

# HYDRA制造执行系统指南

## ——完美的MES解决方案

[德] 柯裕根 雷纳尔·戴森罗特 著  
沈 斌 王家海 等译



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

# HYDRA 制造执行系统指南

——完美的 MES 解决方案

[德]柯裕根 雷纳尔·戴森罗特 著

沈 斌 王家海 等译

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内容简介

本书深入阐述了 MES 系统的理论和实践经验,图文并茂地介绍其主要功能,首次给出了应用项目的典型功能。第 1 章归纳论述了 MES 系统正确应用的益处。MES 系统是一个复杂的 IT 系统,它一方面实时采集数据,另一方面必须容易地提供综合的评价分析。第 2 章阐述了 HYDRA 系统的 IT 结构,并介绍其结构和设计的特点,例如操作指导。第 3~5 章阐述了实际的 HYDRAMES 系统应用,其中,第 3 章描述了支撑生产组织的模块,主要涉及详细生产计划、工况和机器数据采集及相邻部门;第 4 章论述了在生产中的加工任务和人员管理的特殊功能;第 5 章阐述了重要的质量管理领域。

本书适合以下人员参考阅读:企业信息化主管,企业生产计划、质量管理和人力资源管理等部门主管,企业生产技术和工程人员,大专高等院校教师和学生,研究所和 MES 系统供应商的研究开发人员。

Translation from the German language edition:

*MES-Kompodium: Ein Leitfaden am Beispiel von HYDRA*

by Jürgen Kletti and Rainer Deisenroth

Copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

This Springer imprint is published by Springer Nature

The registered company is Springer-Verlag GmbH

All Rights Reserved

本书简体中文专有翻译出版由 Springer-Verlag GmbH 授予电子工业出版社。专有版权受法律保护。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2016-7242

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

HYDRA 制造执行系统指南:完美的 MES 解决方案/(德)柯裕根,(德)雷纳尔·戴森罗特著;沈斌等译. —北京:电子工业出版社,2017.3

书名原文: MES-Kompodium: Ein Leitfaden am Beispiel von HYDRA

ISBN 978-7-121-31228-1

I. ①H… II. ①柯…②雷…③沈… III. ①制造工业—工业企业管理—计算机管理系统—指南  
IV. ①F407.406.14-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 066534 号

责任编辑:郭穗娟

印刷:北京顺诚彩色印刷有限公司

装订:北京顺诚彩色印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:720×1000 1/16 印张:12.75 字数:282.8 千字

版次:2017 年 3 月第 1 版

印次:2017 年 3 月第 1 次印刷

定价:98.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询方式:(010) 88254502, guosj@phei.com.cn。

## 译者前言

生产计划与实时调度（如果针对一个车间而言），也称为作业计划和实时生产调度，在未应用计算机信息系统（计算机软件系统）之前，都是通过有经验的计划员或调度员手工完成的。

随着计算机和信息技术的发展，20世纪60年代末，传统科学管理方法开始与计算机软件系统相结合，约瑟芬·奥利基等设计开发了物料需求计划（Material Requirements Planning, MRP），实现了计算机系统在生产控制领域的大规模应用。70年代末，MRP融入了财务系统、需求预测等功能，逐渐发展成为MRP II；到80年代末又逐渐扩展演变为企业资源计划（Enterprise Resource Planning, ERP）。同时，制造企业车间层所应用的专业化生产管理系统，例如作业计划和实时生产调度系统，则逐渐演变为制造执行系统（Manufacturing Execution Systems, MES）。

制造执行系统的概念是由美国先进制造研究协会（Advanced Manufacturing Research, AMR）在1990年首次提出的，旨在加强MRP计划的执行功能，把MRP计划与车间作业现场控制，通过执行系统联系起来。这里的现场控制包括PLC程控器、数据采集器、条形码、各种计量及检测仪器、机械手等。MES系统设置了必要的接口，与提供生产现场控制设施的厂商建立合作关系。

制造执行系统能够帮助企业实现生产计划管理、生产过程控制、产品质量管理、车间库存管理、项目看板管理和人力资源管理，提高企业制造执行能力。

AMR将制造企业分成3层体系结构，ERP系统位于企业上层计划层，MES位于上层的ERP系统与底层的工业控制之间的面向车间层的生产管理系统。它为操作人员/管理人员提供计划的执行、跟踪，以及所有资源（人、设备、物料、客户需求等）的当前状态。

制造执行系统国际联合会（Manufacturing Execution System Association International, MESA）于1997年开始陆续发表MES白皮书，给出了MES的描述性定义。MESA对MES所下的定义：“MES能通过信息传递，对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理。当工厂发生实时事件时，MES能对此及时做出反应和报告，并用当前的准确数据对它们进行指导和处理。这种对状态变化的迅速响应使MES系统能够减少企业内部没有附加值的活动，有效地指导工厂的生产运作过程，从而使其既能提高工厂的及时交货能力，改善物料的流通性，又能提高生产回报率。MES系

统还通过双向的直接通信，在企业内部和整个产品供应链中提供有关产品行为的关键任务信息。”

因此，MES 系统特点主要体现在以下四个方面：

- (1) MES 系统是对整个车间生产过程的优化，而不是单一地解决某个生产瓶颈。
- (2) MES 系统提供实时收集生产过程数据的功能，并做出相应的分析和处理。
- (3) MES 系统与计划层和控制层进行信息交互，通过企业的连续信息流来实现企业信息全集成。
- (4) MES 系统实现生产过程的透明化和实时监控。

德国提出的工业 4.0，强调了工业生产的数字化，使得 MES 系统的重要性引起了广泛的关注。中国也提出“中国制造 2025”，在开展智能制造和数字化工厂的研究和示范过程中，明确提出了企业必须实施 MES 系统。MES 系统不仅作为降低生产成本的工具，以图在高生产成本的制造环境中增强和保持企业的竞争能力。随着与质量保证的日益关联，MES 系统不仅仅作为生产更高效的工具，更是作为保证产品具有更高质量的手段。现在它的发展趋势是，在 MES 系统里能够交互地监控制造和质量保证过程，不仅避免产品交货缺货，而且保证制造无缺陷的产品。这意味着，在制造过程就能及早发现工件原料、制造工具、加工设备和工艺过程的问题，从而不再生产出废品。为了推进我国 MES 系统的开发和应用实施，我们特翻译了本书。

本书原著由德国 MPDV Mikrolab GmbH 的柯裕根教授 (Prof. Jürgen Kletti) 和雷纳尔·戴森罗特 (Rainer Deisenroth) 先生等撰写。MPDV Mikrolab GmbH 30 多年来专门从事制造执行系统的开发和应用实施，参与了德国工程师协会 VDI 5600 标准 (MES 标准) 的制定，在全球拥有大量的关于企业成功应用 MES 系统的案例，积累了丰富的 MES 系统开发理论和实践经验。本书是国内第一本 MES 系统的译著，旨在给我国的 MES 系统开发人员和企业提供借鉴和参考，我们相信本书的出版必将促进中国的 MES 系统开发和应用。

本书由沈斌、王家海、王翔、李昕、汤云哲、朱殿臣、丁宁格和吴一智合作翻译，全书由沈斌、王家海审阅和统稿。

本书的翻译得到了原著作者的大力支持。此外，MPDV Mikrolab GmbH 的李铭锋先生对全书的图表作了部分的修改和翻译，还得到了默佩德卫 (MPDV) 软件技术服务 (上海) 有限公司曹海勇博士等的大力支持，在此表示衷心的感谢！本书的翻译出版得到了电子工业出版社的大力支持，特别感谢电子工业出版社工业技术出版分社徐静社长、郭穗娟编辑认真而细致的工作。

由于译者的专业知识和德语水平有限，书中定然存在疏漏和欠妥之处，敬请读者和有关专业人员批评指正。

译者

2016-09-12

# 原著前言

制造执行系统（MES）的思想自产生以来，已经发生了明显的变化。MES 系统最初被看作降低生产成本工具，以图在高生产成本的制造环境中增强和保持企业的竞争能力。MES 系统随着与质量保证的日益关联，不仅仅作为生产更高效的工具，更是作为保证生产更高质量产品的手段。今天的发展趋势是，在 MES 系统里能够交互地监测生产和质量保证过程，不仅避免产品交货缺货，而且保证生产无缺陷的产品。这意味着，在生产过程就能及早发现材料、工具、生产设备和工艺过程的问题，几乎杜绝废品。

MES 的运用同样为遍布全球的“生产搬迁”增加了活力。在全球化生产过程中，由于当地低廉的劳动成本，制造工厂在当地加以扩建或搬迁到当地。为适应这一趋势，MES 系统越来越具有保证生产过程指标的功能，以便能够比较和监测迁移到世界各地的生产工厂。

以往的指标仅仅局限于企业经济领域，MES 系统则利用其丰富的数据库，能够在生产过程中提供合适的指标，在此基础上持续推进生产过程的改善。

然而，制造执行系统不仅仅被看作生产指标的生成器，或者基于持续改善过程对未来生产的构造手段，MES 的作用更为广泛。在生产和管理的日常工作中，MES 系统首先能够帮助管理人员快速做出能保证目标实现的决策，使决策更有效和避免浪费。MES 系统也体现了精益生产的崭新原理。在生产中配置越来越高效的设备和装置，如果不采用 IT 技术，那就不可能实现一个低成本和精益的生产。更进一步的考察结果清楚地表明，MES 系统作为未来的一个工具，不仅关注生产组织、生产中的人员管理，而且利用合适的功能进行质量管理。利用有效的与上级系统（如 ERP 系统）和下层加工子系统的垂直接口，进行横向集成补充。这种集成具有什么意义和优势，以及如何在实践中实现，本书将一一举例介绍。HYDRA-MES 系统代表当代具有横向和垂直集成功能的 MES 系统，它是本书的重点内容。

本书第 1 章归纳论述了正确应用 MES 系统的益处。MES 系统是一个复杂的 IT 系统，它一方面实时采集数据，另一方面必须能容易地提供综合的评估分析。第 2 章阐述 HYDRA 系统的 IT 结构，并介绍其结构和设计的特点，例如操作指导。第 3~5 章阐述 HYDRA 系统的实际应用。其中，第 3 章描述支撑生产组织的模块，主要涉及详细的生产计划、工况和设备数据采集及相邻部门；第 4 章论述在生产中人员

管理的任务和特殊功能；第 5 章阐述重要的质量管理。

本书图文并茂地介绍 HYDRA 系统在以上领域的主要功能，并首次给出了所应用项目的典型功能。

当然，在本书中不能详细地阐述 HYDRA 系统具有的功能，因为这些功能的介绍在 HYDRA 系统操作手册中多达几千页。然而，为了使读者对这一系统的整体印象不局限于主要功能，因此在每章都会对一些次要功能做一个简略的功能概述，但不作为重点。总而言之，本书阐述了 HYDRA-MES 系统概况，提供了作为现代制造执行系统代表性案例的设计和范围。

柯裕根教授（Prof. Dr. Jürgen Kletti）

2012 年 8 月于莫斯巴赫

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 应用方案——横向和垂直集成 .....   | 1  |
| 1.1 MES 系统的应用益处 .....       | 1  |
| 1.2 制造企业的层次结构 .....         | 4  |
| 1.3 横向和垂直集成 .....           | 6  |
| 1.4 应用 MES 系统的工作组织和结构 ..... | 8  |
| 1.5 HYDRA 系统模型结构 .....      | 10 |
| 第 2 章 HYDRA 系统总体方案 .....    | 14 |
| 2.1 生产中特殊框架条件 .....         | 15 |
| 2.2 HYDRA 系统 IT 体系结构 .....  | 16 |
| 2.3 HYDRA 系统结构 .....        | 17 |
| 2.3.1 系统集成服务 .....          | 18 |
| 2.3.2 MES 系统应用服务 .....      | 21 |
| 2.3.3 MES 操作中心 .....        | 21 |
| 2.3.4 HYDRA@网页 .....        | 25 |
| 2.3.5 企业集成服务 .....          | 25 |
| 2.3.6 车间连接服务 .....          | 26 |
| 2.3.7 采集和信息面板 .....         | 27 |
| 2.3.8 备用的数据采集功能 .....       | 28 |
| 2.4 定制 MES 系统 .....         | 29 |
| 第 3 章 HYDRA 生产管理 .....      | 32 |
| 3.1 工况数据采集 .....            | 32 |
| 3.1.1 数据采集和信息 .....         | 33 |

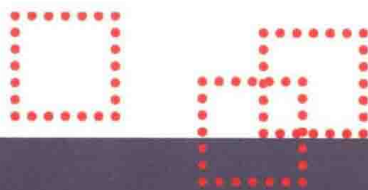


|       |                             |     |
|-------|-----------------------------|-----|
| 3.1.2 | 加工订单和工序的监视功能 .....          | 35  |
| 3.1.3 | 控制功能 .....                  | 39  |
| 3.1.4 | 生产控制功能 .....                | 47  |
| 3.1.5 | HYDRA 系统工况数据采集功能模块一览表 ..... | 49  |
| 3.2   | 设备数据采集 .....                | 49  |
| 3.2.1 | 设备和工位的配置 .....              | 51  |
| 3.2.2 | 设备数据的监视 .....               | 52  |
| 3.2.3 | 设备数据监测 .....                | 56  |
| 3.2.4 | HYDRA 系统设备数据采集功能模块一览表 ..... | 66  |
| 3.3   | 生产指挥系统 .....                | 67  |
| 3.3.1 | 作为核心组件的计划面板 .....           | 68  |
| 3.3.2 | 生产指挥系统的个性化配置 .....          | 69  |
| 3.3.3 | 详细计划和任务分配功能 .....           | 70  |
| 3.3.4 | 优化 .....                    | 72  |
| 3.3.5 | 仿真 .....                    | 73  |
| 3.3.6 | 作业计划信息 .....                | 74  |
| 3.3.7 | 生产能力负荷评估 .....              | 75  |
| 3.3.8 | HYDRA 生产指挥系统功能模块一览表 .....   | 76  |
| 3.4   | 材料和生产物流 .....               | 77  |
| 3.4.1 | 材料和在制品管理 .....              | 78  |
| 3.4.2 | 在制品概览和失效统计 .....            | 79  |
| 3.4.3 | HYDRA 系统 MPL 功能模块一览表 .....  | 82  |
| 3.5   | 跟踪和追溯 .....                 | 82  |
| 3.5.1 | 批量和批次数据采集 .....             | 84  |
| 3.5.2 | 批量和批次跟踪功能 .....             | 86  |
| 3.5.3 | 产品文档 .....                  | 88  |
| 3.5.4 | HYDRA 系统跟踪与追溯功能一览表 .....    | 89  |
| 3.6   | 过程数据处理 .....                | 89  |
| 3.6.1 | 基础数据的管理 .....               | 90  |
| 3.6.2 | 过程数据的在线可视化 .....            | 92  |
| 3.6.3 | 分析和评估 .....                 | 93  |
| 3.6.4 | HYDRA 系统过程数据处理功能一览表 .....   | 96  |
| 3.7   | 工具和资源管理 .....               | 96  |
| 3.7.1 | 基础数据管理 .....                | 97  |
| 3.7.2 | 工具和资源的实时信息 .....            | 99  |
| 3.7.3 | 分析、报告和存档 .....              | 101 |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 3.7.4 | 计划功能.....            | 102 |
| 3.7.5 | HYDRA-WRM 功能一览表..... | 104 |
| 3.8   | DNC 和调整数据.....       | 104 |
| 3.8.1 | 典型的 DNC 工作流程.....    | 105 |
| 3.8.2 | NC 程序和调整数据的管理.....   | 105 |
| 3.8.3 | NC 程序监测.....         | 106 |
| 3.8.4 | NC 程序的下载/上传.....     | 108 |
| 3.8.5 | HYDRA-DNC 功能一览表..... | 109 |
| 3.9   | 能源管理.....            | 110 |
| 3.9.1 | 能源管理的重要意义.....       | 110 |
| 3.9.2 | HYDRA-MES 能源管理.....  | 111 |
| 3.9.3 | 能源数据的采集.....         | 111 |
| 3.9.4 | 基础数据管理.....          | 112 |
| 3.9.5 | 能源数据监测.....          | 113 |
| 3.9.6 | 能耗评估.....            | 114 |
| 3.9.7 | 能源管理功能一览表.....       | 116 |
| 第 4 章 | HYDRA 系统人力资源管理.....  | 117 |
| 4.1   | 概述.....              | 117 |
| 4.2   | 人员时间采集.....          | 118 |
| 4.2.1 | 基础数据管理.....          | 119 |
| 4.2.2 | 人员时间采集简介.....        | 120 |
| 4.2.3 | 概览、维护功能和人员信息.....    | 121 |
| 4.2.4 | 人员时间采集模块功能一览表.....   | 124 |
| 4.3   | 人员时间管理.....          | 124 |
| 4.3.1 | 人员时间评估.....          | 125 |
| 4.3.2 | 工作时间和缺勤计划.....       | 128 |
| 4.3.3 | 缺勤时间工作流程.....        | 130 |
| 4.3.4 | 数据维护和评估.....         | 131 |
| 4.3.5 | 个人时间和薪资类型统计.....     | 134 |
| 4.3.6 | 人员时间管理功能一览表.....     | 136 |
| 4.4   | 人员配置计划.....          | 136 |
| 4.4.1 | 人员配置计划的管理功能.....     | 137 |
| 4.4.2 | 人员需求与人员配置的确定.....    | 139 |
| 4.4.3 | 人员配置计划的评估.....       | 141 |
| 4.4.4 | 人员配置计划功能一览表.....     | 142 |

|              |                            |            |
|--------------|----------------------------|------------|
| 4.5          | 绩效工资确定 .....               | 142        |
| 4.5.1        | 基础数据管理 .....               | 143        |
| 4.5.2        | 计算及评估功能 .....              | 143        |
| 4.5.3        | 数据维护、概览和评估 .....           | 146        |
| 4.5.4        | 奖金组的评定 .....               | 148        |
| 4.5.5        | 绩效工资的确定模块一览表 .....         | 150        |
| 4.6          | 门禁系统 .....                 | 150        |
| 4.6.1        | 管理功能 .....                 | 151        |
| 4.6.2        | 实时概览和信息 .....              | 154        |
| 4.6.3        | 访问控制的评估 .....              | 154        |
| 4.6.4        | 特殊的访问控制功能 .....            | 155        |
| 4.6.5        | 门禁系统功能一览表 .....            | 156        |
| <b>第 5 章</b> | <b>HYDRA 系统的质量控制 .....</b> | <b>158</b> |
| 5.1          | 概述 .....                   | 158        |
| 5.2          | 跨域功能 .....                 | 160        |
| 5.3          | 生产检验 .....                 | 164        |
| 5.3.1        | 生产检验计划 .....               | 165        |
| 5.3.2        | 检验数据采集 .....               | 166        |
| 5.3.3        | 检验结果评估 .....               | 168        |
| 5.3.4        | 发货检验 .....                 | 171        |
| 5.3.5        | 首样件检验 .....                | 171        |
| 5.3.6        | 生产检验功能一览表 .....            | 171        |
| 5.4          | 进货检验 .....                 | 172        |
| 5.4.1        | 进货检验计划 .....               | 173        |
| 5.4.2        | 评估 .....                   | 173        |
| 5.4.3        | 进货检验功能一览表 .....            | 174        |
| 5.5          | 投诉管理 .....                 | 175        |
| 5.5.1        | 基础数据 .....                 | 175        |
| 5.5.2        | 数据采集和措施管理 .....            | 175        |
| 5.5.3        | 监测和分析 .....                | 176        |
| 5.5.4        | 报告和表格 .....                | 178        |
| 5.5.5        | 投诉管理功能一览表 .....            | 179        |
| 5.6          | 检验设备管理 .....               | 179        |
| 5.6.1        | 基础数据管理 .....               | 179        |
| 5.6.2        | 检验计划和校准 .....              | 180        |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 5.6.3 数据评估和校准计划 .....   | 180 |
| 5.6.4 检验设备管理功能一览表 ..... | 182 |
| 参考文献 .....              | 183 |
| 附录 术语表 .....            | 184 |
| 原著者简介 .....             | 188 |
| 译著主要人员简介 .....          | 190 |



# 第 1 章

## 应用方案

### ——横向和垂直集成

#### 1.1 MES 系统的应用益处

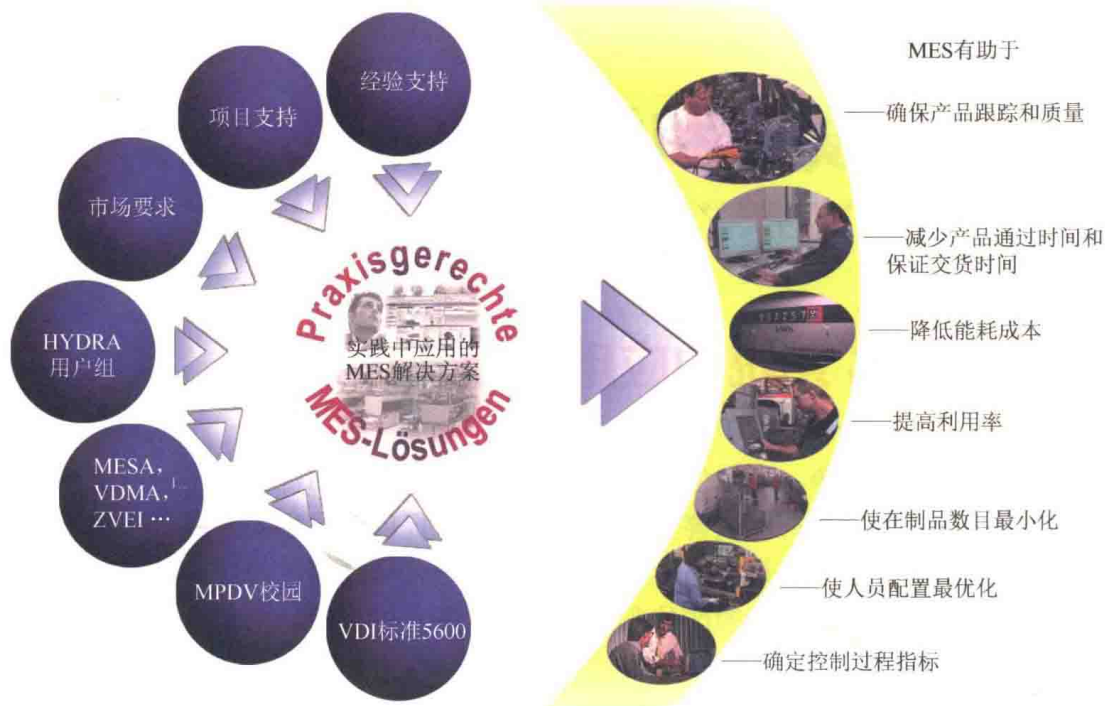
由于全球激烈竞争，要求生产更高效、产品质量更高和价格等压力，迫使制造企业越来越需要优化生产和改善生产流程。向客户提供无缺陷的产品，已经不再是制造企业的最高目标，而是首先形成无缺陷的生产。可能存在的质量缺陷早在产生之前就已避免，或者有缺陷的产品在被发现后从生产中剔除。由此，减少了零部件继续加工产生的费用，由于这些有质量问题的零部件，无论如何在后继的加工步骤里不再保留了，由此剔除这些有质量问题的零部件，以减少这些零部件继续加工产生的费用。在生产中的其他薄弱环节是，由于等待时间而产生的过高周转库存、由于计划不好而产生的能源浪费或者没有优化的生产过程而配置产生的过多人员投入。这些薄弱环节几乎还在继续存在着。对在众多的调研中发现的生产中浪费的描述，可参考另一本书《完善的生产》（Kletti 等，2010）。

但是，不仅生产过程中的薄弱环节，而且客户向供应商提出的新要求，这些都困扰着生产者。这里首先要提到的是如何跟踪与追溯领域里的困扰，制定一个以上或至少一个完整生产流程的日志记录，并具有可追溯性。实时生产如“准时生产”（Just in Time）或“准时供货”（Just in Sequence）的前提是高度地保证交货日期，它只有通过精细的生产计划和精确的生产控制才能达到。只有在生产计划和生产控制系统的支持下，并考虑实际生产条件，才能应对所有这些要求。

在过去的 20 年里建立的制造执行系统（MES），作为一种工具或应对具有挑战性任务的“工具”。MES 系统最初被理解为以下这些领域的集成者：工况数据采集、生产指挥系统、DNC（数字群控）、CAQ（计算机辅助质量控制）及人力资源管理

等。随着 MES 系统的进一步发展，MES 理念和系统越来越多地相互融合，它们支撑着当今现代生产中的生产管理层次。

本书介绍的 MES 系统——HYDRA 系统是在生产计划与控制的先驱者之一。它汇集了生产运行中的生产管理、人员管理和质量管理的所有主要元素。HYDRA 系统是根据 VDI（德国工程师协会）标准 5600 的规定设计的，它有助于生产部门工作人员处理众多任务。应用 HYDRA 系统可取得的益处如图 1.1 所示。



注：为了获得 MES 系统应用潜力，需要从广泛的经验和技能中产生的 MES 解决方案

图 1.1 应用 HYDRA 系统可取得的益处

MES 是包括了众多功能的组合概念，从生产组织、质量控制，直至人力资源管理的范围。制造企业的每个部门有着本质上不同的任务，要完成这些任务需要专门的功能。在已经提到的 VDI5600 标准以矩阵的形式加以描述。图 1.2 表示了该矩阵的一部分，从这里清晰地可知，哪些 MES 功能在何种程度上支撑着制造企业的设施。

HYDRA 系统的模块结构基于这些规定而设计的，从而提供了这样的可能性，即在制造企业中配置一个面向应用和需求的 MES 系统。

近年来，精益生产的原理在制造业家喻户晓。在初始阶段，精益生产经常被误解为一种不用 IT 的生产模式。在那个时代通常认为上层的 ERP 系统具有较少的接近生产过程的功能。

现在的情况与此相反的。一种精益生产，即浪费少和高效的生产，没有 IT 的应

用，在实际上是不可想象的。只有通过应用 IT 和首先在 MES 系统支持下的持续改善生产过程，才能改善生产状况。

应用领域和效率

|            |  | MES的任务    |        |      |        |      |      |      |      |
|------------|--|-----------|--------|------|--------|------|------|------|------|
|            |  | 详细生产计划及控制 | 生产设备管理 | 物料管理 | 人力资源管理 | 数据采集 | 绩效分析 | 质量管理 | 信息管理 |
| 工作流程 子流程   |  |           |        |      |        |      |      |      |      |
| 生产准备阶段     |  |           |        |      |        |      |      |      |      |
| 制定与计划相关的资料 |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 生产日期和能力规划  |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 可用性保障      |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 分析         |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 生产阶段       |  |           |        |      |        |      |      |      |      |
| 详细生产计划     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 工作准备       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 生产执行       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 运输阶段       |  |           |        |      |        |      |      |      |      |
| 物流订单管理     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 物流订单计划     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 物流订单执行     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 物料管理       |  |           |        |      |        |      |      |      |      |
| 物料配置       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 物料供给       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 库存管理       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 清点货存       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 物料分析       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 质量保证       |  |           |        |      |        |      |      |      |      |
| 定义检验步骤     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 检验执行       |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 检验结果记录     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |
| 采取相应措施     |  | •         | •      | •    | •      | •    | •    | •    | •    |

图 1.2 VDI 5600 标准描述的应用领域和益处矩阵

图 1.3 所示为一个典型的精益生产例子，即从一个中等企业发展到顶级企业的途径，图中所示的精益绩效指数 (LPI) 由过程效率 (PWG) 和设备综合效率 (OEE) 指数所组成，是在这个途径上可行的进展。企业可以分两步骤进行，首先提高资源利用效率；然后缩短生产通过时间（产品生产周期）。当然，这两步骤可以按照另一种顺序进行。

然而，这两种途径只有利用现代制造技术与信息技术才能成功。这里所指的制造技术与信息技术就是应用 MES 系统。提高资源利用效率和缩短生产通过时间这两步骤需要生产状况的在线透明及避免薄弱环节的分析数据，由此达到改善生产状况的目的。

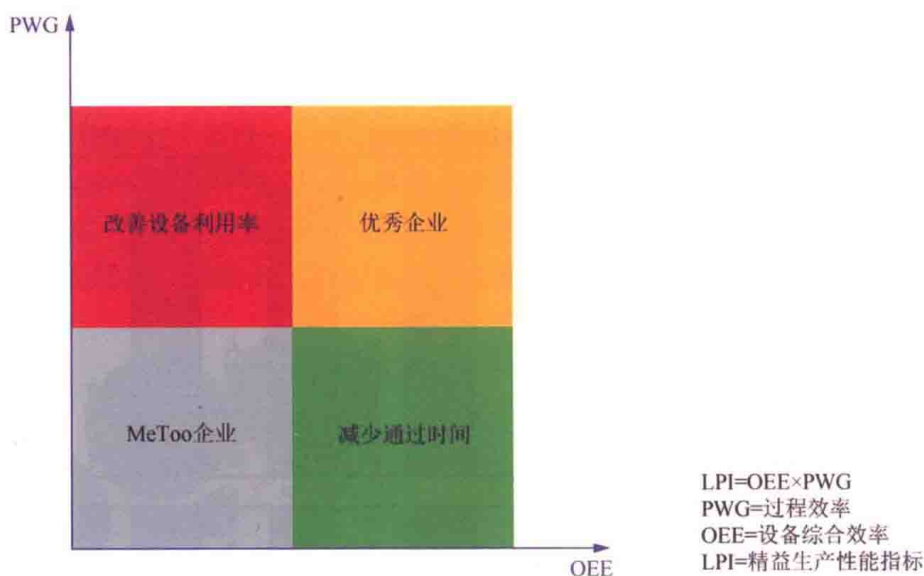


图 1.3 根据精益绩效指数优化生产的精益生产

## 1.2 制造企业的层次结构

从系统的角度观察，一个制造企业可以分成三层结构。第一层由实际生产或自动化层组成；第二层由生产数据采集和预处理单元层组成；第三层由质量管理、企业资源计划（ERP）或生产计划与控制（PPS）、管理信息系统及薪资管理系统所组成。随着 MES 思想的传播，自动化设备和 ERP 系统的供应商也接受了 MES 的概念，并根据不同表述，把 MES 系统功能作为自动化和 ERP 系统的原始组成部分。自动化设备供应商认为，它们具有 MES 系统的许多数据采集和压缩功能，以实现对大量设备和装置的智能控制。ERP 供应商声称，ERP 系统具有 MES 系统产生和处理的数据。为了达到一定程度的实时，在 ERP 系统里只须细化处理这些数据。这两种观点当然明显地不适合中等制造企业的现状，只能应用于少数个案。

上述提到的层次有不同的时间范围和详细程度。在通过 ERP 系统实现的最高层次，通常计划多个班次及几周范围的订单、生产能力和物料，生产计划甚至按月份制订。ERP 系统进行生产订单的计划和分配只需少量的生产订单识别特征。

下述的生产管理对此有完全不同的看法。对于在生产控制和生产准备中的员工及领班来说，一个生产订单不仅包括生产数量和完成时间，还包括所需的生产能力、适当的工具和熟练的员工的信息。多层次的订单由工序和不同的操作工步组成，这些工序和操作工步经常可能被重复中断和重新启动。每个车间或部门领导、调度员或领班经常被要求阅览丰富的生产细节，做出尽可能正确的（少损失）决策。改变的详细计划必须在几分钟内完成，即在易于管理的时间内，而不允许超过几个小时。



必须实时给出车间状态，不可能在不同数据来源的输入、修正和评估后才给出。

在自动化层次进一步细化信息，更深入地处理技术条件，例如设备和装置状态，或设备行为，响应时间为毫秒或秒。

通过上述简单的分析观察，显示出在企业三个层次，对响应时间、信息细化程度和功能具有不同的要求，如图 1.4 所示。至少目前不能由一个系统来满足这些要求。

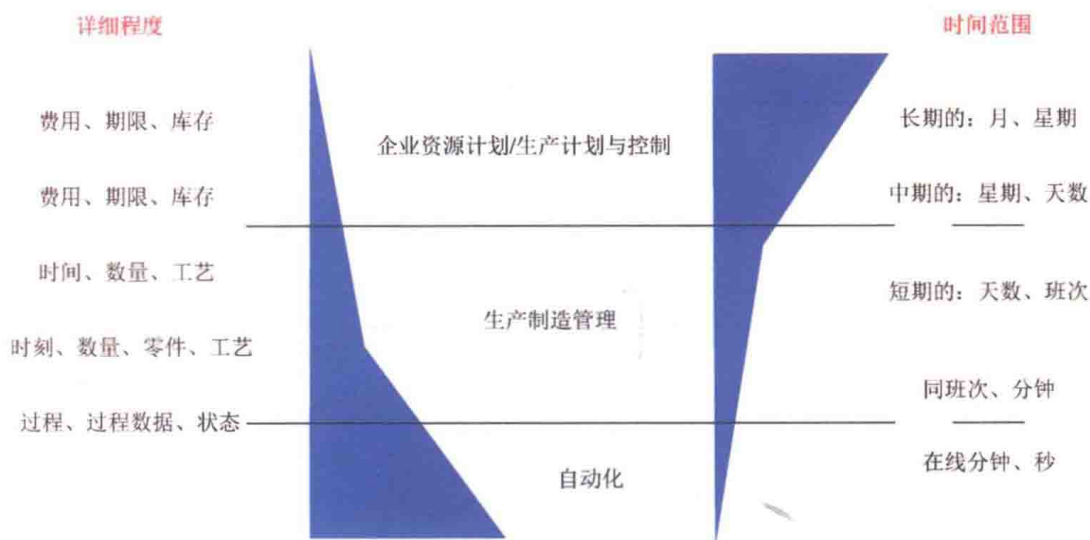


图 1.4 制造企业三个层次信息细化程度和响应时间的示意

德国工程师协会（VDI）的一个工作小组已经详细研究了 MES 系统主题，根据 5600 标准规定，从逻辑上定义了制造企业的三个层次结构。这里每个企业层次隶属于不同的系统。企业管理层次通过 ERP 系统实现，生产指挥层次通过 MES 系统实现，实际的生产层次通过工作地、设备和装置实现。

在 MES 系统层次引入了 MES 系统在生产管理中完成的任务。定义了八个功能模块：详细生产计划和控制、信息管理、质量管理、人力资源管理、生产工具管理、效率分析、数据采集和物料管理。HYDRA 系统严格遵循 VDI 规定的功能，包含了历史上满足这些任务的可用功能，在部分修改的基础上，组合成稍有不同的功能组。

如图 1.5 所示，MES 系统在制造企业中具有举足轻重的地位。它一方面将生产层与管理层相连接，另一方面从企业经济的角度提供必要的数据库。根据 VDI 规定，MES 系统的任务表明，通过面向生产的评估、计划辅助手段和质量保证措施的分析，支撑高度的生产管理。这些功能首先满足生产管理细化的需求，也满足必要时间范围的计算。

近年来，MES 系统的意义越来越明显，其任务也得到进一步的发展。作为企业核心部门的 MES 系统，扮演着接收 ERP 系统的计划数据和传递实际生产数据的数据中心角色，进一步为生产提供信息和数据。在许多生产中，涉及复杂的设备和伴随生产过程特殊功能的子系统及承载的数据，这些数据有必要由 MES 系统进行现