

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2013.11.008

基于工业物联网的钢管跟踪及 质量监测系统

伍家强

(天津钢管集团股份有限公司,天津 300301)

摘要:为了对钢管实现更精确的跟踪,特别是对其进行逐只跟踪和质量监测,详细设计了钢管跟踪及质量监测系统。基于工业物联网技术并结合钢管生产流程,分析了钢管跟踪与质量监测系统的信息结构。在此基础上详细描述了设备终端层、通讯层和应用软件层这 3 大模块,结合实际应用需求分别对 3 层模块进行了具体设计。设计应用结果表明,该系统能够有效地实现钢管的跟踪和质量监测目标,从而提高钢管生产流程的信息化水平。

关键词:工业物联网;质量监测;跟踪;钢管

中图分类号:TH165⁺.1,TH165⁺.4

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2013)11-1335-05

Tracking and quality monitoring system based on IOT industrial for steel pipe

WU Jia-qiang

(Tianjin Pipe Group Corporation, Tianjin 300301, China)

Abstract: In order to achieve more precise tracking of steel pipe, especially realize the aim of tracking and quality monitoring of per pipe, a tracking and quality monitoring system was designed in detail. Combined with steel pipe's production process, the overall information structure of the system was analyzed based on IOT technology. On the basis of this analysis, the system had been introduced by three parts, including the device terminal layer, the communication layer and the application layer. With practical application demand, the three modules were also made specific analyses respectively. The results show that the system can effectively reach the target of tracking and quality monitoring of steel pipe, and consequently it will improve the informatization level of steel pipe's productive process.

Key words: IOT industry; quality monitoring; tracking; steel pipe

0 引 言

钢管在热电、核电、炼化、冶金、供热、石油开采、液压动力传输、工程机械等领域有着广泛的应用,一直以来相关行业对于便于安全评价且准确便捷的钢管跟踪及质量监测及其可追溯技术,具有强烈的需求。特别是随着管道大型化,对钢管跟踪^[1]和质量监测的重要性和迫切性更为突出,并在可靠性、实时性、便捷性等方面提出了更高的要求。

钢管在生产过程中需满足的可追溯性^[2]通则的

详细描述为:对于要求按炉批号和/或批号进行试验并证实其符合规范要求验收时,制造厂应制定并遵循一套保持炉批号和/或批号识别系统的程序。而目前国内的钢管生产线基本都是采用基于 PLC^[3]和人工参与的方式实现可追溯的要求,实现的都是按炉/或批的追溯要求^[4]。对于更高要求的跟踪目标,由于钢管生产过程中的下线或者吊运等问题产生的顺序号混乱,这种方式实现起来存在很多技术难点。随着目前客户的要求日益提高和解决售后质量异议等服务难点,更高要求的跟踪系统的需求也随之产生。钢管跟踪及质量

监测系统就是基于上述目标和趋势而提出的。根据跟踪及质量监测要求,研究人员将热处理生产线及套管生产线上的生产信息,结合钢管识别及识别系统将各个生产设备的生产数据上传或下载到单体设备上,实现车间级的信息传递和信息收集。

本研究主要基于工业物联网,对钢管跟踪及质量监测系统进行设计开发。结合对系统信息结构的分析,将系统分为设备终端层、通讯层和应用软件层 3 层,对钢管实际生产过程中的 3 层模块进行具体划分说明,并以天津大无缝钢管公司某具体项目为例,对如何建立该系统进行详细分析设计。

1 系统信息结构

根据钢管的生产过程,可以将钢管跟踪与质量监测系统分为设备终端层、通讯层和应用软件层 3 大层,系统信息结构图如图 1 所示。

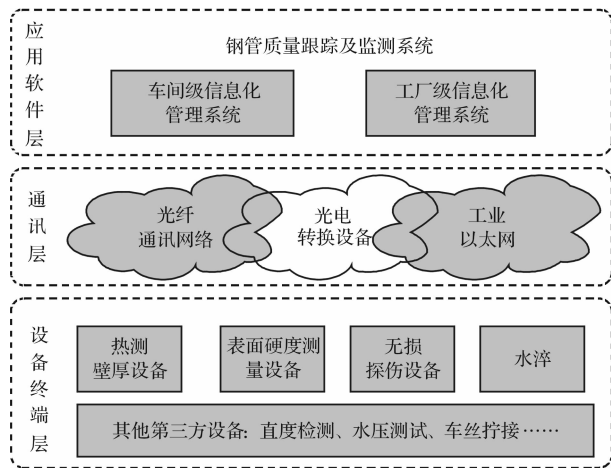


图 1 系统信息结构图

图 1 中,应用软件层主要实现对现场管理数据分析汇总,并通过对设备终端层每一环节数据的上传/下载实现对相应环节进行信息跟踪控制。

通讯层主要实现各级数据之间的数据可靠传输。由于处理的数据量非常大,采用分级的硬件结构,系统硬件结构分为 3 级。每一个识别点和每一个工艺环节的生产、检测设备各设置一台计算机,作为第一级。为了加快信息的处理速度,钢管加工、质量检测每一工序的工艺参数控制在第一级计算机中进行,而数据分析和数据存储则在第二级服务计算机中进行(车间服务器),第二级计算机同时可实时实现工艺参数的优化、钢管质量的实时监测与现场管理。操作人员工作在操作控制室内,可通过操作显示终端控制整个生产质量监测过程,操作显示终端带有编码归档的硬盘,其中有充足的存储空间供重要信息备份,并且

可以打印编码报告等文件。工厂管理和数据查询、远程服务可以在第三级服务计算机(工厂级服务器)中进行。

设备终端层主要由各种单体设备的传感器、执行系统和单体设备计算机组成,可实现原始信号数据的采集、分析,并由执行系统实现钢管生产各工序要求的生产工艺,单体设备计算机可实现工艺和控制参数自动存储、管理与发送。自动标识、自动识别、热测壁厚、无损探伤等生产使用工艺环节都是在设备终端层完成的。

2 各模块分析设计

根据上文介绍的系统信息图,本研究将系统信息图中的应用软件层、通讯层和设备终端层分别对应至钢管生产加工过程及跟踪监测过程中相应的工序步骤。钢管跟踪及监测系统框架图如图 2 所示,钢管跟踪及监测系统的应用软件层功能包含基础信息的录入、车间级跟踪数据服务器,利用数据库管理计算机对钢管实际状况进行跟踪分析,并打印结果,从而实现对钢管的加工过程进行跟踪监测。通讯层则由在车间建立的以太网构成,将设备终端层采集的数据传输至应用软件层进行分析。设备终端层由钢管实际生产加工过程中的各个步骤的监控设备组成,对相应的生产步骤进行数据采集并传输至对应的跟踪监测计算机,从而达到收集对应步骤各种所需数据的目的,传输至应用软件层进行分析。

3 各模块详细设计

钢管跟踪及质量监测系统在工业生产中能够发挥极好的作用,根据以上设计的跟踪及质量监测系统,并依照总体结构图,以下本研究将以天津大无缝公司某项目为例,详细介绍该系统具体建立的钢管跟踪及质量监测系统。

3.1 应用软件层设计

钢管跟踪及质量监测系统包含硬件和软件,硬件基于以太网络,将服务器与条码系统和各单体设备终端机连接起来。信息化的管理软件,主要用于收集钢管生产线上单体设备的信息,同时向各单体设备下达生产任务,替代原有传递卡的管理方式。这样要求各单体设备的计算机在完成本设备监控的同时,增加生产指令的接收以及生产数据、质量数据、成本数据的回馈功能,成为信息化数据终端的一部分。

应用软件层功能模块图如图 3 所示,应用软件层包含以下模块:主原料钢管的信息录入、工艺信息录入及数据下传、计划信息录入及数据下传、单体设备信息

收集、基本成本数据统计、报表、权限管理、各工序的计划查询及显示、人工质量判定九个模块。各模块满足相应功能,达到对钢管进行跟踪及监测的目的。

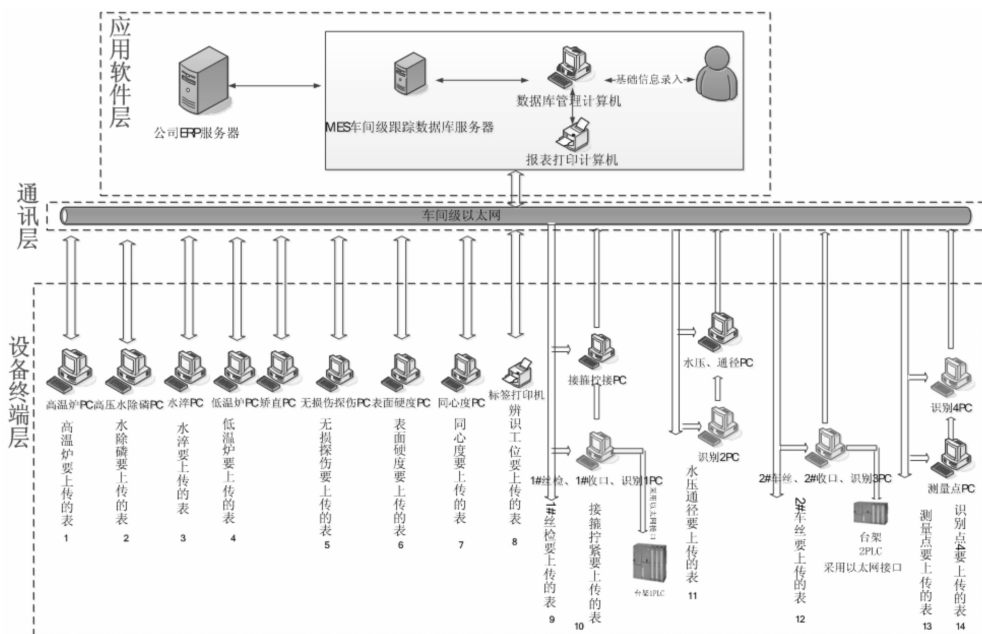


图 2 钢管跟踪及监测系统框架图

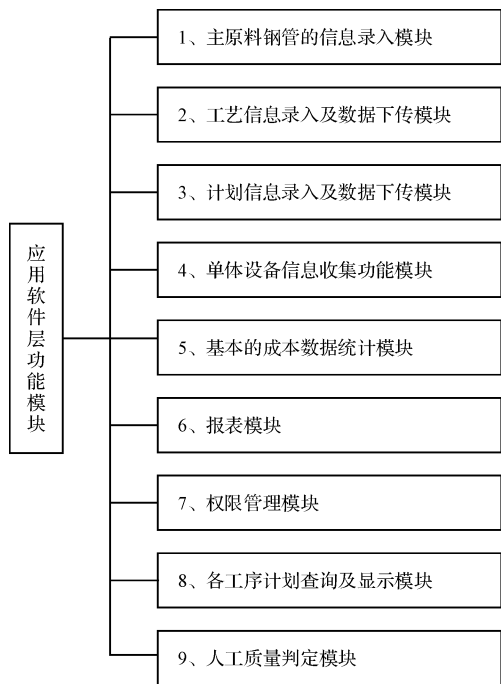


图 3 应用软件层功能模块图

3.2 通讯层设计

钢管加工设备可分为热处理线的设备和管加工线的设备。热处理线的设备与信息化系统的数据连接采用以太网数据库 C/S 的结构,由浙大精益提供可供热处理线 WINCC 系统 C 脚本调用的链接函数,热处理线下 WINCC 系统通过调用该数据库进行数据的上传和

下载;热处理线的数据是直接以炉号和顺序号的规则,实时存储到数据库中。热处理线设备通讯层示意图如图 4 所示。

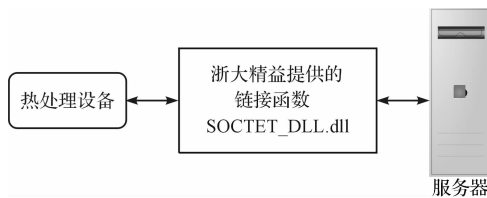


图 4 热处理线设备通讯层示意图

管加工线的设备与信息化系统的连接时是通过跟踪识别系统的主机来实现,采用的方式为以太网 SOCTET 的连接方式,由浙大精益的跟踪系统提供链接函数供管加工线的 WINCC 系统 C 脚本进行调用。结构形式如图 5 所示。

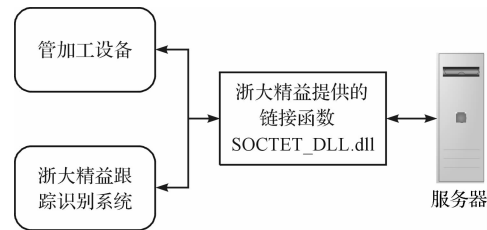


图 5 管加工线通讯层示意图

对于上述提到的链接函数 SOCTET_DLL.dll,具体包括数据发送函数、数据接收函数、连接函数、和通讯检测函数,详细情况如表 1 所示。

3.3 设备终端层设计

钢管加工过程中,各单体设备通过各种类型的工业传感器,对已经进行编码(喷码)的钢管进行识别^[5-7],从而具备了工艺参数的实时测量和记录,并可实时传输到车间服务计算机上^[8-9]。由图 2 所示,每台计算机监控钢管加工的相应环节,并上传所需采集的数据至通讯层,通过通讯层传输最终输送至应用软件层进行分析监控,从而实现了对钢管跟踪及质量监测。下面对设备终端层每一单体结构进行详细设计描述。

表 1 软件接口描述

类型	名称	格式	备注
数据发送函数	Send_Data_dll	SendParameter: string	SendParameter: 要发送的参数
数据接收函数	Get_Data_dll	GetParameter: string	GetParameter: 接收到的参数
连接函数	Connection_dll	port, port1: int	连接服务器或客户端。Port: 自身端口号; Port1: 服务器端口号
通讯检测函数	Communication_detection_dll		间隔 15 s 检测一次网络,并返回检测结果,成功为 1,失败为 0

以高温炉为例,高温炉采用的硬件接口为网线插口,软件接口由高温炉 WINCC 程序调用 SOCTET_DLL.dll 中的动态链接库函数。

需要载入的数据包括:各区炉温、生产节奏、合同号、炉号、钢级、钢种、扣型、外径、壁厚。高温炉设备从服务器获取数据用于高温炉的炉温工艺参数设定。

高温炉需要上传的数据为上料数据和炉温数据。上料数据包括:索引号、上料时间、班组、炉号、来料支数、未上料支数、未上料原因。炉温数据包括:索引号、班组、炉号、入炉时间、出炉时间、顺序号、出炉温度、操作工号、班号、各区炉温、炉膛压力、炉号、时间、残氧数据。其中各区炉温和残氧数据 10 s 一组,自动生成。班组、炉号、结炉支数、天然气量要按炉上报。

高压水除鳞、水淬、低温炉、矫直、探伤、表面硬度、同心度等设备的数据载入和上传类似,在此不予详述。

根据各设备点的信息,以高温炉为例制定的报文内容如下。

(1) 高温炉发送工艺请求电文。

在新一炉钢管进炉前,高温炉发送工艺请求电文给服务器,字符串长度为 15。电文具体内容如表 2 所示。

表 2 高温炉发送工艺请求电文

序号	项目	BYTES	数据名称
1	端口号	5	SendPort
2	电文 ID	1	MessageID
3	电文长度	3	MessageLength
4	炉号	6	HeatNo

(2) 服务器下达工艺参数。

服务器接收到高温炉的请求电文后,将给高温炉发送电文,下达工艺参数。电文具体内容如表 3 所示,数据类型均为 str。

表 3 服务器下达工艺参数

序号	项目	BYTES	数据名称	备注
1	端口号	5	SendPort	
2	电文 ID	1	MessageID	
3	电文长度	3	MessageLength ID	℃ 0 - 9999
4	各区炉温	4	HtempSet1	℃ 0 - 9999
10	生产节奏	3	HeycleTime	S
11	合同号	20	ContractNo	
12	炉号	6	HeatNo	
13	钢级	15	PipeRank	
14	钢种	15	PipeType	
15	扣型	5	Tubing	
16	公制外径	7	OutDiameter	公制:mm;
17	英制外径	7	EnglishOutDiameter	英制:in
18	公制壁厚	6	Thickness	公制:mm;
19	英制壁厚	5	EnglishThickness	英制:in

(3) 高温炉发送单根钢管数据。

每根钢管生产完时,高温炉将这支钢管的信息发给服务器。数据类型均为 str。具体内容如表 4 所示。

表 4 高温炉发送单根钢管数据

序号	项目	BYTES	数据名称	备注
1	端口号	5	SendPort	
2	电文 ID	1	MessageID	
3	电文长度	3	MessageLength ID	
4	索引号	18	ID	释放日期 + 炉号 + ".000"
5	班组	2	Shift	A - D 为四班; 1 - 2 为热处理线
6	炉号	6	HeatNo	
7	入炉时间	19	EnterTime	年月日时分秒
8	出炉时间	19	OutTime	年月日时分秒
9	顺序号	5	SequenceNo	
10	出炉温度	4	HpipeTemp	℃ 温度曲线的平均值
11	结炉支数	5	HpipeCounts	生产本炉号支数
12	操作工号	4	Operater	
13	班号	2	TurnNO	早(M), 中(A), 晚班(E)简写代号

(4) 高温炉结炉时发送结炉数据。

当整炉钢管生产完时,高温炉将该炉的信息发给服务器。数据类型均为 str。具体内容如表 5 所示。

表 5 高温炉发送结炉数据

序号	项目	BYTES	数据名称	备注
1	端口号	5	SendPort	
2	电文 ID	1	MessageID	
3	电文长度	3	MessageLength ID	
4	班组	2	Shift	A - D 为四班;1 - 2 为热处理线
5	炉号	6	HeatNo	
6	结炉支数	5	HpipeCounts	生产本炉号支数
7	天然气量	4	HNGVaule	Nm3 本炉号所消耗的天然气

(5) 高温炉发送炉温数据。

高温炉将采集的炉温数据发给服务器,每 10 s 触发一次。数据类型均为 str。具体内容如表 6 所示。

表 6 高温炉发送炉温数据

序号	项目	BYTES	数据名称	备注
1	端口号	5	SendPort	
2	电文 ID	1	MessageID	
3	电文长度	3	MessageLength ID	
4	各区炉温	4	HtempVaule1s	10 s 一组,自动生成
10	炉膛压力	4	HpreussVaules	10 s 一组,自动生成
11	炉号	6	HeatNo	
12	时间	19	Time	
13	残氧数据	4		10 s 一组,自动生成

以上为高温炉与服务器之间的详细电文内容,其余设备均按照类似格式发送电文,从而实现应用软件层控制设备终端层,并时刻掌握设备终端层所处状况。

4 结束语

(1) 本研究通过钢管实际加工过程分析,并结合某

项目实际应用需要,详细设计了钢管跟踪及质量监测系统。实现了对钢管进行良好的跟踪监测任务并能够即时反馈至服务台以进行综合管理。

(2) 基于工业物联网的钢管跟踪及质量监测系统对钢管生产过程进行跟踪管理,在实际应用中具有重要作用,其具有以下优点:促使钢管生产管理过程更加科学和精细化;实现对钢管的跟踪要求,使每支钢管都能对应到其在生产过程中的加工及检测数据;可将钢管生产中各个单体设备连成一个整体,形成一个车间级的信息管理系统,将数据收集至一个统一的平台,便于长期保存和查询;可根据用户要求生成相应的统计报表,有效减少管理者的统计工作量等。

(3) 该系统的成功开发设计为以后广泛推广于该行业应用打下了基础,为钢铁行业工业物联网的实现做了积极的探索。

参考文献(References):

- [1] 潘克云. ERW 焊管生产线物料跟踪系统: 中国, 101482744A[P]. 2009-07-15.
- [2] 李 钊, 刘家国. 海洋工程装备项目的 BOL 材料追溯模型[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2011, 32(4): 525-529.
- [3] 陈炳华. 钢管自动跟踪与分选技术研究及系统开发[D]. 杭州. 浙江大学机械与能源工程学院, 2007.
- [4] 张 强. 钢管生产中的逐支跟踪技术[J]. 软件, 2012, 33(4): 94-96.
- [5] 方 文, 张军锋, 刘华光, 等. 钢管自动喷码与识别装置[J]. 钢管, 2013, 42(1): 67-70.
- [6] 李春林. 条形码技术在钢管企业中的应用[J]. 焊管, 2007, 30(4): 47-48.
- [7] 宋红晓, 项占琴. 龙门式钢管喷标机的研制[J]. 机电工程, 2005, 22(7): 1-3.
- [8] 韩宝云, 胡 娜. 钢管管号识别技术的对比分析[J]. 钢管, 2013, 42(2): 70-74.
- [9] 王杭凯, 彭 伟, 项吕琴. 钢管 UV 固化喷涂机漆膜均匀性控制的研究[J]. 机电工程, 2009, 26(9): 84-87.

[编辑: 李 辉]

本文引用格式:

伍家强. 基于工业物联网的钢管跟踪及质量监测系统[J]. 机电工程, 2013, 30(11): 1335 - 1339.

WU Jia-qiang. Tracking and quality monitoring system based on IOT industrial for steel pipe[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2013, 30(11): 1335 - 1339.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>