

中厚板生产过程控制系统介绍



上海优控科技有限公司

二零一一年七月

上海优控科技有限公司开发的中宽厚板过程控制系统，集公司多年的技术开发、工程实施经验为一体，历时多年研制成功。该系统成功地解决了中宽厚板轧制过程控制中的诸多难题，如轧机的设定控制问题、变规格控制生产难题、薄规格钢板生产的板型问题、控制轧制控制冷却等关键技术难题，系统地解决了中宽厚板生产中各设备节点的过程设定控制、生产节奏控制、质量管控等问题。本系统将中宽厚板生产过程控制的核心计算模型如负荷分配模型、动态自适应计算模型、厚度控制模型、板形控制模型、跟踪模型、镰刀弯控制技术、弯辊控制技术、冷却技术、数据库技术等集成一体，将工业计算机、设备控制 PLC 以及工业设备（如轧机、导板、液压系统等）各种技术融为一体，是一种对生产过程设备控制、物流控制和产品质量控制的最优化解决方案。

目前，该系统的部分技术已经在新余钢铁股份有限公司中板 3000mm 轧机正常使用多年，部分项目技术作为申报 2011 年国家科技进步奖项目《高品质船板高效化制造关键技术研发与集成创新》重要组成部分，已经通过了 2011 年国家科技进步奖的初评，整体项目正在组织申报江西省科技进步奖。

本系统最为重要的创新是开发了一系列高效、稳定的算法和数学模型，解决了轧机自动控制、生产线各设备生产的协调和生产节奏控制等一系列技术难题。

一、高精度的数学模型

高精度的数学模型是本系统的关键。公司承担了宝钢、新钢等钢厂大量的科研、技改项目，在实践中获得了雄厚的技术储备，开发了一系列新技术，这些主要的技术包括：

- 1、 轧机负荷分配计算模型（简化二次型规划算法）
 - 解决了轧制规程的实时计算问题，比 **Siemens** 算法更简捷，比奥钢联算法更快速。
 - 稳定性高，在新余中板运行 **1** 年多，从未出现计算错误。
- 2、 轧机刚度模型
 - 创新了轧机刚度随钢板宽度和轧制压力变化的计算方法
 - 为高精度的辊缝设定奠定了基础
- 3、 温度控制技术
 - 解决了生产过程中温度检测不准确造成的设定精度低问题
 - 为超高强度的低温大压下生产提供了技术基础
- 4、 板型控制技术
 - 利用高精度的计算方法解决压下分配问题
 - 高精度的弯辊力设定
 - 高精度的轧辊辊型计算技术
 - 轧制过程中动态弯辊控制技术
- 5、 绝对值 **AGC** 技术
 - 采用最先进的 **AGC** 技术，同板差控制指标超过 **Siemens** 宽厚

板的水平

- 保证了产品的异板差精度
- 新余中板轧机 3000mm 的控制水平按照奥钢联指标考核

6、 独创的自适应计算技术

- 以控制理论中的滚动优化技术为基础，动态优化生产控制。

7、 超高强度钢板低温大压下生产技术

- 解决了低温大压下时的板型控制难题
- 形变累积模型提高了过程控制的设定精度，提升了产品质量。

8、 轧线生产节奏的管控技术

- 建立了以时间戳为特征的生产控制模型。
- 管控精轧机、粗轧机、加热炉、板坯库等重要生产设备节点之间生产节奏，轧机设备利用率可达 70%(生产时间/总时间)。

二、系统的使用效果

1、新余情况简介

2009 年末，上海优控科技有限公司取代了国内某著名软件公司承担了新余中板 3000mm 轧机的过程控制项目。由此，本系统中的大部分技术在新余中板 3000mm 轧机获得了应用，效果显著。

截至目前，共生产了约 220 个钢种，近 4000 个规格，约 180 余万吨。产品的命中率提高了 2-3 个百分点，成材率提高了 0.5 个百分点。产品宽度规格从 1500mm-2800mm，厚度规格从 5.0mm-100mm，长度从 7m-68m。

新钢中板生产的品种繁多。产品主要为碳素钢、优质碳素结构钢板、低合金高强度结构钢、管线钢板、造船用钢板、工程机械用钢、桥梁板、容器板、锅炉板、装甲板、抗层状撕裂钢板等，其中专用板比例大于 85%。

本公司承担的该项目的技术指标从最初某软件公司的合同指标修改为奥钢联的合同指标，具体内容为：

1) 异板差

指标 单位	厚度 <i>mm</i>	保证值 <i>μm</i>	采样保证值 %
成品厚度与目标值的 偏差	$5.0 < h \leq 8.0$	± 80	95
	$8.0 < h \leq 15.0$	± 100	95
	$15.0 < h \leq 25.0$	± 110	95
	$25.0 < h \leq 40.0$	± 140	95
	$40.0 < h \leq 100.0$	± 160	95

2) 同板差

厚度	板体保证值	头部/尾部保证值	头部/尾部长度 (\leq)	采样保证值
<i>mm</i>	μm	μm	<i>m</i>	%
$5.0 < h \leq 8.0$	± 90	± 130	1 / 1	95.4
$8.0 < h \leq 15.0$	± 100	± 140	1 / 1	95.4
$15.0 < h \leq 25.0$	± 120	± 160	1 / 1	95.4
$25.0 < h \leq 40.0$	± 130	± 180	1 / 1	95.4
$40.0 < h \leq 100.0$	± 150	± 200	1 / 1	95.4

2、宝钢 5000mm 厚板轧机的情况

宝钢 5000mm 厚板轧机的是全套从德国进口的，Siemens 公司承担了其电气设计和软件实施的工作。在 2006 年，本公司击败了国内东北某大学和其它单位，承担了宝钢厚板 5000mm 轧机 AGC 的改造项目，由本公司开发的 AGC 技术在宝钢 5000mm 厚板轧机获得了应用。下表是项目完成时的指标：

厚度规格 (mm)	0~10	10~20	20~30	30~40
西门子指标(σ)	0.11	0.091	0.096	0.106
合同指标 (σ)	0.06	0.07	0.07	0.095
实际指标 (σ)	0.06	0.065	0.067	0.09

最后考核时的实际指标优于合同指标，高于 Siemens 指标。

三、系统的特点和优势

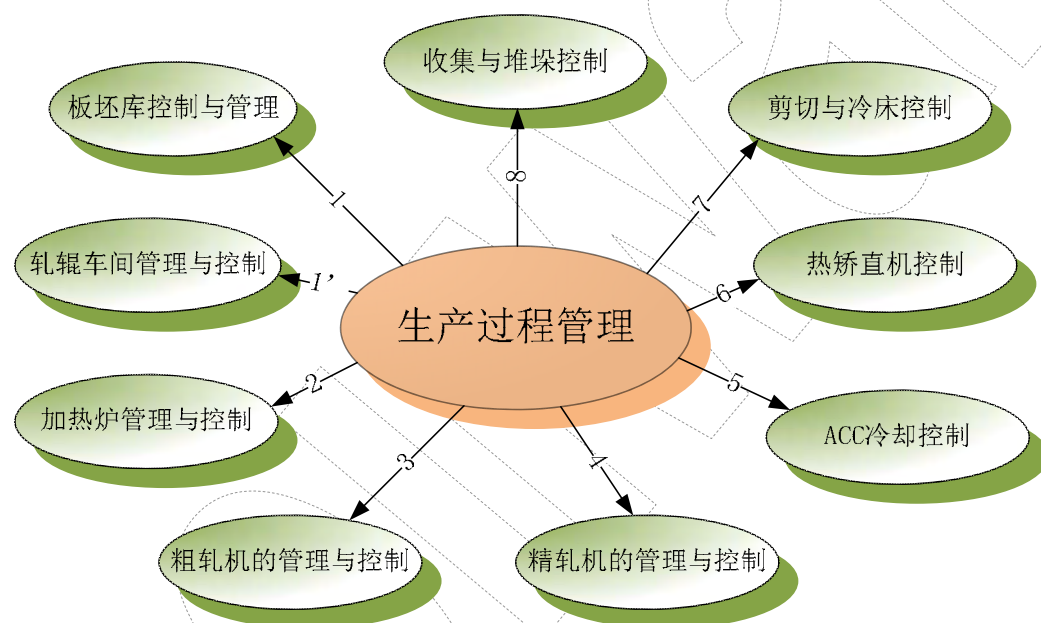
1、提升生产管理的标准化、规范化水平

- 规范生产设备的过程控制
- 规范操作人员的操作
- 规范物流
- 规范质量控制
- 规范设备的维护、保养
- 最少的人为干扰

本公司开发的中厚板生产过程控制系统为中厚板生产企业提供了一套完整的生产过程控制的解决方案。该方案系统地解决了生产过程控制的一系列问题：人、材料、设备、物流、质量、维护等相互协调、相互影响的关系问题。系统基于整个生产线精确的设备过程控制模型，最大程度地减少人工干扰，优化生产节奏控制、产品质量控制，充分发挥设备能力，实现整个中厚板生产的标准化、规范化。

2、全方位的管理控制

- 所有设备节点
- 所有的维护与控制
- 所有的操作人员
- 所有的物料跟踪
- 全面的质量控制



生产过程管理框架图

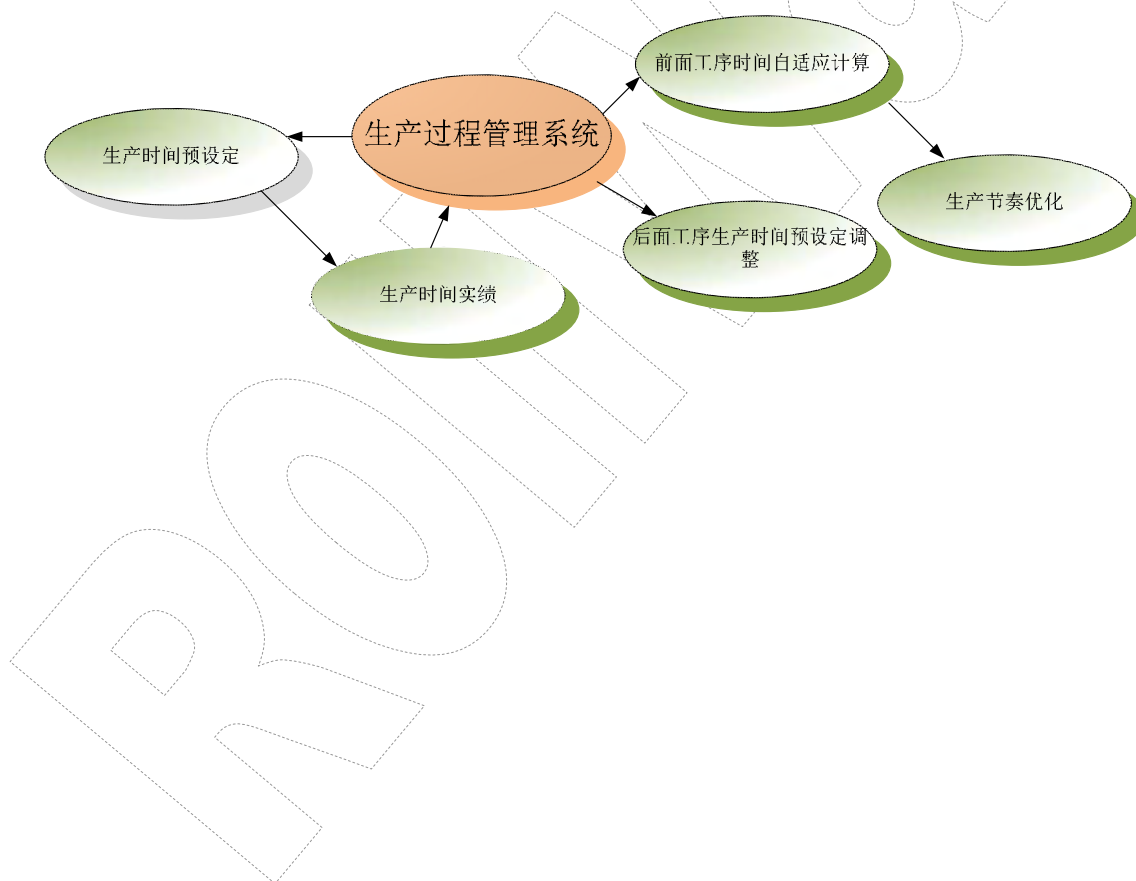
3、面向设备最优化控制模型（L2 模型）

- 轧辊车间计划与生产计划的最优调度算法
- 先进的动态规划算法应用于板坯库的管理
- 加热炉燃烧控制算法
- 先进的轧机控制算法
- ACC 的辊道速度与冷却水量的解耦控制算法
- 先进的收集区域堆垛算法



4、以时间戳为特征的全线生产节奏协调系统

- 各设备节点的生产时间预设
- 各设备节点的生产时间实际值采集
- 动态调整后面工序的生产时间预设
- 前面工序的生产时间自适应调整
- 优化生产节奏



5、全面的质量管理系统

严格的质量控制从板坯库开始，贯穿生产线上的每个设备节点。

- 1) 板坯库的质量检验
- 2) 加热炉的炉温控制
- 3) 粗轧的宽度控制
- 4) 粗轧机的厚度控制
- 5) 精轧机的厚度控制
- 6) 精轧机的板型控制
- 7) 终轧温度的精确控制
- 8) ACC 的冷却温度控制
- 9) 热矫直机的压力设定控制
- 10) 人工与设备、物料之间的平衡
- 11) 人的工作效率最佳化
- 12) 设备效率的最大化
- 13) 物流的最优化

6、丰富详实的报表系统

- 生产日报（周报、月报）
- 质量日报（周报、月报）
- 设备功能日报（周报、月报）
-

生产日报

日期: 2010-9-1

班次/项目	板坯库				加热炉				轧制品种									
	连铸板	外购板	热卷重	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	15#
夜(乙)																		
昼(甲)																		
中(丁)																		
日合计	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

班次/项目	粗轧		精轧		轧制量				设备停机时间					
	计划	实际	计划	实际	产量	小时产	完成率	机械	电气	仪表	其它	合计	计划	作业
夜(乙)					0	0	0							
昼(甲)					0	0	0							
中(丁)					0	0	0							
日合计	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1440

轧线区域设备功能投入率记录表

日期: 2010-9-1

班次/项目	序号	项目	班次/班别	目标值%	功能未投入 截止时间	非计划停用 时间	计划停 机时间	备注	当班投入率	日累计投入率
昼(甲)	2	精轧机AGC功 能投入	昼(甲)							
中(丁)	3	精轧机CVC功 能投入	中(丁)							
夜(乙)	4	精轧机弯辊 功能投入	夜(乙)							
昼(甲)	5	轧机出入口 转钢辊道无 被动转	昼(甲)							
中(丁)	6	轧机出入口 机架辊无被 动转	中(丁)							

质量日报

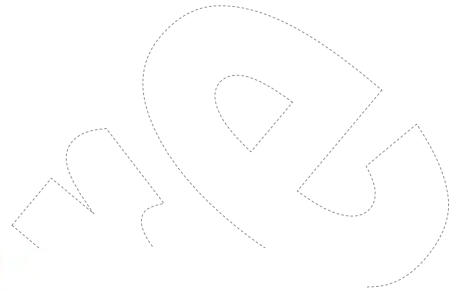
日期: 2010-9-1

班次/项目	项目	板型										
		尺寸			板型			性能				
夜(乙)	长度	宽度	厚度	小计	浪形	镰刀弯	...	小计	屈服力	延伸率	...	小计
昼(甲)												
中(丁)												
日合计												

班次/项目	项目	板型										
		尺寸			板型			性能				
夜(乙)	长度	宽度	厚度	小计	浪形	镰刀弯	...	小计	屈服力	延伸率	...	小计
昼(甲)												
中(丁)												
日合计												

7、全面实用的生产数据管理及分析系统

- 轧制实绩查询
- 轧辊磨损分析
- 产品质量数据分析
-



四、知识产权及其它

本公司拥有多项自主知识产权，本系统发明专利四项：

编号	专利号	专利名称	备注
1	201110053608.07	一种新型的轧机刚度计算方法	
2	201110064955.X	一种新型的轧辊配辊方法	
3	201110155308.X	一种新型的板带厚度、板型解耦控制方法	
4	201110195150.9	中宽厚板控制轧制技术	

本系统申请的软件著作权 6 项：

编号	著作权登记号	著作权名称	备注
1	2010SR012939	中宽厚板轧制过程自动化离线系统软件	
2	2010SR024565	优控板带轧制过程自动跟踪软件	
3	2011SR011975	优控中厚板粗轧过程自动化软件	
4	2011SR012807	优控工业控制高速通讯模板软件	
5	2011SR012446	优控中厚板精轧过程自动化软件	
6	2010SR044976	优控四辊轧机纵向刚度计算软件	