21世纪高等学校计算机专业实用规划教材

数字逻辑与VHDL逻辑设计习题解答

盛建伦 编著

清华大学出版社

21世纪高等学校计算机专业实用规划教材

数字逻辑与VHDL逻辑设计
习题解答

盛建伦 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是21世纪高等学校计算机专业实用规划教材《数字逻辑与VHDL逻辑设计》(盛建伦编著,清华大学出版社出版)的配套用书。书中不仅包括了主教材绝大部分习题的详细解答(给出典型习题的解题思路,部分习题给出若干种不同方法的解答),而且还补充增加了一些习题及解答。本书中给出的VHDL源程序已经在Quartus Ⅱ平台上通过了编译和仿真。

本书既可作为计算机及电子信息类专业本科生和研究生的学习参考书,也可作为教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字逻辑与VHDL逻辑设计习题解答/盛建伦编著.—北京:清华大学出版社,2013
(21世纪高等学校计算机专业实用规划教材)
ISBN 978-7-302-31722-7

Ⅰ.①数… Ⅱ.①盛… Ⅲ.①数字逻辑—逻辑设计—题解 ②硬件描述语言—程序设计—题解 Ⅳ.①TP302.2-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第048710号

责任编辑:魏江江 赵晓宁
封面设计:何凤霞
责任校对:白 蕾
责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社
网 址:http://www.tup.com.cn,http://www.wqbook.com
地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544
投稿与读者服务:010-62776969,c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课 件 下 载:http://www.tup.com.cn,010-62795954
印 装 者:三河市李旗庄少明印装厂
经 销:全国新华书店
开 本:185mm×260mm **印 张**:10.75 **字 数**:262千字
版 次:2013年7月第1版 **印 次**:2013年7月第1次印刷
印 数:1～2000
定 价:22.00元

产品编号:050631-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化，高等教育也得到了快速发展，各地高校紧密结合地方经济建设发展需要，科学运用市场调节机制，加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度，通过教育改革合理调整和配置了教育资源，优化了传统学科专业，积极为地方经济建设输送人才，为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是，高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要，不少高校的专业设置和结构不尽合理，教师队伍整体素质亟待提高，人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变，学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007 年 1 月，教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》，计划实施"高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称'质量工程')"，通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容，进一步深化高等学校教学改革，提高人才培养的能力和水平，更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部"质量工程"的过程中，各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势，对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结，更新教学内容、改革课程体系，建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上，经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议，清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程，分别规划出版系列教材，以配合"质量工程"的实施，满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域，以专业基础课为主、专业课为辅，横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展，总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进，充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要，促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要，正确把握教学内容和课程体系的改革方向，融合先进的教学思想、方法和手段，体现科学性、先进性和系统性，强调对学生实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略，突出重点，保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再

版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

（4）主张一纲多本，合理配套。专业基础课和专业课教材配套，同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化，基本教材与辅助教材、教学参考书，文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

（5）依靠专家，择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时，要引入竞争机制，通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序，确保出书质量。

繁荣教材出版事业，提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度，希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材
联系人：魏江江 weijj@tup. tsinghua. edu. cn

前　言

本书是21世纪高等学校计算机专业实用规划教材——《数字逻辑与VHDL逻辑设计》(盛建伦编著,清华大学出版社出版)的配套用书。对于主教材中绝大部分习题都给出了详细解答,还补充增加了一些习题及其解答。为了方便读者自学,给出了一些典型习题的解题思路。尤其是用VHDL设计的题目,不仅解题的方法独特,而且所给出的VHDL源程序都已经在Quartus Ⅱ平台上通过了编译和仿真。

逻辑代数和逻辑设计的题目往往有不同的解法。本书对于部分习题给出了若干种不同方法的解答,但这些解答不一定是最优的,读者可能还会做出更好的解答。

数字逻辑课程具有很强的工程实践性,很多知识点和设计方法需要通过实验来加深理解和掌握。传统的在实验箱上插接集成电路芯片和连接线的实验方式已经远远落后于现代计算机科学技术发展水平,不能适应计算机专业硬件课程教学的需要。在"数字逻辑"课程的教学中增加硬件设计语言VHDL基础和用VHDL设计逻辑电路的方法等教学内容之后,实验教学应该改革成用VHDL设计逻辑电路和在Quartus Ⅱ平台上进行编译和仿真的新方式,实现从验证性实验到设计性实验的转变和"硬件设计与实验软件化"。为此,本书还给出了"数字逻辑"课程的实验课题。这些课题大部分已经在作者的教学活动中实际使用过,并取得了好的教学效果。

感谢郭立智对本书写作给予的帮助。

由于作者的经验和水平有限、时间仓促,本书必然存在缺点和错误,殷切希望各方面的读者多提宝贵意见,并将发现的错误和不当之处反馈给作者。作者的电子邮箱为jlsheng@163.com。

盛建伦

2013年5月于青岛

目　　录

第1章 数字逻辑基础

本章的重点是逻辑函数的化简，应熟练掌握逻辑代数的公式、定理、公式化简法和卡诺图化简法。

本章的难点有进位计数制的转换、逻辑函数的表示、逻辑函数的变换、逻辑函数的公式化简法和卡诺图化简法，具有无关项的逻辑函数的化简。

习题1解答

1-1 将下列二进制数转换成八进制、十进制和十六进制。

(1) $(1011.10101)_2$

(2) $(1110.11001)_2$

(3) $(110110.111)_2$

(4) $(10101.0011)_2$

(5) $(10110.111)_2$

(6) $(101111.01101)_2$

【解】

二进制数转换成八进制数的方法是以小数点为界，将二进制数按每3位一组的方式向左、右分组，按数位对应关系直接写出八进制数的每个位，不满3位的补0。

二进制数转换成十六进制数的方法是以小数点为界，将二进制数按每4位一组的方式向左、右分组，按数位对应关系直接写出十六进制数的每个位，不满4位的补0。

二进制数转换成十进制数的方法是按二进制数每个位的权展开相加。

(1) $(1011.10101)_2=(13.52)_8=(0B.A8)_{16}=(11.65625)_{10}$

(2) $(1110.11001)_2=(16.62)_8=(0E.C8)_{16}=(14.78125)_{10}$

(3) $(110110.111)_2=(66.7)_8=(36.E)_{16}=(54.875)_{10}$

(4) $(10101.0011)_2=(25.14)_8=(15.3)_{16}=(21.1875)_{10}$

(5) $(10110.111)_2=(26.7)_8=(16.E)_{16}=(22.875)_{10}$

(6) $(101111.01101)_2=(57.32)_8=(2F.68)_{16}=(47.40625)_{10}$

1-2 将下列十进制数转换成二进制和十六进制数。

(1) $(105.625)_{10}$

(2) $(27/64)_{10}$

(3) $(37.4)_{10}$

(4) $(42.375)_{10}$

(5) $(62/128)_{10}$

(6) $(9.46)_{10}$

【解】

如果分数的分母是 2 的整数次幂(即分母$=2^N$,$N=1,2,3,\cdots$),将其转换成二进制是十分方便的,只需将分子按整数规则转换成二进制整数,再将其小数点向左移动 N 位就得到对应的二进制小数。

(1) $(105.625)_{10}=(1101001.101)_2=(69.A)_{16}$

(2) $(27/64)_{10}=(0.011011)_2=(0.6C)_{16}$

(3) $(37.4)_{10}=(100101.01100110)_2=(25.66)_{16}$

(4) $(42.375)_{10}=(101010.011)_2=(2A.6)_{16}$

(5) $(62/128)_{10}=(0.0111110)_2=(0.7C)_{16}$

(6) $(9.46)_{10}=(1001.01110101)_2=(9.75)_{16}$

1-3 将下列十六进制数转换成二进制和十进制数。

(1) $(AB.7)_{16}$

(2) $(3A.D)_{16}$

(3) $(5F.C8)_{16}$

(4) $(2E.9)_{16}$

【解】

十六进制数转换成二进制数的方法是以小数点为界,1 位十六进制数对应 4 位二进制数,按数位对应关系直接写出二进制数的每个位。

(1) $(AB.7)_{16}=(10101011.0111)_2=(171.4375)_{10}$

(2) $(3A.D)_{16}=(111010.1101)_2=(58.8125)_{10}$

(3) $(5F.C8)_{16}=(1011111.11001)_2=(95.78125)_{10}$

(4) $(2E.9)_{16}=(101110.1001)_2=(46.5625)_{10}$

1-4 列出下列问题的真值表，并写出逻辑函数表达式。

(1) 某电路有 3 个输入信号 A、B、C，如果 3 个输入信号都为 0 或其中两个信号为 1 时，输出信号 F 为 1，其余情况 F 为 0。

(2) 某系统有 4 个输入信号 A、B、C、D，如果 4 个输入信号出现偶数个 0 时，输出信号 F 为 1，其余情况 F 为 0。

【解】

(1) 根据题意列出真值表，如表 1.1 所示。

表 1.1　习题 1-4 的真值表(1)

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

按照表 1.1 的真值表写出逻辑函数表达式：

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

(2) 根据题意列出真值表，如表 1.2 所示。

表 1.2　习题 1-4 的真值表(2)

A	B	C	D	F
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

按照表 1.2 的真值表写出逻辑函数表达式：

$$F=\bar{A}\cdot\bar{B}\cdot\bar{C}\cdot\bar{D}+\bar{A}\cdot\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D}$$
$$+A\bar{B}\cdot\bar{C}D+A\bar{B}C\bar{D}+ABC\bar{C}\cdot\bar{D}+ABCD$$

1-5 写出下列逻辑函数的反函数表达式和对偶函数表达式。

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

(2) $F=\overline{A\oplus\bar{B}+C}$

(3) $F=A\cdot\overline{(B+\bar{C})}+(A\cdot C+\bar{B}\cdot D)\cdot E$

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

【解】

求反函数式可以运用反演定理直接写出反函数，也可在逻辑函数式上加一个大反号，然后运用德·摩根定理进行逻辑运算求出反函数。

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

根据反演定理 $\bar{F}=(\bar{A}+B)\cdot\overline{\bar{C}+\bar{A}}$

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

$=ABC$

运用德·摩根定理 $\bar{F}=\overline{A\cdot\bar{B}+\bar{C}A}=\overline{A\bar{B}}\cdot AC$

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

$=ABC$

对偶式为

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

(2) $F=\overline{A\oplus\bar{B}+C}=\overline{AB+\bar{A}\cdot\bar{B}+C}$

根据反演定理 $\bar{F}=\overline{(\bar{A}+\bar{B})\cdot(A+B)\cdot\bar{C}}$

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

$=\overline{(A\oplus B)\bar{C}}$

运用德·摩根定理 $\bar{F}=\overline{\overline{AB+\bar{A}\cdot\bar{B}+C}}$

$=\overline{\overline{AB}\cdot\overline{\bar{A}\cdot\bar{B}}\cdot\bar{C}}$

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

对偶式为 $F'=\overline{(A+B)\cdot(\bar{A}+\bar{B})\cdot C}$

(3) $F=A\cdot\overline{(B+\bar{C})}+(A\cdot C+\bar{B}\cdot D)\cdot E$

根据反演定理 $\bar{F}=(\bar{A}+(\overline{\bar{B}\cdot C}))\cdot((\bar{A}+\bar{C})\cdot(B+\bar{D})+\bar{E})$

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

运用德·摩根定理 $\overline{F}=\overline{A\,\overline{(B+\overline{C})}+(AC+\overline{B}D)\cdot E}$

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

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

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

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

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

对偶式为 $F'=(A+\overline{(B\cdot\overline{C})})\cdot((A+C)\cdot(\overline{B}+D)+E)$

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

根据反演定理 $\overline{F}=A\cdot\overline{C}+\overline{(\overline{A}+B+C)\cdot(A+\overline{C}+\overline{D})}$

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

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

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

运用德·摩根定理 $\overline{F}=\overline{(\overline{A}+C)\cdot\overline{A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}\cdot CD}}$

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

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

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

对偶式为 $F'=\overline{A}\cdot C+\overline{(A+\overline{B}+\overline{C})\cdot(\overline{A}+C+D)}$

1-6 运用逻辑代数的公式定理证明下列逻辑等式成立。

(1) $A\oplus\overline{B}=\overline{A\oplus B}=A\oplus B\oplus 1$

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

(3) $A+A\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}CD+(\overline{C}+\overline{D})E=A+CD+E$

(4) $\overline{A}(C\oplus D)+B\overline{C}D+AC\overline{D}+A\overline{B}\cdot\overline{C}D=C\oplus D$

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

(6) $\overline{\overline{(A+B+\overline{C})}\cdot\overline{C}D}+(B+\overline{C})(A\overline{B}D+\overline{B}\cdot\overline{C})=1$

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

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

【解】

(1) $A\oplus\overline{B}=\overline{A\oplus B}=A\oplus B\oplus 1$

证明 左式 $=A\oplus\overline{B}=A\cdot B+\overline{A}\cdot\overline{B}=\overline{A\oplus B}$

右式 $=A\oplus B\oplus 1=A\oplus(B\cdot\overline{1}+\overline{B}\cdot 1)$

$=A\oplus\overline{B}=$ 左式

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

证明 右式$=(A+B)(\overline{A}+C)(B+C)$

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

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

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

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

(3) $A+A\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}CD+(\overline{C}+\overline{D})E=A+CD+E$

证明 左式$=A+A\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}CD+(\overline{C}+\overline{D})E$

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

$=A+CD+(\overline{CD})E$

$=A+CD+E=$右式

(4) $\overline{A}(C\oplus D)+B\overline{C}D+AC\overline{D}+A\overline{B}\cdot\overline{C}D=C\oplus D$

证明 左式$=\overline{A}(C\oplus D)+B\overline{C}D+AC\overline{D}+A\overline{B}\cdot\overline{C}D$

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

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

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

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

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

$=C\oplus D=$右式

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

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

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

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

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

$=ABCD+\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}\cdot\overline{D}+\overline{A}B\overline{C}D+A\overline{B}C\overline{D}=$左式

(6) $\overline{\overline{(A+B+\overline{C})}\cdot\overline{C}D}+(B+\overline{C})(A\overline{B}D+\overline{B}\cdot\overline{C})=1$

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

$=\overline{0}+(B+\overline{C})(A\overline{B}D+\overline{B}\cdot\overline{C})$

$=1+(B+\overline{C})(A\overline{B}D+\overline{B}\cdot\overline{C})=1=$右式

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

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

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

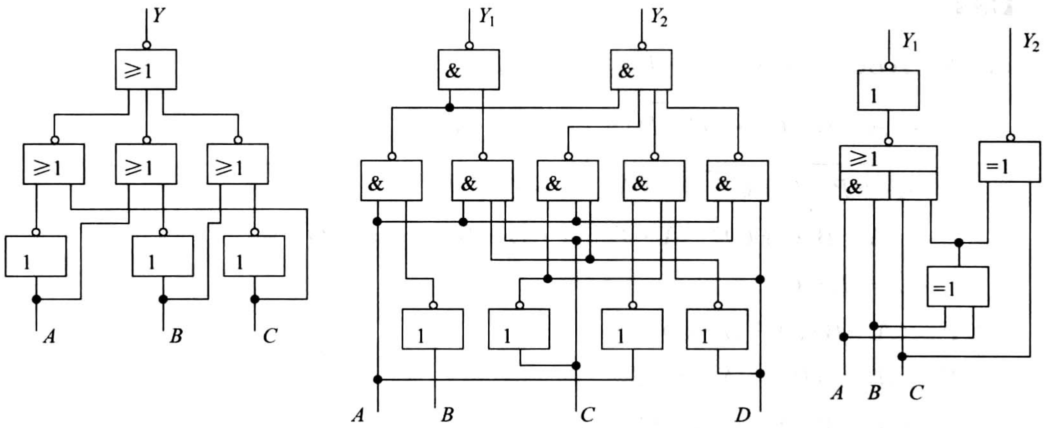
$=\overline{A}\cdot\overline{B\cdot C}+BC=\overline{A}+BC=$右式

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

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

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

1-7 写出图 1.1 中各逻辑图的逻辑函数式,并化简。



(a) 电路1　　(b) 电路2　　(c) 电路3

图 1.1　习题 1-7 的逻辑图

【解】

(a) 电路 1 的逻辑函数:

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

(b) 电路 2 的逻辑函数:

$$Y_1=\overline{\overline{A\overline{B}}\cdot\overline{AC\overline{D}}}=A\overline{B}+AC\overline{D}$$

$$\begin{aligned}Y_2&=\overline{\overline{A\overline{C}\cdot\overline{D}}\cdot\overline{\overline{A}\cdot\overline{C}D}\cdot\overline{ACD}}\\&=A\overline{C}\cdot\overline{D}+\overline{A}\cdot\overline{C}D+ACD\end{aligned}$$

(c) 电路 3 的逻辑函数:

$$\begin{aligned}Y_1&=\overline{\overline{AB+(A\overline{B}+\overline{A}B)C}}\\&=\overline{\overline{AB+A\overline{B}C+\overline{A}BC}}\\&=\overline{\overline{AB+AC+BC}}\end{aligned}$$

$$Y_2=\overline{(A\oplus B)\oplus C}$$

1-8 求下列逻辑函数的反函数并化简为最简与或式。

(1) $F=\overline{\overline{A\bar{B}}C+\bar{C}D}\cdot(AC+BD)$

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

(3) $Y=\overline{(A+\bar{B})(\bar{A}+C)}\cdot AC+BC$

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

【解】

(1) $F=\overline{\overline{A\bar{B}}C+\bar{C}D}\cdot(AC+BD)$

$$\begin{aligned}\bar{F}&=\overline{(\overline{\bar{A}+B}+\bar{C})\cdot(C+\bar{D})}+(\bar{A}+\bar{C})\cdot(\bar{B}+\bar{D})\\&=\overline{\overline{\bar{A}+B}+\bar{C}}+\overline{C+\bar{D}}+(\bar{A}+\bar{C})\cdot(\bar{B}+\bar{D})\\&=(\bar{A}+B)C+\bar{C}D+\bar{A}\cdot\bar{B}+\bar{A}\cdot\bar{D}+\bar{B}\cdot\bar{C}+\bar{C}\cdot\bar{D}\\&=\bar{A}+B+\bar{C}\end{aligned}$$

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

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

(3) $Y=\overline{(A+\bar{B})(\bar{A}+C)}\cdot AC+BC$

$$\begin{aligned}\bar{Y}&=\overline{\overline{(A+\bar{B})(\bar{A}+C)}\cdot AC+BC}\\&=\overline{\overline{AC+\bar{B}C+\bar{A}\cdot\bar{B}}\cdot AC}\cdot\overline{BC}\\&=(AC+\bar{A}\cdot\bar{B}+\overline{AC})(\bar{B}+\bar{C})=\bar{B}+\bar{C}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\bar{F}&=\overline{A\bar{D}+\bar{A}\cdot\bar{C}+\bar{B}\cdot\bar{C}D+C}\\&=\overline{A\bar{D}+\bar{A}+\bar{B}D+C}\\&=\overline{\bar{D}+\bar{A}+\bar{B}+C}=AB\bar{C}D\end{aligned}$$

1-9 试用与非门实现下列函数，并画出逻辑图。

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

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

(3) $Z=A\cdot\overline{BC}+\overline{(\overline{A\bar{B}}+\bar{A}\cdot\bar{B}+BC)}$

【解】

用与非门实现逻辑函数，必须把函数变换成与非-与非表达式。有时还可将函数先化简，然后再变换成与非-与非表达式。电路中的非门也可以用与非门代替。

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

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

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

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

根据化简和变换后的与非-与非表达式画出逻辑图，如图 1.2(a)所示。

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

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

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

根据变换后的与非-与非表达式画出逻辑图，如图 1.2(b)所示。

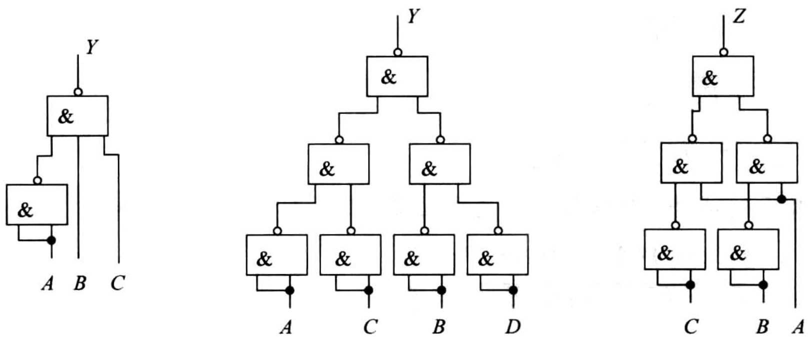
(3) $Z=A\cdot\overline{BC}+\overline{(\overline{A\overline{B}}+\overline{A}\cdot\overline{B}+BC)}$

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

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

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

根据化简和变换后的与非-与非表达式画出逻辑图，如图 1.2(c)所示。



(a) $Y=\overline{\overline{A}BC}$　(b) $Y=\overline{\overline{\overline{A}\cdot\overline{C}}\cdot\overline{\overline{B}\cdot\overline{D}}}$　(c) $Y=\overline{\overline{A\overline{B}}\cdot\overline{A\overline{C}}}$

图 1.2　习题 1-9 的逻辑图

1-10　试用或非门实现下列函数，并画出逻辑图。

(1) $Y=AB+\overline{B}C$

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

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

【解】

用或非门实现逻辑函数，必须把函数变换成或非-或非表达式。电路中的非门也可以用或非门代替。

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

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

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

$Y=\bar{\bar{Y}}=\overline{\bar{A}B+\bar{B}\cdot\bar{C}}$

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

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

根据变换后的或非-或非表达式画逻辑图，如图 1.3 (a)所示。

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

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

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

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

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

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

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

$Z=\bar{\bar{Z}}=\overline{\bar{A}C+BC+\bar{B}\cdot\bar{C}}$

$=\overline{\overline{\overline{\bar{A}C}}+\overline{\overline{BC}}+\overline{\overline{\bar{B}\cdot\bar{C}}}}$

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

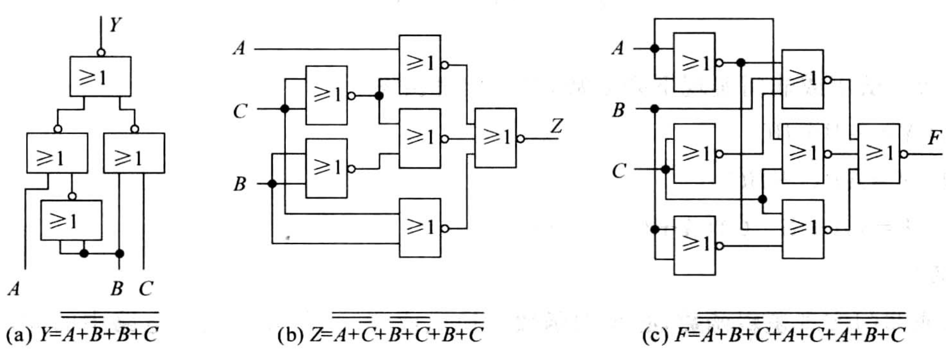
根据变换后的或非-或非表达式画逻辑图，如图 1.3 (b)所示。

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

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

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

根据变换后的或非-或非表达式画逻辑图，如图 1.3 (c)所示。



(a) $Y=\overline{\overline{A+\bar{B}}+\overline{B+C}}$　(b) $Z=\overline{\overline{A+\bar{C}}+\overline{\bar{B}+\bar{C}}+\overline{B+C}}$　(c) $F=\overline{\overline{\bar{A}+B+\bar{C}}+\overline{A+C}+\overline{\bar{A}+\bar{B}+C}}$

图 1.3　习题 1-10 的逻辑图