

配苏教版普通高中课程标准实验教科书

高中数学教学

参考书

凤凰出版传媒集团



江苏教育出版社

JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

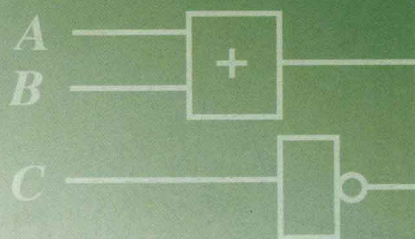
经全国中小学教材审定委员会2005年初审通过

数学

普通高中课程标准实验教科书

选修 4-10

开关电路与 布尔代数



配苏教版普通高中课程标准实验教科书

高中数学教学参考书

开关电路与布尔代数(选修 4-10)

凤凰出版传媒集团

● 江苏教育出版社

配苏教版普通高中课程标准实验教科书

书 名 高中数学教学参考书
开关电路与布尔代数(选修4-10)

责任编辑 蔡 立

出版发行 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社(南京市马家街31号 210009)

网 址 <http://www.1088.com.cn>

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 人民日报社南京印务中心

厂 址 南京市汉口路2号(邮编 210008)

电 话 025-83302635

开 本 787×1092 毫米 1/16

印 张 1.75

版 次 2004年12月第1版
2006年6月第2次印刷

书 号 ISBN 7-5343-6359-4/G·6054

定 价 2.00 元

批发电话 025-83260760, 83260768

邮购电话 025-85400774, 8008289797

短信咨询 10602585420909

E-mail jsep@vip.163.com

盗版举报 025-83204538

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖

主 编 单 尊

副 主 编 李善良 陈永高 王巧林

本册编写人员 陶兆龙 许道云

说 明

江苏教育出版社出版的《普通高中课程标准实验教科书·数学》是根据2003年教育部制订的《普通高中数学课程标准(实验)》编写的.该套教科书充分体现数学课程标准的基本理念,使学生通过高中阶段的数学学习,能获得适应现代生活和未来发展所必需的数学素养,满足他们个人发展与社会进步的需要.

教科书力图使学生在丰富的、现实的、与他们经验紧密联系的背景中感受数学、建立数学、运用数学,做到“入口浅,寓意深”.通过创设恰当的问题情境,促进学生进行观察、操作、探究和运用等活动感悟并获得数学知识与思想方法.在知识的发生、发展与运用过程中,培养学生的思维能力、创新意识、应用意识.

教科书充分考虑学生的不同需求,为所有学生的发展提供帮助,为学生的不同发展提供较大的选择空间.教科书面向所有学生,使每一个学生都获得必备的数学素养,都能获得最佳发展.整个教科书设计为:一个核心(基本教学要求),多个层次,多种选择.以基本教学要求为核心,通过这个载体,学生可以获得全方位的发展.学生学好核心内容后,根据需要,有多种选择.

本套教科书的体例安排主要有以下特点.

1. 根据《标准》的要求,按知识发展顺序把整套教材分成几条主线,组合成一个有机整体,每个模块有自己整体贯通的主线,每章有核心的概念或原理,各章相互联系.

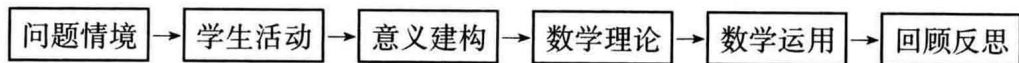
2. 每章内容由章头图、引言、正文、本章回顾、复习题、探究案例、实习作业等构成.引言包括:

① 本章的主背景.以入口较浅的、学生能理解的生活实例或其他实例,引发学生思考.这个背景又是本章核心内容的原型,在一章中将多次按不同层次或方向出现,统领全章.

② 引领本章内容的问题.这是本章的生长点,是本章核心内容或研究方法的出发点,它将激发学生探索新知识的欲望.

3. 节包括内容组织、活动开展、拓展栏目、习题、阅读等内容.节为教学的基本单元,每节有自己的小系统.每节开头在章的背景下,给出分支背景,围绕章的问题,提出相应问题.这些问题就是本节的起点、核心内容的出发点.

4. 内容组织主要形式为:



问题情境包括实例、情景、问题、叙述等. 编写意图是提出问题.

学生活动包括观察、操作、归纳、猜想、验证、推理、建立模型、提出方法等个体活动, 也包括讨论、合作、交流、互动等小组活动. 编写意图是体验数学.

意义建构包括经历过程、感受意义、形成表象、自我表征等. 编写意图是感知数学.

数学理论包括概念定义、定理叙述、模型描述、算法程序等. 编写意图是建立数学.

数学运用包括辨别、解释、解决简单问题、解决复杂问题等. 编写意图是运用数学.

回顾反思包括回顾、总结、联系、整合、拓广、创新、凝缩(由过程到对象)等. 编写意图是理解数学.

5. 拓展栏目有思考、实验、探究、阅读、链接等, 穿插在各个环节中.

6. 习题、复习题分为紧密联系的三个层次——感受·理解、思考·运用、探究·拓展, 教师可根据教学需要选择.

本套教师教学参考用书与《普通高中课程标准实验教科书·数学》配套, 供教师教学使用. 每册书按章编排, 每章包括本章教育目标、本章设计意图、本章教学建议、本章内容分析、本章教学案例、本章参考答案等内容.

《普通高中课程标准实验教科书·数学》编写组

2004 年 12 月

目 录

一、本专题教育目标	1
二、本专题设计意图	1
三、本专题教学建议	2
四、各节教学建议	3
五、本专题参考答案	5

开关电路与布尔代数(选修 4-10)

一、本专题教育目标

1. 通过开关电路知道电路和电路的两种状态以及它们的数学表示. 知道什么是两个电路的串联和并联, 什么是逆反电路, 以及它们的状态是怎样确定的.
2. 通过对开关电路的分析, 认识新电路的状态是由原电路的状态通过运算形成的. 掌握状态和状态的运算两个概念.
3. 通过状态和状态的运算, 抽象出布尔代数、电路函数和电路多项式的概念. 感悟将实际问题抽象、概括为数学问题的过程和用数学理论解决实际问题的思想方法.
4. 理解任意电路都可以用一个电路函数来表示, 而电路函数又都可以用一个电路多项式实现.
5. 通过命题演算的学习, 了解什么是命题和命题的取值. 认识什么是两个命题的“或命题”和“且命题”, 什么是一个命题的“非命题”(否定命题), 这些新命题的取值是怎样确定的.
6. 比较开关电路和命题演算的关系, 并能尝试用简单的例子说明. 比较布尔代数与有理数系中的运算, 考虑它们之间的共同点、不同点和相似之处.
7. 完成一个学习总结报告. 报告应包括三方面内容: (1) 知识的总结. 对本专题的整体思路、结构和内容的理解, 对其中蕴含的数学思想方法的认识. (2) 拓展. 通过查阅资料、调查和研究、访问求教、独立思考, 对某些内容、某些结果和应用进行拓展和深入. (3) 对本专题的感受、体会、看法.

二、本专题设计意图

本专题主要包括布尔代数基础和以布尔代数为数学工具建立开关电路的数学模型. 全书内容围绕对于一个给定的开关电路的设计问题, 如何应用布尔代数建立起数学模型, 画出相应的逻辑电路图, 最后进行开关电路的设计展开.

本专题完整地给出了数学应用的一个典型范例, 从学生非常熟悉的一个生活

实例,即在教室内三个不同地方安装的电路开关可以独立地控制教室内的电灯,为背景,从开关电路的设计提出一个具体的问题,将电路设计数学化为电路代数和电路多项式,再数学地研究电路和电路多项式,完全解决最初提出的问题.本专题的学习可使学生深切地感受到数学理论的应用价值,看到数学实用性的一面,同时还可体验数学化的抽象过程.

本专题首先设置的问题情境既简单又十分贴近学生的生活实际,这样既可激发学生的学习兴趣,又符合学生从简单到复杂的认知规律.本专题内容的呈现始终坚持从简到繁、从具体到抽象的方式.如:由三个开关控制电灯的数学模型到 n 个开关控制电灯的数学模型,从三个变元的极小项到 n 个变元的极小项等.这样做对培养学生的抽象、概括能力也有很大的促进作用.

本专题对很多问题都给出了具体的解决步骤,即操作程序.这是突破教学难点的一个策略,可大幅度降低学习难度,同时也可使学生得到程序化思想,即算法思想,的熏陶.

“对应”是本专题的又一线索,电路的状态与数字 0, 1 的对应、布尔函数与逻辑电路图的对应、逻辑电路图与开关电路图的对应、布尔函数的化简与开关电路图简化的对应等.对应思想是理解相关概念与方法的钥匙,同时,对应也是解决问题的常用思想方法.学生在用“对应”理解知识的同时,应该感悟对应思想的价值,从而更好地理解对应思想.

本专题设置了“思考”、“探究”等栏目,旨在培养学生独立思考的习惯和自主探究的能力,并进一步激发学生学习本专题的兴趣.

三、本专题教学建议

1. 本专题的教学要按照从简到繁、从具体到抽象的原则进行,还要注意突出对应思想,以帮助学生理解较为抽象的布尔代数的相关概念.要向学生指明一个布尔函数对应一个逻辑电路图,逻辑电路图直观地表示门电路之间的连接关系.按照逻辑电路图中门电路之间的连接方式,即可得到开关电路图.

2. 逻辑非、逻辑与、逻辑或是三种最基本的逻辑关系,通过它们可以表示所有的逻辑关系.弄清这三种基本的逻辑关系有助于学生对布尔函数等其他概念的理解.教学中可联系日常生活中的非、与、或进行比较,分清其异同.应引导学生参照真值表对其进行理解.

3. 从真值表计算标准或与式是计算布尔函数值的一般方法,教学中应注意突出.

4. 在每一节开始及结束时可向学生介绍或总结该节的主要内容、主要结构,以帮助学生更好地理解教学内容。

5. 本专题最后的“开关电路设计实例”提供了开关电路设计的一般方法和步骤,建议让学生选择一些简单实例,尝试整个设计的过程。

四、各节教学建议

10.1 简单开关电路的数学模型

教育目标

1. 知道什么是两个电路的串联和并联。
2. 掌握电路的两种状态及其数学表示(0/1)。
3. 理解串联电路及并联电路的状态是怎样确定的。
4. 学会用表格建立三个及多个开关控制电灯的电路的数学模型。

编写意图与教学建议

1. 本节开头的实例与学生的校园生活密切相关,这一问题无法用三个开关简单的串联或并联来表示. 由此提出问题、引入数学概念,可激发学生浓厚的学习兴趣,同时,也反映解决实际问题的需要是数学发展的动力. 还体现了数学的应用价值。

2. “0/1”只是一种表示形式,其本质是代表两种不同的变化状态。

3. 符号化表示是数学抽象的开始. 从表 10-1-1 到表 10-1-2,即将文字语言转换为符号语言,这便是一种数学抽象。

4. 注意提醒学生几个表格与相应电路图的对应关系。

10.2 开关电路的基本元件

教育目标

1. 掌握最基本的逻辑关系: 逻辑与、逻辑或、逻辑非及其真值表。
2. 理解门电路的意义,掌握与门电路、或门电路及非门电路。
3. 理解门电路与基本逻辑关系的对应关系。

编写意图与教学建议

1. 本节的内容虽然简单,但却是连接开关电路与布尔代数的一个纽带. 正是由于实现逻辑关系的电路元件的存在,才使得应用布尔代数设计开关电路成为可能. 要让学生认识到这种对应的价值。

2. 与门电路是实现逻辑与关系的固定的电路元件,或门电路是实现逻辑或关系的固定的电路元件,非门电路是实现逻辑非关系的固定的电路元件. 因此,三种基本的逻辑关系的真值表即可作为三种门电路的输入端与输出端的信号转换对照表.

10.3 布尔代数

教育目标

1. 了解二进制数的意义及其与十进制数的互化方法.
2. 理解三种基本逻辑运算的定义及其运算律.
3. 知道什么是或与式,什么是极小项,什么是标准或与式.
4. 掌握将布尔函数用标准或与式表示的方法与步骤.

编写意图与教学建议

1. 引进基本逻辑运算的意义在于: 将基本逻辑关系转化为三种布尔代数运算,从而可以用代数运算的方法去研究逻辑关系.

2. 由于将门电路、逻辑关系、代数运算建立起对应关系,因此,在对开关电路作逻辑分析后,利用代数手段建立开关电路的数学模型,即布尔函数,通过对布尔函数的化简即实现开关电路的化简.

3. 逻辑运算的运算律中,吸收律 $A + (A \cdot B) = A$, $A \cdot (A + B) = A$ 及分配律 $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$ 与一般的代数运算相差很大,应引导学生在理解的基础上加以记忆. 其推证方法除了利用真值表外,还可利用运算律:

$$A + A \cdot B = A \cdot 1 + A \cdot B = A \cdot (1 + B) = A,$$

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

$$= AA + AB + AC + BC$$

$$= (A + AB) + AC + BC$$

$$= A + AC + BC$$

$$= A + BC.$$

4. 任一含有逻辑加、逻辑乘、逻辑非三种运算的布尔函数都可利用运算律化为或与式,任一或与式都可以化为标准或与式,因此,任一布尔函数都可化为标准或与式. 另一方面,由两个布尔函数相等的条件,即“在变量的每一组取值下两个函数的取值都相同”,和极小项的取值特征,也可知道任一布尔函数都可用若干

个极小项表示,从而可化为标准或与式.

5. 将布尔函数化为标准或与式的途径有两种:一是利用 $A = A(B + \bar{B})$ (见教材第 31 页例 2),二是利用真值表找极小项(见教材 32~33 页).此外,由真值表可直接写出布尔函数的标准或与式(见教材第 34 页例 3).

6. 对于等效的开关电路,所用的门电路和电路开关越少,电路设计就越简单.而化简布尔函数就是化简开关电路.因此,布尔函数的化简在开关电路的设计中就显得非常重要.用公式法化简布尔函数要注意几个公式的正用与逆用.

10.4 逻辑电路图与开关电路图

教育目标

1. 知道 4 个门电路是最简单的逻辑电路图,与之对应的有 4 个基本的开关电路图.
2. 会根据布尔函数画出相应的逻辑电路图与开关电路图.
3. 初步掌握开关电路设计的一般步骤,并能进行简单实际问题的开关电路设计.

编写意图与教学建议

1. 从解决实际问题的过程看,是通过相应变量的真值表来建立布尔函数的.布尔函数建立后,先化简,再画出相应的逻辑电路图与开关电路图.由此,可看出前面讨论标准或与式、极小项等概念的意义与必要性.

2. 要让学生仿照例题动手解决一些简单实际问题,使其亲身体验建立数学模型解决问题的过程,感受数学理论的应用价值,增强学习数学的兴趣.

五、本专题参考答案

习题 10.1

1.	K_1	K_2	K_3	K_4	D	说 明
	0	0	0	0	0	初始状态,四个开关都断开,灯熄
	1	0	0	0	1	四个开关中恰有一个合上,灯亮
	0	1	0	0	1	
	0	0	1	0	1	
	0	0	0	1	1	

续表

K_1	K_2	K_3	K_4	D	说 明
1	1	0	0	0	四个开关中恰有两个合上,灯熄
1	0	1	0	0	
1	0	0	1	0	
0	1	1	0	0	
0	1	0	1	0	
0	0	1	1	0	
1	1	1	0	1	四个开关中恰有三个合上,灯亮
1	1	0	1	1	
1	0	1	1	1	
0	1	1	1	1	
1	1	1	1	0	四个开关都合上,灯熄

2.

K_1	K_2	K_3	D_1	D_2	D_3
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1

3.

K_1	K_2	K_3	D_1	D_2	D_3
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0

续 表

K_1	K_2	K_3	D_1	D_2	D_3
0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1

习题 10.2

1. (1) 用 A 表示：我乘火车从上海到北京；用 B 表示：我乘飞机从上海到北京. 则“我乘火车或乘飞机从上海到北京”的逻辑表达式为 $A+B$.

(2) 用 A 表示“张华现在是大学生”，“张华现在不是大学生”的逻辑表达式为 $\bar{A}$.

(3) $A \cdot B$. 其中： A 表示“我是一名中学生”， B 表示“我是一名共青团员”.

2. (1) $A \cdot B$; (2) $A \cdot \bar{B}$; (3) $A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$; (4) $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$; (5) $A+B$;

(6) $\bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$; (7) $A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$.

习题 10.3

1. 1 000 011.

2. 37.

3. (1)

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

由上表可知: $A(B+C) = AB + AC$.

(2)

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

由上表可知: $A + BC = (A + B)(A + C)$.

4.

A	B	$A \odot B$	$\overline{A \oplus B}$	$\overline{A} \overline{B} + AB$
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	1	1	1	1
0	0	1	1	1

由上表可知: $A \odot B = \overline{A \oplus B} = \overline{A} \overline{B} + AB$.

5.

A	B	$A \uparrow B$	$\overline{AB}$
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	0	0
0	0	1	1

由上表可知: $A \uparrow B = \overline{AB}$.

开关电路与布尔代数

6.

A	B	$A \downarrow B$	$\overline{A+B}$
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	1

由上表可知: $A \downarrow B = \overline{A+B}$.

7. (1) $A \downarrow A = \overline{A+A} = \overline{A}$;

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

(3) 由(1)得: $A \downarrow A = \overline{A}$.

$(A \downarrow A) \downarrow (B \downarrow B) = \overline{A} \downarrow \overline{B} = \overline{\overline{A} + \overline{B}} = \overline{\overline{A} \overline{B}} = AB$.

8. (1) $A \uparrow A = \overline{AA} = \overline{A}$;

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

(3) $(A \uparrow B) \uparrow (A \uparrow B) = \overline{AB} \uparrow \overline{AB} = \overline{\overline{AB} \overline{AB}} = \overline{\overline{AB}} = AB$.

9. 略.

10. 提示: 可用真值表证, 也可先证(3), 再利用运算律进行论证. 如:

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

同理可证 $A \oplus (B \oplus C) = \overline{AB} \overline{C} + A\overline{B} \overline{C} + ABC + \overline{A} \overline{B} C$,

$\therefore (A \oplus B) \oplus C = A \oplus (B \oplus C)$.

习题 10.4

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

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

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

$$(4) (\overline{A} + B)(A + \overline{B}) = A\overline{A} + \overline{A}B + AB + B\overline{B} = AB + \overline{A}B;$$

$$(5) (\overline{AB})(A + \overline{B} + C) = \overline{A}AB + \overline{A}B\overline{B} + \overline{A}BC = \overline{A}BC.$$

$$\begin{aligned} 2. (1) AB + C &= AB(C + \overline{C}) + C(A + \overline{A}) = ABC + AB\overline{C} + CA + C\overline{A} = ABC \\ &+ AB\overline{C} + (CA + C\overline{A})(B + \overline{B}) = ABC + AB\overline{C} + ABC + A\overline{B}C + \overline{A}BC + \overline{A}\overline{B}C = \\ &AB\overline{C} + ABC + A\overline{B}C + \overline{A}BC + \overline{A}\overline{B}C; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) A\overline{B} + CD &= A\overline{B}(C + \overline{C})(D + \overline{D}) + CD(A + \overline{A})(B + \overline{B}) = A\overline{B}(CD + \\ &C\overline{D} + \overline{C}D + \overline{C}\overline{D}) + CD(AB + A\overline{B} + \overline{A}B + \overline{A}\overline{B}) = A\overline{B}CD + A\overline{B}C\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D \\ &+ A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + ABCD + \overline{A}BCD + \overline{A}\overline{B}CD; \end{aligned}$$

$$(3) A\overline{B}C + BCA.$$

3. (1) 函数中含有三个变量: A, B, C .

(2) 真值表中函数值取 1 的部分如下表所示:

A	B	C	Z
0	0	1	1
0	1	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

(3) 001 译成极小项 $\overline{A}\overline{B}C$, 011 译成极小项 $\overline{A}BC$, 110 译成极小项 $AB\overline{C}$, 111 译成极小项 ABC .

(4) 所求的标准或与式为 $\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}BC + AB\overline{C} + ABC$.

4. 十进制数 2, 3, 5, 6 分别对应到长度为 3 的二进制数 010, 011, 101, 110, 它们分别被译为极小项 $\overline{A}B\overline{C}$, $\overline{A}BC$, $A\overline{B}C$, $AB\overline{C}$, 所以

$$\sum_{2, 3, 5, 6} = \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C}.$$