

基于单片机多功能接口电路的设计

卢善勇

(广西职业技术学院电机系, 广西 南宁 530226)

【摘要】 介绍利用 AT89S51 单片机作为多功能可编程接口的方法。该系统具有成本低、性能好、稳定性好, 实用性强等特色。该接口具有 1 个 4×4 的键盘和 1 个四位 LED 显示器接口, 2 个 16 位定时 / 计数器和 1 个全双工异步串行通信口。可实现步进电机的调速控制, 即通过键盘可以控制电机的正转、反转、加速、减速, 并可以通过键盘设置转速及显示转速。

【关键词】 多功能接口; 串行通信; 软件译码; 步进电机

【中图分类号】 TP273 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-2673(2007)03-0053-04

随着科技的日益发展, 使单片机的价格大大下降。目前, AT89S51 的市场零售价已经低于 8255、8279、8253、8250 等专用接口芯片中的任何一种; 而 AT89S51 的功能实际上远远超过以上芯片。因此, 如把 AT89S51 作为接口芯片使用, 在经济上是合算的。在本人设计的系统中, 将 AT89S51 设计为多功能可编程接口, 其相关程序固化在片内的 Flash ROM 中。该系统(以下简称多功能接口)具有如下功能: 有 1 个专用的键盘 / 显示接口; 有 1 个全双工异步串行通信接口; 有 2 个 16 位定时 / 计数器。步进电机的调速控制。这样, 1 个 AT89S51 芯片, 承担了 4 个专用接口芯片的工作; 不仅使成本大大下降, 而且优化了硬件结构和软件设计, 给用户带来许多方便。

1 系统组成原理

本系统的组成框图如图 1-1 所示。本系统由七个模块组成: 单片机最小系统、程序下载口、步进电机驱动电路、指示灯、LED 显示器、键盘和串行通信模块。

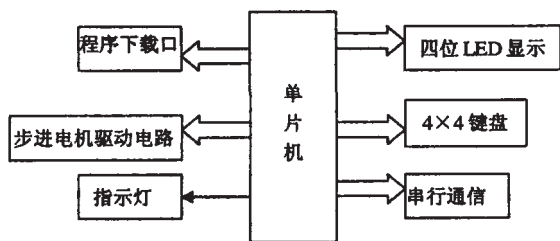


图 1-1 系统组成框图

1.1 硬件设计

1.1.1 单片机最小系统

本设计采用的单片机是美国爱特梅尔 (ATMEL) 公司的 AT89S51。该型号的单片机是一个低功耗、高性能 CMOS 8 位单片机。器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术制造, 兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构, 芯片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元。功能强大的微型计算机的 AT89S51 可为许多嵌入式控制应用系统提供高性价比的解决方案。AT89S51 具有如下特点: 40 个引脚, 4KB Flash ROM, 支持在线下载; 128B 片内 RAM, 32 个

外部双向 I/O 口, 5 个中断源, 2 个中断优先级, 2 个 16 位可编程定时 / 计数器, 1 个全双工串行通信口, 看门狗 (WDT) 电路及片内时钟振荡器。

本最小系统采用 11.0592MHz 的晶振, I/O 口分配情况为: P0 口与显示器模块连接用于传送待显示的数据; P1 口与步进电机控制电路连接, 用于传送控制信息, 兼做在线下载口; P2 口与 4×4 的矩阵式键盘连接; P3.0 和 P3.1 与串行通讯模块连接, P3.4 和 P3.5 接指示灯。

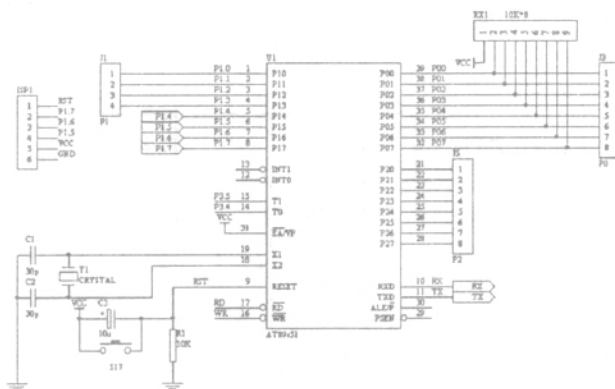


图 1-2 单片机最小系统的组成电路。

1.1.2 程序下载口

程序下载口是为下载线预留的。AT89S51 支持 ISP (In-System Programmable) 技术, 可以通过 3 根 SPI 接口线进行在线下载。下载线如图 1-3 所示。

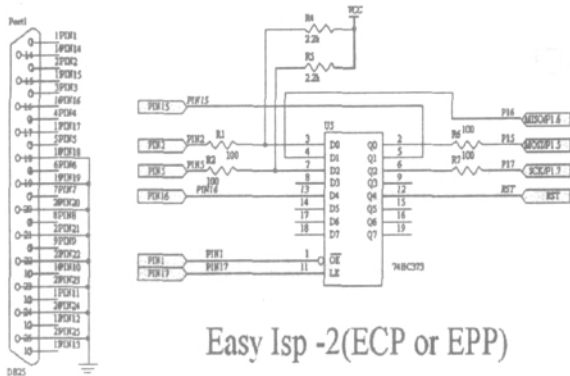
1.1.3 步进电机驱动电路

步进电机的驱动电路如图 1-4 所示。考虑到选用的步进电机 (PF42-48C1-02) 需要的驱动电流较小, 故采用三极管驱动。通过本电路的驱动可以控制步进电机正反转及调速, 并用指示灯指示正反转的情况。

1.1.4 LED 显示器

显示器部分电路如图 1-5 所示。本电路设计成动态显示的方式, 电路中加入硬件译码电路, 在和单片机接口时减少了对 I/O 口的占用, 即从单片机输出的 BCD 码先经过 4511 译码成七段 LED 显示码, 同时起到驱动的作用。位选端采用反相器驱动。

【作者简介】卢善勇 (1977-), 男, 广西龙州人, 助理实验师、技师, 研究方向: 现代通信技术、控制技术。



Easy Isp -2(ECP or EPP)

图 1-3 下载线

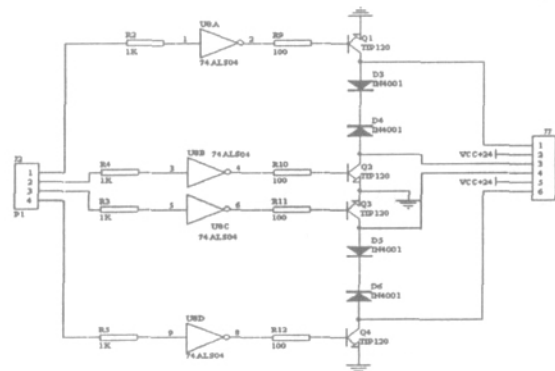


图 1-4 步进电机驱动电路

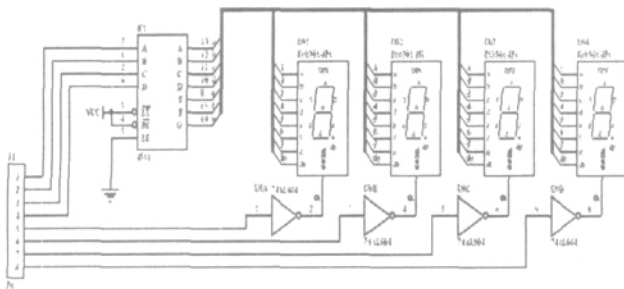


图 1-5 LED 显示器

1.1.5 键盘电路

图 1-6 所示电路为 4x4 的矩阵式键盘。

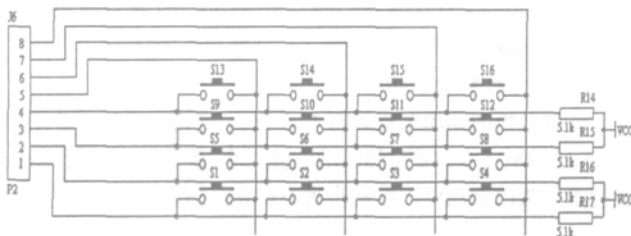


图 1-6 矩阵式键盘

1.1.6 串行通信模块

串行通信模块电路如图 1-7 所示。本模块是为了实现单片机和计算机之间的通信而设计的。由于计算机串口的电平与 TTL、CMOS 逻辑电平完全不同。逻辑 0 电平规定为 +5~-15V 之间，逻辑 1 电平为 -5~-15V 之间。因此，RS232 驱动器与 TTL 电平连接必须经过电平转换。图 1-7 中，MAX232 的作用

就是完成电平的转换。计算机经 RS232 的 (2) 脚送出信号至 MAX232 的 (13) 脚，经过 MAX232 转换成 TTL 电平后，从 (12) 脚输出，进入单片机的 RXD 引脚；单片机经 TXD 引脚送出信号至 MAX232 的 (11) 脚，经过 MAX232 转换成 RS232 电平后，从 (14) 脚输出，进入 RS232 的 (3) 脚。这样就可以实现计算机与单片机的串行通信了。电路中的 C4 为泵电容，C5 为极性转换电容，C3、C6 为正、负电压滤波电容；DB9 为 9 针 D 型插座，接计算机 COM1 口。

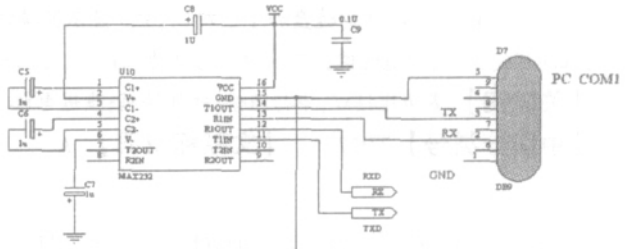


图 1-7 串行通信模块电路

1.2 核心模块 MAX232

电路的核心是一块用于电平转换的专用集成电路 MAX232，MAX232 的电源由电脑的串行接口提供，外接 4 只电容便可构成标准的 RS-232 通信接口。

MAX232 的主要组成为：电荷泵部分，可产生 +9V 的双极性电压；一个双重发送部分和一个双重接收部分。芯片的 (15)、(16) 脚分别为电源地和电源引脚；~ 脚为升压和电源极性变换引脚；、(11) 脚为单片机端输入引脚，电平为 -0.3V~(Vcc+0.3V)；、(13) 脚为计算机端输入引脚，允许电平为 +30V，、(14) 脚为输出引脚，接计算机端，电平为 (V++0.3V)~(V- - 0.3V)；、(12) 脚为输出引脚，接单片机组端，电平为 -0.3~(Vcc+0.3V)。其内部逻辑功能如图 1-8 所示。

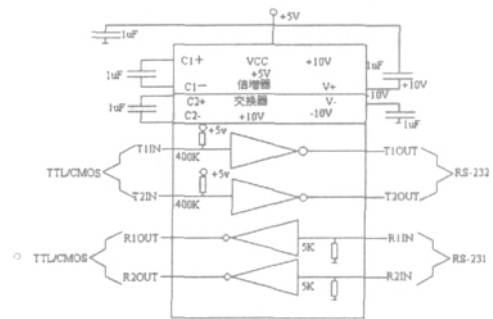


图 1-8 MAX232 内部逻辑功能图

1.3 与 PC 的通信协议

本系统实现与 PC 机的通信功能为：单片机可将转速信息传给 PC 机；可以通过 PC 机修改步进电机的转速。采用的协议为：发送的数据一帧的长度为 9 位，即 8 位数据位，1 位奇偶校验位；采用的通信波特率为 9600。采用定时器 1(T1)工作在方式 2 来产生 9600 的波特率，其定时初始值的计算如下：

$$\text{由公式 } \text{波特率} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{f_{\text{osc}}}{12 \times (256 - X)}$$

$$\text{得 } X = 256 - \frac{f_{\text{osc}} \times (\text{SMOD} + 1)}{384 \times \text{波特率}}$$

$$\text{则 } X = 256 - 3 = 253 = \text{FDH}$$

2 步进电机的控制

步进电机具有控制简便、定位准确等特点,随着科学技术的发展,在许多领域将得到广泛的应用。对步进电机的控制,常规采用缓冲寄存器、环行分配器控制逻辑及正反转控制门组成的步进电机控制器来控制。本文介绍的控制电路,可采用低价的 AT89S51 直接对步进电机进行控制,省去了步进电机控制器,简化了硬件线路,降低了成本,提高了系统的可靠性。

2.1 步进电机的工作原理

步进电机是一种将电脉冲信号转换成角位移或线位移的元件,其转轴输出的角位移量与输入的脉冲数成正比,通过控制脉冲个数来控制步进电机的角位移量,而通过改变输入脉冲频率可实现调速。步进电机主要由定子和转子构成。定子的主要结构是绕组,绕组按一定的通电顺序工作,这个通电顺序称为步进电机的“相序”。转子的主要结构是磁性转轴,当定子中的绕组在相序信号作用下有规律地通电、断电工作时,转子周围就会有一个按此规律变化的电磁场,因此一个按规律变化的电磁力就会作用在转子上,转子总是力图转动到磁阻最小的位置,正是这样,使得转子按一定的步距角转动,使转子发生转动。

以 PF42-48C1-02 为例。该步进电机为两相混合型,工作电压为 24V,步进角度选 0.9 度,按公式: $360 \div 0.9 = 400$, 则只要输入 400 个控制脉冲就可实现电机旋转一周,图 2-1 所示为 PF42-48C1-02 步进电机的原理示意图^[1]。

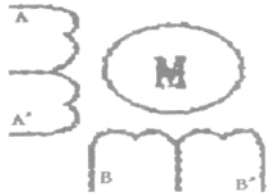


图 2-1 步进电机的原理示意图

2.2 步进电机的控制

要使步进电机连续转动,就要控制脉冲按一定的时序关系送到电机控制绕组上,即实现脉冲分配。采用软件实现脉冲分配的方法比较多,如查表法、循环法、移位法、判断法等。本系统采用查表法对步进电机进行控制。

本系统控制步进电机以二相四拍的方式运行。电机正转的控制脉冲 A B A' B' A, 反转的控制脉冲 A B' A' B A。步进电机的运行激励表如表 2-1 所示(由于驱动电路加入了反相器,故 '0' 的位置为通电的相)。因步进电机的功率比较小,选功率小的驱动管。图 1-4 中的 TIP120 为 NPN 型达林顿三极管,该三极管的电流增益高达 2500,只要送入很小的基极电流便可以使三极管饱和导通,而该三极管允许通过最大集电极电流 4A,因此完全可以推动功率大的步进电机工作^[3]。

表 3-1 二相四拍步进电机运行激励表

| A | B | A' | B' | 正转 |
|---|---|----|----|-----|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0CH |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 06H |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 03H |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 09H |

| A | B | A' | B' | 反转 |
|---|---|----|----|-----|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0CH |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 09H |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 03H |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 06H |

3 软件设计

本系统的软件采用模块化设计,在主程序调用的方式进行设计。以下分别为主程序及各子程序的流程图及应用程序。

3.1 主程序

在主程序中,必须把各个子程序有机地连续起来,合理地调用子程序。键盘作为人机通讯的一种途径,在本系统里面起到了很重要的作用。系统的运行都是从接收都键盘输入的命令开始的,所以在主程序初始化完毕之后应该马上调用键盘子程序,之后再根据键号执行对应的功能。主程序的流程图如图 3-1 所示。

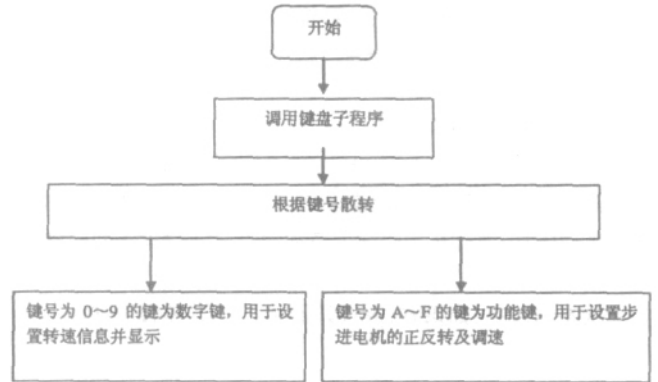


图 3-1 主程序流程图

3.2 键盘子程序

键盘为 4×4 的行列式键盘,采用程序扫描方式进行控制。其控制程序流程图如图 3-2 所示。

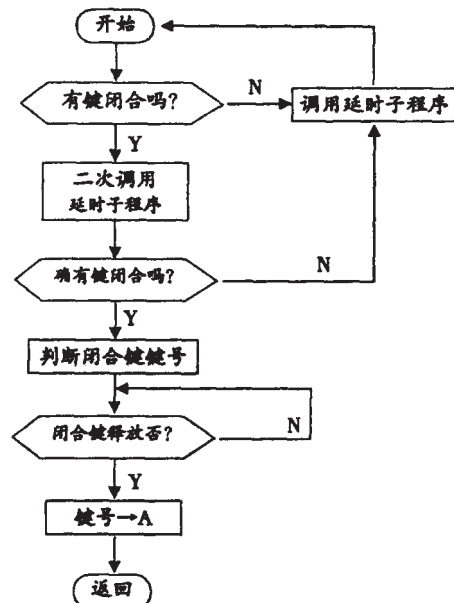


图 3-2 键盘子程序流程图

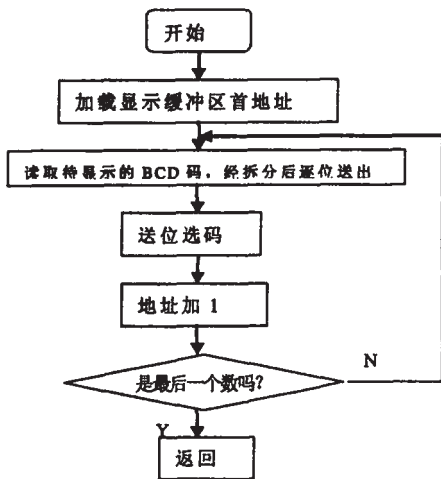


图 3-3 显示子程序流程图

3.3 显示子程序

由于采用硬件译码的方式,使得设计程序时进行要将压缩的BCD码拆开送至P0口的低四位就可以了,省去了查段选码表的操作,并可把高四位用做数码管的位选信号输出端。其流程图如图3-3所示。

3.4 步进电机控制子程序

进入到控制子程序先检测控制键信息,判断是正转、反转还是停止。确定了转动的状态及方向之后,通过查转动激励表获取转动信号,通过在相邻两个转动信号之间设置不同的延时时间调节转速。在电机以某一种状态转动的过程中不断检测是否有状态的改变,如果有,进入其他状态。其流程图如图3-4所示。

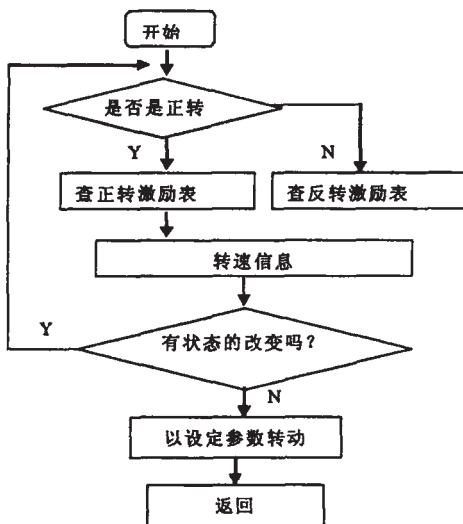


图 3-4 步进电机控制程序流程图

3.5 串行通信子程序

串行通信程序分为发送和接收两部分。单片机发送部分的参数为如通信协议部分所述。程序流程图如图3-5和3-6所示。

4 干扰问题硬件解决措施

本控制电路在系统中使用时,如果采用金属外壳进行磁屏蔽,会对系统造成干扰,严重时对单片机会造成死机,给正常使

用造成困难,因此干扰问题必须加以解决。从硬件方面可以采取如下措施加以解决:(1)尽量不要采用金属外壳;(2)采用“一点接地”的原则;(3)在结构布置上使引线尽量短;(4)使用屏蔽线减轻外界对自己的干扰,或自己对外界的干扰。

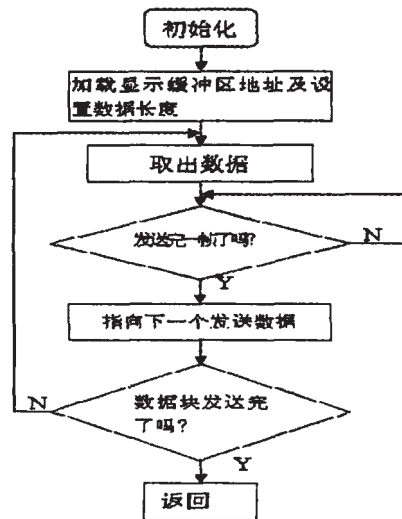


图 3-5 串行发送子程序流程图

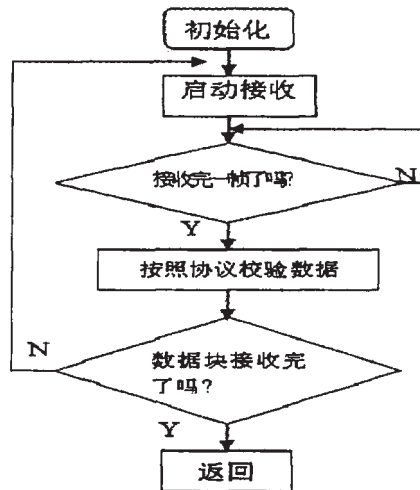


图 3-6 串行接收子程序流程图

5 结论

本设计结构简单,通过开发单片机控制程序实现了对步进电机的多功能控制,具有接口1个键盘和1个显示接口等功能。同时将实现步进电机的调速控制,包括:正转、反转、加速、减速,通过仪器上的键盘输入想要达到的转数来调速。步进电机是数字控制电机,它将脉冲信号转变成角位移,即给一个脉冲信号,步进电机就转动一个角度,因此非常适合于单片机控制。本设计具有以下优点:

(1) 本设计中介绍了步进电机接口电路,配合以单片机软件编程可以使复杂的控制过程实现自动控制和精确控制,避免了失步、振荡等对控制精度的影响;

(2) 设计中用软件代替环形分配器,通过对单片机的设定,用同一种电路实现了多相步进电机的控制和驱动,大大提高了接口电路的灵活性和通用性;其模块化的设计,可以给用户使用带来许多方便等。降低了成本,具有广泛的应用前景。

(下转第 81 页)

4 观点与对策

当前世界面临的巨大环境挑战亟待解决,暖通空调制冷行业也不例外。在温室气体排放方面,为了拯救人类的家园,1997年12月,联合国气候变化框架公约缔约方第3次大会通过艰苦的谈判,终于在日本京都通过了《京都议定书》。议定书规定了各缔约方到2010年所承担的包括CO₂在内的6种温室气体的减排量。中国占地球村居民总数1/5的大国,保护人类家园是我们义不容辞的义务,它关系我们的子孙后代。作为暖通空调行业,我们当前应做的就是制定适合于我国国情的建筑节能标准,提高能源利用效率。我国政府也正是这样做的,2001年,我国出台了自已的建筑节能标准,各省建筑节能标准也陆续出台。

在CFC问题上,国际上有识之士也做出了不懈的努力。1985年9月,维也纳会议首次就CFC问题发表了维也纳公约;1987年9月,联合国外长会议达成了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔协定》,1989年9月,发表了保护臭氧层的赫尔辛基宣言,并提出发展中国家问题;1991年6月,中国首次参加了内罗毕会议,修正了蒙特利尔协定;1992年12月,在哥本哈根会议上,HCFC列入了受控范围。从目前情况来看,在发达国家,1995年底发达国家CFC已被禁用,发展中国家也将在2005禁用。就近期来说,暖通空调行业主要以CFC的回收和再利用为主,在其基础上尽量减少CFC的排放;就长远而言,则应积极寻找替代工质。

表1 京都议定书规定的各国温室气体减排量

| 国 家 | 2010年与1990年相比的减排量 |
|---------------|-------------------|
| 澳大利亚 | 多于8% |
| 表中未列的部分欧洲发达国家 | 8% |
| 美国 | 7% |
| 匈牙利,加拿大,波兰 | 6% |
| 克罗地亚 | 5% |
| 新西兰,俄罗斯,乌克兰 | 0% |
| 挪威 | 增排1% |
| 冰岛 | 增排10% |
| 发展中国家 | 自愿减排 |

(上接第56页)

参考文献

- [1] 王晓明编著.电动机的单片机控制.北京:北京航空航天大学出版社,2002,5(64~92).
- [2] 谭建成.电机控制专用集成电路.北京:机械工业出版社,1997.
- [3] 高亮.8051单片机对步进电机的控制及步进电机升降速曲线的设计.测控技术,2002(10).

5 结论

自改革开放以来,我国的经济持续高速发展,人民生活水平日益提高。但与此同时也应看到,与成两位数增长的经济相伴随的是对环境的毁灭性破坏。温室效应、臭氧空洞、工业污染、水污染及以土地荒漠化都是与市场的慷慨赠与相伴而来的一些主要危害。每年,我国大城市由环境污染而造成的患病人数大幅增加。“十一五”期间,我国经济仍将保持高速增长,有专家认为,如果不采取有力措施,2010年主要污染物排放总量将比2005年增加10~20%,因此,在各行各业中,环境保护,与自然界协调发展已显示出越来越重要的地位。对于暖通空调制冷行业,必须树立起一种跨时空的全新道德观以约束我们的行动。从一定意义上说,协调发展就是可持续发展。从目前来说,应当本着实事求是的态度,努力解决好建筑能耗及CFC方面问题,为自己和子孙后代留下一片蓝天。

参考文献

- [1] 张功耀,曹志平.科学技术哲学教程.中南大学出版社,2001.
- [2] 沈维道,郑佩芝,蒋淡安.工程热力学.高等教育出版社,1983.
- [3] 龙惟定.试论建筑节能的新观念.暖通空调,1999,29(1).
- [4] 孙明芳,钟史明.综合环境规划(IRP)和需求方管理(DSM)技术简介.能源研究与利用,1997(2).
- [5] 张祉佑.制冷原理与设备.建筑工业出版社,1986.
- [6] 汪训昌.从全球气候变暖角度评替代工质HCFC12.暖通空调,1998,28(6).
- [7] John Tierney. A bet on planet earth. Postgraduate English Intensive Reading (II). 中国人民大学出版社,1999.

- [4] 陈树文.AT89S51单片机在混合式步进电机驱动系统中的应用.中小型电机,2002(28).
- [5] 陈光东编著.单片微型计算机原理及接口技术.华中科技大学出版社,2004,7.
- [6] 李华编著.MCS-51系列单片机实用接口技术.北京航空航天大学出版社,1993,8.