

21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

牛俊英 宋玉宏 主 编
李炳潮 陈瑾彬 副主编

智能家电控制技术

清华大学出版社



21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

智能家电控制技术

牛俊英 宋玉宏 主 编
李炳潮 陈瑾彬 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以高职高专院校单片机控制系统开发课程的教学要求为依据,面向家电控制器设计及开发的相关岗位,针对其所培养的能力完成教学内容的编写。教材围绕两款家电产品的电控器开展,第2章至第7章为电饭锅产品,主要学习对于不同工作对象、不同控制功能的程序开发;第8~13章为空调产品,学习电控器不同功能模块(按键、显示、蜂鸣器控制、读传感器、外设驱动控制)的程序开发。教材选用C语言作为开发语言,简单易懂。

本书面向电控器设计的初、中级用户,可作为高职高专院校电子信息工程技术专业教材,同时可以作为企业家电控制器软件开发岗位的培训材料,也可作为成人高校、广播电视大学、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校相关专业的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

智能家电控制技术/牛俊英,宋玉宏主编. —北京:清华大学出版社,2009.9

21世纪高职高专规划教材·电气、自动化、应用电子技术系列

ISBN 978-7-302-20573-9

I. 智… II. ①牛… ②宋… III. 日用电气器具—电气控制—高等学校:技术学校—教材 IV. TM925

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第113789号

责任编辑:朱怀永

责任校对:刘 静

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:15

字 数:346千字

版 次:2009年9月第1版

印 次:2009年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:23.00元

本书如存在文字不清、漏印、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:010-62770177 转 3103 产品编号:031132-01

参考文献

- 1 余永权. 模糊控制技术与模糊家用电器. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000
- 2 Motorola. MC68HC08JL3/H Rev 4 Technical Data, 2000
- 3 无线电杂志社. 无线电元器件精汇. 北京: 人民邮电出版社, 2005
- 4 熊慧, 尤一鸣. MC68 单片机入门与实践. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006
- 5 刘慧银. Motorola 微控制器 MC68HC08 原理及其嵌入式应用. 北京: 清华大学出版社, 2001
- 6 韩广兴. 快修巧修新型电饭煲·电磁炉·微波炉. 北京: 电子工业出版社, 2008
- 7 赖麒文. 8051 单片机 C 语言软件设计的艺术. 北京: 科学出版社, 2002
- 8 孙余凯. 新型微电脑控制空调器实用单元电路原理与维修图说/电路原理与维修图说系列. 北京: 电子工业出版社, 2005
- 9 肖凤明. 空调器单片机控制电路解析. 北京: 电子工业出版社, 2006
- 10 郑兆志. 家用空调器原理及其安装维修技术. 北京: 人民邮电出版社, 2003
- 11 韩雪涛, 吴瑛. 空调器常见故障实修演练. 北京: 人民邮电出版社, 2007
- 12 刘建辉, 冀常鹏. 单片机智能控制技术. 北京: 国防工业出版社, 2007
- 13 张俊. 匠人物记——一个单片机工作者的实践与思考. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008
- 14 朱永金, 成友才. 单片机应用技术(C语言). 北京: 中国劳动和社会保障出版社, 2007
- 15 吴戈, 李玉峰. 案例学单片机 C 语言开发. 北京: 人民邮电出版社, 2008
- 16 STMicroelectronics. HCF4094B 8 STAGE SHIFT AND STORE BUS REGISTER WITH 3 STATE OUTPUTS, 2004
- 17 HOLTEK. HT1621 RAM Mapping 32 × 4 LCD Controller for I/O μ C, 2001

前言

智能家电控制技术

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神,坚持高职教育职业性的特色,编者与企业、行业一线专家,共同编写了该教材。

在教材编写过程中,贯彻了以下编写原则:

1. 体现职业性的要求。通过对多家家电企业的调研分析,在产品设计开发工作领域中,得到了与家电控制器开发相关的工作任务、职业能力,依据家电控制器开发与设计岗位的职业要求,根据工程师在实际工作中对单片机应用的要求,设计学习性的常见处理任务,以家电控制器开发任务中单片机的使用为中心,精选教材内容。

2. 体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路。内容组织上,首先介绍一些相关的基础知识,基础知识的论述以“管用、够用、适用”为原则,然后给出相关实训任务指导,选取的实训任务是对企业进行广泛调查而来的实际典型任务,也是经验的归纳与总结,具有很强的实用价值,注重学生的技能训练,较好地处理了理论教学与技能训练的关系。

3. 遵从学生的认知规律。按照教学规律和学生的认知规律,教材以典型家电产品为载体,让学生从实物产品学功能,从功能表现学控制,从实施控制学芯片,从芯片程序学开发。

4. 突出教材的先进性。较多地引入了新技术、新方法的介绍,部分内容由企业工程师编写完成,以便于介绍在企业采取的最新方法,缩短学校教育与企业需要的距离,满足学生就业的要求。

本书由牛俊英负责编制提纲和统稿工作,并编写第8~11章,林治华编写第2章,蔡泽凡编写第5、6章,郭荃弟编写第7章,宋玉宏编写第1、3、12章。参加编写工作的还有两位来自企业的兼职教师:李炳潮工程师为第4章提供初稿,并对第2、3、5、6、7章提出修改意见,陈瑾彬工程师为第13章提供初稿,并对第8~12章提出修改意见。

教学参考学时为120学时,第1章建议学时为30学时,第2章建议分配2学时,其余各章建议各分配8学时。若学生已具备C语言基础,可跳过第1章学习后面的章节。建议完成了“电工技术”、“电子技术”、“单片机技术基础”等课程,进入该课程的学习。教学过程中建议采取理论实践一体化教学方法,任课老师及学生通过电饭锅和空调电控制器

完成相关实训任务,学生在自己实训的基础上对抽象的理论进行理解。本书配套的其他教学资源可在 <http://218.13.33.148/jpk2008znjd/> 网站上获得。

由于编者水平有限,加之时间仓促,本书难免会有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 单片机 C 语言基础知识	1
1.1 C 语言语法基础	1
1.2 数据类型与常量、变量	3
1.3 运算符与表达式	6
1.4 程序设计结构	10
1.5 数组	16
1.6 结构类型定义	18
1.7 函数	19
1.8 指针	24
思考与练习	27
第 2 章 认识电饭锅	30
2.1 机械式电饭锅	30
2.2 微电脑控制式电饭锅	33
2.3 微电脑控制式电饭锅的功能说明	40
2.4 实训任务：拆卸与重装电饭锅	41
思考与练习	42
第 3 章 使用热敏电阻测温	44
3.1 温度传感器	44
3.2 芯片的 ADC 功能	49
3.3 热敏线电路分析	51
3.4 温度读取程序设计	52
3.5 实训任务：热敏线故障排除	55
思考与练习	56
第 4 章 用智能电饭锅煮饭	59
4.1 煮饭工艺过程	59

4.2	电饭锅模糊控制机理·····	61
4.3	智能煮饭程序设计·····	63
4.4	煮饭功能测试·····	65
4.5	控制程序设计·····	72
4.6	实训任务：模仿机械式电饭锅煮饭·····	82
4.7	实训任务：用智能电饭锅烧饭，记录温度-时间曲线·····	84
	思考与练习·····	85
第5章	用电饭锅煮粥·····	86
5.1	煮粥过程控制·····	86
5.2	煮粥功能测试·····	88
5.3	烹饪控制函数 void Cook_Ctrl (void)·····	89
5.4	实训任务：煮粥程序的完善以及调试·····	89
	思考与练习·····	91
第6章	用电饭锅实现其他烹饪功能·····	92
6.1	煲汤烹饪功能·····	92
6.2	快煮烹饪功能·····	94
6.3	蛋糕烹饪功能·····	95
6.4	煲仔饭烹饪功能·····	96
6.5	蒸煮烹饪功能·····	98
6.6	泡饭烹饪功能·····	99
6.7	实训任务：完成蒸煮功能·····	100
6.8	实训任务：完成蛋糕功能·····	101
	思考与练习·····	101
第7章	电饭锅烹饪过程程序优化·····	103
7.1	烹饪功能控制程序设计·····	103
7.2	烹饪程序优化·····	104
7.3	优化程序及流程图·····	114
7.4	实训任务：优化烹饪程序·····	116
	思考与练习·····	117
第8章	空调电控板功能·····	118
8.1	空调概述·····	118
8.2	空调工作原理·····	122
8.3	窗机结构·····	125
8.4	空调控制器·····	126

8.5 空调总体控制程序	129
8.6 实训任务：操作空调控制板	131
思考与练习	136
第9章 更换热敏线型号及改变端口	137
9.1 热敏线在空调产品中的作用	137
9.2 温度读取及故障分析	138
9.3 实训任务：更换热敏线型号及其端口，完成控制程序	145
思考与练习	147
第10章 修改空调控制板显示内容	148
10.1 控制器显示概述	148
10.2 空调控制器显示电路设计	153
10.3 空调控制器显示程序设计	158
10.4 实训任务：修改显示内容，显示空调设定温度	166
思考与练习	167
第11章 修改按键功能	168
11.1 控制器按键设计	168
11.2 窗机控制板按键	174
11.3 读键程序	174
11.4 按键处理	177
11.5 实训任务：更换自动、制冷键位置	183
11.6 实训任务：添加按键童锁功能	183
思考与练习	184
第12章 蜂鸣器应用	185
12.1 蜂鸣器	185
12.2 蜂鸣器控制程序	187
12.3 实训任务：添加热敏线故障报警功能	191
12.4 实训任务：更换控制板蜂鸣器	192
思考与练习	193
第13章 空调控制器的外设	194
13.1 空调外设	194
13.2 外设驱动	196
13.3 实训任务：测试空调器外设功能	203

附录 A 电饭锅控制板电路图	205
附录 B 空调控制板电路图	206
附录 C 空调控制程序其他相关流程框图	207
附录 D 电饭锅控制平台程序	210
附录 E 空调控制程序	221
参考文献	231

单片机 C 语言基础知识

本教材使用 C 语言作为编程语言,本章简要介绍在单片机 C 语言中常用的语法知识。具有 C 语言基础知识的读者,可直接跳过本章进入第 2 章的学习。

1.1 C 语言语法基础

1. 书写程序时应遵循的规则

C 语言属于高级编程语言,在书写程序时应当遵循以下规则:

- ① 一个 C 语言源程序可以由一个或多个源文件组成。
- ② 一个源程序不论由多少个文件组成,都有一个且只能有一个 main 函数,即主函数,执行的程序体即为主函数的程序体。
- ③ 每一个语句都必须以分号结尾,但预处理命令、函数头和花括号“}”之后不能加分号。
- ④ 一个说明或一个语句占一行。
- ⑤ 用{}括起来的部分,通常表示了程序的某一层结构。{}一般与该结构语句的第一个字母对齐,并单独占一行。
- ⑥ 低一层次的语句或说明可比高一层次的语句或说明缩进若干格后书写,以便看起来更加清晰,增加程序的可读性。

例 1-1 为应用上述规则书写的 C 语言程序实例。在编程时应力求遵循这些规则,以养成良好的编程风格。

【例 1-1】 C 语言程序实例,以下为电饭锅控制程序的主函数:

```
#include <hdef.h>
#include "derivative.h"
:
void main(void)
{
    Init();
    EnableInterrupts; /* enable interrupts */
    BeepCnt=0x10;      //上电响一声蜂鸣
    for(;;)
    {
```

```

        if(TimeFlg. scankey==1)           //2ms 扫描按键
        {
            TimeFlg. scankey=0;
            ReadKey();
        }
        if(TimeFlg. RoomAd==1)           //250ms 读 AD
        {
            TimeFlg. RoomAd=0;
            ReadAd();
        }
        HeatCtrl();
        Display_set();
        BeepCtrl();
    }
}

```

2. C 语言词汇

在 C 语言中使用的词汇分为六类：标识符、关键字、运算符、分隔符、注释符等。

(1) 标识符

在程序中使用的变量名、函数名、标号等统称为标识符。C 语言规定,标识符只能是字母(A~Z,a~z)、数字(0~9)、下划线(_)组成的字符串,并且其第一个字符必须是字母或下划线。

以下标识符是合法的:

a, x, Beep_Cnt, Cnt2ms

以下标识符是非法的:

3s 以数字开头。

s * T 出现非法字符 *。

-3x 以减号开头。

bowy-1 出现非法字符-(减号)。

在使用标识符时还必须注意以下几点:

① 标准 C 语言不限制标识符的长度,但它受各种版本的 C 语言编译系统限制,同时也受到具体机器的限制。例如,在某版本 C 语言中规定标识符前 8 位有效,当两个标识符前 8 位相同时,则被认为是同一个标识符。

② 在标识符中,大小写是有区别的。例如,Beep_Cnt 和 beep_cnt 是两个不同的标识符。

③ 标识符虽然可由程序员随意定义,但标识符是用于标识某个量的符号。因此,命名应尽量有相应的意义,以便于阅读理解,同时不同类型的标识符应当有不同的命名规则,如变量名采用首字母大写、常数名采用全小写等,这样可以提高程序的可读性。

(2) 关键字

关键字是由 C 语言规定的具有特定意义的字符串,通常也称为保留字。用户定义的标识符不应与关键字相同。C 语言的关键字分为以下几类:

① 类型说明符 用于定义、说明变量、函数或其他数据结构的类型。如, int,

double 等。

② 语句定义符 用于表示一个语句的功能。

③ 预处理命令字 用于表示一个预处理命令。如,前面例中用到的 include。

(3) 运算符

C 语言中含有相当丰富的运算符。运算符与变量、函数一起组成表达式,表示各种运算功能。运算符由一个或多个字符组成。

(4) 分隔符

在 C 语言中采用的分隔符有逗号和空格两种。逗号主要用在类型说明和函数参数表中,分隔各个变量。空格多用于语句各单词之间,作间隔符。在关键字和标识符之间必须有一个以上的空格符作间隔,否则将会出现语法错误。例如,把“int Beep_Cnt;”写成“intBeep_Cnt;C”,编译器会把 intBeep_Cnt 当成一个标识符处理,其结果必然出错。

(5) 注释符

C 语言的注释符是以“/*”开头并以“*/”结尾的串,以及“//”。在“/*”和“*/”之间的即为注释,该注释符可以注释一个段落。“//”只能注释后面的一行语句。程序编译时,不对注释作任何处理。注释可出现在程序中的任何位置。注释用来向用户提示或解释程序的意义。在调试程序中对暂不使用的语句也可用注释符括起来,使翻译跳过不作处理,待调试结束后再去掉注释符。

(6) 语句的结束

C 语言一个可执行的语句用“;”来结束。

1.2 数据类型与常量、变量

1. 标准 C 语言的数据类型

数据类型是按被定义变量的性质、表示形式、占据存储空间的多少、构造特点来划分的。在 C 语言中,数据类型可分为基本数据类型、构造数据类型、指针类型、空类型四大类。图 1-1 为基本数据类型的分类。

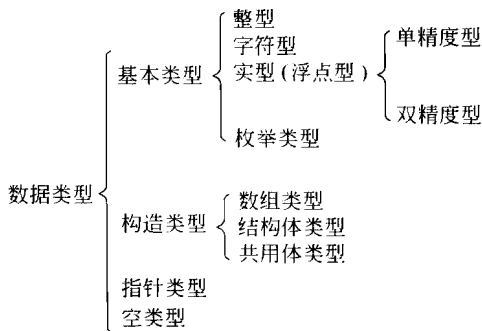


图 1-1 基本数据类型

2. 嵌入式 C 语言的数据类型

嵌入式 C 语言即应用在单片机及嵌入式系统中的 C 语言,常用的数据类型为整型的数据,见表 1-1。这是因为单片机系统的内存资源有限、运算指令不丰富、复杂指令的运算时间很长,难以处理占较大空间的单个数据。

表 1-1 嵌入式 C 语言常用数据类型

数据类型	大 小	无符号(unsigned)数据范围	有符号(signed)数据范围
Char	8bits	0~255	-128~127
Short int	16bits	0~65535	-32768~32767
Int	16bits	0~65535	-32768~32767
long int	32bits	0~4294967295	-2147483648~2147483647

以 13 为例,在内存中按照如下方式存储:

① char 型。

00	00	11	01
----	----	----	----

② int 型。

00	00	00	00	00	00	11	01
----	----	----	----	----	----	----	----

③ short int 型。

00	00	00	00	00	00	11	01
----	----	----	----	----	----	----	----

④ long int 型。

00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	01
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

本教材使用的软件开发平台将 C 语言中 char 型的数据类型定义为 byte 型的数据类型,将 short / int 的数据类型定义为 word 型的数据类型,将 unsigned long 的数据类型定义为 dword 型的数据类型。从变量、常量定义的格式很容易看出定义变量所占的内存空间,便于对单片机的内存空间进行分配和掌控。后面再出现 byte、word、dword 类型的数据定义将不作复述。

byte、word、dword 类型的数据定义如下:

```
typedef unsigned char byte;
typedef unsigned int word;
typedef unsigned long dword;
```

3. 常量与变量

在嵌入式 C 语言中,处理的数据按照进制来分,有十进制和十六进制数,默认的数字表示方式为十进制,若表示十六进制数,可在表示数据前加 0x,如数字 255 可以表示为 255,也可以表示为 0xFF 和 0xff。

按照处理数据的方式,数据可以分为常量和变量两种类型。

(1) 常量

在程序运行过程中,其值不能被改变的量。常量有两种类型:直接常量和符号常量。

① 直接常量(字面常量):如12、0、0xCE等。

② 符号常量:符号常量即是用一个标识符来代替一个常量,符号常借助于预处理命令#define来实现。

定义形式:#define 标识符 字符串

如,#define PI 3

说明:

- 定义符号常量时,不能以“;”结束;
- 一个#define占一行,且要从第一列开始书写;
- 一个源程序文件中可含有若干个define命令,不同的define命令中指定的“标识符”不能相同。

【例 1-2】 #define 定义常量实例。

```
/* 该段程序写在主程序之前,定义了定时器相关寄存器的初始值 */  
#define tscr_init 0x40  
#define tmodh_init 0  
#define tmodl_init 250
```

也有通过const关键字来定义的符号常量。

定义形式:数据类型 const 标识符=数字

如,byte const PI=3;

用define定义的常量不占任何存储空间,在编译时直接用对应的数据代替其常量名称参与运算,用const声明的常量则会占去单片机ROM区的内存,占去的空间大小为其定义数据类型所占空间的大小,如上面定义的PI常量占1个字节的空间。

(2) 变量

在程序运行过程中,其值会发生变化。

- ① 每个变量必须有一个名字,变量名是标识符。
- ② 标识符是用来标识数据对象,是一个数据对象的名字。
- ③ 命名规则:以字母或下划线开始,后跟字符、数字或下划线。
- ④ 变量名不能是关键字(即保留字,是C语言编译程序中保留使用的标识符,如auto、break、char、do、else、if、int等)。

⑤ 变量必须先定义再使用。

在定义变量时对变量进行赋值称为变量的初始化。

格式:类型说明符 变量1=值1,变量2=值2,……;

【例 1-3】 变量定义实例,定义两个单字节变量,代码如下:

```
/* 该程序写在主程序之前,定义了煮饭过程中需要的相关变量,存储相关数据 */  
byte Work_Stage;           //煮饭所处阶段  
byte Cook_Min;             //当前阶段所剩时间
```

1.3 运算符与表达式

C 语言提供了多种运算符进行各种运算,包括强制类型转换运算符、算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、位运算符。

1. 强制类型转换运算符

其一般形式为

(类型说明符)(表达式)

其功能是把表达式的运算结果强制转换成类型说明符所表示的类型。

例如,把 a 转换为字节型:

(byte) a

2. 算术运算符

算术运算符是进行算术运算的运算符,包括了加、减、乘、除、求余运算。

(1) 基本的算术运算符

① 加法运算符“+”: 加法运算符为双目运算符,即应有两个量参与加法运算,如 $a+b$, $4+8$ 等,具有右结合性。

② 减法运算符“-”: 减法运算符为双目运算符。但“-”也可作负值运算符,此时为单目运算,如 $-x$, -5 等,具有左结合性。

③ 乘法运算符“*”: 双目运算,具有左结合性。

④ 除法运算符“/”: 双目运算,具有左结合性。参与运算量均为整型时,结果也为整型,舍去小数。

⑤ 求余运算符(模运算符)“%”: 双目运算,具有左结合性。要求参与运算的量均为整型。求余运算的结果等于两数相除后的余数。

⑥ 自增、自减运算符:

自增 1 运算符记为“++”,其功能是使变量的值自增 1。

自减 1 运算符记为“--”,其功能是使变量值自减 1。

自增 1、自减 1 运算符均为单目运算,都具有右结合性,可有以下几种形式:

- $++i$ i 自增 1 后再参与其他运算。
- $--i$ i 自减 1 后再参与其他运算。
- $i++$ i 参与运算后, i 的值再自增 1。
- $i--$ i 参与运算后, i 的值再自减 1。

在理解和使用上容易出错的是 $i++$ 和 $i--$ 。特别是当它们出在较复杂的表达式或语句中时,常常难于弄清,因此应仔细分析。

(2) 算术表达式和运算符的优先级和结合性

表达式是由常量、变量、函数和运算符组合起来的式子。一个表达式有一个值及其类型,它们等于计算表达式所得结果的值和类型。表达式求值按运算符的优先级和结合性

规定的顺序进行。单个的常量、变量、函数可以看做是表达式的特例。

算术表达式是由算术运算符和括号将运算对象(也称操作数)连接起来的、符合C语言语法规则的式子。

以下是算术表达式的例子:

```
a+b  
(a*2)/c
```

C语言中,运算符的运算优先级共分为15级。1级最高,15级最低。在表达式中,优先级较高的先于优先级较低的进行运算。而在一个运算量两侧的运算符优先级相同时,则按运算符的结合性所规定的结合方向处理。

C语言中各运算符的结合性分为两种,即左结合性(自左至右)和右结合性(自右至左)。例如,算术运算符的结合性是自左至右,即先左后右。如表达式 $x-y+z$,则 y 应先与“-”号结合,执行 $x-y$ 运算,然后再执行 $+z$ 的运算。这种自左至右的结合方向就称为“左结合性”。而自右至左的结合方向称为“右结合性”。最典型的右结合性运算符是赋值运算符。如 $x=y=z$,由于“=”的右结合性,应先执行 $y=z$ 再执行 $x=(y=z)$ 运算。C语言运算符中有不少为右结合性,应注意区别,以避免理解错误。

3. 关系运算符和表达式

在程序中经常需要比较两个量的大小关系,以决定程序下一步的工作。比较两个量的运算符称为关系运算符。

在C语言中有以下关系运算符:

< 小于
<= 小于或等于
> 大于
>= 大于或等于
== 等于
!= 不等于

关系运算符都是双目运算符,其结合性均为左结合。关系运算符的优先级低于算术运算符,高于赋值运算符。在6个关系运算符中,<,<=,>,>=的优先级相同,高于==和!=,==和!=的优先级相同。

关系表达式的一般形式为:

表达式 关系运算符 表达式

例如, $a+b>c-d$

又如, $a>(b>c)$

$a!=(c==d)$

关系表达式的值是“真”和“假”,在C语言中用“1”和“0”表示。

如, $5>0$ 的值为“真”,即为1。

$(a=3)>(b=5)$ 由于 $3>5$ 不成立,故其值为“假”,即为0。