

# 电工实验 电工实践

主 编 南寿松 许建平

副主编 张立新 刘 湘 赵丽艳 何丽梅 李沈哲

主 审 刘君义

验证性实验

综合性实验

设计性实验

计算机仿真

操作与实践



中国标准出版社

# 电工实验与电工实践

主 编 南寿松 许建平  
副主编 张立新 刘 湘 赵丽艳  
何丽梅 李沈哲  
主 审 刘君义

中国标准出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

电工实验与电工实践/南寿松等主编. —北京:中国  
标准出版社, 2003. 8

ISBN 7-5066-3202-0

I. 电… II. 南… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 053469 号

中国标准出版社出版  
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18¼ 字数 431 千字

2003 年 8 月第一版 2003 年 8 月第一次印刷

\*

印数 1—3 000 定价 28.00 元

网址 [www. bzcbbs. com](http://www.bzcbbs.com)

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

# 前言

电路原理、电路分析、电工学是电类专业与相关专业的一门重要技术基础课,其中电工实验与电工实践是整个教学过程中的一个重要环节,也是电类专业后续课程实验、实践的基础。

本书以培养学生基本电工实验与实际操作能力为目的,使学生通过本课程的学习,掌握基本电工技能,培养学生严谨的科学态度和踏实的实验作风,以及解决实际问题的能力和创新精神。

本书共分两篇,第一篇为电工实验,第二篇为电工实践。介绍了常用电工仪器、仪表的基本原理与使用方法,电工测量与操作技术,常用电工工具、器材的选择与使用,电工识图,实际电工工艺与安装技术,焊接与导线连接工艺,低压线路的敷设,配电箱的装配,实验室供电系统与安全用电知识等。书中共选编了 30 个实验,包括 26 个实际电路实验和 4 个计算机仿真实验。在这些实验中,大部分实验任务的安排由浅入深、由易到难,从传统理论验证性的实验内容逐渐过渡到综合性、设计性的实验内容。部分实验则完全属于设计性实验,学生在实验前进行电路和参数设计,再到实验室组装、焊接、调试。本书选编的 4 个计算机仿真实验提供给学生最基本的仿真实验训练,为学生更全面地应用计算机软件进行仿真分析奠定了基础。

本书注重了知识的更新,在保持传统电工实验特点的基础上,对电工学的新知识、新技术,以及实

QA784/9

验设备的新产品,电工实践的新工艺,都做了大量的体现,使教学内容能跟上日益发展的电工技术新潮流。

本书由南寿松、许建平主编,张立新、刘湘、赵丽艳、何丽梅、李沈哲副主编,其中南寿松编写绪论、第一章、第九章,刘湘编写第二章、第三章,许建平编写第七章、第十一章,张立新编写第十四章、第十八章,何丽梅编写第八章、第十三章,李沈哲编写第五章,唐克学编写第十章,谭梅编写第四章,曹洪宇编写第六章,付桂荣编写第十二章,白伟编写第十七章,赵丽艳编写第十五、第十六章,全书由南寿松统稿,刘君义教授担任主审。

本书完成初稿后,曾邀请相关院校的专家及一线教师赵励宁、刘庆彦、王屹、黄永定等对全书做了详细的审阅与讨论,并根据讨论意见做了进一步的加工与整理。

当今时代科学技术飞速发展,由于我们的水平有限,加之编写的时间仓促,书中难免有不妥之处。敬请广大师生提出坦率的批评和建议,以利于我们不断修正。

编 者

2003年3月于长春

# 目 录

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 绪论 .....                                                                 | 1         |
| <b>第一篇 电工实验</b>                                                          |           |
| <b>第一章 电工指示仪表 .....</b>                                                  | <b>7</b>  |
| 第一节 电工指示仪表概述 .....                                                       | 7         |
| 第二节 磁电系仪表 .....                                                          | 10        |
| 第三节 电磁系仪表 .....                                                          | 13        |
| 第四节 电动系仪表 .....                                                          | 14        |
| 第五节 感应系仪表 .....                                                          | 22        |
| 第六节 万用表 .....                                                            | 24        |
| 第七节 钳形电流表 .....                                                          | 29        |
| 第八节 兆欧表 .....                                                            | 31        |
| 第九节 接地电阻测试仪 .....                                                        | 33        |
| 第十节 转速表与测功器 .....                                                        | 35        |
| <b>第二章 实验用 <math>R</math>、<math>L</math>、<math>C</math> 器件和调压器 .....</b> | <b>40</b> |
| 第一节 滑线变阻器 .....                                                          | 40        |
| 第二节 十进式交、直流电阻箱 .....                                                     | 41        |
| 第三节 十进式电感箱 .....                                                         | 41        |
| 第四节 十进式电容箱 .....                                                         | 42        |
| 第五节 实际 $R$ 、 $L$ 、 $C$ 器件的等效电路 .....                                     | 43        |
| 第六节 调压器 .....                                                            | 44        |
| <b>第三章 常用电子仪器 .....</b>                                                  | <b>46</b> |
| 第一节 直流稳定电源 .....                                                         | 46        |
| 第二节 函数信号发生器 .....                                                        | 48        |
| 第三节 晶体管毫伏表 .....                                                         | 50        |
| 第四节 双踪示波器 .....                                                          | 51        |
| <b>第四章 电工测量与操作技术 .....</b>                                               | <b>59</b> |
| 第一节 测量的概念 .....                                                          | 59        |
| 第二节 测量误差产生的原因 .....                                                      | 60        |
| 第三节 测量误差的消除 .....                                                        | 62        |
| 第四节 测量数据的处理方法 .....                                                      | 63        |
| 第五节 电路接线的基本知识 .....                                                      | 65        |
| 第六节 电路图的画法 .....                                                         | 66        |
| 第七节 实验曲线的绘制 .....                                                        | 67        |
| 第八节 实验中常见故障的排除 .....                                                     | 68        |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| <b>第五章 实验室供电系统与安全用电</b>       | 69  |
| 第一节 实验室供电系统                   | 69  |
| 第二节 实验设备的额定值与使用环境             | 70  |
| 第三节 触电对人体的伤害                  | 71  |
| 第四节 触电事故发生的原因及预防              | 74  |
| 第五节 触电急救                      | 75  |
| 第六节 漏电保护器                     | 77  |
| <b>第六章 电子工作平台 EWB 4.0</b>     | 80  |
| 第一节 EWB 4.0 工作界面              | 80  |
| 第二节 EWB 4.0 元器件的操作            | 82  |
| 第三节 EWB 4.0 功能菜单与命令           | 83  |
| 第四节 仪器、仪表的操作                  | 86  |
| <b>第七章 直流电路实验</b>             | 91  |
| 第一节 实验一:测量误差及数据处理方法           | 91  |
| 第二节 实验二:基尔霍夫定律                | 94  |
| 第三节 实验三:伏安特性的测定               | 96  |
| 第四节 实验四:叠加原理和替代定理             | 98  |
| 第五节 实验五:戴维南定理和诺顿定理            | 101 |
| 第六节 实验六:电压源与电流源的等效转换及最大功率传输定理 | 103 |
| 第七节 实验七:受控源特性测试               | 106 |
| 第八节 实验八:特勒根定理与互易定理            | 110 |
| 第九节 实验九:接地电阻与绝缘电阻的测量          | 113 |
| 第十节 实验十:指针式万用表的设计与制作          | 114 |
| <b>第八章 动态电路实验</b>             | 119 |
| 第一节 实验十一:双踪示波器、函数信号发生器及毫伏表的使用 | 119 |
| 第二节 实验十二:一阶动态电路瞬态响应           | 121 |
| 第三节 实验十三:二阶动态电路瞬态响应           | 125 |
| <b>第九章 交流电路实验</b>             | 128 |
| 第一节 实验十四:交流电路参数的测量            | 128 |
| 第二节 实验十五:日光灯安装和功率因数的提高        | 130 |
| 第三节 实验十六:互感电路                 | 133 |
| 第四节 实验十七: $RLC$ 串、并联谐振电路      | 136 |
| 第五节 实验十八:双口网络测试与设计            | 140 |

|             |                            |            |
|-------------|----------------------------|------------|
| 第六节         | 实验十九:三相电路电压与电流的测量 .....    | 144        |
| 第七节         | 实验二十:三相电路中有功功率的测量 .....    | 146        |
| 第八节         | 实验二十一:单相电度表的安装和校验 .....    | 150        |
| 第九节         | 实验二十二:衰减器、分频器的设计与制作 .....  | 152        |
| <b>第十章</b>  | <b>电机与控制实验 .....</b>       | <b>156</b> |
| 第一节         | 实验二十三:单相变压器 .....          | 156        |
| 第二节         | 实验二十四:三相异步电动机的工作特性 .....   | 159        |
| 第三节         | 实验二十五:三相异步电动机的直接起动控制 ..... | 162        |
| 第四节         | 实验二十六:三相异步电动机的控制 .....     | 164        |
| <b>第十一章</b> | <b>计算机仿真实验 .....</b>       | <b>167</b> |
| 第一节         | 实验二十七:直流电路的节点电压仿真分析 .....  | 167        |
| 第二节         | 实验二十八:示波器和信号发生器的模拟 .....   | 168        |
| 第三节         | 实验二十九:电容一阶电路的仿真 .....      | 171        |
| 第四节         | 实验三十:串联谐振电路的仿真 .....       | 172        |

## 第二篇 电工实践

|             |                        |            |
|-------------|------------------------|------------|
| <b>第十二章</b> | <b>常用电工工具 .....</b>    | <b>177</b> |
| 第一节         | 低压验电器 .....            | 177        |
| 第二节         | 螺丝旋具 .....             | 178        |
| 第三节         | 扳手 .....               | 179        |
| 第四节         | 切割刀具 .....             | 181        |
| 第五节         | 钳子 .....               | 182        |
| 第六节         | 电钻 .....               | 184        |
| 第七节         | 电烙铁 .....              | 185        |
|             | 思考题与实践题目 .....         | 187        |
| <b>第十三章</b> | <b>常用电工材料与器件 .....</b> | <b>188</b> |
| 第一节         | 电线与电缆 .....            | 188        |
| 第二节         | 电阻器 .....              | 191        |
| 第三节         | 电容器 .....              | 195        |
| 第四节         | 电感线圈和变压器 .....         | 199        |
| 第五节         | 常用电光源和灯具 .....         | 201        |
|             | 思考题与实践题目 .....         | 207        |
| <b>第十四章</b> | <b>低压电器 .....</b>      | <b>208</b> |
| 第一节         | 低压电器产品概述 .....         | 208        |

|             |                             |            |
|-------------|-----------------------------|------------|
| 第二节         | 刀开关 .....                   | 210        |
| 第三节         | 转换开关 .....                  | 211        |
| 第四节         | 低压熔断器 .....                 | 213        |
| 第五节         | 断路器 .....                   | 214        |
| 第六节         | 主令电器 .....                  | 215        |
| 第七节         | 接触器 .....                   | 218        |
| 第八节         | 继电器 .....                   | 221        |
|             | 思考题与实践题目 .....              | 227        |
| <b>第十五章</b> | <b>电工识图 .....</b>           | <b>229</b> |
| 第一节         | 电气图纸 .....                  | 229        |
| 第二节         | 电工图纸的种类与组成 .....            | 233        |
| 第三节         | 电工识图的基本方法和步骤 .....          | 235        |
| 第四节         | 电工识图举例 .....                | 236        |
|             | 思考题与实践题目 .....              | 238        |
| <b>第十六章</b> | <b>焊接与导线连接工艺 .....</b>      | <b>239</b> |
| 第一节         | 焊接工艺 .....                  | 239        |
| 第二节         | 焊接质量的检验 .....               | 242        |
| 第三节         | 其他焊接方法简介 .....              | 243        |
| 第四节         | 导线连接工艺 .....                | 244        |
|             | 思考题与实践题目 .....              | 252        |
| <b>第十七章</b> | <b>小型电源变压器的设计与制作 .....</b>  | <b>253</b> |
| 第一节         | 小型电源变压器的设计 .....            | 253        |
| 第二节         | 制作工艺 .....                  | 256        |
| 第三节         | 小型变压器制作后的检查和试验 .....        | 261        |
|             | 思考题与实践题目 .....              | 262        |
| <b>第十八章</b> | <b>低压线路的敷设与配电箱的装配 .....</b> | <b>263</b> |
| 第一节         | 室内布线 .....                  | 263        |
| 第二节         | 低压电缆的敷设 .....               | 268        |
| 第三节         | 低压配电箱的装配 .....              | 274        |
|             | 思考题与实践题目 .....              | 283        |
|             | 参考文献 .....                  | 284        |

# 绪 论

科学实验是学习和研究自然科学的重要手段,即是对理论的验证,又是对理论的实施,同时还是对理论的进一步研究与探讨。从事任何实验均要求实验人员具备相应的理论知识、实验技能以及归纳总结实验结果的能力和排除实验故障的能力。

电工实验是以实验为主的基础课程,是电类课程中最基本的实验,所涉及到的内容包括电路理论、基本电工测量仪器、仪表的使用方法以及基本电工测量方法和电路参数测量等。目的在于培养学生运用所学知识进行分析和解决问题的能力,起到提高学生专业理论水平和基本实验技能的作用,为今后的学习和工作打下坚实的基础。

电工实践是以课程设计为主导的实训课程,是电气实习中最基本的实践内容,所涉及到的内容包括常用电工工具、材料与器件,电工识图,电工工艺,电气线路敷设以及安装、调试等。目的在于培养学生选择电工器材和元器件,以及实际操作的能力,提高学生电工实践的技能水平,为学生今后的学习和生产实践打下坚实的基础。

## 一、电工实验

电工实验从预习相关的知识开始,经过连接电路、观察调试、记录测量数据,直至撰写出完整的实验报告。各环节完成的好坏,都会影响电工实验的质量。

### (一) 实验题目

实验题目是实验的标的,通过实验题目,可明确本次实验所进行的实验项目,并围绕这个实验项目进行预习和准备工作。

### (二) 实验目的

通过电工实验主要达到以下几个方面的目的:

- (1) 学习电工仪器、仪表的原理与使用方法。
- (2) 通过验证性实验,巩固和加深理解所学的基础理论知识。
- (3) 通过综合性、设计性实验,培养学生电路设计的能力。
- (4) 能够按实验电路图正确连接电路并测出相关实验数据。
- (5) 学习观察分析实验现象,正确记录和处理实验数据,排除实验故障。
- (6) 培养实事求是、严肃认真的科学实验作风和良好的实验习惯。

### (三) 实验原理

实验原理包括:

- (1) 基本电路理论知识和实验电路的作用。
- (2) 设计性实验中还应包括实验电路的设计、电路参数的计算、测量方案的确定等。

### (四) 实验内容

实验内容是在实验室进行的整个实验过程,包括熟悉、检查所用实验设备,连接实验电路,完成实验步骤,实际测量数据或观察实验波形和曲线并得出实验结论。

#### 1. 实验设备

实验设备包括实验器件与仪器、仪表,它们不同于理想元件,同一种性能的元器件或仪器仪表,也会因型号、用途的不同,其参数有很大的差异。电工实验中所涉及到的设备必须在实

验前学习其原理,在实验过程中掌握它们的使用方法。

## 2. 连接实验电路

连接实验电路是测量中最基本的工作,应遵守以下三个原则:

(1) 实验设备的布局 应以所连接实验电路便于观察和测量、便于实验元器件和仪器、仪表的各种旋钮的调节以及各种实验设备之间的干扰最小为准。

(2) 电路的连接 要与实验电路图或与所设计的实验电路相对应。应从电源正端或相线开始,先接主电路后接辅助电路,先接串联电路(或电流表)后接并联电路(或电压表),最后回到电源负端或零线。

(3) 电路的检查 对所连接的实验电路同组人员应对照实验电路图与实物进行认真细致的检查。检查的过程也是学习的过程,特别是能检查出别人的接线错误,是对自己接线能力的较大提高。

## 3. 实际测量数据或观察实验波形和曲线

(1) 测量时为了保证实验结果的准确性,可用大量程预测大致范围,再确定合适的量程,然后再读数据。

(2) 指针式仪表读数时要做到三点成一线(眼、指针、镜子里的影子)。

(3) 用示波器观察波形时要选择好扫描频率和输入衰减使波形稳定且大小适中。

(4) 测量过程中,应尽可能对测量数据进行分析,以便及时发现问题、解决问题。

(5) 实验完成以后,不要忙于拆除实验电路,经指导教师检查实验数据认可后,方可拆除实验电路,整理实验台。

## (五) 实验报告

实验报告是实验工作的全面总结,要以简明扼要的形式,将实验目的、实验过程、实验结果完整地、真实地表达出来。因此,实验报告质量的好坏将体现实验者对实验内容的理解能力、动手能力、分析问题的能力和排除实验故障能力等综合素质水平。

实验报告要求简明扼要、文理通顺、字迹端正、图表清晰、分析合理、结论正确、回答思考题力求深入分析,有自己的观点和解决问题的方法。

# 二、电工实践

电工实践从预习相关知识开始,经过实际装配或制作、调试、故障判断与维修,最后撰写出完整的实践报告。各环节完成的好坏,都会影响电工实践的质量。电工实践的特点是要使整个实践过程符合或贴近工厂一线的生产实际。要特别注意工艺流程及操作的规范性。

## (一) 实践题目

实践题目是实践的标的。实践题目要比实验题目大,进行的时间也长一些。通过实践题目可明确电工实践的内容,并围绕着这个题目进行必要的预习和准备工作。

## (二) 预习要求

电工实践的理论知识并不深奥,但是需要读懂电气图纸,并要了解电工工艺流程,掌握电工工具和测量仪器、仪表的使用方法,以及原材料和元器件的功能与连接方法。

## (三) 准备工作

电工实践的准备工作要比电工实验复杂一些,首先应选择原材料,元器件的型号、规格和参数,并准备电工工具和测试仪表及劳保用品(如安全帽、手套、绝缘鞋)等。

## (四) 装配与制作

根据电气原理图、展开接线图、元件布置图、装配图等技术资料独立装配电气控制装置、制作小型电源变压器或敷设电气照明线路或动力线路。

## **(五) 测量与调试**

### **1. 断电测量**

装配完的电气装置、敷设好的线路应首先进行断电测量。其方法是用万用表的欧姆挡,测量线路的断路点和短路点。

### **2. 通电调试**

装配完的电气装置、敷设好的线路还要进行通电调试,通电调试时先不带负载测试各种电气参数,如正常可逐渐增加负载直至到满载为止,并调整各电气参数达到最佳状态。

## **(六) 故障的判断与维修**

装配好的电气控制装置、线路会因元器件或原材料质量的原因,或是装配工艺的原因发生故障。

### **1. 故障的判断**

电气装置或线路出现异常现象如发热、烧焦味、冒烟、打火,发出异常声响时,应立即切断电源检查产生故障的原因。可用万用表查线路的直流通路,也可用电压表测量被测点与参考点(或零线)之间的电压。

### **2. 故障维修**

电气故障主要有电源、连线、控制电路和负载等故障,应根据故障现象具体分析,分别处理。

## **(七) 实践报告**

实践报告是电工实践的全面总结,要以简明扼要的形式,将实践目的、实践工艺过程、实践结果完整地、真实地表达出来。因此,实践报告质量的好坏将体现实践者对实践内容的理解能力、动手能力和排除故障能力的综合素质水平。

对实践报告的要求是简明扼要、文理通顺、字迹工整、电路图规范、图表清晰、实践过程清楚、结论明确。



# 第一篇

## 电 工 实 验



# 第一章 电工指示仪表

电工实验中经常用各种仪表对电压、电流、功率、功率因数、电能及电路参数等进行测量。本章主要介绍各种常用电气测量指示仪表的测量机构和工作原理以及使用方法。

## 第一节 电工指示仪表概述

电工测量指示仪表包括模拟式和数字式两大类。模拟式电工测量指示仪表是将被测模拟物理量变换为人们能够感知的机械位移(如指针或光标的角位移等),并通过指示器指示出被测量物理量的大小。因此,这类仪表也称为机械式电工测量指示仪表。数字式电工测量指示仪表是通过模/数转换器,先将被测模拟量变换成离散量,再以数码的形式显示出被测量的数值。

### 一、指示仪表的分类

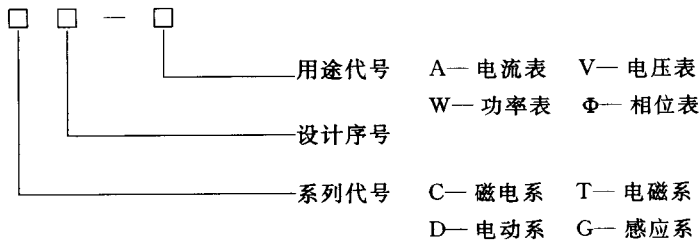
指示仪表有如下多种分类方式:

- (1) 按仪表的工作原理可分为:磁电系、电磁系、电动系、感应系等。
- (2) 按仪表测量的物理量可分为:电压表、电流表、功率表、功率因数表、电度表、欧姆表、兆欧表和转速表等。
- (3) 按仪表测量电流的种类可分为:直流表、交流表、交直流两用表等。
- (4) 按仪表测量准确度可分为:0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0七级。
- (5) 按仪表使用的环境温度和湿度可分为:A、B、C三组。
- (6) 按仪表防御外磁场干扰能力可分为:I、II、III、IV级。

### 二、指示仪表的型号

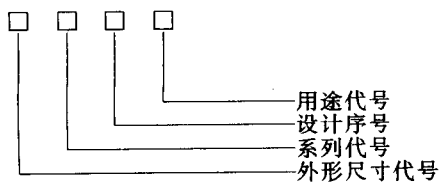
指示仪表的型号一般标注在仪表表面或刻度盘上。

便携式仪表是电工实验最常用仪表,准确度要求较高,其型号主要由系列代号、设计序号、用途代号等部分组成,型号表示如下:



例如:D26-W 表示便携式电动系功率表。

开关板式仪表是电控柜、配电盘上用的仪表,准确度要求不高,其型号由外形尺寸代号、系列代号、设计序号、用途代号等部分组成,型号表示如下:



其用途代号和系列代号的含义与便携式仪表相同。例如:1T2V 表示开关板式电磁系电压表。

三、指示仪表的表面标记

指示仪表的表面标记主要用来表示该仪表的工作原理、测量物理量、测量范围、准确度等级、正常摆放位置、防御外磁场能力、使用环境等技术特性,以便在电气测量中正确选用仪表并符合仪表正常工作条件。

电工仪表常用的仪表表面标记符号如表 1-1 所示。

表 1-1 指示仪表表面标记

| 种类          | 符号  | 符号意义                        | 种类            | 符号         | 符号意义                       |
|-------------|-----|-----------------------------|---------------|------------|----------------------------|
| 电 流 种 类     | —   | 直流                          | 安 置 方 式       |            | 水平放置                       |
|             | ~   | 交流(单相)                      |               |            | 垂直放置                       |
|             | ≈   | 交直流两用                       |               |            | 倾斜 60°放置                   |
|             | 3~  | 三相交流                        | 绝 缘 试 验       |            | 试验电压 2 kV                  |
| 仪 表 用 途     |     | 安培表                         |               |            | 试验电压 2 kV                  |
|             |     | 毫安表                         | 防 御 电 磁 场 能 力 |            | 允许读数改变±0.5%                |
|             |     | 伏特表                         |               |            | 允许读数改变±1.0%                |
|             |     | 毫伏表                         |               |            | 允许读数改变±2.5%                |
|             |     | 瓦特表                         |               |            | 允许读数改变±5.0%                |
|             |     | 兆欧表                         | 使 用 环 境       | 不标注<br>(A) | 温度 0℃~40℃<br>25℃时相对湿度 95%  |
|             |     | 电度表                         |               |            | 温度-20℃~50℃<br>25℃时相对湿度 95% |
| 仪 表 工 作 原 理 |     | 磁电系(C)                      |               |            | 温度-40℃~60℃<br>25℃时相对湿度 95% |
|             |     | 电磁系(T)                      | 端 钮 符 号       | —          | 负端钮                        |
|             |     | 电动系(D)                      |               | +          | 正端钮                        |
|             |     | 磁电系比率计                      |               |            | 公共端钮                       |
|             |     | 感应系(G)                      |               |            | 接地端钮                       |
|             |     | 带整流器的磁电系                    |               |            | 与外壳相连接的端钮                  |
| 准 确 度 等 级   | 1.5 | 以标尺量限的百分数表示<br>例如准确度为 1.5 级 |               |            | 与屏蔽相连接的端钮                  |
|             |     | 以标尺长度的百分数表示<br>例如准确度为 1.5 级 | 调 零 器         |            | 调整零位                       |
|             |     | 以指示值的百分数表示<br>例如准确度为 1.5 级  |               |            |                            |
|             |     |                             |               |            |                            |

四、指示仪表的基本工作原理

一般指示仪表的结构框图如图 1-1 所示,主要由测量电路、测量机构和显示结构三大部分组成。测量电路把被测量 X 转换成测量机构能够直接测量的电磁能量 Y,该电磁能量作用到仪表的测量机构中表头的指针或光标上,使其转变成与表盘的偏转角位移来显示被测物理量的大小,或由模/数转换电路将电磁能量转换为数字信号,再用液晶显示器直接显示被测物理量的数值。