

ICS 25.040

CCS N 18

T/CSHB

河北省版权协会团体标准

T/CSHB 0023—2024

中型可编程控制柜设计规范

Design specification for medium sized programmable control cabinet

2024 - 12 - 31 发布

2024 - 12 - 31 实施

河北省版权协会 发布

目次

前言	
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 缩略语	2
5. 设计原则	3
5.1 安全性	3
5.2 可靠性	3
5.3 可维护性	3
5.4 兼容性	3
5.5 经济性	3
6. 技术设定及要求	4
6.1 环境条件	4
6.2 电气性能	4
6.3 柜体结构	6
6.4 元件布置	7
6.5 布线	8
6.6 散热	9
6.7 标识	10
6.8 安全	10
6.9 可靠性	11
6.10 兼容性	11
6.11 可维护性	11
7. 文件要求	12
7.1 设计说明书	12
7.2 电气原理图	12
7.3 布线图	12
7.4 元件清单	12
7.5 柜体结构图	12

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。

本文件由河北元翔智能控制有限公司提出。

本文件由河北省版权协会归口。

本文件起草单位：河北元翔智能控制有限公司、中德信息技术（天津）有限公司、首科（河北）企业管理咨询有限公司、华科企元（北京）标准化技术发展有限公司。

本文件主要起草人：李妍、张晓宾、张孟佑、胡君、安志军、刘伟、解峰。

中型可编程控制柜设计规范

1. 范围

本文件规定了中型可编程控制柜（以下简称“控制柜”）的设计原则、技术要求、测试要求等方面的要求。

本文件适用于工业自动化控制系统领域中中型可编程控制柜设计过程中的制造、安装和调试。

2. 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 3047.1-1995 高度进制为 20 mm 的面板、架和柜的基本尺寸系列

GB/T 4208-2017 电气控制柜外壳防护等级（IP 代码）

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

GB/T 5465.1-2009 电气设备用图形符号 第 1 部分：概述与分类

GB/T 5465.2-2023 电气设备用图形符号 第 2 部分：图形符号

GB/T 16895.5-2012 低压电气装置 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护

GB/T 37391-2019 可编程序控制器的成套控制设备规范

GB 50054-2011 低压配电设计规范

GB 50150-2016 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB 50169-2016 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50171-2012 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范

YD/T 1536-2018 电信设备的电磁辐射信息泄漏要求和测量方法

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中型可编程控制柜 medium sized programmable control cabinet

I/O 点数在 256 到 1024 点之间，安装有可编程逻辑控制器及相关电气元件、设备的柜

体。通常包含电源模块、CPU 模块、输入输出模块等基本组件，以及为保证其正常运行所需的布线、散热、接地等部分。

3.2

防护等级 degree of protection

机器外壳对防止固体异物进入或水进入所提供的保护程度。

[来源：GB/T 4208-2017，3.3，有修改]

3.3

冗余设计 redundant design

在电路设计或系统设计中，采用额外的或备用的元件、线路、模块或子系统等，以提高系统的可靠性和容错能力。

3.4

电磁兼容性 electromagnetic compatibility (EMC)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能接受的电磁干扰的能力。

[来源：GB/T 37391-2019，3.17]

3.5

端子排 terminal block

由多个接线端子组成且呈排状排列的装置，用于连接电气线路。可用于连接 PLC 柜内的各种元件，如输入输出模块与外部设备之间的连接、电源与各模块之间的连接等。

4. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

VV: Power Cable with Polyvinyl Chloride Insulation and Sheath, 铜芯聚氯乙烯绝缘及聚氯乙烯护套电力电缆；

YJV: Cross-linked Polyethylene Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed Power Cable, 铜芯交联聚乙烯绝缘及聚氯乙烯护套电力电缆；

RVVP: Copper Conductor Polyvinyl Chloride Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed Shielded Flexible Cable, 耐油聚氯乙烯护套屏蔽软电缆；

KVVP: Polyvinyl Chloride Insulated Copper Tape Shield Control Cable, 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆；

UTP: unshielded twisted pair, 非屏蔽双绞线;

STP: shielded twisted pair, 屏蔽双绞线;

RG58: radio guide 58, 细同轴电缆;

G: gravitational acceleration, 重力加速度;

PE: protective earthing conductor, 接地线;

UPS: uninterruptible power supply, 不间断电源。

5. 设计原则

5.1 安全性

控制柜的设计应确保操作人员和设备的安全。在电气方面,应具备完善的接地系统和漏电保护措施,防止触电事故。柜体结构应稳定可靠,正常使用过程中的各种外力,如振动、冲击等,柜体不应发生倾倒或引发内部元件松动等情况,从而造成短路等安全隐患。同时,对于可能产生高温、高压、危险气体或其他危险因素的元件,应设计相应的防护措施,如降温、通风、防火、防爆等。

5.2 可靠性

控制柜设计应选用质量可靠、性能稳定的电气元件和材料,确保 PLC 及其相关设备在长期运行过程中能够正常工作。在电路设计方面,应采用合理的布线方式和冗余设计,减少单点故障导致系统停止工作的概率,提高系统的容错能力。

5.3 可维护性

控制柜的柜体结构应易于打开和操作,内部元件的布置应合理有序,方便维修人员进行检查、测试和更换元件。元件应有标注清晰的标识,包括型号、规格、功能和接线端子等信息,同时应提供详细的电气原理图和布线图,以便维修人员快速定位和解决问题。此外,应预留足够的空间用于安装和拆卸,并且考虑设置维护通道和检修口,确保维修人员能够安全、便捷地进行维护工作。

5.4 兼容性

控制柜的设计应具有良好的兼容性,能够支持不同类型和规格的设备接口,以确保控制柜与其他外部设备如传感器、执行器、上位机等,能够进行正常连接和通信。

5.5 经济性

控制柜的设计应在满足安全性、可靠性、可维护性和兼容性等要求的前提下,尽量降低

设计和制造成本。包括优化柜体结构设计、合理选择电气元件和材料、优化生产工艺设计、提高生产效率等方面。。

6. 技术设定及要求

6.1 环境条件

6.1.1 温度：按照 GB/T 37391-2019 中 5.1 规定，控制柜安装和使用的环境温度应为 5℃~40℃范围之内（对于特殊环境要求的场合，可根据实际情况进行调整，但需在设计文件中明确说明）。

6.1.2 湿度：按照 GB/T 37391-2019 中 5.1 规定，控制柜安装和使用的相对湿度在 10%~95%（无凝露）范围之内。

6.1.3 海拔高度：按照 GB/T 37391-2019 中 5.1 规定，控制柜安装和使用的海拔高度不超过 2000m（超过此海拔高度时，需考虑电气间隙和爬电距离的修正以及设备的降容使用）。

6.1.4 振动：应符合 GB/T 5226.1-2019 中关于振动的要求，一般情况下，在 10Hz~55Hz 频率范围内，加速度不超过 1.5 G（根据实际安装环境的振动情况，可适当提高或降低此要求，但需进行相应的振动测试验证）。

6.1.5 冲击：能承受正常运输和使用过程中可能出现的冲击。

6.2 电气性能

6.2.1 额定电压和频率

控制柜的额定电压应根据实际使用环境和设备要求进行选择，一般为 AC 220V/380V 或 DC 24V 等常见电压等级。额定频率为 50Hz 或 60Hz（根据所在地区的电网频率确定）。

6.2.2 绝缘性能

6.2.2.1 绝缘电阻：控制柜内电路的额定电压应不高于 AC 1000V。不同电路之间以及电路与柜体之间的绝缘电阻在常温下应不小 1 MΩ。

6.2.2.2 介电强度：控制柜应能承受规定的介电强度试验而无击穿或闪络现象。依据 GB 50171-2012 规定，试验电压应根据电路的额定电压参照表 1 进行选择。

表 1 试验电压与额定电压对应值

额定电压 (V)	试验电压 (V)
$U \leq 60$	1000
$60 < U \leq 300$	2000
$300 < U \leq 660$	2500
$660 < U \leq 800$	3000
$800 < U \leq 1000$	3500
$1000 < U$	1.5× 额定电压, 但不小于 3500

6.2.3 接地性能

6.2.3.1 接地系统: 控制柜应设置完善的接地系统, 包括保护接地 (PE) 和工作接地。依据 GB 50150-2016 规定, 保护接地电阻应不大于 4Ω (对于某些特殊场合, 如某些敏感设备或高功率设备, 以及高湿度或土壤电阻率较高的地区, 接地电阻要求可能更严格, 应根据具体情况确定)。工作接地应符合相关设备和系统的要求, 确保设备的正常运行。

6.2.3.2 接地方式: 接地应采用可靠的连接方式, 如使用铜质接地线和接地端子, 接地线的截面应根据接地电流的大小进行选择, 依据 GB 50169-2016 规定, 接地线的截面面积一般不小于 4 mm^2 。接地端子应与柜体可靠连接, 并标注清晰的接地标识。柜体上的金属部件如柜门、侧板和安装板等, 应与接地系统保持良好的电气连接, 确保整个柜体处于等电位状态。

6.2.4 电磁兼容性 (EMC)

6.2.4.1 抗干扰能力: 控制柜应具有良好的抗干扰能力, 能够在复杂的电磁环境下正常工作。在设计上, 应采取以下抗干扰措施:

a) 合理布置元件, 将 PLC 及其相关的敏感元件与强干扰源 (如继电器、接触器的线圈等) 分开布置, 避免电磁耦合。一般要求两者之间的距离不小于 100 mm (对于干扰源较强的情况, 可适当增加距离)。

b) 采用屏蔽电缆和屏蔽线槽对信号线路和动力线路进行屏蔽, 减少外界电磁干扰对信号的影响。屏蔽电缆的屏蔽层应在两端可靠接地 (对于高频信号线路, 可采用多点接地的方式, 有利于提高屏蔽效果)。

c) 在柜体设计上,可采用金属柜体并保证良好的接地,形成一个电磁屏蔽罩,阻挡外界电磁干扰进入柜体内部。同时,对于柜体上的通风孔和观察窗等开口部位,应采取相应的电磁屏蔽措施,如安装金属网或使用电磁屏蔽玻璃等。

6.2.4.2 电磁辐射:控制柜在正常工作时产生的电磁辐射应符合 YD/T 1536-2018 中 5.2 规定的 A 级设备电磁辐射信息泄露限值要求。在设计过程中,应通过合理选择元件和优化电路设计,减少电磁辐射的产生。对于可能产生较强电磁辐射的元件,如高频开关电源和变频器等,应采取相应的屏蔽和滤波措施,降低电磁辐射水平。

6.3 柜体结构

6.3.1 柜体材料

6.3.1.1 控制柜柜体应采用金属材料制作。柜体材料应具有良好的强度、刚度和耐腐蚀性,能够承受正常使用过程中的各种外力和环境因素的影响。柜体材料的厚度应根据柜体的尺寸和强度要求进行选择,一般情况下,柜体侧板和门板的厚度不小于 1.5 mm,安装板的厚度不小于 2 mm。

6.3.1.2 控制柜的设计应使用符合环保要求的柜体材料、元器件材料和配件材料,避免使用含铅、汞、镉等重金属以及多溴联苯醚(PBDE)、多氯联苯(PCB)等有机污染物的材料。

6.3.2 柜体尺寸和外形

6.3.2.1 尺寸:控制柜的尺寸应根据实际安装空间和设备布局要求进行设计。一般应符合 GB/T 3047.1-1995 规定或根据用户的特殊要求进行定制。柜体的高度、宽度和深度应考虑内部元件的安装空间、布线空间以及散热空间等因素,确保柜体内部布局合理,便于操作和维护。

6.3.2.2 外形:柜体外形应美观大方,表面应平整光滑,无明显的凹凸不平和划痕。柜体的边角应进行倒圆角处理,避免操作人员在操作过程中受伤。柜体的颜色可根据用户的要求或企业的标准色进行选择,但应保证颜色均匀一致,不易褪色。

6.3.3 柜体防护等级

控制柜的柜体防护等级应根据使用环境的要求进行选择,按照 GB/T 37391-2019 中 7.2 规定,柜体防护等级户内型一般应不低于 IP 21,户外型优选参考值为 IP 54。防护等级代码对应的防护要求参照 GB/T 4208-2017 规定。

6.3.4 柜体的组装和连接

6.3.4.1 组装方式：柜体应采用合理的组装方式，确保柜体结构的稳定性和可靠性。一般可采用焊接、螺栓连接或铆接等方式进行组装。焊接连接应保证焊缝质量，无气孔、夹渣、裂纹等缺陷；螺栓连接应使用合适的螺栓和螺母，并保证拧紧力矩符合要求，避免松动；铆钉连接应确保铆钉的质量和连接强度。

6.3.4.2 连接部件：柜体的连接部件，如铰链、门锁和把手等，应选用质量可靠、操作方便的产品。铰链应具有足够的强度和灵活性，能够保证柜门的正常开启和关闭；门锁应具备良好的防盗性能和可靠性，确保柜体的安全性；把手应符合人体工程学原理，方便操作人员握持和操作。

6.4 元件布置

6.4.1 总体原则

控制柜内元件布置应遵循安全、可靠、合理、美观的原则。元件应按照功能分区进行布置，便于布线和维护。同时，应考虑元件之间的电磁兼容性和散热要求，避免相互干扰和过热现象的发生。

6.4.2 PLC 及相关模块布置

6.4.2.1 位置选择：PLC 及其相关模块应安装在柜体内部较为安全和稳定的位置，一般选择在柜体的中上部或中部区域，避免受到底部积水或顶部重物的影响。同时，应考虑到模块的插拔和维护方便，预留足够的操作空间。

6.4.2.2 排列方式：PLC 模块应按照一定的顺序进行排列，一般从左向右依次为电源模块、CPU 模块、输入模块、输出模块和特殊功能模块。模块组基本单元和扩展单元之间应保持适当的间距，便于散热和布线，一般间距不小于 30 mm。

6.4.3 其他元件布置

6.4.3.1 电源元件：电源元件，如开关电源、变压器等，应安装在柜体的上部或侧面，便于散热和与外部电源连接。电源元件与其他元件之间应保持一定的距离，避免电磁干扰和过热影响其他元件的工作。

6.4.3.2 继电器和接触器：继电器和接触器应安装在柜体的下部或背面，与 PLC 及其相关模块分开布置，避免电磁干扰。继电器和接触器的安装位置应便于操作和维护，同时应考虑到其散热要求，避免过热损坏。

6.4.3.3 熔断器和断路器：熔断器和断路器应安装在柜体的上部或背面，靠近电源输入和输出线路，便于操作和保护电路。熔断器和断路器的规格应根据电路的额定电流

和短路电流进行选择，确保能够及时切断电路，保护设备安全。

6.4.3.4 端子排和接线端子：端子排和接线端子应安装在柜体的下部或侧面，便于布线和接线。端子排应按照功能分区进行排列，如输入端子排、输出端子排、电源端子排等。接线端子应采用彼此绝缘良好、接线柱与导线接触良好的产品，确保电路连接的可靠性。

6.5 布线

6.5.1 线缆选择

6.5.1.1 电缆类型：按照 GB 50054-2011 要求，根据不同的信号类型和电压等级，应选择合适的电缆。对于动力线路，可选用铜芯聚氯乙烯绝缘电缆（如 VV、YJV 等）；对于控制信号线路，可选用屏蔽电缆（如 RVVP、KVVP 等）；对于模拟信号线路，可选用双绞线或同轴电缆（如 UTP、STP、RG58 等）。电缆的绝缘材料应具有良好的绝缘性能和耐腐蚀性，能够满足使用环境的要求。

6.5.1.2 电缆规格：按照 GB 50054-2011 要求，电缆的规格应根据电路的额定电流和电压降要求进行选择。电缆的载流量应满足电路的最大工作电流，同时应考虑电缆的长度和敷设方式对载流量的影响。对于较长的电缆线路，应适当增大电缆的面积，以减少电压降。电缆的芯数应根据电路的连接要求进行选择，如单相电路可选用两芯电缆，三相电路可选用四芯或五芯电缆等。

6.5.2 布线方式

6.5.2.1 线槽布线：控制柜内的布线应采用线槽进行整理和保护。线槽应选用合适的规格和材质，可选用金属线槽或塑料线槽。线槽的安装应牢固可靠，金属线槽与柜体保持良好的电气连接。线槽内应留有足够的空间，便于电缆的敷设和整理。电缆在线槽内应排列整齐，避免交叉和缠绕。不同类型和电压等级的电缆应分开敷设，可采用分层或分槽的方式进行隔离。

6.5.2.2 直接布线：对于一些较短的线路或不方便使用线槽的情况，可采用直接布线的方式。直接布线应保证线路的整齐和美观，避免线路过长或过短造成浪费或连接困难。直接布线的线路应与其他元件和线路保持一定的距离，避免相互干扰。

6.5.3 布线规则

6.5.3.1 颜色标识：按照 GB/T 5465.1-2009 要求，为了便于识别和维护，电缆和接线端子应采用颜色标识。一般情况下，动力线路可采用黄、绿、红（对应三相电源 L1、

L2、L3)和淡蓝色(对应零线N)以及黄/绿双色(对应接地线PE)进行标识;控制信号线路可采用红色(对应电源线)和黑色(对应信号线)进行标识;模拟信号线路可采用白色(对应正信号线)和黑色(对应负信号线)进行标识。

6.5.3.2 线号标识:按照 GB/T 5465.2-2023 要求,电缆和接线端子应标注清晰的线号,线号应与电气原理图和布线图上的标注一致。线号应采用不易褪色的标记方式,如打印、烫印等。线号应标注在电缆的两端和接线端子附近,便于查找和维护。

6.5.3.3 接地要求:布线过程中应注意接地要求。屏蔽电缆的屏蔽层应在两端接地;柜体应设置接地母线,接地母线应与柜体可靠连接,并通过接地线与接地系统相连;电气元件的金属外壳如有接地要求,应与接地母线或接地系统可靠连接。

6.6 散热

6.6.1 散热方式

控制柜可采用自然通风散热、强迫通风散热或散热器散热等方式。自然通风散热适用于发热量较小的控制柜,通过柜体上的通风孔实现空气的自然对流。强迫通风散热适用于发热量较大的控制柜,通过安装散热风扇,强迫空气在柜体内外流动,带走热量。散热器散热适用于某些发热量大且对温度敏感的元件,如大功率晶体管、模块等,通过安装散热器将热量散发出去。

6.6.2 散热设计要点

6.6.2.1 自然通风散热设计:对于采用自然通风散热的控制柜,应合理设计柜体上的通风孔。通风孔的数量、大小和位置应根据柜体的尺寸、内部元件的发热量以及环境温度等因素进行确定。通风孔应尽量分布均匀,避免出现局部过热现象。同时,通风孔应设置防尘网,防止灰尘进入柜体内部。

6.6.2.2 强迫通风散热设计:采用强迫通风散热的控制柜,应根据发热量确定散热风扇的数量、规格和安装位置。散热风扇应选用质量可靠、噪声低、风量足的产品。风扇的安装位置应避免对内部元件造成干扰,同时应保证空气能够均匀地流过所有发热元件。此外,应设置风扇故障检测和保护装置,当风扇出现故障时,能够及时发出报警信号,并采取相应的措施,如停止设备运行或切换到备用风扇等。

6.6.2.3 散热器散热设计:对于采用散热器散热的元件,应根据元件的发热量和散热要求选择合适的散热器。散热器的材质、尺寸和散热片的数量应满足散热需求。同时,应确保散热器与元件之间的接触良好,提高散热效率。在散热器的安装过程中,应注意

避免对其他元件造成干扰，如遮挡通风孔或影响布线等。

6.7 标识

6.7.1 柜体标识

控制柜柜体应标注清晰的标识，包括柜体的名称、型号、规格、生产厂家和生产日期等信息。标识应采用不易褪色的方式进行标注，如蚀刻、丝印等。标识的位置应明显、易见，一般可标注在柜体的正面、侧面或顶部。

6.7.2 元件标识

控制柜内的元件应有注清晰的标识，包括元件的名称、型号、规格、功能和接线端子等信息。标识应采用不易褪色的方式进行标注，如打印、烫印等。标识的位置应在元件本体或附近，便于查找和维护。

6.7.3 布线标识

控制柜内的布线应标注清晰的标识，包括电缆的名称、型号、规格、颜色和线号等信息。标识应采用不易褪色的方式进行标注，如打印、烫印等。标识的位置应在电缆的两端和接线端子附近，便于查找和维护。

6.8 安全

6.8.1 电气安全

6.8.1.1 漏电保护：控制柜应设置漏电保护装置，当发生漏电现象时，能够及时切断电路，保护人身安全。漏电保护装置的动作电流和动作时间应符合 GB/T 16895.5-2012 中 434.5 短路保护电器的特性规定。

6.8.1.2 短路保护：电路中应设置短路保护装置，如熔断器、断路器等。熔断器和断路器的规格应根据电路的额定电流和短路电流进行选择，确保能够及时切断短路电流，保护设备安全。

6.8.1.3 过载保护：对于一些重要的电路，如电源电路、控制电路等，应设置过载保护装置。过载保护装置可以采用热继电器、电子过载保护器等。过载保护装置的动作电流和动作时间应根据电路的额定电流和负载特性进行设置，确保能够及时保护电路免受过载损坏。

6.8.2 其他安全

6.8.2.1 柜体稳定性：控制柜应具有良好的柜体稳定性，能够承受正常使用过程中的各种外力，如振动、冲击等。柜体的结构应合理，底部应设置稳定的支撑脚或安装底

座，确保柜体不会倾倒。

6.8.2.2 元件固定：控制柜内的元件应牢固固定在柜体上，避免在使用过程中出现松动、脱落等现象。元件的固定方式应根据元件的类型和尺寸进行选择，如采用螺栓固定、卡夹固定、焊接固定方式等。

6.8.2.3 操作安全：控制柜的操作应方便、安全。柜门应易于开启和关闭，门锁应可靠。操作面板上的按钮、开关等应符合人体工程学原理，便于操作人员操作。同时，应在柜体上设置必要的安全警示标识，如“高压危险”“禁止触摸”等，提醒操作人员注意安全。

6.8.2.4 防止活物进入：控制柜应在散热、通风孔道处设计拦截装置，防止鼠、虫、蚁等活物进入柜体内部。

6.9 可靠性

6.9.1 元件可靠性

控制柜内的元件应选用质量可靠、性能稳定的产品，经过严格的质量检验和测试。同时，应根据元件的使用寿命和更换周期，合理储备一定数量的备品备件，以便在元件出现故障时能够及时更换。

6.9.2 电路可靠性

6.9.2.1 冗余设计：为了提高电路的可靠性，可采用冗余设计。例如，对于关键的控制信号线路，可采用双线或多线并行的方式，并设置信号检测和诊断功能，以便及时发现和处理故障。对于电源电路，可采用双电源备份或 UPS 不间断电源等方式，确保在主电源出现故障时，设备能够继续正常运行。

6.9.2.2 故障检测与诊断：控制柜应具备故障检测与诊断功能。通过对电路中的电压、电流和温度等参数进行监测，能够及时发现电路中的故障点，并发出报警信号。同时，应根据故障类型和严重程度，采取相应的措施，如自动切换到备用电路、停止设备运行等。

6.10 兼容性

控制柜应具有良好的设备接口兼容性，能够支持不同类型和规格的设备接口。

6.11 可维护性

6.11.1 元件易于更换

控制柜内的元件应易于更换。元件的安装方式应便于拆卸和安装，并且应提供足够的操

作空间。对于一些关键元件，如 PLC、电源模块等，应采用插拔式安装方式，便于快速更换。

6.11.2 布线易于维护

控制柜内的布线应易于维护。布线应整齐、有序，便于查找和修复故障。电缆应采用易于识别的标识方式，如颜色标识和线号标识等。线槽应易于打开和关闭，便于对内部电缆进行检查和维护。

6.11.3 故障诊断方便

控制柜应具备方便的故障诊断功能。通过对电路中的电压、电流和温度等参数进行监测，能够快速定位故障点。同时，应提供详细的故障诊断信息，如故障类型和故障位置等，以便维修人员能够快速解决问题。

6.11.4 维护通道和空间充足

控制柜应设置充足的维护通道和空间。柜体内部应预留足够的空间，便于维修人员进行检查、测试和更换元件。同时，应设置维护通道，如柜门、检修口等，便于维修人员进入柜体内部进行维护工作。

7. 文件要求

7.1 设计说明书

设计说明书应包括设计目的、设计依据、整体设计架构以及各个部分的设计细节等内容。

7.2 电气原理图

电气原理图应能够清晰展示控制柜内部的电路连接关系，包括电源电路、控制电路、输入输出电路等。

7.3 布线图

布线图应能够详细描绘电缆的走向、线槽的使用、接线端子的连接等内容。

7.4 元件清单

元件清单应列出控制柜内所使用的所有元件的名称、型号、规格、数量等信息。

7.5 柜体结构图

柜体结构图应能够展示柜体的外形尺寸、结构组成、板材厚度、连接方式等。

全国团体标准信息平台