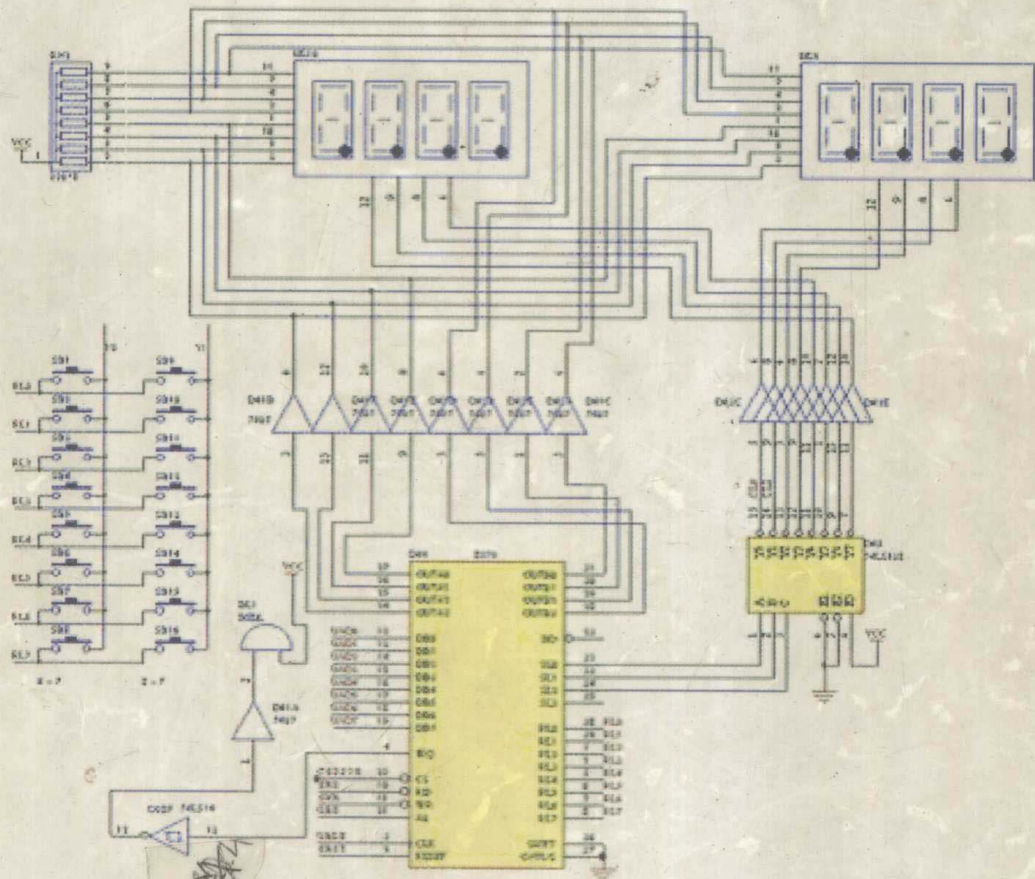


基于 C51 语言编程的

MCS-51 单片机实用教程

刘文涛 周辉 龚健 编著



基于 C51 语言编程的 MCS-51 单片机实用教程

刘文涛 周辉 龚健 编著

6562085

原

原子能出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基于 C51 语言编程的 MCS-51 单片机实用教程/刘文涛, 周辉, 龚健编著. —北京: 原子能出版社, 2004. 7

ISBN 7-5022-3199-4

I. 基... II. ①刘... ②周... ③龚... III. 单片微型计算机, MCS-51—教材 IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 068184 号

内 容 简 介

本书是一本基于 C51 语言编程的、介绍 MCS-51 单片机基本原理以及应用的教程。本书详细地介绍了 MCS-51 系列单片机的硬件结构, 指令系统及采用 C51 编程的方法, 内部功能及接口, 系统外部功能的扩展, 单片机系统开发及应用实例, 最后介绍了串行总线以及开发单片机不可缺少的电源技术。

书中通过大量的例题和由浅入深的单片机应用实例, 引导读者逐步了解和掌握 MCS-51 系列单片机的开发, 在本书的最后给出了单片机的上机实验指导。

本书思路清晰, 概念准确, 层次结构分明, 注重知识的内在联系与规律, 可作为高校非自动化专业的单片机课程教材, 也可作为广大开发单片机的专业人员以及爱好者的入门指导。

基于 C51 语言编程的 MCS-51 单片机实用教程

出版发行	原子能出版社 (北京市海淀区阜成路 43 号 100037)
责任编辑	刘朔
印 刷	北京天竺颖华印刷厂
经 销	全国新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
字 数	505 千字
印 张	24
版 次	2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-5022-3199-4/TP·3
定 价	35.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

目前,单片机技术各个领域正得到越来越广泛的应用,世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机。在单片机家族的众多成员中,MCS-51 系列单片机以其优越的性能、成熟的技术、高可靠性和高性价比,成为国内单片机应用领域中的主流。与其配套的 MCS-51 系列单片机的各类开发系统、各类软件也越来越完善,可以极方便地利用现有资源,开发出用于不同目的的各类应用系统。尤其是当 Keil C51 出现后,使得开发 MCS-51 系列单片机变得更加容易。

Keil C51 交叉编译器是一个基于 ANSI C 标准的针对 8051 系列 MCU 的 C 编译器,生成的可执行代码快速、紧凑,在运行效率和速度上可以和汇编程序得到的代码相媲美。

本书重点讲述基于 C51 语言开发的 MCS-51 系列单片机系统,包括 MCS-51 系列单片机的结构和指令系统、中断系统、定时器、串行口以及单片机系统设计中必不可少的键盘、显示器和打印机接口等,同时详尽地讨论了与单片机系统设计相关的传感器技术、A/D 转换技术、D/A 转换技术。

现代社会离不开网络,因此单片机中串行通信的地位越来越重要,本书在第 7 章串行口中特别对单片机与单片机之间的单机、多机通信,单片机与 PC 机之间的单机通信、多机通信做了详细的论述。

在本书的最后部分,提供了上机实验指导。单片机是实际操作性很强的学科,因此,进行必要的实验才能很好地了解和掌握单片机系统知识

本书的编者都是单片机技术开发、研究和教学工作的专家、学者,他们根据在单片机应用开发第一线所积累的实际经验编写了本书,使本书具有资料全面、结构严谨、实例众多、通俗易懂等特点。本书可作为高校非自动化专业的单片机课程教材,也可作为广大开发单片机的专业人员以及爱好者的入门指导。

编者

2004 年 6 月 18 日

目 录

第 1 章 MCS-51 单片机概述	1
1.1 单片机发展历史.....	1
1.2 MSC-51 系列单片机.....	2
1.3 单片机应用系统的硬件设计.....	3
1.4 应用系统的软件设计.....	3
1.5 单片机最新进展.....	4
1.5.1 数字单片机的技术发展.....	5
1.5.2 以单片机为核心的嵌入式系统.....	6
1.5.3 单片机应用的可靠性技术发展.....	7
第 2 章 硬件结构和指令系统	9
2.1 MSC-51 功能.....	9
2.2 管脚概述.....	10
2.3 I/O (输入/输出) 端口结构.....	12
2.3.1 P0 口.....	13
2.3.2 P1 口.....	14
2.3.3 P2 口.....	15
2.3.4 P3 口.....	15
2.3.5 端口的负载能力和接口要求.....	17
2.4 8051 存储器配置.....	17
2.4.1 程序存储器地址空间.....	18
2.4.2 数据存储器地址空间.....	19
2.4.3 PSW.....	24
2.5 复位.....	25
2.5.1 复位信号和复位状态.....	25
2.5.2 常用的几种复位电路.....	26
2.6 MCS-51 单片机工作时序.....	26
2.6.1 片内振荡器及时钟信号的产生.....	26
2.6.2 机器周期和指令周期.....	27
2.6.3 CPU 取指令、执行指令周期时序.....	28
2.6.4 访问片外 ROM 的操作时序.....	29
2.6.5 访问片外 RAM 的操作时序.....	29
2.7 MCS-51 指令系统.....	31
2.7.1 指令系统综述.....	31
2.7.2 寻址方式.....	32
2.7.3 数据传送类指令.....	33
2.7.4 算术运算类指令.....	35



2.7.5 逻辑操作类指令	38
2.7.6 控制转移类指令	40
2.7.7 布尔操作类指令	43
第3章 C51 程序设计	45
3.1 C51 程序设计基础	45
3.1.1 C51 的标识符	45
3.1.2 C51 的关键字	45
3.1.3 变量与常量	48
3.1.4 数据类型	49
3.1.5 变量的作用域	53
3.1.6 const 修饰符	56
3.1.7 C51 的分隔符	57
3.1.8 运算符	58
3.1.9 表达式	65
3.2 C51 语句	68
3.2.1 说明语句	69
3.2.2 表达式语句	69
3.2.3 复合语句	69
3.2.4 条件语句	70
3.2.5 开关与跳转语句	73
3.2.6 循环语句	76
3.2.7 函数调用语句	80
3.2.8 空语句	81
3.2.9 C51 语句的流程与控制	81
3.3 C51 函数	84
3.3.1 函数的定义	84
3.3.2 函数的调用和返回	85
3.3.3 函数作用范围	90
3.3.4 函数的变量作用域	90
3.3.5 main 函数	90
3.4 C51 数据结构	92
3.4.1 C51 结构	92
3.4.2 数组	95
3.4.3 联合与枚举	101
3.4.4 类型说明	103
3.4.5 指针	104
3.5 预处理	114
3.5.1 文件包含指令	114
3.5.2 宏定义	115

3.5.3 预处理指令	116
3.5.4 C51 头文件	120
第 4 章 最小应用系统设计	123
4.1 AT89C51 单片机性能介绍	123
4.2 MCS-51 最小应用系统设计	126
4.3 C51 应用开发初步	126
4.3.1 延时程序	127
4.3.2 P1I/O 口的声明	127
4.3.3 控制 LED 指示灯的源程序	129
第 5 章 中断系统	131
5.1 中断的概念	131
5.2 8051 中断控制	133
5.2.1 中断控制寄存器	134
5.2.2 中断响应过程及响应时间	137
5.3 C51 中断函数	138
5.3.1 中断函数的定义	138
5.3.2 内部中断函数的使用	139
5.3.3 外部中断函数的使用	140
5.3.4 扩展外部中断函数的使用	141
5.3.5 使用中断函数要注意的问题	142
第 6 章 定时器/计数器	144
6.1 定时器/计数器简介	144
6.2 定时器/计数器的设置	145
6.2.1 工作模式寄存器 TMOD(89H)	145
6.2.2 控制寄存器 TCON(88H)	146
6.3 定时器/计数器的四种工作模式	147
6.3.1 模式 0	147
6.3.2 模式 1	148
6.3.3 模式 2	148
6.3.4 模式 3	149
6.4 定时器/计数器的编程和应用	150
6.4.1 模式 0 的应用	150
6.4.2 模式 1 的应用	151
6.4.3 模式 2 的应用	152
6.4.4 模式 3 的应用	152
6.4.5 运行中读定时器/计数器	152
6.4.6 门控制位 GATE 的功能和使用方法	153
6.5 定时器应用综合实例	153
6.5.1 简介	154

6.5.2 工作原理	154
6.5.3 电路原理图	154
6.5.4 程序	155
第7章 串行口	162
7.1 概述	162
7.1.1 并行和串行	162
7.1.2 串行通信的方式	163
7.1.3 同步通信和异步通信	163
7.1.4 波特率(Baud rate)	164
7.2 8051 串行口	164
7.2.1 结构	165
7.2.2 串行口控制寄存器	165
7.2.3 串行通信工作方式	167
7.2.4 波特率设计	169
7.3 单片机双机通信技术	171
7.3.1 中断方式双机通信软件设计	172
7.3.2 通信软件的调试及故障排除	173
7.4 单片机多机通信技术	174
7.4.1 多机通信接口设计	174
7.4.2 多机通信原理	174
7.4.3 多机通信的软件协议	175
7.4.4 主机、从机构成中断方式的多机通信软件实例	176
7.5 PC 机与单片机的通信技术	177
第8章 人机交互设计	203
8.1 I/O 口的使用	203
8.1.1 I/O 口的直接输入/输出	203
8.1.2 开关电路及驱动电路接口	208
8.2 键盘接口技术	211
8.2.1 矩阵键盘工作原理	213
8.2.2 按键的识别方法	213
8.2.3 键盘的编码	215
8.3 显示器接口技术	215
8.3.1 LED 显示器接口技术	215
8.3.2 显示器结构原理	215
8.3.3 LED 显示器接口及显示方式	216
8.3.4 16×2 字符液晶显示(LCD)程序	218
第9章 A/D 与 D/A 转换	222
9.1 传感器	222
9.2 A/D 与 D/A 转换技术	223

9.2.1 D/A 转换	223
9.2.2 A/D 转换器接口技术	230
9.3 MCS51 系列单片机 AD μ C812	234
9.3.1 AD μ C812 工作原理	234
9.3.2 控制 ADC 工作的特殊功能寄存器	236
9.3.3 ADC 的工作模式	237
第 10 章 MCS-51 单片机系统的扩展	240
10.1 外部 I/O 的扩展	240
10.1.1 I/O 口扩展概述	240
10.1.2 I/O 地址译码技术	240
10.2 扩展程序存储器	242
10.2.1 扩展总线	243
10.2.2 扩展 8K 字节 EPROM	243
10.2.3 扩展 16K 字节 EPROM	245
10.3 扩展数据存储器	245
10.3.1 扩展总线	246
10.3.2 8051 扩展 2K 字节 RAM	246
10.4 程序存储器与数据存储器同时扩展	247
10.4.1 8051 外扩 32K EPROM 和 32K RAM	247
10.4.2 译码法扩展大容量存储器	247
10.5 采用 8279 扩展键盘与显示接口	249
10.5.1 8279 可编程键盘/显示器接口芯片	249
10.5.2 8279 基本启动程序	252
10.6 采用芯片 8255 进行扩展	254
10.6.1 8255 管脚功能	254
10.6.2 8255 三种工作方式	255
10.6.3 8255 与 8051 单片机的连接	256
10.6.4 8255 扩展实例	256
10.7 8051 存储结构	257
10.7.1 8051 存储单元	257
10.7.2 数据类型	259
10.7.3 存储器类型	260
10.7.4 存储器模式	263
第 11 章 单片机实用技术	264
11.1 I ² C 总线	264
11.1.1 I ² C 总线特点	264
11.1.2 I ² C 总线工作原理	264
11.1.3 总线基本操作	265
11.1.4 实例: X24C04 与 MCS-51 单片机软硬件的实现	266

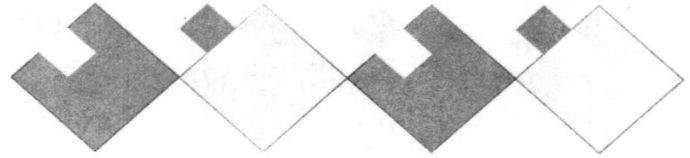
11.1.5 实例程序.....	267
11.2 电源设计要注意的问题.....	269
11.3 抗干扰设计.....	274
11.3.1 硬件考虑.....	274
11.3.2 软件考虑.....	277
第 12 章 C51 编译方法.....	281
12.1 Keil 的编译环境 μ Vision2.....	282
12.1.1 μ Vision2 窗口与菜单.....	283
12.1.2 编译检查工具 PC-Lint.....	293
12.1.3 开发工具选项.....	294
12.1.4 调试工具选项.....	300
12.2 Keil C51 编译器的控制指令.....	301
12.2.1 源文件控制类.....	301
12.2.2 目标文件(Object)控制类.....	301
12.2.3 列表文件(listing)控制类.....	301
12.3 编译过程.....	302
12.3.1 A51 宏汇编器.....	303
12.3.2 映像文件.....	305
12.3.3 LIB51 库管理器.....	305
12.3.4 OC51 分段目标文件转换器.....	306
12.3.5 OH51 目标代码到 HEX 文件的转换器.....	306
12.4 代码优化.....	306
12.4.1 代码优化.....	306
12.4.2 对 8051 的特殊优化.....	306
12.4.3 代码生成选项.....	307
12.5 混合编译.....	307
12.5.1 项目目标和文件组.....	307
12.5.2 浏览项目窗口中的文件和文件组的属性.....	308
12.5.3 用户上电初始化程序 STARTUP.A51 简介.....	309
12.5.4 与汇编语言的接口.....	312
12.5.5 和 PL/M-51 的接口.....	319
12.6 μ Vision2 其他功能.....	319
12.6.1 多个文件中查找.....	320
12.6.2 资源浏览器.....	320
12.7 出错信息.....	321
第 13 章 上机实验指导.....	322
13.1 实验 1 ——用 C51 编写简单程序.....	322
13.1.1 实验要求.....	322
13.1.2 实验目的.....	322

13.1.3 部分参考程序	322
13.2 实验2 ——中断实验	322
13.2.1 实验要求	322
13.2.2 实验目的	323
13.2.3 实验电路及连线	323
13.2.4 实验说明	323
13.2.5 实验程序框图	324
13.2.6 部分源程序	324
13.3 实验3 ——定时器实验	325
13.3.1 实验要求	325
13.3.2 实验目的	325
13.3.3 实验电路及连线	325
13.3.4 实验说明	326
13.3.5 实验程序框图	326
13.3.6 部分代码	326
13.4 实验4 ——计数器实验	327
13.4.1 实验要求	327
13.4.2 实验目的	327
13.4.3 实验电路及连线	327
13.4.4 实验说明	327
13.4.5 实验程序框图	328
13.4.6 部分实验程序	329
13.5 实验5 ——单片机串行口实验	329
13.5.1 实验要求	329
13.5.2 实验目的	329
13.5.3 实验电路及连线	329
13.5.4 实验说明	329
13.6 实验6 ——P1 口控制直流电机实验	330
13.6.1 实验要求	330
13.6.2 实验目的	330
13.6.3 实验电路及连线	330
13.6.4 实验说明	331
13.6.5 实验程序框图	331
13.7 实验7 ——LCD 显示实验	332
13.7.1 实验要求	332
13.7.2 实验目的	332
13.7.3 实验电路及连线	332
13.7.4 实验说明	332
13.7.5 实验程序框图	333

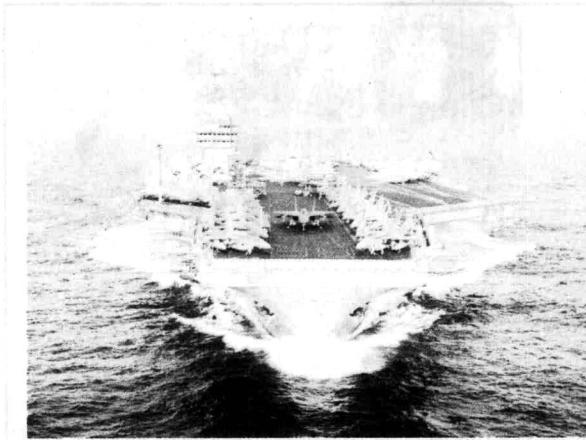
13.7.6 实验程序	333
13.8 实验8—— A/D 转换实验	337
13.8.1 实验要求	337
13.8.2 实验目的	337
13.8.3 实验电路及连线	337
13.8.4 实验说明	338
13.8.5 实验程序框图	338
13.9 实验9 ——D/A 转换实验	339
13.9.1 实验要求	339
13.9.2 实验目的	339
13.9.3 实验电路及连线	339
13.9.4 实验说明	340
13.9.5 实验程序框图	340
13.10 实验10—— 扩展存储器读写实验	341
13.10.1 实验要求	341
13.10.2 实验目的	341
13.10.3 实验电路及连线	341
13.10.4 实验说明	341
13.10.5 实验程序框图	342
附录 A 致命错误信息	343
附录 B 语法和语义错误信息	346
附录 C 警告信息	361
附录 D MCS-51 汇编指令集	365
附录 E C51 库函数	369

上篇

安全教育篇



第一章 安全教育概述

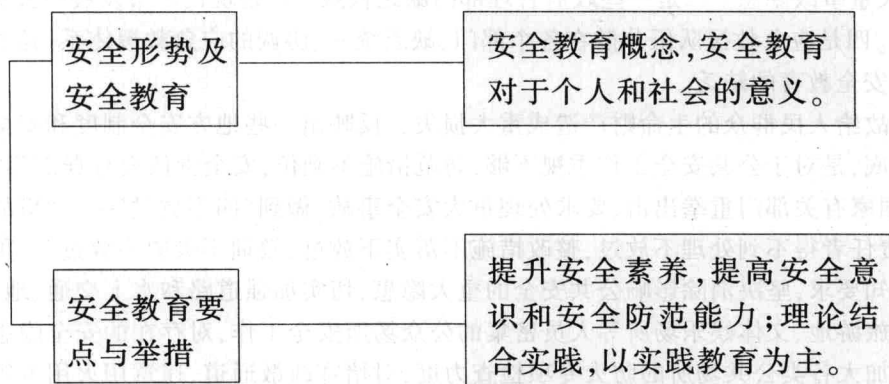


祸兮福所倚，福兮祸所伏。事故猛于虎，安全重如山。在日常生活中做到居安思危，遇到危机时不慌乱，有对策，才能转危为安。

学习目标

明确安全教育的意义和学习目的
通过系统地学习，增强安全意识、提升安全智慧
了解安全教育的内容和学习方法

学习内容



第一节 安全形势和安全教育

安全教育是人类永恒的话题。本节通过对安全教育内容、方法的阐述,帮助你建立强烈的个人内在安全感,在日常生活中提高警觉,去制止一些灾难,保护我们自己,保护他人。维护社会平安,构建和谐社会。



一、安全问题

安全问题从来没有像今天这样突出地摆在我们面前。

和平年代,我们暂时摆脱了战争的威胁,但个人面临着数不清的安全隐患,几乎每年都有大的灾难降临在这块饱经磨难的大地上。1976年的唐山大地震,它使整座城市在瞬间成为废墟。1998年长江的大洪水又一次告诉人们,人类与大自然的和谐相处,是在与灾难的恶斗中取得的。2003年的“非典”对我国经济、人民生活造成很大影响。2004年东南亚一场突如其来的海啸夺走了近30万生命。紧接着又有禽流感病毒……

除了天灾,还有人祸,近期公共安全事故频发,幕幕惨剧令人震惊。2004年春节北京密云灯展特大踩踏伤亡事故带给人们的震惊还未消散,吉林市中百商厦又发生特大火灾,造成54人死亡。同一天,人们再次听到噩耗——浙江海宁发生特大火灾,40人死亡。这几起重大人身伤亡的安全事故促成我国政府官员引咎辞职制度的出台。

国家安全生产监督管理局提供的统计数字显示,从2004年元月到2月15日,全国共发生27起一次死亡10人以上的特重大事故,其中26起是公共安全事故。这些令人心惊的数字,显示了我国在公共安全领域还存在很多薄弱环节。一是片面追求经济效益,一些企业为了多赚钱,无视公共安全领域的法律、法规,造成大量事故隐患。二是一些政府管理部门缺乏权威。三是现代城市发展与公共安全设施的配套存在差距。四是应急救援队伍分散在各个部门,缺乏统一、协调的应急救援体系。这些问题的背后还暴露了全民安全教育的缺乏。

这些事故给人民群众的生命财产造成重大损失,反映出一些地方安全制度和安全责任的严重问题。归根结底,是对于公共安全工作重视不够,防范措施不到位,安全责任没有真正落实到基层。

为此,国家有关部门重拳出击,要求处理重大安全事故,做到“四不放过”——“事故原因不查清不放过,事故责任者得不到处理不放过,整改措施不落实不放过,教训不吸取不放过”。国务院办公厅发出的紧急通知要求,坚决消除影响公共安全的重大隐患,切实加强道路和水上交通、地铁、商场、宾馆、医院、学校、旅游地、文体娱乐场所等人员密集的公众场所安全工作,对存在的安全隐患和漏洞要进行专项整治。加大各类公共场所的防火专项检查力度,对堵塞疏散通道、违章用火用电等行为要立即纠正,对严重危害公共安全,可能造成群死群伤的重大隐患,要采取断然措施,依法责令停产停业或改变用途。

从业人员和社会公众安全防范意识淡漠,缺乏最基本的识灾、防灾能力和自我保护意识,也是导致伤亡事故发生和扩大的重要原因,甚至可以说是当前公共安全领域最大的隐患。在不少火灾中,一些群众缺乏火场逃生知识,不是从楼上往楼下逃生,却向烟火迅速扩散的楼上聚集。今后,有关部门将以企业安全文化建设和城市社区安全文化建设为重点,强化公众的安全意识。国家将尽快在大中专院校和中小学开设安全知识课,提高青少年在道路交通、消防、城市燃气等方面的识灾、防灾和救灾能力,这一任务已经成为当务之急。

安全事故每年损失一个“三峡工程”

常言道:“天有不测风云,人有旦夕祸福。”来自中国官方的统计表明,2001年全国各类事故造成的死亡人数超过13万,也就是说,平均每天有三四百人丧命。2002年,安全灾难伤亡有增无减。北京蓝极速网吧火灾、黑龙江鸡西矿难、山西繁峙矿难等,至今仍使当地人心头蒙着阴影。

有些灾难事故是几十年、上百年才一遇的。为此著名安全专家发出警告:中国目前正面临第5次的安全事故高发期,安全将是摆在“全面建设小康社会”征途上的严峻问题。统计显示,这次高发期从1999年下半年就开始了,前4次事故频发高峰分别是解放初期、“大跃进”时期、“文革”时期、1992~1993年第一轮工业改革时期。

2004年7月20日中央人民广播电台早间新闻播出了这样一条新闻:中国进入了风险社会,甚至是高风险社会。这并不是危言耸听或空穴来风,据联合国对世界各国发展过程的研究报告,当一个国家的人均GDP在1000~3000美元之间时,是各种矛盾冲突加剧,公共安全问题最突出时期。现在的中国,恰恰就在这个拐点上。

特大恶性安全事故连续性爆发的趋势可能还要持续一段时间。与此同时,中小企业事故在明显上升。这些安全事故造成的经济损失每年高达人民币2000亿元,“大体相当于一个三峡工程”。

在1990—2002年间,中国安全事故死亡人数年增长率为6.28%。专家指出,考虑到许多未进入统计视野的事故,实际上的安全死亡人数可能要比官方数字多得多。与20世纪90年代以来的安全事故不断增长相伴随的,正是十多年来中国经济的高速增长,以及中国工业企业和政府机构改革的“振荡期”。这期间,煤炭、化工等行业性部门被逐步进行调整。旧的社会生产管理秩序被打破,但新的秩序并未很快建立起来。这种“破而未立”的状况,正是安全事故高发的深层原因。

2000年,中国设立国家安全生产监督管理局。但到目前为止,中国许多市、县还没有来得及建立相应的部门。各地原来在事实上由专业部门进行的对于各行业的安全管理职能,随着部门的撤并也不能充分发挥其职能。

古人说:“祸生有胎,福生有胎,祸福无不自己求之者。”所有安全事故,说到底都是“人祸”,政府的缺位、市场的失衡、管理者与劳动者安全文化的缺乏,使中国的改革与发展似乎势必要经历这种“惨痛的历史阶段”。

安全是生产力

安全是生产力,这是安全专家罗云自2002年以来开始宣传的一种观念,它引起了社会各界的广泛认同。

中国政府越来越将这种观念引入自己的执政方针之中,目前正在开展新一轮安全生产大检查。它要求各地各部门树立“安全第一”的观念。中国2003年底出台了《中华人民共和国安全生产法》,加大这个法律的执行贯彻力度非常重要。但许多事实表明,政府的安全管理决策与执行还没有完全到位。

近年来,重大安全事故的瞒报引起社会的广泛关注,究其原因,无非是利益使然,“患生于多欲,害