

Integrated Management Theory and Method for Complex Production Process

Based on the Perspective of Production Logistic Management in Steel Enterprise



复杂生产过程集成化管理 理论与方法 ——基于钢铁企业生产物流管理视角

薄洪光 刘晓冰◎著



科学出版社

013043637

F426.31
14

Integrated Management Theory and Method for Complex Production Process

Based on the Perspective of Production Logistic Management in Steel Enterprise

复杂生产过程集成化管理 理论与方法 ——基于钢铁企业生产物流管理视角



薄洪光 刘晓冰◎著

科学出版社

北京



北航

C1647178

内 容 简 介

本书从钢铁企业生产物流管理的视角,在现代集成制造管理思想基础上,以满足客户订单需求为目标,以业务流程优化为前提,以工序过程控制为核心,以信息技术平台为支撑,实现对生产过程、资源要素和业务运行的集成化管理。

本书在对钢铁生产过程物流管理的复杂性及研究现状、生产过程物流集成管理的必要性、钢铁生产过程物流集成管理的相关基础理论、钢铁生产物流流程特点及其物流集成管理体系进行深入探讨的基础上,详细讨论了集成管理体系下的物料清单技术、物流质量设计、物流工艺规划、物流计划管理和物流跟踪管理,最后,对钢铁企业生产过程物流集成管理的信息应用平台的系统需求、功能架构、系统建模、关键技术进行了分析,并介绍了作者参与开发的应用软件系统的实施成效。

本书可作为生产管理、管理科学与工程、系统工程等学科的教师、科研人员的参考用书,也可供相关工程领域的实践人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

复杂生产过程集成化管理理论与方法:基于钢铁企业生产物流管理视角 / 薄洪光, 刘晓冰著. —北京: 科学出版社, 2013

ISBN 978-7-03-037416-5

I. 复… II. ①薄… ②刘… III. 钢铁企业-生产过程-物流-生产管理-研究-中国 IV. F426.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 092567 号

责任编辑: 李 敏 吕彩霞 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 5 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2013 年 5 月第一次印刷 印张: 14 1/2

字数: 280 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

生产过程管理是有计划、组织、指挥、监督调节的生产物流活动，以最少的资源损耗，获得最大的产出成果，是对企业生产系统的设置和运行的各项管理工作的总称，又称为生产过程控制。生产过程管理的目标是：确保生产系统的有效运作，全面完成产品品种、质量、产量、成本、交易期和环保安全等各项要求；有效利用企业的制造资源，不断降低物耗，降低生产成本，缩短生产周期，减少在制品，压缩占用的生产资金，以不断提高企业的经济效益和竞争能力；为适应市场、环境的迅速变化，通过努力提高生产物流过程柔性，使企业生产系统适应多元化生产，能够快速地响应市场的需求变化。

现代企业正面临着生产过程自动化、产品结构多样化、物流组织柔性化、服务理念客户化、运营系统网络化以及市场视野全球化的市场经济环境挑战，其生产组织结构及生产运作过程均发生了深刻变化，传统的生产组织管理方法不再能够适应现代企业的生产制造模式，生产过程管理方法体系的探索和创新已迫在眉睫。企业必须创建一种以市场发展为导向，以知识、技术、产品、管理、体制创新为依托，以全方位、全过程生产物流管理为内容，以严格的管理制度和现代的管理方法为手段，以完备的质量管理体系为保障，以既定成本指标为考核标准，以企业全员参与为基础，借助生产制造过程自动化和信息化，对企业复杂生产过程实行动态化、集成化管理，以适应新经济时代下企业生存环境的变化。我国制造企业的生产管理模式正处于向集成制造转换的关键时期，要实现复杂生产过程的制造资源集成、业务流程集成和管理过程集成，必须深入分析企业在产品结构、工艺过程、制造资源、生产组织和物流监控等方面的复杂性和特殊性，以研究符合制造企业管理实践需求的生产过程集成管理理论和方法。

本书以制造企业生产过程管理实践为研究背景，基于钢铁企业生产物流管理视角，综合运用系统化、集成化管理思想，研究构建了复杂生产过程集成管理的理论框架和技术方法体系。全书共分为 9 章：第 1 章介绍了生产过程物流集成管理的必要性，讨论了复杂生产过程物流管理

的复杂性及存在的问题,阐明了复杂生产过程集成管理的运行模式和协同机理;第2章介绍了复杂生产过程集成管理的基础理论及其在钢铁行业中的应用情况,包括企业资源计划理论、精益生产理论、成组技术理论、约束理论和集成管理理论;第3章介绍了钢铁企业生产过程物流管理的流程及特点,具体分析了复杂生产物流过程中的质量管理、工艺设计、计划管理、物流跟踪等流程,讨论了钢铁企业复杂生产过程物流集成管理体系,包括钢铁企业生产过程物流管理的组织方式、钢铁企业生产过程物流集成管理的任务及其多维结构;第4章至第8章为复杂生产过程集成管理理论的关键技术,分别为物料清单多视图管理、生产质量设计、生产工艺规划、物流计划管理、物料状态描述及物流跟踪;第9章介绍了复杂生产过程物流集成管理支持系统在钢铁企业的应用案例,包括系统需求分析、系统建模、系统设计、系统体系结构及实施应用。

本书的思想精髓来源于作者从2004年开始承担的辽宁省某特钢集团有限责任公司、江苏省某钢铁集团有限公司、四川省某钢铁集团有限公司等企业生产过程集成化管理项目的研发实践。在长期的基金课题研究和企业项目实践过程中,作者得到了多位老师的无私帮助,他们分别是大连理工大学的马跃副教授、郝应光副教授、黄学文副教授、蒙秋男副教授、白朝阳老师,大连交通大学的黄明教授、阎长罡副教授、宋旭东副教授、李修飞老师、王宇春老师,大连民族学院的王万雷副教授、杨静萍老师、徐佳老师、周世宽老师,江苏科技大学的张浩副教授,安徽工业大学的潘瑞林副教授,大连大学的邱立鹏老师,青岛理工大学的孙永利老师,大连工业大学的王雅君老师,辽宁石油化工大学的王宏亮副教授,辽宁师范大学的王霄老师,东北财经大学的崔发婧老师。项目的研究成果是研究团队的集体智慧结晶,在此也向他们表示由衷的感谢。

在企业项目的研发和实施过程中,作者也得到了攀钢集团有限公司副总经理、四川江油长城特钢有限公司董事长刘宇高级工程师,东北特钢集团有限责任公司副总经理、总工程师董学东高级工程师,东北特钢集团副总工程师、东北特钢集团计控技术有限公司总经理张楠高级工程师,东北特钢集团大连信息技术有限公司总经理刘健、副总经理王继岩的工作支持,向他们表示衷心的感谢。

本书撰写过程中也参考了大量中外文资料,主要参考书目已经列在

书后。在此，谨向这些国内外作者表示由衷的感谢，对于可能遗漏的参考资料表示歉意。

在全书统稿过程中，作者指导的硕士生黄文秋和马晓燕付出了辛勤的工作，在此表示衷心的感谢。复杂生产过程集成管理是企业管理领域的热点研究问题，其理论、方法处于快速发展的阶段。由于作者的水平有限，书中的缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

薄洪光

2013 元旦于大连

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 生产过程物流管理概述	1
1.2 生产过程物流集成管理必要性概述	3
1.3 我国钢铁企业生产过程物流管理概述	8
1.4 复杂生产过程集成管理的机理与特征	16
第 2 章 复杂生产过程物流管理的相关基础理论	20
2.1 企业资源计划理论	20
2.2 精益生产理论	24
2.3 成组技术理论	28
2.4 约束理论	31
2.5 集成管理理论	36
第 3 章 钢铁企业生产过程物流的流程特点及其集成管理体系	41
3.1 钢铁企业生产过程物流流程	41
3.2 钢铁企业生产过程物流特点	41
3.3 钢铁企业生产过程物流的质量管理	44
3.4 钢铁企业生产过程物流的工艺管理	47
3.5 钢铁企业生产过程物流的计划管理	49
3.6 钢铁企业生产过程物流的跟踪管理	53
3.7 钢铁企业生产过程物流集成管理的组织方式	55
3.8 钢铁企业生产过程物流集成管理的主要任务	56
3.9 钢铁企业生产过程物流集成管理的多维结构	58
第 4 章 支持复杂生产过程集成管理的物料清单技术	74
4.1 钢铁产品生命周期数据模型	74
4.2 面向过程集成的钢铁产品结构数据模型	77
4.3 物料清单多视图过程集成技术	83
4.4 SR-BOM/MBOM 视图转换映射	94
4.5 钢铁企业 BOM 多视图集成管理模型	99

第5章 复杂生产过程集成管理体系下的物流质量设计	101
5.1 钢铁产品质量设计技术	101
5.2 钢铁企业组批质量设计方法	113
第6章 复杂生产过程集成管理体系结构下的生产工艺规划	124
6.1 钢铁企业生产物流的工艺流程特点	124
6.2 钢铁生产分层工艺信息模型及工艺数据集市设计	126
6.3 基于粗糙集的分层工艺知识发现方法	129
6.4 基于实例推理的生产工艺实例库设计	136
6.5 基于工艺实例检索网络模型及 SH-CBR 策略的工艺规划	137
第7章 复杂生产过程集成管理体系下的物流计划管理	145
7.1 钢铁企业生产过程物流集成计划管理模型体系	145
7.2 集团-基地级粗-较粗粒度物流计划模型	148
7.3 分厂-车间级较细-细粒度物流计划模型	150
7.4 钢铁企业生产过程物流计划的多粒度能力平衡	156
7.5 生产物流集成计划管理模型应用实例	163
第8章 复杂生产过程集成管理体系下的物流跟踪管理	166
8.1 钢铁企业物料工序状态描述	166
8.2 现有物料工序状态描述方法	167
8.3 基于生产批次的钢铁生产物料工序状态描述方法	168
8.4 钢铁企业生产过程物流跟踪模型	175
8.5 钢铁企业生产过程物流跟踪数据的转换方法	179
8.6 基于生产批次的物料工序状态描述方法应用实例	185
第9章 钢铁企业生产过程集成化管理支持系统的应用案例	188
9.1 案例企业生产过程物流管理概况	188
9.2 系统需求分析	192
9.3 系统建模	195
9.4 系统设计	204
9.5 系统体系结构	209
9.6 系统实施成效及问题总结	211
参考文献	216

第 1 章 绪 论

1.1 生产过程物流管理概述

1.1.1 生产过程物流的基本概念

生产过程物流是指原材料、零部件以及辅助材料投入生产后,经过下料、发料、配送到各个加工点或存放点,以在制品的形式在生产过程中流动,按照规定的工艺流程进行加工和存放,借助一定的运输装置,在某个点内流转,又从某个点流出,始终体现着物料实物形态流转的全过程。生产物流始于原材料的投入,止于成品入库,物料不是处于加工、装配状态,就是处于存放、搬运和等待状态,物料的实物形态和位置随着时间进程不断改变。

生产过程物流是企业物流的主体,它区别于供应物流、销售物流和回收物流的最大特点就是它与企业的整个生产过程共生。企业生产过程中,只有合理组织生产物流,才能使生产过程处于最佳状态。

按照生产操作对象的不同,生产过程物流的活动包括以下几个方面:

(1) 原材料物流:企业内部所需要的原材料(含零部件),从企业内部的供应仓库或者上游供应商直接供应到生产线的物流活动,或者是不同车间、工序、工位之间的物流活动。

(2) 半成品物流:生产过程中的半成品从上一道工序(或车间)到下一道工序(或车间)的物流活动。

(3) 成品物流:生产出的成品,从生产线到成品仓库或者直接到下游企业的物流活动。

(4) 回收物流:生产过程中的废弃物丢弃或再生所发生的物流活动。

此外,生产过程物流中伴随着信息和资金的流动。生产物流管理的内容就是以物流为核心,围绕信息流和资金流形成一套管理理论和方法体系,以实现生产过程中物流、信息流和资金流的科学规划、管理与控制。

1.1.2 生产过程物流的主要特点

(1) 生产过程物流是生产工艺过程的重要组成部分,生产过程物流优化的涉及面大。生产过程物流与生产工艺过程紧密联系在一起,它们之间有非常强的一

体化特点,几乎不可能出现像一般商业物流活动中那样物流完全独立和分离运行的状况。这是生产过程物流区别于其他物流最大的特点。这一特点决定了一旦企业的生产设施设备和生产工艺被确定,企业的生产过程物流便形成了一种相对稳定的物流活动模式,其可变性很小。因此,对企业生产过程物流的改进主要依赖于对复杂生产工艺流程及其生产组织过程的优化。

(2) 生产过程物流有非常强的“成本中心”的作用,实现生产的高附加价值。生产过程物流占用和消耗资源所产生的成本,是制造企业生产成本的一个重要构成部分,由于生产过程中物流活动频繁,且对生产成本的影响很大,因此,生产过程物流管理应充分考虑成本因素和指标。同时,生产过程物流的范围限制在企业内,其核心目标是为了保证产品生产。其他物流活动主要通过运输和存储创造空间价值和时间价值,相比而言,生产过程物流主要是在加工过程中实现作业增值,即实现生产的高附加价值。

(3) 生产过程物流是专业化很强的“定制”物流,必须完全适应生产专业化的要求,具有专门的适用性而不是普遍适用性,可以通过“定制”,取得较高的效率。生产过程物流的功能要素与社会物流有所区别。通常情况下,运输和存储是一般物流功能的主要要素,其他的功能要素为辅助性要素。因为企业的生产过程实际上是通过生产加工来改变物流的形态等属性,使其形成产品。所以企业生产物流中,生产加工是其主功能要素。

(4) 生产过程物流是小规模的精益物流。精益物流是精益思想在物流管理中的应用体现,其根本目的是消除物流活动中的浪费现象,要求以客户为中心、精细、准时、准确并快速反应(周根然等,2005)。生产过程物流只面对特定对象,其规模有限,并且在一定时间内规模固定不变,这样就可以通过实行准确、精密的策划与控制,实现生产物流管理的精益化(蒋丽,2011)。

1.1.3 生产过程物流管理的基本要求

生产过程物流的组织水平是影响生产效益的关键因素。如果生产过程物流的组织水平达不到基本要求,即使生产条件、生产设备再好,也不能顺利完成生产任务,更谈不上取得较高的经济效益。合理组织生产过程物流的基本要求包括以下几个方面:

(1) 连续性。指物料在生产制造中始终处于不停地流动状态,包括空间上的连续性和时间上的连续性。空间上的连续性要求生产过程中的各个环节在空间布置上合理紧凑,使物料的流程尽可能短,没有迂回往返现象。时间上的连续性要求物流在生产过程的各个环节中,自始至终处于连续流畅状态,没有或很少有不必要的停顿与等待过程。生产过程物流的连续性在保证生产过程连续的前提,有利于缩短产品的生产周期,减少在制品数量,加速流动资金周转。

(2) 平行性。指物料在生产制造过程中应实行平行交叉流动。平行是指相同的在制品同时在数道相同的工序上加工流动；交叉是指一批在制品的上道工序还未全批加工完成时，先将已完成的部分在制品转移到下道工序加工。平行交叉流动可以大大减少产品的生产周期。

(3) 节奏性。指产品在生产过程的各个阶段，即从原材料投入到最后完成品入库，都能保证按一定的计划（节拍）有节奏地进行，要求在相等的时间间隔内生产大致相同数量或稳定递增数量的产品，平稳地完成生产任务。实现生产物流过程的节奏性，有利于劳动资源的合理利用，减少工时的浪费和损失；有利于设备的正常运转和维护保养，避免因超负荷使用而产生难以修复的损坏；有利于产品质量的提高和防止废品大量的产生；有利于减少在制品的大量积压；有利于安全生产，避免人身事故的发生。

(4) 均衡性。指生产过程的各工艺阶段之间、各工序之间在生产能力上保持一定的比例以适应产品制造的要求。比例关系表现在各生产环节的人员数、设备数、场地面积、生产速率和开动班次等因素之间的相互协调和适应，所以比例是相对的、动态的。在日常的生产管理中，要加强计划管理，做好生产能力的综合平衡，采取有效措施，克服薄弱环节，保持各生产环节之间应有的均衡性。

(5) 适应性。指企业生产制造的灵活性和可调节性。当企业产品种类发生变化或需要改良时，生产过程应具有较强的应变能力，也就是生产过程应具备在较短的时间内由一种产品迅速转换为另一种产品的生产能力。物流过程也应同时具备相应的应变能力，与生产过程相适应。为了提高企业生产过程的适应性，企业可以采取各种先进的生产组织方式和方法，如流水线组织、混流生产组织、成组加工单元、柔性加工中心等。

1.2 生产过程物流集成管理必要性概述

20 世纪 70 年代以来，科学技术的发展日新月异。一方面，建立在高新技术基础上的生产高度自动化，以及现代集成制造系统（contemporary integrated manufacturing system, CIMS）的形成，改变了企业生产物流管理的体系结构。另一方面，以满足客户对产品多样化需求的多品种、小批量生产模式取代了传统的以追求“规模经济”为目标的大规模、大批量生产模式。因此，传统的生产物流管理模式已不能适应现代钢铁企业制造模式的发展要求，而以物料需求计划、制造资源计划、企业资源计划、制造执行系统、敏捷制造、柔性制造系统、精益生产、供应链管理、CIMS 为代表的先进制造模式以及工业工程理论应运而生。在新的形势下，生产过程物流管理与其他学科相结合是行业发展的正确选择和必然趋势。

1.2.1 生产过程物流管理模式的发展历程

生产过程物流与生产工艺流程同步,是从原材料购进开始直到产成品发送为止的全过程物流活动。物料是生产物流管理的核心对象,美国生产与库存管理协会(American Production and Inventory Control Society, APICS, 2005 年更名为运营管理协会)给出物料管理(materials management, MM)的概念为:物料管理集中了支持物流全过程的所有管理功能,从采购到生产物料,到所有在制品的计划与控制,到产成品的入库、发货和分销(Arnold, 2006)。企业生产过程物流管理也就是广义上的物料管理。

现代企业的生产过程物流管理理论大致经历了以下几个阶段的发展历程:

(1) 订货点法。20 世纪 40 年代初期,西方经济学家通过研究库存物料随时间推移的使用和消耗规律,提出了订货点的方法和理论,并将其运用于企业的库存计划管理。订货点法是根据历史记录和经验来估测未来的物料需求。这种方法对需求量稳定均衡的物料比较适用,但它不能很好地解决按物料真正的需求时间来订货的问题(周玉清等, 2008)。传统的库存管理方法,仅仅是彼此孤立地推测每项物料的需求量,而不考虑它们之间的联系,往往会造成库存积压和物料短缺同时出现的不良局面。

(2) 物料需求计划。20 世纪 60 年代中期,美国 IBM 公司的管理专家约瑟夫·奥利佛博士首先提出了独立需求和相关需求的概念,将企业内的物料分成独立需求物料和相关需求物料两种类型,并在此基础上总结出了一种新的管理理论——物料需求计划(material requirement planning, MRP)理论,并将此作为库存的订货计划,一般也称作时段式 MRP 或基本 MRP。MRP 理论和方法与传统的库存理论和方法有着明显的不同,其最主要的特点是在传统的基础上引入了时间分段和反映产品结构的物料清单(bill of material, BOM),较好地解决了库存管理和生产控制中的难题,即按时按量得到所需的物料。

(3) 闭环 MRP。尽管 MRP 在 20 世纪 60 年代中期就已出现,但直到 70 年代中期才在经济较发达的国家受到重视和广泛使用。然而在使用过程中,人们又发现了它的明显不足。很多管理专家对 MRP 的功能又进行了进一步的扩展,提出了能力计划概念。在 MRP 系统的基础上增加能力需求计划和执行计划情况的反馈,形成了具有环形回路的 MRP。

(4) 准时生产方式。20 世纪 60 年代日本丰田汽车公司实行准时制生产方式(just in time, JIT),这种方式对丰田公司渡过第一次能源危机起到了突出的作用,并逐渐在欧洲和美国的日资企业及当地企业中推行开来。这一方式是由日本人发明的适用于精益生产(lean production, LP)的管理技术,而被西方企业称为“日本化模式”。近年来, JIT 不仅作为一种生产方式,也作为一种通用管理模式

在物流等领域得到推行。

(5) 制造资源计划: 在 20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 有关专家在闭环 MRP 的基础上加入企业的长远经营规划及企业的财务会计职能即形成了一种新的管理理论——制造资源计划, 其英文全称为 “manufacturing resource planning” (田肇云, 2006)。由于其英文缩写与物料需求计划 (MRP) 相同, 为便于区别, 而将制造资源计划称为 MRPII。

(6) 企业资源计划: 随着市场竞争的进一步加剧, 企业竞争空间与范围进一步扩大。20 世纪 80 年代 MRPII 主要面向企业内部资源全面计划管理的思想, 逐步发展成为 90 年代的整体资源有效利用和综合管理的企业资源计划 (enterprise resource planning, ERP) 理论, 以及随之出现的制造执行系统 (manufacturing execution system, MES)、敏捷制造系统 (agile manufacturing system, AMS) 等。ERP 是高度集成的信息系统, 实现了资金流 “财务账” 同物料流 “实物账” 的同步和一致 (孙明贵和邵建平, 2005)。

(7) 约束理论: 20 世纪 80 年代, 以色列籍物理学家和企管大师 Eliyahu Moshe Goldratt 创立的一种基于 “约束” 的管理理论。随后约束理论在美国企业界得到广泛应用, 90 年代后逐渐形成完善的管理体系。美国 APICS 非常关注约束管理 (theory of constraints, TOC), 并专门成立了约束管理研究小组。该小组认为: TOC 是管理理念与管理工具的有效结合, TOC 通过逐个识别和消除企业在实现其目标过程中现存的或潜伏的制约因素——约束, 使企业的改进方向和改进策略明确化, 从而达到帮助企业更有效地实现其目标的目的。

1.2.2 我国生产过程物流管理的主要缺点

近年来随着网络技术对企业生产的影响扩大, 计算机集成制造与大批量定制 (mass customization, MC) 的结合, 使得现代生产过程物流管理模式呈现出明显的集成化、敏捷化、智能化、网络化的特点 (顾新建和李晓, 2003)。企业与顾客直接联系, 顾客将参与产品设计, 或直接下订单给企业进行定制生产, 企业将产品直接销售给顾客。集成制造、敏捷制造都离不开信息技术的支持。

美国、欧盟等许多国家已将先进生产物流管理模式作为企业提升其核心竞争力的重要措施, 依托信息化技术实现优化管理, 具体表现在以下几个方面:

(1) 生产物流过程控制集成化。美国 AMR (Advanced Manufacturing Research) 公司提出的制造业三层 ERP/MES/过程控制系统 (process control system, PCS) 体系结构模型, 解决了生产物流过程控制系统与生产管理、经营决策计算机系统 (ERP) 彼此独立的问题, 使生产过程物流管理中的信息集成更加有效。实现了整个企业从采购、销售到出厂、财务的生产物流闭环控制和闭环管理。

(2) 生产物流过程整体信息化。随着计算机和网络技术的普遍运用, 企业内

部借助于计算机集成制造系统实现各种生产物流信息的共享,借助于计算机集成过程系统实现单元加工过程的智能化,从而实现了物流可控、计划可控、人员可控、质量可控,为企业的生产经营决策提供有效支持。

(3) 完善的客户关系管理体系。典型的如台湾中钢集团推出“上下游客户联机系统”,供客户以电话拨号接入方式,连接企业计算机系统,查询订单、生产、货款、出货、品保、销货等资料。该企业现已建立了一整套 ERP 系统,形成了完整的资金流、物流和信息流。在资金流方面,中钢实现全部在网络上提供电子信用证;在物流方面,中钢不再只注重在厂内的物流,原料的物流、废品的物流、成品的物流等,还通过协同物流管理模式构建完整的客户关系管理体系。从订货合同—生产计划—作业计划—出厂计划的关键路径,企业集成了全流程的质量管理和财务成本管理,建成了综合营销系统,使薄板合同交货期大大缩短,把企业物流管理信息化的效益从隐性提升为显性,并提高了客户的满意度。

(4) 重视数据管理,数据贯穿于产品整个生命周期的设计、生产和物流管理过程。敏捷制造、集成制造的关键是强化数据管理,经过多年经验的积累,企业形成了完备的设计、生产、管理数据体系,并有数据仓库支持数据分析。工程计划管理完全依靠工时、物料主文件等一系列数据计算生产能力,进行整个生产过程物流中制造资源的动态平衡。企业的设计部门为生产部门提供系统完整的生产管理数据,生产现场在生产过程数据搜集的基础上,进行一体化的生产计划调度以及物流控制和质量控制。企业通过规范化的信息反馈渠道形成有效的数据管理循环,从全局的角度在确保信息资源共享的前提下完成数据定义、数据结构设计和数据字典的建立,从而建立起以先进的信息技术为手段的现代化的钢铁企业物流管理模式和适应知识经济的企业信息资源平台 (Subhash and Hiung, 1995)。

随着经济和客户需求的变化、企业国内外竞争环境的加剧,我国很多生产制造企业也已经认识到先进的制造管理以及信息化进程下生产物流管理模式的重要性。河北钢铁集团邯郸钢铁集团有限责任公司(简称邯钢)从 2005 年开始实施钢铁信息化管理改造项目,基于生产物流管理技术构建整体信息平台,完成财务、销售、生产、质量、人力资源管理、项目管理、客户关系管理和供应商管理等模块的实施,全面优化生产物流管理模式,实现准确的交货承诺,同时充分利用数据挖掘技术,建立起企业战略管理决策的支持系统(刘淇,1996)。但目前,多数企业管理信息化仍然处于部门级信息系统的应用,信息孤岛现象严重,生产物流信息协同性差,主要体现在:

(1) 尚不能全面使用信息技术动态掌握生产物流情况并提供分析。没有及时准确地控制、分析生产过程中的工时消耗、物料消耗、生产进度和生产扰动等情况,导致设备和人员的工作计划不合理,时紧时松,设备和人员出现突发事件,使生产处于失控状态;库存时而积压、时而短缺;车间在制品存量居高不下;零

部件的配套性差；采购提前期长；部门协作差，尤其是在多地点生产和经营时，部门间信息传递速度太慢，经常失真；不能迅速对客户订单交货期、客户或分销商的个性需求及时做出反应。

(2) 信息化应用的重点仍然集中在解决技术和工程问题上。我国的生产制造企业一直以来都非常重视对新产品的开发研究、工序的改进、加工或组装技术以及加工设备的更新，而与此相关的生产线的设计、车间内部合理的布置、物料的存储及流动、对订单的反应、库存控制等方面，却很少受到关注，因而车间在制品、原材料的存量往往会居高不下，给企业的生产经营带来很多连锁反应。企业虽然有了先进的制造系统和装备，却以传统的观念和模式来运行，不能有效地促进管理体制创新、生产物流模式创新，没有充分发挥信息化在集成制造中应有的效益。

(3) 企业制造资源优化配置技术的应用仍处于较低水平。企业的生产管理和物流协调仍以现场调度为主，缺少资金流、物流和信息流等制造资源之间连接和信息交换的平台，经常出现“资源孤岛”。满足敏捷制造、集成制造、精细化管理要求的生产物流信息系统研究和应用尚处于初级阶段，不能为企业提供完整的解决方案以协调不同组织的制造资源，无法实现评测和动态优化。

(4) 数据管理系统不健全。产品设计、制造、管理等部门之间没有统一的数据结构设计和数据字典，例如，设计部门不能提供系统完整的生产物流管理数据，生产部门无法准确获得采购部门订单的执行信息，采购部门无法及时掌握全部产品配套件的缺件信息，诸如路线单之类的抄写工作量大等。企业没有规范的数据反馈渠道，导致数据传递速度慢，经常失真，信息化制造技术效能远未发挥。

1.2.3 生产过程物流集成管理的优势

集成化生产过程物流管理模式不同于传统的制造执行系统模式，它更加强调生产过程物流的协同与优化，体现了横向一体化与垂直一体化相结合的运作内涵。集成管理的关键是通过准确、详细、及时的信息采集，实现设计、生产、管理等部门之间的信息集成和共享，来满足生产过程物流中各系统以及相关人员的实时需求。它将生产能力、产量、时间表和产品质量等信息直接显露于供应链之中，这样就能更实时、全面地反映实际生产情况，辅助企业制定准确、动态的生产物流计划。

生产过程物流集成管理从支持过程集成的角度出发，面向产品全生命周期，在 BOM 多视图集成管理技术基础上，利用各分系统间的 BOM 数据相互关联、依赖关系，在这些相异的系统之间建立统一的数据组织核心。通过将工艺过程、计划过程、生产过程、物流过程、质量过程协同集成，综合考虑“人员-机器-物

料-方法-环境-检测”多方面因素实施一体化管理,按照订单的动态需求约束和生产与物流衔接约束制定的生产作业计划具有较高的可行性和敏捷性;将质量计划、检验判定、质量分析过程管理与制造过程管理和物流管控过程相互融合,对计划及时做出调整,弥补了手工调整应对不及时的缺陷,能够有效提高订单的准时交付率和产品质量,降低库存和生产成本。同时,生产物流集成管理主张普通员工、管理团队和企业自身协同起来,确保企业中的每个个体都能理解并服从企业的战略决策和经营目标,并且激励其去实现、完成具体工作任务。

生产过程物流集成管理基于先进制造管理技术手段,能够将地理上分散的本企业和跨企业的设计、工艺、生产、管理、信息等制造资源集成起来,使实体企业能以动态组织的方式,达到各类制造资源的融合与优化运行,实现企业的生产过程物流协同和快速响应客户需求(中村实和正田耕一,2000)。因此,集成管理模式是生产过程物流管理变革的一次尝试和探索,在信息技术飞速发展的今天,这种创新已经成为可能,这也将对生产过程物流管理实践产生积极的影响。

1.3 我国钢铁企业生产过程物流管理概述

所谓钢铁企业生产过程物流是指从投入铁矿石或废钢、生铁、铁合金等主要原材料开始,经过炼铁、炼钢、铸锭、轧钢和表面精加工等生产工序形成产品,一直到产品进入成品库存待销售为止,这一过程中形成的原材料、半成品、产成品等物料在企业内部流转的物流活动。

钢铁企业的生产物流是化学加工与物流加工相混合的长流程生产模式,呈现出多段生产、多段运输、多段存储特点。钢铁生产过程中工序多且形式不一,并伴有多种原料进出,各生产节点的物资流量大。产品在不同工序中所要求的环境温度、成分也不相同,而且在不同工序的加工处理时间也截然不同。各工序间和工序内部实现物流衔接的运输工具也有多种形式,天车运输、台车运输、汽车运输和火车运输等构成钢铁生产过程中复杂的运输系统网络,并具有严格的时间和空间限制。因此,钢铁生产物流在宏观上表现为多生产工序的串并联物流网络,微观上则表现为多工位的连续和离散相混合的时序队列网络。所以钢铁生产过程物流管理是一个复杂系统,必须运用科学的理论和方法来实现对钢铁生产复杂物流系统的分析和研究,以更好地解决钢铁生产流程中各工序之间存在的时间平衡、温度平衡及资源能力和物流能力平衡的问题。

1.3.1 钢铁企业生产过程物流管理的复杂性

钢铁企业的生产过程物流管理是一个复杂的大系统,涉及钢铁产品生产制造流程中的各个子系统。钢铁生产过程物流管理的复杂性主要表现在以下方面:

(1) 钢铁产品结构的复杂性。钢铁产品种类繁多,产品结构是典型的“分解型”结构。钢铁产品按照大类可分为管、板、型、卷、线五种类型,具体还可以按照化学成分、钢的品质、冶炼设备、钢的用途、制造工艺等属性划分出多种类别。现代钢铁行业多是面向订单生产,由于客户订单需求的个性化和日益激烈的市场竞争,使钢铁产品在钢号、标准、形状、规格、附加检验、加工用途、交货状态等属性上存在很大的差异,钢铁产品结构也处于不断调整的状态,更加剧了钢铁产品结构的复杂性。

(2) 物流过程的复杂性。钢铁行业属于典型流程制造业,其生产过程是一个连续与离散生产相混合的作业过程,工艺路线相互交错,又具有明显的工艺阶段性。钢铁生产过程工艺流程长、工序多、设备复杂、工序之间衔接紧凑,是一个高温、高能耗、物流量巨大的加工过程。在生产过程物流管理中,既要把握生产物流的连续性、平行性、节奏性,又要兼顾物流的比例性和适应性等。钢铁生产具有鲜明的阶段性,且连续与离散生产阶段混杂交替,各工序的工艺要求和控制方法相差较大,这些均增加了钢铁生产过程物流中组织和管理的难度。

(3) 制造资源的复杂性。钢铁行业制造资源的范围很广,资源的配置和管理贯穿于钢铁产品形成的全过程,以钢铁生产工艺为依据,以产品形成过程的数据信息为媒介,把钢材销售、物资供应、工艺规划和生产加工等业务过程有机地融为一体。钢铁企业制造资源的管理过程不仅要考虑产品资源信息,还必须充分考虑体现生产流程特征的作业资源信息和反应生成过程资源消耗特征的产能资源信息。

(4) 生产组织的复杂性。钢铁企业的生产组织是一个极为复杂的工业生产调度问题。生产物流计划的层次性、生产物流计划的一体化编制、生产物流计划的多目标约束性,以及生产物流过程中的随机性等,都使得钢铁企业生产过程的组织更加复杂。

(5) 物流监控的复杂性。钢铁企业生产过程物流管理中,工艺流程和物料属性复杂多变,而且受生产过程中的异常扰动和设备能力限制等,经常出现物料分流、汇合或倒流现象。这使得钢铁生产过程中物料质量的标识和可追溯性变得困难,从而使生产物流的监控变得复杂。

针对钢铁企业生产过程物流管理的复杂性,必须实施科学的钢铁生产过程物流集成管理方法,实现钢铁企业生产过程物流的精细化管理,以及制造过程中的人力资源、信息流、物流和价值流的有机集成和优化运行,才能提高企业的快速应变能力和综合竞争能力。

1.3.2 钢铁企业生产过程物流管理现状分析

目前,钢铁制造技术较先进的国家主要有美国、德国、日本、韩国等,其不