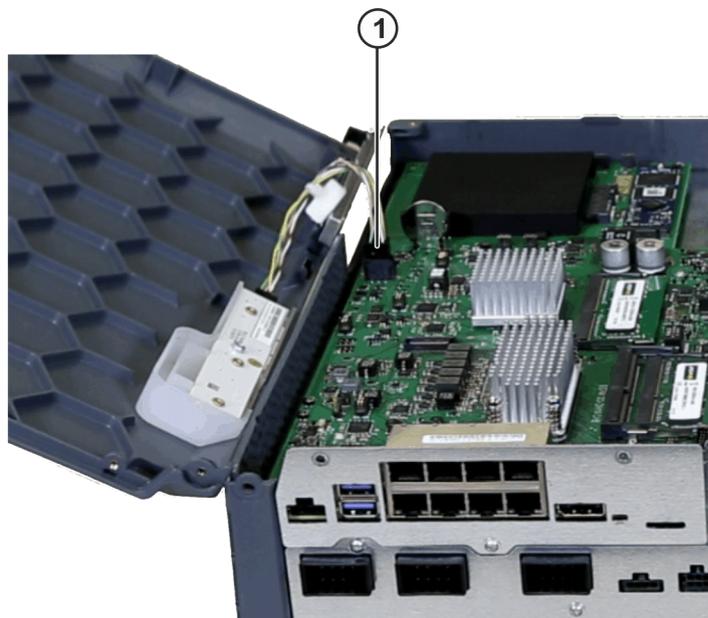


图 10-75: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

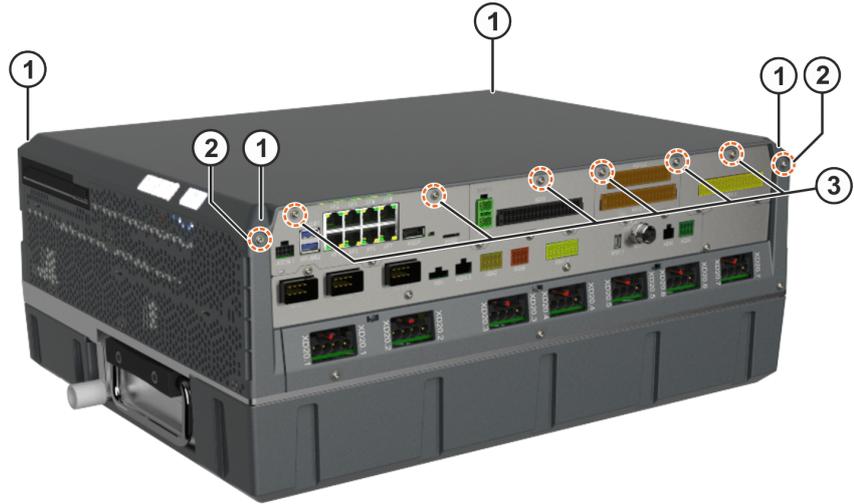


图 10-76: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.7.9 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.7.10 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

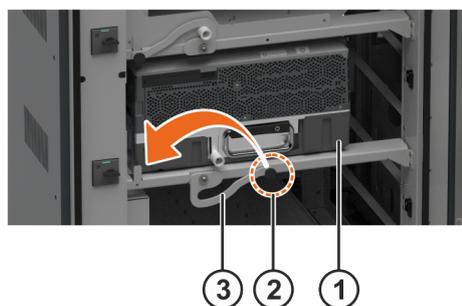


图 10-77: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.7.11 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。



图 10-78: 前门

- 1 门锁

10.7.12 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.7.13 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。 (>>> “概览” 页面 20)

10.8 更换系统板

说明

以下章节将说明如何更换机器人控制器 控制系统 KR C5 的系统板。

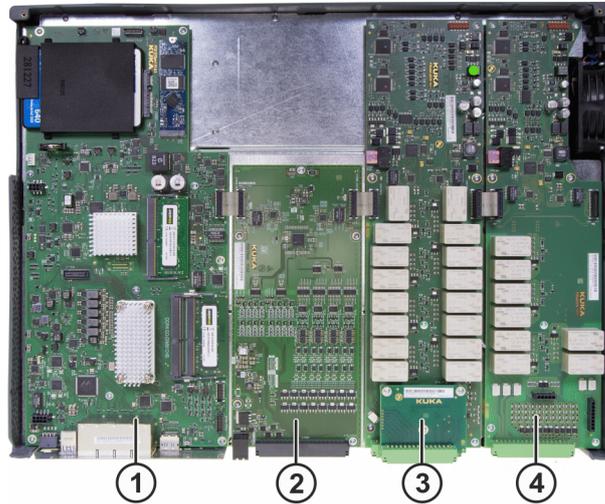


图 10-79: 全部配置概览

- 1 系统板
- 2 IFBstd 接口板
- 3 IFBsafeext 接口板
- 4 IFBsafe 接口板

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
SPP SML SysPerform 整套，带 4/4GB M. 2	0000-372-438	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内

- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.8.1 关闭机器人控制器

操作步骤

- 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.8.2 打开前门

操作步骤

- 将门锁解锁，打开前门。

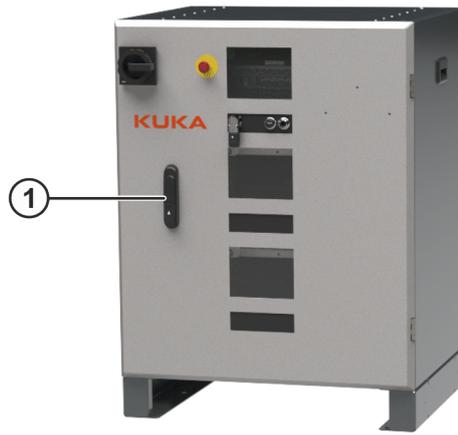


图 10-80: 前门

1 门锁

10.8.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

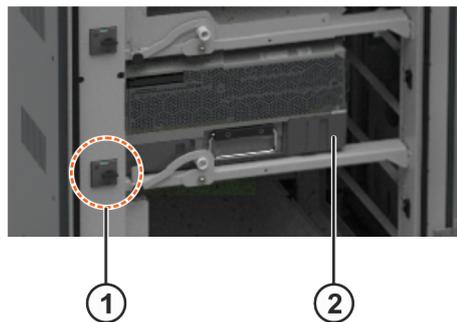


图 10-81: 电机保护开关

1 电机保护开关
2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

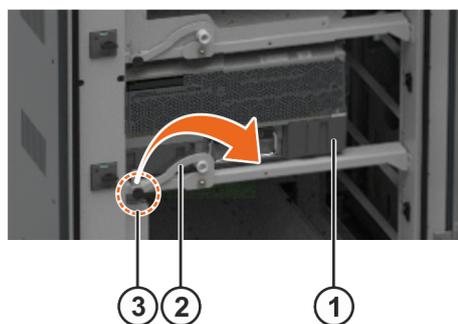


图 10-82: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.8.4 取出 microSD 卡

操作步骤

1. 取出 microSD 卡。



图 10-83: microSD 卡

- 1 microSD 卡

10.8.5 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。

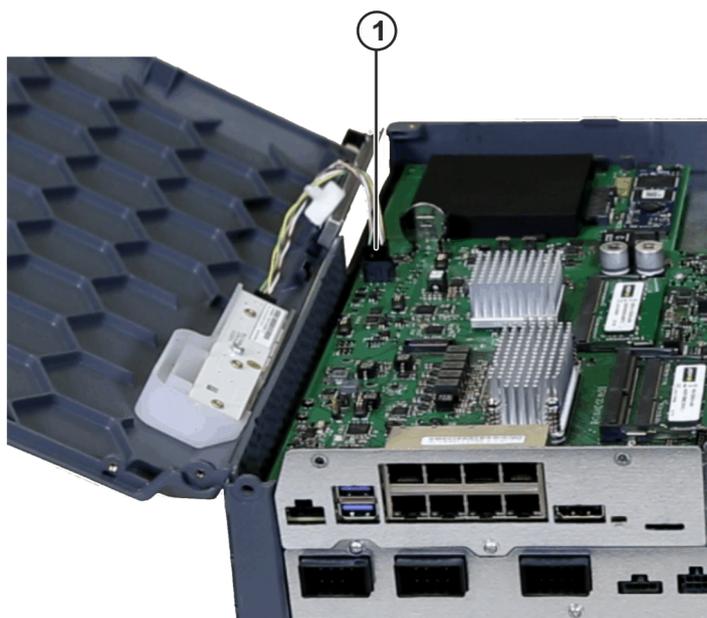


图 10-86: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.8.7 拔下插头连接

操作步骤

1. 拔下系统板上的扁平排线 X1000。

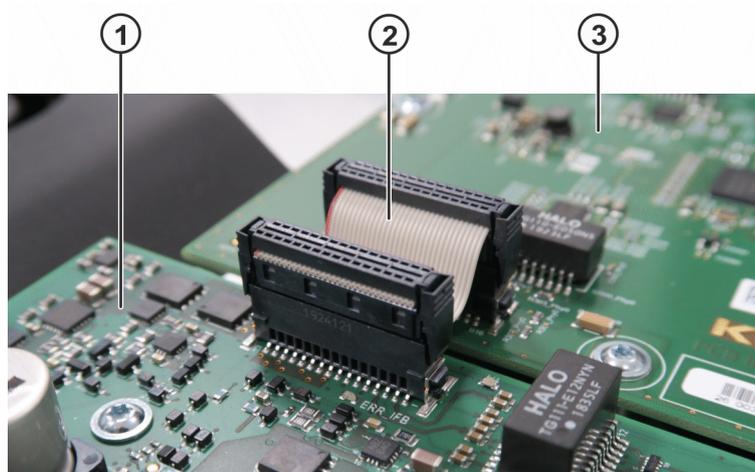


图 10-87: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.8.8 拆卸系统板

操作步骤

1. 将 9 个 M3x8-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉从系统板上拧下。

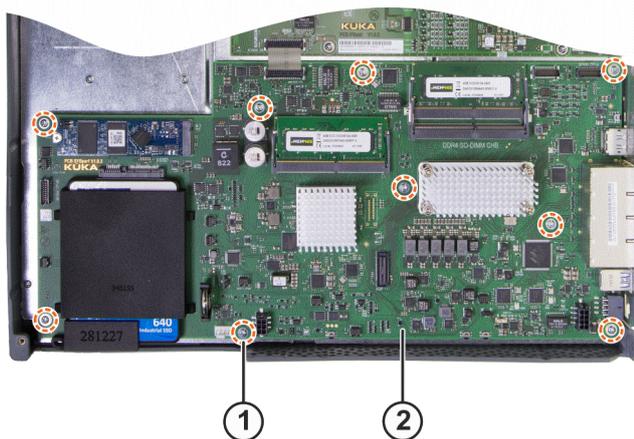


图 10-88：系统板的固定

- 1 M3x8-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉（9 个）
- 2 系统板

2. 小心地取出系统板。



系统板通过垂直安装的电路板与功率单元连接。注意确保防止其损坏。

10.8.9 安装系统板

操作步骤

1. 小心地插入系统板。确保系统板下侧垂直安装的功率单元连接板没有倾斜或损坏。
2. 用 9 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉将系统板固定。用规定的扭矩拧紧螺钉。

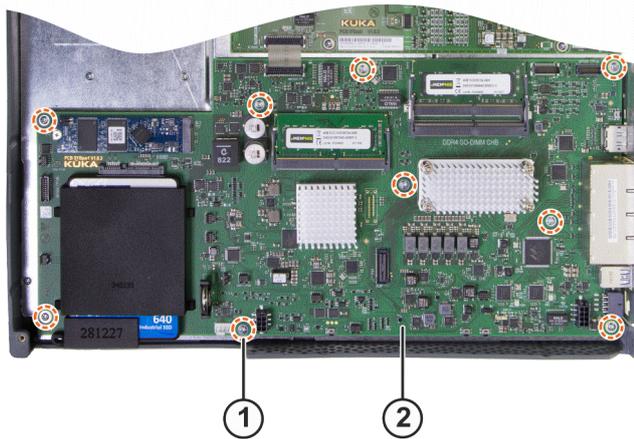


图 10-89：系统板的固定

- 1 M3x8-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉（9 个）
- 2 系统板

10.8.10 插上插头连接

操作步骤

1. 将扁平排线 X1000 插到系统板上。

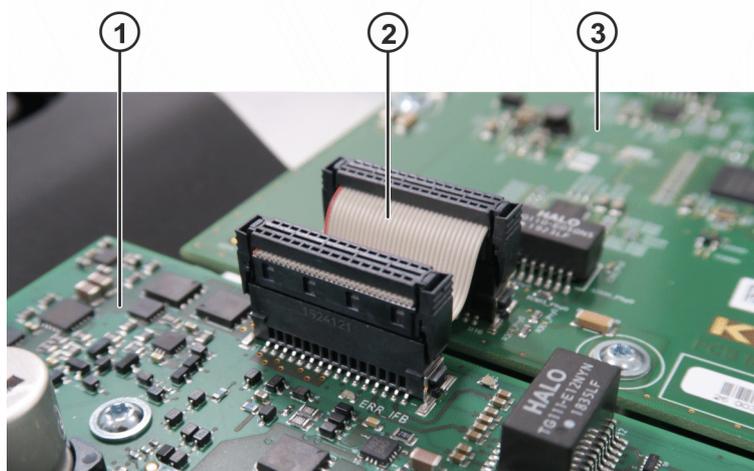


图 10-90: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.8.11 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

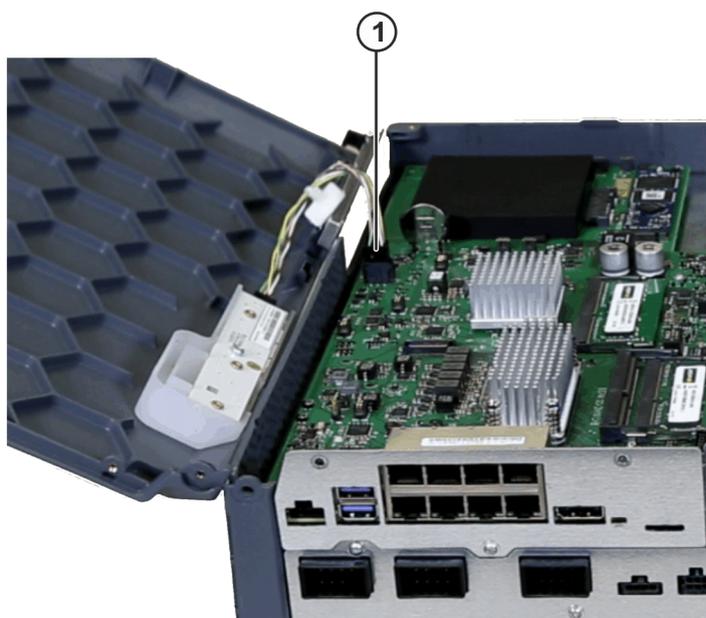


图 10-91: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上：拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

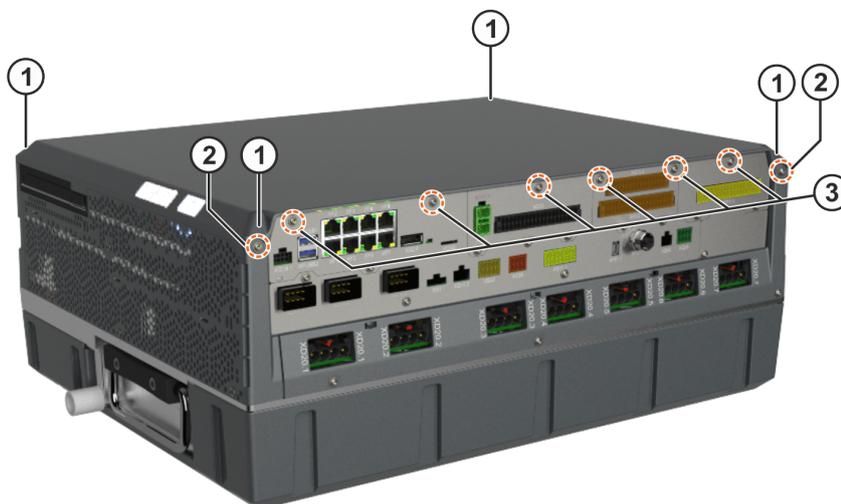


图 10-92: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.8.12 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.8.13 安装 microSD 卡

操作步骤

1. 安装 microSD 卡。确保 microSD 卡有触点的一面朝上。



图 10-93: microSD 卡

- 1 microSD 卡

10.8.14 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

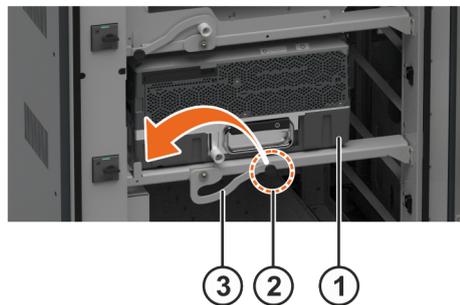


图 10-94: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.8.15 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

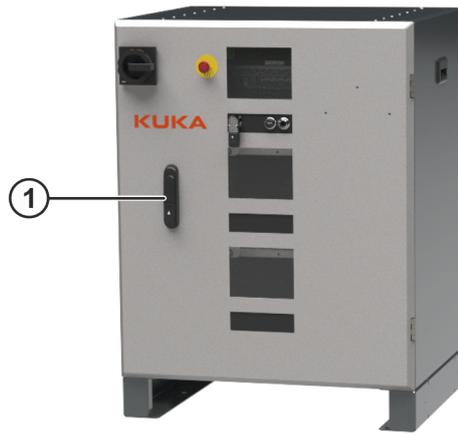


图 10-95: 前门

1 门锁

10.8.16 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.8.17 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> [“概览” 页面 20](#)）

10.9 更换内部 SSD 存储器

说明

以下工作指南将说明如何更换内部 SSD 存储器。内部 SSD 存储器安装在系统板上。



图 10-96: 内存和内部 SSD 存储器

- 1 内部 SSD 存储器
- 2 DDR4 SODIMM ECC 4 GB 内存
- 3 DDR3L SODIMM 4 GB 内存 (Basic 或 Performance)

工作用具

需要以下工作用具:

名称	物料号
PH 1x80 mm 十字螺丝刀	-
TX10 梅花螺丝刀	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料:

名称	物料号	数量
SSD m.2 60GB SATA3 2280	0000-332-690	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内

- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见： (>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.9.1 关闭机器人控制器

操作步骤

- 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.9.2 打开前门

操作步骤

- 将门锁解锁，打开前门。

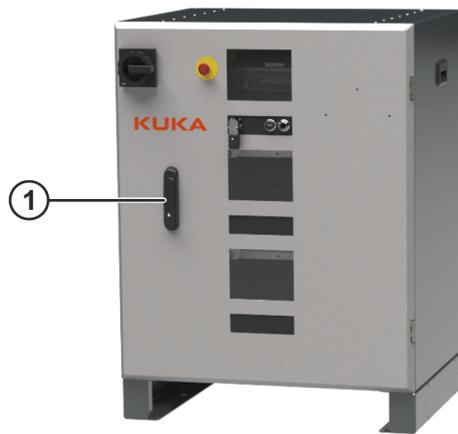


图 10-97: 前门

- 1 门锁

10.9.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

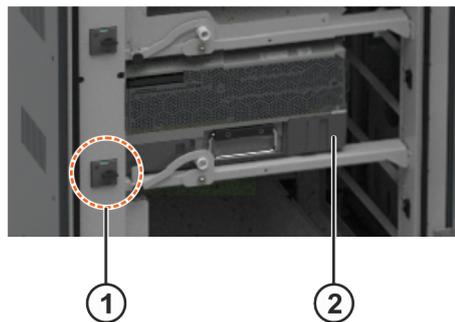


图 10-98: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
 - 2 机器人控制器
2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
 3. 拔出插销。
 4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

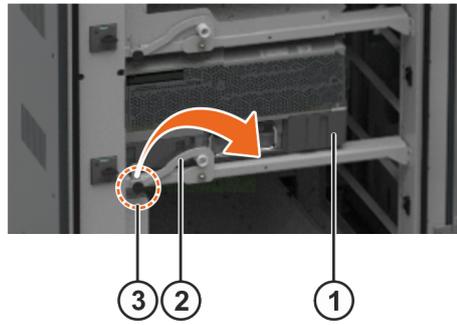


图 10-99: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.9.4 取出 microSD 卡

操作步骤

1. 取出 microSD 卡。



图 10-100: microSD 卡

- 1 microSD 卡

10.9.5 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-101: 打开 SSD 插槽

- | | | | |
|---|------|---|----|
| 1 | 闭锁装置 | 2 | 盖板 |
|---|------|---|----|
- 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
 - 如有：抽出 SSD 硬盘。

10.9.6 拆卸外壳罩盖

操作步骤

- 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

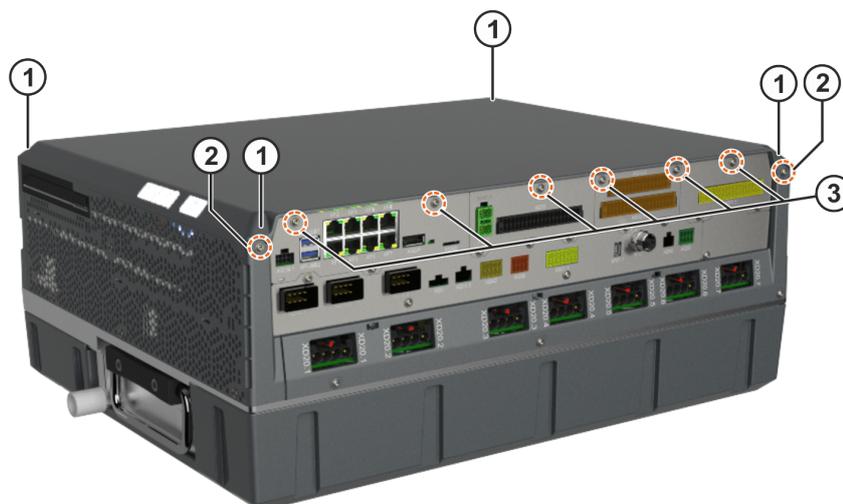


图 10-102: 外壳罩盖上的螺栓

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x) |
| 2 | 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x) |
| 3 | 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x) |
- 打开机箱盖板。
 - 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

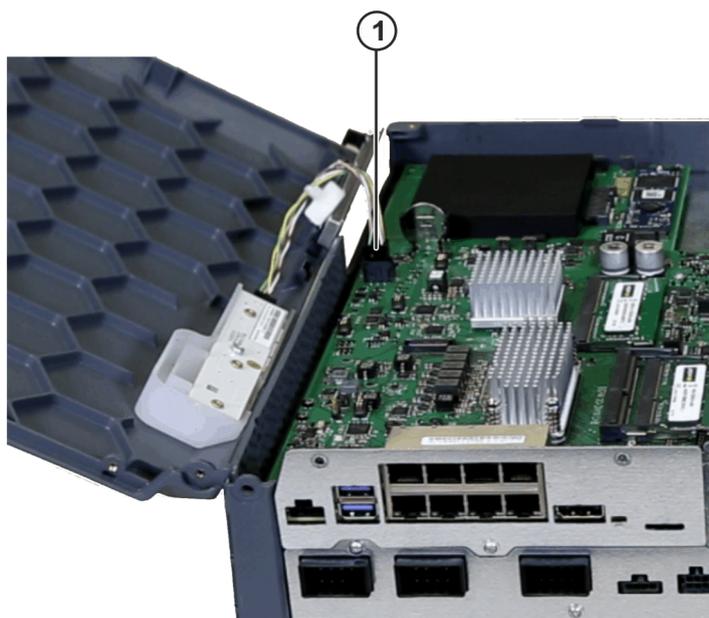


图 10-103: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.9.7 拆卸内部 SSD 存储器

操作步骤

1. 将 1 个 M3x2.5 十字槽螺钉拧出。

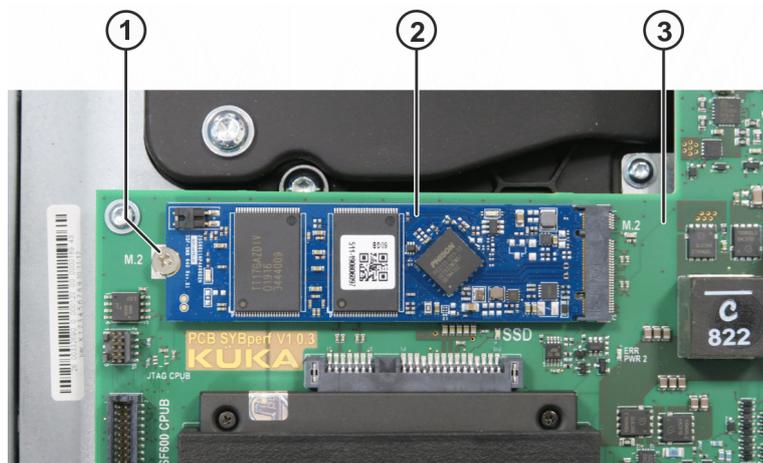


图 10-104: 内部 SSD 存储器

- 1 十字螺钉 M3x2.5
- 2 SSD 存储器
- 3 系统板

2. 取出 SSD 存储器。

10.9.8 安装内部 SSD 存储器

操作步骤

- 插入内部 SSD 存储器，然后用 1 个 M3x2.5 十字槽螺钉将其固定。



图 10-105: 内部 SSD 存储器

- 1 十字螺钉 M3x2.5
- 2 SSD 存储器
- 3 系统板

10.9.9 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

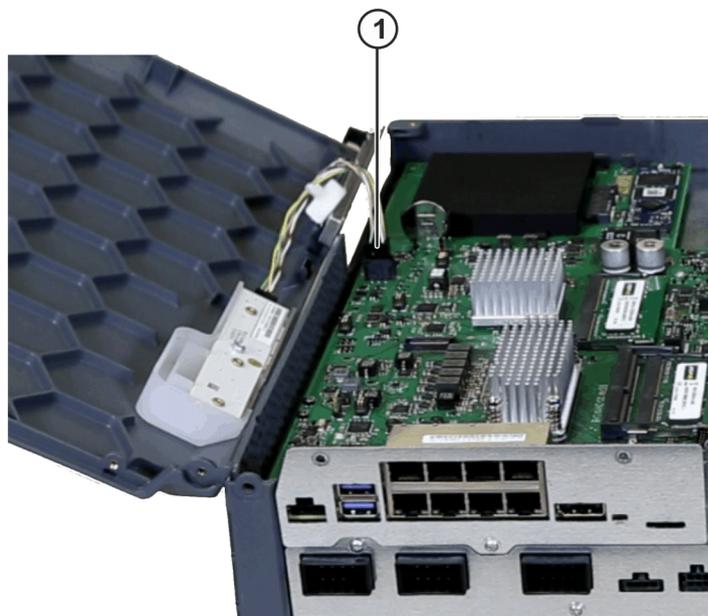


图 10-106: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。

3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

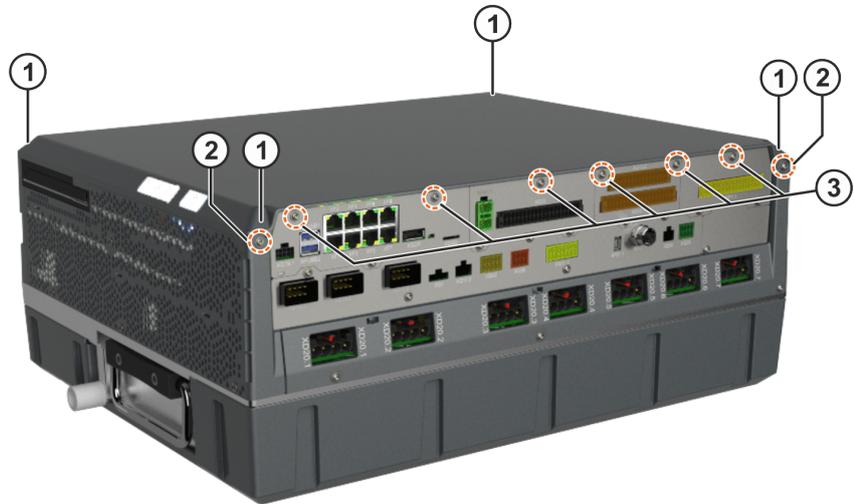


图 10-107: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.9.10 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.9.11 安装 microSD 卡

操作步骤

1. 安装 microSD 卡。确保 microSD 卡有触点的一面朝上。



图 10-108: microSD 卡

- 1 microSD 卡

10.9.12 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

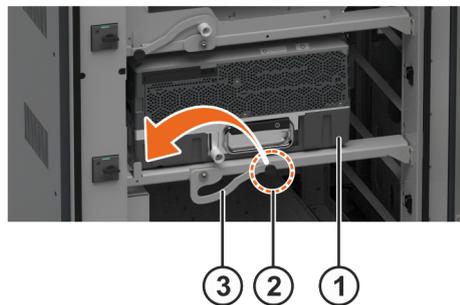


图 10-109: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.9.13 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

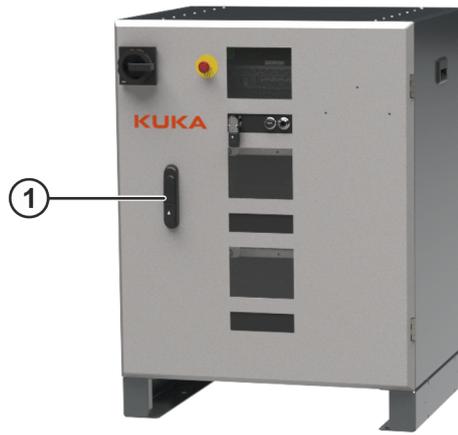


图 10-110: 前门

1 门锁

10.9.14 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.9.15 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> [“概览” 页面 20](#)）

10.10 更换功率单元与系统板之间的连接板

说明

机器人控制器 控制系统 KR C5 的系统板通过一个垂直安装的连接板与位于其下方的功率单元连接。

以下章节将说明如何更换连接板。

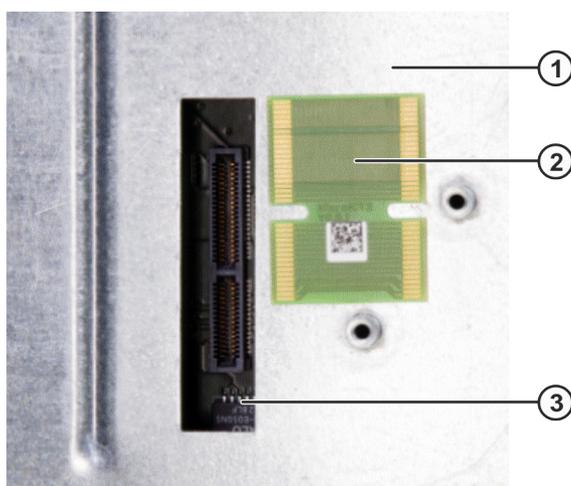


图 10-111：功率单元与系统板之间的连接板

- 1 功率单元盖板
- 2 连接板（已拆下）
- 3 功率单元

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
SP 更换 SysB 与导线板之间的电路板	0000-422-007	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> [14.2 “拧紧扭矩” 页面 250](#))

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全

**警告****接触电源电压会有生命危险**

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。

**警告****工作人员无专业资格可能导致生命危险**

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。

**危险****损坏的导线有造成受伤的危险**

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意**静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏**

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.10.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.10.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

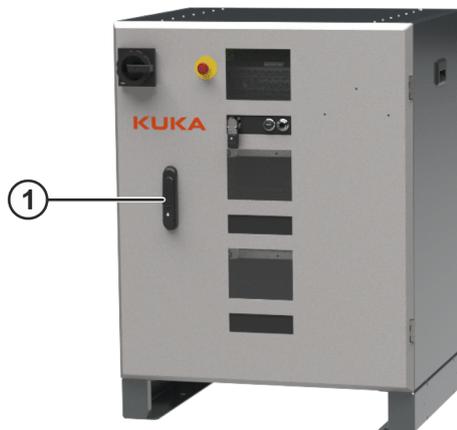


图 10-112: 前门

1 门锁

10.10.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

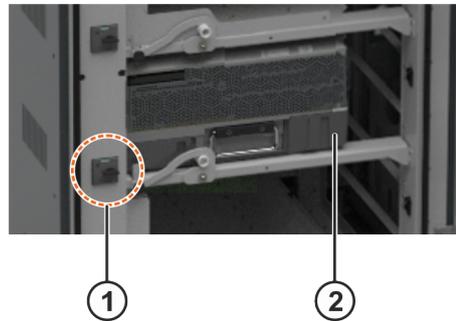


图 10-113: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

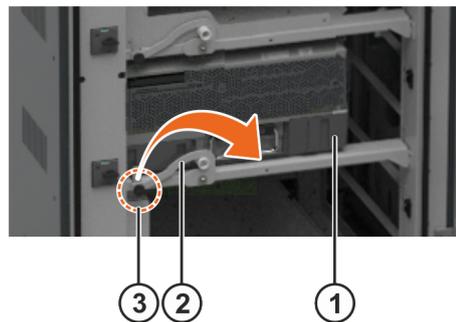


图 10-114: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.10.4 取出 microSD 卡

操作步骤

1. 取出 microSD 卡。



图 10-115: microSD 卡

- 1 microSD 卡

10.10.5 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-116: 打开 SSD 插槽

- 1 闭锁装置
- 2 盖板

2. 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
3. 如有：抽出 SSD 硬盘。

10.10.6 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

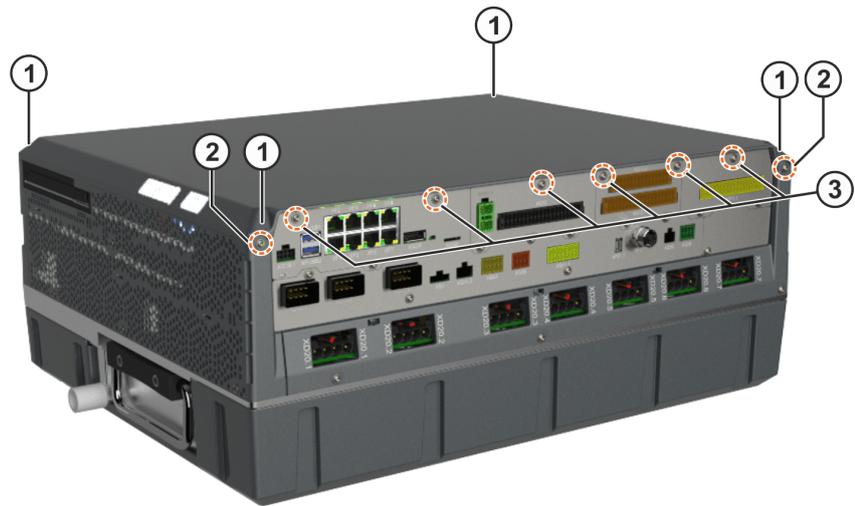


图 10-117: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

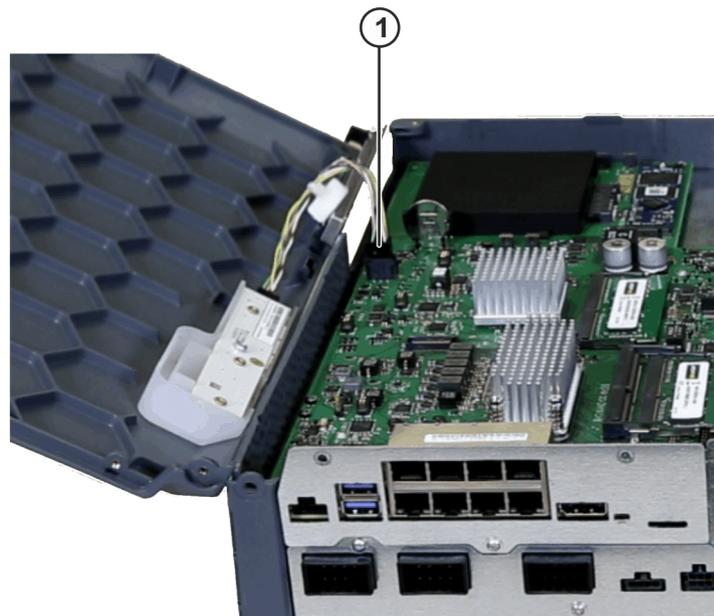


图 10-118: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.10.7 拔下插头连接

操作步骤

1. 拔下系统板上的扁平排线 X1000。

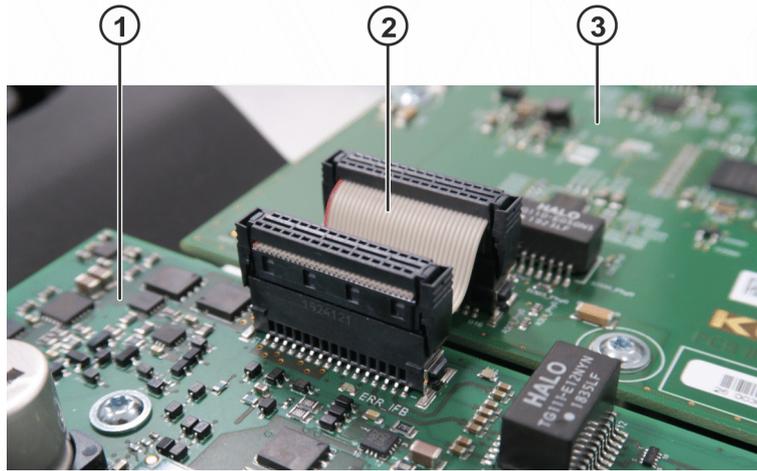


图 10-119: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.10.8 拆卸系统板

操作步骤

1. 将 9 个 M3x8-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉从系统板上拧下。

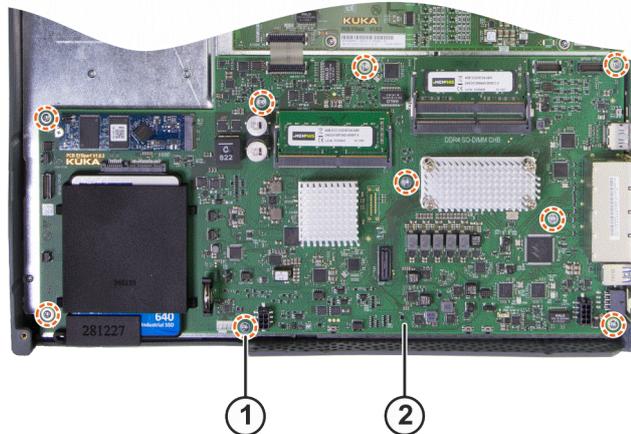


图 10-120: 系统板的固定

- 1 M3x8-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉 (9 个)
- 2 系统板

2. 小心地取出系统板。



系统板通过垂直安装的电路板与功率单元连接。注意确保防止其损坏。

10.10.9 拆下连接板

操作步骤

- 小心地向上抽出连接板。

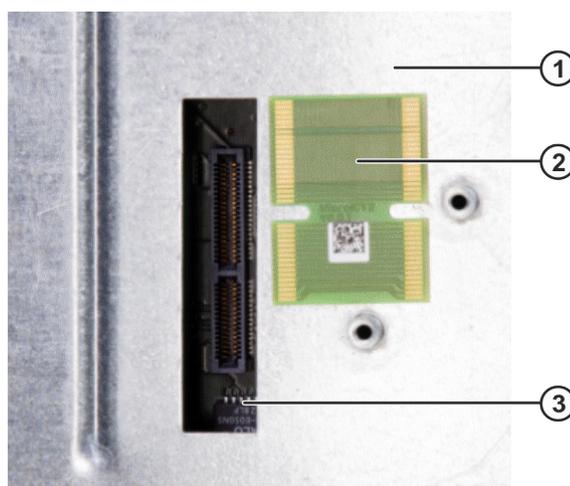


图 10-121: 功率单元与系统板之间的连接板

- 1 功率单元盖板
- 2 连接板（已拆下）
- 3 功率单元

10.10.10 安装连接板

操作步骤

- 小心地插入连接板。

10.10.11 安装系统板

操作步骤

1. 小心地插入系统板。确保系统板下侧垂直安装的功率单元连接板没有倾斜或损坏。
2. 用 9 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉将系统板固定。用规定的扭矩拧紧螺钉。

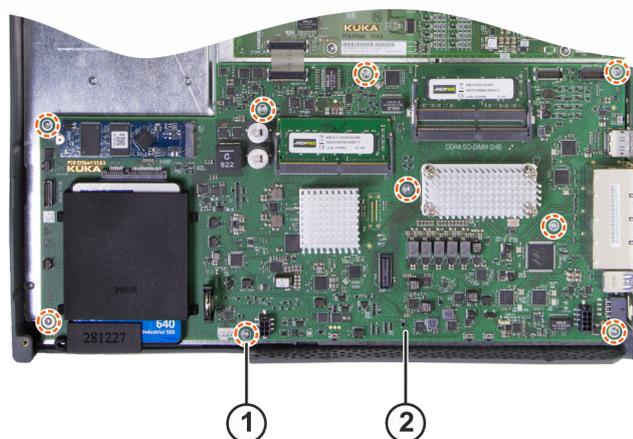


图 10-122: 系统板的固定

- 1 M3x8-10.9-TX10-A2K-KLF 梅花螺钉（9 个）
- 2 系统板

10.10.12 插上插头连接

操作步骤

1. 将扁平排线 X1000 插到系统板上。

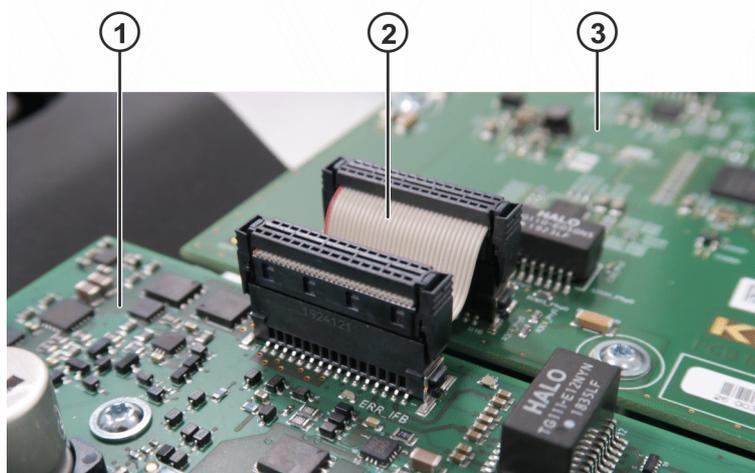


图 10-123: 扁平排线 X1000

- 1 系统板
- 2 扁平排线 X1000
- 3 接口板

10.10.13 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 将插头连接与机器人控制器相连。

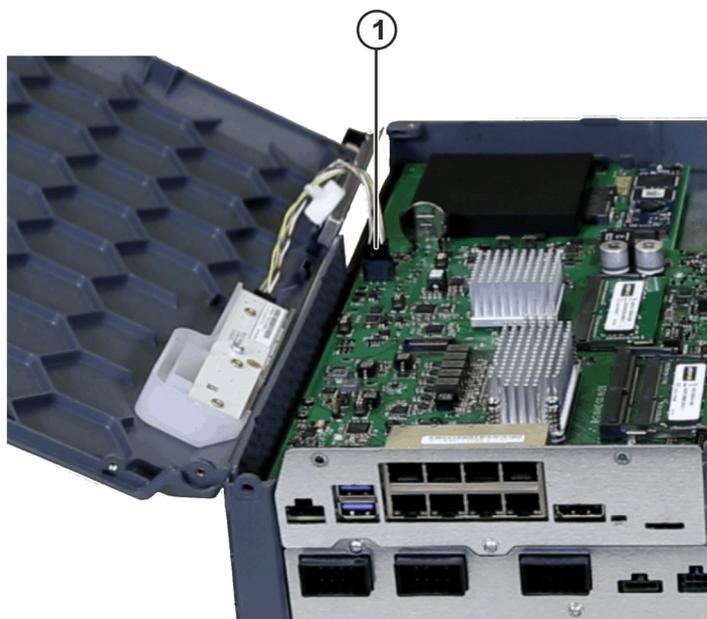


图 10-124: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上：拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

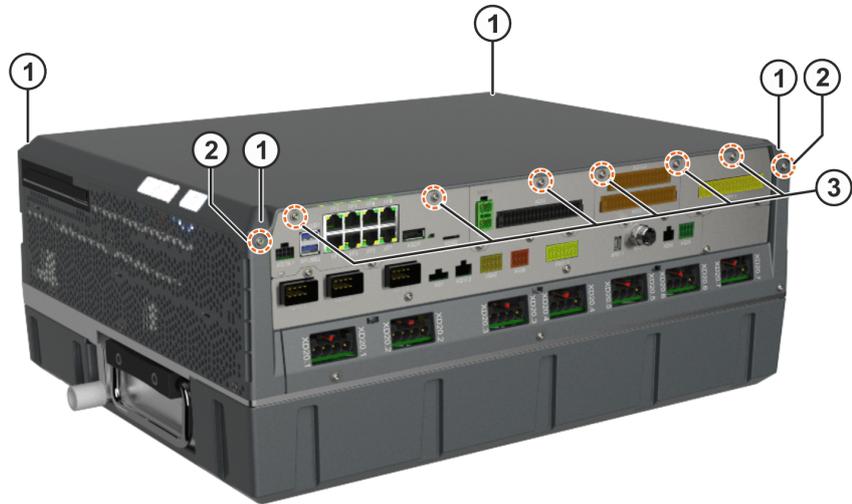


图 10-125: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.10.14 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.10.15 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

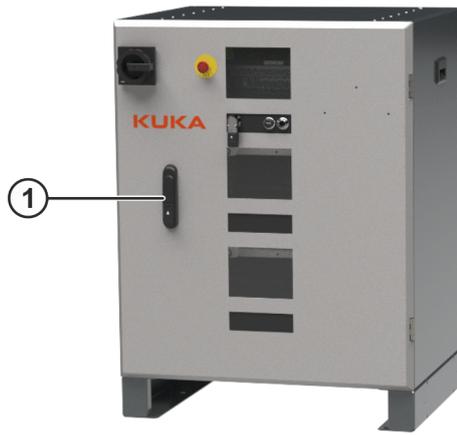


图 10-126: 前门

1 门锁

10.10.16 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

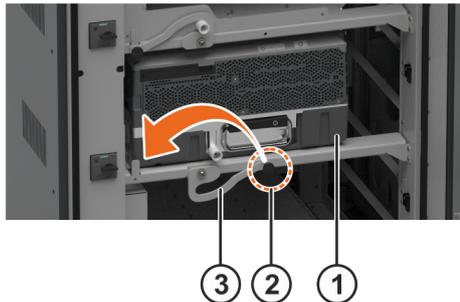


图 10-127: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插销
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.10.17 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.10.18 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> “概览” 页面 20）

10.11 更换 KSP-STA 接口卡

说明

以下工作指南将说明如何更换附加轴驱动箱中的 KSP-STA（KUKA Servo Pack Stand-Alone Adapter（KUKA 伺服包独立适配器））接口卡。

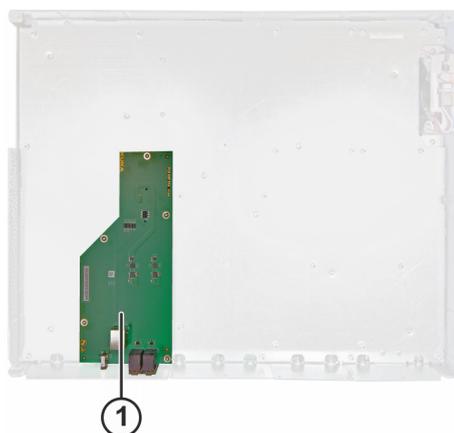


图 10-128: KSP-STA 接口卡

1 KSP-STA

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
SPP KSP-STA	0000-372-419	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 关闭附加轴驱动箱隔层上的电机保护开关，并上锁防止重新开启。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.11.1 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。



图 10-129: 前门

1 门锁

10.11.2 解锁附加轴驱动箱并拆下

操作步骤

1. 关闭附加轴驱动箱上的电机保护开关，并上锁防止重新开启。

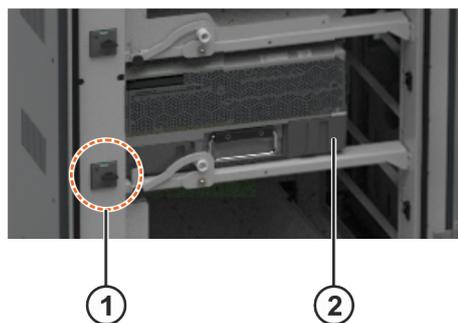


图 10-130: 电机保护开关

1 电机保护开关
2 附加轴驱动箱

2. 拔下附加轴驱动箱正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动锁定杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

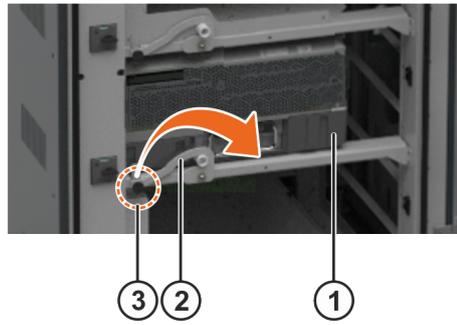


图 10-131: 解锁附加轴驱动箱

- 1 附加轴驱动箱
- 2 锁定杆
- 3 插销

5. 将附加轴驱动箱从控制柜中取出。

10.11.3 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 拧松外壳罩盖上的梅花螺钉：
 - 正面的 6 个梅花螺钉
 - 外壳罩盖上的 2 个上部梅花螺钉
 - 外壳上的 2 个梅花螺钉



图 10-132: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的梅花螺钉 (2 个)
- 2 外壳上的梅花螺钉 (2 个)
- 3 正面的梅花螺钉 (6 个)

2. 打开外壳罩盖，然后放下外壳罩盖。

10.11.4 拆卸 KSP-STA 接口卡

操作步骤

1. 拧出 5 个 M3x8 梅花螺钉。

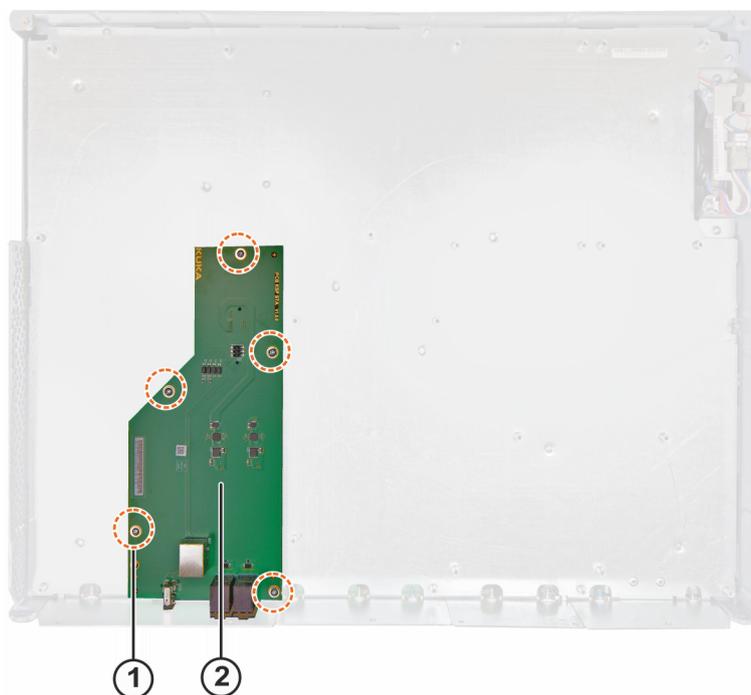


图 10-133: KSP-STA

- 1 M3x8 梅花螺钉
- 2 KSP-STA 接口卡

2. 小心地取出 KSP-STA 接口卡。



KSP-STA 接口卡通过垂直安装的电路板与功率单元连接。注意确保防止其损坏。

10.11.5 安装 KSP-STA 接口卡

操作步骤

1. 插入 KSP-STA 接口卡。同时，将垂直安装的功率单元连接板插在 KSP-STA 接口卡底部。
2. 用 5 个 M3x8 梅花螺钉固定 KSP-STA 接口卡。用规定的扭矩拧紧螺钉。

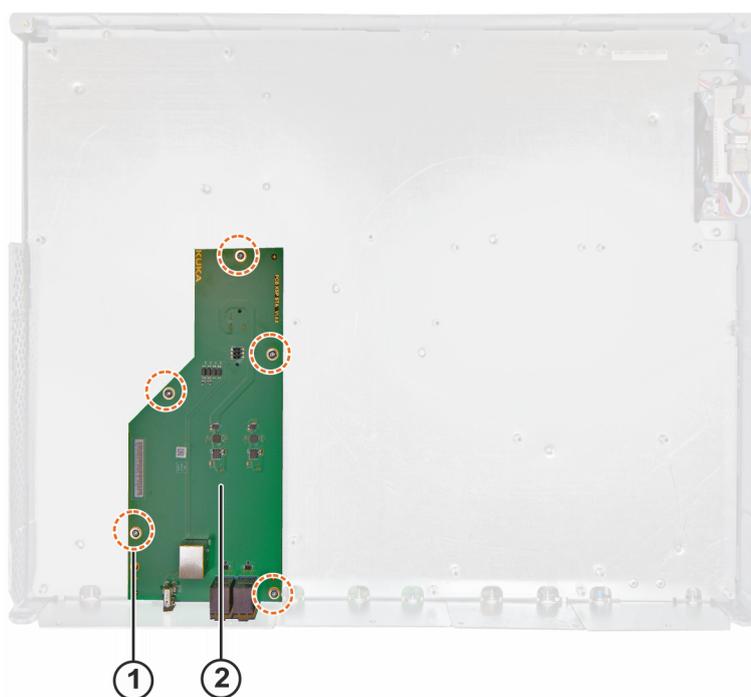


图 10-134: KSP-STA

- 1 M3x8 梅花螺钉
- 2 KSP-STA 接口卡

10.11.6 安装外壳罩盖

操作步骤

1. 放上外壳罩盖。
2. 用梅花螺钉将外壳罩盖固定在附加轴驱动箱上；拧紧扭矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个梅花螺钉
 - 外壳罩盖上的 2 个上部梅花螺钉
 - 正面的 6 个梅花螺钉



图 10-135: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的梅花螺钉 (2 个)
- 2 外壳上的梅花螺钉 (2 个)
- 3 正面的梅花螺钉 (6 个)

10.11.7 安装附加轴驱动箱并上锁

操作步骤

1. 将附加轴驱动箱推到控制柜。
2. 拔出插销。
3. 向左转动锁定杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

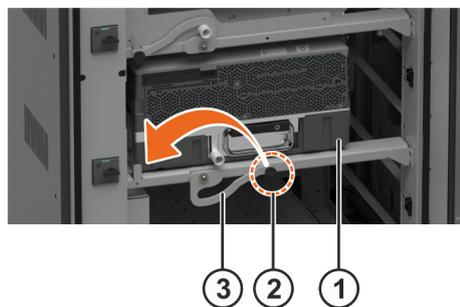


图 10-136: 附加轴驱动箱, 锁止件

- 1 附加轴驱动箱
- 2 插销
- 3 锁定杆

10.11.8 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。



图 10-137: 前门

1 门锁

10.11.9 收尾工作

必须进行以下收尾工作：

- 运行机器人，注意是否有异常情况。

10.12 更换控制单元风扇

说明

以下章节将说明如何更换控制单元（控制箱）中的风扇。



图 10-138: 控制箱中的风扇

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
TX20 梅花螺丝刀头	
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料：

名称	物料号	数量
SPP S/M/L 控制器内部风扇	0000-365-427	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> 14.2 “拧紧扭矩” 页面 250)

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全



警告

接触电源电压会有生命危险

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。



警告

工作人员无专业资格可能导致生命危险

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。



危险

损坏的导线有造成受伤的危险

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意

静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.12.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.12.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。

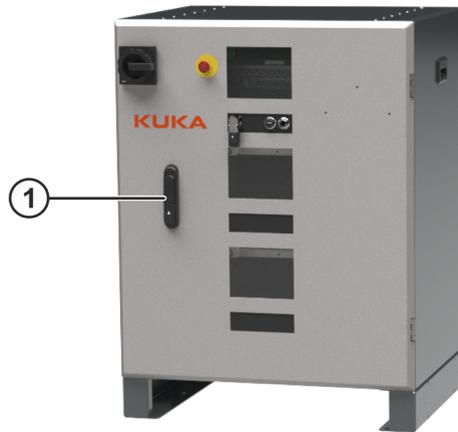


图 10-139: 前门

- 1 门锁

10.12.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

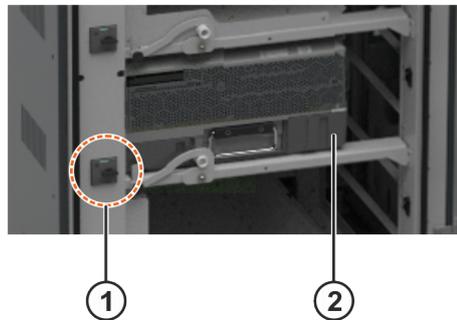


图 10-140: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

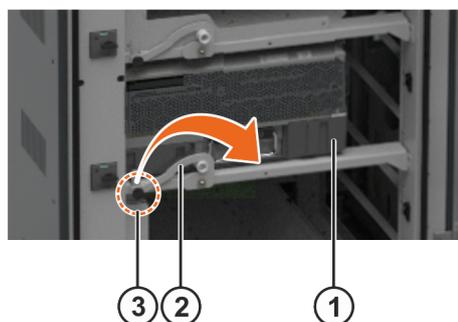


图 10-141: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.12.4 打开 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 解除隔层盖板上的锁定。盖板打开。



图 10-142: 打开 SSD 插槽

- 1 闭锁装置
- 2 盖板

2. 完全打开盖板。SSD 插槽现可以插入硬盘。
3. 如有：抽出 SSD 硬盘。

10.12.5 拆卸外壳罩盖

操作步骤

1. 松开外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓：
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

- 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

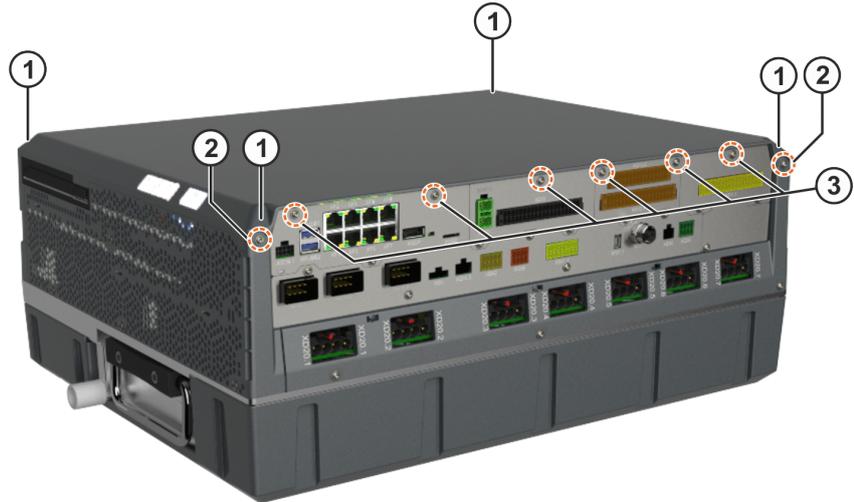


图 10-143: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

2. 打开机箱盖板。
3. 脱开控制系统的插头连接，放下外壳罩盖。

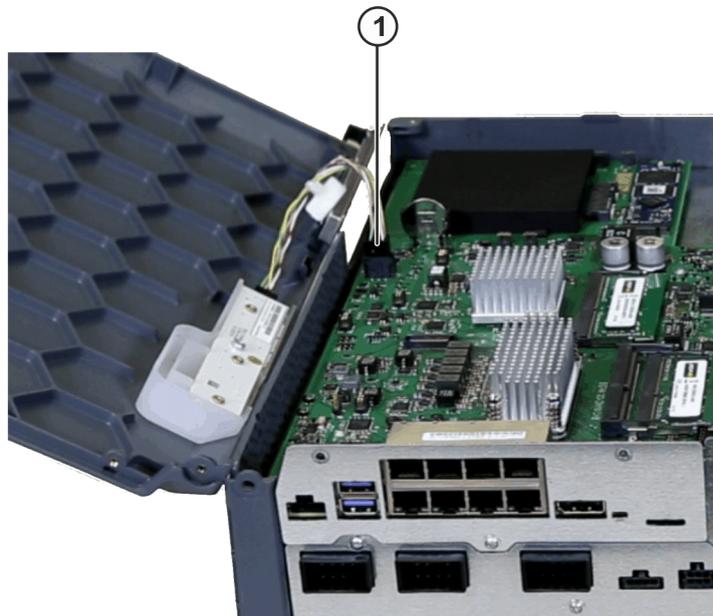


图 10-144: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接

10.12.6 拆卸风扇

操作步骤

1. 拔下风扇。

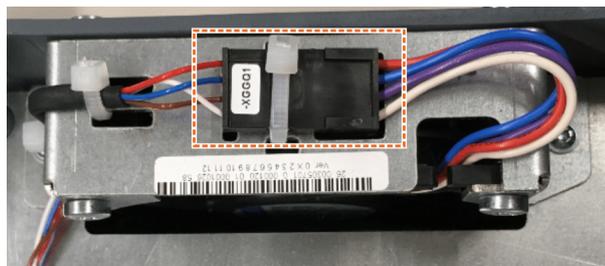


图 10-145: 控制单元风扇插头

2. 拧出 2 个 M3x6 TX10 梅花螺钉。



图 10-146: 风扇支架的固定

3. 拧出 4 个 M3x8 TX10 梅花螺钉。

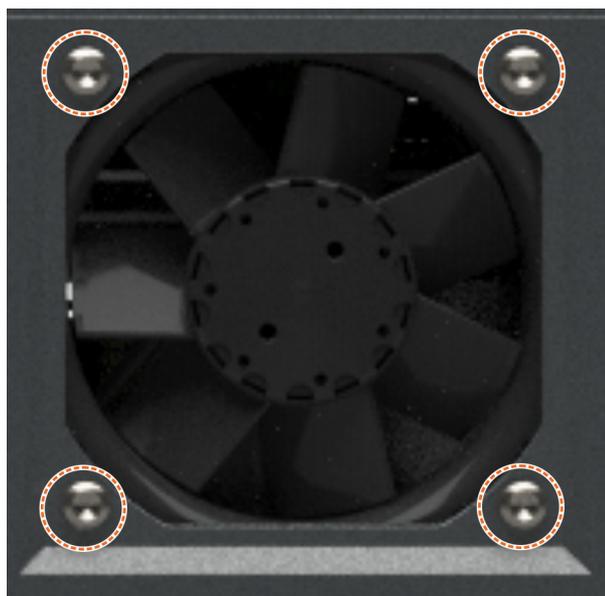


图 10-147: 控制单元风扇的固定

4. 小心地将风扇向上取下。

10.12.7 安装风扇

操作步骤

1. 安装风扇，并用 4 个 M3x6-K50x10-10.9-A3K 梅花螺钉将其固定。用规定的扭矩拧紧螺钉。

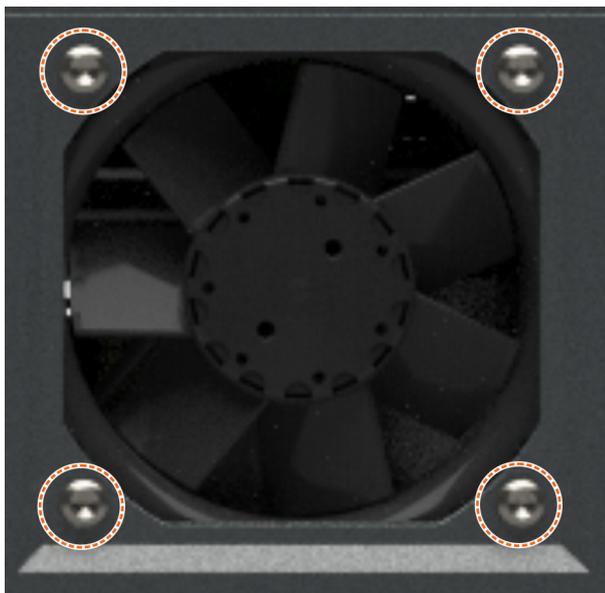


图 10-148: 控制单元风扇的固定

- 用 2 个 M3x6-K50x10-10.9-A3K 梅花螺钉固定风扇支架。用规定的扭矩拧紧螺钉。



图 10-149: 风扇支架的固定

- 插上风扇。

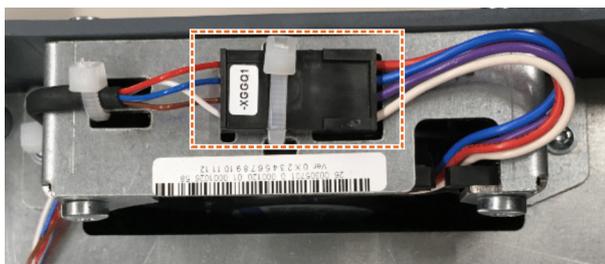


图 10-150: 控制单元风扇插头

10.12.8 安装外壳罩盖

操作步骤

- 将插头连接与机器人控制器相连。

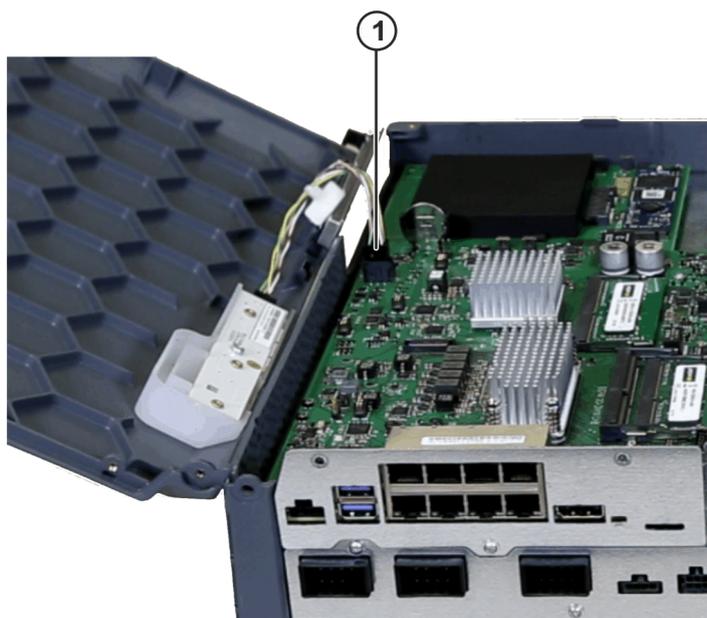


图 10-151: 机箱盖板电缆

- 1 插头连接
2. 将外壳罩盖安放在机器人控制器上。
3. 将外壳罩盖用 TORX 半圆头凸肩螺栓固定在机器人控制器上；拧紧力矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
 - 外壳上的 2 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 外壳罩盖上方的 4 个 TORX 半圆头凸肩螺栓
 - 正面的 6 个 TORX 半圆头凸肩螺栓

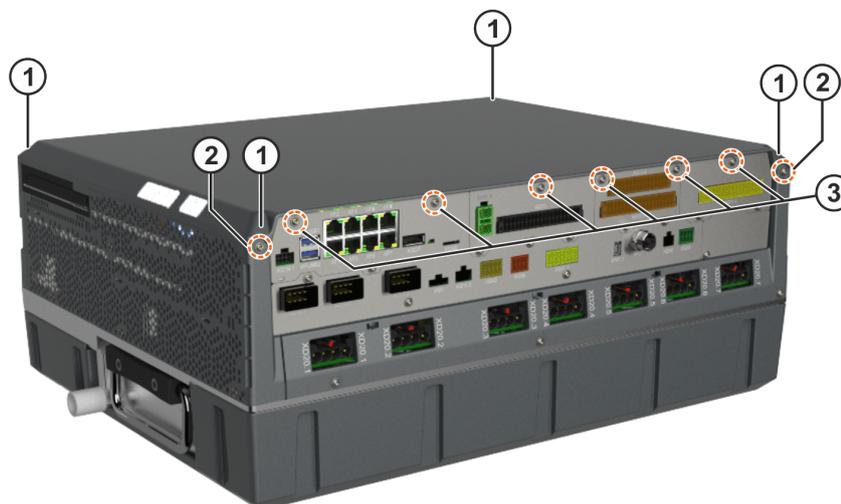


图 10-152: 外壳罩盖上的螺栓

- 1 外壳罩盖上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (4x)
- 2 外壳上的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 正面的 TORX 半圆头凸肩螺栓 (6x)

10.12.9 合上 SSD 硬盘盖板

操作步骤

1. 如有：将 SSD 硬盘尽可能推入插槽。
2. 关闭盖板。这样 SSD 硬盘将被推到达最终位置并卡紧。
3. 锁紧盖板。

10.12.10 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

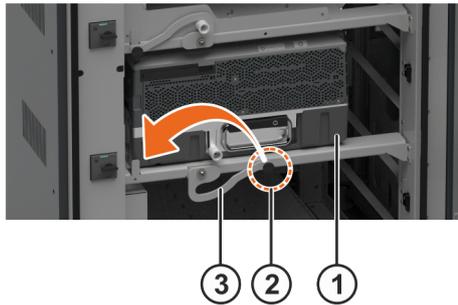


图 10-153: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.12.11 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

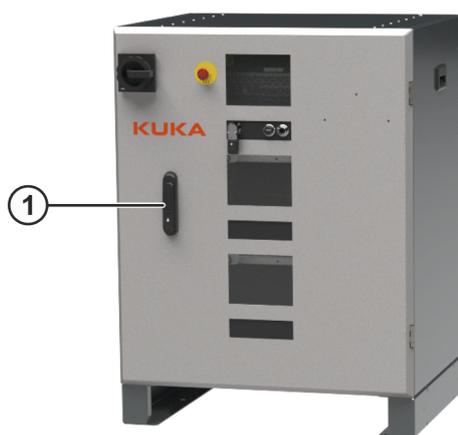


图 10-154: 前门

1 门锁

10.12.12 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.12.13 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> “概览” 页面 20）

10.13 更换功率单元的风扇盒

说明

以下章节将说明如何更换功率单元（驱动箱）中的风扇盒。风扇盒包含 2 个风扇，需更换整个风扇盒。



图 10-155: 驱动箱风扇

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

需要以下物料:

名称	物料号	数量
SPP 控制器风扇盒 S/M/L	0000-365-428	1

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> [14.2 “拧紧扭矩” 页面 250](#))

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 电源连接电缆已断电，并已检查是否不带电。

工作安全

**警告****接触电源电压会有生命危险**

即使在关机状态下，从电源接口（如端子板）至主开关的线路也带电。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 开始工作之前，请先断开电源。
- 开始工作之前，请确保没有电压。

**警告****工作人员无专业资格可能导致生命危险**

由非专业人员执行电气和机械作业可能会造成人员死亡、重伤和财产损失。

- 只允许由专业人员在电气装置和机械装置上执行作业。

**危险****损坏的导线有造成受伤的危险**

敷设不当会损坏导线。有可能造成人员伤亡和财产损失。

- 敷设电线时要注意，使其不会被锋利的边缘、工具或其他材料损坏。

注意**静电放电（ESD）导致部件损伤或毁坏**

执行安装和拆卸作业时产生的静电放电可能造成电气部件毁坏或部分受损。

- 按 ESD 指令执行工作。

10.13.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。
机器人控制器关机。

10.13.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。



图 10-156: 前门

- 1 门锁

10.13.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取保护措施防止重新接通。

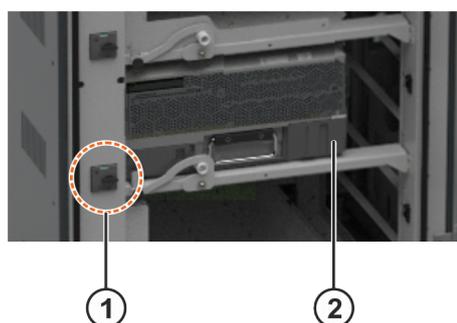


图 10-157: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

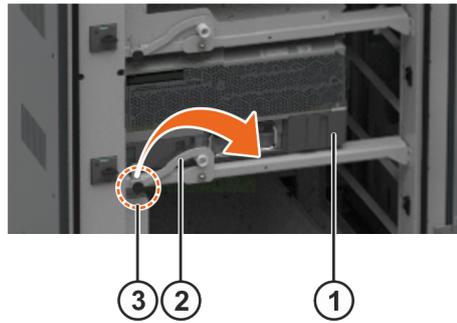


图 10-158: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.13.4 拆卸功率单元外壳罩盖

操作步骤

1. 将机器人控制器翻转过来。
2. 拧松功率单元外壳罩盖上的 22 个 M3x8 梅花螺钉。

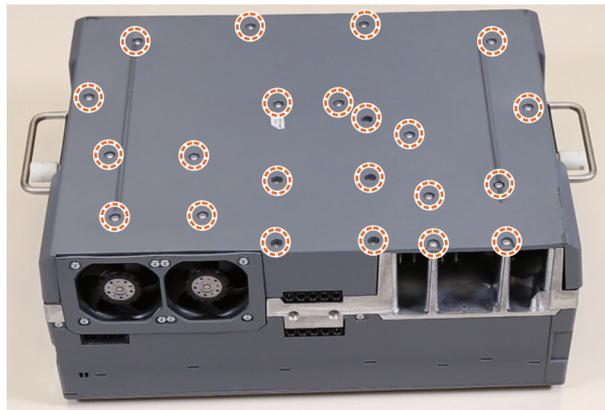


图 10-159: 功率部件外壳罩盖

3. 打开外壳罩盖。

10.13.5 拆卸风扇盒

操作步骤

1. 将 2 个 M3x8 TX10 梅花螺钉从风扇盒上拧下。



图 10-160: 风扇盒上的螺钉

2. 小心地将风扇盒向上取下，插头接点位于底部。



图 10-161: 风扇盒接头

10.13.6 安装风扇盒

操作步骤

1. 小心地将带有插头接点的风扇盒插入功率单元。

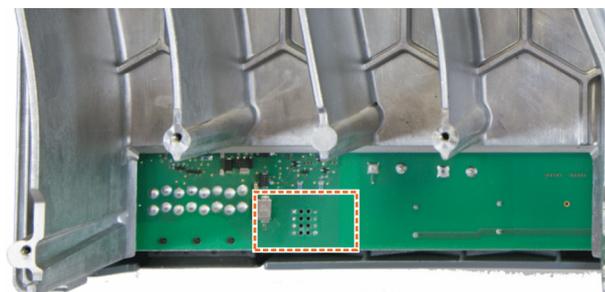


图 10-162: 风扇插接板



图 10-163: 风扇盒接头

- 用 2 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉固定风扇盒。用规定的扭矩拧紧螺钉。



图 10-164: 风扇盒上的螺钉

10.13.7 安装功率单元外壳罩盖

操作步骤

- 放上外壳罩盖。
- 用 22 个 M3x8-10.9-A2K-KLF 梅花螺钉将外壳罩盖固定在功率单元上。用规定的扭矩拧紧螺钉。



图 10-165: 功率部件外壳罩盖

10.13.8 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

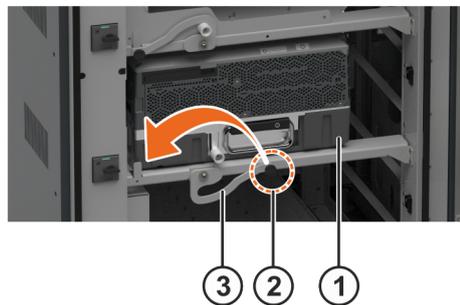


图 10-166: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.13.9 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

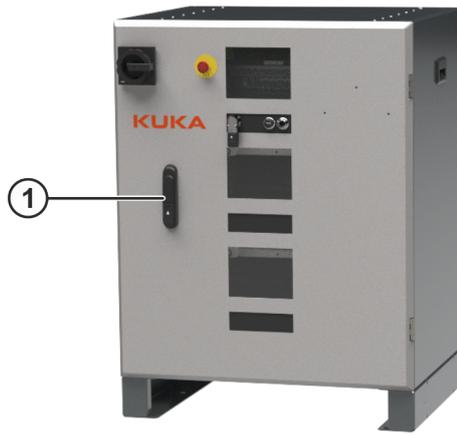


图 10-167: 前门

1 门锁

10.13.10 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.13.11 最后的措施

必须采取以下最后的措施：

- 接通机器人控制器并注意确保正常启动。
- 检查 mini CSP 的 LED 指示灯是否亮起。（>>> “概览” 页面 20）

10.14 沿用铭牌

说明

如果用结构相同的机器人控制器替换损坏的机器人控制器，必须沿用该机器人控制器的铭牌：



在下面的章节中将说明如何在更换机器人控制器时沿用铭牌。

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
TX10 梅花螺丝刀头	-
防静电腕带	0000-121-401

物料

不需要物料。

前提条件

- 仅允许更换具有相同功率和相同数量伺服轴的机器人控制器（例如，用于 6 个伺服轴的“中型”硬件型号只能换成用于 6 个伺服轴的“中型”）。
- 两台机器人控制器都必须拆卸下来。

10.14.1 关闭机器人控制器

操作步骤

1. 关闭控制柜上的主开关，并采取保护措施防止未经授权重新接通。机器人控制器关机。

10.14.2 打开前门

操作步骤

1. 将门锁解锁，打开前门。



图 10-168: 前门

1 门锁

10.14.3 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

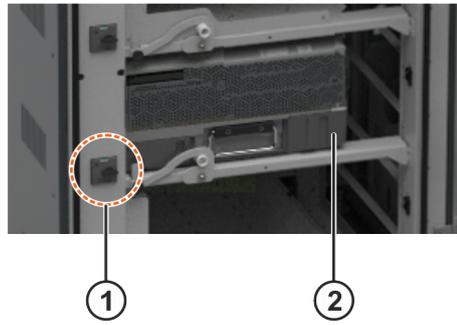


图 10-169: 电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

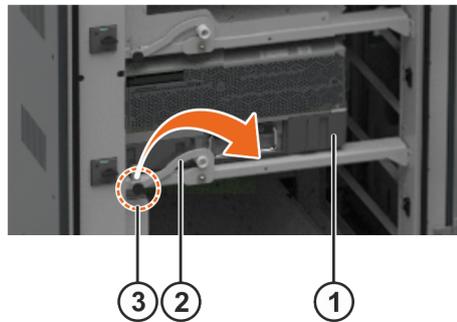


图 10-170: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

10.14.4 拆卸带铭牌的平板

操作步骤

1. 松开机器人控制器正面的 2 个 TORX 螺栓。

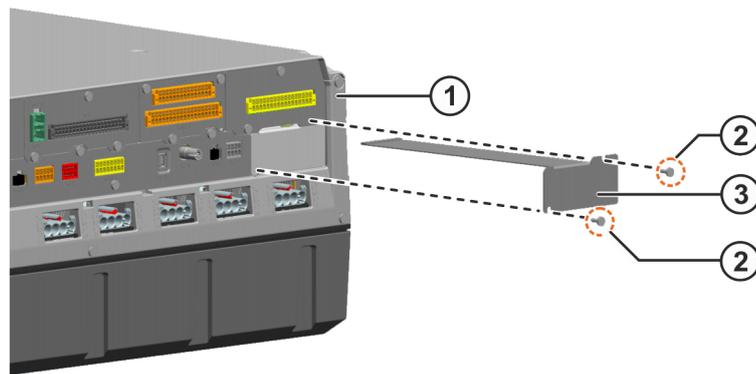


图 10-171: 带铭牌的平板

- 1 机器人控制器正面
- 2 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 带铭牌的平板

2. 拉出带铭牌的平板。

10.14.5 安装带铭牌的平板

操作步骤

1. 确保两台机器人控制器的硬件型号和伺服轴数量一致。
2. 将带铭牌的平板推入新的机器人控制器。
3. 用 2 个 TORX 螺栓将带铭牌的平板固定在机器人控制器的正面。

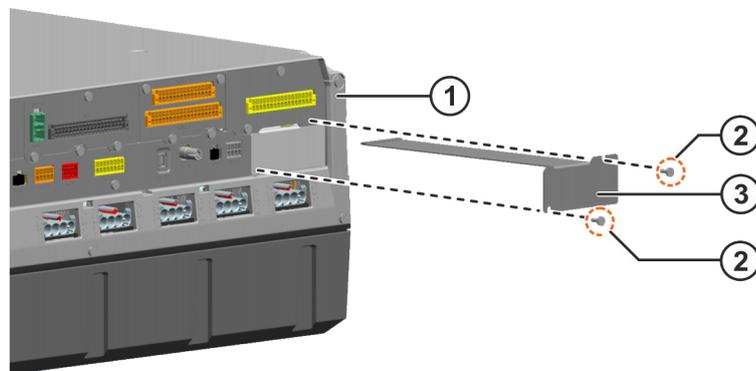


图 10-172: 带铭牌的平板

- 1 机器人控制器正面
- 2 TORX 半圆头凸肩螺栓 (2x)
- 3 带铭牌的平板

10.14.6 安装并锁止机器人控制器



小心

拆装作业时有挤伤危险

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

操作步骤

1. 将机器人控制器推入控制柜中。
2. 拔出插销。
3. 向左转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

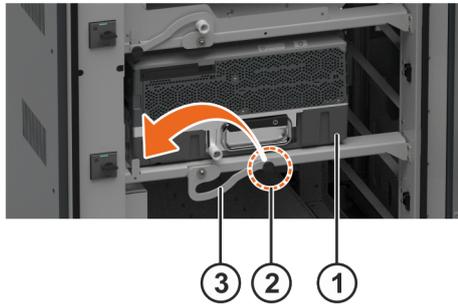


图 10-173: 锁止机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 插针
- 3 止动杆

4. 插上机器人控制器正面的所有插头连接。



在有负载的情况下，不得插上插头连接。

5. 重新接通相应机器人控制器上的电机保护开关。

10.14.7 关闭前门

操作步骤

1. 关闭控制柜前门并将门锁闭锁。

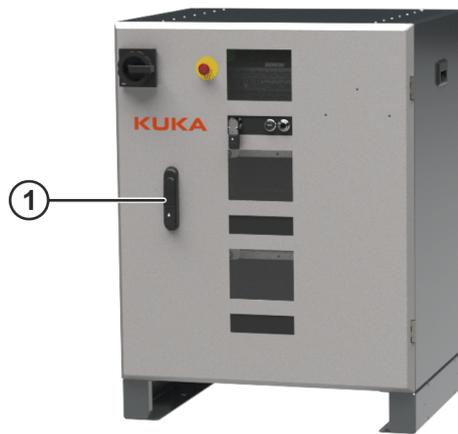


图 10-174: 前门

1 门锁

10.14.8 接通机器人控制器

操作步骤

- 接通控制柜上的主开关。
控制系统 PC 开始启动（加载）操作系统及控制软件。

10.14.9 收尾工作

不需要收尾工作。

11 故障排除

11.1 KSP 警告信息

说明

针对警告信息有相应的确认信息。

- %1 在信息中代表设备型号（KSP）。
- %2 在信息中代表驱动器号和电源号（KSP）。
- %3 代表进一步区别故障原因的故障代码。

故障编号	警告	原因	补救措施
26103	KSP 内部故障 (轴)	设备识别出一个内部错误。	<ul style="list-style-type: none"> • 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26104	KSP 过载故障 IxT (轴)	轴过载	<ul style="list-style-type: none"> • 投入运行时 => 程序中负载过高 • 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭) • 在运行过程中 <ul style="list-style-type: none"> - 在设备上更改 - 检查机器 - 温度影响 • 检查轴和电流的测量记录 • 调整程控速度 • 检查 CBS 压力 • 检查传动装置
		平均持续电流过高	
		功率或负载过高	
26105	KSP 接地故障 (轴)	电力部件过电流 (接地)	<ul style="list-style-type: none"> • 检查电机导线 • 检查电机 • 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26106	KSP 过电流 (轴)	出现了导致短时超过 KSP 最大电流的过电流的故障 (短路,)	<ul style="list-style-type: none"> • 检查轴和电流的测量记录 • 检查电机 • 检查电机线缆 • 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26107	KSP 中间回路电压过高 (轴)	运行过程中中间回路超压	<ul style="list-style-type: none"> • 检查中间回路的跟踪记录 • 检查电源电压 • 检查制动电阻 (中断) • 制动时负载过高 => 降低 • 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)

故障编号	警告	原因	补救措施
26108	KSP 中间回路电压过低 (轴)	运行过程中中间回路欠压	<ul style="list-style-type: none"> 检查中间回路的跟踪记录 检查电源电压 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26112	KSP 散热器温度过高 (轴)	冷却装置温度过高	<ul style="list-style-type: none"> 检查风扇 检查环境温度 程序中负载过高, 检查并降低负载 冷却循环回路脏污 => 清洁 检查置放地点、排风孔和间距 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26113	KSP 电机缺相 (轴)	电机相位缺失	<ul style="list-style-type: none"> 检查电机导线 检查电机 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26114	KSP 通讯故障 (轴)	控制器总线上的通讯错误	<ul style="list-style-type: none"> 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭) 检查 EtherCAT 配线 检查 EtherCAT Stack
26118	KSP 电源缺相	电源相位缺失	<ul style="list-style-type: none"> 检查引线 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26119	KSP 供电网断电	电源电压故障	<ul style="list-style-type: none"> 检查引线 检查保险丝
26122	KSP 制动电阻故障	KSP 发现一个错误	<ul style="list-style-type: none"> 检查制动电阻
26123	KSP 制动电阻过载	制动力持续过高	<ul style="list-style-type: none"> 减轻过于频繁被制动的重物 检查制动电阻 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)
26131	KSP 中间回路充电失败	-	<ul style="list-style-type: none"> 检查中间回路配线 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭) 检查电源连接 检查电源阻抗
26133	KSP 制动集体故障 (轴)	制动器线缆监控装置报告短路、过载或中断。/ 短路 / 过电流 / 没有连接制动器	<ul style="list-style-type: none"> 检查电机/制动器 (测量) 检查制动电缆 / 机电缆 重新初始化驱动总线 Power Off / Power On (接通/关闭)

11.2 控制器系统面板 LED 显示

概览

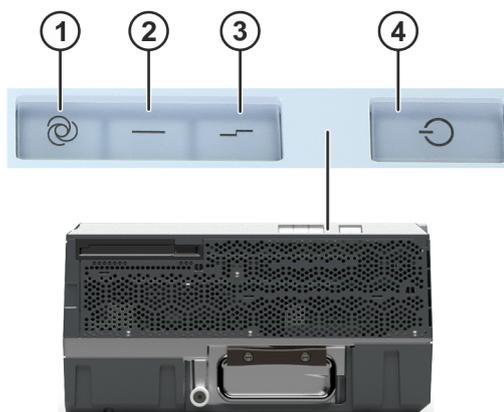


图 11-1: 控制器系统面板布局 LED

序号	工件	颜色	含义
1	LED1	白色	工作模式 LED (测试或自动)
2	LED2	绿色	运行状态 LED
3	LED3	红色	故障 LED
4	LED4 Softpower 按钮	白色	休眠 LED

机器人控制器状态

显示	说明	状态
	LED1...LED4 = 熄灭	机器人控制器已关闭
	LED1...LED3 = 熄灭 LED4 不规则闪烁	机器人控制器处于睡眠模式 (待机模式)
	LED1...LED3 = 熄灭 LED4 缓慢闪烁 (规则)	机器人控制器处于总线断电模式

接通机器人控制器

显示	说明	状态
	LED1...LED4 = 点亮	执行 LED 测试 (持续至少 2 秒)
	LED1...LED4 = 熄灭 LED 测试完毕	BIOS 后测试仍在运行
	LED2 缓慢闪烁 (规则) LED1、LED 3 和 LED4 = 熄灭	BIOS 状态正常 控制系统即将启动
	LED1 = 亮或灭, 取决于最后的状态 LED2 = 亮	开机成功完成

机器人控制器正在运行

显示	说明	状态
	LED2 = 亮	机器人控制器在运行方式 T1 或 T2 下运行
	LED1 = 亮 LED2 = 亮	机器人控制器在自动运行方式下运行

PROFINET Ping

显示	说明	状态
	LED1 = 亮或灭，取决于最后的状态 LED2 = 亮 LED3 = 快速闪烁	PROFINET Ping 正在执行

保养

显示	说明	状态
	LED1 = 亮或灭，取决于最后的状态 LED2 = 亮 LED3 = 缓慢闪烁（规则）	保养模式处于激活状态（机器人控制器保养等待处理）

机器人控制器关机

显示	说明	状态
	LED1 = 亮或灭，取决于最后的状态 LED2 = 亮 (设备开关/主开关关闭或断电)	机器人控制器尚未关机
	LED2 = 缓慢闪烁 (设备开关/主开关关闭、断电或 Softpower 断电)	机器人控制器正在关机
	LED4 = 不规则闪烁或熄灭，取决于最后的状态	机器人控制器处于睡眠模式（待机模式）或机器人控制器已关机

11.3 控制器系统面板 LED 故障显示

开启时出错

显示	说明	补救措施
	LED2 = 快速闪烁 LED3 = 亮 BIOS 发生错误	<ul style="list-style-type: none"> SSD 与另一个机器人控制系统的 SSD 进行信息交换 检查 U 盘

启动时出错

显示	说明	补救措施
	LED2 = 缓慢闪烁 LED3 = 亮 PMS 启动时超时	重新导入镜像
	LED2 = 快速闪烁 LED3 = 快速闪烁 软件启动故障	重新导入镜像

运行时出现的故障

显示	说明	补救措施
	LED1 = 亮或灭，取决于最后的状态 LED2 = 亮 LED3 = 亮 致命错误	检查 smartPAD 上的故障报告

11.4 创建或恢复 KR C5 恢复镜像文件

说明

可通过 KUKA Recovery Tool 创建或在需要时恢复整个硬盘的镜像文件 (Image)。可以在自动运行模式下创建和导入镜像文件。

以下章节中对创建或恢复镜像文件进行了说明。

工作用具

需要以下工作工具：

名称	货号
版本 V.4 或更高的 KUKA.Recovery U 盘	KUKA Recovery U 盘 4.0
装有 64 位 Windows 10 的计算机/笔记本电脑	-

前提条件

- 机器人控制器处于关闭状态。

概览

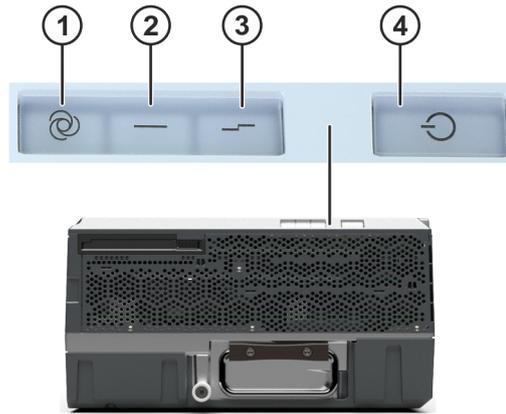


图 11-2: 控制器系统面板布局 LED

序号	工件	颜色	含义
1	LED1	白色	工作模式 LED (测试或自动)
2	LED2	绿色	运行状态 LED
3	LED3	红色	故障 LED
4	LED4 Softpower 按钮	白色	休眠 LED

11.4.1 创建镜像文件

操作步骤

1. 将 KUKA.Recovery U 盘插在机器人控制系统上。
2. 接通机器人控制系统。

在 CSP 上将会按照以下顺序显示状态:

在自动模式下创建恢复镜像

显示	说明	状态
	LED2 规则闪烁	启动机器人控制系统
	LED2 = 亮	启动过程已成功完成
	LED2 = 亮	正在创建 C 分区镜像
	LED4 规则闪烁	
	LED2 = 亮	C 分区镜像创建已完成
	LED4 = 亮	
	LED1 规则闪烁	正在创建 D 分区镜像
	LED2 = 亮	
	LED4 = 亮	
	LED1 = 亮	D 分区镜像已完成创建
	LED2 = 亮	
	LED4 = 亮	
	LED2...LED 4 = 亮	已创建了一个完整镜像。所有 LED 点亮 1 秒钟。

显示	说明	状态
	LED2 缓慢闪烁（规则）	控制系统关机
	LED4 不规则闪烁	控制系统已关闭

错误

显示	说明	状态
	LED1 和 LED4 保留最后显示的状态 LED2 和 LED3 = 亮	在恢复镜像时出现错误。 补救措施： <ul style="list-style-type: none"> • 检查 SSD 硬盘 • 检查 U 盘 • 重新导入镜像

11.4.2 恢复镜像文件

操作步骤

1. 将 KUKA.Recovery U 盘插在机器人控制系统上。
2. 接通机器人控制系统。
在 CSP 上将会按照以下顺序显示状态：

在自动模式下恢复镜像

显示	说明	状态
	LED2 规则闪烁	启动机器人控制系统
	LED2 = 亮	启动过程已成功完成
	LED2 = 亮 LED4 规则闪烁	C 分区镜像正被恢复并复制到隐藏分区
	LED2 = 亮 LED4 = 亮	C 分区恢复已完成
	LED1 规则闪烁 LED2 = 亮 LED4 = 亮	D 分区镜像正被恢复并复制到隐藏分区
	LED1 = 亮 LED2 = 亮 LED4 = 亮	D 分区镜像已完成创建
	LED2...LED 4 = 亮	已恢复了一个完整镜像。所有 LED 点亮 1 秒钟。
	LED2 缓慢闪烁（规则）	控制系统关机
	LED4 不规则闪烁	控制系统已关闭

错误

显示	说明	状态
	LED1 和 LED4 保留最后显示的状态 LED2 和 LED3 = 亮	在恢复镜像时出现错误。 补救措施： <ul style="list-style-type: none"> • 检查 SSD 硬盘 • 检查 U 盘 • 重新导入镜像

11.4.3 结束 KUKA 恢复过程

操作步骤

1. 关闭机器人控制系统。
2. 拔出 KUKA.Recovery U 盘。

11.4.4 最后的措施

创建或还原镜像之后，必须执行以下操作：

操作步骤

1. 接通机器人控制系统并检查设置。
2. 执行功能测试。

11.5 系统板 LED 故障显示

说明

系统板上设有 LED 指示灯，在发生故障时亮红灯。通过冷却空气入口的开口可以看到灯光。



图 11-3: 侧视图 (示例)

操作步骤

1. 关闭机器人控制器。
2. 拔下电源线。将拔下的电源线妥善保管，保管处应远离机器人控制器的视线和作用范围。
3. 联系 KUKA 客户服务部。

12 停止运行、仓储和废弃处理

12.1 停止运行

说明

本章节介绍从系统中拆下机器人控制器时，停止运行机器人控制器所必需的所有工作。停止运行后即准备将其存放或者运输至另一个使用地点。

工作用具

需要以下工作工具：

名称	货号
TORX 半圆头凸肩螺栓批头 TX10	-

前提条件

- 拆卸地点畅通无阻。
- 不会因其他设备部件而产生危险。

劳动安全



在有负载的情况下，不得脱开插头连接。



机器人系统电气装置或机械装置方面的工作只允许由专业人员进行。

12.1.1 解锁并拆卸机器人控制器

操作步骤

1. 关闭相应的机器人控制器上的电机保护开关，并采取措施防止重新接通。

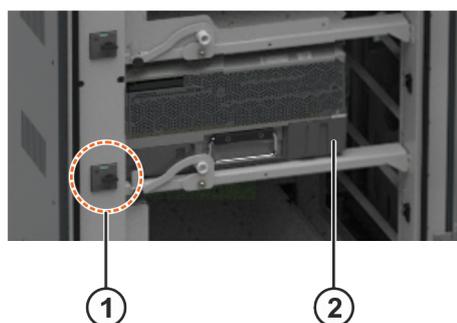


图 12-1：电机保护开关

- 1 电机保护开关
- 2 机器人控制器

2. 拔下机器人控制器正面的所有插头连接。
3. 拔出插销。
4. 向右转动止动杆。必须感受到插销卡入并听到卡入的声音。

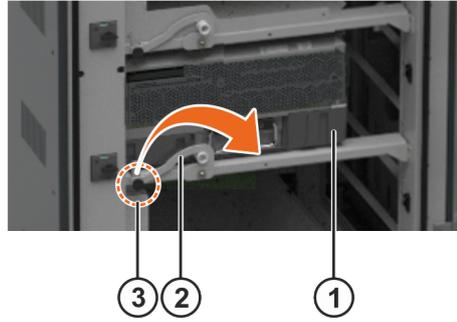


图 12-2: 解锁机器人控制器

- 1 机器人控制器
- 2 止动杆
- 3 插针

5. 从控制柜中取出机器人控制器。

**小心****拆装作业时有挤伤危险**

机器人控制器重约 25 kg。在机器人控制器的拆装作业中有挤伤危险。可能会造成受伤或财产损失。

- 佩戴个人防护设备（防护手套、安全鞋等）。
- 慢慢地从隔层中拉出机器人控制器，并小心地搬运。
- 不得将机器人控制器摔落。

12.1.2 收尾工作

必须进行以下收尾工作：

- 将各个组件准备好存放（>>> [12.2 “存放” 页面 240](#)）或正确进行废弃处理（>>> [12.3 “废弃处理” 页面 241](#)）。

12.2 存放

说明

机器人控制器可以在完整安装的状态下存放。

存放位置

长时间存放机器人控制器时必须注意以下事项：

- 存放地点必须尽可能无尘、干燥。
- 避免温度波动。
- 避免风吹和穿堂风。
- 避免形成冷凝水。
- 注意并保持仓储温度范围。
- 仓储地点的选择应注意不会使包装膜受损。
- 只能将机器人控制器存放在封闭的空间内。

操作步骤

1. 清洁机器人控制器。机器人控制器内外不得留有污物。
2. 对机器人控制器是否受损进行目检。
3. 拆下电池并根据生产厂商说明存放。

4. 清除异物。
5. 按专业要求清除可能的腐蚀点。
6. 装上机器人控制器的所有盖板，并确认密封件功能完好。
7. 用合适的盖子封闭电气接口。
8. 用薄膜盖住机器人控制器，并将薄膜密封。
如有必要，在薄膜下放置干燥剂。

12.3 废弃处理

在机器人控制器使用寿命的最后，可将其拆解，并以专业方式按照材料组别将其进行废弃处理。

下表是机器人控制器中所用材料的概览。塑料部件部分带有材料标志，在进行废弃处理时必须注意。



客户作为最终用户有法律义务交还用过 的电池。电池在用完后可免费交还给卖方或者为此指定的回收点（例如地区收集点或者购买点）。也可将电池邮寄给卖方。

电池上标有下列图标：

- 划叉的垃圾箱：勿将电池扔入家庭垃圾

- Pb: 电池中铅质量含量超过 0.004
- Cd: 电池中镉质量含量超过 0.002
- Hg: 电池中汞质量含量超过 0.0005

材料	组件，部件	更多信息
金属		
铝	机器人控制器的散热器	
CuZn (镀金)	插接头、接点	无需拆解进行废弃处理
铜	电气电缆、芯线	
钢	机器人控制器的壳体、螺钉、垫圈、钣金	
钢 (ST 52-3)	螺钉、垫圈	
电气部件		
	电气组件，例如：RDC、电路板	无需拆解，作为电子废物进行废弃处理
锂电池	缓冲电池	作为特殊废物进行废弃处理。
塑料		
EPDM	密封件、盖板	
ETFE	保护软管	
NBR	O 型圈	
PE	电缆扎带	
PUR	电缆护套	

13 选件

13.1 前门上的接口

说明

根据供货范围不同，下列接口可连接在控制柜前门上。

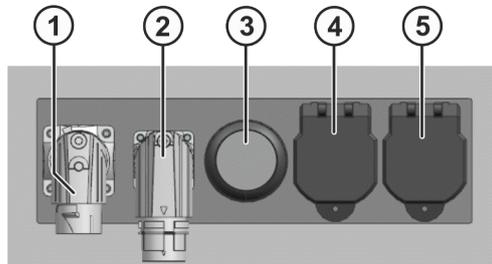


图 13-1: 接口接线面板（选件）

- 1 smartPAD 接口 (XG19)
- 2 XG58 接口
- 3 SF1 Softpower 按钮接口
- 4 XFKSI 接口
- 5 XFUSB1 接口

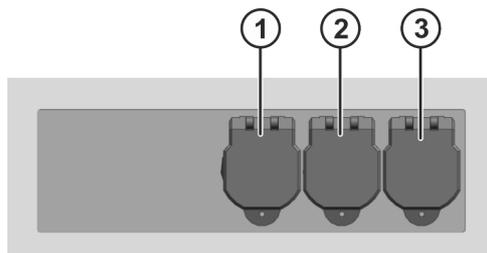


图 13-2: KLI 接口接线面板（示例）

- 1 XFKLI_TA1 接口
- 2 XFKLI_TA2 接口
- 3 XFKLI_TA3 接口

投入运行和重新投入运行

前门内的接口和相应的电缆束已预装好。这些接口必须连接到相应的机器人控制器的接线面板和/或设备安装板上的组件上。

接口的接线面板与上方的视窗以及相应的机器人控制器/设备安装板必须始终在一个层面上 (>>> [图 13-3](#)):

- 机器人控制器和接口：在控制柜中间区域安装和连接
- 设备安装板和 KLI 接口：在控制柜上部区域安装和连接

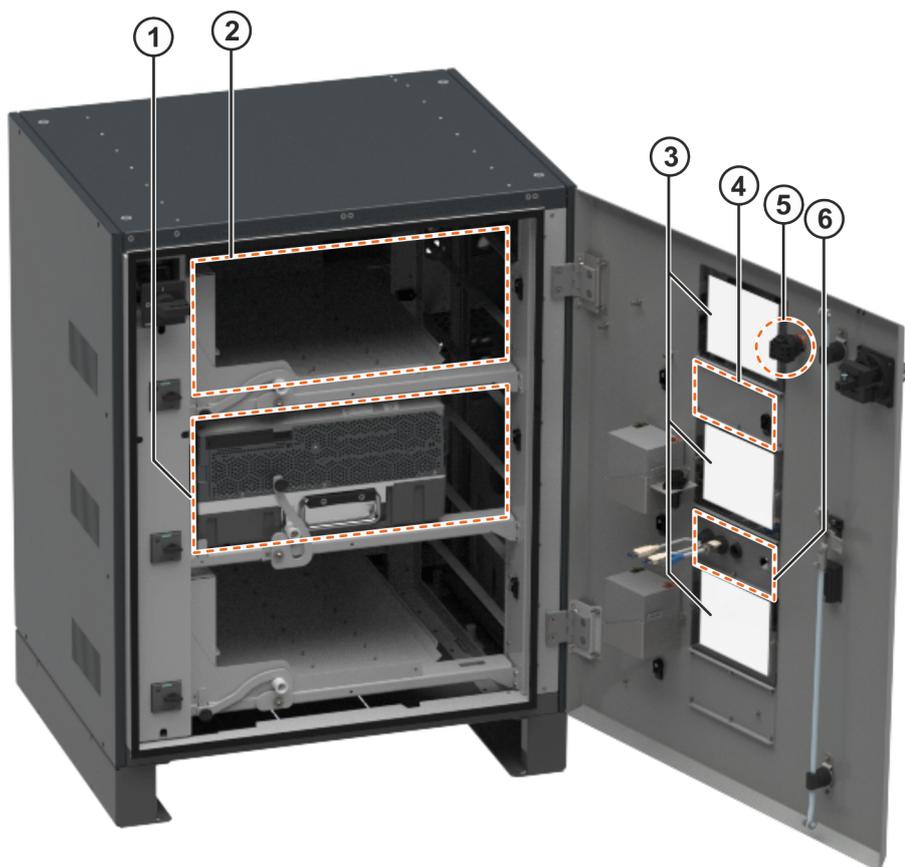


图 13-3: 接口 (示例)

- 1 机器人控制器的隔层
- 2 设备安装板的隔层
- 3 视窗
- 4 KLI 接口接线面板 (设备安装板隔层的高度) (>>> 图 13-2)
- 5 紧急停止装置
- 6 接口接线面板 (机器人控制器隔层的高度) (>>> 图 13-1)



详细信息请参阅控制柜安装指南。

保养和维修



详细信息请参阅控制柜安装指南。

废弃处理

使用阶段结束时，可以取下选件并对其进行废弃处理。这些材料必须尽可能按分类进行专业的废弃处理或回收。

13.2 机器人控制器手柄

说明

如果机器人控制器需要与控制柜 KR C5 basiccab 一起使用，则在插入之前必须更换机器人控制器上的手柄。

基本数据

名称	物料号	重量
SPP 控制器支架 Zsb BasicCab KRC5	0000-452-238	约 1.3 kg

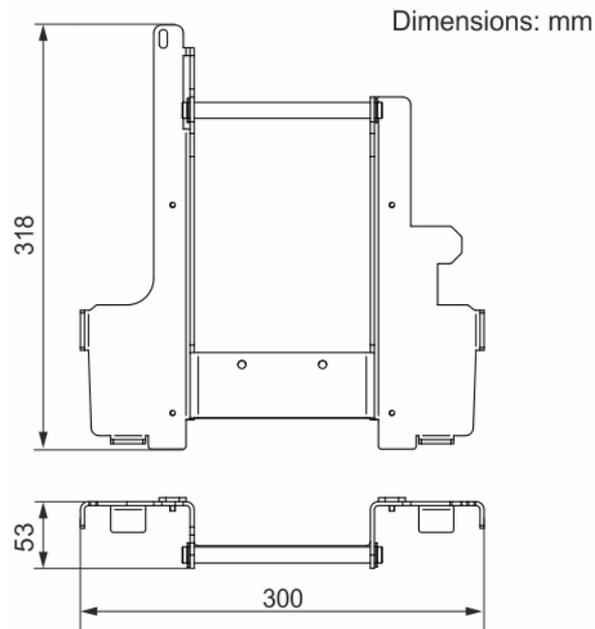


图 13-4: 尺寸

投入运行和重新投入运行

(>>> [13.2.1 “更换手柄” 页面 245](#))

废弃处理

使用阶段结束时，可以取下选件并对其进行废弃处理。这些材料必须尽可能按分类进行专业的废弃处理或回收。

13.2.1 更换手柄

说明

在接下来的部分中，将介绍如何更换机器人控制器上的手柄。

工作用具

需要以下工作用具：

名称	物料号
内六角扳手套件 1, 5; 2; 2.5; 3; 4; 5; 6; 8; 10 mm	-

物料

根据具体要求，需要以下材料：

名称	物料号	数量
SPP 控制器支架 Zsb BasicCab KRC5	0000-452-238	1x

备件购置

只允许用 KUKA Deutschland GmbH 原厂备件更换损坏的部件。不遵守规定将丧失保修和责任索赔权。

备件随附一张“修理卡”。在以下情况下，必须填写该修理卡并与损坏的部件一同寄回 KUKA Deutschland GmbH。

- 在保修期内
- 在与 KUKA Deutschland GmbH 协商后，需由 KUKA 检查损坏的部件时。

拧紧扭矩

拧紧扭矩请参见：(>>> [14.2 “拧紧扭矩” 页面 250](#))

若无其他说明，螺钉和螺母均适用该拧紧扭矩表。

强度等级为 10.9 及以上的螺钉、强度等级为 70 或 80 的不锈钢螺钉及带试验证明文件的螺钉只能用额定拧紧扭矩拧紧一次。当螺钉首次松动时，必须更换新的螺钉。

前提条件

- 机器人控制器已拆卸。

工作安全



只允许由专业人员在本机的电气装置和机械装置上执行作业。

13.2.1.1 拆卸手柄 (KR C5 Cabinet 机器人控制器)

操作步骤

1. 拧出手柄上的 2 个 M8x16-8.8-A2K 内六角螺栓，取下手柄。
2. 拆卸机器人控制器另一侧的第二个手柄。

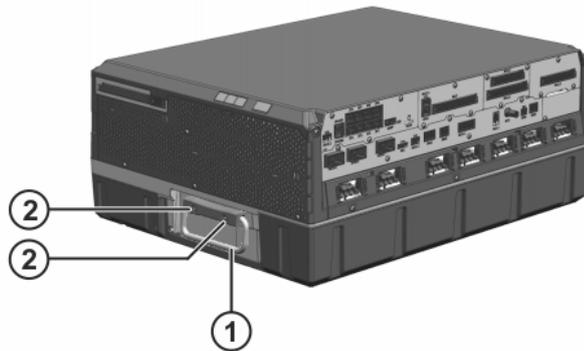


图 13-5: 手柄固定

- 1 手柄
- 2 M8x12-8.8-A2K 内六角螺栓 (2 个)

13.2.1.2 安装手柄 (KR C5 basiccab 的机器人控制器)

操作步骤

1. 将手柄用 2 个 M8x16-8.8-A2K 内六角螺栓安装在机器人控制器上，拧紧扭矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。
2. 将第二个手柄安装在机器人控制器的另一侧；拧紧扭矩 $M_A = 0.8 \text{ Nm}$ 。

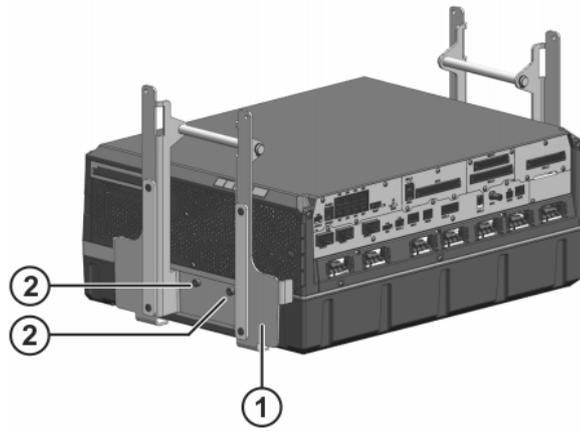


图 13-6: 手柄固定

- 1 手柄
- 2 M8x12-8.8-A2K 内六角螺栓 (2 个)

13.2.1.3 最后的措施

安装后必须执行以下措施:

- 检查螺栓是否牢固。

14 附录

14.1 采用的标准和法规

出于完整性的原因，该表还包含所用的北美和加拿大标准和规定。
北美和加拿大标准仅适用于已获得相应认证（例如：NRTL 认证）的产品。

名称/版本	定义
2006/42/EC	机械指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2006 年 5 月 17 日颁布的包括对 95/16/EC 进行更改的机械指令 2006/42/EC（新版）
2014/30/EU	EMC 指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2014 年 2 月 26 日颁布的关于统一各成员国之间的电磁兼容性法规的 2014/30/EU 指令
ANSI/RIA R15.06-2012	Industrial Robots and Robot System
CAN/CSA C22.2 No. 301-16	Industrial electrical machinery
CAN/CSA-C22.2 NO. 61010-1-12/A1:18 (R2022)	Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use Part 1: General Requirements
CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-201:2018	Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use Part 2-201: Particular Requirements for Control Equipment
CAN/CSA-Z434-14	工业机器人和机器人系统： 一般安全要求
EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020	工业、科学和医疗设备 无线电干扰 - 界限值及测量方法
EN 60204-1:2018	机械安全： 机械的电气装备；第 1 部分：一般性要求
EN 61000-6-2:2005	电磁兼容性 (EMC)： 第 6-2 部分：通用标准；工业环境抗干扰度
EN 61000-6-4:2007 + A1:2011	电磁兼容性 (EMC)： 第 6-4 部分：通用标准；工业环境的排放标准
EN 61010-1:2010 + A1:2019 + A1:2019/AC:2019	针对电子测量设备、控制设备、调节设备和实验室设备的安全规定 第 1 部分：一般性要求
EN 614-1:2006 + A1:2009	机械安全： 人类工程学定型导则；第 1 部分：概念及一般原理
EN IEC 61000-6-2:2019	电磁兼容性 (EMC)： 第 6-2 部分：通用标准；工业环境抗干扰度

EN IEC 61000-6-4:2019	电磁兼容性 (EMC): 第 6-4 部分: 通用标准; 工业环境的排放标准
EN IEC 61010-2-201:2018	测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 2-201 部分: 适用于控制设备的特殊要求
EN IEC 62061:2021	机械安全: 安全相关控制系统的功能安全
EN ISO 10218-1:2011	工业机器人 - 安全要求: 第 1 部分: 机器人
EN ISO 12100:2010	机械安全: 一般设计原则、风险评估和风险降低
EN ISO 13849-1:2015	机械安全: 控制器的安全相关部件; 第 1 部分: 一般设计原则
EN ISO 13849-2:2012	机械安全: 控制器的安全相关部件; 第 2 部分: 安全验证
EN ISO 13850:2015	机械安全: 紧急停止设计原则
NFPA 79:2021	工业机械电气标准
UL 1740:2018	机器人和机器人设备
UL 61010-1:2012	Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use Part 1: General Requirements
UL 61010-2-201:2018	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use Part 2-201: Particular requirements for control equipment

14.2 拧紧扭矩

拧紧扭矩

若无其他说明, 螺钉和螺母均适用下述拧紧扭矩 (Nm)。

给出的数值适用于稍微涂油、黑色 (例如: 磷化处理) 且有涂层 (例如: 机械镀锌、锌片状镀层、螺纹锁固剂) 的螺钉和螺母。

螺纹	强度等级		
	8.8	10.9	12.9
M1.6	0.17 Nm	0.24 Nm	0.28 Nm
M2	0.35 Nm	0.48 Nm	0.56 Nm
M2.5	0.68 Nm	0.93 Nm	1.10 Nm
M3	1.2 Nm	1.6 Nm	2.0 Nm
M4	2.8 Nm	3.8 Nm	4.4 Nm

	强度等级		
螺纹	8.8	10.9	12.9
M5	5.6 Nm	7.5 Nm	9.0 Nm
M6	9.5 Nm	12.5 Nm	15.0 Nm
M8	23.0 Nm	31.0 Nm	36.0 Nm
M10	45.0 Nm	60.0 Nm	70.0 Nm
M12	78.0 Nm	104.0 Nm	125.0 Nm
M14	125.0 Nm	165.0 Nm	195.0 Nm
M16	195.0 Nm	250.0 Nm	305.0 Nm
M20	370.0 Nm	500.0 Nm	600.0 Nm
M24	640.0 Nm	860.0 Nm	1030.0 Nm
M30	1330.0 Nm	1700.0 Nm	2000.0 Nm

	强度等级	
螺纹	8.8 ISO7991 内六角	10.9 ISO7380, ISO07381 带肩扁圆头
M3	0.8 Nm	0.8 Nm
M4	1.9 Nm	1.9 Nm
M5	3.8 Nm	3.8 Nm

	强度等级
螺纹	10.9 DIN7984 扁头螺钉
M4	2.8 Nm

以 4.2 Nm 扭矩拧紧 M5 盖形螺母。

15 KUKA 客户服务

15.1 技术支持咨询

引言

本文档提供有关机器运行及操作的信息，并可帮助您排除故障。当地分支机构随时可为您提供详细咨询。

信息

提供技术支持时需要以下信息：

- 问题描述，包括故障持续时间和频率的信息
- 有关整个系统的硬件和软件组件的尽可能详尽的信息

以下列表给出了在许多情况下相关的信息：

- 机器人运动系统（例如机械臂）的型号及序列号
- 控制器型号及序列号
- 拖链系统类型及序列号
- 系统软件的名称和版本
- 更多/其他软件组件的名称及版本或修正版
- 系统软件诊断包

针对 KUKA Sunrise 另外还需要：现有项目，包括应用程序

对于 KUKA System Software V8 以前的版本：软件存档（诊断包在此尚不可用。）

- 现有的应用
- 现有的附加轴

15.2 KUKA 客户支持系统

当地分支机构的联系方式请参见网页：

www.kuka.com/customer-service-contacts

索引

“驱动器已准备就绪”信号灯.....	115
2006/42/EC.....	249
2014/30/EU.....	249
95/16/EC.....	249

A

AC.....	12
ANSI/RIA R15.06-2012.....	249
ANSI/UL 1740.....	35
AUT EXT (运行模式).....	24
AUT (运行模式).....	24

B

Beckhoff 耦合器	
外部供电.....	96
Br M.....	12

C

CAN/CSA-C22.2 NO. 61010-1-12/A1:18 (R2022).....	249
CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-201:2018.....	249
CAN/CSA-Z434-14.....	249
CAN/CSA C22.2 No. 301-16.....	249
CE 认证标志.....	23
CK.....	19
CK, 监控.....	33
CONTROLLER PACKAGE.....	12
CSP.....	20
LED 故障显示.....	234
LED 显示.....	233

D

DC.....	12
---------	----

E

EDS.....	12
EDS cool.....	12
EMC.....	12
EMC 指令.....	23, 249
EMD.....	12
EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020.....	249
EN 60204-1:2018.....	249
EN 61000-6-2:2005.....	249
EN 61000-6-4:2007 + A1:2011.....	249
EN 61000-6-4:2019.....	250
EN 61010-1:2010 + A1:2019 + A1:2019/AC:2019.....	249
EN 614-1:2006 + A1:2009.....	249
EN IEC 61000-6-2:2019.....	249
EN IEC 61010-2-201:2018.....	250
EN IEC 62061:2021.....	250
EN ISO 10218-1:2011.....	250
EN ISO 12100:2010.....	250

EN ISO 13849-1:2015.....	250
EN ISO 13849-2:2012.....	250
EN ISO 13850:2015.....	250
EtherNet/IP.....	12
EXT (运行模式).....	37

F

FBG_IFBSafeSION	
更换.....	140

H

HMI.....	12
----------	----

I

IFBsafe	
检查继电器输出端.....	113
IFBsafeext	
检查继电器输出端.....	114
Industrial Robots and Robot System....	249
IT 安全.....	40
IT 网络.....	13

K

KCB.....	13
KEB.....	13
KEI.....	13, 70
KL.....	13
KLI.....	13
XF5.....	69
XF6.....	69
KONI	
接口.....	69
KR C5 Device Plate.....	13
KRL.....	14
KSB.....	14
KSI.....	14, 68
KSP.....	14
KSP-STA.....	14
KSP 警告信息.....	231
KSS.....	14, 24
KUKA smartPAD.....	24
KUKA smartPAD-2.....	14, 24
KUKA 客户服务.....	253
KUKA 客户支持系统.....	253

M

M.....	14
microSD 卡.....	67
mini CSP.....	14

N

NA.....	14
NFPA 79.....	250

O		US1.....	15
OT 网络.....	14	US2.....	15, 44
		US2 功能	
		检查.....	114
P		USB.....	15
PELV.....	15	接口.....	67
PELV 电源.....	71, 72		
PFH 值.....	97	V	
PL.....	97	VSS.....	26
PLC.....	15		
PoE.....	15	X	
PPE.....	26	XD1	
		接口.....	72
Q		XD10.1	
QBS.....	15	制动插头.....	95
		XD10.2	
		制动插头.....	95
R		XD10.3	
RDC.....	15	制动插头.....	95
RDC cool.....	15	XD12	
		电源.....	72
S		XD12.1	
Safe Operation Technology.....	80	电源.....	72
SafeOperation		XD20.1	
XG13.1.....	80	电机接口.....	94
XG13.2.....	82	XD20.2	
接口.....	80	电机接口.....	94
Safety Requirements for Electrical		XD20.3	
Equipment for Measurement, Control, and		电机接口.....	94
Laboratory Use.....	250	XD20.4	
SION.....	15	电机接口.....	94
smartPAD.....	15, 39	XD20.5	
插上.....	106	电机接口.....	94
smartPAD 线缆.....	19	XD20.6	
smartPADsmartPAD-2.....	25	电机接口.....	94
Softpower 按钮.....	109	XD20.7	
SOP.....	15	电机接口.....	94
SPOC.....	48	XD3	
SSD.....	15	接口.....	74
STOP 0.....	24, 26	XD55	
STOP 1.....	24, 26	电源.....	96
STOP 2.....	24, 26	XD55.1	
STOP 1 - DRS.....	26	电源.....	96
		XD55.2	
		电源.....	96
		XD55.4	
		电源.....	96
T		XF1 - XF8	
T1 (运行模式).....	26, 37	接口.....	67
T2 (运行模式).....	26, 37	XF21	
TAx.....	15	数据电缆.....	92
		XF22	
		数据电缆.....	93
U		XG11.1	
UL 61010-1:2012.....	250	安全接口.....	76
UL 61010-2-201:2018.....	250	接好线.....	105
UL 1740:2018.....	250	XG11.2	
UPS.....	15, 73	外围接触器 US2 控制.....	85

XG11.3	
配置.....	105
XG12.....	70
XG13.1	
接口.....	80
XG13.2	
接口.....	82
XG42	
参考点开关接口.....	93
XG58	
组装.....	106
XGDP.....	70
XGSD	
microSD 卡.....	67
接口.....	67

安

安全.....	23
安全, 一般说明.....	23
安全防护装置, 外部.....	35
安全隔离.....	71, 72
安全功能.....	29
安全功能, 概览.....	29
安全接口.....	19
XG11.1.....	105
XG58.....	106
安全控制器.....	29
安全逻辑.....	18
安全区域.....	25, 27
安全输出端.....	56, 84
安全输入端.....	57, 83
安全提示.....	11
安全停止 STOP 0.....	25
安全停止 STOP 1.....	25
安全停止 STOP 1 - Drive Ramp Stop.....	25
安全停止 STOP 1 DRS.....	25
安全停止 STOP 2.....	25
安全停止 0.....	25
安全停止 1.....	25
安全停止 1 DRS.....	25
安全停止 2.....	25
安全选项.....	25
接口.....	80
安全运行停止.....	25
安置和安装条件.....	61
安装手柄	
KR C5 basiccab.....	246

保

保养.....	46
保养图标.....	112

备

备件..	125, 132, 140, 150, 160, 170, 181, 191, 201, 209, 218, 246
------	------------------------------------------------------------

本

本地紧急停止	
输出功能.....	77

变

变位机.....	23
----------	----

标

标牌.....	58
标识.....	34
标准.....	249

材

材料.....	122, 125
材料标志.....	241

仓

仓储.....	48, 239
---------	---------

操

操作.....	109
操作人员保护.....	30, 36, 38
操作员安全.....	29
操作运维人员.....	27

拆

拆卸手柄	
KR C5 Cabinet.....	246

产

产品说明.....	17
-----------	----

常

常规安全措施.....	38
-------------	----

尺

尺寸	
机器人控制器.....	57

存

存放.....	240
---------	-----

单

单点控制.....	48
-----------	----

低

低侧模式..... 71
 低电压指令..... 23

点

点动运行..... 33, 36, 38

电

电磁兼容性 (EMC)..... 249, 250
 电磁兼容性, EMC..... 61
 电机导线, 数据线..... 19
 电机接口
 XD20. 1..... 94
 XD20. 2..... 94
 XD20. 3..... 94
 XD20. 4..... 94
 XD20. 5..... 94
 XD20. 6..... 94
 XD20. 7..... 94
 电源
 XD55..... 96
 XD55. 1..... 96
 XD55. 2..... 96
 XD55. 3..... 96
 XD55. 4..... 96

动

动态测试..... 83

断

断电..... 73

法

法规..... 249

翻

翻转台..... 23

反

反应距离..... 24

防

防护措施..... 38
 防护功能..... 36
 防护装备..... 33

仿

仿真..... 46

废

废弃处理..... 48, 239, 241

符

符合性声明..... 23

负

负载电压接触器
 检查..... 114

附

附加轴..... 23, 26
 附加轴驱动箱..... 13
 附件..... 23
 附录..... 249

概

概览
 投入运行..... 101

高

高侧模式..... 71

个

个人防护设备..... 26

更

更换 SSD
 硬盘..... 122
 更换接口板的扁平保险丝..... 132
 更换系统板电池..... 124

工

工业、科学和医疗设备..... 249
 工业机器人..... 23
 工业机械电气标准..... 250
 工作安全..... 117, 125, 132
 工作空间..... 24, 27
 工作设备..... 117, 124
 工作用具.. 140, 150, 160, 170, 201, 208,
 217, 224

功

功率部件..... 19
 功率单元..... 17
 功能检查..... 41

供		接地线	
供电电源		连接.....	104
快速测量.....	91	接口	
故		KEI.....	70
故障.....	39	KLI.....	69
故障排除.....	231	KLI IT.....	69
		KONI.....	69
规		KSI Ethernet.....	68
规划, 概览.....	61	USB.....	67
规划布局.....	61	XD1.....	72
规划概览.....	61	XD12.....	72
		XD12. 1.....	72
过		XD3.....	74
过载.....	38	XD55.....	96
		XF21 数据电缆.....	92
机		XF21. 1.....	93
机器人控制器.....	17, 23	XF22 数据电缆.....	93
安装.....	103	XG1.....	91
关闭.. 109, 118, 123, 125, 133, 141,		XG11. 1.....	76
151, 161, 171, 182, 192, 209, 219,		XG11. 2.....	85
225		XG11. 3.....	78
开启.....	107, 109	XG12.....	70
机器人控制器手柄.....	244	XG13. 1.....	80
机器数据.....	42	XG13. 2.....	82
机械安全.....	249, 250	XG42.....	93
机械臂.....	14, 23, 24	XGDP.....	70
机械止挡.....	33	菊花链.....	69
机械指令.....	23, 249	接口“驱动器已准备就绪”.....	35, 36
		接口板.....	13
技		接通机器人控制器. 122, 124, 131, 139, 149,	
技术数据.....	51	159, 169, 180, 190, 201, 217, 224, 229	
技术支持咨询.....	253	接线面板.....	18
监		紧	
监控, 速度.....	33	紧急停止	
监控隔离性防护装置.....	30	本地.....	14, 24, 30
检		外部.....	14, 24, 31
检查继电器输出端		紧急停止按钮.....	30
IFBsafe.....	113	本地.....	14, 24, 30, 42
IFBsafeext.....	114	外部.....	14, 24, 31, 42
交		紧急停止装置.....	36, 38
交换机		紧急位置.....	32
外部供电.....	96	菊	
接		菊花链.....	12
		XF3 接口.....	69
		XF34 接口.....	69
		菊花链接口	
		XF3.....	69
		XF4.....	69
		控	
		控制部件.....	18
		控制单元.....	17
		控制器系统面板.....	20
		LED 故障显示.....	234
		LED 显示.....	233

控制系统 KR C5..... 13

快

快速测量输入 XG33
 快速测量输入..... 90
 快速测量输入端..... 91

连

连接导线
 连接..... 104
 连接电缆..... 23
 铺设..... 62

免

免责声明..... 23

目

目标群体..... 11

耐

耐振强度..... 56

拧

拧紧扭矩..... 250

欧

欧盟 EC 符合性声明..... 23

培

培训..... 11, 111, 117

平

平衡缸..... 47

前

前门
 打开.. 118, 123, 125, 133, 141, 151,
 161, 171, 182, 192, 202, 210, 219,
 225
 关闭.. 122, 124, 131, 139, 149, 159,
 169, 179, 189, 199, 207, 216, 223,
 228

清

清洁工作..... 47

确

确认装置, 外部..... 33

软

软件..... 23
 软件限位开关..... 33, 36, 38

商

商标..... 12

设

设备集成商..... 26

使

使能开关..... 31
 外部..... 74
 使能装置..... 31, 36, 38
 使用的术语..... 12
 使用方..... 24, 26
 使用寿命..... 24

手

手柄
 更换..... 245
 手持操作设备..... 23
 手动运行模式..... 45

术

术语
 使用的..... 12
 术语, 安全..... 24

数

数据电缆
 XF21..... 92
 XF22..... 93

说

说明..... 122, 124, 208, 217
 工业机器人组件..... 17

速

速度, 监控..... 33

提

提示..... 11

停

停电.....	73
停机反应.....	28
停机类别 0.....	26
停机类别 1.....	26
停机类别 2.....	26
停机类别 1, Drive Ramp Stop.....	26
停止距离.....	24, 27
停止运行.....	48, 239

投

投入运行.....	40, 101
概览.....	101
投入运行模式.....	44

外

外部供电	
Beckhoff 耦合器.....	96
交换机.....	96
外部使能开关	
功能.....	76
外部自动运行（运行模式）.....	37
外围接触器.....	44
外围设备电缆.....	19

危

危险品.....	47
危险区域.....	24

违

违规使用.....	21
-----------	----

维

维护.....	111
维修.....	46, 117

文

文档，工业机器人.....	11
---------------	----

物

物料.....	132
---------	-----

系

系统板.....	15
系统集成商.....	23, 26, 27

相

相关人员.....	26
-----------	----

信

信号灯“驱动器已准备就绪”.....	35
--------------------	----

性

性能级.....	29, 97
----------	--------

选

选件.....	23, 243
机器人控制器手柄.....	244

压

压力设备指令.....	47
-------------	----

沿

沿用铭牌.....	224
-----------	-----

养

养护工作.....	47
-----------	----

以

以太网安全接口的安全功能.....	86
以太网接口.....	12
KLI IT.....	69
KSI.....	68

引

引言.....	11
---------	----

预

预期用途.....	21
-----------	----

运

运行方式选择.....	35, 37
运输.....	40, 99

诊

诊断包.....	253
----------	-----

直

直线导轨.....	23
-----------	----

指

指令.....	249
---------	-----

制

制动插头	
XD10. 1.....	95
XD10. 2.....	95
XD10. 3.....	95
制动距离.....	24
制动器故障.....	38
制动器释放装置.....	34

重

重新投入运行.....	40, 101
-------------	---------

轴

轴限位挡块, 机械式.....	34
轴运动范围.....	24

自

自动 (运行模式)	
AUT.....	24
AUT EXT.....	24
自动运行模式.....	46
自由旋转装置.....	34

组

组件	
附件.....	17
机器人控制器.....	17
机械臂.....	17
连接电缆.....	17
软件.....	17
手持操作设备.....	17
选件.....	17
组装声明.....	23, 24

最

最大电缆长度..	67, 69 - 71, 78, 79, 86, 91, 92
----------	---------------------------------