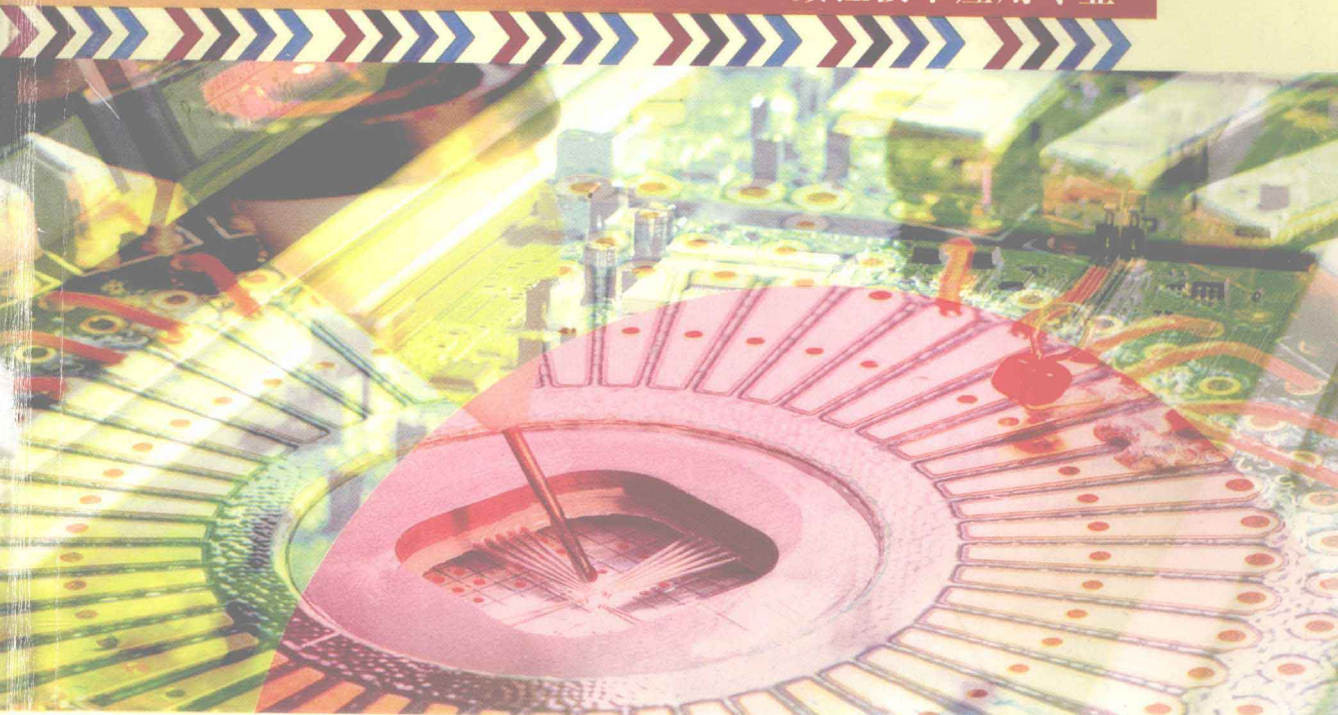


中等职业学校

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数控技术应用专业



机床维修电工

主编 杜德昌



高等教育出版社

内容提要

本书以数控技术应用专业领域人才需求为依据,围绕机床维修电工所必需的基础知识,以及电工技术人员“职业技能鉴定规范(考核大纲)”和“工人技术等级标准”编写,主要内容包括:电工基本知识、常用机床电气元器件、电动机与变压器、机床电气控制基本环节、典型机床电气控制、数控机床电气控制等部分。

本书以就业为导向,以培养学生的实际操作技能为主线,紧密结合生产实际,在讲授与机床维修有关的电工基本知识的基础上,简要介绍常用机床电气元器件、电动机、变压器的工作原理,重点介绍机床电气控制线路的工作原理和典型机床、数控机床的电气控制线路维护与故障排除。

本书内容深入浅出、简明扼要、图文并茂、通俗易懂,是各类职业技术学校必不可少的专业教材,也可作为企业中级技术电工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机床维修电工 / 杜德昌主编. —北京:高等教育出版社,2004.7

ISBN 7-04-014946-X

I. 机... II. 杜... III. 机床-维修-电工-技术学校-教材 IV TG502.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 044298 号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 张春英 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 康晓燕 责任印制 杨明

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京机工印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 15.5

字 数 380 000

版 次 2004 年 7 月第 1 版

印 次 2004 年 7 月第 1 次印刷

定 价 19.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为实现党的十六大提出的全面建设小康社会的奋斗目标,落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,促进职业教育更好地适应社会主义现代化建设对生产、服务一线技能型人才的需要,缓解劳动力市场制造业和现代服务业技能型人才紧缺状况,教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。根据《通知》的要求,教育部办公厅、国防科工委办公厅、中国机械工业联合会组织制定了《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》(以下简称《指导方案》)。

《指导方案》要求本专业领域技能型紧缺人才的培养培训要以综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育要以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既要增强针对性,又要兼顾适应性;课程设置和教学内容要适应企业技术发展,体现本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织要以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。

为了配合实施数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训工程,我社组织了由制定《指导方案》的专家组牵头,承担培养培训任务的职业院校及合作企业的一线“双师型”教师与工程技术人员参与的编者队伍,开发编写了数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。本系列教材以《指导方案》为依据,以就业为导向,以能力为本位,定位准确,精心打造;借鉴了国内外职业教育先进教学模式,从内容到形式都有所创新;理论基础知识教材,有机地整合了多门传统的专业基础课程,知识点以必需、够用为度,体现了大综合化;理论实践一体化教材,倡导情境教学法,强化了知识性和实践性的统一;操作训练和实训指导教材,成系列按课题展开,考评标准具体明确,实用、可操作性强。本系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需要不断增添新内容。

数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材适用于中等职业学校教学,亦可供企业进行岗前和在职培训时选用。

查阅本系列教材的相关信息,请登录高等教育出版社“中等职业教育资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2004年5月

说 明

本书是根据劳动力市场需求,以数控技术应用专业领域技能型紧缺人才需求为依据,从中等职业技术学校的实际需要出发,参考电工“职业技能鉴定规范(考核大纲)”和“工人技术等级标准”编写的。

本书是职业技术学校数控技术应用专业领域的一门专业课教材,主要内容包括:电工基本知识、常用机床电气元器件、电动机与变压器、机床电气控制基本环节、典型机床电气控制、数控机床电气控制等部分。主要介绍了机床维修电工所必需掌握的基础知识,常用低压电器等电气元器件和电动机、变压器的基本结构及工作原理,产生故障的原因及设备维护和排除故障的方法,典型机床电路的电气控制的基本环节,控制电路的控制过程以及维护与故障排除,特别是对目前使用较多的数控机床的常见故障做了介绍。对于技能性较强的操作部分,均安排了技能训练的课题,便于学生加深对知识的理解,强化学生实际分析和排除故障的动手能力。

本书以学生就业为导向,以培养具有“双证书”的一线操作人员为基本要求,紧密结合当前数控加工生产行业的实际,立足于培养技能型的以机床维修为主的维修电工技术人员。在教学内容的选取上,从岗位的实际需要出发,体现学以致用原则,基础理论知识以必需、够用为度,重在职业能力的培养。在文字的表述上力求深入浅出、简明扼要、通俗易懂,并尽可能多地采用插图,以求直观形象。

本教材的总教学课时定为 100 学时,其中,理论教学 78 学时,技能训练或课堂见习 22 学时。各部分内容的课时分配建议如下:

序号	教学内容	理论教学	技能训练 (课堂见习)	合计
一	电工基本知识	8	2	10
二	常用机床电气元器件	16	2	18
三	电动机和变压器	18	6	24
四	机床电气控制基本环节	14	8	22
五	典型机床电气控制	12	2	14
六	数控机床电气控制	10	2	12
	合 计	78	22	100

本书由山东省教学研究室杜德昌主编,参加编写的有淄博信息工程学校李涛(第二章)、济南第九职业中专鹿学俊(第三章)、济南电子机械工程学院路坤(第四、五、六章),其余由杜德昌编写并统稿。

全书承蒙湖南铁道职业技术学院赵承荻教授审阅,在此表示感谢。

由于编写经验不足,加之时间仓促,书中定有不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2004 年 2 月

目 录

第一章 电工基本知识	1	第三节 接触器	60
第一节 电工工具和电工材料	1	一、交流接触器	60
一、电工工具	1	二、直流接触器	63
二、电工材料	3	第四节 继电器	65
第二节 电工仪表	10	一、电磁式继电器	66
一、电工仪表概述	10	二、时间继电器	68
二、电工仪表的测量原理	12	三、热继电器	71
三、电工仪表的使用	13	四、速度继电器	73
第三节 导线加工基本操作	22	五、各种继电器的常见故障及排除 方法	74
一、绝缘层的去除	22	第五节 可编程序控制器(PLC)	75
二、电磁线线头的连接	23	一、可编程序控制器(PLC)和单片 机控制的区别	76
三、导线绝缘层的修复	30	二、可编程序控制器(PLC)的基本 结构	77
第四节 工厂供电和电气安装	30	三、可编程序控制器(PLC)的工作 原理	78
一、工厂供电	30	四、可编程序控制器(PLC)的常见 故障及原因	81
二、机床电气线路的安装	31	复习思考题	82
三、机床电气控制线路的试车	32	技能训练 2-1 交流接触器的修理 和调整	85
第五节 机床电气安全技术	32	技能训练 2-2 可编程序控制器 实验	87
一、机床电工安全操作规程	32	第三章 电动机与变压器	90
二、预防触电及触电急救	33	第一节 直流电动机	90
复习思考题	36	一、直流电动机的结构	90
技能训练 1-1 常用导线的识别与 连接	38	二、直流电动机的运行特性	94
技能训练 1-2 万用表的使用	39	三、直流电动机的起动、调速、反转 与制动	96
第二章 常用机床电气元器件	43	四、直流电动机的使用、维护及 故障处理	100
第一节 低压开关和主令电器	43	第二节 三相异步电动机	101
一、低压开关	43		
二、主令电器	47		
第二节 熔断器	56		
一、插入式熔断器	57		
二、螺旋式熔断器	57		
三、封闭式熔断器	58		
四、快速熔断器	58		
五、自复式熔断器	58		

II ■ 目 录

一、三相异步电动机的结构及分类	101	第二节 三相异步电动机的点动、长动	
二、三相异步电动机的工作原理	105	电气控制	158
三、三相异步电动机的运行特性	106	一、电动机的点动控制电路	158
四、三相异步电动机的控制	108	二、电动机的长动控制电路	159
五、三相异步电动机的使用、维护		三、电动机的点动与长动控制电路	159
及故障处理	114	第三节 三相异步电动机的正、反转	
第三节 单相异步电动机	115	电气控制	161
一、单相异步电动机的结构和工作		一、倒顺开关正、反转控制电路	161
特点	115	二、接触器互锁正、反转控制电路	161
二、单相异步电动机的分类	116	三、按钮联锁正、反转控制电路	162
三、单相异步电动机的反转与调速	119	四、接触器、按钮双重互锁正、反	
四、单相异步电动机的使用与检修	120	转控制电路	162
第四节 伺服电动机	121	第四节 工作台的自动往复循环电气	
一、交流伺服电动机	121	控制	163
二、直流伺服电动机	124	一、行程控制电路	163
三、伺服电动机的使用和维修	126	二、工作台自动往复控制	164
第五节 特殊电动机	126	第五节 三相异步电动机的降压起动	
一、电磁调速异步电动机	126	控制	165
二、步进电动机	129	一、星形-三角形降压起动控制	165
三、永磁电动机	131	二、自耦变压器起动控制	166
四、直线电动机	133	第六节 三相异步电动机制动控制	166
第六节 变压器	135	一、电磁式机械制动控制电路	167
一、变压器的结构	135	二、能耗制动	168
二、变压器的铭牌与额定值	136	三、反接制动	168
三、单相变压器	137	第七节 直流电动机的控制电路	169
四、变压器的运行特性	138	一、直流电动机的起动控制电路	169
五、三相变压器	139	二、直流电动机的正、反转控制	
六、电焊变压器	141	电路	171
七、互感器	143	三、直流电动机的制动控制电路	172
复习思考题	144	复习思考题	174
技能训练 3-1 三相异步电动机的拆装		技能训练 4-1 三相异步电动机的点	
及简易测试	149	动、长动控制	175
技能训练 3-2 直流电动机的起动、		技能训练 4-2 三相异步电动机的	
反转与调速	152	正、反转控制	176
技能训练 3-3 小型变压器的测试	153	技能训练 4-3 自动往复循环控制	177
第四章 机床电气控制基本环节	156	技能训练 4-4 星形-三角形降压	
第一节 电气控制系统图	156	起动控制	178
一、电气控制原理图	156	技能训练 4-5 自耦变压器降压起动	
二、电气设备安装图	157	控制	179
		技能训练 4-6 电动机的能耗制动控	

制	180	三、X62W 型卧式万能铣床的电气	
技能训练 4-7 反接制动控制	181	控制电路分析	198
第五章 典型机床电气控制	182	四、X62W 型卧式万能铣床的常见	
第一节 CA6140 型卧式车床的电气控		电气故障分析	202
制	182	第五节 常用机床控制电路的维护和	
一、CA6140 型卧式车床的主要结构		电气故障诊断	202
和运动形式	182	一、机床电气设备的日常维护	203
二、CA6140 型卧式车床电力拖动		二、机床电气故障的诊断方法	203
特点及要求	183	复习思考题	205
三、CA6140 型卧式车床电气控制		技能训练 5-1 X62W 型卧式万能铣	
电路分析	183	床的故障分析与排除	205
四、CA6140 型卧式车床常见电气		第六章 数控机床电气控制	206
故障分析	185	第一节 数控系统(CNC 系统)	207
第二节 M7130 型平面磨床的电气控		一、CNC 系统的基本构成	207
制	186	二、CNC 系统的硬件结构	207
一、M7130 型平面磨床的主要结构		三、CNC 系统的软件结构	209
及运动形式	186	四、CNC 系统可执行的功能及其	
二、M7130 型平面磨床电力拖动特		特点	211
点及要求	187	五、CNC 系统常见故障分析	212
三、M7130 型平面磨床的电气控制		第二节 电源装置	213
电路分析	187	一、电源配置	213
四、M7130 型平面磨床的常见电气		二、电源装置常见故障分析	214
故障分析	191	第三节 伺服驱动系统	216
第三节 Z3040 型摇臂钻床的电气控		一、主轴驱动系统	217
制	191	二、进给驱动系统	223
一、Z3040 型摇臂钻床的主要结构		三、伺服驱动系统的常见故障分析	224
及运动形式	191	第四节 位置检测装置	225
二、Z3040 型摇臂钻床的电力拖动		一、旋转变压器	225
特点及控制要求	192	二、光电盘	226
三、Z3040 型摇臂钻床的电气控制		三、光电编码器	226
电路分析	192	四、光栅尺	227
四、Z3040 型摇臂钻床的常见电气		五、磁尺测量装置	228
故障分析	196	六、感应同步器	229
第四节 X62W 型卧式万能铣床电气		七、位置检测装置的常见故障分析	230
控制	196	第五节 数控机床 PLC	230
一、X62W 型卧式万能铣床的主要		一、数控机床 PLC 的功能	230
结构及运动形式	196	二、数控机床 PLC 的输入/输出	
二、X62W 型卧式万能铣床的电力		元件	232
拖动特点及控制要求	197	三、数控机床 PLC 的常见故障	

IV ■ 目 录

分析	234	二、数控机床电气故障的发生特点	235
第六节 数控机床的维护和电气故障		三、数控机床故障诊断方法	236
诊断	235	复习思考题	237
一、数控机床电气设备的日常维护	235	参考文献	239

第一章

电工基本知识

第一节 电工工具和电工材料

在机床电气设备的维修、安装和检修的过程中,经常要用到一些常见的电工工具,正确地使用这些工具,不但能提高工作效率,顺利完成机床电气设备的各项检修任务,而且还能减少体力消耗,确保操作的安全和延长工具的使用年限。

一、电工工具

1. 电工刀

电工刀是切割和削剥电工材料的专用工具,如图 1-1 所示。常用的有普通型和专用型两种,普通型按刀口部分的长度分为大号和小号两种规格,专用型增加了锯片和锥子,用来锯小木板和锥孔等。



图 1-1 电工刀

使用电工刀时应注意将刀口向外削剥,避免切割坚硬的材料,以保护刀口。切削导线的绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤芯线。刀口用钝后可用油石磨,用完后应立即把刀身折入刀柄。电工刀的刀柄不绝缘,不能在带电体上使用电工刀具进行操作,以防触电。

2. 活络扳手

活络扳手是用来紧固和放松螺母的一种专用工具,如图 1-2 所示。它由头部和柄部组成。头部由定扳唇、动扳唇、蜗轮和轴销等组成。旋转蜗轮可调节扳口的大小。

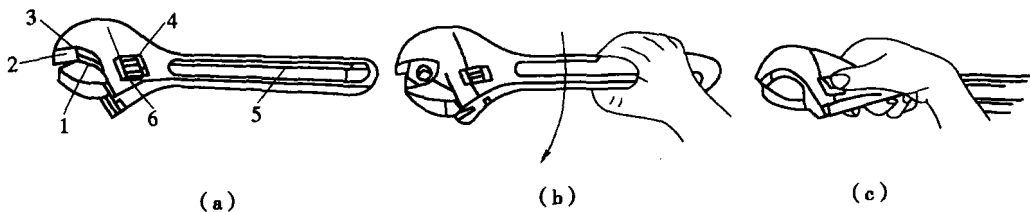


图 1-2 活络扳手

1—动扳唇; 2—扳口; 3—定扳唇; 4—蜗轮; 5—手柄; 6—销轴

使用时,旋转蜗轮使扳口正好卡在螺母上,然后扳动扳手,即可把螺母紧固或旋松。扳动规

格较大的螺母时,必须将扳唇放在用力方向的内侧,手应握在近柄尾处,如(b)图所示;扳动小螺母时,手应握在近头部的地方,拇指随时调节蜗轮,收紧扳唇,防止打滑,如(c)图所示。

3. 钢丝钳

钢丝钳也叫断线钳,由钳头和钳柄两部分组成,钳柄一般带绝缘套管,如图 1-3 所示。钢丝钳有多种用途,刀口用来剪断导线或剖切软导线绝缘层;钳口用来夹持或弯曲导线线头。

使用时,要握在钳柄的后部。不要用钢丝钳来松紧螺母,带电作业时不能一次剪断带电的双股胶线,否则会引起短路。

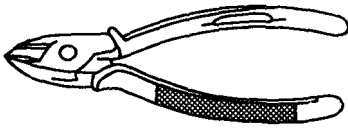


图 1-3 断线钳

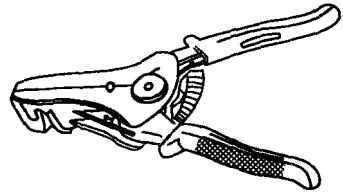


图 1-4 剥线钳

4. 剥线钳

剥线钳是用来剥除小线径电线、电缆端头橡皮或塑料绝缘层的专用工具,如图 1-4 所示。它由钳头和手柄两部分组成,手柄是绝缘的。钳口部分由压线口和切口组成,可分直径 0.5~3.0 mm 的多个切口,以适应于不同规格的芯线。

剥线时,电线必须放在稍大于线芯直径的切口中,然后用手握钳柄,导线的绝缘层被切破自动弹出。当需要剥削稍长一段绝缘层时,应分段进行。

5. 电烙铁

电烙铁是锡焊焊接工具,用于焊接电路元件接点及软导线的连接等,由发热元件(电阻丝)、烙铁头和手柄组成,如图 1-5 所示。电烙铁有外热式、内热式和感应式三种。常用的电烙铁规格有 15 W、25 W、45 W、100 W 和 300 W 等多种。焊接弱电元件时一般采用 45 W 以下规格的小功率的电烙铁,焊接强电元件时,应采用 45 W 以上规格的电烙铁。



(a) 大功率电烙铁



(b) 小功率电烙铁

图 1-5 电烙铁

焊接材料有焊料和焊剂两类。焊料是焊锡或纯锡,常用的有锭状或丝状两种。丝状焊料中心含有松香。

焊接前应将被焊工件表面擦净,涂上一层焊锡层,以免虚焊。焊接时,先将电烙铁沾上焊料,再沾一些焊剂,对准焊接点下焊,停留时间应根据焊件的大小决定。当焊液在焊点四周充分熔开后,快速向上提起烙铁头,使焊接点表面光滑、牢固。焊接完毕后,要用棉纱蘸适量的酒精清除焊接处的残留焊剂。

使用电烙铁时,要必须注意使电烙铁的金属外壳妥善接地,以防电烙铁漏电,发生意外。电

烙铁一旦使用完毕,应立即断电,让其自然冷却。

6. 试电笔

试电笔是检查导线和电气设备是否带电的常用工具。常用的试电笔检测电压的范围是 60~500 V。低压试电笔有笔式、螺丝刀式、电子式等几种,如图 1-6 所示。

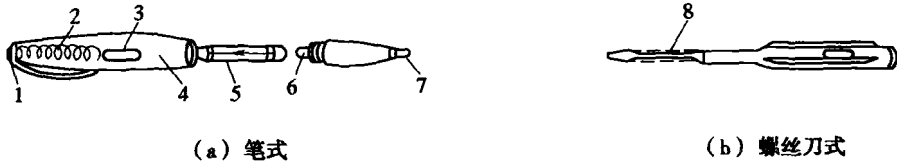


图 1-6 试电笔

1—后端金属; 2—弹簧; 3—小窗; 4—笔身; 5—氖管; 6—电阻; 7—金属探头; 8—绝缘套管

笔式和螺丝刀式试电笔的前端是金属探头, 身部依次装有安全电阻、氖管和弹簧, 弹簧和后端金属部分接触, 使用者手应触及后端金属部分, 金属探头接触被检测导线、机床或电气设备, 使氖管小窗背光朝向自己, 如图 1-7 所示。氖管发光说明被测体带电, 否则不带电。

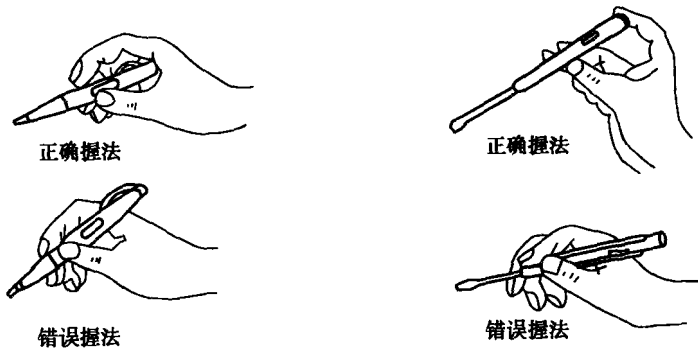


图 1-7 试电笔的使用方法

使用试电笔前, 必须要在正常的电源上检查氖管泡能否正常发光, 以确认试电笔验电可靠。试电笔的探头多制成螺丝刀形状, 但不能承受较大的扭矩, 不能作为旋具使用。

二、电工材料

1. 导电材料

导电材料用于输送和传递电流。铜、铝、钢铁等都是常用的导电材料, 用它们制成各种导线和母线等。按照导线的性能结构, 可以分为: 裸导线、电磁线、电气设备用电线电缆、通讯电线电缆几种类型。

(1) 裸导线

裸导线是导线表面没有绝缘材料的导线。裸导线按结构可分为圆单线、型线、绞合线和软线等。圆单线的型号、主要用途及使用情况如表 1-1 所示。

表 1-1 圆单线的分类、型号、主要用途及使用情况

名称	型号	主要用途	使用情况
硬圆铝单线	LY	做电线、电缆的线心用	可代替 TY 和 TR
半硬圆铝单线	LYB	做绕组用	
软圆铝单线	LR	小容量小距离架空线路用	
硬圆铜单线	TY	与 LY 相同	因价格较铝高,一般情况下不用
软圆铜单线	TR	与 LR 相同	
镀锌铁线	G	常用做电话线和小功率电力线	

1) 型线 型线通常是指非圆形截面的裸导线。配电设备中使用的硬母线(又称汇流排)就属于型线。型线的类别、名称、型号、用途如表 1-2 所示。

表 1-2 常用型线的类别、名称、型号、用途

类别	名称	型号	主要用途
扁线	硬扁铜线	TBY①	适用于电机、电器安装配电设备及其他电工制品
	软扁铜线	TBR	
	硬扁铝线	LBY	
	软扁铝线	LBR	
母线	硬铜母线	TMY②	适用于电机、电器安装配电设备及其他电工制品,也可作输配电的汇流排
	软铜母线	TMR	
	硬铝母线	LMY	
	软铝母线	LMR	
铜带	硬铜带	TDY③	适用于电机、电器、安装配电设备及其他电工制品
	软铜带	TDR	

①“B”表示扁形;②“M”表示母线;③“D”表示带状的。

2) 绞合线 绞合线是由多股单线绞合而成的导线,以改善其导电性能和力学性能。绞合线具有结构简单、制造方便、容易架设和维修、线路造价低等优点,主要用于电力架空线路中。常用绞线应用举例见表 1-3 所示。

表 1-3 常用绞线应用举例

名称	型号	主要用途
铝绞线	LJ	适应于短距离的输电
加强型钢芯铝绞线	LGJJ	适应于高低压输电线路
硬铜绞线	TJ	适应于高低压输电线路
镀锡铜软电刷线	TSXR	适应于电机、电器的电刷连接线
特软铜绞线	TTJR	适应于振动设备的连接线

3) 软接线 软接线是指柔软的铜绞线、各种编织线和铜铂。主要用于需耐振动和耐弯曲的场合。常见的几种软接线的名称、型号及用途见表 1-4 所示。

表 1-4 常用软接线应用举例

名称	型号	主要用途
裸铜电刷线	TS	供电机、电器线路连接电刷用
裸铜软绞线	TRJ	供移动式电器设备连线用,如开关、电热器等
	TRJ-3	供要求较柔软的电器设备连接线之用,如引出线、接地线
	TRJ-4	供要求特柔软的电器设备连接线之用,如整流器、可控硅
软裸铜编织线	TRZ-1	供移动式电器设备的小型电炉连接线之用
软铜编织蓄电池线	QC	供汽车、拖拉机、电瓶车蓄电池连接线之用
铜编织线	TZ-4-1	用作扬声器连接线
镀锡铜编织线	TZX-2	用作电子电器设备或元件等连接线
镀锡铜编织套	TZXP	用作屏蔽保护线

(2) 电磁线

电磁线是指专用于电能与磁能相互转换的带有绝缘层的导线,常用于电动机、电工仪表作绕组或元件时的绝缘导线。它通过电磁感应实现电磁互换。常用的电磁线,按它们使用的绝缘材料不同分为漆包线、绕包线、无机绝缘电磁线等。

1) 漆包线 漆包线的表面涂有漆膜做保护层,漆膜薄而牢固,均匀光滑。主要用于制造中小型电机、变压器、电器线圈等。在电动机修理中,最好采用与原来同型号的漆包线,不要轻易改变;当无法搞清原来漆包线型号时,可根据电动机的使用条件、工艺和漆包线性能等要求进行选择。表 1-5 列出了几种漆包线的名称、型号、特点及主要用途。

表 1-5 常用漆包线应用举例

名称	型号	耐热等级	特点及主要用途
缩醛漆包线	QQ	E	漆膜的热冲击性和耐刮性优良,电气性能好,适用于中小型高速电动机、电动工具的绕组及油浸式变压器的线圈和电器
聚酯漆包线	QZ QZB QZL	B	电气性能好、耐高压,但耐水解性、热冲击性差,适用于密封的电机、电器的绕组或线圈及直流电动机
聚酯亚胺漆包线	QZY QZYB	F	电气性能好、耐高压,但耐水解性、热冲击性差,适用于密封的电机、电器的绕组或线圈及直流电动机
聚酰亚胺漆包线	QY QYB	H	电气性能好、耐高压,但耐水解性、热冲击性差,适用于密封的电机、电器的绕组或线圈
聚酰胺酰亚胺漆包线	QXY QXYB	H	高频条件下介质损耗小,着色性好,焊接性好,但过载力差,适用于电工仪表的细微线圈或电视线圈等高频线圈,直流电动机

2) 绕包线 绕包线是指用绝缘物(如绝缘纸、玻璃丝或合成树脂等)绕包在裸导线芯(或漆包线芯)上形成绝缘层的电磁线,绕包好后的绕包线经过浸漆处理,成为组合绝缘。绕包线具有绝缘层厚、电气性能优良、过载力强等特点,常用于大中型、耐高温的设备中。常用绕包线的名

称、型号、特点及主要用途见表 1-6 所示。

表 1-6 常用绕包线应用举例

名称	型号	耐热等级	特点及用途
单玻璃丝包漆包圆铜线	SB Q	B-H	电气性能和机械强度良好,用于各种电机电器绕组线
双玻璃丝包扁铜线	SB ECB	B	同上
纸包绕组线	Z ZL ZB ZLB	A	耐电压性能良好,价格便宜,大部分用于油浸式变压器的绕组
双玻璃丝包聚酯漆包扁铜线	Q ZSB ECB	B	电气性能和机械强度优良,适用于电机电器的绕组和干式变压器的线圈

3) 无机绝缘电磁线 无机绝缘电磁线有铜质和铝质两种,形状各异,其优点在于耐高温、耐辐射等。如 YMLB 型氧化膜扁铝线耐温可达 250 ℃ 以上,常用于高温制动器线圈等。

(3) 机床电气设备用电线电缆的分类、型号及选用

机床电气设备用电线电缆品种很多,使用范围很广,一般分为通用电线电缆和专用电线电缆两大类,常用的有塑料绝缘电线、橡胶绝缘电线、塑料绝缘护套线、通用橡胶套电缆、塑料绝缘控制电缆和橡胶绝缘控制电缆等。

在各种系列中,根据它们的特性及导电线芯、绝缘层、保护层的材料不同又分为若干种,现将常用品种的名称、型号、特性及用途分别介绍如下:

表 1-7 B 系列橡皮塑料绝缘电线常用品种表

产品名称	型号		长期最高工作温度/℃	主要用途
	铜芯	铝芯		
橡皮绝缘电线	BX①	BLX	65	固定敷设于室内(明敷、暗敷或穿管),可用于室外,也可作设备内部安装用线
氯丁橡皮绝缘电线	BXF②	BLXF	65	同 BX 型。耐气候性好,适用于室外
橡皮绝缘软电线	BXR	—	65	同 BX 型。仅用于安装时要求柔软的场所
橡皮绝缘和护套电线	BS HF③	BLXHF	65	同 BX 型。适用于较潮湿的场所和作室外进户线,可代替老式铅包线
聚氯乙烯绝缘电线	BV④	BLV	65	同 BX 型。耐湿性和耐气候性较好
聚氯乙烯绝缘软电线	BVR	—	65	同 BV 型。仅用于安装时要求柔软的场所
聚氯乙烯绝缘和所套电线	BVV⑤	BLVV	65	同 BV 型。用于高温和机械防护要求较高的场合,可直接埋于土壤中
耐热聚氯乙烯绝缘电线	BV-105⑥	BLV-105	105	同 BV 型。用于 45 ℃ 及以上的环境中
耐热聚氯乙烯绝缘软电线	RVR-105	—	105	同 BVR 型。用于 45 ℃ 及以上的环境中

① “X”表示橡皮绝缘;② “XF”表示氯丁橡皮绝缘;③ “HF”表示非燃性橡胶套;④ “V”表示聚氯乙烯绝缘;⑤ “VV”表示聚氯乙烯绝缘和橡胶套;⑥ “105”表示耐热 105 ℃

1) B系列橡皮塑料绝缘电线 B系列橡皮塑料绝缘电线名称、型号如表1-7所示。此系列电线结构简单、重量轻、价格较低,有良好的电气、力学性能,能工作在交流500V、直流1000V的动力、配电和照明线路中。

2) R系列橡皮塑料绝缘软线 此系列软线的线芯是用多根细导线(铜线)绞合而成,特点是柔软、电气性能和力学性能良好,常用做机床各种仪器的内部连线。其名称、型号和用途如表1-8所示。

表1-8 R系列橡皮塑料绝缘软线常用品种表

产品名称	型号	工作电压 /V	长期最高工 作温度/℃	用途及使用条件
聚氯乙烯绝缘线	PV RVB RVS	交流 250 直流 500	65	供各种移动电器、仪表、电信设备、自动化装置用,也可以作为内部安装线,安装时环境温度不低于-15℃
耐热聚氯乙烯绝缘软线	RV105	交流 250 直流 500	105	同RV型。用于45℃及以上的环境中
聚氯乙烯绝缘和护套软线	RVV	交流 500 直流 1000	65	同RV型。用于潮湿和机械防护要求较高,经常移动、弯曲的场合
丁腈聚氯乙烯复合物绝缘软线	RFB RFS	交流 250 直流 500	70	同RV、RVS型。但低温柔软性好
棉纱编织橡皮绝缘双绞软线	RXS	交流 250 直流 500	65	室内日用电器、照明用电源线
棉纱总编织橡皮软线	RX			
棉纱编织橡皮绝缘平型软线	RXB	交流 250 直流 500	65	室内日用电器、照明用电源线

3) Y系列通用橡套电缆 这种系列电缆适用于各种电气设备、电动工具、仪器和日用电器的移动式电源线,所以也称为移动电缆,长期工作温度不得超过65℃,其名称、型号及用途见表1-9所示。

表1-9 Y系列通用橡套电缆品种表^①

产品名称	型号	交流 工作电压/V	特点和用途
轻型橡套电缆	YQ ^②	250	轻型移动电器装备和日用电器的电源线
	YQW ^③		同上。具有耐气候和一定的耐油性
中型橡套电缆		500	各种种动电气装备和农用机械的电源线
	YZW ^④		同上。具有耐气候和一定的耐油性能
重型橡套电缆	YC ^⑤	500	同YZ型。能承受较大的机械外力作用
	YCW		同上。具有耐气候和一定的耐油性能

① 表示产品均为铜导线芯; ② “Q”表示轻型; ③ “W”表示户外型; ④ “Z”表示中型; ⑤ “C”表示重型。

2. 绝缘材料

绝缘材料按其正常运行条件下允许的最高工作温度分级(耐热等级)。绝缘材料的耐热性对

电气产品正常运行影响很大,是选择绝缘材料首先考虑的重要因素之一。耐热等级分级标准见表 1-10 所示。按应用和工艺特征,可将其划分为 6 大类,见表 1-11 所示。

表 1-10 绝缘材料的耐热等级和极限温度

等级代号	耐热等级	绝缘材料	极限工作温度/℃
0	Y	木材、棉花、纸、纤维等天然的纺织品,醋酸纤维为基础的纺织品,以及易于热分解和溶化点较低的塑料(脲醛树脂)。	90
1	A	工作在矿物油中的和用油或树脂复合胶浸过的 Y 级材料,漆包线、漆布、漆丝的绝缘,油性漆,沥青漆等	105
2	E	聚酯薄膜和 A 级材料复合、玻璃布、油性树脂漆、聚乙烯醇缩醛高强度漆包线、乙酸乙烯耐热漆包线	120
3	B	聚酯薄膜,经合适树脂粘合成的浸渍涂覆的云母、玻璃纤维、石棉等,聚酯漆,聚酯漆包线	130
4	F	以有机纤维材料补强和石棉带补强的云母片制品,玻璃丝和石棉,玻璃漆布,以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品,以无机材料补强和石棉带补强的云母粉制品,化学热稳定性较好的聚酯和醇酸类材料,复合硅有机聚酯漆	155
5	H	无补强或以无机材料为补强的云母制品,加厚的 F 级材料,复合云母,有机硅云母制品。硅有机漆,硅有机橡胶聚酰亚胺复合玻璃布,复合薄膜,聚酰亚胺漆等	180
6	C	不采用任何有机粘合剂及浸渍剂的无机物,如石英、石棉、云母、玻璃和陶瓷材料等	180 以上

表 1-11 绝缘材料的分类

分类代号	分类名称	分类代号	分类名称
1	漆、树脂和胶类	4	压塑料类
2	浸渍纤维制品类	5	云母制品类
3	层压制品类	6	薄膜、粘带和复制品类

(1) 绝缘漆和绝缘胶

绝缘漆和绝缘胶都是以高分子聚合物为基础,能在一定条件下固化成绝缘硬膜或绝缘整体的重要绝缘材料。

1) 绝缘漆 绝缘漆按用途主要分有浸渍漆、覆盖漆、漆包线漆和硅钢片。

2) 绝缘胶 绝缘胶主要用于浇注电缆接头、套管。按用途分为电器浇注胶和电缆浇注胶两类。

(2) 液体绝缘材料

液体绝缘材料俗称绝缘油,主要由矿物油和合成油两大类组成。矿物油具有好的化学稳定性和电气稳定性,应用广泛,在电气设备中除起绝缘、冷却和润滑的作用外,还起到灭弧的作用,一般用于电力变压器、断路器、高压电缆、油浸纸电容器等电力设备中。

(3) 纤维制品

1) 漆布 漆布或漆带主要用作电机、电器的衬垫和线圈的绝缘。常用的是 2432 醇酸玻璃漆布,它有良好的电气性能、耐油性、防霉性,可用于油浸变压器等线圈绝缘,耐热等级为 B。使用漆布时,要包绕严密,不可出现皱折和气囊,更不能出现机械损伤,以免影响其电气性能。当漆布和浸渍漆用在一起时,注意两者的相容性。

2) 漆管 也称黄蜡管,可代替油性漆管,用作电机、电器的引出线或连线绝缘套管。常用的有 2730 醇酸玻璃漆管,它具有良好的电气性能和力学性能,耐油性、耐热性、耐潮性好,但弹性稍差,可用于油浸变压器中。

3) 绑扎带 绑扎带主要用于绑扎变压器铁心和电机转子绕组的端部,常用的是 1317 玻璃纤维无纬胶带。在使用时,缠绕的张力不能过大或过小,一般将缠绕拉力控制在 180 N/cm 左右,并且在绑扎工件时,工件应预热至一定温度,绑完后进行烘干固化。

4) 绝缘纸 主要用作电力电缆、控制电缆和通信电缆的电缆纸,用作电信电缆绝缘的电话纸等。

5) 绝缘纸板 主要使用于变压器,作绝缘保护和补强材料,其中硬钢纸板(白板)适宜做电机、电器的支承绝缘件或小电机槽楔。

6) 绝缘纱、带、绳和管 绝缘纱一般用于电缆电线中,而绝缘带用作电机线圈的绑扎,绝缘管可作电机、电器的引出线绝缘管。

7) 层压制品 常用的层压制品有 3240 层压玻璃布板,3640 层压玻璃布管,3840 层压玻璃布棒,它们都能做电机、电器的绝缘零件,且有较高的电气和力学性能,耐热性、耐潮性良好。

(4) 其他绝缘材料

1) 云母制品 云母制品主要使用白云母和金云母两种原料。常用的有 5434 醇酸玻璃云母带及 5438—1 环氧玻璃粉云母带,均有良好的电气和力学性能,适宜做电机、电器线圈的绝缘或衬垫。

2) 电瓷材料 电瓷具有良好的绝缘性能和化学稳定性,并且有较高的热稳定性和机械强度。常用来制造高、低压绝缘子和低压电器绝缘瓷件。

3) 薄膜和薄膜复合制品 薄膜常用的有 6020 聚酯薄膜,有良好的电气性能和机械强度,质地柔软,适用于电机槽的绝缘、匝间绝缘和相间绝缘以及其他电工产品线圈的绝缘。

4) 电工橡胶 电工用橡胶分天然橡胶和合成橡胶两类。天然橡胶柔软,富有弹性,但易燃、易老化,不耐油,一般用于户内作电线电缆的绝缘层和护套。合成橡胶常用的是氯丁橡胶和丁腈橡胶,能耐油,但电气性能不高,只作引出线套管、衬垫等绝缘材料和保护材料。

5) 电工塑料 常用的电工塑料有 ABS 和尼龙 1010 两种,前者适用于各种结构的零件,也用作电动工具的引出线或外壳、支架等,后者宜做绝缘套、插座、线圈骨架、接线板等零件。

6) 绝缘包扎带 绝缘包扎带有黑胶布带(俗称黑包布)和聚氯乙烯带两种,主要用作包缠电线和电缆的接头。聚氯乙烯带还能制成不同颜色用来包扎电缆接头。