普通高等教育“十二五”规划教材

电子电气基础课

数字电子技术基础习题解析

李月乔 编

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

数字电子技术基础
习题解析

李月乔 编
朱承高 主审

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是与李月乔主编的普通高等教育"十一五"规划教材《数字电子技术基础》配套的习题解答。书中的习题在选择上非常具有代表性，每一道习题都力求针对某一个知识点进行训练，既有对基本概念的训练，又有综合性的训练，还有与生活紧密联系的实际逻辑问题，每一道习题的解答步骤都非常详细，在解答习题时，紧扣基本概念，思路明确清晰，计算过程详实具体，非常适合于初学者。

本书的读者对象主要是电气、电子信息类各专业的师生，也可供其他有关专业师生和社会读者参考。

图书在版编目（CIP）数据

数字电子技术基础习题解析/李月乔编. —北京：中国电力出版社，2013.10

普通高等教育"十二五"规划教材

ISBN 978-7-5123-4771-7

Ⅰ.①数… Ⅱ.①李… Ⅲ.①数字电路—电子技术—高等学校—题解 Ⅳ.①TN79-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 174245 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）

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13 印张 312 千字

定价 **23.50** 元

前　言

数字电子技术基础是电类各专业的重要技术基础课，处于各专业教学的中间环节，是学生基本素质形成的关键课程。由李月乔主编的普通高等教育"十一五"规划教材《数字电子技术基础》是为电类各专业的本科生学习数字电路的基础知识而写的，满足数字电路的教学基本要求。

本书强调适应不同层次、不同类型院校、满足学科发展和人才培养的需求，坚持专业基础教材与教学急需的专业教材并重，新编与修订相结合的方针。

本书是与李月乔主编的普通高等教育"十一五"规划教材《数字电子技术基础》配套的习题解析。

书中的习题在选择上非常具有代表性，每一道习题都力求针对某一个知识点进行训练，既有对基本概念的训练，又有综合性的训练，还有与生活紧密联系的实际逻辑问题，每一道习题的解答步骤都非常详细，在解答习题时，紧扣基本概念，思路明确清晰，计算过程详实具体，非常适合于初学者。

本书共分十章，第一章是数字逻辑基础，第二章是逻辑门电路基础，第三章是组合逻辑电路，第四章是触发器，第五章是时序逻辑电路，第六章是脉冲波形的产生与整形，第七章是半导体存储器，第八章是可编程逻辑器件与 VHDL 语言，第九章是数模与模数转换电路，第十章是数字系统设计。

本书由李月乔编写，在编写过程中得到了电子教研室各位教师的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

上海交通大学朱承高教授不辞辛苦地认真审阅了全部书稿，并提出了许多宝贵意见，在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，殷切希望读者批评指正，并将意见和建议反馈给我们，邮箱地址为 lyqiao@ncepu. edu. cn。

目　录

第一章 数字逻辑基础

1-1 写出下列位置计数法表示的各数的多项式计数法形式：

(1) $(3026)_D$；(2) $(826)_D$；(3) $(101000)_B$；(4) $(11110)_B$；(5) $(256)_O$；(6) $(4B6)_H$；(7) $(256.076)_O$；(8) $(4B6.AEF)_H$。

解 (1) $(3026)_D=3\times10^3+0\times10^2+2\times10^1+6\times10^0$；

(2) $(826)_D=8\times10^2+2\times10^1+6\times10^0$；

(3) $(101000)_B=1\times2^5+0\times2^4+1\times2^3+0\times2^2+0\times2^1+0\times2^0$；

(4) $(11110)_B=1\times2^4+1\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+0\times2^0$；

(5) $(256)_O=2\times8^2+5\times8^1+6\times8^0$；

(6) $(4B6)_H=4\times16^2+B\times16^1+6\times16^0$
$=4\times16^2+11\times16^1+6\times16^0$；

(7) $(256.076)_O=2\times8^2+5\times8^1+6\times8^0+0\times8^{-1}+7\times8^{-2}+6\times8^{-3}$；

(8) $(4B6.AEF)_H=4\times16^2+B\times16^1+6\times16^0+A\times16^{-1}+E\times16^{-2}+F\times16^{-3}$
$=4\times16^2+11\times16^1+6\times16^0+10\times16^{-1}+14\times16^{-2}+15\times16^{-3}$。

1-2 将下列二进制数转换为十六进制数和十进制数：

(1) $(10010111)_B$；(2) $(1101101)_B$；(3) $(0.01011111)_B$；(4) $(11.001)_B$。

解 (1) $(10010111)_B=(97)_H=1\times2^7+1\times2^4+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0=128+16+4+2+1=(151)_D$；

(2) $(1101101)_B=(6D)_H=1\times2^6+1\times2^5+1\times2^3+1\times2^2+1\times2^0$
$=64+32+8+4+1=(109)_D$；

(3) $(0.01011111)_B=(0.5F)_H=1\times2^{-2}+1\times2^{-4}+1\times2^{-5}+1\times2^{-6}+1\times2^{-7}+1\times2^{-8}$

$$=\frac{1}{4}+\frac{1}{16}+\frac{1}{32}+\frac{1}{64}+\frac{1}{128}+\frac{1}{256}=\frac{64+16+8+4+2+1}{256}$$

$$=\left(\frac{95}{256}\right)_D；$$

(4) $(11.001)_B=(3.2)_H=1\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-3}=2+1+\frac{1}{8}=\left(3\frac{1}{8}\right)_D$。

1-3 将下列数制转换为十进制数：

(1) $(1101110)_B$；(2) $(36.7)_O$；(3) $(4E6.2)_H$。

解 (1) $(1101110)_B=1\times2^6+1\times2^5+1\times2^3+1\times2^2+1\times2^1=64+32+8+4+2=(110)_D$；

(2) $(36.7)_O=3\times8^1+6\times8^0+7\times8^{-1}=\left(30\frac{7}{8}\right)_D$；

(3) $(4E6.2)_H=4\times16^2+14\times16^1+6\times16^0+2\times16^{-1}=1024+224+6+\frac{2}{16}=\left(1254\frac{1}{8}\right)_D$。

1-4 将下列十进制数转换为8421BCD码、5421BCD码和余3码：

(1) $(48)_D$；(2) $(34.15)_D$；(3) $(121.08)_D$。

解 (1) $(48)_D=(01001000)_{8421BCD}=(01001011)_{5421BCD}=(01111011)_{余3码}$；

(2) $(34.15)_D=(00110100.00010101)_{8421BCD}=(00110100.00011000)_{5421BCD}$

$=(01100111.01001000)_{余3码}$；

(3) $(121.08)_D=(000100100001.00001000)_{8421BCD}=(000100100001.00001011)_{5421BCD}$

$=(010001010100.00111011)_{余3码}$。

1-5 将下列十进制数转换成二进制数，要求误差不大于 2^{-8}：

(1) $(748)_D$；(2) $(75.75)_D$；(3) $(108.85)_D$。

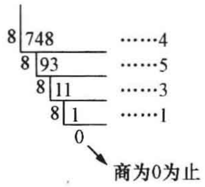

图1-1 题1-5（1）的计算过程

解 要求误差不大于 2^{-8} 的含义就是对应的二进制数的小数部分保留8位。

(1) $(748)_D$。因为748数比较大，若直接转换成二进制数除2过程比较长，先转换成8进制，再转换成二进制数。计算过程如图1-1所示。

所以，$(748)_D=(1354)_O=(001011101100)_B=(1011101100)_B$。

(2) $(75.75)_D$。因为75.75数不算很大，可以直接转换成二进制数。因为75.75有整数部分和小数部分，所以分开来计算。计算过程如图1-2所示。

所以，$(75.75)_D=(1001011.11)_B$。

(3) $(108.85)_D$。因为108.85数不算很大，可以直接转换成二进制数。因为108.85有整数部分和小数部分，所以分开来计算。计算过程如图1-3所示。小数部分乘以2的计算的过程中永远不能到达小数部分为0，所以按照题目要求小数部分保留8位。

所以，$(108.85)_D\approx(1101100.11011001)_B$。

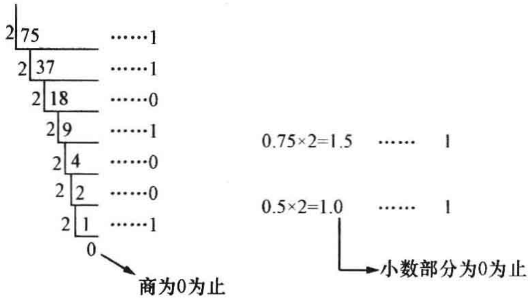

图1-2 题1-5（2）的计算过程

（a）整数部分计算过程；（b）小数部分计算过程

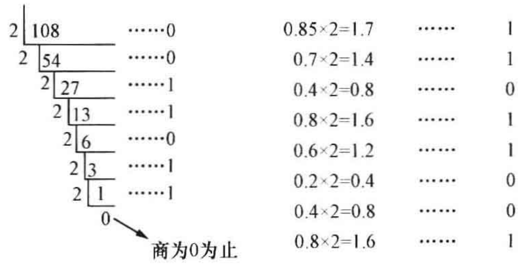

图1-3 题1-5（3）的计算过程

（a）整数部分计算过程；（b）小数部分计算过程

1-6 将下列十进制数转换为十六进制数，要求误差不大于 2^{-9}：

(1) $(748)_D$；(2) $(75.75)_D$；(3) $(108.85)_D$。

解 要求误差不大于 2^{-8} 的含义就是对应的二进制数的小数位保留8位，现在要转换的数是十六进制数，二进制数的9位对应十六进制数的3位，所以转换成的十六进制数小数位要保留3位。

(1) $(748)_D$。计算过程如图 1-4 所示。只有整数部分，计算直到商为 0 为止。

所以，$(748)_D=(2EC)_H$。

(2) $(75.75)_D$。因为 75.75 有整数部分和小数部分，所以分开来计算。计算过程如图 1-5 所示。

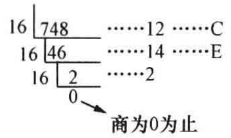

图 1-4 题 1-6 (1) 的计算过程

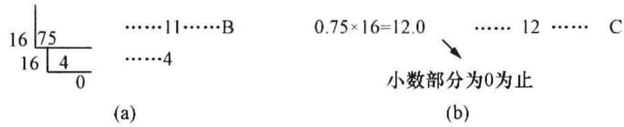

图 1-5 题 1-6 (2) 的计算过程

(a) 整数部分计算过程；(b) 小数部分计算过程

所以，$(75.75)_D=(4B.C)_H$。

(3) $(108.85)_D$。因为 108.85 有整数部分和小数部分，所以分开来计算。计算过程如图 1-6 所示。

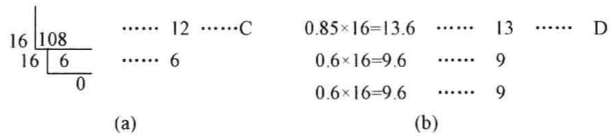

图 1-6 题 1-6 (3) 的计算过程

(a) 整数部分计算过程；(b) 小数部分计算过程

小数计算的过程中永远不能到达小数部分为 0，题目中要求的误差为不大于 2^{-9}，是用二进制的误差来描述的，对于十六进制来说应该保留到一3 位才能满足误差要求。因为：$16^{-3}=(2^4)^{-3}=2^{-12}<2^{-9}$，$16^{-2}=(2^4)^{-2}=2^{-8}>2^{-9}$，所以按照要求小数部分保留 3 位。

所以，$(108.85)_D=(6C.D99)_H$。

1-7 写出下列 BCD 码对应的十进制数：

(1) $(100001110110010100)_{8421BCD}$；(2) $(10010011.10000011)_{8421BCD}$；

(3) $(100001110101.10010011)_{余3码}$；(4) $(00101001.0100)_{8421BCD}$。

解 (1) $(100001110110010100)_{8421BCD}=(87654)_D$；

(2) $(10010011.10000011)_{8421BCD}=(93.83)_D$；

(3) $(100001110101.10010011)_{余3码}=(542.60)_D$；

(4) $(00101001.0100)_{8421BCD}=(29.4)_D$。

1-8 用真值表证明下列逻辑等式：

(1) $A+BC=(A+B)(A+C)$；

(2) $AB+A\bar{B}+\bar{A}B=A+B$。

解 (1) 列真值表如表 1-1 所示。

表 1-1 **题 1-8 (1) 的真值表**

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

从表 1 - 1 可以看出，当输入组合相同时，等式左边的值与等式右边的值完全相等。所以，等式成立。

(2) 列真值表如表 1 - 2 所示。

表 1 - 2　　题 1 - 8 (2) 的真值表

A B C	$A B+A\bar{B}+\bar{A} B$	$A+B$
0 0 0	0	0
0 0 1	0	0
0 1 0	1	1
0 1 1	1	1
1 0 0	1	1
1 0 1	1	1
1 1 0	1	1
1 1 1	1	1

从表 1 - 2 可以看出，当输入组合相同时，等式左边的值与等式右边的值完全相等。所以，等式成立。

1 - 9　证明下列逻辑等式成立：

(1) $A\bar{B}+B+\bar{A}B=A+B$；

(2) $(A+\bar{C})(B+D)(B+\bar{D})=AB+B\bar{C}$；

(3) $\overline{\overline{A+B+\bar{C}}\,\bar{C}D}+(B+\bar{C})(A\bar{B}D+\bar{B}\,\bar{C})=1$；

(4) $\bar{A}(C \oplus D)+B\bar{C}D+AC\bar{D}+A\bar{B}\,\bar{C}D=C \oplus D$。

证明　(1) 左边$=A\bar{B}+B+\bar{A}B=(A+B)(\bar{B}+B)+\bar{A}B=A+B+\bar{A}B=A+\bar{A}B+B$

$=(A+\bar{A})(A+B)+B=A+B+B=A+B=$右边；

(2) 左边$=(A+\bar{C})(B+D)(B+\bar{D})=(AB+AD+\bar{C}B+\bar{C}D)(B+\bar{D})$

$=AB+AB\bar{D}+ABD+\bar{C}B+\bar{C}B\bar{D}+B\bar{C}D$

$=AB(1+\bar{D}+D)+\bar{C}B(1+\bar{D}+D)=AB+\bar{C}B=$右边；

(3) 左边$=\overline{\overline{A+B+\bar{C}}\,\bar{C}D}+(B+\bar{C})(A\bar{B}D+\bar{B}\,\bar{C})$

$=\overline{\bar{A}\,\bar{B}C\bar{C}D}+(B+\bar{C})(A\bar{B}D+\bar{B}\,\bar{C})$

$=1+(B+\bar{C})(A\bar{B}D+\bar{B}\,\bar{C})$

$=1=$右边；

(4) 左边$=\bar{A}(C \oplus D)+B\bar{C}D+AC\bar{D}+A\bar{B}\,\bar{C}D=\bar{A}C\bar{D}+\bar{A}\bar{C}D+B\bar{C}D+AC\bar{D}+A\bar{B}\,\bar{C}D$

$=C\bar{D}+\bar{A}\bar{C}D+B\bar{C}D+A\bar{B}\,\bar{C}D=C\bar{D}+\bar{C}D(\bar{A}+B+A\bar{B})$

$=C\bar{D}+\bar{C}D(\bar{A}+\bar{B}+B)=C\bar{D}+\bar{C}D=C \oplus D=$右边。

1 - 10　用德摩根定理直接写出下列函数的反函数：

(1) $L_1=A+\overline{BC+\overline{D+E}}$；

(2) $L_2=A+\bar{B}(AD+\bar{E})$。

解 (1) $\overline{L_1}=\overline{A}\,\overline{(\overline{B}+\overline{C})\overline{\overline{D}\,\overline{E}}}$;

(2) $\overline{L_2}=\overline{A}[B+(\overline{A}+\overline{D})E]$。

1-11 求下列表达式的对偶式:

(1) $L_1=A(B+C+\overline{D})+A\overline{C}$;

(2) $L_2=\overline{A\overline{B}+CD}(B+\overline{C})+AB\overline{C}$。

解 (1) $L_1'=(A+BC\overline{D})(A+\overline{C})$; (2) $L_2'=[\overline{(A+\overline{B})\ (C+D)}+B\overline{C}]\ (A+B+\overline{C})$。

1-12 用代数化简法化简下列逻辑函数为最简与或式:

(1) $L=A\overline{B}+A\overline{C}+B\overline{C}+A\overline{B}\,\overline{C}+AB\overline{C}D$;

(2) $L=B+\overline{A}B+A\overline{B}$;

(3) $L=AB+\overline{A}C+ABD+BCD$;

(4) $L=AC(\overline{C}D+\overline{A}B)+BC(\overline{\overline{\overline{B}+AD}+CE})$;

(5) $L=A+(\overline{B+\overline{C}})(A+\overline{B}+C)(A+B+C)$;

(6) $L=A\,\overline{CD}+BC+\overline{B}D+A\overline{B}+\overline{A}C+\overline{BC}$;

(7) $L=\overline{\overline{\overline{A}+B}+\overline{A+\overline{B}}}+\overline{\overline{\overline{A}B}\ \overline{A\overline{B}}}$。

解 (1) $L=A\overline{B}+A\overline{C}+B\overline{C}+A\overline{B}\,\overline{C}+AB\overline{C}D=A\overline{B}(1+\overline{C})+B\overline{C}(1+AD)+A\overline{C}$

$=A\overline{B}+B\overline{C}+A\overline{C}=A\overline{B}+B\overline{C}$;

(2) $L=B+\overline{A}B+A\overline{B}=B(1+\overline{A})+A\overline{B}=B+A\overline{B}=(B+A)(B+\overline{B})=B+A$;

(3) $L=AB+\overline{A}C+ABD+BCD=AB(1+D)+\overline{A}C+BCD=AB+\overline{A}C+BCD=AB+\overline{A}C$;

(4) $L=AC(\overline{C}D+\overline{A}B)+BC(\overline{\overline{\overline{B}+AD}+CE})=0+BC(\overline{B}+AD)\overline{CE}$

$=0+BC(\overline{B}+AD)(\overline{C}+\overline{E})$

$=BC(\overline{B}\,\overline{C}+\overline{B}\overline{E}+AD\overline{C}+AD\overline{E})=BCAD\overline{E}$;

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

$=A+\overline{B}C(A+AB+AC+\overline{B}A+\overline{B}C+CA+CB+C)$

$=A+A\overline{B}C+A\overline{B}C+A\overline{B}C+\overline{B}C+A\overline{B}C+\overline{B}C$

$=A(1+\overline{B}C+\overline{B}C+\overline{B}C+\overline{B}C)+\overline{B}C=A+\overline{B}C$;

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

$=\overline{C}+A\overline{D}+BC+\overline{B}(0+A+1)+\overline{A}C=\overline{C}+\overline{A}+A\overline{D}+\overline{B}+C=1$;

(7) $L=\overline{\overline{\overline{A}+B}+\overline{A+\overline{B}}}+\overline{\overline{\overline{A}B}\ \overline{A\overline{B}}}=(\overline{A}+B)(A+\overline{B})+\overline{A}B+A\overline{B}$

$=BA+\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}B+A\overline{B}=B(A+\overline{A})+\overline{B}(\overline{A}+A)=B+\overline{B}=1$。

1-13 用代数化简法将下列逻辑函数化简成为最简与或式:

(1) $L_1=AC+\overline{B}C+B\overline{D}+A(B+\overline{C})+\overline{A}BC\overline{D}+A\overline{B}DE$;

(2) $L_2=(A+B+\overline{C})(A+B+C)$;

(3) $L_3=A\overline{B}+\overline{A}C+\overline{A}B+B\overline{C}$;

(4) $L_4=ABC+\overline{A}BC+\overline{A}B\overline{C}+\overline{ABC}\cdot\overline{AB}$;

(5) $L_5=(\overline{A\overline{B}+\overline{A}BC}+A\overline{B}C)(AD+BC)$;

(6) $L_6=\overline{\overline{A\overline{B}+ABC}+A(B+A\overline{B})}$;

(7) $L_7=A\bar{B}(C+D)+B\bar{C}+\bar{A}\ \bar{B}+\bar{A}C+BC+\bar{B}\ \bar{C}D$；

(8) $L_8=A\bar{B}+AC+BCD+\bar{D}$；

(9) $L_9=\bar{A}+\bar{A}\ \bar{B}+BC\bar{D}+B\bar{D}$；

(10) $L_{10}=A\bar{B}C+(\bar{B}+\bar{C})(\bar{B}+\bar{D})+(\overline{A+C+D})$；

(11) $L_{11}=A+\bar{A}B+(\overline{A+B})C+(\overline{A+B+C})D$。

解 (1) $L_1=AC+\bar{B}C+B\bar{D}+A(B+\bar{C})+\bar{A}BC\bar{D}+A\bar{B}DE$

$=AC+\bar{B}C+B\bar{D}+AB+A\bar{C}+\bar{A}BC\bar{D}+A\bar{B}DE$

$=(AC+A\bar{C})+\bar{B}C+B\bar{D}+AB+\bar{A}BC\bar{D}+A\bar{B}DE$

$=A+\bar{B}C+B\bar{D}+AB+\bar{A}BC\bar{D}+A\bar{B}DE$

$=(A+AB+A\bar{B}DE)+\bar{B}C+B\bar{D}+\bar{A}BC\bar{D}$

$=A+\bar{A}BC\bar{D}+\bar{B}C+B\bar{D}$

$=(A+\bar{A})(A+BC\bar{D})+\bar{B}C+B\bar{D}$

$=A+BC\bar{D}+\bar{B}C+B\bar{D}$

$=A+\bar{B}C+(BC\bar{D}+B\bar{D})$

$=A+\bar{B}C+B\bar{D}(C+1)$

$=A+\bar{B}C+B\bar{D}$；

(2) $L_2=(A+B+\bar{C})(A+B+C)$

$=AA+AB+AC+BA+BB+BC+\bar{C}A+\bar{C}B+\bar{C}C$

$=A+AB+AC+AB+B+BC+A\bar{C}+B\bar{C}$

$=(A+AB+AC+AB+A\bar{C})+(B+BC+B\bar{C})$

$=A(1+B+C+B+\bar{C})+B(1+C+\bar{C})$

$=A+B$；

(3) $L_3=A\bar{B}+\bar{A}C+\bar{A}B+B\bar{C}$

$=A\bar{B}+\bar{A}C+\bar{A}B(C+\bar{C})+(A+\bar{A})B\bar{C}$

$=A\bar{B}+\bar{A}C+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+AB\bar{C}+\bar{A}B\bar{C}$

$=A\bar{B}+\bar{A}C+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+AB\bar{C}$

$=A\bar{B}+(\bar{A}C+\bar{A}BC)+(\bar{A}B\bar{C}+AB\bar{C})$

$=A\bar{B}+\bar{A}C+B\bar{C}$

或者：

$L_3=A\bar{B}+\bar{A}C+\bar{A}B+B\bar{C}$

$=A\bar{B}(C+\bar{C})+\bar{A}(B+\bar{B})C+\bar{A}B+(A+\bar{A})B\bar{C}$

$=A\bar{B}C+A\bar{B}\ \bar{C}+\bar{A}BC+\bar{A}\ \bar{B}C+\bar{A}B+AB\bar{C}+\bar{A}B\bar{C}$

$=(A\bar{B}C+\bar{A}\ \bar{B}C)+(A\bar{B}\ \bar{C}+AB\bar{C})+\bar{A}BC+\bar{A}B+\bar{A}B\bar{C}$

$=\bar{B}C+A\bar{C}+\bar{A}B$；

(4) $L_4=ABC+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+\overline{ABC}\cdot\overline{AB}$

$=ABC+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C})(\bar{A}+\bar{B})$

$=ABC+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+(\bar{A}+\bar{A}\ \bar{B}+\bar{A}\ \bar{B}+\bar{B}+\overline{AC}+\bar{B}\ \bar{C})$

$=ABC+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+\bar{A}(1+\bar{B}+\bar{B}+\bar{C})+\bar{B}(1+\bar{C})$

$=ABC+\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}+\bar{A}+\bar{B}$

$=ABC+\overline{B}+\overline{A}(BC+B\overline{C}+1)$

$=ABC+\overline{B}+\overline{A}$

$=(\overline{B}+B)(\overline{B}+AC)+\overline{A}$

$=\overline{B}+AC+\overline{A}$

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

$=\overline{B}+\overline{A}+C$；

(5) $L_5=(\overline{A\overline{B}+\overline{A}BC}+A\overline{B}C)(AD+BC)$

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

$=[(\overline{A}+B)(A+\overline{B})C+A\overline{B}C](AD+BC)$

$=[(AB+\overline{A}\ \overline{B})C+A\overline{B}C](AD+BC)$

$=(ABC+\overline{A}\ \overline{B}C+A\overline{B}C)(AD+BC)$

$=(AC+\overline{A}\ \overline{B}C)(AD+BC)$

$=ADC+ABC+0$

$=ADC+ABC$；

(6) $L_6=\overline{\overline{A\overline{B}+ABC}+A(B+A\overline{B})}$

$=\overline{\overline{A\overline{B}+ABC}+AB+A\overline{B}}$

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

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

$=\overline{\overline{A}+B\overline{C}+A}$

$=0$；

(7) $L_7=A\overline{B}(C+D)+B\overline{C}+\overline{A}\ \overline{B}+\overline{A}C+BC+\overline{B}\ \overline{C}D$

$=A\overline{B}C+A\overline{B}D+B\overline{C}+\overline{A}\ \overline{B}+\overline{A}C+BC+\overline{B}\ \overline{C}D$

$=A\overline{B}C+A\overline{B}D+B+\overline{A}\ \overline{B}+\overline{A}C+\overline{B}\ \overline{C}D$

$=A\overline{B}C+A\overline{B}D+B+\overline{C}D+\overline{A}\ \overline{B}+\overline{A}C$

$=A\overline{B}C+A\overline{B}D+B+\overline{A}+\overline{C}D+\overline{A}C$

$=A\overline{B}C+A\overline{B}D+B+\overline{A}+\overline{C}D$

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

$=B+AC+A\overline{B}D+\overline{A}+\overline{C}D$

$=B+AC+AD+\overline{A}+\overline{C}D$

$=B+AD+\overline{A}+C+\overline{C}D$

$=B+\overline{A}+D+C+D$

$=B+\overline{A}+C+D$；

(8) $L_8=A\overline{B}+AC+BCD+\overline{D}$

$=A\overline{B}+AC+(\overline{D}+D)(\overline{D}+BC)$

$=A\overline{B}+AC+\overline{D}+BC$

$=A\overline{B}+\overline{D}+BC$；

(9) $L_9=\overline{A}+\overline{A}\ \overline{B}+BC\overline{D}+B\overline{D}$

$=\bar{A}(1+\bar{B})+B\bar{D}(C+1)$

$=\bar{A}+B\bar{D}$;

(10) $L_{10}=A\bar{B}C+(\bar{B}+\bar{C})(\bar{B}+\bar{D})+\overline{A+C+D}$

$=A\bar{B}C+\bar{B}+\bar{B}\bar{D}+\bar{B}\,\bar{C}+\bar{C}\,\bar{D}+\bar{A}\bar{C}\,\bar{D}$

$=\bar{B}(AC+1+\bar{D}+\bar{C})+\bar{C}\,\bar{D}(1+\bar{A})$

$=\bar{B}+\bar{C}\,\bar{D}$;

(11) $L_{11}=\bar{A}+\bar{A}B+(\overline{A+B})C+(\overline{A+B+C})D$

$=A+\bar{A}B+\bar{A}\,\bar{B}C+\bar{A}\,\bar{B}\,\bar{C}D$

$=(A+\bar{A})(A+B)+\bar{A}\,\bar{B}(C+\bar{C}D)$

$=A+B+\bar{A}\,\bar{B}(C+D)$

$=A+\bar{B}(C+D)+B$

$=A+B+C+D$。

1-14 用与非门为组件设计一多数表决电路。要求 A、B、C 三人中只要有半数以上人同意，则决议就能通过；A 还具有否决权，即只要 A 不同意，即使多数人同意也不能通过。

解 (1) 做约定。分别用 A、B、C 表示三个人的意见，同意用 1 表示，不同意用 0 表示。决意能否通过用 L 表示，通过用 1 表示，不通过用 0 表示。A 具有否决权。

(2) 列写真值表如表 1-3 所示。

表 1-3 **题 1-14 的真值表**

A	B	C	L
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

(3) 把真值表中 L 取值为 1 的变量取值组合对应的最小项相或得标准与或表达式，并化简。

$$L=A\bar{B}C+AB\bar{C}+ABC=A\bar{B}C+AB\bar{C}+ABC+ABC=AB+AC$$

(4) 如果要求用与非门实现该逻辑电路，就应将表达式转换成与非—与非表达式：

$$L=AB+AC=\overline{\overline{AB}\cdot\overline{AC}}$$

画出逻辑电路图如图 1-7 所示。

1-15 根据图 1-8 所示的波形图，要求：

(1) 写出逻辑关系表达式 $L=f(A,\ B,\ C)$；

(2) 把上述表达式简化成最简与或非表达式；

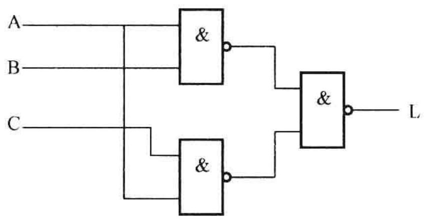

图 1-7　题 1-14 的逻辑电路图

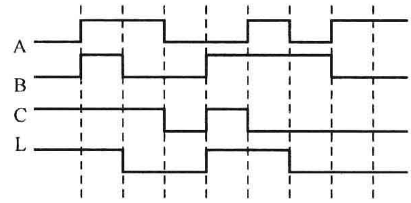

图 1-8　题 1-15 的波形图

(3) 把上述表达式简化成最简或非—或非表达式。

解　根据图 1-8 所示的波形图，找出其中 8 种输入组合对应的输出值，列出真值表，如表 1-4 所示。

表 1-4　　**题 1-15 的真值表**

A	B	C	L	A	B	C	L
0	0	0	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0

(1) 根据真值表，直接写出标准与或表达式：$L=\bar{A}\ \bar{B}\ \bar{C}+ABC+\bar{A}BC+AB\bar{C}$。

(2) 画出函数的卡诺图，如图 1-9 所示。

(3) 利用卡诺图化简。

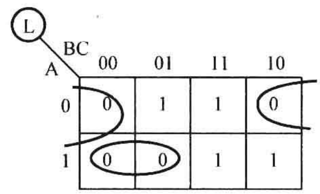

图 1-9　题 1-15 的卡诺图

先圈 0，得到反函数的最简与或式：$\bar{L}=A\bar{B}+\bar{A}\bar{C}$

再求反，得到最简与或非表达式：$L=\overline{A\bar{B}+\bar{A}\bar{C}}$

然后得到应用德摩根定理得到最简或与表达式：$L=\overline{A\bar{B}+\bar{A}\bar{C}}=(\bar{A}+B)(A+C)$

最后应用两次德摩根定理，保留一个非号，得到最简或非—或非表达式为：$L=\overline{\overline{(\bar{A}+B)\ (A+C)}}=\overline{\overline{\bar{A}+B}+\overline{A+C}}$

1-16　用卡诺图化简法化简下列逻辑函数：

(1) $L=ABC+ABD+\bar{C}\ \bar{D}+A\bar{B}C+\bar{A}C\bar{D}+A\bar{C}D$；

(2) $L=A\bar{B}+\bar{A}C+BC+\bar{C}D$；

(3) $L=\bar{A}\ \bar{B}+B\bar{C}+\bar{A}+\bar{B}+ABC$；

(4) $L=\bar{A}\ \bar{B}+AC+\bar{B}C$；

(5) $L=A\ \overline{BC}+\bar{A}\ \bar{B}+\bar{A}D+C+BD$；

(6) $L(A, B, C)=\sum_m(0, 1, 3, 4, 5, 7)$；

(7) $L(A, B, C, D)=\sum_m(0, 2, 8, 10)$；

(8) $L(A, B, C, D)=\sum_m(0, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15)$；

(9) $L(A, B, C, D)=\sum_m(0, 1, 2, 5, 8, 9, 10, 12, 14)$；

(10) $L(A, B, C, D)=\sum_m(1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 15)$。

解　(1) $L=ABC+ABD+\bar{C}\ \bar{D}+A\bar{B}C+\bar{A}C\bar{D}+A\bar{C}D$

这是一个一般与或式，可以直接填写卡诺图，卡诺图如图 1-10 所示。

根据图 1-10，得到最简与或式为：$L=\overline{D}+A$。

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

这是一个一般与或式，可以直接填写卡诺图，卡诺图如图 1-11 所示。

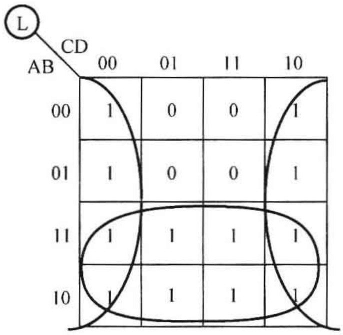

图 1-10 题 1-16 (1) 的卡诺图

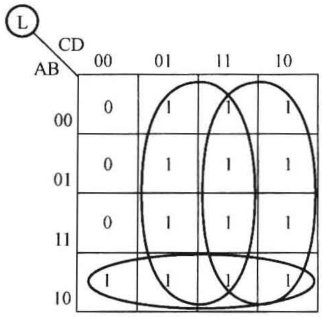

图 1-11 题 1-16 (2) 的卡诺图

根据图 1-11，得到最简与或式为：$L=C+D+A\overline{B}$。

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

这是一个一般与或式，可以直接填写卡诺图，卡诺图如图 1-12 所示。

根据图 1-12，得到最简与或式为：$L=1$。

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

这是一个一般与或式，可以直接填写卡诺图，卡诺图如图 1-13 所示。

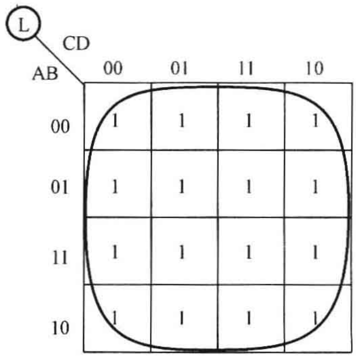

图 1-12 题 1-16 (3) 的卡诺图

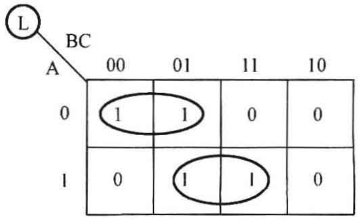

图 1-13 题 1-16 (4) 的卡诺图

根据图 1-13，得到最简与或式为：$L=\overline{A}\,\overline{B}+AC$。

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

这个表达式中的第一项不是与项，所以此表达式不是一般的与或式，必须先化成一般与或式后才方便填写卡诺图。

$$L=A\,\overline{BC}+\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}D+C+BD=A\overline{B}+A\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}D+C+BD$$

卡诺图如图 1-14 所示。

根据图 1-14，得到最简与或式为：$L=A+\overline{B}+C+D$。

(6) $L(A, B, C)=\sum_m(0, 1, 3, 4, 5, 7)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-15 所示。

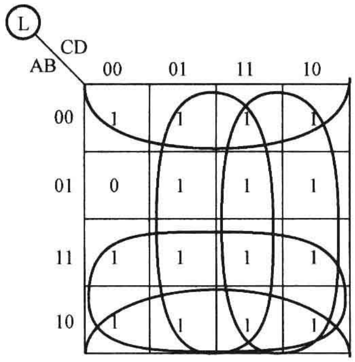

图 1-14 题 1-16 (5) 的卡诺图

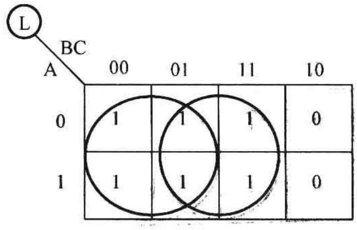

图 1-15 题 1-16 (6) 的卡诺图

根据图 1-15，得到最简与或式为：$L=\overline{B}+C$。

(7) $L(A, B, C, D)=\sum_m(0, 2, 8, 10)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-16 所示。

根据图 1-16，得到最简与或式为：$L=\overline{B}\,\overline{D}$。

(8) $L(A, B, C, D)=\sum_m(0, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-17 所示。

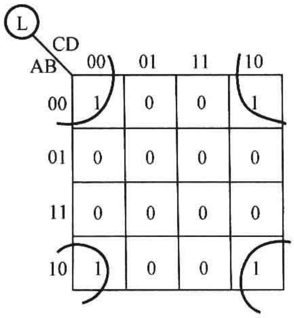

图 1-16 题 1-16 (7) 的卡诺图

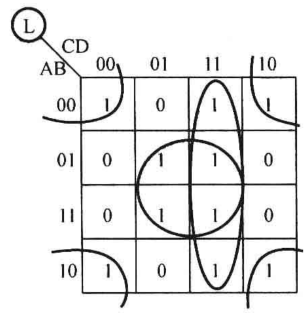

图 1-17 题 1-16 (8) 的卡诺图

根据图 1-17，得到最简与或式为：$L=\overline{B}\,\overline{D}+BD+CD$。

(9) $L(A, B, C, D)=\sum_m(0, 1, 2, 5, 8, 9, 10, 12, 14)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-18 所示。

根据图 1-18，得到最简与或式为：$L=\overline{B}\,\overline{D}+A\overline{D}+\overline{A}\,\overline{C}D+\overline{B}\,\overline{C}$。

(10) $L(A, B, C, D)=\sum_m(1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 15)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-19 所示。

根据图 1-19，得到最简与或式为：$L=\overline{A}B\overline{C}+\overline{B}\,\overline{C}D+BCD+\overline{A}\,\overline{B}C$。

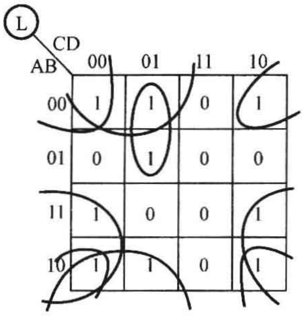

图 1-18 题 1-16（9）的卡诺图

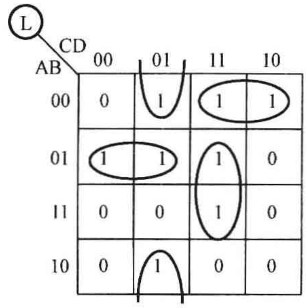

图 1-19 题 1-16（10）的卡诺图

1-17 用卡诺图化简法将下列函数化简成为最简与或式：

(1) $L=\overline{A+\overline{B}C}+A\overline{B}+\overline{A}B\overline{C}$；

(2) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,2,3,4,8,10,11,14,15)$；

(3) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,2,5,6,7,8,9,13,14)$；

(4) $L(A,B,C,D)=\sum_m(1,3,5,7,9)+\sum_d(10,11,12,13,14,15)$；

(5) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,5,7,8,9,11,15)+\sum_d(2,6,10,14)$；

(6) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,2,4,5,6,12)+\sum_d(3,8,10,11,14)$；

(7) $L=AB\overline{C}+AB\overline{D}+\overline{A}BC+AC\overline{D}$，约束条件为 $\overline{B}\,\overline{C}+\overline{B}CD=0$；

(8) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,3,4,5,6,7,8,9)$，约束条件为 $AB+AC=0$；

(9) $L(A,B,C,D,E)=\sum_m(2,8,10,18,24,26,31)$；

(10) $L(A,B,C,D,E,F)=\sum_m(2,8,10,18,24,26,34,37,42,45,50,53,58,60,62)$。

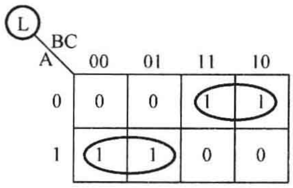

图 1-20 题 1-17（1）的卡诺图

解 (1) $L=\overline{A+\overline{B}C}+A\overline{B}+\overline{A}B\overline{C}$

这个表达式不是一般与或式，必须先化成一般与或式：$L=\overline{A+\overline{B}C}+A\overline{B}+\overline{A}B\overline{C}=\overline{A}BC+A\overline{B}+\overline{A}B\overline{C}$，卡诺图如图 1-20 所示。

根据图 1-20，得到最简与或式为：$L=A\overline{B}+\overline{A}B$。

(2) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,2,3,4,8,10,11,14,15)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-21所示。

根据图 1-21，得到最简与或式为：$L=\overline{B}\,\overline{D}+AC+\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}\,\overline{C}\,\overline{D}$。

(3) $L(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,2,5,6,7,8,9,13,14)$

这是一个标准与或式，可以直接填写卡诺图，注意最小项编号的问题，卡诺图如图 1-22所示。

根据图 1-22，得到最简与或式为：$L=\overline{C}D+\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}BC+\overline{A}C\overline{D}+BC\overline{D}$

此题还有第二种做法，如图 1-23 所示。

根据图 1-23，得到最简与或式为：$L=\overline{C}D+\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{D}+\overline{A}BC+BC\overline{D}$

此题还有第三种做法，如图 1-24 所示。

根据图 1-24，得到最简与或式为：$L=\overline{C}D+\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}BD+\overline{A}C\overline{D}+BC\overline{D}$