

西门子S7-200PLC与C++ 在电镀生产线的应用

系统工艺流程简介

- 印制电路板电镀的一般流程可粗略的分为三个过程：镀前处理 -> 电镀(化学镀) -> 镀后处理.
- 每一过程依电路板的不同, 镀层不同(可为铜, 镍, 金), 电镀方法不同(电镀, 化学镀)而各有差异,
- 镀前镀后各项大致列举:
- 镀前处理工序有: 水洗, 除油, 中和, 加速, 活化, 微蚀, 酸浸, 膨松, 等第.
- 镀后处理工序有: 水洗, 回收, 挂具脱铜, 等等.

系统设备组成及工艺流程实现方法

- 电镀缸、输送机、整流机、添加泵、电震动
- 电镀缸
 - 按生产线规模大小有所不同,从几个到上百个数量不等.里面装有满足特定工序所用的药水
- 输送机
 - 按生产线规模大小不同从一台到多台.它按特定电路板的电镀工序要求,负责将电路板从上下板位置开始完成在电镀缸之间的转移(例如将板放入缸中→等待→提升→横移到下一个缸→放入缸中...)直到一个完整的工序的结束,完成一块板的电镀过程.在规模较大的生产线中,需由两台以上的输送机协同作业以完成整个电镀过程.

运行中的电镀生产线 图一



正在安装的电镀生产线 图二



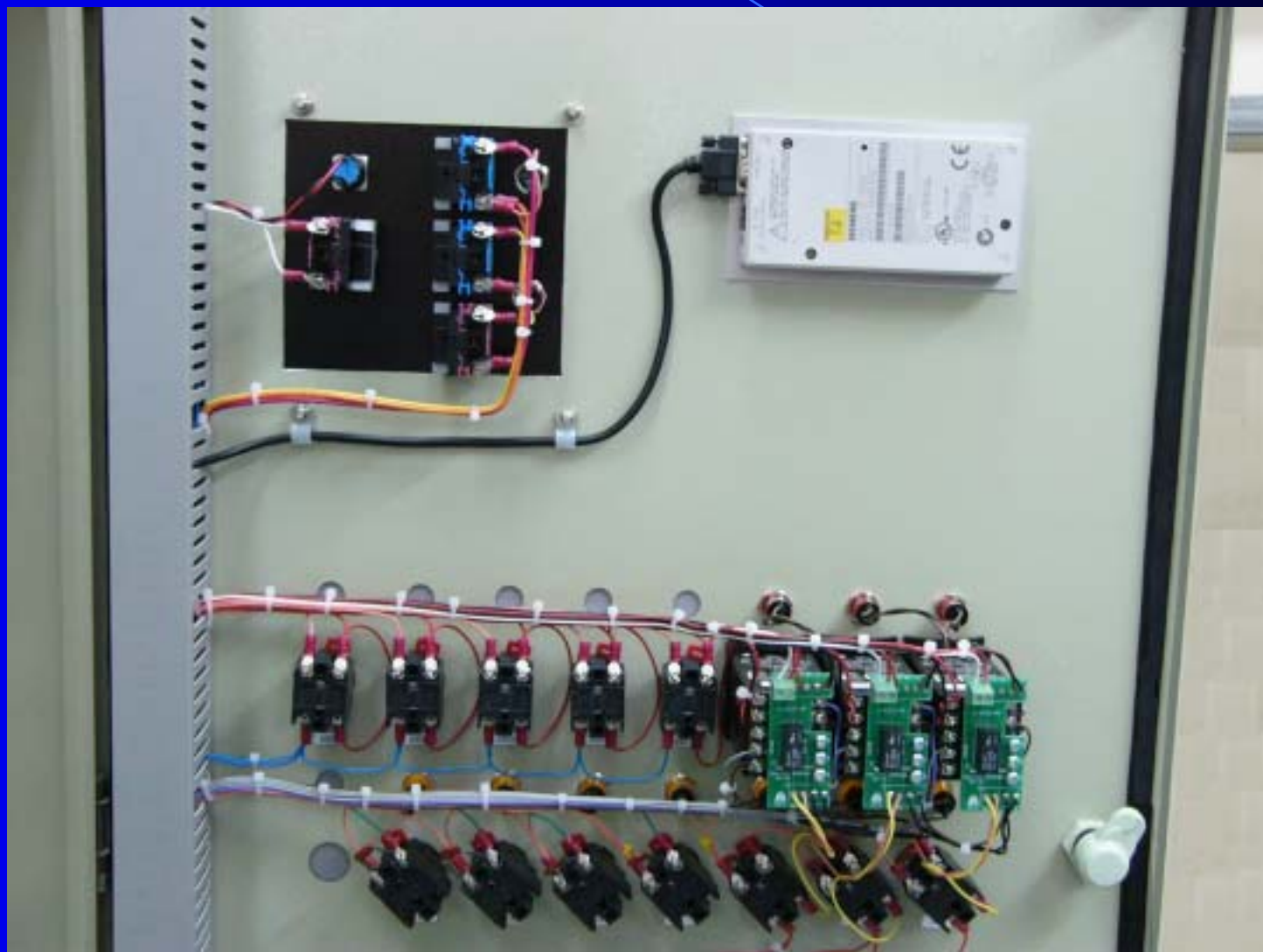
控制系统的基本配置

- 每台输送机的配置完全一致，各输送机PLC之间以PPI 通讯方式作网络连接交换信息, 确保同步运行, 防止发生碰撞等情况
- 单台输送机硬件配置如下:
 - 程序控制器 SIEMENS S7-200 24I/16O 6ES7 216-2BD23-0XB0
 - 数字量扩展输出 6ES7 222-1HF22-0XA0
 - 人机接口 SIEMENS TD200
 - 变频调速器 FUJI FVR-E系列

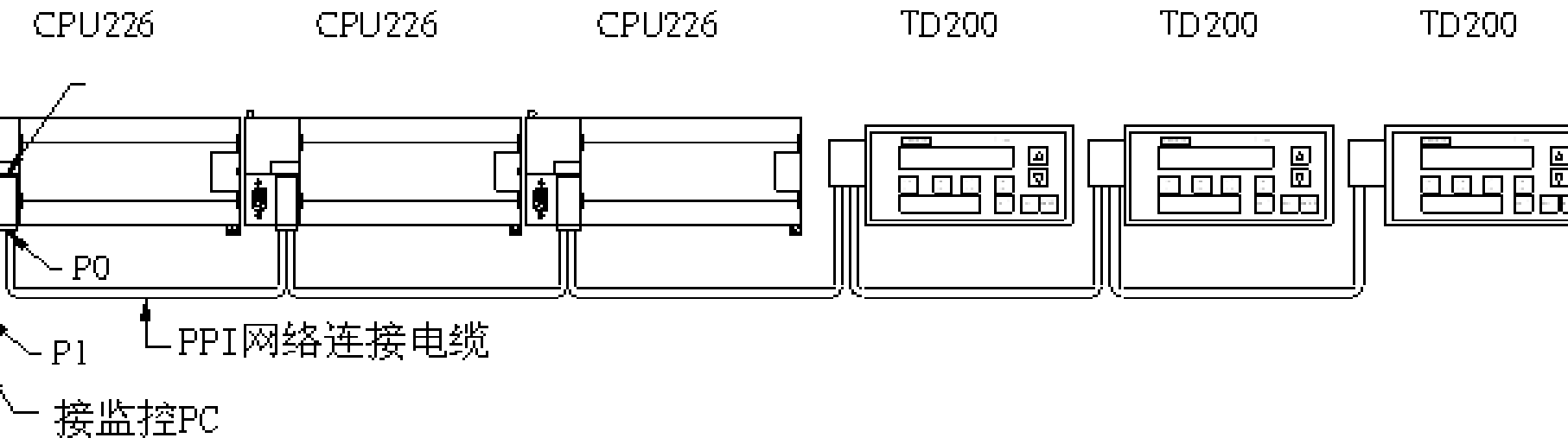
单台输送机控制柜电器布置图



单台输送机控制柜面板布置图



控制系统配置图



多输送机PLC的网络连接方案

生产流程.时程图.运行曲线

在介绍PLC的程序设计前将先具体说明以上三个概念,先了解一条实际生产线的情况

一条实际生产线的情况

槽缸排列图

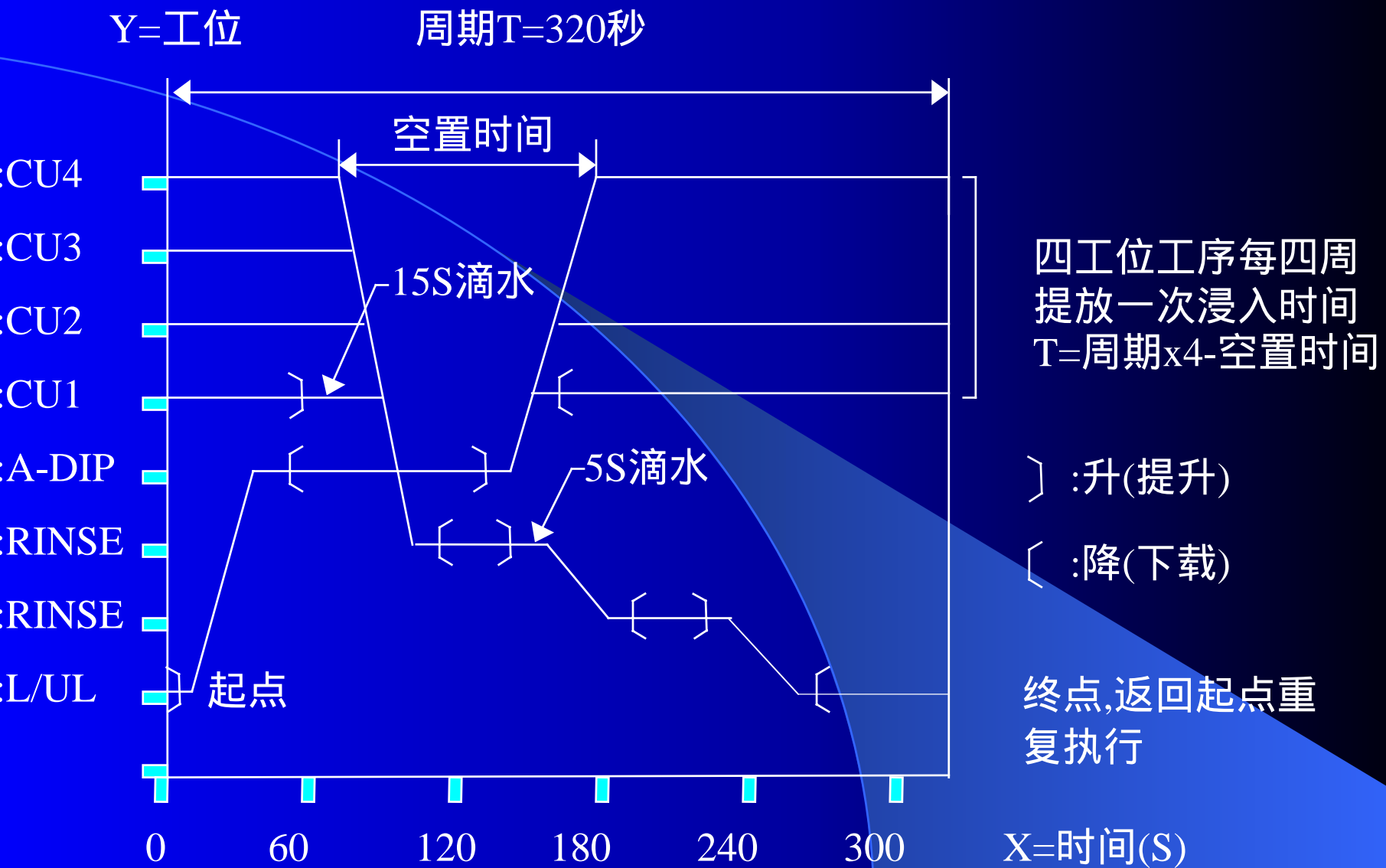
工序 > 缸号 > 处理时间 > 及相关设备驱动

一次铜生产流程要求及有关说明

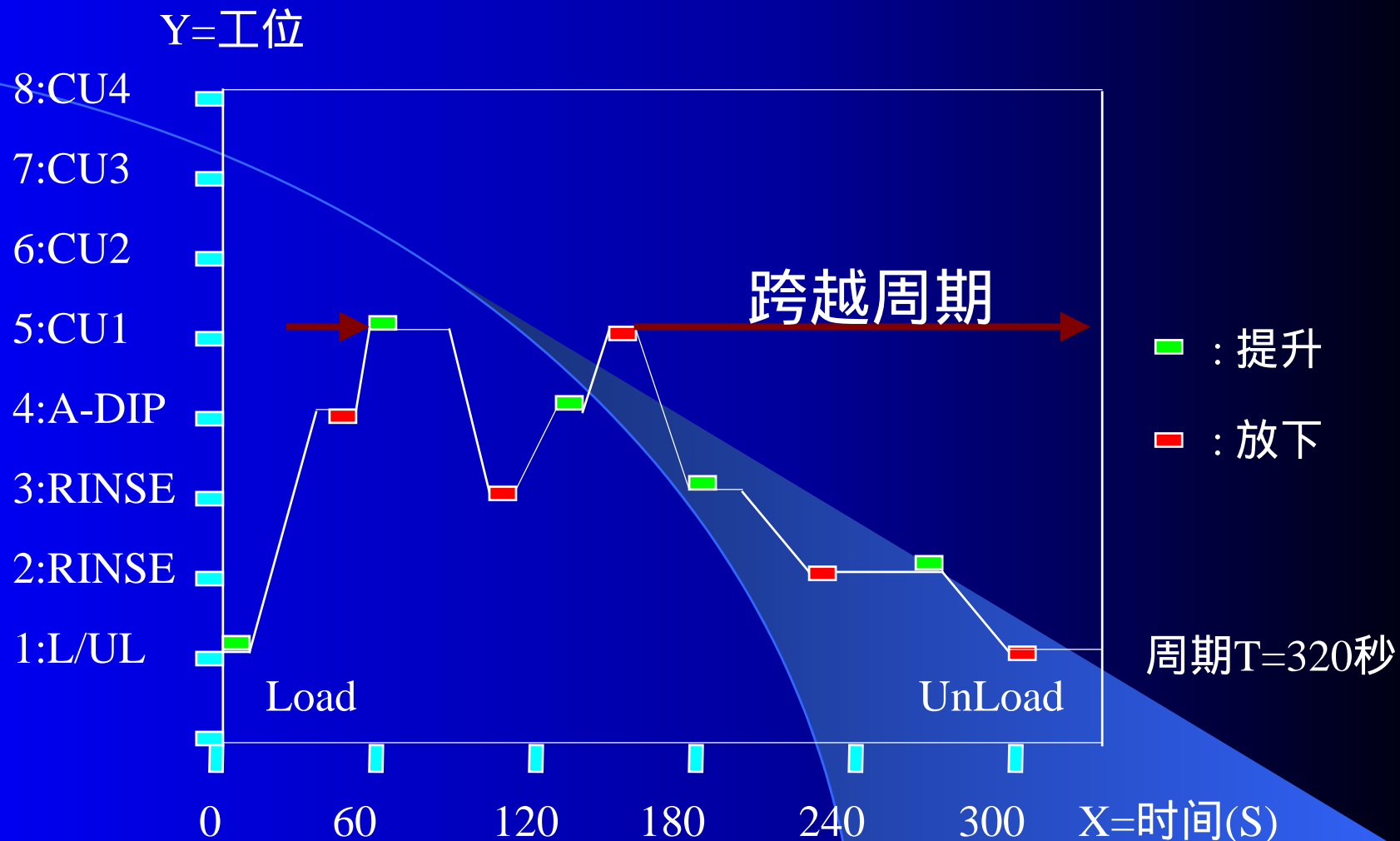
输送机时程图

- 表达输送机的作业程式的图表称为时程图，是根据生产流程而绘制的。常用XY坐标平面图显示
- X轴以等分刻度标示时间，Y轴以等分刻度标示实际生产线工位(即缸位)的排列顺序
- 用时程图可以协助设计输送机的运行曲线，以便编制实际的执行步骤，即运行程序

一次铜输送机作业时程图



输送机实际运行曲线坐标图



生产线对控制系统的要求

- 工件(电路板)的每一个处理工序是靠输送机完成的.输送机本身要执行的动作并不多,一般为:升降——横移两个动作,大的输送机可同时提放两个挂具所以还有开合机械手的动作
- 由于以下原因致使输送机的运行时序(即走缸顺序及时间)具有不确定性
 - 更换化学制程或制品规格发生变化
 - 用户常需要自己优化制程

程序编制面临的问题

- 工艺流程的不确定决定了你无法以某一固定模式编写PLC的执行步骤来完成对输送机的控制, 否则将会面临许多问题
 - 若要调整某一工序的处理时间则可能会导致整个程序的执行步骤发生变化, 直接后果是大规模的修改PLC程序. 一条生产线一般要预备几套程序以适应特定产品的制程需求. 而每一套程序一般都有上百个步骤, 可以想象编程的工作量之大
 - 一般客户都要求能自己修改运行程序, 而直接修改PLC源代码使得无法满足客户的要求

系统程序及用户程序

- 为解决程序多变所带来各种问题,将PLC的程序分为系统程序及用户程序两部分
 - 系统程序: 即源代码,一旦固定无须修改,好比是操作系统,可以完成或者处理任何可以预知的过程,事件
 - 用户程序: 完成某一特定生产流程的程序,用户可以编制所想要的程序,可以随意变化
 - 任何一个用户程序都是系统程序的一个特殊实例或对象

先考虑各种可能发生的事件

SBR_***

0100011...

SBR_***

Xmove

0100011...

SBR_***

Down

0100011...

SBR_***

Up

0100011...

可能会发生这些事件

事件发生时的信息

- 用户要让设备执行某一动作或步骤，也就是要让PLC调用某一子程序一般应提供以下三个信息
 - 干什么 → 例如:计时 即指令
 - 指令具体描述1 → 例如:计时并且是第4个计时器 称之为Data_A
 - 指令具体描述2 → 例如:计时并且是第4个计时器计时10秒 称之为Data_B

适当的调用方法

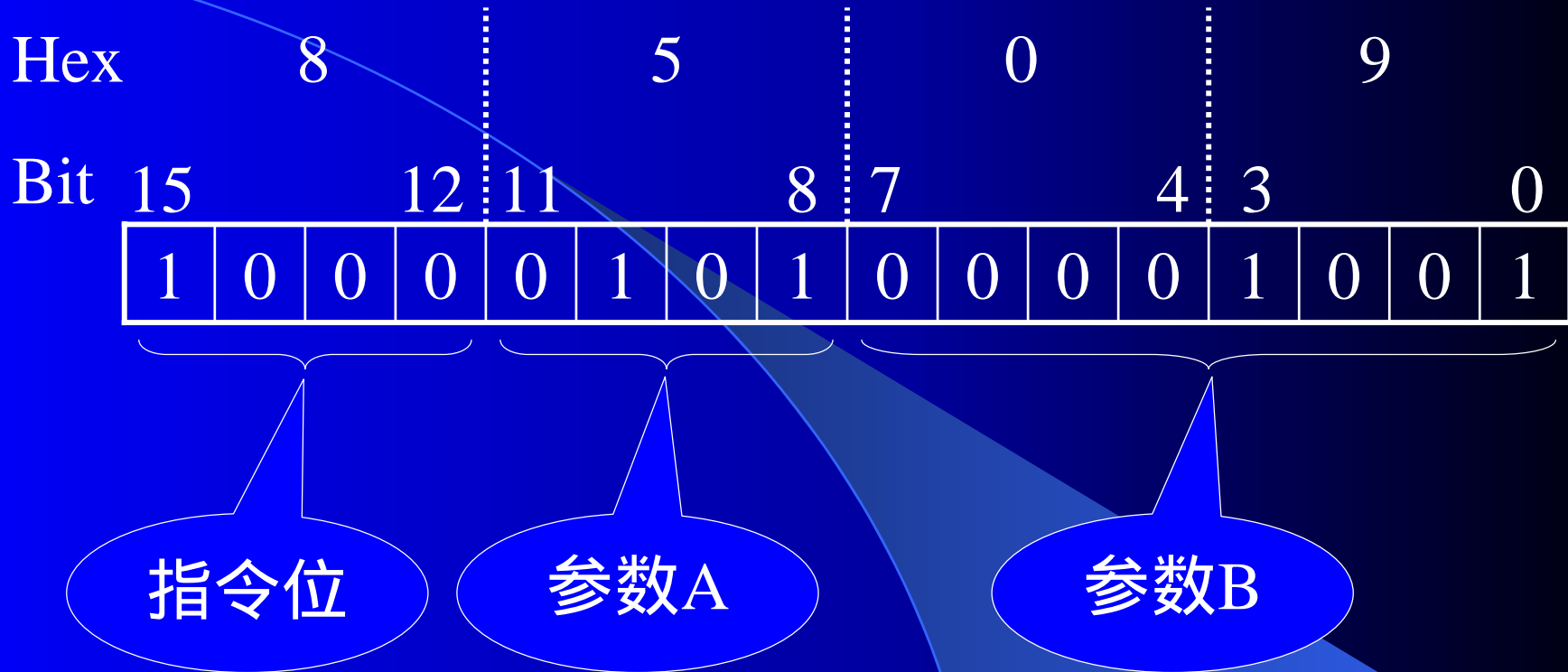
- 处理一个事件即子程序的调用一般有如下格式：

指令	参数A	参数B
----	-----	-----

- 根据实际需求情况,用一个字存储器(WORD)完全可以满足这种需求
- 用户可以用这种字格式实现预定义子程序的任意组合调用完成特定生产任务,不管他是否懂PLC编程.

用户指令编码格式

例:用户指令16#8509 //Timer 5,09 数据格式说明



用字逻辑运算/移位 很容易解析每个指令字的信息

指令名称	功能	编码	参数A	参数B
CYCLE	等待总周期并重启循环	0	1	00
XMOVE	往工位号	1	0	目的缸号 00-FF(0-255)
XMOVEI1	循环指令I1	2	周期 2-F (2-15)	起始缸号 00-FF(0-255)
XMOVEI2	循环指令I2	3	周期 2-F (2-15)	起始缸号 00-FF(0-255)
DOWN	吊架下降	4	0	00
UP	吊架上升		1	
RON	开周边设施	5	0	01-0F (1-15)
RONI1	开I1周边设施		1	00
RONI2	开I2周边设施		2	00
ROFF	关周边设施		0	01-0F (1-15)
ROFFI1	关I1周边设施		1	00
ROFFI2	关I2周边设施	2	00	
MC1OFF	关闭拾取爪	7	0	00
MC1ON	打开拾取爪		1	
TIMER	预置计时	8	编号 1-8	00-FF(0-255)秒
WAIT	等待计时	9	0	编号 01-08
SYNC	发射同步	A	目标吊车1-8	序号 01-08
WAITSYN	等待同步	B	目标吊车1-8	序号 01-08
RSYNC	撤消同步	C	目标吊车1-8	序号 01-08
UNLOAD	飞巴已下载	D	0	00
LOAD	飞巴已提取		1	
INCI1	I1组循环缸加1	E	1	00
INCI2	I1组循环缸加1		2	

S7200 PLC电镀生产线用户指令集

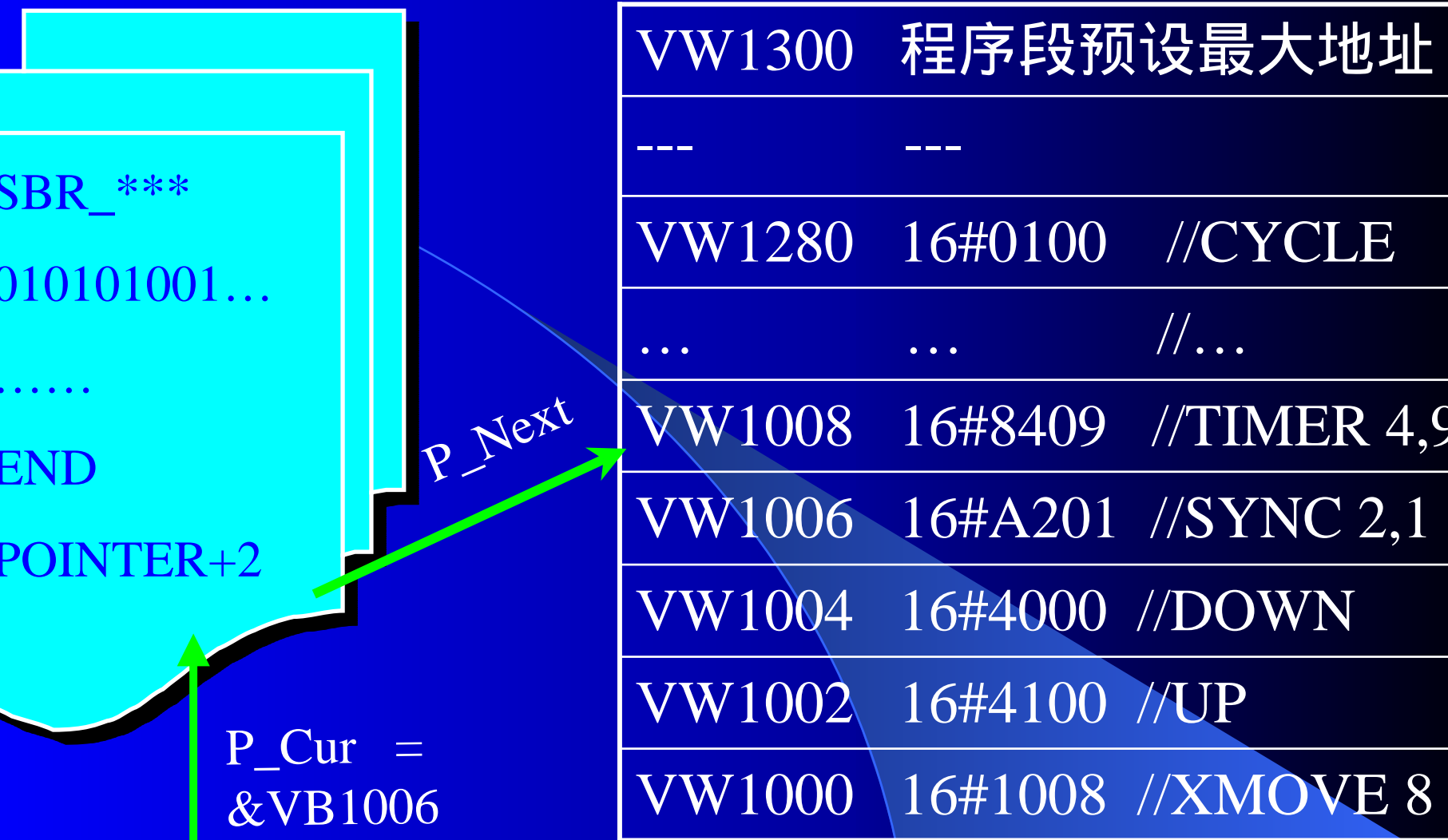
用户程序的实现方案

- 如果将一系列连续用户指令码以一定方法写入PLC的某片连续存储器中，系统程序去解读这些信息再执行相应的预定义过程，事件，即执行相应的子程序调用即可实现用户程序的执行

用户程序的执行过程 图一



用户程序的执行过程 图二



某一用户程序段的起点

已实现的功能

- 预设最多存储7组用户程序，用户可自由修改
- 各程序从TD200操作键盘调用
- 具有15位可编程数字信号输出接口
- 8个可编程定时器可供选用
- 预置2组循环工位，每组最大周期数为15

用户编程实例

地址	指令	指令注释
VW8800	16#5001	//RON 1
VW8802	16#5002	//RON 2
VW8804	16#820A	//TIMER 2,10
VW8806	16#9002	//WAIT 2
VW8808	16#4000	//DOWN
VW8810	16#B201	//WAITSYN 2,1
VW8812	16#A201	//SYNC 2,1
VW8814	16#1001	//XMOVE 1
VW8816	16#4100	//UP
VW8818	16#1017	//XMOVE 23
VW8820	16#4000	//DOWN
VW8822	16#1014	//XMOVE 20
VW8824	16#4100	//UP
VW8826	16#7100	//MC10N
o o o	o o o	o o o
VW9000	16#0100	///CYCLE

开发计算机辅助输送机 程序设计软件

用户程序设计的诸多难点

- 让用户直接用十六进制码编写输送机的运行程序是用户所不能接受的. 也会大大增加编写错误
- 同时, 如果让PLC对用户指令的合理性进行检验其工作量将是巨大的
- 程序编写者无法知道运行程序是否合理, 高效率
- 多输送机的运行程序编制必须考虑彼此的协调性, 编制过程十分费时, 复杂

计算机辅助输送机程序设计

- 要实现以上要求将涉及到较多的数据结构及其算法的实现,其程序容量及复杂性已经超越了PLC所能承受的极限
- 为此,利用C++程序设计语言在VC6.0开发环境下开发出专用于电镀生产线输送机控制的用户程序设计应用软件
- 本软件可自动在计算机上按生产的需求作时程图,只需在一步之内即可编译为西门子S7-200PLC可以识别的预定义用户指令,让用户程序设计者将全部精力用在编排程式工作上,编定时程表准确性及效率因而大幅度提升

用户编程软件介绍

以下用几张图片作简单说明

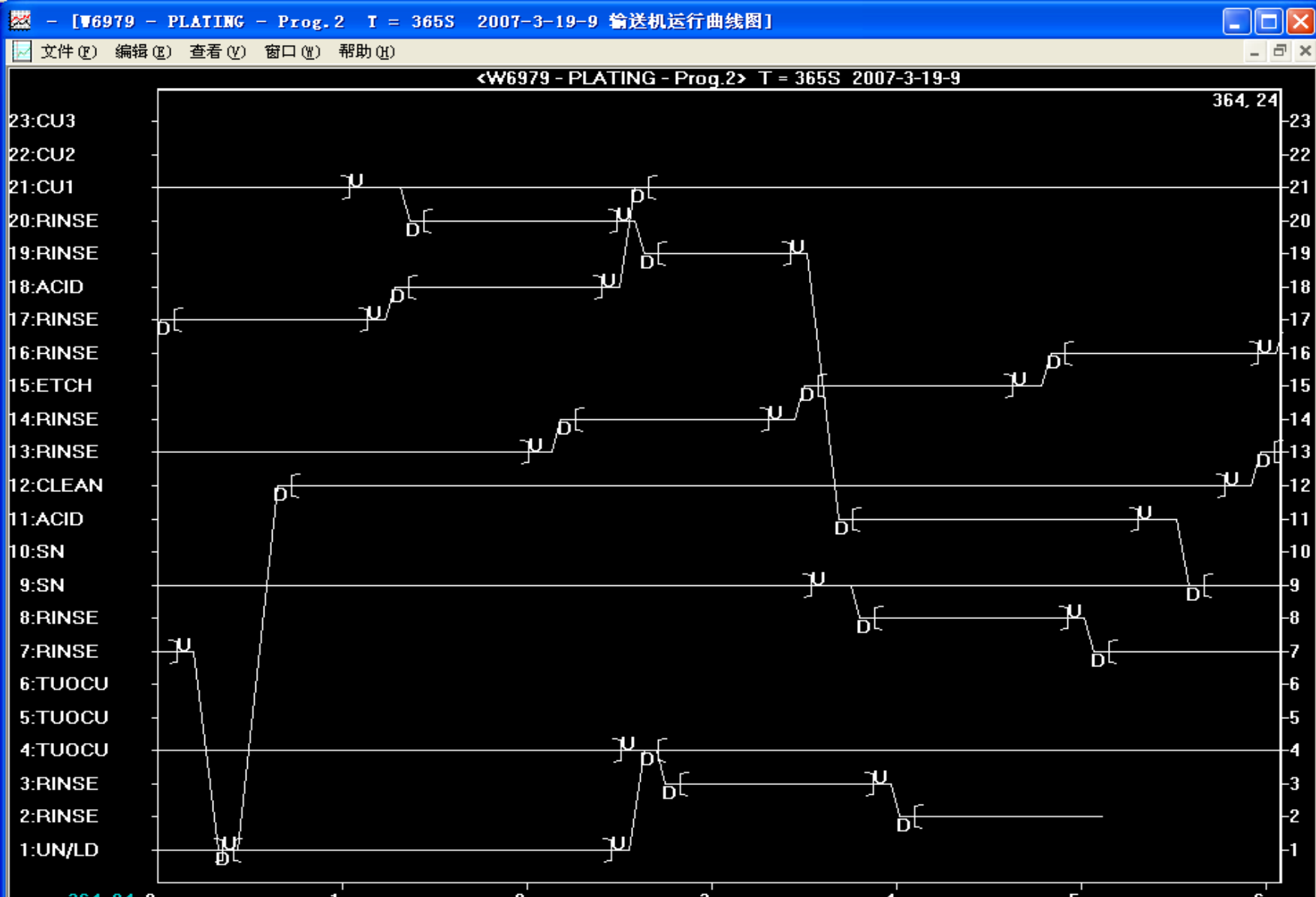
工艺流程信息输入

[V6979 - PLATING - Prog.2 制程信息输入]

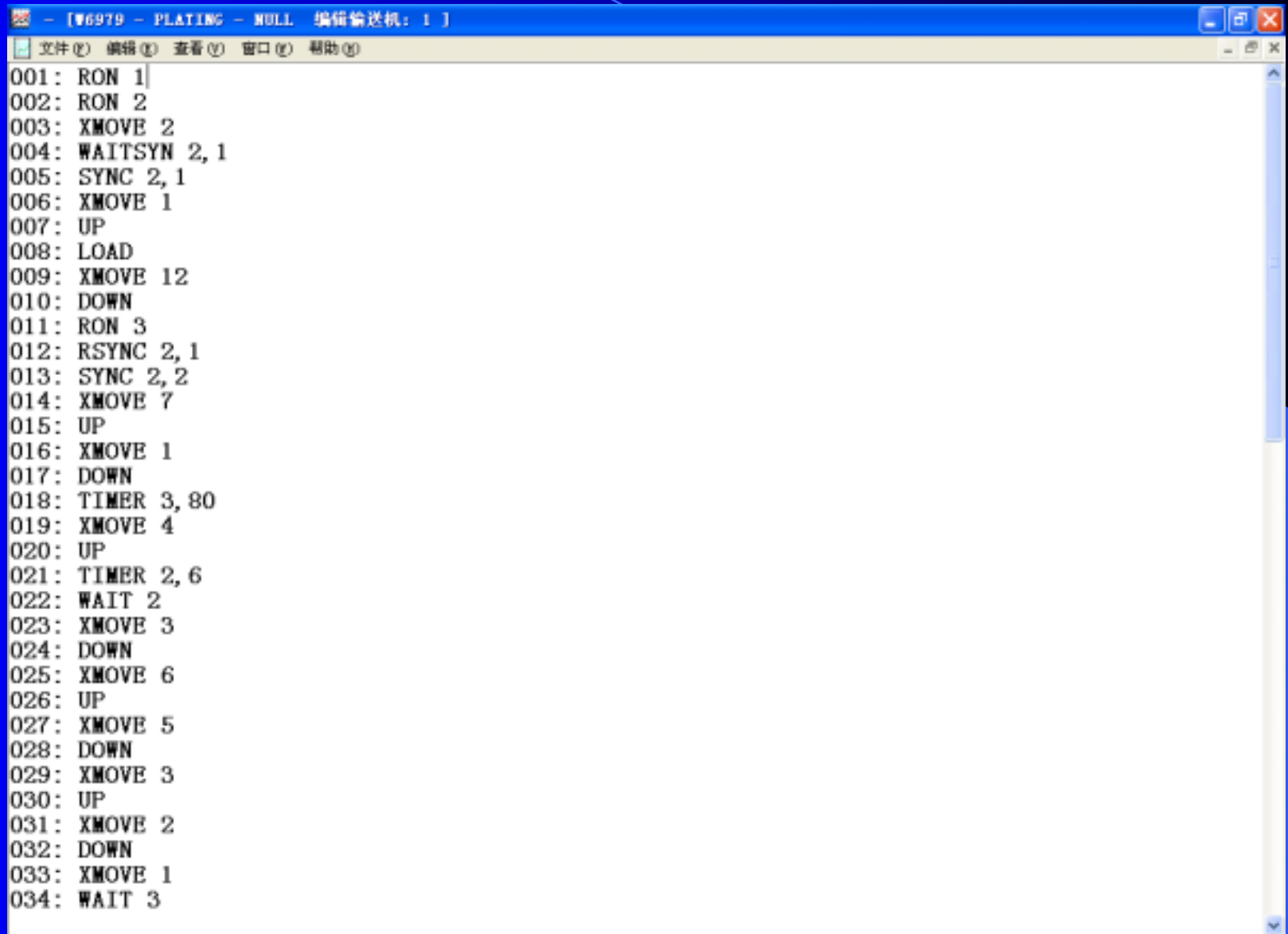
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 窗口(W) 帮助(H)

ABOUT SYSTEM PARAMETER		ABOUT TANK		ABOUT PROCESS				
ITEM	PARAMETER	TANK	NAME	STEP	GOTO	TIME	DRIP	REMARK
PROCESS:	PLATING	1	UN/LD	1	1	20	0	UN/LD
PROG. NO	Prog.2	2	RINSE	2	12	300	4	CLEAN
UP TIME	6	3	RINSE	3	13	120	3	RINSE
DOWN TIME	6	4	TUOCU	4	14	60	4	RINSE
CAR A:	NULL	5	TUOCU	5	15	60	5	ETCH
CAR B:	NULL	6	TUOCU	6	16	60	1	RINSE
CAR C:	NULL	7	RINSE	7	17	60	1	RINSE
CAR D:	NULL	8	RINSE	8	18	60	1	ACID
CAR E:	NULL	9	SN	9	21	2820	12	CU1
HOME A:	2	10	SN	10	20	60	1	RINSE
HOME B:	16	11	ACID	11	19	40	1	RINSE
HOME C:	20	12	CLEAN	12	11	90	8	ACID
HOME D:	30	13	RINSE	13	9	600	8	SN
HOME E:	40	14	RINSE	14	8	60	1	RINSE
REMARK1:	REMARK1	15	ETCH	15	7	60	1	RINSE
REMARK2:	REMARK2	16	RINSE	16	1	120	1	UN/LD
REMARK3:	REMARK3	17	RINSE	17	4	1080	7	TUOCU
REMARK4:	REMARK4	18	ACID	18	3	60	1	RINSE
REMARK5:	REMARK5	19	RINSE	19	2	60	1	RINSE
MAX TANK	23	20	RINSE					
MAX STEP	19	21	CU1					
		22	CU2					
		23	CU3					

取流程信息绘制时程图



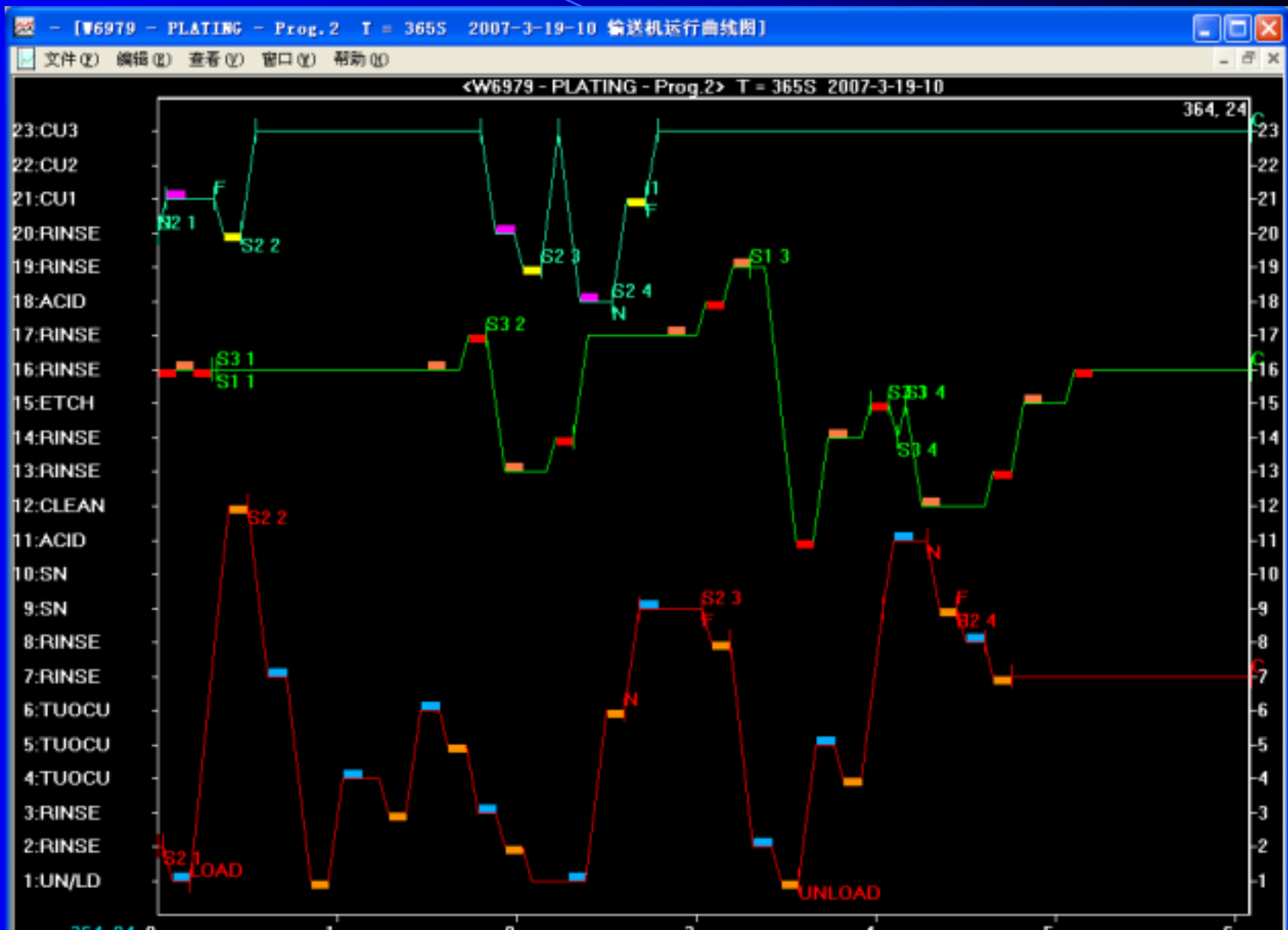
输送机指令编辑



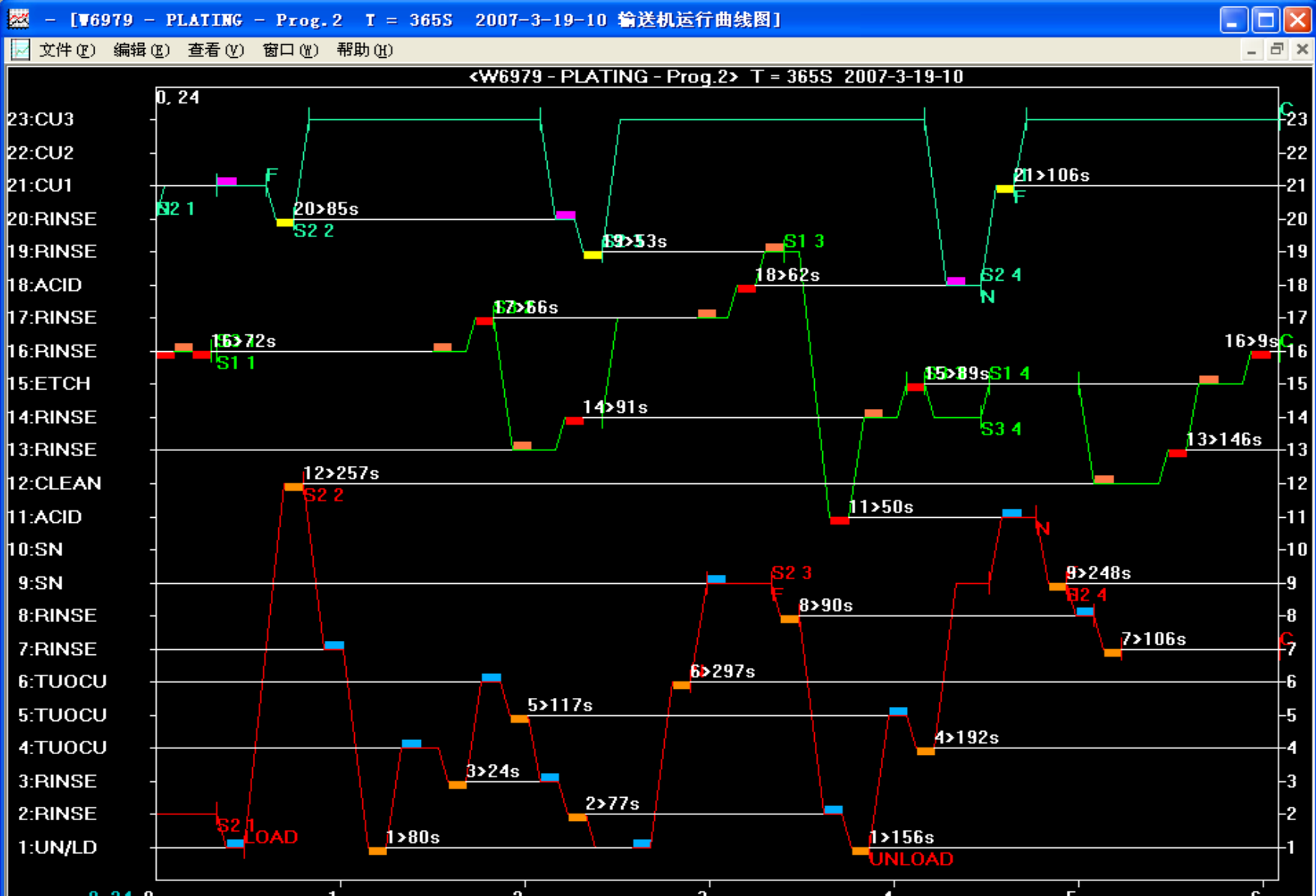
The screenshot shows a window titled "[W6979 - PLATING - NULL 编辑输送机: 1]". The menu bar includes "文件(F)", "编辑(E)", "查看(V)", "窗口(W)", and "帮助(H)". The main area contains a list of 34 instructions:

```
001: RON 1|
002: RON 2
003: XMOVE 2
004: WAITSYN 2, 1
005: SYNC 2, 1
006: XMOVE 1
007: UP
008: LOAD
009: XMOVE 12
010: DOWN
011: RON 3
012: RSYNC 2, 1
013: SYNC 2, 2
014: XMOVE 7
015: UP
016: XMOVE 1
017: DOWN
018: TIMER 3, 80
019: XMOVE 4
020: UP
021: TIMER 2, 6
022: WAIT 2
023: XMOVE 3
024: DOWN
025: XMOVE 6
026: UP
027: XMOVE 5
028: DOWN
029: XMOVE 3
030: UP
031: XMOVE 2
032: DOWN
033: XMOVE 1
034: WAIT 3
```

读指令绘制的运行曲线



每个缸的实际处理时间显示



多输送机同步运行

- 每条生产线一般有两台以上的输送机协同作业，它们都运行在同一轨道上，工件必须在所有工位完成流转，输送机必须交错作业才能达到此目的，因此必须有一个协调机制以防止可能发生的碰撞事件，本项目采用如下一些解决方案：

同步运行方案

- 将控制每一输送机的PLC作网络互连，使用PPI协议作网络通信，前面已有图示。
- 在用户编程指令中设置三个特别指令，以下再作一列举：

指令名称	功能	编码	参数A	参数B
SYNC	发射同步	A	目标吊车1-8	序号 01-08
WAITSYN	等待同步	B	目标吊车1-8	序号 01-08
RSYNC	撤消同步	C	目标吊车1-8	序号 01-08

- 由用户程序编制者根据运行曲线上可能会有碰撞的地方加入以上指令。PLC系统程序则利用网络读写指令(NETR,NETW)向相应的PLC读写数据以决定是运行或等待相应的输送机，如此即可达到同步协调的目的。

结束语

本套控制系统已经在多个客户端成功运行两年以上，达到了零故障的使用记录，得到客户的高度评价。实际生产线对控制系统所提出的要求应该是有一定难度的。从本人使用西门子S7-200系列PLC中有以下体会：

结构化的程序设计方式容易把握程序设计的脉络，修改及调试比较容易，易于理解。

STEP7软件编程使用方便，易调试，对程序的快速开发是大有帮助的

强大的网络通讯支持使得更易于构建一个复杂的网络。

指针的操纵是编程中的一把利器，它的功能是强大的，但也是最危险的。

目前正在用S7-300PLC设计此套控制系统。准备将一个S7-200PLC控制一台输送机改为多台输送机由一个S7-300PLC控制