

CSIAM '96

中国工业与应用数学学会第四次大会

论文集

曾庆存 李大潜 主编

复旦大学出版社

前 言

本书是中国工业与应用数学学会第四次大会论文汇编。中国工业与应用数学学会全国大会每两年召开一次。最近两年我国的经济建设有很大发展，同时在“科教兴国”方针的指引下，科学技术蓬勃发展，出现了新的高潮。在这样的形势下，工业与应用数学也出现了迅猛发展的势头。无论在应用数学的基础理论研究和数学在工农业、金融管理和国防等方面的应用均出现了一大批优秀的工作。

本次大会共收到论文近三百篇，经过学会学术工作委员会组织专家认真评审，从中遴选出一百六十余篇，汇编成本论文集。这些论文覆盖了工业应用数学的多个方面。从中可以看出我国学术界和工业及其他领域中的应用数学工作者的辛勤劳动和获得的丰硕成果。我们期望今后会出现更多理论联系实际的优秀成果。

中国工业与应用数学学会副理事长蔡大用教授，学会学术委员会主任程乾生教授以及学会学术委员会和有关专家在论文评选中作了认真的卓有成效的工作。复旦大学《数学年刊》编辑部陈光宇、许温豪、薛密、卜金宝、顾凤南和数学系蔡志杰同志做了大量深入细致的编辑加工、校对和电脑排版工作。复旦大学出版社为本论文集在时间十分紧迫的情况下高质量地出版，付出艰辛的劳动。对此我们谨表示深切的谢意。

国家自然科学基金会对本书的出版自始至终给予很大支持，对此，我们表示深切的感谢。

由于时间仓促，应该收录的论文可能有遗漏，谨此致歉。同时，本论文集的出版可能存在许多不足之处，遗、误的地方也在所难免，希望读者们批评指正。

编者

1996 年 7 月

于上海复旦大学

中国工业与应用数学学会

第四次大会报告一览表

宝钢自动化技术及数学模型的应用 (徐乐江)

广义分形变换的理论及其在图象压缩中的应用 (董光昌)

Infiltration Problems in Industry and Applied Mathematics (*Li Shuanhu*)

Computer Assisted Determination of Integrability of Differential Equation

$$w' = \sum_{i=0}^n a_i(z)w^i \text{ (Guan Keying)}$$

自然边界积分算子对区域分解算法的应用 (余德浩)

系统工程中的方法论 (顾基发)

属性模式识别及其应用 (程乾生)

科学和工程中的矩阵计算 (蔡大用)

非线性双曲波的整体传播 (李大潜)

金融数学中的若干问题 (李训经 彭实戈)

电厂煤粉燃烧过程的数学问题 (樊建人)

应用数学为钢铁工业整体优化服务 (刘祥官)

一个基于四点法的 CAD/CAM 系统 (谭永基)

长江口取水的数学模型 (袁震东)

工业数学、数学建模教学国际动态 (叶其孝)

目 录

前言

中国工业与应用数学学会第四次大会报告一览表

I. 大会报告	(1)
1.1 宝钢自动化技术及数学模型的应用	徐乐江 (3)
1.2 Infiltration Problems in Industry and Applied Mathematics <i>Li Shuanhu</i>	(9)
1.3 Computer Assisted Determination of Integrability of Differential Equation $w' = \sum_{i=0}^n a_i(z)w^i$	<i>Guan Keying</i> (17)
1.4 自然边界积分算子对区域分解算法的应用	余德浩 (21)
1.5 属性模式识别及其应用	程乾生 (27)
1.6 科学和工程中的矩阵计算	蔡大用 (33)
1.7 一个基于四点法的 CAD/CAM 系统	朱松 谭永基 陆立强 陈岚 许虹 刘进 丁立 (42)
II. 微分方程及其应用	(47)
2.1 一类退化多项式方程组的同伦算法	谷秀川 (49)
2.2 地球流体动力学的标度不变性	刘式达 刘式连 江明顺 郑祖光 (57)
2.3 生死过程在涡旋电场中的应用	卢学源 靳亚明 (62)
2.4 热史拟合的数学模型及可识别性	冯恩民 王锡禄 闫桂峰 (63)
2.5 微分方程奇点指数的分析算法	许立俭 顾文 (68)
2.6 一类双侧障碍问题解梯度的 Hölder 连续性	王向东 梁淑廷 (70)
2.7 Banach 空间常微分方程系统的非常稳定性	林社鹏 (76)
2.8 一维退化与非退化方程吸引子之比较	高策理 (81)
2.9 具阻尼项 ϕ^4 方程的不变变换和 Painleve 性质	潘祖梁 (85)
2.10 双重介质储层水平井压力分布的积分变换解	孙素艳 孙云 (90)
2.11 四阶非线性微分方程的边值问题	从福仲 贾新宇 (95)
2.12 小马赫数下气泡振动的研究	陈恩水 (96)
2.13 一种基于小波分解和图象平滑的图象压缩方法	张 但 陈 刚 (102)
2.14 Integral Criteria for the Asymptotic Stability of Time-Varying Linear Systems (I)	<i>Xiao Shuzian</i> (107)

2.15	一类热冲击下耦合场的解	闫贵卿 (108)
2.16	关于广义 Schrodinger 方程和 Klein-Gordon 方程的解析解	冯兆生 杨晓明 (112)
2.17	On Liquid Oscillations in Drum Containers	Ding Daozhen Dong Zhengzhu (117)
2.18	地层温度场模型辨识的最优性条件	闫桂峰 冯思民 冯佳昕 (118)
2.19	具有年龄结构残疾人口模型连续解及稳定性	周义仓 李惜雯 (124)
2.20	两个双曲方程反问题	王秀兰 (129)
2.21	共炮检距剖面的相位移模型算法	张叔伦 (131)
2.22	相位移分层偏移算法	张叔伦 刘淑珍 (135)
2.23	Poisson 括号的新性质及其在 Hamilton 系统中的应用	张宝善 戴世强 卢东强 (137)
2.24	竞争性抑制系统中的膜运载动力学方程	李 泉 (138)
2.25	流体力学中的临界变分现象及消除方法	何吉欢 (139)
2.26	影响上海股市的因素筛选和统计分析	叶中行 柯春雷 李 宁 (145)
2.27	层间有窜流气藏的渗流问题及压降曲线	孙 云 孙素艳 (147)
2.28	一个热传导方程自由边界问题的解	谢鸿政 辛玉梅 (151)
2.29	基于小波变换的暂态信号分析	许 刚 邱 凌 (155)
2.30	Dirac 孤子方程族的 Lax 表示	朱思铭 伍咏棠 施齐焉 (160)
2.31	Posteriori Error Estimates in Finite Element for Eigenvalue Problems ..	Yang Yidu (163)
2.32	Rossby 波与惯性重力内波的非线性相互作用	熊建刚 易 帆 (168)
2.33	非线性超前和滞后微分积分方程的振动性	王侃民 (172)
2.34	一类平面包络问题的解析方法与近似方法	徐惠平 曹 沅 (174)
2.35	非连续边界输入下一维热传导方程解的存在唯一性 ..	张志涛 周鸿兴 (179)
2.36	奇异信号的小波奇性检测与小波滤波	孙学全 冉启文 冯英俊 (183)
2.37	$\gamma = 3$ 等熵气体动力学方程组的相追问题	潘 涛 (188)
2.38	不变集与非凸非自治微分包含的生存解	杨富春 张明清 (192)
2.39	一类人工神经网络中的混沌	王晓峰 王 铎 (198)
III.	运筹和优化	(203)
3.1	线性不确定中切换面的设计问题	韩云端 (205)
3.2	An Algorithm for Computing Optimal Fuzzy Equivalent Matrix	Fu Guoyao (210)
3.3	假目标流与搜索计划	李长明 (214)
3.4	最小支集样条小波及应用	金坚明 (218)

3.5	资源分配模型的表上作业法	赵景文 盛兴华 (220)
3.6	非线性系统的弱能控性	屠新曙 韩京清 (224)
3.7	Analysis of the Cooperation Game Models in Resource Exploitation	Bian Fuping Zhu Jing (228)
3.8	滑坡预测支持系统	齐欢 费奇 李迪 (232)
3.9	一种求解有容量、凹费用网络流问题的新的分枝定界算法	谢政 汤泽滢 (237)
3.10	基于点集拓扑理论的时空拓扑关系完备性描述	舒红 樊启斌 (243)
3.11	若干经济数学模型的研究与应用	韩东 胡锡健 (245)
3.12	不可微集合函数凸多目标规划的最优性条件	刘三明 (250)
3.13	The Controllability of Linar and Semilinear Distributed Parameter Systems under Two Kinds of Boundary Control	Zhao Yi Zhao Zhihui (256)
3.14	关于半定规划原对偶内点法中的搜索方向	蒋建民 (261)
3.15	单机排序问题 $1 P_k \geq P_q \Rightarrow P_k/W_k > P_q/W_q \sum_{q=1}^n W_q C_q - d_q $ 近似最 优解的伪多项式时间算法	杨汉兴 (266)
3.16	勃南油田五区堵水方案最优化设计研究	姜汉桥 张永恺 陈月明 (276)
3.17	非稳定兑换比率下的现金管理经济批量模型	廖芹 贺德化 钱澄鉴 邓晓星 (281)
3.18	多电极成像测井反演中的数学方法	张建峰 谭永基 (283)
3.19	关于局部延伸工程项目可行性分析的优化	叶福根 沈祖志 (288)
3.20	区域电力规划问题的优化方法	陈仕平 何勇 姚思瑜 (294)
3.21	有限内存 BFGS 方法在工程中的应用	秦学志 单锋 王雪华 陈霞 张锡藩 (298)
3.22	多逻辑冲突工程问题的理性外延投资决策初探	厉衡隆 周鹏 (302)
3.23	二维扩压器最优速度分布的最优控制直接解法研究 ..	谭发生 高金华 (308)
3.24	关于沿着解曲线求积法的收敛速度	冯国胜 范麟馨 (313)
IV.	数学建模研究	(317)
4.1	一个生态平衡系统的符号稳定性	刘媛 王华 (319)
4.2	潜艇运动数学模型的分析	周松辰 徐亦凡 (322)
4.3	交叉耦合锁相环路数学模型	苏希鲁 周荣星 (328)
4.4	证券信誉评级系统及数学模型	刘艳春 董玉雄 (335)
4.5	癌病理变化的动力学模型	曹祥金 (341)
4.6	A Biomathematical Analysis of Lamina Cribrosa Displacement	He Dongqi Ren Zeqin (343)

4.7	A Dual Stochastic Function Model for Software Reliability	Zhou Fengzhong (348)
4.8	方案优选的一个数学模型	孔绍文 吴炳荣 (350)
4.9	人才市场动力学模型分析	黄德斌 赵晓华 吕昌会 (355)
4.10	一种药动学模型 — 心肾模型	张 琪 杨静化 (360)
4.11	股市扩容的资金流平衡流体力学模型研究	许世雄 阮 炯 蔡志杰 蒋云峰 (364)
4.12	最优营销管理的数学模型	胡锡健 韩 东 张光远 (369)
V.	数理统计及其应用	(371)
5.1	关于马氏链强极限定理的若干结果	金少华 (373)
5.2	多指标正交试验的区间取值 (RTV) 综合评分法	雷煥鸣 孙若冰 (375)
5.3	华北平原黑线仓鼠数量与生态因子相关研究	陈 安 刘家壮 王玉志 陈 宁 (376)
5.4	指数型及正态型元件串联系统可靠性近似置信下限	沈宝明 (378)
5.5	电容器随机充电过程中的统计规律	卢学源 (382)
5.6	一类具有吸收点的平面随机游走	周持中 (387)
5.7	河流水环境容量的一种最小风险率分析法	万仲平 纪昌明 (389)
5.8	半参数回归模型的误差方差估计的渐近正态性	钱伟民 (393)
5.9	数学在工序管理中的应用	田益民 熊 炜 罗 石 (398)
5.10	医学文献中主要统计学方法应用缺陷分析	邓淑萍 毛宗福 (400)
5.11	纸浆强度性能评价方法的探讨	沈文瑛 蒋华松 张大同 (404)
5.12	生长曲线模型中球形检验似然比统计量的渐近分布	龚力强 (409)
5.13	$H-W$ 遗传频率 θ 的估计及性质	刘乐平 郝 丽 (418)
5.14	推进剂性能可靠性的模拟分析	邹志兴 杨明忠 (419)
5.15	空间相关系数及其在矿床预测中的应用	余先川 孟宪伟 (421)
5.16	葛洲坝大江工程基础渗流观测数据的分析	霍耀东 刘 涛 洪 森 张青梅 万中鹏 鲁结根 (423)
5.17	多元统计指标的综合分析	刘 伟 周月梅 (428)
5.18	一类变量的预测方法及其应用实例分析	谢乐军 刘研平 李仕仁 (430)
5.19	食品感官分析问题的数学统计方案	邓少平 涂国平 (438)
5.20	纺织材料氯漂工艺效果的量化回归分析法	王承中 董小刚 刘春岚 (439)
5.21	食品感官分析中主持人效应分析	涂国平 (441)
VI.	计算方法和数值分析	(443)
6.1	Finite Element Approximation of a Parabolic Integro-Differential Equation	

with a Weakly Singular Kernel and Nonsmooth Data	<i>Xu Da</i>	(445)
6.2 三维三相数值模拟系统原理及方法	盖英杰	(449)
6.3 确定边界生产函数的另一方法	吴文江	(452)
6.4 矩阵求逆的两种校正方法	张凯院	(453)
6.5 影子价格的测算与应用	尹绍平	(455)
6.6 快速 Lagrange 元分析方法在石油工程中的应用	杨小远	(461)
6.7 Numerical Schemes for Nonlinear Sobolev Equations		
.....	<i>Gu Haiming Liu Haixing</i>	(466)
6.8 多重参数算法收敛性分析 (续)	张光澄 刘晓石 侯泽华	(470)
6.9 用边界元法与有限元法的组合解约化的波动方程	李瑞遐	(475)
6.10 关于油藏二维两相不混溶流的变网格差分方法	孙文涛	(480)
6.11 半导体器件数值模拟的新混合元和交替方向特征有限元法		
.....	刘续征 谢树森	(481)
6.12 用变分法分析点支承矩形板的特征值问题	邓晓卫 董 军	(482)
6.13 人工神经网络在煤田小断层解释中的应用 ..	曹德欣 崔若飞 李宏明	(486)
6.14 Modified Upwind Finite Difference Scheme for a Parabolic Moving Boundary Problem	<i>Cui Mingrong</i>	(491)
6.15 论二维积分 Schoenberg 样条的 Müller 问题	曹家鼎	(492)
6.16 非对称广义特征值问题的并行 QZ 算法	周树荃 薛长峰	(497)
6.17 BP 算法的进一步改进	张 杰 任 毅	(499)
6.18 双重介质中渗流问题的数值方法	崔 明	(503)
6.19 自适应控制器的鲁棒性分析	孟祥岗	(507)
6.20 基-2SRFFT 算法的矩阵分解式	张小水	(510)
6.21 半导体瞬态问题的离散算子解法及理论分析	朱广冲	(512)
6.22 半线性问题混合元方法的超收敛性	陈艳萍	(517)
6.23 抛物型方程变网格有限元方法	孙同军	(525)
6.24 油藏中示踪问题的数值模拟	李祥贵	(529)
6.25 解不相容方程组的外推 Kaczmarz 方法	贺国强 王新革	(533)
6.26 三角形薄板壳单元的并行计算	周树荃 田肇云	(539)
6.27 A Fast Iterative Procedure for Stokes Equation		
.....	<i>Huang Ziping Xu Jianping</i>	(543)
6.28 允许加班的生产批量问题的遗传算法	谢金星 姜启源	(548)
6.29 变分原理的直接寻优算法及最小二乘法变分原理	高金华 谭发生	(553)
6.30 数值分析算法在玻璃中红外折射率研究中的应用		
.....	刘继翔 韩建军 伍宏标 毛予兰	(554)
6.31 环面蜗杆齿面的计算机仿真	张 焕 张恒业 刘 媛 朱克庆	(560)

6.32	小柱面包络环面蜗杆的修形	张 焕 (562)
6.33	吴方法计算机模型设计与实现	朱思铭 张 磊 范筑军 丘小峰 (567)
6.34	Global Convergence of the Method of Shortest Residuals	<i>Dai Yuhong Yuan Yazhang</i> (572)
6.35	油气资源数值模拟系统的数值方法及软件	袁益让 王文洽 赵卫东 韩玉菱 (576)
VII.	其它应用数学问题	(581)
7.1	广义汉明重量的限函数	陈 萍 罗志超 罗守山 (583)
7.2	喷枪运行轨迹插补点的两步规划	蔡可文 华玉爱 周东辉 (587)
7.3	磁悬浮轴承的原理及数学推导	李世华 (594)
7.4	经验分类的模糊数学模型	刘文斌 盖 汝 陈文轶 (603)
7.5	模糊系统自动生成的并行途径	丁言功 何永保 陈 亮 张向东 (606)
7.6	On Undirected Generalized de Bruijn Graphs	<i>Lin Guohui Hu, X. D. Gao, S. X.</i> (613)
7.7	计算机辅助合成途径分析专家系统 — 人工智能技术在化学合成中的应用	张经江 顾企江 赵 洁 何 伟 李仁祺 贾裕民 (617)
7.8	RMC 计算机模拟方法在非晶态材料结构模拟中的应用	刘继翔 杜金成 张久明 赵修建 (624)
7.9	Some Properties of Fdod Function and Kullback Measure .	<i>Fang Weiwu</i> (629)
7.10	分子拓扑指数的构造方法及其应用	雷锦志 管克英 (634)
7.11	基于二值图象四叉树问题优化并行算法	许 刚 李传湘 (638)
7.12	Multiscale Derivative Computation in Discrete Case	<i>Ke Qifa Hu Zhanyi Ma Songde</i> (639)
7.13	基于自组织特征映射矢量量化	曾 勇 沈未名 张剑清 (643)
7.14	Conjugate Expansion	<i>Song Binheng</i> (648)
7.15	数学在飞机颤振分析中的应用	金维明 欧阳旭坡 (652)
7.16	飞机总体外形隐身设计	胡新如 薛炽寿 缪国良 (657)
7.17	神经网络方法及其在心脏病诊断中的应用	蔡志杰 (663)
7.18	一种结合小波变换与神经网络技术的遥感影像有失真压缩编码方案	沈未名 曾 勇 (667)
7.19	遥感影像受控有失真压缩的可行性研究	沈未名 曾 勇 武筱林 (670)
7.20	模糊神经网络在海上船舶自动舵研究中的运用	陈玲伶 (674)
7.21	最优生产技术 (OPT) 在涤纶厂的应用	李 浩 沈祖志 谢敦礼 (679)
7.22	A New Process-Capability Index and Its Application	<i>Zhao Jiaguo</i> (684)
7.23	宝钢 3 号高炉热风炉燃烧自动控制	吴建峰 仇鸿平 (691)

7.24	冷轧目标板形及板形预设系统的开发	华建新 (696)
7.25	模糊神经网络函数逼近能力分析	廖 俊 林建亚 任德祥 (701)
7.26	热轧 CVC 板形控制技术及其在宝钢的应用	朱健勤 (706)

I. 大会报告

原书空白页

宝钢自动化技术及数学模型的应用

徐 乐 江*

摘要 本文简要介绍了宝钢投产 10 年来所取得的成就, 叙述了宝钢工业自动化系统的状况和计算机技术及数学模型的应用水平, 对所应用的数学模型的特征和方法进行了分析.

关键词 工业自动化, 数学模型, 宝钢

§1. 引 言

计算机技术的高速发展以及信息高速公路的迅速普及, 给企业的生产经营注入了新的活力. 基于计算机技术的工业自动化技术的不断发展, 为实现过程自动化提供了有利的条件, 并且在工业生产发展中起着关键的作用. 自动化装置已成为大型设备不可分割的重要部分. 可以说, 如果不配置合适的自动化系统, 大型生产过程是根本无法运行的. 生产过程自动化的程度已成为衡量工业企业现代化水平的一个重要标志. 当今科学技术的发展, 尤其计算机技术的广泛应用, 使得冶金工业的过程自动化不仅可能, 而且正在成为现实. 工业应用数学的运用及数学模型和专家系统的研究已越来越为人们所重视.

§2. 宝钢概况

宝钢是我国大型的现代化钢铁联合企业, 1978 年 12 月 23 日动工兴建. 一期工程以一号高炉为标志, 主要项目包括焦化、烧结、炼钢、初轧、钢管、能源及自动化设施, 绝大部分设备从日本、德国成套引进. 二期工程以二号高炉为标志, 主要项目包括二期烧结、焦化、高炉、连铸、热轧、冷轧. 其中, 二号高炉、烧结、焦化设备是依靠国内自己的力量建设起来的, 设备的国产化率达到了 88%; 冷轧、热轧、连铸设备是与国外合作设计、合作制造的, 国产设备约占 50%.

宝钢一期工程于 1985 年 9 月 15 日投产, 在短短的 7 天时间内, 从高炉点火到初轧出坯, 实现了全系列一次投产成功.

宝钢二期工程于 1988 年陆续投产至今, 主要经济技术指标均达到或超过设计水平.

宝钢的三期工程以自行设计制造的 4350 立方米容积的 3 号高炉为先导, 于 1994 年 9 月胜利点火投产, 1580 热轧、150 吨电炉及管坯连铸、热电工程计划于 1996 年底基本建成; 1420 冷轧、一号高炉大修、码头、原料、烧结、炼焦、化产品回收、炼钢、1450 板坯连铸及相应配套公用辅助设施等, 计划于 1998 年建成; 1550 冷轧及冷轧硅钢工程计划于 1999 年基本建成.

*宝山钢铁(集团)公司, 上海 201900

三期工程建成后,公司总规模将达到:年产钢 1100 万吨、铁 975 万吨、钢材 713.6 万吨、商品坯 218 万吨。

宝钢经过 10 年的生产发展,一、二期工程已全面超过设计能力。3 号高炉投产后,实现了高难度的三座高炉对三座转炉的搭接生产,充分发挥了设备能力。1995 年产钢 850 万吨,远远超过了一、二期产钢 671 万吨的设计能力。国家在宝钢的原始资本净增 1.2 倍。10 年来,宝钢共取得 552 项科研成果,申请专利 135 项,正式审定 142 项技术秘密,创造 23 项先进操作法,技术进步直接创造经济效益 100 亿元,科研进步贡献率已达 60%。

宝钢坚持以“产品质量和劳动生产率达到世界一流”为目标,以财务为中心,强化营销管理,优化品种结构,学邯钢“模拟市场,成本否决”经验,加强预算管理,推行标准成本管理,强化现场基础管理,努力提高经济增长的质量和效益。

宝钢加快了产品质量和销售与国际惯例接轨的步伐。继船板获得 6 国船级社工厂认可后,石油套管、油管已获美国 API 会标,热轧、冷轧板获得了日本 JSI 认可证书,宝山钢铁(集团)公司已通过 BSI 标准协会 ISO9001 认证和复审。

§3. 自动化技术及计算机应用

3.1 自动化装备

宝钢一、二期工程的主体设备大多是成套引进的。其技术装备具有 70 年代中期到 80 年代中期的国际水平。体现了大型、高效、连续、低耗及环境保护方面的特点。尤为引人注目的是宝钢的生产具有较高的自动化水平,集中表现为装备了数量众多的计算机系统。这些计算机广泛应用于各生产单元的生产管理、质量管理、物流跟踪、过程控制、运行监视、传动控制、回路调节以及检验分析中对数据进行处理及传送等方面。

3.2 自动化系统结构

宝钢的自动化系统已具备了一定的规模。在主要的作业线上都配置了基础自动化系统(L1),过程控制计算机系统(L2),在一些成品厂还配置了生产控制计算机系统(L3)。

这些不同层次的计算机系统,通过计算机之间的网络通信或点对点通信方式连接起来,按每炉钢水、每块板坯、每卷钢卷、每捆钢管为单位,实施了全线的物料跟踪,直至成品出厂。有力地保证了物流和信息流的一致性。

计算机的普遍应用,为实现生产过程自动化、连续化、高速化,生产计划管理和质量管理的一贯化提供了有力的保证。

3.2.1 生产控制系统(FLS)

生产控制计算机主要进行中间库成品库的实物和库位管理、物料跟踪以及作业计划的接收和局部调整,实时处理是它的主要处理特征。

3.2.2 过程控制系统(PCC)

过程控制计算机主要进行作业管理(作业指示、操作指导、作业实绩收集),工序质量控制和在线质量判定,设备的自动运转,实时处理是它的主要处理特征。

3.2.3 基础自动化系统(BAS)

基础自动化设备 PLC、DCS 等是执行级、直接控制机械设备、电气设备的运转和仪表回路的自动调节,即实现顺序控制和回路控制。

此外,作为检测设备和执行机构还有大量的一次仪表、检化验设备、称量机及电气传动装置。

3.3 整体产销管理系统 (L4)

1985 年 9 月投产 10 多年来,宝钢在生产管理、质量管理、营销管理、财务成本管理方面已积累了一定的经验。为满足三期建设的需要,加强市场竞争能力,宝钢已着手开发公司级的一、二、三期整体产销管理系统 (L4)。

该系统的目标是在满足产能平衡和市场需求的前提下,实现按用户合同组织生产,确保用户订货成品的质量、数量和交货期要求。同时充分考虑成本能力的最佳组合,采用“集中、一贯”的管理模式,力求整体优化。

系统开发的策略是:作出全面统一规划,以“三期”产销管理需求为主导,先集中力量开发三期生产单元的产销管理功能,并视一、二期设备改造的进程,逐个整合一、二期各生产单元的产销管理功能,最终形成宝钢统一的一、二、三期产销一体化管理系统。

该系统的主要功能是:销售管理、用户合同接收及处理、质量设计及材料设计、产能平衡计划、材料申请及余材充当、生产计划及作业计划编制、生产实绩及质量信息收集与分析、发货及成品出厂管理、财会管理等。

在 L1、L2、L3 级计算机系统具备动态、实时收集生产实绩并由 L3 与 L4 进行实时通信的基础上建立实时的完整的存货(在制品、半成品、成品)管理系统,以此为基础,实现实时的合同跟踪和生产计划的动态编制和调整,所以既有批处理又有实时处理的特征。

对一、二期生产单元的产销管理功能的整合,改变“孤岛式”区域计算机管理的模式,通过逐步将设备维修管理、铁水管理、废钢管理、运输管理及 OA 系统等向产销管理系统整合,按照宝钢现代化生产、经营模式,采用以网络为中心的计算机体系结构 NCC (Network Center Computing),建立一个现代化钢铁联合企业的产销一体化计算机管理系统。

3.4 计算机应用

公司已投运的 L2 和 L3 级计算机共有 72 台,由日本、德国、美国制造共约 13 种型号规格的过程控制机,其中铁区 12 台,钢区 8 台,轧区 52 台,以及用 35 套以太网联成局域网的约 1700 台微机。

随着三期工程二炼钢、二连铸、二热轧、二冷轧、电炉管坯连铸机的建设,还将有 50 余台计算机要陆续投入运行。其中,包括了作为整体产销管理系统作业环境的超大型计算机系统 IBM9672。

§4. 数学模型的建立与应用

4.1 建模方法

综合现有数学模型的建模方法,有以下几类:

- (1) 直接从工艺机理出发获得的理论模型;
- (2) 用数理统计方法建立的统计模型;

- (3) 通过实验测试的方法获得的识别模型;
- (4) 根据操作经验归纳而成的经验模型;
- (5) 利用上述 2 种或 2 种以上方法结合产生的混合模型。

宝钢炼钢以前的工艺单元,以化学反应和燃烧过程、凝固过程为主,生产过程变化比较缓慢,惯性较大,不确定因素多,有滞后现象,大多数模型是以热平衡和物料平衡原理为基础建立的。初轧以后的轧制工艺单元,工艺机理研究得比较深入,以物理变化为主,速度比较快,从而响应要快,大多数模型是以力学原理为基础建立的。当然各种加热炉的燃烧控制,温度预测计算例外。

4.2 使用的数学方法

数学模型所应用的数学工具,包括微分积分计算,线性非线性代数方程组求解,线性非线性常微分方程组求解,线性偏微分方程求解,回归分析、相关分析、逐步回归等概率论和数理统计方法应用,多项式逼近,曲线拟合方法,线性非线性最优化方法,有限元素法,边界元素法,多目标决策,模糊数学等。根据模型使用的数学方程式性质及模型的构造又有静态模型和动态模型之分。

4.3 采用的自动控制技术

自动化技术和数学模型结合,是计算机控制的基础,采用的自动控制技术包括:前馈控制、反馈控制、串级控制、比例调节、自学习自适应、通道识别、模式识别、人工智能、专家系统等。

4.4 运行方式

数学模型运行方式有两种

4.4.1 离线模型

数据一次性从外部载体或操作终端上取入,处理结果一次性算出后在终端的画面上显示或打印成报表,多数供操作指导和分析利用。模型处理任务的执行一般采用后台作业方式,任务的执行级别一般比较低。

4.4.2 在线模型

随着过程的变化,数据定时地或随机地从生产过程或操作终端取入,运算结果可以一次地或不断地向生产过程或操作终端输出,进行预报、操作指导或设定值控制。这种模型运算时间一般不能太长,任务的执行多数采用前台作业方式,任务的执行级别相对要高些。一般来说,结构比较复杂的在线模型软件均带有模型前处理任务和模型后处理任务,用于原始数据准备和模型计算结果的使用处理。

4.5 模型处理结果的使用形态

根据模型的输出结果可分为以下几种类型:

(1) 预测预报

预测被控变量的变化情况并显示出来;

(2) 作为操作指导

控制变量算出后显示出来供操作工参考,由操作工手动对基础自动化设备(BA)给出设定值;

(3) 直接用于设定值控制

调节变量算出后作为设定值, 计算机直接向基础自动化设备输出;

(4) 采用人一机协作体制

模型处理结果先在终端上显示, 并且可以修改. 操作工如认为合理可按确认键, 模型处理结果即原封不动地由计算机向外部输出. 操作工根据经验判断如认为要适当修改处理结果, 则可利用终端进行数据修改后按确认键, 修改后的数据即向外部输出. 这种方式适用于工艺机理比较复杂、生产过程的变化又比较缓慢的工艺对象, 有利于加入人的操作经验.

§5. 数学模型的特征分析与研究

过程数学模型是生产工艺过程的数学描述. 换言之, 就是用一系列数学表达式来描述被研究的实际过程的输入变量与输出变量之间的复杂关系. 工艺过程数学模型通常可以通过过程的机理分析或实验测试的方法获得, 前者称为机理模型或理论模型, 后者称为测试模型或识别模型.

机理模型常常是以过程的基本物理和化学定律为基础而获得的. 通常情况下, 由于工业过程内部的机理过于复杂, 应用分析的方法来建立模型是很困难的. 因此, 在实际应用中依靠测试的方法建立工业过程的模型是具有十分重要意义的建模方法.

据不完全统计, 在宝钢已投入运行的过程计算机系统中, 比较复杂、完整的数学模型约有 60 多个, 覆盖了原料、烧结、焦化、能源中心、高炉、炼钢、连铸、初轧、热轧、冷轧、钢管等各个工序.

过程的数学模型及其算法的制定问题, 是过程计算机控制的核心, 也是研究生产过程控制问题的一项重要工作. 然而, 随着检修时设备调整、原料和成品品种的变化以及操作条件的变化, 模型的维护及调整对于工业生产来说也是极为重要的.

利用以一定精度模拟过程运行规律的数学模型, 计算出生产过程各个控制参数的最优给定值或者最优给定的时变规律, 并且采用各种方式, 将这些控制参数调节到最优的给定值, 从而实现过程的最优控制. 最优控制参数的计算, 本质上是一个数学规划问题, 其模型是由一个目标函数(或泛函)以及表示特性与各种条件不等式组成的限制条件表达式来组成. 这类模型广泛应用在轧钢工艺. 宝钢的工艺设备已具备了实用模型所涉及的主要参数的检测技术, 从而使自适应自学习算法得以有效应用, 宝钢在板型控制、轧制厚度控制、宽度控制、燃烧控制和冷却控制等领域的数学模型研究方面已做了大量工作, 并取得了较好的成绩.

相比之下, 冶炼过程是一个复杂的工艺过程, 本身机理十分复杂, 还远远没有被人们充分认识. 而且, 这类过程往往受众多随机因素的干扰和影响, 因而难以建立精确的数学模型, 以满足闭环最优控制的要求. 同时, 这类过程的控制策略也有待进一步研究. 宝钢高炉冶炼采用了八个数学模型. 其中, 热风炉燃烧流量设定模型实现了整个燃烧过程的全闭环自动控制, 经济效益十分明显.

近年来, 世界各国把专家系统作为高炉控制自动化的重要研究课题, 一些高炉控制专