

# 人机界面与PLC在冷带连续加工机组中的应用

张嘉懿

**摘要(Abstract)** 通过借鉴我国20世纪80年代从国外引进的宝钢30万吨热镀锌机组自动化技术,并通过济南钢铁公司20万吨热镀锌工程、张家港华达涂层有限公司15万吨热镀锌工程实例的对比、分析,提出目前国内冷带连续加工机组自动化系统的合理配置方式,并阐述了人机界面技术和PLC技术在冷带加工机组中的具体应用。

**关键词(Keywords)** 人机界面 PLC 物料跟踪 焊缝跟踪

## 1 引言

由我院技术总承包、近期已顺利投产的张家港华达涂层有限公司年产15万吨热镀锌板工程和我院目前为济南钢铁公司技术总承包的年产20万吨热镀锌板工程,采用新型自动化系统配置模式,从根本上改进和简化了自动化系统,目前张家港项目运行良好,济钢项目进展顺利。

## 2 系统配置原则和方式

冷带连续加工机组的过程控制系统一般按照工艺特点可以进行比较详细的分类,如焊机控制、锌锅控制、加热炉控制、辊涂控制、光整机控制等,但一般而言,冷带连续加工机组(镀锌机组、彩色涂层机组还是退火机组等)其通用的过程控制系统均为传动控制系统和与它关系密切的PLC系统再加上上位监控系统;20世纪80年代,宝钢200冷轧厂O镀锌机组(180m年产30万吨)的自动化系统根据当时自动化技术水平按照工艺区段方式共配置5台西门子公司的S5-15K PLC和一台上位工业控制机30R3,属当时国际先进水平,目前自动化技术与20世纪80年代相比,进步极大,沿袭200冷轧厂带钢生产机组工艺分段配置自动化系统的传统模式已不适应目前的自动化技术水平,表1为S7-400系列PLC、S7-300系列PLC与S5-15K系列PLC的技术性能对比;以表1技术性能对比为依据,通过分析,济南钢铁公司20万吨镀锌机组集成的自动化系统我们采用一块S7-400 CPU 315-2P;张家港机组(年产15万吨)采用一块S7-300 CPU 315-2P,实践证明,我们的系统配置模式完全满足生产要求;可以有以下结论:目前国内大型钢铁企业年产在20万吨左右的冷带连续加工机组自动化系统,只需1台S7-400 CPU 315-2P就可以满足生产要求,对于年产在15万吨以下的中小机组只需要一台S7-300 CPU 315-2P就完全可以满足生产要求,这无疑极大地简化了冷带加工机组的自动化系统,使广大用户从中受益。

表1 西门子PLC技术性能对比

型号	用户存储器容量	输入/输出点数	执行指令时间 $\mu$ s/指令	计数器, 计时器	编程语言	通讯速率M/s
S5-150K	24K	1K(DI/DO), 64(AI/AO)	5	128, 128	STEP5 (DOS)	-
S7-400	15M	64K(DI/DO), 4K(AI/AO)	0.1	256, 256	STEP7 (Windows)	12
S7-300	64K	8129(DI/DO) 521(AI/AO)	0.1	256, 256	STEP7 (Windows)	12

采用新型方式配置冷带连续加工机组自动化系统的好处可以归纳如下:

(1) 充分发挥CPU技术性能,淘汰按照工艺区段分配PLC的老模式,从根本上简化自动化系统结构,降低设备投资。

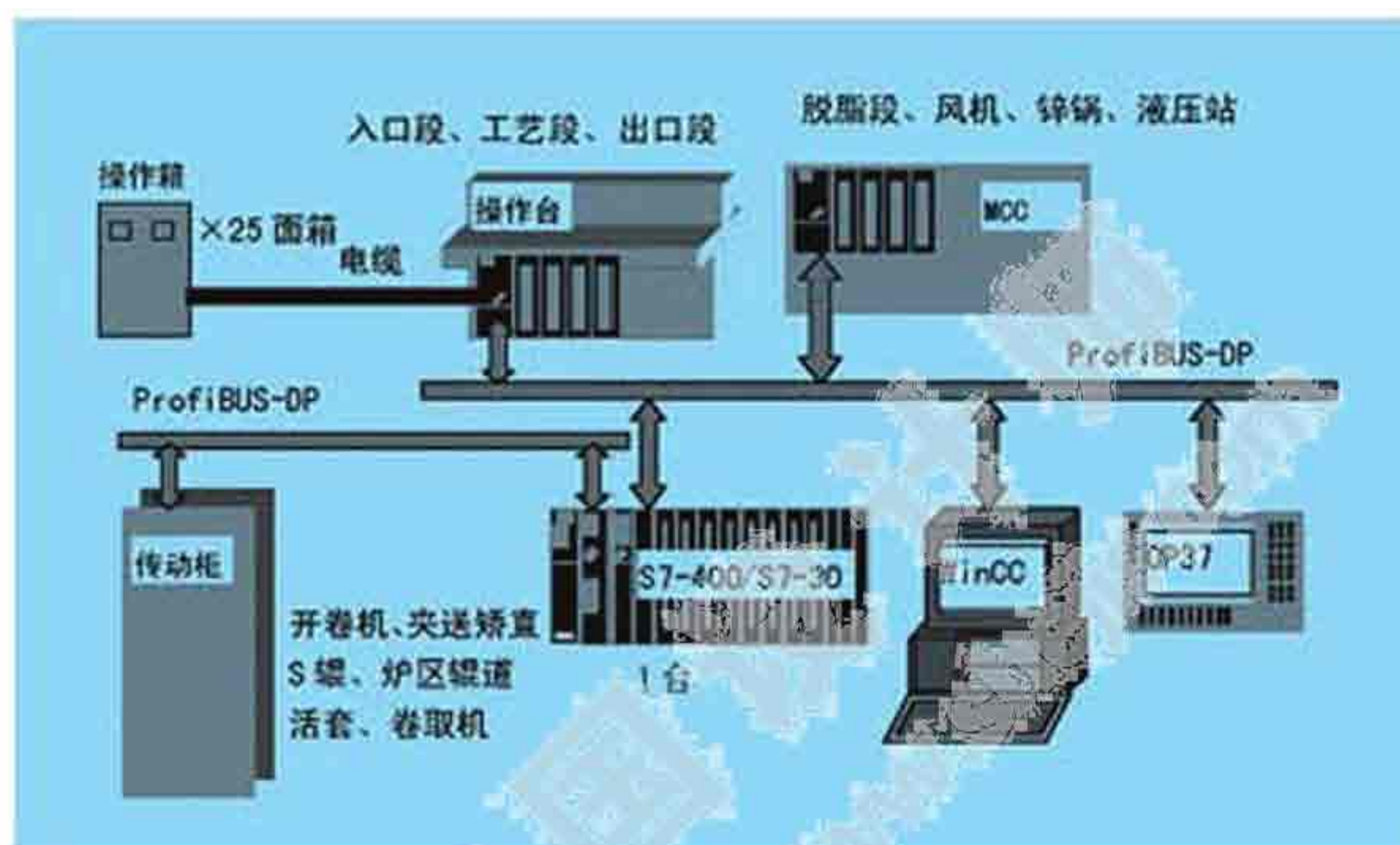


(2) 充分采用现场通讯总线技术和远程I/O单元,从而大量节省输入/输出点和施工电缆,降低投资费用。

(3) 充分采用现代HMI技术,省却大量操作按钮、指示灯和显示仪表,从而提高自动化生产的操作和管理水平,使操作更加人性化和简约化。

### 3 系统组成及功能

冷带连续加工机组自动化系统构成方式为:基础传动+PLC上位监控;PLC主CPU(远程I/O站)、HMI传动系统之间通过PROFIBUS-DP网络进行信息交换,具体结构见图1。



#### 3.1 上位机监控系统组成及功能

监控系统通过PROFIBUS-DP总线与PLC主CPU连接,接受和采集原料、生产过程、产品有关信息,实现生产管理人员-设备-原料-产品之间的信息交换,对机组的正常生产和产品进行自动化管理;通过网络,把工艺参数设定值和对电气设备的操作从人-机界面接口传送到PLC,把机组的状态、电气参数及故障由PLC收集送到人-机接口的CRT显示器上;我院目前为济南钢铁公司技术总承包的2万吨热镀锌板工程上位监控系统采用WinCC组态技术对整个机组运行状态进行监控,系统配置见表2。

表2 济钢镀锌工程上位监控系统配置

序号	名称	说明	数量
1	工业控制机	P III 866-128M/40G	2
2	操作系统	Windows 2000	2
3	组态软件	WinCC	1
4	打印机		1
5	UPS 电源	1.5kVA	2

上位监控系统软件功能如下:

(1) 原料数据(板材宽度、厚度、钢卷编号等),过程数据(机组各段张力、机组速度),产



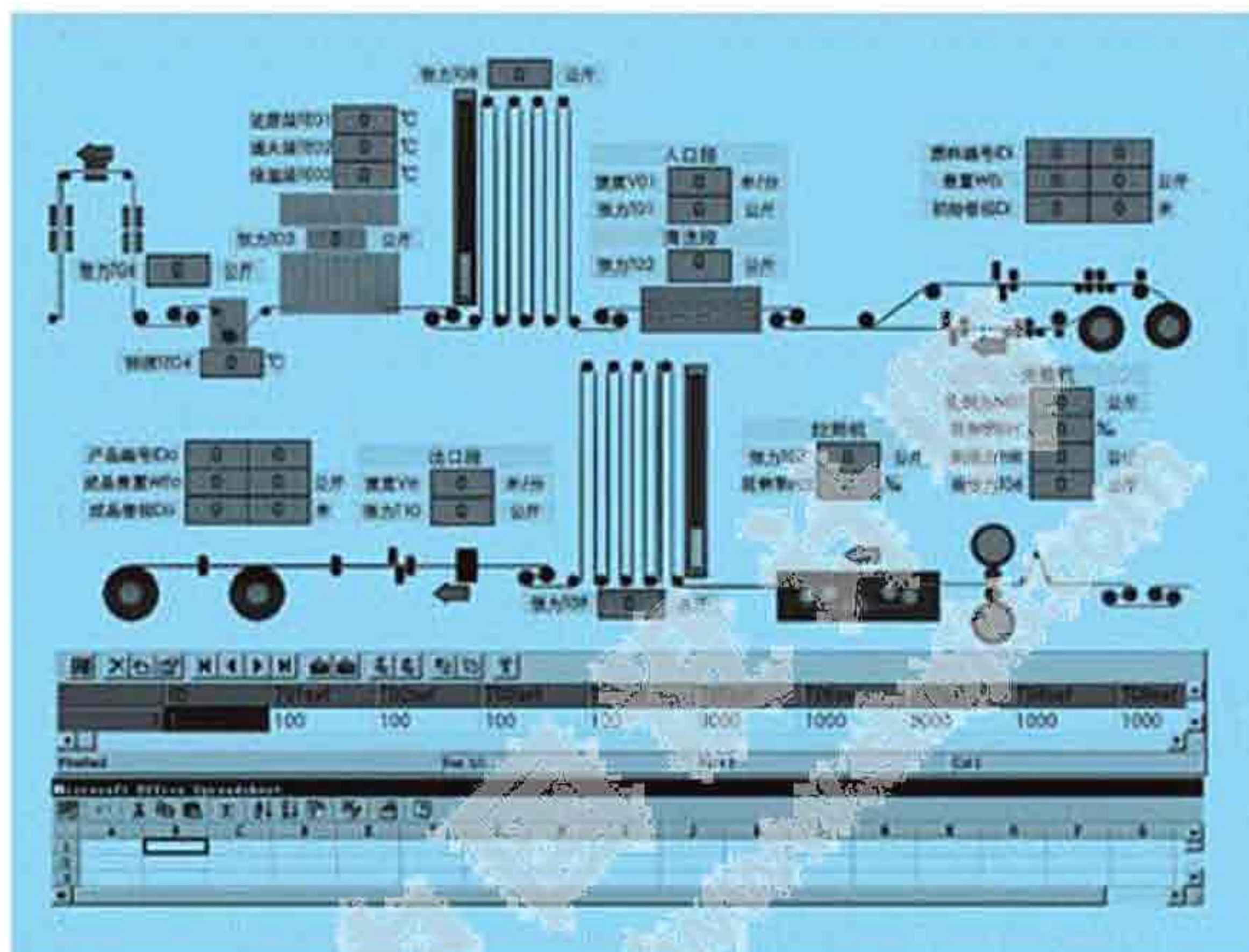
品数据(钢卷卷号、卷重、卷径、焊缝位置等)的自动生成、存储和修改,将自动生成的配方工艺参数下载到PLC

(2) 所有生产技术数据的汇总、存储、打印;

(3) 各主要工艺设备状态显示;(4)在人-机界面上或者在操作台上对上述生产技术数据进行人工干预;

(4) 加热炉的温度显示、运行状态监视、故障报警;

图2为采用WinCC软件组态的济钢2万吨热镀锌机组主画面。



### 3.2 PLC系统组成及功能

以济南2万吨热镀锌项目为例,PLC系统采用西门子公司S7-400系列PLC,主CPU采用S7-416-2DP,远程I/O采用ET200,由CPU、存储单元、电源模板、通讯模板、输入/输出模板、高速计数模板、中继器等组成,PLC与分布式I/O及传动系统采用Profibus-DP网,具体配置见表3

表3 济钢镀锌工程PLC系统配置

序号	名称	说明	数量
1	CPU 模块	S7-416-2DP	1
2	RAM 存储器		1
3	输入模块	32 点	8
4	输出模块	32 点	4
5	高速计数模块	8 通道	1
6	ET200 扩展模块	16 点	20
7	电源	10A	8

PLC控制系统主要完成加工线工艺功能的控制,根据工艺需要完成区段速度设定、张力设



定、活套控制、逻辑控制、监测和报警、与上位机进行通讯等控制功能;在三个操作台(入口操作台、工艺操作台、出口操作台)上分别设有模块化I/O单元,由通讯电缆汇总到PLC系统,为提高系统可靠性,PLC与各自的远程I/O站之间的通讯、PLC与调速传动装置之间采用独立通讯网络,PLC把设定参数和控制指令传送到终端和各调速传动系统,并收集各调速传动系统的状态和电气参数送到人-机接口的CRT上显示。

#### 4 PLC软件功能

冷带连续加工机组的PLC软件主要是焊缝跟踪任务,包括自动刹车、慢速定位和紧急刹车;焊缝跟踪任务是靠现场远程I/O站信号通过Profibus-D与S7-400CPU通讯,依据编制好的过程控制软件完成,它的任务主要包括:

- (1) 根据带钢焊缝在机组的位置实现机组的自动刹车
  - ⇒ 开卷机的自动甩尾刹车。
  - ⇒ 入口活套/出口活套的自动刹车。
  - ⇒ 卷取机的自动刹车。
  - ⇒ 拉矫机的辊道自动开/闭。
- (2) 根据焊缝位置实现机组的慢速定位
  - ⇒ 入口上/下通道带头在焊机处的慢速定位。
  - ⇒ 入口上/下通道在助卷器和夹送辊两种方式下的穿带。
  - ⇒ 入口/出口侧剪刀处的带钢定位。
  - ⇒ 焊缝的自动打孔。
  - ⇒ 根据焊缝位置计算带长。
- (3) 机组的紧急刹车
  - ⇒ 传动设备故障的机组紧急刹车。
  - ⇒ 断带故障的紧急刹车。
- (4) 4个程序模块
 

上述所有工艺要求的控制功能其软件核心为4个程序模块,根据需要分别在自动刹车、慢速定位和紧急刹车过程中调用,它们是:

  - ⇒ 状态控制模块MDC101
  - ⇒ 张力调节模块TEAD1
  - ⇒ 定位模块POB101
  - ⇒ 自动刹车模块ABD1

定位模块POB101、自动刹车模块ABD1的功能主要是接受来自现场状态控制点的状态,并且根据状态控制点状态去触发或者调用状态控制模块MDC101和张力的调节模块TEAD1的不同设定值程序,它们附属于张力调节模块和状态控制模块,主要是开关顺序连锁和通/断关系;状态控制模块MDC101和张力的调节模块TEAD1的主要功能是速度-张力的设定,其具体内容见表4

表4 程序主模块功能

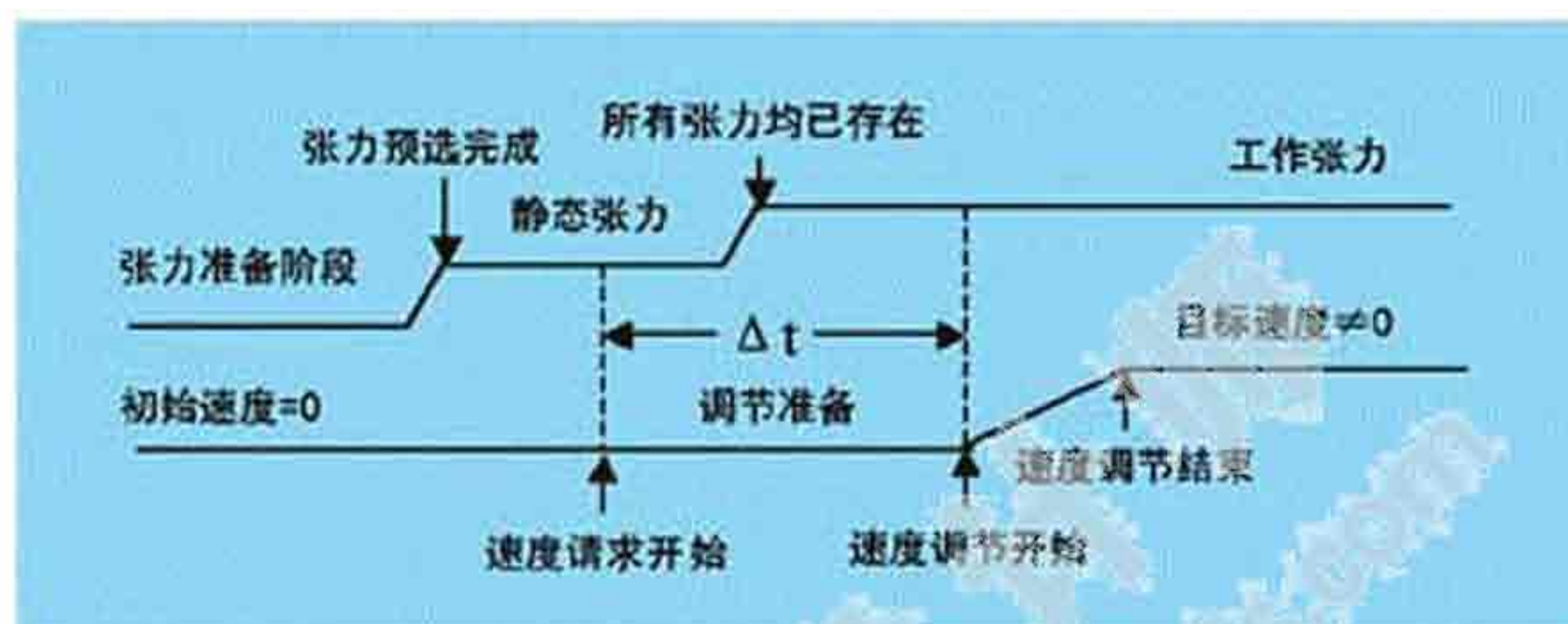
状态控制模块 MDC101	张力调节模块 TEAD1
爬行速度的设定	张力的预选
加速度的设定	张力的接通 / 断开
快速停车的设定	张力的增加 / 减少
定位速度的设定	建立静态张力和工作张力



状态控制模块 NEDO 和张力调节模块 TEDO 按照机组工作状态的不同可以分为目标速度非“0”状态的生产请求和目标速度为“0”生产请求两种基本情况；

(5) 目标速度非“0”状态的生产请求，可以分为两种情况：

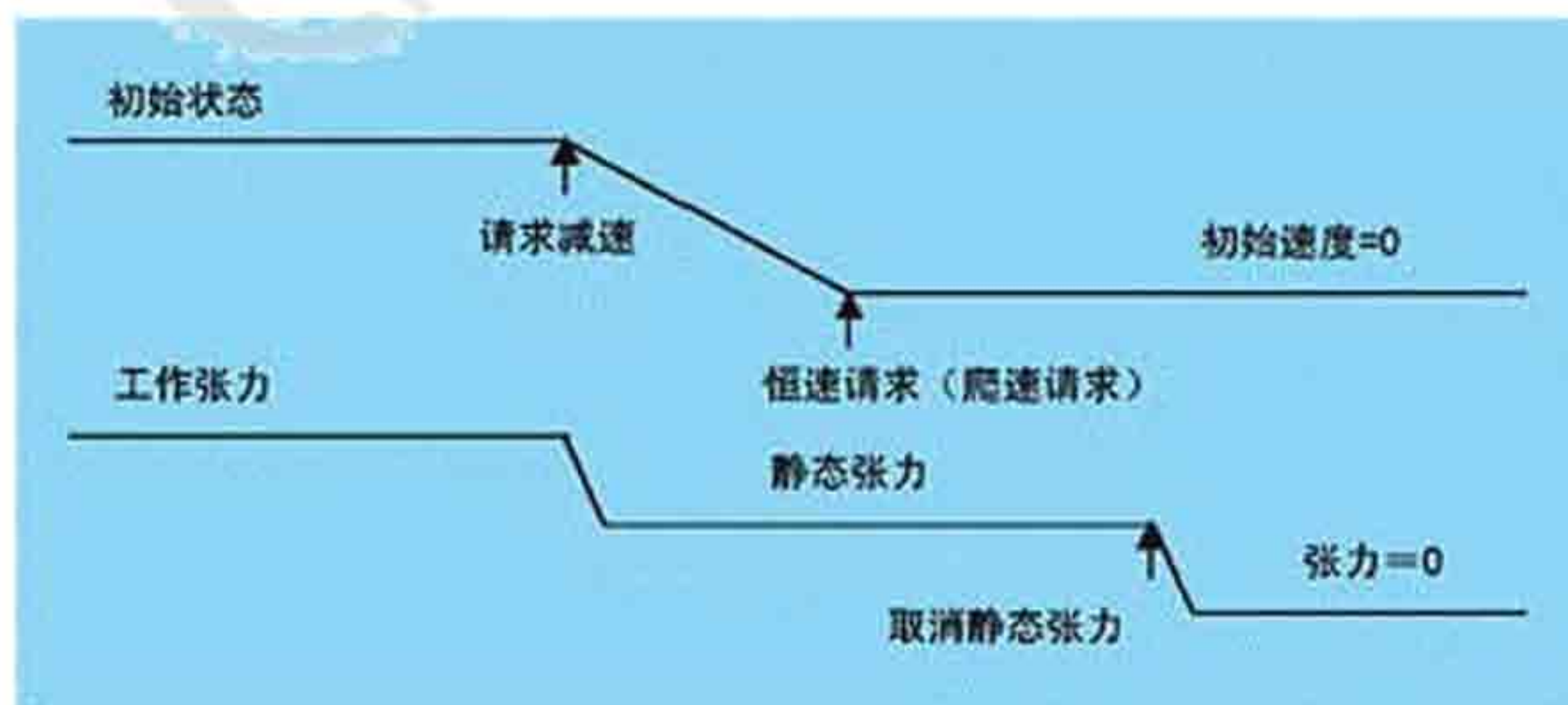
① 初始速度为“0”，既生产线为停止状态，这种情况下，首先要进入张力准备阶段，根据工艺要求进行张力预选，接理张力，建立静态张力，其次是张力调节阶段，建立该运行区所有设备的工作张力，并且对张力的建立和调节进行确认和检查，在确认和检查无误的情况下，进入速度调节阶段，经过一定时间 $\Delta t$ (如出口段为4秒、工艺段为3秒、出口段为6秒)检查速度不为“0”，说明请求实现，具体张力-速度请求-确认曲线模型如图3所示。



② 初始速度不为“0”，既生产线为正常生产状态，这种情况下，所有张力均已存在，各段张力均为正常生产值，此时，可以直接进行速度调节，具体张力-速度曲线模型如图4所示。



目标速度为“0”，这种请求是实现目标速度为“0”的状态，具体张力-速度曲线模型如图5所示。



由图4可以知道，当速度为“0”后大约0.7秒，取消工作张力，建立静态张力，若没有外部中断请求，那么在大约90s之后，系统自动取消静态张力，张力值“0”。



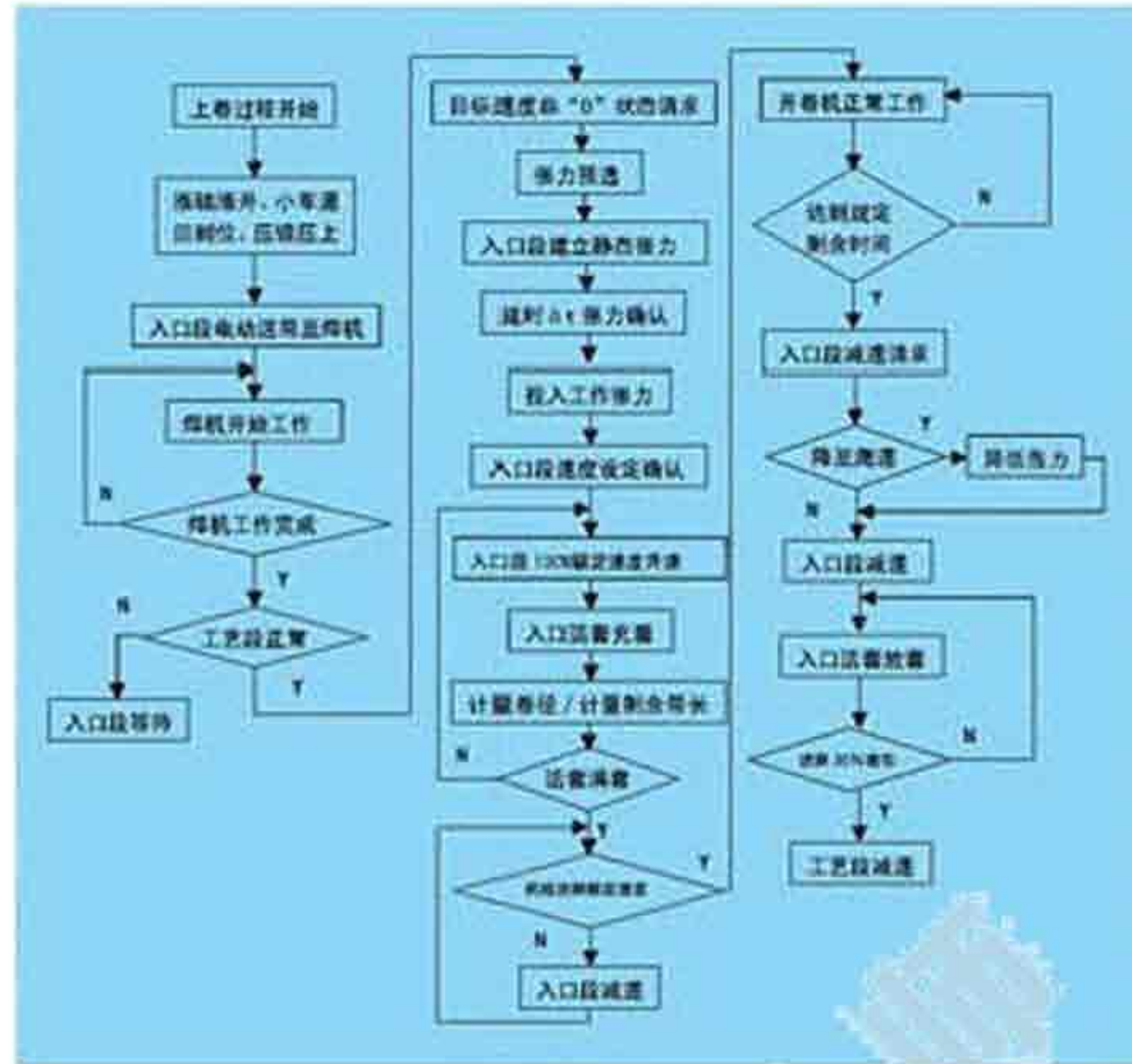


图6表示镀锌机组入口段软件功能框图，整个框图基本包括状态控制模块**NECI**、张力调节模块**TECI**、定位模块**PSIO**和自动刹车模块**ABCI**。

冷带连续加工机组的**PLC**控制程序编制，应该注意以下情况：

⇒ 现场执行元件的可靠性直接关系到自动化系统的稳定运行，传动电机、抱闸和限位开关、光电检测在自动化系统中具有同样的重要性，机组的连续性生产和限位开关这样小的元件密切相关。

⇨ 冷带连续加工线自动化系统控制的主要设备是辊系设备，主要参数是张力-加速度-速度-位置这样四个力学参数，其控制过程属于刚性物料输送过程，其前后联系非常紧密，单体设备之间相关性极大，在控制精度上有一定要求，否则会出现断带、拉带、堆带或者机组振荡故障现象。

⇨ 冷带连续加工线自动化系统的硬件结构应合理采用远程**I/O**和总线通讯方式，软件结构上应该按照程序模块把所有开关量信号与张力-加速度-速度-位置参数有机地整合在一起，否则，机组静态张力、穿带张力、工作张力、入口/出口活套充/放套等工作状态很可能会出现意想不到的故障。

## 5 结束语

目前，由我院承担的我国国内所有冷带连续加工机组的自动化系统运行均非常稳定、可靠，这和我们多年吸收、借鉴我国花巨资从国外引进的同类机组自动化技术、不断跟踪自动化技术发展趋势是分不开的，我们的工作为我院和广大用户创造了良好的经济效益和社会效益。