



上岗之路

维修电工 技能实战训练

机械工业职业教育研究中心 组编

提高版

上岗取证之法宝
学习技能之锦囊



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

上岗之路

维修电工技能实战训练

——提高版

机械工业职业教育研究中心 组编



机械工业出版社

本系列丛书分入门版和提高版，书中以技能训练实例为主，遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的规律，以提高读者的综合技能水平。本书是提高版，主要内容包括：电工常用工量具的使用，电力变压器、互感器、多速异步电动机、电磁调速电动机、直流电机和同步电机的检修，电缆终端头的制作，配电盘的安装调整，以及部分典型设备电气控制系统的制作、安装调试、故障维修的操作要领和技能。为便于培训和考核，书末还附有技能考核自测题。

本书配有大量插图，形象直观，文字叙述简明扼要、通俗易懂，可供中级技术工人培训和自学之用，也可作为技工学校、职业技术学院的生产实习教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技能实战训练：提高版/机械工业职业教育研究中心组编. —2版. —北京：机械工业出版社，2004.9

(上岗之路)

ISBN 7-111-04952-7

I. 维... II. 机... III. 电工 - 维修 - 基本知识
IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 087399 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：王振国 版式设计：霍永明 责任校对：李秋荣

封面设计：鞠 杨 责任印制：李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

850mm × 1168mm $\frac{1}{32}$ · 7.75 印张 · 204 千字

定价：15.00 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

出版说明

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革和发展的决定》精神，满足企业职工学习技能的需要，我们组织出版了这套“上岗之路”丛书。

本套丛书共 30 本，包括 15 个工种的入门版和提高版，是根据原机械工业部统编的《机械工人操作技能培训教材》重排修订而成的。原教材作为我国第一套操作技能培训教材，以其内容实用，训练实例典型、通用、可操作性强，立体插图形象直观，文字叙述简明扼要、通俗易懂等特点，在工矿企业的技能培训，技工学校、职业技术学校的实习教学等方面发挥了很大的作用，受到了广大读者的好评，直到现在仍有不少读者订购。但由于原教材采用铅排印刷，不便于再版。为使这套教材更好地发挥其作用，经与编委会协商，决定对其进行重排修订。

为保持本套书的特色，本次修订仅对原教材中结构安排不合理之处进行调整，删去部分意义不大、代表性不强的内容，并适当补充一些必要的新知识，全面采用新的技术标准。为便于读者携带，开本由原来的 16 开改为大 32 开。

本套丛书可供初、中级技术工人培训和自学之用，也可作为技工学校、职业技术学校的生产实习教学用书。

本书由徐素桥、蒋锡正、周道意、陶建强、于振刚编著，范镇、黄冠群、陆缨审稿。

由于修订时间仓促，书中难免有缺点和错误，恳切希望广大读者批评指正，以便下次修订时参考。

机械工业职业教育研究中心

目 录

出版说明

单元 1 常用工具、量具的使用	1
技能训练 1 塞尺的使用	1
技能训练 2 喷灯的使用	2
技能训练 3 功率表的使用	3
技能训练 4 电桥的使用	5
技能训练 5 示波器的使用	10
单元 2 电力变压器的修理	18
技能训练 1 电力变压器的使用和保养	18
技能训练 2 电力变压器的吊心检查	19
技能训练 3 电力变压器的试验	23
技能训练 4 电力变压器的故障诊断与排除	28
单元 3 10kV 电压互感器和电流互感器的使用、维修	31
技能训练 1 10kV 电压互感器和电流互感器的使用和保养	31
技能训练 2 10kV 电压互感器和电流互感器的更换	40
单元 4 低压电缆终端头和中间接线盒的制作	43
技能训练 1 低压电缆终端头的制作	43
技能训练 2 低压电缆中间接线盒的制作	49
技能训练 3 低压电缆中间接线盒和终端头的故障检查与维修	52
单元 5 交流多速异步电动机的修理	53
技能训练 1 单绕组多速异步电动机绕组的修理	53
技能训练 2 单绕组多速异步电动机的检修	60

技能训练 3 单绕组多速异步电动机控制电路的检修	65
单元 6 交流同步电机的拆装及一般修理	74
技能训练 1 三相同步电机的拆卸和装配	74
技能训练 2 同步电机定子绕组的接线	77
技能训练 3 三相同步电机转子励磁绕组的检修	85
技能训练 4 同步电机阻尼环的故障检修	87
技能训练 5 同步电机集电环故障的检修	91
技能训练 6 同步发电机不可控电抗移相相复励系统控制电路一般故障的排除	93
单元 7 中小型直流电机的故障修理	97
技能训练 1 中小型直流电机的拆装及保养	97
技能训练 2 直流电机的检查测试	107
技能训练 3 直流电机的绝缘故障及修理	111
技能训练 4 电机转子的平衡	119
单元 8 电磁调速电动机的修理及试车	122
技能训练 1 电磁调速电动机的拆装	122
技能训练 2 电磁调速电动机绕组的修理	124
技能训练 3 电磁调速电动机的维护和故障排除	126
技能训练 4 电磁调速电动机的接线和试车	128
技能训练 5 电磁调速控制器的检修与调整	130
单元 9 晶闸管整流电路安装与调整	134
技能训练 1 晶闸管整流器件和单结晶体管的简易测试	134
技能训练 2 晶闸管整流电路的装接	138
技能训练 3 单相半控桥式晶闸管整流电路的调试	145
技能训练 4 单相半控桥式晶闸管整流电路的故障诊断与排除	152
单元 10 常用机床、桥式起重机电气控制装置的安装、调试及故障检修	156
技能训练 1 X6130 型万能升降台铣床电气控制装置的安装、	

调试与维修	156
技能训练 2 20/5t 桥式起重机电气控制装置的安装与检修	179
单元 11 10kV 及 10kV 以下配电装置的安装	201
技能训练 1 低压断路器的安装与调试	201
技能训练 2 10kV 高压少油断路器的安装、调整和检修	207
技能训练 3 10kV 及 10kV 以下变配电装置的安装	212
技能训练 4 车间动力配电箱的安装	213
技能考核自测题	218
1. 大修 75kW 异步电动机 (Y280S-4 型) 并接线、试验	218
2. 修理 28kW 三速异步电动机并接线、试车	218
3. 中修 AX-500 型直流电焊机	219
4. 检修直流电动机 (ZBD-93 型) 电刷火花过大、不能起动、 发热、噪声过大的故障	220
5. Z35 型摇臂钻床电气控制设备的调试与检修	221
6. T610 型卧式镗床电气控制装置的安装与调试	222
7. 中修同步电动机及其控制线路的接线、调整、试车	222
8. YZT2 系列电磁调速电动机和控制器的检修与调整	224
9.1 M1040 型无心磨床电气控制装置的安装与调试	225
9.2 M1040 型无心磨床晶闸管控制电路的故障维修	225
10. M7475B 型平面磨床电气设备的安装和故障排除	228
11. 接近开关的安装与调试	232
12. 晶闸管-直流电动机调速装置的故障维修	232
13. B2012A 型龙门刨床工作台直流电路的故障维修	233
14. 中频发电机组感应加热电气控制装置的调试与维修	233
15. 380V 低压电缆终端头的制作	233
16. C534 型立式车床电气故障的检修	233
17. 20/5t 桥式起重机电气故障的维修	233
18. X62W 型万能升降台铣床的故障维修	237
19. 用示波器调试晶闸管整流电路与触发电路	238
20. 低压断路器的调整	238

常用工具、量具的使用



技能训练 1

塞尺的使用

塞尺主要用于检验相配合表面之间的间隙大小或与其他量具配合检验零件相关平面间的间隙误差。

在电气调试与检修过程中，特别是在高精度的机电一体化设备中，必须了解机械与电气方面的一系列相关因素，分清装配和调整位置传感器及其他检测元件，调整电磁制动器制动轮与制动瓦间的间隙等，这些都需要使用塞尺。塞尺的构造如图 1-1 所示。

(1) 塞尺的使用 使用塞尺可以使测量既快捷又准确。现以间隙调整为例，塞尺的使用方法如下所述。

1) 针对某一配合间隙，根据其理想尺寸的允许值，选取相对应或相近尺寸的塞尺片。

2) 手握塞尺片的后端，使塞尺片平面与间隙面平行，轻缓插入间隙中，如图 1-2 所示。

3) 如果间隙过大，则增大塞尺片厚度，继续测量，直到塞尺片厚度与间隙相符，根据相差值调整间隙直至理想尺寸；如果塞尺插不进去，不要硬插，更换较薄的塞尺片，直到正好插入间隙，根据测得的差值，增大间隙直至理想尺寸。

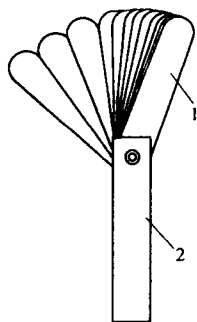


图 1-1

1—塞尺片
2—塞尺片护罩

(2) 使用塞尺的注意事项

1) 使用时, 塞尺及测量工件表面要求清洁、光滑、无污物。

2) 根据尺寸, 可用一片或数片重叠进行测量。当数片重叠时, 应用力捏紧尺片, 确保片间充分紧贴, 以使测量结果准确。

3) 塞尺片应轻缓插入间隙, 切忌硬插, 以防塞尺片弯曲或折断。

4) 不允许用塞尺测量温度较高的工件。

5) 塞尺使用完毕, 应及时清除污物, 保持清洁, 放回护套中, 并妥善保存。

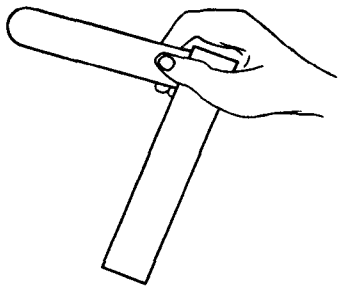


图 1-2



技能训练 2

喷灯的使用

(1) 喷灯的使用 喷灯是一种利用喷射火焰对工件进行加热的工具, 常用于锡焊时加热烙铁或工件。在电工操作中, 制作电力电缆终端头或中间接头及焊接电力电缆接头时, 都要使用喷灯。

按照使用燃料油的不同, 喷灯分为煤油喷灯和汽油喷灯两种, 其外形结构如图 1-3 所示。使用时, 具体操作如下所述。

1) 根据喷灯所用燃料油的种类, 加注燃料油; 首先旋开加油螺塞, 注入燃料油, 注入油量要低于油桶最大容量的 $3/4$, 然后旋紧加油螺塞。

2) 操作手动泵增加油桶内油压, 然后在点火碗中加入燃料油, 点燃烧热喷嘴后, 再慢慢打开进油阀门, 观察火焰。如果火焰喷射力达到要求, 即可开始使用。

3) 手持手柄, 使喷灯保持直立, 将火焰对准工件即可。

(2) 使用喷灯的注意事项 喷灯在喷射燃烧时, 火焰温度高达 900°C 以上。使用时应注意以下几点。

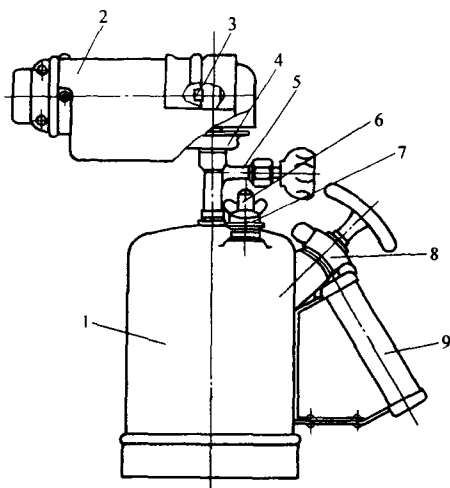


图 1-3

1—油桶 2—灯头 3—喷嘴 4—点火碗 5—进油阀
6—安全阀 7—加油螺塞 8—手动加压泵 9—手柄

1) 使用前应仔细检查油桶是否漏油、喷嘴是否畅通, 是否有漏气等。

2) 打气加压时, 首先检查并确认进油阀可以可靠关闭。喷灯点火时, 喷嘴前严禁站人。

3) 工作场所不能有易燃物品。喷灯工作时应注意火焰与带电体之间的安全距离: 10kV 以上大于 3m, 10kV 以下大于 1.5m。

4) 油桶内的油压应根据火焰喷射力掌握。

5) 喷灯的加油、放油和维修应在喷灯熄火后进行。喷灯使用完毕, 倒出剩余燃料油并回收, 然后将喷灯污物擦除, 妥善保管。



技能训练 3

功率表的使用

功率表就是瓦特表, 包括单相功率表 and 三相功率表。功率表既可用于测量有功功率, 又可用于测量无功功率; 它既能直

接测量，也可在扩大量程后测量。

(1) 用单相功率表扩大量程测量有功功率
当负载功率超出功率表的量程范围时，通过使用电流互感器来扩大量程，其接线如图 1-4 所示。

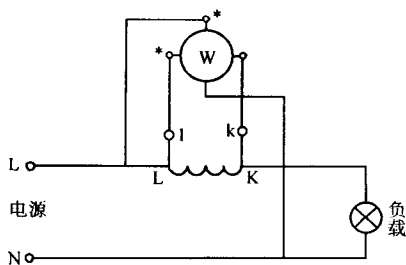


图 1-4

(2) 三相二元件功率表测量功率的连接 三

相二元件功率表通常用于高压线路功率的测量，采用电压互感器和电流互感器法扩大量程，其接线如图 1-5 所示。

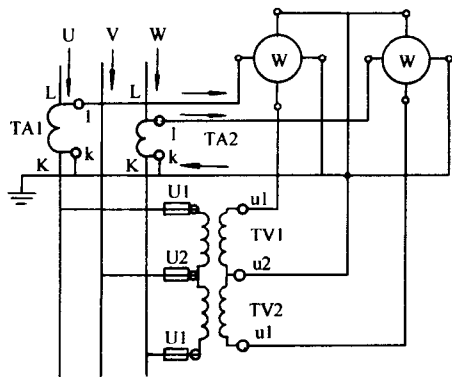


图 1-5

连接注意事项：

- 1) 功率表的极性不能接反。
- 2) 电压互感器和电流互感器在连接时要注意极性，对准标号，不能接反。

(3) 用单相功率表测量无功功率 在对称三相电路中，采用一只单相功率表测量三相无功功率，与测量有功功率不同的是把 UVW 加在功率表的电压支路上，其连接方法如图 1-6 所示。

这时, 实际三相功率就是该测得值乘以 3。

(4) 用两只单相功率表测量三相功率 用两只单相功率表测量三相功率时, 连接方法如图 1-7 所示。用一只功率表取测量 UV 线电压、U 相电流; 另一只功率表取测量 WV 线电压、W 相电流。测量时, 分别读出两只单相功率表各自的读数 P_1 和 P_2 , 三相有功功率 $P = |P_1 \pm P_2|$; 三相无功功率 $Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2)$ 。注意: 如果表针反偏, 则要反接电压线圈, 该表上读数为 P_2 , 计算时取负值。

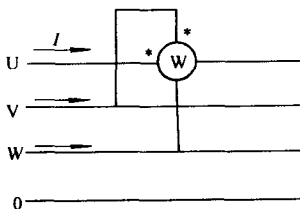


图 1-6

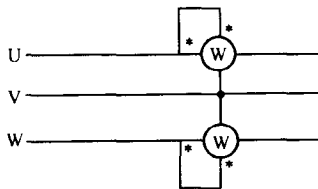


图 1-7

(5) 用三只功率表测量三相无功功率 在三相负载完全平衡的电路中, 只要测量出其中一相, 就可以知道三相无功功率。但实际被测电路, 往往是三相负载不平衡, 这时应采用三只功率表来测量, 接线方法如图 1-8 所示。

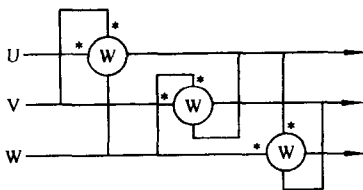


图 1-8

注意事项: 使用三只功率表测量, 当出现表针反偏现象时, 只要将该相电流线圈反接即可。在计算总无功功率 $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ 时, 反接的一相 Q 取负值计算。



技能训练 4

电桥的使用

电桥在电磁测量中应用广泛, 其特点是灵敏度和准确度都

很高。电桥包括直流电桥和交流电桥两大类。

1. 直流电桥的使用

直流电桥用于测量直流电阻值。根据不同的结构特点，可分为直流单臂电桥和直流双臂电桥。

(1) 直流单臂电桥的使用 以 QJ23 型电桥为例，它主要用于测量 $1 \sim 10^6 \Omega$ 的中值电阻，其面板结构如图 1-9 所示。直流单臂电桥测量电阻的操作步骤如下所述。

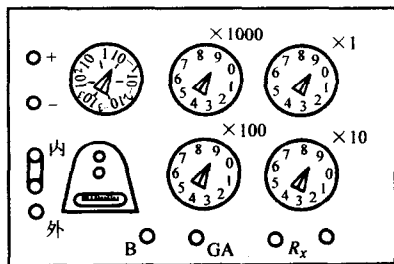


图 1-9

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，使指针指示零位。

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_x ”对应的两个接线柱上。

3) 先按下电源按钮 B，再按下检流计按钮 GA（如此时指针偏转过快，则应及时松开该按钮），接通电源和检流计，同时调节比例臂电阻读数盘：如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) 测量完毕，应先松开按钮 GA，再松开按钮 B。

(2) 使用直流单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。读数应该是在分别按下 B、GA 以后，指针平稳指零时的读数。

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) 由于受到接头处接触电阻和连接导线电阻的影响，直流单电桥不宜测量阻值小于 1Ω 的电阻。

5) 被测导体的电阻值将受到温度变化的影响，因此在测量时，应当记录测量时的环境温度（如能测得被测电阻本身的实际温度，则更理想）。

6) 长期不用该电桥时，应将电池从电桥中取出。

(3) 直流双臂电桥的使用 直流双臂电桥是一种测量低值电阻的仪器，以 QJ103 型为例，其面板如图 1-10 所示。

使用直流双臂电桥测量电阻时，除了应遵守直流单臂电桥的有关使用规则以外，还应注意下面几点。

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，如图 1-11 所示。

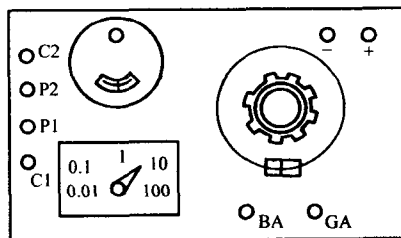


图 1-10

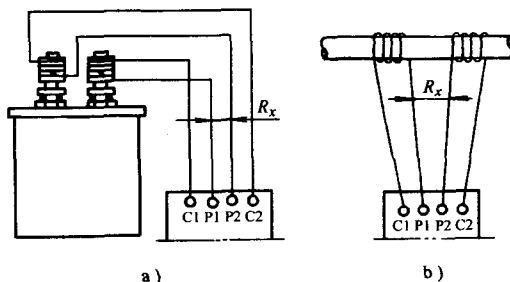


图 1-11

a) 测量电感元件 b) 测量电阻元件

2) 双臂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，测量结束后应立即关断电源。

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。

2. 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，也可用于进行损失角的测量，其外形及旋钮、开关布置如图 1-12 所示。635 型交流电桥测试操作步骤如下所述。

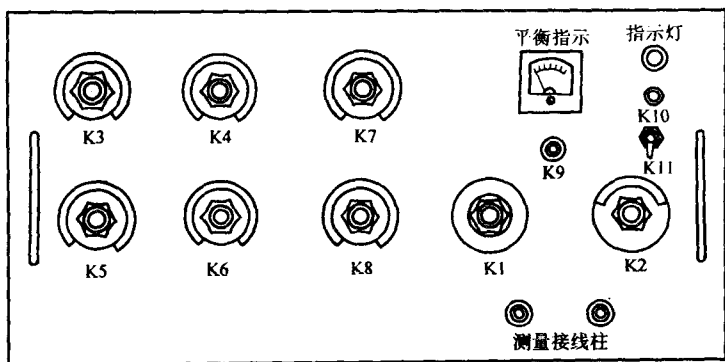


图 1-12

K1—倍率选择旋钮 K2—测量选择旋钮（分为电阻、电感 Q_{10-100} 、电感 Q_{0-10} 、电容 D_{0-1} 四档） K3、K4、K7—可变电阻 R_0 的三个调节旋钮 K5、K6、K8—可变电阻 R_s 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

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。然后把灵敏度调节旋钮 K9 向左转至最小位置，调节调零旋钮 K10 使平衡指示指针指向标度线以内。

3) 再向右旋转灵敏度调节旋钮 K9 至最大位置，这时平衡指示指针应回复原位，即指向零位以上。

4) 将 K3 ~ K8 各旋钮都旋至零位。

5) 测量电阻

① 将被测电阻接到 635 型阻抗电桥的测量接线柱上。

② 把测量选择旋钮 K2 旋至电阻档上。

③ 估计或用万用表初测被测电阻值，将 K3、K4、K7 置于适当的档位上。

④ 调整灵敏度调节旋钮 K9，使平衡指示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，认为电桥已处于平衡状态。

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

① 将被测电感接到测量接线柱上。

② 粗估电感值，并置 K2 于适当档位上。

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

① 将被测电容接到测量接线柱上。

② 将 K2 调到测量电容 $D_{0.1}$ 档级上。

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 的档级，重新测量。

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



技能训练 5

示波器的使用

示波器是一种测量和观察各种时域信号的电子测量仪器。通过示波器，不但能观测电信号的动态过程，而且能定量地测定电信号的各种参数。按照其特点和用途，示波器可分为五大类：通用示波器、多踪示波器、取样示波器、存储示波器以及特殊示波器等。SR8 型示波器是一种常用的便携式双踪示波器，其面板功能旋钮和开关分布如图 1-13 所示。以 SR8 型示波器为例，其使用方法如下所述。

(1) 测量前各旋钮及键的调节

1) 对主机部分，将亮度旋钮，逆时针旋到底；将聚焦及辅助聚焦旋钮逆时针方向旋到底。

2) 对水平通道 X，将电平旋钮 16 顺时针旋到底；将极性开关 10 置于“+”位置；置触发耦合开关 14 于 AC 位置；将触发源选择开关 17 置内；触发方式开关 12 置于自动位置；扩展钮 11 置于正常位置（不拉出）；扫描速度开关（ t/div ）7 置于 $50\mu\text{s}/\text{div}$ ；微调旋钮 8 放在校准位置。

3) 对垂直通道 Y，将灵敏度选择开关 23 置于 $5\text{mV}/\text{div}$ ，将微调置于校准；Y 轴移位 25 置中间位置；将 Y 轴输入选择开关 24 置于 $\perp$ 位置；置显示方式开关 19 于 Y_A ；将内触发/拉- Y_B 20 置正常位置（不拉出）；将极性/拉- Y_A 21 置正常位置（不拉出）。