



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

数控技术及应用专业系列

数控机床故障诊断与维修

刘江 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

数控机床故障诊断与维修

刘 江 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书以应用最广泛的 FANUC、SINUMERIK 数控系统为例,从数控机床强电回路故障诊断与维修、FANUC 0i 数控系统的连接与调试、FANUC 0i 数控系统中 PMC 控制的应用、SINUMERIK 802Se/Ce 数控系统的连接与调试、SINUMERIK 802Se/Ce 数控系统中 PLC 控制的应用、数控机床机械部件的结构与维修、数控机床典型故障诊断与维修、零件加工误差分析与排除等八个项目,深入浅出地阐明了数控机床故障诊断的理论依据,全面系统地叙述了数控机床故障诊断与维修的基本方法和步骤。书中实例都是从生产一线的典型案例中精选出来的,突出了内容的先进性、实用性和技术的综合性。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院数控技术及相关专业的学习用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人士的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修 / 刘江主编. —北京:高等教育出版社,2007. 11

ISBN 978 - 7 - 04 - 022258 - 6

I. 数… II. 刘… III. ①数控机床 - 故障诊断 - 高等学校:技术学校 - 教材②数控机床 - 维修 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 154137 号

策划编辑 徐进 责任编辑 贺玲 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 王艳红 责任校对 殷然 责任印制 宋克学

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 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 21.5
字 数 520 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 11 月第 1 版
印 次 2007 年 11 月第 1 次印刷
定 价 26.90 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
物料号 22258 - 00

前 言

2003年以来,为了培养适合社会需要的高等技术应用性人才,我们以数控技术专业为试点,依托常州机电职业技术学院郝超主持的江苏省教育科学“十五”规划重点课题《高职课程模式的研究》,开展高职课程模式改革系列工程的研究。经过4年的努力,在华东师范大学课程专家徐国庆博士的指导下,我们从岗位工作任务分析着手,通过课程分析、知识和能力分析,打破了传统的高职学科性课程模式,构建了“以工作任务为中心,以项目课程为主体”的高职数控技术专业课程体系,编写了《机械制图》、《机械制造基础》、《数控机床故障诊断与维修》、《CAD/CAM应用》、《数控车削技术》、《数控铣削与加工中心技术》6门项目课程教材。本系列教材的主要特点是:在结构设计上,都由若干项目组成,项目按照典型零件为逻辑主线来设计,项目内设模块,项目和模块按照由易到难的顺序递进;在内容选择上,以岗位(群)需求和职业能力为依据,以工作任务为中心,以技术实践知识为焦点,以技术理论知识为背景,以拓展知识为延伸,充分体现了高职教材的“职业性”和“高等性”的统一。

本书的主要内容包括数控机床强电回路故障诊断与维修、FANUC 0i 数控系统的连接与调试、FANUC 0i 数控系统中 PMC 控制的应用、SINUMERIK 802Se/Ce 数控系统连接与调试、SINUMERIK 802Se/Ce 数控系统中 PLC 控制的应用、数控机床机械部件的结构与维修、数控机床典型故障诊断与维修、零件加工误差分析与排除等八个项目。全书系统地介绍了数控机床故障诊断与维护的方法和手段,内容涵盖了数控机床的各个组成部分,通过一系列的实例分析,突出解决实际问题的方法、能力,充分体现“能力本位、知行合一”的教学理念,形成了富有新意、别具一格的教材内容体系。

本教材由刘江主编,参加编写的有刘江(项目二、三、六、七、八)、黄敏高(项目一)、刘建功(项目四、五)。本书由常州机电职业技术学院龚仲华教授、南京工程学院周明虎副教授审阅。

在教材编写的过程中,得到了课题组其他成员蒋庆斌、柴建国、张秋玲等同志以及华东师范大学石伟平教授的大力支持和帮助,也听取了常州创胜特尔数控机床有限公司赖立迅等同志的宝贵建议,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

项目一 数控机床强电回路故障	
诊断与维修	1
模块1 数控机床启动停止控制线路	
故障诊断与维修	1
一、学习目标	1
二、工作任务	1
三、相关实践知识	2
(一) 元器件认识	2
(二) 利用万用表测量线路	3
(三) 识图	5
(四) 故障排查	5
四、相关理论知识	5
(一) 电路的基本物理量	5
(二) 电源	6
五、拓展知识	9
(一) 接近开关	9
(二) 电气系统图的类型及有关规定	9
模块2 数控机床电动机正反转线路	
故障诊断与维修	11
一、学习目标	11
二、工作任务	12
三、相关实践知识	12
(一) 元器件认识	12
(二) 识图	13
(三) 故障排查	13
四、相关理论知识——电路的几种	
状态	14
五、拓展知识	15
(一) 接触器常见故障和维护	15
(二) 三相交流异步电动机	16
模块3 数控机床刀库电动机制动线路的	
故障诊断与维修	19
一、学习目标	19
二、工作任务	19
三、相关实践知识	19
(一) 控制变压器的认识	19
(二) 识图	20
(三) 故障排查	20
四、相关理论知识	20
(一) 变压器原理	20
(二) 单相桥式整流电路	21
(三) 能耗制动	22
五、拓展知识	22
(一) 二极管	22
(二) 接地和接零	24
练习	26
项目二 FANUC 0i 数控系统的	
连接与调试	27
模块1 FANUC 0i Mate C 数控系统硬件	
的连接	27
一、学习目标	27
二、工作任务	27
三、相关实践知识	27
(一) FANUC 0i Mate C 系统的构成	
框图	27
(二) CNC 单元的结构与系统的	
配置	29
(三) 进给伺服单元的连接	31
(四) 主轴单元的连接	33
四、相关理论知识	34
(一) 数控技术与数控机床	34
(二) 数控系统的基本组成	35
(三) NC、CNC、SV 与 PLC	
的概念	36
(四) 数控机床的组成与加工原理	37
五、拓展知识	39

(一) 使用存储卡进行数据备份和恢复	39	二、工作任务	78
(二) 使用外接 PC 进行数据备份与恢复	40	三、相关实践知识	79
模块 2 FANUC Oi C 数控系统硬件的连接	41	(一) 调试前的准备工作	79
一、学习目标	41	(二) 系统参数的设定	79
二、工作任务	41	(三) 主轴模块标准参数的初始化	79
三、相关实践知识	41	(四) 串行数字主轴伺服画面	80
(一) FANUC Oi C 系统功能与接口	41	四、相关理论知识	83
(二) 连接 α i 伺服放大器	46	(一) 数控机床对主轴控制的要求	83
四、相关理论知识——数控机床的工作过程	50	(二) 主轴驱动装置的特点	84
五、拓展知识	55	(三) 主轴驱动装置的类型	84
(一) 电源的连接	55	(四) 主轴电动机的特性曲线	85
(二) 急停的连接	55	(五) 主轴分段无级变速	85
(三) I/O Link 连接	56	(六) 脉冲编码器	87
(四) I/O 模块的连接	57	五、拓展知识——编码器在数控机床中的应用	91
模块 3 FANUC Oi 数控系统进给轴的调试	58	练习	92
一、学习目标	58	项目三 FANUC Oi 数控系统中 PMC 控制的应用	94
二、工作任务	58	模块 1 工作方式的控制	94
三、相关实践知识	58	一、学习目标	94
(一) 伺服系统初始化	58	二、工作任务	94
(二) 进给轴调试	63	三、相关实践知识	95
四、相关理论知识	65	(一) 系统的工作状态	95
(一) 伺服系统概述	65	(二) 系统的工作状态信号	95
(二) 电气伺服驱动系统	67	(三) 系统工作状态的 PMC 控制	96
(三) 闭环数控系统进给驱动装置的信号连接	68	四、相关理论知识	97
(四) 机床参数	69	(一) FANUC Oi 系统 PMC 概述	97
(五) 进给运动控制参数设置	71	(二) FANUC Oi 系统 PMC 的性能及规格	98
五、拓展知识	74	(三) 内装 I/O 卡和 I/O Link 地址分配	99
(一) 位置检测装置概述	74	(四) FANUC 基本指令	102
(二) 光栅尺	75	(五) FANUC PLC 梯形图编制的一般规则	102
模块 4 FANUC Oi 数控系统主轴的调试	78	模块 2 数控车床刀架的控制	104
一、学习目标	78	一、学习目标	104
		二、工作任务	104

三、相关实践知识	106
(一) 电动刀架控制要求	106
(二) 识读数控刀架的 PMC 程序	106
四、相关理论知识	112
(一) 顺序程序的概念	112
(二) 顺序程序结束指令	112
(三) 常用 PMC 程序	114
五、拓展知识——计数器指令	115
模块 3 数控机床辅助功能代码(M 代码)	
PMC 控制	116
一、学习目标	116
二、工作任务	116
三、相关实践知识	116
(一) M 代码使用说明	116
(二) M 代码控制时序	117
(三) 功能指令介绍	118
(四) M 代码 PMC 控制	120
四、相关理论知识	120
(一) 机床的保护信号	120
(二) 程序保护信号	121
(三) 手轮/增量模式选择信号	121
(四) 速度倍率信号	122
(五) 运行信号	123
(六) M、S、T 功能的处理信号	125
(七) 互锁的处理信号	126
五、拓展知识——报警信息	127
模块 4 FANUC 0i 系统 PMC 画面的	
基本操作	129
一、学习目标	129
二、工作任务	129
三、相关实践知识	129
(一) 数控系统 PMC 画面的 操作	129
(二) FANUC FLADDER-III 传输 软件	133
(三) PMC 程序在线传输操作	137
练习	142

项目四 SINUMERIK 802Se/Ce 数控	
系统的连接与调试	143
模块 1 SINUMERIK 802Se/Ce 的连接	
与安装	143
一、学习目标	143
二、工作任务	143
三、相关实践知识	143
(一) 认识数控系统	143
(二) 连接要求	147
(三) 安装要求	157
(四) 电源要求	158
(五) SINUMERIK 802Se 的特殊连接 要求	160
(六) SINUMERIK 802Ce 的特殊连接 要求	162
四、相关理论知识——经济型数控 系统的组成	162
模块 2 SINUMERIK 802Se/Ce 软件工具	
的使用	163
一、学习目标	163
二、工作任务	163
三、相关实践知识	164
(一) 工具箱的安装	164
(二) 通信工具软件 WINPCIN	164
(三) 报警文本及语言生成和安装 工具 TextManager	167
四、相关理论知识——EIA RS-232C 接口标准	169
模块 3 SINUMERIK 802Se/Ce 进给轴	
调试	171
一、学习目标	171
二、工作任务	171
三、相关实践知识	171
(一) 常用进给轴参数设置	172
(二) 进给轴动态特性调试	174
(三) 回参考点调试	176
(四) 丝杠螺距误差补偿	179
(五) 驱动器参数设置	181

四、相关理论知识——开环伺服系统	
与步进电机	185
模块 4 SINUMERIK 802Se/Ce 主轴	
调试	189
一、学习目标	189
二、工作任务	189
三、相关实践知识	189
(一) 常用主轴参数设置	189
(二) 通用变频器	192
练习	201
项目五 SINUMERIK 802Se/Ce	
数控系统中 PLC 控制	
的应用	202
模块 1 SINUMERIK 802Se/Ce 冷却	
系统的控制	202
一、学习目标	202
二、工作任务	202
三、相关实践知识——冷却系统的	
工作过程	204
四、相关理论知识	205
(一) PLC 的构成及工作过程	205
(二) 存储器地址划分及数据	
存取	206
(三) SIEMENS PLC 802 位逻辑	
指令	211
(四) 冷却系统控制梯形图程序的	
阅读	214
五、拓展知识——SIMATIC S7 系列	
PLC 概述	215
模块 2 SIEMENS PLC 802 对输入/输出	
信号的处理	216
一、学习目标	216
二、工作任务	216
三、相关实践知识	219
(一) I/O 处理参数的使用背景	219
(二) Programming Tool PLC 802	
软件	219
(三) SINUMERIK 802Se/Ce 中 PLC	
机床参数的设定	222
四、相关理论知识	223
(一) SIEMENS PLC 802 的程序	
结构	223
(二) SIEMENS PLC 802 的逻辑运算	
指令	224
(三) SIEMENS PLC 802 的输入/输出	
信号滤波原理	225
(四) SAMPLE 的输入/输出信号	
定义	226
(五) 机床操作面板布局	227
模块 3 SINUMERIK 802 Se/Ce 润滑系统的	
控制	228
一、学习目标	228
二、工作任务	228
三、相关实践知识——润滑系统的	
工作过程	231
四、相关理论知识	231
(一) PLC 参数的含义及传递方面	231
(二) SIEMENS PLC 802 常用功能	
指令	236
(三) 润滑系统控制梯形图程序的	
阅读	239
练习	240
项目六 数控机床机械部件的结构	
与维修	241
模块 1 数控机床主传动系统的故障	
维修	241
一、学习目标	241
二、工作任务	241
三、相关实践知识	242
(一) 主轴部件	242
(二) 主轴准停装置	244
(三) 刀具自动夹紧装置和吹屑	
装置	245
(四) 主轴润滑与密封	247
(五) 故障排除	248
四、拓展知识	250
(一) 电主轴	250
(二) 电主轴的主要技术特点	251

(三) 电主轴高速旋转发热的故障		(一) FANUC 电源模块故障	274
维修	251	(二) 负载对地短路的故障诊断	277
模块 2 数控机床进给传动系统的故障		四、相关理论知识	278
维修	252	(一) 故障的分类	278
一、学习目标	252	(二) 故障的常规处理方法	281
二、工作任务	252	五、拓展知识——数控机床的抗	
三、相关实践知识	252	干扰	282
(一) 滚珠丝杠副	252	模块 2 数控机床常见故障的诊断与	
(二) 直线滚动导轨	256	维修	287
(三) 故障排除	257	一、学习目标	287
四、拓展知识	259	二、工作任务	287
(一) 直线电动机传动	259	三、相关实践知识	287
(二) 预加载荷双齿轮传动	260	(一) 机床手动和自动操作均无法	
(三) 塑料滑动导轨	260	执行	287
模块 3 数控机床回转工作台的故障		(二) 机床手动(JOG)或手摇脉冲(MPG)	
维修	261	不执行而自动正常	288
一、学习目标	261	(三) 自动操作无效而手动操作	
二、工作任务	261	正常	289
三、相关实践知识	262	四、拓展知识——SINUMERIK 802Se/Ce	
(一) 分度工作台	262	常见故障诊断与维修	290
(二) 数控回转工作台	263	模块 3 回参考点故障诊断与维修	291
(三) 故障排除	264	一、学习目标	291
模块 4 数控机床自动换刀装置的结构		二、工作任务	291
与故障维修	265	三、相关实践知识	291
一、学习目标	265	(一) 数控机床为何要回参考点	291
二、工作任务	265	(二) 回参考点的原理	291
三、相关实践知识	266	(三) 回参考点 PMC 控制	292
(一) 数控回转刀架	266	(四) 故障分析与排除	293
(二) 加工中心换刀系统	267	四、拓展知识	295
(三) 故障排除	271	(一) 回参考点位置不正确处理(以	
练习	272	SINUMERIK 802Se/Ce	
项目七 数控机床典型故障诊断		为例)	295
与维修	274	(二) 回参考点报警处理(以 SINUMERIK	
模块 1 数控系统电源故障诊断与		802Se/Ce 为例)	297
维修	274	模块 4 伺服系统故障诊断与维修	298
一、学习目标	274	一、学习目标	298
二、工作任务	274	二、工作任务	298
三、相关实践知识	274	三、相关实践知识	299
		(一) 伺服过热报警和伺服不能	

就绪报警	299	(四) 几何精度检测	314
(二) 伺服移动误差过大报警和		模块 2 数控机床位置精度对零件加工	
伺服停止误差过大报警	302	精度影响	319
(三) 伺服综合报警	303	一、学习目标	319
(四) 伺服反馈断线报警和伺服		二、工作任务	319
参数设定错误报警	303	三、相关实践知识	319
模块 5 数控机床润滑系统的故障诊断与		(一) 数控机床定位精度内容	319
维修	306	(二) 数控机床定位精度的检测	
一、学习目标	306	方法	320
二、工作任务	306	(三) FANUC Oi 数控系统进给轴螺	
三、相关实践知识	306	距误差补偿	323
(一) 故障分析	306	(四) FANUC Oi 数控系统反向间隙	
(二) 故障诊断	308	误差补偿	323
四、相关理论知识——FANUC Oi 接口		模块 3 数控机床运动精度对零件加工	
故障诊断方法	308	精度的影响	324
练习	312	一、学习目标	324
项目八 零件加工误差分析与		二、工作任务	324
排除	313	三、相关实践知识	325
模块 1 数控机床几何精度对零件加工		(一) 超程与欠程	325
精度的影响	313	(二) 圆弧铣削精度	326
一、学习目标	313	四、相关理论知识	327
二、工作任务	313	(一) 稳态性能	327
三、相关实践知识	313	(二) 动态性能	328
(一) 几何精度	313	(三) 轮廓加工中的跟随精度	329
(二) 几何精度对零件加工精度的		练习	332
影响	314	参考文献	333
(三) 故障分析	314		

项目一

数控机床强电回路故障诊断与维修

学习目标:

终极目标:能够熟练地诊断并排除数控机床强电回路的常见故障。

促成目标:

1. 能熟练地陈述元器件的名称、功能。
2. 能正确地识读数控机床电气原理图。
3. 能正确使用仪器仪表测量线路及元器件。
4. 能够分析与排除数控机床强电回路常见故障。

工作任务:

诊断并排除数控机床强电回路的几种典型电路常见故障。

模块 1 数控机床起动停止控制线路故障诊断与维修

一、学习目标

终极目标:能够熟练地诊断并排除数控机床起动停止控制线路的常见故障。

促成目标:

1. 能熟练地陈述数控机床起动停止控制线路中元器件的名称、功能。
2. 能正确识读机床起动停止控制线路图。
3. 能正确使用万用表测量数控机床起动停止控制线路及元器件。
4. 具有机床起动停止控制线路故障的维修能力。

二、工作任务

数控机床起动停止控制线路一般是实现数控系统的上电和断电控制,是数控机床强电回路中重要的组成部分。如果数控机床起动停止控制线路存在故障,将无法正常工作或关闭机床。常用数控机床起动停止控制线路如图 1-1 所示。

工作任务:排除机床起动停止控制线路中的故障。

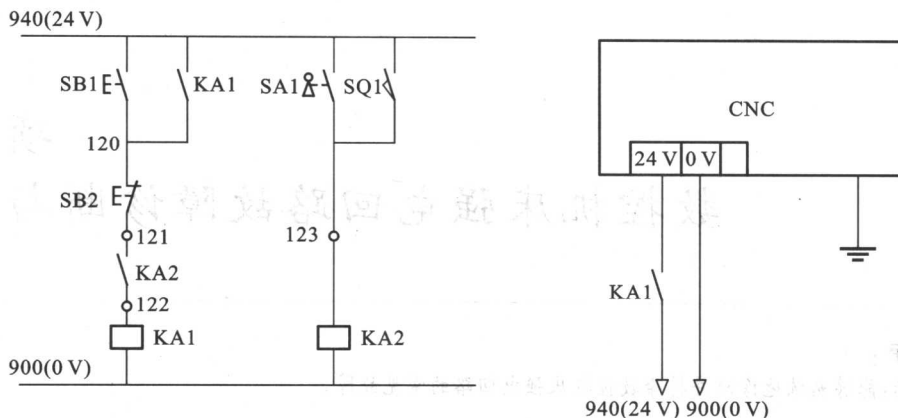


图 1-1 常用数控机床起动停止控制线路

三、相关实践知识

(一) 元器件认识

1. 按钮

按钮是一种短时接通或分断小电流电路的手动主令电器,适用于交流电压 500 V 或直流电压 440 V、电流 5 A 及以下电路中。它一般不直接操纵主电路的通断,而是在控制电路中发出“指令”去控制接触器、继电器等自动电器,再由它们去控制主电路。按钮在控制线路中也可作为电气联锁使用。

按钮一般由按钮帽、复位弹簧、动合触头、动断触头、接线柱和外壳等组成。其外形结构如图 1-2 所示。根据用途和结构的不同,按钮分为停止按钮(动断按钮)、起动按钮(动合按钮)和复合按钮(动合与动断的组合按钮)几种。目前使用较多的产品有 LAY3 等系列按钮。LAY3 系列是根据西门子技术标准生产的产品,其结构形式有嵌钮式、紧急式、钥匙式和旋转式,有的带指示灯。钥匙开关的电气符号用 SA 表示。

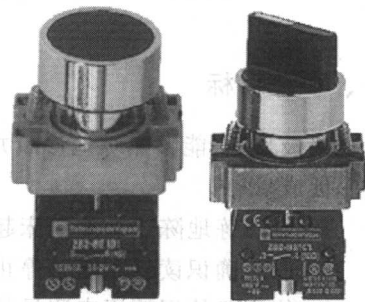


图 1-2 按钮开关

2. 限位开关

在电气控制系统中,有时要求根据生产机械部件位置的变化来改变电动机的工作状态。例如,当运动部件移动到某一位置时,要求能自动停止或改变速度大小或速度方向,则可通过设置在行进路程中的限位开关动作来改变电动机控制线路的连接状态,从而实现电动机运动状况的改变。

限位开关又称行程开关或位置开关。其作用和按钮相同,但行程开关不是靠手按而是利用机械部件的碰压而使行程开关中的触头动作,接通或断开控制电路而达到控制目的。行程开关常由操作头、触头系统和外壳等组成。操作头是开关的感应测量部分,它接受机械部件发来的动作信号,并将此信号传递给触头系统,触头系统进行执行,控制相应控制电路的接

法,实现控制目的。图 1-3 为 JLXK 系列行程开关的外形和图形符号。限位开关的电气符号是 SQ。

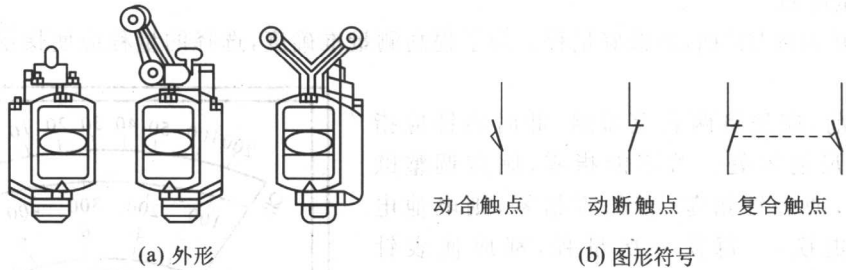


图 1-3 限位开关

3. 小型电磁继电器

小型电磁继电器的作用是用来传递信号或同时控制多个电路,也可直接用它来控制小容量电气执行元件。通常用符号 KA 表示小型电磁继电器。常用的小型电磁继电器有 HH5 系列继电器,如图 1-4 所示,适用于交流 50 Hz 或 60 Hz、电压至 240 V、直流电压至 110 V 的控制电路,可供自动化控制装置等动作切换电路及扩大控制范围之用。

选用小型电磁继电器,主要依据控制电路的电压等级、所需触点数量、种类及容量是否满足控制线路的要求。

表 1-1 为图 1-1 所示线路主要电器元件目录表。

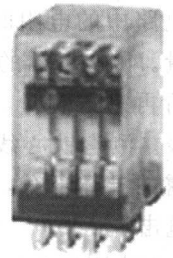


图 1-4 小型电磁继电器

表 1-1 图 1-1 所示线路主要电器元件目录表

符 号	名 称	用 途	数 量
SA1	钥匙开关	电柜门关闭解锁	1
SQ1	限位开关	电柜门关闭检测	1
KA1	小型电磁继电器	机床上电控制	1
KA2	小型电磁继电器	电柜门关闭控制	1
SB1	按钮	机床起动按钮	1
SB2	按钮	机床停止按钮	1

(二) 利用万用表测量线路

万用表是一种常用的多功能表,主要用来测量电压、电流、电阻、晶体管放大倍数等,使用简单,携带方便,是维护检修电气设备的常用工具。万用表可以分为模拟式和数字式万用表两大类。这里仅介绍模拟式万用表的使用。

模拟式万用表由磁电式微安表、测量电路、转换开关等几大部分组成。图 1-5 是 MF-30 型万用表的外形图。下面以该万用表为例,说明其使用方法。

1. 几种基本电量的测量

测量前,按照表头内“⊥”或“→”符号,垂直或水平地放置万用表,此时看表针是否指在电压弧

形标度尺的零点处。若不指零,则应进行零点校正。使用时,红表笔应插入“+”孔内,黑表笔应插入“-”孔内。

(1) 测量电阻

将选择开关置“ Ω ”挡,并选好量程。为了提高测量准确度,选择的量程应使指示数值在表盘中间位置。

测量之前,应先将两表笔短路,此时表针应指在电阻标度尺的零处。若不能指零,则应调整欧姆调零旋钮,使表针指零(若仍不指零,则电池电压不足,应更换)。每换一次量程,都应使表针指零。

测电阻时,应避免手碰到表笔金属探针上,以免将人体电阻并联在被测电阻上,影响测量精度。测量电路中的电阻时,应将电阻的一端断开后再进行测量。测电容器的绝缘电阻时,应先使电容器放电,然后再进行测量,防止电容器中存有的电荷损坏万用表。测有铁心线圈的直流电阻时,手指不要触及裸露的导体部分,以防受到线圈产生的感应电动势的电击。

(2) 测量电压

将选择开关置直流或交流挡,并选好量程。测量时,应将表笔并联到电路中。测直流电压时,红表笔应接触高电位点,黑表笔应接触低电位点;测交流电压时,不需考虑电位的高、低(测得值是有效值)。

测试电路带有高电压时要事先考虑安全措施。

(3) 测量电流

将选择开关置 μA 或 mA 挡,并选好量程。测量时,应将表笔串入被测电路中。测直流电流时,要注意电流的极性,而测交流电流时则不必考虑极性。测量时,不能带电转换量程(尤其在测量大电流时),否则易产生电火花,烧坏开关的触头。

除此之外,万用表还能进行其他的测量,例如二极管的开短路、晶体管的放大倍数等,这里不再详述。

2. 使用万用表时应注意的事项

① 测试表笔绝缘应良好,红、黑两种颜色的测试表笔应分别与表壳面板上的正、负插孔对应。

② 测量前必须根据需要的测量类别及量程,将转换开关拨到正确的挡位上。

③ 读数时要认清所选量程对应的刻度线。

④ 测量完毕后应将转换开关拨到交流挡最大量程处,存放在干燥环境中,尽可能减少振动。

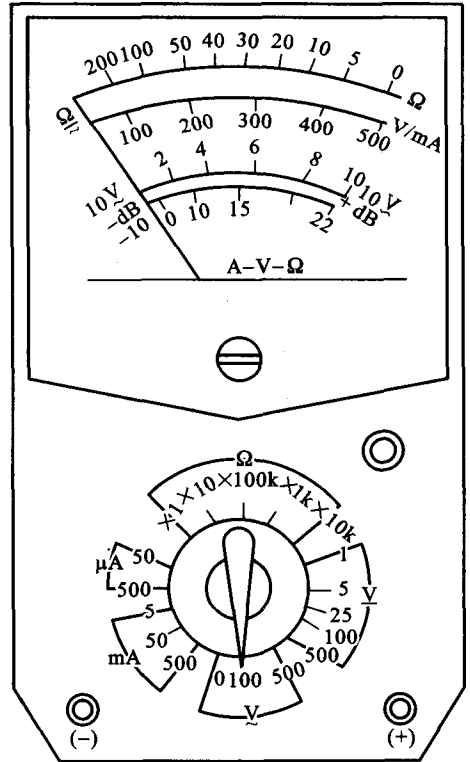


图 1-5 MF-30 型万用表

(三) 识图

如图 1-1 所示,该控制线路是由按钮、限位开关、小型电磁继电器等电器元件组成。

1. 电柜门解锁控制

机床在正常状态下,电气控制柜关闭。检测电柜门关闭的限位开关 SQ1 动合触点闭合,继电器 KA2 线圈得电,起动回路中 KA2 动合触点闭合。电柜门打开后,SQ1 触点断开,KA2 线圈失电,KA2 的动合触点断开,起动回路也相应断开。

当在电气控制柜打开时起动机床,可以旋动电柜门解锁钥匙开关,使钥匙开关触点闭合,KA2 线圈得电,起动回路中 KA2 触点吸合。

2. 机床起动停止控制

按下起动按钮 SB1,继电器 KA1 线圈得电,KA1 自锁触头闭合,继电器 KA1 线圈一直得电,数控系统上电,机床起动。按下停止按钮 SB2,起动回路断开,KA1 线圈失电,数控系统断电,机床停止。

(四) 故障排查

机床不能起动的故障排查。

(1) 故障分析

这类故障的原因一般是回路没有电压,按钮 SB1、SB2 接触不良,继电器线圈不良,电柜门未关好等因素所造成。

(2) 故障排查

① 检查控制回路的电压是否为直流 24 V,用万用表测量该控制回路中线号 940 与线号 900 端子之间的电压是否正常。

② 检查继电器 KA2 线圈是否得电,如果没有得电,用万用表测量限位开关 SQ1 动合触点是否闭合。测量的方法有两种:一是先断开电源,用万用表电阻挡来测量线号 940、123 之间的通断,如果不通,说明限位开关 SQ1 动合触点未闭合。二是接通电源,用万用表的直流电压挡测量线号 123、900 之间是否有直流 24 V 电压,如果没有,说明限位开关 SQ1 动合触点未闭合;如果限位开关 SQ1 动合触点闭合了,而 KA2 不吸合,则故障是 KA2 线圈不良。

③ 控制回路中起动按钮 SB1 的触点为动合连接,当 SB1 被按下后,线号 940 端和线号 120 端为等电位。可在断电的条件下,用万用表电阻挡来测量线号 940 端和线号 120 端的通断情况,如果不通,可判断为 SB1 不良。也可用万用表测量线号 120、900 之间的电压有无直流 24 V 来判断。

④ 控制回路中按钮 SB2 的触点为动断连接,用万用表测量线号 121、900 之间的电压有无直流 24 V。如果没有,可判断为 SB2 不良。如果有 24 V,在 KA2 触点吸合的情况下,KA1 线圈得电,KA1 触点动作;若 KA1 触点不动作,可判断为 KA1 线圈不良。

⑤ 控制回路中继电器 KA1 的触点为自锁动合连接,当 KA1 线圈得电后,其触点闭合,形成自锁,KA1 线圈持续得电,系统上电。

四、相关理论知识

(一) 电路的基本物理量

1. 电压

电场力把单位正电荷从电场中点 A 移到点 B 所作的功 W_{AB} 称为 A、B 间的电压,用 U_{AB} 表

示,即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

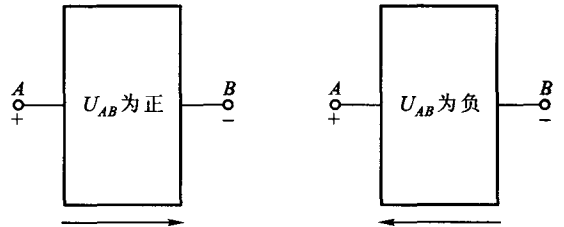
电压的单位为V(伏[特])。如果电场力把1C电荷量从点A移到点B所作的功是1J(焦耳),则A与B两点间的电压就是1V。

计算较大的电压时用kV(千伏),计算较小的电压时用mV(毫伏)。其换算关系为

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}, \quad 1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$$

电压的实际方向规定为从高电位点指向低电位点,即由“+”极指向“-”极,因此在电压的方向上电位是逐渐降低的。

电压总是相对两点之间的电位而言的,所以用双下标表示,一个下标(如A)代表起点,后一个下标(如B)代表终点。电压的方向则由起点指向终点,有时用箭头在图上标明。当标定的参考方向与电压的实际方向相同时(图1-6a),电压为正值;当标定的参考方向与实际电压方向相反时(图1-6b),电压为负值。



(a) 参考正方向与实际方向一致 (b) 参考正方向与实际方向相反

图1-6 电压的正负与实际方向

2. 线性电阻、非线性电阻

一般金属电阻的阻值不随所加电压和通过的电流而改变,即在一定的温度下其阻值是常数,这种电阻的伏安特性是一条经过原点的直线,如图1-7所示,这种电阻称为线性电阻。由此可见,线性电阻遵守欧姆定律。电阻的电阻值随电压和电流的变化而变化,其电压与电流的比值不是常数,这类电阻称为非线性电阻。例如,半导体二极管的正向电阻就是非线性的,它的伏安特性如图1-8所示。

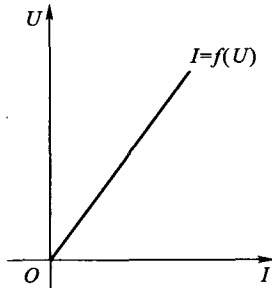


图1-7 线性电阻伏安特性

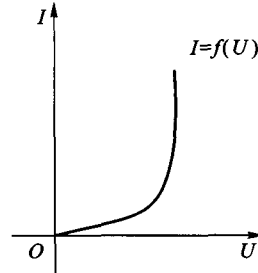


图1-8 二极管正向伏安特性

(二) 电源

1. 直流电源

直流电源就是电压和电流的大小不随时间而变化的电源。

2. 交流电源

(1) 正弦交流电的基本概念

大小和方向都随时间作周期性变化的电动势、电压和电流统称为交流电。在交流电作用下

的电路称为交流电路。在电力系统中,考虑到传输、分配和应用电能方面的便利性、经济性,大都采用交流电。工程上应用的交流电,一般是随时间按正弦规律变化的,称为正弦交流电,简称交流电。

(2) 表示正弦交流电特征的物理量

① 周期、频率、角频率 当发电机转子转一周时,转子绕组中的正弦交变电动势也就变化一周。把正弦交流电变化一周所需的时间称为周期,用 T 表示。周期的单位是 s(秒)。

1 s 内交流电变化的周数,称为交流电的频率,用 f 表示:

$$f = \frac{1}{T}$$

频率的单位是 Hz(赫[兹])。1 Hz = 1 s⁻¹。

正弦量的变化规律用角度描述是很方便的。如图 1-9 所示的正弦电动势,每一时刻的值都可与一个角度相对应。如果横轴表示角度,当角度变化到 $\pi/2$ 时,电动势达到最大值,当角度变化到 π 时,电动势变为零值(图 1-9)。这个角度不表示任何空间角度,只是用来描述正弦交流电的变化规律,所以把这种角度称为电角度。

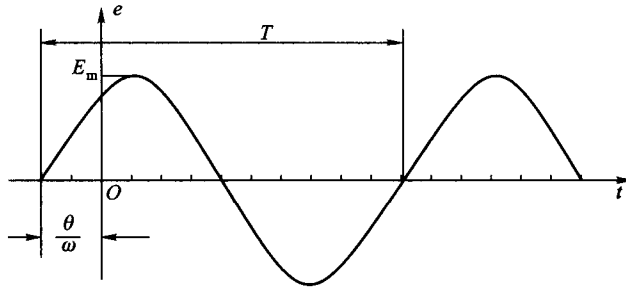


图 1-9 正弦交流电波形图

每秒钟经过的电角度称为角频率,用 ω 表示。

② 瞬时值、最大值、有效值:

瞬时值: 交流电在变化过程中,每一时刻的值都不同,该值称为瞬时值。瞬时值是时间的函数,只有具体指出在哪一时刻,才能求出确切的数值和方向。瞬时值规定用小写字母表示。例如图 1-10 中的电动势,其瞬时值 $e = E_m \sin(\omega t + \theta)$ 。

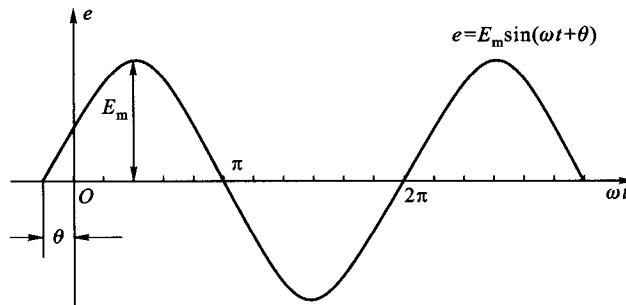


图 1-10 用电角度表示正弦交流电