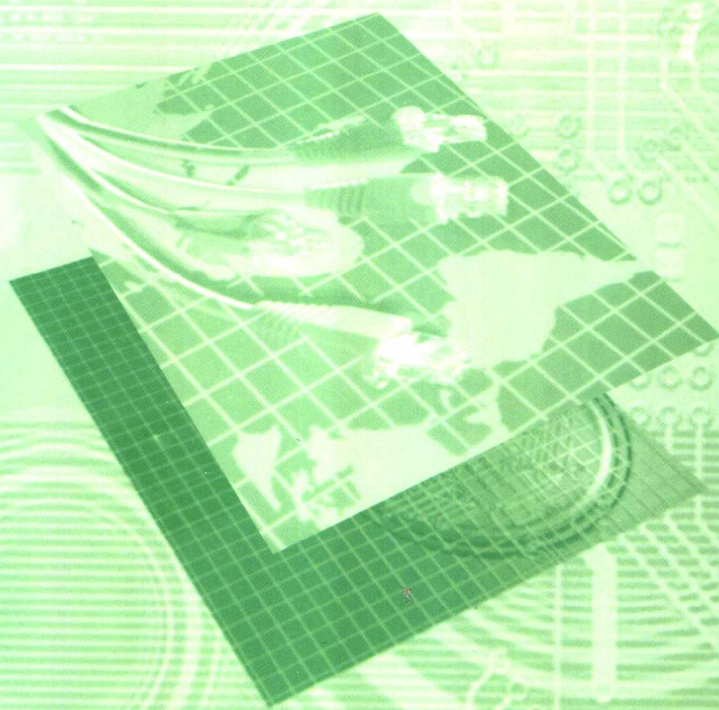


高等学校规划教材
普通高等教育电气工程实践技术系列教材

电气控制工程 实践技术

付家才 主编



化学工业出版社
教材出版中心

高等学校规划教材
普通高等教育电气工程实践技术系列教材

电气控制工程实践技术

付家才 主编
卢文生 吴延华 副主编
金鸿章 主审

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

电气控制工程实践技术/付家才主编. —北京:化学工业出版社, 2003.11
(普通高等教育电气工程实践技术系列教材)
ISBN 7-5025-4887-4

I. 电… II. 付… III. 电气控制-高等学校-教材
IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 096921 号

高等学校规划教材
普通高等教育电气工程实践技术系列教材

电气控制工程实践技术

付家才 主编
卢文生 吴延华 副主编
金鸿章 主审
责任编辑:唐旭华
文字编辑:徐卿华
责任校对:凌亚男
封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话:(010)64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订
开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 10½ 字数 246 千字
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4887-4/G·1284
定 价: 17.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

根据教育部本科应用型人才培养目标的精神,为满足本科电类相关专业实践能力培养的需要,我们组织编写了一套电气工程实践技术系列教材,涵盖电子、电机、电气控制、工业控制、单片机、DSP、应用电子、EDA 等内容。

本套教材立足于本科教育人才培养目标,遵循主动适应社会发展需要,突出应用性和针对性,以加强工程实践能力、工程设计能力为培养原则,与专业基础课、专业课的理论教材相配套,作为理论教材的扩展和延伸。这套教材集设计、制作、工程实践操作、工程应用、工程训练等能力培养为一体,体系新颖,内容可选择性强。本套教材的特点可归纳为:内容先进性、教学适用性、灵活选择性、突出实用性、强调实践性。本套教材取材上充分考虑了内容的先进性,以新技术、新元件、新材料充实到各门实践教材中;在整体规划上尽力保证与专业基础课、专业课内容的衔接,与理论教材的配套,体现了专业的系统性和完整性,利于课程的整合;为适应电类各专业的需要,对选用实践教材进行多种方案组合;为便于学生学习,本套教材中既注意到一般设计方法和过程介绍,同时对工业设计和过程也进行了具体的介绍,作为通向现场的一座桥梁。本套教材很多内容来源于科研和生产实践,通过对科研和生产单位的广泛调研,搜集了大量有实用意义的资料,使内容更加贴近现场,贴近实践。本套教材既注重工程设计能力的传授,以动手能力、工程实践能力为培养主线,重点放在电气操作技能的训练上,培养学生分析和解决实际问题的能力;又遵循循序渐进的原则,由基础实践技能到综合实践技能,采用由浅入深、深入浅出的培养方法。

本套系列教材有《工业控制工程实践技术》、《电子工程实践技术》、《电机工程实践技术》、《电气控制工程实践技术》、《单片机控制工程实践技术》、《DSP 控制工程实践技术》、《EDA 工程实践技术》、《应用电子工程实践技术》共 8 本。

《电气控制工程实践技术》一书介绍了低压电器元件的工作原理、结构形式、特性参数等。对原理图的绘制方法、电气控制电路图的分析和简化、电气控制系统的设计方法等都作了详细介绍。侧重于控制线路典型环节和常用线路的分析,以工业电气控制的典型线路为例描述了电路的调试方法和故障分析。对于配线和安装工艺也作了介绍,并通过几个生产机械控制线路的应用实例加以综述。

本书由付家才教授主编,卢文生、吴延华任副主编,哈尔滨工程大学金鸿章教授主审。第 1~3 章、第 6 章由卢文生编写,第 4 章、第 5 章由吴延华编写,第 7 章由付家才编写,李忠勤参加了第 1~3 章、第 6 章、第 7 章的部分编写工作,董翠莲参与了第 4 章、第 5 章的文字录入和绘图工作。全书由付家才策划和统稿。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月

内 容 提 要

本书是电气工程实践技术系列教材之一, 主要介绍电气控制基础、常用低压电器、电气控制线路设计方法、电气配线安装基础、典型设备故障分析、电气控制线路的分析、电气控制工程实践方法等内容, 全书共分7章。本书侧重于工程实践能力的培养, 书中图形符号均采用最新国家标准。

本书既可作为大学本科电气类专业工程实践课的教材, 又可作为相关专业工程技术人员参考书。

目 录

1 电气控制基础	1
1.1 电气控制基础	1
1.1.1 电气控制设计的一般原则	1
1.1.2 电气控制设计的基本任务与内容	1
1.1.3 电气控制设计的一般程序	2
1.2 控制元器件符号	4
1.2.1 电气技术中的文字符号 (GB 7159—1987)	4
1.2.2 电气技术中的项目代号 (GB 5094—1985)	5
1.2.3 国家标准	8
1.3 电气原理图绘制方法	8
1.3.1 电路图的基本特征和主要用途	8
1.3.2 绘制电路图的原则和方法	9
1.4 电路图的简化	15
1.4.1 主电路的简化	15
1.4.2 并联电路的简化	15
1.4.3 相同电路的简化	16
1.4.4 功能单元和外部电路的简化	16
1.5 电路图分析	18
1.5.1 电气控制线路分析	18
1.5.2 电气原理图的阅读分析	19
1.6 接线图和接线表	21
1.6.1 表示方法	21
1.6.2 单元接线图和单元接线表	23
1.6.3 互连接线图和互连接线表	26
1.6.4 端子接线图和端子接线表	27
1.6.5 电缆配置图和电缆配置表	28
本章小结	29
思考题与习题	29
2 常用低压电器	31
2.1 低压电器的基本知识	31
2.1.1 低压电器的分类	31
2.1.2 低压电器的型号表示法	31
2.1.3 低压电器的主要技术参数	31
2.1.4 低压电器的选用原则	32
2.1.5 低压电器的电磁机构	32

2.1.6 低压电器的触点及灭弧方法·····	35
2.2 熔断器·····	37
2.2.1 熔断器的组成、工作原理及特性·····	37
2.2.2 熔断器的类型及使用·····	38
2.2.3 熔断器的符号及型号含义·····	39
2.3 低压开关·····	39
2.3.1 低压开关的类型及使用·····	39
2.3.2 低压开关的符号及型号含义·····	41
2.3.3 低压开关使用注意问题·····	42
2.4 主令电器·····	42
2.4.1 常用主令电器的类型及适用场合·····	42
2.4.2 主令电器的符号及型号含义·····	44
2.4.3 主令电器的使用·····	45
2.5 接触器·····	45
2.5.1 交流接触器·····	45
2.5.2 直流接触器·····	46
2.5.3 接触器的类型及主要技术参数·····	46
2.5.4 接触器的使用·····	48
2.6 继电器·····	48
2.6.1 常用继电器的类型及工作原理·····	48
2.6.2 继电器的符号及型号含义·····	50
2.6.3 继电器的使用·····	52
2.7 电子无触点低压电器·····	52
2.7.1 接近开关·····	52
2.7.2 电子式时间继电器·····	53
2.7.3 固态继电器·····	54
本章小结 ·····	55
思考题与习题 ·····	55
3 电气控制线路设计方法 ·····	57
3.1 电气控制原理线路设计的方法·····	57
3.1.1 电气原理图设计的基本步骤·····	57
3.1.2 电气原理图的设计方法及设计实例·····	57
3.1.3 原理图设计中应注意的问题·····	62
3.2 电器的选择·····	65
3.2.1 自动开关·····	65
3.2.2 熔断器的选择·····	65
3.2.3 接触器的选择·····	66
3.2.4 继电器的选择·····	66
3.2.5 其他电器的选择·····	67
3.3 保护环节的设计·····	68

3.3.1 电气保护类型及实现方法	68
3.4 电气控制工艺设计	71
3.4.1 电气设备总体配置设计	71
3.4.2 元件布置图的设计与绘制	72
3.4.3 电器部件接线图的绘制	73
3.4.4 电气箱及非标准零件图的设计	73
3.4.5 各类元器件及材料清单的汇总	74
3.4.6 编写设计说明书及使用说明书	74
3.5 典型控制环节设计	74
3.5.1 三相笼型异步电动机全压启动控制	74
3.5.2 三相笼型异步电动机降压启动控制	77
3.5.3 三相绕线转子异步电动机的启动控制	79
3.5.4 三相异步电动机的制动控制	81
3.6 电气控制电路设计举例	84
本章小结	86
思考题与习题	86
4 配线安装基础	87
4.1 配线的基础知识	87
4.1.1 电气配线的基本要求	87
4.1.2 技术准备工作	87
4.1.3 常用配线工具及仪表	87
4.2 电气配线工艺	87
4.2.1 导线与器件的连接	87
4.2.2 导线在端子排上的排列工艺	88
4.2.3 导线的穿管敷设	89
4.2.4 电气配线的检查	90
4.2.5 电气控制电路的绝缘电阻的测定	91
4.3 电器安装	91
4.3.1 电器布置图	91
4.3.2 电器安装图	92
4.3.3 常用电器元件的安装	92
4.3.4 电动机的安装与接线	95
本章小结	99
思考题与习题	99
5 电气控制故障分析与调试	100
5.1 常见的故障分析方法	100
5.1.1 直观法	100
5.1.2 测量电压法	101
5.1.3 测量电阻法	103
5.1.4 强迫闭合法	105

5.1.5 短接法	105
5.1.6 其他检查方法	107
5.2 典型机床电路故障分析	108
5.2.1 车床电气线路	108
5.2.2 常见故障分析	109
5.3 起重机电路故障分析	110
5.4 调试方法	114
本章小结	115
思考题与习题	115
6 电气控制线路分析	116
6.1 多速异步电动机控制线路	116
6.2 直流电动机控制线路	117
6.2.1 概述	117
6.2.2 并励直流电动机控制线路	119
6.3 钻床电气控制线路	120
6.3.1 电力拖动特点与控制要求	120
6.3.2 电气控制线路分析	120
6.4 X62W 型卧式万能铣床电气控制线路	123
6.4.1 电力拖动特点与控制要求	123
6.4.2 电气控制线路分析	123
6.5 M7120 型平面磨床的电气控制线路	127
6.5.1 电力拖动形式和控制要求	127
6.5.2 电气控制线路分析	128
6.6 T68 型卧式镗床电气控制线路	130
6.6.1 主要结构	130
6.6.2 电力拖动形式和控制要求	131
6.6.3 电气控制线路分析	131
本章小结	134
思考题与习题	134
7 电气控制工程实践方法	135
7.1 电气控制工程实践的内容	135
7.1.1 设计实践的目的与要求	135
7.1.2 设计实践的教学过程	135
7.2 交流电动机控制类	136
7.2.1 可逆旋转控制电路	136
7.2.2 自动往返的可逆控制电路	136
7.2.3 两处操作一台电动机的控制电路	136
7.2.4 双速电动机按钮控制电路	137
7.2.5 双速电动机自动加速的控制电路	137
7.2.6 手动变速、自动加速的双速电动机控制电路	137

7.2.7 多种运行功能的双速电动机控制电路	137
7.3 交流电动机启动类	138
7.3.1 串电阻启动	138
7.3.2 串电抗器启动	138
7.3.3 Y/ Δ 降压启动	138
7.3.4 延边三角形降压启动	138
7.3.5 自耦变压器降压启动 (一)	139
7.3.6 自耦变压器降压启动 (二)	139
7.3.7 转子串电阻启动 (一)	139
7.3.8 转子串电阻启动 (二)	139
7.3.9 频敏电阻器启动	140
7.4 交流电动机制动类	140
7.4.1 单向反接制动	140
7.4.2 可逆运行反接制动	140
7.4.3 时间控制的单向运行能耗制动	140
7.4.4 时间控制的可逆运行能耗制动	141
7.4.5 速度控制的单向运行能耗制动	141
7.4.6 速度控制的可逆运行能耗制动	141
7.4.7 单管能耗制动	141
7.5 直流电动机控制类	142
7.5.1 单向运转启动	142
7.5.2 可逆运转启动	142
7.5.3 单向运转能耗制动	142
7.5.4 可逆运转能耗制动	142
7.5.5 单向运转反接制动	143
7.5.6 可逆运转反接制动	143
7.6 同步电动机控制类	143
7.6.1 单向运转自耦变压器启动	143
7.6.2 可逆运转自耦变压器启动	143
7.6.3 单向运转转子串电阻启动	144
7.6.4 可逆运转转子串电阻启动	144
7.6.5 可逆运转 Y/ Δ 启动	144
7.7 顺序控制类	144
7.7.1 顺序启动逆序停止	144
7.7.2 顺序启动顺序停止	145
7.7.3 可单机操作的顺序控制 (一)	145
7.7.4 可单机操作的顺序控制 (二)	145
7.7.5 可逆运行顺序控制 (一)	145
7.7.6 可逆运行顺序控制 (二)	146
7.8 工业应用类	146

7.8.1 送料装置的控制	146
7.8.2 小绞车控制	146
7.8.3 C620-1 型车床电气控制	147
7.8.4 C650-2 型车床电气控制	147
7.8.5 水塔水位自动控制	147
7.8.6 锅炉来煤系统电气控制	147
本章小结	148
附录	149
参考文献	154

1 电气控制基础

任何生产机械电气控制系统的设计,都包含两个基本方面:一方面是满足生产机械和工艺的各种控制要求,另一方面是满足电气控制装置本身的制造、使用以及维护的需要。因此,电气控制设计包括原理与工艺设计两个方面。前者一般比较受重视,因为它决定一台设备的使用效能和自动化程度,即决定着生产机械设备的先进性、合理性。而后者往往被忽视,特别是由于缺乏生产经验,不了解工艺设计的重要性。工艺设计的合理性、先进性决定了电气控制设备的生产可行性、经济性,造型美观和使用、维护方便与否同样也是重要的。

生产机械的种类繁多,其电气控制设备也各不相同,但电气控制系统的设计原则和设计方法基本相同。作为一名电气工程技术人員,必须掌握电气控制系统设计的基本原则、设计内容和一般设计方法,以便根据生产机械的要求及工艺需要去设计各类图纸和必要的技术资料。

1.1 电气控制基础

1.1.1 电气控制设计的一般原则

在电气控制系统的设计过程中,通常应遵循以下几个原则。

① 最大限度满足生产机械和工艺对电气控制的要求。生产机械和工艺对电气控制系统的要求是电气设计的依据,这些要求常常以工作循环图、执行元件动作节拍表、检测元件状态表等形式提供,对于有调速要求的场合,还应给出调速技术指标。其他如启动、转向、制动、照明、保护等要求,应根据生产需要充分考虑。

② 在满足控制要求的前提下,设计方案应力求简单、经济。

③ 妥善处理机械与电气关系。很多生产机械是采用机电结合控制方式来实现控制要求的,要从工艺要求、制造成本、结构复杂性、使用维护方便等方面协调处理好二者关系。

④ 正确合理地选用电器元件。

⑤ 确保使用安全、可靠。

⑥ 造型美观、使用维护方便。

1.1.2 电气控制设计的基本任务与内容

电气设计的基本任务是根据控制要求设计和编制出设备制造和使用维护过程中所必需的图纸、资料,包括电气原理图、电气系统的组件划分与元器件布置图、安装接线图、电气箱图、控制面板及电器元件安装底板图、非标准紧固件加工图等,编制外购成件目录、单台材料消耗清单、设备说明书等资料。

由此可见,电气控制设计包含原理设计与工艺设计两个基本部分,以电力拖动控制设备为例,两方面的设计内容分述如下。

(1) 原理设计

电气控制系统原理设计主要包括以下几项。

- ① 拟订电气设计任务书。
- ② 选择拖动方案与控制方式。
- ③ 确定电动机的类型、容量、转速，并选择具体型号。
- ④ 设计电气控制原理框图，确定各部分之间的关系，拟订各部分技术要求。
- ⑤ 设计并绘制电气原理图，计算主要技术参数。
- ⑥ 选择电器元件，制订元器件目录清单。
- ⑦ 编写设计说明书。

电气原理图是整个设计的中心环节，因为它是工艺设计和制订其他技术资料的依据。

(2) 工艺设计

工艺设计的主要目的是便于制造电气控制装置，实现原理设计要求的各项技术指标，为设备的调试、维护、使用提供必要的图纸资料。

① 根据设计的原理图及选定的电器元件，设计电气设备的总体配置，绘制电气控制系统的总装配图及总接线图。总图应反映出电动机、执行电器、电气箱各组件、操作台布置，电源以及检测元件的分布状况和各部分之间的接线关系与连接方式。本部分设计资料供总装、调试及日常维护使用。

② 按照原理框图或划分的组件，对总原理图进行编号，绘制各组件原理电路图，列出各部分的元件目录表，并根据总图编号统计出各组件的进出线号。

③ 根据组件原理电路及选定的元件目录表，设计组件装配图（电器元件布置与安装图）、接线图，图中应反映各电器元件的安装方式与接线方式。这些资料是组件装配和生产管理的依据。

④ 根据组件装配要求，绘制电器安装板和非标准的电器安装零件图纸，标明技术要求。

⑤ 设计电气箱。根据组件尺寸及安装要求确定电气箱结构与外形尺寸，设置安装支架，标明安装尺寸、面板安装方式、各组件的连接方式、通风散热以及开门方式。在电气箱设计中，应注意操作维护方便与造型美观。

⑥ 根据总原理图、总装配图及各组件原理图等资料，进行汇总，分别列出外购件清单，标准件清单以及主要材料消耗定额。这些是生产管理（如采购、调度、配料等）和成本核算所必须具备的技术资料。

⑦ 编写使用维护说明书。使用维护说明书是设备使用维护的重要资料，应当详细、准确、无误。

1.1.3 电气控制设计的一般程序

以电力拖动控制设计项目为例，通常电气系统的设计程序是按以下步骤进行的。

(1) 拟订设计任务书

设计任务书是整个系统设计的依据，同时又是设备竣工验收的依据。设计任务书中除简要说明所设计设备的型号、用途、工艺过程、动作要求、传动参数、工作条件外还应说明以下主要技术指标及要求。

① 控制精度、生产效率。

② 电气传动基本特性，如运动部件数量、用途、动作顺序、负载特性、调速指标、启动、制动等。

③ 自动化程度。

- ④ 稳定性及抗干扰。
- ⑤ 联锁条件及保护。
- ⑥ 电源种类、电压等级、频率及容量等。
- ⑦ 目标成本与经费限额。
- ⑧ 验收标准及验收方式。
- ⑨ 其他要求, 如设备布局、安装要求、操作台布置、照明、信号指示、报警方式等。

(2) 选择拖动方案

电力拖动方案的确定是设计的重要部分, 因为只有在总体方案正确的前提下, 才能保证生产设备各项技术指标实施的可能性。在设计过程中若个别控制环节或工艺图纸设计不当, 可以通过不断改进、反复试验来达到设计要求, 但如果总体方案出现错误, 则整个设计必须重新开始。因此, 在电气设计主要技术指标确定并以任务书格式下达后, 必须认真做好调查研究工作, 要注意借鉴已经获得成功并经过生产考验的类似设备或生产工艺, 列出几种可能的方案, 并根据自己的条件和工艺要求进行比较分析后作出决定。

所谓电力拖动方案是指根据零件加工精度、加工效率要求、生产机械的结构、运动部件的数量、运动要求、负载性质、调速要求以及投资额等条件去确定电动机的类型、数量、传动方式以及拟订电动机启动、运行、调速、转向、制动等控制要求, 作为电气控制原理图设计及电器元件选择的依据。

例如, 在研制某些高效率专用加工机床时, 可以采用交流拖动也可以采用直流拖动, 可以采用集中拖动也可以采用分散拖动, 要根据以上各方面因素综合考虑、比较, 作出选择。

(3) 选择电动机

拖动方案决定以后, 就可以进一步选择电动机的类型、数量、结构形式以及容量、额定电压与额定转速等要求。电动机选择的基本原则如下。

- ① 电动机的机械特性应满足生产机械提出的要求, 要与负载特性相适应, 以保证加工过程中运行稳定并具有一定的调速范围与良好的启动、制动性能。
- ② 工作过程中电动机容量能得到充分利用, 即温升尽可能达到或接近额定温升值。
- ③ 电动机的结构形式应满足机械设计提出的安装要求, 并能适应周围环境条件。

在满足设计要求情况下优先考虑采用结构简单、价格便宜、使用维护方便的三相交流异步电动机。

正确选定电动机容量是电动机选择中的关键问题。由于生产机械拖动负载的变化, 散热条件的不同, 准确选择电动机额定功率是一个多因素、较为复杂的过程, 不仅需要一定的理论分析为依据, 还需要经过试验校准。

电动机容量计算的基本步骤: 首先根据生产机械提供的功率负载图 $P = f(t)$ 或转矩负载图 $M_L = f(t)$ 预选一台电动机, 然后根据负载进行发热校验, 将校验结果与预选电动机参数进行比较, 若发现预选电动机的额定容量太大或太小, 再重新选择, 直到电动机容量得到充分利用 (电动机的稳定温升接近其额定温升), 最后再校验其过载能力与启动转矩是否满足拖动要求。

电动机在不同工作制下的发热校验计算主要有平均损耗法、等效发热法等几种计算方法, 在有关论著中已有详细介绍, 这里不再重复。

由于分析计算过程较为复杂, 在比较简单、无特殊要求、生产数量又不多的电力拖动系统中, 电动机容量选择往往采用统计类比法, 或者根据经验采用工程估算的方法来选用, 通

常都具有较大的容量裕度,存在一定程度的浪费。

(4) 选择控制方式

拖动方案确定之后,拖动电动机的类型、数量及其控制要求就已基本确定,采用什么方法去实现这些控制要求就是控制方式的选择问题。随着电气技术、电子技术、计算机技术、检测技术以及自动控制理论的迅速发展和机械结构与工艺水平的不断提高,已使生产机械电力拖动的控制方式发生了深刻的变革,从传统的继电接触器控制向顺序控制、可编程逻辑控制、计算机联网控制等方面发展,各种新型的工业控制器及标准系列控制系统不断出现。

(5) 设计电路图

设计电气控制原理线路图并合理选用元器件,编制元器件目录清单。

(6) 画施工图

设计电气设备制造、安装、调试所必需的各种施工图纸,并以此为根据编制各种材料定额清单。

(7) 编写说明书

1.2 控制元器件符号

一个电气系统或一种电气设备都是由各种元器件、部件、组件等组成。为了在图上或其他技术文件中区分这些元器件、部件、组件,除了各种图形符号外,还必须标注一些其他符号和代号,以区别其名称、功能、状态、特征、相互关系、安装位置等。这些符号和代号,就是文字符号和项目代号。

1.2.1 电气技术中的文字符号 (GB 7159—1987)

(1) 单字母符号

单字母符号采用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类,每大类有一个专用单字母符号表示,如 R 表示电阻器类, Q 表示电力电路的开关器件等。单字母符号见附表 1 所示。

(2) 双字母符号

双字母符号是由单字母符号与另一字母组成,其组合形式应以单字母符号在前、另一个字母在后的次序列出。双字母符号可以较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件的名称。双字母符号中的另一个字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词首位字母,或常用缩略语,或约定俗成的习惯用字母。例如 G 为发电机电源的单字母符号, Synchronous Generator 为同步发电机的英文名, Asynchronous Generator 为异步发电机的英文名,则同步发电机、异步发电机的双字母符号分别为 GS、GA。常用双字母符号举例见附表 2 所示。

(3) 辅助文字符号

辅助文字符号是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的,通常也是由英文单词的前一两个字母构成。例如, RD 表示红色 (red), F 表示快速 (fast)。常用辅助文字符号举例见附表 3 所示。

辅助文字符号一般放在基本文字符号的后边,构成组合文字符号,如 Y 是电气操作的机械器件类的基本文字符号, B 是表示制动的辅助文字符号,则 YB 是制动电磁铁的组符号。辅助文字符号也可单独使用,如 OFF 表示关闭。

附表 3 中的英文名词是为了帮助读者记忆这些符号而标的,仅供参考。

(4) 补充文字符号

在电气图和其他电气技术文件中,若基本文字符号和辅助文字符号不够使用,可按文字符号组成规律和下述原则予以补充。

① 在不违背前面所述原则的基础上,可采用国际标准中规定的电气技术文字符号。

② 在优先采用规定的单字母符号、双字母符号和辅助文字符号的前提下,可补充有关的双字母符号和辅助文字符号;

③ 文字符号应按有关电气名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写而成。同一设备若有几个名称时,应选用其中一个名称。当设备名称、功能、状态或特征为一个英文单词时,一般采用该单词的第一位字母构成文字符号,需要时也可用前两位字母,或前两个音节的首位字母,或采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成;当设备名称、功能、状态或特征为两个或三个英文单词时,一般采用该两个或三个单词的第一位字母,或采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成文字符号。对基本文字符号不得超过两位字母,对辅助文字符号一般不能超过三位字母;

④ 因 I、O 易同 1 和 0 混淆,因此不允许单独作为文字符号使用。J 不宜采用。

1.2.2 电气技术中的项目代号 (GB 5094—1985)

在图上通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等,称为项目。项目的大小可能相差很大,电容器、端子板、发电机、电源装置、电力系统等都可称为项目。

用以识别图、图表、表格中和设备上的项目种类,并提供项目的层次关系、实际位置等信息的一种特定的代码,称为项目代号。通过项目代号可以将不同的图或其他技术文件上的项目(软件)与实际设备中的该项目(硬件)一一对应和联系在一起。例如,图上某开关的代码为 =F=B4-S7,则可根据规定的方法在高层代码为 F 的系统内含有 B4 的子系统找到开关 S7。又如某照明灯的代码为 +11+401-L3,则可在 11 号楼、401 号房间找到照明灯 L3。

由这些例子可知,代号是由拉丁字母、阿拉伯数字、特定的前缀符号按照一定规则组合而成的代码。一个完整的项目代号含有四个代号段、分别是:

高层代号段,其前缀符号为“=”;

位置代号段,其前缀符号为“+”;

种类代号段,其前缀符号为“-”;

端子代号段,其前缀符号为“:”。

(1) 高层代号

系统或设备中任何较高层次(对给予代号的项目而言)项目的代号,称为高层代号。例如,某电力系统中的一个变电所的项目代号,其中的电力系统的代号可称为高层代号;若此变电所中的一个开关的项目代号,其中的变电所的代号则可称为高层代号。所以,高层代号具有该项目总代号的含义。有高层代号的项目,其构成相对地复杂。

高层代号表示方法为:

S2 系统中的开关 Q3,可表示为 =S2Q3,其中的 =S2 为高层代号;

H 系统中第 1 个子系统中 3 个电压表 PV3,可表示为 =H=1-PV3,简化为 =H1-PV3。

(2) 位置代号

项目在组件、设备、系统或建筑物中的实际位置的代号,称为位置代号。位置代号通常由自行规定的拉丁字母或数字组成。在使用位置代号时,应给出表示该项目位置的示意图。

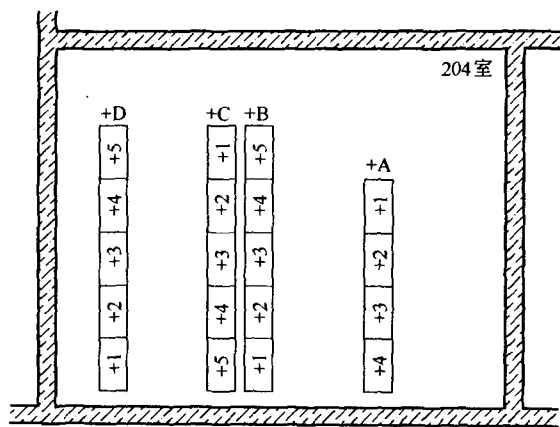


图 1.1 位置代号示意

图 1.1 是一个包括 4 列开关柜和控制柜的控制室,其中每列分别由若干机柜构成。各列用字母表示,各机柜用数字表示,则位置代号可用字母和数字表示,例如 A 列柜的第 4 机柜的位置代号为 +A+4。

必要时,在位置代号中,还可增加更多的内容。例如上述机柜安装在 204 室,则其代号为 +204+A+4。

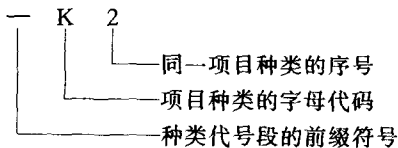
如不致引起混淆,代号中间的前缀符

号可省略,写成 +204A4。

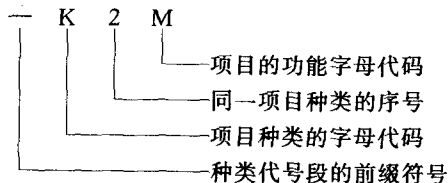
(3) 种类代号

主要用以识别项目种类的代号,称为种类代号。种类代号段是项目代号的核心部分。种类代号段有三种表达方法。

① 由字母代码和数字组成。其中的字母代码为规定的文字符号(单字母、双字母、辅助文字符号)。例如,某系统中的第 2 个继电器可表示为



在种类代号段中,除项目种类字母外,还可附加功能字母代码,以进一步说明该项目的特征或作用。功能字母代码没有明确规定,由使用者自定,并在图中说明其含义。功能字母代码只能以后缀形式出现。例如具有功能 M 的第 2 个继电器表示为



② 用顺序数字(1、2、3…)表示图中的各个项目,同时将这些顺序和它所代表的项目排列于图中或另外的说明中,如-1、-2、-3…

③ 对不同种类的项目采用不同组别的数字编号。如在具有多种继电器的图中,对电流继电器用 11、12、13…表示;对电压继电器用 21、22、23…表示。

对于以上三种方法表示的项目的相似部分,如用分开表示法表示的继电器触点,可在数字后加·,再用数字来区别。如第一种方法,继电器 K1,触点 K1,触点 K1.1、K1.2;继电器 K2,触点 K2.1、K2.2。同理,在第二种方法中,继电器 1、2,触点 1.1、1.2、2.1、