



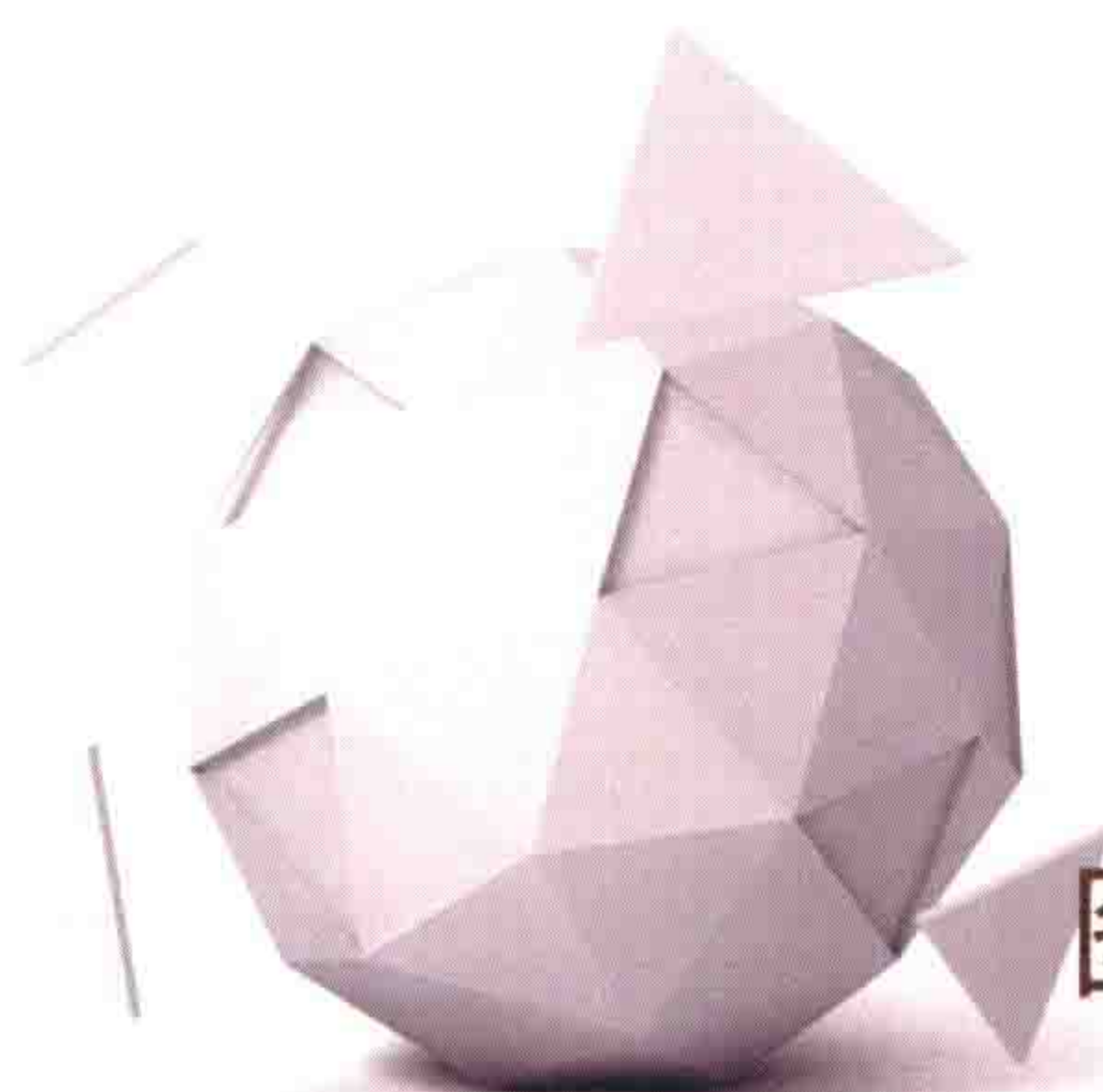
标杆精益系列图书

单元化生产指南

精益实践者的分步指导

[美] 克里斯 A. 奥尔蒂斯(Chris A.Ortiz) 著

黄雷 王清满 译



图表 + 实例 → 精益工具的操作指南

The Cell Manufacturing Playbook

A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner



CRC Press
Taylor & Francis Group



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

标杆精益系列图书

单元化生产指南

——精益实践者的分步指导

[美] 克里斯 A. 奥尔蒂斯 (Chris A. Ortiz) 著

黄雷 王清满 译



机械工业出版社

单元化生产改变了传统工艺布局的生产方式，并打造出最佳尺寸的紧凑型作业区域，这种生产方式具备工作站所需的所有物品及生产所需的设备。

本书围绕如何实施单元化生产，将简述与重点说明相结合，采用实际作业单元实施中的彩图、实例和模型，讲解了实施单元化生产的详细过程。本书突出实践，读者可以通过阅读快速掌握实施单元化生产的具体方法，从而成功推行单元化生产方式。如果因某种原因忘记单元化生产的某种“打法”，也可以查阅本书。当然，也可以直接参考本书中的具体应用并加以实施。

本书适合精益从业人员和推行者使用，也适合准备开展单元化生产的企业管理者、员工参考。

The Cell Manufacturing Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner/by Chris A. Ortiz/ ISBN: 9781498741705

Copyright© 2016 by Taylor & Francis Group, LLC

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC; All rights reserved. 本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下，CRC 出版公司出版，并经其授权翻译出版。版权所有，侵权必究。

China Machine Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. 本书中文简体翻译版授权由机械工业出版社独家出版并限在中国大陆地区销售。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2016-7539 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

单元化生产指南：精益实践者的分步指导/(美) 克里斯 A. 奥尔蒂斯 (Chris A. Ortiz) 著；黄雷，王清满译. —北京：机械工业出版社，2018.1 (标杆精益系列图书)

书名原文：The Cell Manufacturing Playbook

ISBN 978-7-111-58842-9

I. ①单… II. ①克… ②黄… ③王… III. ①精益生产-生产管理-指南
IV. ①F273-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 000061 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：孔 劲 责任编辑：孔 劲 责任校对：乔荣荣
封面设计：张 静 责任印制：李 飞
北京利丰雅高长城印刷有限公司印刷
2018 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
169mm×239mm·5 印张·58 千字
0001—3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-58842-9
定价：39.00 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

服务咨询热线：010-88361066

读者购书热线：010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：www.cmpbook.com

机工官博：weibo.com/cmp1952

金书网：www.golden-book.com

教育服务网：www.cmpedu.com

本书使用说明

在大多数情况下，指南是概括性地介绍一项运动或游戏的战略。无论是足球比赛、视频游戏，还是桌游，都会有一本指导性手册——指南，它为我们提供通俗易懂的使用说明，以及一些通用的信息。具体如何使用指南取决于使用者的个性化需求。

指南中包含图片、图表、快速参考、定义，并用详细的插图对某些部分进行说明。指南可以帮助你理解全部内容或某个关键部分，它最基本的要求是易于阅读和切中要点，并不包含过多的修饰。

本书专为精益实践者及精益推进人员所写。精益推进人员就像足球教练，他们可以使用本书作为快速入门的工具，并且能够很容易地传达所需要的内容；如果因为某些原因，在推进单元化生产时忘记了某些具体操作，则可以参考本书。

你可以逐页学习本书，并用其来推行单元化生产；你也可以直接参与到具体项目当中，通过使用本书来完成具体操作过程。另外，在术语定义中，我把单元化生产等同于作业单元，将两者一起作为一个定义进行了说明。

前 言

纵观带有精益哲学的改善方法，为诸多生产问题提供了解决方案。作为一种强有力且有效的改善理念，精益不但可以防止企业失败，还能助力企业进入世界顶级运营之列。

我作为一名精益实践家已超过 15 年之久，并且参与过多起精益变革。无论你身处何种行业，生产何种产品，又或是你所在公司以何种制作工艺来达到产品的最终实现，你与其他人所面对的问题与改善机会是一样的。你所在的公司同其他公司相比并没有任何区别与例外。作为一名精益实践者，你会期望设备运行平稳、提前期降低、产能增加、生产率提高、柔性生产、面积有效利用、库存降低等。组织可通过实施精益实现局部改善，也可以通过实施精益进行公司文化变革。无论你对精益的期望与目标如何，你都会和其他公司一样面对这样或那样的类似问题。走出我一直称为的“办公室精益”，亲身到现场实践吧。

精益就是卷起袖子加油干，并由此做出改变。通过实施精益，随之而来的真正改变将会出现于产线、维修维护车间及公司其他地方。许多公司一般会纠缠于无尽的培训与计划循环之中，却没有任何实际执行的痕迹。本书专为精益推行者提供训练方法及指导实践，你可以将其作为指导手册在工作区域内实施作业改善。

当前，关于如何合理实施单元化生产，还没有哪一部书，哪一本手册，或是参考资料能够提供彩色图片，以及详细的分步指导。单元化生产的实施属于人工密集型的活动，合理推进单元化生产项目需要经验与方向。本书并非传统书籍，如你所见，它读起来并不像一般的精益商业图书。书中的插图



皆源于真实的单元化生产现场实践。同时，我将用简短的篇幅与简单的叙述相结合的方式帮助你更好、更有效地实施单元化生产。

本书在前言中简单地介绍了单元化生产方式，讲解了关于浪费和各项精益指标的知识，便于读者充分理解书中的内容，并有所收获，但未过多地介绍高深的理论。这并不是说，高深的理论或商业战略缺乏价值，相反，它们具有很高的价值。因本书仅针对实践指导，故而不会涉及过多的理论讲解。书中各章的内容分别为：

第1章通过描述如何进行动作时间研究来说明数据收集的重要性。这一基础数据对于每一个装配工序建立合理循环周期时间，以及识别消除浪费来说意义重大。

第2章对作业平衡进行了说明。为保证作业单元运作平稳，应在两作业员之间尽可能均衡划分作业内容。同时指导你如何计算有效工作时间与节拍时间。除非你在设计上花费一定时间，否则作业单元达不到同步作业要求。每一个作业单元依据作业周期、产品本身、容量大小来量身定制。进行工作站设计应以现场具体作业内容为依据。

第3章对组建作业单元时需优先考虑的多种关键实施工具予以说明。

第4章和读者一起通过4天作业单元的实践了解每个工作日详细的工作内容，保证4天全面熟知操作。通过实例、图片、图表，读者可以看到每天如何建立作业单元。同样，5S及看板相关内容会在其他指南书中涉及。

第5章介绍如何正确编写作业指导书。作业指导书是管控及运行一项作业单元不可或缺的内容。本章会列举出指导说明实例，并附带图片说明，以便让工人更好理解。同样，通过工作站图片、图表来说明如何正确安装，使用方便。本章还讲述了如何在工作站中设计与组建生产控制板（PCBs），生产控制板属于目视管理板，包含准则、目标、日结栏。生产控制板管控产出情况，短时间内可以就作业单元进程及问题给出反馈，并加以展示。本章涉及多类型例子，以及图示准则。作为本书的最后一章，从设计、架构，到执行都是相当不错的收尾之笔。

1. 单元化生产

单元化生产是基于传统生产流程的布局（见图1），重新设计空间紧凑型作业区域。紧凑型单元作业区域包含所有涉及产品生产的必需品及设备。

生产流程布局的不足

- 工序之间距离大：这既增加生产时间，又降低面积利用率。
- 过量在制品下的批量生产（WIP）：过量库存会隐藏潜在的错误与等待时间。
- 长时间的生产提前期：生产提前期贯穿整个生产过程。
- 问题可视化的局限性：人员之间、人员与工序之间无法达到可视化。
- 慢节奏：过量的在制品形成作业缓冲。
- 按发货期生产：没有考虑到下一道工序的真实需求。
- 增长限制：随着产品数量增加，浪费随之而来。

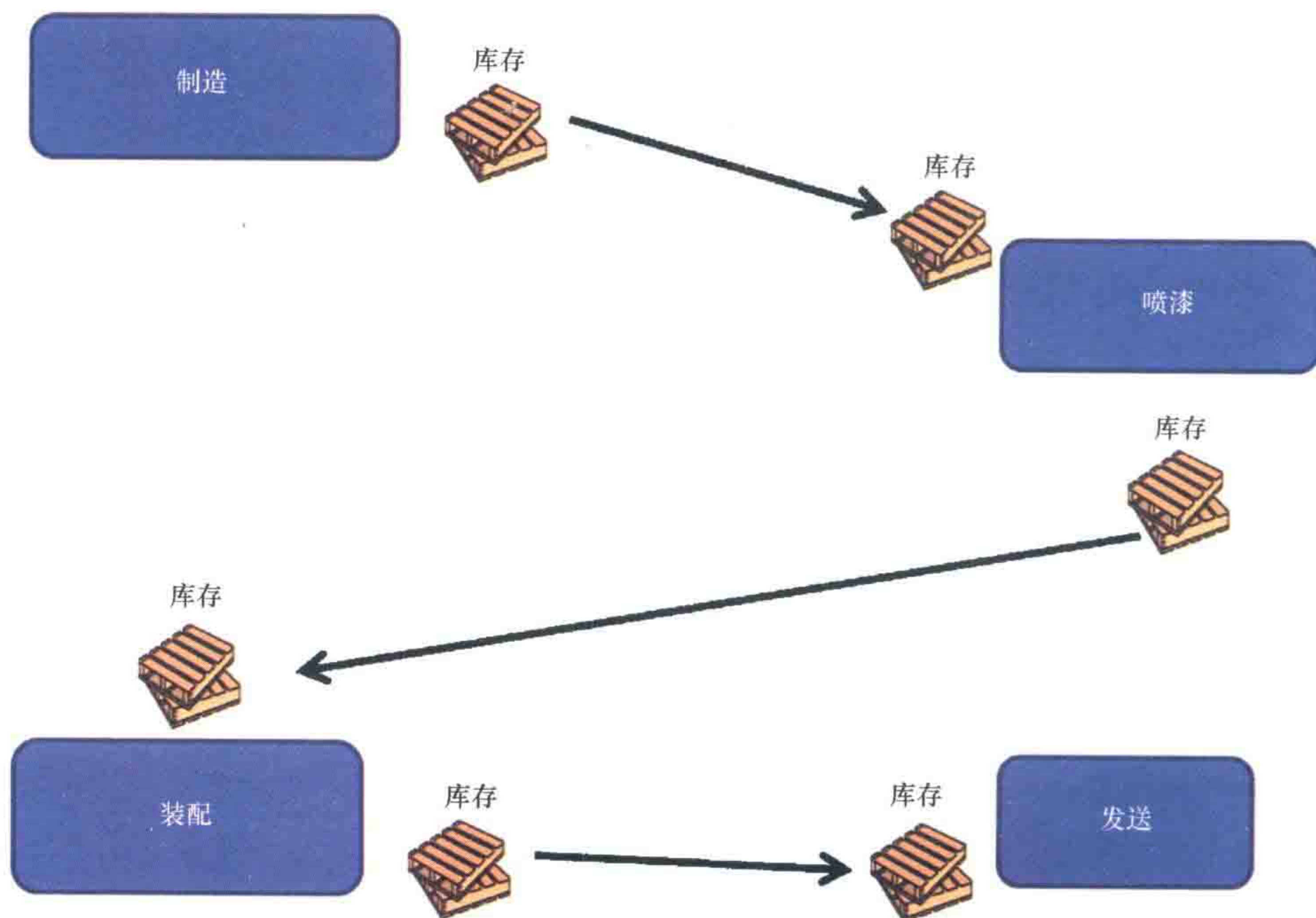


图1 基于流程工艺布局（推动式）



单元化生产（见图 2）的优势

- 作业点与设备相互之间距离较近：可以减少与缩短提前期。
- 单件流或小批量生产：可以减少提前期及更少的库存需求。
- 通常单元以 U 形或 C 形布局：可以形成团队作业氛围。
- 快速换模：使调整与换模作业改善。
- 柔性混合生产：适用于高混合生产环境。
- 减少提前期及作业周期：减少作业距离与时间及等待时间。
- 出色的问题可视化：形成即时反馈机制及持续的团队沟通。
- 加快节奏：消除因生产不需要的库存消耗的时间。
- 消除直筒式部门：为每一作业单元构建紧凑型工作站。

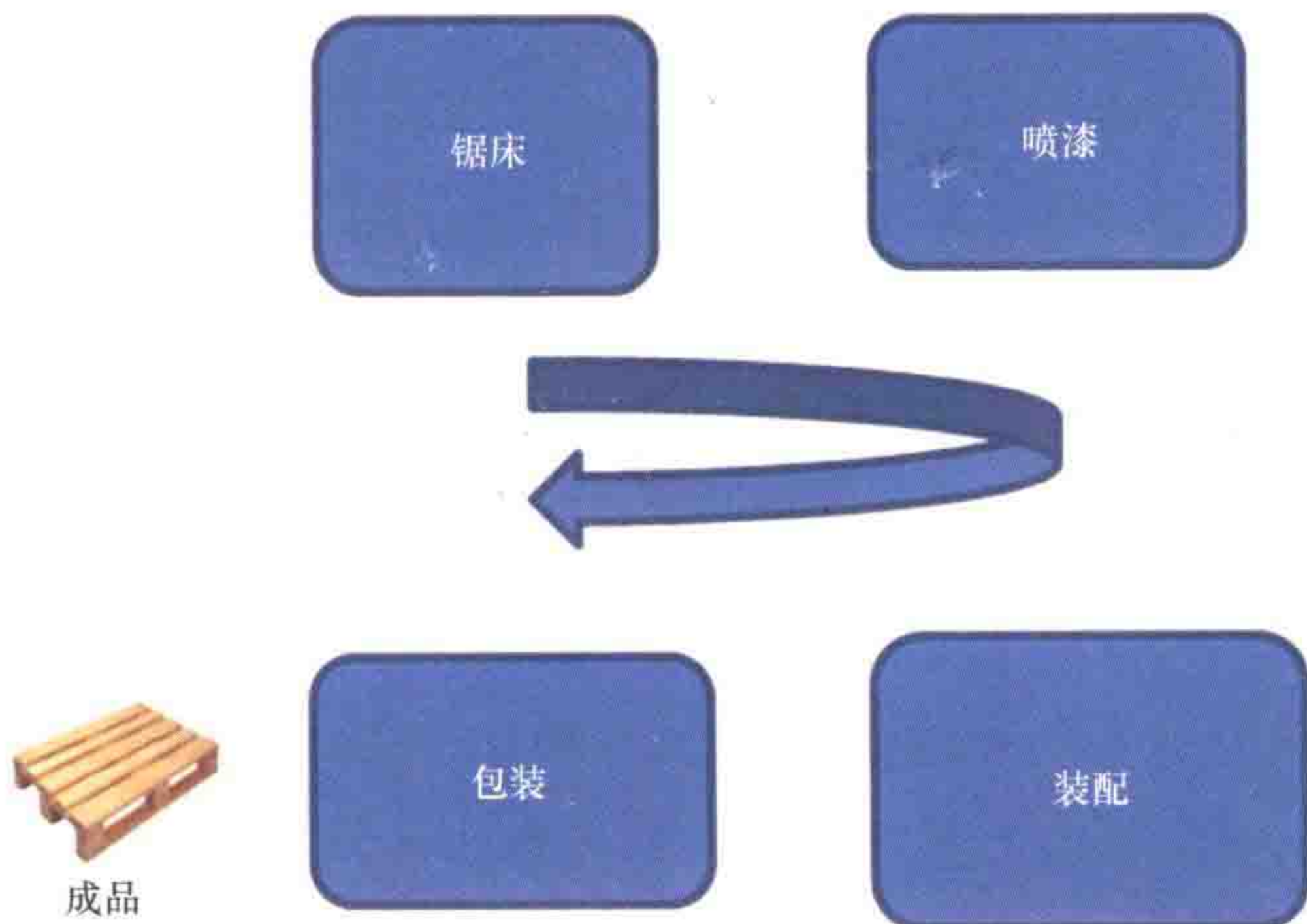


图 2 单元化生产

2. 8 项浪费

身为一名精益实践者与导师，我深知单元化生产的巨大优势。当你挑战你的现有观念和当前持有的库存时，你会看到整个公司的明显变化。同其他精益工具一样，单元化生产方式会有效减少浪费，并且还有助于你对 8 项浪费重新认识。通过学习本书内容，会让你理解浪费与精益的相关理念。很多

读者在阅读本书之前就了解了浪费和精益的概念，对于刚刚接触精益的读者，本书将对 8 项浪费进行简单描述：

- 生产过剩的浪费
- 加工的浪费
- 等待的浪费
- 多余动作的浪费
- 搬运的浪费
- 库存的浪费
- 不良品的浪费
- 人员的浪费

生产过剩的浪费是指过早或过多地生产出产品。生产过剩造成空间占用，需要额外进行处理并存储；而且如果存储不当，还会导致潜在的质量问题。

加工的浪费是指采取不必要的步骤、重复检查和验证、过度加工。加工浪费通常体现在制造部对产品进行过度打磨、去毛刺、清洗或抛光操作。当机器没有得到正确的保养或仅仅是通过花费大量时间生产超出必要质量的产品，也是加工浪费。

等待的浪费是指重要信息、工具及物料没有准备到位而导致机器停止或空转，工人无所事事。工序间工作量和周期时间不平衡时也会造成等待的浪费。

多余动作的浪费是指工人在工作区域内或走出工作区域去寻找工具、零件、信息、人等所有需要却无法触手可及的事物。因为工序中包含了大量的走动动作，导致产出时间增加，质量关注度下降，因此，所有需要的事物都必须按顺序放置在使用点，以便工人可以专注于手头的工作。

搬运的浪费是指在流程中不必要的搬运零部件或成品。通常需要使用叉车、手推车、托盘、千斤顶。不必要的运输通常出现在上、下道工序距离远并不在可见范围内时。另外大量的在制品将导致过多的搬运和潜在的危险。

库存的浪费指存储过多原材料、在制品（WIP）和成品导致大量资金



占用。

不良品的浪费是指由于生产过程中发生的错误而导致的产品返工、报废、保修索赔，及返工的时间浪费。

人员的浪费是指不恰当地利用人员的能力。人的成功与否取决于工作的过程。如果流程本身存在多余动作的浪费、搬运的浪费、加工的浪费、生产过剩以及等待和不良品的浪费，这就是在浪费人员的潜力。

我希望读者在读完本书后不仅能受到启发，而且能卷起袖子真正开始单元化生产之旅。

3. 精益指标

为了有效衡量单元化生产的成果，通常需要建立可以测量并量化的关键指标。在生产现场，这些指标通常被称为关键绩效指标（KPIs）。单元化生产是种强大的改善工具，在降低提前期、提高产出、提高生产力等指标方面有深远的影响，有时这种影响是不可思议的。在精益之旅中，我们推荐以下指标给读者作为参考：

- 生产力/正常运行时间
- 品质
- 库存
- 场地占用
- 移动距离
- 生产周期

生产力

生产力可以通过多种方式进行衡量。当以更轻松的方式生产产品时，就表明生产力有所提高。当公司的生产作业形成从传统工艺群生产方式转变为更加精益的单元作业方式时，生产力的提高会更加明显。我曾身处这些变革中，并且以同样作业人数进行单元作业，取得了减少超过提前期 90% 的成绩。单元化生产旨在聚焦于每一动作是否增值。因此，身为作业人员应聚焦

于增值作业，而非 8 项浪费。这样，生产力会比之前再提高一个台阶。

品质

品质改善是单元化生产的第二项优势。在单元化生产中，几乎没有在制品，相对应的是单件流贯穿整个作业过程。在传统的作业环境中，大量在制品会隐藏潜在的质量风险。单件流有助于更好地作业集中，如果过程中出现错误，也仅是一堆产品中的一个单位产品，而非多数。相反，批量生产线会产生大量不良品。对于单元化生产而言，标准作业指导书确保作业稳定，并有助于减少质量风险。你会发现当你阅读本书，你会更好地理解单元化生产如何提高整体品质，减少返工及不良品，继而确保客户满意。

库存

之所以说库存很隐蔽，是因为大部分公司生产或维修一件产品时，会从三方面需要库存：原材料、在制品、成品。单元化生产的一个基本面是这些单元会制造出“可销售”的产品。“可销售”指的是从生产、检验、打包，直至产品离开作业单元，是一个完整待发运的产品。在作业单元中，工序间布局紧凑，每一项按需作业，在制品不会因任何缘由流出作业区域。这种方式同样减少在制品库存水平，而且让作业过程更加目视化。单元化生产的另一个优势是看板系统的合理实施，从而确保部件、材料及供应能够按需发运到作业单元，保障产品流动。我在第 4 章会说明这一点，并且，我推荐阅读“标杆精益系列图书”中的《看板指南——精益实践者的分布指导》一书。

看板系统同样有助于确保最低程度的零件短缺，而且作业单元内不会存储过量库存。

场地占用

场地占用也是一项费用支出。需要对厂区面积的低利用率引起关注，因为它会妨碍公司的发展。生产空间应该用于进行有价值的作业，那样才会给公司创造利润。相反，不应将车间用于存储废品或演变成存放无用物品的场所。租用、出租，或购买厂房，皆属于高额度费用开支。车间现场就一个用途：生产产品。尽管也会将工厂用于做其他事情，比如库存的存放、发运、



接收、维护等，但是，还是应有效利用车间进行增值作业。增值作业包含产品加工或以相应过程改变装配及外形，又或是想出售的产品功能。车间的产线、设备，都是为生产出能够销售的产品服务的。所以，应合理利用车间，发挥其自身作用。实施单元化生产可以有效缩短车间因工艺布局造成工序间的距离跨度，并且会消除在制品。

假如你一个月没有生产一件产品，那么，与之对应的设施、建筑，都会给你带来成本压力。这些成本包括租用、保险、税收、设施、维护等费用，所以你必须从中盈利。你在车间有多少面积是用来创造利润的？在生产过程中，或者修理过程中，货架上的库存不会产生任何利润。你可以通过每平方英尺能够创造多少利润来衡量你在空间占用情况。当你实施看板系统时，你会发现你所在公司的总待有成本在降低。其中一项成本就是空间占用低利用率造成的，空间占用也是一项关键的精益指标。

当一家公司疏于组织管理，及无效库存逐步增加时，越来越多的车间面积会随之用于无附加值的事物上，这便是在加剧浪费。其他一些比如工作台、垃圾箱、座椅、不用的设备、工具、桌子等堆积如山，具备可增值的生产空间却在消失。相比之下，公司并没有降低库存、提升空间利用率，反而大部分采取增加建筑面积、货架。改变你的车间空间利用率；更好地使用车间、更少的非增值事物、更少的浪费、更少的材料。作业单元是为了在以最少量的投入和最小的空间利用率的条件下能够进行产品生产而设计的。

移动距离

移动越远，耗时越多——这是对移动距离的最好解释。过长的生产流程将造成大量浪费，降低整体性能。此外，过长的生产流程将占用大量空间。移动距离表现为两种形式：工人走动的距离和产品搬运的距离。

移动距离关系到生产流程乃至整个企业的整体交货时间。当在制品数量超过需求数量时，空间占用增加，产线所需长度也将增加。随着移动距离的增加，空间利用效率下降，工人走动距离增加，交货期延长，工序间的等待时间也将增加，因此需要延长交货期以控制库存。

工作区域设计不合理会导致工人经常走动，并使工作区域变得杂乱，工

人需要耗费更多时间寻找必备物品。相反，单元化生产场地占用较少，并且在作业区域内产品传输相对于批量加工更有效率。实践证明，单元化生产具备的优势：少量的投入，更短的传输距离，更短的产出时间。

生产周期

生产周期指的是产品在生产过程中流转所花费的时间，有时会同其他指标一起进行移动距离的增减评价。生产周期直接影响着产品交付。产品在工厂内流转的时间越久，产品交付时间就越长。当然，很多变数都会引起生产提前期变长。因此，从第一道工序原材料加工到最终包装交付，通过时间测量简化评价指标实属明智之举。产线越长，越需要更多的工作站、工人、工具、传输装置、备品备件、材料，这样会导致额外的成本及在制品，当然也会加长提前期。移动距离的缩短相当于更短的产出时间。这样企业才会给出具有竞争性，且合理的交付期。生产过程中库存搬运得越快，意味着越短的时间与越少的成本。

通过利用这些关键精益指标，并将其作为你成功的衡量指标，不仅会对公司财务收益产生深远影响，而且会有助于公司的长期增长。你可以将这些精益指标直接作为生产指标，因为这些指标可以在车间现场进行评估。产线工人只有在有效的作业环境下才会更容易实现低成本、高质量、快速交付。精益指标之间相互补充。当你成为经验丰富的精益实践者时，就会自然理解这些指标之间是如何相互联系的。



目 录

本书使用说明

前言

第 1 章 数据收集	1
1.1 时间研究汇总	2
1.2 3R 电动自行车生产过程	5
1.3 提前期及最终数字	6
1.4 意大利面条图	7
1.5 产品族	8
第 2 章 作业单元的产线平衡	10
2.1 引言	10
2.2 节拍时间	11
2.3 作业平衡	13
第 3 章 作业单元产线设计	21
3.1 引言	21
3.2 需要考虑的事项	24
第 4 章 实施	34
4.1 引言	34
4.2 第 1 天：整理	35
4.3 第 2 天：组线及产线预运行	37
4.4 第 3~4 天：5S、工具、零件、材料	40
4.5 看板卡及零件箱取放点	47
4.6 信号灯	49
第 5 章 作业指导书及生产控制板	52
总结	60
术语	61

数据收集

如果你的作业单元想要保持高水平运作，那么关键的第一步就是数据收集。面对各种数据收集方式，大多数人会因工具选择困难症而陷于停滞。为了减轻你的负担，我对最常用的有效工具进行了汇总：动作和时间研究。动作和时间研究旨在收集作业单元里当前正在做的产品的生产时间现状。表 1.1 就是我使用了十多年的例子。

表 1.1 时间研究样表

作业名称				样本时间					平均值
序号	作业内容	增值	非增值	1	2	3	4	5	

表 1.1 中相应项的含义如下。

作业名称：此项表示正在评价的产品或产线。可能会出现同种产品以不同形式通过新的作业单元，所以需要区分每一步。

序号：此项标明作业步骤数量及作业顺序。

作业内容：此项记录产品生产过程中的工作内容（例如，装配、检索材

料、焊接、测试、检验、包装等)。需要说明的是应对每一步作业内容进行拆分细化。

增值：此项代表实际装配作业过程中改变产品配合、结构、功能等产生价值的步骤。部件组装、材料焊接都是较好的例子。尽管需要寻找部件、读取信息、材料传输，但这些活动并未产生价值。如果作业内容增值，那就在这一栏注明。

非增值：这一栏代表精益八项浪费中的非增值作业。将八项浪费作为指导准则，如果有非增值作业，或者没有改变产品配合、形状，或功能的相关作业，就在这一栏注明。

样本时间及平均值：这两项不仅记录每一步的样本时间，而且还收集少量样本算出平均值，这样做能更好的找出完成这一作业的最佳时间。

1.1 时间研究汇总



当完成针对所有将要融合进一个新的作业单元的产品时间研究时，需要再研究一下数据，并圈出降低浪费的机会点。将最终的数据作为基准和单元化生产实施运行后的未来时间研究相比较。表 1.2 为 3R 电动自行车系列的时间研究表。

表 1.2 时间研究表-3R 电动自行车系列

作业名称:3R 电动自行车系列				样本时间/min					平均值/min
序号	作业内容	增值	非增值	1	2	3	4	5	
1	安装制动拉索到制动鼓,并调节松紧	X		0.55	0.65	0.5	0.62	0.65	0.59
2	走动,并寻找线束		X	1.1	1.5	1	1	1.25	1.17
3	安装线束	X		0.85	0.75	0.76	0.8	0.8	0.79
4	线束防护	X		1.45	1.45	1.4	1.4	1.5	1.44
5	走动,并寻找车身分总成		X	2	1.9	1.9	2.1	1.85	1.95
6	安装车身分总成,并放置于在制品区	X		1.52	1.9	1.65	1.85	1.85	1.75



(续)

作业名称:3R 电动自行车系列				样本时间/min					平均值 /min
序号	作业内容	增值	非增值	1	2	3	4	5	
7	交付到硬件作业区		X	2.55	2.6	2.65	2.6	2.55	2.59
8	在后悬架上安装黑色垫圈	X		0.25	0.16	0.2	0.2	0.25	0.21
9	走动,并从货架上寻找部件		X	0.66	0.68	0.7	0.7	0.65	0.68
10	在黑色垫圈上安装 2 个 1in [⊙] 锁紧螺母	X		0.55	0.48	0.48	0.5	0.5	0.50
11	从零件袋中取出黑色垫圈,放入零件盒		X	0.25	0.25	0.25	0.2	0.24	0.24
12	在前叉上安装垫圈	X		0.25	0.16	0.2	0.2	0.25	0.21
13	在黑色垫圈上安装 2 个 1in 锁紧螺母			0.95	0.8	0.85	0.9	0.95	0.89
14	交付到装配区		X	2.1	2.22	2.35	2.2	2.35	2.24
15	在车身架上安装坐杆	X		1.62	1.9	1.75	1.858	1.858	1.80
16	走动,并寻找坐垫		X	0.59	0.49	0.48	0.52	0.58	0.53
17	在坐杆上安装坐垫	X		0.66	0.68	0.7	0.7	0.65	0.68
18	安装车座快拆组件	X		0.25	0.25	0.25	0.2	0.24	0.24
19	在中心面板上安装面板锁	X		0.95	0.8	0.76	0.8	0.8	0.82
20	在车身板上安装中心面板	X		1.63	1.9	1.77	1.85	1.85	1.80
21	从海绵中取出车把手架		X	0.15	0.18	0.2	0.19	0.17	0.18
22	检查是否有毛刺,并去毛刺		X	0.16	0.15	0.19	0.18	0.17	0.17
23	安装车把手	X		2.35	2.2	2.25	2.35	2.35	2.30
24	安装快拆组块及防护	X		0.25	0.25	0.25	0.2	0.24	0.24
25	在快拆机构上安装橡胶保护罩	X		0.15	0.19	0.2	0.15	0.17	0.17
26	在车座上安装橡胶护罩,并放置在制品区	X		0.68	0.68	0.71	0.71	0.65	0.69

⊙ 1in=0.025m。