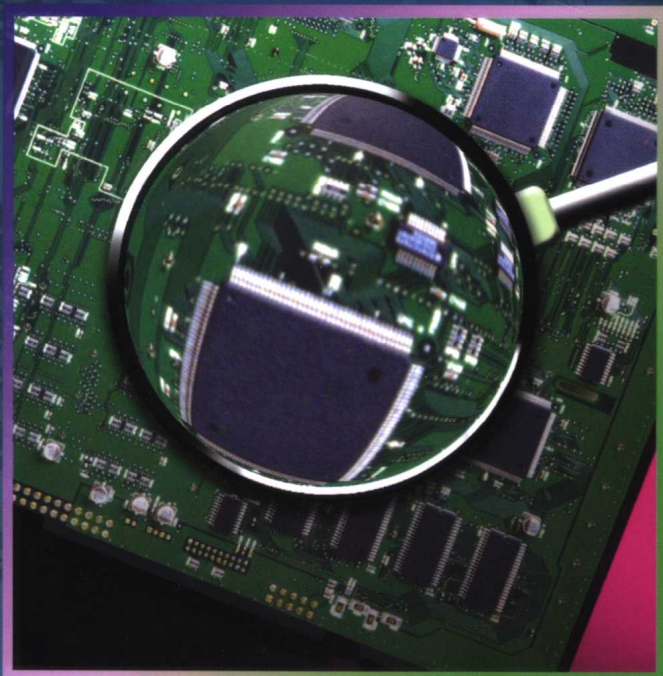


维修电工技术译丛

电子设备故障排除

(原书第三版)

[美] 丹·托马尔 N.S. 韦德莫 著
张宝玲 等 译



科学出版社

www.sciencep.com

维修电工技术译丛

电子设备故障排除

(原书第三版)

〔美〕丹·托马尔 N.S. 韦德莫 著

张宝玲 等 译

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系“维修电工技术译丛”之一,全书按照渐进的顺序,从解决故障的基础知识讲起,一直到更复杂和更先进的技术领域的阐释。主要包括:必备的基础理论,对当今测试设备的综述,电动机和发电机的机理和维修,工业控制中必不可少的电气理论、应用和服务知识,住宅和工业配线的故障解决,有关电视机和收音机的故障解决,数字电路、时序数字电路故障的解决,生物医学设备等。本书是对以往所出版的这方面图书的综合,运用更多的图片和流程图来快速处理电气故障,突出了实用性、通俗性、全面性、新颖性的特点。此书的英文版长期畅销,此次翻译的是它的第三版,相信在国内也会使读者受益匪浅。

本书适合电子电工专业的技术人员,相关专业的爱好者以及职业学校的学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电子设备故障排除(原书第三版)/(美)丹·托马尔, N. S. 韦德莫著;张宝玲等译.
—北京:科学出版社,2004

(维修电工技术译丛)

ISBN 7-03-013331-5

I. 电… II. ①丹…②N…③张… III. ①电子设备-故障修复
IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 043064 号

责任编辑:肖京涛 刘晓融 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面制作:科龙创作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2004 年 6 月第一次印刷 印张: 20 1/2

印数: 1—4 000 字数: 392 000

定 价: 39.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

序 言

电子设备维护与故障检修领域足以向任何一位作者提出挑战。丹·托马尔和 N. S. 韦德莫教授所做的工作条理清楚、抓住重点、全面细致,为迎接这一挑战做出了努力。本书先是强调技术基础的重要性,在此基础上再展开、精炼读者的知识和技巧。

本教材将满足各种类型的学校中的电子电工及其相关专业教师的需要。从实用的角度介绍了一些展示资料实际应用的例子,以便于阅读和理解。

简明扼要地阅读一下本书的目录并粗略浏览所有内容,相信即使是最审慎的评论家也将确信本书是必要的。本书除了是课堂教学的最佳选择外,也可以作为参加工作的电子电工及其相关专业技术人员手头的必备参考资料。

L. D. 霍夫曼

致 谢

作者希望感谢许多曾为本书的出版做出贡献的组织和个人。安妮特·托马尔和克里斯廷·韦德莫对书中的语法进行了检查,史密斯、麦奇、伯曼等和圣伊丽莎白医院的职员在现代生物医学设备方面给予合作,并提供了最新的技术信息,在此一并表示感谢。我们还要感谢乔纳森·托马尔在绘图方面给予的帮助,感谢艾德·韦德莫对第6章进行的技术检查。

我们还要感谢为本书提供信息和插图的许多公司,如 Zenith 视频技术有限公司(Zenith Video Tech Corporation)、Winegard 公司(Winegard Company)、KB 电子股份有限公司(KB Electronics, Inc.)、Reliance 电气公司(Reliance Electric Company)、Lexsco 股份有限公司(Lexsco Inc.)、B&B 电动机与控制有限公司(B&B Motor and Control Corporation)、Tektronix 股份有限公司(Tektronix Inc.)、AVO 国际组织(AVO International)、Simpson 电气公司(Simpson Electric Company)、John Fluke Mfg. 有限公司(John Fluke Mfg. Co., Inc)、惠普公司(Hewlett-Packard Company)、Bodine 电气公司(Bodine Electric Company)、Superior 电气(Superior Electric)、Allen-Bradley 公司(Allen-Bradley Company)、Square D 公司(Square D Company)、Chapman 电气工厂(Chapman Electrical Works)、Etcon 公司(Etcon Corp.)、(Globe Products, Inc.)、Leader 仪器股份有限公司(Leader Instruments Corporation)、Franklin 电气公司(Franklin Electric Company)、Marathon 电气公司(Marathon Electric Company)、德克萨斯仪器有限公司(Texas Instruments, Inc.)、通用电气公司(General Electric Company)、IBM 有限公司(IBM, Inc.)、圣伊丽莎白医院(St. Elizabeth Hospital)、G. E. 医疗系统(G.E. Medical Systems)、德克萨斯通信有限公司(Telex Communications, Inc.)、Howard W. Sams & Co.、伊利诺斯技术学院(Illinois Institute of Technology)电力与功率电子学中心、NetGain 技术(NetGain Technologies)、LLC、Maxwell 技术(Maxwell Technologies)和 Rich-Mar 公司(Rich-Mar Corporation)。

商标专用权

以下商标是依字母顺序,而不是按其在本书中出现的先后次序列出的。

Circuit Trace 是 H. W. Sams & Co 已注册的商标;

Copyette 是 Telex Communications, Inc 已注册的商标;

GAL 和 General Array Logic 是 Lattice Semiconductor, Inc 已注册的商标;

IBM、IBM PC 和 PC-DOS 是 International Business Machines, Inc 已注册的商标;

Megger 是 James G. Biddle Co., Plymouth Meeting, PA 已注册的商标;

MS-DOS 是 Microsoft, Inc 已注册的商标;

PAL 是 Advanced Micro Devices, Inc 已注册的商标;

Windows 和 Windows 95 是 Microsoft, Inc 已注册的商标。

前 言

新修订的本书(原著)第三版包括了最新的电气与电子设备的故障检修方法。本书非常适合具有大学肄业学历和学士学位的任何人、电气与电子工程或技术专业的学生、维修技师、业余爱好者、学徒技师、商业、工业及其他想了解电气与电子设备故障检修知识的在校学生阅读。本书是电气与电子设备故障检修课程所采用的理想教材,或者也可以作为技术、职业或工程课程的补充教材。为了最有效地使用本教材,建议读者要具备电气与电子原理的基本知识。

本书可供电子电工及其相关专业的技术人员和工程师使用,亦可作为电气与电子产品和设备故障检修的一个方便的参考指南。

本书的独到之处在于,它兼顾了广泛的电气电子设备基础和故障检修信息,因此可以避免同时使用几本书。作者以实用和实际的风格编写本书,书中包括了大量的图表和故障检修流程图。作者在书中加入了许多“经验法则”和节省时间的“诀窍”,这些法则和诀窍是电气与电子设备故障检修人员和顾问经过多年的实践经验而得到的。

本书在编写的同时还注意将人的认知、情感、思维习惯与理论阐述相结合,从而使读者能够更透彻地了解 and 领会书中的材料。

本书将传统的电气原理和设备(电动机、控制和布线)与现代电子技术(计算机、微处理器)相结合,还涉猎了生物医学设备的边缘技术。本书后面的参考指导还允许读者快速将注意力集中于所探讨的问题,而不要求她或他仅仅为了一个问题通读全书。

本书的结构遵循从了解基本的故障检修分析方法和传统产品出发,再循序渐进地阐述比较复杂和先进的技术。第1章介绍电气与电子故障检修的基本原理和方法,给出了元件的基本工作原理和测试方法,如电容、二极管、可控硅整流器、集成电路、电阻、超薄膜电容器和电感。本章还包括解决实际问题的方法,并介绍了在现代电子学中经常遇到的各种电路故障。

第2章综述了在电气与电子产品和设备故障检修中所用到的现代测试仪器。包括如VOM、FET多用表、数字万用表和示波器等常用的测试仪器,以及如兆欧表、数字逻辑笔、光学时域反射计和网络、频谱和波形分析仪等专用测试仪器。

第3章说明了工业设备的核心——电动机和发电机的基本原理和维修

方法。所涉及到的几种电动机包括罩极式电动机、电容起动式电动机、三相电动机、推斥电动机、通用电动机、同步电动机和日益广泛地用于数字领域的步进电动机。

第4章阐述了工业控制的主要原理、应用和维修。介绍了几种控制器,如手动起动器、磁性过载继电器、气动式时控继电器、双金属热过载继电器、鼓形开关、电子驱动器和可编程控制器。

第5章涉及住宅和工业线路的故障检修。首先介绍了配线的基本原理和基本原则,紧接着介绍了这种电路的故障检修方法,如配电盘、三通与四通开关控制、Y形与△形布线、多相工业配线、电视与天线分配系统的检修方法。

第6章涉及收音机与电视机的故障检修。首先,本章叙述了AM、FM、FM多路传输和电视机的原理和元件级电路,然后介绍了所遇到的各种问题,以及对这些产品的测试与维修方法。

第7章描述数字电路故障检修的现代世界。本章涉及数字逻辑基础、IC封装与系列类型和测试数字电路的方法。涉及集成电路的保管、处理、拆卸和更换,以及与小规模集成电路相关的特性。

第8章涉及时序数字电路的故障检修。主题包括计数制、译码器、编码器、锁存器、触发器、计数器和寄存器、时序波形、并行/串行数据传输和各种与中规模集成电路有关的和基于触发器的电路故障检修技术。

第9章介绍了所有与微型计算机有关的基本概念。主题包括CPU、存储器、输入/输出、总线、机器语言和定时。一部分内容专门致力于基于DOS的个人计算机的故障检修,而另一部分则是对嵌入式的基于微处理器的系统的故障检修。

第10章涉及振奋人心的生物医学设备领域。本章介绍了医疗诊断与治疗仪器的原理、应用和维修与校准的方法,如X光机、CT机与MRI扫描仪和其他的心血管与神经医学监测仪器。本章还检查了医院环境中的医疗设备技术人员人员的职业场所。

作者相信,本书对于提高学生在激动人心的而又非常重要的电气与电子设备故障检修领域的知识与技巧,将会具有独到的价值。

Daniel R. Tomal, Neal S. Widmer; Electronic Troubleshooting(Third Edition)

ISBN: 0-07-142307-9

Copyright © 2004 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by Science Press and McGraw-Hill Education(Asia)Co.

本书中文简体版由科学出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版,未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

著者简介

丹·托马尔

在伊利诺斯技术学院教授应用于制造技术与管理的电子学,他现居住在伊利诺斯州的惠顿地区。

N. S. 韦德莫

在渥太华大学教授电气及计算机工程技术,他现居住在印地安纳州的西拉法叶地区。

目 录

第 1 章 故障检修原理	1
1.1 问题求解分析	1
1.2 电路故障	2
1.3 故障检修方法	4
1.4 测试基本元件	7
1.5 半导体	12
1.6 集成电路	22
1.7 电子管	25
1.8 超薄膜电容器	27
1.9 电感器	28
自测题	29
思考题	30
 第 2 章 电子测试仪器	 32
2.1 总体考虑	32
2.2 万用表、FET 万用表和数字万用表	32
2.3 示波器	34
2.4 特殊的测试仪器	36
2.5 使用测试探头	45
自测题	45
思考题	46
 第 3 章 电动机与发电机的故障检修	 47
3.1 基本原理	47
3.2 电动机的类型	49
3.3 发电机的类型	59
3.4 电动机的修理	60
3.5 发电机修理	70
3.6 预防性维护	73
自测题	74

思考题	76
第 4 章 工业控制装置的故障检修	77
4.1 基本原理	77
4.2 控制装置的类型	79
4.3 修理与测试步骤	89
4.4 预防性维护	94
自测题	95
思考题	96
第 5 章 住宅与工业布线的故障检修	98
5.1 基本原理	98
5.2 布线电路维修	104
5.3 照明系统的修理	109
5.4 电视节目传送系统的修理	110
5.5 预防性维护	114
自测题	114
思考题	115
第 6 章 收音机与电视机故障检修	117
6.1 振幅调制(AM)基本原理	117
6.2 频率调制(FM)基本原理	119
6.3 FM 多路复用基本原理	121
6.4 电视发射机与接收机基本原理	127
6.5 音响设备检修	130
6.6 黑白电视机的检修	137
6.7 彩色电视检修	143
6.8 预防性维护	154
自测题	155
思考题	158
第 7 章 数字电路故障检修	159
7.1 数字基础	159
7.2 二进制	159
7.3 逻辑功能	160
7.4 数字逻辑系列	164

7.5	集成电路封装与识别	173
7.6	故障性质	174
7.7	故障的潜在原因	177
7.8	读数字电路图	178
7.9	故障检修与故障查找	179
7.10	测试方法与设备	182
7.11	修 理	189
	自测题	195
	思考题	198
第 8 章	时序数字电路故障检修	199
8.1	数 制	199
8.2	组合逻辑电路	200
8.3	时序逻辑电路	205
8.4	基于触发器的电路的故障检修	211
8.5	数字波形	213
8.6	时序故障检修案例研究	214
8.7	复杂数字电路的检修	221
8.8	预防性维护	223
	自测题	223
	思考题	224
第 9 章	基于微处理器的系统的故障检修	226
9.1	微型计算机的原理	226
9.2	个人计算机	234
9.3	个人计算机(PC)的故障检修	236
9.4	基于微处理器的系统的故障检修	238
9.5	研制期间的故障检修	243
9.6	预防性维护	245
	自测题	246
	思考题	247
第 10 章	生物医学设备的故障检修	249
10.1	生物医学原理	249
10.2	安全考虑	250
10.3	诊断设备的故障检修	253

10.4 治疗设备的故障检修	278
10.5 预防性维护	292
自测题	293
思考题	295
 附 录	 297
自测题答案	310

第 1 章

故障检修原理

电气与电子故障检修可以说是一个经济效益非常好、令人很满意的职业。一个专家级的故障检修人员应该了解电子技术原理、解决问题的方法,并具有熟练的手工技能。大多数电子产品和装置含有相似的元件,如电阻、电容、二极管、三极管、触点、接插件和导线。了解这些元件的常见故障和测试方法是故障检修人员必须具备的知识。本章中,你将要学习问题求解分析、常见电路故障、各种故障的检修方法和对大部分电气或电子元件的测试步骤。

1.1 问题求解分析

在尝试检修一台装置之前,必须首先要了解解决问题的方法,并了解如何将该方法应用于所有的故障检测和修理过程中。可以把装置检修看作有三个阶段:① 情况分析,② 问题求解,③ 做出决定。你必须按照这种逻辑方式进行,否则就可能会发生错误,产生意外,浪费时间,造成不必要的浪费。例如,许多故障检修人员发现保险丝熔断了,便仅仅更换保险丝,而不是首先确定故障的根源在哪里,这样只能导致另一个保险丝的熔断。

因此,在检修一台装置时,第一步应该是情况分析。它涉及对问题事态的严格推敲与分析,让检修人员对不可接受的情况进行全面的了解。本步骤被解释为对器件的所有情况进行简单的察看,以便确定是否存在问题。

本步骤以提出问题开始,并作如下观察:

- 与装置持有人或操作人员讨论故障;
- 将该问题与你过去所遇到过的其他问题进行比较;
- 也许根本就没有问题,仅仅是操作错误;
- 用期望的状态辨别所存在的工作状态;
- 对状态作一个全面的观察,确保没有任何迹象和相关的改变。

第二个阶段是问题求解,当通过情形分析确定存在一个需要进一步探查的问题时,第一阶段就完成了。问题求解从偏离标准或希望的状态开始,重点包括出故障或

不工作的器件,就在这一部分确定产生问题的原因。求解问题的过程就是故障检修。

求解问题的第一步是进行组织。从获得必要的原理图、制造商提供的说明书和检修手册以及工具和设备开始,当只需简单地阅读这些维修指南就能容易地解决问题时,不要跳过这一步而浪费很多时间去尝试着修理一个装置。换句话说,谁未能好好地作计划,谁的期望就会落空。只要你进行了组织,就应该按下述步骤去做:

- ① 描述问题;
- ② 将出现问题后情形与发生故障前的已知工作状态进行比较;
- ③ 说明已知的所有不同点,如故障现象、噪声和出现故障时的气味;
- ④ 将“什么是”与“什么不是”进行比较。哪些器件是好的、哪些是不好的?元件损坏的程度如何?

⑤ 通过对不同点的测试进行分析,测试过程中要特别注意模糊不清和间接的关系。例如,元件误差的轻微变化和物理颜色改变可以指示出故障原因。

一旦确定了产生问题的真正原因,那么就为进入最后一个阶段(称为做出决定)做好了准备。做出决定定义为检验各种方案或可供选择的修理方法,并选择出最好的选项。例如,如果确定了产生问题的原因是电动机,那么,如何修理整个系统的可选方案会有几个。根据整个系统的工作条件,可以对电动机进行修理、可以用相同型号的电动机进行更换或者可以用一个全新的改进型号的电动机进行替换。故障检修人员必须清楚将电动机升级的性能价格比更合算,因为将来发生故障的概率减小了。当决定利用哪一个方案时,一定要考虑到每一个可选方案的所有优点和缺点以及偶然事故预防规划。偶然事故预防规划考虑的是将来整个系统中的变化,如预期寿命、工作条件和模式变化。例如,当你预期整个系统不久就将被废弃或无论如何都要被淘汰时,更换电动机就不是一个明智的选择。

请记住一定要遵循这三个阶段,即情况分析、问题求解(故障检修)和做出决定(修理)。遵循这些基本阶段并认识到该顺序的重要性是成为一个熟练的专家所必备的素质。

1.2 电路故障

观念上,人们大多数都会希望电气或电子产品和装置是不出故障的,不过不幸的是,这是不可能的。大多数故障很可能是直接或间接地违反操作规程或疏于维护的结果。

电气或电子故障可按如下一些非常基本的原因分类:

(1) **热** 无论何时将过多的热量施加于电气或电子装置上,都会出问题。热量会增加电路的电阻,进而增加电流。热量还会使材料膨胀、干燥、裂隙与磨损过快。装置迟早都会出故障。

(2) **潮湿** 潮湿也会使电路中的电流增加、最终毁坏。潮湿(水或其他液体)导致膨胀、变形、损耗增加和异常电流(短路电流)。

(3) 灰尘与污染物 灰尘与污染物(如烟雾、水蒸气、磨蚀剂、烟灰、润滑剂或油类)是导致电气与电子设备阻塞或胶粘、工作异常直至最终毁坏的物质。

(4) 异常或过度移动 异常或过度移动会产生故障。震动和机械损伤是这些类型的故障的重要原因。

(5) 安装不良 安装不良一般是不称职的安装人员或粗心的人的作品或匆忙之中完成的工作。螺栓固定不紧或焊接接触不良,会导致电气或电子设备过早出现故障。

(6) 制造缺陷 制造缺陷也非常普遍。例如,经过运输和组装之后发现电路板松动的现象并不少见。交通运输也会造成电路板和元件松动或损坏。

(7) 啮齿动物 啮齿类动物也可以是造成电气电子故障的原因。一个老鼠或其他小啮齿动物可能咬坏了电线或者找到进入电机的通路。

每一个检修人员都有必要了解电路故障的四个最常见原因:

(1) 短路 基本上,当电流直接旁路信号源时会产生短路。例如,产生电动机短路的原因是电动机内部故障,其中有两根电线接触并使正常电流旁路。

由于短路时电路中的电阻减小,所以会吸取更多的电流,结果是电压下降。短路的典型特征包括:保险丝熔断,发热,电压降低,高电流强度,冒烟。

(2) 开路 开路是电路不完善造成的。例如,产生电动机开路的原因可能是电动机电路断开,使电流没有完整的通路。

开路将使电阻无穷大、电流为零,因为其路径已经断开了。开路的典型现象是:电阻为无穷大,电流强度为零,装置完全不工作(死机)。

(3) 接地 导线或元件的绝缘不好或放置不当导致接地时,使电路中的电流通路不正常(异常)。例如,在电动机中,当部分绕组与机架产生电接触时,会使电动机产生接地故障。从理论上讲,接地与短路类似,不过接地的特征更明显。通常,因为直接旁路、短路会导致器件停止工作而产生电路断路。而在接地电路中,由于是间接电路旁路,所以器件会保持工作。但是工作不良,且会产生异常的电流和电压。接地的电路还会非常危险,因为器件一般都保持工作。操作者会被电击,特别是当没有合适的接地故障断路器时。

通常接地故障是由导线绝缘不良、导线收缩或放错元件而引起的。接地的电机造成电击是因为电机的机座和操作者已经成为电路的一部分。接地的典型现象是:电流读数异常,电压读书异常,电阻读数异常,电击,电路性能异常,触发接地故障断路器,保险丝或断路器周期性地断路。

(4) 机械故障 机械故障是过度摩擦、磨损、违反操作规程或震动导致其中的电气电子设备的物理部件产生故障。传动带断开、轴承磨损、螺栓松动、触点磨损、机壳毁坏和控制中断等,都是机械问题的常见例子。机械故障的典型现象有:运行噪音,工作异常,可见迹象,电路故障。

检修人员可以使用的最重要的工具或仪器就是检修人员自己的感觉。大多数故

障检修问题都可以通过一个或所有主要的感觉发现,如视觉、嗅觉、触觉和听觉。

在尝试对问题进行复杂的分析之前,首先要查查看得见的原因。一个扭曲的电路板、一根断线、一个烧坏或炭化的元件或任何一种毁坏,都会引导检修人员迅速查找到故障的原因。

对于检修人员,不会有比烧坏的变压器更容易辨别的气味。一个熟练的检修人员应该能很容易地识别出该气味。还有,烧坏的电缆、绝缘材料、导线和元件可以给电路留下明显的迹象,这会有助于查找主要原因。

许多故障检修人员依靠其触觉来查找元件故障。当触摸集成电路时,从来都不会发烫。发烫的集成电路说明集成电路内部有短路。同样,电动机发烫、冒烟也是短路的常见现象。相反,一个 10W 的线绕电阻摸起来不会是凉的,而应该感到温暖或发烫。冰凉的电阻表明这应该是一个开路元件。根据经验,检修人员会知道不同元件在指定的工作环境中所特有的温度的高低。当你学会识别这些差异时,对故障元件的检修就会变得比较容易。

1.3 故障检修方法

当检修电气电子装置时,有一些所有检修人员都会使用的基本技术。检修人员具体使用哪一项技术,取决于所存在的故障类型和现象。

(1) 电压测量 通常使用电压表或示波器来测量电路的电压。电压为零应该表示短路,而电压读数低表明有短路元件。请记住,当测量电压时,电压表一般与电路相并联,如图 1.1 所示。

(2) 电流大小测量 通常使用电流表或钳式安培计来测量电路的电流。电流强度的大小可以指示或探明一般的电路故障,如短路、开路和接地。请记住,当测量电流时,电流表一般与电路相串联,如图 1.2 所示。

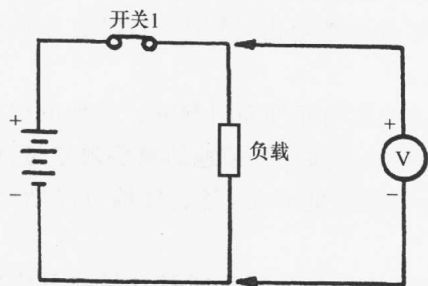


图 1.1 通常将电压表与电路相并联

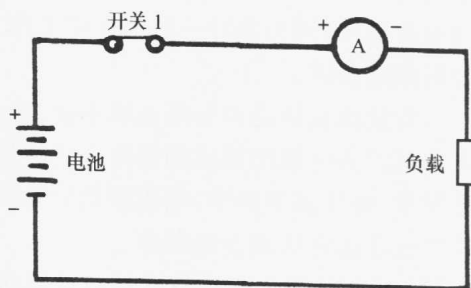


图 1.2 通常将电流表与电路相串联

(3) 电阻测量 欧姆表用于测量“连续性”、电路的电阻或器件的电阻。该技术对于测量短路、开路和接地非常实用。请记住,在测量电阻之前,一般要断开电源,如图