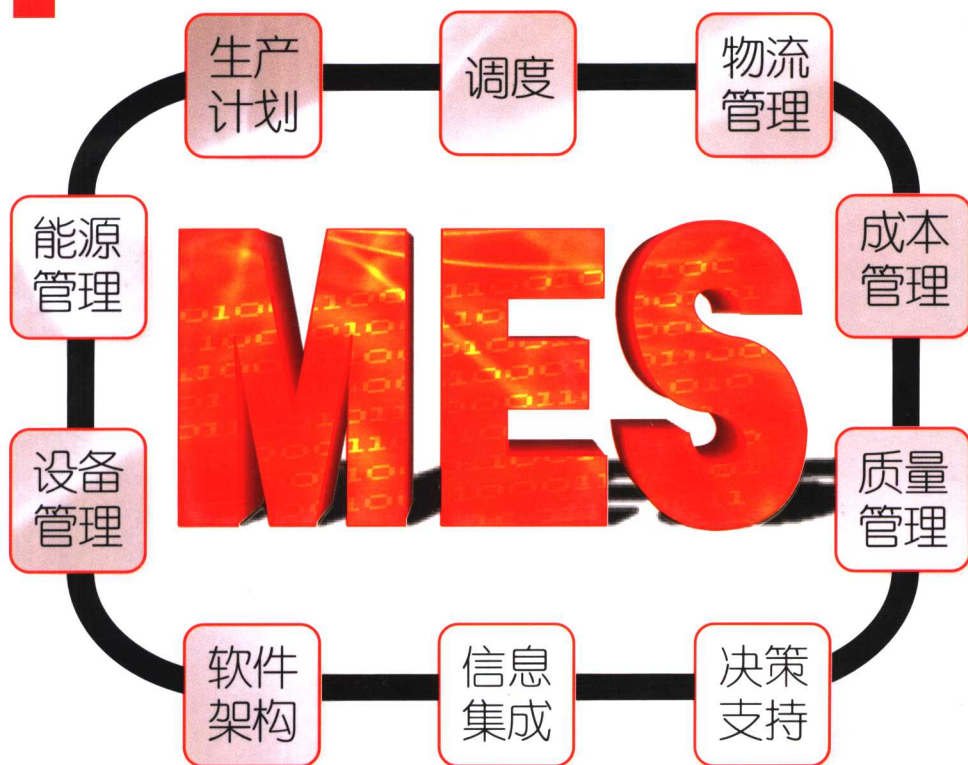


# 流程工业



# 制造执行系统

孙彦广 陈靖屏 编著



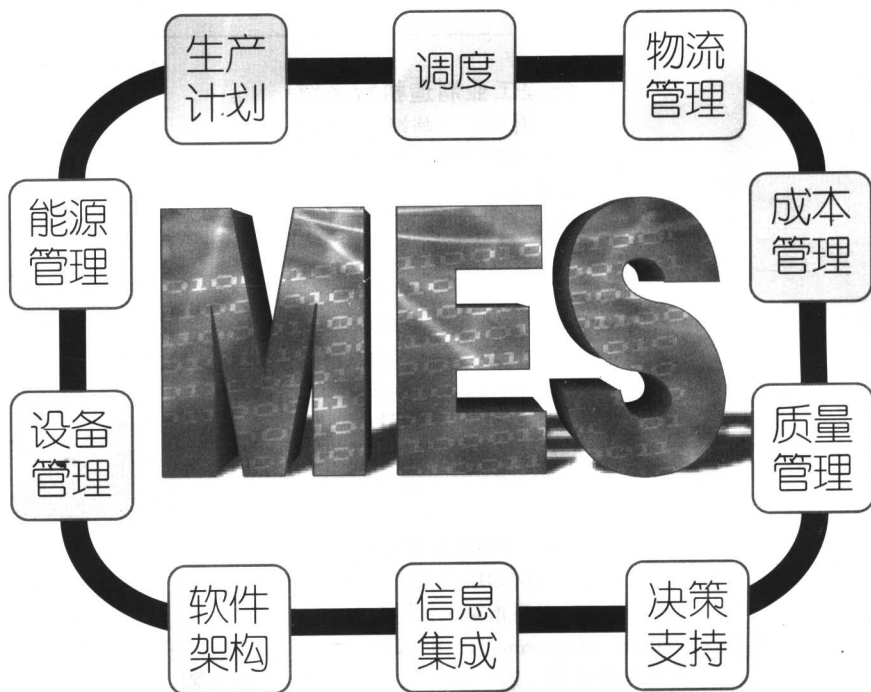
化学工业出版社  
工业装备与信息工程出版中心

# 流程工业



# 制造执行系统

孙彦广 陈靖屏 编著



化学工业出版社  
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

流程工业制造执行系统/孙彦广, 陈靖屏编著. —北京:  
化学工业出版社, 2006  
ISBN 7-5025-8986-4

I. 流… II. ①孙…②陈… III. 制造业-工业企业  
管理-计算机管理系统 IV. F407.406-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071067 号

---

**流程工业制造执行系统**

孙彦广 陈靖屏 编著

责任编辑: 宋 辉 刘 哲

责任校对: 李 林 宋 夏

封面设计: 尹琳琳

\*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行  
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 15¼ 字数 271 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8986-4

定 价: 38.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换



## 前言



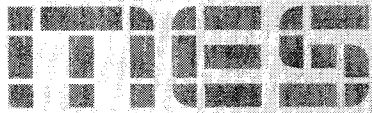
流程工业包括石化、冶金、化工、制药、造纸、食品加工等在国民经济中占主导地位的行业，其特点是以处理连续物料流、能量流为主，产品多以大批量的形式生产出来，与离散制造工业有显著不同。流程工业是一个非常巨大的产业，在产业中占据重要的地位，是国民经济发展中极为重要的基础支柱产业。在知识经济时代的 21 世纪，作为传统工业的流程工业将仍然是经济发展的重要支柱产业。

随着全球经济一体化的发展，21 世纪的制造企业面临着日益激烈的国际竞争，企业在获得极大发展空间的同时也承受着威胁与挑战。最终构成企业核心竞争力的要素都体现在企业所提供的产品上，体现在产品的质量、价格和交货期上。哪个企业的产品质量好，价格低，又能迅速进入市场，并且不断适应市场的变化，它在竞争中就能取胜。生产制造管理作为形成产品的主要过程，是影响产品质量、成本和交货期的决定因素，它必然是构成企业核心竞争力的关键内容。而制造执行系统（MES）则是提高企业生产制造管理能力的行之有效的的重要手段。

近年来，国内流程工业企业逐步认识到 MES 的价值，进行了很多相关研究开发和工业应用，取得了可喜的成果，然而目前关于流程工业 MES 的书籍很少见到。因此很有必要在我国信息化带动工业化的趋势下，针对目前流程工业信息化的现状与需求，编写一本关于流程工业 MES 的书籍。

本书较系统地介绍了 MES 的由来和发展，流程工业 MES 各种功能，相关的管理理论与方法，MES 关键技术和实施问题，并结合实例介绍了流程工业 MES 应用。

全书共分为 10 章。第 1 章介绍 MES 的基本概念、由来和发展，流程工业 MES 的特点。第 2~7 章分别介绍了流程工业 MES 的生产计划与调度、



## 前言

物流管理、质量管理、成本管理、设备管理和能源管理等主要功能，并介绍了相关的管理理论与方法，第8章介绍了流程工业制造执行系统的关键技术，第9章介绍了流程工业制造执行系统的实施问题，第10章结合具体实例介绍了流程工业制造执行系统的产品和应用。另外，本书还配有光盘，演示MES软件(AriMES V1.0)的使用。

本书由孙彦广和陈靖屏编写。孙彦广编写第2章、第3章、第5章、第6章、第7章、第9章、第10章，陈靖屏编写第1章、第4章、第8章。书中素材汲取了冶金自动化研究设计院AriMES研究成果，参加研究开发的有刘晓强、张强、顾佳晨、王纪韶等同志，在此表示感谢。

流程工业MES是一个综合系统工程，涉及管理学、运筹学、自动化和信息化技术及流程工业等行业知识，内容丰富，需要进一步研究的内容很多，希望本书的出版能起到抛砖引玉的作用。由于作者水平有限，书中不妥之处，敬请专家和读者指正。

编著者  
2006年6月



## 第

## 1 章 绪 论

/1

1.1	生产管理概述 .....	3
1.1.1	生产系统概念 .....	3
1.1.2	生产类型 .....	5
1.1.3	生产管理概念 .....	7
1.1.4	生产管理的作用和意义 .....	8
1.1.5	生产管理学的特征 .....	9
1.2	制造执行系统 (MES) .....	12
1.2.1	MES 定义与由来 .....	12
1.2.2	MES 发展 .....	13
1.3	流程工业 MES .....	20
1.3.1	流程工业 MES 特点 .....	20
1.3.2	流程工业 MES 主要功能 .....	22

## 第

## 2

## 章 生产计划与调度

/25

2.1	生产计划 .....	27
2.1.1	生产计划体系 .....	27
2.1.2	生产计划的内容与主要指标 .....	31
2.1.3	生产计划工作的要求 .....	33
2.2	生产总体计划 .....	34
2.2.1	生产总体计划概述 .....	34

2.2.2	生产总体计划的编制 .....	35
2.2.3	生产总体计划编制的方法 .....	38
2.3	主生产计划 .....	39
2.3.1	主生产计划概述 .....	39
2.3.2	主生产计划的制定 .....	40
2.4	作业计划 .....	42
2.4.1	生产作业计划概述 .....	42
2.4.2	期量标准 .....	47
2.4.3	生产作业计划的制定 .....	52
2.4.4	作业排序 .....	53
2.5	生产运作控制 .....	56
2.5.1	生产运作控制的概念 .....	56
2.5.2	生产作业控制的基本内容 .....	59
2.5.3	生产作业控制的方法 .....	62
2.6	流程工业生产计划与调度 .....	63
2.6.1	流程工业生产计划与调度的特殊性 .....	63
2.6.2	流程企业计划调度技术发展方向 .....	64
2.7	计划调度实例 .....	71
2.7.1	生产订单 .....	71
2.7.2	生产计划 .....	72
2.7.3	生产协调 .....	74

## 第 3 章 物流管理

/75

3.1	概述 .....	77
3.2	物流跟踪 .....	79
3.2.1	物流跟踪信息和功能 .....	79
3.2.2	物流跟踪实例 .....	80
3.3	物流平衡 .....	84
3.3.1	基于物料状态的平衡 .....	84
3.3.2	基于加工过程的平衡 .....	85
3.3.3	综合平衡 .....	86
3.4	库存管理 .....	86
3.4.1	库存管理功能 .....	86

3.4.2	库存管理实例——钢卷库管理	88
3.5	MES 物流管理对 ERP 的支持	91
3.5.1	MES 物流管理对 ERP 物流管理的支持	91
3.5.2	MES 物流管理对 ERP 财务管理的支持	91

## 第 4 章 质量管理 /93

4.1	概述	95
4.1.1	质量管理的发展	95
4.1.2	管控一体化系统中的质量功能	96
4.1.3	质量管理方法	98
4.2	质量控制常用数理统计方法	98
4.2.1	分层法	98
4.2.2	调查表法	99
4.2.3	散布图	99
4.2.4	排列图	99
4.2.5	因果分析图	100
4.2.6	直方图	101
4.2.7	控制图	103
4.3	质量改进	104
4.3.1	质量改进的含义	104
4.3.2	质量缺陷的类型及其对策	105
4.3.3	质量改进的一般方法	106
4.4	产品质量模型与质量分析优化方法	109
4.4.1	产品质量模型化的主要方法	109
4.4.2	产品质量优化方法	111
4.5	质量管理功能的实现	115

## 第 5 章 成本管理 /119

5.1	MES 中的成本概念	121
5.1.1	按经济用途的成本分类	121



5.1.2	按成本性态分类	122
5.1.3	标准成本	123
5.2	成本控制方法	124
5.2.1	标准成本控制法	124
5.2.2	目标成本控制法	127
5.2.3	价值工程成本控制方法	130
5.2.4	责任会计制度	132
5.2.5	质量成本控制	135
5.2.6	作业成本管理	138
5.2.7	全面成本管理	140
5.3	MES 成本管理有关问题讨论	141
5.3.1	MES 成本管理主要功能	141
5.3.2	成本信息的质量特征	143
5.3.3	成本计算的变动成本法和完全成本法	143
5.3.4	成本控制方法的选择	144

# 第 6 章 设备管理

/145

6.1	设备管理概述	147
6.1.1	设备管理的意义	147
6.1.2	设备管理的任务	148
6.1.3	设备管理的特点与内容	148
6.1.4	设备综合工程学	150
6.1.5	设备的合理使用	151
6.2	设备维修	153
6.2.1	设备的磨损规律	153
6.2.2	设备磨损的补偿方式	155
6.2.3	设备的维护和修理	156
6.2.4	设备维修制度	158
6.2.5	全员生产维修	161
6.2.6	重点设备管理	163

6.3 设备管理主要功能 .....	165
--------------------	-----

## 第 7 章 能源管理 /167

7.1 概述 .....	169
7.2 能源管理功能和结构 .....	169
7.3 能源管理解决方案 .....	172
7.3.1 能源监控子系统 .....	172
7.3.2 能源计划调度子系统 .....	173
7.3.3 能源分析管理子系统 .....	177

## 第 8 章 制造执行系统关键技术 /181

8.1 MES 系统软件结构与架构 .....	183
8.1.1 MES 软件功能层次 .....	183
8.1.2 MES 软件架构 .....	184
8.1.3 MES 软件集成平台 .....	185
8.2 流程工业 MES 信息集成 .....	187
8.2.1 MES 信息集成主要内容 .....	187
8.2.2 MES 信息集成机制 .....	188
8.2.3 数据管理技术 .....	189
8.2.4 MES 信息集成标准研究 .....	194
8.3 流程工业 MES 决策支持技术 .....	195
8.3.1 决策支持系统概念 .....	196
8.3.2 决策支持系统结构 .....	197
8.3.3 制造智能技术 .....	202

## 第 9 章 制造执行系统实施 /205

9.1 制造执行系统需求分析 .....	207
9.1.1 从企业制造执行能力角度确定需求 .....	207

9.1.2	从市场竞争和价值链角度确定 MES 功能 .....	208
9.2	MES 实施阶段 .....	210
9.2.1	MES 发展阶段 .....	210
9.2.2	MES 实施阶段 .....	211
9.2.3	MES 软件生命周期 .....	212
9.3	MES 项目实施原则和方式 .....	213
9.4	充分发挥 MES 效益的保证要素 .....	214

## 第

# 10

## 章 流程工业制造执行系统应用实例 /217

10.1	冶金制造执行系统(AriMES)简介 .....	219
10.2	AriMES 主要功能 .....	220
10.2.1	计划调度 .....	220
10.2.2	质量管理 .....	221
10.2.3	生产成本管理 .....	222
10.2.4	设备管理 .....	224
10.2.5	能源管理 .....	224
10.2.6	库存管理 .....	225
10.2.7	绩效考核 .....	225
10.2.8	工厂信息门户 .....	226
10.3	技术特点 .....	227
10.4	应用实例 .....	228
10.4.1	系统功能 .....	229
10.4.2	系统运行环境 .....	231
10.4.3	系统接口 .....	232
10.4.4	主要效益 .....	233
	参考文献 .....	234



# 1

## 第1章 绪论



- ★ 1.1 生产管理概述
- ★ 1.2 制造执行系统 (MES)
- ★ 1.3 流程工业 MES



# 1.1 生产管理概述

## 1.1.1 生产系统概念

系统是由两个或两个以上相互关联又互相制约的要素组成的、具有特定功能的有机集合体。生产系统是指与实现规定的生产目标有关的生产单位的集合体，是一个人造的、开放的、动态的系统。

国际生产工程学会（CIPP）将生产系统定义为：“生产系统是生产产品的制造企业的一种组织体，它具有销售、设计、加工、交货等综合功能，并有对其提供服务的研究开发功能”。新概念下的生产系统如图 1-1 所示，由六个部分组成：供应商、用户、输入、变换、产出和管理。

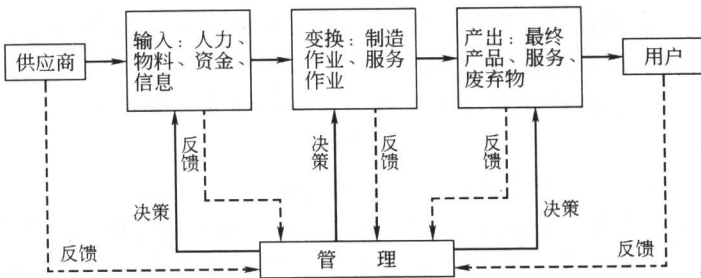


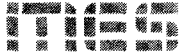
图 1-1 生产系统

### (1) 输入——资源要素

**人力。**人力是具有一定智力和体力的劳动者，是生产管理系统的主体要素，其数量和整体综合素质是企业生产的根本。人力资源的管理经常采用正反馈的激励模式。

**物料。**物料包括设备、材料、工具、土地、能源与技术等，是该系统的物质基础，是企业的劳动手段和劳动对象，它们既制约着产出的规模，又制约着产品的品种、质量和成本。

**资金。**它的数量、构成、周转速度等要素直接影响到企业生产的活动能力，企业需要的是合理地占有资金、灵活地支配资金和经济地利用资金，以确



保企业生产活动的顺利进行，借以提高企业与社会的整体效益。

信息。信息泛指市场/顾客的需求、政策与法规、计划、图样、标准、方法、制度、规程、凭证与记录等，是企业生产系统的“神经中枢”，既是管理的依据，又是管理的手段。

(2) 变换——转化过程

这个过程既是劳动过程，也是管理过程；既是物质变换过程，也是价值增值过程；是人力、物力和财力等资源消耗的过程。因此，必须采取最为经济合理的方式设计这个过程，并对整个过程进行周密计划、协调、监督与控制，突出效率与效益观念。

(3) 产出——产品和服务

无论是有形的产品还是无形的服务，都必须“在需要的时候，以适宜的价格和适宜的品种，向顾客提供具有适当质量的产品和服务”。例如废弃物的输出受到社会和政府的监督和制约，是目前国际上清洁生产与绿色供应链中讨论的热点和难点。

(4) 管理——指挥和控制组织的协调的活动

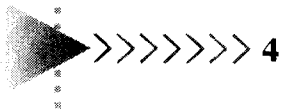
管理是通过对生产系统的战略决策的计划、组织、指挥、实施、协调和控制等活动，实现系统的物质变换和价值变换的过程。管理需要善于利用负反馈原理发现生产系统运行过程中出现的新问题，并查明原因，制定对策，采取措施，予以解决，实现对生产管理系统中输入、变换和产出过程的监督与控制。

(5) 供应商——生产要素的生产者和供应者

过去，生产厂家总是认为，供应商与生产厂家之间只是以价格或合同为基础的委托与被委托关系，否认它们是生产系统的组成部分。但在当今的环境下，供应商能否按时制造和交付质量合格的材料和零部件，对所有后续活动有着重要影响。因而，生产厂家现在已把他们视为生产系统中的一部分，与他们建立起相互信赖和利益共享的长期合作关系。在这样的关系下，供应厂商按生产厂家的日程计划供应物料，甚至参与产品的开发和设计过程，共同努力缩短产品生命周期。

(6) 用户——生产系统中企业产品需求信息提供者

过去生产厂家只按自己的设想来开发产品，往往使产品不符合用户的需要而导致失败。今天，生产厂家认识到，用户信息的输入和反馈，对企业进行产品的设计和改进行都是极其重要的。于是，把用户作为生产系统的组成部分，花费极大的努力进行市场研究，充分了解用户的需要，并利用这些信息进行产品的设计和生，已成为管理工作的重要组成部分。



## 1.1.2

### 生产类型

不同的企业生产的产品不同，生产过程也往往有着很大的差异。在这些表面差异的背后，是否有着内在的一致性，从而使决策者能够抓住企业生产管理内在的客观规律，实施分类管理。一般来讲，根据不同的分类标准，可以把生产类型进行如下分类。

#### 1.1.2.1

##### 按生产性质分

###### (1) 物质生产型（制造业）

物质生产型企业的生产过程是通过将生产要素输入，经物理变化、化学变化，转化为有形产品输出的过程。对物质生产部门而言，生产活动的涵盖范围随着生产系统的前伸和后延也大为扩展。生产系统的前伸是指生产系统在以市场为导向的同时，已将其功能扩展到战略制定、产品创新设计，与资源的供应合为一体。生产系统的后延是指企业的生产职能已扩展到产品销售和售后服务方面，包容了服务过程。

###### (2) 劳动服务型（服务业）

劳动服务型企业的产出不是物质产品，而是无形的产品“服务”。按照与顾客直接接触的程度，可以将服务业划分为：①纯服务业；②准制造业；③混合型服务业。

混合型服务业是指性质和内容介于纯服务业和准制造业之间的各种服务业。为了将现代生产管理引入混合型服务业或纯服务业，以提高其效率，需要辨认出这类服务业的“技术内核”，即服务业中具有操作性、具有应用现代生产管理技术的潜在可能性的组成部分。

#### 1.1.2.2

##### 按生产工艺特性分类

###### (1) 加工装配式（离散式）生产

加工装配式生产是指由工人借助机械手段，将产品结构中的各种零部件组合起来，装配成产品的生产过程。产品是由离散的零部件装配而成的，物料运动过程呈离散状态。加工装配式生产的特点是工艺过程的离散性。

按专业化程度不同，加工装配式生产又可进一步分为全能型生产、总装型生产和混合型生产三种。全能型生产是指产品结构中所需要的零部件，从毛坯制造、零件加工到部件装配都由本企业进行，即“大而全”、“小而全”。实践



证明,这种方式不利于专业化发展,也不利于提高企业效益。总装型生产是指企业只进行部件装配和产品总装配及试验,装配所需的全部零件(含成品件)都向外采购或外包(或外协加工)。这种方式能扩大企业规模,有利于采用大批量生产方式,提高经济效益。混合型生产是指企业只进行专用零件或关键复杂零件的生产,而一般零件、标准件、成品件都向外采购或外包,最后由企业装配成工业产品,其优缺点介于前面两种方式之间。

### (2) 流程式生产

流程式生产是指把一种或数种原材料投入生产后,经过一系列设备装置,进行化学或物理处理过程,最后制成工业产品的生产过程,如石油化工、钢铁工业皆属这种方式。流程式生产的加工设备和运输装置都需要进行大量投资,但由于它的产量大,可以降低成本,较快地收回投资,其生产特点是工艺过程的连续性。

按产品结构和工艺特点的不同,流程式生产又可分为综合流程式和分解流程式两种。

#### 1.1.2.3

### 按品种和产量分

生产类型可按企业在一定时期内生产产品品种的多少、同种产品的数量及出产的重复程度进行划分。

#### (1) 单件小批生产

单件小批生产是指车间及其各生产环节(工段、生产小组、工作地)在一定时期内很少重复制造同种产品的生产类型。它的特点是车间负责生产的品种繁多,每一品种生产的数量很少,其稳定性和重复性很低,生产的品种往往不重复制造,或者不定期地少量重复,不采用专用设备,工艺装备系数低,对工人的技术要求更高,生产管理人员需要有丰富的工艺知识,否则难以编制详细的作业计划。

#### (2) 成批生产

成批生产是指车间及其各生产环节(工段、生产小组、工作地)在一定时期内重复轮番制造多种产品的生产类型。它的特点是制造的产品品种较多,各种产品的数量不等,生产条件一般较为稳定,各个工作地都担负较多的工序,各种产品成批轮番地进行生产;轮换品种时,需对设备、工装进行调整,以适应不同零件的加工要求;随着工作地负担的零件的不断变化,其承担的工序也需不断变化;工人需要有较高的技术水平和生产技能;生产计划的编制比较复杂。当品种比较稳定时,可科学地确定各种零件投入的期量标准,严密地组织品种转换,以提高经济效益。