国际电气工程先进技术译丛

自动化技术及信息与电信技术

Automatisierungs-Technik Mit Informatik und Telekommunikation

Dietmar Schmid
Albrecht Baumann
(德) Hans Kaufmann 著
Hartmut Schlipf
Peter Strobel
马晓军 熊其求 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

关于本书

本书首先介绍关于产品数据管理（PDM）的现代业务过程，引导使用者了解一种整体思维：从组件到方法再到系统。自动化技术的组件一方面包括机械、电气、电子和光学硬件，而另一方面则包括软件。本书旨在传授控制技术和调节技术的技术物理基础知识。



国际电气工程先进技术译丛

自动化技术及信息与电信技术

Dietmar Schmid
Albrecht Baumann
（德）Hans Kaufmann　著
Hartmut Schlipf
Peter Strobel
马晓军　熊其求　译

机 械 工 业 出 版 社

本书旨在传授控制技术和调节技术领域的技术物理基础知识。在对自动化技术的硬件和软件组件进行论述之后，按照现代生产和通信的系统知识领域进行编排。

本书的主要章节包括：控制技术；可编程序控制器；调节技术；气动、液压和电气执行器；传感器技术；计算机控制的机器设备、机器人；质量管理；信息技术和通信技术。

此外，读者还可以通过互联网在线支持获得各种控制技术和调节技术用仿真程序以及各种有关处理图像和可动画演示机器人的软件工具。

Orginal Title：Automatisierungs-Technik Mit Informatik und Telekommunikation（6th edition）

Copyright © 2004 Verlag Europa-Lehrmittel，Nourney，Vollmer GmbH & Co. KG，42781 Hann-Gruiten（Germany）.

版权所有，侵权必究。

本书版权登记号：图字 01-2004-6523 号

图书在版编目（CIP）数据

自动化技术及信息与电信技术/（德）Schmid，D. 等著；马晓军，熊其求译. —北京：机械工业出版社，2013.9

（国际电气工程先进技术译丛）

书名原文：Automatisierungs-Technik Mit Informatik und Telekommunikation

ISBN 978-7-111-44017-8

Ⅰ.①自… Ⅱ.①艾…②马…③熊… Ⅲ.①自动化技术②信息技术③电信—电子技术 Ⅳ.①TP②TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 216019 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：江婧婧 责任编辑：翟天睿 版式设计：霍永明

责任校对：肖 琳 封面设计：赵颖喆 责任印制：李 洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 37.75 印张 · 886 千字

0001—2500 册

标准书号：ISBN 978-7-111-44017-8

定价：158.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社服务中心：（010）88361066 教材网：http://www.cmpedu.com

销售一部：（010）68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com

销售二部：（010）88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952

读者购书热线：（010）88379203 **封面无防伪标均为盗版**

译 者 序

自动化技术已经成为当今现代社会发展的发动机，深深地植根于信息技术和通信技术或者远程信息技术之中。控制技术、传动技术、传感器技术和通信技术的机械、电气、电子和光学元件就是其所需的组件。此外也包括软件模块和程序系统应用以及各种编程方法。

本书由（德国）阿伦高等专科学校教授迪特马尔·施密德博士领导的工作组编写，旨在传授控制技术和调节技术的技术物理基础知识，首先对自动化技术的硬件和软件组件进行论述，然后按照现代生产和通信的系统知识领域进行编排。

其主要章节包括：

- 自动化技术基础；
- 执行器及其控制；
- 传感器；
- 计算机控制机器设备；
- 质量管理；
- 信息技术；
- 通信技术。

为便于自我检测、巩固知识、加深理解，书中提供了大量的练习和实例。同时，书中配合知识的介绍提供了1200多幅图表，图文并茂，通俗易懂。

利用互联网在线支持 http://www.europa-lehrmittel.de/at6 向读者提供了众多包含练习、仿真和动画对象的软件工具。

本书可以用作高等技术院校自动化技术和机电一体化技术领域的教材，当然也是相关专业人员必备的参考书。

本书由西门子电气传动有限公司马晓军、熊其求翻译，熊其求校对、统调。

鉴于译者的专业与外语水平有限，书中差错在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

译 者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

原 书 序 言

自动化技术已经深深地植根于信息技术和通信技术或者远程信息技术之中，成为当今现代社会发展的发动机。可以实现对过程进行远程控制或观察。为此所需的组件就是控制技术、传动技术、传感器技术和通信技术的机械、电气、电子和光学元件。此外还有软件模块和像 LabVIEW 之类程序系统的应用以及例如采用 C + +、Java 或 VBA 的编程。

本书首先介绍关于产品数据管理（PDM）的现代业务过程，引导使用者了解一种整体思维：从组件到方法再到系统。自动化技术的组件一方面包括机械、电气、电子和光学硬件，另一方面则包括软件。

本书旨在传授控制技术和调节技术的技术物理基础知识，首先对自动化技术的硬件和软件组件进行论述，然后按照现代生产和通信的系统知识领域进行编排。

本书的主要章节包括：

- 产品数据管理与自动化技术介绍
- 自动化技术及控制技术和调节技术基础
- 可编程序控制器技术
- 气动、液压和电气执行器
- 传感器技术
- 计算机控制的机器设备：计算机数控机床、坐标测量仪、快速原型构建设备、机器人
- 装配和拆卸、虚拟环境系统
- 质量管理
- 信息技术、通信技术和远程信息技术

本书可以用作高等技术专科学校自动化技术和机电一体化技术领域的教材，当然也是相关专业人员必备的参考书。对于高等院校的学生来说，本书是一本入门教材，所涉及的内容简单易懂。书中有 1200 多幅图表，有助于读者理解各种复杂的相互关系。

本书提供大量的练习和工程实例，有助于读者自学自动化技术，解决工作中的实际问题。各章节末尾都附有复习题，可以用来进行自我检测，巩固知识，加深理解。

第六版在许多地方进行了修订。新增添了 ProTool 章节，内容涉及过程的操作和观测以及利用 3D 系统实现过程虚拟化的虚拟环境（VE）。

利用互联网在线支持 http://www.europa-lehrmittel.de/at6 向广大师生提供众多包含练习、仿真和动画对象的软件工具。借此不仅可以生动地演示运动过程和控制过程，还可以对部分过程或者完整设备进行虚拟显示和观察。也可以部分实现在真实设备中“运行”各个虚拟过程。学生能够以这种创造性的方式汲取知识。

作者

2003/2004 年冬

目　　录

译者序
原书序言

第 1 章　自动化技术基础 …… 1

1.1　引言 …… 1
1.2　控制技术 …… 8
1.2.1　控制系统种类 …… 9
1.2.2　程序控制系统 …… 12
1.2.3　电气元件 …… 14
1.2.4　保护措施、防护等级与危险 …… 27
1.2.5　电气接触控制系统的基本电路 …… 30
1.2.6　安全保护电路 …… 32
1.2.7　集成电路与基本逻辑操作 …… 33
1.2.8　开关代数 …… 35
1.2.9　组合逻辑控制 …… 36
1.2.10　顺序控制 …… 42
1.2.11　状态序列图 …… 46
1.3　数字存储器 …… 47
1.3.1　机械式存储器 …… 48
1.3.2　光学式数据存储器 …… 48
1.3.3　电子式存储器 …… 51
1.3.4　磁动式存储器 …… 53
1.4　存储器可编程序控制器 …… 54
1.4.1　结构与工作方式 …… 54
1.4.2　系统结构 …… 57
1.4.3　编程 …… 58
1.4.4　程序处理、组织模块 …… 60
1.4.5　编址和数据类型 …… 61
1.4.6　基本逻辑操作 …… 63
1.4.7　存储器 …… 67
1.4.8　脉冲边沿检测和估算 …… 70
1.4.9　顺序控制器 …… 73

1.4.10 工作方式 …… 78
1.4.11 计数操作 …… 81
1.4.12 时间的编程 …… 82
1.4.13 数字基本运算（字处理） …… 84
1.4.14 数据模块 …… 86
1.4.15 模拟值处理 …… 87
1.4.16 快速计数过程 …… 89
1.4.17 功能和功能模块 …… 91
1.4.18 操作和过程观测 …… 92
1.4.19 IEC 1131 …… 100
1.4.20 可靠性与安全性 …… 101
1.5 逻辑信号处理基础 …… 103
1.5.1 运算放大器 …… 103
1.5.2 基本电路 …… 103
1.5.3 模拟-数字转换器与数字-模拟转换器 …… 108
1.6 调节技术 …… 110
1.6.1 术语与概念 …… 110
1.6.2 调节方式 …… 112
1.6.3 调节回路元件 …… 114
1.6.4 调节器与调节回路 …… 126

第 2 章 执行器及其控制 …… 141

2.1 气动执行器 …… 141
2.1.1 导言 …… 141
2.1.2 气动系统的元件 …… 141
2.1.3 气动控制系统 …… 151
2.2 液压执行器 …… 169
2.2.1 导言 …… 169
2.2.2 物理学基础 …… 169
2.2.3 液压油 …… 172
2.2.4 液压控制系统的结构 …… 174
2.2.5 液压泵 …… 175
2.2.6 液压蓄能器 …… 179
2.2.7 传动元件 …… 182
2.2.8 液压阀 …… 187
2.2.9 连续式阀门 …… 196
2.2.10 比例控制技术 …… 197

2.2.11　伺服阀 …… 204
2.3　电动执行器 …… 208
2.3.1　电磁铁 …… 208
2.3.2　直流传动装置 …… 209
2.3.3　电网馈电三相交流电动机 …… 217
2.3.4　采用转速调节的三相交流同步传动（交流传动）装置 …… 227
2.3.5　采用磁场定向换向的三相交流异步传动装置 …… 231
2.3.6　机床用多电动机传动装置 …… 235
2.3.7　直线电气传动装置 …… 236
2.3.8　步进电动机传动装置 …… 238
2.3.9　液压功率放大器 …… 239
2.3.10　压电执行器 …… 240
2.3.11　磁致伸缩执行器 …… 241
2.3.12　记忆金属执行器 …… 242
2.4　计算机数控轴传动系统 …… 243
2.4.1　结构 …… 243
2.4.2　位移测量的方式 …… 243
2.4.3　传动装置类型 …… 246
2.4.4　机械传动元件 …… 246
2.4.5　位置调节 …… 249
2.4.6　SERCOS 接口 …… 254

第 3 章　传感器 …… 256

3.1　传感器技术概论 …… 256
3.2　位移、角度和距离用传感器 …… 258
3.2.1　由电阻变化生成传感器信号 …… 258
3.2.2　由电磁耦合生成传感器信号 …… 264
3.2.3　借助磁场和电场生成传感器信号 …… 266
3.2.4　物位测量用传感器 …… 267
3.2.5　光学传感器 …… 267
3.2.6　通过传播时间测量生成传感器信号 …… 272
3.2.7　接近敏感开关（二进制传感器） …… 274
3.2.8　数字式位移和角度测量 …… 276
3.3　速度传感器 …… 285
3.4　应变、力、转矩和压力传感器 …… 287
3.5　加速度传感器 …… 292
3.6　温度传感器 …… 292

3.7 电学量传感器（测量变换器） …… 296
3.8 传感器电路中的干扰 …… 297

第 4 章 计算机控制机器设备 …… 300

4.1 CNC 机床 …… 300
4.1.1 生产过程 …… 300
4.1.2 NC 轴及其控制 …… 303
4.1.3 CNC 编程 …… 306
4.1.4 插补 …… 320
4.1.5 运行性能 …… 323
4.1.6 开放式 CNC 控制系统 …… 326
4.2 快速原型构建技术 …… 327
4.2.1 概述与应用 …… 327
4.2.2 快速原型构建技术的方法 …… 327
4.2.3 信息链和过程链 …… 330
4.3 数字测量和检验 …… 331
4.3.1 坐标测量仪 …… 331
4.3.2 光学形状检测 …… 348
4.3.3 X 射线计算机断层造影术 …… 350
4.4 机器人技术 …… 351
4.4.1 导论 …… 351
4.4.2 分类 …… 352
4.4.3 运动学结构 …… 354
4.4.4 机器人手爪 …… 358
4.4.5 机器人编程 …… 359
4.4.6 坐标系统 …… 364
4.4.7 运动的生成 …… 368
4.4.8 坐标变换 …… 370
4.4.9 插补和工作方式 …… 371
4.4.10 滞后量和轨迹速度 …… 374
4.4.11 机器人的传感器导向 …… 375
4.4.12 保护措施 …… 385
4.5 装配和拆卸 …… 387
4.5.1 基础 …… 387
4.5.2 材料流 …… 388
4.5.3 机器装配 …… 391
4.5.4 装配的组织 …… 392

4.6 接口 …… 394
4.6.1 IGES、VDAIS …… 396
4.6.2 VDAFS …… 397
4.6.3 DXF …… 397
4.6.4 STEP …… 398
4.6.5 STL …… 398
4.7 虚拟环境 …… 399
4.7.1 立体观看 …… 400
4.7.2 环绕环境和沉浸感 …… 401
4.7.3 场景控制和跟踪 …… 401
4.7.4 增广现实 …… 404
4.7.5 VE 系统的应用 …… 405

第 5 章 质量管理 …… 406

5.1 质量 …… 406
5.1.1 质量特征 …… 406
5.1.2 缺陷 …… 408
5.2 质量管理的目标 …… 408
5.3 TQM—全面质量管理 …… 409
5.4 质量圈和质量金字塔 …… 410
5.5 质量管理的结构和要素 …… 411
5.6 质量管理工具 …… 416
5.6.1 QFD-质量功能展开 …… 416
5.6.2 Six Sigma-消除缺陷的战略与方法 …… 417
5.6.3 FMEA-故障模式和影响分析 …… 418
5.6.4 统计质量监控 …… 421
5.7 运行数据采集 …… 433
5.7.1 读码器 …… 433
5.7.2 移动数据存储器 …… 434
5.7.3 无线电终端 …… 436

第 6 章 信息技术 …… 438

6.1 编程 …… 438
6.1.1 编程语言 …… 438
6.1.2 软件工程 …… 439
6.1.3 软件的质量 …… 440
6.1.4 对非授权使用的保护 …… 441

需要全本请访问 www.ertongbook.com

6.1.5 Windows 操作系统 …… 441
6.1.6 面向对象的编程 …… 445
6.1.7 算法 …… 447
6.1.8 结构化编程 …… 449
6.1.9 计算机内部的数据表示法 …… 450
6.1.10 程序结构和程序组件 …… 454
6.1.11 结构化语句 …… 457
6.1.12 采用函数的程序结构化 …… 459
6.1.13 案例：控制凸轮 …… 460
6.1.14 软盘和硬盘 …… 468
6.1.15 串行数据传输 …… 470
6.1.16 图形编程 …… 474
6.2 计算机控制 …… 482
6.2.1 系统的结构 …… 482
6.2.2 接口插件 …… 483
6.2.3 没有存储器的逻辑控制系统 …… 486
6.2.4 具有存储器的逻辑控制系统 …… 487
6.2.5 通过以太网 TCP/IP 进行测量和控制 …… 488
6.2.6 通过 OPC 服务器进行控制 …… 490
6.3 计算机调节技术 …… 491
6.3.1 硬件和软件 …… 491
6.3.2 图形输出 …… 492
6.3.3 调节回路元件 …… 494
6.3.4 调节回路 …… 502
6.3.5 模糊逻辑 …… 513
6.4 编程语言 Java …… 517
6.5 Excel 用 Visual Basic …… 524
6.6 图像处理 …… 536
6.6.1 灰度图像处理 …… 536
6.6.2 二进制图像处理 …… 542
6.6.3 彩色图像处理和彩色图像编码 …… 542

第 7 章 通信技术 …… 546

7.1 ISDN …… 547
7.2 ADSL/DSL 和 PLC …… 549
7.2.1 ADSL/DSL …… 549
7.2.2 PLC …… 551

7.3　互联网和内部网 …… 552
7.4　远程信息技术 …… 556
7.5　局部通信技术 …… 559
7.5.1　以太网 LAN …… 561
7.5.2　ATM 网络 …… 564
7.6　现场总线系统 …… 567
7.6.1　CAN 总线 …… 567
7.6.2　PROFIBUS、PROFIBUS-DP …… 569
7.6.3　执行器-传感器接口 …… 572
7.6.4　Interbus-S …… 574
7.7　接口 …… 575
7.7.1　V.24 串行接口 …… 577
7.7.2　RS 485 串行接口 …… 580

附录　缩写词中英（德）文对照 …… 582

参考文献 …… 588

本书所属的在线服务提供了各种可以用来拓宽工作和练习的软件工具。但是，对上述各个专业知识领域的基础性钻研而言，这种在线服务并不能替代本书。其前提条件是必须熟悉互联网以及使用各种专用软件（如 LabVIEW 或者 C + +）的经验。同时还必须具备这些软件的使用许可。

所提供的免费在线服务仅供在本版本适用时间内使用。因此，读者可能需要在购买到本书之后立即下载并保存其重要的软件模块。

第 1 章　自动化技术基础

1.1　引言

自动化技术是一种可以实现高度自动的技术，也就是说，无需人的持续控制干预。自动化技术起源于公元前，例如当时就已经能够利用点燃圣火自动开启神庙大门（图 1-1）。

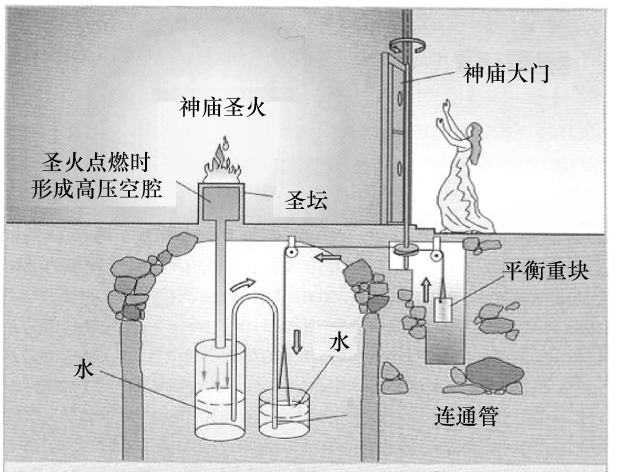


图 1-1　自动关闭和打开神庙大门（大约在公元前 100 年）

海伦·冯·亚力山德烈大约在公元前 100 年开发出了一种能够自动打开和关闭神庙大门的自动化装置（图 1-1）。

这种自动化装置的工作方式是这样的：通过神庙圣火使一个封闭容器中的空气变热。通过一个压力容器将水压入第二个容器中，第二个容器由于重力作用下降，与此同时将神庙大门打开。当温度逐渐下降时，水通过注满水的连通管回流，大门重新关闭。

一直到本世纪初，自动化装置还都是纯机械装置，自动唱片机就是实例。采用机械的方式将控制信息存储在控制器鼓筒或穿孔带上，CD-ROM（光盘只读存储器）就是这种控制器鼓筒或穿孔带的时新形式。在 CD-ROM 上有大量用显微镜才能看见的精细槽脊（Lands）和凹槽（Pits），用来存储开关信息（图 1-2）。

电气传动技术和电子技术可以利用各种高度自动化工作的机器设备实现生产自动化。对工序过程进行编程并一步一步地执行各个工序。尤其是在汽车工业中这一点做得十分完美（图 1-3）。

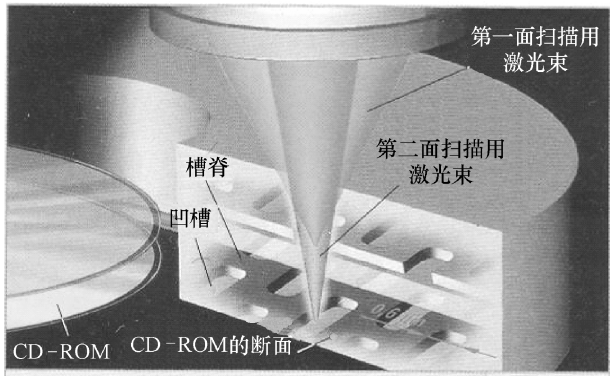


图 1-2　CD-ROM

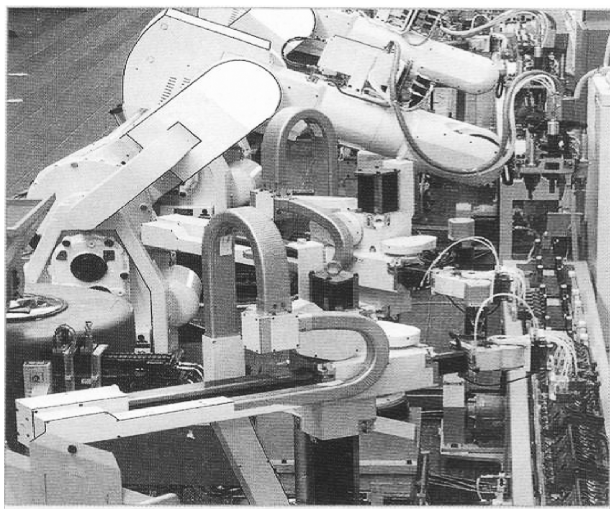


图 1-3　采用机器人的自动化

工件（例如发动机组或车身）通过一条传送带传送到各个工作站，经过识别后，根据客户需求和型号类别进行加工或装配。生产实现了高度自动化，一辆汽车从“出生”到交付的生产周期只有几个小时。真正诸如钣金件加工以及发动机组和变速箱生产之类的制造过程都是通过自动化的机器设备和机器人完成。装配工作也是越来越多地由机器人或者特种机器设备完成。

为了保证这一切能够顺利（无故障）运行，就需要进行深思熟虑的精心组织，人们将其称为“物流”。这项工作可以利用一种计算机支持功能，以生产计划与控制系统（Produktion plannungs-und-steuerungs-Systeme，PPS）的形式完成。

与手动操作相比，通过自动化可以成本更低、质量更高且速度更快地执行各个工序过程。

目前，自动化技术主要通过远程信息处理和虚拟化对所有事件产生影响。所谓远程信

息处理可以理解为是由自动化系统和信息技术系统完成远程服务、远程观测、远程控制和远程工作等任务的远程作用。这种远程信息处理的载体是互联网（Internet），通过互联网可以将世界各地的计算机和计算机化机械设备相互连接起来（图 1-4）。

虚拟化是一种通过仿真预先模拟各种现实（也就是实际发生的）事件的方法。这样就可以在真正开始生产之前，对产品从形成到生产直至使用和报废处理的所有各个阶段进行测试。其中必不可少的就是要对一个产品生命周期进行数据技术处理，人们称之为产品数据管理（Product Data Management，PDM）。

产品数据管理伴随着一种产品从产品形成直至产品报废处理的整个产品生命周期（图 1-5）。

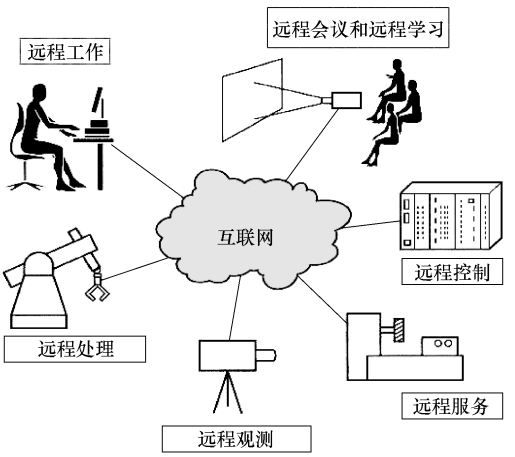


图 1-4　采用互联网的远程信息处理

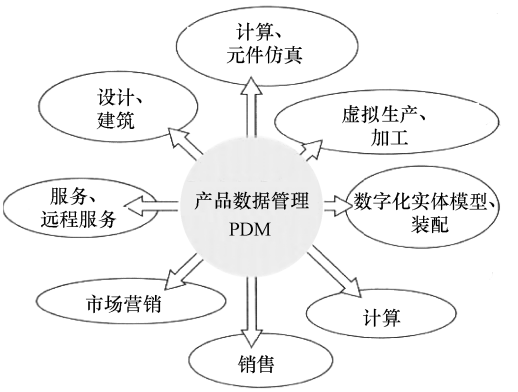


图 1-5　产品数据管理

企业的业务过程就是企业必须完成的任务，可以通过产品数据管理构建企业的业务过程，这样才能保证企业的信息技术伴随着整个产品的生命周期。

产品数据模型（图 1-6）通过下列数据文件对产品进行描述：

- 整体和各个零件的几何形状
- 零件明细表
- 加工过程以及数控（Numerical Control，NC）数据和机器人程序
- 原材料和检测程序
- 装配过程
- 面向客户的产品展示
- 成本计算
- 销售和市场营销过程
- 维护与服务
- 再利用

需要全本请访问 www.ertongbook.com