

双色版

ZENYANG SHIDU
DIANZI DIANLUTU



怎样识读

电子电路图

陈刚 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

ZENYANG SHIDU
DIANZI DIANLUTU



怎样识读 电子电路图

陈 刚 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分八章, 主要内容包括: 识读电子电路图的基本知识, 常用电子元器件的识读, 直流稳压电源电路图的识读, 放大和振荡电路图的识读, 常用转换电路图的识读, 保护电路、自动开关电路和灯光控制电路图的识读, 实用数字电路图的识读, 实用电子电路图的识读实例等知识。本书以介绍电子电路的基础知识为切入点, 以讲解电路识图的相关内容作为支撑点, 使读者快速掌握读懂典型应用电路原理图的方法, 了解电路各部分的组成及工作原理; 并通过对基础单元电路的工作性能进行定性和定量的分析与估测, 由此引导读者由表及里、由浅入深、循序渐进地学会读图技能。

本书适合广大城乡电工、电子爱好者阅读, 可以作为电子技校、职业学校、中等专业学校的电子技术基础教材, 也可以作为中小企业电子产品开发人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样识读电子电路图/陈刚主编. —北京: 中国电力出版社, 2016. 7

ISBN 978 - 7 - 5123 - 9068 - 3

I. ①怎… II. ①陈… III. ①电子电路—识图法 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 096634 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 7 月第一版 2016 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 421 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 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

电子技术在生产生活各个领域的应用越来越广泛，各部门、各行业从事电子工作与研究的人员越来越多。识读电子电路图是学习电子技术的一项重要内容，也是电子爱好者从事电器维修和电子制作工作的基本技能。为此，我们编写了这本集实用性、启发性、资料性于一体的通俗读物。

本书共分八章，主要内容包括：识读电子电路图的基本知识，常用电子元器件的识读，直流稳压电源电路图的识读，放大和振荡电路图的识读，常用转换电路图的识读，保护电路、自动开关电路和灯光控制电路图的识读，实用数字电路图的识读，实用电子电路图的识读实例等知识。本书以介绍电子电路的基础知识为切入点，以讲解电路识图的相关内容作为支撑点，使读者快速掌握读懂典型应用电路原理图的方法，了解电路各部分的组成及工作原理；并通过对基础单元电路的工作性能进行定性和定量的分析与估测，由此引导读者由表及里、由浅入深、循序渐进地学会读图技能。

本书由陈刚主编，参加编写的人员有：张能武、陶荣伟、邵健萍、陈晞、许君辉、王华、祝海钦、刘振阳、莫益栋、陈思宇、林诚也、杨杰、黄波、陈超、郭大龙、王荣、蒋勇、薛国祥、李桥、蒋超、王首中、张云龙、冯立正、龚庆华、杨小荣、张茂龙、刘瑞、刘玉妍、周小渔、王春林、李桥、邓杨、陈利军、夏卫国和张洁等人。本书在编写过程中，参考了大量的书刊杂志和有关资料，引用了其中的一些资料，并得到江南大学机械工程学院的领导和部分老师的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

本书适合初中以上文化水平的电工、电子爱好者阅读，可以作为电子技校、职业学校、中等专业学校的电子技术基础教材，也可以作为中小企业电子产品开发人员参考用书。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第一章	识读电子电路图的基本知识	1
第一节	电子电路图的识读基础	1
一、	电路图种类和掌握识图方法	1
二、	常用元器件的特点及其在电路中的作用	13
三、	常见单元电路及其特点	13
四、	电子电路图的识读要点	14
第二节	电子电路图中常用的文字符号与图形符号	15
一、	电子控制电路中的基本文字符号与辅助文字符号	15
二、	电子电路中常见的一般图形符号	23
第二章	常用电子元件的识读	33
第一节	变压器和电感器	33
一、	变压器	33
二、	电感器	36
第二节	电阻器、电位器及电容器	39
一、	固定电阻器和可调电位器的类型与识别	39
二、	电容器的类型与识别	40
第三节	半导体二极管和半导体三极管	45
一、	半导体二极管	45
二、	半导体三极管	62
第四节	场效应晶体管和光敏三极管	69
一、	场效应晶体管	69
二、	光敏三极管	76
第五节	晶体管和晶闸管	78
一、	晶体管	78
二、	晶闸管	83
第六节	集成电路	86
一、	集成电路的种类	86
二、	集成电路的外形和引脚排列规律	86
三、	集成电路的主要参数	88

四、集成电路图形符号	89
第七节 光电耦合器	92
一、光电耦合器的结构、类型及电路符号	92
二、光电耦合器的特性和主要参数	94
三、光电耦合器的应用	95
第三章 直流稳压电源电路图的识读	96
第一节 直流稳压电源电路图的识读基础	96
一、直流稳压电源的组成框图	96
二、直流稳压电源的分析方法和质量指标	97
三、电源电路图的识读方法	97
第二节 整流、滤波和稳压电路的识读	98
一、整流电路	98
二、滤波电路	101
三、稳压电路	102
第三节 常用直流稳压电源电路图的识读	106
一、由稳压二极管构成的并联型直流稳压电路的识读	107
二、晶体三极管构成的串联型直流稳压电路的识读	109
三、具有过载、短路保护的串联式稳压电源电路的识读	110
四、单相直流稳压电路的识读	111
五、线性稳压电源电路的识读	112
六、三端固定集成稳压电源电路的识读	115
七、三端可调集成稳压电源电路和多端可调稳压电源电路的识读	116
八、集成电路开关稳压电源电路的识读	120
九、带有放大环节的串联型直流稳压电路的识读	127
第四章 放大和振荡电路图的识读	131
第一节 放大电路图的识读	131
一、低频电压放大电路的识读技巧	131
二、功率放大电路的识读技巧	133
三、直流放大电路的识读技巧	138
四、集成运算放大电路图的识读技巧	139
五、集成功率放大电路图的识读技巧	145
六、负反馈放大电路图的识读技巧	147
七、多级放大电路图的识读技巧	152
八、差动放大电路图的识读技巧	156
第二节 振荡电路图的识读	161
一、振荡电路的组成框图	161
二、振荡电路的类型	161
三、振荡电路的振荡条件与判断振荡电路能否产生振荡的方法	162

四、振荡电路图的类型识读技巧	162
第五章 常用转换电路图的识读	178
第一节 A/D转换和D/A转换电路图的识读	178
一、A/D转换和D/A转换电路图的识读技巧	178
二、A/D转换和D/A转换电路图识读示例	185
第二节 电流/电压和频率/电压转换电路图的识读	188
一、电流/电压转换电路识图技巧	188
二、频率/电压转换电路的识图技巧	190
三、电流/电压和频率/电压转换电路图的识读示例	191
第六章 保护电路、自动开关电路和灯光控制电路图的识读	196
第一节 保护电路的识读	196
一、过电压、双重过电压和过电流保护电路	196
二、具有过电压和短路保护功能的电路	197
三、软启动电路	198
四、保护电路识读示例	199
第二节 自动开关电路的识读	203
一、遥控开关电路和交流无触点开关	203
二、接近开关电路和声控开关电路	204
三、触摸开关电路	205
四、光控电路	206
五、几种延时开关电路	207
第三节 灯光控制电路的识读	208
一、节电延长灯泡寿命电路和自动调光台灯电路	208
二、场效应晶体管无级调光灯电路	209
三、光控电路	210
四、光控声控楼梯照明灯电路	212
五、延时自动关灯电路	212
六、警示灯电路	213
七、实用应急照明灯电路	214
第七章 实用数字电路图的识读	215
第一节 数字电路图的特点、分析方法及符号	215
一、数字电路图的特点	215
二、数字电路图的分析方法	216
三、数字电路图的符号	216
第二节 脉冲信号产生电路识图方法	219
一、脉冲信号产生电路	219
二、脉冲信号产生电路识图方法和识图要点	224
三、识图示例	227

第三节 逻辑门电路和集成门电路的识读	229
一、逻辑门电路的识读	229
二、集成门电路的识读	237
第四节 反相器电路和触发器电路的识读	242
一、反相器电路的识读	242
二、触发器电路的识读	244
第五节 逻辑代数的识读	254
一、逻辑代数的基本定律和定理	254
二、用逻辑代数化简逻辑电路的方法	255
第八章 实用电子电路图的识读实例	258
参考文献	283

第一章

识读电子电路图的基本知识

第一节 电子电路图的识读基础

电子控制电路图是由若干电子元器件符号按一定规律组合而成的。它反映的是电子电气设备中各元器件的电气连接情况。掌握各种元器件的性能特点和绘图规则,是看懂电子电路图的基础。

一、电路图种类和掌握识图方法

电路图有电气电路图和电子电路图两大类。电气电路图是使用强电(交流 200V 或更高的电压)设备的电路图,如电动机的电路图,这些电路有一个明显的特点,即电路所使用的电压为交流电压,而且电压相当高。电气电路图与无线电设备中的电子电路图有着很大的不同,电气电路图中的电路符号与电子电路中的电路符号有所不同。

电子电路图在电子技术中简称电路图。电子电路图用来表示实际电子电路的组成、结构、元器件标称值等信息。电子电路图中电子元器件电路符号有专门的国家标准。如图 1-1 所示是一张简单的电子电路图。

如图 1-1 所示电路中的 $RP1$ 、 C_1 、 $A1$ 、 C_2 、 R_1 是电子元器件,它们用特定的电路符号表示。各元器件之间的连接表明了这一电路的结构, R_1 下面的 $2k\Omega$ 表示该电阻的标称阻值, C_2 下面的 $2.2\mu F$ 是该电容的标称容量。

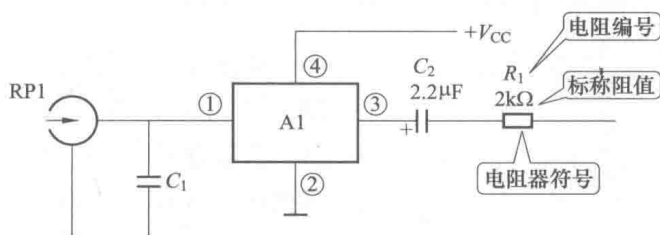


图 1-1 电子电路简图

(一) 电子电路图的种类

电子电路图的种类见表 1-1。

表 1-1 电子电路图的种类

种类	说明
方框图	包括整机电路方框图、系统方框图等，是一张用框图形式表示电路组成的电路图
单元电路图	用一张简单的图表示一个完全功能的电路，学习电子技术的过程中会遇到数以千计的单元电路图
整机电路图	用一张完整电路图表示电子电器每一个电子元器件的位置、标称参数
等效电路图	用一种更为简洁、易懂的电路来表示另一种电路，是学习电子技术过程中常用的对电路进行等效电路理解的一种电路图
集成电路应用电路图	完整地表示一块集成电路的应用电路，电路中标出了集成电路引脚编号、元器件标称值等识图信息
印制线路图	表示元器件、线路在线路板上的具体位置、走向，通过印制线路图可以方便地在实际线路板上找到原理图中某个元器件的具体位置，是专门用于电路故障检修的图纸

(二) 电子电路图的识图方法

1 方框图识图方法

方框图包括集成电路内电路方框图、系统电路方框图和整机电路方框图，其具体说明见表 1-2。

表 1-2 方框图类型

方框图	说明
集成电路内电路方框图	<p>(1) 集成电路内电路的组成情况可以用内电路或内电路方框图来表示，由于集成电路内电路十分复杂，所以在许多情况下用内电路方框图来表示集成电路的内电路组成情况更有利于识图。</p> <p>(2) 从集成电路的内电路方框图中可以了解集成电路的组成、有关引脚作用等识图信息，对分析该集成电路应用电路十分有益</p>
系统电路方框图	<p>(1) 整机电路由许多系统电路构成，系统电路方框图表示该系统的电路组成等情况。</p> <p>(2) 它是整机电路方框图下一级的方框图，往往比整机电路方框图更加详细</p>
整机电路方框图	<p>(1) 这是表达整机电路图的方框图，也是众多方框图中较为复杂的方框图。</p> <p>(2) 从这张方框图中可以了解整机电路的组成和各部分单元电路之间的相互关系，通过图中的箭头还可以了解信号的传输途径等识图信息。</p> <p>(3) 有些机器的整机电路方框图比较复杂，有的用一张方框图表示整机电路结构情况，有的则将整机电路方框图分成几张</p>

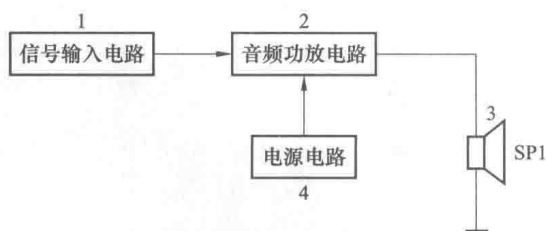


图 1-2 有源音箱方框图

- 1—处于最前面，用来输入和转换各类节目源信号；
 2—用来放大音频信号的电压和功率，推动扬声器；
 3—扬声器将电信号转换成声音；
 4—为整机提供直流工作电压

如图 1-2 所示的是有源音箱方框图。从图 1-2 中可以看出该电路主要由信号输入电路、音频功放电路、扬声器负载电路和电源电路构成，从这一方框图可以知道各单元电路之间的相互位置，如信号输入电路处于前列，扬声器电路处于最后，电源电路为音频功放电路服务等。

(1) 方框图功能。方框图是一张重要的电路图，特别是在分析集成电路应用电路图、复杂的系统电路、了解整机电路的组成情况



时,没有方框图将会有诸多不便和困难。

方框图可以给出部分识图信息,如图 1-3 所示的方框图给出了这样一些识图信息:图中信号传输线路中的箭头给出了信号传输的方向,同时也能指示信号从前级输出端传到后级输入端。

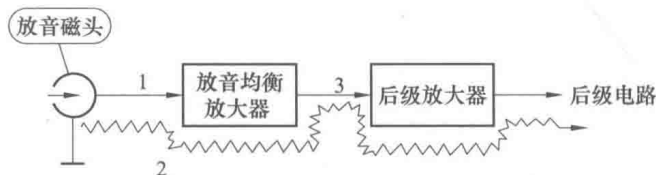


图 1-3 方框图

1—箭头表示放音磁头输出信号加到放音均衡放大器; 2—放音信号传输线路; 3—箭头表示信号传输方向

关于方框图的功能,主要了解下列几个方面。

1) 表现出了信号源的性质。如图 1-3 中画出放音磁头电路符号,说明这一电路中的信号源是放音磁头输出的放音信号。

2) 方框图表示了各单元电路之间的信号传输方向,从而使人们能了解信号在各部分单元电路之间的传输次序。从图 1-3 中可以看出,放音磁头输出信号先经过放音均衡放大器,再送入后级放大器。

3) 根据方框图中标出的电路名称可以知道信号在这一单元电路中的处理过程,为分析具体电路提供了指导性的信息。例如,方框图中的放大器单元说明对信号进行放大,放音均衡放大器是一种在放大信号的同时对信号进行补偿的单元电路,了解各种单元电路的功能对电路分析非常有益。

4) 方框图粗略表达了复杂电路的整机电路、系统电路和功能电路等组成情况,方框图中通常给出复杂电路的主要单元电路位置、名称,以及各部分单元电路之间的连接关系,如前级和后级关系等信息。

(2) 方框图特点。

1) 由于方框图比较简洁、逻辑性强,所以它便于记忆,包含的信息量大。

2) 简明、清楚,可以方便地看出电路的组成和信号的传输方向、途径,以及信号在传输过程中受到的处理过程等。

3) 方框图有简明的也有详细的,方框图越详细,为识图提供的有益信息就越多。在各种方框图中,集成电路的内电路方框图最为详细。

4) 方框图中往往用箭头形象地表示了信号在电路中的传输方向,对识图非常有用,尤其是集成电路内电路方框图可以帮助了解输入引脚和输出引脚。

(3) 方框图的识图方法。关于方框图的识图方法说明以下三点。

1) 记忆一个电路系统的组成时,由于具体电路太复杂,所以要用方框图。从方框图中可以看出各单元电路之间的相互关系,相互之间如何连接,特别是控制电路系统,从控制电路系统的方框图可以看出控制信号的传输过程、控制信号的来路和控制的对象,能够提示电路分析的思路。

2) 了解整机电路图中的信号传输过程时,主要是看图中箭头的方向,箭头所在的回路表示了信号的传输通路,箭头方向表示了信号的传输方向。在一些音响设备的整机电路方框图中,左、右声道电路的信号传输指示箭头用实线和虚线分开表示。如图 1-4 所示,虚线和实线分别表示一个声道。



图 1-4 方框图举例示意图

3) 分析集成电路应用电路的过程中,没有集成电路的引脚作用资料时,可以借助于集成电路的内电路方框图来了解、推理引脚的具体作用,特别是可以明确地了解哪些引脚是输入引脚,哪些是输出引脚,哪些是电源引脚,而这三种引脚对识图有举足轻重的作用。当引脚引线的箭头指向集成电路外部时,该引脚是输出引脚,反之,箭头朝里指向的是输入引脚。

如图 1-5 所示的是某型号集成电路内电路方框图。集成电路的①脚引线箭头向里,为输入引脚,说明信号是从①脚输入到第一级放大器中的;③脚引线上的箭头方向朝外,所以③脚是输出引脚,经过三级放大器放大后的信号从该引脚输出;②脚是电源引脚,也是输入引脚,输入直流工作电压;④脚比较特殊,它接在第一级放大器输出端,第二级放大器输入端,所以可以从第一级放大器输出信号,也可以给第二级放大器输入信号,是一个具有双重功能的引脚。

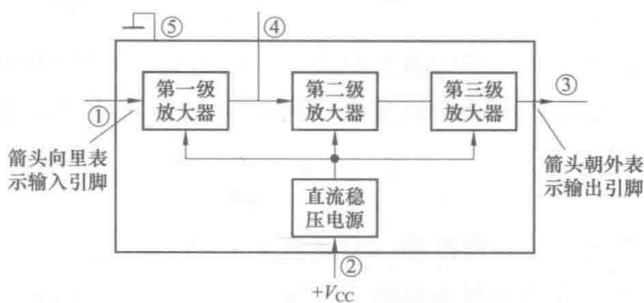


图 1-5 某型号集成电路内电路方框图

(4) 识图注意事项。分析一个具体电路的工作原理,或者在分析集成电路的应用电路前,先分析该电路的方框图是很有必要的,这样有助于分析具体电路的工作原理。在各种方框图中,整机电路方框图是最重要的方框图,要将其牢记在心中,它对修理中逻辑推理的形成和故障部位的判断十分重要。提出方框图的概念主要是为了识图的需要,下面给出了方框图识图的注意事项,了解这些对识图、电路故障检修具有重要意义。

1) 方框图是众多电路中首先需要记忆的电路图。

2) 一般情况下集成电路的内电路不必进行分析,只需通过集成电路内电路方框图来理解信号在集成电路内电路中的放大和处理过程即可。

3) 厂方提供的电路资料中,一般情况下都不给出整机电路方框图,但是大多数同类型



机器的电路组成相似,利用这一特点,可以用一种机器的整机方框图作为同类机器的参考。

2 单元电路图识图方法

单元电路是指某一级放大器或某一级控制器、振荡器电路、变频器等,它是能够完成某一电路功能的单元电路,如图1-6所示的是共发射极放大器单元电路。

学习整机电子电路工作原理的过程中,首先遇到的具有完整功能的是单元电路图,这一电路图概念的提出完全是为了方便电路工作原理分析。

(1) 单元电路图的功能。单元电路图具有以下功能。

1) 单元电路图主要用来讲述电路的工作原理。它对深入理解电路的工作原理和记忆电路的结构、组成很有帮助。

2) 它能够完整地表达某一级电路的结构和工作原理,有时还全部标出电路中各元器件的标称阻值、标称容量和三极管型号等。

(2) 单元电路图特点。单元电路图具有以下特点。

1) 单元电路图主要是为了给分析某个单元电路的工作原理提供方便而单独将这部分电路画出的电路,所以在图中已省去了与该单元电路无关的其他元器件和有关的连线、符号,这样单元电路图就显得比较简洁、清楚,识图时没有其他电路的干扰。

2) 单元电路图采用习惯画法,一看就能明白。例如,元器件采用习惯画法,各元器件之间采用最短的连线,而在实际的整机电路图中,由于受电路中其他单元电路中元器件的制约,有关元器件画得比较乱,有的在画法上不是常见的画法,个别元器件画得与该单元电路相距较远,这样电路中的连线很长且弯弯曲曲,给识图和电路工作原理理解带来不便。

3) 在单元电路图中已经对电源、输入端和输出端加以简化,通过这些简化标记可以方便识图,如图1-7所示。

在图1-7中, $-V$ 表示直流工作电压,负号表示采用负极性直流电压供电,电源正极接地端; $+V$ 表示直流工作电压,正号表示采用正极性直流电压供电,电源负极接地端;

U_i 表示输入信号,是这一单元电路所要放大或处理的信号; U_o 表示输出信号,是经过这一单元电路放大或处理后的信号。

通过在单元电路图中这样标注,可以方便地找出电源端、输入端和输出端,而在实际电路中,这三个端点的电路均与整机电路中的其他电路相连,没有这样的标注,给初学者识图带来了一定的困难。

在图1-7所示的单元电路中,见到 U_i 便可以知道信号通过电容 C_1 加到三极管VT1基极,还可以确定 C_1 是输入端耦合电容;见到 U_o 便可以知道信号从三极管VT1集电极输出, C_2 是输出端耦合电容。这相当于在电路图中标出了放大器的输入端和输出端,大大方便了电路工作原理的分析。

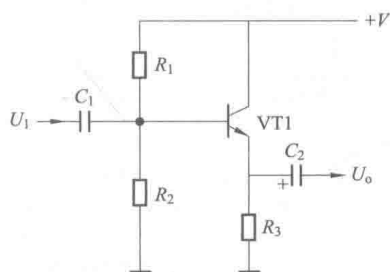


图 1-6 共发射极放大器单元电路

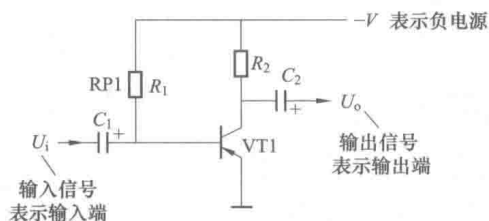


图 1-7 单元电路图示意图

(3) 单元电路图识图方法。整机电路中的各种功能单元电路繁多,许多单元电路的工作原理十分复杂,若在整机电路中直接进行分析,则会显得比较困难,而在分析单元电路图之后再去看分析整机电路就显得比较简单,所以单元电路图的识图也是为整机电路分析服务的。

单元电路的识图方法见表 1-3。

表 1-3 单元电路的识图方法

识图类别	说 明
有源电路识图方法	有源电路就是需要直流电压才能工作的电路,如放大器。识图时首先分析直流电压供给电路,此时将电路图的所有电容器看成开路(因为电容器具有隔直特性),将所有电感器看成短路(电感器具有通直特性)。直流电路的识图方向一般是先从右向左,再从上向下
信号传输过程分析	信号传输过程分析就是分析信号在该单元电路中如何从输入端传输到输出端,信号在这一传输过程中受到了怎样的处理(如放大、衰减、控制等)。信号传输的识图方向一般是从左向右进行的
元器件作用分析	元器件作用分析就是分析电路中各元器件各起什么作用,主要从直流和交流两个角度进行分析
电路故障分析	电路故障分析就是假设电路中元器件出现开路、短路、性能变差后,分析对整个电路工作会造成什么样的不良影响,使输出信号出现什么故障现象(如没有输出信号、输出信号小、信号失真、出现噪声等)。在搞懂电路工作原理后,元器件的故障分析才会变得比较简单,否则会困难无穷

3 整机电路图识图方法

整机电路图是所有图纸中最大的一张电路图,它最为全面和复杂,也是最重要的电路图。

(1) 整机电路图的功能。整机电路图具有以下功能。

1) 它表明整个机器的电路结构、各单元电路的具体形式和它们之间的连接方式,从而表示出了整机电路的工作原理。

2) 它给出了电路中各元器件的具体参数,如型号、标称值和其他重要数据等,为检测和更换元器件提供了依据。如图 1-8 所示,更换某个三极管时,可以查阅图中的三极管型号标注。

3) 许多整机电路图中还给出了有关测试点的直流工作电压,为检修电路故障提供了方便,如集成电路各引脚上的直流电压标注,三极管各电极上的直流电压标注等,视频设备的整机电路图关键测试处还标出了信号波形,为检修这些部分电路提供了方便。如图 1-9 所示的是整机电路图中的直流电压值和信号波形标注示意图。

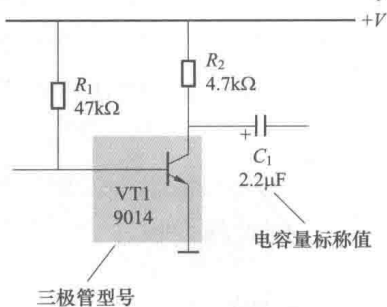


图 1-8 整机电路图中的标称值及三极管型号标注示意图

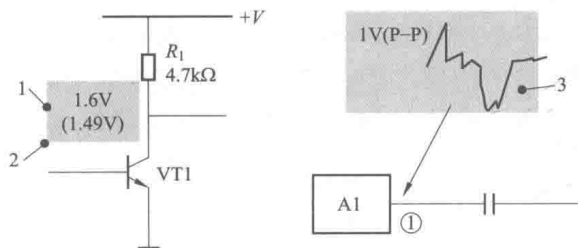


图 1-9 整机电路图中的直流电压值和信号波形标注示意图
1—指无输入信号集电极直流电压;2—另一工作状态下的静态电压;
3—集成电路 A1①脚上的信号波形

4) 它给出了与识图相关的有用信息。例如,通过各开关件的名称和图中开关所在位置的标注,可以知道该开关的作用和当前开关状态,如图 1-10 所示。当整机电路图分为多张图纸时,引线接插件的标注能够方便地将各张图纸之间的电路连接起来。在一些整机电路图中,将各开关件的标注集中在一起,标注在图纸的某处,并且标有开关的功能说明,识图过程中对某个开关不了解时可以去查阅这部分说明。

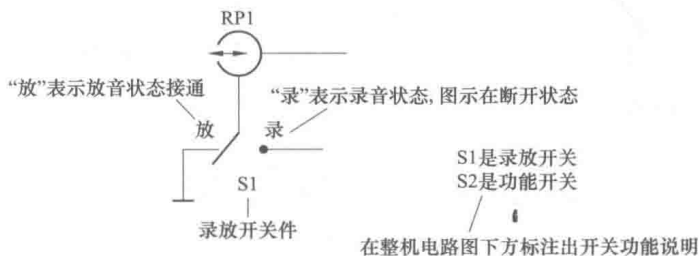


图 1-10 整机电路图中开关件标注示意图

(2) 整机电路图的特点。

- 1) 电源电路画在整机电路图右下方。
- 2) 信号源电路画在整机电路图的左侧。
- 3) 负载电路画在整机电路图的右侧。
- 4) 各单元电路中的元器件相对集中在一起。
- 5) 各级放大器电路从左向右排列。
- 6) 双声道电路中的左、右声道电路上下排列。

(3) 识图方法和注意事项。对整机电路图分析的内容是:分析各部分单元电路在整机电路图中的具体位置;分析单元电路的类型;分析直流工作电压供给电路;分析交流信号传输;对一些以前未见过的、比较复杂的单元电路的工作原理进行重点分析。

1) 对整机电路图的识图,可以在学习了一种功能的单元电路后,分别在几张整机电路图中找到这一功能的单元电路进行分析,由于在整机电路图中的单元电路变化多,且电路的画法受其他电路的影响而与单个画出的单元电路不一定相同,所以加大了识图的难度。

2) 一般情况下,直流工作电压供给电路的识图方向是从右向左进行的,对某一级放大电路的直流电路识图方向是从上而下的。信号传输的方向是从整机电路图的左侧向右侧进行。

3) 一些整机电路图中会有许多英文标注,能够了解这些英文标注的含义,对识图是相当有利的。在某型号集成电路附近标出的英文说明就是该集成电路的功能说明。

4) 对某型号集成电路应用电路的分析有困难时,可以查找这一型号集成电路的内电路方框图、各引脚作用等识图资料,以帮助识图。

4 集成电路应用电路识图方法

在电子电路中,集成电路的应用越来越广泛,集成电路应用电路的识图是电路分析中的一个重点,也是难点之一。如图 1-11 所示的是集成电路 CD4066 应用电路,这是四组单刀的开关集成电路。

(1) 集成电路应用电路功能。

- 1) 它表达了集成电路各引脚的外电路结构、元器件参数等,从而表示了某一集成电路

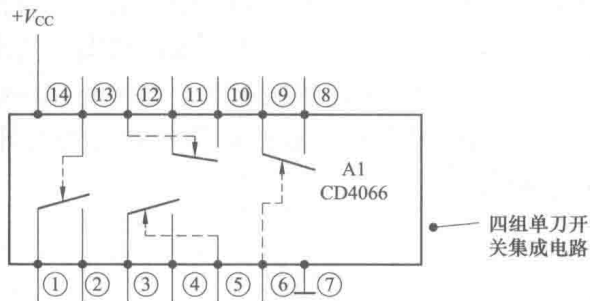


图 1-11 集成电路 CD4066 应用电路

的完整工作情况。

2) 集成电路应用电路有典型应用电路和实用电路两种,前者在集成电路手册中可以查到,后者出现在实用电路中,这两种应用电路相差不大。根据这一特点,在没有实际应用电路图时可以用典型应用电路图作为参考,在修理过程中常常采用这种方法。

3) 在有些集成电路应用电路中,画出了集成电路的内电路方框图,这对分析集成电路应用电路是相当有帮助的,但这种表示方式并不多。

4) 完整的电路系统要用到两个或更多的集成电路。

(2) 集成电路应用电路的特点。

1) 对初学者而言,分析集成电路的应用电路比分析分立元器件的电路更为困难,这是因为对集成电路内部电路不了解。实际上,不论识图也好,还是修理也好,集成电路比分立元器件电路更为方便。

2) 大部分应用电路不画出内电路方框图,这对识图不利,尤其对初学者进行电路工作分析更为不利。

3) 对集成电路应用电路而言,在大致了解集成电路内部电路和详细了解各引脚作用的情况下,识图是比较方便的,这是因为同类型集成电路具有规律性,在掌握了它们的共性后,便可以方便地分析许多同功能不同型号的集成电路应用电路。

(3) 集成电路应用电路的分析步骤。集成电路应用电路的分析步骤见表 1-4。

表 1-4 集成电路应用电路的分析步骤

分析步骤	说 明
直流电路分析	主要进行电源和接地引脚外电路的分析。当电源引脚有多个时,要分清这几个电源之间的关系,是前级还是后级电路的电源引脚,或是左、右声道的电源引脚;多个接地引脚时也要这样分清。分清多个电源引脚和接地引脚,对修理是很有用的
信号传输分析	主要分析信号输入引脚和输出引脚外电路。当集成电路有多个输入、输出引脚时,要搞清楚是前级还是后级电路的输出引脚;对于双声道电路还要分清左、右声道输入和输出引脚
其他引脚外电路分析	找出负反馈引脚、消振引脚等,这一步的分析是最困难的,对初学者而言,要借助于引脚作用资料或内电路方框图进行分析

有了一定的识图能力后,要学会总结各种功能集成电路的引脚外电路规律,并且要掌握这种规律,这对提高识图速度是很有用的。

例如,输入引脚外电路的规律是通过一个耦合电容或一个耦合电路与前级电路的输出端相连;输出引脚外电路的规律是通过一个耦合电路与后级电路的输入端相连。

分析集成电路的内电路对信号的放大、处理过程时,最好是查阅该集成电路的内电路方框图。分析内电路方框图时,可以通过信号传输线路中的箭头指示,知道信号经过了哪些电路的放大或处理,最后信号是从哪个引脚输出的。

了解集成电路的一些关键测试点、引脚直流电压规律对检修电路十分有用。例如，OTL 电路输出端的直流电压等于集成电路直流工作电压的 $1/2$ ；OCL 电路输出端的直流电压等于 0；BTL 电路两个输出端的直流电压相等。

一般情况下不需要去分析集成电路的内电路工作原理，这是相当复杂的。

(4) 集成电路应用电路的识图方法和注意事项。掌握各引脚的作用是识图的关键。各引脚的作用可以查阅有关集成电路应用手册，知道了各引脚的作用后，分析各引脚外电路的工作原理和元器件作用就方便了。

例如，知道了⑨脚是输入引脚，那么与⑨脚所串联的电容是输入端耦合电路，与⑨脚相连的电路是输入电路。

了解集成电路各引脚的作用有以下三种方法。

- 1) 查阅有关资料，如集成电路手册。
- 2) 根据集成电路的内电路方框图进行分析，需要有内电路方框图和一定的识图能力。
- 3) 根据集成电路应用电路中各引脚的外电路特征进行分析，需要有很好的电路分析基础。

5 等效电路图识图方法

等效电路图是一种简化形式的电路图，它的电路形式与原电路有所不同，但电路所起的作用与原电路是一样的（等效的）。

等效电路图更利于对电路工作原理的理解和接受，在分析一些电路时，采用这种更利于接受的电路形式去代替原电路，可以方便对电路工作原理的理解。

等效电路的特点是电路简单，它是一种常见、易于理解的电路。等效电路图在整机电路图中见不到，它出现在电路原理分析的图书中，是一种为了方便分析电路工作原理而采用的电路图。

(1) 三种等效电路的识图方法。分析电路时，用等效电路直接代替原电路中的电路或元器件，用等效电路的特性去理解原电路的工作原理。

三种等效电路识图方法见表 1-5。

表 1-5 三种等效电路识图方法

等效电路	说 明
直流等效电路	直流等效电路只画出原电路中与交流信号相关的电路，省去交流电路，用于分析直流电路。画直流等效电路时，将原电路中的线圈看成通路，电容看成开路
交流等效电路	交流等效电路只画出原电路中与交流信号相关的电路，省去直流电路，用于分析交流电路。画交流等效电路时，将原电路中的电容看成通路，线圈看成开路
元器件等效电路	对于一些新型、特殊元器件，为了说明它的特性和工作原理，使用这种等效电路

(2) 元器件等效电路方法。利用等效电路图进行电路分析的情况有很多。如图 1-12 所示的是常见的双端陶瓷滤波器的等效电路。

双端陶瓷滤波器并联在发射极电阻 R_1 上，如果不理解双端陶瓷滤波器的特性和它的等效电路，就很难理解双端陶瓷滤波器在这一电路中的作用，此时借助等效电路可以方便理解。

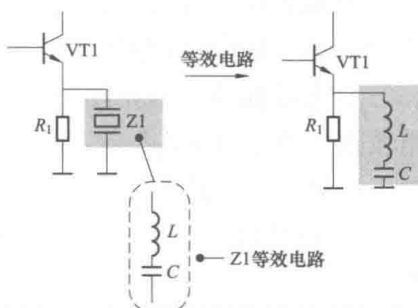


图 1-12 双端陶瓷滤波器的等效电路示意图