

4G手机维修

轻松学

张兴伟 编著

在这本书中，你可以发现：

- 4G手机维修的基础知识、单元电路、故障检修方法
- 大量典型的手机实际电路，包括iPhone 6
- 初学者和有一定经验的技术人员都能各取所需



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

4G手机维修 轻松学

CELLPHONE

■ 张兴伟 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

4G手机维修轻松学 / 张兴伟编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-115-40188-5

I. ①4… II. ①张… III. ①移动电话机—维修
IV. ①TN929.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第244885号

内 容 提 要

作为4G手机维修快速入门的技术资料,本书分别介绍了手机维修技术的基础知识、手机内的各单元电路,以及手机故障的检修方法。全书共分10章,分别介绍了与手机电路及其故障检修相关的电子基础知识、手工操作基础、电路识图知识,以及手机的电路与检修方法,包括电源管理单元、音频系统、显示与按键系统、传感器电路、人机界面接口、故障检修方法等。本书选取了大量典型的手机实际电路,并以iPhone 6、LG D820手机电路为例,以较为轻松的语言对手机各电路原理与故障检修方法作了深入浅出的叙述,使读者更易于掌握手机的维修技能。

本书适用于从事电子产品维修的技术人员学习,也适用于中职、高职院校相关专业的学生、对手机电路感兴趣的所有电子爱好者阅读参考。

◆ 编 著 张兴伟

责任编辑 李 强

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京昌平百善印刷厂印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 19.75

2015年12月第1版

字数: 415千字

2015年12月北京第1次印刷

定价: 49.00元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

Preface

前言

4G 手机商用已久，但关于 4G 手机电路的技术书籍还鲜于见到。为此，我们对 4G 手机电路做了一些收集整理，并作了些加工处理，同时选取了极具代表性的机型进行讲述，以期能为手机维修人员、电子爱好者及其他一些相关的技术人员提供一个必要的参考。

全书共分 10 章，分别介绍了与手机电路及其故障检修相关的电子基础知识、手工操作基础、电路识图知识，以及手机的电路与检修方法，包括电源管理单元、音频系统、显示与按键系统、传感器电路、人机界面接口、故障检修方法等。

本书的编写，从实用及快速技能培训的立场出发，注意知识点与技能方面的训练，对手机维修的基础知识、手机电路原理以及手机维修中的一些通用方法从崭新的视角进行讲述。它包括一般电子基础；手机的电路结构；各单元电路、接口电路的维修分析，以及通用的各种检测方法、分析方法等，帮助初学者和有一定经验的技术人员都能找到自己所需要的东西，能掌握一种思路、方法。

除署名作者外，参与本书资料整理与编写的人员还有钟云、林庆位、张积慧、钟晓、郭小军、张素蓉与钟钦。

现将这本书献给广大读者，以便互相学习交流。由于资料与水平的限制，书中错漏之处在所难免，恳请读者指正。

作者

Contents

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 谁可以使用本书	2
1.2 本书有什么特点	2
1.3 怎样才能成为优秀的维修人员	4
1.4 如何学习电子技术	5
1.5 关于手机维修	7
1.6 采购维修工具	8
第 2 章 4G 手机维修必须的手工	12
2.1 焊接技术很重要	13
2.1.1 焊接工具	13
2.1.2 检查烙铁头温度	14
2.1.3 焊接有引脚元器件	15
2.1.4 焊接 SMD 元器件	16
2.1.5 用热风枪取元器件	18
2.1.6 清洁元器件焊盘	19
2.1.7 BGA 芯片焊接	19
2.2 小心拆装	20
2.2.1 拆机注意事项	20
2.2.2 装配也讲技巧	24
2.3 指针式万用表	24
2.4 数字万用表	27
2.5 示波器	30



第 3 章	30 分钟能学会的故障检修	33
3.1	更换触摸屏	34
3.1.1	触摸屏概述	34
3.1.2	更换触摸屏	36
3.2	更换显示屏	42
3.2.1	显示屏概述	42
3.2.2	更换显示屏	43
3.3	花样百出的软件故障	45
3.3.1	软件问题概述	45
3.3.2	更新手机固件	48
3.3.3	彻底获取手机控制权	51
第 4 章	4G 手机维修必备的电子基础	52
4.1	电阻基础知识	53
4.1.1	基本概念	53
4.1.2	电阻器的串联	54
4.1.3	电阻分压器	55
4.1.4	电阻器的并联	56
4.1.5	SMD 电阻器	59
4.1.6	检测电阻器	60
4.1.7	短路与开路	62
4.1.8	对地电阻	65
4.2	电容基础知识	66
4.2.1	基本概念	66
4.2.2	电容	67
4.2.3	SMD 电容器	68
4.2.4	电容器的特性	71
4.2.5	电容器的连接	75
4.2.6	电容器的容抗	78
4.2.7	电容器的检测	81
4.3	电感基础知识	83
4.3.1	基本概念	83
4.3.2	电感器的特性	84

4.3.3	SMD 电感器	87
4.3.4	电感器的连接	88
4.3.5	电感器的感抗	90
4.3.6	电感器的检测	91
4.4	半导体二极管	92
4.4.1	二极管的组成	92
4.4.2	二极管的伏安特性	93
4.4.3	检测二极管	97
4.5	晶体三极管	102
4.5.1	放大的条件	103
4.5.2	电流放大系数	104
4.5.3	共发射极放大电路的组成	106
4.5.4	从电流放大到电压放大	108
4.5.5	三极管开关原理	110
4.5.6	三极管的识别与检测	112
4.5.7	关于特殊三极管的检测	119
第 5 章	4G 手机电路概述	121
5.1	从 2G 到 4G 手机	122
5.2	4G 手机电路的特点	124
5.3	快速学习 4G 手机电路	127
5.3.1	“黑盒子”方法	127
5.3.2	电路“积木”	128
5.4	4G 手机故障检修方法	131
5.4.1	“黑盒子”法分析要点	132
5.4.2	“黑盒子”法检修应用要点	132
5.4.3	不同的故障检修法	134
第 6 章	4G 手机电源电路	137
6.1	电池电源接入	138
6.1.1	手机的电池连接器	138
6.1.2	电池供电线路	139
6.1.3	电池数据线路	141
6.1.4	电池温度线路	143

6.2 电源管理器单元	145
6.2.1 参考电源	148
6.2.2 实时时钟	148
6.2.3 开机触发	149
6.2.4 复位信号与电路	150
6.3 PMU 的电压调节器	151
6.3.1 PMU 的 LDO 电压输出	151
6.3.2 PMU 的开关电源	153
6.4 独立电压调节器	155
6.4.1 LDO 电压调节器	155
6.4.2 独立的开关电源调节器	156
6.5 系统时钟电路	158
6.6 开机维持	160
6.7 充电电路	162
6.7.1 充电器接口	162
6.7.2 充电电路	163
6.8 开机故障检修	167
6.8.1 经验型的快速分析	167
6.8.2 一般检修方法	168
 第 7 章 4G 手机收发电路	170
7.1 概谈 4G 手机射频电路	171
7.2 天线电路	173
7.2.1 手机天线	173
7.2.2 双工滤波器	174
7.2.3 天线开关模组	176
7.3 低噪声放大器	180
7.4 射频芯片电路	181
7.4.1 射频芯片的电源端口	182
7.4.2 射频输入与基带输出	183
7.4.3 时钟与控制信号端口	184
7.4.4 基带输入与射频输出	186
7.5 收发信机的基带电路	187
7.5.1 基带信号处理	187

7.5.2	受话器音频电路	188
7.5.3	扬声器音频电路	191
7.5.4	送话器音频电路	193
7.5.5	数字送话器电路	195
7.6	功率放大器	196
7.6.1	检修 PA 电路	198
7.6.2	PA 电路示例一	199
7.6.3	PA 电路示例二	200
7.6.4	PA 电路示例三	201
7.6.5	PA 电路示例四	203
第 8 章	4G 手机接口电路	205
8.1	关于基带信号处理器	206
8.2	触摸与显示电路	208
8.2.1	触摸屏电路	208
8.2.2	显示接口电路	210
8.3	各种灯电路	212
8.3.1	信号指示灯	213
8.3.2	按键背景灯	213
8.3.3	显示背景灯	215
8.3.4	闪光灯电路	216
8.4	按键电路	218
8.4.1	电源开关键	218
8.4.2	按键矩阵电路	219
8.5	卡接口电路	221
8.5.1	SIM 卡接口电路	221
8.5.2	存储卡接口电路	223
8.6	传感器电路	224
8.6.1	霍尔传感器电路	224
8.6.2	磁阻传感器电路	225
8.6.3	加速度传感器电路	225
8.6.4	磁力传感器电路	226
8.6.5	接近传感器电路	227
8.6.6	陀螺仪传感器电路	228

8.6.7 气压传感器电路	229
第 9 章 iPhone 6 手机电路原理与维修	230
9.1 电源管理电路	231
9.1.1 电池接口	231
9.1.2 电池供电与充电	231
9.1.3 开机触发	232
9.1.4 APP 单元的 PMU	234
9.1.5 基带电源管理器	237
9.2 应用处理器单元	239
9.2.1 应用处理器	239
9.2.2 存储器	242
9.3 终端接口电路	244
9.3.1 显示屏接口	244
9.3.2 触摸屏接口与驱动	244
9.3.3 显示与背景灯电源	247
9.3.4 指纹传感器接口	248
9.3.5 照相机接口电路	249
9.3.6 其他接口	250
9.4 音频电路	252
9.4.1 音频编译码器	252
9.4.2 耳机接口	254
9.4.3 扬声器放大器	254
9.5 无线通信电路	255
9.5.1 基带处理器单元	255
9.5.2 射频信号处理器	256
9.5.3 射频开关电源	257
9.5.4 2G 功率放大器	258
9.5.5 天线开关模组	259
9.5.6 四个不同频段的 PA	250
9.5.7 GPS 电路	264
9.6 故障检修	265
9.6.1 不开机故障	266
9.6.2 关于射频故障	266

9.6.3 音频故障	267
9.6.4 其他故障	268
第 10 章 LG-D820 手机电路原理与维修	270
10.1 电源管理电路	271
10.1.1 电池接口与供电	271
10.1.2 有线充电与无线充电	275
10.1.3 开机触发	277
10.1.4 两个电源管理器	277
10.2 基带单元	278
10.2.1 显示接口电路	278
10.2.2 照相机接口电路	279
10.2.3 音频电路	281
10.2.4 几个传感器	283
10.2.5 NFC 电路	284
10.3 射频单元	286
10.3.1 天线一通道	286
10.3.2 天线二通道	294
10.3.3 天线三通道	296
10.3.4 天线四通道	296
10.4 故障检修	296
10.4.1 开机故障	302
10.4.2 射频故障	302
10.4.3 其他故障	303



绪 论

■ 在从事电气、电子技术工作前，适当的学习是必需的。有一句话说得很好：相对于因无知所付出的代价，教育学习的成本实在是微不足道。

■ 本部分的一些内容本来准备放在前言或第1章之前，但许多人阅读技术类书籍时习惯忽略前言与绪论的内容，这里将它作为第1章，旨在引起读者（特别是初学者）的注意。

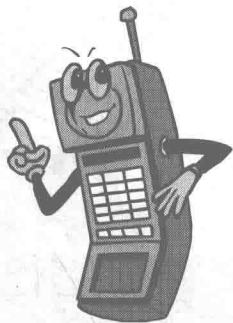
认真看看这部分吧，或许会对你有所启迪呢！



手机维修与现代生活息息相关,手机维修技术是一门非常广泛的学科。不论是在校学生还是社会人士,学习手机维修技术的非常多,还有许许多多的人正准备开始学习手机维修技术。手机维修作业的实践性非常强,对从业人员动手能力的要求也非常高。而从业人员的动手能力与其所掌握的电路知识紧密相关。如果学习手机维修技术仅仅是为了获得一些简单的维修技能,那很容易,选择基本经验型的维修类书籍,找机会多实践即可。但想真正深入学习手机维修技术而不仅仅是掌握一些简单的技能,就必须学习相关的电子技术理论。

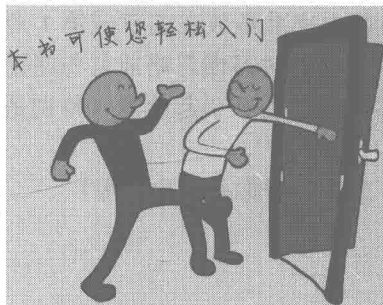
在开始之前,我想你应该问问自己:你为什么想学习手机维修技术?通过学习,你希望获得什么样的知识或技能?

你想知道更多吗?看书吧,朋友!



1.1 谁可以使用本书

本书内容深入浅出、图例丰富、生动形象,非常适合各类手机维修技术的初学者,包括自学者与相关专业的学生、对广大电子爱好者对也不无裨益。



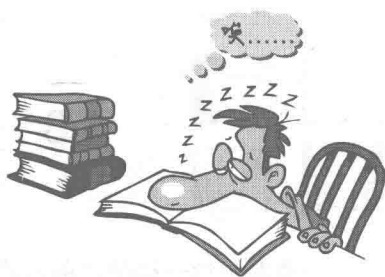
您会发现这本书是易学的、有用的
使用本书并没有很高的门槛,无需你有任何的电子基础;这里讨论的大多数内容都不涉及数学运算。

通常,初中文化程度以上的读者即可轻松阅读并理解本书。当然,如果你对电子或计算机有一定了解的话是有帮助的,本书中的一些内容或多或少会用到相关知识。但一般情况下,大多数人都可以轻松阅读本书的大部分内容。

1.2 本书有什么特点

市面上关于手机维修技术的资料很多,但要么以机型为主,对初学者并不适用;要么是

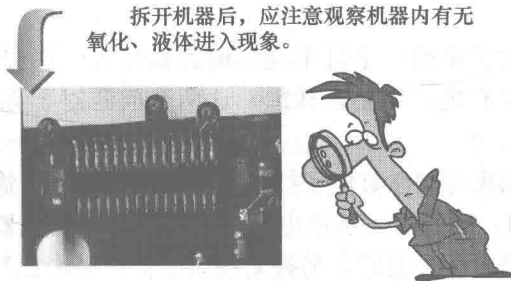
一大堆文字繁多的理论，极易令初学者迷糊，毋庸讳言，这对于大多数人，特别是初学者、自学者来说，还是有相当大的难度。



本书是一本理论与实际并重的基础教材。但基础教材并不是低级教材，良好的基础才是深入实际之本。你可以通过本书快速掌握手机的基本维修技能。一开始就直奔高深的理论，想达到精通，是不切实际的，没有扎实的基础，只会使自己中途败下阵来。

本书着重介绍 4G 手机电路与故障检修基础，目的在于使读者比较快速地入门，初步掌握 4G 手机电路的基本原理和故障检修的基本技能。

拆开机器后，应注意观察机器内有无氧化、液体进入现象。



本书的一个重要特点就是面向实际，从实际出发对知识点予以描述。本书力求从“技术”与“技巧”层面来描述手机维修技术基础各方面的相关知识点。在介绍知识点时，结合实际电路、形象图例予以讲述，即使在讲述必要的电路原理时，也力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂。

本书共 10 章，分别介绍了电子基础知识与有关手工操作的一些最基础的知识，以及手机电路系统中的各单元电路。不要小觑这些基础的东西，在实际工作中，你随时都可能会用到它们。对于初学者而言，本书内容是丰富而实际的，它能引导你在电子技术方面快速入门。

当然，你不要指望本书能解决你学习中遇到的所有问题。任何一本书都不可能。要学会查找、参阅相关技术资料。

当你读完本书后，你将发现的第一件事是本书只选了两个机型做深度解析。我们无法在书中列举很多机型。为什么？除书的容量限制外，令人遗憾的真相是：手机淘汰比我们想象的更快。而且，学习技术应能举一反三；你不能说学车时的车是捷达，换成自己的车就不会开了。

1.3 怎样才能成为优秀的维修人员

许多人在学一样技术前，总是会问自己：能行吗？毋庸置疑，除好的教材、好的老师外，自身的因素在很大程度上是决定性的。据编者多年实践经验来看，只要努力提升以下三个方面，任何人都可以成为一个手机维修技术员。

■ 兴趣、资质、实践

人们常说，兴趣是最好的老师。你正在阅读本书，这说明你对手机维修是真的感兴趣。

你家里的一个灯不亮，但其他灯亮，你会怎样做？你家里的灯不亮，插座也没电，但邻居家有电，你会怎样想？这两个问题对于你来说不难吧，那么，你已具备最基本的资质特征。

如果你想学好电子技术，在电子技术方面愉快工作，你必须有以下性格特征：

■ **耐心**——手机电路上所使用的许多元器件很小，以致于一个元器件掉到地上即意味着你已永久失去它。另外某些装配部位可能比较脆弱。因此，高度紧张的人不适合从事手机维修工作。你需要井井有条并放松，你需要耐心，在从事实际工作时一次一个步骤。

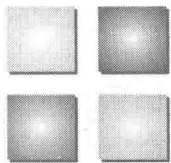
■ **灵巧**——正如刚才所说，许多元器件非常小，虽然专业工具有一定的帮助，但你仍需要有一定的手眼协调和精细动作技能才能成功操作。在工作中小心、细心是没坏处的。

■ **恒心**——恒心意味着顽强持久，当学习变得艰难时不放弃。如果你需要休息，呼吸一下新鲜空气，当然没问题，可是工作还等着你呢。对于任何一个手机维修技术员来说，耐心和坚韧的结合是成功的关键。

■ **整理**——坦率地讲，如果你打算拆一部手机而没有螺丝和部件的整理计划，你将会感到很痛心，因为你无法复原设备。你注意到这些必需的性格特征如何结合在一起吗？这需要耐心和恒心，以制定一个系统的计划来指导你的实际工作。幸运的是，这里是指维持一个秩序井然的工作环境而不是复杂高深的导弹技术。

■ **信心与勇气**——最后，从事手机维修工作需要你有信心、有勇气。当有人信任你检修他的手机时，即他相信你的技术能力。不论你是否有信心与勇气，你必须行动，如果你有信心与勇气，其他的将随之而来。

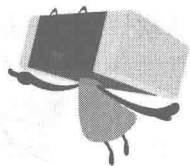
所谓实践，就是要多动手。而动手却并不单指在工具、仪器、元器件、实际电路板等方面的具体操作，还包括动手画一画电路图，适当地阅读分析一些电路图、作一些电路计算等。



1.4 如何学习电子技术

手机维修只属于电子技术一个很小的范畴。如何学习电子技术，这是一个很大的话题，简单地讲，应：

- ① 掌握基本的概念；
- ② 掌握基本电路；
- ③ 掌握基本分析方法；
- ④ 多动手实践。

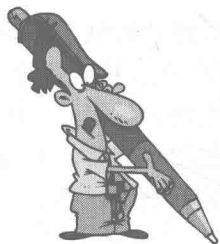


应熟记那些基本的知识点。基本概念是不变的，但它的应用是灵活的，万变不离其宗。掌握基本电路，掌握基本电路的构成、正常工作的条件、电路的功用，等等。

复杂的电路都是在基本电路的基础上衍变而来的。基本电路的组成原则是不变的，但各种电路形式各不相同、千变万化。若记忆的仅仅是一个个孤立的电路，要真正学好技术是比较难的。

电路分析有不同的层面。多数情况下，用基本概念、基本定律、基本公式即可分析理解电路。例如，一个 RC 低通滤波器电路（环路滤波器）可简单地用电容通高频阻低频的特性（知识点）来分析理解。

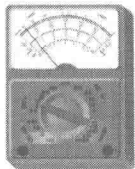
实际上，电学是离不开数学的。本书当然会涉及一些数学公式与计算，但基本上都属于加减乘除的简单运算（这对于你应该不是问题）。当然，若是人工计算、笔头计算，肯定会感觉麻烦。但如果熟记一些基本公式，了解相关的公式，利用学生计算器或数学软件，计算也是很简单的。



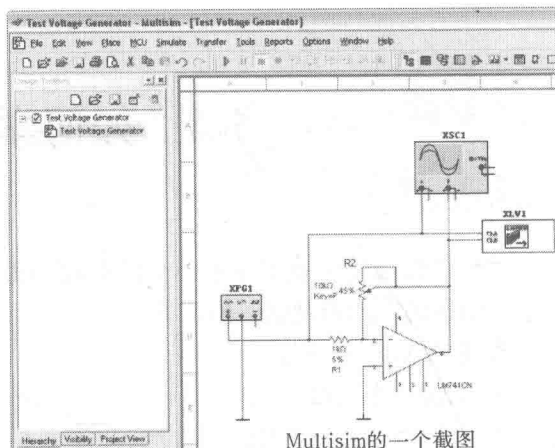
不要将计算想的有多难，你所需要做的就是将数值代入相关的公式，敲几下按键或键盘，即可在计算器或数学软件中得到计算结果。你需要注意的是输入参数的单位变换、输入准确。

虽如上面所述，但基于本书的目的，你几乎不用进行数学计算即可很好地完成本书的学习。

电具有一定的抽象性，它不能被触摸、看、听或闻到。在一定程度上，需要利用一些仪器，如万用表、示波器、频谱分析仪等来观察它。因此，电子技术工程人员熟练掌握使用必要的仪器设备是非常必要的。



对电子基础知识掌握到一定程度后,可利用仿真软件来辅助学习;利用仿真软件来设计、调试与分析电路,以加深对各知识点的理解;利用仿真软件内的各种虚拟仪器,可模拟操作进行各种测量,以进一步提高设计能力和实践能力。常用的仿真软件有 Multisim、PSpice。

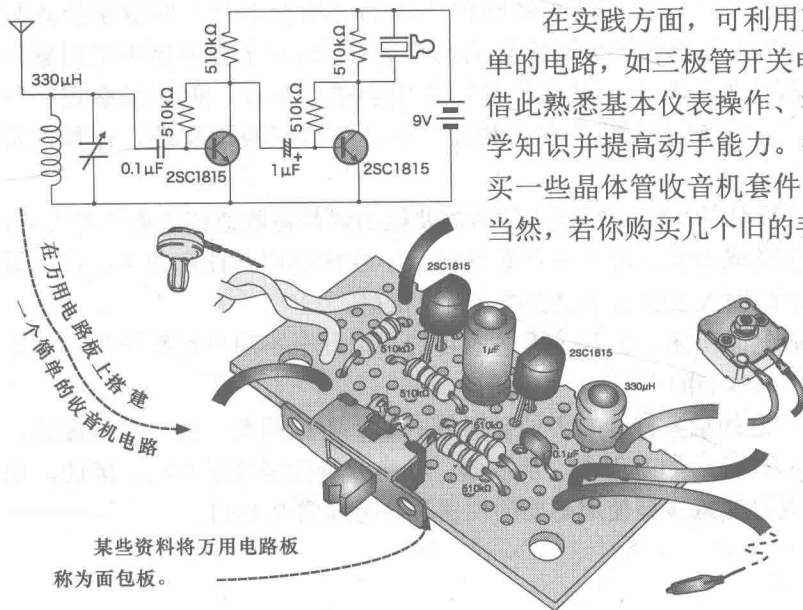


Multisim的一个截图

本书的读者,大都希望通过学习能掌握一定程度的拓展职业生涯的技能。而这里所说的技能就是利用相关领域的基础知识解决实际问题的能力。那么,如何发展并增强这样的技能呢?

最佳的方法当然是理论学习与实践相结合。然而,要想真正掌握这样的技能,就必须利用相当的时间来学习、阅读、理解。你会惊异地发现:你所求解的大部分问题都会利用到简单的基础知识。学习基础知识的过程,初看是非常乏味的,然而,这一过程非常必要。随着工作的深入、知识的增加,这一过程会变得越来越容易。随着时间推移,你会发现求解问题很快。花时间阅读、理解最终会为你节省大量的时间,同时避免失败。

在实践方面,可利用万用电路板搭建调试一些简单的电路,如三极管开关电路、简单的收音机电路等,借此熟悉基本仪表操作、测量了解电路参数、验证所学知识并提高动手能力。待到有一定的基础后,可购买一些晶体管收音机套件,用以组装、测量、调试。当然,若你购买几个旧的手机来练习,无疑是最好的。



花一两百元即可网购到许多电子元器件,这点投资是值得的。