

JICHUANG DIANJI WEIXIU

JISHU GAOSHOU DUBEN

# 机床

# 电气维修技术

# 高手读本

宋家成 张春雷 主编



初级维修电工入门的向导  
中级维修电工进步的阶梯  
高级维修电工的必修课

山东科学技术出版社 [www.lkj.com.cn](http://www.lkj.com.cn)

**机床电气维修技术高手读本**  
宋家成 张春雷 主编

---

**出版者：山东科学技术出版社**

地址 济南市玉函路 16 号

邮编· 250002 电话 (0531)2065109

网址 www.lkj.com.cn

电子邮件 sdkj@jn.public.sd.cninfo.net

**发行者：山东科学技术出版社**

地址 济南市玉函路 16 号

邮编 250002 电话 (0531)2020432

**印刷者：青岛胶南印刷厂**

地址· 胶南市珠山路 120 号

邮编· 266400 电话:(0532)8183519

---

开本：787mm×1092mm 1/16

印张：32 25

字数：716 千

版次：2002 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数：1-3 000

---

ISBN 7-5331-3147-9 TM·43

定价：40.00 元

**图书在版编目(CIP)数据**

机床电气维修技术高手读本/宋家成,张春雷主编.  
—济南:山东科学技术出版社,2002  
ISBN 7-5331-3147-9

I.机… II.①宋…②张… III.机床-电气设备-维修 IV.TG502.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 018046 号

<b>主 编</b>	宋家成	张春雷	
<b>副 主 编</b>	刘鲁光	常宏敏	金作成
<b>编写人员</b>	王 磊	刘新华	李祥新
	王秋国	郎丰法	穆 建
	宋 宇	张 法	孙卫东
	林太昌	程振博	
<b>绘 图</b>	尚红卫	孙 钊	杨玉海
	陈龙宝		

# 前 言

机床和设备的电气修理是工厂维修电工的主要工作,只有及时、准确地排除机床电气各种故障,才能充分发挥设备的作用。近年来,由于种种原因,工人的技术水平不断下滑,高级技工严重缺乏。这直接影响了设备的利用率和生产的发展。尽快培养出一批机床电气维修高手,已成为当务之急。为此,我们编写了《机床电气维修技术高手读本》一书。

本书基本涵盖了维修电工技术标准中机床电气维修的全部内容,并注意介绍了在机床电气控制中应用的新技术、新工艺。可以说,本书是初级维修电工入门的向导,中级维修电工进步的阶梯,高级维修电工的必修课。

本书共分六章。第一章为基础知识和基本技能;第二章为机床电器;第三章为机床电机;第四章为通用机床,包括钻床、铣床、镗床、磨床、滚齿机、立式车床;第五章为龙门刨床,重点介绍了 B2012 系列型龙门刨床;第六章为数控机床,主要介绍线切割机床和数控车床。以上这些机床实例,都是工厂中常用机床。书中介绍了这些机床的电路工作原理,安装、调试,常见故障的检查与修理。并对机床电器、电机的结构、原理、常见故障检查修理也做了较为详尽的说明。书中介绍的十几种电气故障的检查方法,是作者根据多年的实践经验独创的。实践证明,这些方法一学就会,一用就灵。

在本书编写中,坚持以实用为主,力求做到科学性、完整性、系统性、知识性相统一。删繁就简,文字通俗易懂。该书由山东大学教授许传俊担任主审并参加了部分书稿的编写工作。

由于编者水平有限,加之编写时间较短,疏漏或错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

# 目 录

<b>第一章 基础知识和基本技能</b> .....	1
<b>第一节 常用资料</b> .....	1
<b>一、符号和图形</b> .....	1
(一)量的基本符号 .....	1
(二)电气设备常用文字符号 .....	2
(三)电气图常用图形符号 .....	7
<b>二、常用电工定律和计算公式</b> .....	29
(一)电工定律、定则 .....	29
(二)常用电工公式 .....	30
<b>第二节 电工测量</b> .....	37
<b>一、电工仪表的分类与结构原理</b> .....	37
(一)分类 .....	37
(二)符号 .....	37
(三)结构原理与使用 .....	42
<b>二、常用电工仪表与测量方法</b> .....	44
(一)电流表与电流的测量 .....	44
(二)电压表与电压的测量 .....	46
(三)欧姆表与电阻的测量 .....	47
(四)兆欧表与绝缘电阻的测量 .....	48
(五)瓦特表与功率的测量 .....	50
(六)万用表 .....	53
<b>第三节 识图知识</b> .....	55
<b>一、图形符号及文字符号</b> .....	55
(一)图形符号 .....	55
(二)文字符号 .....	55
(三)回路标号 .....	55
(四)导线颜色 .....	56
<b>二、电气原理图</b> .....	56
(一)识图的准备 .....	57
(二)原理图中几种符号的作用 .....	57
(三)看电气原理图的方法和步骤 .....	57
<b>三、电器布置图</b> .....	58
<b>四、电气安装接线图</b> .....	59
(一)看电气安装接线图的常识 .....	59
(二)看电气安装接线图的方法和步骤 .....	59

<b>第二章 机床电器</b> .....	61
<b>第一节 电器使用常识</b> .....	61
一、电器的分类与型号 .....	61
(一)电器的分类 .....	61
(二)电器的型号 .....	63
二、性能及参数 .....	65
(一)参数 .....	65
(二)技术性能 .....	66
(三)工作制与通电频率 .....	66
三、低压电器的工作条件 .....	67
(一)环境温度 .....	67
(二)海拔 .....	67
(三)大气条件 .....	67
(四)污染等级 .....	67
四、常用电器的质量标准 .....	67
(一)控制要求 .....	67
(二)机械部分的要求 .....	67
(三)灭弧系统的要求 .....	67
(四)触点、铁心的要求 .....	68
(五)联锁的要求 .....	68
(六)线圈固定的要求 .....	68
(七)其他要求 .....	68
<b>第二节 熔断器和刀开关</b> .....	68
一、熔断器的用途和分类 .....	68
(一)用途 .....	68
(二)分类 .....	68
二、熔断器的主要技术指标及参数 .....	71
(一)A—s 特性 .....	71
(二)熔化系数 .....	71
(三)额定电压和过电压 .....	72
(四)额定电流 .....	72
(五)分断能力 .....	72
三、熔断器的结构原理 .....	74
(一)熔体 .....	74
(二)RL 1 系列螺旋式熔断器 .....	74
(三)RT 0 系列熔断器 .....	75
(四)快速熔断器 .....	75
(五)自复熔断器 .....	75
(六)电子设备常用的熔断器 .....	76
四、熔断器的选用 .....	76
(一)机床电气保护熔断器的选用 .....	76



(二)快速熔断器的选用 .....	77
五、熔断器的故障分析与检查 .....	78
(一)电动机起动瞬间熔体即熔断 .....	78
(二)熔丝未熔断但电路不通 .....	78
六、刀开关的用途与分类 .....	78
(一)用途 .....	78
(二)分类 .....	78
七、刀开关的结构原理 .....	82
(一)胶盖瓷底闸刀开关 .....	82
(二)负荷开关 .....	82
(三)组合开关 .....	82
八、刀开关的选择与使用 .....	83
(一)选择 .....	83
(二)使用 .....	85
九、刀开关的常见故障与检修 .....	85
第三节 断路器与接触器 .....	86
一、断路器的用途与分类 .....	86
二、断路器的结构 .....	87
(一)框架式断路器 .....	87
(二)塑壳式断路器 .....	87
(三)直流快速断路器 .....	87
三、断路器主要元件 .....	89
(一)触点 .....	89
(二)灭弧装置 .....	89
(三)动作机构 .....	90
(四)脱扣器 .....	90
四、断路器的工作原理 .....	90
(一)复式脱扣断路器 .....	90
(二)漏电保护断路器 .....	91
五、断路器的选择与使用 .....	91
(一)选择 .....	91
(二)使用注意事项 .....	92
六、断路器常见故障分析 .....	92
(一)合闸时脱扣或触点不能闭合 .....	92
(二)过电流时脱扣器不能使断路器分断 .....	93
(三)电流不到整定范围断路器自动断开 .....	93
(四)电动操作断路器不能闭合 .....	93
(五)其他故障 .....	93
七、接触器的用途与分类 .....	93
八、接触器的主要技术指标 .....	95



## 目 录

(一)额定工作电压和电流 .....	95
(二)额定工作制 .....	96
(三)使用类别 .....	96
(四)通断能力 .....	96
(五)操作频率 .....	96
(六)机械寿命和电寿命 .....	96
九、交流接触器的结构原理 .....	96
(一)电磁系统 .....	96
(二)触点系统 .....	99
(三)灭弧装置 .....	100
(四)其他部分 .....	102
十、直流接触器的结构原理 .....	102
(一)电磁系统 .....	102
(二)触点系统 .....	102
十一、接触器选择与使用 .....	103
(一)选择 .....	103
(二)使用 .....	104
十二、接触器常见故障与检修 .....	104
(一)电磁系统的故障 .....	104
(二)触点系统的故障 .....	106
(三)灭弧系统的故障 .....	107
(四)接触器修理 .....	107
第四节 控制继电器 .....	109
一、用途、分类与主要技术参数 .....	109
(一)用途与分类 .....	109
(二)主要技术参数 .....	109
二、电磁式继电器 .....	110
(一)直流通用继电器的结构原理 .....	110
(二)交流中间继电器的结构原理 .....	111
(三)交、直流中间继电器的结构原理 .....	111
(四)选择与使用 .....	112
(五)故障与检修 .....	113
三、时间继电器 .....	114
(一)空气阻尼式时间继电器的结构原理 .....	114
(二)电动式时间继电器的结构原理 .....	115
(三)电子式时间继电器的结构原理 .....	116
(四)选择与使用 .....	118
(五)故障与检修 .....	119
四、热继电器 .....	119
(一)用途与分类 .....	119
(二)结构原理 .....	120





## 目 录

(三)基本性能与主要参数 .....	121
(四)选择与使用 .....	122
(五)故障与检修 .....	124
五、速度继电器 .....	124
(一)结构原理 .....	124
(二)选择与使用 .....	125
(三)故障与检修 .....	126
第五节 其他控制电器 .....	126
一、按钮 .....	126
(一)用途与分类 .....	126
(二)结构原理 .....	127
(三)选择与使用 .....	129
(四)故障与检修 .....	130
二、位置开关 .....	131
(一)用途与分类 .....	131
(二)有触点行程开关的结构原理 .....	132
(三)无触点行程开关的结构原理 .....	132
(四)选择与使用 .....	133
(五)故障与检修 .....	134
三、万能转换开关及主令开关 .....	134
(一)用途与分类 .....	134
(二)结构原理 .....	135
(三)选择与使用 .....	135
(四)故障与检修 .....	137
四、电磁铁 .....	137
(一)用途与分类 .....	137
(二)结构原理 .....	137
(三)工作参数 .....	138
(四)选择与使用 .....	139
(五)故障与检修 .....	139
五、电阻器与变阻器 .....	140
(一)电阻器的用途与分类 .....	140
(二)电阻器的主要技术参数及材料要求 .....	141
(三)电阻器的结构 .....	141
(四)变阻器的用途与分类 .....	141
(五)选择与使用 .....	141
(六)电阻器与变阻器的故障检修 .....	143
第三章 机床电机 .....	145
第一节 概述 .....	145
一、分类 .....	145
(一)电机的外壳防护 .....	145



## 目 录

(二)电机的冷却 .....	147
二、电机常用技术标准 .....	148
(一)电机的允许温升 .....	148
(二)允许振动与轴承润滑技术数据 .....	148
(三)电机与机械连接的允许公差 .....	151
(四)电机的定额及额定数据 .....	151
(五)电机型号 .....	151
(六)电机的线端标志 .....	153
第二节 三相异步电动机 .....	154
一、结构原理 .....	154
(一)分类 .....	154
(二)型号 .....	155
(三)结构 .....	155
(四)工作原理 .....	158
二、异步电动机运行特性 .....	160
(一)转差率 .....	160
(二)定、转子之间的电磁关系、功率和转矩 .....	160
(三)机械特性 .....	163
(四)工作特性 .....	163
三、电动机的选择 .....	165
(一)选择电动机的条件 .....	165
(二)Y系列电动机的技术数据 .....	165
四、运行维护及故障检查 .....	174
(一)电动机的运行与维护 .....	174
(二)电动机的故障检查 .....	175
五、电动机修理 .....	178
(一)定子绕组受潮、接地的修理 .....	178
(二)定子绕组短路的修理 .....	179
(三)定子绕组断路的修理 .....	180
第三节 直流电机 .....	180
一、用途与分类 .....	181
(一)用途 .....	181
(二)分类 .....	182
二、结构原理 .....	182
(一)结构 .....	182
(二)工作原理 .....	186
(三)励磁方式及接线 .....	189
(四)铭牌 .....	190
三、电机特性 .....	193
(一)直流发电机的工作特性 .....	193
(二)直流电动机的工作特性 .....	194



四、电枢反应 .....	196
(一)电枢反应的产生 .....	196
(二)直流发电机的电枢反应 .....	196
(三)直流电动机的电枢反应 .....	197
五、电机换向 .....	197
(一)换向过程 .....	197
(二)换向元件内的电势和电势方程 .....	198
(三)换向火花及改善换向的方法 .....	199
六、使用与维修 .....	200
(一)使用 .....	200
(二)常见故障及检查 .....	201
(三)直流电机的修理 .....	205
第四节 控制电机 .....	208
一、电机扩大机 .....	208
(一)用途与分类 .....	208
(二)结构原理 .....	208
(三)工作特性 .....	209
(四)去磁效应对扩大机特性的影响 .....	211
(五)选择与使用 .....	211
(六)常见故障与检修 .....	212
二、伺服电动机 .....	214
(一)交流伺服电动机的结构与分类 .....	214
(二)交流伺服电动机的工作原理 .....	215
(三)两相交流伺服电动机的特性 .....	216
(四)直流伺服电动机的结构与分类 .....	218
(五)直流伺服电动机的工作原理 .....	219
(六)直流伺服电动机的工作特性 .....	219
(七)选择与使用 .....	220
三、测速发电机 .....	222
(一)用途与分类 .....	222
(二)直流测速发电机 .....	222
(三)交流测速发电机 .....	224
(四)选择与使用 .....	227
四、步进电动机 .....	229
(一)用途与分类 .....	229
(二)结构原理 .....	230
(三)步距角 .....	232
(四)运行特性 .....	232
(五)技术数据 .....	235
(六)选择与使用 .....	236
(七)常见故障及检修方法 .....	237



<b>第四章 通用机床</b> .....	239
<b>第一节 基本环节</b> .....	239
<b>一、三相异步电动机全压起动控制电路</b> .....	239
(一)单向起动控制电路 .....	239
(二)正反转控制电路 .....	242
(三)位置控制和自动往返控制 .....	245
<b>二、异步电动机降压起动电路</b> .....	248
(一)串联电阻降压起动控制电路 .....	248
(二)星—三角降压起动控制电路 .....	251
(三)补偿器降压起动控制电路 .....	253
(四)延边三角形降压起动控制电路 .....	255
<b>三、异步电动机制动控制电路</b> .....	257
(一)能耗制动控制电路 .....	257
(二)反接制动控制电路 .....	260
(三)电容电磁制动控制电路 .....	263
(四)再生发电制动控制电路 .....	264
<b>四、多速异步电动机控制电路</b> .....	264
(一)双速异步电动机控制电路 .....	264
(二)三速异步电动机控制电路 .....	264
<b>五、直流电动机控制电路</b> .....	265
(一)并励电动机起动与调速电路 .....	265
(二)改变励磁电流进行调速的控制电路 .....	268
(三)正反转控制电路 .....	268
(四)反接制动控制电路 .....	270
<b>第二节 电路故障的检查方法</b> .....	271
<b>一、直观法</b> .....	272
(一)检查步骤 .....	272
(二)检查方法及注意事项 .....	272
<b>二、测量电压法</b> .....	273
(一)检查方法和步骤 .....	273
(二)注意事项 .....	275
<b>三、测量电阻法</b> .....	275
(一)检查方法和步骤 .....	275
(二)注意事项 .....	277
<b>四、对比法、置换元件法、逐步开路(或接入)法</b> .....	277
(一)检查方法和步骤 .....	277
(二)注意事项 .....	278
<b>五、强迫闭合法</b> .....	278
(一)检查方法和步骤 .....	278
(二)注意事项 .....	279



## 目 录

六、短接法 .....	279
(一)检查方法和步骤 .....	279
(二)注意事项 .....	281
七、机床电气检修经验 .....	281
(一)区别易坏部位和不易坏部位 .....	281
(二)利用人体感官检查电气故障 .....	282
(三)牢记基本电路及机电联锁的关系 .....	283
(四)造成疑难故障的原因 .....	284
第三节 通用机床电路的故障及检修 .....	284
一、普通车床 .....	284
(一)C620—普通车床 .....	284
(二)C616—普通车床 .....	285
二、钻床 .....	287
(一)Z5163 立式钻床 .....	287
(二)Z35 型摇臂钻床 .....	293
三、磨床 .....	298
(一)M7120 型平面磨床 .....	298
(二)M1432 A 型万能外圆磨床 .....	301
四、铣床 .....	305
(一)X62 型万能铣床 .....	305
(二)控制电路与故障检修 .....	305
五、镗床 .....	313
(一)T68 型卧式镗床 .....	313
(二)T610 型卧式镗床 .....	318
六、滚齿机 .....	333
(一)YB3120 型滚齿机 .....	333
(二)控制电路与故障检修 .....	333
七、立式车床 .....	340
(一)C5225 型双柱立式车床 .....	340
(二)常见故障及检修 .....	347
第五章 龙门刨床 .....	349
第一节 基本环节及其调整 .....	349
一、直流发电机—电动机系统 .....	349
(一)系统的组成 .....	349
(二)机械特性 .....	349
(三)速度环节 .....	350
二、电机扩大机—电动机系统 .....	351
(一)系统的组成 .....	351
(二)速度调节 .....	351
(三)机械特性 .....	352



三、电压反馈环节 .....	352
(一)工作原理 .....	352
(二)电压负反馈的作用 .....	353
(三)电压负反馈的形式 .....	354
(四)电压负反馈的调整 .....	354
四、电流正反馈环节 .....	355
(一)工作原理 .....	355
(二)电流正反馈的作用 .....	355
(三)电流正反馈的调整 .....	356
五、电势负反馈环节 .....	356
(一)工作原理 .....	356
(二)电势负反馈的作用 .....	357
(三)电势负反馈的调整 .....	357
六、电流截止负反馈环节 .....	357
(一)工作原理 .....	357
(二)电流截止负反馈的作用 .....	358
(三)电流截止负反馈的调整 .....	359
七、稳定环节 .....	360
(一)阻容稳定环节 .....	360
(二)稳定变压器环节 .....	360
(三)桥形稳定环节 .....	361
第二节 调压调速控制系统 .....	362
一、B2012A 型龙门刨床 .....	362
(一)机床概况 .....	362
(二)电气控制系统 .....	364
(三)电路工作原理 .....	369
(四)电气设备的安装与调试 .....	380
(五)常见故障及检修 .....	390
第三节 调压、调磁联合调速系统 .....	398
一、电气系统简介 .....	398
二、调压调速环节 .....	404
(一)OI 和 OIII 绕组的作用 .....	404
(二)OII 绕组的作用 .....	404
(三)OIV 绕组和作用 .....	405
三、调磁调速环节 .....	405
(一)额定励磁回路 .....	405
(二)磁场调节回路 .....	405
(三)去磁回路 .....	406
(四)励磁电流的自动调节过程 .....	406
第六章 数控机床 .....	411



## 目 录

第一节 概述 .....	411
一、数控技术的发展 .....	411
二、数控机床的分类 .....	412
(一)开环控制系统和闭环控制系统 .....	412
(二)点位、直线、轮廓控制 .....	412
三、数控机床的代码、程序段格式 .....	413
(一)代码 .....	413
(二)程序段格式 .....	416
四、数控机床的坐标系 .....	417
(一)机床坐标轴 .....	417
(二)机床坐标系、零点与机床参考点 .....	418
(三)工件坐标系和程序原点 .....	418
(四)绝对坐标与相对坐标 .....	418
五、数控机床加工方法 .....	419
(一)钻孔加工 .....	419
(二)车削加工 .....	419
(三)平面轮廓加工 .....	419
第二节 插补原理 .....	420
一、逐点比较法 .....	420
(一)逐点比较法直线插补 .....	420
(二)逐点比较法圆弧插补 .....	422
二、函数跟踪法 .....	424
(一)函数跟踪法的原理 .....	424
(二)计算公式的简化 .....	425
第三节 数控机床的伺服系统 .....	426
一、伺服系统的分类与要求 .....	426
(一)分类 .....	426
(二)对伺服系统的要求 .....	427
二、功率步进电机的驱动电源 .....	427
(一)对步进电机驱动电源的要求及其工作原理 .....	427
(二)功率驱动电路 .....	429
三、直流伺服电机的速度控制单元 .....	432
(一)晶体管调速单元 .....	432
(二)晶体管脉宽调制控制方式 .....	433
四、交流伺服电机的速度控制单元 .....	434
(一)SPWM 逆变器的变频器 .....	434
(二)SPWM 变频调速系统 .....	435
第四节 数控机床故障及维修的基础 .....	436
一、数控机床故障维修的概念 .....	436
(一)数控机床维修的准备工作 .....	437



## 目 录

(二)常见的故障类型 .....	437
二、现场维修 .....	438
(一)准备工作 .....	438
(二)现场维修 .....	438
第五节 数控线切割机床 .....	440
一、数控线切割机床的结构与工作原理 .....	440
(一)加工原理 .....	440
(二)机床结构 .....	440
二、数控线切割机床加工程序的编制 .....	443
(一)程序段格式 .....	443
(二)手工编程实例 .....	445
(三)间隙补偿计算 .....	446
(四)半自动编程 .....	446
三、典型数控系统分析 .....	448
(一)Z-80 微机外接信号 .....	450
(二)接口电路 .....	450
(三)控制流程图 .....	453
四、高频电源 .....	454
(一)对高频电源的要求 .....	454
(二)高频电源的组成 .....	455
五、数控线切割机床的安装、调试及常见故障与检修 .....	458
(一)安装与调试 .....	458
(二)机床常见故障及检修 .....	460
(三)高频电源的故障与排除方法 .....	460
(四)控制装置的故障与维修 .....	462
(五)电气常见故障及检修 .....	463
第六节 数控车床 .....	463
一、数控车床结构 .....	463
(一)床身、导轨、刀架 .....	463
(二)主传动系统 .....	464
(三)进给系统 .....	464
二、数控车床的加工程序编制 .....	464
(一)数控车床编程的特点 .....	464
(二)数控车床加工中的循环 .....	466
(三)数控车床编程实例 .....	470
三、数控车床的数控装置 .....	473
(一)车床数控装置的组成与功能 .....	473
(二)数控机床的硬件结构 .....	474
(三)数控装置的软件 .....	476
四、数控车床的安装、使用及常见故障维修 .....	481





## 目 录

(一)车床数控系统的验收、调试、故障与维修的基本概念·····	481
(二)常见车床数控装置的故障维修·····	483
(三)进给伺服系统故障与维修·····	485
(四)主轴伺服系统的故障与维修·····	486
第七节 常用的数控系统及其维修·····	488
一、FANUC 公司的 CNC 系统·····	488
(一)系统的功能·····	488
(二)FANUC 系统的维修·····	492
二、SIEMENS 公司的 CNC 装置·····	494
(一)功能介绍·····	494
(二)SINUMERIK3 系列的维修·····	495