

数控专业技能型人才培养用书

数控维修电工

实用技能

周晓宏 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

数控维修电工

实用技能

周晓宏 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书根据数控维修电工岗位的技能要求,介绍了数控维修电工的实用技能。全书设计了十二个项目,内容包括:电工测量仪表的使用,线路与低压电器检修,电动机的拆装、维护与检修,实用电子技术的应用,数控机床电气控制线路图的识图与分析,数控机床电气控制线路图的测绘,数控机床电气故障的检修,数控系统的故障处理和日常维护,数控机床伺服系统的故障诊断与维护,数控机床 PLC 的故障诊断与维修,数控机床的操作,数控机床的安装与调试。

在编写过程中,突出体现“知识新、理念新、技术新”的编写思想,按照“实用、可操作性强”的原则来介绍技能,突出体现了现代数控机床维修的最新技术。通过训练这些技能,读者可迅速提高维修数控机床的水平,以适应数控维修电工的岗位需要。

本书可作为中、高等职业技术学院数控维修、电气维修、机电一体化、数控技术应用等专业的课程教材,也可作为社会化培训学员的教材,还可供从事数控机床维修和电气维修的技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控维修电工实用技能/周晓宏主编. —北京:中国电力出版社, 2008

数控专业技能型人才培养用书

ISBN 978-7-5083-7328-7

I. 数… II. 周… III. 数控机床-维修-电工-技术培训-教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 077588 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 325 千字

印数 0001—3000 册 定价 26.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言



随着数控机床在企业中的应用越来越广泛,对数控方面的高级应用型人才的需求也越来越大。“数控维修电工”是随着现代数控机床加工业迅速发展而产生的一个新工种,主要从事数控机床机械设备和电气系统线路及器件等的安装、调试与维修。要求从事该工种的人员具有较系统的数控机床电气控制系统及维修电工方面的知识,具有对数控机床电气控制系统故障进行分析和排除的技能,同时要熟练掌握数控机床的编程和操作。目前数控维修电工方面的教材缺乏,为了满足培养数控维修电工的需要,我们组织编写了本套教材。本套教材包括《数控维修电工实用技术》和《数控维修电工实用技能》两本。

本套教材从培养职业技术型人才的目 的出发,内容上力求体现“以职业活动为导向,以职业技能为核心”的指导思想,突出职业技能培训特色;结构上针对数控维修电工职业活动的领域,按“单元”和“项目”的方式进行编写。《数控维修电工实用技术》力求覆盖数控维修电工岗位所需的技术知识;《数控维修电工实用技能》力求覆盖数控维修电工岗位所需的技能。在编写过程中,突出体现“知识新、理念新、技术新”的编写思想,按照“实用、可操作性强”的原则来介绍技术知识和相关技能,突出体现现代数控机床维修的新技术。通过本套教材技术知识的学习和技能的训练,读者可迅速充实数控机床维修电工方面的知识,迅速提高维修数控机床的水平,以满足数控维修电工的岗位要求。

本套教材由深圳技师学院(深圳高级技工学校)周晓宏副教授、高级技师主编,肖清参编。编者多年从事数控机床维修和数控加工方面的教学、科研工作,并具有丰富的生产实际经验。

本书可作为中、高等职业技术学院数控维修、电气维修、机电一体化、数控技术应用等专业的课程教材,也可作为社会化培训学员的教材,还可供从事数控机床维修和电气维修的技术人员阅读参考。

由于编者水平所限,书中难免有值得研讨的地方,殷切希望广大读者来信批评指正,Email: wang_weihua@cepp.com.cn。

编 者

2008年8月



目 录



前言

项目一 电工测量仪表的使用	1
任务一 用兆欧表测量绝缘电阻	1
任务二 实训：用万用表测试二极管和三极管	3
任务三 运用电桥测量电阻、电感和电容	7
任务四 示波器的使用与维护	10
任务五 晶体管图示仪的使用与维护	15
项目二 线路与低压电器检修	19
任务一 动力线路的维护与检修	19
任务二 常用低压电器的检修	21
项目三 电动机的拆装、维护与检修	30
任务一 三相异步电动机的拆装和检修	30
任务二 直流电动机的拆装与检修	39
任务三 伺服电动机的使用与维护	43
任务四 交磁电机扩大机的拆装与维修	45
项目四 实用电子技术的应用	49
任务一 晶闸管直流调速系统的调试	49
任务二 晶闸管变频装置的工作原理及故障排除	53
任务三 西门子 MMV/MDV 变频器的操作	64
任务四 实训：寄存器的应用	70
任务五 实训：触发器的功能测试与应用	72

➤ 项目五 数控机床电气控制线路图的识图与分析	75
任务一 TK1640 数控车床电气控制电路的分析	75
任务二 DK7732 数控线切割机床电气控制电路的分析	80
任务三 西门子 SIN840C 控制系统的读图与分析	83
➤ 项目六 数控机床电气控制线路图的测绘	87
任务一 测绘 XSK5040 型数控铣床的电气图	87
任务二 测绘 ZK7132 型立式数控钻铣床电气控制系统	93
➤ 项目七 数控机床电气故障的检修	94
任务一 数控机床电气控制电路故障检查方法	94
任务二 数控机床电气故障的诊断步骤与诊断方法	101
任务三 数控机床电气控制电路的常见故障及处理方法	104
任务四 龙门刨床 V5 系统的常见电气故障及排除	106
➤ 项目八 数控系统的故障处理和日常维护	110
任务一 数控系统硬件故障的处理	110
任务二 数控系统硬件的更换	114
任务三 数控系统的软件故障及处理	121
任务四 利用机床参数维修数控系统	123
任务五 数控系统的日常维护	127
➤ 项目九 数控机床伺服系统的故障诊断与维护	130
任务一 主轴伺服系统的故障诊断与维护	130
任务二 进给伺服系统的故障诊断	137
➤ 项目十 数控机床 PLC 的故障诊断与维修	154
任务一 数控机床屏幕上的 PMC 界面与操作	154
任务二 数控机床 PLC 的故障诊断	163
➤ 项目十一 数控机床的操作	165
任务一 FANUC 系统数控车床的操作	165
任务二 西门子系统数控铣床的操作	181

✎ 项目十二 数控机床的安装与调试	200
任务一 数控机床的安装	200
任务二 数控机床的调试	203
参考文献	207

项目一

电工测量仪表的使用

技能要点：兆欧表、万用表、电桥、示波器及晶体管图示仪的使用方法

任务一 用兆欧表测量绝缘电阻

一、兆欧表的组成和测量原理

兆欧表，又称绝缘电阻表、绝缘摇表，是一种测量电动机、电器、电缆等电气设备绝缘性能的仪表，其外形如图 1-1 所示。兆欧表上有两个接线柱，一个是线路接线柱（L），另一个是接地柱（E），此外还有一个铜环，称保护环或屏蔽端（G）。

兆欧表的主要组成部分是一个磁电式流比计和一只手摇发电机。发电机是兆欧表的电源，可以采用直流发电机，也可以用交流发电机与整流装置配用。直流发电机的容量很小，但电压很高（100~5000V）。磁电式流比计是兆欧表的测量机构，由固定的永久磁铁和可在磁场中转动的两个线圈组成。兆欧表的线路如图 1-2 所示。

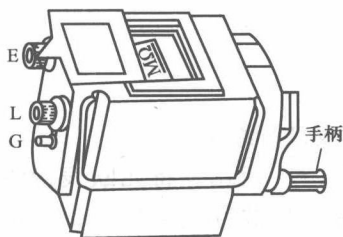


图 1-1 兆欧表外形

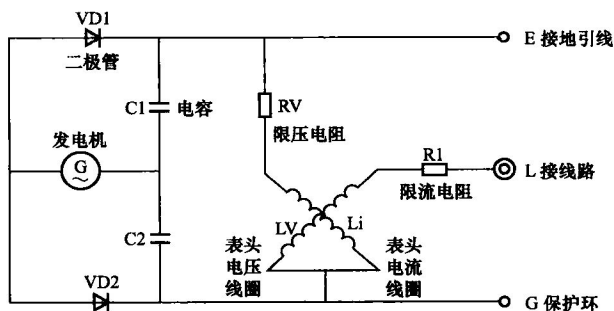


图 1-2 兆欧表线路图

当用手摇动发电机时，两个线圈中同时有电流通过，在两个线圈上产生方向相反的转矩，表针就随着两个转矩的合成转矩的大小而偏转某一角度，这个偏转角度取决于上述两个线圈中电流的比值。由于附加电阻的阻值是不变的，所以电流值仅取决于待测电阻阻值的大小。

值得一提的是，兆欧表测得的是在额定电压作用下的绝缘电阻值。万用表虽然也能测得数千欧的绝缘电阻值，但它所测得的绝缘电阻，只能作为参考。因为万用表所使用的电池电压较低，绝缘材料在电压较低时不易击穿，而一般被测量的电气线路和电气设备均要在较高电压下运行，所以，绝缘电阻只能采用兆欧表来测量。

二、兆欧表使用前的准备

(1) 选择种类。兆欧表种类很多,有 500V、1000V 和 2500V 等。在选用时,要根据被测设备的电压等级选择合适的兆欧表。一般额定电压在 500V 以下的设备,选用 500V 或 1000V 的兆欧表;额定电压在 500V 以上的设备,选用 1000V 或 2500V 的兆欧表。

(2) 选择导线。兆欧表测量用的导线应采用单根绝缘导线,不能采用双绞线。

(3) 平稳放置。兆欧表应放置在平稳的地方,以免在摇动手柄时,因表身抖动和倾斜产生测量误差。

(4) 开路试验。兆欧表使用前,应先对兆欧表进行开路试验。开路试验是先将兆欧表的两接线端分开,再摇动手柄。正常时,兆欧表指针应指“ ∞ ”,如图 1-3 (a) 所示。

(5) 短路试验。开路试验后,再进行短路试验。短路试验是先将兆欧表的两接线端接触,再摇动手柄。正常时,兆欧表指针应指“0”,如图 1-3 (b) 所示。

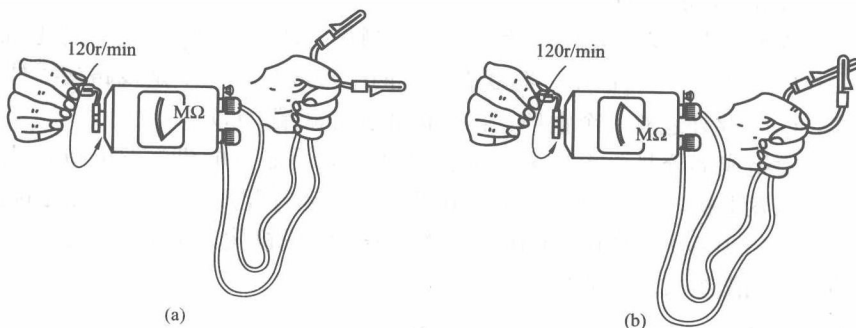


图 1-3 兆欧表使用前的开路试验和短路试验

(a) 开路试验; (b) 短路试验

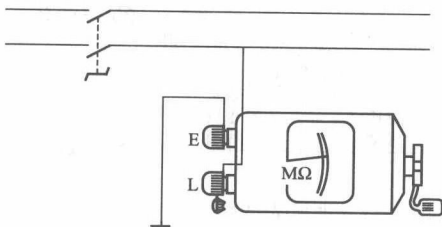


图 1-4 兆欧表测量照明与动力线路的绝缘性能

三、兆欧表的使用

1. 测量照明与动力线路的绝缘性能

测量时的接法如图 1-4 所示。将兆欧表接线柱 E 可靠接地,接线柱 L 与被测线路连接。按顺时针方向由慢到快摇动兆欧表的发电机手柄,大约 1min 时间,待兆欧表指针稳定后读数,这时兆欧表指示的数值就是被测线路的对地绝缘电阻,单位是 $M\Omega$ 。

2. 测量电动机绕组的绝缘电阻

(1) 测绕组相间绝缘电阻。拆开电动机绕组的星形和三角形联结的连线。用兆欧表的两接线柱 E 和 L 分别接电动机的两相绕组,如图 1-5 (a) 所示。摇动兆欧表的发电机手柄后读数,数值则是电动机绕组的相间绝缘电阻。

(2) 测绕组对地绝缘电阻。绕组对地绝缘电阻将兆欧表接线柱 E 接电动机外壳(应清除电动机机壳上接触处的漆或锈等),接线柱 L 接电动机绕组上,如图 1-5 (b) 所示。摇动兆欧表的发电机手柄后读数,数值则是电动机绕组对地绝缘电阻。

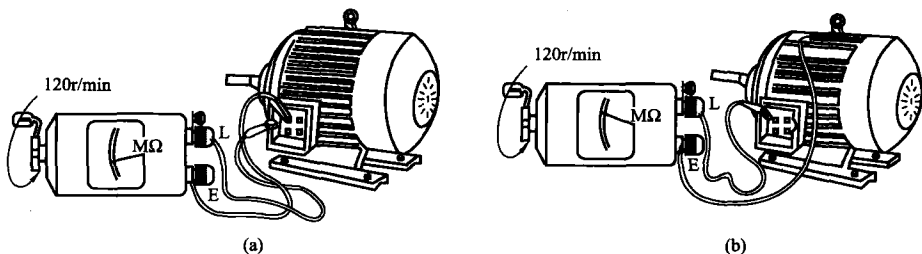


图 1-5 兆欧表测量电动机绕组的绝缘电阻

(a) 相间绝缘电阻；(b) 对地绝缘电阻

3. 测量电缆绝缘电阻

测量时的接法如图 1-6 所示。将兆欧表接线柱 E 接在电缆外壳，接线柱 G 接电缆线芯与外壳之间的绝缘层上，接线柱 L 接电缆线芯，摇动兆欧表的发电机手柄，待兆欧表指针稳定后读数，这时指针所指示的读数，就是电缆线芯与电缆外壳的绝缘电阻值。

4. 兆欧表使用后的放电

兆欧表使用后，应及时放电（即将“L”、“E”两导线短接），以免发生触电事故。兆欧表的放电操作如图 1-7 所示。

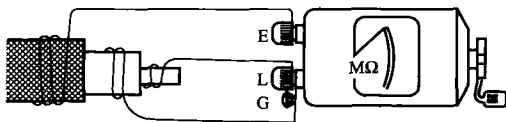


图 1-6 兆欧表测量电缆绝缘电阻

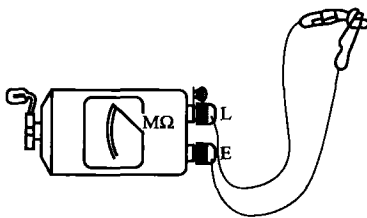


图 1-7 兆欧表的放电操作

四、使用兆欧表时的注意事项

(1) 测量设备的绝缘电阻时，必须先切断设备的电源。对含有较大电容的设备（如电容器、变压器、电机及电缆线路等），必须先进行放电。

(2) 兆欧表应水平放置，未接线之前，应先摇动兆欧表，观察指针是否在“ ∞ ”处，再将 L 和 E 两接线柱短路，慢慢摇动兆欧表，指针应指在零处。经开、短路试验，证实兆欧表完好方可进行测量。

(3) 兆欧表的引线应用多股软线，且两根引线切忌绞在一起，以免造成测量数据不准确。

(4) 兆欧表测量完毕，应立即使被测物放电，在兆欧表的摇把未停止转动和被测物未放电前，不可用手去触及被测物的测量部位或进行拆线，以防止触电。

(5) 被测物表面应擦拭干净，不得有污物（如漆等）以免造成测量数据不准确。

任务二 实训：用万用表测试二极管和三极管

一、实训目的

- (1) 掌握使用万用表判别二极管的极性和三极管的管脚的方法。
- (2) 熟悉用万用表判别二极管和三极管质量的方法。

二、实训原理

1. 实训基本原理

二极管由一个 PN 结、两根引线构成，三极管由两个 PN 结、三根引线构成，PN 结正向电阻小，反向电阻大，故用万用表的欧姆挡可判别二极管的极性、三极管的管脚以及二极管、三极管的质量（即构成二极管、三极管的 PN 结的质量）。

2. 万用表内电源极性及其表笔颜色的关系

万用表处于欧姆挡时，“—”端（即黑表笔）为内电源正极，“+”端（即红表笔）为内电源负极。即黑表笔输出的是正电压，红表笔输出的是负电压。了解万用表内电源极性及其表笔颜色关系，对我们记忆测试二、三极管时的结论具有非常重要的意义。

3. 二极管外加电压与其 PN 结电阻的关系

二极管图形符号如图 1-8 所示。

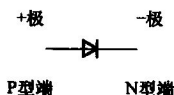


图 1-8 二极管

(1) 若 $V_P > V_N$ （正偏），则二极管导通，呈低电阻（正向电阻，一般为几欧至几千欧）；

(2) 若 $V_P < V_N$ （反偏），则二极管截止，呈高电阻（反向电阻，一般为几百千欧至无穷大）。

4. 测二极管、三极管时的选挡原则

(1) 小功率管，使用 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡；

(2) 大功率管，使用 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 挡。

5. 三极管测试等效电路

三极管由两个 PN 结、三个电极构成，故可将三极管等效为两个靠在一起的二极管，如图 1-9 所示。这样，三极管的测试问题就可转化为两个二极管的测试问题。

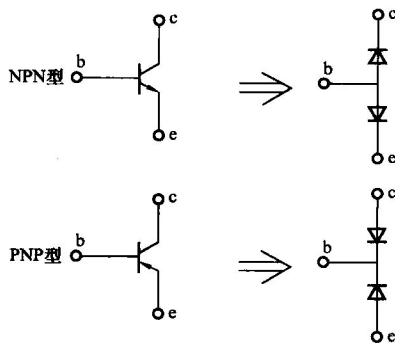


图 1-9 三极管测试等效电路

三、实训设备和器件

万用表一只；不同型号的二极管、三极管各若干只。

四、实训内容和方法

（一）二极管的简易测量

1. 判别管脚（正、负极）

用表笔分别与二极管的两极相接，测出两个阻值，在所测得阻值较小的一次中，与黑表笔相接的一端即为二极管的正极（原因：黑表笔输出的是正电压，二极管正偏时呈低电阻）。

2. 判别二极管的质量

用表笔分别与二极管两极相接，测出两个电阻，若：

(1) 一个电阻接近 ∞ （为反向电阻 R_F ），而另一个电阻较小（为正向电阻 R_Z ），且 R_F 与 R_Z 比值大于 1000 左右，则为好管子。

(2) 若 R_Z 与 R_F 均极大，甚至接近 ∞ ，则管子内部已断路，为坏管。

(3) 若 R_Z 与 R_F 均很小，接近 0，则管子内部已短路，为坏管。

(4) 若两次测得的电阻值相差不太大（ R_F 与 R_Z 比值很小），为反向漏电，整流性能不良，不宜使用。

(5) 若测得电阻值不稳定，则内部接触不良，不能使用。

3. 判别锗管、硅管

判别依据是硅管正向电阻大于锗管正向电阻。判别时的测法、现象和结论见表 1-1。

表 1-1 判别硅管、锗管时的测法、现象及结论

测法	现象（表针指示位置）	结论
测 R_Z	表针在表盘中间或中间偏右一点	为硅管
测 R_F	表针在表盘右端靠近满度又不到满度的地方	为锗管

判别硅管、锗管的表针指示位置如图 1-10 所示。

（二）三极管的简易测量

1. 判别 b 极

（1）判别依据：由 PN 结的单向导电性，只有 b 极与另外两极间的电阻具有一致性（指同为高电阻或同为低电阻）。

（2）判别方法：用黑表笔接触某一管脚，用红表笔分别接触其余两脚，若两次测得的电阻同为高电阻或同为低电阻，则黑表笔接的是 b 极；若两次测的电阻一高一低，则黑表笔接的不是 b 极，需换脚再测。

2. 判别管型（导电类型）

（1）判别依据：和判别 b 极相同。

（2）判别条件：已知 b 极。

（3）判别方法：黑表笔接 b 极不动，红表笔分别接其余两极，若两次测的电阻同为低电阻（几百欧至几千欧），则为 NPN 型管，如图 1-11 所示。若两次测的电阻同为高电阻（几千欧至无穷大），则为 PNP 型管。

实际上，在判别 b 极的同时也就可以判别出管型了。

3. 判别 c 极和 e 极

方法一：

（1）判别依据：三极管正向运用、反向运用时 β 不同，正向 β 大，反向 β 小（正向运用：按厂家所给的 b, c, e 运用；反向运用：把厂家所给的 c 极当 e 极用，e 极当 c 极用）。

（2）判别条件：已知 b 极、管型。

（3）判别方法：黑红表笔分别任意接不是 b 极的两个极，用 $100\text{k}\Omega$ 电阻（实测时可用手指代替，记为 R_s ）的一端接 b 极， $100\text{k}\Omega$ 电阻的另一端对 NPN 管接黑表笔（对 PNP 管接红表笔），如图 1-12 所示。

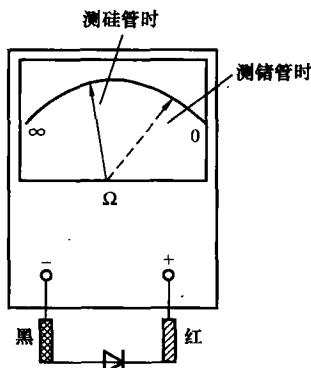


图 1-10 判别硅管、锗管的表针指示位置

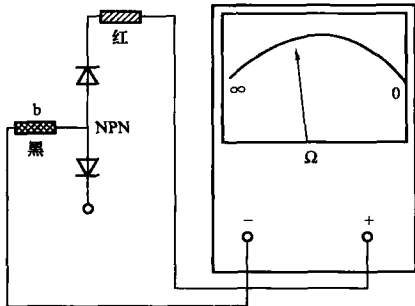


图 1-11 判别 b 极和管型

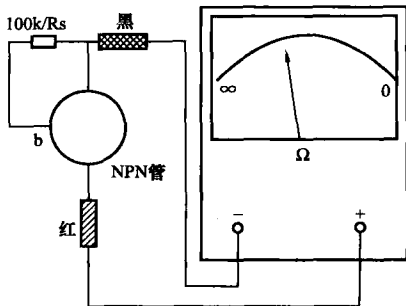


图 1-12 判别 c 极和 e 极



观察指针是否偏转，若指针明显偏转，则 $100\text{k}\Omega$ 电阻 (R) 与表笔所接触的管脚为 c 极，余下的当然为 e 极。

方法二 (适用于有 h_{FE} 插孔和标尺的万用表)：

(1) 判别条件：测出 b 极、管型。

(2) 判别方法：根据管型选 NPN 挡或 PNP 挡，将三极管插入合适的插孔，看指针偏转， h_{FE} 大时 C 插孔为 c 极， h_{FE} 小时 C 插孔为 e 极。用此法可同时测出 h_{FE} (即 β) 的大小。

4. 判别锗管、硅管

(1) 判别依据：硅管 PN 结正向电阻大于锗管 PN 结正向电阻。

(2) 判别条件：已知管脚和管型。

(3) 判别方法：万用表置 Ω 挡，测 PN 结正向电阻 (只测一个 PN 结即可)，测法、现象、结论同测硅、锗二极管情形。

5. 检查三极管的好坏

(1) 检查条件：已知管脚、管型、硅管和锗管。

(2) 检查方法：先测两个 PN 结的正、反向电阻 (其中正向电阻两个，应为低电阻，反向电阻两个，应为高电阻)，再测 c、e 极之间的极间电阻 (注意：应交换表笔测，测得的电阻为两个，也应为高电阻)。如此测得的 6 个电阻应满足表 1-2 的要求。

表 1-2 质量良好的三极管的极间电阻

低电阻 (2 个) 时表针的位置		高电阻 (4 个) 时表针的位置		结 论
硅 管	锗 管	硅 管	锗 管	
表针在表盘中间，或中间偏右一点	表针在表盘右端靠近满度又不到满度的地方	表针基本不动 (停在 ∞ 附近)	表针偏转很小，不超过满度的 $1/4$	好 管

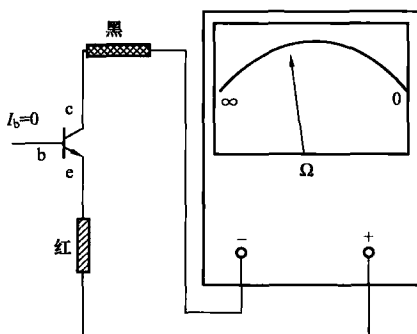
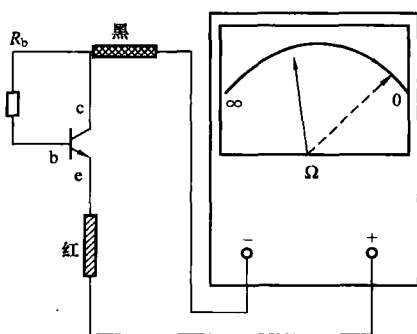
若测出正向电阻极大、甚至为无穷大 (∞)，则管子内部已断路；若测出的反向电阻极小甚至为零，则管子内部已短路，为坏管。

6. 检查三极管的性能

(1) I_{CEO} 的测量。测量时应已知管脚和管型。

测试方法：万用表选欧姆挡对 NPN 型三极管进行测量，黑表笔接 c 极，红表笔接 e 极 (PNP 管接法相反)，b 极悬空 ($I_b = 0$)，如图 1-13 所示。此时表针指示阻值 (为 R_{ce}) 越大，表示管子的 I_{CEO} 越小。若表针指示阻值接近于零，则表明管子已经击穿 (c、e 极短路)；若表针指示阻值为 ∞ ，则可能内部断路 (c、e 极开路)。

(2) β 的估测。测量时应已知管脚和管型。测试方法如图 1-14 所示 (PNP 管则交换黑、红表笔)，图中 R_b 大小与所选挡位有关，若选 $R \times 100$ 挡，则 R_b 可在 $50 \sim 100\text{k}\Omega$ 范围内选用；若选 $R \times 10$ 挡，则 R_b 应在 $5 \sim 10\text{k}\Omega$ 范围内选用。测量时先不接 R_b (让 b 极悬空)，观察表针的摆动 (偏转很小，如图中实线所示)。然后接好 R_b ，表针的偏转会明显变大 (如图中虚线所示)。表针偏转越大，说明管子的 β 值越大，若指针偏转比不接 R_b 时大不了多少，表示管子 β 值小，甚至是坏管。

图 1-13 I_{ce0} 的测量图 1-14 β 的估测

五、实验报告内容

试画出如下要求的电路图：

- (1) 三极管测试等效电路。
- (2) 万用表处于 Ω 挡时内电源极性与表笔颜色关系图。
- (3) 测 PNP 三极管 β 值接线图。

任务三 运用电桥测量电阻、电感和电容

电桥在电磁测量中应用广泛，其特点是灵敏而准确度高。电桥包括直流电桥和交流电桥两大类。

直流电桥是一种比较式的测量仪器，其灵敏度和准确度都很高。直流电桥分单臂电桥和双臂电桥两种。直流单臂电桥又称惠斯登电桥，直流单臂电桥适用于测量 $1\Omega \sim 1M\Omega$ 的中阻值电阻。直流双臂电桥适用于测量低阻值电阻 (1Ω 以下)，如短导线电阻、大中型电机和变压器绕组的电阻等。直流电桥面板如图 1-15 所示。

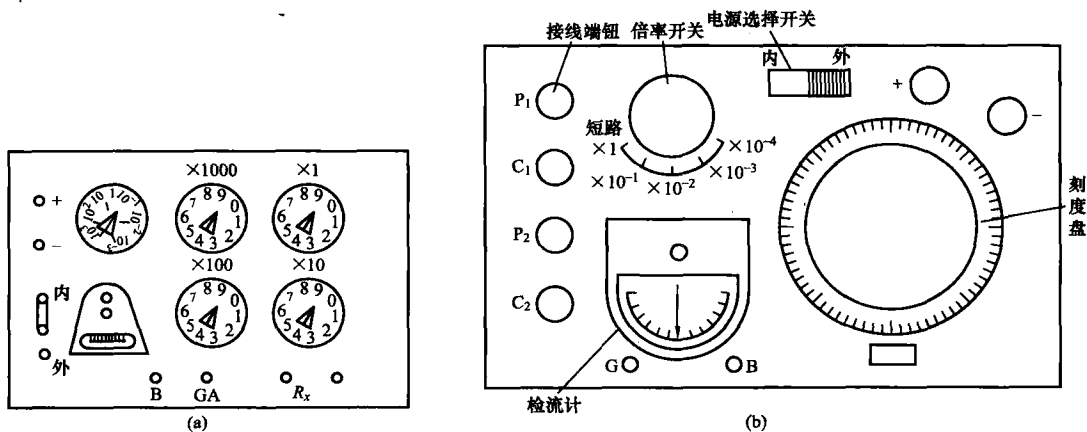


图 1-15 直流电桥面板

(a) QJ23 型单臂电桥；(b) QJ24 型双臂电桥



一、直流单臂电桥的使用方法

1. 直流单臂电桥的使用步骤

(1) 将面板上的“外”接线柱短路,然后打开检流计锁扣,旋转机械调零旋钮,经调整使指针示零位。

(2) 用万用表初测被测电阻。根据初测值选择适当的桥臂比率,然后将被测电阻接到电桥的“R”对应的两个接线柱上。

(3) 调节平衡时,先按住电源按钮 B,再按下检流计按钮 GA (若此时指针偏转太快,则应及时松开该按钮,另选桥臂比率),同时调节比例臂电阻读数盘:若检流计指针偏向标度尺“+”端,应增大比例臂电阻;反之,则减小比较臂电阻值。调节使检流计指针指示零位。这时,桥臂比率乘以比例臂电阻,就是被测电阻的值。

(4) 若使用外接电源,其电压应按规定选择,过高会损坏桥臂电阻,太低则会降低灵敏度。若使用外接检流计,应将内附的检流计用短接片短接,将外接检流计接在“外接”端上。

(5) 测量结束后,应锁上检流计锁扣,以免受振而损坏。当检流计指零时,用比较臂阻值乘以比例臂的倍率,就是被测电阻的阻值。

2. 使用直流单臂电桥测量时的注意事项

(1) 为了测量尽量准确,在测量时选择的倍率宜使比例臂电阻的四个读数盘都有读数。

(2) 测量时,电桥必须放置平稳,被测电阻应单独测量,不能带电测试。读数值应该是在分别按下 B、GA 以后,指针平稳指零时的读数值。

(3) 测量完毕且松开 GA 和 B 之后,应将“内”接线柱短接,锁住检流计,防止其因振动受损。

(4) 由于接头处接触电阻和连接导线的电阻的影响,直流单臂电桥不宜测量阻值小于 1Ω 的电阻。

(5) 被测导体的电阻值因受温度变化的影响,因此在测量时,应当记录测量时的环境温度。

(6) 长期不用该电桥时,应该将电池从电桥中取出。

二、直流双臂电桥的使用方法

在使用双臂电桥时,除了遵守直流单臂电桥的使用步骤外,还应注意被测电阻应与电桥的电压端和电流端正确连接。若被测电阻没有专门接线,应设法使每端引出两根线,分别接电压端和电流端,而且引线应尽量短而粗,接头要牢靠。电压接头应比电流接头更靠近被测电阻,测量时操作要快。现以 QJ24 型直流双臂电桥为例,介绍双臂电桥的使用方法。

1. 电桥各旋钮名称与作用

(1) 接线端钮。电桥面板上的左边有四个供被测电阻接线的端钮,P1、P2 为电位端钮,C1、C2 为电流端钮。

(2) 外接电源端钮。在电桥面板右上方位置备有两个外接电源端钮,标有“+”和“-”。如果需要外接电源,应该按说明书规定选择直流电源,接在外接电源正负极相应的端钮上,以保证电桥有足够的工作电压,可提高电桥的灵敏度。

(3) 电源选择开关。电桥面板上方靠近边缘的地方设有电源选择开关,如果电桥用外接电源,就将选择开关拨向“外”;如果用内接电源,就将选择开关拨向“内”。内接电源采用

干电池放在电桥背部的电池盒内,作为电桥经常使用的电源。

(4) 倍率开关。面板上方位置设有倍率开关,标有短路和 $\times 1$ 、 $\times 10^{-1}$ 、 $\times 10^{-2}$ 、 $\times 10^{-3}$ 、 $\times 10^{-4}$ 等不同数值。利用旋转倍率开关,选择不同的比例,可得到不同的电阻测量范围。

(5) 检流计。电桥的平衡是用检流计来指示的,它的结构与磁电系测量机构基本上相同,检流计标度尺的零点通常是在中央,指针可正向或负向偏转,并在检流计上有一个调零旋钮。未通电时,如果检流计的指针不在零点,可按指示方向旋转旋钮,将指针调到零点上。

(6) B、G 按钮。B 为电源按钮, G 为检流计按钮,按下 B 时,表示接通电源,按下 G 时,表示接通检流计。

(7) 刻度盘。刻度盘为可变电阻,阻值在 0.01~0.11 之间变化,在面板上有相应的刻度,测量时调节倍率和刻度盘至检流计指零为止。

2. 注意事项

(1) 电桥与被测电阻的连接有四根引线,接线时要使电位接头靠近被测电阻,电流接头和电位接头应正确连接。

(2) 双电桥工作时电流较大,要求电源的容量大,因此可使用外接电源。测量时操作要快,测量结束后应立即切断电源。

(3) 被测电阻值就是当检流计指针平稳指零时,比例值乘以标度盘读数。

三、交流电桥的使用

635 型阻抗电桥是一种典型的交流电桥,既可用于测量电阻、电感及电容等参数,也可用于进行介质损耗角正切的测量,其面板如图 1-16 所示。

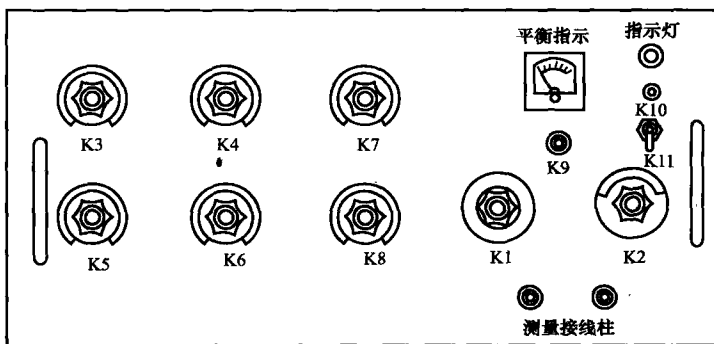


图 1-16 635 型阻抗电桥面板

K1—倍率选择旋钮; K2—测量选择旋钮(分为电阻、电感 $Q_{10\sim 100}$ 、电感 $Q_{0\sim 10}$ 、电容 $D_{0\sim 1}$ 四挡);

K3、K4、K7—可变电阻 R 的三个调节旋钮; K5、K6、K8—可变电阻 R 的三个调节旋钮

(测电感或电容时使用); K9—灵敏调节旋钮; K10—调零旋钮; K11—电源开关

635 型交流电桥测试操作步骤如下:

(1) 根据电桥的要求接好电源,电源电压波动幅度不大于 $\pm 10\%$ 。

(2) 开启电桥上电源开关 K11,此时电源指示灯亮。然后把灵敏度旋钮 K9 向左转至最小位置,调节零旋钮 K10 使平衡指示表针指向标度线以内。



(3) 再向右旋动灵敏度旋钮 K9 至最大位置, 这时“平衡指示”指针应复原位, 即指零位以上。

(4) 将 K3~K8 各旋钮都旋至零位。

(5) 测量电阻的步骤:

1) 将被测电阻接到 635 型交流电桥的“测量接线柱”上。

2) 把测量选择旋钮 K2 旋至电阻挡上。

3) 估计或用万用表初测被测电阻值, 将 K3、K4、K7 置适当的挡位上。

4) 调整灵敏度旋钮 K9, 使平衡指针指在刻度的中间位置。

5) 依次调整 K3、K4、K7, 使平衡指示指针最大限度向右偏转。此时, 认为电桥已处平衡状态。

6) 将 K3、K4、K7 的读数相加, 再乘以倍率就是被测电阻值。

7) 如果被测电阻比较大, K3、K4 都已旋至最大值, 而平衡指示指针一直没有向右偏转, 则应改变倍率, 重新测量。

(6) 测量电感的步骤:

1) 将被测电感接在测量接线柱上。

2) 粗估电感值, 并置 K2 于适当挡位上。

3) 调整 K1 倍率开关, 选取合适倍率。

4) 根据估计值把 K3、K4、K7 调整至适当位置。

5) 同测量电阻一样, 调整 K3、K4、K7 使电桥达到平衡。读取 K3、K4、K7 指示值并相加, 再乘以 K1 指示的倍率, 即为所测电感值。

6) 对于低 Q 值线圈, 电桥不易达到平衡。这时, 必须反复调整各有关旋钮, 使电桥达到平衡, 然后再读取数值, 以减小测量误差。

(7) 测量电容的步骤:

1) 将被测电容接在测量接线柱上。

2) 将 K2 调到测量电容 $D_{0\sim 1}$ 挡上。

3) 粗略估计被测电容的电容量, 将 K1 置于适当位置。

4) 调整 K3、K4、K6、K7、K8, 使电桥达到平衡。其操作方法与测量电阻、电感时相同。

5) 读取 K3、K4、K7 值并相加, 就是被测电容器的电容量。

6) K6、K8 指示值相加即为被测电容器的介质损耗因数。

7) 如果 K3、K4 调到最大值而平衡指示的指针始终没有向右偏转, 则应改变倍率选择开关 K1 的挡位, 重新测量。

8) 测量结束, 首先关断电桥面板上电源开关, 然后拔掉电源插头, 将电桥妥善保管。

任务四 示波器的使用与维护

示波器是一种能直接在示波管屏幕上显示出电信号变化曲线的仪器, 它不但能像电压表、电阻表那样读出被测信号的幅度, 也能像频率计、相位计那样测出周期、频率和相位, 而且还能观察到信号非线性失真的情况。对于脉冲信号的测试, 目前尚无其他的仪器能测