

电气技师 实用手册

主 编 张占松
副主编 梁慧冰 孙炳达
顾 问 赵士滨



TM-62

35

电气技师实用手册

主 编 张占松
副主编 梁慧冰 孙炳达
顾 问 赵士滨

机 械 工 业 出 版 社

本手册主要介绍电子技术、低压电器、变压器、电机、微特电机、交直电机拖动控制等电气技师常用的知识,为了适应新技术、新工种发展和实用的需要,增编了汽车传感器、电子仪表、新能源、建筑电气、电子电源、电磁兼容和常用电工设备,最后一章为技能等级考核(三种考评例子和论文撰写方法)。本书内容新,针对性、实用性强。

本手册适合技师考证和工作的需要,也可供电工、电气工程人员、大中专师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气技师实用手册/张占松主编. —北京:机械工业出版社, 2006.6

ISBN 7-111-18720-2

I. 电... II. 张... III. 电气—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 022855 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:张沪光 孙流芳等 版式设计:张世琴

责任校对:刘志文 封面设计:姚毅

责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·52.25 印张·2 插页·1799 千字

0001—4000 册

定价:80.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

《电气技师实用手册》编辑委员会

主 任 张占松
副主任 梁慧冰 孙炳达
委 员 林德杰 许立梓 谷 刚 李传芳
杨俊华 周永旺 潘珊珊 刘冰茹
杨玲玲
顾 问 赵士滨 王小涓

各章编写人

第 1 章	杨玲玲	第 9 章	林德杰
第 2 章	刘冰茹	第 10 章	林德杰
第 3 章	周永旺	第 11 章	许立梓
第 4 章	孙炳达	第 12 章	杨俊华
第 5 章	梁慧冰	第 13 章	许立梓
第 6 章	孙炳达	第 14 章	李传芳
第 7 章	潘珊珊	第 15 章	谷 刚
第 8 章	张占松	第 16 章	张锋美

前 言

如今只要留意一下媒体，就会看到各种招聘信息，但若无一技之长，贸然应聘，往往会失败。

值得一提的是一年多前的两条消息：一条是“高薪诚聘高级技师”；另一条是首次公布“技师、高级技师”的申报考试制度(试行)。前条消息说明在改革开放的今天，企业迫切需要那些同时拥有丰富的理论知识和熟练的实际操作能力的复合型人才，第二条消息说明晋升为技师、高级技师有章可循，有路可走。

作为多年从事教学、实训、工程设计和动手实践的我们，对于这种情况，在进行了多次分析、讨论后，得到如下三点共识：

1. 技师、高级技师职称的出现大大激活了人们自我提高的主观意识，实现主观意识的客观途径根据规定(见注1)是很多的，这些途径是立体的、多渠道、多层次，可以说非常复杂；

2. 对于个人而言，要根据自身的不同情况而选定相应的适己途径。好比人们在动身远行前，必须弄清自己身处何处，而且在上路时一定要“带图”；

3. 技师、高级技师是被时代赋予内涵的职业，这些人才的基本特点是“文武相促”、“能文能武”，社会的各种机构应该为这类人才的培养提供服务。

21世纪是科学技术迅猛发展的世纪，电气工程应用更会不断扩大领域。随着高、精、尖科学技术会日新月异的发展，也要求高级电工、技师掌握这些新知识。因此存在高级电工、技师要不断学习的问题；考核的方式方法也会不断发展。作为管理机构也会订出全新的技师名称(工种名称可参看注2)。

但是不管哪种技师都需要具备一些共有的知识、都要经过培训、继续教育，都要了解考核、认证机构的要求，具体的考证大纲和实施步骤方案。因此笔者组建了这个编委会，经过一年多的调查、研究、讨论和整理编写了这本书，涵盖的内容包括，电子技术、低压电器、电子仪表、电机和拖动控制、可编程序控制器、新能源转换、新电磁兼容、新的专用电工设备和理论知识应知，实际考评方式方法，以及如何撰写论文等。这本实用手册便是笔者为升职的读者提供的“图”，一本边“走”边读的“图”。当然，如果要达到文武兼备，还要重点放在实际操作内容，要在考核中过关。甚至懂些外文阅读，要知道即使在对口的专业上，具有硕士学历(同等学力)或者具有高级职称的人想成为高级技师也是需要经过一段时间的努力的。

由于我们认为本书的读者对象将来大多能达到技师、高级技师的层次，因此我们把共性的理论知识编成了这本手册。但是由于个人的起点不一样，每个人在阅读

本书时,还要有重点地阅读自己认定工种考试所需的内容。只要深入学习、灵活运用、勤于思考、结合本地实际、重视实操,那么一定能通过本书来达到自己的目标。

本书在编写过程中得到广东工业大学自动化学院、继续教育学院、职业技术学院、广东技术师范学院自动化系,工业中心、职业技能鉴定所,西门子广州分公司,广州市金升阳科技有限公司,广州保税区污水处理厂等单位以及尹向阳、梁耀光、张进同志的关心和支持,也使用了一些书刊作为参考资料,在此一并感谢。书中虽列有参考文献,但并未全部列出,遗漏之处特此致歉。

由于时间和编者水平所限,书中不妥之处,热情欢迎广大读者提出宝贵的意见,供日后改版所用。

编者

2006年1月6日于羊城

注1.本书是在参照《中华人民共和国职业分类大典》、《中华人民共和国职业分类大典(2005增补本)》、《技术等级标准》、《职业技能标准》、《职业技能鉴定规范》,以及劳动部与信息产业部、建设部、农业部、机械工业联合会等部门联合颁发的相关国家职业标准的主要精神,结合一些地方考证实际情况所统编完成的。

注2.本书可参考工种

数控车工	建筑综合布线工	办公设备维修工
数控铣工	锅炉操作工	太阳能利用工
组合机床操作工	电机装配工	风力发电运行检修员
计时仪器仪表装配工	常用电机检修工	农机修理工
电工仪器仪表装配工	高低压电器装配工	饲料加工设备维修工
电气设备安装工	变电设备安装工	电梯安装维修工
电线电缆制造工	变配电室值班电工	变压器、互感器装配工
电子产品制作工	电气设备安装工	变压器试验工
电子产品制版工	制冷设备维修工	绕组制造工
精密仪器仪表修理工	维修电工	铁心叠装工
汽车修理工	化工仪表维修工	电子电源测试调试工
摩托车维修工	化工总控工	原电池制造工
锅炉设备装配工	家用电器产品维修工	

目 录

前言

第1章 低压电器 1

1.1 低压电器的分类和应用 1

1.2 低压电器的产品型号 2

1.2.1 低压电器产品型号的组成形式 2

1.2.2 各组成部分的确定 2

1.3 低压电器 4

1.3.1 开关、隔离器、隔离开关和 熔断器组合 4

1.3.2 熔断器 11

1.3.3 低压断路器 15

1.3.4 接触器 28

1.3.5 控制继电器 36

1.3.6 控制器 49

1.3.7 起动器 51

1.3.8 主令电器 55

1.3.9 PZ系列模数化终端组合电器 65

第2章 电子线路及逻辑控制器件 66

2.1 常用半导体器件 66

2.1.1 二极管 66

2.1.2 稳压管 67

2.1.3 双极型晶体管 67

2.1.4 场效应晶体管 70

2.1.5 晶体管的选用要点 74

2.2 直流稳压电源电路 74

2.2.1 整流电路 74

2.2.2 滤波电路 78

2.2.3 稳压电路 79

2.2.4 直流稳压电源参数计算举例 83

2.3 放大电路 83

2.3.1 晶体管放大电路 84

2.3.2 场效应晶体管放大电路 84

2.3.3 多级放大电路 85

2.3.4 差分放大电路 86

2.3.5 功率放大电路 86

2.4 信号的运算和处理电路 89

2.4.1 集成运算放大器 89

2.4.2 基本运算电路 91

2.4.3 信号处理电路 93

2.5 波形发生电路 96

2.5.1 正弦波振荡电路 96

2.5.2 非正弦波发生电路 101

2.5.3 单片函数发生器 104

2.6 常用数字集成电路 105

2.6.1 数字集成电路的基本知识 105

2.6.2 编码器和译码器 110

2.6.3 数据选择器和数据分配器 115

2.6.4 寄存器和计数器 117

第3章 10kV 供配电系统 124

3.1 有关供配电系统设计的基本 知识和要求 124

3.2 负荷计算及变压器容量和 台数的选择 125

3.2.1 负荷计算 125

3.2.2 无功功率补偿及其计算 127

3.3 变配电所及主变压器的选择 128

3.3.1 变配电所所址的选择 128

3.3.2 变配电所形式的选择 129

3.3.3 变电所主变压器台数和容量的选择 129

3.3.4 变电所主变压器型式和连接 级别的选择 129

3.4 变配电所主接线方案的设计 131

3.4.1 变配电所主接线的设计原则与要求 131

3.4.2 变配电所主接线方案的 技术经济指标 132

3.4.3 变配电所主接线方案示例 132

3.4.4 部分高低压开关柜的技术资料 136

3.5 短路电流计算及一次设备的选择 140

3.5.1 短路电流的计算 140

3.5.2 一次设备的选择与校验 144

3.5.3 部分一次设备的技术数据 148

3.6 继电保护及二次回路 152

3.6.1 继电保护装置的选择与整定 152

3.6.2 操作电源及所用电源的选择 154

3.7 变配电所的布置与结构设计 155

3.7.1 变配电所的总体布置	155	5.1.1 异步电动机	215
3.7.2 变配电所各室的具体布置与 结构要求	156	5.1.2 交流电动机的特性和调速方法	217
3.8 防雷装置和接地装置	157	5.2 串级调速的原理和特性	222
3.8.1 变配电所和线路的防雷保护	157	5.2.1 串级调速工作原理	222
3.8.2 接地装置的设计计算	159	5.2.2 串级调速的分类	222
第4章 他励直流电动机拖动控制系统	161	5.2.3 串级调速的调速特性	223
4.1 他励直流电动机	161	5.2.4 串级调速的电能指标	223
4.1.1 他励直流电动机的基本方程式	161	5.3 串级调速控制系统	225
4.1.2 他励直流电动机主要的工作特性	161	5.3.1 主电路	225
4.1.3 他励直流电动机的机械特性	161	5.3.2 控制电路	227
4.1.4 他励直流电动机的起动	162	5.4 晶闸管串级调速系统设计的 几个问题	229
4.1.5 他励直流电动机的反转	163	5.4.1 串级调速异步电动机容量的选择	229
4.1.6 他励直流电动机的调速	164	5.4.2 逆变压器容量的选择	229
4.1.7 他励直流电动机的制动	168	5.4.3 起动方式的选择及合闸顺序	229
4.1.8 国产直流电动机的主要序列和型号	170	5.4.4 转子感应过电压保护	230
4.1.9 电动机的选择	175	5.5 串级调速装置应用实例	230
4.2 调速系统的工程设计方法	177	5.5.1 自来水厂送水泵的调速控制	230
4.2.1 工程设计法的思路	177	5.5.2 通风机的调速控制	231
4.2.2 工程设计法的方法	177	5.5.3 油气集输中输油泵的调速控制	232
4.3 调速系统中的检测环节	179	5.6 串级调速装置的选用和维修	233
4.3.1 转速检测环节	179	5.6.1 串级调速装置的选用	233
4.3.2 电流检测环节	181	5.6.2 串级调速装置常见故障和维修	233
4.3.3 电压检测环节	183	5.7 串级调速装置产品介绍	234
4.4 他励直流电动机调速系统	184	5.7.1 上海电器成套厂产品	234
4.4.1 不可逆直流调速系统	184	5.7.2 西安电力整流器厂产品	235
4.4.2 可逆直流调速系统	193	5.7.3 北京整流器厂产品	238
4.5 微机控制直流调速系统	197	5.7.4 上海整流器厂产品	238
4.5.1 直流电动机微机控制系统基本组成	197	5.7.5 哈尔滨九洲电气股份有限公司产品	239
4.5.2 直流电动机微机控制系统的基本 结构	197	5.8 变频调速的原理和特性	239
4.5.3 微机控制直流电动机不可逆 调速系统	197	5.8.1 恒转矩调速	239
4.5.4 微机控制直流电动机可逆调速系统	204	5.8.2 恒最大转矩调速	240
4.6 直流脉宽调速系统	205	5.8.3 恒功率调速	240
4.6.1 直流脉宽调速系统的主电路	205	5.9 变频调速的分类	241
4.6.2 直流脉宽调速系统的控制电路	207	5.10 变频器的整流器	241
4.6.3 双闭环直流脉宽调速系统	208	5.10.1 变频器的基本结构	241
4.6.4 直流脉宽调速系统实例	210	5.10.2 不可控整流器	242
第5章 交流调速系统	215	5.10.3 可控整流器	242
5.1 交流电动机的运行特性和 调速方法	215	5.11 变频器的中间电路	246
		5.11.1 滤波环节	246
		5.11.2 动力制动环节	248
		5.12 变频器的逆变器	249
		5.12.1 SPWM 逆变器	249
		5.12.2 SPWM 波形成的方法	251

5.13 变频器的控制	251	7.2.1 直流供电的交直流两用电动机	340
5.13.1 VVVF 控制(恒 U/f 控制)	251	7.2.2 单相串励电动机	341
5.13.2 SF 控制(转差频率控制)	253	7.2.3 交直流两用电动机	341
5.13.3 VC(矢量控制)	254	7.3 单相异步电动机	342
5.13.4 变频器的通信控制	258	7.3.1 单相异步电动机的结构和工作原理	342
5.13.5 变频器参数的自检测和自校正	261	7.3.2 单相异步电动机的起动方法	343
5.13.6 自动能耗最优(AEO)控制	265	7.3.3 单相异步电动机绕组的特点	344
5.14 变频器的运行	267	7.3.4 单相异步电动机的应用	346
5.14.1 变频器的接线	267	7.4 伺服电动机	346
5.14.2 变频器调试	267	7.4.1 直流伺服电动机	346
5.14.3 用 BOP 进行的基本操作	274	7.4.2 交流伺服电动机	347
5.15 变频器的维护	274	7.5 测速发电机	348
5.15.1 维修和检测	274	7.5.1 直流测速发电机	348
5.15.2 故障诊断	276	7.5.2 交流异步测速发电机	349
5.15.3 变频器的特殊异常状态及其对策	277	7.6 磁滞电动机	350
5.16 变频器的应用	286	7.6.1 磁滞电动机的结构和工作原理	351
5.16.1 变频器的应用概况	286	7.6.2 磁滞电动机的特点及应用	353
5.16.2 变频器的应用实例	287	7.7 无刷直流电动机	353
5.17 常用变频器产品介绍	296	7.7.1 无刷直流电动机的基本结构	353
5.17.1 三菱 FREQROL-F700 变频器	296	7.7.2 无刷直流电动机的工作原理	355
5.17.2 西门子 MicroMaster440 变频器	302	7.8 开关磁阻电动机(SRM)	357
5.17.3 富士 FRENIC5000G11S/P11S 变频器	303	7.8.1 开关磁阻电动机的工作原理与组成	357
5.17.4 AB PowerFlex4 变频器	306	7.8.2 开关磁阻电动机的结构 and 特点	358
第 6 章 位置伺服系统	310	7.8.3 开关磁阻电动机的控制系统	358
6.1 伺服电动机	310	7.9 步进电动机	361
6.2 位置伺服系统的种类、基本组成	314	7.9.1 步进电动机的基本工作原理	361
6.3 位置伺服系统的特征	316	7.9.2 步进电动机的基本结构	362
6.4 直流伺服控制系统	316	7.10 低速同步电动机	365
6.4.1 直流伺服控制系统的典型结构和 工作原理	316	7.10.1 反应式低速同步电动机	365
6.4.2 直流伺服控制系统的动、静态 性能分析	317	7.10.2 永久磁铁轴向励磁的永磁式低速 同步电动机	366
6.4.3 直流伺服控制系统实例	317	7.10.3 电励磁式低速同步电动机	367
6.5 交流伺服控制系统	320	7.11 自整角机	367
6.5.1 交流伺服控制系统的主要结构	320	7.11.1 自整角机的工作原理	367
6.5.2 交流伺服控制系统实例	321	7.11.2 自整角机的基本结构	368
第 7 章 微特电机	331	7.11.3 自整角机的指示式运行	368
7.1 永磁电机	331	7.11.4 自整角机的控制式运行	369
7.1.1 永磁直流电动机	331	7.12 旋转变压器	370
7.1.2 永磁同步电动机	334	7.12.1 正余弦旋转变压器	370
7.1.3 永磁同步发电机	337	7.12.2 线性旋转变压器	372
7.2 交流换向器电动机	340	7.13 直线电动机	373
		7.13.1 直线感应电动机	374
		7.13.2 直线同步电动机	376
		7.13.3 直线直流电动机	378

第 8 章 电子电源	380	9.1.3 仪表(传感器)的输入输出特性	444
8.1 晶闸管稳定电源	380	9.1.4 测量方法及分类	445
8.1.1 主题内容及适用处所	380	9.2 测量误差的基本知识	446
8.1.2 引用标准	380	9.2.1 误差的来源和分类	446
8.1.3 术语及符号	380	9.2.2 误差的表示方法	447
8.1.4 产品型式及基本参数	382	9.2.3 随机误差的估算	449
8.1.5 基本参数	383	9.2.4 粗大误差的判断准则	450
8.1.6 技术要求	383	9.2.5 系统误差及其减小方法	452
8.1.7 晶闸管等及其触发器	384	9.2.6 测量数据的处理	453
8.1.8 工业常用的各种晶闸管电源	385	9.2.7 误差的合成与分配	455
8.1.9 几种新型电源	387	9.2.8 最佳测量条件的确定	457
8.2 线性稳定电源	388	9.3 电信号特性测量仪器	458
8.2.1 简单的稳压电路	389	9.3.1 通用电子示波器的组成、 原理和分类	458
8.2.2 晶体管稳压基本型电路	389	9.3.2 智能化数字存储示波器	459
8.2.3 辅助电源型稳压电路	389	9.3.3 示波器的主要工作特性及选择	460
8.2.4 恒流源负载型稳压电路	389	9.3.4 扫频仪	462
8.2.5 集成直流稳压电源	390	9.3.5 失真度测量仪	464
8.2.6 集成直流稳流电源	392	9.3.6 频谱分析仪	465
8.3 高频开关稳压电源	393	9.3.7 信号发生器	467
8.3.1 非隔离式变换器	396	9.3.8 逻辑分析仪	470
8.3.2 隔离式变换器	398	9.4 电参数测量仪器	471
8.3.3 开关形态的发展	400	9.4.1 直流电位差计	471
8.3.4 开关电源框图及占空比控制 电路器件	401	9.4.2 直流平衡电桥	472
8.3.5 常用开关元件——电力场效应 晶体管	403	9.4.3 高灵敏度检流计	473
8.3.6 电力场效应晶体管的驱动与安全 工作区	409	9.4.4 数字万用表	473
8.3.7 高频开关变压器的设计方法	411	9.4.5 数字频率计	477
8.3.8 输出整流和滤波电路	414	9.4.6 交流电仪器仪表	479
8.3.9 开关电源产品示例	417	9.4.7 RLC 测量仪表	482
8.4 不间断电源(UPS)供电系统	424	9.4.8 模拟式电子电压表	484
8.4.1 UPS 的功能与分类	424	9.5 自动检测技术	485
8.4.2 工作原理简介及系统性能指标	426	9.5.1 电位器式传感器及其应用	485
8.4.3 智能化 UPS 系统工作原理	428	9.5.2 应变电阻传感器	486
8.4.4 高级写字楼公寓的专用 UPS	437	9.5.3 自感传感器及其应用	491
8.4.5 并联冗余 $N+x$	441	9.5.4 差动变压器传感器	492
第 9 章 测量仪器仪表、检测与变换及 过程控制	442	9.5.5 高频反射式电涡流传感器	493
9.1 测量的基本知识	442	9.5.6 压磁式传感器	494
9.1.1 测量方程、仪表功能和测量单位	442	9.5.7 电容式传感器	495
9.1.2 仪表(传感器)的结构和基本性能	443	9.5.8 热电式传感器	497
		9.5.9 热电阻传感器	500
		9.5.10 压电式传感器	502
		9.5.11 超声波传感器	504
		9.5.12 振弦式传感器	505
		9.5.13 光电式传感器	505

9.5.14 激光式传感器	509	10.6.7 汽车智能组合仪表	623
9.5.15 光纤传感器	509	10.6.8 出租汽车资费打印装置	624
9.5.16 红外式传感器	510	10.7 汽车防盗报警系统	624
9.5.17 半导体热敏电阻	511	10.7.1 汽车上防盗系统的分类	624
9.5.18 集成温度传感器	512	10.7.2 汽车防盗系统的组成	624
9.5.19 气敏传感器	513	10.7.3 电子防盗报警装置	626
9.5.20 霍尔式传感器	513	10.7.4 中央控制电动门锁	627
9.6 过程控制仪表及控制系统	517	10.7.5 电子跟踪定位监控防盗系统	628
9.6.1 概述	517	10.8 汽车空调及其控制系统	628
9.6.2 被控过程的数学模型	519	10.8.1 汽车空调的组成	628
9.6.3 过程控制仪表	527	10.8.2 汽车空调的控制	629
9.6.4 过程控制系统的设计与分析	571	10.8.3 汽车空调的维护及故障诊断	631
第10章 汽车电器及电子控制系统	598	10.9 汽车辅助电器及其控制	634
10.1 概述	598	10.9.1 电动刮水器及其控制	634
10.2 车载电源	601	10.9.2 风窗玻璃洗涤器	636
10.2.1 车用蓄电池	601	10.9.3 风窗玻璃除霜装置	637
10.2.2 发电机及其电压调节器	603	10.9.4 电动车窗及其控制	637
10.3 起动系统	607	10.10 防止酒后驾车控制器	638
10.3.1 起动系统的组成	607	10.11 燃油喷射控制系统	639
10.3.2 起动机的种类	608	10.11.1 特点与分类	639
10.3.3 起动机的命名及性能	608	10.11.2 燃油喷射控制系统的组成及原理	640
10.3.4 起动机的工作过程	609	10.12 汽车排放控制系统	643
10.3.5 起动机故障及其处理	609	10.12.1 特点与分类	643
10.4 点火系统	610	10.12.2 汽车排放电子控制系统的组成及原理	643
10.4.1 点火系统的要求与分类	610	10.13 电子速度控制系统	644
10.4.2 无触点电子点火系统	611	10.14 电子控制自动变速器	645
10.4.3 微机控制点火系统	613	10.14.1 特点与分类	645
10.4.4 点火系统的故障及处理	613	10.14.2 电子控制自动变速器的组成及原理	646
10.5 照明与信号系统	614	10.15 电子控制安全气囊	648
10.5.1 汽车照明的组成及要求	614	10.15.1 安全气囊的组成与工作过程	648
10.5.2 汽车信号系统的组成及要求	615	10.15.2 安全气囊的电子控制系统	649
10.5.3 前照灯的电子控制电路	615	10.15.3 安全气囊系统的安装与维修注意事项	650
10.5.4 电扬声器控制电路	616	10.16 汽车电动座椅	651
10.5.5 转向信号闪光器	616	10.16.1 电动座椅的构造及工作原理	651
10.5.6 制动信号装置	617	10.16.2 带存储功能的电动座椅	651
10.5.7 倒车灯与倒车蜂鸣器	617	10.17 特殊车辆的声光报警装置	652
10.6 汽车仪表系统	617	10.17.1 救护车报警器	652
10.6.1 电子电压表	618	10.17.2 警车报警器	652
10.6.2 电子水温表和油压表	618	第11章 可编程序控制器	653
10.6.3 电子燃油表	619	11.1 PLC 概述	653
10.6.4 发动机电子转速表	619		
10.6.5 电子车速表和里程表	620		
10.6.6 电子组合仪表	621		

11.1.1 PLC的特点	653	13.2.2 电光源类型的选择	731
11.1.2 PLC的分类	653	13.2.3 照明线路导线截面积的选择	731
11.1.3 PLC的主要性能指标	653	13.2.4 照明灯具常见故障的分析与处理	731
11.2 PLC的硬件结构及工作原理	654	13.3 建筑消防安全	732
11.2.1 PLC的硬件结构及模块	654	13.3.1 火灾自动报警系统	732
11.2.2 PLC的工作原理	658	13.3.2 火灾探测器	733
11.2.3 PLC控制系统的构成	658	13.3.3 火灾报警控制器	734
11.3 PLC编程	658	13.3.4 灭火系统	734
11.3.1 PLC的编程语言	658	13.4 结构化综合布线	735
11.3.2 器件及器件编号	659	13.4.1 综合布线系统中可采用的线缆	735
11.3.3 编程指令及其功用(以FX2N 为例)	661	13.4.2 综合布线系统的组成	735
11.4 PLC机型的选择	662	13.4.3 线缆敷设及线缆终端的一般要求	736
11.5 PLC应用实例——F1-60MR在ZQ4 全自动螺杆卧式塑料注射成型机 上的应用	665	13.4.4 线缆终端	737
11.5.1 基本要求	665	13.4.5 机房和高架地板的接地	737
11.5.2 信号连接及程序	666	13.4.6 检查验收阶段	737
11.5.3 程序	667	第14章 常用电工设备	738
第12章 新能源技术	673	14.1 绕线设备	738
12.1 风力发电技术	673	14.1.1 环形线圈绕线机	738
12.1.1 风力机的基本理论	673	14.1.2 平行绕线机	739
12.1.2 风力机的工作原理	682	14.1.3 立式绕线机	740
12.1.3 风力发电机组的并网	685	14.1.4 通用数控绕线机	741
12.1.4 小型风力发电技术	688	14.1.5 专用数控绕线机	742
12.1.5 风力发电的相关知识	689	14.1.6 飞叉式自动绕线机	744
12.2 太阳能发电技术	691	14.1.7 电阻自动绕线机	745
12.2.1 太阳能热发电	691	14.2 打包机及包装设备	746
12.2.2 太阳能光伏发电	698	14.2.1 全自动打包机	746
12.3 其他新能源发电技术	700	14.2.2 自动包装机	749
12.3.1 地热发电技术	700	14.2.3 特种包装机	749
12.3.2 生物质能发电技术	704	14.3 插件及其焊接设备	751
12.3.3 潮汐发电技术	708	14.3.1 高速元器件插件机	751
12.3.4 燃料电池发电技术	711	14.3.2 自动高速贴片机	752
第13章 建筑电气	714	14.3.3 多功能贴片机	753
13.1 室内配线	714	14.3.4 回流焊机	755
13.1.1 常用绝缘电线、电缆	714	14.3.5 波峰焊接机	758
13.1.2 导线截面积的选择	716	14.4 综合测试设备	762
13.1.3 导线的连接	720	14.4.1 电路板在线测试机	762
13.1.4 室内常用配线方式	721	14.4.2 电路板故障测试仪	762
13.2 电气照明	726	14.4.3 TR-518系列在线测试机	763
13.2.1 电光源	726	14.4.4 光线路板通用测试机	765
		14.4.5 电路板测试系统	767
		14.4.6 半导体集成电路测试机	768
		第15章 电磁兼容技术	772
		15.1 概述	772

15.1.1 电磁兼容(EMC)的基本概念	772	16.1.1 维修电工的基本要求和等级	812
15.1.2 电磁兼容性研究的基本内容	772	16.1.2 维修电工技师等级的申报条件	812
15.1.3 电磁干扰	773	16.1.3 维修电工的培训要求和鉴定方式	812
15.1.4 噪声的分类	773	16.1.4 维修电工技师应掌握的技能	812
15.1.5 噪声干扰的方式	774	16.1.5 维修电工高级技师应掌握的技能	813
15.1.6 噪声干扰的传播途径	774	16.2 家用电器产品维修工技师和高级 技师等级的考评	813
15.1.7 电磁干扰的分类	776	16.2.1 家用电器产品维修工的基本要求和 等级	813
15.1.8 电磁干扰的危害	776	16.2.2 家用电器产品维修工技师等级的 申报条件	814
15.2 电磁兼容技术标准	777	16.2.3 家用电器产品维修工的培训要求 和鉴定方式	814
15.2.1 与电磁兼容技术相关的主要 国际组织和机构	777	16.2.4 家用电器产品维修工技师应掌握 的技能	814
15.2.2 国内与电磁兼容技术相关的 主要组织	778	16.2.5 家用电器产品维修工高级技师 应掌握的技能	814
15.2.3 电磁兼容相关标准及基本内容	778	16.3 家用电子产品维修工技师和高级 技师等级的考评	815
15.3 电磁干扰抑制技术	782	16.3.1 家用电子产品维修工的基本要求和 等级	815
15.3.1 抑制干扰源	782	16.3.2 家用电子产品维修工技师等级的 申报条件	815
15.3.2 切断电磁干扰耦合途径	782	16.3.3 家用电子产品维修工技师的培训要 求和鉴定方式	815
15.3.3 降低电磁敏感装置的敏感度	783	16.3.4 家用电子产品维修工技师应掌握 的技能	815
15.4 电磁屏蔽设计	783	16.3.5 家用电子产品维修工高级技师 技能水平	817
15.4.1 电场屏蔽	784	16.4 如何撰写技师论文	817
15.4.2 磁场屏蔽	786	16.4.1 撰写技师论文的基本步骤	817
15.4.3 电磁屏蔽	787	16.4.2 技师论文的格式	818
15.4.4 电磁屏蔽材料	790	16.4.3 论文的正文撰写	819
15.5 电子电气设备接地设计	792	16.4.4 论文报告和答辩	820
15.5.1 基本概念	792	参考文献	821
15.5.2 克服地线干扰的主要方法	794		
15.5.3 搭接	798		
15.6 电磁兼容滤波器设计	799		
15.6.1 电磁干扰滤波器	799		
15.6.2 基本滤波器	801		
15.6.3 滤波器元件	806		
第 16 章 电气技师和高级技师的 技术等级考核	812		
16.1 维修电工技师和高级 技师的考评	812		

第1章 低压电器

1.1 低压电器的分类和应用

低压电器是用于额定电压交流 1200V 或直流 1500V 及以下，在由供电系统和用电设备等组成

的电路中起保护、控制、调节、转换和通断作用的电器。

根据低压电器在电气线路中所处的地位和作用，可归纳为低压配电电器和低压控制电器两大类。低压电器的主要产品品种及应用见表 1-1。

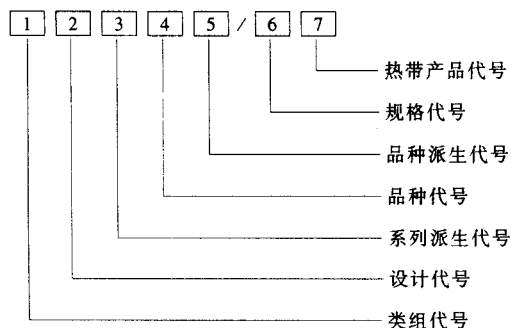
表 1-1 低压电器产品的分类及应用

产品名称		主要品种	应用
配电电器	开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器	开关 隔离器 隔离开关 熔断器组合电器	主要用作电路隔离，也能接通分断额定电流或切换两种及两种以上的电源或负载
	熔断器	有填料封闭管式熔断器 无填料封闭管式熔断器 插入式熔断器 螺旋式熔断器 快速熔断器	用作线路和设备的短路和过载的保护
	断路器	万能式断路器 限流式断路器 塑料外壳式断路器 剩余电流(漏电)保护断路器 直流快速断路器	用作线路过载、短路、剩余电流(漏电)或欠电压的保护，电路的频繁接通和分断
	终端组合电器	模数化终端组合电器	主要用于电力线路的末端，对用电设备进行控制、配电，对线路的过载、短路、漏电、过电压进行保护
控制电器	接触器	交流接触器 直流接触器 真空接触器 半导体式接触器	用作远距离频繁地起动或控制交直流电动机，以及接通分断正常工作的主电路和控制电路
	起动器	直接(全压)起动器 星-三角减压起动器 自耦减压起动器	用作交流电动机的起动和正反向控制
	控制继电器	电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 温度继电器 热继电器	在控制系统中，控制其他电器和保护主电路
	控制器	凸轮控制器 平面控制器 鼓形控制器	用于控制电气控制设备中主电路或励磁回路的转换，以使电动机起动、换向和调速
	主令电器	按钮 限位开关 微动开关 万能转换开关 脚踏开关 接近开关 程序开关	接通分断控制电器，以发布命令或用作程序控制

1.2 低压电器的产品型号

1.2.1 低压电器产品型号的组成形式

产品型号的各级代表的意义如下:



1.2.2 各组成部分的确定

1. 类组代号 第一级和第二级代表电器的类别

表 1-2 低压电器产品型号的类别及组别代号

[illegible]

(续)

类别代号及名称		第一位组别代号及名称																第二位组别代号及名称															
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	D	G	J	L	R	S	T	X	Z
Z	电阻器		板形元件	冲片元件	铁铬铝带型元件			管形元件		锯齿型电阻元件						非线性电力电阻	烧结元件	铸铁元件				硅炭电阻元件											
B	变阻器			旋臂式							励磁				频敏	起动	石墨	起动调速	油浸起动	液体起动	滑线式	其他											
T	调整器				电压																												
M	电磁铁															牵引				起重	液压	制动									推动器	直流	
P	组合电器																																
A	其他		保护器	插销	信号灯					交流接触器节电器		电铃											多功能电子式					热					

注：1. 本表系按目前已有的低压电器产品编制的，随着新产品的开发，表内所列汉语拼音大写字母将相应增加。
2. 表中第二位组别代号一般不使用，仅在第一位组别代号不能充分表达时才使用。

表 1-3 通用派生代号

派 生 代 号	代 表 意 义
A、B、C、D、E…	结构设计稍有改进或变化
C	插入式、抽屉式
D	达标验证攻关
E	电子式
J	交流、防溅式、较高通断能力型、节电型
Z	直流、防震、正向、重任务、自动复位、组合式、中性接线柱式
W	失压、无极性、外销用、无灭弧装置
N	可逆、逆向
S	三相、双线圈、防水式、手动复位、三个电源、有锁住机构、塑料熔管式、保持式
P	单相、电压的、防滴式、电磁复位、两个电源、电动机操作
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置
M	灭磁、母线式、密封式
Q	防尘式、手车式、柜式
L	电流的、槽板式、漏电保护、单独安装式
F	高返回、带分励脱扣、多纵缝灭弧结构式、防护盖式
X	限流
G	高电感、高通断能力型
TH	湿热带产品代号
TA	干热带产品代号

3. 系列派生代号

用一位或两位汉语拼音字母，表示全系列产品变化的特征，由型号颁发单位根据表 1-3 统一确定。

4. 品种代号

用阿拉伯数字表示，位数不限，根据各产品的主要参数确定，一般用电流、电压或容量参数表示。

5. 品种派生代号

用一位或两位汉语拼音字母,表示系列内个别品种的变化特征,由型号颁发单位根据表 1-3 统一确定。

6. 规格代号

用阿拉伯数字表示,位数不限,表示除品种以外的需进一步说明的产品特征,如极数、脱扣方式、用途等。

7. 热带产品代号

表示产品的环境适应性特征,由型号颁发单位根据表 1-3 确定。

注:对于达标验证攻关产品及改进型产品,用加注派生代号以区别于原型号。

1.3 低压电器

1.3.1 开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合

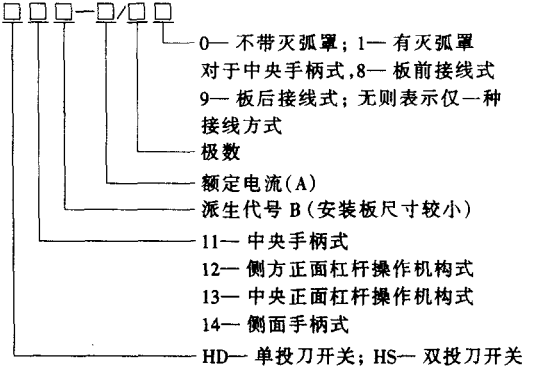
1. HD 系列、HS 系列单投和双投刀开关

(1) 适用范围 HD 系列、HS 系列单投和双投刀开关适用于交流 50Hz、额定电压至 380V、直流至 440V,额定电流至 1500A 的成套配电装置中,作为不频繁地手动接通和分断交、直流电路或作隔离开关用。其中:

1) 中央手柄式的单投和双投刀开关主要用于变电

- 站,不能切断带有电流的电路,作为隔离开关之用。
- 2) 侧面操作手柄式刀开关,主要用于动力箱中。
- 3) 中央正面杠杆操作刀开关主要用于正面操作、后面维修的开关柜中,操作机构装在正前方。
- 4) 侧方正面操作机械式刀开关主要用于正面两侧操作、前面维修的开关柜中,操作机构可以在柜的两侧安装。
- 5) 装有灭弧室的开关可以切断电流负载,其他系列刀开关只作隔离开关使用。

(2) 型号及其含义



(3) 技术数据 常用的有 HD10、HD11、HD12、HD13、HD14 系列和 HS11、HS12、HS13 系列。

- 1) 额定电压:交流 380V,直流 220、440V。
- 2) 额定电流:100、200、400、600、1000、1500A。
- 3) 主要技术参数(见表 1-4)

表 1-4 HD 系列、HS 系列单投和双投刀开关主要技术参数

额定电流/A			100	200	400	600	1000	1500
通断能力 /A	AC 380V、 $\cos\varphi=0.72\sim0.8$		100	200	400	600	1000	1500
	DC $T=0.01s$	220V	100	200	400	600	1000	1500
		440V	50	100	200	300	500	750
机械寿命/次			10000	10000	10000	5000	5000	5000
电寿命/次			1000	1000	1000	500	500	500
1s热稳定电流/kA			6	10	20	25	30	40
动稳定电流 峰值/kA	杠杆 操作式		20	30	40	50	60	80
	手柄式		15	20	30	40	50	—
操作力/N			35	35	35	35	45	45

2. HD17 系列刀形隔离器

(1) 适用范围 HD17 系列刀形隔离器适用于交流 50Hz、额定工作电压至交流 380V、直流至 220V,约定发热电流至 1600A 的工业企业的配电设备中作为

电源隔离之用。带灭弧室的产品在规定的条件下,可用来接通或分断交流电路。

(2) 型号及其含义