

# 基于虚拟仪器的混凝土搅拌站控制系统<sup>①</sup>

张 章

(湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 410082)

**摘 要:** 通过对 HZS180 商品混凝土搅拌站工艺流程及其生产特殊性的分析, 设计了一种基于虚拟仪器及 PCI 总线数据采集设备的混凝土搅拌站自动控制系统, 该控制系统对混凝土生产的全过程进行规范化控制并具备相应的数据管理功能, 保证了混凝土质量, 提高了混凝土搅拌站的自动化生产程度和科学化管理水平。

**关键词:** 混凝土搅拌站; 自动控制; 虚拟仪器; PCI 总线数据采集设备; 数据管理

## Control System for Concrete Mixing Station Based on Virtual Instrument

ZHANG Zhang

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082)

**Abstract:** Through analyzing the process flow and the production of special characteristics of the commercial concrete mixing station which names HZS180, this paper designs an automatic control system of concrete mixing station based on virtual instruments and PCI bus data acquisition device. The system controls the whole process of the concrete production standard and has some corresponding data management functions. The control system guarantees the quality of concrete and improves the degree of automation and scientific management of Concrete mixing station.

**Key words:** concrete mixing station; automatic control; virtual instrument; data acquisition device based on PCI bus; data management

最初的混凝土搅拌站控制系统以单片机的形式出现, 混凝土自拌自用, 随着国家基础设施建设大规模的开展, 产生了巨大的商品混凝土市场, 搅拌站的需求越来越大, 计量要求越来越高, 于是出现了各种不同形式带有计量装置的搅拌站, 从而产生了现代的混凝土搅拌站<sup>[1]</sup>。近年来, 搅拌站自动控制系统虽种类繁多, 但大多仍采用传统设计方法, 如基于 PLC 设计方法, 基于嵌入式组态软件设计方法等, 这些方法存在着成本高, 可读性及可移植性差等缺点, 因此, 本文提出了一种采用虚拟仪器技术配合 PCI 总线数据采集卡的方法来实现搅拌站生产流程的自动控制。

## 1 搅拌站的工艺流程及其特殊性分析

### 1.1 搅拌站的工艺流程

HZS180 混凝土搅拌站由砂石骨料、水泥、水、液

体外加剂配料计量系统、原材料运输系统、搅拌系统、电气控制系统、摄像监视系统和钢结构部件等部分组成, 适用于道路、桥梁、水坝、机场、港口等大型建设工程及城市商品混凝土中心等混凝土需求量大的场所。其主要特点: 采用模块组合式结构, 可根据场地实际情况选择多种不同的组合形式, 本文中采用的是标准站结构 (11 个原料仓, 8 个电子秤); 搅拌系统采用双卧轴强制式搅拌机, 搅拌质量好, 效率高; 配料均采用电子秤计量, 更为精确; 电气控制器件功能齐全, 性能可靠, 操作使用方便<sup>[2]</sup>。

搅拌站的工艺流程主要包括原材料进料、配料称重、骨料暂存、搅拌出料等过程, 搅拌站在进行混凝土生产时, 首先将骨料 (包括两种石料与两种沙料) 分别装入各自的原料仓中, 然后按设置打开石料及沙料的进料气阀, 将骨料投于电子秤中进行称量, 称量

<sup>①</sup> 收稿时间:2011-03-27;收到修改稿时间:2011-04-21

完毕后，启动平皮带与斜皮带将骨料投入骨料斗中，与此同时，水、粉煤灰、水泥及外加剂也同时进料并计量，在混凝土所需的全部材料称量运输完毕后，控制骨料斗及各秤的气动阀门，将各种材料投入搅拌机中进行搅拌。搅拌机运行一定的时间后，打开搅拌机的出料砵门进行出料，完成混凝土生产的一盘流程<sup>[3]</sup>。

混凝土搅拌站自动生产流程往往不是仅有一盘生产，而是多盘生产，除第一盘开始时全料仓同时进行配料称量外，之后的各盘次均采用“哪个秤出料完成哪个秤就进行下一盘次进料”的方法，提高了生产效率。另外，在骨料的配料称量过程中，每种骨料的原材料均有两个进料气动阀门，可以实现粗称与精称功能，节约配料时间，提高配料精度。

混凝土搅拌站生产主要工艺流程如图 1 所示。

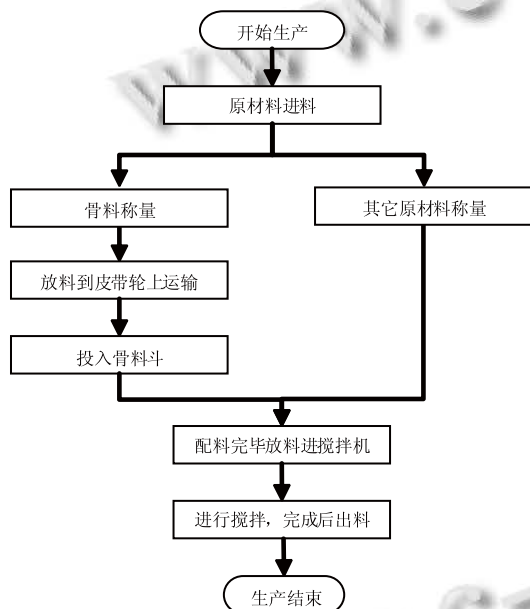


图 1 混凝土搅拌站生产主要工艺流程

### 1.2 搅拌站的特殊性分析

混凝土搅拌站具有多方面的特殊性，在设计自动控制系统的过程中，要充分考虑到以下几个方面特点。

① 搅拌站建设的不确定性，搅拌站的硬件建设会根据客户的不同需求而定，因此，其生产工艺流程也会相应的增加或减少步骤；

② 混凝土种类繁多，根据不同的原料配比，可以生产几十种不同标号的产品；

③ 混凝土的不可库存性，鉴于混凝土会在一定时间内凝固的物理特点，混凝土的生产对时间的要求相

对严格<sup>[4]</sup>。

## 2 搅拌站控制系统的设计要求

搅拌站控制系统的设计要求如下：

① 采用工控机与 PCI 总线数据采集设备的组合实现搅拌站电气控制信号的输入采集及输出控制；

② 应用虚拟仪器平台实现混凝土自动生产流程的程序设计；

③ 应用数据库技术实现数据存储管理功能；

④ 具备秤校准、超秤扣秤、欠秤补秤等功能<sup>[5]</sup>；

⑤ 设计便于用户操作使用的密码登录管理界面及自动生产界面。

## 3 搅拌站控制系统的设计

搅拌站控制系统的设计包括硬件设计与软件设计两部分，均采用模块化的设计方法，完成系统的设计工作。在硬件设计方面，采用工业控制计算机及 PCI 总线数据采集卡来实现并根据搅拌站的工艺流程进行硬件选型，在软件设计方面，采用 LabVIEW 图形化编程语言作为应用软件开发平台。

系统总体设计流程框图如图 2 所示。

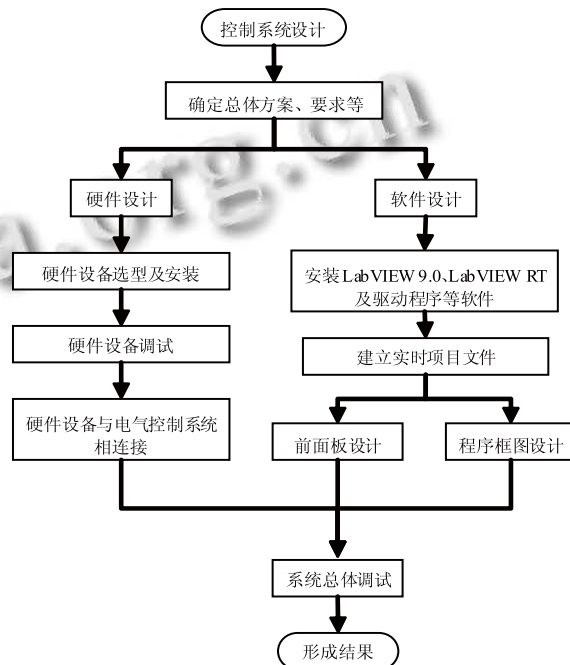


图 2 系统总体设计流程框图

### 3.1 搅拌站控制系统硬件设计

根据搅拌站的工艺流程及其特殊性要求，选用工

业控制计算机及 PCI 总线数据采集卡搭建硬件平台。

工业控制计算机选用研祥 IPC-810E 标准 4U 上架机箱，内置研祥 IPC-6107P5 计算机底板，提供了 5 个标准 PCI 扩展槽，CPU 卡选用研祥 EPI-1815L2NA 型 EPI 2.0 总线标准全长卡，芯片组为 IntelGM45，这样的搭配兼顾了性能与价格，具有较高的性价比与可扩展空间。

根据 HZS180 商品混凝土搅拌站电气控制系统的特点来选择相应的 PCI 总线数据采集卡。由于要采集 8 个电子秤的模拟量输入信号，因此需选用一块具有 8 个以上通道且精度达标的 PCI 模拟量数据采集卡，本系统中选用阿尔泰 PCI-8735，其主要性能指标如下：13 位 AD 精度，AD 芯片转换频率 500KS/s，单端 32 路模拟量输入，最大 AD 量程 0~10V。

数字量数据采集卡需依据搅拌站电气控制系统的

数字量点数来确定，经计算，数字量输入信号点数为 14 个，数字量输出信号点数为 39 个，因为本系统中选用中泰研创 PCI-8407 与 PCI-8408 来实现数字量输入输出功能，其性能指标如下：

① 中泰研创 PCI-8407：16 路数字量输入，16 路数字量输出。

② 中泰研创 PCI-8408：16 路数字量输入，16 路数字量输出。

选型完毕后，将三块 PCI 总线数据采集卡插入工控机内的 PCI 总线扩展槽中，安装驱动程序并编写相应的代码对其进行调试。调试完成后，为各块数据采集卡分配与电气控制系统相对应的通道，数字量数据采集卡通道分配表如图 3 所示，最后制作连接线缆，将电气控制系统与数据采集卡连接起来，硬件设计基本完成，硬件总体架构框图如图 4 所示。

输入 编号	输入 信号名称	中泰 PCI840 8 (37)	中泰 PCI840 8 编号	输出 编号	输出 信号名称	中泰 PCI8408 (37)	中泰 PCI8408 (37)	输出 编号	输出 信号名称	中泰 PCI8407 (37)	中泰 PCI840 7 (37)					
1	A01	出料门关到位	DI1	1	B01	砂1仓振动	DO1	1	B01	水泥1计量	A组DO1	23	B23	砂2粗称门开	B组DO3	12
2	A02	出料门中开到位	DI2	2	B02	砂1称振动	DO2	2	B02	水泥2计量	A组DO2	20	B24	砂2粗称门开	B组DO4	31
3	A03	出料门开到位	DI3	3	B03	砂2仓振动	DO3	2	B03	掺合料1计量	A组DO3	2	B25	砂1放出	B组DO5	13
4	A04	砂1称门关	DI4	4	B04	砂2称振动	DO4	21	B04	掺合料2计量	A组DO4	21	B26	石1放出	B组DO6	32
5	A05	石1称门关	DI5	5	B05	水泥称振动	DO5	3	B05		A组DO5	3	B27	石2放出	B组DO7	14
6	A06	石2称门关	DI6	6	B06	掺合料称振动	DO6	22	B06	供水泵	A组DO6	22	B28	砂2放出	B组DO8	33
7	A07	砂2称门关	DI7	7	B07	缓存仓振动	DO7	4	B07	水秤门开	A组DO7	4	B29	缓存仓门开	B组DO9	15
8	A08	缓存仓门关	DI8	8	B08	水泥1破拱	DO8	23	B08	外加剂1计量	A组DO8	23	B30	水泥称门开	B组DO10	34
9	A09	缓存仓门开	DI9	9	B09	水泥2破拱	DO9	5	B09	外加剂2计量	A组DO9	5	B31	掺合料称门开	B组DO11	16
10	A10	水泥称门关	DI10	10	B10	掺合料1破拱	DO10	24	B10	出料门关	A组DO10	24	B32	外加剂称门开	B组DO12	35
11	A11	掺合料称门关	DI11	11	B11	掺合料2破拱	DO11	6	B11	出料门关	A组DO11	6	B33	出料电铃	B组DO13	17
12	A12	水秤门关	DI12	12	B12				B12	主机除尘风机	A组DO12	25				
13	A13	外加剂称门关	DI13	13	B13				B13	砂1粗称门开	A组DO13	7				
14	A14	搅拌机运转	DI14	14	B14				B14	砂1粗称门开	A组DO14	26				
15	A15			15	B15				B15	石1粗称门开	A组DO15	8				
16	A16			16	B16				B16	石1粗称门开	A组DO16	27				
17	GND	DI公共地	19	17	GND	B3V(-)	DO公共地	9	GND	B3V(-)	DO公共地	9				
18	GND	DI公共地	19	18	GND	B3V(-)	DO公共地	28	GND	B3V(-)	DO公共地	19&28				
19	V+	B02(+)	24V	19	V+	B01(+)	24V	10	V+	B01(+)	24V	10				
20	V+	B02(+)	24V	20	V+	B01(+)	24V	29	V+	B01(+)	24V	29				
21	A21			21	B21				B21	石2粗称门开	B组DO1	11				
22	A22			22	B22				B22	石2粗称门开	B组DO2	30				

图 3 数字量数据采集卡通道分配表

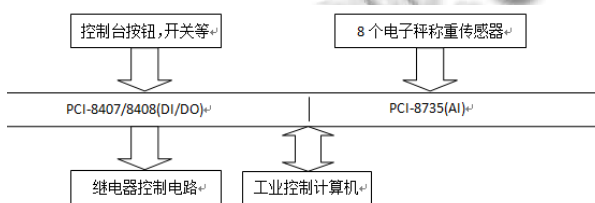


图 4 系统硬件总体架构框图

### 3.2 搅拌站控制系统软件设计

搅拌站控制系统软件采用 LabVIEW 图形化编程语言来编写，在 LabVIEW 9.0 软件环境中实现，数据库方面采用开源数据库 MySQL 来完成。

该控制系统软件采用模块化设计方法，主要包括密码登录，生产数据设置管理及自动生产流程三个部分，其中自动生产流程部分是该系统的核心。

#### 3.2.1 密码登录

安装 MySQL 及 MySQL-Connector-ODBC 软件，建立数据库和包含用户名、密码、用户权限、登录时间及登录次数信息的数据表，并设置 ODBC 源，使其指向建立好的数据表。在 LabVIEW 9.0 软件环境中，利用第三方模块包 LabSQL 调用相应的数据表内容，通过比较用户名及密码实现密码登录的功能。密码登录界面如图 5 所示。



图5 密码登录界面

3.2.2 生产数据设置管理

生产数据设置管理功能可划分为任务单管理、混凝土配合比管理、生产过程数据管理及报表打印四大功能。

该控制系统在执行以上功能之前，会首先对操作者进行操作级别的检查，当登录用户为“操作员”权限时，会自动屏蔽一部分的功能，只有当登录用户为“管理员”时，功能才会全部开放，以此来保证生产数据的安全性。

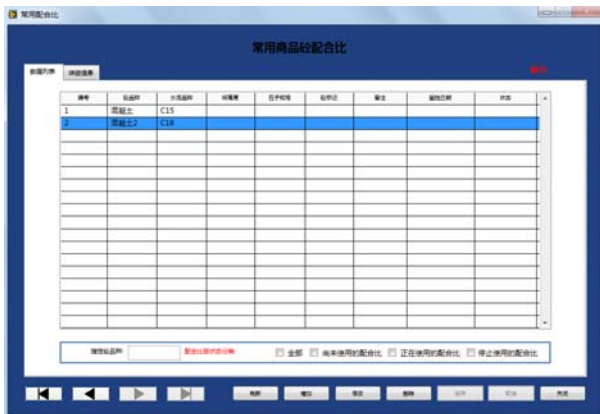


图6 混凝土配合比管理界面

任务单管理界面中可以输入生产任务信息；混凝土配合比管理界面可以输入生产相应标号混凝土一方所需的原材料配比；生产过程数据管理界面可以查看，修改供应商及客户的信息等数据；报表打印界面可对

某日或某月内的数据进行统计，并打印出相应的报表。所有的数据均保存于 MySQL 所建立的数据表中，并进行备份与加密，保证了数据的可靠性与安全性。

混凝土配合比管理界面如图 6 所示。

3.2.3 自动生产流程

自动生产流程界面如图 7 所示。在此界面中不仅可以进行自动化生产流程，还可以调用生产数据的多个管理设置界面并进行数据管理工作。



图7 自动生产流程界面

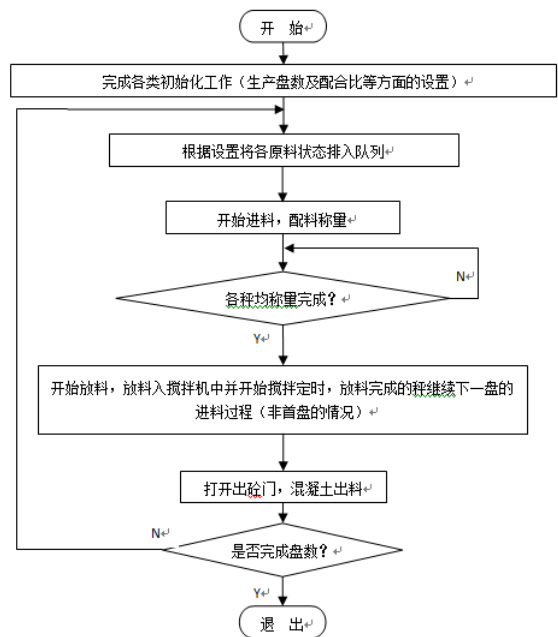


图8 自动生产程序流程图

自动生产流程程序采用状态机与队列相结合的架构进行编写，将每一种材料的进料出料过程定义为一种状态，在开始生产前根据相应的用户设置信息将各个状态排入队列，随后按照排列顺序逐一执行程序，

实现各个状态之间的切换, 根据初始设置的不同, 各部分程序的执行顺序发生相应的改变, 保证生产流程的顺利进行, 采用这样的结构可以使程序修改更方便

并拥有更良好的可读性与可移植性。自动生产程序流程图如图 8 所示。自动生产流程部分程序框图如图 9 所示。

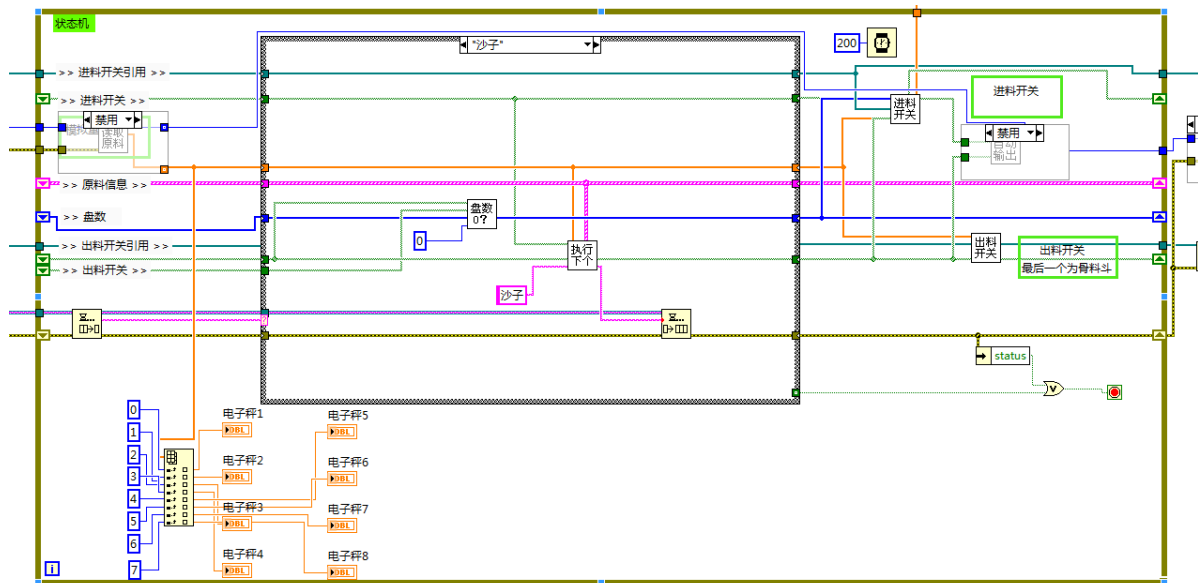


图 9 自动生产流程部分程序框图

在电子秤校准方面, 采用最小二乘法拟合出一条直线, 输入为两个一维数组, 一个为理想称量值, 一个为当前称量值, 输出为计算后的  $k$  值与  $t$  值。

为了最大程度的降低生产过程中因偏差而导致生产成本提高的问题, 在程序中加入了超秤扣秤及欠秤补秤的功能。超秤扣秤是指当采集重量值大于或小于目标值且超过了报警限值时, 自动在放料时扣去超量的部分; 欠秤补秤是指当采集重量值大于或小于目标值且未超过报警限值时, 自动在下一盘的进料过程中减去或加上欠秤的部分。由于采用模块化编程方法, 各个原材料的进出料过程相对独立, 因此只需在程序中添加相应的判断语句, 即可实现扣秤及补秤的功能。

#### 4 结语

本搅拌站控制系统软硬件经调试运行后, 效果良好。实际的使用表明, 以虚拟仪器技术、PCI 总线技术及数据库技术为依托的混凝土搅拌站控制系统具备

良好的可靠性与稳定性, 在很大程度上提高了生产效率, 并提供了更完善的数据管理平台, 为混凝土搅拌站的自动控制提供了更多的选择, 创造了一定的经济效益。

#### 参考文献

- 1 尹江红. 小型混凝土自动搅拌站控制系统设计. 科技信息, 2008,7(16):123-124.
- 2 何永荣, 焦予民. 混凝土搅拌站各机构参数的确定. 施工技术, 2008,(2):102-105.
- 3 张还, 刘学良. 基于 PLC 和嵌入式组态软件的小型混凝土搅拌站控制系统的设计. 建筑机械, 2009,(17):267-269.
- 4 刘引锋. 商品混凝土搅拌站生产自动化控制系统. Scitech Information Development & Economy, 2006,16(13):267-269.
- 5 周秀君. 混凝土搅拌站控制中的关键技术及程序设计. 工程机械, 2008,(1):40-44.