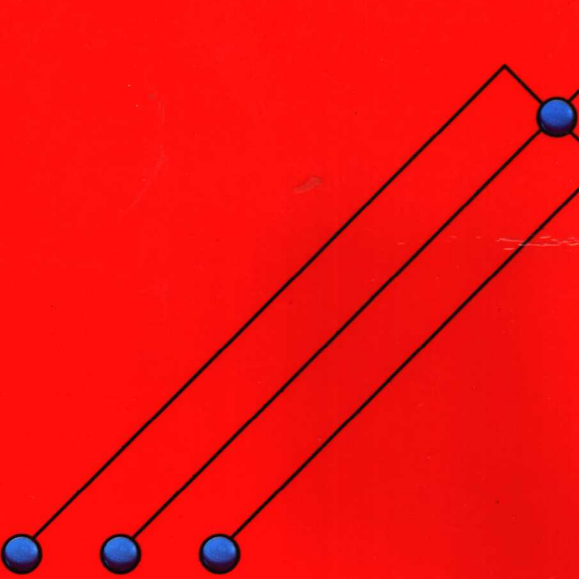
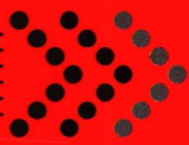




识读无线电电路图 快速入门



门宏 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

识读无线电电路图快速入门

门 宏 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

识读无线电电路图快速入门/门宏编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.8

ISBN 7-115-11814-0

I. 识... II. 门... III. 电子电路—电路图—识图法 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 049643 号

内 容 提 要

本书紧扣“怎样识读无线电电路图”的主题,系统地介绍了看懂电路图所必须掌握的基础知识和基本方法,并通过具体的电路实例对常用电路进行了具体分析。内容包括电路图的构成要素、电路图符号、电路图的一般画法规则、数字电路的基础知识、各种元器件的特点与作用、分析电路图的基本方法与步骤、集成电路和数字电路的看图方法、单元电路的分析方法等,特别突出了对集成化、数字化电路图的看图方法与分析步骤的介绍。

本书内容丰富、取材新颖、图文并茂、直观易懂,具有很强的实用性,可供初学无线电知识的青少年学习使用,也可作为无线电和电子技术爱好者的参考书。

识读无线电电路图快速入门

◆ 编 著 门 宏

责任编辑 姚予疆

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16.5

字数: 395 千字

2004 年 8 月第 1 版

印数: 1-6 000 册

2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11814-0/TN · 2160

定价: 22.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

电路图又称作电路原理图，是一种反映无线电和电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。通过对电路图的分析和研究，我们就可以了解无线电和电子设备的电路结构和工作原理。因此，“怎样识读电路图”是学习无线电和电子技术的一项重要内容，是进行电子制作或修理的前提，也是无线电和电子技术爱好者必需掌握的基本功。

怎样才能尽快学会看懂电路图呢？这就需要对电路图的构成要素有一个基本的了解，熟悉组成电路图的各种符号，了解并掌握各种元器件的性能特点和基本作用，掌握电路图的一般画法规则，熟练掌握各种基本单元电路的结构、原理和分析方法，并融会贯通、灵活运用。

为了帮助广大青少年初学者更好地解决“识读电路图”的难题，更快地掌握看图、识图、分析电路图的方法和技巧，笔者根据自学的特点和要求，结合自己长期从事无线电和电子技术教学工作的实践，编写了本书。

本书共分六章。前五章系统地讲述了看懂电路图所必须掌握的基础知识、元器件的特点与作用、电路图的基本看图方法、单元电路的分析方法等，并对常见的整流滤波电路、稳压电路、电压放大电路、功率放大器、选频放大器、正弦波振荡器、有源滤波器、双稳态触发器、单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器等基本单元电路工作原理进行了分析；第六章则通过 10 个不同类型的具体电路实例，详细讲解了“识读电路图”的基本方法和步骤，内容涉及电源电路、放大电路、振荡电路、调制解调电路、编译码电路、显示电路、有源滤波电路、开关和数字电路、控制和遥控电路等主要的常用电路，使读者可以循序渐进、逐步掌握，并在此基础上举一反三，不断提高自己的看图、识图和分析电路图的能力。

随着微电子技术及数字技术的飞速发展，电子产品正迅速地朝着集成化、数字化的方向发展，集成电路与数字电路不仅越来越多地出现在无线电和电子设备的电路图中，而且越来越多地出现在无线电爱好者业余制作的图纸中。掌握一定的集成电路与数字电路的相关知识，已成为看懂现代新型电子电器设备电路图、顺利进行制作和维修的前提。因此，本书用了较多的篇幅，专门介绍了数字电路的基础知识，特别阐述了集成电路和数字电路的看图方法和分析方法。在单元电路分析和看图实例的取材中，更多地选用了集成化、数字化的电路图，以适应无线电与电子技术发展的新要求。

本书紧扣“怎样识读无线电电路图”的主题，重点突出了实用的基本知识和分析方法，避开了令初学者不得要领的繁冗的理论阐述。在写作形式上，力求做到深入浅出，并配以大量的图解，使得本书图文并茂、直观易懂。相信本书能为广大无线电与电子技术爱好者提高电路图的看图、识图和分析能力带来益处。

作 者

目 录

第一章 电路图基础知识	1
第一节 电路图的构成要素	1
一、图形符号	1
二、文字符号	1
三、注释性字符	2
第二节 电路图符号	2
一、常用元器件符号	2
二、元器件数值的表示方法	24
三、常用绘图符号	25
第三节 电路图的画法规则	29
一、信号处理流程的方向	29
二、图形符号的位置与状态	30
三、连接线的表示方法	31
四、电源线与地线的表示方法	32
五、集成电路的习惯画法	33
第二章 数字电路基础	36
第一节 常用数制和码制	36
一、十进制	36
二、二进制	36
三、BCD 码	37
第二节 基本逻辑关系	38
一、逻辑与	38
二、逻辑或	38
三、逻辑非	38
第三节 逻辑代数	39
一、逻辑乘	39
二、逻辑加	40
三、逻辑非	40
四、基本公式和定律	41
第三章 元器件的性能特点与作用	43
第一节 无源元件	43
一、电阻器	43

二、电位器	46
三、电容器	47
四、电感器	51
五、变压器	53
第二节 半导体管和电子管	56
一、晶体二极管	56
二、晶体三极管	60
三、场效应管	63
四、单结晶体管	65
五、晶体闸流管	66
六、电子管	68
七、显像管	69
第三节 光电器件	71
一、光电二极管	71
二、光电三极管	72
三、光电耦合器	73
四、发光二极管	74
五、LED 数码管	76
第四节 电声换能器件	76
一、扬声器与耳机	77
二、讯响器与蜂鸣器	78
三、话筒	79
四、磁头与磁鼓	81
五、超声波换能器	82
第五节 继电器	83
一、电磁继电器	84
二、干簧继电器	84
三、固态继电器	85
第六节 模拟集成电路	85
一、集成运算放大器	85
二、时基集成电路	89
三、集成稳压器	91
四、音响集成电路	94
五、音乐与语音集成电路	100
六、模拟开关	104
第七节 数字电路	105
一、门电路	105
二、触发器	107
三、计数器	112

四、译码器·····	115
五、移位寄存器·····	117
第四章 电路图的基本看图方法 ·····	120
第一节 分析电路图的基本方法与步骤 ·····	120
一、搞清楚电路图的整体功能和主要技术指标·····	120
二、判断出电路图的信号处理流程方向·····	122
三、以主要元器件为核心将电路图分解为若干个单元·····	122
四、分析主通道电路的基本功能及其相互接口关系·····	123
五、分析辅助电路的功能及其与主电路的相互关系·····	123
六、分析直流供电电路·····	124
七、详细分析各单元电路的工作原理·····	124
第二节 单元电路的基本分析方法 ·····	125
一、弄清楚单元电路的作用与功能·····	125
二、弄清楚输入信号与输出信号的关系·····	126
三、掌握常见的单元电路的结构特点·····	127
四、分别画出交流和直流等效电路·····	129
第三节 集成电路的看图方法 ·····	130
一、了解集成电路的基本功能·····	130
二、识别集成电路的引脚·····	132
三、从集成电路的输入输出关系上分析·····	136
四、分析集成电路的接口关系·····	138
第四节 数字电路的看图方法 ·····	139
一、数字集成电路引脚的特征·····	139
二、一般分析方法·····	143
三、组合逻辑电路的分析方法·····	144
四、时序逻辑电路的分析方法·····	146
第五章 基本单元电路工作原理分析 ·····	149
第一节 整流滤波电路 ·····	149
一、整流电路·····	149
二、负压整流电路·····	152
三、滤波电路·····	153
四、倍压整流电路·····	155
第二节 稳压电路 ·····	157
一、简单稳压电路·····	157
二、串联型稳压电路·····	158
三、采用集成稳压器的稳压电路·····	160
第三节 电压放大电路 ·····	161

一、单管基本放大电路·····	161
二、双管基本放大电路·····	163
三、具有负反馈的电压放大电路·····	165
四、集成运放电压放大电路·····	166
五、CMOS 电压放大电路 ·····	167
六、电压跟随器·····	168
第四节 功率放大器 ·····	169
一、单管功率放大器·····	169
二、双管推挽功率放大器·····	170
三、OTL 功率放大器 ·····	172
四、OCL 功率放大器 ·····	175
五、集成功率放大器·····	176
第五节 选频放大器 ·····	179
一、谐振回路·····	179
二、中频放大器·····	180
三、高频放大器·····	181
第六节 正弦波振荡器 ·····	181
一、变压器耦合振荡器·····	182
二、三点式振荡器·····	182
三、晶体振荡器·····	184
四、RC 振荡器 ·····	186
第七节 有源滤波器 ·····	187
一、低通有源滤波器·····	187
二、高通有源滤波器·····	189
三、带通有源滤波器·····	190
四、带阻有源滤波器·····	191
第八节 双稳态触发器 ·····	191
一、晶体管双稳态触发器·····	192
二、门电路构成的双稳态触发器·····	194
三、D 触发器构成的双稳态触发器·····	195
四、时基电路构成的双稳态触发器·····	195
第九节 单稳态触发器 ·····	196
一、晶体管单稳态触发器·····	196
二、门电路构成的单稳态触发器·····	197
三、D 触发器构成的单稳态触发器·····	199
四、时基电路构成的单稳态触发器·····	199
第十节 施密特触发器 ·····	200
一、晶体管施密特触发器·····	200
二、门电路构成的施密特触发器·····	201

第十一节 多谐振荡器	202
一、晶体管多谐振荡器	202
二、门电路构成的多谐振荡器	203
三、时基电路构成的多谐振荡器	204
四、单结晶体管构成的多谐振荡器	205
五、施密特触发器构成的多谐振荡器	206
第六章 怎样看电路图实例	207
实例一:直流稳压电源	207
一、整机电路	207
二、整流滤波单元电路	208
三、稳压单元电路	209
四、指示电路	211
实例二:双声道功率放大器	211
一、整机电路	213
二、主通道电路	214
三、扬声器保护电路	215
四、配套电源电路	217
实例三:模拟环绕声处理器	217
一、整机电路	217
二、集成运放电压跟随器	219
三、减法器与加法器	220
四、集成运放反相器	221
五、直流供电电路	221
实例四:倒计时定时器	222
一、整机电路	222
二、门电路多谐振荡器	224
三、60 分频器	224
四、减计数器	225
五、译码显示电路	225
实例五:彩灯控制器	226
一、整机电路	226
二、双向移位寄存器	229
三、控制电路	229
四、交流固态继电器驱动电路	230
实例六:迎宾机器人	231
一、整机电路	231
二、红外发射与接收电路	233
三、语音电路	234

四、555 单稳态触发器	235
五、逻辑控制电路	235
实例七:卡拉 OK 混响器	236
一、整机电路	236
二、低通有源滤波器	238
三、BBD 延时电路	239
四、混响电路	240
五、音调电路	240
实例八:自动选台立体声调频收音机	241
一、整机电路	241
二、调频接收放大与鉴频电路	243
三、立体声解码电路	244
四、音频功率放大器	244
实例九:电子日光灯	245
一、整机电路	245
二、市电直接整流电路	246
三、高压高频振荡器	246
四、谐振启辉电路	248
实例十:无线电遥控车模	249
一、整机电路	249
二、发射电路	250
三、接收控制电路	251
四、555 施密特触发器及驱动电路	252
五、逻辑互锁控制电路	252

第一章 电路图基础知识

电路图又称作电路原理图，是一种反映无线电和电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。通过对电路图的分析和研究，我们可以了解无线电和电子设备的电路结构和工作原理。因此，怎样看懂电路图是学习无线电和电子技术的一项重要内容，是进行电子制作或修理的前提，也是无线电和电子技术爱好者必需掌握的基本功。怎样才能尽快学会看懂电路图呢？这就需要对电路图的构成要素有一个基本的了解，熟悉组成电路图的各种符号，掌握电路图的一般画法规则。

第一节 电路图的构成要素

一张完整的电路图是由若干要素构成的，这些要素主要包括图形符号、文字符号、连线以及注释性字符等。下面我们通过图 1-1 所示调频无线话筒电路图的例子，作进一步的说明。

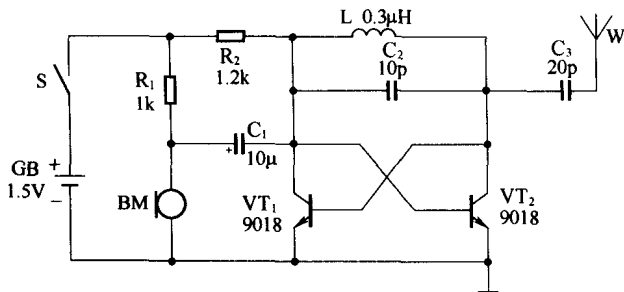


图 1-1 调频无线话筒

一、图形符号

图形符号是构成电路图的主体。在图 1-1 所示调频无线话筒电路图中，各种图形符号代表了组成调频无线话筒的各个元器件。例如，小长方形“ $\text{—}\square\text{—}$ ”表示电阻器，两道短杠“ $\text{—}\parallel\text{—}$ ”表示电容器，连续的半圆形“ $\text{—}\sim\text{—}$ ”表示电感器等。各个元器件图形符号之间用连线连接起来，就可以反映出调频无线话筒的电路结构，即构成了调频无线话筒的电路图。

二、文字符号

文字符号是构成电路图的重要组成部分。为了进一步强调图形符号的性质，同时也为了

分析、理解和阐述电路图的方便，在各个元器件的图形符号旁，标注有该元器件的文字符号。例如在图 1-1 所示调频无线话筒电路图中，文字符号“R”表示电阻器，“C”表示电容器，“L”表示电感器，“VT”表示晶体管等。在一张电路图中，相同的元器件往往会有许多个，这也需要用文字符号将它们加以区别，一般是在该元器件文字符号的后面加上序号。例如在图 1-1 中，电阻器有两个，则分别以“R₁”、“R₂”表示；电容器有三个，分别标注为“C₁”、“C₂”、“C₃”；晶体管有两个，分别标注为“VT₁”、“VT₂”。

三、注释性字符

注释性字符用来说明元器件的数值大小或者具体型号，通常标注在图形和文字符号旁。它也是构成电路图的重要组成部分。例如图 1-1 所示调频无线话筒电路图中，通过注释性字符我们即可以知道：电阻器 R₁ 的阻值为 1kΩ，R₂ 的阻值为 1.2kΩ；电容器 C₁ 的电容值为 10μF，C₂ 的电容值为 10pF，C₃ 的电容值为 20pF；晶体管 VT₁、VT₂ 的型号均为 9018 等。注释性字符还用于电路图中其他需要说明的场合。由此可见，注释性字符是我们分析电路工作原理，特别是定量地分析研究电路的工作状态所不可缺少的。

第二节 电路图符号

组成电路图的符号可以分为两大部分：一部分是各种元器件和组件符号，包括图形符号和文字符号；另一部分是导线、波形、轮廓等绘图符号。这些符号是绘制和解读电路图的基础语言，有统一的规定，这个规定就是国家标准，我国现行的图形符号和文字符号的国家标准已与国际标准全面接轨。因此，熟悉并牢记国家标准规定的电路图符号，是看懂电路图的基础。

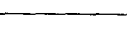
一、常用元器件符号

为了方便大家阅读和记忆，下面我们将常用元器件的国家标准 GB-4728 规定的图形符号和 GB-7159 规定的文字符号对应起来，以表格的形式予以介绍。

1. 无源元件类

常用的无源元件有电阻器、电容器、电感器、压电晶体等，其图形符号和文字符号如表 1-1 至表 1-4 所示。

表 1-1 电阻器的图形符号和文字符号

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
电阻器		R	一般符号
电阻器		R	一般用于加热电阻
可变（可调）电阻器		R	
0.125W 电阻器		R	
0.25W 电阻器		R	

续表

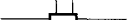
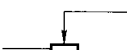
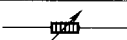
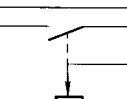
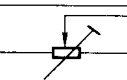
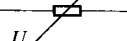
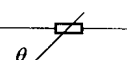
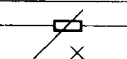
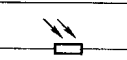
名 称	图 形 符 号	文字符号	说 明
0.5W 电阻器		R	
1W 电阻器		R	大于 1W 都用数字表示
两个固定抽头的电阻器		R	可增加或减少抽头数目
两个固定抽头的可变电阻器		R	可增加或减少抽头数目
带分流和分压接线头的电阻器		R	
滑线式变阻器		R	带箭头的为滑动接点
碳堆可变电阻器		R	
加热元件		R	
熔断电阻器		R	
滑动触点电位器		RP	带箭头的为动接点
带开关的滑动触点电位器		RP	带箭头的为动接点
预调电位器		RP	带箭头的为动接点
压敏电阻器	 U	RV	图形符号中 U 可用 V 代替
热敏电阻器	 θ	RT	图形符号中 θ 可用 t° 代替
磁敏电阻器	 X	R	
光敏电阻器	 光	R	

表 1-2

电容器的图形符号和文字符号

名 称	图 形 符 号	文字符号	说 明
电容器		C	一般符号
穿心电容器		C	
极性电容器		C	示出正极
可变(可调)电容器		C	

续表

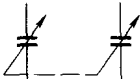
名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
双联同轴可变电容器		C	可增加同调联数
微调电容器		C	
差动可调电容器		C	
分裂定片可变电容器		C	
热敏极性电容器		C	图形符号中 θ 可用 t° 代替
压敏极性电容器		C	图形符号中 U 可用 V 代替

表 1-3

电感器的图形符号和文字符号

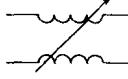
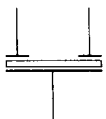
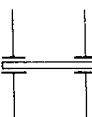
名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
电感器、线圈、绕组、扼流圈		L	
带磁心铁心的电感器		L	
磁心有间隙的电感器		L	
带磁心连续可调的电感器		L	
有两个抽头的电感器		L	可增加或减少抽头数目
有两个抽头的电感器		L	可增加或减少抽头数目
可变电感器		L	
穿在导线上的磁珠		L	

表 1-4

压电晶体的图形符号和文字符号

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
具有两个电极的压电晶体		B	
具有 3 个电极的压电晶体		B	
具有两对电极的压电晶体		B	

2. 半导体管和电子管类

常用的半导体管和电子管类元器件包括半导体二极管、晶体闸流管、晶体管、场效应管、光电器件、电子管、显像管和显示器件等，其图形符号和文字符号如表 1-5 至表 1-10 所示。

表 1-5

半导体二极管的图形符号和文字符号

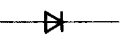
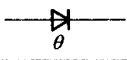
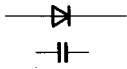
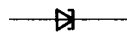
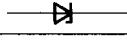
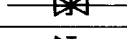
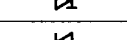
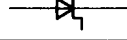
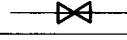
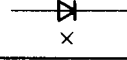
名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
半导体二极管		VD	一般符号，左为正极，右为负极
发光二极管		VD	左为正极，右为负极
温度效应二极管		VD	图形符号中 θ 可用 t° 代替
变容二极管		VD	左为正极，右为负极
隧道二极管		VD	左为正极，右为负极
单向击穿二极管（稳压二极管）		VD	左为正极，右为负极
双向击穿二极管		VD	
反向二极管（单隧道二极管）		VD	左为正极，右为负极
双向二极管，交流开关二极管		VD	
阶跃恢复二极管		VD	左为正极，右为负极
体效应二极管		VD	
磁敏二极管		VD	左为正极，右为负极

表 1-6

晶体闸流管的图形符号和文字符号

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
反向阻断二极管		VS	左为正极，右为负极

续表

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
反向导通二极管		VS	左为正极, 右为负极
双向二极管		VS	
三极晶体闸流管		VS	当不必规定控制极类型时, 本符号用于表示反向阻断三极晶闸管
反向阻断三极晶闸管, N 型控制极 (阳极侧受控)		VS	左为正极, 右为负极, 下为控制极
反向阻断三极晶闸管, P 型控制极 (阴极侧受控)		VS	左为正极, 右为负极, 下为控制极
可关断三极晶闸管		VS	未规定控制极
可关断三极晶闸管, N 型控制极		VS	阳极侧受控
可关断三极晶闸管, P 型控制极		VS	阴极侧受控
反向阻断四极晶闸管		VS	
双向三极晶闸管, 三端双向晶闸管		VS	下为控制极
反向导通三极晶闸管		VS	未规定控制极
反向导通三极晶闸管, N 型控制极 (阳极侧受控)		VS	左为正极, 右为负极, 下为控制极
反向导通三极晶闸管, P 型控制极 (阴极侧受控)		VS	左为正极, 右为负极, 上为控制极
光控晶体闸流管		VS	左为正极, 右为负极, 下为控制极

表 1-7

半导体管的图形符号和文字符号

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
PNP 型半导体管 (晶体三极管)		VT	左为基极 b, 上为集电极 c, 下为发射极 e
NPN 型半导体管 (晶体三极管)		VT	左为基极 b, 上为集电极 c, 下为发射极 e
NPN 型半导体管, 集电极接管壳		VT	左为基极 b, 上为集电极 c, 下为发射极 e

续表

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号	说 明
NPN 型雪崩半导体管		VT	左为基极 b, 上为集电极 c, 下为发射极 e
具有 P 型基极单结型半导体管 (单结晶体管)		VT	左为发射极 e, 上为第二基极 b2, 下为第一基极 b1
具有 N 型基极单结型半导体管 (单结晶体管)		VT	左为发射极 e, 上为第二基极 b2, 下为第一基极 b1
N 型沟道结型场效应管		VT	左为栅极 G, 与源极 S 在同一直线上, 上为漏极 D
P 型沟道结型场效应管		VT	左为栅极 G, 与源极 S 在同一直线上, 上为漏极 D
增强型、单栅、P 沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应管		VT	左为栅极 G, 上为漏极 D, 下为源极 S
增强型、单栅、N 沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应管		VT	左为栅极 G, 上为漏极 D, 下为源极 S
增强型、单栅、P 沟道和衬底有引出线的绝缘栅场效应管		VT	左为栅极 G, 上为漏极 D, 下为源极 S
增强型、单栅、N 沟道和衬底与源极在内部连接的绝缘栅场效应管		VT	左为栅极 G, 上为漏极 D, 下为源极 S
耗尽型、单栅、N 沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应管		VT	左为栅极 G, 上为漏极 D, 下为源极 S
耗尽型、单栅、P 沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应管		VT	左为栅极 G, 上为漏极 D, 下为源极 S
耗尽型、双栅、N 沟道和衬底有引出线的绝缘栅场效应管		VT	左上为第二栅极 G2, 左下为第一栅极 G1, 右上为漏极 D, 右下为源极 S
N 沟道结型场效应对管		VT	
NPN 型磁敏半导体管		VT	左为基极 b, 上为集电极 c, 下为发射极 e