职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

（高级）

计算机调试工

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

内 容 简 介

本书是高级计算机调试工的职业资格培训和社会力量办学培训用书。

本书详细介绍了高级计算机调试工必须掌握的知识和技能，内容涉及计算机电路基础、计算机系统结构、计算机软件系统、汇编语言简单编程、多媒体技术、计算机新技术、计算机软件调试、计算机网络系统的安装与调试等内容。为了方便使用，书中配编了大量的图示。

本书的编写面向高级计算机调试工的工作实际，是高级计算机调试工进行知识和技能培训的必备教材，也适合各类职业技术学校计算机应用专业师生的培训使用，还可供从事计算机工作的有关人员学习参考。

● 计算机操作员（初级）	定价：28.00元
● 计算机操作员（中级）	定价：28.00元
● 计算机操作员（高级）	定价：28.00元
● 计算机调试工（初级）	定价：18.00元
● 计算机调试工（中级）	定价：23.00元
○ 计算机调试工（高级）	定价：24.00元
● 计算机维修工（初级）	定价：15.00元
● 计算机维修工（中级）	定价：27.00元
● 计算机维修工（高级）	定价：19.00元

责任编辑／王　勤
责任校对／袁学琦
封面设计／张美芝
版式设计／金玉杰

ISBN 7-5045-3193-6

9 787504 531933 >

ISBN 7-5045-3193-6/TP·107　　定价：24.00元

职 业 资 格 培 训 教 材
社会力量办学培训教材

计算机调试工

（高　　级）

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机调试工：高级/张为民主编 .—北京：中国劳动社会保障出版社，2001
职业资格培训教材、社会力量办学培训教材
ISBN 7-5045-3193-6

Ⅰ. 计…
Ⅱ. 张…
Ⅲ. 电子计算机—技术培训—教材
Ⅳ. TP306

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 026742 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
（北京市惠新东街 1 号　邮政编码：100029）
出 版 人 ：唐云岐
*
中国铁道出版社印刷厂印刷　新华书店经销
787 毫米×1092 毫米　16 开本　14 印张　346 千字
2001 年 7 月第 1 版　　2001 年 7 月第 1 次印刷
印数:5 100 册
定价：24.00 元
读者服务部电话：64929211
发行部电话：64911190
出版社网址：http：//www.class.com.cn

前　言

《劳动法》和《职业教育法》明确规定，在全社会实行学历文凭和职业资格证书并重的就业制度。在国家劳动和社会保障行政管理部门的大力倡导下，取得职业资格证书已经成为劳动者就业上岗的必备的前提，同时，作为劳动者职业能力的客观评价，已经为人力资源市场供求双方普遍接受。取得职业资格证书不但是广大从业人员、待岗人员的迫切需要，而且已经成为各级各类普通教育院校、职业技术教育院校毕业生追求的目标。

开展职业资格培训教材建设十分重要。为此，劳动和社会保障部教材办公室、中国劳动社会保障出版社组织编写了《职业资格培训教材》，用于规范和引导职业资格培训教学。第一批组织编写的有：制冷设备维修工、冷作钣金工、制冷空调工、家用视频设备维修工、汽车修理工、客房服务员、电工、办公设备维修工、电梯安装维修工、计算机操作员、计算机调试工、计算机维修工 12 个职业的教材。其他职业（工种）的教材将分期分批地组织编写。

职业资格培训教材的主要特点是：

1. **最大限度地体现技能培训的特色。教材以最新国家职业标准为依据，以职业技能鉴定要求为尺度**，以满足本职业对从业人员的要求为目标。凡《标准》中要求的技能和有关知识，均作了详细的介绍。

2. 以岗位技能需求为出发点，按照“**模块式**”教材编写思路，确定教材的核心技能模块，以此为基础，得出完成每一个技能训练单元所需掌握的工艺知识、设备（工具）知识、相关知识和技能、专业知识；基础知识，并根据培训教学的基本规律，按照基础知识、专业知识、相关知识、设备（工具）知识、工艺知识、技能训练的次序组成教材的结构体系。

3. **服务目标明确**。从教学形式上，主要服务于教育、劳动社会保障系统，以及其他培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学，也适用于各

级各类职业技术学校举办的中短期培训教学，以及企业内部的培训教学；从培训教学时间上，服务于3～6个月不同等级的培训教学，即300～600授课学时的培训教学。

4. **在强调实用性、典型性的前提下，充分重视内容的先进性。**尽可能地反映与本职业相关联的新技术、新工艺、新设备、新材料、新方法。

本书由张为民（北京大学）、回文博（河北省青年干部管理学院）、姚永昭、陈文斌、刘敏、李涛、李小明（清华大学）、钟震（北京信盟时信息技术有限责任公司）、屈华、钟富才、刘炅（北京大学）、石伟（北京宏智北邮通讯技术有限公司）、尚瑞明（北京诺亚基业科技发展有限公司）编写，张为民主编，肖作敏（中国科学院）主审，尚邦治（首都医科大学）参审。

编写职业资格教材是一项探索性的事业，尽管参与编写的专家已经为此付出了艰苦的努力，但是由于缺乏可以借鉴的成功经验，加之时间仓促，存在缺点和不足实所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后修订，逐步完善。

劳动和社会保障部教材办公室

目　　录

基础知识部分

单元 1　计算机电路基础 ………………………………………………………… (1)

1.1　逻辑函数的基本知识 ………………………………………………… (1)
1.2　常用组合逻辑电路 ………………………………………………… (10)
1.3　常用时序逻辑电路 ………………………………………………… (15)
1.4　计算机寻址方式与指令系统 ……………………………………… (28)
1.5　存储器芯片 ………………………………………………………… (32)
1.6　I/O 接口芯片 ……………………………………………………… (36)

单元 2　计算机系统结构 ………………………………………………………… (41)

2.1　计算机系统组成 …………………………………………………… (41)
2.2　计算机指令系统 …………………………………………………… (45)
2.3　计算机中的地址 …………………………………………………… (63)
2.4　存储系统 …………………………………………………………… (67)
2.5　总线 ………………………………………………………………… (75)
2.6　输入、输出系统 …………………………………………………… (78)

专业知识部分

单元 3　计算机软件系统 ………………………………………………………… (84)

3.1　软件系统的概念、分类和用途 …………………………………… (84)
3.2　操作系统 …………………………………………………………… (85)
3.3　设备管理 …………………………………………………………… (87)
3.4　进程与作业管理 …………………………………………………… (89)
3.5　处理机管理 ………………………………………………………… (94)
3.6　存储管理 …………………………………………………………… (94)

3.7 文件管理 …………………………………………………………………………（97）
3.8 数据结构和数据库 ……………………………………………………………（101）

单元4 汇编语言简单编程 ……………………………………………………（110）

4.1 汇编语言简介 ……………………………………………………………（110）
4.2 汇编程序应用 ……………………………………………………………（126）
4.3 计算机常用汇编指令 ……………………………………………………（135）

单元5 多媒体技术 ……………………………………………………………（138）

5.1 多媒体基本概念 …………………………………………………………（138）
5.2 声卡和音频信息 …………………………………………………………（140）
5.3 视频卡 ……………………………………………………………………（143）
5.4 图像文件 …………………………………………………………………（145）
5.5 常用多媒体软件 …………………………………………………………（148）

单元6 计算机网络 ……………………………………………………………（155）

6.1 计算机网络分类 …………………………………………………………（155）
6.2 网络协议 …………………………………………………………………（156）
6.3 因特网 ……………………………………………………………………（165）
6.4 局域网 ……………………………………………………………………（168）
6.5 因特网的传输介质 ………………………………………………………（173）
6.6 网络设备 …………………………………………………………………（174）

相关知识部分

单元7 计算机新技术 ………………………………………………………（183）

7.1 CPU ………………………………………………………………………（183）
7.2 内存 ………………………………………………………………………（185）
7.3 主板 ………………………………………………………………………（188）
7.4 外存 ………………………………………………………………………（190）
7.5 最新软件 …………………………………………………………………（191）
7.6 流水线技术 ………………………………………………………………（192）
7.7 RISC 计算机 ……………………………………………………………（193）
7.8 并行处理技术 ……………………………………………………………（195）

单元 8　计算机工作环境与元器件可靠性 …………………………（197）
8.1　计算机工作的环境和条件 …………………………（197）
8.2　计算机工艺设计与安装技术 …………………………（198）
8.3　计算机产品的研制过程及质量管理 …………………………（199）

技能操作部分

单元 9　汇编程序使用 …………………………（201）
9.1　测试打印机 …………………………（201）
9.2　读硬盘主引导扇区 …………………………（202）
单元 10　计算机部件调试 …………………………（204）
10.1　计算机主要部件调试 …………………………（204）
10.2　计算机系统扩充 …………………………（206）
单元 11　计算机网络系统的安装与调试 …………………………（208）
11.1　组建局域网 …………………………（208）
11.2　服务器的安装 …………………………（209）
11.3　安装网络操作系统 …………………………（210）

基础知识部分

单元 1　计算机电路基础

1.1　逻辑函数的基本知识

在电子电路中，信号基本上可以分为两类：一类是模拟信号，另一类是数字信号。它们的主要区别在于：模拟信号是时间的连续函数，也就是说模拟信号的函数值随着时间是连续变化的。比如说用来模拟图像的视频信号，模拟声音的音频信号，模拟温度、高度、压力等用的物理信号，它们都是模拟信号。这些信号随着时间的变化而连续变化，它们在每一个时间点上都有一个（或者多个）值与之对应。数字信号在时间上的分布是离散的，它就像是从模拟信号的函数中采样出来的若干个时间点，在这些点上，函数有具体的值和意义，其他的点上，函数值是没有意义的。

比如说，一天之内的温度对时间的变化是连续变化的“模拟信号”，因为每一个时间上都有对应的温度。公共汽车票价的制定是不连续的“数字信号”。乘客乘坐 1、2、3、4、5 站应付 1 元；6、7、8、9、10 站应付 1.5 元。

在这个例子中，1.5 和 3.5 对于站来说是没有意义的，因此，它们也就不对应票价。由此可见，数字信号具有离散性。在电路中，用来处理数字信号的电路称之为数字电路。以下介绍一些数字电路逻辑运算的一些基本理论。

在数字电路中，一位二进制的数码 0 和 1 不仅可以表示数量的大小，而且还可以表示两种不同的逻辑状态，这种只有两种对立逻辑状态的逻辑关系称为“二值逻辑”。下面所要讨论的逻辑代数的基本概念、运算和性质都是基于这种“二值逻辑”的。

(1) 逻辑函数的基本概念

在数字电路中，由于电路的“开通”和“关断”状态，完全由组成电路的电子器件的“导通”与“截止”来实现，所以数字电路实际上就是一种“开关电路”。通常用两个量来表示电路的“开通”与“关断”这两种状态：“1”和“0”。“1”表示高电平，“0”表示低电平。在数字电路中通常有几个输入和输出，输入信号和输出信号的高、低电平可以用“0”和“1”来表示。由于几个输入端的高低电平的状态（是“0”还是“1”），通过这个数字电路影响到了输出端相应的输出高、低电平（是“0”还是“1”），因此，可以说输出端通过数字电路对输入端的高、低电平产生了“逻辑响应”，而这个数字电路进行的就是逻辑运算。

下面先介绍几个概念

1）“0”和“1”　在数字电路中，“0”和“1”不表示具体的数值大小，它们只是表示在逻辑运算中的两种对立的逻辑状态，因而它们之间不存在什么中间状态，它们是二元常量，通常把它们称为“逻辑零”和“逻辑壹”。

2）“与”“或”“非”　它们是逻辑代数中的三种基本逻辑运算，“与”“或”都是二目运算符（就像“+”和“-”，是要由两个量来进行计算而产生结果），它们的具体运算规则在后面会说明。“非”是单目运算符，它只作用于一个量，它的作用就是对它所作用的量取反。

3）真值表　逻辑代数中用来描述逻辑关系的表格叫做真值表。

4）逻辑符号　用规定的表示逻辑运算的图形符号称为逻辑符号。

（2）逻辑函数的运算规则和方法

1）有关最基本的逻辑代数与运算、或运算、非运算运算法则请参考其他书籍，这里就不详述了。“与”“或”“非”三种运算的运算符分别表示为“·”“+”“-”

2）有了最基本的“与”“或”“非”的运算法则，下面介绍一些逻辑代数中经常用到的基本公式、常用公式和重要的性质。

a.01 律

$$A+0=A \quad A+1=1$$

$$A\cdot 1=A \quad A\cdot 0=0 \tag{1—1}$$

这几个公式被称为01律。它们说的是一个逻辑变量和“0”“1”发生“与”“或”逻辑运算的时候，它们的结果是什么样的。譬如：“A”与“0”进行“与”运算，则无论“A”是“0”还是“1”，所得的结果都是“0”。另外，三个公式类似。

b. 互补律

$$A+\overline{A}=1 \quad A\cdot\overline{A}=0 \tag{1—2}$$

这两个公式称为互补律。“A”如果是“1”，“A 反”就是“0”，$1+0=1$，$1\cdot 0=0$。

c. 自反律

$$\overline{\overline{A}}=A \tag{1—3}$$

这个公式说明了逻辑运算的“二元性”，即只有“0”和“1”两个值，这就使得一个变量两次取反（进行“非运算”）以后，必然回到原来的值。

d. 同一律

$$A+A=A \quad A\cdot A=A \tag{1—4}$$

这两个公式说明了，当一个逻辑变量与它本身进行逻辑“与”“或”运算的时候，结果只取决于这个变量本身的值。

e. 交换律

$$A+B=B+A \quad A\cdot B=B\cdot A \tag{1—5}$$

这两个公式说明了逻辑加（或运算）和逻辑乘（与运算）都是满足交换律的二目运算。

f. 结合律

$$(A+B)+C=A+(B+C) \quad (A\cdot B)\cdot C=A\cdot(B\cdot C) \tag{1—6}$$

这两个公式说明了当三个或更多个逻辑变量进行“与运算”和“或运算”的时候，它们之间的运算顺序是可以任意的，而不会影响到结果。

g. 分配律

$$A\cdot(B+C)=A\cdot B+A\cdot C=AB+AC \tag{1—7}$$

$$A+BC=(A+B)(A+C)$$

第一个公式有点类似于代数运算中的乘法和加法的运算法则，如果想要看的更清楚一

点，见表 1—1。

表 1—1 **真 值 表**

A	B	C	A（B+C）	AB+AC
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

从表 1—1 中可以看出原公式的左右两端是相等的。

第二个公式需要证明一下，从右向左来证明：

$$
\begin{aligned}
&(A+B)(A+C)\\
&=AA+AC+BA+BC\\
&=A+AC+AB+BC\\
&=A(1+C+B)+BC\\
&=A+BC
\end{aligned}
$$

通过表 1—2，可以检验出这个公式的正确性。

表 1—2 **真 值 表**

A	B	C	A+BC	A+B	A+C	（A+B）（A+C）
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

希望大家能够掌握这种方法，在证明一些变量比较少的逻辑等式中它是很有用的。

h. 德·摩根定律

$$\overline{A+B}=\overline{A}\cdot\overline{B}\quad \overline{A\cdot B}=\overline{A}+\overline{B} \tag{1—8}$$

这两个公式比较容易理解，它们是“与运算”和“或运算”互相变换的桥梁。常用公式：

$$A\cdot B+A\cdot\overline{B}=A \tag{1—9}$$

$$A+A\cdot B=A$$

$$A\cdot(\overline{A}+B)=AB \tag{1—10}$$

$$A+\overline{A}\cdot B=A+B \tag{1—11}$$

$$A\cdot(A+B)=A \tag{1—12}$$

$$A\cdot B+\overline{A}\cdot C+B\cdot C=A\cdot B+\overline{A}\cdot C \tag{1—13}$$

$$\overline{A\cdot B+\overline{A}\cdot C}=A\cdot\overline{B}+\overline{A}\cdot\overline{C} \tag{1—14}$$

$$(A+B)(\overline{A}+C)(B+C)=(A+B)(\overline{A}+C) \tag{1—15}$$

$$\overline{(A+B)(\overline{A}+C)}=(A+\overline{B})(\overline{A}+\overline{C}) \tag{1—16}$$

以上这些公式是在逻辑运算中经常用到的，希望大家牢记。它们都可以用“八律”加以证明，或者用以上讲过的真值表的方法可以证明。

3）逻辑运算规则

a. 代入规则　在任何一个逻辑等式中，如果将等式两边出现某一变量 A 的地方全部用同一个逻辑函数 F 来代替，则等式仍然成立，可以通过简单的逻辑运算性质和代入规则导出许多复杂的逻辑运算恒等式。

b. 对偶规则　对于任何一个逻辑函数表达式 F，如果将 F 中所有的“·”换成“+”，“+”换成“·”，“0”换成“1”，“1”换成“0”，但原变量和反变量都不变，并且要保持原来的逻辑优先顺序，则可以得到逻辑函数式 F 的对偶式 F*。如果两个逻辑式相等，则它们的对偶式也相等。

c. 反演规则　对于任何一个逻辑函数表达式 F，如果将 F 中所有的“·”换成“+”，“+”换成“·”，“0”换成“1”，“1”换成“0”，原变量换成反变量，反变量换成原变量，且要保持原来的逻辑优先顺序，则可以得到逻辑函数式 F 的取反之后的函数 $\overline{F}$。

由于对偶规则和反演规则不容易理解，我们将在下面的例题中给予解释。

例 1—1　写出下列表达式的对偶式以及反函数。

$$F=A\cdot(B+\overline{C})+\overline{A}\cdot\overline{BC}$$

解：根据对偶规则，来求 F 的对偶式：

$$F^{*}=(A+B\,\overline{C})\cdot(\overline{A}+\overline{B+C})$$

根据反演规则，来求 F 的反函数：

$$\overline{F}=(\overline{A}+\overline{B}C)\cdot(A+\overline{\overline{B}+\overline{C}})$$

如果表达式中有“0”和“1”，情况类似，只要按照要求变换就可以了。

例 1—2　已知：$Y=A(B+C)+CD$，求$\overline{Y}$。

解：利用反演定理可得：

$$\begin{aligned}\overline{Y}&=(\overline{A}+\overline{B}\,\overline{C})(\overline{C}+\overline{D})\\&=\overline{A}\,\overline{C}+\overline{A}\,\overline{D}+\overline{B}\,\overline{C}+\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}\\&=\overline{A}\,\overline{C}+\overline{A}\,\overline{C}+\overline{B}\,\overline{C}\end{aligned}$$

如果利用基本公式和性质进行化简也可以得到相同的结果。

例 1—3　用对偶式的方法证明：$A+BC=(A+B)(A+C)$。

证明：先写出等式左右两端的对偶式分别是：

$$(A+BC)^{*}=A(B+C)$$

$$[(A+B)(A+C)]^{*}=AB+AC$$

根据逻辑乘的分配律它们的对偶式是相等的，那么它们的原式也是相等的（原式和它的对偶式互为对偶式）。

（3）逻辑函数的公式化简法

在数字电路的分析与设计中，常常会用到逻辑函数的化简。在分析数字电路时，有的电路看起来非常繁琐，但是经过逻辑函数的化简，输入和输出之间的关系就变得显而易见了。同样，当设计数字电路时，逻辑函数的化简可以更加简单清晰地设计想要的电路，有时可以用简单的几个“门”就实现了复杂的逻辑功能。所以逻辑函数的化简在数字电路分析与设计中有着非常重要作用。

一个逻辑函数常常可以有很多不同的逻辑表达式，如与——或表达式，或——与表达式，与非——与非表达式，或非——或非表达式，与——或——非表达式。比如：

$$F=AB+\overline{B}C=(A+\overline{B})(B+C)=\overline{\overline{AB}\cdot\overline{\overline{B}C}}=\overline{\overline{(A+\overline{B})}+\overline{(B+C)}}=\overline{\overline{A}B+\overline{B}\,\overline{C}}$$

与——或表达式是比较常见的。逻辑函数的化简就是要把逻辑函数化简成最简的与——或表达式。所谓最简的与——或表达式是指让一个表达式中乘积项尽可能的少，以此为先决条件下，要求每个与项中相“与”的变量尽可能的少。

下面介绍几种最常见的用基本公式和基本性质去化简逻辑函数的方法。

1）合并法　合并法的基本原理就是在 1.1 讲到的互补律：$A+\overline{A}=1$。利用它可以将两项合并为一项，因此，称之为合并法。例如：

$$\begin{aligned}&A(BC+\overline{B}\,\overline{C})+A(B\overline{C}+\overline{B}C)\\&=ABC+A\overline{B}\,\overline{C}+AB\overline{C}+A\overline{B}C\\&=AB(C+\overline{C})+A\overline{B}(C+\overline{C})\\&=AB+A\overline{B}\\&=A(B+\overline{B})\\&=A\end{aligned}$$

2）吸收法　吸收法的基本原理是利用 $A+AB=A$ 这个公式将多余的项吸收掉。例如：

$$\begin{aligned}&A\overline{B}+A\overline{B}\,\overline{C\overline{D}}+A\overline{B}C\,\overline{EF}\\&=A\overline{B}(1+\overline{C\overline{D}}+C\,\overline{EF})\\&=A\overline{B}\cdot 1\\&=A\overline{B}\end{aligned}$$

3）消去法　消去法的基本原理是利用公式 $A+\overline{A}B=A+B$ 进行化简，这样可以消去多余的因子。例如：

$$\begin{aligned}&AB+\overline{A}C+\overline{B}C\\&=AB+(\overline{A}+\overline{B})C\\&=AB+\overline{AB}C\\&=AB+C\end{aligned}$$

4）配项法　配项法的基本原理是合并法的一种逆向的应用，它利用公式 $A=A(B+\overline{B})$ 先用它产生更多的项，然后就可以消去某些项从而使表达式化简。例如：

$$
\begin{aligned}
F &= AB + \overline{A}\,\overline{C} + B\overline{C} \\
&= AB + \overline{A}\,\overline{C} + (A+\overline{A})B\overline{C} \\
&= AB + \overline{A}\,\overline{C} + AB\overline{C} + \overline{A}B\overline{C} \\
&= (AB + AB\overline{C}) + (\overline{A}\,\overline{C} + \overline{A}B\overline{C}) \\
&= AB + AC
\end{aligned}
$$

下面举几个复杂一点的例子加深对公式法化简的理解。

例 1—4 化简下列各式。

化简：$F_1 = AD + A\overline{D} + AB + \overline{A}C + BD + A\overline{B}EF + \overline{B}EF$

解：

$$
\begin{aligned}
F_1 &= A + AB + \overline{A}C + BD + A\overline{B}EF + \overline{B}EF \\
&= A + \overline{A}C + BD + \overline{B}EF \\
&= A + C + BD + \overline{B}EF
\end{aligned}
$$

化简：$F_2 = AB + A\overline{C} + \overline{B}C + \overline{C}B + \overline{B}\,\overline{D} + \overline{D}B + ADE(F+G)$

解：

$$
\begin{aligned}
F_2 &= A(B+\overline{C}) + \overline{B}C + \overline{C}B + \overline{B}D + \overline{D}B + ADE(F+G) \\
&= (A\overline{\overline{B}C} + \overline{B}C) + \overline{C}B + \overline{B}D + \overline{D}B + ADE(F+G) \\
&= A + \overline{B}C + \overline{C}B + \overline{B}D + \overline{D}B + ADE(F+G) \\
&= A(1 + DE(F+G)) + \overline{B}C + \overline{C}B + \overline{B}D + \overline{D}B \\
&= A + \overline{B}CD + \overline{B}C\overline{D} + \overline{C}B + \overline{B}D + \overline{D}BC + \overline{D}B\overline{C} \\
&= A + (\overline{B}CD + \overline{B}D) + (\overline{B}C\overline{D} + \overline{D}BC) + (\overline{C}B + \overline{D}B\overline{C}) \\
&= A + \overline{B}D + C\overline{D} + B\overline{C}
\end{aligned}
$$

(4) 逻辑函数的卡诺图化简法

前面介绍了用公式法化简逻辑函数的方法，但是用公式法化简逻辑函数有一个最大的缺点表现在以下几个方面：

第一，需要记住比较多的公式，要能够熟练掌握逻辑代数的基本性质。

第二，化简之后的结果是不是最简式不容易判断。

基于以上两点，下面介绍一种更加方便、实用的方法——卡诺图化简法。用这种方法化简逻辑函数，可以比较简便地得到最简逻辑表达式。

1）逻辑函数最小项及其性质　要学习卡诺图化简逻辑函数，必须先要说明一下什么是最小项，以及它有什么重要的性质。以下有 8 个逻辑函数：

$$\overline{A}\,\overline{B}, \overline{A}B, A\overline{B}, AB, A\overline{B}\,\overline{A}, A(\overline{A}+\overline{B})$$

如果 A、B 是两个逻辑变量，那么只涉及这些量的逻辑函数表达式有很多。在其中，不难发现它们中的前 4 个$\overline{A}\,\overline{B}$、$\overline{A}B$、$A\overline{B}$、AB 具有这样的特征：

a. 恰好只分别由这两个逻辑变量 A、B 或者它们的“非”相“与”而组成。

b. $\overline{A}\,\overline{B}$、$\overline{A}B$、$A\overline{B}$、AB 为仅有的四种情况

也就是说，这 4 项每一项都有 2 个因子，A 和 B 各以它们本身或者它们的反变量出现，且只出现一次，称这 4 个乘积项为这两个变量 A、B 的最小项。同样，如果是 3 个变量，情况类似，可以举出具有这样特征的 8 个乘积项，8 个乘积项为这 3 个变量 A、B、C 的最小项，它们是：

$$\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C},\overline{A}\,\overline{B}C,\overline{A}B\overline{C},\overline{A}BC,A\overline{B}\,\overline{C},A\overline{B}C,AB\overline{C},ABC$$

如果由 n 个变量组成表达式，那么表达式最小项就有 2^n 个，根据一定的规律可以将这些最小项一一列出。

为了更清楚地分析最小项的性质，来看一下由 3 个变量 A、B、C 组成的最小项的真值表，见表 1—3。

表 1—3　　由 3 个变量组成的最小项的逻辑真值表

A B C	$\overline{A}$	$\overline{A}$	$\overline{A}$	$\overline{A}$	$\overline{A}$	$\overline{A}$	A	A
0 0 0	1	0	0	0	0	0	0	0
0 0 1	0	1	0	0	0	0	0	0
0 1 0	0	0	1	0	0	0	0	0
0 1 1	0	0	0	1	0	0	0	0
1 0 0	0	0	0	0	1	0	0	0
1 0 1	0	0	0	0	0	1	0	0
1 1 0	0	0	0	0	0	0	1	0
1 1 1	0	0	0	0	0	0	0	1

从表 1—3 中可以看出这些最小项有以下几个规律：

第一，对于任意一个最小项，变量 A、B、C 只有一种取值能使这个最小项为“1”，而其余的取值都使得这个最小项的值为“0”。例如，对于 ABC 这个最小项，只有当 A、B、C 均为“1”的时候，它的值才为“1”，否则，为“0”。

第二，对于两个不同的最小项，使它们的值为“1”的 A、B、C 的取值也是不同的。从表 1—3 看，也就是说两个不同的最小项（不同列的两个），它们为“1”的那个格子向左对应的 A，B，C 的取值也是不同的，即：没有两个“1”在同一行中。

第三，对于变量 A、B、C 的任何一种取值，任何两个不同的最小项的乘积是“0”。这个规律实际上是第 2 条规律的一个推论，既然同一行中没有两个“1”，那么一种 A、B、C 的取值方式就不可能对应两个同时为“1”的最小项，只要有一个为“0”，那么它们的乘积也就必然是“0”了。

第四，对于变量 A、B、C 的任何一种取值方式，全体最小项的和为“1”。这个规律也很好理解，因为每一行中有且只有一个“1”，所以对应一种变量取值的全体最小项之和为“1”。

为了以后叙述的方便，我们不妨把最小项编号，因为每一个最小项对应一种使它为“1”的变量取值方式，例如，$A\overline{B}C$ 对应的是 101，我们就称 $A\overline{B}C$ 是和变量取值 101 对应的最小项，二进制中的 101 对应十进制中 5，所以把 $A\overline{B}C$ 记作 m_5。

2）最小项表达式　因为对于任何一个逻辑函数表达式，可以把它化成由若干个最小项之和的形式，称之为这个逻辑函数的最小项表达式。例如，$L(A,B,C)=\overline{A}B+\overline{B}C$，我们可以将它化成若干个最小项相加的形式：

$$L(A,B,C)=\overline{A}B+\overline{B}C=\overline{A}B(C+\overline{C})+(A+\overline{A})\overline{B}C=\overline{A}BC+\overline{A}B\overline{C}+A\overline{B}C+\overline{A}\,\overline{B}C$$

我们很容易地就把它化成了由 4 个最小项相加的形式，因此，它是一个最小项表达式。

利用给最小项编号的规定，可以将它改写成如下两种形式：

$$L(A,B,C) = m_3 + m_2 + m_5 + m_1 = m_1 + m_2 + m_3 + m_5$$

或者：$L(A,B,C) = \sum m(1,2,3,5)$

下面举一个例子来说明如何将一个比较复杂的逻辑函数表达式化简成最小项表达式。

$$\begin{aligned} L(A,B,C) &= \overline{(AB + \bar{A}\,\bar{B} + \bar{C})\overline{AB}} = \overline{(AB + \bar{A}\,\bar{B} + \bar{C})} + AB \\ &= (\overline{AB}\cdot\overline{\bar{A}\,\bar{B}}\cdot\bar{\bar{C}}) + AB = (\bar{A} + \bar{B})(A + B)C + AB \\ &= \bar{A}AC + \bar{A}BC + A\,\bar{B}C + \bar{B}BC + AB(C + \bar{C}) \\ &= \bar{A}BC + A\,\bar{B}C + ABC + AB\,\bar{C} = m_3 + m_5 + m_7 + m_6 \\ &= \sum m(3,5,6,7) \end{aligned}$$

所谓的卡诺图就是将化简后的函数的最小项填入一个相应的方格图中，这个方格图就是卡诺图。下面从最简单的卡诺图入手讲述卡诺图化简逻辑函数的方法。

先来看一个单变量的卡诺图。例如，L（A）＝A，画出它的卡诺图如图 1—1 所示。

由于 L（A）＝A，相应的，A 所对应的一元变量最小项中的 m 这个格子应该被填上“1”，而由于没有$\bar{A}$项，所以$\bar{A}$所对应的 m_0 项的格子就应该是填“0”的，按照表达式 L（A）＝A 填入后的卡诺图应该如图 1—2 所示。

如果函数表达式是：L（A）＝A＋A，画出来的卡诺图就应该如图 1—3 所示。

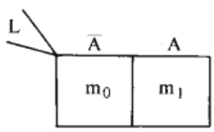

图 1—1　单变量卡诺图示例

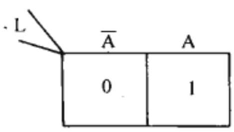

图 1—2　填入后的单变量卡诺图

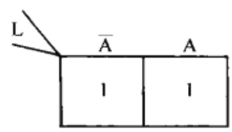

图 1—3　填入后的单变量卡诺图

下面看一个二变量的卡诺图的例子。

$$L_1(A,B) = AB + \bar{A}\,\bar{B} \qquad L_2 = \bar{A}B + \bar{A}\,\bar{B}$$

因为 L_1 中有 AB 项和$\bar{A}\,\bar{B}$项，所以我们找到对应的行和列，把 L_1 中包含的最小项相应的格子里填入“1”就可以了，而不包含的那些最小项所对应的格子中则应该填入“0”。L_2 情况类似，它含有的是$\bar{A}B$ 项和$\bar{A}\,\bar{B}$项，我们也可以很快的填好它的卡诺图。

3）卡诺图的特点　从卡诺图中可以清晰地看出哪些最小项是直接相邻的，在卡诺图中，每一个格子对应一个最小项，也就对应了一种变量的组合形式，相邻的那些格子里，只有一个因子是不同的，因此，可以把那些相邻的格子合并。由于它们必然包含了那个不同因子的原变量和反变量，根据互补律，就可以把这个不同的因子消掉了，而只剩下相同的那部分。例如，在 L_2 的二变量卡诺图中，可以做合并，如图 1—5 所示。

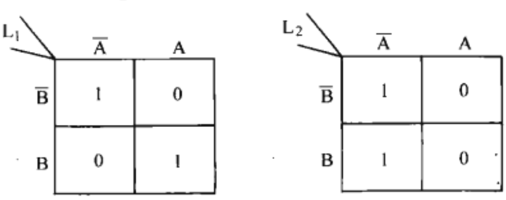

图 1—4　二变量卡诺图示例

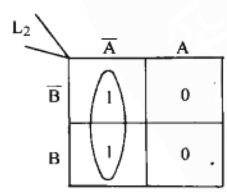

图 1—5　二变量卡诺图相邻项合并