



国家职业资格培训教材

维修电工 (中级) 鉴定培训教材

国家职业资格培训教材编审委员会 组编

王兆晶 主编

依据 **人力资源和社会保障部 2009**
制定的《国家职业技能标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本教材是依据《国家职业技能标准》维修电工（中级）的知识要求，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试的需要编写的，主要内容包括：电工仪器仪表的使用与维护、电气设备的使用与维修、低压电器和电动机控制电路的应用、一般机械设备电气控制电路的检修、电子技术和电力电子技术、可编程序控制器技术、自动控制元件的应用。每章前有培训目标，章末有复习思考题，以便于企业培训和读者自测。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

维修电工（中级）鉴定培训教材/王兆晶主编. —北京：机械工业出版社，2011.1

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-32137-8

I. ①维… II. ①王… III. ①电工—维修—职业技能鉴定—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 194392 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：王振国 责任编辑：王振国

责任校对：肖琳 封面设计：饶薇

责任印制：杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·9.125 印张·1 插页·257 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-32137-8

定价：22.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者服务部：(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍		
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英
委 员	(按姓氏笔画排序)		
	王 蕾	王兆晶	王英杰
	田力飞	刘云龙	刘书芳
	朱 华	沈卫平	汤化胜
	李俊玲 (常务)	李家柱	李晓明
	李超群	李培根	李援瑛
	何月秋	张安宁	张吉国
	张敬柱 (常务)	陈玉芝	陈业彪
	陈建民	周新模	郑 骏
	杨君伟	杨柳青	卓 炜
	周庆轩	施 斌	荆宏智 (常务)
	柳吉荣	贾恒旦	徐 彤
	潘 茵	戴 勇	黄志良
顾 问	吴关昌		
策 划	荆宏智	李俊玲	张敬柱
本 书 主 编	王兆晶		
本书副主编	阎 伟	刘传顺	
本 书 参 编	宋明学	王兰军	孙 斌

序

为落实国家人才发展战略目标，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业，共172种，2005年出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测，受到全国各级培训、鉴定部门和技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定、考工和读者自学的需要，为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格培训的品牌教材。JJJ——“机工技能教育”品牌已深入人心。

按照国家“十一五”高技能人才培养体系建设的主要目标，到“十一五”期末，全国技能劳动者总量将达到1.1亿人，高级工、技师、高级技师总量均有大幅增加。因此，从2005年至2009年的五年间，参加职业技能鉴定的人数和获取职业资格证书的人数年均增长达10%以上，2009年全国参加职业技能鉴定和获取职业资格证书的人数均已超过1200万人。这种趋势在“十二五”期间还将会得以延续。

为满足职业技能鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定在已经出版的《国家职业资格培训教材》的基础上，贯彻“围绕考点，服务鉴定”的原则，紧扣职业技能鉴定考核要求，根据企业培训部门、技能鉴定部门和读者的不同需求进行细化，分别编写理论鉴定培训教材系列、操作技能鉴定实战详解系列和职业技能鉴定考核试题库系列。

《国家职业资格培训教材——鉴定培训教材系列》用于国家职业技能鉴定理论知识考试前的理论培训。它主要有以下特色：

- 汲取国家职业资格培训教材精华——保留国家职业资格培训教材的精华内容，考虑企业和读者的需要，重新整合、更新、补充和完善培训教材的内容。

- 依据最新国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》要求为依据，以“实用、够用”为宗旨，以便于培训为前提，提炼重点培训和复习的内容。

- 紧扣国家职业技能鉴定考核要求——按复习指导形式编写，教材中的知识点紧扣职业技能鉴定考核的要求，针对性强，适合技能鉴定考试前培训使用。

《国家职业资格培训教材——操作技能鉴定实战详解系列》用于国家职业技能鉴定操作技能考试前的突击冲刺、强化训练。它主要有以下特色：

- 重点突出，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。

- 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。

- 解析详细，具有实用性——工艺分析、操作步骤和重点解析详细。

- 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

《国家职业资格培训教材——职业技能鉴定考核试题库系列》用于技能培训、鉴定部门命题和参加技能鉴定人员复习、考核和自检自测。它主要有以下特色：

- 初级、中级、高级、技师、高级技师各等级全包括。

- 试题可行性、代表性、针对性、通用性、实用性强。

- 考核重点、理论题、技能题、答案、鉴定试卷齐全。

这些教材是《国家职业资格培训教材》的扩充和完善，在编写时，我们重点考虑了以下几个方面：

在工种选择上，选择了机电行业的车工、铣工、钳工、机修钳工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工等近二十个主要工种。

在编写依据上，依据最新国家职业标准，紧扣职业技能鉴定考核要求编写。对没有国家职业标准，但社会需求量大且已单独培训和考核的职业，则以相关国家职业标准或地方鉴定标准和要求为依

据编写。

在内容安排上，提炼应重点培训和复习的内容，突出“实用、够用”，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，掌握各种类型题的应试技巧和方法。

在作者选择上，共有十几个省、自治区、直辖市相关行业 200 多名从事技能培训和考工的专家参加编写。他们既了解技能鉴定的要求，又具有丰富的教材编写经验。

全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们在编写这套培训教材中尽了最大努力，但教材中难免存在不足之处，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

为了进一步提高维修电工从业人员的基本素质和理论知识，增强各级、各类职业学校在校生的就业能力，满足本工种职业技能培训、考核、鉴定等工作的迫切需要，我们精心组织了部分经验丰富的讲师、工程师、技师共同编写了这本《维修电工（中级）鉴定培训教材》。

本书是根据中华人民共和国人力资源和社会保障部制定的国家职业技能标准《维修电工》组织编写的，以现行电器和设备维修、电气施工及验收规范为依据，以实用、够用为宗旨，力求浓缩、精炼、科学、规范、先进。

本书由王兆晶任主编，阎伟和刘传顺任副主编，参加编写的人员还有宋明学、王兰军、孙斌。

编者在编写过程中参阅了大量的相关规范、规定、图册、手册、教材及技术资料等，并借用了部分图表，在此向原作者致以衷心的感谢。如有不敬之处，恳请见谅。

由于教材知识覆盖面较广，涉及的标准、规范较多，加之时间仓促、编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请各位同行、专家和广大读者批评指正，以期再版时臻于完善。

编 者

目 录

M U L U

序

前言

第一章 电工仪器仪表的使用与维护	1
第一节 常用仪器仪表的使用	1
一、功率表	1
二、电桥	5
三、晶体管特性图示仪	12
四、示波器	18
五、低频信号发生器	24
第二节 常用仪器仪表的维护	27
复习思考题	28
第二章 电气设备的使用与维修	30
第一节 小型变压器的应用	30
一、变压器的工作原理	30
二、变压器的结构	31
三、特殊变压器	32
第二节 小型电焊机的应用	34
第三节 三相异步电动机的应用	37
一、三相异步电动机的结构和工作原理	37
二、三相异步电动机的使用与维护	39
三、三相异步电动机定子绕组的重绕	48
第四节 直流电动机的应用	69
一、直流电动机的结构和工作原理	69
二、直流电动机的使用与维护	77

复习思考题	82
第三章 低压电器和电动机控制电路的应用	83
第一节 其他低压电器的应用	83
一、计数器的原理与应用	83
二、继电器的原理与应用	89
第二节 三相笼型异步电动机的起动控制电路	97
一、串电阻减压起动控制电路	98
二、Y- Δ 减压起动控制电路	100
三、自耦变压器减压起动控制电路	103
四、延边三角形减压起动控制电路	106
五、软起动	108
第三节 三相笼型异步电动机的制动控制电路	108
一、机械制动	108
二、电气制动	111
第四节 多速异步电动机的控制电路	117
一、双速异步电动机定子绕组的连接	117
二、双速电动机的控制电路	118
三、三速电动机的控制电路	120
第五节 绕线转子异步电动机的起动与调速控制电路	121
一、转子绕组串电阻起动控制电路	121
二、转子绕组串频敏变阻器起动控制电路	124
复习思考题	129
第四章 一般机械设备电气控制电路的检修	131
第一节 机床电气一般故障的检修方法	131
一、一般电气故障的检修步骤	131
二、一般电气故障的检修方法	133
第二节 CA6140 型车床电气控制电路的检修	138
一、CA6140 型车床电气控制电路分析	139
二、CA6140 型车床常见电气故障的分析与检修	142

第三节 M7130 型平面磨床电气控制电路的检修	144
一、M7130 型平面磨床电气控制电路分析	144
二、M7130 型平面磨床常见电气故障的分析与检修	148
第四节 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路的分析	150
一、Z3040 型摇臂钻床的结构和运动形式	150
二、Z3040 型摇臂钻床的拖动方式与控制要求	152
三、Z3040 型摇臂钻床电气控制电路分析	152
四、Z3040 型摇臂钻床常见电气故障的分析与检修	157
复习思考题	160
 第五章 电子技术和电力电子技术	161
第一节 模拟电子电路的安装与调试	161
一、单相桥式整流滤波电路的安装与调试	161
二、串联型可调稳压电源的安装与调试	162
三、集成放大电路的安装与调试	165
第二节 数字电路的安装与调试	167
一、集成芯片的识别与测试	167
二、智力抢答器的安装与调试	172
三、计数、译码和显示电路的安装与调试	174
四、步进电动机转速控制电路的安装与调试	179
五、数字秒表电路的安装与调试	182
第三节 电力电子技术	184
一、触发电路的安装与调试	184
二、晶闸管整流电路的安装与调试	187
三、单相晶闸管变流技术	189
复习思考题	192
 第六章 可编程序控制器技术	193
第一节 概述	193
一、PLC 的控制功能	193
二、PLC 的常用技术性能指标	194

三、PLC 的基本结构	195
四、PLC 的工作原理	198
第二节 松下 FP 系列 PLC 产品及性能简介	199
一、FP 系列 PLC 的性能	199
二、FP1 系列 PLC 的产品及性能简介	200
三、FP1 系列 PLC 的内部寄存器及 I/O 配置	202
第三节 指令系统	205
一、基本顺序指令	206
二、基本功能指令	222
复习思考题	240
第七章 自动控制元件的应用	242
第一节 常用传感器	242
一、常用传感器的分类	242
二、常用传感器的原理与应用	242
第二节 软起动器	254
一、软起动器的分类	254
二、软起动器的结构与原理	255
三、软起动器的应用举例	259
第三节 交流变频器	260
一、变频器的分类	261
二、变频器的结构与原理	261
三、变频器的应用举例	265
第四节 光电编码器	267
一、光电编码器的分类	267
二、光电编码器的结构与原理	268
三、光电编码器的应用举例	271
复习思考题	273
参考文献	274

第一章

电工仪器仪表的使用与维护



培训目标 熟悉电工常用仪器仪表的用途和结构；掌握常用仪表的接线方法、使用与维护方法；掌握常用仪器的使用与维护方法。

第一节 常用仪器仪表的使用

一、功率表

功率表又称为瓦特表，是用来测量电功率的仪表。相对于其他仪表，功率表的使用较为复杂，其复杂性主要体现在接线方法上。

1. 单相功率表

(1) 选择 功率表的选择主要是指量程的选择，即正确选择功率表的电流量程和电压量程。其原则是：电流量程能允许通过负载电流，电压量程能承受负载电压。

但若被测电路的功率因数特别低（如变压器空载损耗测量时仅为 0.2 左右），则应选用低功率因数的功率表。

(2) 接线方法 功率的测量必须反映电压、电流两个物理量，因而在表内分别设有电压线圈和电流线圈。这两个线圈在表的板面上各有两组接线柱，且其中均有一端标有“*”符号，如图 1-1a 所示。

功率表接线必须把握的两条原则是：第一，电压线圈与被测电路



并联，电流线圈与被测电路串联（注意：切不可与负载并联！）；第二，带有符号“*”的电压、电流接线柱必须同为进线。具体做法是：有符号“*”的电流接线柱应接电源端，另一接线柱接负载端；标有符号“*”的电压接线柱一定要接在带有符号“*”的电流接线柱所接的那根电源线上，无符号的接线柱接在电源的另一根线上。

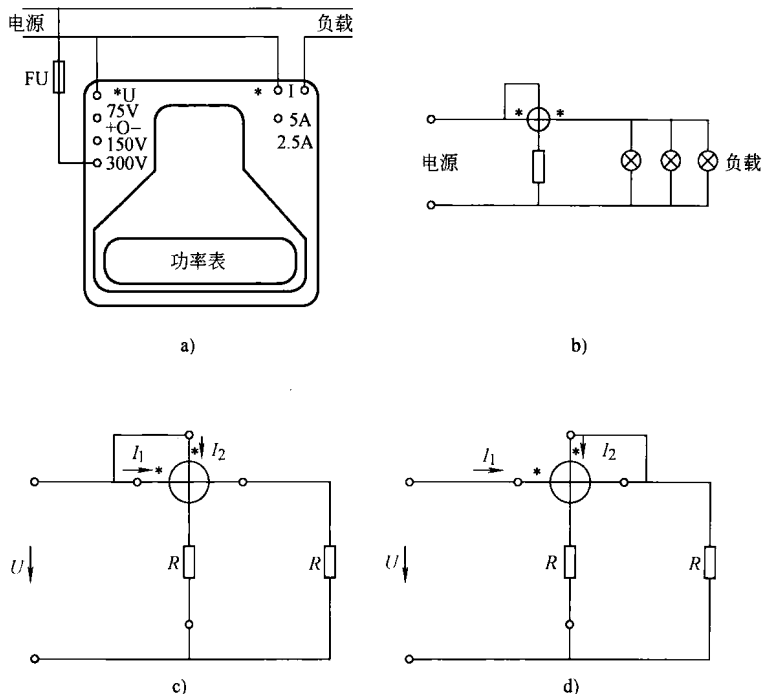


图 1-1 功率表的两种接线方法

a) 接线方法 b) 接线原理 c) 电压线圈前接方式 d) 电压线圈后接方式

为减少测量误差，根据负载大小，功率表的正确接线有两种方式可供选择，即电压线圈前接方式和电压线圈后接方式，如图 1-1c、d 所示。当负载电阻较大（电流较小）时，应选用电压线圈前接方式；当负载电阻较小（电流较大）时，应选用电压线圈后接方式。

接线时，应合理选择电压、电流的量程，并正确读取数据，所选择的电压、电流量程的乘积为功率表的满偏数值。



当所测电路的功率较大, 电流超过了功率表的量程时, 应加接电流互感器, 如图 1-2 所示。为使功率表的电流线圈和电压线圈的电源端处在同一电位上, 应将电流互感器的二次绕组 L_2 和一次绕组 L_1 连接。

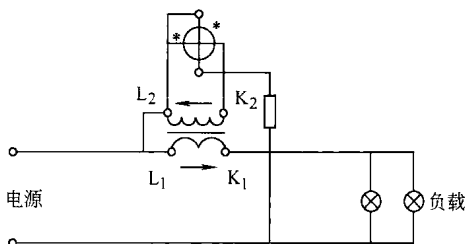


图 1-2 带电流互感器的单相功率表的接线方法

2. 三相功率的测量

三相有功功率的测量, 视三相负载的对称情况, 可采取不同的测量方法, 但从功率表的选择情况看, 不外乎单相功率表或三相功率表。

(1) 单相功率表测三相有功功率 当三相负载对称时, 可采用如图 1-3 所示的“一表法”测量三相有功功率, 将功率表的读数乘以 3 即为三相有功功率。在图 1-3a、b 所示的接线方式中, 功率表电压线圈、电流线圈所反映的是负载的相电压和相电流。当星形联结

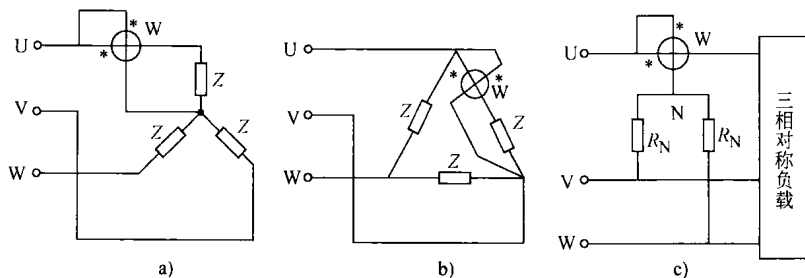


图 1-3 “一表法”测三相对称负载的功率

a) 星形联结时 b) 三角形联结时 c) 人工中点法



负载中点不能引出或三角形联结负载不能拆开引线时，可采用图1-3c所示的人工中点法接线方式。其中 R_N 的阻值应等于电压线圈回路的总电阻，以保证人工中点 N 的电位为零。

当三相负载不对称时，若是三相四线制，应采用如图 1-4 所示的“三表法”，三只单相功率表的读数之和即为三相有功功率。

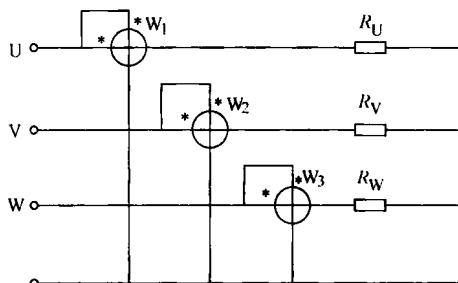


图 1-4 “三表法”测三相四线制不对称负载的功率

当三相负载采用三相三线制时，则不论其对称与否，均可采用如图 1-5 所示的“两表法”测量三相有功功率。

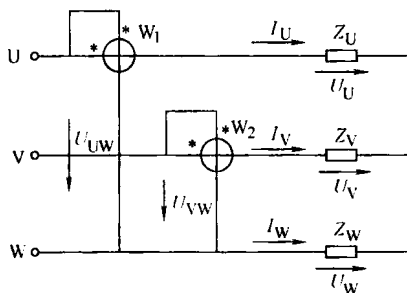


图 1-5 “两表法”测三相三线制负载的功率

在“两表法”中，两只功率表的电流线圈应串接在不同的两相线上，并将标有“*”号的接线柱接至电源侧，使通过电流线圈的电流为三相电路的线电流；两只功率表的电压线圈标有“*”号的接线柱应接至各自电流线圈所在的相线上，而另一端均接到没有电流线圈的第三相上，以使得电压线圈上的电压为电源的线电压。



在“两表法”中，每只功率表上的读数本身是没有具体物理意义的，所测三相电路的有功功率大小为：若两只功率表的读数（ P_1 、 P_2 ）为正，则三相有功功率 $P = P_1 + P_2$ ；若两只功率表中有一只读数为零，则三相有功功率 $P = P_1$ 或 $P = P_2$ ；若两只功率表中有一只读数为负，则先将该反转功率表的电流线圈反接以读取数值（设为 P_2 ）。此时，三相有功功率 $P = P_1 - P_2$ 。

（2）三相功率表测三相有功功率 三相功率表是利用“两表法”或“三表法”测量三相功率的原理，将两只或三只单相功率表的测量机构有机地合为一体而构成的。“两表法”用于三相三线对称负载的测量；“三表法”主要用于三相四线负载的测量。

用三相功率表测量有功功率时，通常因电压、电流较高，必须加接电压互感器和电流互感器。图 1-6 所示为三相二元件功率表加接电流、电压互感器的接线图。

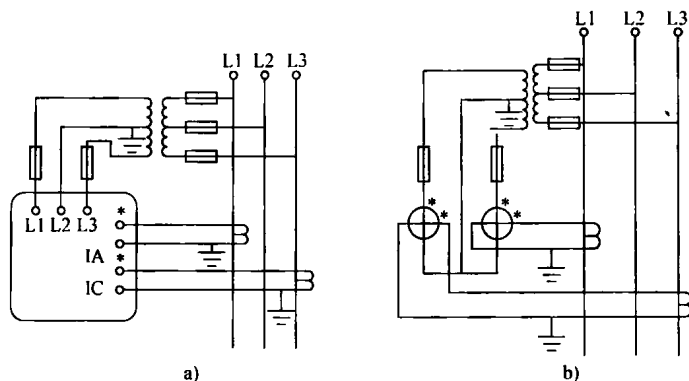


图 1-6 “一表法”测三相对称负载的功率

a) 接线方法 b) 接线原理

二、电桥

电桥是利用比较法测量电器参数的仪器，具有很高的准确度和灵敏度。它可以用来测量电阻、电容、电感等电路参数。它可分为测量电容、电感等交流参数的交流电桥和测量电阻等直流参数的直



流电桥。其中直流电桥又可分为单臂电桥和双臂电桥两种。

1. 单臂电桥

直流单臂电桥是一种用来测量电阻或与电阻有一定函数关系的比较仪器。它主要是由比例臂、比较臂（测量盘）、被测臂等构成的桥式电路。在测量时，它是根据被测量与已知量进行比较而得到测量结果的。此外，电桥还有多种用途，如高精度电桥的比较臂可作为精密电阻箱使用，比例臂可作为标准电阻使用，有时还可以作为提高测量精度的过渡仪器用。

(1) 单臂电桥的工作原理 直流单臂电桥的工作原理如图 1-7 所示。

电阻 R_x 、 R_2 、 R_3 和 R_4 接成封闭四边形。其中 R_x 为被测臂， R_2 和 R_3 构成比例臂， R_4 为比较臂。在四边形的一条对角线 ab 上，经过按钮 SB 接直流电源。另一个对角线 cd 接入平衡指示器（一般用检流计）。

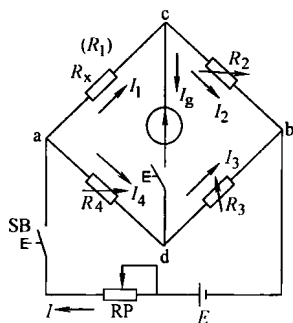


图 1-7 直流单臂电桥的工作原理

当接通按钮 SB 后，调节桥臂电阻 R_2 、 R_3 、 R_4 使检流计的指示为零，此时电桥平衡。被测电阻 R_x 的数值，可根据已知的 R_2/R_3 和 R_4 的大小计算出来，即

$$R_x = \frac{R_2}{R_3} R_4 \quad (1-1)$$

式 (1-1) 表明：当电桥平衡时，就可以从 R_2 、 R_3 和 R_4 电阻的关系式中，求得被测的电阻 R_x 值。因此，用电桥测量电阻实际上是将被测电阻与已知电阻进行比较从而求得测量结果。只要比例臂的电阻和比较臂的电阻 R_2 、 R_3 和 R_4 足够准确，则被测电阻 R_x 的测量精度就比较高。

直流单臂电桥按其准确度的不同分为：0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、1.0、1.5、2.0 八个等级。电阻 R_2 、 R_3 制成比例臂的形式， R_4 是由若干个转盘的十进电阻箱构成。图 1-8 所示为 QJ23 型直