



DESIGN FOR MANUFACTURABILITY

*How to Use Concurrent Engineering to Rapidly Develop Low-Cost,
High-Quality Products for Lean Production*

可制造性设计

为精益生产、按单生产和大规模定制设计产品

[美] 大卫·M.安德森 (David M. Anderson) 著

郭慧泉 译

揭示如何运用并行工程技术快速地开发低成本、高品质的精益产品

功能性让企业进入战场
质量和可靠性让企业在竞争中生存
可制造性则决定了利润



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



DESIGN FOR MANUFACTURABILITY

*How to Use Concurrent Engineering to Rapidly Develop Low-Cost,
High-Quality Products for Lean Production*

可制造性设计

为精益生产、接单生产和大规模定制设计产品

[美] 大卫·M.安德森 (David M. Anderson) 著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

可制造性设计：为精益生产、接单生产和大规模定制设计产品 / (美) 大卫·M. 安德森 (David M. Anderson) 著；郭慧泉译. — 北京：人民邮电出版社，2018.6
(精益实践译丛)
ISBN 978-7-115-48274-7

I. ①可… II. ①大… ②郭… III. ①制造业—工业企业—企业管理—产品设计—研究 IV. ①F407.405

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第076419号

内 容 提 要

如何以精益生产、接单生产和大规模定制为基础设计产品系列？产品生产过程中各流程的设计准则有哪些？如何运用各项质量准则进行产品的可靠性设计？本书对以上问题进行了详细解答，介绍了企业在产品制造的每个流程中如何通过多功能型团队合理运用并行工程技术，实现低成本、高品质以及快速达到稳定生产的目标。

作者根据其数十年来在工业领域的设计和制造经验，将可制造性设计的理念扩展为一个高级的产品开发模型，同时阐述了在实现各个产品开发目标的过程中，如何有效地贯彻精益生产和各类质量方案，全面、同步地作出关键性的改善。作者还针对各类产品开发实例、培训和管理方法提出了优化建议，概述了零件和材料标准化的有效程序、节约时间和成本的方法以及执行标准化方案的措施。

本书适合产品研发工程师、团队负责人、生产管理者、项目与研究开发部经理、营销和投资组合规划人员及投资者阅读，也可作为大学教材、相关研究机构的参考读物，以及公司内部的培训资料。

◆ 著 [美] 大卫·M. 安德森 (David M. Anderson)

译 郭慧泉

责任编辑 陈 宏

责任印制 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本：720×960 1/16

印张：26.5

2018年6月第1版

字数：280千字

2018年6月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2016-4636号

定价：95.00元

读者服务热线：(010)81055656 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东工商广字第20170147号



我们
一起
解决
问题

前言

本书介绍了企业如何设计出在第一时间就能够被制造的产品，同时让企业能够凭借设计快速开发出低成本、高品质的产品，从而满足客户需求。

你可能会问：“怎么会有企业做不到？”许多企业管理者认为，上述很多元素都属于企业目标和企业使命，随着企业发展，这些目标自然会实现。那么，为什么企业还需要一本专门介绍可制造性设计的书？因为不幸的是，在现实中，很多因素限制了产品被自动设计成可制造产品的形式。

工程师们通常不会在高等院校学到关于可制造性设计（Design For Manufacturability, DFM）或并行工程（Concurrent Engineering）的课程。他们的学习重心通常是功能性设计，很多设计课程甚至不会提及零件是如何制造出来的。工程专业的学生们很少会把他们的设计贯彻到底或获得有关可制造性的反馈。工程师们通常接受的是有关零件设计的培训，而不是产品或系统设计。

同样，功能强大的计算机辅助设计（Computer-Aided Design, CAD）工具能够帮助工程师设计零件，而不是产品。虽然 CAD 工具能够将零件组装成产品以便人们分析，但是它并不会带来有创意的产品设计、简化的概念或优化的产品架构。由于工程培训和相关设计工具更贴近于零件设计，所以工程师和管理人员进行零件设计时往往会忽略关键的概念、架构阶段以及开展工作的正确方法。这种模式受到大多数管理人员的推动，他们想要“看得见的进展”，例如一个快速构造好的模板一旦能够正常工作，就会被列入计划并且被推至生产环节。

产品开发管理者通常会对进度安排和成本施加压力，如果管理者没有对产品开

发流程进行正确的衡量，就会进一步加剧上述的次优行为。迫使工程师如期完成任务，等于告诉他们在限定时间内把工作立即甩手丢给下一个阶段。在实际工作中，影响工程进度的一个重要因素就是衡量产品在什么时候进入了稳定生产的状态，同时能够满足所有想要购买它的客户的需求。

成本指标通常强调的只是零件成本、组装成本和开发预算，其实它们只是成本指标中的一项（销售价格）的一小部分。过度强调这些成本是因为只有它们是能够被衡量的指标，这会诱使工程师们选择廉价的配件、偷工减料、省略一些功能、将装配过程转移到低劳动力成本的国家，并且做出一些其他的短视行为，从而降低了产品的需求度，最终使总成本变得更加昂贵。

此外，工程教育和计算机工具通常强调个人努力而不是团队合作。而且，在大学里，完成一项作业的时间比较宽松，学生会用通宵补习来弥补之前的拖延行为。通常情况下，学校布置的家庭作业会规定截止日期，这段时间足够学生用来完成作业，而且通常只有一个单一的答案。学生们甚至不需要写下正确的答案，他们只要采用了正确的方法就能够得到分数。然而在现实中，除功能之外还有很多约束因素，例如成本、质量和上市时间。而设计师们必须快速且高效地完成所有工作。不仅如此，设计必须是符合“可制造性”这一要求的。极少数人（尤其是刚走出大学校园的年轻人）有足够的经验能成功完成这一切。

幸运的是，企业可以通过配有足够多的专业人员的多功能型团队来成功应对这些约束因素并实现目标。虽然团队工作可能无法通过课程来教授或培训，但是公司需要多功能型团队的合作来完成可制造性产品的设计。

本书的目的之一是介绍目前工程实践、教育、工具和管理方面的诸多进展。本书揭示了彻底的、优化的概念/架构阶段作为一个整体对产品设计的重要性，而不单纯是零件的组合。本书介绍了多功能型团队快速实现这些目标的方法以及100多条设计准则，以帮助开发团队设计可制造性产品。本书阐述了精益生产和接单生产的设计理念，以及如何实现优质、可靠的设计。本书还有一个宏大的目标，就是研究如何在产量、质量和生产效率目标达成的基础上，实现最低总成本和时间成本的设计。

如果工程师们在实践中运用了本书提到的准则，他们将有更多的时间来完成

那些有趣的、令人愉快的设计工作，并减少订单变更和补救情况的出现。

阅读建议

工程师：请阅读整本书，熟读第 7 章和附录 A。

团队负责人和工程讲师：请阅读整本书，熟读第 7 章和附录 A。

采购人员：阅读第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 6 章，第 7 章的 7.6 节和 7.8 节，以及附录 A。

项目与研究开发部经理：第 1 章、第 3 章、第 6 章，以及附录 A。

财务人员：第 1 章的 1.3 节和 1.4 节、第 2 章的 2.6 节，第 6 章、第 7 章，以及附录 A。

营销和投资组合规划人员：第 1 章的 1.4 节和 1.5 节，第 2 章、第 3 章，以及附录 A。

管理者、投资者和董事会成员：第 1 章、第 2 章、第 3 章，第 6 章的 6.1 节到 6.3 节、第 11 章的 11.5 节，以及附录 A。

目 录

引言

本书纲要

写给读者的话

第一部分 设计方法

第 1 章 可制造性设计 // 006

1.1 DFM 出现之前的制造业 // 007

1.2 产品开发的误区和现实 // 009

1.3 实现最低成本 // 010

1.4 低成本设计 // 011

1.5 让上市时间减半 // 018

1.6 角色和管理重点 // 021

1.7 DFM 面临的阻碍 // 026

1.8 武断决策 // 027

1.9 DFM 和设计时间 // 030

1.10 工程变更 // 031

- 1.11 一次成功 // 031
- 1.12 一次成功的策略 // 032
- 1.13 DFM 为企业带来的好处 // 033
- 1.14 DFM 为个人带来的好处 // 035
- 1.15 结论 // 036
- 1.16 注释 // 037

第2章 并行工程 // 040

- 2.1 资源的获得 // 040
- 2.2 确保资源的可获得性 // 044
- 2.3 产品组合规划 // 057
- 2.4 平行产品和未来产品 // 059
- 2.5 团队作为整体设计产品 // 060
- 2.6 与供应商 / 合作伙伴的关系 // 066
- 2.7 团队负责人 // 070
- 2.8 同地办公 // 072
- 2.9 团队成员和角色 // 073
- 2.10 工程外包 // 078
- 2.11 产品定义 // 081
- 2.12 注释 // 088

第3章 设计产品 // 096

- 3.1 设计策略 // 097

- 3.2 全面的前期工作的重要性 // 105
- 3.3 架构优化和系统设计 // 109
- 3.4 零件设计策略 // 122
- 3.5 面向各个环节的设计 // 124
- 3.6 产品创新 // 131
- 3.7 头脑风暴 // 135
- 3.8 成本减半的产品开发 // 136
- 3.9 注释 // 139

第二部分 柔性

第4章 为精益生产和按单生产进行设计 // 144

- 4.1 精益生产 // 144
- 4.2 按单生产 // 146
- 4.3 大规模定制 // 148
- 4.4 为精益生产、按单生产和大规模定制开发产品 // 149
- 4.5 为精益生产、按单生产和大规模定制规划产品组合 // 150
- 4.6 为精益生产、按单生产和大规模定制设计产品 // 150
- 4.7 模块化设计 // 158
- 4.8 离岸外包和可制造性 // 160
- 4.9 精益化按单生产和大规模定制的价值 // 163
- 4.10 注释 // 169

第5章 标准化 // 172

- 5.1 零件激增 // 174
- 5.2 零件激增的成本 // 174
- 5.3 零件为什么会激增 // 175
- 5.4 零件激增的后果 // 178
- 5.5 零件标准化策略 // 178
- 5.6 标准化的早期步骤 // 179
- 5.7 从零开始的策略 // 181
- 5.8 生成标准件列表 // 182
- 5.9 零件标准化结果 // 186
- 5.10 原料标准化 // 187
- 5.11 昂贵零件标准化 // 190
- 5.12 合并非柔性零件 // 191
- 5.13 工具标准化 // 195
- 5.14 特征标准化 // 196
- 5.15 工艺标准化 // 197
- 5.16 鼓励标准化 // 197
- 5.17 重用已有的设计、零件和模块 // 200
- 5.18 现货零件 // 201
- 5.19 采购的新角色 // 205
- 5.20 实施标准化 // 207
- 5.21 注释 // 209

第三部分 降低成本

第6章 通过设计最小化总成本 // 212

- 6.1 为什么不能降低成本 // 212
- 6.2 成本统计 // 215
- 6.3 使成本减半的策略 // 218
- 6.4 通过设计使成本最小化 // 220
- 6.5 最小化间接成本 // 221
- 6.6 最大限度地降低产品开发成本 // 221
- 6.7 现货零件对节约成本的贡献 // 224
- 6.8 最大限度地降低工程变更成本 // 225
- 6.9 最大限度地降低质量成本 // 225
- 6.10 合理选择成本最低的供应商 // 227
- 6.11 低价投标 // 228
- 6.12 最大化工厂效率 // 235
- 6.13 利用柔性降低间接成本 // 235
- 6.14 最小化定制 / 配置成本 // 236
- 6.15 最小化品种多样化成本 // 236
- 6.16 最小化物料管理成本 // 239
- 6.17 最小化营销成本 // 240
- 6.18 最小化销售 / 分销成本 // 240
- 6.19 最小化供应链成本 // 240

- 6.20 最小化产品生命周期成本 // 241
- 6.21 通过接单生产来节约成本 // 241
- 6.22 造成负面效应的成本降低措施 // 243
- 6.23 注释 // 245

第7章 总成本 // 249

- 7.1 总成本的价值 // 250
- 7.2 量化间接成本 // 252
- 7.3 总成本核算的障碍 // 255
- 7.4 总成本思维 // 256
- 7.5 实施总成本核算 // 257
- 7.6 成本驱动要素 // 258
- 7.7 跟踪产品开发费用 // 262
- 7.8 abc: 低目标的作业成本法 // 263
- 7.9 实施工作 // 265
- 7.10 实施总成本策略的典型结果 // 265
- 7.11 注释 // 267

第四部分 设计准则

第8章 产品设计的DFM准则 // 270

- 8.1 装配设计 // 270
- 8.2 装配设计的指导准则 // 271
- 8.3 紧固准则 // 276

- 8.4 动态装配准则 // 278
- 8.5 测试策略和准则 // 280
- 8.6 质量测试与在制造中控制质量 // 282
- 8.7 维修和保养设计 // 282
- 8.8 维修准则 // 283
- 8.9 服务与维修设计 // 286
- 8.10 维护 // 287
- 8.11 维护的测量指标 // 288
- 8.12 维护准则设计 // 289
- 8.13 注释 // 291

第 9 章 零件设计的 DFM 准则 // 292

- 9.1 零件设计准则 // 293
- 9.2 成品零件的 DFM 准则 // 295
- 9.3 铸件和模压件的 DFM 准则 // 300
- 9.4 金属板材的 DFM 准则 // 302
- 9.5 焊接的 DFM 准则 // 304
- 9.6 大型零件的 DFM 准则 // 306
- 9.7 注释 // 310

第五部分 客户满意度

第 10 章 质量设计 // 314

- 10.1 质量设计准则 // 315

- 10.2 公差 // 318
- 10.3 产品质量的累积效应 // 321
- 10.4 可靠性设计准则 // 325
- 10.5 可靠性测量 // 328
- 10.6 各个阶段的可靠性 // 328
- 10.7 防错技术 // 330
- 10.8 防错准则 // 330
- 10.9 质量设计策略 // 332
- 10.10 客户满意度 // 334
- 10.11 注释 // 335

第六部分 实施

第 11 章 实施 DFM // 338

- 11.1 变更 // 339
- 11.2 初步调查 // 342
- 11.3 DFM 培训 // 345
- 11.4 DFM 工作组 // 350
- 11.5 停止使用会带来反效果的策略 // 351
- 11.6 企业执行 // 353
- 11.7 团队执行 // 355
- 11.8 个人执行 // 358
- 11.9 学生和求职者与 DFM // 359

11.10 DFM 的主要任务、结果和工具 // 361

11.11 结论 // 362

11.12 注释 // 363

第七部分 附录

附录 A 产品线合理化 // 366

- A.1 产品线的帕累托法则 // 366
- A.2 合理化如何带来三倍利润 // 368
- A.3 通过合理化节约成本 // 370
- A.4 把重点转向最有利可图的产品 // 372
- A.5 合理化策略 // 373
- A.6 合理化过程 // 375
- A.7 总成本影响 // 376
- A.8 克服顾虑、恐惧和抗拒心理 // 378
- A.9 企业策略实践 // 382
- A.10 合理化如何提高企业质量 // 385
- A.11 合理化的价值 // 386
- A.12 注释 // 388

附录 B 准则概要 // 390

- B.1 装配策略准则 (第 8 章) // 390
- B.2 紧固准则 (第 8 章) // 390
- B.3 动态装配准则 (第 8 章) // 391

- B.4 测试准则 (第 8 章) // 391
- B.5 修理准则 (第 8 章) // 392
- B.6 维护准则 (第 8 章) // 392
- B.7 零件设计准则 (第 9 章) // 393
- B.8 成品零件的 DFM 准则 (第 9 章) // 393
- B.9 铸件的 DFM 准则 (第 9 章) // 394
- B.10 塑料工艺的 DFM 准则 (第 9 章) // 394
- B.11 金属板材的 DFM 准则 (第 9 章) // 395
- B.12 质量设计准则 (第 10 章) // 395
- B.13 可靠性设计准则 (第 10 章) // 396

附录 C 反馈表 // 397

附录 D 参考资料 // 401

- D.1 参考书目 // 401
- D.2 提高企业运营的随身指南 // 402
- D.3 DFM 研讨会 // 403
- D.4 BTO 和大规模定制的研讨会 // 404
- D.5 安德森博士创办的研讨班 // 405
- D.6 设计研究与咨询 // 406