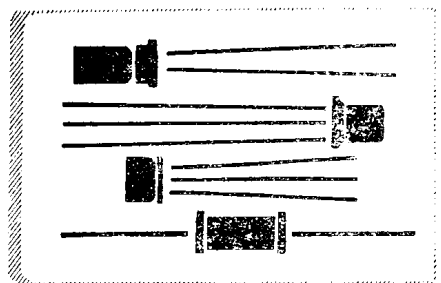
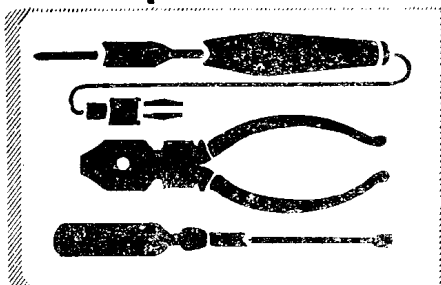


青年无线电实用手册

QINGNIANWUXIANDIANSHIYONGSHOUCE



青年无线电实用手册



编者：

吴志功
王昌辉
耿文学
洪水平
廖秉权

中国青年出版社

封面设计：韩 琳

青年无线电实用手册

吴志功 王昌辉 耿文学

洪水平 廖秉权 编

*

中国青年出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

850×1168 1/32 13.25印张 8插图 300千字

1983年1月北京第1版 1983年1月北京第1次印刷

印数1—400,000册 定价1.40元

编者的话

从小就做一些科技制作,对智力的发展和能力的培养,无疑是十分有益的。为了向广大青少年开展无线电制作活动提供实用电路和必要的图表资料,我们从全国有名的书刊中精选了有关资料,又结合自己的制作实践汇编成这本手册。

这本手册的主要特点是强调实用,在内容选取上尽量切合青少年的实际需要。我们考虑到许多青少年对无线电基本知识了解还不多,阅读无线电书刊会遇到一些“拦路虎”,编写了第一章,对常见的无线电名词术语做通俗浅显的解释。考虑到青少年找资料比较困难,编写了第二章元器件和第十章图表资料。考虑到青少年希望自备一些简易仪表以及制作各种各样电路,编写了第三章到第七章,介绍万用电表、简易电子仪表、整流电源、稳压电源、直放式收音机、超外差式收音机、OTL扩音机、OCL扩音机、立体声扩音机、电子玩具等六十多种实用电路,介绍这些电路的原理、元件选择、制作、调试。考虑到青少年接触电视机、录音机越来越普遍,我们在第八章和第九章,围绕电视机、录音机的使用和维护,介绍了电视机的典型电路、旋钮调节、故障分析、天线制作等有关知识,介绍了录音机的基本操作、机械结构、盒式磁带、消磁器制作、录音技巧等有关知识。

为了让青少年确实看得懂、用得上,我们力求文字叙述通俗易懂,内容安排由简到繁,使初学者容易入门,使已经有一些基础的

青少年也能找到进一步提高的内容。全书安排了五百多幅插图，大多数实用电路都配有 1:1 印刷电路板图。

编写这样的手册，我们还是第一次。由于水平有限，时间仓促，难免有许多缺点和错误，衷心地希望广大读者提出宝贵意见。

目 次

一 名词解释

电流.....	1	变压器耦合放大器.....	8
电压.....	1	射极输出器.....	9
电阻.....	1	直流放大器.....	9
欧姆定律.....	1	差动放大器.....	9
电源.....	2	功率放大器.....	10
负载.....	2	甲类功率放大器.....	10
电路.....	2	乙类推挽功率放大器.....	10
电动势.....	2	无输出变压器功率 放大器 (OTL)	11
周期.....	3	直接耦合无输出电容 功率放大器 (OCL)	12
频率.....	3	谐振.....	13
电容.....	3	品质因数.....	13
容抗.....	4	串联谐振.....	13
电感.....	4	并联谐振.....	14
感抗.....	4	通频带.....	14
阻抗.....	5	振荡器.....	15
相位.....	5	LC 振荡器.....	15
相位差.....	5	RC 移相式振荡器.....	16
阻抗匹配.....	6	无线电波.....	16
趋肤效应.....	6	无线电广播.....	18
涡流损耗.....	6	收音机.....	19
放大器.....	7	高放式收音机.....	19
反馈.....	7	超外差式收音机.....	19
电压放大器.....	8	调幅收音机.....	20
阻容耦合放大器.....	8	调频收音机.....	20

分贝	20
电平	22
收音机灵敏度	23
收音机选择性	24
收音机假象波道衰减	25
收音机中频波道衰减	25
收音机失真度	26
收音机输出功率	26
声音	27
声强	27
响度	28
乐音	29
音调	29
音品	29
交混回响	30
立体声	30
双声道立体声	30
四声道立体声	30

二 元 器 件

电 路 元 件

电阻器	32
电容器	37
线圈	43
变压器	44
电源变压器	45
输入、输出变压器	47
中频变压器	48
振荡线圈	49
磁性天线	49
扬声器	50
耳机	51

电磁继电器	52
干簧继电器	53
印刷电路板	55

半 导 体 器 件

晶体二极管	56
晶体二极管主要参数	58
晶体二极管简易测试	58
稳压二极管	59
晶体三极管	60
晶体三极管主要参数	62
晶体三极管简易测试	63

三 常用工具和简易仪表

常 用 工 具

电烙铁	65
火烙铁	68
验电笔	69
镊子、钳子、螺丝刀	70
钢锯、台钳、手摇钻	70

万 用 电 表

磁电式电表	72
表头线圈的重绕	75
用 1 毫安表头的简易 万用电表	78
用 500 微安表头的简易 万用电表	82
用 100 微安表头的简易 万用电表	85
普通万用电表的表盘和使用	90

简 易 电 子 仪 表

简易晶体管电压表	93
简易晶体管万用电表	96

简易晶体管测试仪·····	101
简易晶体管耐压测试仪·····	103
简易高低频信号发生器·····	105
简易直读式电容测量仪·····	108

四 实用电源电路

整流电源

给干电池充电的整流电源·····	112
给小型蓄电池充电的 整流电源·····	113
6伏、9伏可调整流电源·····	116
24伏、32伏0.8安整流电源·····	118
正、负18伏0.6安整流电源·····	120

稳压电源

只用稳压管稳压的6伏 100毫安稳压电源·····	121
简易6伏100毫安 稳压电源·····	123
3~9伏可调100毫安 稳压电源·····	125
6~15伏可调500毫安 稳压电源·····	127
0.5~15伏可调500毫安 稳压电源·····	131
12伏1.2安锗管稳压电源·····	134
12伏1.2安硅管稳压电源·····	136
6~24伏可调1.2安 稳压电源·····	138

五 晶体管收音机电路

来复再生式收音机

来复再生式单管收音机·····	141
-----------------	-----

采用高频变压器的单管

收音机·····	147
来复再生式两管收音机·····	148
采用低阻耳机的两管 收音机·····	151
采用低阻耳机的来复再生式 三管收音机·····	152
来复再生式四管收音机·····	154
硅管锗管混合来复再生式 四管收音机·····	157
再生式四管收音机·····	158

超外差式收音机

六管超外差式收音机·····	159
七管超外差式收音机·····	170
硅管锗管混合七管收音机·····	173
九管超外差式收音机·····	176

六 晶体管扩音机电路

扩音机

有输入变压器OTL5瓦 扩音机·····	180
无输入输出变压器OTL 5瓦扩音机·····	188
OCL10瓦扩音机·····	193
OCL2×15瓦立体声 扩音机·····	198
有输入输出变压器50瓦 晶体管扩音机·····	202

音箱制作

音箱基本知识·····	210
165毫米橡皮边扬声器 密闭式音箱·····	214

200 毫米橡皮边扬声器	
倒相式音箱	214
200 毫米纸盆扬声器	
倒相式音箱	214
250 毫米纸盆扬声器	
倒相式音箱	214

七 简易有趣的电子电路

电子玩具电路

魔术灯	217
会眨眼的小白兔	218
会变调叫唤的娃娃	220
玩具电话	222
简易无线电对讲机	224
小型无线话筒	226

简易实用电路

开门告知器	228
电灯明暗转换器	229
电子催眠器	230
天明告知器	231
耳聋助听器	232
触摸式电子门铃	234
简易恒温控制器	236

电子乐器电路

电子节拍器	238
简易电子琴	239
简易按键电子琴	240
玩具电子琴	242

八 电视机的使用和维护

黑白电视信号

电视广播的基本过程	245
-----------	-----

图象信号	246
同步信号	247
消隐信号	247
全电视信号	248
电视频道	248

显 像 管

显像管	248
偏转线圈	251
中心位置调节片	253

电视接收机典型电路

黑白电视接收机方框图	253
高频头	255
图象中频放大电路	255
视频检波	260
预视放电路	260
视频放大电路	260
伴音中频放大电路	263
鉴频电路	264
自动增益控制电路	264
同步分离电路	265
场扫描电路	266
行扫描电路	266

电视接收机旋钮和调节

频道选择旋钮	271
频率微调旋钮	273
电源开关和音量控制旋钮	273
亮度旋钮	274
对比度旋钮	275
行频旋钮	275
场频旋钮	276
行幅度旋钮	276
行线性旋钮	276

场幅度旋钮	277
场线性旋钮	277
聚焦旋钮	278

电视测试卡

电视测试卡	278
图象尺寸和护边框	278
灰底白线条正方格	279
中央大圆	280
肤色带	280
清晰度线组	280
灰度等级带	281
黑底白色中心十字线	281
彩条	281
黑底白矩形带	281

电视机常见故障分析

无光、无伴音、无交流声	282
有光栅、无图象、无伴音	282
个别频道无伴音无图象	282
无光、有伴音	282
有伴音、荧光屏上只有一条水平亮线	282
有伴音、荧光屏上只有一条垂直亮线	283
有伴音、有光栅、无图象	283
荧光屏上有黑色斜影带	283
图象上下滚动	284
黑斜道上下滚动、左右飘移	284
图象正常、无伴音或者伴音小	284
图象歪斜、四周有暗角	284
中心位置不正	284

低频道有网纹、高频道有噪扰	285
机内干扰	285
机外干扰	285
关机后出现亮点	286

电视机保养

散热	287
防潮、防尘	287
避光防晒	288
防雷、防电	288
防震	288

电视接收天线

电视接收天线	288
半波振子天线	289
半波折合振子天线	291
三单元定向天线	292
五单元定向天线	292
X型VHF频段定向天线	293
五单元VHF频段定向天线	294
七单元VHF频段定向天线	295
简单UHF频段室内天线	295
全频道螺旋形室内天线	295
13~33频道室外定向天线	295
匹配器	296
天线的安装	296

九 盒式录音机的

使用和维护

盒式录音机基本知识

录音机简单工作原理	298
放音的基本操作	298
录音的基本操作	299

盒式录音机主要性能指标…… 300

盒式录音机上的英文标记…… 301

磁头和磁带

磁头的结构…… 307

磁头的调整…… 308

磁带盒的结构…… 309

盒式磁带的种类…… 310

盒式磁带的主要电声特性…… 312

盒式录音机机械结构

驱动机构…… 313

走带、快进、倒带机构…… 314

按键操作机构…… 315

制动机构…… 316

暂停机构…… 316

防误抹机构…… 317

盒式录音机保养

盒式录音机使用注意事项…… 317

清洗磁头、压带轮、主导轴…… 318

磁带的保养…… 319

磁头的消磁…… 320

录音机的润滑…… 322

常见故障和原因分析…… 323

录音机特有电路

录、放音补偿电路…… 324

偏磁和抹音电路…… 325

自动电平控制电路…… 327

电平指示电路…… 328

耳机监听电路…… 328

电子稳速电路…… 328

录音技巧

声源输出特性和录音机

输入特性…… 329

录放用的各种屏蔽连接线…… 330

用收音机或者电视机

做声源录音…… 330

用晶体唱头唱机做声源录音…… 332

磁带转录…… 332

利用暂停按键提高录音质量…… 333

十 图表资料

常用图形符号表…… 335

常用单位和单位换算表…… 338

国产半导体器件型号命名法…… 339

常用锗晶体二极管

主要特性表…… 341

常用硅整流二极管

主要特性表…… 342

常用硅稳压二极管

主要特性表…… 345

常用硅光电二极管

主要特性表…… 350

常用发光二极管

主要特性表…… 351

常用硅光电池主要特性表…… 352

常用 PNP 型锗低频小功率

晶体三极管特性表…… 353

常用 NPN 型锗低频小功率

晶体三极管特性表…… 355

常用 PNP 型锗高频小功率

晶体三极管特性表…… 356

常用 PNP 型锗开关三极管

特性表…… 357

常用 PNP 型锗低频大功率

晶体三极管特性表…… 358

常用 NPN 型硅低频小功率 晶体三极管特性表.....	359	中波磁性天线初、次级线圈 绕制数据表.....	381
常用 NPN 型硅高频小功率 晶体三极管特性表.....	360	几种国产小型中频变压器 特性数据表.....	382
常用 PNP 型硅高频小功率 晶体三极管特性表.....	366	几种国产小型振荡线圈 特性数据表.....	385
常用 NPN 型硅开关三极管 特性表.....	367	常用小型电磁继电器 主要特性表.....	388
常用 NPN 型硅低频大功率 晶体三极管特性表.....	368	几种国产干簧继电器 特性数据表.....	392
常用 NPN 型硅高频大功率 晶体三极管特性表.....	370	部分黑白电视显像管 主要参数表.....	393
常用单结晶体管特性表.....	373	常用国产电动扬声器特性表...	396
常用干电池主要特性表.....	374	常用国产大口径扬声器和组合 扬声器特性表.....	397
波长频率对照图.....	375	我国部分中波广播电台 频率表.....	398
常用熔断丝主要规格表.....	375	我国主要城市电视频道表.....	400
并联电阻、并联电感和串联 电容计算图.....	376	油性(Q 型)漆包圆铜线 主要规格表.....	403
1 千瓦以下电源变压器 计算图.....	376	高强度聚酯(QZ 型)漆包 圆铜线主要规格表.....	405
国产小功率变压器常用标准 铁芯片规格表.....	378	分贝表.....	407
常用小型输入变压器数据表...	380		
常用小型输出变压器数据表...	380		

一 名词解释

【电流】 电荷的定向移动叫做电流。在电路中,电流常用 I 表示。电流分直流和交流两种。电流的大小和方向不随时间变化的叫做直流。电流的大小和方向随时间变化的叫做交流。电流的单位是安(A),也常用毫安(mA)或者微安(μ A)做单位。1安=1000毫安,1毫安=1000微安。

电流可以用电流表测量。测量的时候,把电流表串联在电路中,要选择电流表指针接近满偏转的量程。如果电路中的电流大小估计不出来,要先用大的量程,粗略测量后再用合适的量程。这样可以防止电流过大而损坏电流表。

【电压】 河水之所以能够流动,是因为有水位差;电荷之所以能够流动,是因为有电位差。电位差也就是电压。电压是形成电流的原因。在电路中,电压常用 U 表示。电压的单位是伏(V),也常用毫伏(mV)或者微伏(μ V)做单位。1伏=1000毫伏,1毫伏=1000微伏。

电压可以用电压表测量。测量的时候,把电压表并联在电路上,要选择电压表指针接近满偏转的量程。如果电路上的电压大小估计不出来,要先用大的量程,粗略测量后再用合适的量程。这样可以防止由于电压过大而损坏电压表。

【电阻】 电路中对电流通过有阻碍作用并且造成能量消耗的部分叫做电阻。电阻常用 R 表示。电阻的单位是欧(Ω),也常用千欧(k Ω)或者兆欧(M Ω)做单位。1千欧=1000欧,1兆欧=1000000欧。导体的电阻由导体的材料、横截面积和长度决定。

电阻可以用万用电表欧姆档测量。测量的时候,要选择电表指针接近偏转一半的欧姆档。如果电阻在电路中,要把电阻的一头烫开后再测量。

【欧姆定律】 导体中的电流 I 和导体两端的电压 U 成正比,和导体的电阻 R 成反比,即

$$I = \frac{U}{R}。$$

这个规律叫做欧姆定律。如果知道电压、电流、电阻三个量中的两个,就可以根据欧姆定律求出第三个量,即

$$I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{U}{I}; \quad U = IR。$$

在交流电路中,欧姆定律同样成立,但电阻 R 应该改成阻抗 Z ,即

$$I = \frac{U}{Z}。$$

【电源】 把其他形式的能转换成电能的装置叫做电源。发电机能把机械能转换成电能,干电池能把化学能转换成电能。发电机、干电池等都叫做电源。通过变压器和整流器,把交流电变成直流电的装置叫做整流电源。能提供信号的设备叫做信号源。晶体三极管能把前面送来的信号加以放大,又把放大的信号传送到后面的电路中去。晶体三极管对后面的电路来说也可以看作是信号源。整流电源、信号源有时也叫做电源。

【负载】 把电能转换成其他形式的能的装置叫做负载。电动机能把电能转换成机械能,电阻能把电能转换成热能,电灯泡能把电能转换成热能和光能,扬声器能把电能转换成声能。电动机、电阻、电灯泡、扬声器等都叫做负载。晶体三极管对于前面的信号源来说,也可以看作是负载。

【电路】 电流流过的路叫做电路。最简单的电路由电源、负载和导线、开关等元件组成,如图 1-1 所示。电路处处连通叫做通路。只有通路,电路中才有电流通过。电路某一处断开叫做断路或者开路。电路某一部分的两端直接接通,使这部分的电压变成零,叫做短路。

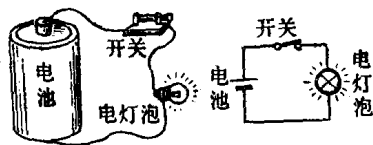


图 1-1

【电动势】 电动势是反映电源把其他形式的能转换成电能的本领的物理量。电动势使电源两端产生电压。在电路中,电动势常用 $\mathcal{E}$ 表示。电动势的单位和电压的单位相同,也是伏。



图 1-2

电源的电动势可以用电压表测量。测量的时候,电源不要接到电路中去,用电压表测量电源两端的电压,所得的电压值就可以看作等于电源的电动势。如果电源接在电路中(图1-2),用电压表测得的电源两端的电压就会小于电源的电动势。这是因为电源有内电阻。在闭合的电路中,电流通

过内电阻 r 有内电压降, 通过外电阻 R 有外电压降。电源的电动势 $\mathcal{E}$ 等于内电压 U_r 和外电压 U_R 之和, 即 $\mathcal{E} = U_r + U_R$ 。严格来说, 即使电源不接入电路, 用电压表测量电源两端电压, 电压表成了外电路, 测得的电压也小于电动势。但是, 由于电压表的内电阻很大, 电源的内电阻很小, 内电压可以忽略。因此, 电压表测得的电源两端的电压是可以看作等于电源电动势的。

干电池用旧了, 用电压表测量电池两端的电压, 有时候仍然比较高, 但是接入电路后却不能使负载(收音机、录音机等)正常工作。这种情况是因为电池的内电阻变大了, 甚至比负载的电阻还大, 但是仍然比电压表的内电阻小。用电压表测量电池两端电压的时候, 电池内电阻分得的内电压还不小, 所以电压表测得的电压仍然比较高。但是电池接入电路后, 电池内电阻分得的内电压增大, 负载电阻分得的电压就减小, 因此不能使负载正常工作。为了判断旧电池能不能用, 应该在有负载的时候测量电池两端的电压。有些性能较差的稳压电源, 有负载和没有负载两种情况下测得的电源两端的电压相差较大, 也是因为电源的内电阻较大造成的。

【周期】 交流电完成一次完整的变化所需要的时间叫做周期, 常用 T 表示。周期的单位是秒(s), 也常用毫秒(ms)或微秒(μs)做单位。1秒=1000毫秒, 1秒=1000000微秒。

【频率】 交流电在1秒钟内完成周期性变化的次数叫做频率, 常用 f 表示。频率的单位是赫(Hz), 也常用千赫(kHz)或兆赫(MHz)做单位。1千赫=1000赫, 1兆赫=1000000赫。交流电频率 f 是周期 T 的倒数, 即

$$f = \frac{1}{T}.$$

【电容】 电容是衡量导体储存电荷能力的物理量。在两个相互绝缘的导体上, 加上一定的电压, 它们就会储存一定的电量。其中一个导体储存着正电荷, 另一个导体储存着大小相等的负电荷。加上的电压越大, 储存的电量就越多。储存的电量和加上的电压是成正比的, 它们的比值叫做电容。如果电压用 U 表示, 电量用 Q 表示, 电容用 C 表示, 那么

$$C = \frac{Q}{U}.$$

电容的单位是法(F), 也常用微法(μF)或者微微法(pF)做单位。1法=10⁶微法, 1法=10¹²微微法。

电容可以用电容测试仪测量, 也可以用万用电表欧姆档粗略估测。欧姆

表红、黑两表笔分别碰接电容的两脚，欧姆表内的电池就会给电容充电，指针偏转，充电完了，指针回零。调换红、黑两表笔，电容放电后又会反向充电。电容越大，指针的偏转也越大。对比被测电容和已知电容的偏转情况，就可以粗略估计被测电容的量值。在一般的电子电路中，除了调谐回路等需要容量较准确的电容以外，用得最多的隔直电容、旁路电容、滤波电容等，都不需要容量准确的电容。因此，用欧姆档粗略估测电容量值是有实际意义的。但是，普通万用电表欧姆档只能估测量值较大的电容，量值较小的电容就要用中值电阻很大的晶体管万用电表欧姆档来估测，小于几十个微微法的电容就只好用电容测试仪测量了。

【容抗】 交流电是能够通过电容的，但是电容对交流电仍然有阻碍作用。电容对交流电的阻碍作用叫做容抗。电容量大，交流电容易通过电容，说明电容量大，电容的阻碍作用小；交流电的频率高，交流电也容易通过电容，说明频率高，电容的阻碍作用也小。实验证明，容抗和电容成反比，和频率也成反比。如果容抗用 X_C 表示，电容用 C 表示，频率用 f 表示，那么

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}。$$

容抗的单位是欧。知道了交流电的频率 f 和电容 C ，就可以用上式把容抗计算出来。

【电感】 电感是衡量线圈产生电磁感应能力的物理量。给一个线圈通入电流，线圈周围就会产生磁场，线圈就有磁通量通过。通入线圈的电流越大，磁场就越强，通过线圈的磁通量就越大。实验证明，通过线圈的磁通量和通入的电流是成正比的，它们的比值叫做自感系数，也叫做电感。如果通过线圈的磁通量用 Φ 表示，电流用 I 表示，电感用 L 表示，那么

$$L = \frac{\Phi}{I}。$$

电感的单位是亨(H)，也常用毫亨(mH)或微亨(μ H)做单位。1亨=1000毫亨，1亨=1000000微亨。

【感抗】 交流电也可以通过线圈，但是线圈的电感对交流电有阻碍作用，这个阻碍作用叫做感抗。电感量大，交流电难以通过线圈，说明电感量大，电感的阻碍作用大；交流电的频率高，交流电也难以通过线圈，说明频率高，电感的阻碍作用也大。实验证明，感抗和电感成正比，和频率也成正比。如果感抗用 X_L 表示，电感用 L 表示，频率用 f 表示，那么

$$X_L = 2\pi fL。$$

感抗的单位是欧。知道了交流电的频率 f 和线圈的电感 L ，就可以用上式把感抗计算出来。

【阻抗】 具有电阻、电感和电容的电路里，对交流电所起的阻碍作用叫做阻抗。阻抗常用 Z 表示。阻抗由电阻、感抗和容抗三者组成，但不是三者简单相加。如果三者是串联的，又知道交流电的频率 f 、电阻 R 、电感 L 和电容 C ，那么串联电路的阻抗

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2}。$$

阻抗的单位是欧。

对于一个具体电路，阻抗不是不变的，而是随着频率变化而变化。在电阻、电感和电容串联电路中，电路的阻抗一般来说比电阻大。但在谐振的时候，感抗和容抗相等，互相抵销，电路的阻抗就等于电阻，也就是阻抗减小到最小值。在电感和电容并联电路中，谐振的时候阻抗增加到最大值，这和串联电路相反。

【相位】 相位是反映交流电任何时刻的状态的物理量。交流电的大小和方向是随时间变化的。比如正弦交流电流，它的公式是 $i = I \sin 2\pi ft$ 。 i 是交流电流的瞬时值， I 是交流电流的最大值， f 是交流电的频率， t 是时间。随着时间的推移，交流电流可以从零变到最大值，从最大值变到零，又从零变到负的最大值，从负的最大值变到零，如图 1-3 甲所示。在三角函数中， $2\pi ft$ 相当于角度，它反映了交流电任何时刻所处的状态，是在增大还是在减小，是正的还是负的等等。因此把 $2\pi ft$ 叫做相位，或者叫做相。

如果 t 等于零的时候， i 并不等于零，公式应该改成 $i = I \sin(2\pi ft + \varphi)$ ，如图 1-3 乙所示。那么 $2\pi ft + \varphi$ 叫做相位， φ 叫做初相位，或者叫做初相。

【相位差】 两个频率相同的交流电相位的差叫做相位差，或者叫做相差。这两个频率相同的交流电，可以是两个交流电流，可以是两个交流电压，可以是两个交流电动势，也可以是这三种量中的任何两个。

例如研究加在电路上的交流电压和通过这个电路的交流电流的相位差。

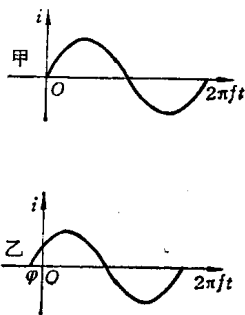


图 1-3