

高校课程 **学练考** 系列丛书

电子技术基础 (数字部分)

学 练 考

Learn **P**ractise **E**xamine

学练考

何光明 丛书主编
常昌远 吴金 本书主编

- ▶ 学·练·考三维辅导
- ▶ 知识要点一目了然
- ▶ 重点难点剖析透彻
- ▶ 典型例题解答点评
- ▶ 主流教材习题精解
- ▶ 学习效果两级训练



学练考



清华大学出版社

电子技术基础(数字部分)学·练·考

何光明	丛书主编
常昌远 吴 金	本书主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据国家教育委员会高等工业学校电子技术课程教学指导小组于 1993 年修订的电子技术基础(数字部分)的课程教学大纲、硕士研究生入学考试的基本要求,并在作者多年教学实践的基础上完成的。

全书依次对基本知识、逻辑代数基础、集成门电路与触发器、组合逻辑电路、同步和异步时序逻辑电路、中规模通用集成电路、可编程逻辑器件等内容进行了讨论。各章均按知识结构图、疑难解惑、典型例题与考研题分析、重要习题精选精解、两级训练题 5 个板块进行划分和讲解。在内容选取上,特别注意选取那些重要的、典型的、有代表性的基础性题解,以及有一定深度层次的综合思考性题解。通过对典型例题的分析、求解和归纳,总结了各类问题的解题规律、方法和技巧。解题过程详尽,方法多变,有利于学生全面系统地掌握所学知识。

本书既可作为高等院校电子类专业本科生、专科生及自学人员使用,也适合于有志进一步深造的考研人员使用。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础(数字部分)学·练·考/常昌远,吴金主编.—北京:清华大学出版社,2004
(高校课程学·练·考系列丛书/何光明主编)
ISBN 7-302-08551-X

I. 电… II. ①常… ②吴… III. 电子技术—高等学校—教学参考资料 IV.TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 037726 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:章忆文

文稿编辑:杨作梅

封面设计:付剑飞

印 装 者:北京国马印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:19.75 字数:459千字

版 次:2004年6月第1版 2004年6月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-08551-X/TN·185

印 数:1~5000

定 价:27.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704。

扬起风帆，成就梦想

(丛书序)

21 世纪人类已迈入“知识经济”时代，科学技术正发生着深刻的变革，社会对德才兼备高素质专业人才的需求更加迫切。如何培养出符合时代要求的优秀人才，是全社会尤其是高等院校面临的一项急迫而现实的任务。

为了配合当前高等院校注重培养高素质知识型人才的需求，也为了给同学们提供一套行之有效的课程学习辅导书，我们在广泛调研并听取很多专家及学生们建议的基础上，组织编写了这套《高校课程学·练·考系列丛书》。本套丛书作为学生正规课本的辅导用书，对课程的各方面知识不做细致讲解，而是抽取重点、难点和易于混淆的方面进行强调和解惑；再配以典型例题和考研题、考级题解析，提高读者分析问题与解决问题的实际能力；每章都辅以对应习题(达标训练题和考研挑战题、考级题)，以助读者达到即学、即练、即会的目的；另外，每章都精选主流教材的课后习题进行解答，帮助读者消化和巩固所学知识。

首推书目

本套丛书以全新的视角，陆续推出涵盖高等院校主干课程的辅导用书。首推 12 本，书目如下：

- (1) 概率论与数理统计学·练·考
- (2) 高等数学(上册)学·练·考
- (3) 高等数学(下册)学·练·考
- (4) 线性代数学·练·考
- (5) 数据结构学·练·考
- (6) 操作系统学·练·考
- (7) 离散数学学·练·考
- (8) C 语言学·练·考
- (9) 电子技术基础(模拟部分)学·练·考
- (10) 电子技术基础(数字部分)学·练·考
- (11) 电路学·练·考
- (12) 自动控制原理学·练·考

丛书特色

1. 丛书以国家教育部制定的教学大纲及研究生入学考试大纲为依据,按照高等学校通用的主流教材为主线,注重基础知识的学习与解题能力的提高,既保证了课程学习的循序渐进,又能对复习迎考与考研行之有效。

2. 丛书从“学、练、考”3个角度进行立体辅导,帮助读者理解基本概念和理论,开拓解题思路,提高分析问题的能力,使读者对所学课程真正做到融会贯通、考试轻松。

3. 丛书基本按照正规教学课本顺序编排,每章设计了5个板块,分别是:本章知识结构图、疑难解惑、典型例题与考研题分析、重要习题精选精解、两级训练题。各内容安排为:

- ❑ 本章知识结构图:用图表的形式列出本章各知识点的有机联系,便于记忆、复习。
- ❑ 疑难解惑:突出核心知识,对重点、难点内容进行解释与讲述,使读者掌握问题的本质。
- ❑ 典型例题与考研题分析:精选出常考题型与考研题进行解析,增强读者解题能力。
- ❑ 重要习题精选精解:对主流教材的重要习题做出解答,便于读者复习与检查。
- ❑ 两级训练题:分达标训练题与考研挑战题两个级别,通过两级训练,读者可以进一步加深对所学内容的理解,旨在达到巩固提高的目的。

4. 丛书重点定位在疑难解惑与解题方法上,不仅授人以“鱼”,更在于授人以“渔”。丛书对课程学习过程中可能遇到的疑难点进行了细致深入的分析,突出解决易混淆和忽略的问题;对常见题型进行完整的解答与总结,注重解题思路及技巧的培养,旨在使读者达到茅塞顿开、触类旁通、举一反三之功效。

5. 丛书对主流教材的较难习题(或全部习题)进行了解答,并且每章均配有相应数额的训练题,最后还提供了几套完整的模拟试题。所有习题及模拟试题均给出了解答或提示,便于读者自测提高。

关于作者

丛书编委特聘请执教多年,且有较高学术造诣的名师参与各册之编写。他们长期从事有关的教学和研究工作,积累了丰富的经验,对相应课程有较深的体会与独到的见解,本丛书凝聚了他们多年的教学经验和心血。

读者定位

本套丛书特别适合参加课程学习、考试(课程考试、考研、考级)的读者群阅读,同时可供高等院校教师作为教学参考使用。





互动交流

读者的进步，我们的心愿。如果发现书中有任何疑惑之处，或有建议或意见，请与我们交流。联系信箱：gmkeji@163.com。

特别致谢

在此，对丛书所选用的参考文献的著作者，及丛书所引用习题、试题的命题老师表示真诚的感谢。感谢为本丛书出版提供帮助的各界人士。

乘风破浪会有时，直挂云帆济沧海。愿这套书为在知识海洋中奋进的学子们助一臂之力！



丛书编委会

顾 问:	清华大学	吴文虎 教授、博士生导师
	北京大学	许卓群 教授、博士生导师
	中国人民大学	王 珊 教授、博士生导师
	东南大学	曹进德 教授、博士生导师
	北京航空航天大学	李 波 教授、博士生导师

总 策 划: 清华大学出版社第三事业部

丛书主编: 何光明

编 委: (排名不分先后)

何光明	杨 明	杨治辉	汪名杰	吴 金
常昌远	孔慧芳	汪志宏	骆 健	王海艳
黄昭强	孙多如	江 安	倪志强	朱家明
陆克斌	杨 玲	田玉敏	石雪梅	杨 萍
王新光	王晓光	江 兵	叶运骅	罗 勇



前 言

本书是根据电子技术基础(数字部分)的课程教学大纲、硕士研究生入学考试的基本要求,并在作者多年教学实践的基础上完成的。编写本书的目的是:帮助读者加深对基本概念的理解和对基本解题方法的掌握;启发逻辑思维能力;提高分析问题和解决问题的能力。

全书依次对电子技术基本知识、逻辑代数基础、集成门电路与触发器、组合逻辑电路、同步和异步时序逻辑电路、中等规模的通用集成电路、可编程逻辑器件等内容进行了讨论,各章均按知识结构图、疑难解惑、典型例题与考研题分析、重要习题精选精解、两级训练题 5 个板块进行划分和讲解。在内容选取上,特别注意选取那些重要的、典型的、有代表性的基础性题解,以及有一定深度层次的综合思考性题解。通过对典型例题的分析、求解、归纳,总结了各类问题的解题规律、方法和技巧。解题过程详尽,方法多变,有利于学生全面系统地掌握所学知识。

本书既可作为高等院校电类专业本科生、专科生以及自学人员使用,也适合于有志进一步深造的考研人员使用。

本书由常昌远、吴金主编。另外,协助本书编写工作的还有张晓捷、刘立军、张麟、庞坚、阎良海、王楠、殷勤、吴婷和刘菁等,在此一并表示感谢。

由于时间及作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

作者

2004 年 4 月

目 录

第1章 数字逻辑基础	1
1.1 本章知识结构图	1
1.2 疑难解惑	2
1.3 典型例题与考研题分析	7
1.3.1 典型例题分析	7
1.3.2 考研题分析	9
1.4 重要习题精选精解	10
1.5 两级训练题	15
1.5.1 达标训练题	15
1.5.2 考研挑战题	15
第2章 逻辑门电路	17
2.1 本章知识结构图	17
2.2 疑难解惑	18
2.3 典型例题与考研题分析	24
2.3.1 典型例题分析	24
2.3.2 考研题分析	26
2.4 重要习题精选精解	27
2.5 两级训练题	31
2.5.1 达标训练题	31
2.5.2 考研挑战题	32
第3章 组合逻辑电路的分析与设计	35
3.1 本章知识结构图	35
3.2 疑难解惑	36
3.3 典型例题与考研题分析	40
3.3.1 典型例题分析	40
3.3.2 考研题分析	45
3.4 重要习题精选精解	47
3.5 两级训练题	50
3.5.1 达标训练题	50
3.5.2 考研挑战题	51



第4章 常用组合逻辑功能器件	53
4.1 本章知识结构图.....	53
4.2 疑难解惑.....	53
4.3 典型例题与考研题分析.....	57
4.3.1 典型例题分析.....	57
4.3.2 考研题分析.....	66
4.4 重要习题精选精解.....	71
4.5 两级训练题.....	86
4.5.1 达标训练题.....	86
4.5.2 考研挑战题.....	87
第5章 触发器	88
5.1 本章知识结构图.....	88
5.2 疑难解惑.....	89
5.3 典型例题与考研题分析.....	95
5.3.1 典型例题分析.....	95
5.3.2 考研题分析.....	97
5.4 重要习题精选精解.....	100
5.5 两级训练题.....	105
5.5.1 达标训练题.....	105
5.5.2 考研挑战题.....	105
第6章 时序逻辑电路的分析和设计	107
6.1 本章知识结构图.....	107
6.2 疑难解惑.....	108
6.3 典型例题与考研题分析.....	110
6.3.1 典型例题分析.....	110
6.3.2 考研题分析.....	121
6.4 重要习题精选精解.....	131
6.5 两级训练题.....	143
6.5.1 达标训练题.....	143
6.5.2 考研挑战题.....	145
第7章 常用时序逻辑功能器件	146
7.1 本章知识结构图.....	146
7.2 疑难解惑.....	146
7.3 典型例题与考研题分析.....	150
7.3.1 典型例题分析.....	150
7.3.2 考研题分析.....	158
7.4 重要习题精选精解.....	162





7.5 两级训练题	168
7.5.1 达标训练题	168
7.5.2 考研挑战题	169
第8章 半导体存储器和可编程逻辑器件	170
8.1 本章知识结构图	170
8.2 疑难解惑	170
8.3 典型例题与考研题分析	177
8.3.1 典型例题分析	177
8.3.2 考研题分析	180
8.4 重要习题精选精解	183
8.5 两级训练题	197
8.5.1 达标训练题	197
8.5.2 考研挑战题	199
第9章 脉冲波形的产生与变换	201
9.1 本章知识结构图	201
9.2 疑难解惑	201
9.3 典型例题与考研题分析	206
9.3.1 典型例题分析	206
9.3.2 考研题分析	210
9.4 重要习题精选精解	213
9.5 两级训练题	216
9.5.1 达标训练题	216
9.5.2 考研挑战题	217
第10章 数模与模数转换器	219
10.1 本章知识结构图	219
10.2 疑难解惑	220
10.3 典型例题与考研题分析	226
10.3.1 典型例题分析	226
10.3.2 考研题分析	236
10.4 重要习题精选精解	238
10.5 两级训练题	242
10.5.1 达标训练题	242
10.5.2 考研挑战题	244
附录A 达标模拟题一及参考答案	246
附录A.1 达标模拟试题	246
附录A.2 参考答案	248
附录B 达标模拟题二及参考答案	253





附录 B.1 达标模拟题二	253
附录 B.2 参考答案	255
附录 C 考研模拟题一及参考答案	259
附录 C.1 考研模拟题	259
附录 C.2 参考答案	262
附录 D 考研模拟题二及参考答案	265
附录 D.1 考研模拟题	265
附录 D.2 参考答案	268
附录 E 各章两级训练题参考答案	271
附录 E.1 第 1 章两级训练题参考答案	271
附录 E.1.1 达标训练题答案	271
附录 E.1.2 考研挑战题答案	271
附录 E.2 第 2 章两级训练题参考答案	274
附录 E.2.1 达标训练题答案	274
附录 E.2.2 考研挑战题答案	276
附录 E.3 第 3 章两级训练题参考答案	278
附录 E.3.1 达标训练题答案	278
附录 E.3.2 考研挑战题答案	279
附录 E.4 第 4 章两级训练题参考答案	280
附录 E.4.1 达标训练题答案	280
附录 E.4.2 考研挑战题答案	280
附录 E.5 第 5 章两级训练题参考答案	282
附录 E.5.1 达标训练题答案	282
附录 E.5.2 考研挑战题答案	282
附录 E.6 第 6 章两级训练题参考答案	283
附录 E.6.1 达标训练题答案	283
附录 E.6.2 考研挑战题答案	285
附录 E.7 第 7 章两级训练题参考答案	285
附录 E.7.1 达标训练题答案	285
附录 E.7.2 考研挑战题答案	288
附录 E.8 第 8 章两级训练题参考答案	289
附录 E.8.1 达标训练题答案	289
附录 E.8.2 考研挑战题答案	290
附录 E.9 第 9 章两级训练题参考答案	292
附录 E.9.1 达标训练题答案	292
附录 E.9.2 考研挑战题答案	293
附录 E.10 第 10 章两级训练题参考答案	296





附录 E.10.1 达标训练题答案	296
附录 E.10.2 考研挑战题答案	297
附录 F 常用逻辑符号对照表	298
参考文献	300



第 1 章 数字逻辑基础

1.1 本章知识结构图

本章介绍的是数字逻辑的基础知识,包括数字信号、数字电路及其特点、数制与码制、基本逻辑运算等内容。通过本章的学习,要让学生正确理解一些常用术语或定义,如二值数字逻辑、逻辑电平、脉冲波形和数字波形等;掌握二进制、十六进制、十进制等不同数制之间的关系及相互转换规律;掌握数字系统中常用的几种 BCD 码(8421 码、2421 码和余 3 码)及可靠性编码,如格雷码等;初步建立逻辑变量与逻辑函数,以及与、或、非 3 种基本逻辑运算的概念,掌握逻辑问题的描述方法,为后续各章的学习打下基础。本章主要内容如图 1.1 和图 1.2 所示。

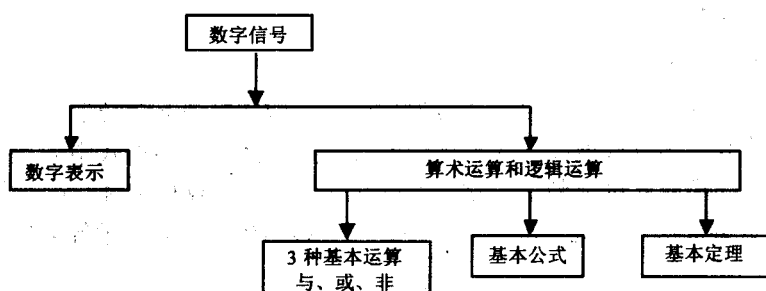


图 1.1

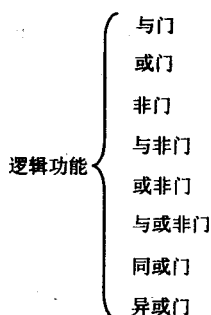


图 1.2



1.2 疑难解惑

问题 1.2.1 数字电路有哪些特点?

【指点迷津】

(1) 用 0 和 1 两个基本数字符号表示数字信号的两个离散状态, 反映在电路上通常是高电平和低电平。

(2) 二极管和三极管一般工作在开关状态。

(3) 研究的主要问题是电路输入状态和输出状态的关系, 即逻辑关系。

(4) 主要方法是逻辑分析和设计, 主要数学工具是逻辑代数。

因此, 数字电路的优点是抗干扰能力强、电路工作的可靠性高、电路结构可以得到简化。

问题 1.2.2 如何将任意一种进位制中的数转换成另一种进位制中的数?

【指点迷津】

常用的方法如下:

(1) 多项式替代法。若要把 a 进位制中的某一数转换成 b 进位制中的数, 则首先应把 a 进位制中的数按其位权值展开成多项式形式, 然后把这一多项式中的基本数符、进位基数及指数幂全部换成 b 进位制中的数, 再按 b 进位制的运算规则进行运算即可得出。

(2) 基数乘法。即把待转换数的整数部分和小数部分分别进行处理, 然后合并得出转换结果。

整数部分: 基数除法, 即, 被转换的数 $\div$ 新的进位基数 = 商₁(整数) + 余数₁(包括 0);

商₁ $\div$ 新的进位基数 = 商₂(整数) + 余数₂(包括 0), 直至商为 0, 然后把所有余数按先后次序从低位到高位排列即为整数部分转换的结果。

小数部分: 基数乘法, 即, 被转换的数 $\times$ 新的进位基数 = 整数₁(包括 0) + 小数₁。

小数 $\times$ 新的进位基数 = 整数₂(包括 0) + 小数₂, 直至小数点后的位数满足精度要求。

问题 1.2.3 什么叫数码? 常用的数码有哪些?

【指点迷津】

任何数在不同的进位制中, 均以一串数字的形式表示, 通常称为数码。不同的数码不仅可以表示出数值的大小, 也可以对其赋予特定的含义, 用以表示不同的事物及状态, 此时这些数码已失去了数值的概念而成为一种代码。在数字电路中, 代码往往采用一定位数的二进制数表示, 它是按照一定的规则编制而成的, 并依其不同的应用要求及传输方式而异, 常用的一位十进制数的二进制数编码, 即 BCD 码有 8421 码、5421 码、余三码和格雷码等。





问题 1.2.4 逻辑函数有哪些表示方法？

【指点迷津】

一个逻辑函数可以有 5 种不同的表示方法：逻辑函数式、逻辑真值表、逻辑图、波形图和卡诺图。

(1) 逻辑函数式是用与、或、非 3 种基本运算组合而成的数学表达式表示逻辑函数的方法。它书写方便，形式简洁，便于推演变换和用逻辑符号表示。

(2) 逻辑真值表是将输入、输出之间的逻辑关系用数字符号并列成表格的形式。它直观明了地反映变量取值和函数值的关系，一个确定的逻辑函数只有一个真值表。

(3) 逻辑图是用逻辑符号表示对应的逻辑关系的方法。逻辑符号与器件有明显的对应关系，便于制成实际电路图。

(4) 波形图是用变量随时间变化的波形反映输入与输出之间的对应关系的方法。它反映了逻辑变量之间随时间变化的规律，与实际电路的电压波形相对应，常用于电路的分析检测和设计测试。它们还可以根据实际需要相互转换。

(5) n 个变量的卡诺图是一种由 2^n 个方格构成的图形，每一个方格表示逻辑函数的一个最小项，所有的最小项巧妙地排列成一种能清楚地反映它们相邻关系的方格阵列。因为任意一个逻辑函数都可表示成“最小项之和”的形式，所以一个函数可用图形中若干方格构成的区域来表示。卡诺图上处在相邻、相对、相重位置的小方格所代表的最小项为相邻最小项。

问题 1.2.5 逻辑函数有哪些基本的公式与定律？

【指点迷津】

逻辑代数的基本定理主要有：

(1) 代入定理

在任何一个包含变量 A 的逻辑等式中，若以另外一个逻辑式代入式中所有 A 的位置，则等式仍然成立。

例

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

摩根定理也适用于多变量的情况。

(2) 反演定理

对任意一个逻辑式 Y ，若将其中所有的“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”，“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”，0 换成 1，1 换成 0，原变量换成反变量，反变量换成原变量，则得到的结果就是 Y 的反函数 Y' 。

注意：① 仍需遵守“先括号、然后乘、最后加”的运算优先次序；

② 不属于单个变量上的反号应保留不变。

例 已知 $Y = A(B + C) + CD$ ，求 $\bar{Y}$ 。



**【解答】**

根据反演定理可写出

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

(3) 对偶定理

若两逻辑式相等, 则它们的对偶式也相等, 这就是对偶定理。

所谓对偶式是这样定义的: 对于任何一个逻辑式 Y , 若将其中的 “ $\cdot$ ” 换成 “ $+$ ”, “ $+$ ” 换成 “ $\cdot$ ”, 0 换成 1, 1 换成 0, 则得到一个新的逻辑式 Y' , Y' 就叫做 Y 的对偶式。

例 试用对偶定理证明式: $A + BC = (A + B)(A + C)$

【解答】

根据乘法分配律, 有 $A(B + C) = AB + AC$, 根据对偶定理可知原题等式成立。

问题 1.2.6 什么是最简逻辑式? 常用的最简式有几种?

【指点迷津】

同一个逻辑函数一般有多种形式的最简式, 如 “与或” 式, “与非” 式, “或与” 式, “或非-或非” 式和 “与或非” 式等。逻辑代数定律如表 1.1 所示。

表 1.1 逻辑代数定律

序号	名称	基本公式	对偶式
1	交换律	$A+B=B+A$	$AB=BA$
2	结合律	$A+(B+C)=(A+B)+C$	$A(BC)=(AB)C$
3	分配律	$A(B+C)=AB+AC$	$A+BC=(A+B)(A+C)$
4	0-1律	$1 \cdot A=A$ $0 \cdot A=0$	$1+A=1$ $0+A=A$
5	互补律	$A+\bar{A}=1$	$A \cdot \bar{A}=0$
6	重叠律	$A+A=A$	$A \cdot A=A$
7	对合律	$A=\bar{\bar{A}}$	
8	吸收律	$A+AB=A$ $A+\bar{A}B=\bar{A}+B$	$A(A+B)=A$ $A(\bar{A}+B)=AB$
9	德-摩根定律	$\overline{AB}=\bar{A}+\bar{B}$	$\bar{A}+\bar{B}=\overline{AB}$
10	包含律	$AB+AC+BC=AB+AC$	$(A+B)(A+C)(B+C)=(A+B)(A+C)$

例 逻辑函数 $Y = \overline{AB} + BC$

【解答】

题目给出的是最简 “与或” 表达式, 该函数其他形式的最简式有

“与非-与非” 式为 $Y = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{BC}}$

“与或非” 式为 $Y = \overline{\overline{AB} + \overline{BC}}$

“或与” 式为 $Y = (A+B)(\bar{B}+C)$

“或非-或非” 式为 $Y = \overline{\overline{A+B} + \overline{\bar{B}+C}}$

无论哪种最简式, 画成逻辑图后应包含的单元门数都最少, 每个门的输入端数也尽可能

