



江苏省普通高校对口单招系列学习指导丛书

电工技术基础

学习指导与巩固练习

(机电类)

陈木子 张咪 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>

江苏省普通高校对口单招系列学习指导丛书

电工技术基础

学习指导与巩固练习

(机电类)

陈木子 张咪 主 编

张平 徐宪祥 蒋友建 闫海梅 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是江苏省中等职业学校(三年制)机电类专业普通高校单独招生教学配套用书,是依据江苏省考试院2009年颁布的《江苏省普通高校对口单独招生机电类专业综合理论考试大纲》第二部分《电工技术基础》的要求编写的。

本书由电路的基本概念、简单直流电路、复杂直流电路、电容和电容器、磁场和磁路、电磁感应、正弦交流电的基本概念、正弦交流电路、三相正弦交流电路、变压器、电机与控制、非正弦周期电路、过渡过程等13章组成。每章按学习内容分为若干小节,每小节均按学习目标、内容提要、知识讲解、例题解析、巩固练习五个环节展开。各单元配有阶段测试,最后配有学科综合测试。

本书除可作为中等职业学校机电类专业普通高校对口单招教学用书外,也可作为其他中职机电类专业学生加强和完善电工技术理论的自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础学习指导与巩固练习:机电类/陈木子,张咪主编. —北京:电子工业出版社,2012.12

(江苏省普通高校对口单招系列学习指导丛书)

ISBN 978-7-121-18145-0

I. ①电… II. ①陈… ②张… III. ①电工技术—中等专业学校—升学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第206510号

策划编辑:张 凌 陶 亮

责任编辑:张 凌

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:27.25 字数:697.6千字

印 次:2012年12月第1次印刷

定 价:72.00元(附试卷)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

编委会学校



南京市浦口中等专业学校
南京市六合中等专业学校
南京市溧水中等专业学校
南京市高淳中等专业学校
常州刘国钧高等职业技术学校
淮安市淮阴区职业教育中心
江苏省丹阳中等专业学校
江苏省丰县职业技术教育中心
江苏省灌云中等专业学校
江苏省海门中等专业学校
江苏省惠山中等专业学校
江苏省江阴中等专业学校
江苏省金湖中等专业学校

江苏省金坛中等专业学校
江苏省溧阳中等专业学校
江苏省连云港中等专业学校
江苏省涟水县职业技术教育中心
江苏省如皋第一中等专业学校
江苏省泰兴中等专业学校
江苏省铜山中等专业学校
江苏省徐州市张集中等专业学校
江苏省盐城高级职业学校
江苏省仪征工业学校
江苏省张家港职业教育中心校
江苏省如东第一职业教育中心校

合作高校

扬州大学
江苏大学
南京信息职业技术学院

南京工业职业技术学院
江苏技术师范学院
无锡商业职业技术学院

出版说明



职业教育肩负着服务社会经济发展和促进学生全面发展的重任。职业教育的改革与发展,使得培养的人才规格更加地适应和贴近社会的需求,这也正是职业教育充满活力的源泉。

《国家教育事业第十二个五年规划》中明确提出,建立现代化职业教育体系是职业教育事业发展的一项重要工作内容,要“适度扩大高等职业学校单独招生试点规模,扩大应用型普通本科学校招收中等职业教育毕业生规模”。作为中、高等职业教育沟通衔接的重要渠道,普通高校对口单独招生是培养高素质、高技能人才的迫切需要,是增强职业教育吸引力的重要举措,是完善职业教育体系、推动职业教育健康发展、办人民满意职业教育的重要内容。对口单招已成为普通高校招生工作的重要组成部分。

为更好地适应行业发展现状,对接职业标准,实现中、高职教育在课程内容上的有机衔接,江苏省教育科学研究院和各专业联合考试指导委员会从2009年起分别对普通高校对口单独招生考试的语文、数学、英语考试大纲,以及大部分专业综合理论考试大纲和技能考试标准进行了修订,并从2010年开始执行。然而,在实际对口单招教学过程中,师生们很难找到在内容的覆盖面与知识的深度上与考纲要求相匹配的教材与教辅资料,这给教学工作带来了许多不便。本套丛书的编写初衷正是致力于解决这一问题,给广大有志于通过对口单招进入大学深造的学子们提供学习上的便利。

丛书的编写,力图体现以下特色:

1. 依据考纲要求,强化单招特色 编写完全依据对口单招高考的要求,有别于一般中等职业教育文化课程、专业课程的教材和教辅材料,强调对基础知识的掌握,着力培养应用知识解决问题的能力。通过适量的针对性训练,培养学生严谨的治学态度,养成良好的解题规范,使学生准确把握问题的实质、快速找到解决问题的合理方案。

2. 对应考纲内容,形成理论体系 按照必需、够用的原则,依据考纲的要求对内容进行合理重组,使相关知识形成了较完整的体系,解决了目前中等职业教育相关教材知识不够系统、不够完整的问题。

3. 针对单招实际,便于教学实施 丛书的编写人员长期从事单招教学与研究,我们立足单招学生的实际基础水平与认知能力特点,结合单招高考的目标要求,精心组织内容,循序渐进,多角度地帮助学习理解知识,着力培养学生的知识应用能力。相信无论是对于教师的教学还是对于学生的学习,都会有一定的帮助与促进作用。

丛书包括三方面内容:与新授课学习配套的学习指导与巩固练习;与复习配套的复习要领与强化训练;考前冲刺的仿真模拟测试卷。“学习指导与巩固练习”注重学法指导,配以适量的典型题及解法指导、巩固练习、阶段测试卷、学科综合测试卷,促进基础知识的掌握、基本能力的培养、解题规范的形成;“复习要领与强化训练”针对考纲要求,将学科知识分解、重组,融入若干课题中,强调知识应用能力的培养;“仿真模拟测试卷”采用活页

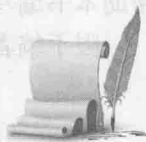
形式，在考核内容、难易度、区分度以及呈现方式上完全模拟单招统考试卷，强调学科知识的综合应用。

普通高校对口单招系列学习指导丛书的编写是一项全新的工作。由于没有成熟的经验可以借鉴，也没有现成的模式可以套用，加之时间仓促，尽管我们竭尽全力，遗憾在所难免。追求卓越，是我们创新和发展的动力，殷切希望读者批评指正。

丛书编委会

2012年8月

前 言



江苏省考试院 2009 年颁布的《江苏省普通高校对口单独招生-机电类专业综合理论考试大纲》中明确规定,《电工技术基础》所占比重是 35%,可见学好《电工技术基础》对于学生达到机电类专业综合理论考试大纲要求的重要性。然而,在实际的对口单招教学中,由于中等职业教育的特殊性,我们很难找到能够与考纲配套,内容的完整性、知识的深浅度达到或接近考纲要求的教材与教辅资料,给教学工作带来了许多不便。

本书的编写思想基础就是要致力于解决这一问题,给广大的有志于通过对口单招进入大学深造的学子们提供学习上的便利。本书的编写特色,主要体现在以下几方面:

1. 依据考纲要求,强化单招特色

本书完全依据对口单招高考的要求,区别于一般中等职业教育的专业教材和教辅材料,突出教学对学生理论知识的要求,以及学生掌握这些理论知识所必须的相关训练。

2. 对应考纲内容,形成理论体系

本书按照够用、必需的原则,对应考纲的要求,组织编写内容,使相关知识形成了较完整的链条,解决了目前中等职业教育相关教材知识不够系统、不够完整的问题。

3. 针对单招实际,便于教学实施

本书的编写人员都长期从事单招教学,按照够用必需的原则,结合单招学生的实际基础水平、单招教学过程中的实际情况和单招高考的实际要求,精心组织内容,精心编写成书,无论是对于教师的教学还是对于学生的学习,都会有显著的帮助与促进作用。

本书按考纲分为电路的基本概念、简单直流电路、复杂直流电路、电容和电容器、磁场和磁路、电磁感应、正弦交流电的基本概念、正弦交流电路、三相正弦交流电路、变压器、电机与控制、非正弦周期电路、过渡过程等 13 章。每章按学习内容分为若干小节,每小节均按学习目标、内容提要、知识讲解、例题解析、巩固练习五个环节展开。各单元配有阶段测试,最后配有学科综合测试。各条目标的达成在后面的各环节中有具体的落实。

各小节的学习目标是对考纲中的相应要求的分解和细化,并有机整合了知识目标与能力目标。内容提要是对本小节重点、难点内容的归纳与提炼。知识讲解是依据学习目标,对知识点的呈现与分析。例题解析是围绕重点学习目标,设置典型例题,进行具体解析,并提炼解题方法与思考要点。巩固练习、阶段测试、学科综合测试均着眼目标达成,强化能力训练,按高考题目的范式编制,并留有答题空白,附有答案。

本书由江苏省仪征工业学校陈木子、江苏省张家港中等专业学校张咪两位老师主编,江苏省仪征工业学校张平、徐宪祥、蒋友建和江苏省如皋第二中等专业学校的闫海梅四位老师副主编。陈木子老师对全书的初稿进行了全面的修改,并统稿;张平老师编写了第 7、8、9 章及相关阶段测试卷;徐宪祥老师编写了第 1、4、5、6 章及相关阶段测试卷和学科综合测试卷一、二,还对第 11 章的电机控制部分做了修改;蒋友建老师编写了第 2、3 章及相关阶段测试卷;闫海梅老师编写了第 10、11、12、13 章及相关阶段测试卷。

在本书的编写过程中参考了大量的专业资料。在此，对这些资料的原作者和指导、支持、帮助本书编写的同志一并表示衷心的感谢！

限于编者水平，加之时间较仓促，本书难免存在不妥与疏漏，恳请广大读者批评指正。

编者

2012年8月

目 录



第 1 章 电路的基本概念	1
1.1 电路、电流	1
1.2 电阻、电位、电压、电动势	5
1.3 电功和电功率	13
第 2 章 简单直流电路	19
2.1 欧姆定律	19
2.2 电阻的串联	27
2.3 电阻的并联	33
2.4 电阻的混联	38
2.5 万用表的基本原理	44
2.6 电阻的测量	52
2.7 电路中各点电位的计算	57
第 3 章 复杂直流电路	62
3.1 基尔霍夫定律	62
3.2 支路电流法	68
3.3 叠加定理	73
3.4 戴维南定理	79
3.5 电源的等效变换	86
第 4 章 电容和电容器	96
4.1 电容器、电容	96
4.2 电容器的连接	101
4.3 电容器的充电和放电	106
第 5 章 磁场和磁路	111
5.1 电流的磁效应	111
5.2 磁场的主要物理量	115
5.3 磁场对通电导线的作用力	119
5.4 铁磁性物质的磁化	125
5.5 磁路的基本概念	128

第 6 章 电磁感应	133
6.1 电磁感应现象	133
6.2 感应电流的方向	137
6.3 电磁感应定律	142
6.4 自感与电感器	147
6.5 互感	154
6.6 涡流和磁屏蔽	161
第 7 章 正弦交流电的基本概念	164
7.1 交流电的产生	164
7.2 表征交流电的物理量	166
7.3 交流电的表示法	171
第 8 章 正弦交流电路	178
8.1 复数的基本知识	178
8.2 正弦量的相量表示	182
8.3 复阻抗的串并联和欧姆定律、基尔霍夫定律的相量形式	184
8.4 纯电阻电路	191
8.5 纯电感电路	194
8.6 纯电容电路	197
8.7 RLC 串联电路	200
8.8 串联谐振电路	213
8.9 RLC 并联电路	218
8.10 电感线圈与电容器的并联电路	228
第 9 章 三相正弦交流电路	237
9.1 三相交流电源	237
9.2 三相负载的连接	243
9.3 三相电路的功率	252
9.4 安全用电	255
第 10 章 变压器	261
10.1 变压器的作用、分类和构造	261
10.2 变压器的工作原理	263
10.3 变压器的功率、效率和额定值	268
10.4 常用变压器	272
第 11 章 电机与控制	279
11.1 三相异步电动机	279

11.2 常用低压电器的作用及符号	289
11.3 三相异步电动机的控制	295
11.4 单相异步电动机	309
第 12 章 非正弦周期电路	311
12.1 非正弦周期量的产生和谐波分析	311
12.2 非正弦周期量的有效值和功率	314
第 13 章 过渡过程	319
13.1 换路定律	319
13.2 一阶 RC 电路和 RL 电路的过渡过程	323
13.3 一阶电路的三要素法	329
巩固练习参考答案	334

第 1 章

电路的基本概念

考 纲 要 求

- ◇ 了解电路的组成及其作用。
- ◇ 理解电路的基本物理量（电动势、电流、电位、电压）的概念及其单位。
- ◇ 熟练掌握电动势、电流、电压的参考方向（正方向）和数值正负的意义及在电路计算时的应用。
- ◇ 理解电功和电功率的概念，掌握焦耳定律和电功、电功率的计算。
- ◇ 理解电阻的概念和电阻与温度的关系，熟练掌握电阻定律。
- ◇ 了解电气设备额定值的意义。

1.1 电路、电流



学习目标

1. 了解电路的组成及其作用。
2. 了解电路的三种基本状态。
3. 理解电流产生的条件和电流的概念，掌握电流的计算公式。
4. 熟练掌握电流的参考方向（正方向）和数值正负的意义。



内容提要

电路是由电源、用电器、导线和开关等组成的闭合回路。其作用是实现电能的传输和转换。电路有通路、开路和短路三种可能的状态。电流是电荷的定向移动，其值 $I = \frac{q}{t}$ ，单位为 A。要使导体中有持续的电流，就必须使导体两端保持一定的电压。参考方向是假定正方向。若电流的实际方向（正电荷运动的方向）与参考方向相同，则取正，否则取负。在电路中，电流的方向用箭头表示。

一、电路的组成

电路是由电源、用电器、导线和开关等组成的闭合回路。如图 1-1-1 所示是一个最简单的实际电路。

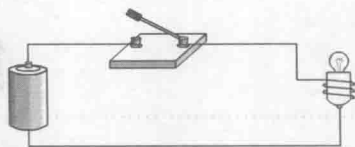


图 1-1-1

电源的作用是把其他形式的能量转变成为电能；常用的电源有电池、发电机等。图 1-1-2 是几种常见的直流电源外形。



图 1-1-2

用电器常被叫做电源的负载，其作用是把电能转变成其他形式的能量。

连接电源与用电器的金属线叫做导线，它把电源产生的电能输送到用电器；导线常用铜、铝等材料制成。

开关起到把用电器与电源接通或断开的作用。

二、电路图

在设计、安装或修理各种设备和用电器等实际电路时，常要使用表示电路连接情况的图。这种用规定的图形和文字符号表示电路连接情况的图，叫做电路图，其图形和文字符号要遵守国家标准。几种常用的标准图形符号，如图 1-1-3 所示。

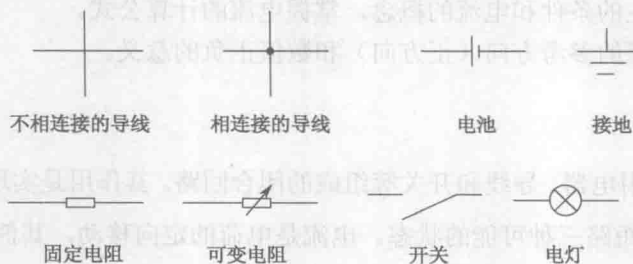


图 1-1-3

图 1-1-1 所示电路转换为电路图，如图 1-1-4 所示。

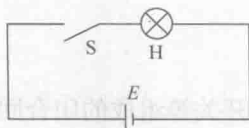


图 1-1-4

三、电路的状态

电路有通路（又称闭路）、开路（又称断路）和短路（又称捷路）三种可能的状态。

在图 1-1-4 所示电路中，当开关 S 闭合时，电路各部分连接成闭合回路，有电流通过，电源向灯泡供电。这是一种正常工作状态，称为通路。当开关 S 断开时，电路中没有电流通过，电源和灯泡均不工作，称为开路。

在图 1-1-5 所示电路中，当开关 S₂ 闭合时，电源两端被导线直接相连，这时电源输出的电流不经过负载，只经过连接导线直接流回电源，这种状态叫做短路状态，简称短路。一般情况下，短路时的大电流会损坏电源和导线，应该尽量避免。所以通常要在电路或电气设备中安装熔断器等保险装置，以避免发生短路时出现不良后果。

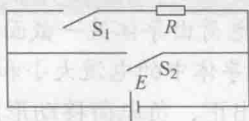


图 1-1-5

四、电流

电荷定向移动的现象称为电流。

要形成电流，首先要有能自由移动的电荷。在金属导体中的自由电荷是自由电子，在电解液中的自由电荷是正、负离子。其次是要有使自由电荷作定向运动的电场。导体中有大量的自由电荷，它们不断地做无规则热运动，朝任何方向运动的概率都一样，没有形成定向运动，因而不能形成电流。要使导体中有持续的电流，就必须设法使导体两端保持一定的电压。

电流 I 定义为：在时间 t 内，通过导体横截面的电荷量为 q ，即

$$I = \frac{q}{t}$$

在国际单位制中，电流的单位是 A（安）， $1\text{A}=1\text{C/s}$ 。常用的电流单位还有 kA（千安）、mA（毫安）、 μA （微安）等，它们与安培的换算关系为

$$1\text{kA} = 10^3\text{A} \quad 1\text{mA} = 10^{-3}\text{A} \quad 1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

习惯上规定正电荷定向移动的方向为电流的实际方向。在金属导体中电流的实际方向与自由电子定向移动的方向相反。为分析电路的方便，通常需要在所研究的一段电路中事先选定（即假定）电流流动的方向，叫做电流的参考方向，并且标在电路图上。

电流的实际方向可根据数值的正、负来判断，当 $I > 0$ 时，表明电流的实际方向与所标定的参考方向一致；当 $I < 0$ 时，则表明电流的实际方向与所标定的参考方向相反，如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6

方向不随时间变化的电流叫做直流电，方向和大小都不随时间变化的电流叫做恒定电流；电流方向和大小均随时间作周期性变化的电流叫做交流电。



例题解析

【例 1-1-1】导线中的电流为 $10\mu\text{A}$ ，则 1.6s 内通过导体横截面积的电子数为多少？

【要点解析】先根据电流的定义公式计算出通过导体截面积的电荷量，进而算出电子数。电子的电量 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ 。

【解】因为

$$I = \frac{q}{t}$$

所以

$$q = It = 10 \times 10^{-6} \times 1.6\text{C} = 1.6 \times 10^{-5}\text{C}$$

通过导体横截面积的电子数

$$n = q/e = 1 \times 10^{14}$$

【例 1-1-2】 10s 内有 20C 的正电荷由导体某一截面的右侧移至左侧，同时又有 10C 的负电荷由该截面的左侧移至右侧，求该导体中的电流大小和方向。

【要点解析】先根据定义分别求出正、负电荷移动形成的电流，再将这两个电流合成，即为导体中的电流。

【解】 20C 正电荷移动形成的电流 $I_1 = \frac{20}{10}\text{A} = 2\text{A}$ 方向向左

10C 负电荷移动形成的电流 $I_2 = \frac{10}{10}\text{A} = 1\text{A}$ 方向向左

所以，导体中的电流 $I = I_1 + I_2 = 3\text{A}$ 方向向左



巩固练习

一、判断题（正确的填 A，错误的填 B）

1. 在电路中我们标注的电流方向就是它的实际方向。（ ）
2. 导体中的电流由电子流形成，故电子流的方向就是电流的实际方向。（ ）
3. 直流电路中，有电压的元件不一定有电流。（ ）
4. -5A 的电流强于 3A 的电流。（ ）

二、单项选择题

5. 下列设备中，一定是电源的为（ ）。
 6. 电路中电流最大的状态是（ ）。
 7. 下列叙述中正确的是（ ）。
- A. 冰箱 B. 发电机 C. 白炽灯 D. 蓄电池
- A. 捷路 B. 通路 C. 开路 D. 闭路
- A. 通过导体某一截面的电量越多，电流越大
- B. 通电时间越短，电流越大
- C. 在单位时间内，通过导体某一截面的电量越多，电流越大
- D. 通过单位横截面积的电量越多，电流越大



8. 某电解池, 如果在 1s 内共有 5×10^{18} 个二价正离子和 1×10^{19} 个一价负离子通过某截面, 则通过这个截面的电流强度是 () A.

A. 2.4

B. 0.8

C. 3.2

D. 0

三、填空题

9. 电路由_____、_____、_____和_____组成。_____把其他形式的能转变成电能; _____把电能转变成其他形式的能。

10. 电流的定义 $I = \frac{q}{t}$; 习惯上规定_____为电流的方向。

11. 在分析和计算电路时, 可以任意规定某一方向为电流的_____。其值为正说明_____; 其值为负说明_____。

12. 在示波器的示波管中, 当电子枪射出的电流达 $5.6\mu\text{A}$ 时, 电子枪每秒内发射的电子数为_____, 电流的方向与电子的运动方向_____。(已知电子带负电, 电荷量 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$)

四、计算题

13. 有一根导线, 每小时通过其横截面的电荷量为 720C , 则导线中的电流多大? 合多少毫安? 多少微安?

1.2 电阻、电位、电压、电动势



学习目标

1. 理解电阻的概念和电阻与温度的关系。
2. 熟练掌握电阻定律。
3. 理解电压、电位和电动势的概念。
4. 熟练掌握电动势、电压的参考方向 (正方向) 和数值正负的意义。
5. 了解电阻器。



内容提要

电阻是表示物体对电流阻碍作用大小的物理量, 单位是 Ω 。导体的电阻由它的长短、粗细、材料的性质决定, 即 $R = \rho \frac{l}{S}$ 。温度对电阻的影响可表示为 $R_2 = R_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$ 。

电压 U_{AB} 等于电场力将单位正电荷从 A 点移动到 B 点所做的功。电压的参考方向可用箭

头或“+”、“-”号或双下标的顺序表示。电位 V_A 等于电场力将单位正电荷由 A 点移动到参考点所做的功。电源电动势等于非静电力把单位正电荷从电源的负极，经过电源内部移到电源正极所作的功。某点的电位即为该点与参考点间的电压。电压与电位的关系是 $U_{AB}=V_A-V_B$ ， U_{AB} 值的正、负说明了 A、B 两点电位的相对高低。电压的实际方向是电位降的方向，电动势的实际方向是电位升的方向。电压、电位、电动势的单位都是 V。

一、电阻

物体对电荷定向移动的阻碍作用称为电阻，即电阻是用来表示物体对电流阻碍作用大小的物理量，用符号 R 表示，国际单位为 Ω （欧姆）。经常用的电阻单位还有 $k\Omega$ （千欧）、 $M\Omega$ （兆欧），它们与 Ω 的换算关系为

$1k\Omega = 10^3\Omega$ $1M\Omega = 10^6\Omega$

导体的电阻是由它本身的物理条件决定的。实验表明：导体电阻的大小由导体的材料性质、几何形状和温度等因素决定。对于同种材料制成的粗细均匀的导体，在导体温度不变时，导体的电阻 R 与导体长度 l 成正比，与导体的横截面积 S 成反比，这就是电阻定律。上述关系可表示为

$R = \rho \frac{l}{S}$

式中比例系数 ρ 叫做材料的电阻率。在国际单位制中，其单位是 $\Omega \cdot m$ （欧·米）。 ρ 值与导体的几何形状无关，与导体材料的性质和温度有关。

电阻率的大小反映了各种材料导电性能的好坏，材料的电阻率越大，其导电性能越差。通常将室温下电阻率小于 $10^{-6} \Omega \cdot m$ 的材料称为导体；电阻大于 $10^7 \Omega \cdot m$ 的材料称为绝缘体；而电阻率介于两者之间的材料称为半导体。表 1-2-1 列出了几种材料的电阻率。

表 1-2-1

材料名称		电阻率 $\rho/\Omega \cdot m$ (20℃)	电阻温度系数 α (1/℃)
导体	银	1.6×10^{-8}	3.6×10^{-3}
	铜	1.7×10^{-8}	4.1×10^{-3}
	铝	2.8×10^{-8}	4.2×10^{-3}
	钨	5.5×10^{-8}	4.4×10^{-3}
	镍	7.3×10^{-8}	6.2×10^{-3}
	铁	9.8×10^{-8}	6.2×10^{-3}
	锡	1.14×10^{-7}	4.4×10^{-3}
	铂	1.05×10^{-7}	4.0×10^{-3}
	锰铜	$(4.2 \sim 4.8) \times 10^{-7}$	$\approx 0.6 \times 10^{-5}$
	康铜	$(4.8 \sim 5.2) \times 10^{-7}$	$\approx 0.5 \times 10^{-5}$
	镍铬丝	$(1.0 \sim 1.2) \times 10^{-6}$	$\approx 15 \times 10^{-5}$
	铁铬铝	$(1.3 \sim 1.4) \times 10^{-6}$	$\approx 5 \times 10^{-5}$
半导体	碳	3.5×10^{-5}	-0.5×10^{-5}
	锗	0.6	
	硅	2300	
绝缘体	塑料	$10^{15} \sim 10^{16}$	
	陶瓷	$10^{12} \sim 10^{13}$	
	云母	$10^{11} \sim 10^{15}$	
	玻璃	$10^{10} \sim 10^{14}$	
	琥珀	5×10^{14}	