

提升机

综合后备保护装置

☀ (TZB)

朱光辉 编著

煤炭工业出版社

提升机综合后备保护装置(TZB)

朱 光 辉 编 著



煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书包括：提升机综合后备保护装置（简称“TZB”）的作用及原理，“TZB”的传感器介绍及电路分析，“TZB”的故障分析及维修等三部分内容。具体分七个章节介绍：第一章“TZB”的发展过程，第二章微型计算机基础，第三章数字电路基础，第四章“TZB”的保护工作原理，第五章传感器的作用及工作原理，第六章“TZB”电原理图概述，第七章“TZB”的故障分析、判别及维修。

本书可供煤矿“TZB”现场使用人员及维护人员学习参考，也可供相关管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

提升机综合后备保护装置 (TZB) / 朱光辉编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2005
ISBN 7-5020-2659-2

I. 提… II. 朱… III. 矿井提升机-保护装置
IV. TD534

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 039191 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm×1092mm^{1/16} 印张 3 $\frac{1}{2}$ 插页 1
字数 75 千字 印数 1—2,500
2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷
社内编号 5430 定价 12.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，本社负责调换

前 言

在煤矿生产中，提升机是矿井运输的关键设备，提升机综合后备保护装置（简称“TZB”）则是提升机安全提升的“保护神”。

“TZB”从1987年起，在原煤炭部机电处及国家煤矿安全监察局的严格监管及大力支持下，各项技术条件已标准化，功能设置亦基本满足了矿井提升的安全要求。目前全国地面提升机已大部分配套使用了“TZB”，因此，正确使用及维护、维修已成为“TZB”的突出问题。本书重点介绍了“TZB”的原理、使用及维修，供“TZB”现场使用人员、现场维护人员参考。

本书曾拟为“提升机综合后备保护装置培训手册”，在此基础上更名为此书。在本书的编写过程中，得到了原煤炭部王朝晖、金兆民，原煤干院万长慈、任慧，原煤科院葛大麟，原山东省局张希武及平顶山局、大同局、淮北局、淮南局、义马局、兖州局、肥城局、徐州局、开滦局、鹤岗局等有关人员的大力协助及支持，在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2005.1.25

目 录

第一章 “TZB”的发展过程	1
第一节 “TZB”的产生和发展	1
第二节 竖井提升机综合后备保护装置通用技术条件 (MT 407—1995)	3
第三节 《煤矿安全规程》(2004版)对矿井提升装置的保护要求	4
第二章 微型计算机基础	6
第一节 微机的基本结构及分类	6
第二节 微机硬件、软件基本常识	8
第三节 简单的软件知识介绍	9
第四节 MCS-48系列单片机的引脚功能及技术指标	10
第三章 数字电路基础	12
第一节 计算机的数制和编码	12
第二节 数字电路的特点和发展	13
第三节 基本门电路、集成门电路、三态门	14
第四节 触发器	15
第五节 锁存器、计数器、单稳态	16
第四章 “TZB”的保护工作原理	18
第一节 提升容器位置值、速度值测定及提升方向判别	18
第二节 过卷、减速点及卡箕斗保护原理	20
第三节 等速段超速、减速段及2m/s区超速保护	21
第四节 深度指示器失效保护和闸间隙保护	23
第五节 提升错向保护	24
第五章 传感器的作用及工作原理	25
第一节 霍尔传感器的工作原理及技术参数	25
第二节 霍尔传感器的作用	27
第三节 干簧管型传感器的工作原理	27
第四节 提升容器位置值误差产生的原因及校正方法	28
第六章 “TZB”电原理图概述	31
第一节 KHT5/M12-3B系列产品功能一览表	31

第二节	双 CPU、单 CPU 及输入、输出口	32
第三节	现场数据设定及双 CPU 联络接口	33
第四节	主、副微机部分	34
第五节	电源部分	37
第六节	电磁干扰及抗干扰	37
第七章	“TZB” 的故障分析、判别及维修	39
第一节	故障范围汇总表	39
第二节	传感器部分及传感器工作寿命	39
第三节	操作错误及人为因素	44
第四节	易损件、电源、输入接口	45
第五节	疑难故障	47
第六节	维修基本技术及测量方法	48

第一章 “TZB”的发展过程

第一节 “TZB”的产生和发展

矿井提升是矿井生产的咽喉环节，在矿井生产中占有十分重要的位置。一旦提升装置发生故障，轻则影响生产，重则造成国家财产的严重损失，甚至导致人身伤亡重大事故。因此，世界各国对矿井提升的安全都十分重视，并提出了严格的要求。我国的《煤矿安全规程》中对矿井提升安全也作了严格而详尽的规定，其中包括对矿井提升机和提升装置必须装设各种安全装置和保护装置的规定。

我国矿井提升装置的保护并不完善，其表现是多方面的，其中重要的一个方面就在于绝大多数保护是单线的，即每项保护只有一套保护装置。一旦某项保护装置因任何原因而失效，提升装置即失去该项保护，从而导致事故。显然，如果每项保护都是双线的，即每项保护都有两套相互独立的保护装置，一旦一套保护装置失效，另一套保护装置可以继续发挥保护作用，保护的可靠性就必然得到提高，提升装置的安全运行水平也就相应得到提高。基于这一优点，有些国家，例如英国国家煤炭局就要求所有的缠绕式和摩擦轮式提升机安装机械和电子双重的连续保护装置。我国原煤炭工业部提出增设后备保护这一措施，其目的也是要使我国矿井提升装置的保护逐步走向双线制，以改善提升安全运行状况。

我国“TZB”的发展经历了如下七个阶段：

(1) 20世纪80年代初，特别是1985、1986年，煤炭部门提升系统事故发生较多，其中有几起是重大恶性事故。为此，原煤炭部组织人员在山西潞安矿务局召开了会议。会后，原煤炭部下发了题为《搞好提升安全工作的十条措施》的(86)438号文件。文件中前五条是有关加强管理工作的，后五条则是完善保护及提高提升系统安全性能的。增设后备保护，就是上述十条中的第七条。

(2) 1987年起，相关生产厂家、科研单位开始进行提升机后备保护领域的研制。这个时期产品特点：由于是专业研制、生产，因此技术档次及工艺档次普遍提高，除了单项保护外，还出现了集多项保护于一体的保护仪。由于各单位的研制依据主要是(86)438号文件，一个突出的问题很快显露出来：后备保护仪应具备什么功能，应能达到什么技术指标……针对这一问题，1989年4月中煤总公司在河南鹤壁矿务局进行了一次现场测试。在同一台提升机上，全国共有11个单位的产品参加了现场测试工作。应该讲，这是第一次在全国范围内各种提升机后备保护仪的首次亮相。

(3) 根据鹤壁现场测试中发现的问题，1989年9月中煤总公司机电处组织有关方面专家在浙江宁波召开了第一次提升机后备保护仪技术研讨会。这是一次具有深远意义的会议，因为根据这次会议纪要而下发的(89)126号文件不但确定了提升机后备保护仪的必要功能、技术条件、技术标准等，而且还对提升机后备保护仪的研制、生产单位提出了十

分具体的限期改进要求。

(4) 1990 年度, 主要是检查 (89) 126 号文件的落实情况。中煤总公司机电处及煤科总院北京建井研究所多次对各单位研制、生产的提升机后备保护仪进行了现场测试。第二轮测试完毕后, 中煤总公司机电处再次组织专家在浙江新安江召开了第二次提升机后备保护仪技术研讨会。这次会议肯定了 (89) 126 号文件的权威性和所起的作用, 确定了进一步贯彻落实 (89) 126 号文件的具体步骤, 并对生产厂家提出了更高、更明确的要求。这次会议重点提出了提升机后备保护仪中的微机在煤矿现场使用中最大的问题是抗干扰问题。

(5) 1991 年秋, 一次具有国际水平的提升机综合后备保护仪抗干扰测试在中国工业产品质量检测中心上海自动化仪表研究所环境室进行, 该环境室为著名的英国劳氏船级社在中国境内的唯一测试认证点, 能实施国际认可的 IEC - 801 工业控制过程装置电磁兼容性 (国内称抗干扰) 测试。如能通过抗干扰测试, 可以讲该设备既代表了国际上最高水平又领到了国际通行证。历经五年的市场优胜劣汰, 经中煤总公司的筛选, 国内仅有四家研制生产单位的提升机综合后备保护仪参加了测试。徐州光辉工业控制研究所的产品被通知参加测试并获得通过。

(6) 1992 年 10 月底, 部颁标准《煤矿竖井提升机综合后备保护装置通用技术条件》审查会在徐州中国矿大召开, 会议纪要全文如下:

《煤矿地面竖井提升机综合后备保护装置通用技术条件》(送审稿) 行业标准审查会于 1992 年 10 月 30 日在江苏省徐州市召开。会议由能源部煤矿专用设备标准化技术委员会通信监控设备分会主持, 参加会议的有信控设备分会委员及有关科研、制造、管理、使用部门的专家和代表, 共计 45 名。

会议首先由标准的起草单位煤科总院北京建井研究所汇报了标准编制的有关情况, 然后代表们对标准进行了认真细致的讨论, 并提出了修改和补充意见, 归纳为 8 条。会议认为: 北京建井所在负责起草标准的过程中, 广泛收集了国内外有关标准和技术资料, 并对标准所涉及的方法及数据进行了验证, 在此基础上经过系统地研究、分析、整理及编制工作, 为本次审查会提供了较为充足的资料。

提升机综合后备保护装置是近几年发展起来的专用于改善和提高矿井提升系统安全水平的一种新产品, 随着产品的广泛应用, 制定相应的行业标准变得急为迫切, 本标准的制定填补了该项空白。代表们认为: 该标准进一步完善了后备保护装置的功能, 对提高产品质量, 加强检测手段, 确保煤矿安全生产具有极其重要的意义。

标准实施后, 不仅有利于产品的设计、研究、制造、检测及使用, 而且对促进煤矿安全生产将起到重要作用。

与会代表一致认为该标准的编写符合国标的规定, 内容符合国家有关的政策法规, 能与现行国标、行标相一致, 达到了国内先进水平。会议建议该标准为强制性行业标准, 并希望起草单位根据本次会议所提意见, 核实有关条文, 认真进行编辑、整理、修改, 尽快完成标准报批稿, 以便及早审批、发布实施, 以满足我国煤矿生产、管理的需要。

能源部煤矿行业标准委员会

1992 年 10 月 30 日

(7) 至此,在原煤炭部(中煤总公司)的高标准、严要求下,在经历了两次现场测试、一次实验室测试、一次上海测试,召开了潞安、宁波、新安江、徐州四次会议后,提升机综合后备保护装置从无到有,从劣到优,从无据可依到部级标准的制订,从 1986 年 6 月 23 日到 1992 年 10 月 30 日历时 6 年多,中煤总公司终于给这个产品画上了一个圆满的句号。

徐州光辉工业控制研究所除潞安会议外,参与了以上所述的全部过程并参加了部标中抗干扰、限速段保护、卡箕斗、深度指示器失效死区等部分标准的制订工作。

第二节 竖井提升机综合后备保护装置通用技术条件 (MT 407—1995)

一、主题内容及适用范围

主题内容 (略)

适用范围:本标准适用于煤矿竖井提升机综合型后备保护装置(以下简称后备保护装置)。

二、引用标准

(略)

三、技术要求

1. 一般规定 (略)

2. 结构要求 (略)

3. 性能要求

综合后备保护装置应具备的基本功能:

(1) 提升容器的位置显示值应与提升容器的实际位置一致,位置测量精度不大于 0.1m,位置显示分辨率不大于 0.1m。

(2) 提升容器速度显示值与提升容器实际速度一致,显示分辨率为 0.1m/s;当采用频率法原理测速时,速度显示值滞后实际速度的时间应不大于 0.33s。

(3) 按设定的提升高度自动发送减速信号,控制提升机减速运行,应有灯光信号显示。

(4) 提升容器在等速段的运行速度超过最大提升速度 15% 时,实现安全制动,并有声光报警信号。

(5) 当原速度限制器不能有效地限制减速度时实现安全制动,并有声光报警信号,保证容器在接近终端停车位置时速度小于 2m/s。

(6) 提升容器超过正常停车位置过卷 0.5m 应能安全制动,发出声光报警信号。

(7) 当深度指示器不能正确指示容器实际位置时,发出声光报警,报警点行程死区不大于 3m,容器运行到接近终端停车位置,速度不大于 2m/s 时实现安全制动。

(8) 主井箕斗被卡阻不能顺利退出卸载曲轨位置时,应能实现安全制动,发出声光报警信号。

(9) 后备保护装置切断提升机电控系统安全回路时,应保存动作时的行程和速度。

(10) 能对后备保护装置的面板功能进行自检,能设置假井口,便于对提升机和后备保护装置进行技术测定。

(11) 能对配套使用的关键传感器的工作状态进行自检。

(12) 后备保护装置还可以具备的功能：

①提升机电控系统安全回路工况监视；

②提升信号的显示和记忆；

③提升钩数的显示和记忆；

④满仓接口；

⑤松绳接口。

(13) 电源电压波动适应能力：当电源电压波动范围为额定电压的 80% ~ 115% 时，不应影响提升容器位置和速度的测量精度，不干扰后备保护装置的控制和输出状态。

(14) 电磁兼容性：后备保护装置的抗干扰能力应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 后备保护装置的抗干扰能力

试 验 名 称	严 酷 等 级	试 验
静电放电	3	试验电压 8kV 单次放电 放电电流上升时间 5ns 放电电流持续时间 30ns
快速瞬变脉冲群	3	电源线 2kV 输入信号线 1kV 脉冲群持续时间 15ns 脉冲重复频率 5kHz 脉冲上升时间 5ns
辐射电磁场	3	频率范围 27 ~ 500MHz 试验场强 10V/m

(15) 可靠性：平均无故障时间 MTBF $\geq 5000h$ 。

第三节 《煤矿安全规程》(2004 版) 对矿井提升装置的保护要求

第四百二十七条 提升装置必须装设下列保险装置，并符合下列要求：

(一) 防止过卷装置：当提升容器超过正常终端停止位置（或出车平台）0.5m 时，必须能自动断电，并能使保险闸发生制动作用。

(二) 防止超速装置：当提升速度超过最大速度 15% 时，必须能自动断电，并能使保险闸发生作用。

(三) 过负荷和欠电压保护装置。

(四) 限速装置：提升速度超过 3m/s 的提升绞车必须装设限速装置，以保证提升容器（或平衡锤）到达终端位置时的速度不超过 2m/s。如果限速装置为凸轮板，其在 1 个提升行程内的旋转角度应不小于 270°。

(五) 深度指示器失效保护装置：当指示器失效时，能自动断电并使保险闸发生作用。

(六) 闸间隙保护装置：当闸间隙超过规定值时，能自动报警或自动断电。

(七) 松绳保护装置：缠绕式提升绞车必须设置松绳保护装置并接入安全回路和报警回路，在钢丝绳松弛时能自动断电并报警。箕斗提升时，松绳保护装置动作后，严禁受煤仓放煤。

(八) 满仓保护装置：箕斗提升的井口煤仓仓满时能报警和自动断电。

(九) 减速功能保护装置：当提升容器（或平衡锤）到达设计减速位置时，能示警并开始减速。

防止过卷装置、防止过速装置、限速装置和减速功能保护装置应设置为相应独立的双线形式。

立井、斜井缠绕式提升绞车应加设定车装置。应重点注意的是：

(1) “TZB”实际上能完成上述九项保护中过卷、等速段超速、限速段限速（以前习惯称 2m/s 保护区）、深度指示器失效保护、松绳保护、减速功能保护、闸间隙保护计 7 项保护。

(2) 过卷、等速段超速、限速段超速、减速功能保护计 4 项保护要求为相互独立的双线形式。

(3) 《煤矿安全规程》是煤矿法律，必须坚决执行。但徐州光辉工业控制研究所认为，其中个别条例似有安全漏洞，并已向国家煤矿安全监察局有关部门作了书面反映，全文如下：

国家煤矿安全监察局、《煤矿安全规程》编审组：

1) 本所专业研制提升机综合后备保护装置已达 18 年，有数千套该装置在全国煤矿提升机上使用，通过大量现场安装、调试及用户反映，认为《煤矿安全规程》中第四百二十七条第四款限速装置似有安全漏洞。

2) 解读第四百二十七条第四款，可以认为：限速装置允许提升机以不大于 1.99m/s 的速度冲过提升终端，并在高出提升终端 0.5m 处被实施过卷保护。

(1) 此时上过卷为 $1.99^2/2a + 1.99 \times T_0 + 0.5 = 2.815\text{m}$ ，本所认为，这是不安全的。式中， a 为安全制动减速度，取 1.5m/s^2 ； T_0 为闸空动时间，取 0.5s 。

(2) 对于竖井双钩提升，有上过卷 2.815m ，必有下过卷 2.815m ，而且是以 1.99m/s 的速度墩罐，这对于提人的井型则更不安全。

(3) 因此，对第四百二十七条第四款本所建议能否作如下修改：

限速装置：提升速度超过 3m/s 的提升绞车必须装设限速装置，以保证竖井双钩中提升容器（或平衡锤）到达终端位置时的速度不超过 0.5m/s 。其他井型，以保证提升容器（或平衡锤）到达终端位置时的速度不超过 2m/s 。如果限速装置为凸轮板，其在一个提升行程内的旋转角度应不小于 270° 。

致

礼

徐州光辉工业控制研究所

2005 年 1 月 25 日

第二章 微型计算机基础

第一节 微机的基本结构及分类

一、微机的基本结构

一台可供实际使用的计算机，大到 64 位的大型机，小到 4 位的微型机，它们都有基本相同的硬件结构，可划分为五个基本部分。

1. 运算器

是计算机中专门用来加工处理数据的部件，其功能表现为可进行算术逻辑运算。

2. 控制器

其功能是通过发出控制脉冲信号指挥计算机各个部分协调一致工作。通常把运算器与控制器合在一起，称为中央处理器 CPU。

3. 存贮器

它是计算机的记忆部件，用来存放数据和程序。存贮器有各种类别且性能不同，因此作用也不同。基本分类为：

(1) 读写存贮器 RAM，特点是可随时读出或写入数据及信息，但一旦停电，已写入的数据全部丢失，因此通常用于存放临时性的中间运算结果。

(2) 只读存贮器 ROM，特点是只能读出内部已经存在的数据，但无法修改它（不能写入），优点是停电后内部数据不丢失。

(3) 允许写一次的只读存贮器 RPOM，特点是仅允许写入一次数据（即使写错也无法更改），其余同 ROM，由于它的局限性太大，目前已基本淘汰。

(4) 紫外光可擦除，可多次写入的 EPROM，特点是既保持了 ROM 停电后数据不丢失的优点，又避免了 ROM 或 PROM 无法写入或无法修改写入的特点。但它的缺陷是必须先使用紫外光擦除原写入的数据，然后由专用设备写入新的数据（就像录放机一样），我们常讲的编制或修改软件，实际上就是在专用设备上执行一次擦洗和写入过程。它是目前工业控制机中使用最广泛的一种存贮器。

(5) 在线电擦除可多次写入的 EEPROM（或称 E²PROM）。特点是既保持了 EPROM 的优点，又避免了 EPROM 紫外光擦除、专用设备写入的缺点。属于 20 世纪 90 年代的一种新型存贮器，专门用于既需经常方便修改，又需数据长期保存的场合。

4. 输入设备

主要用于把外部准备好的程序或数据输入到计算机内部，它是沟通人机对话的必要工具，常用的输入设备有键盘、鼠标、传感器、模数转换器等。

5. 输出设备

是把计算机处理的数据以一定的形式表现出来的设备，常用的有显示器、打印机、数

显示器、继电器、数模转换器等。

上述五部分通过一定的连接构成计算机的硬件系统，习惯上把 CPU 与存储器合在一起称为主机，而把输入输出设备统称为外部设备，简称外设。在主机和外设之间的交接部分称为接口，具有数据缓冲、信号变换、电平变换等功能。

二、微机的基本分类

微型计算机可以从不同角度进行分类，例如按 CPU 位数、组装形式、应用范围或制造工艺等划分。

按 CPU 的位数不同可分为 4 位、8 位、16 位、准 32 位 (SX)、32 位 (DX) 等。

按应用范围，微机可分为工业控制机（简称工控机）和数据处理机（商用机）两大类。

1. 工控机和商用机的区别

(1) 从存储设备上，工控机直接面向工业控制现场，针对性强，实时性强，控制程序简短扼要，因此存储容量较小，而且主要使用 EPROM 来固化程序。商用机要进行大量数据、表格处理及存储，甚至上网、创建网页、影视、游戏等，因此存储容量相当大，主要使用大容量的硬盘或光盘。

(2) 从输入设备看，工控机主要使用传感器、模数转换等，商用机主要使用键盘、鼠标等。

(3) 从输出设备看，工控机主要使用数字显示器、发光二极管、继电器、数模转换器等，商用机主要使用显示器、打印机等。

(4) 从编程语言看，工控机主要使用汇编语言，这样微机执行速度快、实时性强；商用机主要使用高级语言如 C、C++ 等，编程容易方便。

(5) 从速度上看，工控机是根据被控制对象而确定，一般为 M 等级，指令周期为 μs (10^{-6}s) 级别；商用机的趋势是越快越好，目前为 G 等级，指令周期为 ns (10^{-9}s) 级别。

(6) 工控机与商用机的本质区别是以下几项指标：

①工控机一般为连续工作，应能连续几十天、几百天，甚至几千天工作，因此要求有很高的可靠性指标；

②工控机服务对象有的环境很恶劣，温差大，湿度大，灰尘大，振动强等，因此相关技术指标也高；

③工控机要求有极强的电磁兼容性（抗干扰能力）；

④工控机应具备自身故障安全性能（即使自己损坏，也不能影响被控制对象）。

2. 工控机的分类

构成工控机可以有多种形式，从广义上讲，只要满足被控制对象的控制要求及符合相关技术条件即可。目前使用的主要有三种：

(1) 单板机：把微处理器、存储器、接口等不同的电路芯片组装在一块印制板上，如 TP-801 等。这是早期产品，已开始淘汰。

(2) 单片机：把微处理器、存储器、接口等部件封装在一片集成电路内，如 INTEL 公司的 MCS-48.51.98 系列，这是目前工控机的主导产品。

(3) 可编程控制器 (PLC)，本所定义其为高档单板机，它的核心仍是单片机，然后配置上标准电源及标准输入输出接口 (PIO64 点、128 点等)。

徐州光辉工业控制研究所生产的“TZB”及其他工控机的主芯片均采用 MCS-48 系列单片机。该所认为：如具备研发能力和生产能力，单片机是工控机的最佳选择，因为它可以针对被控制对象的具体要求而专业配置、专业生产、专业编程，性价比高，使用、维修方便。

第二节 微机硬件、软件基本常识

一、硬件

微机的硬件包括 CPU，存储器，输入、输出口的合理组合。

(1) CPU 是微机配件的核心，它的性能指标确定了整个工控系统的性能指标。

(2) 存储器常用的是 RAM 及 EPROM (或 E²PROM)，其中 RAM 仅暂放运算中间数据，为微机内部使用，EPROM 内则放指令和数据，微机的软件则被存放在 EPROM 内。

(3) 输入、输出口的配备应根据微机的检控对象需求而确定。

(4) 这四部分实际上都是一些中、大规模数字集成电路，设计人员是根据设计要求和条件把它们合理地组合在一起。

(5) CPU 和存储器并不与外界接触，因此它们的设计重心是选型。输入、输出直接与外界接触，它们被简称为接口。

(6) 接口技术是微机系统中最复杂和最能体现水平的技术，因为它要根据不同的检控对象、不同的工作环境而选用不同的接口电路，对外它要完成检测、控制、显示、指示等任务，对内又要与 CPU 联络及匹配。

二、软件

微机的软件是指指挥微机工作的全部命令，简称指令。

(1) 一台微机必须是软、硬件的结合，二者缺一不可。

(2) 不同类型的微机有不同类型的指令系统，它们并不通用。

(3) 软件实质上是设计思想的体现，通俗一点讲，是设计人员在教会微机如何完成各项工作任务。

(4) 软件编制首先要画出工作框图和流程图，然后编制汇编语言，最后把汇编语言翻译成微机能认识的数字代码（简称机器码）。

(5) 将全部机器码通过专用设备写入 EPROM，至此，软件工作完成。

(6) 如果要修改已写好的 EPROM，必须使用特殊的紫外光把 EPROM 内的指令全部洗净后才能重新写入。

(7) 如果硬件、软件均设计优良，则微机几乎无所不能。同时，软件水平高的设计人员，可以通过软件来完成一些硬件功能，反之则只能通过硬件来解决软件的不足。所以设计界有“软件费脑，硬件费钱”一说。

三、工控微机的整个工作过程

(1) 设计人员编制软件。

(2) 软件管理硬件。

(3) 硬件检控矿井提升机。

(4) 假如软件为 4096 条 (4K) 指令，整个检测周期时间是 $4096 \times 1.875 = 7680\mu s \approx$

0.0077s。这是一种人力不可为的速度。

(5) 这就是工业控制现代化的理论基础：微机为核心、弱电管强电。

第三节 简单的软件知识介绍

微机只有硬件是不能进行工作的，因为它对外部设备提供的信息不知如何处理，也不能控制各个部件有效地工作。只有给它编制好各种它能识别的程序，微机才能按照程序的意图执行工作，通常又将能完成某些功能的程序集合叫软件。计算机系统是将硬件和软件融为一体的系统，二者缺一不可。

软件是指指挥计算机有效工作的各种程序集合，它有各种各样的形式和内容，如汇编语言、高级语言及监控程序、操作程序、应用程序等。但即使是最大型的软件，也都由主程序流程图、各种子程序、中断等流程图组成。

一、程序流程图

在编制程序特别是在编制复杂的大型程序时，为有助于设计人员对程序编制的思考和检验，经常在编制之前先绘制出程序流程图。在由单片机构成的工控系统中，也常用程序流程图来说明装置的工作原理和工作过程。

绘制程序流程图应满足以下要求：

(1) 程序流程图由许多框图组成，又称程序框图，每一个框表示一段程序的功能。要求各框内必须写明它要做的的事情，而且要简单明确，不能含糊不清。

(2) 框分两类，一类是矩形框，又称叙述框，用以表示要进行的工作，不进行比较和判断，它有一个入口和一个出口；另一类是菱形框，它表示进行比较、检查和判别，故又称判断框或检查框，它有一个入口和两个出口，即比较后形成两个分支，在两个分支处必须注明哪一个分支是对应于满足条件的（常以是或 Y 表示），哪一个不是满足条件（常以否或 N 表示）。

(3) 用箭头表示执行顺序的流向。由以上要求可知，程序流程图是由矩形框、菱形框、箭头线和文字说明组成的描述计算机工作过程的图式。由于它是对计算机的工作过程的形象描绘，比较直观，因此使用很广。在“TZB”中对等速段限速保护就可建立程序流程图，如图 2-1 所示。

二、子程序的概念

在实际编写程序时，常常会遇到一段程序要多次重复使用。如果每次都要重复写一遍，不仅给编写工作带来麻烦，而且还会使程序很大很长，要占用更多的存贮空间，从而加大硬件消耗。为避免这一缺点，通常把程序中多次重复的部分独立出来，成为一个小程序，这就是子程序，整个程序称为主程序。主程序执行过程中转向子程序的执行，称为调用子程序，由子程序转回主程序称为返回主程序。一个主程序可以多次调用一个子程序，也可以调用两个以上不同的子程序，甚至子程序内也可以调用子程序。应注意的是：调用

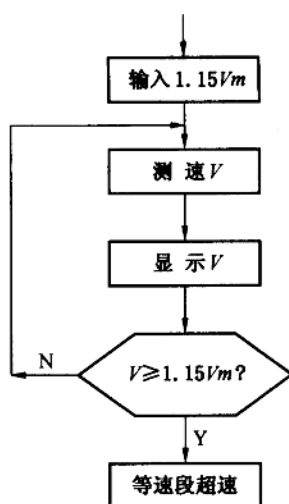


图 2-1 等速段限速保护流程图

子程序时，必须要存贮它的入口地址 A，以便在子程序执行完毕后能返回到这个入口地址 A。

三、中断的概念

所谓中断，就是有这样一种外部事件，它随时都可能产生但又无固定的规律，而一旦产生，微机又必须立即处理。我们把随机产生的外部事件叫中断申请，把微机的处理叫响应中断。微机一旦响应中断，处理过程就与调用子程序相同，即停止执行原运行程序，存贮入口地址 A，执行处理中断事务，中断程序处理完后即自动返回地址 A 继续执行原程序。中断与子程序的不同之处是起因，调用子程序是已知的，当主程序执行到 A 点时，必然会去调用子程序。而中断申请却是随机的，即在主程序运行的全过程中，随时都有可能接到中断申请而去立即处理，因此，中断实质上是主程序中间断开的意思。

对于单片机构成的工控系统，有可能会碰到两个以上外部中断事件，如果两个外部中断同时申请，微机先响应哪一个，这就是中断优先级别问题。微机是按照先响应优先级别，后响应一般级别来处理的。例如 8049 有 INT 和 T₁ 两个外部中断口，其中 INT 为优先级别。

第四节 MCS-48 系列单片机的引脚功能及技术指标

一、MCS-48 系列单片机的特点

MCS-48 系列单片机通过大规模集成形式，把运算器、控制器、片内存贮器（RAM、ROM 或 EPROM）、输入输出接口和计数器/定时器等部件集成组装在一块芯片内。它与其他类型微机相比具有以下特点：

(1) 输入输出接口在单片机内部，当单片机用做控制时，只需在其接口管脚外增加驱动器即可。

(2) 片内有 RAM 作为数据存贮器，将 CPU 的工作寄存器与 RAM 合为一体，提高了访问速度。

(3) MCS-48 系列单片机的不同版本具有完全相同的封装，管脚信号完全兼容。

(4) 输入输出接口均为双向口，这给用户带来很大的灵活性。

MCS-48 系列单片机的各种型号均采用 40 引脚双列直插式封装，引脚排列完全兼容，其引脚功能的逻辑图如图 2-2 所示。

图 2-2 是 MCS-48 系列单片机逻辑符号图，需注意每个引脚的信号方向（输入或输出）。下面就叙述一些主要引脚的功能，带横杠的为低电平有效。

(1) ALE 信号的下降沿可用于外部程序存贮器或外部数据存贮器锁存地址。

(2) $\overline{\text{PSEN}}$ 信号在从外部程序存贮器读取指令时出现。

(3) $\overline{\text{RD}}$ 用于外部数据存贮器或从外设取数据到 BUS 总线的读选通信号。

(4) $\overline{\text{WR}}$ 用于外部数据存贮器或把 BUS 总线的的数据送给外设的写选通信号。

(5) PROG 用于输入输出扩展器 8243 的选通信号。

(6) $\overline{\text{RESET}}$ 是复位信号，当 $\overline{\text{RESET}}$ 有效时，程序计数器清零，程序从头开始执行。

(7) XTAL 是外接晶振，作为内部振荡器的参考频率的两个引脚。

(8) BUS 口是一个 8 位的双向数据总线通道，同时可作地址信号的低 8 位输出，可在

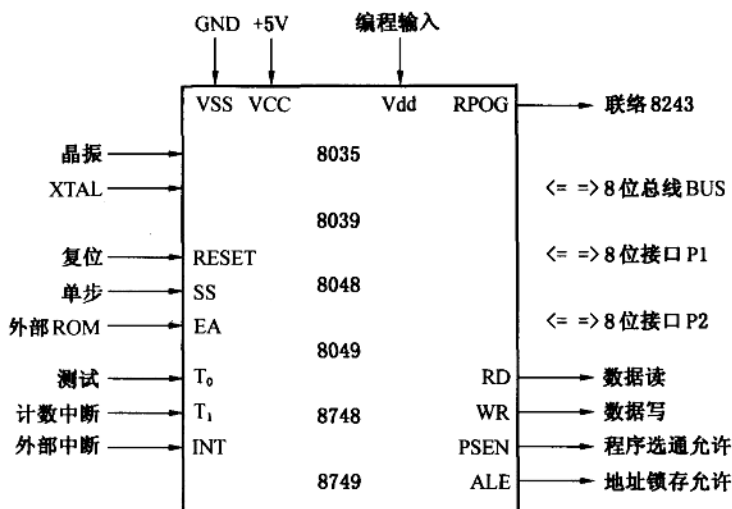


图 2-2 MCS-48 系列单片机引脚功能的逻辑符号图

PSEN 信号作用下，BUS 总线接受所寻址单元的指令；或在 ALE、 $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$ 信号控制下 BUS 总线作为数据总线在 CPU 和寻址单元之间传送数据。

(9) P1 口是一个 8 位的准双向接口，其输出具有锁存功能，即在重新输出新数据前口上已有的原数据保持不变。

(10) P2 口与 P1 口结构相同，也是准双向接口，但 P2 口的低 4 位 P20 - P23 既可作为 12 位地址总线的高 4 位，也可用于 8243 的输入输出扩展。

二、MCS-48 系列单片机的形式

INTEL 公司的 MCS-48 系列单片机有三种形式：片内带 ROM，片内带 EPROM 和片外接 EPROM。如 8049 为片内带 ROM，8749 为片内带 EPROM，8039 为外接 EPROM。8039 以其灵活的设计方式和较低的成本成为常用的单片机。8049 由于片内带 ROM，可预置入监控程序、防伪密码等，但必须批量定制，价格高。它们的主要性能指标如下所示：

8039	8049
8 位 CPU、CTC、RAM	8 位 CPU、CTC、RAM
单一电源 +5V ± 5%	单一电源 +5V ± 5%
主振频率 8MHz	主振频率 8MHz
指令周期 1.875μs	指令周期 1.875μs
128 × 8 位 RAM	128 × 8 位 RAM
27 根输入输出线	27 根输入输出线
90 多条指令，70% 为单字节	90 多条指令，70% 为单字节
片内无 ROM	片内有 ROM

从以上性能指标看，8039 和 8049 的 CPU 是 8 位的，可用 8 位二进制数的运算或同时处理 8 个二进制数字信号，即用来处理开关量信号时，可同时接收或输出 8 个信号。若用作计数，8 位字节能计数的范围是 $2^8 = 256$ ，若扩大计数范围，增为两个字节 16 位，可计数范围为 $2^{16} = 65536$ ，这个范围对于“TZB”来讲是足够了。