

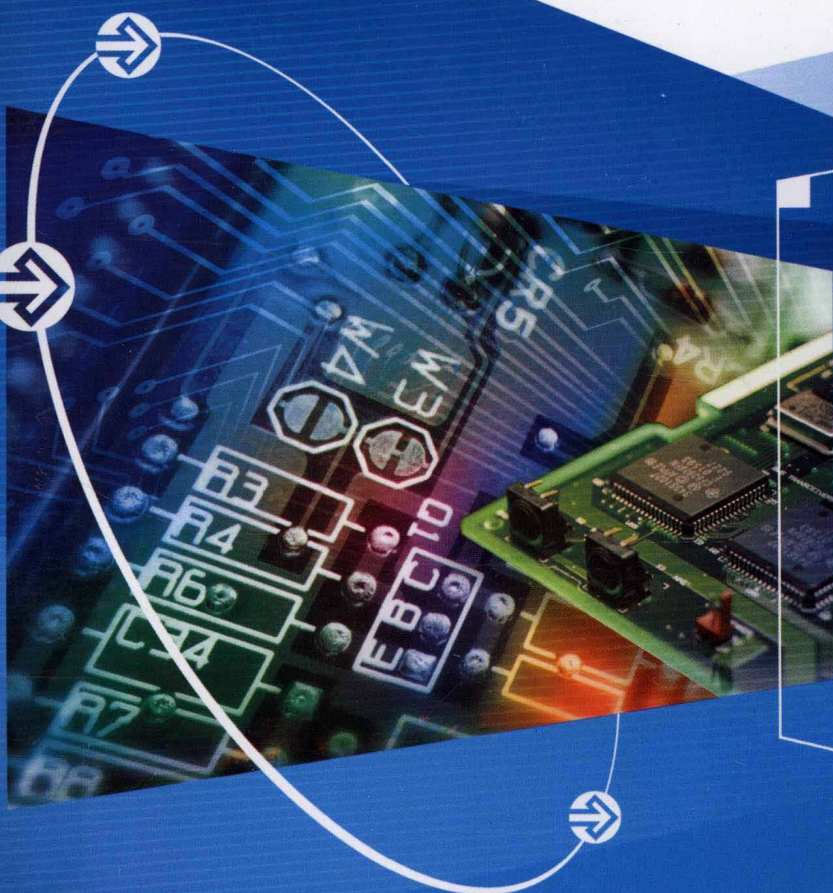
电子技术快速入门丛书

电路图

快速识读一读通

► 赵广林 编著

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

电子技术快速入门丛书

电路图快速识读一读通

赵广林 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详细介绍电子技术初学者关心与渴望了解的内容：电路图中各种符号与标注字符代表的含义是什么？分析电路图的切入点在哪里？电子元器件怎么样去识别？典型的单元电路工作原理是什么？常见电路图的工作原理与分析要点有哪些？在阅读电路图时遇到不明白的英文缩写怎么办？

本书内容翔实、体裁新颖、通俗易懂、资料性强，可供广大电子技术工作者、无线电爱好者阅读，也可以作为大中专院校电子技术专业的辅助用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电路图快速识读—读通/赵广林编著. —北京：电子工业出版社，2013.1

(电子技术快速入门丛书)

ISBN 978-7-121-19104-6

I. ①电… II. ①赵… III. ①电子电路—电路图—识别 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第285456号

责任编辑：富 军

印 刷：北京东光印刷厂

装 订：三河市鹏成印业有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：19.75 字数：505.6千字

印 次：2013年1月第1次印刷

印 数：4000册 定价：48.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

学电子技术的人都知道，电路图是反映电路中元器件之间电气连接的图纸，深入了解电路图的工作原理是设计、维修各种电子产品的必经之路。

很多刚开始学电子技术的人也都有体会：虽然在教科书上可以学习到很多电子技术方面的定律与准则，但在阅读电路图时，面对密密麻麻的线条和元器件符号通常会感到手足无措，不知道从哪里下手分析电路功能；面对电路图的各种标注符号会感到一头雾水，不知道怎么从里面找到所需要的信息；面对复杂的电路图感到一筹莫展，不知道每一个元器件在电路中到底有什么作用，且在分析设计一个电路图时总是不知所措。其实这些都是由于没有找到看懂电路图的切入点造成的。

要想看懂电路图，就要先对电路图中经常出现的元器件和基本电路有一个了解，再对常见家用电器中的简单电路进行分析，逐步深入了解电路图的组成和工作原理，这样再复杂的电路图也会被水到渠成地分析出来。

本书共分10章。

第1章详细介绍电路图的种类、元器件在电路图中的各种符号及电路图中各种标注符号的含义和识读方法。

第2章详细介绍不同类型电路图的识读方法和步骤。

第3章详细介绍常用电子元器件的识别及典型单元电路的工作原理。

第4章~第10章分别详细介绍常见电路图的工作原理与分析要点。

本书引用的电路图有一部分是不同厂家的原始典型应用电路图，为了方便读者理解（有时需要借助厂家原始资料），不便将电路图形符号转化为国家标准电路图形符号，致使书中的电路图形符号不规范、不统一，特此说明。

参加本书编写的还有王姝钰、刘利利、刘国明、张志化、李蕾、杨坤、潘世春、贾廷雷、刘宏美、朱小伟、皮磊、王小娟、彭磊、张娜。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第1章 初识电路图	1
1.1 什么是电路图	1
1.2 电路图的种类	2
1.3 电路原理图的识别	9
1.4 印制电路板的识别	24
1.4.1 印制电路板的构成	24
1.4.2 印制电路板的种类	25
1.4.3 焊盘/过孔	26
1.4.4 导线	26
1.4.5 元器件属性信息	27
1.4.6 元器件连接方式	32
1.5 识读电路图基础知识	33
第2章 快速识读电路原理图的方法与步骤	38
2.1 电路原理图的类型	38
2.1.1 普通导线连接电路原理图	38
2.1.2 总线电路原理图	39
2.1.3 输入/输出端口连接电路原理图	40
2.1.4 多页连接电路图	42
2.2 电路原理图的看图规则	44
2.2.1 看电路原理图的基本规则	44
2.2.2 单元电路原理图的看图规则	44
2.2.3 集成电路原理图的看图规则	47
2.2.4 整机电路原理图的看图规则	53
第3章 常用电子元器件及其单元电路	57
3.1 电阻器及其单元电路	57
3.1.1 普通电阻器的识别	57
3.1.2 可变电阻器的识别	61
3.1.3 敏感电阻器的识别	63
3.1.4 普通电阻器单元电路	66
3.1.5 可变电阻器的单元电路	69
3.1.6 敏感电阻器的单元电路	71
3.2 电容器及其单元电路	74
3.2.1 电容器的识别	75

3.2.2	电容器的单元电路	79
3.3	电感器及其单元电路	82
3.3.1	电感的识别	82
3.3.2	变压器的识别	84
3.3.3	电感的单元电路	85
3.3.4	变压器单元电路	88
3.4	二极管及其单元电路	90
3.4.1	二极管的识别	90
3.4.2	二极管的单元电路	94
3.5	三极管及其单元电路	98
3.5.1	三极管的识别	98
3.5.2	三极管的单元电路	102
3.6	场效应管及其单元电路	105
3.6.1	场效应管的识别	105
3.6.2	场效应管的单元电路	108
3.7	集成电路及其单元电路	110
3.7.1	集成电路的识别	110
3.8	其他常用元器件的识别与单元电路	115
3.8.1	三端基准稳压源	115
3.8.2	晶振	116
3.8.3	短路线	116
3.8.4	光电耦合器	117
3.8.5	开关	119
3.8.6	接插件	120
3.8.7	继电器	121
第4章	电源电路的识读	124
4.1	整流/滤波电路	124
4.1.1	半波整流电路	124
4.1.2	全波整流电路	125
4.1.3	桥式整流电路	125
4.1.4	倍压整流电路	126
4.1.5	同步整流电路	127
4.1.6	滤波电路	128
4.2	稳压电路	130
4.2.1	稳压二极管稳压电路	130
4.2.2	线性稳压电路	130
4.2.3	集成稳压电路	135
4.3	开关电源电路	139
4.3.1	AC—DC 开关电源电路	139
4.3.2	DC—DC 开关电源电路	145
4.4	充电电路	148
4.4.1	镍氢电池充电电路	148

4.4.2	48V 电动车电池充电电路	151
4.5	恒流源电路	153
4.5.1	三极管恒流源电路	153
4.5.2	其他恒流源电路	155
第5章	运算放大器电路的识读	158
5.1	运算放大器电路的识别	158
5.2	运算放大器放大电路的识别	159
5.3	运算放大器运算电路	164
5.4	运算放大器电压比较器电路	166
5.5	运算放大器信号处理电路	171
第6章	音频放大电路的识读	175
6.1	三极管放大电路	176
6.1.1	三极管放大电路的基本电路形式	177
6.1.2	三极管放大电路的偏压电路	179
6.1.3	组合放大电路	183
6.1.4	多级放大电路	184
6.1.5	差分放大电路	185
6.1.6	放大电路中的反馈	188
6.1.7	放大电路的主要指标	193
6.1.8	三极管电路的分析方法	194
6.2	功率放大电路	194
6.2.1	OCL 功率放大电路	195
6.2.2	OTL 功率放大电路	197
6.2.3	BTL 功率放大电路	198
6.2.4	集成功率放大器	199
6.3	数字音频功率放大电路	203
6.3.1	数字音频功率放大电路的工作原理	203
6.3.2	数字音频功率放大电路的应用	206
第7章	滤波、复位、振荡电路	210
7.1	滤波电路	210
7.1.1	RC 滤波器	211
7.1.2	LC 滤波器	215
7.1.3	有源滤波器	215
7.2	复位电路	218
7.2.1	阻容复位电路	218
7.2.2	三极管复位电路	220
7.2.3	集成复位电路	221
7.3	振荡电路	222
7.3.1	正弦波振荡电路	222
7.3.2	多谐振荡电路	230
第8章	数字电路的识读	238
8.1	数字电路基础	238

8.1.1	电子电路中的信号	238
8.1.2	数字电路中的电平	238
8.2	逻辑电路的识别	239
8.2.1	常见的逻辑门电路	239
8.2.2	其他逻辑电路	241
8.3	分立器件门电路	248
8.3.1	二极管与门	248
8.3.2	二极管或门	249
8.3.3	三极管非门	249
8.3.4	分立与非门	250
8.3.5	CMOS 非门	250
8.3.6	CMOS 与非门	250
8.3.7	CMOS 或非门	251
8.4	集成门电路	252
8.4.1	TTL 非门	252
8.4.2	TTL 与非门	252
8.4.3	集电极开路与非门	253
8.4.4	三态门	254
8.4.5	常见集成门电路与分立门电路的对应关系	255
8.4.6	常见集成门电路的引脚功能	258
8.4.7	常用数字电路的应用	260
第9章 无线音频发射—接收电路快速识读		264
9.1	无线音频发射电路	264
9.1.1	单管调频发射电路	264
9.1.2	不用电感的调频发射器	265
9.1.3	立体声调频发射电路	265
9.1.4	调幅音频发射电路	266
9.1.5	红外无线耳机	267
9.2	无线音频接收电路	268
9.2.1	变频收音机电路	268
9.2.2	数字调谐收音机电路	272
第10章 常见自动控制电路快速识读		283
10.1	温度自动控制电路	283
10.2	热释电自动控制电路	286
10.3	磁检测自动控制电路	289
10.4	感应自动控制电路	290
附录A 电子电路中常见标注名称中英文对照表		294

第1章

初识电路图

电路图是反映电路中元器件之间电气连接的图纸。除了元器件之间的连接关系外，通过查看电路图还能知道元器件的型号、规格；通过辅助查阅其他技术资料，也能够对电路原理进行分析。因此，看懂电路图是学习电子技术的第一步。

1.1 什么是电路图

电路又称电子回路或者电子电路，由电气设备和元器件（用电器）按一定的方式连接起来，为电荷流通提供路径的总体，也叫电子线路或电气回路，简称网络或回路。电路图（Circuit Diagram）是为了研究和工程的需要，将实际电路中的电子元器件采用约定的符号取代，然后用线条代替导线将各个电子元器件连接起来，是描述某种功能的电路图形。

通过电路图可以详细地知道电路的工作原理，是分析电路性能、计算电路特性、维修、安装电子产品的主要参考文件。

常见的手电筒结构图如图 1-1 所示。

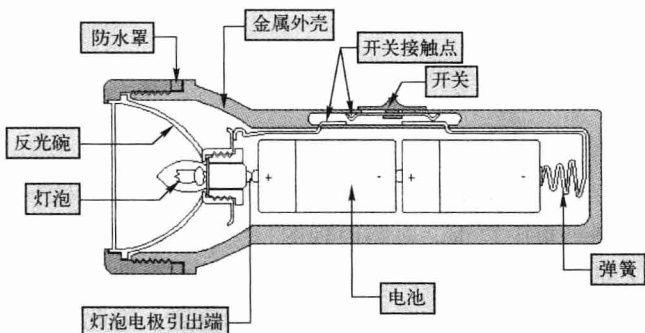


图 1-1 手电筒结构图

如果只是看结构图，则不容易直接看出电路中元器件的连接方式。如果用实物连接的方式把相关的电路绘制出来，就可以得到如图 1-2（a）所示的电路图，从这个电路图中就可以看出手电筒中元器件的电路连接方式。

如果用不同的电路图符号代替相应的电子元器件图形，则可以得到如图 1-2（b）所示的手电筒电路原理图，通过对比可以发现，如图 1-2（b）所示最为简单。

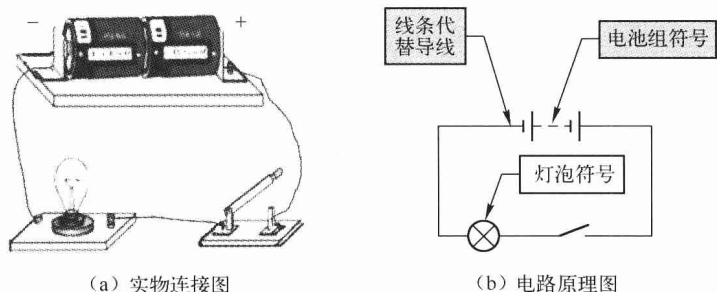


图 1-2 手电筒电路图

1.2 电路图的种类

1. 电路原理图

电路原理图是用来表示电子电路工作原理的一种图纸，用相应的符号代表不同的电子元器件，可以直接体现电子电路的结构和工作原理，通常用在设计和分析电路工作中，通过识别电路原理图上所画的各种电子元器件的符号及它们之间的连接方式，就可以了解电路的实际工作原理。常用的调光台灯电路原理图如图 1-3 所示。

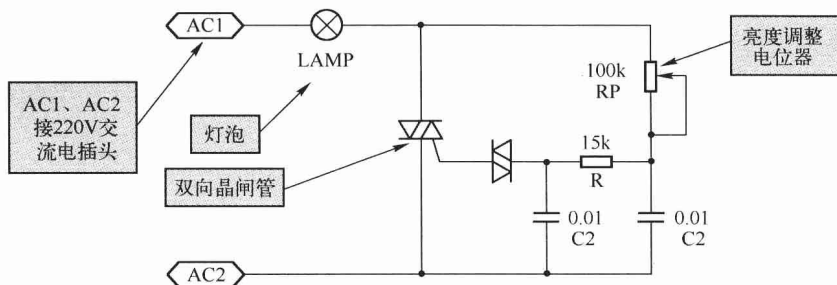


图 1-3 常用的调光台灯电路原理图

对于设计人员而言，电路指标的确定、计算、调试是重头戏；对于维修人员来讲，电路功能的完整性分析、诊断是重中之重。电路原理图是完成对电路功能完整性分析、诊断的最重要依据之一。维修人员常说的电路图或者图纸一般都是指电路原理图。

由于绘制电路原理图时不用考虑电子元器件的实际位置，因此可以从容地在纸上或电脑上进行电路原理图的绘制工作，确认完善后再进行实际的安装、调试及改进，直至产品制作成功。现在还可以应用先进的计算机软件来进行电路原理图的辅助设计，甚至进行虚拟的电路实验，大大提高了工作效率。

绘制电路原理图的好处是可以节省时间、便于标准化。可以想象一下，如果表达一个电路要画出各个电子元器件的外观图形，那要浪费多少时间。若采用已经被标准化的电路符号，则只要知道各个电子元器件的电路原理图符号就可以看懂电路原理，可以大大提高电路图的流通性。

2. 电路方框图

电路方框图是一种用方框和连线来表示电路工作原理和构成概况的电路图，也是一种原理图，不过在这种图纸中，除了方框、连线及说明文字以外，几乎就没有别的符号了。

电路方框图中通常说明这个电路由哪几部分组成，每一部分的功能电路用一个方框表示，并在方框中附加有相关的文字或者符号说明，各方框之间用线条（有时用带箭头的连线）连接起来，表示各功能电路之间的连接关系。

电路方框图只能说明电路的功能构成和不同功能电路之间的大致连接关系，而不能说明电路中每一个元器件的具体连接方式和相关的元器件参数。图 1-4 就是一张电脑显示器的电源供电电路方框图。

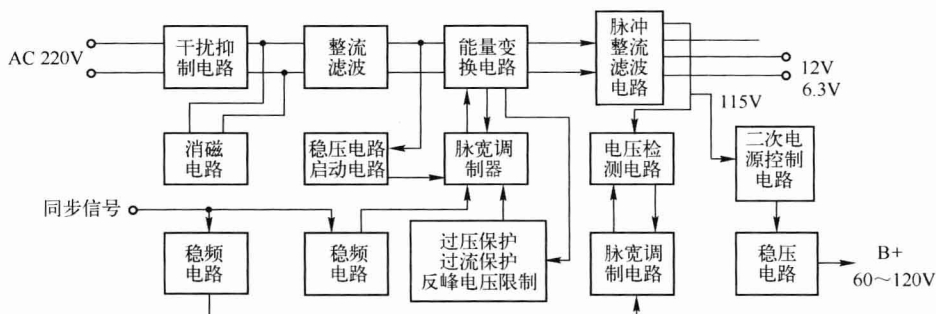


图 1-4 电脑显示器的电源供电电路方框图

在有些集成电路的资料中也有相应的内部电路方框图供参考，不过与普通的电路方框图不同。集成电路内部电路方框图除了表达集成电路内部的电路组成以外，还有各引脚内部的电路连接形式等内容，如图 1-5 所示。

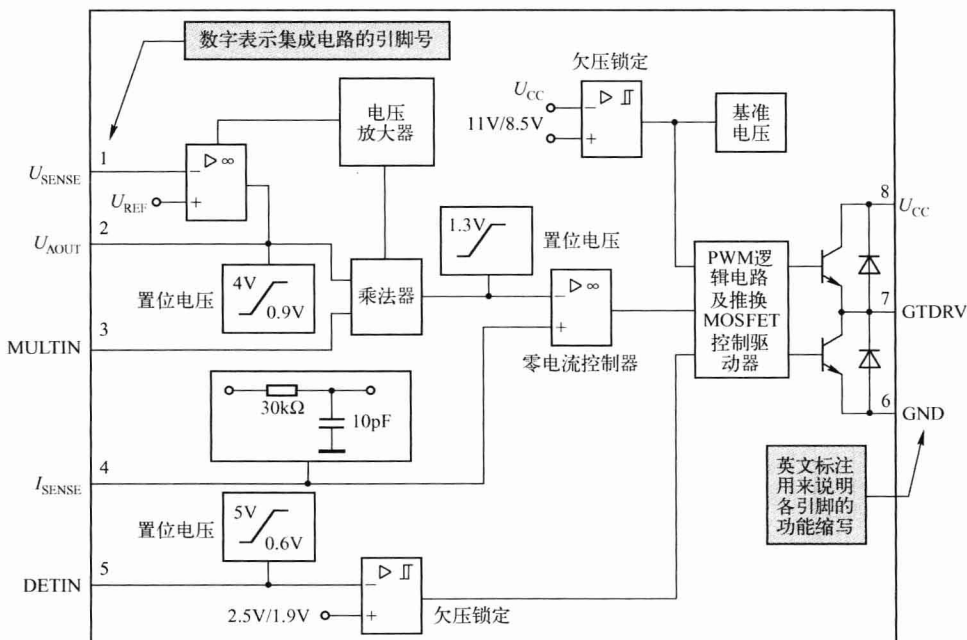


图 1-5 集成电路内部电路方框图



电路方框图与电路原理图之间的区别：电路方框图只能用来体现电路的大致工作原理，而电路原理图除了能够详细地表明电路的工作原理之外，还可以作为采集电子元器件信息、制作电路的依据。

3. 电路装配图

电路装配图是为了进行电路装配而绘制的一种图纸，图上的符号往往是元器件的实物外形图或者电路图符号。只要按照图上画的样子把一些电路元器件连接起来就能够完成电路的装配工作。常见的电路装配图如图 1-6 所示。

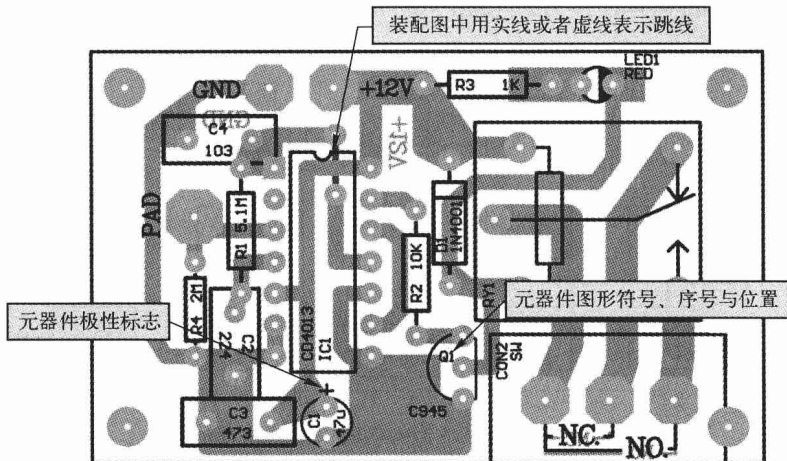


图 1-6 常见的电路装配图

电路装配图一般是供初学者使用的。在有些电子制作资料中，通常把元器件的排列位置单独制作成一个图片，这种图片也可以称做电路装配图，如图 1-7 所示。

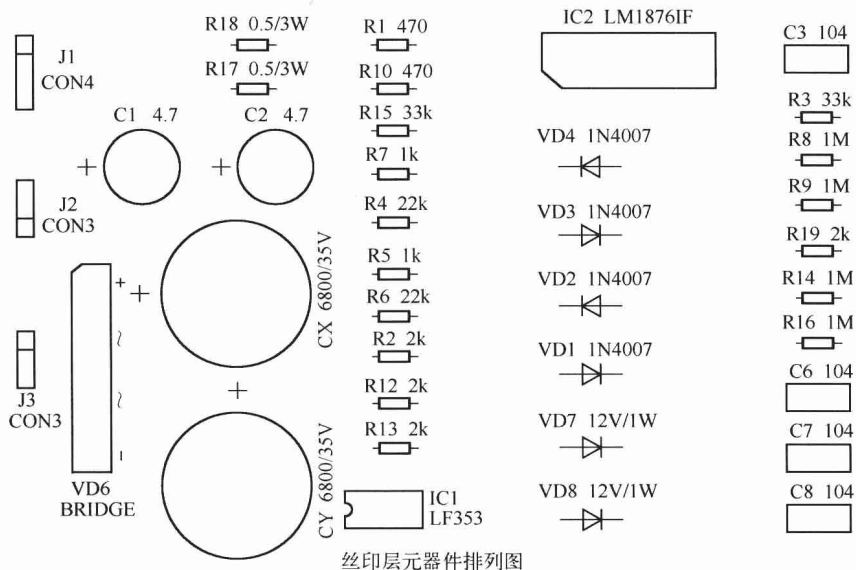


图 1-7 元器件排列装配图

4. 印制电路板图

印制电路板图就是用来制作电路板的电路图。印制电路板图又称为印制线路板图，简称印制图，与装配图属于同一类的电路图，都是供装配实际电路使用的。在印制电路板图中可以看到印制电路板铜箔线条的排列，如图 1-8 所示。

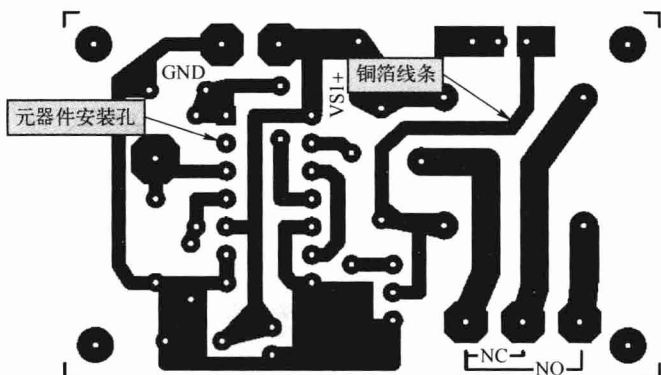


图 1-8 印制电路板图

有些印制电路板图中除了有铜箔线条以外，还有元器件的位置和辅助说明等信息，如图 1-9 所示。

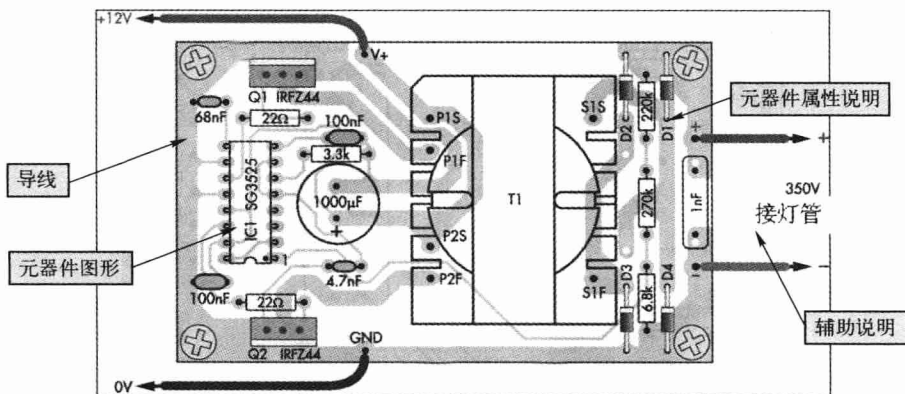


图 1-9 印制电路板图信息

印制电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 是在一块绝缘板上先覆上一层金属箔，再将电路不需要的金属箔腐蚀掉，剩下的部分金属箔作为电路元器件之间的连接线，然后将电路中的元器件安装在这块绝缘板上，利用板上剩余的金属箔作为元器件之间导电的连线，从而完成电路的连接。

由于印制电路板的一面或两面覆的金属是铜皮，所以印制电路板又叫覆铜板。印制电路板中的电子元器件分布往往与电路原理图有很大的区别。这是由于在设计印制电路板时，除了要考虑所有电子元器件的分布和连接是否合理外，还要考虑电子元器件的体积、散热、抗干扰及抗耦合等诸多因素，综合这些因素设计出来的印制电路板，就会与电路原理图有很大的差别。



印制电路板之所以会有“印制”之称，是从量产制造的观点而来的，如同以印制方式大量翻印书籍的概念，印制电路板就是将电路设计成铜膜走线（铜导线）印制在绝缘板材上。

在双面电路板中，电路板两面的印制电路板图通常单独绘制出来，双面电路板通常有顶层和底层之分。顶层通常用来放置元器件、印制丝印层内容、辅助说明文字及元器件属性说明等内容；底层通常用来放置焊盘、导线等，如图 1-10 所示。

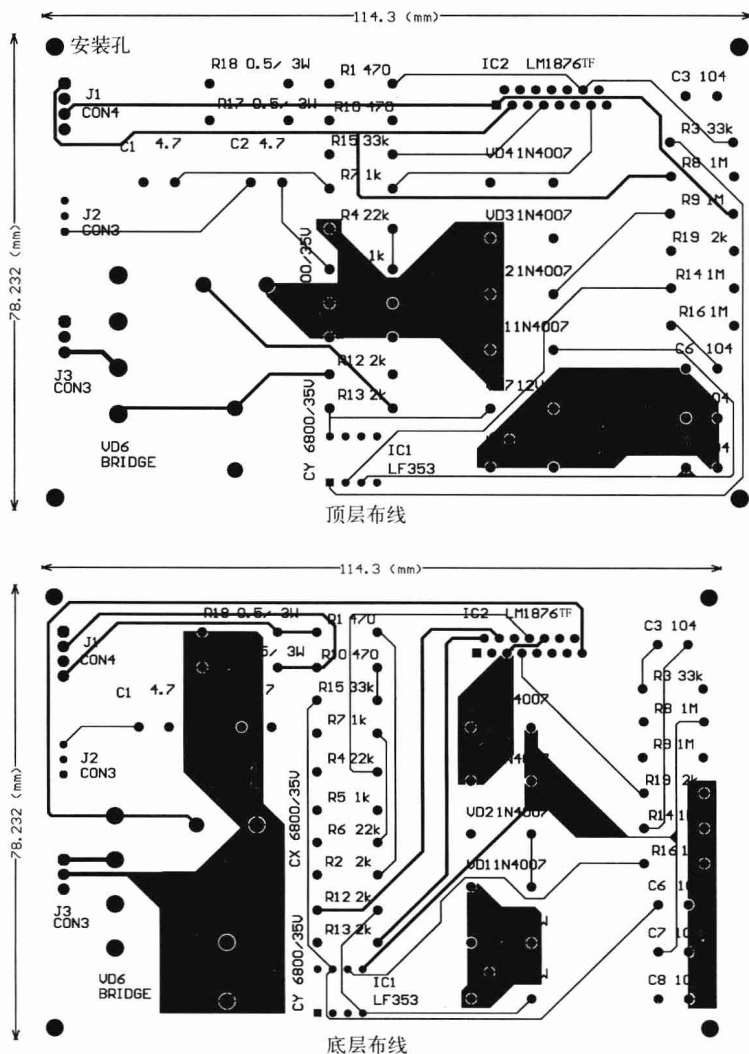


图 1-10 双面印制电路板图

5. 实物图

顾名思义，实物图就是电子电路的实际物体图片，也就是在印制电路板上安装元器件之后的实物，如图 1-11 所示。

把实物图中的元器件拆卸下后就是印制电路板，如图 1-12 所示。

在实际工作中，可以将电路装配图、实物图转换为电路原理图，以便于对电路原理进行深入的分析、了解。如果只看一个实物图不能很容易地绘制出这个电路的原理图，则可以试

着把元器件拆卸下来，然后再对着印制电路板将电路原理图绘制出来。

上面介绍的几种电路图在实际工作中都会遇到，它们各自有自己的功能。其中，电路原理图是工作中最经常遇到的，也是对工作最有用的一种电路图，因此下文所讲的怎样看电路图就是指怎样看电路原理图。

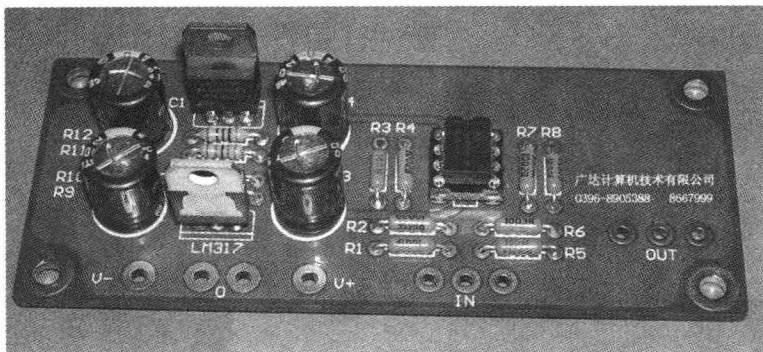


图 1-11 实物图

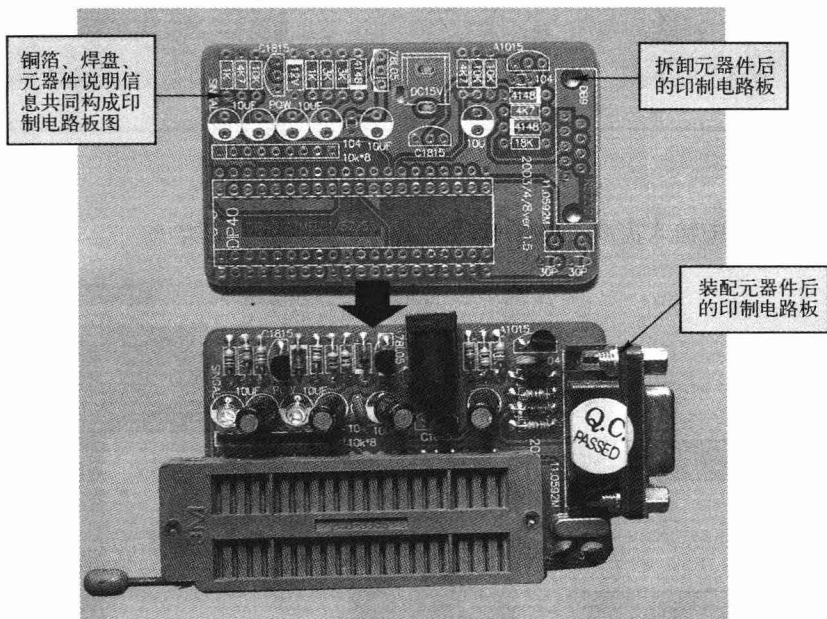


图 1-12 实物图与印制电路板图的转换

6. 点位图

现在很多维修人员所采用的点位图也是装配图的一种，只不过点位图是电子文档格式，而且点位图除了可以指明元器件所在的位置之外，还可以查阅元器件的参数及与其他元器件的连接关系。不同公司生产的电路板点位图的格式不同，所采用的阅读软件也不同，如华硕公司生产的电路板点位图阅读软件是 TSICT 软件，需要查找元器件位置时，只需要单击鼠标右键，在弹出的菜单中单击“Net 查询”，如图 1-13 所示。

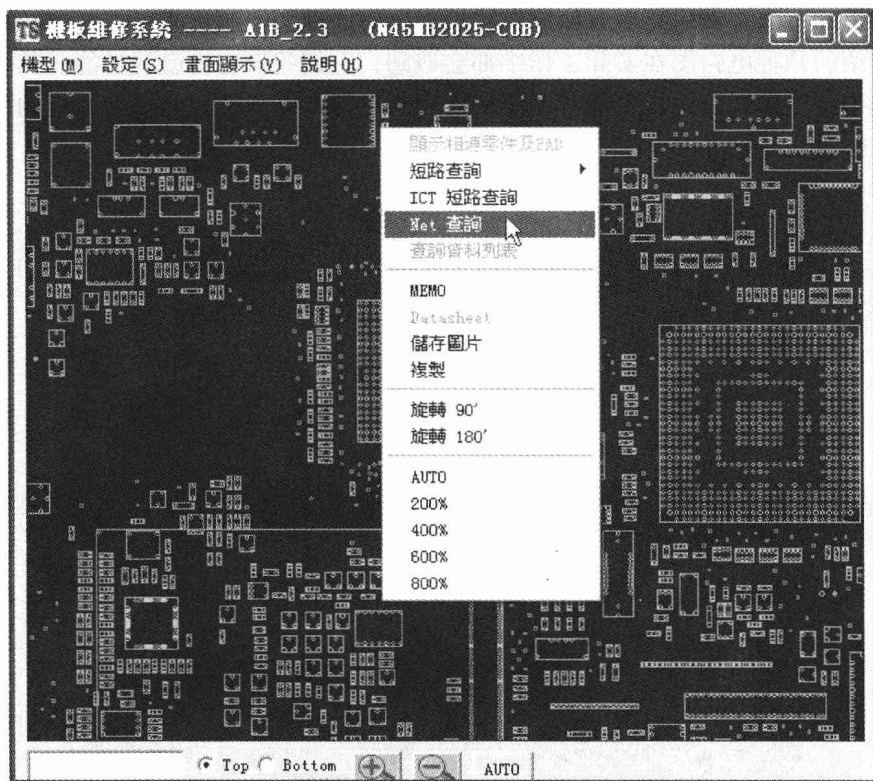


图 1-13 单击“Net 查詢”

在出现的对话框中输入需要查询的连接点名称，如图 1-14 所示。

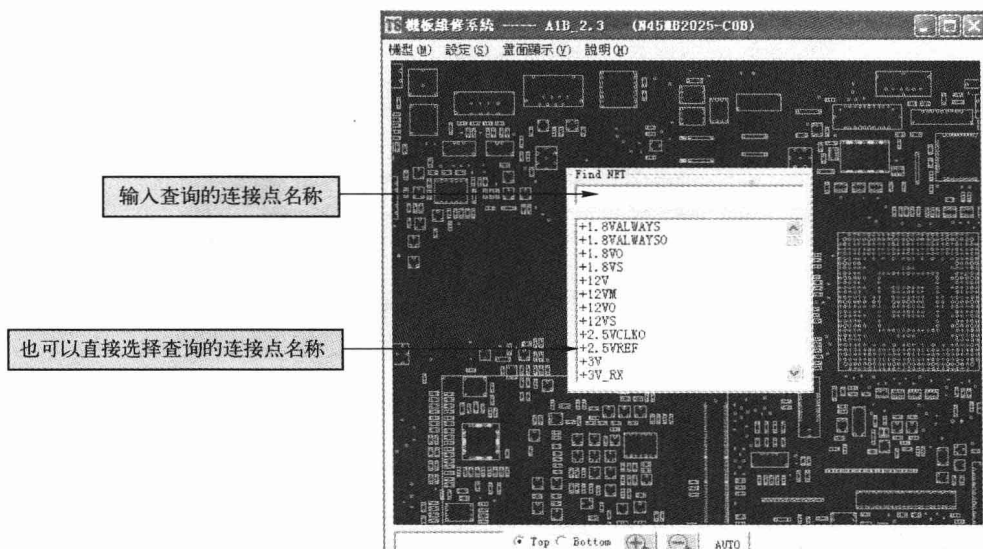


图 1-14 选择查询的连接点名称

输入相应的连接点名称（元器件标号）后，即可在软件中找到这个元器件在电路板上的实际位置和与连接点相连的所有导线（反色显示），可以为维修工作带来很大的便利。

如果将光标指向要查的元器件位置，则也会在屏幕上显示出这个元器件的名称和参数，如图 1-15 所示。

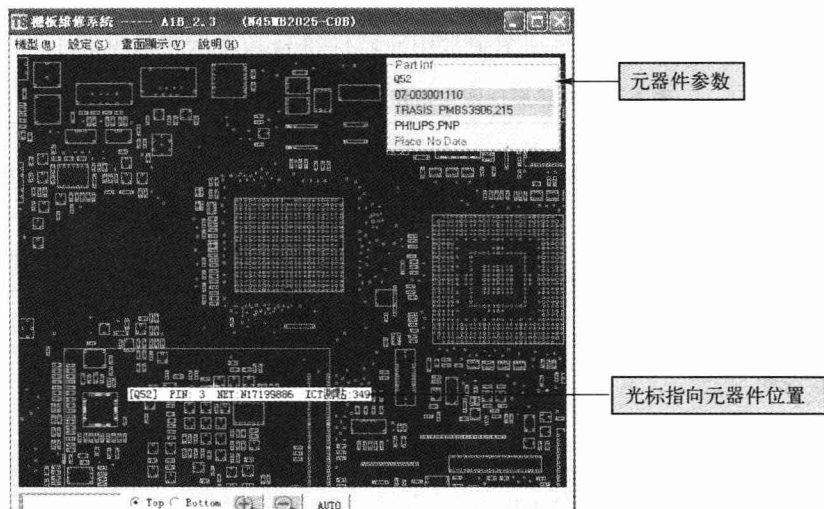


图 1-15 元器件参数

1.3 电路原理图的识别

电路原理图主要由元器件符号、元器件注释文字、连接线、结点、电源线与接地线、注释说明信息等部分组成，如图 1-16 所示。

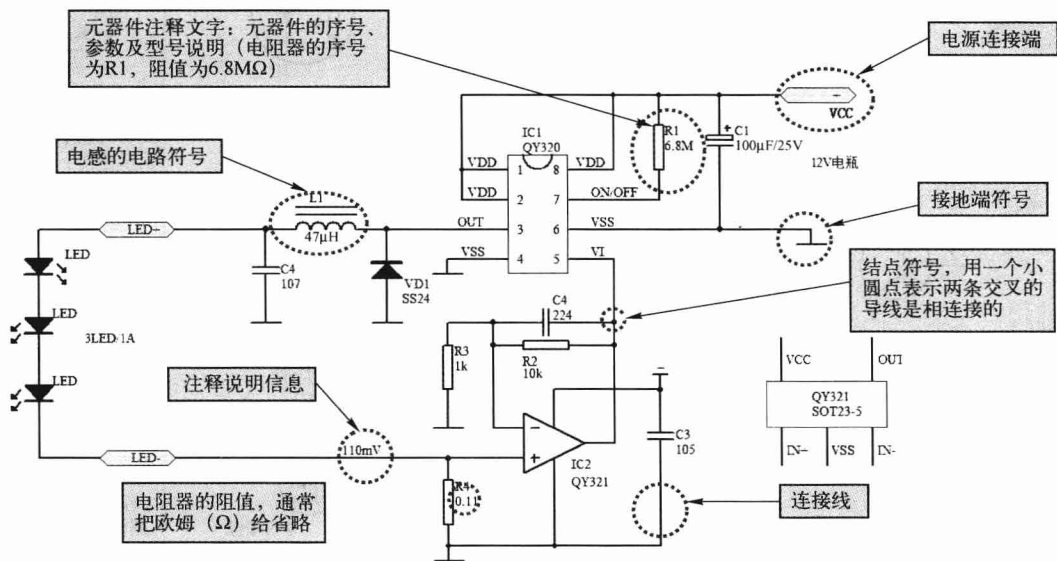


图 1-16 电路原理图的构成