

机械设备维修问答丛书

机床 电器设备

维修 问答

中国机械工程学会设备维修分会
《机械设备维修问答丛书》编委会

编



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

机械设备维修问答丛书

机床电器设备维修问答

中国机械工程学会设备维修分会
《机械设备维修问答丛书》编委会 编



机械工业出版社

本书对机床电器设备的故障与维修做了理论与实际相结合的具体分析，逐条设问回答，从结构、原理及故障诊断技巧到处理方法深入浅出，并附了大量图表，力求简明扼要地说明问题。对从事设备维修的工程技术人员和技工将会提供很大的帮助。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床电器设备维修问答/中国机械工程学会设备维修分会《机械设
备维修问答丛书》编委会编. —北京: 机械工业出版社, 2003.1

(机械设备维修问答丛书)

ISBN 7-111-11267-9

I. 机… II. 中… III. 机床—电器设备—维修—问答
IV. TG502.34-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 108726 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 沈红 张亚秋 版式设计: 霍永明 责任校对: 李汝庚

封面设计: 姚毅 责任印制: 闫焱

北京第二外国语学院印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·13.25 印张·2 插页·522 千字

0 001—4 000 册

定价: 38.00 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) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

《机械设备维修问答丛书》

编 委 会

主 任：郑国伟

副主任：丁立汉 季顺利

编 委（按姓氏笔划）：丁立汉 刘希金 何 强
季顺利 沈 江 袁烁生

《机床电器设备维修问答》编写人 牟世鹏 艾广信 高文晶 单元红 陆士连
主 审：林 莹 乔庆元 朱 江

序

《机械设备维修问答丛书》经过两年多策划和编写，现在和大家见面了。它是在《机修手册》基础上重新编写的，充实了新的内容。

《机修手册》编写于1964年至1993年期间，1964年第1版，1978年第2版，1993年第3版，深受广大读者及设备工程技术人员的欢迎，对我国设备维修工程事业、对管理好、保养好、修理好工厂设备曾起到良好作用。

现在已经步入21世纪的信息时代，在知识经济的新形势、新情况下，应该说《机修手册》的有些内容已经不适应了，但全部重新编写《机修手册》工程浩大，力不从心，因此，机械工业出版社和中国机械工程学会设备维修分会共同商定，从《机修手册》中选出部分课题，充实新内容、新技术，重新编写。书名定为《机械设备维修问答》。第一批丛书先出版六本：《工业锅炉维修与改造问答》、《空调制冷设备维修问答》、《液压与气动设备维修问答》、《机床电器设备维修问答》、《电焊机维修问答》、《数控机床故障检测与维修问答》。

丛书编写过程尽可能收齐新标准、新资料、新技术、新工艺、新产品并充实到《机械设备维修问答》中。如数控机床维修、电气设备维修都大量地增加了新内容；如过去锅炉以燃煤为主，现在又增加了燃油、燃气锅炉，故在相应分册中大量增加了燃油、燃气锅炉的维修知识；又如空调制冷设备维修中增加了宾馆和饭店的集中制冷空调系统维修知识，电焊机的维修增加了二氧化碳保护焊机、自动焊机等新型焊机维修知识。总之，增加的新内容，力求贴近生产企业、服务行业和物业管理等，以满足读者的需要。

中国机械工程学会设备维修分会在市场经济新形势下，坚持为企业服务、为生产服务。我们主编《机械设备维修问答丛书》，就是为了使广大设备维修人员有新的参考书，促进做好设备维修工作。

《机械设备维修问答丛书》，分别由四川省设备维修学会和中国第二重型机械集团公司、中国航天工业总公司第一研究院、兵器工业集团公司、辽宁省沈阳市设备维修学会等单位负责编写，并由我会负责组织。丛书的编辑加工、出版工作由机械工业出版社负责。

丛书在编写过程中，作者、编辑和全体编委会委员付出了辛勤劳动，在此一并表示感谢。丛书如有不足之处希望读者提出，以利作者不断改进。

中国机械工程学会
设备维修分会主任委员 郑国伟

2001年11月

编写说明

自《机修手册》第六卷电气设备的修理出版发行以来，受到读者普遍的欢迎，据机械工业出版社反映：不少读者认为像《机修手册》第六卷这样的书是不错，只是我们一般人受种种条件所限，接触不到那么多设备，若是能把书中相关部分采用逐条问答形式岂不更好？应出版社之约，我们组织了有关人员探讨，认为电子电气设备的种类繁多，要想熟练地处理各类电气故障，就必须对电气设备的结构和工作原理下一番功夫，才能精通了解有关的每一类设备、每类故障。鉴于此，我们对机床电气设备故障的维修尽量做到理论与实践相结合，深入浅出地逐条问答，从结构、原理及故障诊断技巧到处理方法均下了不少功夫，并附了大量图表，力求简明扼要地说明问题。读者有针对性地阅读这本书的有关章节，就会有所收获，以能解决在实际工作中遇到的难题。

本书经高级工程师林莹、乔庆元、朱江审定并得到不少同志的热情帮助，在此谨表衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中错漏及不足之处，恳请读者批评指正。

目 录

序

编写说明

第 1 章 电气图形符号及文字符号

1-1	什么是电路?	1
1-2	电路图有几种?	1
1-3	新国标中电气简图常用的图形及文字符号有哪些?	2
1-4	怎样画电路图?	2
1-5	怎样根据实物测绘一般机床及设备的电气原理图?	3
1-6	如何按图安装、检查及排除故障?	5
1-7	怎样看电路图?	7

第 2 章 断续控制系统常用元器件的选用和维修

2-1	什么是断续控制器件? 机床电路中常用的有哪几种?	9
2-2	控制继电器的规格、型号、构成及简要工作原理是什么?	9
2-3	机床电路中常用的保护电器种类有哪些, 工作原理是什么?	11
2-4	常见自动开关的类型及故障有哪些, 如何维修?	13
2-5	接触器常见的故障有哪些, 如何检修?	16
2-6	热继电器有哪些常见故障, 如何修理?	18
2-7	时间继电器有哪些常见故障, 如何修理?	20
2-8	速度继电器有哪些常见故障, 如何修理?	20
2-9	电磁铁有哪些常见故障, 如何修理?	21

第 3 章 常用电动机的典型控制线路

3-1	笼型电动机正转起动的环节有哪些?	22
3-2	笼型电动机正、反转控制线路如何?	22
3-3	自动往复及位置控制线路的特点是什么?	26
3-4	多处控制线路有哪些特点?	28
3-5	降压起动的特点是什么?	29
3-6	绕线转子异步电动机起动特点是什么?	41

3-7	异步电动机是如何制动的？	49
3-8	并励直流电动机控制线路的特点是什么	62

第4章 机床电气设备的修理

4-1	机床电气故障可分几类，各有什么特点？	73
4-2	如何进行故障分析？	73
4-3	电气故障的检查步骤是哪些，应注意什么？	74
4-4	现场测试的实用工具有哪些？	76
4-5	几种典型环节的故障如何分析？	76
4-6	电气设备修理的质量要求是什么？	83

第5章 车床电气传动系统故障维修

5-1	按工艺要求，车床电气传动应满足的条件是什么？	86
5-2	CA6140型车床电气设备有哪些？	86
5-3	CA6140车床主轴电动机启动与停止的工作原理是什么？	86
5-4	CA6140型车床快速电动机及冷却系统的控制原理是什么？	86
5-5	CA6140车床的电气保护有哪些？	88
5-6	对CA6140一些常见故障如何进行调试与修理？	88
5-7	CA6140车床使用的电气设备及元件有哪些？	90
5-8	修理CA6140车床有哪些技术资料？	90

第6章 磨床电气传动系统故障维修

6-1	磨床的种类及对电气传动的要求有哪些？	94
6-2	M7475B型磨床电气传动的特点是什么？	94
6-3	M7475B磨床吸盘是如何励磁、退磁的？	94
6-4	M7475B磨床的常见故障有哪些，如何处理？	98
6-5	M7475B磨床的常用电气设备、元器件及作用各是什么？	102

第7章 钻床电气系统的故障维修

7-1	钻床的主要类型有哪些，Z3050钻床主要结构及运动形式各是什么？	106
7-2	Z3050钻床电气传动特点是什么？	106
7-3	Z3050钻床的电气原理是什么？	107
7-4	Z3050钻床的电气保护有哪些？	110
7-5	Z3050钻床常见的电气故障有哪些，如何处理？	110

7-6	Z3050 钻床使用哪些电器元件、设备, 它们的用途各是什么?	111
-----	---------------------------------------	-----

第 8 章 铣床电气系统 (XA6132) 的故障及维修

8-1	铣床的种类、主要结构及运动形式各是什么?	113
8-2	XA6132 电气传动的工作原理是什么?	114
8-3	XA6132 铣床如何实现电气保护?	116
8-4	XA6132 铣床常见的电气故障及处理方法是什么?	117
8-5	XA6132 铣床使用的电气设备元件有哪些?	118
8-6	维修 XA6132 应有哪些技术资料?	120
8-7	X2010C 龙门铣的构成、工作原理是什么, 如何调试?	122
8-8	X2010C 电气传动主要环节的工作情况如何?	130
8-9	X2010C 的电气保护有哪些?	139
8-10	如何进行 X2010C 的电气调试与修理?	139
8-11	如何对 X2010C 的固态组件进行调整?	146
8-12	如何对 X2010C 进给系统常见故障进行检修?	148
8-13	X2010C 所用主要电气元件规格与维修资料有哪些?	150

第 9 章 镗床电气系统故障及维修

9-1	镗床的种类和工艺用途有哪些?	167
9-2	镗床主轴运动和进给运动是什么?	167
9-3	镗床对电气控制的一般要求是什么?	167
9-4	镗床采用什么电气控制线路?	167
9-5	镗床电气控制线路有什么特点?	168
9-6	主轴的正反向起动与点动是怎样工作的?	170
9-7	主电动机反接制动是怎样实现的?	171
9-8	为什么主转或进给变速时主电动机需要缓转控制?	171
9-9	为什么主轴箱、工作台、镗杆要求有快速移动?	172
9-10	镗床机动进给是怎样实现联锁的?	172
9-11	镗床常见的故障及排除方法有哪些?	172
9-12	WH10NC 镗床特点和工艺性能如何?	173
9-13	WH10NC 镗床主传动调速系统的工作原理是什么?	175
9-14	主轴调速装置由哪些控制单元组成, 各控制单元是怎样工作的?	182
9-15	电流检测电路有何特点?	186
9-16	主轴控制线路是怎样工作的?	186

9-17	晶闸管调速装置如何调试?	203
9-18	如何排除主轴调速装置的故障?	209
9-19	原捷克 WHC 系列镗床主轴调速装置是怎样工作的?	213
9-20	3M 8001C 型调速控制系统各控制单元的作用是什么?	219
9-21	电流调节器为什么设置自适应调节器?	263
9-22	主轴调速系统如何实现可逆运转与回馈制动?	264
9-23	WHC 系列镗床主轴调速系统如何进行调试?	266
9-24	如何检修 WHC 系列镗床主轴调速系统的故障?	273

第 10 章 龙门刨床电气线路故障维修

10-1	龙门刨床对调速范围有何要求?	276
10-2	龙门刨床对静差度有何要求?	276
10-3	龙门刨床的循环速度如何变化?	276
10-4	龙门刨床的负载性质是什么?	277
10-5	龙门刨床对工作台的正反向过渡过程有何要求?	278
10-6	龙门刨床的主要电气联锁保护有哪些?	278
10-7	主拖动系统由哪些环节组成?(10-7~10-22 为 A 系列龙门 刨床线路原理及故障维修,以 B2012A 为例)	278
10-8	电压负反馈环节有何作用?	278
10-9	电流正反馈环节有何作用?	279
10-10	电流截止负反馈有何作用?	280
10-11	桥形稳定环节有何作用?	280
10-12	消磁电路是如何工作的?	281
10-13	调试前的准备工作有哪些?	282
10-14	辅助拖动电路如何调试?	283
10-15	扩大机与发电机的极性如何检测?	283
10-16	电压负反馈的极性如何检测?	283
10-17	电流正反馈的极性如何检测?	283
10-18	电流截止负反馈的极性如何检测与调整?	283
10-19	电桥稳定环节的极性如何检测与调整?	284
10-20	工作台主拖动系统如何统调?	284
10-21	A 系列龙门刨床主要参数的实测值各是多少?	285
10-22	A 系列龙门刨床电气线路图新旧符号如何对照?	286
10-23	励磁机的常见故障及处理方法是什么?	287
10-24	交磁放大机常见故障及排除方法是什么?	291

10-25	工作台步进、步退时动作不正常的原因是什么, 应采取什么措施?	292
10-26	工作台速度过高的原因及处理方法是什么?	293
10-27	工作台速度达不到高速标准的原因及处理方法是什么?	293
10-28	工作台运动方向不对、速度不正常的原因是什么?	293
10-29	进刀后工作台速度明显下降的原因及处理措施是什么?	294
10-30	工作台低速蠕动(爬行)的原因及处理方法是什么?	294
10-31	换向过程中常见的故障有哪些, 如何排除?	294
10-32	停车常见故障有哪些, 如何处理?	295
10-33	产生直流系统接地故障的原因及处理措施是什么?	297
10-34	交流控制电路部分常见故障有哪些, 如何处理?	297
10-35	油泵压力继电器易发生的故障及处理措施是什么?	298
10-36	给定及反馈控制的原理是什么?(10-36~10-55为电机扩大机调压、磁放大器调磁系列龙门刨床, 以B2151为例)	298
10-37	稳定环节的作用与原理是什么?	298
10-38	自消磁环节的作用与原理是什么?	298
10-39	满磁电路的作用及原理是什么?	299
10-40	堵塞电路的作用及原理是什么?	299
10-41	调节回路的作用及原理是什么?	299
10-42	减速满磁电路的作用及原理是什么?	300
10-43	试车前的准备工作有哪些?	300
10-44	电动机满磁电路如何调整?	300
10-45	电动机励磁调节电路如何调整?	300
10-46	电动机减速满磁电路如何调整?	300
10-47	扩大机的极性如何检测?	300
10-48	电压负反馈的极性是否正确, 怎样检测?	302
10-49	稳定电路的极性如何检测?	302
10-50	自消磁电路的极性如何检测与调整?	302
10-51	堵塞电路如何调整?	302
10-52	电流稳定电路的极性如何检测?	302
10-53	电压调速电路的技术参数如何?	302
10-54	调磁电路的技术参数如何?	303
10-55	主要电路的电阻参数如何?	303
10-56	主拖动系统的主要电路由几部分组成?(10-55~10-61为晶闸管调压、调磁系列龙门刨床, 以B2025为例)	303

10-57	主拖动系统的基本控制原理是什么?	303
10-58	主拖动系统如何调整试车?	308
10-59	无触点控制电路如何调试?	308
10-60	励磁调节电路如何调试?	308
10-61	B2025 龙门刨床的主要实测参数是多少?	309
10-62	控制系统的主要特点是什么? (10-62~10-66 为错位无环流系统控制的龙门刨床的 LMB 系列直流调速系统)	309
10-63	主要单元的基本原理与作用各是什么?	311
10-64	控制系统在不同工作状态下的工作过程是什么?	338
10-65	调整与试车的具体步骤是什么?	342
10-66	常见故障产生的原因及排除方法是什么?	344
10-67	调速系统的主要特点和技术参数是什么? (10-67~10-72 为逻辑无环流系统控制的龙门刨床, 以 V5 系列直流调速系统为例)	345
10-68	V5 系列直流调速系统的组成是什么?	346
10-69	V5 系列直流调速装置的系统框图是什么?	346
10-70	V5 系统的控制原理是什么?	348
10-71	控制系统在不同状态下的工作过程是什么?	366
10-72	V5 系列调速系统的调试及常见故障的排除方法是什么?	371
10-73	6RA27 系列全数字化直流调速系统的特点、型号规格、技术参数及工作原理各是什么? (10-73~10-78 为全数字化系统控制的龙门刨床, 以 6RA27 系列为例)	380
10-74	6RA27 系列调速系统的操作与使用方法是什么?	384
10-75	6RA27 系列调速系统的调试步骤与方法是什么?	388
10-76	6RA27 附加功能的调试方法是什么?	396
10-77	6RA27 系列各种参数的范围与意义是什么?	399
10-78	6RA27 系列调速装置外引端子的功能是什么?	404
10-79	6RA27 系列调速装置常见故障产生的原因及排除方法是什么?	407
参考文献		410

第 1 章 电气图形符号及文字符号

1-1 什么是电路?

答: 按着一定的控制要求, 用导线将电源和负载连接起来, 并加控制器件所构成的电流可以从流过的闭合回路就叫电路, 将这种电路画在图纸上, 就叫电路图。

常见的电路中, 一般包括电动机、接触器和继电器、按钮或开关、热继电器、熔断器等电气设备或电器元件。这些电气设备和电器元件的画法在各个不同的历史时期各有各自的规定。我们国家最新的规定是 GB/T4728.1~13—1998~2000《电气简图用图形符号》和 GB/T7159—1987《电气技术中的文字符号制定通则》。

在使用中一般采用单字母, 在需要用文字符号区别于同一类设备、装置和元器件时, 可采用双字母或三字母 (一般不超过三位字母)。在不发生重复的情况下, 可以只使用两字母。画电路图时, 就是按照电气动作原理或按装配线的要求、把所需要的电源、负载及控制电器等按照国家 (或部委) 制定的制图标准画在纸上, 再用代表导线的线把这些电气设备和电器元件连接起来; 使之构成电路, 然后再标注一些能够说明这些电气设备名称和电器元件名称、用途、作用的文字符号。这样的电路图就可以用来指导电气设备安装、调试、维护修理和检查电气设备了。

1-2 电路图有几种?

答: 电路图有两种: 一种是电气原理图, 另一种是电气安装接线图。

电气原理图是根据电气动作原理用展开法绘制的, 用来表示电气的动作原理, 而不考虑电气设备和电器元件的实际结构和安装情况, 是供分析电气动作原理和排除故障用的。

电气原理图能够清楚地指出电流流经的所有路径、控制电器和用电器的相互关系, 以及电气的动作原理。有了它就可以很快找出接线的错误或发现运行中的故障。原理图中一般有主回路与辅助回路两大部分。主回路是指主要用电设备或用电器具的供电回路。辅助电路包括控制、保护、信号和照明等电路。例如接触器的主触头画在主电路中, 线圈和辅助触头却画在辅助电路中, 但都用相同的文字符号来标注, 如在主电路中的接触器的触头用 KM 标注, 画在辅助电路中的接触器线圈和辅助触头也都用 KM 标注。所以看图时, 不论主电路或辅助电路, 凡标有相同文字符号的就是同一电器元件。

电气安装图也叫电气装配图，它是根据电气设备和电器元件的实际结构、安装情况绘制的。用来表示接线方式、电气设备和电器元件的位置、接线场所的形状和尺寸等。

电气安装接线图只从安装、接线角度出发，而不明显表示电气动作原理，是供电气安装、接线、维修、检查用的，电气安装接线图的特点是：所有的电气设备和电器元件都按其所在位置绘制在图纸上。例如上例接触器的主触头、线圈、辅助触头都是根据它们的实际结构画在一起，再用点划线框上，表示是同一电器元件。而这个接触器的位置就是安装、配线的实际位置。即安装、配线时，所有的电气设备和电器元件都要按电气安装接线图的布置情况和技术要求进行安装接线。图中每个电器元件用同一个文字符号来标注，所以看图时要注意：凡是用点划线框上的，其框内就是同一电器元件。

电路图在电气工程中是表达和交流经验的重要工具，任何电气工程都是根据图样来进行工作的。学会看电气原理图，就可根据图样来维护，修理各种电气设备；学会看电气安装接线图，就可以根据图纸要求接线和安装电气设备。

1-3 新国标中电气简图常用的图形及文字符号有哪些？

答：电气符号包括电气图用图形符号、电气设备文字符号和电气系统的回路标号三种。这些符号国家都作了统一规定，即 GB/T4728—2000、GB/T7159—1987，在识图或制图时都要遵照统一规定进行。

1-4 怎样画电路图？

答：将电路中所用的电气设备，电气元器件，用国家标准 GB/T4728—2000《电气图用图形符号》规定图形符号画出，并根据它们的电气功能和动作原理，用导线符号把它们连接在一起，最后通过总电源开关将电路连到供电电源设备上。在图形符号旁边标注文字符号（国标 GB/T7159—1987）。标注文字符号的目的，在于将图上的图形符号与实际的元件，器件之间建立起一一对应的确定关系。

(1) 图中元件、器件的工作状态按下列规定

- 1) 继电器和接触器在非激励状态（即未通电状态）开关不动作时的位置；
- 2) 断路器和隔离开关在断开位置；
- 3) 带零位的手动控制开关在零位位置，而不必考虑电路的实际工作状态；
- 4) 机械操作开关在非工作状态和位置。例如终端开关在没有达到极限行程前的位置。

(2) 电路图电源常用下列方法来表示

- 1) 用 +、-、L1、L2、L3、N 及线条来表示，且要尽量减少交叉；
- 2) 用线条和符号的双重表示法。

(3) 接线图和接线表 电路图虽然表达了电路和元件、器件的连接，但仅是

从功能和原理的角度来表示的，实际生产中需要编制具体的接线图和接线图表，以表示成套装置、设备及装置的连接关系。所以，接线图和接线表主要用于安装接线和线路检查、维修和故障处理，它常与电路图、位置图一起使用。

接线图和接线图表一般示出：项目（元件、器件）的相对位置、项目代号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽及导线组合等内容。

在接线图中的项目（如元件、器件、部件、单元、组件和成套设备等）应采用简化外形（如正方形、矩形、圆形等）表示，必要时也可用图形符号表示，符号旁应标注项目代号，并与电气原理图中的标注一致。

接线图中的图形及文字符号，同样也要符合 GB/T4728—2000《电气图用图形符号》和 GB/T7159—1987《电气技术中的文字符号》的规定。该标准是为了开放后走向世界参照国际电工委员会 IEC617《绘图用图形符号》1983 年版制定的，它代替了 GB312—1964《电气系统图形符号》、GB313—1964《电力及照明平面图图形符号》和 GB314—1964《电信平面图图形符号》。GB/T4728.1~13 几乎全部等同地采用了 IEC617 规定的图形符号，再加上我国实际需要而自行设计的图形符号。该标准约有 1400 多个图形符号。

接线图中的端子，一般用图形符号和端子代号表示，当用简化外形表示端子所在的元件时，可不画出端子符号，仅用端子代号。

接线图中的导线可用连续线也可用中断线表示；导线组、电缆、缆形线束等可用加粗的线条表示，在不引起误解的情况下，也可部分加粗。

接线图中的导线一般应给以标记，其方法应符合 GB4884—1985《绝缘导线的标记》中的规定。

(4) 生产机械电气设备的电气图，除电路图（电气原理图）和接线图之外，一般还应有安装图、系统框图（必要时）、位置图、逻辑图。

1) 安装图：表示电气设备各个单元的布局 and 安装工作所需数据的图。

2) 系统框图：表示控制系统中各个单元之间关系的图。

3) 位置图：表示电气设备各个单元（如接线板、接插件、部件、组件等）相对位置的图。

4) 逻辑图：表示控制系统逻辑关系的图。

对于简单的设备，不一定要要求上面所列的各种图都具备，但通常电气原理图、接线图（互连图）和安装图却是必备的。

一张完整的电气原理图，除各个项目均应采用规定的图形符号并按电气制图一般规则进行绘制以外，在主回路、控制回路、辅助回路中的各个端子均应标上号码，以便接线。

1-5 怎样根据实物测绘一般机床及设备的电气原理图？

答：电气原理图是说明电气线路工作原理的图样，是安装、调整、使用和维

护电气设备的重要依据。

电气原理图既然是为了说明电气线路的工作原理，因此测绘时，首先要求简单易懂，同前面的要求一样，各种电气元件的图形符号和文字符号都要采用国家和部颁标准，而原理图的形式，则多采用展开图（上、下或左右）的形式。

为了安装和维护的方便，电动机和电器的各个接线端子都要用数字编号。

为了便于理解、表明设计意图，测绘时的规则与绘图原则相同，如原理图分主电路、辅助电路两部分，线条的粗细、位置布置等也按设计要求。主电路的接线端子用一个字母后面附一位或两位数字的编号，如 U_1 、 V_1 、 W_1 ；辅助电路的接线端子只用数字编号，常采用单数及双数来区分两根电源线的极性及区域。通常以电压降最大的电器元件为分界线。依实物测绘机床的电气原理图，不仅要熟悉规定和要求，还要熟悉各类电动机的继电—接触控制线路的一些基本环节（一般机床多使用的电力拖动控制线路），如交、直流电动机的起动、制动，各种联锁等实现的各种方法及控制线路；熟悉简单的二极管整流电路的几种方法及线路。

不太复杂的机床线路实物的测绘一般方法及步骤：

(1) 接线图—原理图法 这是按实物测绘电气原理图的最基本方法。先对实物画出电气接线图，再由接线图返绘出原理图。其步骤为：

1) 将生产设备停电，使所有电器元件处于正常位置；

2) 按实物画出该设备的电器布置图。一般生产设备的电器按着安装位置分为控制柜（箱）、电动机和设备本体上的电器（如机床身上安装的按钮、开关等）。在画布置图时，可分块画出。对控制柜的轮廓和没有外壳的电器用虚线框出，有外壳的用实线框出。电动机和床身上所安装的按钮、开关、指示灯等按标准规定的用图形符号画出。

3) 对照电气控制柜（箱）内电器元件实际布置情况，利用电器元件的平面图将所有电器元件画出，所谓平面图，就是将电器的各元件画在一起，对有 3 个主触点、两个常开、两个常闭辅助触点的接触器，其平面图就是把它们都画在同一平面上，然后查明各电器出线端的实际线号，标在图中对应电器的出线端上。若对某个电器元件不清楚，可用万用表查清。当所测绘的电气控制柜中的连接线路不带线号时，可通过查线，利用自己认为方便、清楚的编号将其标在图上。

4) 按实物，查清所有元件间的连线走向和线号并注在图上，画出其电气接线图。

5) 根据按实物画出的接线图，利用编号分清主回路和辅助回路。然后按绘制原理图的规定原则画出其电气原理图。

6) 把画出的原理图，对照实物进行仔细复查，特别注意线号和导线的方向，然后利用图对电气控制线路的工作原理进行分析，其结果与实际工作进行对照，