|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 29.020 |
| CCS  | K04 |

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX



重型机械 电气控制系统设计规范

Design specification of electrical control systems for heavy machinery

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

（本草案完成时间：）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

`

目次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 2

5 组成与功能 2

5.1 组成 2

5.2 功能 2

6 设计图样及技术文件要求 3

6.1 制图要求 3

6.2 图形符号要求 3

6.3 技术文件编制要求 3

7 技术要求 3

7.1 一般要求 3

7.2 电气传动系统要求 3

7.3 基础自动化控制系统要求 5

7.4 过程自动化控制系统要求 6

7.5 柜台箱设计要求 8

7.6 电气配管配线设计要求 9

8 安全要求 9

8.1 电气系统接地要求 10

8.2 设备安全设计原则 10

8.3 网络安全要求 10

[表1 恒转矩大功率交流传动系统性能指标 3](#_Toc150498061)

[表2 恒转矩小功率交流传动系统性能指标 4](#_Toc150498062)

[表3 直流电气传动系统性能指标 4](#_Toc150498063)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国冶金设备标准化技术委员会（SAC/TC409）提出并归口。

本文件起草单位：一重集团大连工程技术有限公司、天津一重电气自动化有限公司

本文件主要起草人：

重型机械 电气控制系统设计规范

* 1. 范围

本文件规定了重型机械电气控制系统（以下简称“电控系统”）的电气传动系统、自动化控制系统、仪表及检测元件的设计要求，描述了相应的系统组成及功能，界定了电控系统相关术语及定义。

本文件适用于重型机械电气控制系统设计。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900(所有部分) 电工术语

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 4728（所有部分） 电气简图用图形符号

GB/T 5226.1—2019/IEC 60204-1:2016 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件

GB/T 5465（所有部分） 电气设备用图形符号

GB/T 6988.1 电气技术用文件的编制 第1部分：规则

GB/T 6995（所有部分） 电线电缆识别标志方法

GB/T 13283 工业过程测量和控制用检测仪表和显示仪表精确度等级

GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 15969.1—2007 可编程序控制器 第1部分：通用信息

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则

GB/T 17564（所有部分） 电气元器件的标准数据元素类型和相关分类模式

GB/T 20984 信息安全技术 信息安全风险评估方法

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 25069 信息安全技术 术语

GB/T 23371（所有部分） 电气设备用图形符号基本规则

GB 27607—2011 机械压力机 安全技术要求

GB/T 33008.1—2016 工业自动化和控制系统网络安全 可编程序控制器(PLC) 第1部分: 系统要求

GB/T 33009.1—2016 工业自动化和控制系统网络安全 集散控制系统（DCS） 第1部分：防护要求

GB/T 33009.2—2016 工业自动化和控制系统网络安全 集散控制系统（DCS） 第2部分：管理要求

GB/T 36245 工业过程测量与控制仪表可靠性分配指南

GB/T 38854 智能工厂 生产过程控制数据传输协议

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50217 电力工程电缆设计标准

IEC 60750 电气技术中的项目代号（Item Designation in Electrotechnology）

IEC 61158 现场总线标准(Fieldbus specifications)

IEEE 802.3 以太网标准（Standard for Ethernet）

* 1. 术语和定义

GB/T 2900(所有部分)、GB/T 15969.1—2007界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

 变频器 variable frequency drive

变频器是应用变频技术与微电子技术，通过改变电机工作电源频率方式来控制交流变频电动机的电力控制设备。[来源：GB/T 2900.33-2004/IEC 60050-551:1998，551-12-22，有修改]

 直流调速装置 DC speed regulating device

直流调速装置是一种通过改变电机的电枢电压和励磁电流来控制直流电动机的设备。

 马达控制中心 motor control center (MCC)

马达控制中心MCC是通过配电器件、电机控制器件、联锁保护器件以及计量器件组成的交流电机控制回路。

 数学模型mathematical model

数学模型是运用数理逻辑方法和数学语言建构的科学或工程模型。

 模型自适应 model adaptive

根据条件或环境的变化，自动调整控制器参数以获得满意性能的自动控制系统。

 磁盘阵列 disk array

数块独立磁盘构成具有冗余能力的阵列。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

B/S：浏览器/服务器架构（Browser/Server architecture）

C/S：客户端/服务器架构（Client/Server architecture）

HMI：人机界面系统或人机接口（Human Machine Interface）

PLC：可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）

* 1. 组成与功能
		1. 组成

电控系统主要由电气传动系统、基础自动化控制系统、过程自动化控制系统、仪表及检测元件组成。

* + 1. 功能

电控系统根据重型机械设备的工艺要求，完成重型机械设备正常运行的各种控制功能、安全保护功能及人机接口功能。电控系统必须确保设备功能完整性、稳定性及安全性。

* 1. 设计图样及技术文件要求
		1. 制图要求

电控系统的设计图样应符合GB/T 6988的规定。

* + 1. 图形符号要求

电控系统的符号表示规则应符合GB/T 4728（所有部分）、GB/T 5465、GB/T 23371（所有部分）与IEC 60750的规定。

* + 1. 技术文件编制要求

电控系统的技术文件编制应符合GB/T 17564（所有部分）、GB/T 6988的规定。

* 1. 技术要求
		1. 一般要求

电控系统设计应符合GB/T 3797、GB/T 5226.1的规定。

电控系统设计应保证具有安全性、可靠性、完整性、先进性的特点。

电控系统配套的电气外购件应符合现行标准并取得合格证，安装在设备上后进行运转试验。

根据现场特殊环境条件，电控系统设计应考虑传动降容或增加降温除湿设施。

* + 1. 电气传动系统要求
			1. 交流电气传动系统

交流电气传动系统一般分为2000kW～10000kW的大功率交流传动和小于2000kW的中小功率交流传动。

恒转矩大功率交流传动的传动控制器宜选用中压交直交变频，且需满足以下要求：

1. 控制方式采用矢量控制或直接转矩控制；
2. 主回路拓扑结构采用三电平交直交变频；
3. 变频器电压等级宜采用AC 3300V；
4. 传动单元冷却方式为水冷；
5. 变频器功率组件主要包括二极管整流单元、有源整流单元、逆变单元、电容组单元、电阻制动单元、隔离单元、励磁单元（同步机）以及输入输出滤波单元；
6. 系统性能指标见表1。
7. 恒转矩大功率交流传动系统性能指标

| 序号 | 项目名称 | 指标 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 静态调速精度  | ≤0.01% |
| 2 | 转矩电流响应时间 /ms | ≤10 |
| 3 | 速度响应时间（不带机械）/ms | ≤50 |
| 4 | 冲击速度下降 /s | ≤0.25% |
| 5 | 转矩控制精度 | ≤±1.0% |
| 6 | 调速范围 | 1:100 |

小功率恒转矩交流传动的传动控制器选用低压交直交变频，且需满足以下要求：

1. 控制方式采用V/F控制、矢量控制或直接转矩控制；
2. 主回路拓扑结采用两电平或三电平交直交变频；
3. 变频器电压等级通常包括AC 380（400）V、AC 500V、AC 690V；
4. 传动单元冷却方式为自冷、风冷、水冷；
5. 变频器功率组件主要包括二极管整流单元、回馈整流单元、有源整流单元、逆变单元、电阻制动单元、输入输出滤波单元；
6. 系统性能指标见表2。
7. 恒转矩小功率交流传动系统性能指标

| 序号 | 项目名称 | 指标 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 静态调速精度（带PG） | ≤0.05% |
| 2 | 静态调速精度（不带PG） | ≤0.5% |
| 3 | 转矩电流响应时间 /ms | ≤10 |
| 4 | 速度响应时间（带PG）/ms | ≤75 |
| 5 | 速度响应时间（不带PG）/ms | ≤150 |
| 6 | 转矩控制精度 | ≤±2.0% |
| 7 | 调速范围 | 1:100 |

风机、水泵等不需要速度闭环控制的交流调速系统，控制方式宜采用V/F控制。

* + - 1. 直流电气传动系统

直流传动由直流调速装置控制；直流调速装置根据负载的控制要求分为两象限运行的直流装置和四象限运行的直流装置；直流调速装置需要具备以下要求：

1. 功率元件：可控硅
2. 电压等级：440V～1000V；
3. 控制方式：EMF方式、速度传感器反馈方式；
4. 传动单元散热器类型：铝型材散热器、铜型材散热器、热管散热器、水冷散热器；
5. 整流电压的脉波数：6脉波、12脉波；
6. 励磁整流方式：单相半控桥、三相全控桥；
7. 系统性能指标见表3。
8. 直流电气传动系统性能指标

| 序号 | 项目名称 | 指标 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 静态调速精度 | ≤0.01% |
| 2 | 转矩电流响应时间 /ms | ≤10 |
| 3 | 速度响应时间（不带机械）/ms | ≤50 |
| 4 | 转矩控制精度 | ≤±1.0% |
| 5 | 调速范围 | 1:100 |

* + - 1. 马达控制中心（MCC）

交流不调速电机由MCC控制，每台电机回路需要如下元件：断路器、接触器（可逆电机2个）、热继电器或电机保护装置等。大于一定规格的电机宜采用软起动方式，配置软启动器。

MCC系统宜配远程I/O与PLC系统进行通讯。

* + 1. 基础自动化控制系统要求
			1. 控制系统一般要求

环境可靠性要求：设备运行环境要求满足设备关键部件使用要求，对于外围环境不符合的，应制定合理的设计方案以保证设备控制器及传感器等正常工作，如温度≥40℃环境下，控制器等电子元件应予于降温系统设计；湿度高于80%需要考虑干燥空气设计。

设备安装及柜体设计应考虑冲击和震动，并满足GB/T 15706—2012中6.2.12.2和GB/T 5226.1—2019中4.4.8的要求。

设备运行操作方式：自动化控制系统的操作模式应具备手动、自动功能，由带锁定的转换开关选择，机械设备的不同生产工艺在人机界面系统（HMI）上通过授权方式可设定或选择，设备的运转方式由物理硬件选择开关配合编程控制器共同完成。

控制器选取设计：宜采用可编程序控制器作为主控制器，控制器处理能力，任务扫描周期等应满足机器工业安全控制（GB/T 16855.1）相关标准，设备控制器应满足网络安全隔离相关要求，主控制器与主控制器之间相互通信交换数据应满足机器设备控制相关产品要求规范进行设计。

控制系统架构设计：大型系统建议采用多控制器协同多任务控制设计，中型系统建议采用主站+分布式结构，小型系统建议采用主站直接控制。

控制系统故障报警及诊断：系统具有故障诊断功能，当设备出现故障时，应能将故障显示出来；包括系统诊断，I/O诊断，过程诊断及网络拓扑诊断等功能；电气系统的控制和监控功能应符合GB 27607—2011中5.4部分的规定。

控制系统余量设计：机架电源至少10%剩余可用电源，现场总线的循环时间满足时序控制要求精度，一般情况下要求：CPU循环扫描周期≤100ms，20%≤PLC存储空间使用量≤80%，网络负荷≤70%， I/O模块配置至少留有10%余量。

* + - 1. 现场总线及通讯

现场总线通讯技术应符合IEC 61158的规定。

各设备间通讯方式应首选符合主控制器控制通讯协议要求，在满足要求及控制带宽的情况下，应尽可能选取满足IEEE 802.3规定的工业以太网通讯，当采用100M及以上带宽以太网通讯时采用电气网络时两个终端间距离不超过100米,当通讯网络超出此范围时，应采用光纤等复合形式进行组网通讯。

当设备采用无线通讯组网时，也能够当考虑信号中继强度及控制信号的连续可靠性，对于系统要求较高的时序逻辑控制，采用本地主控制器+远程总控制器分层控制，通讯方式为本地高速总线通讯，远程采用5G/wifi/蓝牙/光纤等。

* + - 1. 设备通讯信号交互设计

采用通讯与第三方自动化装置信号交互：与自动化设备控制系统的通讯接口尽量采用耦合器，尽量不采用联合组网造成双方通讯带宽系统干扰。

本体设备与自身分站信号交互：优先采用联合组网控制方式，对于本体设备总线协议不同的，采用扩展通讯或者信号中转转换实现。

与上层信息系统交互信号设计：应设计独立网络通讯功能的接口硬件设计，如与MES系统对接，如与上层大型信息化系统信号交互时必要时需要设置硬件防火墙或安全网关等硬件设备。

* + - 1. 设备人机交互界面系统

独立设备应设置人机交互界面装置（上位机或者HMI），主要完成整个设备的操作及控制显示与指导和设备运行状态监视，如设备运行模式、设备运行条件、设备运行数据、生产的过程数据等过程状态检测。

设备人机交互界面设计应满足，用于操作或维护人员对设备工艺参数进行设定和监控，并具备保存生产工艺参数（或者配方）的功能，具备不同授权级别分级控制权限密码等功能。

人机交互界面通过与PLC进行数据交互，实现设备工艺参数设定、工况选择、运行数据和状态监控、故障报警及诊断、辅助操作等实时监视。

设备人机交互界面报警功能：故障报警信息的显示及记录，故障查询、统计及分析等功能。

* + - 1. 设备仪表及检测元件选型要求

设备仪表的精度选择应符合GB/T 13283的规定。

设备仪表的分配应符合GB/T 36245的规定，具备电测量功能的智能仪表应同时满足通讯要求。

检测元件选取应满足量程、精度和误差要求、稳定性要求、工作温度范围要求、通讯要求、安装尺寸及与电路性能密切相关的其他要求。

设备检测元件的数字离散信号检测有效性应不低于系统有效检测精度，防止信号失真。

* + 1. 过程自动化控制系统要求
			1. 主要功能

根据机组生产工艺和相关数学模型的要求对生产线各机械设备的工作状态进行优化设定。

功能评价包括以下元素：

a)数学模型：应从生产工艺角度出发，通过一系列的数学模型（在线或离线）进行计算，得到设备生产的设定值，并传送到基础自动化系统，可进行人工干预调整；

b)模型自适应：数学模型应具备在线自动优化功能。数学模型的自适应控制可以针对实际控制目标侧的数值以及模型计算值，对控制模型当中的学习部分进行及时修正，并纠正模型偏差，从而不断提升模型预报精确度，大幅度提高控制效果。

c)设定规程表格：应具备设定规程表格功能，可以通过查询工艺表格，得到设备生产的工艺设定值，并传送到基础自动化系统，具备人工修改的接口。

d)物料跟踪：应具备对物料（原料、中间制品、成品）进行在线跟踪的功能。确定物料在生产线上的实际位置和相关状况；

e)初始数据管理：应具备对产品初始数据管理的功能。如原料数据、目标成品数据等，可由操作员输入，或批量导入，也可从外部系统获得。同时有权限的操作员还能对这些数据进行修改、查询、复制、删除等操作；

f)数据通讯：应具备与生产控制系统、基础自动化系统、具备通讯能力的单体设备等第三方系统通讯的能力。可从生产控制系统获得生产计划、要求信息，同时也需要向生产控制系统提交成品数据、生产工艺设定数据等；可向基础自动化系统下发生产设定、生产提示等信息，同时也可从基础自动化系统获取各种生产过程数据；其数据通讯应符合GB/T 38854的规定；

g)通讯协议：应具备支持TCP、UDP、OPC、webService、串口、DBlink、API等主流通讯协议或接口；

h)生产数据汇聚：应具备对包括生产过程数据、成品数据、停机信息、能耗信息等进行汇聚的功能。为将生产时各种数据汇总并保存成各种报表及数据分析提供数据基础；

i)模拟生产功能：应具备过程控制系统独立模拟，进行各项功能检验；与基础自动化级联合模拟，实现模拟生产效果，设备检查、数据检验等。

j)HMI功能要求：

1）权限管理：应具备权限管理功能，为不同生产区域、不同操作人员设置其自身的操作权限；

2）班组管理：应具备不同类型的班组管理功能；

3）应具备界面友好，易于操作的特点，不同界面功能划分清晰合理，关键操作需确认后执行；

4）应满足界面刷新频率高，不卡顿等要求；

5）HMI界面应能自动适配显示器分辨率；

6）应具备根据客户需求生成报表功能。

k)数据库：关键数据应具备存储持久化功能，生产数据可根据需求存储相应的时间，并能够自动管理历史数据。

l)系统运行稳定性：系统应能保证长期稳定运行，参考标准：连续720小时无故障率>=99%，无数据丢失 平均无故障运行时间>5000小时，恢复时间<4小时。

系统运维工具：应具备专门的运维工具，工具需具备运维便利、对运维人员友好等特点。

* + - 1. 系统架构

系统软件评价包括以下元素：

1. 具备操作系统，可支持windows或linux系统；
2. 具备开发软件；
3. 具备数据库；
4. 具备通信网络软件；
5. 具备工具服务软件；
6. 具备安全性软件；
7. 具备系统软件间相互兼容的特点。

应用软件评价包括以下元素：

1. 具备实时性；
2. 具备高可靠性；
3. 具备可采用单一软件结构，但采用分布式架构（C/S或B/S）为更优；
4. 具备易维护性；
5. 具备易操作性；
6. 具备可测试性，在投用所有相关的功能后，通过系统模拟测试功能对详细的功能进行检验。

核心硬件评价包括以下元素：

1. 硬件技术水平较为先进，运行寿命长；
2. 服务器具备可扩展性；
3. 考虑数据库的稳定运行，可配备独立数据服务器；
4. 防止因计算机硬件发生故障造成停机，根据功能需求可设置热备或冷备服务器；
5. 采用磁盘阵列，提高硬盘的可靠性和读写性能；
6. 根据功能需求，关键部件可支持热插拨和冗余；
7. 接入不间断电源，保证服务器的供电质量；
8. 电源冗余及故障监控；
9. 对于特殊场景所需的服务器，需要单独配置冷却系统；
10. 需具备网络监测能力；
11. 服务器算力、存储需要具备足够的余量。

HMI设备评价包括以下元素：

1. 用普通的PC台式机，采用客户端—服务器或浏览器-服务器方式。
2. 硬件技术水平较为先进，运行寿命长；
3. 需具备可扩展性；
4. HMI数量可根据需求灵活配置；
5. 接入不间断电源，保证HMI设备的供电质量。

通信网络的评价：采用以太网联接，通信速度为10M/100M自适应，或者更高。

* + 1. 柜台箱设计要求

电气传动柜及控制柜机柜均采用连体控制柜，前开门（或前后开门），根据用户现场供电方式考虑进线方向，建议防护等级≥IP21。

现场操作箱、按钮盒为前开门，建议防护等级≥IP54。

端子接线箱建议防护等级≥IP56。

高≤1200mm以下的箱体两侧，背面，顶部，底部，厚度不应低于1.5mm。

高>1200mm以上的箱体两侧，背面，顶部，底部，厚度不应低于2.0mm。

箱门，安装板，厚度不低于2.0mm。

高≥800mm门，门背后配加强筋。

箱体内每个端子接头宜只连接一根导线，不多于两根导线。

体内端子配置标识，标识应防油防褪色。

主电（控）柜可配置无水空调，具有自动恒温、温度设定功能。每台空调安装排水管路，集中将水导入集水坑。

安装在安装导轨上的器件，如果有松动不牢固状态，用端头固定器紧固之。

设备在装配过程中，应加强柜内装置或器件的防护（尤其是变频器顶部），以免金属碎末或杂物迸溅到器件里面，从而造成通电后短路的风险。

按钮、开关在安装时，两侧固定螺栓尽量平衡，否则影响按钮的开闭效果。

电控柜（包括台箱）上的安全警告标识至少应该包括以下内容：

每个电柜门和接线柜门上均应有“闪电标识”；

常带电元器件应配有警告标牌。

传动柜及控制柜内裸露铜排需热塑处理；其它元件存在带电裸露金属的地方，应安装透明防护罩，防止触电。

在电抗器或变压器的顶部和四周应安装带通风孔的透明防护罩，以防外物掉落到上面导致短路。

柜台箱内应设计接地排。接地排规格根据柜组合内负荷总容量确定。可根据实际情况安装于柜前或柜后，组合柜的接地排的位置必须统一。接地排应符合GB/T 5585的规定。

设计控制柜体时要注意EMC的区域原则，把不同的设备规划在不同的区域中。每个区域对噪声的发射和抗扰度有不同的要求。区域在空间上最好用金属壳或在柜体内用接地隔板隔离。

在同一个项目中，同类产品设备件应保证组装位置的一致性，如各台产品元件布置的间隔顺序、考虑母排的走向和间距等。

元器件组装顺序应从板前视，由左至右，由上至下。重量大的部件放在下部。较重型装置等必须有托架或托梁承重。

操作方便，元器件在操作时，不应受到空间的妨碍，不应有触及带电体的可能。

便于维护，留出维修空间。

各种电气元件和装置的电气间隙、爬电距离应符合GB/T 3797的规定。

工作在不同电压等级的元件原则上不应该安装在一起。各个分系统的元件尽量安排在一起

低压电器根据其不同的结构，可采用支架、卡轨、金属板、绝缘板等固定结构件，将电器元件及附件，紧凑合理地固定安装在支架、卡轨或底板上，不得悬吊在电器及连线上。

进、出线电抗器如果在柜内底板安装，其接线出头朝向尽量朝向柜内或左或右；上、下端进出线也尽量一致。整套系统电抗器的安装及配线尽量保持一致。

特殊元器件安装位置注意事项：考虑安装运输的可靠性10kg以上的变压器、电抗器等件不建议底板上侧装。发热元件（板形电阻、管形电阻）宜竖向安装在散热良好的地方，尽量安装在柜体上部。发热元件与其它电气件尽量保持一定的距离，不得装在柜体的进风口处（包括自然冷却进风口），以免对柜内其它电气元件产生不良影响。

电流互感器安装时，尽量与上级元器件对应的相序对正，以便一次母排及一次电缆安装。低压三相电流互感器安装方式为“一”字型或“品’字型。高压电流互感器按柜体结构形式分为垂直安装及水平安装，注意相与相安全距离必须符合要求。

带操作机构的刀开关安装时，应使三个动触头在闭合位置与底座上的静触头能同步完全闭合，并能容易地推到位，动触头在分闸过程中不能碰掉灭弧罩。

装有灭弧装置的断路器（自动开关）、刀开关、接触器等，应留有足够的喷弧距离或增设阻隔电弧的措施。灭弧罩应完好无损，以免损坏其他元器件（灭弧罩的作用就是把电弧引向外侧，防止弧光向上引起母排短路。

进风风扇与出风风扇的安装原则：一般发热量大的设备安装在靠近出风口处；出风风扇安装在柜体的上部；柜内电气件有冷却风机时，柜体出口风机的风量必须大于柜内电气件的风机流量。

线槽与断路器、接触器、热继电器等元件的接线柱间的直线距离不小于50mm。

连接元件的铜接头过长时，应适当放宽元件与线槽间的距离。

对于元器件的安装位置及空间，要考虑载流量大的导体的转弯半径空间。

* + 1. 电气配管配线设计要求

电气配线设计应符合GB 50054、GB/T 6995、GB 50217的规定。

设备机身上应合理设置端子接线箱。

设备机身上及柜间配线设计应严格遵循EMC准则要求。电缆桥架内动力电缆与控制电缆分层敷设；通讯电缆单独穿管；遵循模拟量信号采用屏蔽电缆、编码器等传感器信号采用双绞屏蔽电缆等原则。

与控制柜相连的操作箱、远程I/O控制箱和接线箱间连接电缆通过电缆桥架或钢管敷设。

机上检测及控制信号电缆需穿钢管或金属软管并通过管接头连接到接线箱。

一般线缆应预留至少20%的备用线束（通讯、动力电缆除外）。

在一根管子内装有不同电压的电线时，全部电线应按最高电压绝缘选型。

电缆选型需适应工作环境，需要考虑油污、移动弯折、高温、承重等。移动工作台和滑块拖链中使用的电缆应选用专用柔性电缆，具备高柔性、防磨、防油、抗拉。

所有桥架采用热镀锌钢板, 线槽材料厚度不低于1.5mm。

桥架或线槽应按GB 50054等相应标准规范留有备用空间。

* 1. 安全要求
		1. 电气系统接地要求

为保证人身及电气设备安全，提高系统抗干扰能力和保证系统稳定工作，电气系统要有可靠稳定的接地。系统接地应符合GB 50065和GB 14050的规定。

* + 1. 设备安全设计原则

安全控制系统应设置安全回路。急停设计及机械人员安全、光栅、安全地毯、双手操作装置等安全装置应符合GB/T 16855.1。

所有安全点不允许串接，需单独控制。

急停按钮触发后系统立即紧急停止，对应系统锁定，在执行相关确认操作及复位后才允许解除设备异常状态。

当系统出现故障时，设备能自动进入故障状态。系统停机指令发出后，要求在安全范围内所有设备在最短的时间内停止运动，以将损失减至最低。

* + 1. 网络安全要求

为了保障电控系统的安全稳定运行，避免网络安全风险，应按GB/T 20984、GB/T 22239、GB/T 25069设计网络安全方案。

对于无网络安全等级保护制度要求的电控系统，应根据系统业务特点配备杀毒软件、网闸、防火墙等安全防护软硬件，对网络设备加以防护，或对生产网络进行外网物理隔离。对于U盘、移动硬盘等文件转存介质，应专门管理，禁止混用，转存文件前应进行杀毒处理。

对于有网络安全等级保护制度要求的电控系统，需根据网络安全等级保护制度进行网络安全体系建设：

制定安全管理制度、设立安全管理机构、配备安全管理人员。

建立安全通信网络：互联安全、边界防护、安全审计。

建立安全计算环境：鉴别与授权、入侵防范、数据安全防护、自动化安全工具。

进行安全建设管理：网络安全与信息化同步要求、供应链安全保护。

进行安全运维管理。

