

RAL · NEU 研究报告 No.0002

850mm 不锈钢两级自动化 控制系统研究与应用

850mm BUXIUGANG LIANGJI ZIDONGHUA KONGZHI XITONG YANJIU YU YINGYONG

轧制技术及连轧自动化国家重点实验室
(东北大学)



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

RAL · NEU 研究报告 No. 0002

850mm 不锈钢 两级自动化控制系统研究与应用

轧制技术及连轧自动化国家重点实验室
(东北大学)

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2014

内 容 简 介

本书介绍了不锈钢热连轧生产过程两级自动化控制系统,其中基础自动化系统包括带钢热连轧过程高精度的自动厚度控制、自动宽度控制、微张力控制、连轧活套高度和张力的解耦智能控制、热卷箱控制以及地下卷取机的助卷辊自动踏步控制,过程自动化系统包括过程控制系统平台、轧制力数学模型、宽度控制模型、轧制力矩模型、辊缝模型、温度数学模型、模型自学习等。这个新型两级自动化系统的结构、网络配置、硬件和软件的选型和集成、控制功能和应用软件的内容均具有当代大型热连轧自动化系统的特征,是新一代功能齐全的热连轧自动化系统。

本书可供从事冶金自动化或金属塑性成型专业的科研人员及工程技术人员学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

850mm 不锈钢两级自动化控制系统研究与应用/轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(东北大学)著. —北京:冶金工业出版社, 2014. 9

(RAL·NEU 研究报告)

ISBN 978-7-5024-6687-9

I. ①8… II. ①轧… III. ①不锈钢—轧制—自动生产线—计算机控制系统—研究 IV. ①TG337.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 211375 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 卢 敏 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6687-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京百善印刷厂印刷

2014 年 9 月第 1 版, 2014 年 9 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 9.75 印张; 155 千字; 140 页

38.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgy.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

研究项目概述

1. 研究项目背景与立题依据

近年来,随着国际、国内钢铁市场竞争加剧,企业生产规模的大小和产品质量的好坏决定了企业在市场竞争中的地位。一方面用户对产品质量提出了更高的要求,过程计算机在生产过程中的作用就显得更为重要;另一方面企业为了加强对物流与信息流的管理,需要二级自动化系统的支持。同时为了满足产量日益增长、规格不断扩大、质量要求更加严格的热轧生产需要,手动或半自动轧钢对产品质量的控制已经远远不能满足目前生产的需要。这个新型两级自动化系统其系统结构、网络的配置、硬件和软件的选择和集成,控制功能和应用软件的内容均具有当代大型热连轧自动化系统的特征,是新一代功能齐全的热连轧自动化系统。

热连轧机组两级自动化系统是由多台高性能网络服务器构成过程控制级,由总计几十台工业控制计算机、高性能通用控制器、大中型 PLC 构成 HMI 和基础自动化级的大型复杂自动化系统,几乎涵盖了所有轧制过程自动化的控制功能,要求高精度的控制和快速响应的能力,是一种难度高、系统复杂、技术先进且最具代表性的轧制过程自动化系统。世界上能承担如此复杂自动化系统工程也主要是德国的西门子公司、日本的三菱公司等几家特大型电气自动化公司,可以说能够独立承担全套热连轧自动化系统工程,标志其自动化系统工程技术水平达到国际先进水平。

广东揭阳宝山 850mm 不锈钢生产线由东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)自动化总承包,于 2013 年 9 月 10 日顺利过钢,并投入生产。该生产线粗轧区配置有 1 个立辊轧机和 1 架 2 辊平辊轧机,在中间辊道配置有热卷箱、飞剪,精轧机由 1 架立辊和 8 架四辊平辊轧机组成,卷取区配有地下卷取机。自动化系统配备有两级计算机控制系统,基础自动化采用 SIEMENS PLC,过程计算机采用 DELL 服务器,该项目是 RAL 承担的首

套不锈钢热连轧生产线的全线自动化项目，主要生产厚度为 2.4~1.8mm 的不锈钢板带。

2. 研究进展与成果

广东揭阳宝山 850mm 不锈钢生产线自动化控制系统由基础自动化和过程自动化组成。基础自动化系统涵盖了热连轧过程高精度的自动厚度控制、自动宽度控制、微张力控制和连轧活套高度和张力的解耦智能控制，实现了地下卷取机的助卷辊自动踏步控制。过程自动化系统的创新主要是采用分区隔离、多层子网和主干网相结合，通用以太网与专用快速数据交换网相结合和大量使用现场总线 I/O 的结构。特别适合于多厂商产品大型复杂自动化系统的集成，提高了系统的可靠性和兼容性。开发出过程控制计算机系统控制运行平台，包括进程和线程的管理，数据管理，在线系统诊断和维护，系统模拟功能。提供数据通讯、轧件跟踪，轧制过程模型和报表打印的调试维护工具。研制多种高性能的轧制过程数学模型，创造了一种系统快速双重化切换方式，形成了具有自主知识产权的热连轧两级自动化系统的成套技术。

实现了粗轧机组基础自动化控制系统功能。粗轧机组基础自动化功能包括逻辑控制和状态监视、位置自动控制和速度给定控制、立辊轧机和平辊轧机之间的微张力控制以及自动宽度控制（AWC）。粗轧机组立辊轧机和平辊轧机进行轧制时形成连轧，采用头部力臂记忆法（轧制力轧制力矩比记忆）实现二者之间的微张力控制。粗轧自动宽度控制功能包括作用于轧制非稳定段的头尾短行程控制（Short Stroke Control）以及作用于轧制稳定段的轧制力反馈控制（Roll Force AWC）和前馈控制（Feed Forward AWC），此外还可包括立辊动态设定（Dynamic Set Up）。

热卷箱基础自动化控制系统的实现：热卷箱系统主要由成型系统、开卷系统、移送系统及夹送系统组成。成型系统通过系统内设备相互协调动作，完成从粗轧来的中间坯的卷取工作；开卷系统对卷取好的热卷进行开卷；移送系统完成钢卷的无芯移送过程，实现连轧连卷；夹送系统对开卷后的钢卷起稳定作用，使钢卷顺利到达精轧机组。

精轧机组基础自动化控制系统的实现：建立带钢出口厚度变化与轧件入

口厚度、塑性系数之间的关系模型，将轧件塑性系数和厚度作为前馈信息的前馈厚度控制策略，开发塑性系数前馈 AGC 控制系统功能、塑性系数预测方法和前馈 AGC 辊缝修正量计算方法。开发用于前馈 AGC 控制的带钢跟踪技术，建立按长度划分跟踪单元的方法和带钢前滑系数的在线测量方法。在活套起套过程中，在活套电机的速度设定和力矩设定上，采用了“软接触”定位控制。活套起套与带钢的软接触过程完成后，如果活套的高度（长度）偏差较大，大于活套设定高度（长度）的 20%，则采用模糊高度控制器。在活套调节过程中，如果活套的高度（长度）偏差小于活套设定高度（长度）的 20%，则活套高度控制自动转为 PID 控制方式，并将由交叉控制器和 PID 相结合的多变量活套解耦控制策略亦投入运行。

过程控制系统应用平台开发：针对广东 850mm 不锈钢热连轧生产线特点自行设计了符合现场实际要求的基于 Windows 的热连轧过程控制系统应用平台，平台采用多进程结构，进程内部采用一任务一线程的新型模式，大大提高了系统的稳定性和降低各功能模块间的耦合性。平台的功能包括进程管理、网络通信、数据采集和数据管理、过程跟踪。网络通信功能负责通过工业以太网与基础自动化、人机界面和过程机间的数据通信；数据采集和数据管理功能负责数据库的相关操作，记录轧制过程中的所有数据；过程跟踪功能负责带钢跟踪和线程调度。平台采用高速的事件信号触发方式来调度模型计算。

粗轧过程控制计算机系统及模型开发：建立粗轧过程中的温度计算、负荷计算、宽度计算等数学模型，开发了适用于粗轧过程控制的各种实用数学模型的形式，并选用指数平滑法进行模型的自学习。温度计算包括了空冷、水冷、轧件与轧辊接触导热、轧制变形生成热、摩擦生成热、轧件温度分布等模型；负荷计算选用不包含化学成分影响的变形抗力模型并根据不同钢种存储模型系数，计算接触弧长和接触面积时考虑轧辊压扁影响，使用西姆斯公式完整形式计算外摩擦影响系数，考虑了粗轧平轧和立轧时的外端影响系数；宽度计算时将粗轧立轧后的平轧过程视为消除狗骨轧制和后续平轧两个阶段，分别给出了计算狗骨宽展和自然宽展的模型形式。

短行程控制曲线设定：由于立辊的侧压使得带钢的头尾缩窄和呈鱼尾形，

为了减少这种带钢头尾失宽,提高带钢宽度控制精度,采用短行程控制。模型中的参数可以通过对现场的大量实际数据进行处理而得到。它利用立辊轧制随后的平辊头尾出口实际宽度偏差值,得到立辊开口度修正曲线,由实际的开口度修正曲线,求得短行程控制曲线。为了提高模型精度,按钢种、目标卷宽和目标卷厚等划分层别,同一层别内的产品采用相同的模型参数,并可以通过自学习机能不断修正。

精轧过程控制计算机系统及模型开发。建立了热轧带钢精轧温度计算模型,采用分区补偿方法用于温度模型自学习,该方法按一定的分配系数将精轧机组出口温度预测值与实测值之间的偏差分配给各个冷却区段,温度偏差分配系数可以根据各机架轧制力进行调节。轧制力模型、辊缝位置模型和精轧穿带自适应模型三方面着手,来提高带钢头部厚度控制精度。考虑了残余应变和机架间张力对轧制力的影响,建立了高精度轧制力模型;采用影响函数法分析了轧件宽度对轧机弹跳的影响规律,在此基础上得到了轧机弹跳宽度补偿的回归模型。

广东揭阳 850mm 不锈钢热连轧控制中,实现了两级计算机系统的全自动轧制。通过基础自动化系统实现了带钢热连轧过程高精度的自动厚度控制(AGC)、自动宽度控制(AWC)、微张力控制(TFC)和连轧活套高度和张力的解耦智能控制,实现了地下卷取机的助卷辊自动踏步控制(AJC)。由于这一系列独有先进控制技术的采用,可以使轧制力预报精度达到 95% 以上,保证换辊或换规格的第一块钢的厚度和宽度命中率达到 97.7%,第 2 块钢的厚度和宽度精度 100% 命中,成品带钢宽度偏差可以控制在 0~3mm 之内,厚度为 2mm 的带钢厚度偏差可控制在 $\pm 15\mu\text{m}$ 内。

3. 论文与专利

论文:

(1) Ding Jingguo, Qu Lili, Hu Xianlei, Liu Xianghua. Application of Temperature Inference Method based on Soft Sensor Technique in Plate Production Process. Journal of Iron and Steel Research, 2011, 3 (18): 24~27.

(2) Ding Jingguo, Qu Lili, Hu Xianlei, Liu Xianghua. Short Stroke Control

with Gaussian Curve and PSO Algorithm in Plate Rolling Process. Journal of Harbin Institute of Technology (New Series), 2013, 4 (20): 93~97.

(3) 彭文, 张殿华, 曹剑钊, 刘子英. 基于稳态误差的热连轧弹跳方程优化算法 [J]. 东北大学学报 (自然科学版), 2013, 34 (4): 528~531.

(4) 彭文, 姬亚锋, 李影, 张殿华, 等. 热轧带钢轧制节奏的优化 [J]. 轧钢. 2013, 30 (5): 44~46.

(5) 彭文, 张殿华, 龚殿尧, 等. 采用起套系数法提高精轧速度设定精度的研究 [J]. 冶金自动化, 2013, (06).

(6) 彭文, 陈树宗, 丁敬国, 张殿华. 基于惩罚项的热连轧轧制规程多目标函数优化 [J]. 沈阳工业大学学报, 2014, 36 (1): 45~50.

(7) Peng Wen, Liu Ziyang, Cao Jianzhao, Zhang Dianhua. Optimization of Temperature and Force Adaptation Algorithm in Hot Strip Mill [J]. Journal of Iron and Steel Research (international), 2014, 21 (3): 300~305.

(8) Peng Wen, Ma Gengsheng, Bu Henan, Cao Jianzhao, Zhang Dianhua. Optimization of Model Adaption based on multi-samples in Hot Strip Mill [C]. 2014 2nd International Conference on Advances in Engineering, Science and Management (Accepted).

(9) 李旭, 彭文, 丁敬国, 张殿华. 热连轧数据采集的多样本处理策略 [J]. 东北大学学报 (自然科学版), 2014, 35 (4).

(10) 姬亚锋, 张殿华, 孙杰, 李旭. 热连轧机 AGC 系统的优化 [J]. 东北大学学报 (自然科学版), 2013, 34 (4): 532~534.

(11) Ji Yafeng, Zhang Dianhua, Sun Jie, Li Xu. Smith prediction monitor AGC system based on CPSO self-tuning PI control [C]. 2013 Advanced Engineering Materials and Technology.

(12) Ji Yafeng, Zhang Dianhua, Chen Shuzong, Sun Jie, Li Xu, Di Hongshuang. Algorithm design and application of novel GM-AGC based on mill stretch characteristic curve [J]. Journal of Central South University, 2014, 21 (3): 942~947.

(13) 姬亚锋, 彭文, 孙杰, 张殿华. 基于负荷平衡的监控 AGC 在热连



轧中的应用. 中国冶金, 2014, 24 (2): 36~39.

(14) 曹剑钊, 张殿华. 多任务热连轧过程控制系统应用平台 [J]. 东北大学学报 (自然科学版), 2013, 34 (8): 1113~1117.

(15) Cao Jianzhao, Zhang Dianhua. Time Synchronization in Tandem Hot Strip Line Based on Improved Broadcast Mode [C]. Applied Mechanics and Materials, 2013: 341~342, 679~683.

(16) 曹剑钊, 彭文, 龚殿尧, 张殿华. 620mm 热连轧窄带钢生产线快节奏轧制的全线跟踪 [J]. 中国冶金, 2013, 23 (12): 39~42.

(17) 曹剑钊, 姬亚峰, 彭文, 丁敬国, 胡显国, 张殿华. 轧制过程自动化实时数据采集与离线分析系统 [J]. 中国冶金, 2014, 24 (2): 42~45.

(18) Zhao Dewen, Cao Jianzhao, Zhang Shunhu, Di Hongshuang. Analysis of hot rolling with simplified weighted velocity field and my criterion [C]. The 8th Pacific Rim International Congress on Advanced Material and Processing, 2013: 2471~2478.

(19) Cao Jianzhao, Zhao Dewen, Zhang Shunhu, Peng Wen, Chen Shuzong, Zhang Dianhua. Analysis of Hot Tandem Rolling Force with a Logarithmic Velocity Field and EA Yield Criterion [J]. Journal of Iron and Steel Research, 2014, 21 (3): 295~299.

专利:

(1) 张殿华, 李旭, 孙杰, 胡显国, 曹剑钊, 李影. RAS 过程机和监控系统通讯组件系统 V1.0. 2012, 中国, 2012SR113573.

(2) 张殿华, 李旭, 孙杰, 胡显国, 曹剑钊, 李影. RAS 轧机过程控制系统 [简称: RAS] V1.0. 2012, 中国, 2012SR066924.

(3) 张殿华, 李旭, 孙杰, 胡显国, 曹剑钊, 李影, 彭文. rasHisgraph software V1.0. 2012, 中国, 2013SR093080.

(4) 刘相华, 孙杰, 孙涛, 张殿华, 张浩, 李旭, 牛树林. 一种基于测厚仪反馈信号的高精度板带轧制厚度控制方法, 2011, 中国, ZL200910012699.

4. 项目完成人员

热连轧

主要完成人员	职 称	单 位
张殿华	教授	东北大学 RAL 国家重点实验室
丁敬国	讲师	东北大学 RAL 国家重点实验室
李旭	讲师	东北大学 RAL 国家重点实验室
彭文	博士后	东北大学 RAL 国家重点实验室
谷德昊	工程师	东北大学 RAL 国家重点实验室
曹剑钊	博士生	东北大学 RAL 国家重点实验室
姬亚锋	博士生	东北大学 RAL 国家重点实验室
于加学	工程师	东北大学 RAL 国家重点实验室
陈秋捷	工程师	东北大学 RAL 国家重点实验室
陈兴华	工程师	东北大学 RAL 国家重点实验室
马更生	博士生	东北大学 RAL 国家重点实验室
程明红	工程师	东北大学 RAL 国家重点实验室
尹芳辰	博士生	东北大学 RAL 国家重点实验室

5. 报告执笔人

张殿华、丁敬国、李旭、彭文、于家学、程明红。

6. 致谢

广东揭阳宝山 850mm 不锈钢两级自动化控制系统开发取得的成功，离不开宝山 850mm 不锈钢公司领导与技术人员的大力支持与帮助，感谢他们为我方调试人员提供了良好的调试平台，也感谢技术人员在调试过程中提出的各种意见与建议，使得调试时间大大缩短。同时，该项目也得到了东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室王国栋院士的鼎力支持，王院士对该项目的前期设计和后期现场调试都给出了很多宝贵的建设性意见，使得项目在实施过程中，能够按照一条合理明确的路线去执行，避免了很多弯路。最后，感谢 RAL 自动化团队为该项目付出的努力与汗水，祝愿 RAL 自动化团队在未来的科研工作中取得更大的突破！

目 录

摘要	1
1 自动化系统	4
1.1 自动化系统概述	4
1.2 自动化系统配置	6
1.3 网络设备	9
1.3.1 Profibus-DP 网络系统	9
1.3.2 工业以太网网络系统	9
1.4 过程自动化设备	9
1.5 人机交互设备	10
2 粗轧区基础自动化系统	11
2.1 粗轧压下主令 PLC 系统	11
2.2 系统控制功能	11
2.2.1 粗轧区辊道的控制	11
2.2.2 立辊轧机的控制	12
2.2.3 立辊轧机速度控制	12
2.2.4 立辊轧机的位置控制	12
2.2.5 平辊轧机的控制	12
2.2.6 平辊轧机的速度控制	13
2.2.7 平辊轧机的压下控制	13
2.2.8 平辊、立辊微张力控制	15
2.3 立辊 AWC 控制	15
2.3.1 功能概述	15



2.3.2	头尾宽度补偿模型	15
2.3.3	SSC 投入条件	16
2.3.4	SSC 启动与停止时序	16
2.3.5	AWC 自动宽度控制	17
3	热卷箱基础自动化系统	19
3.1	热卷箱研究现状	19
3.2	热卷箱的特点	20
3.3	热卷箱设备	21
3.4	成型系统	22
3.5	开卷系统	23
3.6	移送系统	23
3.7	夹送系统	23
3.8	硬件配置	23
3.9	热卷箱控制功能分配	25
3.10	速度控制	25
3.11	位置控制	25
3.12	时序控制	26
3.13	热卷箱控制原则	26
3.14	程序结构	27
4	精轧区基础自动化系统	30
4.1	精轧压下主令 PLC 系统	30
4.2	系统控制功能	31
4.2.1	飞剪控制	31
4.2.2	飞剪点动	31
4.2.3	手动剪切	31
4.2.4	自动剪切	31
4.2.5	自动切头	32
4.2.6	自动切尾	32

4.3 精轧主令控制	33
4.3.1 秒流量方程	33
4.3.2 轧机主速度设定	34
4.3.3 轧机主速度调节	35
4.4 精轧区活套控制	35
4.4.1 活套的控制要求	35
4.4.2 活套起落逻辑控制	36
4.4.3 活套套量自适应预报	36
4.4.4 活套高度控制	37
4.4.5 活套力矩控制	39
4.4.6 活套高度-张力解耦控制	40
4.5 精轧 HGC 控制	41
4.5.1 测量数据处理	42
4.5.2 HGC 控制器	43
4.5.3 HGC 可选控制模式	43
4.5.4 HGC 伺服阀控制	44
4.5.5 HGC 基准生成	45
4.5.6 HGC 安全功能	46
4.6 精轧 AGC 控制	47
4.6.1 AGC 补偿控制	48
4.6.2 前馈 AGC 控制	51
4.6.3 GM-AGC 控制	52
4.6.4 监控 AGC 控制	53
4.6.5 新型监控 AGC 算法	53
4.6.6 厚度规格变增益	54
4.6.7 自动扇形控制	54
4.6.8 调节量输出限幅	54
4.6.9 与 GM-AGC 的相关性	55
5 卷取区基础自动化系统	56
5.1 卷取区 PLC 系统	56



5.2 卷取机基础自动化系统的控制功能	56
5.2.1 自动位置控制 (APC) 原理	57
5.2.2 侧导板控制	58
5.2.3 夹送辊控制	60
5.2.4 活门控制	62
5.2.5 卷筒控制	62
5.2.6 助卷辊控制	63
5.2.7 主令速度设定	67
5.2.8 卷取机张力控制	68
5.2.9 头部跟踪计算	71
5.2.10 带钢尾部定位	72
5.2.11 卷钢的安全卷取条件	73
5.2.12 地下卷取机的移离控制	73
5.2.13 运卷小车控制	74
6 过程控制系统应用平台	75
6.1 系统的可靠性与稳定性	75
6.2 系统功能	75
6.3 通用性和易扩展性设计	76
6.4 RAS 架构设计	77
6.5 RAS 进程线程设计	77
6.5.1 进程线程结构	77
6.5.2 进程线程通讯	81
6.5.3 RAS 组件模块设计	82
6.6 系统功能实现	83
6.6.1 网络通讯	83
6.6.2 数据采集和数据管理	85
6.6.3 带钢跟踪	86
6.6.4 系统运行与维护设计	86
6.6.5 时间同步	88

6.7 现场应用	89
7 粗轧过程自动化	91
7.1 粗轧过程机功能概述	91
7.2 过程控制系统架构	91
7.3 粗轧过程机设定控制功能	93
7.4 粗轧设定计算	93
7.4.1 输入处理	93
7.4.2 轧制规程的计算	94
7.4.3 设定值的计算	94
7.5 粗轧自学习	94
7.6 粗轧过程机数据流	95
7.7 PDI 数据	95
7.8 粗轧区实测数据	96
7.9 粗轧区人工干预数据	96
7.10 层别表数据	96
7.11 压下规程分配和模型说明	97
7.11.1 负荷分配算法	97
7.11.2 轧制力模型	97
7.11.3 宽展模型	98
7.11.4 温度模型	99
7.11.5 轧制力自学习	103
7.11.6 宽度自学习	103
7.11.7 温度自学习	104
8 精轧过程自动化控制功能	105
8.1 精轧过程机功能构成	105
8.2 精轧过程控制系统触发时序	105
8.3 精轧过程控制系统数据流图	106
8.4 精轧模型设定计算	107



8.5 模型数据预处理	107
8.5.1 输入数据	107
8.5.2 数据有效性检验	108
8.5.3 初始值的计算	108
8.5.4 确保精轧入口温度	110
8.5.5 确定负荷分配	111
8.5.6 轧制方式的计算	111
8.6 运行时间的计算	112
8.7 温度的计算	114
8.8 设备负荷的计算	115
8.9 辊缝计算	115
8.10 极限校核	116
8.11 设定值的下发	116
8.12 精轧设定物理模型	117
8.12.1 温度模型	117
8.12.2 轧制负荷模型	121
8.12.3 轧制速度模型	126
8.12.4 辊缝模型	127
8.12.5 精轧模型自学习计算	127
结语	133
参考文献	135

摘 要

由东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室 (RAL) 自动化总承包的广东揭阳 850mm 不锈钢生产线, 于 2013 年 9 月 10 日顺利过钢, 并投入生产。该生产线粗轧区配置有 1 个立辊轧机和 1 架两辊平辊轧机, 在中间辊道配置有热卷箱、飞剪, 精轧机由 1 架立辊和 8 架四辊平辊轧机组成, 卷取区配有地下卷取机。自动化系统配备有两级计算机控制系统, 基础自动化采用 SIEMENS PLC, 过程计算机采用 DELL 服务器。该项目是 RAL 承担的首套不锈钢热连轧生产线的全线自动化项目, 主要生产厚度为 2.4~1.8mm 的不锈钢板带。两级自动化系统功能如下:

(1) 粗轧机组基础自动化控制系统功能的实现。粗轧机组基础自动化功能包括逻辑控制和状态监视、位置自动控制和速度给定控制、立辊轧机和平辊轧机之间的微张力控制以及自动宽度控制 (AWC)。粗轧机组立辊轧机和平辊轧机进行轧制时形成连轧, 采用头部力臂记忆法 (轧制力轧制力矩比记忆) 实现二者之间的微张力控制。粗轧自动宽度控制功能包括作用于轧制非稳定段的头尾短行程控制 (Short Stroke Control) 以及作用于轧制稳定段的轧制力反馈控制 (Roll Force AWC) 和前馈控制 (Feed Forward AWC), 此外还可包括立辊动态设定 (Dynamic Set Up)。

(2) 热卷箱基础自动化控制系统的实现。热卷箱系统主要由成型系统、开卷系统、夹送系统及移送系统组成。成型系统通过系统内设备相互协调动作, 完成从粗轧来的中间坯的卷取工作; 开卷系统对卷取好的热卷进行开卷; 移送系统完成钢卷的无芯移送过程, 实现连轧连卷; 夹送系统对开卷后的钢卷起稳定作用, 使钢卷顺利到达精轧机组。

(3) 精轧机组基础自动化控制系统的实现。建立带钢出口厚度变化与轧件入口厚度、塑性系数之间的关系模型, 将轧件塑性系数和厚度作为前馈信息的前馈厚度控制策略, 开发塑性系数前馈 AGC 控制系统功能、塑性系数预测方法和前馈 AGC 辊缝修正量计算方法。开发用于前馈 AGC 控制的带钢跟