

· 企业信息化技术 ·

基于 W inCC 的热轧数据管理系统

王楠, 王仁忠

(苏州有色金属研究院有限公司 装备智能研究所, 江苏 苏州 215026)

摘要: 生产数据的有效采集与归档是国内单机架双卷取铝热轧机控制的薄弱环节。以某铝加工企业 2 400 mm 单机架双卷取热轧机为研究对象, 基于 W inCC 软件平台搭建了单机架铝热轧机过程控制系统, 应用 W inCC, Microsoft SQL Server 2000 和 OPC 技术建立了过程数据管理系统。此数据管理系统实现了数据流管理以及数据的归档、分析和查询等功能。实际应用表明此过程数据管理系统具有较高的实用性和可靠性, 有利于提高单机架热轧的生产质量和生产管理效率。

关键词: W inCC; SQL Server; 热轧; OPC

中图分类号: TG333. 7; TP274 + . 2 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059 (2009) 04-0014-05

Hot rolling data management system based on W inCC

WANG Nan, WANG Ren-zhong

(Department of Equipment and Intelligence, Suzhou Nonferrous Metals Research Institute, Suzhou 215026, China)

Abstract: Acquisition and storage of process data are weak points for single-stand double coiler aluminum hot rolling mill in China. Taking a 2 400 mm single-stand double coiler aluminum hot rolling mill of a certain aluminum factory as study object, single-stand aluminum hot rolling process control system was established based on W inCC software platform, and process data management system was built using W inCC, Microsoft SQL Server 2000 and OPC technology. After the data management system was used, data streaming management, acquisition, processing and storage of data were achieved. Practical application shows that the process data management system has better practicability and reliability, and improves product quality and production management efficiency of single-stand hot rolling mill.

Key words: W inCC; SQL server; hot rolling; OPC

0 引言

随着铝材应用范围越来越广, 市场对热轧铝带的质量要求日趋严格, 而国内铝热轧机自动化水平低造成的铝热轧生产不稳定, 使得生产效率与产品质量成为制约铝材生产企业发展的瓶颈。

据调查, 截止到 2006 年, 国内单机架双卷取铝热轧机共有 13 台, 其中大部分是由洛阳有色金属加工设计研究院设计制造^[1]。目前此机型轧机不具有完善的过程数据管理系统, 不能为模型设定等过程控制系统提供有效的过程数据, 也不能

为工艺人员和维护人员提供高效的数据支撑。针对此现状, 苏州有色金属研究院有限公司研发了针对单机架双卷取机型的热轧数据管理系统, 该系统已成功应用于一家铝加工企业, 并已向其他有色加工企业推广。作者以某铝厂 2 400 mm 单机架双卷取铝热轧机为例, 介绍热轧数据管理系统的功能及特点。

1 系统背景

数据管理系统是中铝科技发展基金项目——单机架双卷取热轧工艺控制模型及其系统开发的

收稿日期: 2008-11-28; 修改稿收到日期: 2009-05-25

基金项目: 中铝科技基金项目 (2006KJA08); 江苏省自然科学基金 (BK20081143)

作者简介: 王楠 (1980-), 女, 山东淄博人, 工程师, 硕士, 主要从事有色加工过程控制系统的研究和开发工作。

一部分。该项目由苏州有色金属研究院有限公司于 2006 年开始实施,前期主要进行工艺控制模型的开发,数据管理系统从 2008 年 1 月开始设计实现。该项目以某铝加工企业 2 400 mm 单机架双卷取热轧机为系统实施对象,该热轧机控制系统由西门子公司的 Simatic S7-400, Simatic S7-300 系列 PLC,各种传感器以及一些采集卡组成,同时检测主机、开卷机、卷取机以及操作台等现场数据,将轧制压力、张力、速度等模拟量或数字量信号以及运行、停止等开关量信号,分别通过电缆和现场总线送入 PLC。该厂单机架双卷取热轧机没有配套的数据采集存储系统和过程控制系统,现场生产以工艺人员编制的轧制规程为主,生产过程中操作人员可人工修改轧制规程和控制参数,产品质量不稳定。2008 年 3 月对该轧机进行了技术改造,采用了由苏州有色金属研究院设计的铝热轧数据管理系统。

2 系统结构

一般热轧二级过程控制系统从功能上讲主要包括模型和非模型两部分,其中模型部分功能主要是指各种工艺控制模型的设定计算、自学习和轧制规程的自动计算,是过程控制系统的核心功能;非模型部分包括初始数据的获取、物料跟踪、时序控制、实时数据的采集和处理、人机界面(HMI)以及与其他系统(L1/L3)的通信。^[2]

数据管理系统主要完成非模型部分的功能,它与工艺控制模型结合起来就初步建立了单机架双卷取热轧机过程控制系统。因此根据过程控制系统中非模型部分的功能要求设计数据管理系统。

数据管理系统的网络结构主要分为两层:数据采集层和数据管理层。数据采集层的主要功能是将现场信号通过放大、隔离、滤波处理后,转换成数字信号,向过程控制系统传递。数据管理层的主要功能是完成轧制过程中实时数据和工艺数据的归档、监控、备份等工作,还要进行数据处理以及设定参数、规程和自学习参数的在线归档与调用。

数据采集层硬件主要利用现场已有的 PLC,传感器以及采集卡等设备,PLC 模块主要包括控制模块,I/O 模块和以太网通信模块^[3]。数据管理层由一台 BM 服务器和一台 PC 客户机组成,数据管理系统软件选用西门子公司的过程监控软件

WinCC,利用其集成的 SQL Server 2000 数据库^[4],实现过程监控和数据管理功能,编程软件采用 Step 7 和 VC,服务器采用 Windows 2000 Server 操作系统。

3 系统功能

根据热轧过程控制系统对非模型部分的功能要求以及现场的实际要求,可将数据管理系统功能分为两个部分:数据流管理以及数据的归档、分析和查询。数据流管理包括数据采集、数据处理、轧线跟踪、设定参数和规程计算模型调用,数据流管理旨在为过程控制系统提供一个完整流畅的数据流通环境。数据的归档包括现场过程数据的人工归档和自动归档、报警的归档、设定参数的归档、计算规程的归档以及自学习系数的归档;数据的分析主要是根据归档的生产数据分析带材的成品率、厚差分布、生产效率等参数;数据的查询主要有两种形式:报表和历史曲线,用户可根据需要选择某种形式。

3.1 数据流管理

数据流管理的目的在于实现过程控制系统的数据流通。数据流向主要有两个方向:一级自动化系统的生产过程数据通过数据管理系统到达模型设定模块;模型设定模块通过模型计算得到的规程和设定值经过数据管理系统到达一级自动化系统(如图 1 所示)。数据流管理包括以下功能:数据采集、数据处理、轧线跟踪、设定参数和规程计算模型调用。

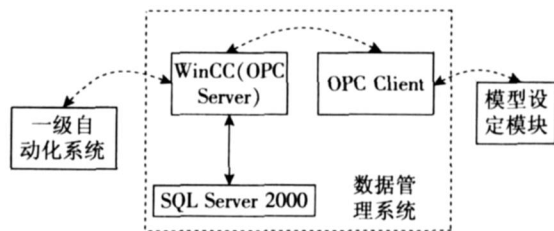


图 1 数据流向示意图

Fig. 1 Demonstration of data stream

(1)数据采集。WinCC 与现场控制 PLC(厚度调节 PLC 和传动控制 PLC)建立以太网通信联系,实现生产过程数据到数据管理系统的采集。

(2)数据处理。过程生产数据主要作为规程在线自学习的参数,根据规程在线自学习的要求,在每块坯料轧制结束后,把每道次稳定轧制状态下的参数如轧制力、轧制速度、轧制力矩、带材温度等作为自学习的输入参数。一般轧制过程包括

咬入、升速、稳定轧制、降速和抛出,因为轧制过程可能出现异常状况,因此直接采集的数据不能用作自学习的输入参数。本数据管理系统采用的方式为:轧制开始后,以 250 ms 为周期连续采集参数,利用统计的方法将采集到的多组数据进行分析,剔除带头、带尾、升降速阶段以及异常数据,找到最能代表该道次稳定轧制的一组数据,将该条数据存储到参数表中,然后,以同样方式处理其他道次数据。当这个坯料的所有加工道次结束后,从参数表中取出稳态轧制数据作为轧制规程在线自学习的输入参数。

(3) 轧线跟踪。对轧件进行跟踪是该数据管理系统的重要功能之一,也是实现过程控制系统模型设定必须具有的功能。跟踪的目的是确定轧件在生产线上的工艺位置和相关状况,以便在规定的时序启动相关设定程序,如发出板坯出炉信号触发轧制规程的预设定。根据过程控制系统的设定要求,在一级自动化系统中定义信号量,根据不同信号量的变化状态确定板坯的工艺位置。

(4) 设定参数和规程计算模型调用。反映板坯工艺位置的信号量发生变化时,会实时传到 WinCC 中定义的对应变数, OPC Client 随时监控 WinCC 中变量的状况,一旦信号量的状态表明需要调用模型设定模块时, OPC Client 就会调用模型设定模块进行计算。计算结束后, OPC Client 将计算结果传给 WinCC, WinCC 将设定参数如轧制力,并由轧制规程下传给一级控制 PLC。^[5]

3.2 数据归档、分析和查询

3.2.1 数据归档

该数据管理系统利用 SQL Server 2000 作为数据归档的数据库,实现数据归档功能^[6]。针对系统功能设计中提出的数据归档、分析和查询功能,规划出数据库所要存储的几类变量,如图 2 所示。

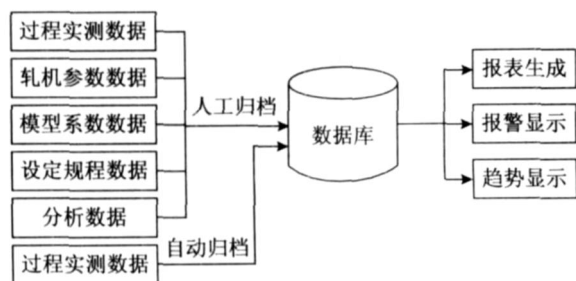


图 2 归档功能示意图

Fig. 2 Demonstration of data archivment

数据归档到数据库主要有两种方式:自动归

档和人工归档。自动归档是利用 WinCC 过程值归档,对所需归档的变量进行组态,不需要单独操作数据库建立存储表就可以实现。人工归档是指人工建立数据存储表实现的数据归档功能。过程实测数据采用自动方式归档,原因是:(1)可以节约存储空间。自动归档可按某种算法压缩数据,比较适用于长时间大量数据的归档。(2)可以使用现有的显示控件,通过简单的变量连接,显示控件就可以读取压缩过的自动归档变量,同时该控件具有很多功能,方便用户以不同方式查看生产过程数据。

有些数据只需存储一次或不定期更新,有些数据要进行处理后才能被应用,这种类型数据就比较适合人工归档。系统中除过程实测数据采用自动归档外,其他归档均采用人工归档的方式实现。自动归档数据中包括报警信息和生产过程参数(如电动机电流、电压、功率、轧制力、轧制速度等)的报警信息。

(1) 自动归档

轧制过程中传感器测量的数据首先到达 PLC,然后通过以太网传至上位机,上位机选择性地保存过程监控所需数据,在 WinCC 的变量记录下设置归档变量和参数。对于每道次轧制过程不变的量如入口厚度、出口厚度等原始参数,可以设置相对较长(2 s)的归档周期或采用根据变量变化的归档方式(即只有在归档变量发生变化时才归档);对于轧制过程中随时变化的量如轧制力、轧制速度、主机电流、主机功率等设置比较短的归档周期(500 ms),这样区别对待不同特性的数据可以有效减少计算机内存和磁盘空间的占有量。自动归档的数据可以作为趋势显示的数据源,在趋势显示的人机界面中,用户可以通过时间来查询数据。在一个界面中可以同时显示几个变量的过程值,这样使用户直观了解生产过程数据的变化情况,对异常状况作出快速判断,减少故障停机时间,提高生产效率。

报警消息的采集和归档可利用 WinCC 的报警记录编辑器来实现,使用 WinCC Alarm Control 显示报警信息。

(2) 人工归档

新建数据库,并根据不同数据的存储要求分别建立相应的表。2 400 mm 热轧数据管理系统主要的表包括 InLineOpt_Para, InLineOpt_Results,

Schedule_Cal_Mid, Schedule_Contrast, Mill_Info 和 Modulus_Info 等。

表 InLineOpt_Para 用来存储生产过程的实时数据,存储周期为 250 ms。要连续记录过程轧制数据,需要利用选件 WinCC/Industrial DataBridge (通过标准接口与 WinCC 交换数据)将过程数据自动导入数据库。

表 InLineOpt_Results 用来存储每道次稳态轧制的一条记录。生产过程中每道次结束后,数据处理程序会在道次结束信号的触发下,自动处理表 InLineOpt_Para 所记录的过程数据,将该道次的所有数据进行处理,挑选出可以代表稳态轧制状态下的一条记录存储到该表中。表中记录既可以作为规程在线优化的输入参数,也可作为设定模型自学习的输入参数。

表 Schedule_Cal_Mid 用来存储目前最新的轧制规程。过程控制系统轧制规程自动生成功能包括以下内容。

1) 轧制规程初始设定。在一块坯料轧制前,根据坯料的合金、规格和成品,自动生成一组轧制规程。

2) 操作人员修改规程。操作人员在轧制规程初始设定后,凭工作经验,觉得有必要修改某个参数(压下量、轧制速度、轧制力等)时,可以通过 HM 进行修改,然后再次下传轧制规程。

3) 轧制规程在线自学习。如果启动该功能,则每道次轧制结束后,利用该道次数据进行自学习后,更新之后所有道次规程数据。更新后的轧制规程会自动下传给一级自动化。

表 Schedule_Cal_Mid 用来存储实际下传的最新版规程。即如果只在轧制开始调用一次规程计算程序,操作人员没有修改,也没有启用在线自学习功能,则这个表存储的就是第 1 次计算的结果;如果操作人员修改或启用了在线自学习功能,则新的轧制规程会覆盖原来的轧制规程。

表 Schedule_Contrast 用来同时记录规程计算程序根据初始参数计算的规程、操作人员修改参数后重新计算的规程以及在线自学习优化后的规程。为工艺人员优化轧制规程提供数据支持。

表 Mill_Info 用于存储轧机相关参数。

表 Modulus_Info 用于存储设定计算模型系数。

这些数据表主要用于规程计算、设定和在线

自学习自适应,实现规程设定方面的功能。

3.2.2 数据分析、查询

数据分析是利用采集到的生产过程数据统计计算出与生产效率、产品质量等相关的数据。数据分析主要有道次数据分析和每卷数据分析。道次数据分析的过程为:数据按照一定的采集周期从一级 PLC 被采集到二级管理系统并存储在数据库中,每道次轧制结束后,触发变量会触发 WinCC 中的脚本动作对道次数据进行相应的统计计算并将统计计算结果存储在数据库中。道次数据分析的结果主要包括每道次轧制带材头、中、尾三个阶段的平均轧制力、平均轧制力矩、平均轧制功率、平均轧制速度等参数。每卷数据分析过程与道次数据分析过程类似,不同之处在于处理数据的脚本内容以及触发脚本动作的触发信号,每卷数据分析的触发信号发生的时间为每卷最后一个轧制道次结束后。每卷数据分析的结果主要包括该卷生产所用轧制时间、辅助时间以及该卷产品的成品率、厚差分布等数据。这些分析后的数据可作为报表的数据源,供有关人员查询。

该数据管理系统提供两种数据查询方式:趋势显示和报表。趋势显示是利用控件 WinCC Online Trend Control 以曲线的形式提供给用户查询数据的方式。用户可以通过操作界面方便地按照时间查询一段时间内一个参数或几个参数的变化情况,也可以看到参数在某时刻的具体值。该种形式可以直观显示过程数据的变化情况。报表是以数据库中存储的分析数据为数据源,根据客户需求定制格式,以 Excel 表的形式提供给客户所需数据的方式。采用提前定制固定格式的报表可以规范报表内容,便于归档和查询。报表也可随时根据新需求增加其他形式。质量报表可随产品提供给客户作为产品质量的参考,生产报表可以提供给企业管理人员作为员工考核的依据。

4 应用效果

2 400 mm 单机架双卷取铝热轧机在进行技术改造后,经过大量的数据采集分析和模型调试,数据管理系统稳定投入应用,对于提高产品质量及稳定性,提高生产效率等方面有明显改善。

(1) 控制参数设定值预报精度提高,提高产品质量。通过实测值与预报值的比较,对于厂家经常生产的几种合金不同规格坯料的轧制情况统计,每卷轧制力的预报精度基本在 90% 以上。轧

制力预报偏差减少,辊缝平均设定偏差也减少,相对人工设定辊缝时,稳态厚度精度提高近 60%。

(2)减少道次,提高生产效率。对于某些较厚且轧制道次较多的合金,充分利用力矩,减少 2 个轧制道次,减少纯轧时间和辅助时间(据数据统计可节省纯轧时间 4.96%)。

(3)优化规程,降低能耗。工艺控制模型通过现场大量实测数据的学习,优化了轧制规程,比原规程降低了能耗(最高节省 4.06%电耗)。

5 结论

本文主要介绍了单机架双卷取铝热轧机数据管理系统。该数据管理系统的建立是实现单机架双卷取热轧过程控制系统的前提,它可以快速、准确地记录生产过程中的实时数据和故障信息等,大大提高了操作人员和工程师监控生产过程的效率,减少故障排除时间,提高生产效率,同时该数据管理系统还可自动记录、对比和更新同规格产品的历史规程,也可以同时记录各产品的初始设定规程、操作人员修正后的规程以及在线优化后的规程,方便工艺人员对比,实现规程优化。该数

据管理系统 2008 年 5 月投入使用,有效满足了生产和管理的需求,支持了企业经济效益的提升。

参考文献:

- [1] 芦德惠,徐建平,王祝堂.中国铝板带热轧回眸与展望[J].轻合金加工技术,2006,34(1):1-9
LU De-hui, XU Jian-ping, WANG Zhu-tang. Back-glancing at and prospects for the aluminum plate & strip hot rolling in China[J]. Light Alloy Fabrication Technology, 2006, 34(1): 1-9
- [2] 刘 刚,杨卫东,刘文仲.热轧生产自动化技术[M].北京:冶金工业出版社,2006
- [3] 陈彦博,赵红亮,翁康荣.有色金属轧制技术[M].北京:化学工业出版社,2007
- [4] 西门子(中国)有限公司自动化与驱动集团.深入浅出——西门子 WinCC V6[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005
- [5] 苏 浩. OPC 技术规范的研究及其与 HMI 接口技术[D].大连:大连理工大学,2005
- [6] 郎 建.深入浅出 SQL Server 2005 开发、管理与应用实例[M].北京:人民邮电出版社,2008

[编辑:夏 宁]

太钢冷轧酸洗线电气系统

太原钢铁(集团)有限公司主要生产 300 系列不锈钢板(卷),机组总长达 497 m,全线钢带长达 2 000 m,其产量规模大,装备先进,功能配置全,产品规格范围广,年设计生产能力 115 万 t,产能居世界领先。全线设备和技术由奥地利安德里兹公司总承包,太原钢铁(集团)有限公司设计院设计,电气系统由 ABB 公司提供。

独立的两台开卷机将热轧卷进行开卷处理,再由焊机焊接后进入到脱脂段进行脱脂处理,使得带钢表面干燥、干净,没有任何脱脂缺陷和划痕,然后进入退火炉进行退火处理,进行拉矫处理后进入酸洗段进行酸洗处理,最后经过在线平整处理后,进入卷取机,完成整个处理过程。

该生产线采用了瑞士 ABB 公司的先进电气系统,主要由自动控制系统和传动系统等组成。

自动化系统包含的功能有:直接张力控制;钢带焊缝自动跟踪;浓度、温度、液位、废酸排放控制;实时显示主要变量参数,如张力、速度、电流、卷径、钢带长度等;炉子、酸洗段采用数学模型实现最优化控制;故障诊断和报警(可以分级停车);产品管理、报表打印。

另外系统还设有专用远程诊断功能 PC 机,配有相应的网络接口,并预留与上位管理机的标准接口。系统具有兼容性,数据可传输到离线 PC 机。计算机可双硬盘同步数据备份,具有表面质量人工在线记录功能,并可进行统计、报表打印。开卷读取条形码,尾部可打印钢卷标识与条形码;具有与物流系统通信与协调的控制功能。按选项报出在线自动表面质量检测系列,并预留位置。

传动系统采用了瑞士 ABB 公司的最新产品 ACS800 系列,该系列具有很多独特的特点,例如其独有的 DTC 技术,使其动态响应速度达到了前所未有的程度。

整个系统根据工艺要求和设备分布情况,分成入口段、处理段(包括酸洗、脱脂和焊机等)和出口段。分段时按功能区分段,同时考虑负荷均匀,这样既保证了生产阶段的设备维护方便,也使得供电变压器容量保持一致,从而减少变压器备件数量。

太钢集团 3 号冷酸线冷轧机于 2006 年 1 月 27 日采用头尾双向穿带方法,仅用了 2.5 h,全线穿带 2 000 m,实现了负荷联动试车,2006 年 2 月 21 日开始全线热负荷试车,2 月 24 日生产出了第 1 卷可销售的成品卷。目前系统运行稳定,各项指标均达到或超过了设计参数,生产状况良好。

(ABB(中国)有限公司 过程自动化部 范国兴)