

STD BUS

工业控制机原理及应用

中国计算机技术服务公司编

STD BUS STD BUS STD BUS
BUS STD BUS STD BUS STD
STD BUS STD BUS STD BUS
BUS STD BUS STD BUS STD
STD BUS STD BUS STD BUS
BUS STD BUS STD BUS STD
STD BUS STD BUS STD BUS



电子工业出版社

STD BUS
工业控制机原理及应用

中国计算机技术服务公司编

电子工业出版社

内 容 提 要

本书对STD总线及主要STD模板的原理、设计、时序、使用等做了详细介绍,并对工业控制机的主要应用模式及其设计技术做了系统介绍。本书有一定理论性,但更具有实用性,是一本对各个工业领域的广大技术人员在规划、实施、使用、维护本系统的工业控制机的实际工作中有一定参考价值的实用书籍。本书也可作为工业控制机系统设计与工程实施的培训教材使用。

STD BUS 工业控制机原理及应用

中国计算机技术服务公司 编
责任编辑 慈 畴

电子工业出版社出版(北京万寿路)
电子工业出版社发行 各地新华书店经销
北京燕山印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: $22\frac{1}{4}$ 字数: 563 千字

1989年5月 第1版 1989年5月 第1次印刷
印数: 8000 册 定价: 7.50 元

ISBN7-5053-0157-8/TP14

本书编写成员

主 编 田 云

付主编 戚道南 贾恩凯

编 委 朱伟明 陈文立 吴成月

邵志清 林小伟 张 健

主 审 周明德 朱芒大 何德书

序 言

在计算机的推广应用方面,工业控制是一个极为广阔的领域。我国虽然有一定的工业基础,但技术和装备落后、生产率低下,因此面临着一个极为艰巨的技术改造任务。我国迎接新技术革命的挑战的主要方针之一,就是以窑炉、汽车节油和机床改造为突破口,完成对传统产业的技术改造。

传统产业的改造当然要以体制改革、增加企业的活力为主。从技术上讲,应用电子计算机技术则是很重要的一环。作为全国性的第一家从事计算机技术服务业的中国计算机技术服务公司(CCTS),有责任向全国的工业用户提供先进的工业控制计算机的技术、产品和服务。面临这样的形势,CCTS在87年初作出了大举进入工业控制领域的重大决定,要为传统产业的改造做出自己应有的贡献。

总结我国工业控制和生产过程自动化的现状,以及考察国内外工控技术和产品的总趋势和动态,我们发现目前国内工业控制用的机种繁杂、可靠性低、重复开发等现象也较严重;而 STD BUS产品具有高可靠、高模块化、系统组成冗余度低、组态灵活等优点,已得到国际工业界的普遍重视和广泛应用。在我国中小企业中推广 STD BUS产品,可以收机型统一、投资少、见效快、可靠性高、抗干扰能力强之功效。

同时,推荐国际流行的 STD总线产品作为未来工业控制机的主流机型,便于和国外进行技术交流,吸收国外优良技术为我所用;还为我国电子产品出口创造必要条件。

中国计算机技术服务公司及其四川、上海、福建、南通、安徽、吉林等分公司,几年来在工业控制机和STD总线单板的开发、生产和应用方面做了大量的工作,有丰富的实践经验。今年又联合开发了8位机的较完整的 STD总线单板系列,可供各工业控制领域应用。

为了使广大用户了解和应用好 STD总线单板系列,我们组织了公司系统一批既有理论又有丰富开发、生产、应用的实践经验的工程师编写了这本有关 STD总线的原理、标准、电路和实际应用的教材,奉献给广大读者。我们热情地期待着广大领导干部和工程技术人员投身到传统产业技术改造这一事业中来,为振兴中华,为中国工业的腾飞而贡献力量。

由于时间仓促,水平有限,望广大读者不吝赐教。

周明德

87.10.14

前 言

如工程界所共知, 标准化在工业生产中具有重要作用和意义。经标准化设计的产品具有生命周期长, 生产批量大, 易于配套、扩充和升格, 方便维修服务, 容易推广应用等特点。标准化设计不仅赋予某一产品以竞争力, 更推动了整个工业的飞速发展。

美国Pro-Log公司发明并与MOSTEK公司于1978年联合宣布的STD总线标准, 为工业过程控制和自动化领域的计算机提供了一种有广阔前途的标准, 并越来越得到国际上的广泛承认和使用。

STD总线系列单板和由它构成的工业控制机有三个最重要的设计特点, 即可靠性、环境适应性和模块化的开放式结构。

可靠性是对工业控制机的基本要求。没有计算机的可靠性, 就谈不上计算机的闭环控制, 就没有高产、优质和低耗, 也就没有全面的经济效益和社会效益。没有计算机的可靠性, 就没有工业生产的安全性, 工业企业就不敢放心地使用工业控制机自动控制生产过程, 用先进的电子计算机技术对传统工业的技术改造就无法实现, 计算机大举进入工业领域就成为不可能。

环境适应性是指适应工业现场恶劣环境条件的能力。工业现场的大温差, 高湿度, 强腐蚀、高粉尘, 剧烈振动冲击, 低劣供电质量以及各种工业电磁和声光干扰等都是计算机可靠工作的大敌。对恶劣环境的适应能力与可靠性密切相关, 是计算机能可靠工作的一个重要方面, 也是工业计算机所具备的一大特点。

Pro-Log公司在高可靠和适应恶劣环境方面做了大量研究工作, 并有一套行之有效的设计方法。Pro-Log公司STD产品的平均寿命的模拟试验已达60年, 用10块 STD模板构成的单机系统可期望在6年时间内不发生任何故障。任何一个STD产品的双机系统, 只要单机故障能够及时排除, 就可以做到在人的有生之年不发生一次系统失效。

标准化、模块化和组合化的开放式结构使STD BUS的工业控制机能适应千差万别的控制对象, 可以使系统开发工作者把硬件的工作量减至量小, 加快系统的开发周期。标准化、模块化和组合化给系统的升格换代带来了极大的灵活性, 给现场故障诊断及维修带来方便。

Pro-Log公司的STD产品因高可靠、环境适应能力及标准化、模板化、组合化的开放结构使它迅速在工业领域得到了广泛的应用。

STD产品的这三大特点, 很大程度体现在IEEE-P961总线标准之中, 还体现在Pro-Log形成的独特的科学的设计思想和方法。

本书对STD总线及主要STD模板的原理、设计、时序、使用等做了详细介绍, 并对工业控制机的主要应用模式及其设计技术做了系统介绍。我们希望这本书能对各工业领域的广大技术人员在规划、设计、实施、使用、维护本系统的工业控制机方面的工作有所裨益。我们充分认识到, 各工业领域的广大技术人员是推动计算机在工业控制方面应用的主力军, 很希望有一支庞大的全面掌握工业控制机的设计技术, 二次开发、多次开发技术的队伍, 把我国传统工业的改造工作推向高潮。

本书由中国计算机技术服务公司及有关分公司共同编写，参加编写工作的有：田云、戚道南、贾恩凯、林小伟、朱伟明、邵志清、张健、吴成月、陈文立等。周明德、朱芒大、何德书负责主审全书。在电子工业出版社的大力支持和密切配合下，以及马红枝、王紫文、高红、龚鸿、孙保和等同志在短时间内完成了全书的数据录入及制图、描图等工作，使本书能很快与读者见面，特在此致谢。

编者 1987.10.

目 录

第一章 计算机在工业控制中的应用	1
第一节 开环系统	1
一 数控机床	1
二 监测系统	4
第二节 闭环系统	8
一 概述	8
二 数学模型	9
三 闭环系统的稳定性	10
四 外围输出设备及接口的设计	10
五 应用实例——埋弧炉控制系统	12
第三节 计算机分级控制系统	18
一 分布式采集系统	18
二 上、下位机系统	18
三 数据通讯	19
四 应用实例	19
第四节 多机高可靠性系统	22
一 概述	22
二 可靠性设计的初步知识	22
三 双重结构在电网系统中的实际应用	25
第五节 工业控制机的设计特点	27
一 总体设计	27
二 硬件设计要求	27
三 软件特点	28
第二章 STD 总线	30
第一节 总线的有关知识	30
一 何为总线	30
二 总线的分类	30
三 总线的工作方式及其通讯技术	31
第二节 普洛公司和STD总线	32
第三节 STD总线与几种常用总线的比较	34
一 STD总线与 S-100总线	34
二 STD总线与 PC 总线	35
三 STD总线与 MULTI 总线	36
第四节 模块化设计与高可靠性设计	36

一	STD总线的模块化设计	36
二	STD总线的高可靠性设计	37
第五节	STD总线规范	38
一	逻辑特性定义	39
二	时序规范	43
三	电气特性	45
四	机械特性	45
五	一些说明	48
第六节	CMOS STD总线	49
一	CMOS的原理及其发展	49
二	CMOS STD总线	51
三	CMOS STD总线的应用	52
四	CMOS STD总线的不足	53
第三章	CPU模板	54
第一节	概述	54
第二节	Z80A CPU及其时序	54
一	Z80A的内部结构	54
二	外引脚及其功能	56
三	指令周期, 机器周期和时钟周期	58
四	Z80A CPU典型时序分析	59
第三节	CPU插件	67
一	STD总线系统CPU板的一般设计	67
二	存贮器的灵活配置和PROM译码(以7806为例)	72
三	8085A CPU板7815	77
第四节	几种CPU模板比较	80
一	Z80A CPU板与8085A CPU板的比较	80
二	Z80系列CPU板的功能比较	80
第四章	半导体存贮器	82
第一节	半导体存贮器的分类	82
一	RAM的种类	82
二	ROM的种类	83
第二节	存贮器的基本概念	84
一	译码电路和存贮电路的选择	84
二	输出三态门	86
第三节	只读存贮器ROM和它的应用	86
一	ROM原理介绍	86

二 EPROM的应用——STD总线模板7705	88
第四节 静态读写存储器 SRAM及其应用	94
一 SRAM的内部结构	94
二 MOS SRAM的应用——STD总线模板7702	95
三 64K RAM/ROM互换模板7702-64	101
第五节 动态读写存储器 DRAM及其应用	101
一 DRAM的内部结构	101
二 7707板的主要特性	103
三 7707板的电路原理	103
四 7707读写时间与CPU读写周期的配合	111
第六节 带掉电保护的SRAM板	116
一 7706——带后备电源的16K×8存储器模板	116
二 7709——带后备电池的64K×8存储器模板	120
第七节 存储器扩展(MEMEX)信号和 存储器段选择(SEGMENT)信号的使用	120
第五章 中断	124
第一节 中断概念产生的由来	124
一 无中断系统的数据交换	124
二 中断方式	124
三 常用术语解释	124
第二节 中断接口逻辑	126
一 典型中断接口逻辑	126
二 Z80中断接口逻辑	128
第三节 中断功能及实现方法	128
一 功能要求	128
二 实现方法	129
第四节 直接数据通道——DMA	135
一 概述	135
二 DMA功能要求	135
三 工作原理	136
第五节 7320中断优先权排队及中断矢量发生板	136
一 概述	136
二 7320模板的特性	137
三 7320模板的工作原理	137
四 使用7320模板应注意的几个问题	145
第六章 数据通信	146

第一节 数据通信的基本概念	146
一 概述	146
二 标准化机构	146
三 七层协议	146
四 通信方式	147
第二节 串行I/O及链路层协议	149
一 并行——串行转换	149
二 设备的同步	150
三 异步传输与同步传输的比较	151
四 异步串行链路层协议	151
五 同步串行链路层协议	153
六 异步和同步协议的开销	153
第三节 RS-232-C及其它物理层协议	154
一 RS-232-C标准	154
二 RS-232-C的通用结构	160
三 使用RS-232-C标准全双工电缆的通信过程	161
四 非标准的通用结构	162
五 RS-449以及RS442、RS423标准	163
六 20mA电流环路接口	166
第四节 CCTS-0405-7304双通道异步通信板简介	168
一 用途与特点	168
二 功能描述	168
三 用户接口连接器	169
四 操作与编程	169
第五节 调制解调器	172
一 调制解调器的功能	172
二 调制解调器的分类	173
三 调制解调的原理	173
第六节 仪器仪表通用接口总线——GPIB	175
一 概述	175
二 GPIB接口结构	175
三 GPIB接口功能	178
四 消息编码及传递	180
第七节 GPIB的LSI接口芯片简介	184
一 8291A讲/听接口芯片简介	184
二 用8291A和8293组成的讲者/听者系统组态	185
三 8292控者接口芯片简介	185
四 8293GPIB总线收发器芯片简介	186

五 用8291A, 8292和8293组成的讲者/听者/控者系统组态	186
第八节 STD GPIB板设计简介	191
一 技术指标	191
二 工作原理	192
三 编程举例	193
第七章 输入输出	195
第一节 数字量输入输出	195
一 数字I/O的基本概念	195
二 数字I/O的典型结构	195
三 数字I/O STD模板介绍	195
四 数字I/O的应用	196
第二节 开关量输入输出	199
一 开关I/O的基本概念	199
二 开关I/O的典型结构	200
三 开关I/O STD模板介绍	201
四 开关I/O板的应用	201
第三节 模拟量输入输出	203
一 概述	203
二 D/A转换器	204
三 多通道D/A转换器	207
四 V/I转换器	209
五 STD 12位2路D/A板的技术性能及使用	211
六 A/D转换器	212
七 STD 12位16路高速A/D板的技术性能及使用	219
第四节 微机接口技术	221
一 微处理器控制信号	221
二 接口寻址方式	222
三 输入输出的控制方式	223
第八章 外设接口	225
第一节 键盘、显示和打印	225
一 9301、9301A、9302键盘显示板/接口板	225
二 9303、9303A CRT显示、打印接口板	229
三 微型打印机	231
第二节 母板	236
一 母板的作用和系统对母板的要求	236
二 母板的类型	236

三 改善母板性能的措施.....	238
第三节 电源.....	238
第九章 应用软件程序设计方法简介.....	239
第一节 数据处理基础.....	239
一 信号的变换	239
二 数学模型	241
第二节 总体设计	244
一 配置要求	244
二 处理要求	247
三 可靠性设计	249
第三节 程序设计	255
一 什么是好的程序	255
二 结构程序设计	255
三 空间分配	257
四 编程	257
第四节 程序的调试与运行	258
一 程序的调试	258
二 系统模拟	260
三 系统的运行与维护	260
第十章 支撑软件介绍.....	262
第一节 虚盘操作系统	262
一 什么是操作系统.....	262
二 什么是虚盘操作系统 CCTS-FJ DOS 1.0.....	262
三 CCTS-FJ DOS V1.0 的使用	262
第二节 CCTS-TL-ASM 编辑/汇编程序	272
一 CCTS-TL ASM 的操作	272
二 CCTS-TL ASM 的命令	273
三 CCTS-TL ASM 的汇编语言	277
第三节 CCTS-FJ DEBUG	280
一 CCTS-FJ DEBUG 程序说明	280
二 DEBUG 的命令	282
三 DEBUG 命令汇总	287
第四节 JS-2 计算语言	287
一 概述	288
二 JS-2 语言地址浮动方法	288
三 SSL-2000 子程序库	289

四 JS-2 解释程序	292
五 JS-2 语言使用举例	294
附录 A	297
一 8251A 可编程通信接口	297
二 Z80 CPU 引脚及其功能	300
三 8085A CPU	302
四 EPROM 2716, 2732/2732A/2764	305
五 静态RAM 6166, 6264	305
六 动态RAM 2164	306
七 采样保持的12位A/D转换器ADC-HS12 B	306
八 DAC 0830、0831, 0832 简介	307
九 Z80 A双通道异步接受器/发送器 (DART)	308
十 8291A GPIB讲者/听者接口引脚及说明	311
十一 8292仪器仪表通用接口总线控者接口	313
十二 8293仪器仪表通用接口总线收发器	315
附录 B	317

第一章 计算机在工业控制中的应用

计算机应用于工业控制即构成工业控制机。实现生产过程的自动控制,有利于提高生产效率、保证产品质量、减轻劳动强度、提高综合经济效益。这既是发展计算机工业的一个重要方向,也是各工业领域实现综合自动化及达到生产过程最佳控制的必由之路。工业控制机的基本结构如图1-1所示。它由通用计算机

机(包括主机CPU、存储器、通用外部设备)及专用的外围设备组成。工业控制机与被控对象间只具有单方向控制结构的系统,被称为开环系统;它们之间具有双向控制结构的系统则称为闭环系统。某些重要工业领域,为提高系统可靠性,还建立了双重及多重结构。本章将对工业控制的各种结构及设计原理做简要的介绍。

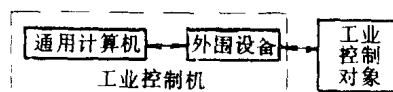


图1-1 工业控制机

第一节 开环系统

一 数控机床

机床的数字控制系统,是一种只向控制对象输出数据和命令,不需得到被控对象状态信息的典型的开环控制系统。

(一) 数控机床的基本结构

数控机床由计算机、机床的伺服机构及机床组成,如图1-2。计算机根据要加工零件的工艺要求,给出各种指挥机床的工作命令,由

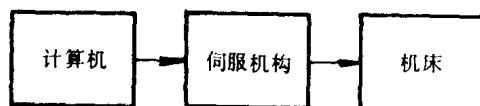


图1-2 计算机数控机床结构图

伺服机构将这些命令转变为控制机床的动作,使机床按给定精度要求自动地完成对零件的加工。有时,由于机床(如钻床等)只做某些非常简单的加工和动作,计算机可被一个实现规定要求的逻辑装置所代替。此时,数据和命令被放在某种存贮介质上(如穿孔纸带)。数控装置需要这些数据或命令时,通过数据读入装置(如纸带输入机)将其读入,如图1-3所示。图1-2及图1-3中的伺服机构,指的是步进电机、液压机、电动机等执行机构。

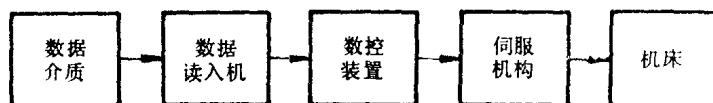


图1-3 逻辑数控机床结构图

(二) 数控机床的控制原理

在数控机床中机床对零件的自动加工,是通过零件与刀具的自动位置控制及机床的自动操作控制来实现的。位置控制及操作控制相互独立,它们的控制可以分开进行,也可以同时进行。当加工部位不连续时,先进行位置控制,再进行操作控制。例如自动打孔,控制步骤

是先进行位置控制，将工件要打孔的位置移到钻头下方，再进行操作控制完成打孔。当加工部位连续时，则先进行操作控制，并保持这一操作，同时再进行位置控制。例如加工直线时，先进行操作控制，将刀具置于工件上，并保持这一操作控制命令；同时给出位置控制命令，使工件按给定直线轨迹运动，完成对工件的直线加工。

实现位置控制，就是实现改变工件与刀具的相对位置。假定刀具不动，将工件固定在一个操作平台上，并建立一个平面坐标系。平台可按X方向或Y方向进行平面运动，改变平台的位置即改变了工件与刀具的相对位置。平台的运动采用步进方式，一步一步进行，步进可正可负。对于X轴，定义刀具对应点位置的坐标增大时为操作平台正向步进；刀具对应点位置的坐标减小时为操作平台负向步进。类似地，刀具对应点位置的Y坐标增大时为操作平台正向步进；反之为负向步进。操作平台的正向步进或负向步进，可用触发器的状态来控制：当触发器为“0”时，向马达正向供电，实现正向步进；当触发器为“1”时，向马达反向供电，实现负向步进。每当要改变步进方向时，只需改变相应触发器的状态。步进的步数总是等于送给步进马达的脉冲个数。

(三) 应用举例

1. 自动打孔

图1-4是完成自动打孔的数控装置逻辑图（工作原理略）。

操作及流程：

- 调整工件在操作平台上的位置，使第一个孔位——约定坐标为 $(0, 0)$ ——对准钻头

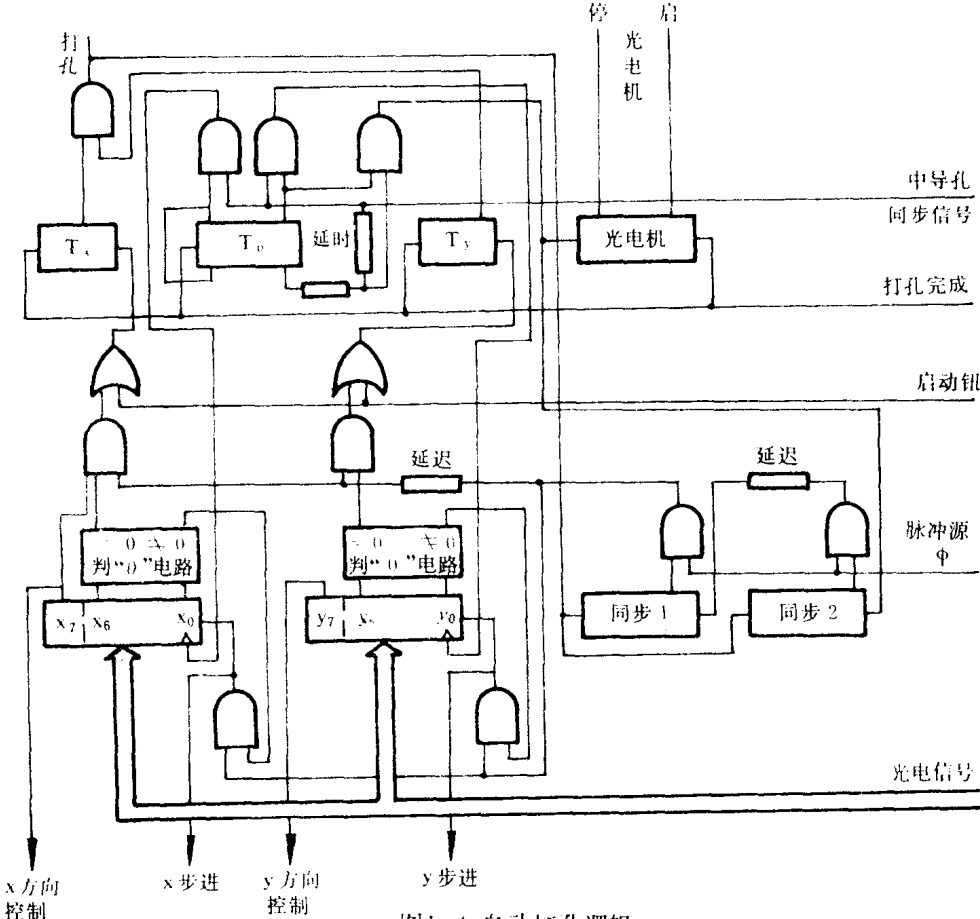


图1-4 自动打孔逻辑

· 在光电机上放置好加工该工件的数据纸带

· 按启动按钮，启动数控装置

* 进行打孔操作

· 打孔完成后启动光电机，依次读入X、Y的步进数

· X步进数等于原码负零（约定结束标志）时，过程停止。不等于负零时做下一步

· 按X、Y计数器补码数值控制步进操作。到位后返回*

流程如图1-5。

2、加工直线和曲线

(1) 选用一台能完成四则运算的计算机做为数控装置，与伺服机构的联接如图1-6。

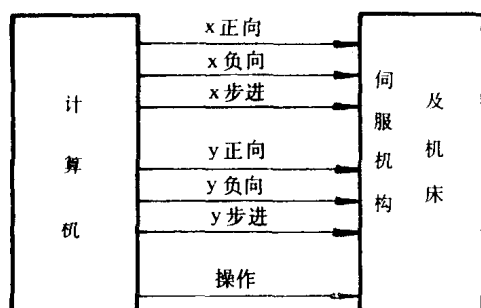


图1-6 加工直线和曲线的数控机床

(2) 加工直线

直线方程为 $Y = aX + b$ ， a 、 b 为整数，初值为 $(0, b)$ ，末值 (X_e, Y_e) 流程如图1-7。

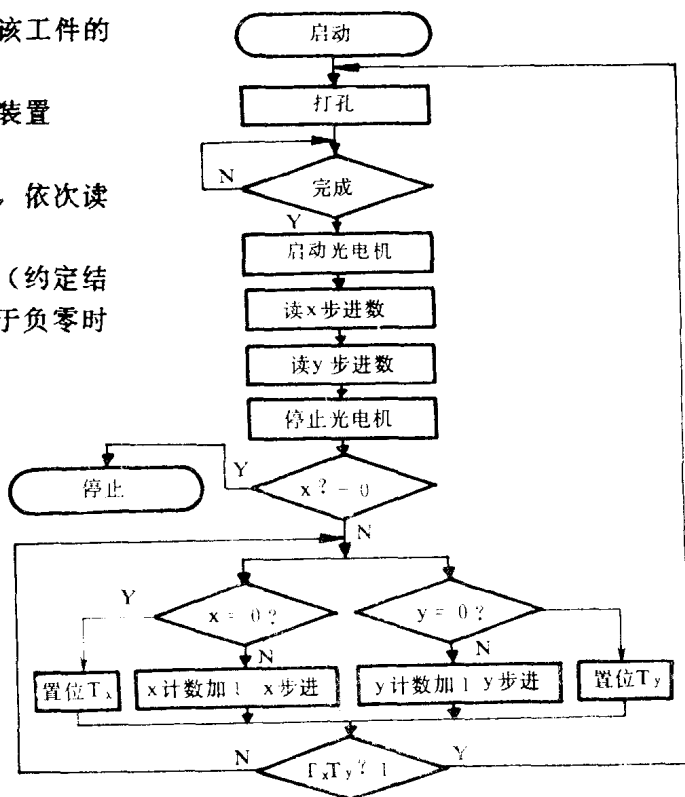


图1-5 自动打孔工作流程

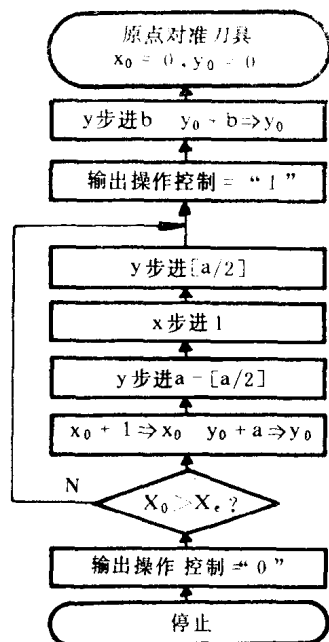


图1-7 数控机床加工直线流程