

# 施耐德 Quantum-PLC 在大型有机酸灌装生产线中的应用

作者：陈士祥

(合肥通用机械研究所 高级工程师 自控室主任)

**摘要：**本文主要介绍了在有机酸灌装生产线中，采用施耐德公司的 Quantum PLC、Magelis 人机界面、高速计数单元、模拟量采集单元、Modbus plus 总线通讯及 Concept 软件等组成了一套集监视、控制、显示、报警、数据采集和高精度计量的控制系统。

## 一、引言

有机酸是化工、食品等行业的重要原料，因其单位价值高、品种规格繁多，且生产投资巨大，所以对自动灌装生产线要求较高，国内尚无此类生产线，从国外引进则需要花费几百万美元以上，因此，国内开发既可以节约外汇，又可以为用户提供及时便利的服务，同时大大提高企业生产的自动化水平，都有着重要的意义。

## 二、系统工艺描述

在我所承接的有机酸自动灌装生产线项目中，用户的产品品种有三种（1#、2#、3#），每个品种的计量规格也有三种（A、B、C），因此组合后将有 9 种生产规格，品种规格多样使系统配置和功能较为复杂。该有机酸的特点是：腐蚀性极强、产品价值高、密度不稳定、流速压力也不稳定。因此在设计和制造过程中，用户除了对生产线的使用材料的耐腐蚀性有较高的要求外，还要求在灌装过程中防止滴漏，并提出了较为苛刻的精度和速度要求。

- 1) 灌装物料温度：5~35℃
- 2) 物料密度：有机酸约 1.2g/cm<sup>3</sup>、有机酸盐约 1.3g/cm<sup>3</sup>
- 3) 物料粘度：有机酸约 50CP、有机酸盐约 150CP
- 4) 进料管道进口压力： $\geq 0.2\text{Mpa}$ ，波动范围  $\pm 10\%$
- 5) 灌装设备布置面积：1200m<sup>2</sup>
- 6) 系统主要参数要求如下，见表 1

表 1 系统主要参数

品种规格	灌装重量	灌装精度	灌装速度	灌装线号
1A、1B、1C	30KG	$\pm 38\text{g}$	3 桶 / 分钟	I
2A、2B、2C	250KG	$\pm 318\text{g}$	4 桶 / 4 分钟	II
3A、3B、3C1	200KG	$\pm 1500\text{g}$	1 桶 / 4 分钟	II
平均允许误差		$\pm 0.125\%$		

注：灌装精度符合欧洲“OIML R61-1 1996 issue”标准。

- 7) 系统工艺过程为（以 I 号线为例）：

空桶整理——空桶进灌装工位——检测定位——灌装头下降——灌装阀打开——开始灌装——质量计量——到达  $90\% \times (\text{设定值} - \text{补偿值})$ ——调节阀节流变小——到达  $100\% \times (\text{设定值} - \text{补偿值})$ ——灌装阀关闭——真空吸附——满桶出灌装工位——转向——挂盖——旋盖——贴标——码垛——缠绕——成品输出

- 8) II 号线工艺过程（略）

## 三、控制内容及功能要求

- 3.1 控制内容，见表 2

表 2 控制内容

序号	名称	数量	DI	DO	AI	HSI
1.	输送电机（3相 AC380V，含热保护 输入）	28 台	28	28		
2.	驱动电机 （单相 AC220V）	4 台		4		
3.	单向电磁阀	112 只		112		
4.	双向电磁阀	32 只		64		
5.	光电传感器	25 只	25			
6.	磁性开关	18 只	18			
7.	质量流量计	12 台			12	12
8.	现场急停信号	6 个	6			
9.	运行模式选择信号		9			
10.	贴标机 I/O		4	4		
11.	缠绕机 I/O		4	4		
12.	人机界面（OP1~OP3）	3 台				
13.	合计		94	216	12	12

### 3. 2 功能要求

- 1) 本生产线包括：Ⅰ号灌装线（适用 30KG 灌装）、Ⅱ号灌装线（适用 250KG 或 1200KG 灌装）；
- 2) Ⅰ号灌装线和Ⅱ号灌装线既可独立运行、也可同时运行。但Ⅱ号灌装线每次只能进行一种规格（250KG 或 1200KG）的生产。整条生产线的运行组合方式有Ⅰ、Ⅰ+Ⅱ、Ⅱ等共三种；Ⅰ线有 3 个灌装工位（1A、1B、1C），每个灌装工位须同时灌装 3 个桶（分别有 3 个流量计对应）；Ⅱ线有 6 个灌装工位（2A、2B、2C、3A、3B、3C），每次也只能选择其中 1 个灌装工位进行工作（其中 2A 和 3A 工位共用 1 个流量计，2B 和 3B 工位共用 1 个流量计……），而 2A、2B 和 2C（250KG 规格）均以 4 个桶为 1 组放在托盘上，该 4 个桶使用 1 台流量计，灌装过程为：第 1 桶灌装结束后、依次再灌装第 2 桶、第 3 桶、第 4 桶；而 3A、3B 和 3C（1200KG 规格）各工位每次只灌装 1 个桶；
- 3) 当整条生产线的运行方式为Ⅰ+Ⅱ时，为节约设备投资和车间使用面积，在缠绕和成品输出部分采取公用工位，因此在进入公用工位时，须编制程序进行避让；
- 4) 方便的数据设定和显示：一次灌装量（65~99%）、最终设定值（100%）、补偿量（防止过冲量、可任意调整）、合格判定区间设定、合格品计数、不合格品计数、总产量（桶数）、总灌装量（重量）、瞬时流量上（下）限报警设定及显示；
- 5) 为方便调试和维护，在每台输送机旁均配现场手动启动/停止开关；
- 6) 在 PLC 柜门上、现场、各人机界面上等均设立急停开关，方便操作人员在现场的各个区域能以最快的速度停车；
- 7) 程序运行，必须先选择“灌装工位”，后选择“自动”时有效，并开始运行，反之无效；
- 8) 在车间显著位置，设立报警灯及“启动预备”声光提示，“启动预备”声光提示是从选择了“灌装工位”开始至选择“自动”结束，声光提示为断续音，报警声光为连续音；
- 9) 流量计包括频率计数输出（FC）和模拟量输出（FA），频率输出作为累计流量灌装计量用，模拟量作为瞬时流量上下限报警用；
- 10) “灌装按键”、状态及设备故障指示设在人机界面上，灌装过程中有文字提示，自动灌装结束后，复位“开始灌装”按键，灌装过程中，如需中止，可按下“手动停止灌装”按键；

11) 防滴漏设计：灌装完毕后，残留在灌装头表面的粘性物料要经过一定的时间才能流尽，如果滴到容器外，就会造成污染，本灌装系统采用真空发生器回吸系统可确保无滴漏。

## 四、系统组成和控制方案

### 4.1 控制系统组成，见图 1

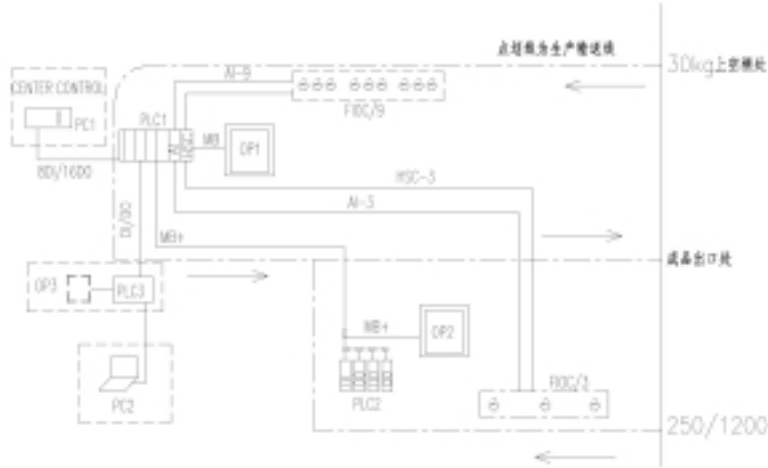


图 1 自动控制系统组成

### 4.2 控制方案说明

为尽可能减少现场布线，使系统更合理，功能更完备，操作更方便，在 PLC1 处设立一个 MB+ 主站，在生产线上输入输出设备较为集中的地方设立几个 MB+ 分站，如上图。

由于系统的灌装精度要求极高，如果采用一般的流量仪表和模拟量数据采集计算，将无法达到使用要求，因此，我们在方案设计上除了选用国际上知名品牌的质量流量计作为测量仪表外，还在数据采集和控制终端上采用了国际上最先进的施耐德公司的 QUANTUM 系列产品作为主控制器；为快速采集 12 台质量流量计的频率输出脉冲，又配置了三个高速计数模块（5 通道/模块，100kHz），其采集速度快，硬件配置简单、方便。

较高的精度，还需要稳定的流量，一方面利用高位槽进行液位和压力调整，使之保持在一个较为恒定的区域，另一方面利用质量流量计的模拟量输出（4-20mA）可以方便地监控管道内的瞬时流量，一旦超过系统允许的上下限将发出声光报警信号，并进行二次调整。

为方便用户对现场的数据变量进行修改，现场共设有三台 MAGELIS 人机界面；OP1 和 OP2 屏均可对整条生产线进行操作和显示，OP1 主要用于设定和显示 30KG 灌装线的“工位选择”、“一次灌装量”（即约灌装到最终灌装量的约 90% 的值，可任意修改）、“最终灌装量”（100%）、“补偿量”（防止过冲量）、合格判定区间设定、合格品计数、不合格品计数、总产量（桶数）、总灌装量（重量）、瞬时流量上（下）限报警设定及显示；OP2 主要用于设定和显示 250KG/1200KG 灌装线的相关数据、其余同 OP1，OP3 是专用于贴标设备的数据设定显示用的，可以进行类别、批号、生产日期、有效期、重量等标签数据的修改和显示；

- 1) 中央控制室内 PC1 对整个生产线及现场部分关键设备进行实时监控；
- 2) PLC1 为 QUANTUM-PLC 产品，PLC2 为 MOMENTUM-I/O 基板；
- 3) PLC1 的配置为（64DI、128DO、12HSC、12AI），1 台 10.4" 人机界面通过 CPU 上的 MB 口相连，同时 CPU 还通过 MB+ 口与 MOMENTUM 分站（分站 2，32DI；分站 3，32DO；分站 4，32DO；分站 5，32DO）及另 1 台 10.4" 人机界面（分站 6）进行连接；
- 4) 在 PLC1 上配置一个 16 点的模拟量输入模块，作为瞬时流量的监控；
- 5) 在 PLC1 上配置三个高速计数模块，作为流量计量用，每个模块包括 5 个测量通道；
- 6) PLC 1——QUANTUM 硬件配置和地址定义见表 3；
- 7) MB+ 各站的硬件配置和地址定义见表 4；

表 3 PLC 1——QUANTUM 硬件配置和地址定义

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
序号	模块分配							地址定义							备注
1.	电源 -140CPS11420														
2.	CPU-140CPU11303														
3.	高速计数模块 -140EHC10500							输入范围 300001-300012 输出范围 400001-400013							
4.	高速计数模块 -140EHC10500							输入范围 300013-300024 输出范围 400014-400026							
5.	高速计数模块 -140EHC10500							输入范围 300025-300036 输出范围 400027-400039							
6.	16 点模拟量输入 -ACI-040-00							300037-300053							
7.	32 点 z 输入模块 -140DDI35300 (24V 直流输入, 8 路 X4 组)							100001-100032							
8.	32 点输入模块 -140DDI35300 (24V 直流输入, 8 路 X4 组)							1000033-100064							
9.	32 点输出模块 -140DDO35300 (24V 直流输出, 8 路 X4 组)							000001-000032							
10.	32 点输出模块 -140DDO35300							000033-000064							
11.	32 点输出模块 -140DDO35300							000065-000096							
12.	32 点输出模块 -140DDO35300							000097-000128							
13.	13~16 插槽							空							

表 4 MB+ 各站的硬件配置和地址定义

站号	模块分配	地址定义
MB+ 站 1	QUANTUM	
MB+ 站 2	32 点输入模块 -170ADI35000 (24V 直流输入)	0301~0332
MB+ 站 3	32 点输出模块 -170ADO35000 (24V 直流输出)	0401~0432
MB+ 站 4	32 点输出模块 -170ADO35000	0433~0464
MB+ 站 5	32 点输出模块 -170ADO35000	0465~0496
MB+ 站 6	MAGELIS-10.4" 人机界面	

---

## 五、应用总结

该灌装系统的控制部分除了采用技术先进、性能稳定的施耐德工控产品外，还在方案设计、软件编程等方面得到了施耐德公司相关技术人员的大力支持和配合，系统融合了计算机技术、可编程控制技术、数据设定和显示技术、总线技术、高速计数技术、传感器技术和软件编程技术等，使方案设计先进、软硬件配置合理，项目进展极为顺利，各项参数均达到或超过了用户验收标准，尤其是计量精度控制在 $\pm 0.1\%$ 以内（验收标准为 $\pm 0.125\%$ ），灌装速度达到了3桶/分钟·30KG以内。系统经过两个月的试运行后，在现场一次性通过了用户验收，现在，该生产线已稳定运行了近一年，得到了用户（尤其是外方技术人员）的充分肯定。

该灌装生产线的研制成功，填补了国内空白，是施耐德工控产品在企业自动化生产领域的又一次成功应用，为该项设备和技术在更多企业的推广提供了有力的保证。

作者简介：陈士祥(1968-)，男，大学本科，合肥通用机械研究所，自控室主任

地址：合肥市长江西路888号

邮编：230031

电话：0551-5312800-2297，13605697353

传真：0551-5312740

E-mail: gmricsx@mail.hf.ah.cn