

# 基于 PLC 和物联网技术的砂石骨料生产线研究

刘泽艳

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川 成都 610213)

**摘要:**阐述了如何集成运用 PLC 和物联网技术实现砂石骨料生产线主要设备运行参数的采集、传输与处理,并从实际需求出发进行系统架构设计和软硬件平台的搭建,以实现对整个砂石骨料生产线进行实时控制和在线监测、最终达到优化系统产能、提高产品质量的目的。

**关键词:**PLC;物联网;砂石骨料生产线;设备参数;乌东德水电站

**中图分类号:**TV7;TV53+4;TV51

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2020)06-0056-04

## Research on Aggregate Production Line Based on PLC and Internet of Things

LIU Zeyan

(Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610213)

**Abstract:** This paper describes how to integrate the application of PLC and Internet of things technology to realize the collection, transmission and processing of main equipment operation parameters of aggregate production line, and starts from the actual needs to carry out system architecture design and software and hardware platform construction, so as to realize the real-time control and online monitoring of the whole aggregate production line, and ultimately achieve the purpose of optimizing the system capacity and improving the product quality.

**Key words:** PLC; Internet of things; aggregate production line; equipment parameters; Wudongde Hydropower Station

### 1 概述

传统的砂石骨料生产虽然已经实现了自动控制,但还存在着生产设备重要部位持续监测不足,各种生产参数、数据的采集、传输不及时,不能真实反映设备生产时所处的状态,无法准确掌握砂石骨料生产时各种生产细节等问题,因此很难进一步提升砂石骨料的产量和质量。

砂石骨料生产自动化控制主要依赖于大型器械和软硬件之间的配合。传统的工业自动化控制系统主要依靠各类语言代码的编程运行,但这种方式所需要的语言代码条数众多,逻辑性复杂,进而给程序员增添了很大的工作量,同时耗费时间和财力。“PLC 作为一种控制器件,带有软件编程的功能,且编程语言为逻辑门电路结构,编写简单快捷,代码一目了然,紧紧贴合仪器自动化运行的逻辑性,故而被广泛运用到工业自动化生产当中。”<sup>[1,2]</sup>“物联网通过各种信息传感设备将物和

互联网连接在一起进行信息交换、信息通信和信息处理,实现对生产过程的监测和控制,能够提高生产效率,改善产品质量,降低产品成本和资源消耗。”<sup>[3]</sup>因此,随着 PLC 控制技术和物联网技术的发展,将二者结合应用到砂石骨料的生产中已经成为一种趋势。笔者依托乌东德水电站下白滩砂石加工系统工程开展了基于 PLC 和物联网技术的砂石骨料生产线研究。

### 2 砂石生产线 PLC 控制技术的应用

#### 2.1 仪器开关的逻辑控制

“在砂石骨料生产过程中,PLC 控制技术首先应用在对电路开关的控制上。PLC 技术是一种逻辑门的可编程控制器,”在砂石骨料生产中,其首先实现的就是针对各个主辅机设备开关的有效控制,利用编程的逻辑性对各个开关进行时序控制或逻辑控制,让开关按照砂石骨料生产的意愿运作。这样的控制方式减少了生产周期,避免了不断换开关的麻烦,满足了砂石骨料生产的诸

收稿日期:2020-10-13

多要求。

## 2.2 模拟量的控制

“PLC 控制技术可以根据控制对象的实际特征,对多项功能的模拟版块进行有效结合,构建一个完整的模拟系统。”<sup>[4]</sup>这种控制方式更加灵活,可以模拟多种生产情况,降低试运行的风险性。其操作的方式主要是利用 PLC 的多个版块,例如通讯板块、I/O 模块和位置控制等对模拟量进行控制,调整各个模块的功能,确保各个模块的实用性,将各个模块都分配到有效利用的位置当中,以保障模拟实验的可靠性。

## 2.3 数据的控制

控制技术是一种基于逻辑运算进行控制的技术,其最大的优势就在于数学计算的强大性。PLC 控制技术在数据传送、逻辑运算、数据处理、位操作以及查表等方面都具有独特的优势。在现有的工业自动化技术中,PLC 在数据采集、运算处理等多方面的运行速度都是领先的,它可以在较短的时间内完成数字的逻辑运算和数据处理等工作,并将处理得到的数据与之前采集到的数据相对比,比较两者数据差值的大小,以判断数据的真实性,随后进行控制操作。其特别适合应用于砂石骨料产线系统的自动反馈控制。

## 3 砂石生产线物联网技术的应用

### 3.1 设备信息的识别和采集

将砂石骨料生产线中各种设备的信息通过一

定手段实时并自动转化为可处理的数字化信息和数据,如生产设备的传感信息(电流、温度、压力等)、设备的工作状态信息(转速、振动等)和设备产量等。

### 3.2 信息分析处理与传输

将采集到的生产设备相关信息通过网络技术进行分析和处理,将传感器数据直接利用网络安全可靠地传送到数据传输单元。

### 3.3 骨料生产线的控制与监测

采用物联网技术对生产过程实施实时监控,掌握砂石骨料生产线的运行工况,通过在线云服务平台和移动终端设备将生产全貌展现给管理者以实现精确管理,最终达到优化系统产能、提高产品质量的目的。

## 4 基于 PLC 和物联网技术的砂石骨料生产线系统的设计

利用 PLC 和物联网技术,将砂石骨料生产线设备的电流、温度、压力、转速、振动和产量等信息通过各种传感器动态采集,采用网络技术实时分析并处理数据,安全可靠地将其传输到云服务平台,使管理人员通过移动终端或计算机随时掌握产线的生产和维护状态,及时采取有效的控制措施保障系统最优化生产,从而提高生产效率,改善产品质量,降低产品成本和资源消耗。

### 4.1 生产线系统架构

生产线系统架构见图 1。

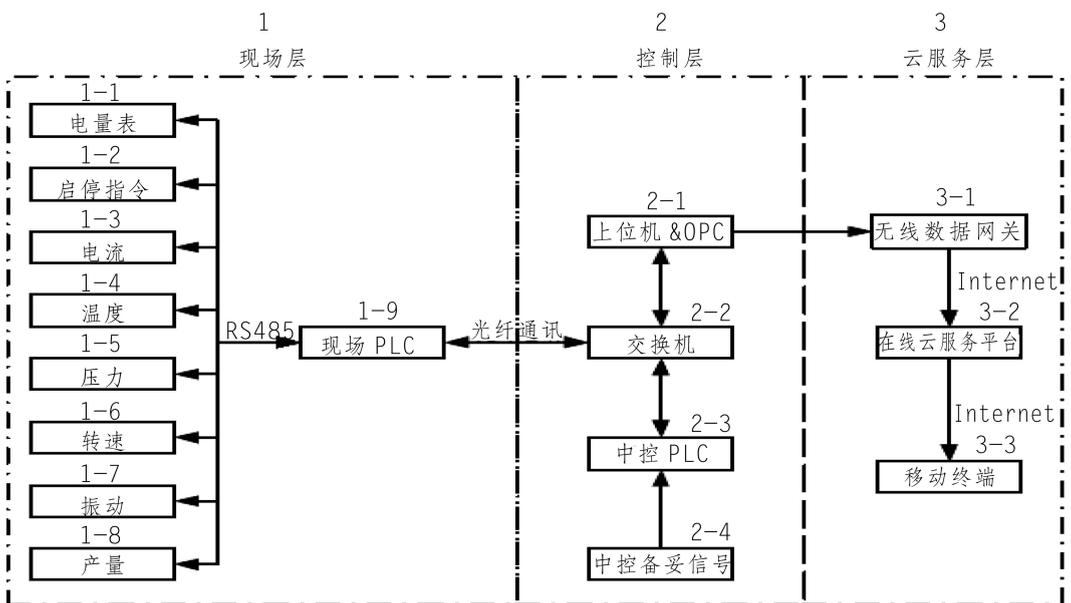


图 1 基于 PLC 和物联网技术的砂石骨料生产线系统架构图

从砂石骨料生产线特性看,系统至少应由现场层、控制层和云服务层 3 个部分组成。电量、启停指令、电流、温度、压力、转速、振动和产量都是从现场设备上采集的数据。

(1)现场层:主要负责各种设备信息的采集和控制设备的执行,通过现场 PLC 采集设备消耗电量、启停状态、电流大小、温度高低、压力大小、转速快慢、振动程度和产量多少等数据信息,其中所采集的温度数据信息不仅包括电机温度和轴承温度,还包括液压和润滑系统的温度。

(2)控制层:主要包括上位机 & OPC、交换机、中控 PLC 和中控备妥信号,对现场设备的控制指令是从上位机 & OPC 中发出并经过交换机进入中控 PLC 和现场 PLC 中进行的。控制层的上位机 & OPC 通过对各种控制指令和采集数据的综合处理实现对整个骨料生产系统各种设备的有序控制和各种数据的实时更新、显示,并且能对中控发出的指令进行程序上的分析判断,对非法指令进行屏蔽,通过 OPC 服务器和交换机输出合法指令。

(3)云服务层:主要是将现场采集的各种信号和数据经过无线数据网关后以 Internet 网络传输的方式展现在云服务平台和移动终端上。<sup>[5]</sup>管理人员可以进行实时在线查询,并能实现在移动终端上不受空间、时间的限制实时掌握生产线生产和维护状况。

#### 4.2 系统控制原理

生产线系统现场采集到的温度、压力及转速等信息与现场 PLC 之间通过 RS485 进行通讯。现场层中的现场 PLC 与控制层中的交换机之间采用光纤进行通讯。控制层中的中控备妥信号正常时才能通过中控 PLC 控制现场设备。RS485 通讯、光纤通讯、交换机和上位机 & OPC 之间的通讯均为双向。

上位机能够对中控 PLC 发出的指令进行程序逻辑判断,对非法指令进行屏蔽,合法指令通过交换机输出执行。上位机依据公式  $y = x_1 \& \& x_2 \& \& x_3 \cdots \& \& x_n$ , 其中  $x_i (i = 1, 2, \cdots, n)$  是指令  $y$  中的任意一个逻辑条件,可以是接触器得电、油温正常等,能够对中控 PLC 发出的指令进行程序逻辑判断:当  $x_1, x_2 \cdots x_n$  均为“真”时,指令  $y$  为合法指令并通过交换机输出执行;

当  $x_1, x_2 \cdots x_n$  有一个或多个为“假”时,指令  $y$  为非法指令进行屏蔽。

控制层中的中控备妥信号正常时才能通过中控 PLC 控制现场设备。控制层中的中控备妥信号受现场层中温度、压力等信号的联锁控制,当温度、压力等信号均正常时表明中控备妥信号正常,此时,允许上位机通过中控 PLC 控制现场设备。

中控备妥信号正常表明已完成设备启动前的准备工作;上位机控制指令通过交换机进入到中控 PLC 和现场 PLC,通过 PLC 的 CPU 进行内部逻辑的运算以实现各种生产设备的有序动作,从而完成对各种生产设备的控制;所采集到的电量、电流、温度、压力、转速、振动及产量等数据信息以 RS485 通讯的方式进入到现场 PLC,然后通过光纤通讯将这些数据进入到交换机内进行汇集,并将这些数据传输到上位机内作分析处理,以实现生产策略的自动调整及控制,具体如下:“假定生产线上单位时间内产量为  $\Delta T$ 、耗电量为  $\Delta W$ ,定义单位时间内的产出比  $\Delta B = \Delta T / \Delta W$ ,将  $\Delta B$  和通过大量数据统计分析得到的最佳产出比  $\Delta B_{best}$  进行对比,当  $\Delta B < \Delta B_{best}$  时通过 PID 算法调节给料频率从而控制系统产量使单位时间产出比  $\Delta B$  向最佳产出比  $\Delta B_{best}$  趋近,直至达到  $\Delta B_{best}$ 。PID 算法控制给料频率的过程公式为:”<sup>[5]</sup>

$$f(t) = K_p [e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt}]$$

式中  $f(t)$  为 PID 控制器的输出信号;  $K_p$  为比例常数;  $T_i$  为积分时间常数;  $T_d$  为微分时间常数;  $e(t)$  为误差值,既实际产出比与最佳产出比的差值。

利用智能温控仪模块智能控制油站的油温。当温度传感器采集到的油温高于设定温度时,冷却风机通过智能温控仪模块自动打开,将温度降到安全温度后风机自动停止;当温度传感器采集到的油温低于设定温度时,电加热器便会自动打开,将油温加热到正常温度后电加热器自动停止加热。

进入到上位机的数据除了通过处理后在上位机内以各种形式显示出来以外,还通过交换机、OPC 服务器这条通道以 Internet 网络的途径进行远程传输从而实现在移动终端和在线云服务平台

台上的信息数据显示及查询。

#### 4.3 系统具有的主要功能

(1)实时监测功能。对砂石骨料生产线各成品产量实施实时监测、历史产量统计与历史数据查询分析;通过对生产设备运行参数实施实时监测,分析处理并随时调整生产策略以实现最优化生产;通过对生产设备进行实时在线监测,分析设备工况,及时对设备进行检测和维护。

(2)终端访问功能。通过在线云服务平台和移动终端设备展现出砂石骨料生产线的全貌,利用手机或计算机访问系统实时、高效、方便地实现生产线的精确管理。

(3)成本控制功能。实现生产线从易损件、产量、能耗三个维度进行成本控制。

(4)报警功能。当电流、温度、压力、转速、振动等参与报警的信号不在正常范围时,报警信号通过交换机进入到上位机并在上位机中显示,同时警报响起。

#### 5 系统运行取得的效果

该研究所依托的乌东德下白滩砂石加工系统的处理能力为 1 250 t/h,生产能力为 1 000 t/h。在应用 PLC 控制技术和物联网技术前系统的日平均运行时长为 12 h,设备工况调整不及时,生产强度维持在 760 t/h;PLC 控制技术和物联网技术应用后,日平均运行时长维持在 14 h,通过对设备工况的及时调整,生产强度维持在 850 t/h,极大地提高了生产效率,其对比情况见表 1。

表 1 PLC 控制技术和物联网技术应用前后系统对比表

对照项目	技术应用前		技术应用后	
	月砂石骨料产量	273 600 t	月砂石骨料产量	365 715 t
月运行时间	16 h/d×30 d(480 h)			
日常检修时间	4 h(上午 7:30 到 11:30)		2 h(上午 8 点到 10 点)	
人员投入	46 人(两班倒)		30 人(两班倒)	
月用水费用	18.391 3 万元		22.579 2 万元	
月用电费用	71.409 6 万元		89.600 1 万元	
机械费用摊销	117.648 万元		1572.575 万元	
平均日有效运行时长	12		14	
生产强度	760 t/h		870 t/h	
现场运行人工费	280×46×30/273 600=1.41(元/t)		280×30×30/365 715=0.69(元/t)	
水费	0.672 元/t		0.617 元/t	
电费	2.61 元/t		2.45 元/t	
机械费	4.3 元/t		4.3 元/t	

#### 6 结 语

基于 PLC 和物联网技术的砂石骨料生产线已成功应用于乌东德水电站下白滩砂石加工系统工程。在实际生产现场中,采用 PLC 和物联网技术,安全可靠地对生产线生产设备运行参数进行了采集、传输和处理,实现了对整个生产线的实时控制和在线监测,达到了优化系统生产能力、提高产品生产质量的目的。

#### 参考文献:

[1] 廖常初,主编. S7-1200/1500PLC 应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2018.

[2] 姜建芳,主编. 西门子 S7-300/400PLC 工程应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2012.

[3] 薛燕红,编著. 物联网导论[M]. 北京:机械工业出版社,2014.

[4] 廖常初,主编. PLC 编程及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2014.

[5] 刘金琨,著. 先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真(第 2 版)[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

#### 作者简介:

刘泽艳(1976-),女,四川广汉人,高级工程师,学士,从事水电、市政工程施工技术与科技管理工作。

(责任编辑:李燕辉)