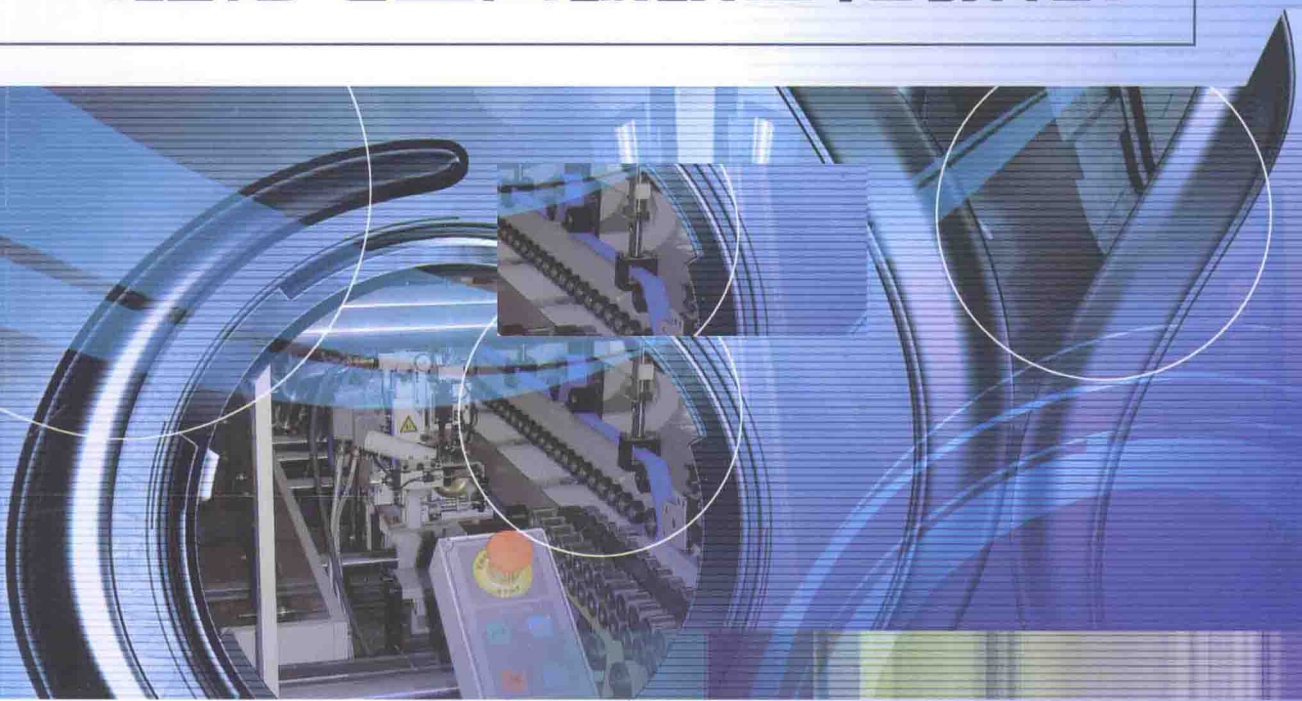


马冬宝 主编
戚成浩 陈春先 副主编
徐永先 郎莹 陶砂 辛义 单树明 参编

电工技术应用 与实践

(维修电工高级项目化教程)



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



北京电子科技职业学院
BEIJING POLYTECHNIC

“百名教师到企业挂职（岗）实践、开发百门工学结合
项目课程、编写百部工学结合校本教材活动”系列教材

电工技术应用与实践

（维修电工高级项目化教程）

主 编 马冬宝

副主编 戚成浩 陈春先

参 编 徐永先 郎 莹 陶 砂 辛 义 单树明

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本教材主要以相关专业人才培养方案、国家职业资格鉴定维修电工（高级工、技师）职业标准中岗位职业能力要求、国家级技能比赛的技能要求、行业企业和社会发展的先进水平为标准，充分体现规范性、先进性和实效性，培养学生具备对机械设备和电气控制系统线路及器件等进行安装、调试、维护、维修的能力。

本教材为项目化教程，每一个教学载体或项目对应维修电工高级工考核要求的一个模块，使维修电工高级工考核要求的每一个模块都对应2~3个项目的学习，项目均来源于企业及维修电工高级及技师的实践操作考核项目。

本书可作为高职高专院校机电类专业的教学用书以及电工技师维修的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

电工技术应用与实践 / 马冬宝主编. —北京：电子工业出版社，2015.1

维修电工高级项目化教程

ISBN 978-7-121-24738-5

I. ①电… II. ①马… III. ①电工技术—高等学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 262270 号

策划编辑：郭乃明

责任编辑：郝黎明

印 刷：北京天宇星印刷厂

装 订：北京天宇星印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：20.75 字数：531.2 千字

版 次：2015 年 1 月第 1 版

印 次：2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价：43.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

本书由北京市级专项“2011/2012 年教育教学改革”专项项目（PXM2011_014306_000058）资助完成。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

北京电子科技职业学院

《“三百活动”系列教材》编写指导委员会

主 任：安江英

副 主 任：王利明

委 员：(以姓氏笔画为序)

于 京

王 霆

牛晋芳 (出版社)

朱运利

李文波 (企业)

陈洪华

黄天石 (企业)

瞿家骥 (企业)

马盛明 (出版社)

王正飞 (出版社)

叶 波 (出版社)

刘京华

李亚杰

高 忻 (企业)

黄 燕 (出版社)

王 萍

兰 蓉

李友友

何 红

蒋从根

《电工技术应用与实践 (维修电工高级项目化教程)》编写组

马冬宝 戚成浩 陈春先 徐永先 郎 莹 陶 砂 辛 义 单树明

序 言

职业教育作为与经济社会联系最为紧密的教育类型，它的发展直接影响到生产力水平的提高和经济社会的可持续发展。职业教育的逻辑起点是从职业需求出发，为使受教育者获得某种职业技能和职业知识、形成良好的职业道德和职业素质，从而满足从事一定社会生产劳动的需要而开展的一种教育活动。高等职业教育以培养高端技能型专门人才为教育目标，由于职业教育与普通教育的逻辑起点不同，其人才培养方式也不同。教育部《关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见》（教职成[2011]12号）等文件要求“高等职业学校要与行业（企业）共同制订专业人才培养方案，实现专业与行业（企业）岗位对接、专业课程内容与职业标准对接；引入企业新技术、新工艺，校企合作共同开发专业课程和教学资源；将学校的教学过程和企业的生产过程紧密结合，突出人才培养的针对性、灵活性和开放性；将国际化生产的工艺流程、产品标准、服务规范等引入教学内容，增强学生参与国际竞争的能力”，其目的就是要深化校企合作，进行工学结合人才培养模式的改革，创新高等职业教育课程模式，在中国制造向中国创造转变的过程中，培养适应经济发展方式转变与产业结构升级需要的“一流技工”，不断创造具有国家价值的“一流产品”。我校致力于研究与实践这个高等职业教育创新发展的中心课题，以使命为己任，从区域经济结构特征出发，确立了“立足开发区，面向首都经济，融入京津冀，走出环渤海，与区域经济联动互动、融合发展，培养适应国际化大型企业和现代高端产业集群需要的高技能人才”的办学定位，形成了“人才培养高端化，校企合作品牌化，教育标准国际化”的人才培养特色。

为了改革创新高端技能型人才培养的课程模式，增强服务区域经济发展的能力，寻求人才培养与经济社会发展需求紧密衔接的有效教学载体，学校于2011年启动了“百名教师到企业挂职（岗）实践、开发百门工学结合项目课程、编写百部工学结合校本教材活动”（简称“三百活动”），资助100名优秀专职教师，作为项目课程开发负责人，脱产到世界500强企业挂职（岗）实践锻炼，去选择“好的企业标准”，转化为“好的教学项目”。教师通过深入生产一线，参与企业技术革新，掌握企业的技术标准、工作规范、生产设备、生产过程与工艺、生产环境、企业组织结构、规章制度、工作流程、操作技能等，遵循教育教学规律，收集整理企业生产案例，并开发转化为教学项目，进行“教、学、训、做、评”一体化课程教学设计，将企业的“新观念、新技术、新工艺、新标准”等引入课程与教学过程中。通过“三百活动”，有效地促进了教师的实践教学能力、职业教育的项目课程开发能力、“教、学、训、做、评”一体化课程教学设计能力与职业综合素质。

学校通过“教师自主申报”、“学校论证立项”等形式，对项目的选题、实施条件等进行充分评估，严格审核项目立项。在项目实施过程中，做好项目跟踪检查、项目中期检查、项目结题验收等工作，确保项目的高质量完成。《电工技术应用与实践》是我校“三百活动”系列教材之一。课程建设团队将企业系列真实项目转化为教学载体，经过两轮的“教、学、训、做、评”一体化教学实践，逐步形成校本教学资源，并最终完成了本教材的编写工作。“三百活动”系列教材的编写建设，得到了各级领导、行业企业专家和教育专家的大力支持和热心的指导与帮助，在此深表谢意。希望这套“三百活动”系列教材能为我国高等职业教育的课程模式改革与创新做出积极的贡献。

北京电子科技职业学院
副校长 安江英

致 学 习 者

一、与您分享

本书将与您分享维修电工（高级）知识和技能。通过学习本书，您将在四个模块的十四个项目的导引下去学习维修电工（高级）的知识和技能。我们在本书的每个项目中都设置了由浅入深、不同难度的任务，当您在完成了各个任务后，就完成了相关的知识学习，同时锻炼了相关技能。为了与企业接轨，本书特别参照新国标对文字（GB/T20939-2007）和图形（GB/T4728-2005-2008）符号进行了规范，通过学习，您将收获新国标的使用方法，对您在工作中应用新国标会颇有益处。

在学完本书后，我们希望能够为您进一步学习机电一体化技术专业的其他课程奠定基础，更希望本书能成为您进入相关岗位的铺路石。

二、如何使用

在学习本书时，可以首先了解一下【项目目标】，然后了解相关知识考核要点和相关技能考核要点，从而对整个项目的学习效果有所认识。

【项目任务描述】是需要解决的问题的详细解读，【项目实施条件】是为解决问题提供的软硬件条件。【相关知识链接】提供了完成本项目必要的知识内容，这些内容是完成任务所必须掌握的。【项目实施步骤】为学习者提供了完成本项目的操作步骤。为了进一步巩固所学内容，书中安排了【知识点拓展】部分。在任务完成后，我们还安排了【检查与评价】，用于检查学习者在本项目中的完成情况。

希望读者从本书中找到适合自己的学习方法，充分提高对知识的理解和职业技能水平。

三、规划课程

本书以项目为载体，重点案例问题解决为主线，贯穿理论知识、仪表使用、电气安装等技术内容。通过项目教学的方式由浅入深、由易到难，逐层、逐步深入讲解。在学习中侧重讲解从小任务到大项目的问题解决方案，强调以分析和解决问题为重点教学内容，融入计划性、规范性的教学要求。注重形成性评价，特别是注重学习细节评价，让学习者从细节中不断发现问题并修正，直至养成良好的学习和工作习惯。

四、教材脉络

本教材以全新的结构进行编写，在本书中首先呈现以解决问题为主的工作模块，在每个模块中，根据模块解决的途径，编排了不同难度级别梯次的项目，在项目执行过程中强调自我学习、编制计划、自我评价。在每个项目中展现发现问题、分析问题和解决问题的具体实施步骤。

本书提供了螺旋式上升的学习方式，又提供了知识和技能不断往复实践，能力不断提升的学习途径。本书编排的项目与生产相结合，突出了机电一体化专业的专业内容。本书在编写过程中严格按照新国标进行撰写，保持了与行业和企业技术的同步。本书在编写过程中绘制了大量的图片用于创设情境和辅助教学。

本书模块一和模块三、教材整体结构设计编写和统稿由北京电子科技职业学院马冬宝负责，模块二由戚成浩负责组织编写，模块四主要由北京电子科技职业学院陈春先负责组织编写。徐永先、郎莹、辛义、陶砂及单树明也参与了本教材的编写，具体项目编写分工如下表所示：

模 块	项 目	负 责 人	模 块	项 目	负 责 人
模块一	项目一	马冬宝	模块三	项目一	马冬宝
	项目二	马冬宝		项目二	马冬宝
模块二	项目一	戚成浩	模块四	项目一	郎莹、辛义
	项目二	戚成浩		项目二	徐永先
	项目三	陶砂、郎莹		项目三	陈春先、单树明
	项目四	戚成浩		项目四	陈春先、单树明
	项目五	戚成浩		项目五	陈春先

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 继电器控制电路装调维修模块	1
项目一 X62W 型铣床控制电路测绘与维修	1
项目二 T68 型卧式镗床控制电路测绘与调试	29
模块二 可编程控制系统装调维修模块	50
项目一 PLC 改造星—三角降压起动控制电路连接与调试	50
项目二 PLC 控制交通灯电路连接与调试	69
项目三 PLC 改造 CA6140 车床控制电路连接与调试	82
项目四 PLC 控制多级输送带电路连接与调试	103
项目五 PLC 控制气动机械手搬运装置连接与调试	120
模块三 交流传动系统装调维修模块	140
项目一 自动化生产线分拣单元安装与调试	140
项目二 自动化生产线输送单元安装与调试	181
模块四 应用电子电路调试维修模块	225
项目一 正弦波—三角波—方波发生器的连接与调试	225
项目二 风机工作状态监测电路的连接与调试	238
项目三 直流电机转速测量电路的连接与测试	252
项目四 三相半波可控整流电路的连接与调试	282
项目五 三相全控桥式整流电路的连接与调试	298
参考文献	323

模块一 继电器控制电路装调维修模块

项目一 X62W 型铣床控制电路测绘与维修

【项目目标】

通过完成本项目，使学习者能够达到维修电工（高级）证书相应的理论和技能的考核要求，具体要求见表 1.1.1。

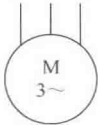
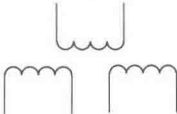
表 1.1.1 维修电工（高级）考核要素细目表

相关知识考核要点	相关技能考核要求
1. 电气控制图测绘的步骤、方法和注意事项 2. X62W 型铣床主电路和控制电路组成 3. X62W 型铣床分析方法和测绘内容 4. X62W 型铣床起动和制动控制方法 5. X62W 型铣床工作台移动和回转控制方法 6. X62W 型铣床电气保护措施及常见故障	1. 能测绘 X62W 型铣床电气控制电路的位置图和接线图 2. 能进行 X62W 型铣床电气控制电路的故障检查及排除

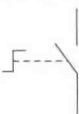
【电气图形符号和文字符号】

在本项目中涉及的元器件的图形符号和文字符号见表 1.1.2。

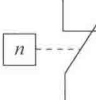
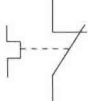
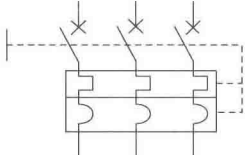
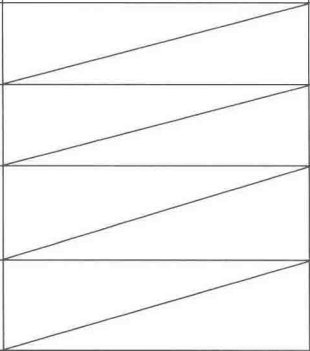
表 1.1.2 元器件的图形符号和文字符号

序号	名称	图形符号 GB/T4728—2005-2008	文字符号 GB/T20939-2007	备注
1	三相鼠笼式感应电动机 S00836		MA	GB/T4728.6—2008
2	三绕组变压器 S00845		TA	GB/T4728.6—2008
3	动合（常开）触点 S00227		接触器 QA 继电器 KF	GB/T4728.7—2008
4	动断（常闭）触点 S00229		接触器 QA 继电器 KF	GB/T4728.7—2008

续表

序号	名称	图形符号 GB/T4728—2005-2008	文字符号 GB/T20939-2007	备注
5	自动复位的手动按钮开关 S00254		SF	GB/T4728.7—2008
6	无自动复位的手动旋转 开关 S00256		SF	GB/T4728.7—2008
7	接触器的主动合触点 S00284		QA	GB/T4728.7—2008
8	断路器 S00287		QA	GB/T4728.7—2008
9	继电器线圈 S00305		接触器 QA 继电器 KF	GB/T4728.7—2008
10	热继电器驱动件 S00325		BB	GB/T4728.7—2008
11	时间继电器 通电延时线圈 S00312		KF	GB/T4728.7—2008
12	时间继电器 延时闭合合触点 S00243		KF	GB/T4728.7—2008
13	时间继电器 延时闭合动断触点 S00246		KF	GB/T4728.7—2008
14	带动合触点的位置开关 S00259		BG	GB/T4728.7—2008
15	带动断触点的位置开关 S00260		BG	GB/T4728.7—2008
16	组合位置开关 S00261		BG	GB/T4728.7—2008

续表

序号	名称	图形符号 GB/T4728—2005-2008	文字符号 GB/T20939-2007	备注
17	熔断器 S00362		FC	GB/T4728.7—2008
18	灯 S00965		PG	GB/T4728.8—2008
19	接地 S00200			GB/T4728.3—2005
20	速度继电器 转子		KF	
21	速度继电器 常开触点		KF	JB/T 2739-2008
22	速度继电器 常闭触点		KF	
23	热继电器动断触点		BB	JB/T 2739-2008
24	断路器		QA	JB/T 2739-2008
25	T 形连接 S00019			GB/T4728.3—2005
26	T 形连接 S00020			GB/T4728.3—2005
27	导线的双 T 形连接 S00021			GB/T4728.3—2005
28	导线的双 T 形连接 S00022			GB/T4728.3—2005

【项目任务描述】

现有一台 X62W 型铣床，实物图如图 1.1.1 所示，该铣床相关的图纸丢失，同时有些功能无法正常运转。现需要工程技术人员对 X62W 型铣床相关图纸进行测绘。测绘完成后，根据电气

原理图、位置图和接线图图纸，对 X62W 型铣床的相关故障进行诊断和排除。

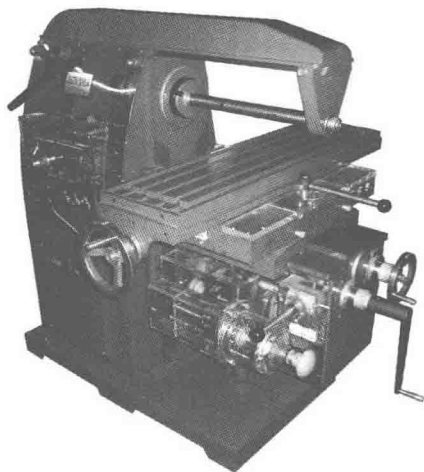


图 1.1.1 X62W 型铣床实物图

【项目实施条件】

X62W 型铣床测绘和故障排除过程中所需要的工具和仪表见表 1.1.3。

表 1.1.3 仪器仪表及电器元件

序号	名 称	型号与规格	单位	数量
1	机床	X62W 型铣床	台	1
2	电工工具		套	1
3	万用表		块	1
4	测绘工具		套	1
5	电路图	与 X62W 型铣床配套	张	1
6	故障排除所用材料	与相应的机床配套	套	1

【知识链接】

<继电器控制电路的分析与测绘方法>

根据机械设备电气部分的实际安装和接线位置绘出其电路原理图、位置图和接线图的方法称为电气测绘。

1. 复杂机械设备电气测绘的分类

根据任务的不同，所进行的电气测绘的方式和范围也不尽相同，在实际工作中应根据实际情况作出选择。

（1）整体测绘。

为进行电气维护和技术资料整理，需要进行电气控制系统的整体测绘。在实际工作中，有时需要面对无任何资料、且在企业中的地位比较重要的复杂机械设备。此时，就应当赶在设备的基本情况比较完好的情况下，对该设备进行一次全面的电气测绘。

（2）局部测绘。

为了满足进行必要电气维护和技术改造的需要，应对电气控制系统做局部测绘。

对实际维护工作中遇到的技术资料部分缺损或变更后技术资料不准确的情况，通常只是有

目的地对某一部分或者某个环节进行测绘,以满足维护和改造的需要。

从实际测绘的需要来看,第二种测绘方式在实际工作中遇到比较多,整体测绘的情况相对比较少,但无论哪一种测绘都应当注意以下几点:

① 要根据设备的实际情况(包括控制方式、元器件型号和规格等信息)真实地进行记录和绘制,即使认为诸多单元有不先进或不合理的地方,也应当如实记录。因为这可能是获得该设备原始资料的唯一方法和最后机会,也是今后进行维护和技术改造的基本依据和论证材料。应当完全杜绝在测绘时夹杂个人意见的主观判断以及不尊重事实的行为。

② 测绘后要求留有较完整的技术资料,包括电气系统接线图、电气系统原理图、电气系统控制原理说明书(其中包括主要电气技术参数的调试记录),并附电气元器件明细表。

③ 测绘完成后,要按照原出厂方式整理好被测绘的电气控制箱和设备出线情况,全面恢复设备应有的使用功能和运行状态,并配合测绘与完善缺损或不清的电气标识和编号,消除测绘中发现的电气缺陷和隐患,并对修改进行记录。最后,写出测绘总结,将整理好的完整技术资料一起存档。

④ 对局部测绘完成后不能实施修复和功能恢复的,要根据测绘结果提出技术改造的实施方案。

⑤ 通常所说的测绘,在一般意义上是指电气设备硬件逻辑电路的测绘,主要用于指导设备的维护,一般不提倡对设备的软件进行测绘。另外,对电路板的测绘,只需要有其外特性和对外功能,也就是说对其输入、输出的要求和功能进行测绘。一般不要求对电路板的布线进行测绘来绘制原理图,因为即使测绘出了电路原理图,也可能因为某些元器件的过时而使原电路板无法修护。

2. 根据实物测绘设备的电气控制电路的方法

根据实物测绘设备的电气控制电路的方法如下:

(1) 位置图 --- 接线图 --- 电路图测绘法。

根据电气设备的位置图和接线图测绘出电路图的方法为位置图 --- 接线图 --- 电路图测绘法,这是最基本的测绘电路图的方法。

(2) 查对法。

在调查了解的基础上,分析判断生产设备控制电路中采用的基本控制环节,并画出电路草图,再与实际控制电路进行查对,对不正确的地方加以修改,最后绘制出完整的电气电路。

采用此法绘图时需要绘制者有一定的基础,既要熟悉各种电器元件在系统中的作用及连接方法,又要对系统中各种典型环节的画法有比较清楚的了解。

(3) 综合法。

根据对生产设备中所用电动机的控制要求及各环节的作用,采用上述两种方法相结合进行绘制。如先用查对法画出草图,再对照实物进行测绘、检查、核对、修改,画出完整的电气电路。

3. 根据实物测绘设备的电气控制电路的步骤

(1) 测绘前的调查。

① 了解设备的基本结构及运动形式:有哪些运动属于电气控制的,有哪些运动属于机械传动的,有哪些运动属于液压传动的;液压传动时,电磁阀的动作情况如何。另外,了解电气控制中那些需要联锁、限位的电路及其所需的各种电气保护装置。

② 在熟悉机械动作情况的同时,让机床的操作者开动机床,展示各运动部件的动作情况,了解哪些是正反转控制,哪些是顺序控制,哪台电动机需要制动控制等。有些电器的功能不清楚时,可通过试车确认。

③ 根据各部件的动作情况,在电气控制箱中观察各电器元件的动作情况。

（2）测绘位置图。

① 将机床断电，并使所有电器元件处于正常（不受力）状态。

② 按实物画出设备的电器位置图。

电器包括控制箱（柜）、电动机和设备本体上的元器件。

（3）画出接线图。

根据测绘出的位置图画出所有电器的内部功能示意图，在所有界限端子处均标号，画出实物接线图。

（4）绘制电路图。

根据实物和接线图绘制电路图的步骤如下：

① 绘制主运动、辅助运动及进给运动的主电路图。

② 绘制主运动、辅助运动及进给运动的控制电路图。

③ 将绘制的电路图按实物编号。

④ 将绘制好的控制电路图对照实物进行实际操作，检查绘制的电气控制电路图的的操作控制与实际操作电器的动作情况是否相符。如果与实际操作情况相符，则完成了电气电路图的绘制；否则，须进行修改，直接与实际动作相符为止。

4. 绘制电路图时的注意事项

（1）电路图中的连接线、设备或元件图形符号的轮廓线都用实线绘制，其线宽可根据图形的大小在 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm 中选取。屏蔽线、机械联动线、不可见轮廓线等用虚线，分界线、结构围框线、分组围框线等用点画线绘制。一般情况下，在同一图中，用同一线宽绘制。

（2）图中各电器元件的图形符号和文字符号均符合最新国家标准。

（3）各个元器件及其部件在电路图中的位置应根据便于阅读的原则来安排，同一元器件的各个部件可以不画在一起，但属于同一电器上的各元器件都用同一文字符号和同一数字表示。

（4）所有电气开关和触点的状态，均以线圈未通电、手柄置于零位、无外力作用或生产机械在原始位置为基础。

（5）电路分主电路和控制电路两部分，主电路画在左边，控制电路画在右边。按新的国家标准规定，一般用竖画法。

（6）电机和电器的各接线端子都要编号。主电路的接线端子用一个字母后面附一位或两位数字来编号。如 U1、V1、W1。控制电路只用数字编号。

（7）各元器件在图中还要标有位置编号，以便寻找对应的元器件。对电路或分支电路可用数字编号表示其位置，数字编号应按照从左到右或自上而下的顺序排列。如果某些元器件符号之间有相关功能或因果关系，还应表示出它们之间的关系。

<继电器控制电路的故障与维修>

1. 机床电气设备故障的必然性

尽管我们对机床设备采取了日常维护保养及定期校验检修等有效措施，但仍不能保证机床电气设备长期正常运行而永远不出现电气故障。机床电气设备故障产生的原因主要有以下两方面。

（1）自然故障。

机床在运行过程中，其电气设备常常要承受许多不利的影响，诸如电器动作过程中的机械振动；过电流的热效应加速电器元件的绝缘老化变质；电弧的烧损；长期动作的自然磨损；周围环境温度、湿度的影响；有害介质的侵蚀；元件自身的质量问题；自然寿命等。以上种种原因都会使机床电器难免出现一些故障而影响机床的正常运行。因此，加强日常维护保养和检修，

可使机床在较长时间内不出或少出故障，但切不可认为反正机床电气设备的故障是客观存在，在所难免，就可以忽视日常维护保养和定期检修工作。

（2）人为故障。

机床在运行过程中由于受到不应有的机械外力的破坏或因操作不当、安装不合理而造成的故障，也会造成机床事故，甚至危及人身安全。

2. 故障的类型

由于机床电气设备的结构不同，电器元件的种类繁多，导致电气故障的因素又是多种多样，因此电气设备所出现的故障必然是各式各样的。这些故障大致可分为如下两大类：

（1）故障有明显的外表特征并容易被发现。

例如，电机、电器的显著发热，冒烟，散发出臭味或火花等。这类故障是由于电机、电器的绕组过载、绝缘击穿、短路或接地引起的。在排除这类故障时，除了更换或修复之外，还必须找出和排除造成上述故障的原因。

（2）故障没有明显的外表特征。

这一类故障是控制电路的主要故障。在电气线路中，由于电气元件调整不当、机械动作失灵、触点及压接线头接触不良或脱落，以及某个小零件的损坏、断线等原因所造成的故障。线路越复杂，出现这类故障的机会也越多。这类故障虽小但经常碰到，由于没有外表特征，要寻找故障发生点，常常要花费很多时间，有时还需借助各类测量仪表和工具才能找出故障点，而一旦找出故障点，往往只需简单的调整或修理就能立即恢复机床的正常运行，所以能否迅速查出故障点是检修这类故障时能否缩短时间的关键。

3. 故障的分析和检修

当机床发生电气故障后，为了尽快找出故障的原因，常按下列步骤进行检查分析，排除故障。

（1）修理前的调查研究。

① 问。先向机床的操作者了解故障发生的前后情况，故障是第一次发生还是经常发生；是否有烟雾、跳火、异常声音和气味出现，有何失常和误动作等。因为机床的操作者最熟悉本机床的性能，最先了解故障发生的可能原因和部位，这样有利于电气修理人员在此基础上利用有关电气工作原理来判断故障发生的地点和分析故障产生的原因。

② 看。观察一下熔断器内的熔丝是否熔断；电气元件及导线连接处有无烧焦痕迹。

③ 听。电动机、控制变压器、接触器、继电器运行时声音是否正常。

④ 摸。机床电气设备运行一段时间后，切断电源用手触摸有关电器的外壳或电磁线圈，检查其温度是否显著上升，是否有局部过热现象。

（2）从机床电气原理图进行分析，确定产生故障的可能范围。

机床电气线路有的很简单，有的也很复杂。对于比较简单的电气线路，若发生了故障，仅有的几个电器元件和几根导线会一目了然，即使逐个电器、逐根导线地依次检查电路，也容易找出故障部位。但是对于线路较复杂的电气设备则不能采用上述方法来检查电气故障。电气维修人员必须熟悉和理解机床的电气线路图，这样才能正确判断和迅速排除故障。机床的电气线路是根据机床的用途和工艺要求而确定的，因此了解机床基本工作原理、加工范围和操作程序，对掌握机床电气控制线路的原理和各个环节的作用具有一定的意义。

任何一台机床的电气控制线路，总是由主电路和控制电路两部分组成，而控制电路又可分为若干个基本的控制电路或环节（如点动、正反转、降压起动、制动、调速）。分析电路时，通常先从主电路入手，了解机床各运动部件和机构由几台电动机拖动，从每台电动机主电路中使用接触器的主触点的连接方式，大致可看出电动机是否有正反转控制，是否采用了降压起动，

是否有制动控制，是否有调速控制等；再根据接触器主触点的文字符号，在控制电路中找到对应的控制电路，联系到机床对控制线路的要求和前面所学的各种基本线路的知识，逐步深入了解各个具体的电路由哪些电器组成，它们互相的联系，等等，结合故障现象和线路工作原理进行分析，便可迅速判断出故障可能范围，以便进一步分析出故障发生的确切部位。

（3）进行外表检查。

在判断了故障可能发生的范围后，在此范围内对有关电器元件进行外表检查，这时常常能发现故障的确切部位。例如，熔断器内的熔丝熔断、接线头松动或脱落，接触器或继电器触点脱落或接触不良，线圈烧坏使表层绝缘纸烧焦变色，烧化的绝缘清漆流出，弹簧脱落或断裂，电气开关的动作机构受阻失灵等，都能明显地表明故障点所在。

（4）试验控制电路的动作顺序。

经外表检查未发现故障点时，则可采用通电试验控制电路的动作顺序的办法来进一步查找故障点。具体的做法是：操作某个按钮或开关时，线路中有关的接触器、继电器应按规定的动作顺序进行工作。若依次动作至某一个电器元件发现动作不符，说明此元件或其他相关电路有问题。再在此电路中进行逐项分析和检查，一般到此便可发现故障。在通电试验时，必须注意人员和设备的安全。要遵守安全操作规程，不得随意触动带电部分，要尽可能切断电动机主电路电源，只在控制电路带电情况下进行检查；如需电动机运转，则应使电动机在空载下运行，避免机床运动部分发生误动作和碰撞；要暂时隔断有故障的主电路，以免故障扩大，并预先充分估计到局部线路动作后可能发生的不良后果。

（5）利用仪表或器械检查。

利用各种电工测量仪表或器械对电路进行电阻、电流、电压等参数的测量，再进一步寻找或判断故障，是电器维修工作中的一项有效措施。如用万用表、钳形表、试电笔、校火灯等仪表或器械来检查电气线路，能迅速有效地找出故障原因。

（6）检查是否存在机械、液压故障。

在许多电气设备中，电器元件的动作是由机械、液压来推动的，与它们有着密切的联动关系，所以在检修电气故障的同时，应检查、调整和排除机械、液压部分的故障，或与机械维修工配合完成。

以上所述检查分析电气设备故障的一般顺序和方法，应根据故障的性质和具体情况灵活掌握，断电检查多采用电阻法，通电检查多采用电压法或电流法。各种方法可交叉使用。

（7）修复及注意事项。

当找出电气设备的故障后，就要着手进行修复、试运转、记录等过程，然后交付使用。这里必须注意如下事项：

① 在找出故障点和修复故障时，不能把找出的故障点作为寻找故障的结束，还必须进一步分析查明产生故障的根本原因。

② 在故障点的修理工作中，一般情况下应尽量做到复原。但是，有时为了尽快恢复机床的正常运行，根据实际情况也允许采取一些适当的应急措施，但绝不可凑合行事。

③ 机床需要通电试运行时，应和操作者配合，避免出现新的故障。

④ 每次排除故障后，应及时总结经验，并作好维修记录。记录的内容可包括：机床的型号、名称、编号，故障发生日期、现象、部位，损坏的电器，故障原因，修复措施及修复后的运行情况等。记录的目：作为档案以备日后维修时参考，通过对历次故障对此分析，采取相应的有效措施，防止类似事故的再次发生，或对电气设备本身的设计提出改进意见。

4. 故障检测排除方法

(1) 电压测量法。在检查电气设备时，经常用测量电压值的方法来判断电器元件和电路的故障点，检查时先将万用表拨到交流电压 500V 挡位上。

① 分阶测量法。电压的分阶测量法如图 1.1.2 所示。

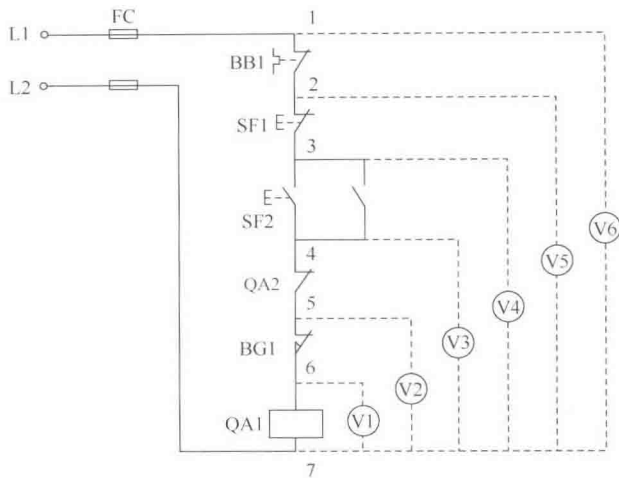


图 1.1.2 电压的分阶测量法

若按下起动按钮 SF2，接触器 QA1 不吸合，说明电路有故障。

检修时，首先用万用表测量 1、7 两点电压，若电路正常，电压为 380V。然后按下起动按钮 SF2 不放，同时将黑表笔接到 7 点上，红表笔接 6、5、4、3、2 标号依次向前移动，分别测量 7-6、7-5、7-4、7-3、7-2 各阶之间的电压。电路正常情况下，各阶电压均为 380V。如测到 7-6 之间无电压，说明是断路故障，可将红表笔前移。当移至某点（如 2 点）时电压正常，说明该点（2 点）以前触点或接线是完好的，此点（2 点）以后的触点或接线断路，一般是此点的第一个触点（即刚跨过的停止按钮 SB1 的触点）或连线断路。

这种测量方法像上台阶一样，所以叫分阶测量法。

分阶测量法可向上测量，即由 7 点向 1 点测量；也可向下测量，即依次测量 1-2、1-3、1-4、1-5、1-6。但向下测量时，若各阶电压等于电源电压，则说明刚测过的触点或导线已断路。向上测量各阶电压值检查故障的方法见表 1.1.4。

表 1.1.4 分阶测量法所测电压值及故障原因

故障现象	测试状态	7-6	7-5	7-4	7-3	7-2	7-1	故障原因
按下 SF2 时 QA1 不吸合	按下 SF2 不放	0	380V	380V	380V	380V	380V	BG1 接触不良
		0	0	380V	380V	380V	380V	QA2 接触不良
		0	0	0	380V	380V	380V	SF2 接触不良
		0	0	0	0	380V	380V	SF1 接触不良
		0	0	0	0	0	380V	BB1 接触不良

② 分段测量法。电压的分段测量法如图 1.1.3 所示。

先用万用表测试 1-7 两点，电压为 380V，说明电源电压正常。

电压的分段测试法是用红、黑两根表笔逐段测量相邻两标号点 1-2、2-3、3-4、4-5、5-6、6-7 的电压。