

一线资深智能手机维修工程师倾情分享丰富、有效、可靠的经验  
包含切实可行的丰富维修实例、维修技巧，图文并茂、简单易学  
清晰的维修思路、精湛的维修技术，让你快速成为智能手机维修专家

## 实例精华版

# 智能手机

张军 等编著

# 维修大全

### 超值大赠送

《主流打印机维修技术》电子书      《电脑维修核心技术》电子书  
《电子元器件检测维修实战》电子书      《液晶显示器维修技术》电子书  
《硬盘维修技术》电子书      《智能手机维修大全》配套视频教学

以上“超值大赠送”下载地址：<http://pan.baidu.com/s/1pKL5Zjd>（密码：3hev）



硬件维修无忧宝典

头例相干版

# 智能手机

张军 等编著

# 维修大全



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

智能手机维修大全 (实例精华版) / 张军等编著. —北京: 机械工业出版社, 2017.3  
(硬件维修无忧宝典)

ISBN 978-7-111-56260-3

I. 智… II. 张… III. 移动电话机—维修 IV. TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 041468 号

## 智能手机维修大全 (实例精华版)

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 余洁

责任校对: 董纪丽

印刷: 中国电影出版社印刷厂

版次: 2017 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 185mm × 260mm 1/16

印张: 16.25

书号: ISBN 978-7-111-56260-3

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

# 前 言

目前很多维修人员普遍存在对手机电路工作原理认识不系统、维修技术不规范等问题，手机电路维修的成功率并不高。如果有一本书能系统、全面地总结手机维修的各种技巧，并配以案例分析，会使读这本书的人快速成为一名手机维修工程师。

## 写作目的

从初学者到硬件维修工程师，必然需要一个反复学习和不断提高的过程。这个过程有可能是漫长、迷茫甚至是痛苦的，也有可能是迅速、按部就班的。这其中的区别就在于初学者是否善于学习，并能够找到好的“老师”。本书就是以此为目的，尽量为广大读者提供智能手机维修的详尽知识，力求使初学者到维修工程师的过程变得有迹可循，使读者少走弯路，每一分努力都能得到应有的回报。

## 本书内容

本书内容分为 15 章：

第 1 ~ 2 章主要讲解智能手机的基本维修技能，包括手机维修工具的使用方法、手机电路焊机技术、手机元器件好坏检测方法等。

第 3 ~ 6 章主要讲解手机软硬件方面故障维修方法，包括智能手机维修基本方法总结、手机刷机方法、手机解锁方法、手机数据恢复方法等。

第 7 ~ 8 章主要讲解手机整机故障处理方法和手机拆机技巧。

第 9 ~ 15 章主要讲解手机电路故障处理方法。包括手机射频电路、供电电路、处理器电路、音频电路、液晶屏电路、照相电路、接口电路的结构和工作原理，故障检测流程，故障维修方法及维修实例等。

## 本书特点

### 1. 循序渐进

本书每一部分都是从使用者遇到的实际问题出发，先介绍智能手机的结构和工作原理，

再介绍基本维护技能，然后讲解手机使用过程中遇到的软件、硬件及电路问题，最后介绍如何解决这些问题。通过这种方式，让读者能够充分了解手机的运行原理，了解手机故障发生的原因，掌握解决故障的思路。

## 2. 技巧结合实例

本书按照维修技巧与实例穿插编排，以理论结合实际的方式，让读者快速掌握手机维修的技巧。

## 3. 引人入胜

除了结构的巧妙设计，本书更注重维修技能的培养。所谓知其然更要知其所以然，为了让读者更直观、真实地体验维修过程，书中使用了大量的图片、模拟示意图，图文结合，让知识不再枯燥。

## 适合阅读的群体

本书语言通俗易懂，案例讲解简单实用，资料准确全面，适合手机维修从业人员、手机维修新手学习，也可用作大中专职业院校通信专业或智能手机维修专业教学，还能作为手机维修短期班培训用书以及企业岗位培训用书等。

除署名作者外，参加本书编写的人员还有王红明、席文利、李昌晋、刘俊、张成彦、白毛毛、杨丽琴、田志盛、李鸽、刘冬、邱晓刚、王志刚、郑继峰、韩秀云、史建铭、韩波、张卜风、刘旺荣、郭红苗、陈志刚、裴建国、石晓琴、杜建文、张军义、安慧芬、薛惠刚等。

由于作者水平有限，书中难免出现疏漏和不足之处，恳请业界同仁及读者朋友提出宝贵意见和真诚的批评。

编者

2017年2月

## 前 言

<b>第 1 章 元器件维修检测工具与焊接技术</b> .....	1
技巧 1 学用万用表 .....	1
实例 1 用数字万用表测量 .....	5
实例 2 用指针万用表测量 .....	7
技巧 2 学用示波器 .....	9
实例 3 用示波器测量 .....	15
技巧 3 焊接原理及过程 .....	18
技巧 4 学用手工焊接工具 .....	19
技巧 5 焊料与焊剂的使用技巧 .....	22
技巧 6 学用吸锡器 .....	22
技巧 7 焊接操作姿势 .....	23
技巧 8 焊接操作方法 .....	23
实例 4 焊接直插式元器件 .....	25
实例 5 焊接贴片式元器件 .....	28
技巧 9 BGA 拆焊技术 .....	32
实例 6 BGA 焊接实操 .....	34
技巧 10 电路板焊接问题处理 .....	35
<b>第 2 章 使用万用表判断手机元器件好坏</b> .....	37
技巧 11 电阻器实用知识 .....	37
实例 7 贴片电阻器好坏检测 .....	38
实例 8 贴片排电阻器好坏检测 .....	40
技巧 12 电容器实用知识 .....	43



实例 9	贴片电容器好坏检测	44
技巧 13	电感器实用知识	46
实例 10	电感器好坏检测	47
技巧 14	二极管实用知识	49
实例 11	二极管好坏检测	50
技巧 15	三极管实用知识	51
实例 12	三极管好坏检测	52
技巧 16	场效应管实用知识	58
实例 13	场效应管好坏检测	59
技巧 17	集成稳压器实用知识	62
实例 14	集成稳压器好坏检测	62
技巧 18	集成运算放大器实用知识	64
实例 15	数字集成电路好坏检测	65
<b>第 3 章</b>	<b>智能手机软硬件故障维修方法</b>	<b>69</b>
技巧 19	怎样学会智能手机维修	69
技巧 20	智能手机软件故障分析	69
技巧 21	智能手机软件故障处理方法	70
技巧 22	智能手机硬件故障分析	71
技巧 23	智能手机硬件故障处理方法	73
技巧 24	八步骤维修智能手机	75
<b>第 4 章</b>	<b>智能手机刷机技巧</b>	<b>77</b>
技巧 25	智能手机刷机	77
技巧 26	智能手机刷机前的准备	79
实例 16	小米智能手机刷机实战	84
实例 17	HTC 智能手机刷机实战	86
实例 18	华为智能手机刷机实战	90
实例 19	联想智能手机刷机实战	90
实例 20	苹果智能手机刷机实战	93
实例 21	联想 S658T 手机开机系统提示“很抱歉，日历已停止运行”	94
实例 22	摩托罗拉 ME525 手机联系人信息无法保存	95
实例 23	小米 3 手机刷机后，运行时总死机	95
<b>第 5 章</b>	<b>智能手机解锁技巧</b>	<b>96</b>
技巧 27	智能手机常用加密及解锁方法	96

技巧 28	SIM 卡锁定解锁技巧	98
实例 24	小米手机解锁实战	99
实例 25	联想手机解锁实战	100
实例 26	联想黄金斗士 S8 手机被锁, 忘记密码	101
实例 27	iPhone 5 手机密码输入次数过多, 显示 iPhone 已停用	101
实例 28	中兴 U791 手机图形锁忘记密码	102
实例 29	华为荣耀 6 手机忘记屏锁密码	102
实例 30	联想乐檬 3 手机被锁, 忘记密码	103
<b>第 6 章</b>	<b>智能手机照片资料恢复技巧</b>	<b>104</b>
技巧 29	怎样从手机存储卡中删除文件	104
实例 31	恢复被删除的照片 / 视频	104
<b>第 7 章</b>	<b>智能手机拆机技巧</b>	<b>108</b>
实例 32	结合吸盘拆卸智能手机	108
实例 33	使用撬棒拆卸智能手机	111
<b>第 8 章</b>	<b>智能手机整机故障诊断与问题解决</b>	<b>114</b>
技巧 30	智能手机整机故障诊断检修流程	114
技巧 31	智能手机故障分类	117
技巧 32	通过电流变化判断智能手机故障	118
技巧 33	不开机故障诊断与问题解决	119
技巧 34	不入网故障诊断与问题解决	122
技巧 35	不识卡故障诊断与问题解决	124
技巧 36	显示故障诊断与问题解决	125
技巧 37	进水手机维修处理	129
实例 34	三星 i8258 手机进水后无法开机	130
实例 35	三星 i8268 手机进水	131
实例 36	iPhone 4 手机无法开机	131
实例 37	iPhone 5S 手机进水后无信号	132
实例 38	华为 P6 手机进水后不能充电	132
<b>第 9 章</b>	<b>智能手机射频信号类故障诊断与问题解决</b>	<b>133</b>
技巧 38	射频电路由哪些部件组成	133
技巧 39	射频电路工作流程	135



技巧 40	射频信号类故障分析	136
技巧 41	射频信号类故障诊断流程	138
技巧 42	智能手机无信号及信号弱故障解决	138
技巧 43	智能手机发射关机故障解决	141
实例 39	华为 P6 手机无送话	144
实例 40	中兴 U956 手机开机无服务	144
实例 41	HTC 手机通话质量差	144
实例 42	OPPO 手机有信号, 但无法拨打电话	145
实例 43	TCL 手机打电话时听不到被叫方的声音	145
实例 44	摩托罗拉手机打电话时自动挂机	145
实例 45	摩托罗拉手机的信号指示经常突然消失	146
实例 46	诺基亚手机无信号	146
<b>第 10 章</b>	<b>智能手机供电 / 充电类故障诊断与问题解决</b>	<b>147</b>
技巧 44	电源供电电路的组成结构	147
技巧 45	智能手机电源电路的供电流程	149
技巧 46	智能手机开机信号电路工作流程	150
技巧 47	电池充电电路充电流程	151
技巧 48	供电 / 充电类故障分析	151
技巧 49	供电 / 充电类故障诊断流程	152
技巧 50	电流法快速诊断供电电路故障	152
技巧 51	电压法快速诊断供电电路故障	154
技巧 52	手机无法开机故障解决	154
技巧 53	电池充电电路故障解决	156
实例 47	小米 4 手机充电特别慢	159
实例 48	小米 4 手机进水后无法开机	160
实例 49	小米 2S 手机无法充电	160
实例 50	联想 A750 手机有充电提示, 但电量不增反减	161
实例 51	三星 i7562 手机不充电	162
实例 52	三星 NOTE3 手机接充电器显示充电, 但电量越充越少	162
实例 53	HTC T328D 手机开机后黑屏	163
实例 54	HTC 606W 手机被摔后无法开机	163
<b>第 11 章</b>	<b>智能手机处理器电路类故障诊断与问题解决</b>	<b>164</b>
技巧 54	处理器电路的组成结构	164
技巧 55	处理器电路对手机的控制流程	169

技巧 56	处理器电路类故障分析	173
技巧 57	处理器电路类故障诊断流程	174
技巧 58	处理器电路故障解决	175
技巧 59	时钟电路故障解决	177
技巧 60	复位电路故障解决	179
技巧 61	存储器电路故障解决	179
技巧 62	不开机故障解决	181
技巧 63	系统时钟不正常故障解决	182
实例 55	联想 A630T 手机无 WiFi 信号	182
实例 56	iPhone 5S 手机屏幕感光失灵	182
实例 57	iPhone 5S 手机更换液晶屏后不断重启	183
实例 58	iPhone 6 手机被摔后没有网络信号且无法打电话	184
实例 59	华为 C8812 手机一安装电池就不停振动	185
<b>第 12 章</b>	<b>智能手机液晶屏 / 触屏类故障诊断与问题解决</b>	<b>186</b>
技巧 64	液晶显示屏电路的组成结构	186
技巧 65	液晶显示屏电路的显示流程	189
技巧 66	触摸屏电路的工作流程	190
技巧 67	背光灯驱动电路工作流程	191
技巧 68	显示触控类故障诊断流程	191
技巧 69	液晶显示屏电路故障解决	192
技巧 70	触摸屏电路故障解决	195
实例 60	小米 2S 手机开机不显示	197
实例 61	小米 3 手机触摸屏失灵	198
实例 62	小米 4 手机触摸屏失灵	198
实例 63	联想 A808T 手机被摔后屏幕变成白屏	198
实例 64	三星 i9128i 手机无屏灯	199
实例 65	三星 i739 手机待机后变成黑屏无显示	199
实例 66	iPhone 5S 手机进水清洗后开机, 屏幕花屏且触摸屏失灵	200
实例 67	iPhone 5S 被摔后屏幕无显示	200
实例 68	OPPO R6007 手机进水后背光灯不亮	201
实例 69	OPPO X909 手机换显示屏后待机时自动黑屏	202
<b>第 13 章</b>	<b>智能手机照相类故障诊断与问题解决</b>	<b>203</b>
技巧 71	照相电路的组成结构	203
技巧 72	照相电路的工作流程	204

技巧 73	照相类故障诊断流程 .....	206
技巧 74	照相类故障解决 .....	206
实例 70	小米 2S 手机摄像头无法对焦 .....	209
实例 71	iPhone 6 手机进水后前置相机失灵 .....	209
实例 72	LG 手机照相功能失灵 .....	210
实例 73	联想手机照相功能失灵 .....	210
实例 74	索尼手机照相后不能保存照片 .....	210
<b>第 14 章</b>	<b>智能手机声音类故障诊断与问题解决</b> .....	<b>211</b>
技巧 75	音频处理电路的组成结构 .....	211
技巧 76	音频处理电路的工作流程 .....	213
技巧 77	听筒电路的工作流程 .....	215
技巧 78	扬声器电路的工作流程 .....	216
技巧 79	耳机电路的工作流程 .....	217
技巧 80	话筒电路的工作流程 .....	219
技巧 81	声音类故障分析 .....	219
技巧 82	声音类故障诊断流程 .....	220
技巧 83	听筒电路故障解决 .....	223
技巧 84	话筒电路故障解决 .....	225
技巧 85	扬声器电路故障解决 .....	227
技巧 86	耳机电路故障解决 .....	229
实例 75	小米 3 手机插入耳机后无法进入耳机模式，耳机没声音 .....	232
实例 76	iPhone 6 被摔后无法打电话，且自动免提 .....	233
实例 77	HTC 手机通话质量很差 .....	233
实例 78	HTC 手机扬声器声音失真 .....	234
实例 79	iPhone 5 手机听筒有时有声音，有时无声音 .....	234
实例 80	iPhone 5 手机声音全无 .....	234
实例 81	iPhone 5 手机正常使用时出现耳机模式 .....	235
实例 82	LG 手机电话接通后听不到声音 .....	235
实例 83	联想手机无铃声 .....	235
<b>第 15 章</b>	<b>智能手机接口类故障诊断与问题解决</b> .....	<b>236</b>
技巧 87	接口电路的组成结构 .....	236
技巧 88	USB 接口电路的工作流程 .....	238
技巧 89	SIM 卡接口电路的工作流程 .....	239

技巧 90	USB 接口电路故障诊断流程	241
技巧 91	USB 接口电路故障解决	242
技巧 92	SIM 卡电路故障解决	244
实例 84	iPhone 5 手机的 Home 键失灵	246
实例 85	OPPO A107 手机不读卡	247
实例 86	HTC 手机 SD 卡不能读写	247
实例 87	索尼手机不能识别 SIM 卡	247
实例 88	摩托罗拉手机 USB 功能失灵	248

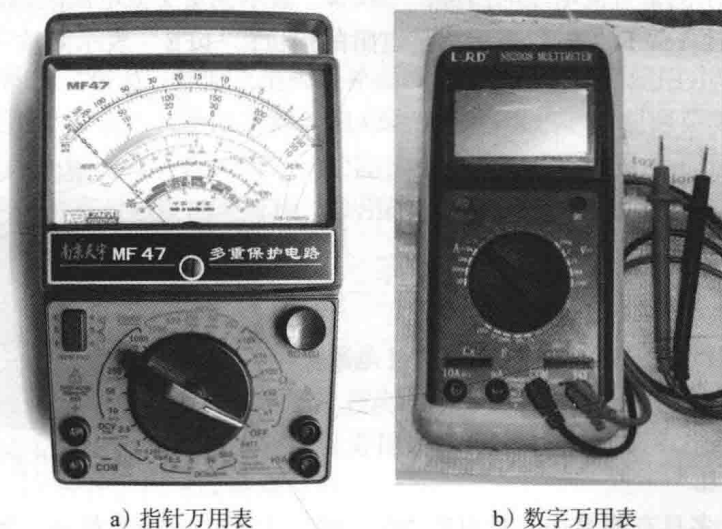
# 元器件维修检测工具与焊接技术

手机维修常用工具主要有万用表、示波器、电烙铁、热风枪、吸锡器等。本章将分别介绍常用工具的使用方法。

## 技巧 1 学用万用表

“万用表”是万用电表的简称。万用表是电子制作中一个必不可少的工具，它的基本原理是利用一只灵敏的磁电式直流电流表（微安表）作为表头，当微小电流通过表头，就会有电流指示。但万用表表头不能通过大电流，所以必须在表头上并联与串联一些电阻进行分流或降压，从而测出电路中的电流、电压和电阻。

万用表是电工必备的仪表之一，是电子维修中必备的测试工具。万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻等。有些万用表还可测量电容容量、信号频率、三极管放大倍数  $h_{FE}$  等。万用表有很多种，目前常用的有指针万用表和数字万用表，如图 1-1 所示。



a) 指针万用表

b) 数字万用表

图 1-1 指针万用表和数字万用表

## 数字万用表的结构

数字万用表具有直观的数字显示功能及较高的测量精度,有些数字万用表还具有语音提示功能。它除了能完成指针万用表的测量功能外,还可以测量小容量电容器、电感、信号频率、温度等。因此,数字万用表越来越受到电子爱好者的青睐。数字万用表的种类较多,图 1-2 所示为一款 DT9208A 型数字万用表。本书此款万用表为例介绍数字万用表的结构。

如图 1-2 所示,数字万用表的面板主要由显示屏、开关、功能选择旋钮、表笔插孔、表笔扩展插孔、电容器插孔、三极管插孔、温度传感器插孔、指示灯等组成。

### (1) 显示屏

显示屏是数字万用表的特有部件,用于以数字形式显示测量结果,使读取数据直观方便。不同的数字万用表能显示的数字位数不同。

### (2) 开关

数字万用表大多都有开关,在不使用时可以关闭数字万用表,以节约表内电池电量。

### (3) 功能选择旋钮

同指针万用表一样,功能选择旋钮用来选择测量功能。在它的周围用数字标示出功能区及量程。数字万用表的测量功能比较多,主要有电阻测量、交/直流电压测量、电容测量、交/直流电流测量、二极管测量、三极管放大倍数测量、逻辑电平测量、频率测量等。每个功能下又分出不同量程,以适应被测量对象的性质与大小。其中,“ACV”表示测量交流电压的挡位;“DCV”表示测量直流电压的挡位;“ACA”表示测量交流电流的挡位;“DCA”表示测量直流电流的挡位;“ $\Omega$  (R)”表示测量电阻的挡位;“hFE”表示测量三极管放大倍数的挡位。

### (4) 表笔插孔

同指针万用表。图 1-3 所示为数字万用表的表笔。

### (5) 表笔扩展插孔

表笔扩展插孔共有两个,但都是用来测量电流的红表笔插孔。一个用来测量 5A 以下的电流,另一个用来测量 20A 以下的电流。

### (6) 电容器插孔

数字万用表大多具有测量小容量电容器的功能。测量电容器容量时,要将电容器的两个



图 1-2 数字万用表的面板

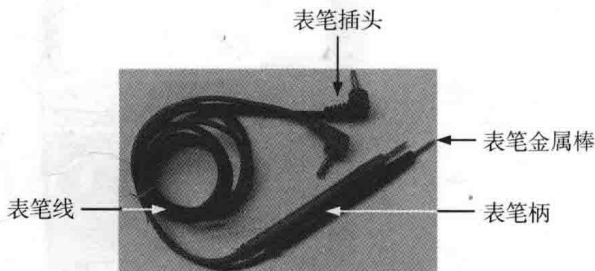


图 1-3 数字万用表的表笔



引脚插入该插孔。

#### (7) 三极管插孔

三极管插孔专门用来测量三极管的  $h_{FE}$  值。

#### (8) 温度传感器插孔

测量温度是某些数字万用表具有的一种功能。有该功能的数字万用表在出售时配有一个传感器，测量温度时，将传感器插头插入该插孔即可。

#### (9) 指示灯

DT9208A 型数字万用表有测量二极管的功能。当功能旋钮旋至二极管挡时，若红表笔与黑表笔之间的电阻值小于  $70\Omega$ ，该指示灯亮，同时表内蜂鸣电路工作，发出长鸣声响。其余测量功能及各量程，该指示灯均不亮，蜂鸣器不发声。

## 数字万用表使用注意事项

- 1) 测量前要明确目的，不可盲目测量。
- 2) 测量时不能用手触摸表笔的金属部分，以保证安全和测量的准确性。
- 3) 测直流电量时要注意被测电量的极性，避免指针反打而损坏表头。
- 4) 测量较高电压或大电流时不能带电转动转换开关，避免转换开关的触点产生电弧而被损坏。
- 5) 不允许带电测量，否则会烧坏万用表。
- 6) 万用表内干电池的正极与面板上红表笔插孔相连，干电池的负极与面板上黑表笔插孔相连。
- 7) 不允许用万用表电阻挡直接测量高灵敏度表头内阻，以免烧坏表头。
- 8) 测量高值电阻时，不要用两只手捏住表笔的金属部分，否则会将人体电阻并联接入被测电阻而引起测量误差。
- 9) 测量完毕后拔出表笔，关掉开关。若长期不用，应将表内电池取出，以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。

## 指针万用表的结构

指针万用表的种类很多，外形及结构差异很大，但基本原理和使用方法是一样的。

指针万用表主要由表头、功能选择旋钮和测量电路组成，外配两只测量用的表笔。从万用表外部正面看，万用表有表盘、指针、功能选择旋钮、表笔插孔及标示的各种符号，如图 1-4 所示。表头是一种高灵敏度的电流计，采用磁电式机构，配有指针及带各种刻度线的表盘，是测量的显示装置。

### 1. 功能选择旋钮

指针万用表的功能选择旋钮是一个有箭头指示的多挡位旋转开关，用来选择测量功能和量程。一般指针万用表的测量功能包括测量直流电压、交流电压、电阻。这三项是绝大多数指针万用表都具有的功能，所以也有人将指针万用表称为“三用表”。万用表的每个测量功能下又划分为几个不同的量程，以适应被测对象。

不同的指针万用表的测量功能也不一样。

图 1-4 所示为 MF—47 型万用表外形图。该万用表就是一款性能不错的万用表，它可以测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻值、电容值、三极管 hFE 等多种电量。

1) 电阻挡：有“ $\times 1\Omega$ ”“ $\times 10\Omega$ ”“ $\times 100\Omega$ ”“ $\times 1k\Omega$ ”和“ $\times 10k\Omega$ ”5个量程挡，有些万用表还有一个“ $R \times 100k$ ”量程挡。

2) 直流电压挡：有“0.25V”“1V”“2.5V”“10V”“50V”“250V”“500V”和“1000V”8个量程挡。

3) 交流电压挡：有“1000V”“500V”“250V”“50V”和“10V”5个量程挡，“10V”量程挡也是测量电容值、电感值及分贝值的共用挡。

4) 直流电流挡：有“5A”“500mA”“50mA”“5mA”“0.5mA”“0.05mA”等量程挡，其中，“0.05mA”直流电流挡与“0.25V”直流电压挡共用。

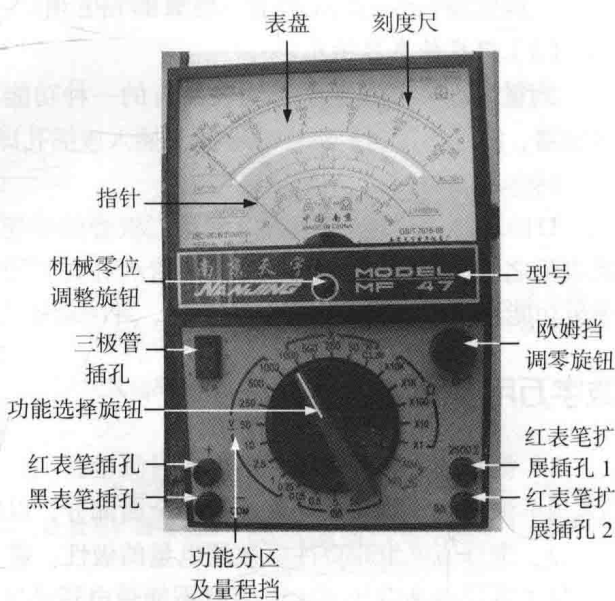


图 1-4 指针万用表的面板

## 2. 表盘

表盘上有指针、刻度线和数值，并有多种符号。符号 A-V- $\Omega$  表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线，其中最上端的刻度线是电阻阻值刻度线，其右端为 0，标有“ $\Omega$ ”符号，左端为  $\infty$ ，刻度值分布是不均匀的；用符号“—”或“DC”指示的刻度线为直流电压刻度线；用符号“~”或“AC”指示的刻度线为交流电压刻度线；“ $\underline{V}$ ”表示交流和直流共用的刻度线；“mA”表示毫安。刻度线下的几行数字是与选择开关不同挡位相对应的刻度值。

在不使用时，指针万用表指针停在表盘的最左端“0”位置处。在测量时，指针在电流产生的磁力作用下向右偏转。指针偏转经过的路程称为“行程”。指针从左端“0”处偏转到刻度线右端点所经历的路程称为“满行程”。

表头上有机零位调整旋钮，用以校正指针停在左端零位置（一般万用表在出厂前已校好）。在受剧烈振动后，万用表指针可能偏离零位，可通过调整旋钮使其处于零位。

## 3. 欧姆挡调零旋钮

欧姆挡调零旋钮用于在测量电阻时，消除万用表本身的测量误差。

## 4. 表笔插孔

在表盘上有两个表笔插孔，一个为黑表笔插孔，用“COM”或“-”表示，另一个为红表笔插孔，用“V $\Omega$ ”或“+”表示。表笔分为红、黑两只，使用时应将红表笔插头插入标有“+”号的插孔，黑表笔插头插入标有“-”号的插孔。表笔扩展插孔是两个专用插孔，一个是用于测量大于 5A 电流的红表笔插孔，另一个是测量高电压用的红表笔插孔。在测量高电压时必须插入红表笔，黑表笔仍插在有“-”号的插孔。

## 5. 三极管插孔

三极管插孔专门用来测量三极管的 hFE 放大倍数。

## 6. 测量线路

测量线路是万用表的内部电路,它将不同性质和大小的被测电量转换为表头所能接受的直流电流并产生磁力,用于推动指针偏转。

### 指针万用表的工作原理

#### (1) 电阻测量原理

指针万用表内置两块电池,一块是“5号”1.5V通用电池,另一块是“9V层叠电池”(也有用15V的)。在测量电阻时,将功能选择钮拨到“ $\Omega$ ”挡,当两只表笔分别接触被测对象的两端点(如一根导线两端)时,由万用表内置电池、外接的被测电阻、内部测量电路和表头部分共同组成闭合电路,由电池形成的电流使表头的指针偏转。电流与被测电阻不呈线性关系,所以表盘上电阻阻值刻度线的刻度是不均匀的,而且是反向的。刻度线的刻度从右向左表示被测电阻阻值逐渐增大,阻值越大,指针偏转的幅度越小;阻值越小,指针偏转的幅度越大。这与万用表其他数值刻度线正好相反,在读数时应注意。

#### (2) 电压测量原理

测量直流电压时,当把表笔接到被测电路时,被测电路中的电压(电能)通过表笔接通万用表内部电路,形成电流通过表头,从而驱动指针偏转。

### 指针万用表使用注意事项

1) 测量电流与电压时不能旋错挡位。如果误用电阻挡或电流挡去测电压,极易烧坏电表。万用表不用时,最好将挡位旋至交流电压最高挡,避免因使用不当而损坏。

2) 测量直流电压和直流电流时,注意“+”“-”极性,不要接错。如果发现指针反转,则应立即调换表笔,以免损坏指针及表头。

3) 如果不知道被测电压或电流的大小,应先用最高挡,而后再选用合适的挡位来测试,以免表针过度偏转而损坏表头。所选用的挡位越靠近被测值,测量的数值就越准确。

4) 测量电阻时,不要用手接触元件的两端(或两只表笔的金属部分),以免人体电阻与被测电阻并联,使测量结果不准确。

5) 测量电阻时,如将两只表笔短接,欧姆挡调零旋钮调至最大,指针仍然达不到零位,通常是由于表内电池电压不足造成的,应换上新电池方能准确测量。

## 实例 1 用数字万用表测量

### 准备工作

在使用数字万用表前要做好测量前的准备工作。

1) 熟悉各旋钮、插孔等的作用及各功能区量程。

2) 检查红色和黑色两根表笔所接的位置是否正确,红表笔插入“+”插孔,黑表笔插入“-”插孔。有些万用表另有测直流2500V高压测量端,在测量高压时黑表笔不动,将红表笔插入高压插孔。