维普资讯 http://www.cqvip.com

攀成钢 Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统
——生产过程监控与管理信息系统的有机结合

申江捷　刘生苟
（四川托日信息工程公司成都分公司）

摘　要　攀成钢 φ340mm 连轧管机组二级计算机系统为集生产过程监控（即 Level 2 二级，简称 L2）和生产管理（即 Level 3 三级，简称 L3）、以及参与基础自动化控制（即 Level 1 一级，简称 L1）的一体化集成应用系统。φ340mm 连轧管厂二级计算机系统对 L1、L2、L3 以及 L4 进行无缝连接，实现了数据资源的共享。应用系统功能主要有：从坯料入库至成品出厂的轧线全过程的物料跟踪监控与机组作业优化、生产合同接收与管理功能、生产计划制订与优化、配钢与排产、生产计划下达、长坯料库管理功能、定尺坯料库管理功能、精整库及成品收交库管理功能、质量管理功能、生产实绩采集、生产统计功能等。

关键词　连轧管机组　基础自动化　二级计算机　过程监控　管理信息　物料跟踪

L-2 Computers System on φ340mm Mandrel Mills in Chengdu I & S Company of Panzhihua Steel Group
——Organic Combination between Production Process Monitoring and Managing Information System

Abstract: The computer system on φ340mm mandrel mills in Panzhihua-Chengdu Steel Company is a system that rolls into one production process monitoring, (Level 2), production management (Level 3) and the participation in basic auto-control (Level 1). The computer system on φ340mm mandrel mills is organically connected at 4 levels (i.e. L1, L2 L3 and L4), in which the data are shared with one another. The functions of the application system is mainly composed of material tracking and monitoring from round bloom into warehouse to finished product out of plant, optimizing unit operation, taking in and managing production contracts, proportioning ingredient burden and arranging production, making known production plan to lower levels, managing warehouses of long blooms and sized blooms, warehouses of sized/finished products, taking in and handing over finished products, controlling quality, collecting actual production accomplishment and making production statistics and so on.

Keywords: Mandrel Mills; Basic Automation; Level 2 Computer System; Process Monitoring; Managing Information; Material Tracking

0 引言

攀钢(集团)成都钢铁有限责任公司(简称:攀成钢)Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统在承建单位托日公司和甲方攀成钢公司的共同努力下于 2006 年 5 月上线试运行。8 月 17 日攀成钢公司组织有关部门对 340 机组二级计算机系统工程进行了验收。

在验收会议上，各位专家、评委详细审阅了项目技术文档资料，实地考察了系统的使用情况，听取了用户意见，托日公司技术代表详细介绍了 Φ340mm 连轧管生产线二级计算机系统设计、程序开发、现场调试等方面的情况。会议充分肯定 Φ340mm连轧管生产线二级计算机系统在生产过程中发挥的作用，对系统的开发水平、经济技术性能、稳定性能以及系统的安全性给予了高度评价，认为该系统符合攀成钢信息化的总体规划，达到并超过合同所规定的技术性能要求，实用性强，具有较好的推广应用价值和示范作用，为攀成钢今后的信息化工作的推进打下了坚实的基础，为 Φ340mm 连轧管机组整体装备水平达到世界一流提供了有力的技术保障。会议一致同意该系统通过验收。

攀成钢 340mm 连轧管机组是一条具有世界先进水平的大口径无缝钢管生产线，可高效率地生产高精度无缝钢管。2003 年开始建设，该机组计划年产各类无缝钢管 50 万吨。产品主要为石油套管管体、套管接箍料、高压锅炉用无缝钢管、低中压锅炉用无缝钢管、船舶用管、地质管、高压气瓶管、化肥设备用高压无缝钢管、输送流体用无缝钢管、管线管、结构用无缝钢管、液压支柱管及气缸管、石油裂化管、结构用无缝钢管、低温管和一般碳素管等。由于该生产线生产节奏较快，规格品种多，对自动化程度要求高。

1 340 连轧管机组二级计算机系统的构成

Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统以一级（即 Level1，简称 L1)基础自动化为基础，与一级(L1)基础自动化系统共同构成 340 机组自动化系统。该系统定位为生产过程监控级，即二级(Level2，简称 L2)，实际包含三级(即 Level3，简称 L3)级甚至四级系统功能。该系统旨在建立 Φ340mm 轧管厂生产组织及制造执行系统，构造将来 ERP 系统在 Φ340mm 连轧管厂的系统支撑环境，为及时掌握生产组织、生产状况、生产调度提供先进管理手段，实现了 Φ340mm 连轧管厂从坯料入库开始到成品出厂全过程各工序之间，生产过程监控、生产的组织、优化和管理之间的无逢连接，并建立起与后工序（如物流成品库房系统和将来的坯

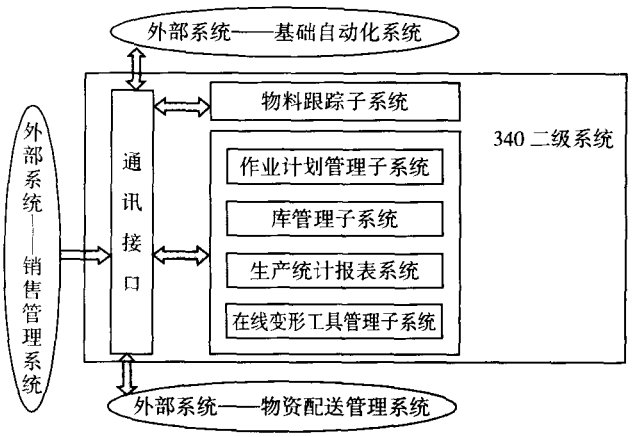


图 1 应用系统结构图

维普资讯 http://www.cqvip.com

料管理)的信息通道。

应用系统结构如图 1 所示:

2 二级计算机系统的硬件、软件配置和数据通讯网络

Φ340mm 轧管机组二级计算机系统硬件由 3 台服务器、7 台交换机、30 台网络工作站、与 L1 级系统互连的接口等设备构成。340 连轧管机组二级计算机系统网络拓扑结构如图 2 所示。

该系统通过网络覆盖到 340 连轧管厂相关的各工序及部门,包括坯料库办公室、收交库办公室、生技科办公室、调度室、主电室各操作室、电气室、以及 L2 中心机房,提供与攀成钢销售系统、理化检验系统、物料配送系统的接口,预留了与攀成钢生产调度系统等其它系统互连的接口扩展能力。

在系统软件构成方面,主要包括 Windows 2000 网络操作系统(包括 Server 及 Workstation),MS SQL Server 数据库管理系统,Wonderware 通讯软件包、跟踪建模软件和 InSQL 实时数据库管理系统。开发工具为:物料跟踪采用 InTrack,L3 系统采用 Delphi。

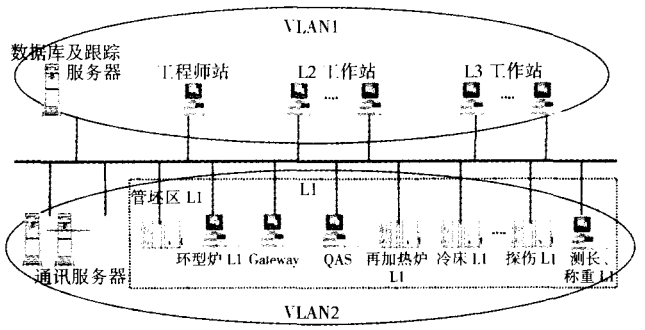


图 2 340 连轧管机组二级计算机系统网络拓扑结构

两台通讯服务器互为冗余,负责 L2 与 L1 之间的通讯,从 L2 各个工作站和 L1 上的各站点均从(或向)通讯服务器提取(或提交)数据;其中的一台通讯服务器发生故障时不影响 L2 与 L1 间的通讯,在发生故障的服务器恢复后两服务器又处于互为冗余状态。数据库和跟踪模块放在 1 台高性能 PC 服务器上,负责整个系统实时数据的存储、历史数据的归档、物料跟踪监示、计划管理、库管理、在线工模具管理等。

通讯服务器采用 HP ML370 服务器,配置为:2 个 3.0GHz Intel® Xeon™ 处理器、2GB DDR ECC 内存、2*72GB 10K 硬盘、双电源、阵列卡、1 × Ethernet Controller (1000/100/10MB)、1 × Ethernet Controller (100/10MB);数据库及跟踪服务器选用 HP ML370 服务器:2 个 Intel® Xeon™3.4 GHz 处理器、4GB 校验保护内存、6*72GB 10K 硬盘、双电源、阵列卡、1 × Ethernet Controller (1000/100/10MB)。

340 二级系统运行所需的基本数据,主要包括各种工艺参数、机组设备参数等静态数据;L2 与 L1 级交换的数据,主要包括实时采集 L1 的过程数据和事件信号,L2 下发到 L1 的机组作业参数等数据;由人工录入的数据,如制订计划或入 / 出库时由人工录入的相关数据;与其他外部系统交换的数据,包括从销售系统得到的订单合同数据,从化检中心得到的化学分析数据,向物资配送管理系统提交的成品交库数据。

通讯接口主要包括:L2 同热轧区 L1 的 ABB 的 Gateway 之间的报文通讯;管坯准备模块与热轧区 L1 ABB 的 Gateway 之间报文通讯;跟踪模块与 ABB 的 Gateway 之间报文通讯;热轧区 L1 ABB 的 Gateway 通过 L2 与再加热炉 DCS 系统之间通讯;热轧区 L1 的质量保证系统通过 L2 与再加热 DCS 系统之间通讯;L2 与管坯锯、再加热炉、冷床、排管锯、矫直机、探伤机、检查台辅机、预精整线测长称重、一般管线测长称重、环形炉等机组 L1 的通讯;同攀成钢销售管理系统和物资配送管理系统的接口。通讯接口方式包括:采用 InTouch 读写 PLC DB 块、报文、TCP/IP 以太网 OPC、文件传输和数据库访问等。在网络方面考虑到 L1 系统网络的特殊性,将 L2 系统网络通过主交换机划分为 2 个 VLAN,两个 VLAN 间除通讯服务器外互相不能访问。其中 VLAN1 直接与 L1 网络连接(连接各 PLC 或 L1 HMI),VLAN2 与 L2 各计算机设备连接,L1 与 L2 各自组成相对独立的网络,避免了 L2 广播风暴或网络病毒等对 L1 网络的影响。该系统网络由:网络交换机、光电转换设备及相关线缆构成。考虑到系统的可靠性与扩展性,兼顾成本,本系统选用了 3 层网络交换机、优质光纤、品牌的光电转换设备。其中:1 台 CISCO3550(10 口 1000/100/10M+2 个 1000M GBIC)主交换机,支持三层交换;3 台 24 口 10/100Mbps CISCO2950 可堆叠交换机;3 台 3COM 12 口 10/100M 交换机和 20 对光纤收发器。

3 二级计算机应用软件系统的架构和功能

该系统采用三层架构设计,即:数据服务层、业务逻辑层、表示层。数据服务层执行数据逻辑,运行 SQL;业务逻辑层执行业务逻辑处理,向数据库发送数据服务请求;表示层为界面引导,接受用户输入,并向应用服务器发送服务请求。

该系统的应用软件为一集成的应用系统,其功能主要有:订单合同管理功能、非订货冲交、同规格同交货期范围无缝钢管合同的归并、工具计划制订、坯料需求优化计算及冲投功能、配钢与排产、生产计划下达、长坯料库管理功能、定尺坯料中间库管理功能、精整库及成品收交库管理功能、通讯接口、质量管理功能、轧管生产线物料跟踪功能、在线变形工具管理、在线生产数据采集功能、生产统计功能等。其中订单合同管理功能、非订货冲交、规格同交货期范围无缝钢管合同的归并、工具计划制订、坯料需求计算及冲投功能、配钢与排产、生产计划下达、生产计划管理功能、长坯料库管理功能、定尺坯料库管理功能、生产统计功能等属于 L3 及其以上的范畴。

系统设计了安全、灵活、精细、可扩展的权限管理功能,把域、组、对象、属性进行数据、逻辑的权限控制,并可与数据库的访问权限绑定在一起,提供安全的访问控制模式;提供菜单的访问控制和窗口可视控件的访问控制(如按钮、POP 菜单、表格等)。该系统以攀成钢信息资源规划为准则,为将来 ERP 系统建设的进行铺垫,面向全局,从整体需要出发,为整体目标服务,以公司信息系统所确定的编码体系为准,系统具有开放性、可扩充性,充分利用现有资源与企业的机制改革相结合,重点突出,全面兼顾,突出实用性,确保二级计算系统为一高效、实用的在线系统。无缝钢管生产工艺过程复杂,生产环节多,控制精度高。对无逢钢管物流的全线跟踪是一个高难课题。跟踪模型的建立、网络通讯技术的应用、数据的适时采集、数据时序关系的处理及异常情况的对策等都会成为成败的关键要素。

4 过程监控与物料跟踪

Φ340mm 连轧管机组由管坯准备区、热轧区和精整区等三大

维普资讯 http://www.cqvip.com

作业区组成。由于热轧区穿孔机、连轧机和定径机等区域 L1 系统由 ABB 控制系统负责，且 ABB 控制系统在热轧区域有一套现有的物料跟踪系统，因此，Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统从坯料上线跟踪到环型炉入口后，将物料跟踪信息传送给 ABB 控制系统的 Gateway，由 ABB 控制系统的 L1.5 级系统继续跟踪到再加热炉入口，再交回到 Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统，由二级计算机系统继续跟踪到再加热炉出口，再把跟踪数据交回 ABB 的 L1.5 级系统，ABB 的 L1.5 级系统跟踪到冷床入口后交由 Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统进行跟踪。Φ340mm 连轧管机组生产线中最复杂的几个单机组区域（如：坯料锯、排管锯，等等区域，物料都有多种可能的线路走向，甚至交叉线路）都由 Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统进行物料跟踪。

跟踪流程如图 3 和图 4 所示：

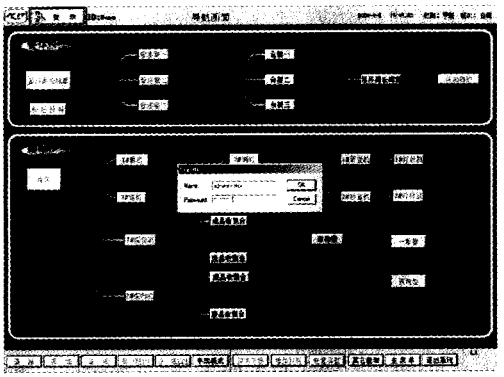


图 3 物料跟踪流程 -1

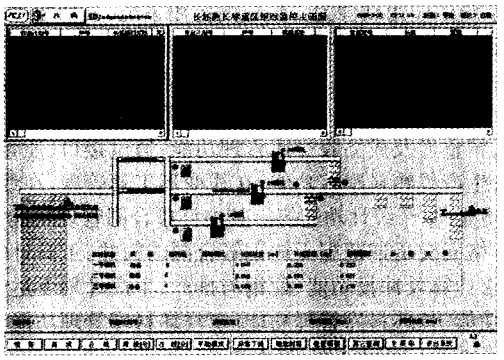


图 4 物料跟踪流程 -2

5 物料跟踪系统与管理信息系统的无缝数据连接及资源共享

Φ340mm 连轧管机组二级计算机系统，实现了从坯料入库至成品出厂的全过程监控和物料跟踪，以及从订单合同接收到生产相关计划制定与下达、到成品交库的生产组织与管理。该系统把生产计划组织执行、物料跟踪、物料库、在线质量管理和生产设备状况作为控制的主要对象。同时，把与该系统相关的管坯情况、钢管的物理性能和化学性能、以及钢管成品和半成品销售合同管理等外部应用系统一并纳入该系统整体考虑。开发了相应的接口程序，使攀成钢已有的管理信息系统能够与 Φ340mm 轧管厂二级计算机系统进行无缝连接，实现了数据资源的共享。

340 机组二计算机系统根据其物料跟踪信息将作业计划、作业模式和作业参数下达到各单体机组，参与 L1 基础自动化控制。根据物料跟踪信息实现了长坯料自动出库管理和定尺坯料

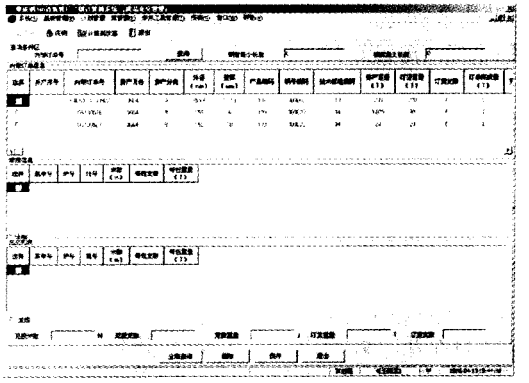


图 5 L2 系统与物配管理系统接口——非订货成品冲交画面

自动入出库管理。根据非订货成品库存信息和订单合同信息，进行非订货成品即时冲交。根据 L1 信号、作业计划信息和订单合同信息自动生成成品底单和每支成品钢管的标识，大大提高了成品收交库效率和后工序成品发运效率。根据采集的过程数据，实时反映在线变形工具的使用情况和生命周期状态，及时准确地统计变形工具的使用寿命，进行在线变形工具的高效管理。

6 工程实施

为了更好地完成设计任务，托日公司在正式合同签订前一年就派技术人员跟踪 340 轧管机组的设计过程，提前进行二级系统的方案设计的前期准备工作。方案设计过程中，认真吸取过去同类系统成功经验以及失败的教训，认真分析无缝钢管生产工艺过程和基础自动化系统的现状，梳理关键工艺路径和关键信号。在实施过程中，用户对需求进行了多次调整，针对需求的一些变化，设计人员反复修改设计，以便满足要求，在两年的实施过程中，为了满足用户要求，设计人员对方案进行了上百次的修改，及时解决系统中出现的新问题，做到了思想超前、有序衔接、流程顺畅、操作简便。

通过用户和开发方——托日公司的共同努力，2005 年 12 月，该系统的原料库及收交库模块投入试用；2006 年 2 月，物流跟踪模块投入试用；2006 年 3 月，该系统实现与攀成钢销售管理系统及物资配松管理系统的对接；2006 年 5 月，生产计划组织模块试运行。至此，340 机组二级系统的主要模块和应用功能全面投入使用。

7 显著的成效

通过该项目的实施，实现了物流、信息流的统一和畅通；实现了热轧厂生产经营综合资源配置的动态优化；解决了生产计划的优化管理的问题；使静态产品品种轧制工艺数据库更加充实和完备，保证生产机组作业计划的规范性；提供非订货成品即时冲交功能，优化成品交库，减少成品库存积压，确保销售利润；提供坯料需求优化计算和库存坯料即时充投功能，及时降低库存坯料积压和库存资金的占用，提高坯料库使用效率和坯料采购资金周转率，降低产品成本，提高产品竞争力；为企业管理业务人员提供高效、方便的业务处理手段；提高了各业务环节的工作效率和工作质量。

该系统的上线运行标志着攀成钢公司的信息化工作又向前迈出了一大步。该系统闪耀着很多亮点：首先，340 轧管机组由三大区域组成，即管坯区、热轧区和精整区，整个工艺线长达 3000

（下转 65 页）

维普资讯 http://www.cqvip.com

④输出测点列表中的测点综合信息：以表格形式显示测点属性，为快速浏览系统测点的综合信息提供了方便。

巡查信息管理功能:人工巡视检查信息用以弥补仪器监测的不足，每次巡视检查获得的信息可用人工输入,以便资料分析和大坝安全评定时查询和输出历史巡查记录。

数据管理功能：将原始监测数据储存在监控主机的数据库中，可按要求对存储数据进行初步处理，供运行人员浏览和检查。具有完善的临时和历史测值的数据库管理功能。测值数据可浏览、增加、修改、删除、检索、绘制过程线、备份、打印。能进行数学模型的建立和分析预报。

文档管理功能：对工程资料、监测监控资料和系统相关资料等进行管理。

报警功能：对现场各种异常情况、报警事件进行分析、归类，指出其发生的时间、报警内容，判断发生故障的原因、故障地点，能以相应的屏幕文字、字体颜色或声音方式发出报警信号，并生成报警事件总汇表。

4 工程实例

杨梅坑水库位于东江流域石马河一级支流清溪水上游的杨梅坑河上，肩负东莞清溪镇的生活和市政园林用水，且可减轻清溪镇区的防洪排涝压力，改善投资环境，为清溪镇经济的可持续发展创造有利条件[2]。水库主要建筑物为均质土坝，长 1000m，坝顶宽 15m，坝高 29.3m。设有宽顶堰式溢洪道一条，3 孔闸门，供水涵管一条。杨梅坑水库自动化监控与管理系统是杨梅坑水库信息化建设的重要内容，监视着水库大坝的安全，指导水库的安全运行。

根据杨梅坑水库的具体实际情况，设计了大坝自动化监控与管理系统，主要包括有闸门自动控制、视频监视、大坝安全监测、水情测报和信息管理等系统。

闸门自动控制系统：由现地控制单元与监控主机组成分层分布的监控系统。对杨梅坑水库溢洪道 3 孔闸门、输水涵管进口的 1 孔闸门及输水涵管流量进行监控。控制系统具有电动机状态监测、配电监测、水位监测、闸门运行状态监测、流量监测、闸门控制、数据通信和报警功能。

视频监视系统：利用可变摄像机分别对库区、大坝、管理楼、输水涵管和溢洪道闸门及其起闭机室进行视频监视。系统主要用于监视水闸泄流和运行状态、闸室内的设备、进水库坝区的公路、办公室周边和坝面及水库情况等，共由 8 台摄像系统组成。具有报警和多种记录查询功能，图像系统采用 MPEG-4 压缩，可支持网络实时图像传输和硬盘录像存储等功能。

大坝安全监控系统：针对杨梅坑水库的经济投资和工程实际情况，对大坝设置了 5 个断面共 20 支测压管，布设沉降测点 70 个，工作基点 4 个，基准点 3 个。从五个主断面监测大坝的渗流情况和全面监测大坝的沉降情况。

水情测报系统：布设有一个水位测站、一个雨量测站、一个风速风向站和一个大气温度监测站。连续获取蓄水位、库区雨量、风速风向和大气温度等环境信息。水情数据可以通过 GPRS 或 PSTN 信道传送到清溪镇政府及东莞市水利局。

信息管理系统包括工程综合数据库（存储和管理杨梅坑水库工程从立项、设计、建设、竣工到运行的所有资料，包括文件、图纸、照片及录像等）、工情数据库、水情数据库、业务管理数据库及数据处理与决策支持等，以提供统一的信息查询检索，为决策提供支持，使水资源的配置更优化，达到节约和保护宝贵的水资源的目的。

5 结束语

大坝自动化监控与管理系统是复杂的系统工程，主要包括闸门自动控制、视频监视、大坝安全监测、水情测报和信息管理系统，利用先进技术和设备集水库、大坝、河道、闸门和水情监视监控为一体的自动化系统。为实现自动、实时和高质量完成水库大坝的防洪、发电、供水和航运等工作，提高运行管理水平，运行的安全可靠提供保证。为大坝的运行管理和三防提供决策支持。

参考文献

[1] 李珍照主编.大坝安全监测(高等学校教材).中国电力出版社,1997,11。

[2] 广东省水利水电科学研究院.杨梅坑水库自动化监控与管理系统设计报告,2006,5。

作者简介

刘　敏　男，生于 1958 年，工学博士，教授级高工，武汉大学硕士研究生导师，主要从事水利量测、仪器仪表、自动控制及大坝安全监测工作。

（上接 62 页）

米，钢管在生产过程中随着工艺流程的不同，钢管的工艺路线会发生改变，要实现钢管的物流与信息流按每只钢管一一对应地进行跟踪是非常困难的；其次，在 L2 的开发过程中一般没有把 L3 以及与 L3 相关的别的管理系统纳入整体考虑，形成先进生产线，用手动方式进行管理的格局极大地降低了自动化生产线的效能，要按期达到设计生成能力会非常困难。340 轧管机组仅用五个月的时间就能达到设计产量，充分说明了把生产管理与生产控制纳入整体设计同步实施的重要性。同时，由于晚达产带来的经济损失以及再上 L3 管理系统带来的二次开发费用，会大大增加企业负担，失去在市场的竞争能力；第三，340 轧管机组全线单体设备较多，又是由不同的厂商提供，要实现不同设备间数据的快速交换，成为此次项目开发的要点和重要内容。为此，在项目开发初期就确立了在统一平台下开发的设计原则，对通讯服务器的性能提出了更高的要求，使用了两台高档 PC 服务器，且互为冗余。这样，满足了应用系统快速性和可靠性的要求；第四，L1、L2 和 L3 同时并举，可以及时发现各系统内部存在的问题，带动了 L1、L2 和 L3 系统的完善。

8 结束语

一份耕耘一份收获，艰辛的努力换来丰硕的成果。340 机组二计算机系统的投运，开创了企业信息化建设的新思路和实施样板，使攀成钢整体管理水平迈上了科学化、现代化的新台阶，成为世界一流水平的无缝钢管精品生产基地。

作者简介

申江捷　男，生于 1958 年；四川托日信息工程公司成都分公司高级工程师，技术专长为计算机和自动化系统设计、研发。

刘生苟　男，生于 1968 年；四川托日信息工程公司成都分公司高级工程师，技术专长为计算机系统设计和程序开发。