



电子技能**自学成才**系列

双色版

万用表使用 十日通

蔡杏山 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电子技能**自学成才**系列

万用表使用 十日通

蔡杏山 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书将万用表使用与检测技能分为十天的学习内容讲述,可帮助读者快速入门。本书内容包括指针万用表的使用、数字万用表的使用、用万用表检测基本电子元器件、用万用表检测半导体器件、用万用表检测其他电子元器件、用万用表检测低压电器、用万用表检测电动机及电气线路、用万用表检测电子电路和用万用表检测空调器电控系统。

本书语言通俗易懂、内容实用、图文并茂、章节篇幅合理,读者只要具有初中文化程度,就能通过阅读本书而快速掌握万用表使用与检测技能。本书可作为学习万用表技能的自学图书,也适合用作职业院校电类专业的电工电子技能教材。

图书在版编目(CIP)数据

万用表使用十日通/蔡杏山主编. —北京:中国电力出版社, 2016.5

(电子技能自学成才系列)

ISBN 978-7-5123-8945-8

I. ①万… II. ①蔡… III. ①复用电表-使用方法 IV. ①TM938.107

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 034987 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年5月第一版 2016年5月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 19.5印张 401字

印数 0001—3000册 定价 45.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

随着电子技术日新月异的发展，小到收音机，大到“神舟飞船”，电子技术已无处不在，其应用遍布社会的各个领域。根据电子技术应用领域的不同，可将其分为家庭消费电子技术、通信电子技术、工业控制电子技术、机械电子技术、医疗电子技术、汽车电子技术、电脑及数码电子技术、军事科技电子技术等。在这些领域，需要电子技术的人才类型主要有研发人员、工程师、技术人员、修理工、技术工人和维修人员等。

为了让读者能够轻松、快速学好电子技能，我们推出了“电子技能自学成才系列”，它们适合做自学图书，也适合做培训教材。本套丛书主要有以下特点：

◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本套丛书。

◆ **语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，图书阅读起来感觉会十分顺畅。

◆ **内容解说详细。**考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说，让读者能轻松理解所学内容。

◆ **采用图文并茂的表现方式。**书中大量采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。

◆ **内容安排符合认识规律。**本书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章节内容的先后顺序，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。

◆ **章节篇幅分配合理。**每本书都分为十章，各章内容篇幅力求相同，方便读者安排学习进度。

◆ **突出显示知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

◆ **网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天电学网：www.eTV100.com，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

《万用表使用十日通》为本套丛书的一种，本书内容包括指针万用表的使用、数字万用表的使用、用万用表检测基本电子元器件、用万用表检测半导体器件、用万

用表检测其他电子元器件、用万用表检测低压电器、用万用表检测电动机及电气线路、用万用表检测电子电路和用万用表检测空调器电控系统。

本书在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、蔡理峰、邵永亮、朱球辉、何彬、蔡任英和邵永明等参与了资料的收集和部分章节的编写工作，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



目录

前言

第1日 指针万用表的使用

1

一 面板说明	1
(一) 刻度盘	2
(二) 挡位选择开关	3
(三) 旋钮	3
(四) 插孔	3
二 测量原理	4
(一) 直流电流的测量原理	4
(二) 直流电压的测量原理	5
(三) 交流电压的测量原理	6
(四) 电阻阻值的测量原理	6
(五) 三极管放大倍数的测量原理	8
三 使用方法	8
(一) 使用前的准备工作	8
(二) 直流电压的测量	9
(三) 直流电流的测量	11
(四) 交流电压的测量	12
(五) 电阻阻值的测量	13
(六) 三极管放大倍数的测量	14
(七) 通路蜂鸣测量	16
(八) 电容量的测量	17
(九) 负载电压测量 (LV 测量)	18
(十) 电池电量的测量 (BATT 测量)	20
(十一) 标准电阻箱功能的使用	22
(十二) 电感量的测量	24

(十三) 音频电平的测量	25
(十四) 指针万用表使用注意事项	25

第2日 | 数字万用表的使用 27

一 数字万用表的结构与测量原理	27
(一) 数字万用表的面板介绍	27
(二) 数字万用表的基本组成及测量原理	28
二 数字万用表的使用	33
(一) 直流电压的测量	33
(二) 直流电流的测量	34
(三) 交流电压的测量	35
(四) 交流电流的测量	36
(五) 电阻阻值的测量	37
(六) 二极管的测量	38
(七) 线路通断测量	40
(八) 三极管放大倍数的测量	40
(九) 电容容量的测量	40
(十) 温度的测量	42
(十一) 数字万用表使用注意事项	44
三 用数字万用表检测常用电子元器件	45
(一) 电容的好坏检测	45
(二) 二极管的极性和好坏检测	46
(三) 三极管的类型、引脚极性和好坏检测	46
(四) 晶闸管的检测	51
(五) 市电相线和中性线的检测	53

第3日 | 用万用表检测基本电子元器件 55

一 检测固定电阻器	55
(一) 外形与符号	55
(二) 标称阻值和识差的识读	55
(三) 检测	57
二 检测电位器	58
(一) 外形与符号	58
(二) 结构与原理	58
(三) 检测	59
三 检测敏感电阻器	60
(一) 热敏电阻器的检测	60

(二) 光敏电阻器的检测	62
(三) 压敏电阻器的检测	63
(四) 湿敏电阻器的检测	64
(五) 气敏电阻器的检测	66
(六) 力敏电阻器的检测	67
四 检测排阻	68
(一) 实物外形	69
(二) 命名方法	69
(三) 类型与内部电路结构	69
(四) 检测	70
五 检测电容器	71
(一) 结构、外形与符号	71
(二) 极性识别与检测	72
(三) 容量与误差的标注方法	73
(四) 检测	75
(五) 可变电容器的检测	76
六 检测电感器	79
(一) 外形与符号	79
(二) 主要参数与标注方法	79
(三) 检测	81
七 检测变压器	81
(一) 外形与符号	81
(二) 结构与工作原理	82
(三) 特殊绕组变压器	82
(四) 检测	83

第4日 | 用万用表检测半导体器件 86

一 检测二极管	86
(一) 普通二极管的检测	86
(二) 稳压二极管的检测	89
(三) 变容二极管的检测	91
(四) 双向触发二极管的检测	92
(五) 双基极二极管(单结晶体管)的检测	95
(六) 肖特基二极管的检测	97
(七) 快恢复二极管的检测	98
(八) 瞬态电压抑制二极管的检测	99

(九) 整流桥的检测	100
二 检测三极管	102
(一) 外形与符号	102
(二) 结构	103
(三) 类型检测	104
(四) 集电极与发射极的检测	104
(五) 好坏检测	107
(六) 带阻三极管的检测	108
(七) 带阻三极管的检测	108
(八) 达林顿三极管的检测	109
三 检测晶闸管	110
(一) 单向晶闸管的检测	110
(二) 门极可关断晶闸管的检测	112
(三) 双向晶闸管的检测	113
四 检测场效应管	115
(一) 结型场效应管的检测	116
(二) 绝缘栅型场效应管 (MOS 管) 的检测	118
五 检测绝缘栅双极型晶体管 (IGBT)	123
(一) 外形、结构与符号	123
(二) 工作原理	123
(三) 引脚极性和好坏检测	124

第5章 用万用表检测其他电子元件 126

一 光电器件的检测	126
(一) 普通发光二极管的检测	126
(二) 双色发光二极管的检测	127
(三) 三基色发光二极管的检测	128
(四) 闪烁发光二极管的检测	130
(五) 红外线发光二极管的检测	131
(六) 普通光敏二极管的检测	132
(七) 红外线接收二极管的检测	133
(八) 红外线接收组件的检测	134
(九) 光敏三极管的检测	135
(十) 光电耦合器的检测	137
(十一) 光遮断器的检测	140
二 显示器件的检测	142

(一) LED 数码管的检测	142
(二) LED 点阵显示器的检测	145
(三) 真空荧光显示器的检测	147
(四) 液晶显示屏的检测	149
三 检测电声器件	153
(一) 扬声器的检测	153
(二) 耳机的检测	155
(三) 蜂鸣器的检测	157
(四) 话筒的检测	158

第6日 | 用万用表检测低压电器 161

一 检测开关、熔断器、断路器和漏电保护器	161
(一) 开关的检测	161
(二) 熔断器的检测	164
(三) 断路器的检测	165
(四) 漏电保护器的检测	169
二 检测接触器和继电器	173
(一) 交流接触器的检测	173
(二) 热继电器的检测	177
(三) 小型电磁继电器的检测	181
(四) 中间继电器的检测	184
(五) 固态继电器的检测	187
(六) 时间继电器的检测	190
(七) 干簧管与干簧继电器的检测	192

第7日 | 用万用表检测电动机及电气线路 196

一 检测三相异步电动机	196
(一) 外形与结构	196
(二) 三相异步电动机的绕组接线方式	198
(三) 检测三相绕组的通断和对称情况	199
(四) 检测绕组间的绝缘电阻	201
(五) 检测绕组与外壳之间的绝缘电阻	204
(六) 判别三相绕组的首尾端	206
(七) 判断电动机的磁极对数和转速	208
(八) 三相异步电动机常见故障及处理方法	209
二 检测单相异步电动机	210
(一) 单相异步电动机的结构	210

(二) 单相异步电动机的接线图与工作原理	211
(三) 单相异步电动机的三个接线端的极性判别	211
(四) 抽头式调速电动机的接线识别与检测	212
三 机床电气线路的常用检测方法	215
(一) 直观法	215
(二) 逻辑分析法	215
(三) 模拟运行法	216
(四) 电压分阶测量法和电压分段测量法	216
(五) 电阻分阶测量法和电阻分段测量法	218
(六) 短接法	220
(七) 机床电气故障检修注意事项	221

第8日 | 用万用表检测电子电路 (一) 222

一 电子电路的常用检测方法	222
(一) 直观法	222
(二) 电阻法	222
(三) 电压法	224
(四) 电流法	226
(五) 信号注入法	227
(六) 断开电路法	228
(七) 短路法	228
(八) 代替法	229
二 集成电路的常用检测方法	229
(一) 集成电路的引脚识别	229
(二) 开路测量电阻法	230
(三) 在路直流电压测量法	231
(四) 在路电阻测量法	233
(五) 在路总电流测量法	233
(六) 排除法和代换法	233
三 用万用表检测放大电路	235
(一) 三极管的三种状态说明	235
(二) 单级放大电路的检修	237
(三) 多级放大电路的检修	238
(四) 功率放大电路的检修	241
四 用万用表检测振荡电路	242
(一) 振荡电路的基础知识	242

	(二) 振荡电路的检修	243
第9日	用万用表检测电子电路 (二)	246
一	用万用表检测串联调整型电源	246
	(一) 可调压无稳压电源的检修	246
	(二) 具有调压和稳压功能的串联调整型电源的检修	248
二	用万用表检测开关电源	251
	(一) 开关电源的特点与工作原理	251
	(二) 自激式开关电源的电路分析	254
	(三) 自激式开关电源的检修	257
	(四) 它激式开关电源的电路分析	261
	(五) 它激式开关电源的检修	266
第10日	用万用表检测空调器电控系统	269
一	空调器电控系统的组成与说明	269
	(一) 电控系统组成方框图	269
	(二) 方框图说明	270
二	用万用表检测电源电路	271
	(一) 电源电路组成	271
	(二) 电源电路分析	271
	(三) 电源电路的检修	272
三	用万用表检测操作与显示电路	274
	(一) 应急开关电路分析与检修	274
	(二) 按键输入及遥控接收电路分析与检修	275
	(三) 显示器及显示电路分析与检修	277
	(四) 蜂鸣器电路分析与检修	279
四	用万用表检测温度传感器与温度检测电路	280
	(一) 温度传感器	280
	(二) 温度检测电路	281
	(三) 常见故障及检修	283
五	用万用表检测室外风扇电动机、压缩机和四通电磁阀的 控制电路	284
	(一) 室外风扇电动机、压缩机和四通电磁阀的控制电路	284
	(二) 室外风扇电动机、压缩机和四通电磁阀的检测	286
	(三) 常见故障及检修	289
六	用万用表检测室内风扇电动机的电路	291
	(一) 室内抽头式风扇电动机的控制电路	291

(二) 室内抽头式风扇电动机及电路的常见故障与检修	293
七 用万用表检测步进电动机、同步电动机和辅助电热器的电路	294
(一) 步进电动机的控制电路	294
(二) 室内机不能上下扫风的检修	295
(三) 同步电动机的控制电路	295
(四) 室内机不能左右摆风的检修	295
(五) 辅助电热器的控制电路	297
(六) 辅助电热器介绍	298
(七) 辅助电热器不工作的检修	298



指针万用表的使用

一 面板说明

指针万用表是一种广泛使用的电子测量仪表，它由一只灵敏度很高的直流电流表（微安表）作表头，再加上挡位选择开关和相关的电路组成。指针万用表可以测量电压、电流、电阻，还可以测量电子元器件的好坏。指针万用表的种类有很多，使用方法都大同小异，本章以 MF-47 新型万用表为例进行介绍。

MF-47 新型万用表的外观如图 1-1 所示。它在早期 MF-47 型万用表的基础上

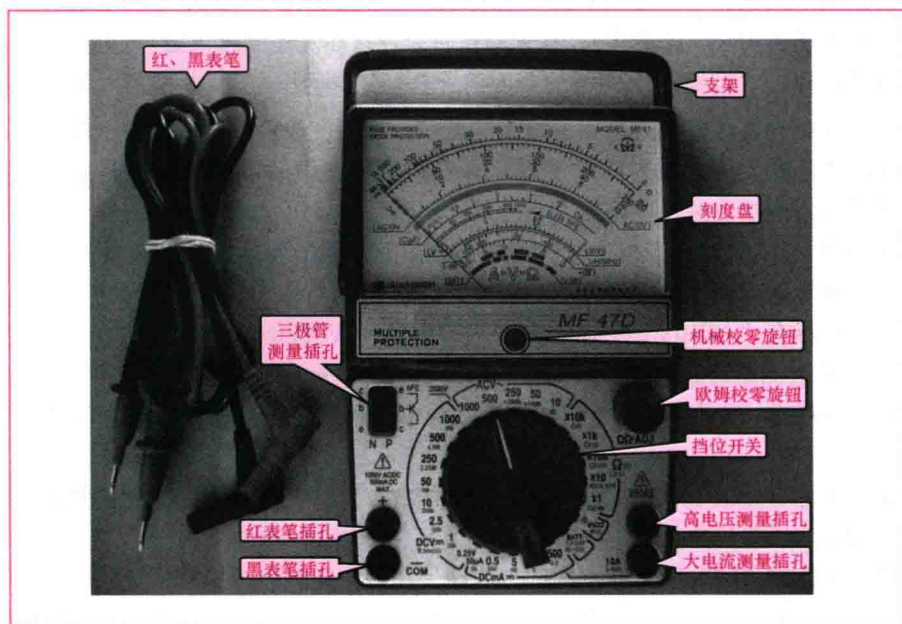


图 1-1 MF-47 新型指针万用表外观图

增加了很多新的测量功能，如增加了电容量、电池电量、稳压二极管稳压值的测量功能，另外还有电路通路蜂鸣测量和电阻箱等功能。从图中可以看出，MF-47 新型指针万用表面板上主要有刻度盘、挡位选择开关、旋钮和一些插孔。

(一) 刻度盘

刻度盘由 9 条刻度线组成，如图 1-2 所示。

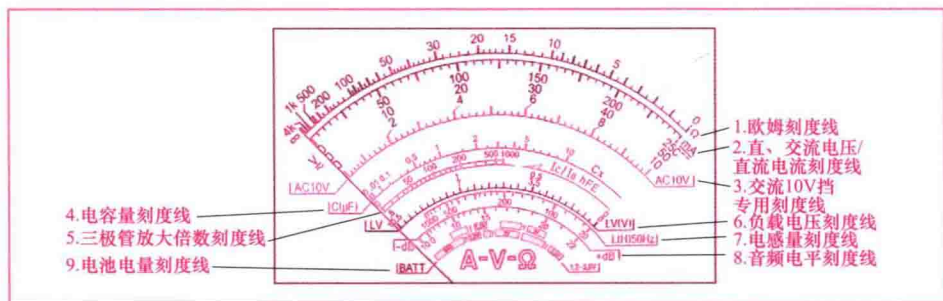


图 1-2 刻度盘

第 1 条标有“ Ω ”符号的刻度线为欧姆刻度线。在测量电阻阻值时查看该刻度线。这条刻度线最右端刻度表示的阻值最小，最小阻值为 0；最左端刻度表示的阻值最大，最大阻值为 ∞ （无穷大）。在未测量时表针指在左端无穷大处。

第 2 条标有“ $\underline{V}$, $\underline{mA}$ ”符号的刻度线为直、交流电压/直流电流刻度线。在测量直、交流电压和直流电流时都查看这条刻度线。该刻度线最左端刻度表示最小值，最右端刻度表示最大值，该刻度线下方标有三组数，它们的最大值分别是 250、50 和 10。当选择不同挡位时，要将刻度线的最大刻度看作该挡位最大量程数值（其他刻度也要相应变化）。例如，当挡位选择开关拨至“50V”挡测量时，若表针指在第二刻度线最大刻度处，表示此时测量的电压值为 50V（而不是 10V 或 250V）。

第 3 条标有“AC10V”字样的刻度线为交流 10V 挡专用刻度线。在挡位开关拨至交流 10V 挡测量时查看该刻度线。

第 4 条标有“C (μF)”字样的刻度线为电容量刻度线。在测量电容量时查看该刻度线。

第 5 条标有“ I_c/I_b hFE”字样（在刻度线右方）的刻度线为三极管放大倍数刻度线。在测量三极管放大倍数时查看该刻度线。

第 6 条标有“LV (V)”字样的刻度线为负载电压刻度线。在测量稳压二极管的稳压值和一些非线性元件（如整流二极管、发光二极管和三极管的 PN 结）的正向压降时查看该刻度线。

第 7 条标有“L (H) 50Hz”字样的刻度线为电感量刻度线。在测量电感的电感

量时查看该刻度线。

第8条标有“dB”字样的刻度线为音频电平刻度线。在测量音频信号电平时查看该刻度线。

第9条标有“BATT”字样的刻度线为电池电量刻度线。在测量1.2~3.6V电池是否可用时查看该刻度线。

(二) 挡位选择开关

当万用表测量不同的量时,应将挡位选择开关拨至不同的挡位。挡位选择开关如图 1-3 所示。它可以分为多类挡位,除通路蜂鸣挡和电池电量挡外,其他各类挡位根据测量值的大小又可以细分成多挡。

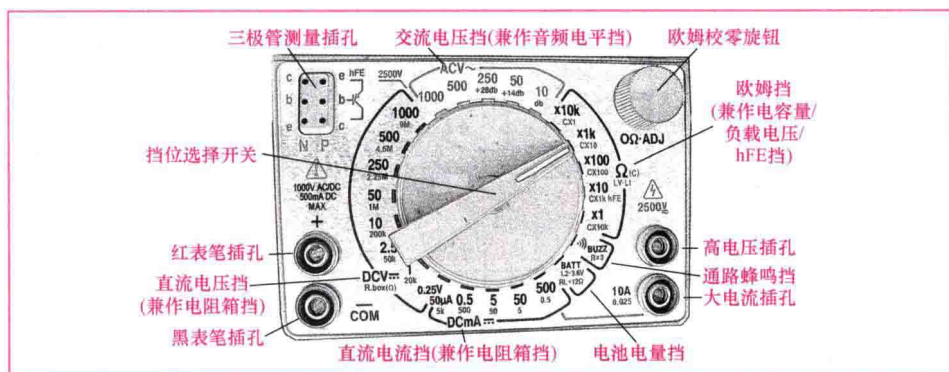


图 1-3 挡位选择开关及插孔

(三) 旋钮

指针万用表面板上的旋钮有机械校零旋钮和欧姆校零旋钮。机械校零旋钮如图 1-1 所示, 欧姆校零旋钮如图 1-3 所示。

机械校零旋钮的作用是在使用万用表进行测量前，将表针调到刻度盘电压刻度线（第2条刻度线）的“0”刻度处（或欧姆刻度线的“ ∞ ”刻度处）。

欧姆校零旋钮的作用是在使用欧姆挡或通路蜂鸣挡时，按一定的方法将表针调到欧姆刻度线的“0”刻度处。

(四) 插孔

万用表的插孔如图 1-3 所示。在图 1-3 中左下角标有“-COM”字样的为黑表笔插孔, 标有“+”字样的为红表笔插孔; 图 1-3 中右下角标有“2500V”字样的为高电压测量插孔(在测量大于 1000V 而小于 2500V 的电压时, 红表笔需插入该插孔), 标有“10A”字样的为大电流测量插孔(在测量大于 500mA 而小于 10A 的直流电流时, 红表笔需插入该插孔); 图 1-3 中左上角标有“P”字样的为 PNP 型三极管插孔, 标有“N”字样的为 NPN 型三极管插孔。

二 测量原理

指针万用表内部有一只直流电流表，为了让它不仅能测直流电流还能测电压、电阻等电量，需要给万用表加相关的电路。下面就来介绍一下万用表内部各种电路如何与直流电流表配合进行各种电量的测量。

(一) 直流电流的测量原理

万用表直流电流的测量原理如图 1-4 所示。图 1-4 中右端虚线框内的部分为万用表测直流电流时的等效电路，左端为被测电路。

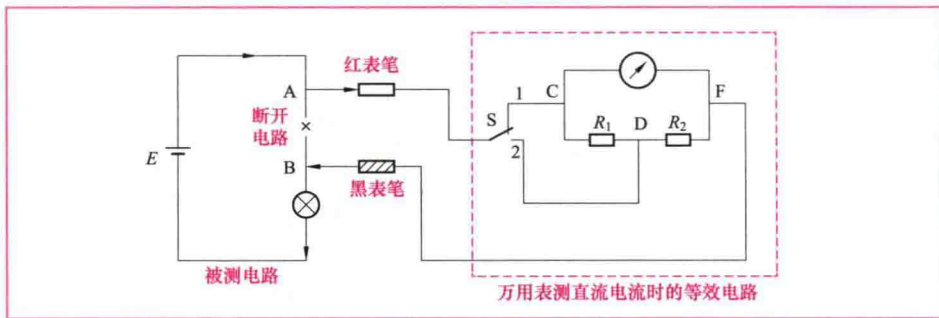


图 1-4 直流电流测量原理说明图

在图 1-4 中，如果想测量流过灯泡的电流大小，首先要将电路断开，然后将万用表的红表笔接 A 点（断口的高电位处），黑表笔接 B 点（断口的低电位处）。这时被测电路的电流经 A 点、红表笔流进万用表。在万用表内部，电流经挡位开关 S 的“1”端后分作两路：一路流经电阻 R_1 、 R_2 ，另一路流经电流表，两电流在 F 点汇合后再从黑表笔流出进入被测电路。因为有电流流经电流表，所以电流表表针偏转，指示被测电流的大小。

如果被测电路的电流很大，为了防止流过电流表的电流过大而使表针无法正常指示或电流表被烧坏，可以将挡位开关 S 拨至“2”处（大电流测量挡），这时从红表笔流入的大电流经开关 S 的“2”到达 D 点，电流又分作两路：一路流经 R_2 ，另一路流经 R_1 、电流表，两电流在 F 点汇合后再从黑表笔流出。因为在测大电流时分流电阻小（测小电流时分流电阻为 $R_1 + R_2$ ，而测大电流时分流电阻为 R_2 ），被分流掉的电流大，再加上 R_1 的限流作用，所以流过电流表的电流不会很大，电流表不会被烧坏，表针仍可以正常指示。

从上面的分析可知，万用表测量直流电流时有以下规律。

(1) 用万用表测直流电流时需要将电路断开，并且红表笔接断口的高电位处，黑