

硕士学位论文

基于精益生产的特普公司生产管理优化研究

**The Research of Lean Production Implementation in
TEPU Company**

学科专业 工商管理（MBA）

专业领域 工商管理（MBA）

作者姓名

指导教师

2021 年 7 月

中图分类号 _____
UDC _____

学校代码 _____ 10533
学位类别 _____ 专业学位

硕士学位论文

基于精益生产的特普公司生产管理优化研究

**The Research of Lean Production Implementation in
TEPU Company**

作者姓名：

学科专业： 工商管理（MBA）

专业领域： 工商管理（MBA）

研究方向： 企业管理

二级培养单位： 商学院

指导教师：

论文答辩日期_____

答辩委员会主席_____

中南大学

2021 年 7 月

学位论文原创性声明

本人郑重声明，所呈交的学位论文是本人在指导教师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了论文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得中南大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我共同工作的同志对本研究所作的贡献均已在论文中作了明确的说明。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

作者签名：_____ 日期：_____年___月___日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者和指导教师完全了解中南大学有关保留、使用学位论文的规定：即学校有权保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的复印件和电子版；本人允许本学位论文被查阅和借阅；学校可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用复印、缩印或其它手段保存和汇编本学位论文。

保密论文待解密后适应本声明。

作者签名：_____ 指导教师签名：_____

日期：_____年___月___日 日期：_____年___月___日

基于精益生产的特普公司生产管理优化研究

摘要：随着经济全球化的不断深化，市场竞争不断加剧，现代企业需要不断优化企业内部的生产管理来提高企业的竞争力。越来越多的企业引入精益生产作为工具，对企业内部运营流程进行改善，以达到最好的质量，最高效率和最低的成本，将最具价值的产品或服务提供给客户。论文以特普公司为研究对象，聚焦如何将精益生产的理论和方法有效地应用在公司的具体问题上，主要工作及成果如下：

首先，根据特普公司的外在竞争环境分析和公司内部生产管理现状分析，得出特普公司的生产管理中的问题以及实施精益生产管理的必要性。其次，详细阐述特普公司精益生产管理的实施，包括精益制造运营体系构建了可视化看板管理，标准化作业，安灯系统以及问题解决等持续化改善的精益生产体系来提高公司的精益管理能力；通过供应链和内部改善降低生产成本；通过提升瓶颈工序的能力来提高公司的生产能力；通过价值流程图的改善来缩短生产周期。最后，论述如何有效地推进精益生产在特普公司实施而采取的保障措施，并对特普公司精益生产实施的效果进行了评价，特普公司的精益生产实施改善了公司的绩效指标，提升了公司的竞争力。

本文的研究不仅对公司实施精益生产和持续改善有着积极的推动作用，还为同行推进精益生产方式提供参考和借鉴作用。

图 26 幅，表格 8 个，参考文献 51 篇

关键词：精益生产；持续改善；竞争力；生产管理

分类号：

Research of Lean Production Implementation in TEPU Company

Abstract: Along with the development of economic globalization and the increased market competition, the modern enterprises need to continuously optimize the internal production management to improve the competitiveness of the enterprises. More and more enterprises introduce lean production as a tool to improve the internal business process to achieve the best quality, highest efficiency, and lowest cost, and provide the most valuable product or service to the customers. The article takes TEPU companies as the research object to study how the lean production theory and method is applied effectively in the company's specific issues. There are the main works and achievements as follows:

First of all, it is necessary for TEPU company to implement lean production to solve the issues in the current production management according to the analysis of the company external competitive environment and internal production management current situation. Secondly, the article elaborates the implementation of the lean production management in TEPU company, including lean manufacturing operation system to build visualization Kanban management system, standardized work instruction, Andon system and problem-solving tools. All these tools are built as the basis of lean production management to improve the competence of production management; Reducing production cost through the optimization of the supply chain and internal process improvements; Improving the company's production capacity by improving the capacity of the bottleneck process; Shortening the lead time of the production cycle through the improvement of the value stream mapping. Finally, the author discusses how to create the measures to effectively promote lean manufacturing implementation in the company and evaluates the achievement by the implementation of lean production. It improves the key performance indicators and competitiveness of the company.

The research not only facilitates the implementation of lean production and continuous improvement in TEPU company, it is also helpful to promote lean production for the manufacturing facilities.

Keywords: lean production; Continuous improvement; Competitiveness; production management

Classification:

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 选题背景	1
1.2 国内外研究现状和发展动态	2
1.2.1 国外研究现状和发展动态	2
1.2.1 国内研究现状和发展动态	3
1.3 研究思路与研究内容	4
1.3.1 研究思路	4
1.3.2 研究内容	5
1.4 研究方法与技术路线	5
1.4.1 研究方法	5
1.4.2 技术路线	6
第 2 章 相关理论概述	7
2.1 精益生产的内涵	7
2.2 精益生产的基本原则和术语	7
2.2.1 精益思想的 5 大原则	7
2.2.2 精益生产术语	8
2.3 精益生产的体系结构	9
2.4 精益生产的常用工具	11
2.4.1 价值流程图	11
2.4.2 瓶颈管理	11
2.4.3 5S 和目视管理	12
2.4.4 标准化作业	13
2.4.5 改善	13
第 3 章 特普公司现状分析	15
3.1 特普公司简介及竞争环境分析	15
3.1.1 特普公司简介	15
3.1.2 特普公司竞争环境分析	16
3.2 特普公司生产管理问题和原因分析	17
3.2.1 生产制造成本高	17
3.2.2 生产能力不足	18
3.2.3 生产交付周期长	19

3.2.4 生产管理问题的原因分析.....	20
第4章 特普公司精益生产管理体系优化方案设计	22
4.1 推行精益生产管理体系的基本思路.....	22
4.2 建立精益制造运营体系.....	24
4.2.1 现场可视化看板.....	25
4.2.2 标准化作业.....	27
4.2.3 安灯系统.....	27
4.2.4 问题解决和持续改善.....	29
4.3 降低生产成本的改善方案.....	32
4.3.1 直接材料成本的改善.....	33
4.3.2 过程制造成本的改善.....	34
4.4 提高生产能力的改善方案.....	35
4.4.1 分析瓶颈工序.....	35
4.4.2 瓶颈工序生产能力改善.....	36
4.5 缩短生产周期的改善方案.....	37
4.5.1 绘制当前价值流程图.....	38
4.5.2 价值流的改善.....	38
4.5.3 绘制未来价值流程图.....	39
第5章 特普公司精益生产管理的保障措施和效果评价	41
5.1 精益生产管理的保障措施.....	41
5.1.1 文化保障.....	41
5.1.2 组织保障.....	42
5.1.3 制度保障.....	42
5.1.4 资源保障.....	44
5.2 效果评价.....	44
5.2.1 直接绩效评价.....	44
5.2.2 间接效果评价.....	47
5.2.3 仍存在的问题.....	48
第6章 结论与展望	49
6.1 结论.....	49
6.2 展望.....	49
参考文献	51

致 谢 ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

第 1 章 导论

1.1 选题背景

当今的世界经济在不断地发展当中，特别是在当下经济全球化不断深化发展的时代背景下，随着互联网时代的发展，整个全球的市场竞争在不断的加剧，市场对产品的要求正在变得越来越高。一方面，要求产品呈个性化和多样化发展，这使得企业要不断地缩短产品的生命周期，缩短产品生命周期的结果是产品的制造成本会不断攀升。另一方面，在激烈的市场竞争环境下，人们对同一产品的可选择性更多，产品的价格也被要求不断地下降。这样就要求现代企业需要不断提高企业的竞争力，加强企业内部的生产管理^[1]。在当下如此激烈的竞争环境下，越来越多的企业引入精益生产作为工具，企图对企业内部运营流程进行改善，通过发现问题，分析问题，解决问题，标准化并分享经验，在生产环节中努力消除浪费，减少非增值的过程，简化设计、生产、管理，以达到最好的质量，最高的效率和最低的成本，将最具价值的产品或服务提供给客户^[2]。

上世纪 90 年代，欧美日韩等外资企业纷纷瞄准了中国巨大的市场空间而逐步在中国布局。这些外企凭借他们先进的产品以及优秀的公司管理，其产品和服务立刻占据了中国市场的份额，中国经济的快速发展造就了很大的市场需求，这些早期布局中国的外资企业获得了超额的收益。随着中国加入世贸组织和对外开放，更多的国外企业进入中国市场，另外国内企业也在如此开放的市场环境下迅速的崛起，给市场和消费者们带来了更低价和更便利的产品和服务选择。一些外企之前在产品上的竞争优势不断被弱化，客户也不再愿意为质量差距不大的产品支付高额的代价^[3]。

特普公司是美国独资企业，在 2000 年进入中国市场后，凭借其在摩擦学领域的领先地位和过硬的质量性能迅速建立了中高端轴承市场的领导地位。随着经济全球化和互联网信息化时代的不断深化发展，不同公司生产的产品在市场中的竞争愈发激烈，特普公司的产品在售价上逐渐失去竞争力，见图 1-1，特普公司的工序单位成本比竞争者高出很多。为了获得一定比例的利润水平，产品售价一直高居不下，高成本、高售价成了特普公司开拓客户和取得更多市场订单的瓶颈，在这样的背景下，提高劳动生产效率，降低成本成为公司发展的战略重心。特普公司在 2018 年开始推进和实施以精益生产为基础的生产管理体系，消除生产过程的各种浪费，提升劳动生产效率，缩短生产制造周期，保持高质量，打造产品的性价比，提高企业的竞争力。

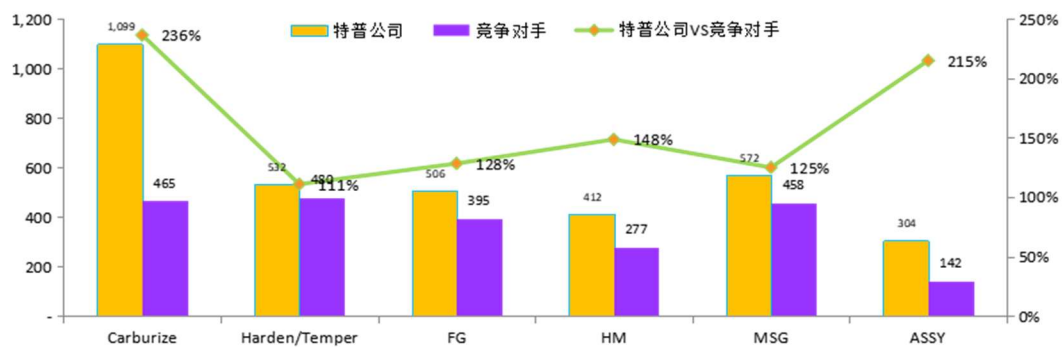


图 1-1 特普公司与竞争者的工序单位成本(人民币-元)分析

1.2 国内外研究现状和发展动态

1.2.1 国外研究现状和发展动态

精益生产最早是起源于日本的丰田汽车公司的丰田生产方式，从发展历史过程来看，主要分为成了三个阶段，精益生产的起源阶段，精益生产的发展阶段和精益生产的推广阶段。

第一阶段是精益生产的起源阶段。上个世纪 50 年代，在丰田英二和大野耐一去美国考察了底特律福特公司的轿车厂后，开始在丰田公司内部进行思考如何推行提升现场管理的办法，丰田英二和大野耐一在丰田公司内部进行了一系列探索和实验后，他们基于日本当时的国情，提出了适合于丰田公司发展并想出了解决问题的办法。自此以后，他们摸索出来的生产现场管理办法经过 30 年的不断改善和完善，形成了完整的丰田生产方式，随着丰田汽车公司的崛起，也使日本的汽车工业超过美国。1978 年，大野耐一出版了《丰田生产方式》，这是一本在精益生产研究史上具有划时代意义的著作。这本书向世界揭露了丰田生产方式取得成功的秘密，提出了准时化、自动化、看板方式、标准作业、精益化等生产管理的理念^[4]。丰田生产方式自此开始成为全世界制造类企业学习和研究的对象，代表着精益生产的丰田生产方式就这样开始向世界传播开来。

第二阶段是精益生产的发展阶段。1985 年，为了了解日本丰田汽车公司崛起的原因，揭开日本汽车制造业的成功之道，美国著名大学麻省理工大学筹资 500 万美元，由丹尼尔鲁斯教授成立了一个研究项目课题“国际汽车计划”(IMVP)。丹尼尔鲁斯教授带领着他的研究组开始对全球的汽车制造工厂进行实地调查研究，期间他们用了 5 年时间实地调查了 14 个国家的 90 余个汽车生产制造厂。通过实地研究和查阅资料，丹尼尔鲁斯教授的研究团队对西方汽车生产工厂的大批量生产模式与日本丰田公司的丰田生产方式进行详尽的对比和分析，最后于 1990 年出版了《改变世界的机器》一书，这

是人类历史上第一次把丰田生产方式定名为 Lean Production, 中文翻译为精益生产方式。本书介绍了日本丰田公司在组织和管理与客户的关系、供应链、产品开发和生产运作等方面的好方式^[5]。这本书的研究成果引起了当时汽车制造业内的轰动, 各大汽车工厂开始掀起了一阵学习和研究精益生产方式的热潮。紧接着, 在 1996 年, 研究团队又开始启动历时 4 年的第二阶段研究, 出版了研究精益生产方式的第二本著作《精益思想》。《精益思想》这本书弥补了研究团队第一阶段研究著作《改变世界的机器》未能涉及到的一些方面, 即第一阶段研究团队没有提出对如何学习精益生产方式的方法提供理论指导, 《精益思想》这本书描述了学习日本丰田汽车生产方式所必须的关键理论和原则, 并且通过实例讲述了各行业实施精益生产方式可遵循的行动指南, 这样进一步完善了精益生产的理论体系^[6]。

第三阶段是精益生产的推广阶段。在 20 世纪末, 随着丰田汽车公司的成功, 以及对精益生产理论的深入研究和传播, 更多的专家学者参与精益生产的研究, 出现了百花齐放、百鸟争鸣的现象, 精益生产的新理论和方法不断涌现, 如大规模定制 (mass customization) 与精益生产的结合、单元生产 (cell production)、TPM 的新发展、5S 的新发展等。同时, 一些美国大企业将精益生产方式与公司的实际情况相结合, 并不断完善, 创造出了适合公司发展的管理体系, 例如, 通用汽车在 1998 年推出了竞争制造系统 (GM Competitive MFG System), 美国联合技术公司 (UTC) 在 1999 年推出了精益生产管理体系——ACE (取得竞争性优势 Achieving Competitive Excellence) 等。这些管理体系通过应用精益生产思想 (lean thinking), 并将方法具体化, 用来指导公司集团内部各工厂以及子公司推行精益生产方式。这些公司开创的管理体系建立起了一套完整的精益生产的方法和工具, 员工按照公司制定的方法和工具来指导具体实施; 而且建立起了对应的评价标准, 用于母公司对子公司的精益评估考核^[7]。

1.2.1 国内研究现状和发展动态

1979 年, 长春一汽就开始对丰田公司的生产方式学习, 并开始尝试在制造车间推行精益生产方式, 引入了“看板管理”, 力图推进准时生产方式, 一汽的一些制造车间通过精益生产方式获得了明显改善效果, 极大的降低了在制品和成品库存。自上个世纪九十年代以来, 国内的电子、机械、汽车等一些企业开始全面、深入地推行精益生产方式, 如联想、海尔、奇瑞汽车等企业, 通过在企业内部实施精益生产取得了良好的业绩改善。精益生产在企业的成功应用, 也引来了许多国内的专家和学者研究精益生产。

叶飞帆和华尔天在《精益企业理念与精益生产实现模式研究》中^[8], 通

过研究精益生产方式,并和企业的理念相结合,向我们展示了精益生产和企业理念是存在内在联系的;通过研究企业的内部和外部环境,分析了实施精益生产的企业所具有的理念特征,提出了传统型企业推行精益生产方式的方法以促成生产模式的转型。

胡锐和韩玉启在《从精益生产到精益企业——我国企业应对加入 WTO 的挑战》中^[9],通过研究精益生产的理论知识,调研精益企业,向我们展示了精益生产和精益企业是存在内在联系的;提出了如何结合企业特征和中国国情来实施精益生产,并对国内企业在我国加入 WTO 组织后,如何应对全球的市场竞争做了建议。在中国加入世贸组织后,各行业将会面临国际化的竞争,企业需要通过引入精益生产方式来打造精益企业文化来提高企业自身的竞争力和实力。

许民利教授在《大规模定制生产在我国企业实施的思考》中^[10],分析了大规模定制生产方式的特点,联系当下国内企业的情况,阐述了我国企业如何实施大规模定制的方法,以及如何在企业建立起信息循环,完善组织管理等,并说明了国内企业推行大规模定制的策略以及障碍。

牛占文和荆树伟在《基于精益生产的制造业企业管理创新模式探讨》中,通过对一汽汽车和 Z 集团引入精益生产方式从而实现了公司管理创新的案例进行分析,并结合作者丰富的精益生产实践经验,提出了制造类企业通过推行精益生产方式能够卓有成效地提高企业的管理创新能力。纵观制造类企业在引进精益生产方式的过程中是如何提高企业的管理创新能力,描述了基于精益生产方式的企业管理创新模式。在技术逐渐趋同的市场环境中,为如何提高企业的生命力与竞争力指明有效的道路^[11]。

随着国内对于精益生产理论研究的深入,越来越多的国内企业家意识到精益生产的作用,并效仿推行精益生产的工具,如 5S、全员生产性维护(TPM)、价值流程图(VSM)、减少准备时间(Setup reduction)等,在企业推行精益生产的过程中不断总结和完善,建立起适合企业自身特征的精益生产体系和文化。

1.3 研究思路与研究内容

1.3.1 研究思路

面对激烈的市场竞争环境,特普公司想要市场中建立起生产成本优势和保持质量优势,必须实施精益生产来提高生产效率,降低成本,提高产出并保证质量。本文以特普公司为研究对象,聚焦在如何将精益生产的理论和方法有效的应用在公司的问题上。贯彻在学中做,在实践中总结反思

的原则，首先进行精益生产的理论研究，然后对特普公司在实施精益生产管理体系前的生产现状进行分析，再论述了如何在特普公司实施精益生产，通过理论结合实践来加深对精益理论的理解，总结精益生产管理体系实施的成果和过程中遇到的困难，形成经验和标准指导公司的持续改善和发展。

1.3.2 研究内容

第一章，导论，主要介绍本研究的研究背景和意义，对精益生产在国内外的发展和相关研究进行简要地阐述说明，并介绍论文的研究方法和论文的结构。

第二章，主要概述精益生产的理论，包括精益生产的内涵、基本原则、精益生产术语和精益生产的体系结构，并对本文研究所需的精益生产工具进行相应的介绍。

第三章，介绍特普公司的现状和竞争环境，分析特普公司的生产管理中的问题和原因。

第四章，详细阐述特普公司精益生产管理的实施，包括精益领导力建设和特普公司的精益制造运营系统建设；通过现场可视化看板管理、标准化作业、问题解决来推进生产现场的持续改善；通过降低直接材料成本和过程制造成本来降低总的生产成本；通过管理瓶颈工序提高生产能力；通过改善生产流程来缩短生产周期。

第五章，论述精益生产如何有效地在特普公司运行而应采取的保障措施，最后对特普公司精益生产实施取得的效果进行了评价。

第六章，结论与展望，总结本论文研究所取得的成果以及展望今后在精益生产的学习和实践中需要继续努力。

1.4 研究方法与技术路线

1.4.1 研究方法

（1）理论研究法。研究精益生产相关的资料，掌握精益生产方式的理论和技术特点，以及实施精益生产的流程和工具。

（2）案例研究法。以特普公司的生产管理情况进行实证分析，通过特普公司的案例对精益生产模式进行分析和验证。

（3）调研分析法。笔者在特普公司内，作为精益生产的主要参与者，不仅与公司的高管、中层管理者和基层员工进行过一对一的沟通，也通过实际的现地现物的调研和了解企业的生产运营状况，企业发展规划，以及公司实际存在的问题。

(4) 定量和定性研究相结合。对特普公司的现状分析运用定性分析法,如竞争五力模型分析。在生产绩效指标分析时运用定量分析法,如趋势图和直方图。

1.4.2 技术路线

本论文的技术路线如图 1-2 所示。

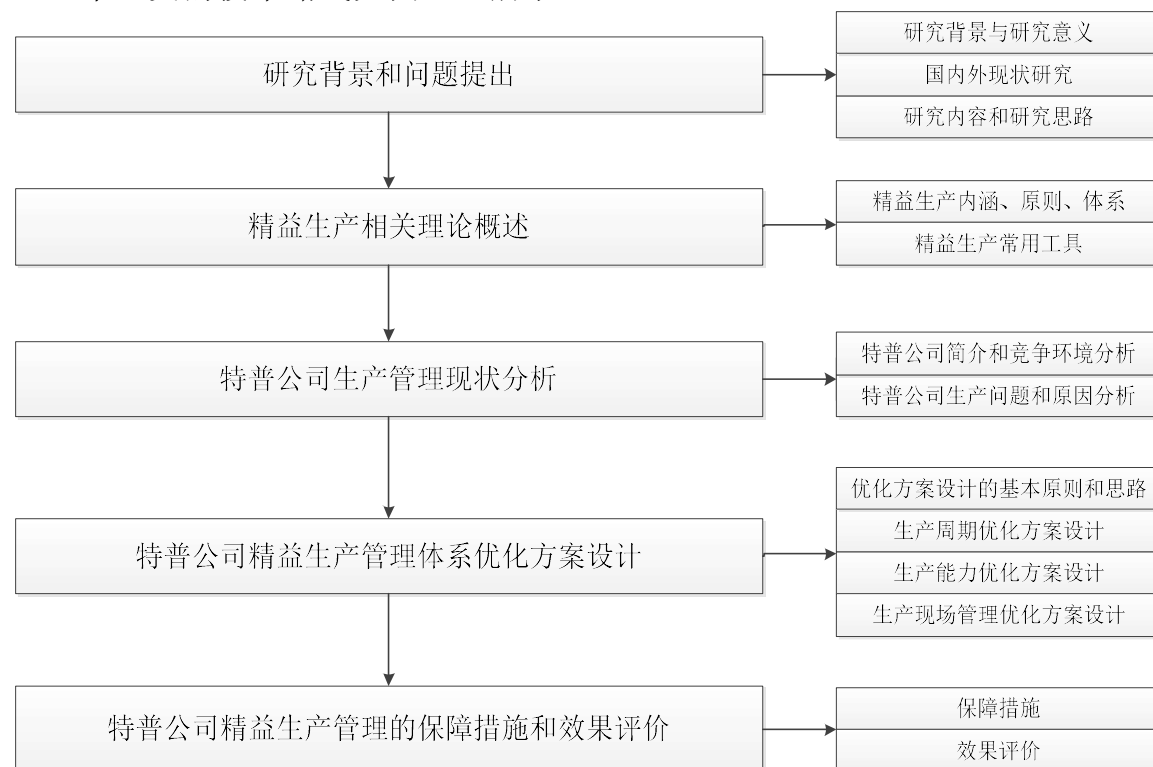


图 1-2 论文的技术路线

第2章 相关理论概述

2.1 精益生产的内涵

精益生产，是来源于丰田生产方式（TPS）的一种管理方式，精益生产通过不断地持续改善使企业的生产能够适应不断变化的客户需求，以最小的投入来获得最大的产出^[12]。

精益生产的核心目的是消灭一切的浪费。浪费是指不增值的流程或动作，精益定义有如下八大浪费：

（1）返工/缺陷浪费：

产品或者服务需要返工才能够满足客户要求。

（2）过量生产浪费：

产量超过需求量或生产速度超过需求速度。

（3）多余的动作浪费：

不给产品或服务带来价值的人员或设备的动作。

（4）物料搬运浪费：

任何非准时生产所必须的物料的运送。

（5）等待浪费：

产品或人员浪费在等待物料，信息或其他人员上的时间。

（6）库存浪费：

超出加工流程所必须的物料。

（7）多余的工艺浪费：

任何不为产品或服务带来额外客户价值的工艺。

（8）人员不合理利用的浪费：

人员未被充分利用未产生价值或未培训。

2.2 精益生产的基本原则和术语

2.2.1 精益思想的5大原则

精益生产是运用精益思想的生产管理体系的具体表现形式，精益思想的5大原则是：定义价值、识别价值流、流动、拉动、尽善尽美^[13]。

（1）定义价值：

任何进行生产或服务的企业在实施精益生产时的关键第一步就是识别价值，作为生产或服务型企业，客户的需求就是价值，超出客户需求之外的东西都是浪费。所以精益思想认为企业的产品或服务的价值是由最终客户的需求确定的，企业要透彻的研究客户需求，并在正确时间将正确数量的产

品和服务交付给客户。

(2) 识别价值流:

价值流是指从将原材料加工到成品的过程中的全部活动。识别价值流是精益思想的关键第二步，在识别价值流的过程中可以识别出生产过程中的浪费，企业按照终端客户的需求来制定和优化企业的生产过程。创造价值的过程包括：从客户提出的概念和需求到结构化产品的设计过程；从定货到收货的各种信息过程；从原材料到成品的生产过程；各个生产环节的支持和服务的过程。

(3) 流动:

精益思想要求创造价值的各个活动或步骤流动起来^[13]，强调“动”。传统生产的理念是通过分工和大量生产来提高生产效率，但精益思想的理念是，当大量生产时一般意味着物料的等待和库存的堆积，精益思想将所有生产过程环节中的库存都视作为浪费。

(4) 拉动:

“拉动”的意思是指企业按客户的需求来安排生产或服务，而不是把客户不需求的产品或服务交付给用户。拉动生产通过正确的价值观念来安排生产或服务，确保客户在正确的时间得到所需求的正确产品或服务。实行拉动生产的企业，在当客户有需求时，具备马上设计和生产出客户实际所需求产品或服务的能力，最终可以抛开空想和预测，直接按客户的真实需求来安排生产。

(5) 尽善尽美:

在精益思想中，企业的终极目标是，在尽善尽美的价值实现的过程中，给客户交付尽善尽美的产品或服务。但在推行精益生产的过程中，对于这尽善尽美的定义描述要有正确的认知，精益生产追求尽善尽美的终极目标是零库存和零浪费，但推行精益生产的企业不一定要做到在整个生产流程中不设置任何一点库存，也不一定能做到去除所有不增值的活动，因为精益生产尽善尽美的状态是精益生产模式的一种理想状态，精益思想追求的是将生产中的浪费最小化，最好是零；库存最小化，最好是零。

2.2.2 精益生产术语

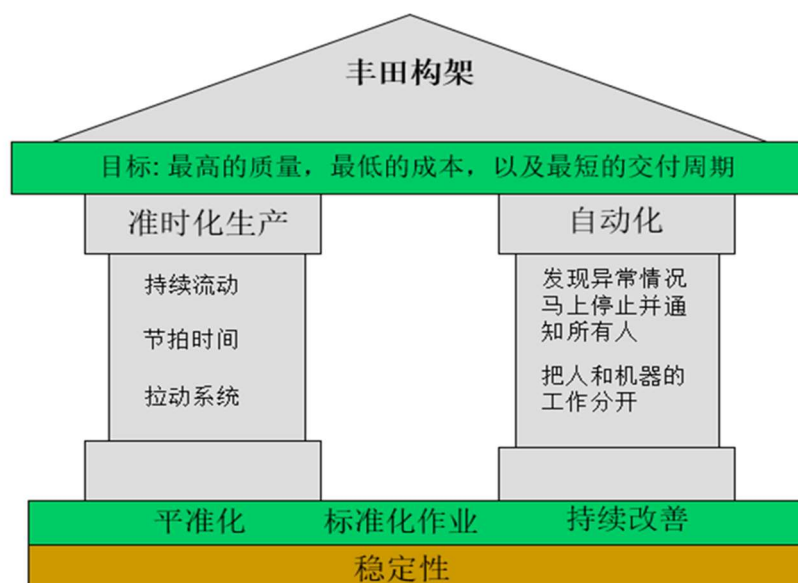
常见的精益生产术语如表 2-1:

表 2-1 精益生产术语

信号灯	一种可视化的管理工具，能够集中显示一个区域内的生产状态，让人一眼就能看到，在出现任何异常情况时，都会发出信号。
现场	实际创造价值的地点。
持续改善	通过跨职能部门的员工构建的小组，在预订的项目区域内，通过目标导向型工作方式来满足目标的快速改善流程。
看板	提供生产或者取消生产授权的信号。
过载	设备或者工人超越了其能力极限。
策划-实施-检查-改进 (PDCA)	根据科学方法确定的循环改善方法，包括建议对工艺进行变更、实施变更、对结果进行检测、以及采取改进措施。
拉动生产	一种生产控制方法，其中下游活动向上游活动发出信号，告知其需求。
推动生产	根据预期的需求，在最大的生产速率下进行大批量生产，之后将其转移到下游工序，不论实际执行下一个工序的地点在哪里。
标准化作业	一种工作流程，以书面的形式规定了每种操作的工作顺序、时间、以及标准库存货物。
不平衡	由于缺乏规划以及计划，导致生产产量出现的偏差。
可视化管理	可视化控制措施或者控制装置，能够让任何个人了解标准规定，并发现异常。
浪费	超过产品或者服务增值过程中需要的绝对最小资源量的任何事物。
工作要素	在工作站完成一个完整的循环所需要的不同工序步骤；可以将其移交给下一名操作人员之前的最小工作增量。
区域控制	通过将生产现场划分为不同的需要，来改善并维持工艺的稳定性，其中包括一个小时生产目标，以及指定的在目标未能实现时进行干预的响应链。

2.3 精益生产的体系结构

丰田生产系统的理论构架是由一个目标，两大支柱，一大基础构成的，如图 2-1。



（1）一个目标

精益生产的一个目标是指企业使用低成本、高质量、高效率的生产方式去进行生产，尽最大可能去满足客户的需求。这也说明精益生产方式是以市场为导向、以客户为出发点^[4]。

（2）两大支柱

两大支柱是准时化生产与自动化。

准时化（JIT-Just in time）生产，即以客户需求为导向，在正确的时间、正确的地点生产出正确数量的高质量产品。JIT 需要以拉动生产和平准化为基础条件。拉动生产方式是以看板管理为工具，根据客户的订单需求来进行生产，企业的各个生产工序也同样是以需求来驱动，企业中的下游生产工序向上游生产工序发出需求信号，上游生产工序会根据下游生产工序的实际需求来安排生产，从而形成了从客户订单到企业生产计划、各工序生产计划的控制方法，拉动生产方式要求企业不生产超出客户需求的任何产品。平准化是指企业需要按照客户的需求进行计划安排，根据客户需求的产品零件的加工时间，需求数量和零件类型进行合理的安排，使生产线的各个工序生产工时均衡，起到均衡生产的目的，同时在零件数量和类型上实现持续混合流动，满足市场多品种、小批量的需求^[4]。

自动化是生产人员与生产设备的配合，当产线上出现任何零件质量、需求数量、零件类型上的问题时，能够实现设备的自动停机，并有指示灯显示或者声音警报^[4]。这类警示信号会通知产线上的人员，这样把人和机器的工作分开，人员可以去进行其他的工作或者安排休息，避免浪费。

（3）一大基础

一大基础是指改善。改善是 TPS 的基础，稳定性是一切改善的基础。在企业活动中，不管是从局部到整体，都存在着改进与提高的机会。在工作步骤、操作方式、质量管理、生产管理方面都要不断地改善，在不断改进与提高的过程中，企业要完善标准化工作以保证体系的稳定性。

2.4 精益生产的常用工具

2.4.1 价值流程图

价值流程图是通过将生产计划到物料采购、生产过程、物流方式、交付周期等绘制成一个图表来展现价值流过程的一种技术方式，是精益生产中的一种重要工具，通过绘制价值流程图可以全局地了解到企业中的物流和信息流之间的关系。价值流是指从将原材料加工到成品的过程中的全部活动，包括从外部供应商获得原材料到工厂生产制造成成品再到交付给客户的整个环节，这些环节的活动中包括给产品增值的部分活动和不增值的部分活动。价值流程图被视作精益生产中的重要工具，是因为它可以帮助企业全局地认识和清楚地了解到产品价值流动的全过程，避免企业仅考虑独立的生产过程。通过价值流程图可以发现企业活动过程中的浪费，通过相对应的原因分析和行动措施的制定，可以对企业价值流进行持续改善，从而提高企业的效益和赢得市场中的竞争机会^[14]。

价值流程图的作用还包括：为生产过程的沟通和讨论创立了共同的语言；展示企业生产的物料流和信息流之间的关系；描述生产各环节中增加价值与不增加价值的工序，工时以及各工序的库存零件数量等量化的数据信息，这些数据信息对于生产企业识别业务的紧迫感和定义改善前后的差异有着强有力的说服力；对价值流进行深入分析，能识别出生产过程中的细节问题；通过价值流程图可以识别出过程中的浪费；帮助公司所有员工知道原材料到成品的整个流动过程中所需要的工作，为企业精益生产的实施提供了蓝图。总的来说，价值流程图的功能是绘制出了产品从买入原材料到销售给客户的整个过程路径，使用一页纸的图形和文字简明的概述整个过程的物流和信息流。企业通过价值流程图可以识别出不必要的浪费并进行改善，将改善后的整个过程绘制成企业期望的未来价值流程图^[15]。

作为精益生产过程中经常使用的工具，价值流程图的应用一般分为三步：第一步是绘制当前价值流程图；第二步是绘制未来价值流程图；第三步是通过制定行动计划来实现未来价值流程图。

2.4.2 瓶颈管理

瓶颈管理，也可以称为“约束理论”（TOC），是一种管理理念与管理工具的集合，它把企业在实现其目标过程中现存或潜在的制约因素称为“瓶颈”或者“约束”^[16]。首先通过识别出企业生产中的瓶颈，企业管理者可以集中资源来制定策略和措施来消除“瓶颈”。瓶颈管理使企业更加明确改进的方向，通过资源分配来帮助企业有效地实现目标。

瓶颈管理理论最重要的思想是平衡，也就是让生产中各工序的作业节拍跟瓶颈工序的作业节拍保持一致，这样来实现各工序产出的平衡，便可以让各工序间的衔接更加紧凑，减少了中间在制品，也就减少了库存。以瓶颈工序为主生产计划点，使企业各工序的工作达到同步平衡来消除生产过程中的浪费。

约束理论认为，任何的企业在生产工序中都无法达到绝对完全的平衡，生产环节中必定会存在一个约束，也称为瓶颈，只要想方设法去突破该约束，就能提高企业的产出和生产效率，从而提升企业的竞争力^[17]。约束理论的核心就是找到瓶颈工序并充分利用瓶颈工序上可利用的资源，使产能最大化^[18]。以瓶颈工序为依据配置非瓶颈工序的资源，使它们与瓶颈工序保持同步，降低在制品和库存。动员工厂的力量来改善瓶颈工序，当之前的瓶颈工序通过改善不再是瓶颈工序后，通过再一轮的分析和比较，找出新的瓶颈工序，再想办法来改善新的瓶颈工序，通过一轮又一轮的持续改善来提高公司的产能。

2.4.3 5S 和目视管理

5S 是一种实现安全、高效、有效和有组织工作现场的五步法。

（1）整理

区分目前生产所必要的物料和不必要的物料，现场只保留生产所需的物料。整理后的现场有利于增加作业区域，保持通道通畅，保障生产的安全和提高产品的质量，提高现场的工作效率。

（2）整顿

将必要物品有组织的摆放并明确标示，方便使用者需要的时候拿取。整顿后的现场，可以避免员工浪费时间找寻物品和工具，从而提高效率，保障生产的安全和提高产品的质量。

（3）清扫

有组织有计划的消除工作场所中的灰尘，污垢和碎屑，这些是导致设备老化、安全问题和质量不良问题的根本原因之一。清扫后的现场干净明亮，有利于改善活动的进行。

（4）清洁

通过标准化来建立组织规则，清洁计划，用来支持整理、整顿和清扫，保持效果。

（5）素养

形成习惯，素养是整理、整顿，清扫、清洁的持续进行。员工自身修养的提高，使员工与企业共同进步，素养是 5S 活动的核心思想。

2.4.4 标准化作业

标准化作业是制定人员操作和设备工作进程的标准，为每一个工作步骤建立清晰的程序化规范，用来指导所有的员工都能使用统一的操作方法和步骤，为企业生产过程的稳定和持续改善提供坚实的基础。

标准化作业是对作业要素进行研究，分解每一个操作步骤和动作，以科学技术和最佳实践作为基础，以安全、质量、效率为目标，优化作业步骤并形成标准化的指导文件。

提升企业管理水平的两大基础是持续改善和标准化，持续改善驱动企业管理水平不断提升，而标准化作业可以使不断提升的企业管理水平保持长期的稳定。没有标准化，企业不可能维持在较高的管理水平^[19]。

2.4.5 改善

改善（Kaizen）最早起源于日本的一种管理思想，Kaizen 的意思是通过改（Kai）从而变好（Zen），是指逐渐、连续的积累改善，是日本持续改进之父今井正明在《改善：日本企业成功的关键》一书中提出的：持续改善涉及到每一个人在每一个环节的连续不断的改进，从最高的管理部门、管理人员到工人^[20]。改善有三种形式，分别是管理导向的改善、团体导向的改善和个体导向的改善。管理导向的改善目的是改善公司制度流程，提高公司的管理绩效。团队导向的改善是通过对现场作业的优化改善，从而提高员工的士气。个人导向的改善是通过对个人能力进行提高改善，从而促进员工的发展。改善企业应有的文化，每个员工都应该是自发的使事情做得更好更有效，精益求精，持续改善。

在改善的过程中，为了保证持续改善的成功，需要使用戴明循环（PDCA）的科学方法。PDCA 循环是由美国质量管理专家戴明博士所提出，在日本企业管理中被广泛运用的持续改进模型^[21]。主要分为四个步骤：

（1）计划（Plan）

为了达到改善的目标而制定的目标和相关行动计划。

（2）执行（Do）

按计划执行相关工作，实现计划中的内容。

（3）检查（Check）

检验工作是否按计划被执行，并朝所预定的方向发展。

（4）处理（Act）

对总结检查的结果进行处理，对成功过的经验加以肯定并予以标准化。对失败的教训也要总结，引起重视。

以上四个过程都不是运行一次就结束，而是周而复始的进行，一个循环结束解决一个问题，未解决的问题进入到下一个循环，从而实现阶梯进行，持续改善。

第 3 章 特普公司现状分析

3.1 特普公司简介及竞争环境分析

3.1.1 特普公司简介

特普公司成立于 2008 年，是一家外资投资的全资子公司，主要生产产品是风力发电机主轴轴承。累计投资 3000 多万美元，生产产线涵盖车加工，热处理，磨加工，装配等。现有员工 150 余人。公司主要客户是国内风力发电机组整机制造商。公司产品示意图和应用场景图如图 3-1：



图 3-1 特普公司产品（左图）和主要应用场合（右图）

特普公司直属于美国特普母公司，下设生产运营部，工程质量部，财务部，人事部，供应链等部门。公司只负责生产制造，设计开发由美国母公司技术支持部门负责，销售，售前售后服务部门由中国区投资公司负责。公司组织结构如图 3-2：

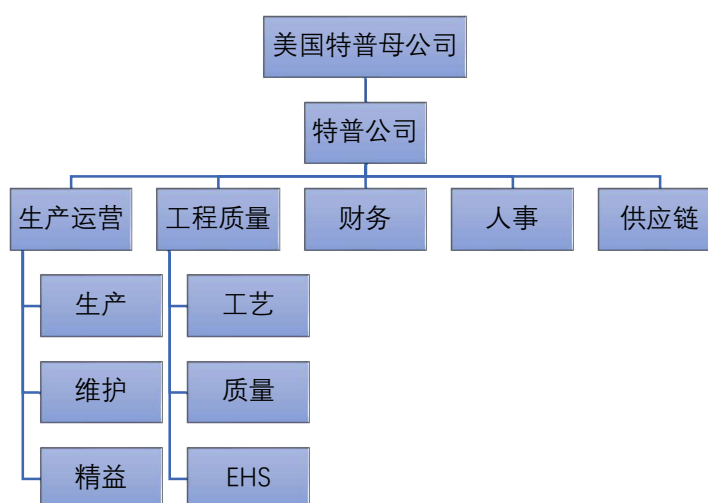


图 3-2 特普公司组织架构图

特普公司轴承生产制造简要流程如图 3-3，轴承的套圈所用的钢材毛坯，以及滚子和保持架等都是外购，工厂内的生产过程主要包括套圈的软（粗）车加工，热处理，硬车，硬钻加工和万能磨加工，检验，以及最终的成品装配以及包装。

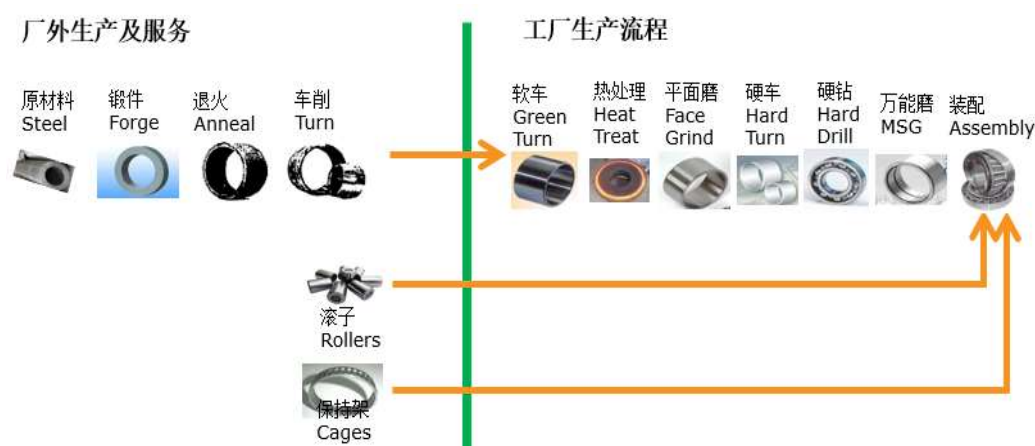


图 3-3 特普公司产品生产流程

3.1.2 特普公司竞争环境分析

特普公司的主要产品是风力发电机主轴轴承，属于风电所需的必需关键品。我国风电发展从 20 世纪到 21 世纪的发展经历 2003-2012 年的高速发展期，以及 2013-2017 年的衰退期，2018 年开始又进入快速发展上升期，市场对于风电轴承产品的需求也开始变得旺盛，但同时也要求轴承的成本不断下降以满足风电成本下降的市场需求。

下面用波特的“五力分析模型”^[22]来分析特普公司所处的竞争环境。

（1）行业内现有竞争者

由于风电设备的恶劣工况和长寿命高可靠性的要求，对发电机主轴轴承的质量可靠性要求非常高，目前主轴轴承的生产商主要是几家国际老牌轴承厂家。类似特普公司，其他的几家外资公司都已经在国内建立生产基地并在不断拓展自己的业务份额。特别是近些年，欧洲的一家公司采用了新型的热处理生产技术大大的降低了其生产成本，比特普公司的产品具有明显价格优势。

（2）潜在进入者的威胁

随着国际和我国对可再生能源的支持和发展，风电市场发展的前景一片大好，许多国内的轴承企业也在不断突破技术难点并期待从风电主轴轴承的市场中获得一定份额。国内企业有成本低、执行力强等优点，虽然在材料和制造工艺上又一定的落后劣势，但通过不断地对产品的研究和分析，已

经有少数的国内厂家进入到行业中成为特普公司的竞争者。

（3）替代品的威胁

近年来光伏通过行业竞争和技术革新也取得了快速发展，在可再生能源的发展上取得了一定的价格优势，有望实现平价化。目前风电的成本下降路径还在不断发展摸索中，随着光伏发电的技术突破并最终实现平价化，那势必会影响到风电的竞争力进而影响到特普公司的产品销售。

（4）顾客的议价能力

像上面分析的替代品威胁，风电整机制造商面临着不断的成本降低压力，故而顾客对成本下降的要求蔓延到下游供应商。一般一家风机整机制造上会选择3至4家轴承供应商通过竞价来决定轴承份额的分配，价格没有优势的只能分配到少额的订单份额以作为备选供应商。

（5）供应商议价能力

因为制造轴承所用的毛坯、设备、辅助材料要求很高，对于供应商的开发需遵循一套严格的供应商开发程序，从启动开发到批量应用需要很长的周期，故而在采购策略上可选择的合格供应商较少，特普公司对供应商的议价能力也偏弱。近年来特普公司也不断地在开发国内零部件供应商以促进成本的降低。

通过上面所述“五力模型”的分析，可以看出特普公司面临的竞争环境是不利的。面对市场的挑战，特普公司需要从企业自身的运营改善来改进，通过提高效率、降低成本、提高质量来获得更多的客户信赖。因此，公司希望通过推广精益生产运营系统，来提高公司的核心竞争力。

3.2 特普公司生产管理问题和原因分析

特普公司生产产品为大型风电主轴轴承，产品都是根据客户机型定制，生产模式为小批量多品种模式，不同产品间生产难度差异性大，每道工序的生产时间周期也相差较大。通过调研，特普公司内部生产运营管理中存在的问题主要体现在以下几个方面。

3.2.1 生产制造成本高

生产制造成本的构成主要是由直接材料和制造费用两大部分组成。特普公司的直接材料主要包括毛坯锻件，保持架，滚子等直接采购的原材料；制造费用包括组织和管理生产所发生的各项费用，制造费用主要是设备折旧费，维修费，水电气费，人员工资，辅助耗材费等。

通过公司与集团兄弟公司的同型号Y产品成本对比如表3-1：

表 3-1 特普公司与集团兄弟公司 Y 产品成本对比

	特普公司	集团兄弟公司	成本超出百分比
材料成本	¥22,056	¥18,407	20%
制造成本	¥27,522	¥12,628	118%
总成本	¥49,577	¥31,035	60%

一方面，特普公司的高昂的制造成本主要原因是，制造生产效率在建厂后没有明显改进，整个生产过程中存在大量的浪费，导致制造成本居高不下；另一方面，高昂的材料成本主要来自于锻件钢材损耗浪费量大，其次海外采购议价能力不够并且附加高昂的运输关税费用，导致采购成本高。

3.2.2 生产能力不足

2018 年我国发布了《关于风电建设管理有关要求的通知》，国家将执行风电建设竞争性配置，风电市场进入全面竞价时代。从 2021 年起，陆上风电将全面平价。政策核准的带补贴风电项目都需要在 2020 年底前完工，开启了风电的抢装潮。从 2018 年开始，风电零部件的市场是供不应求。在这样的市场环境下，特普公司收到超额的客户订单需求，但是受制于产能，只能按现有产能接收订单，眼睁睁的看着客户将这些订单流转 to 竞争对手手上。

通过 2018 年订单需求、各工序设备可用时间和标准工时以及设备综合效率指标，计算出来特普公司当前各工序的设备负荷如图 3-4。其中万能磨工序、热处理工序和平面磨工序的工序负荷都超出了 100% 的理论负荷，尤其是万能磨工序达到了 120%，其次是平面磨工序和热处理工序也达到了 105%。所以特普公司的产能主要受制瓶颈工序，万能磨工序。

轴承零件最终的万能磨加工工序属于高精加工过程，特普公司现有磨加工过程中产生的质量问题导致了磨加工工序降低了磨削速度来保证质量。万能磨加工工序的生产工时比其他工序长 20% 左右，成为限制公司整体产能的瓶颈工序。解决此瓶颈工序的产能问题成为特普公司业务发展的重中之重。

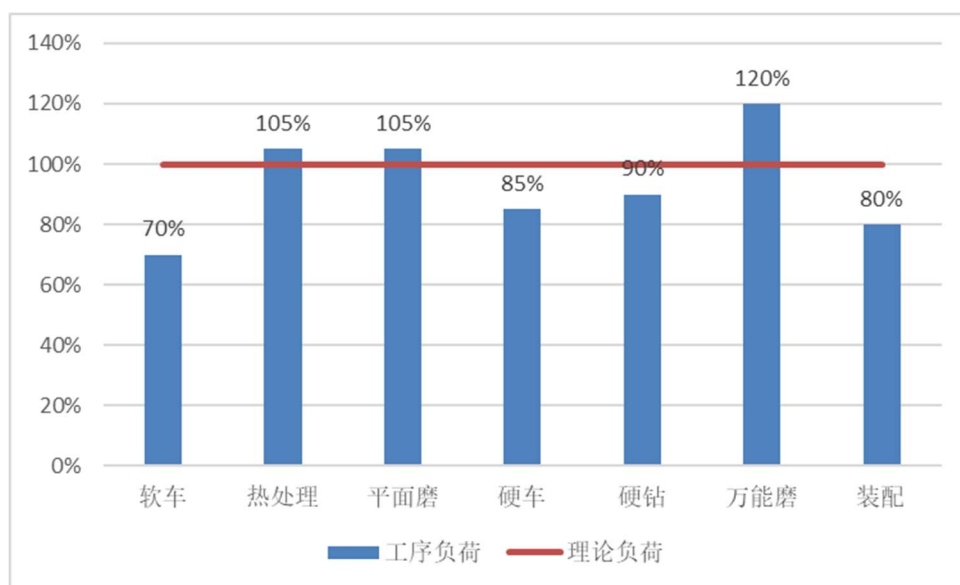


图 3-4 工序负荷图

3.2.3 生产交付周期长

生产交付周期是指从生产订单发放到成品完工的时间。生产交付周期是指企业从收到客户订单到订单完成中的一个重要组成部分。生产交付周期由生产准备时间、生产加工时间、生产完成入库时间三个部分组成。生产准备时间是指产品设计开发，生产工艺准备，计划订单和物料准备等时间，生产加工时间是指从收到毛坯开始生产加工到生产结束的时间；生产完成入库时间是指产品从成品转入仓库到 SAP 系统记录完工的时间。

（1）样机的交付周期

因为风电的特殊应用场合，风机一般安装在山上或者海洋，这样风机转运和安装、维护时都需要投入大量的吊装设备，如果风机因为质量问题损坏需要耗费大量人力财力，所以风机的质量可靠性要求非常高，风电整机机型的开发设计验证需要基于样机运行一年左右的周期来验证设计和制造的可靠性，风电整机客户在样机开发时给轴承厂家的样机订单一般是一套轴承，并且要求小于 3 个月的交付周期以加速风电样机测试进度。特普公司的设计开发部门是共享全球总部的设计工程师资源，光设计开发的时间周期一般就要耗费 1 个月左右，这是影响特普公司样机轴承交付的主要因素，其次轴承关键零部件，滚子和保持架等外购件的交货周期也需要 2.5 个月，再加上生产制造、装配和发货周期，特普公司的样机交付时间需要大于 4 个月，难以满足客户小于 3 个月的交付周期。如表 3-2，特普公司的样机交付周期与客户的要求差距 1 个月。获得样机订单才能获得新产品批量订单，特普公司需要全力提升样机的交付周期。

表 3-2 样机轴承交付周期

	特普公司实际	客户要求	差距
样机交付周期	4 个月	3 个月	1 个月

（2）批量生产的交付周期

轴承类零件加工是机械加工的技术难点之一，主要问题在轴承套圈零件壁厚薄，在加工时容易产生变形从而导致返修或者报废。另外，风电客户对轴承表面外观质量要求很高，在转运吊装过程中会产生碰伤、划伤，需要进行返修，工序之间囤积了许多在制品库存来防止工艺不稳定造成的返工和设备停机，这样产品从毛坯投料到生产线最后再到半成品零件入库的时间周期长达 35 天，集团兄弟工厂的生产周期短于 25 天，如表 3-3，特普公司与集团兄弟公司之间存在明显的差距，亟待需要改善来促进流动和减少库存浪费。

表 3-3 零件生产周期对比（从毛坯投料到零件入库）

	特普公司	集团兄弟公司	差距
零件生产周期	35	25	10

3.2.4 生产管理问题的原因分析

（1）车间 5S 的状况问题

特普公司在建厂初期就已经开始推行 5S，但现场 5S 的问题反复发生，现场的一线班组长只看到了表面问题，问题也得不到彻底有效的解决。另外，车间 5S 的标准不明确，各层级的员工对 5S 标准的理解也不一样。现场经常发生找工装量具等的浪费时间。

（2）标准作业的推行问题

特普公司从 2012 年开始推行标准化作业，但车间审核经常发现很多标准化作业的问题，作业顺序及产品循环时间与实际作业的现场操作存在差异，现场操作时间经常比标准作业时间长。查其原因：一方面是现场操作人员没有遵循标准作业，现场管理的班组长以及上级人员也没有监督现场的执行情况；另一方面，标准作业的准确度和精细化有待改善。

（3）现场问题解决意识和能力弱

现场的班组长和工程师对问题不敏感，缺乏问题解决的能力，当现场问题出现时，只是采取了相关的临时措施后继续生产来满足当下的绩效指标，这样掩盖了问题的根本原因，导致重复问题的反复发生，造成公司的资源浪费。

（4）管理者无法实时了解现场

虽然特普公司在每个区域都张贴了帮助链和问题汇报流程，但是车间现场没有严格执行此流程，导致问题大部分停留在了一线班组长和工程师的层次，再加上管理层大部分时间待在办公室，所以管理者无法及时有效的了解现场发生的问题并提供相应支持。

（5）持续改善的员工参与度低

因为过往公司文化以及精益深层次的培训未普及到现场班组长，特普公司持续改善的活动大部分集中在工程师层级，没有有效利用现场班组长的有效资源进行持续改善，导致工程师的工作负荷大，持续改善效果不好。

第4章 特普公司精益生产管理体系优化方案设计

4.1 推行精益生产管理体系的基本思路

基于特普公司生产运营中的问题，为了改善企业生产运营状态来提高企业的竞争力，特普公司从2108年开始推行精益生产运营管理体系。

如图4-1，根据新乡奖研究所数据显示只有约15%的企业或组织在尝试推行精益生产多年后坚持持续改善并取得了显著的成果。换句话说剩下的85%的企业或组织在推行精益生产后，业绩要么保持持平，要么退回初始状态，只是时间长短和程度不同而已。

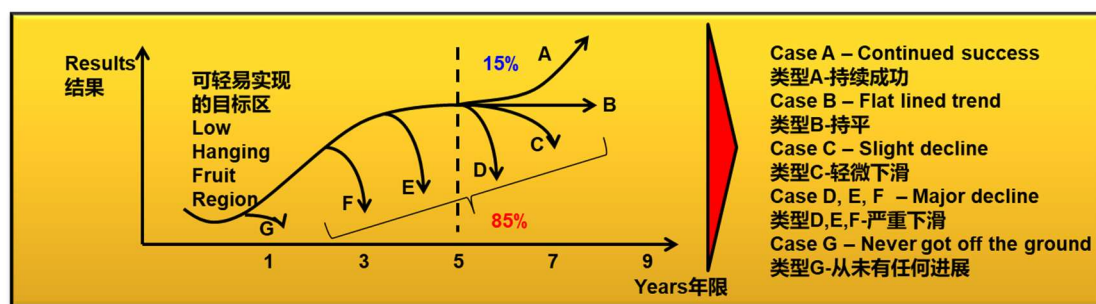


图 4-1 企业实施精益的效果图

为什么调查中85%的企业或组织出现维持不下去的情况，只有15%的企业能做到持续的成功？根据图4-2，分析原因如下：

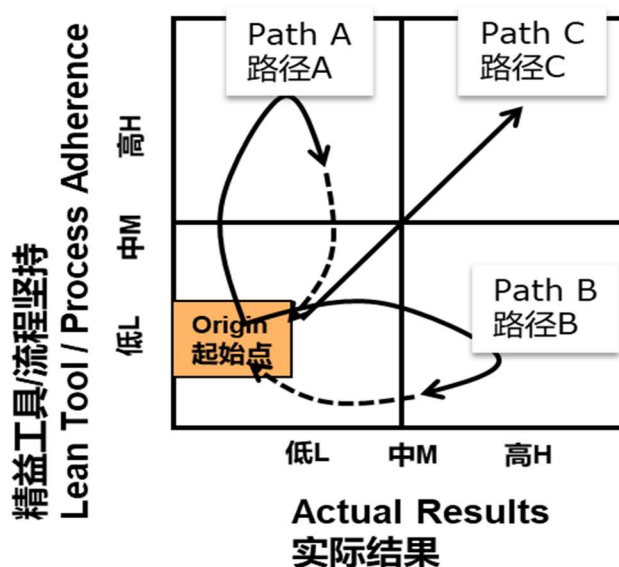


图 4-2 精益生产工具流程实施和实际结果

(1) 路径 A 的企业：

迷恋工具，方式，方法以及过多的口号，不求甚解；有限的问题解决能力；沉迷于琐碎的细节；没玩没了的培训，研讨或反省；这样达成了一定的效果，但最终流程会衰退。

(2) 路径 B 的企业：

高层领导中有限的几个人推动；设定很容易达成的目标；专家或外部机构负责问题的解决；有限的团队发展；缺乏系统的工具，方法，体系的支持；结果让每个都感觉良好；一旦领导退休、转岗或离开，结果会最终衰退。

(3) 路径 C 的企业：

同时关注过程和结果；严格的领导力发展；关注客户需求；“能做到”的企业文化。

基于以上分析，特普公司在实施精益生产走出了第一步，定义公司精益转型的金字塔，如图 4-3：

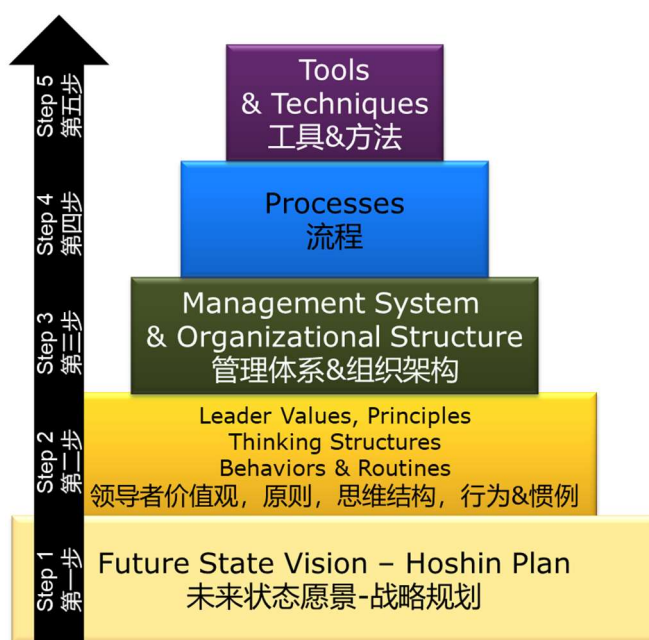


图 4-3 特普公司精益转型金字塔

精益转型金字塔的第一步和第二步是领导力和文化的发展，第三步是管理体系的发展，第四步和第五步是精益流程和精益工具的实施。

精益生产的推行是一个自上而下的过程，只有领导者理解了精益的理念，这样精益推广过程中才能得到更好地执行和支持。一个精益企业最重要的是企业的战略规划，领导者需要明确业务发展的方向。通过战略规划，剖析企业外部环境，了解企业内部优势和劣势；提供企业未来明确的目标以及方向；使企业每个成员明白企业的目标。

特普公司的领导者分析了企业的外部环境，客户和业务的要求，企业的优劣势，制定了几个重点问题的突破目标和资源分配。针对生产现场管理问题，特普公司启动了由母公司主导的制造运营体系。针对成本、制造周期长以及产能不足的问题，列入持续改善项目并由相关部门领导团队进行改善。

表 4-1 特普公司与集团兄弟公司 Y 产品成本对比

问题	负责人	突破策略	目标日期
生产现场管理问题	精益部门	推行精益制造运营体系	8/20
成本高	财务部门	直接材料和制造费用的降低 20%	8/20
产能不足	工艺部门	提升产能 20%	8/20
生产周期长	生产部门	降低内部制造周期从 35 天到 30 天	8/20

4.2 建立精益制造运营体系

特普公司的精益制造运营体系由母公司开发，并在兄弟工厂试运行后在特普公司进行推广应用。为了精益制造运营体系的顺利开展，在体系运行之前，特普公司对公司领导层，生产现场关键支持部门以及现场的班组长组织了精益领导力文化的培训。

特普公司的制造运营体系，其基本理念是为了现场问题的快速解决和消除浪费而进行的一系列沟通和活动，这样有助于管理层有效地了解和掌控生产现场的进度和问题，促进生产现场管理水平的提高。其基本流程构成如下：

（1）识别问题

大野耐一说过，没有标准就没有改善^[23]。现场根据工件的标准工时制定了严格清晰的每小时产出目标制度，当现场产出不能满足标准的每小时产出目标时，这里面必定有影响产出的问题。

（2）可视化的安灯系统

可视化的安灯系统能让发生的问题可视化。当问题出现时，操作员会触发安灯系统，安灯系统可以让问题可视化。

（3）警报

除了可视化的安灯系统，当安灯亮起时，现场的喇叭声会让车间现场的带班长即刻了解到某工序出现了问题。

（4）团队响应

问题出现时，一级一级往上的帮助链会被触发以支持现场问题的解决。现场的第一级帮助链是现场班组长，当问题出现时，班组长会第一时间赶到问题发生现场，并就现场进行调查。如需其他部门支持，现场班组

长会通过全工厂的对讲系统来呼叫相关资源来现场调查和解决问题。当第一级帮助链在规定时间内还没有解决问题时，警报会再次响起来触发第二级生产主管的资源来解决，依次类推，第三级为生产经理，第四级为总经理，这样促进问题的曝光和寻求足够的资源来关注问题和解决问题。

(5) 结构化的问题解决。

通过 5 个为什么等工具的分析来找出问题的根本原因以防止问题再次发生。

推行精益制造运营体系中的几个关键环节：现场可视化管理，标准化作业，安灯系统，问题解决和持续改善。

4.2.1 现场可视化看板

在特普公司工厂内，之前只有一些在制品数量信息看板，除此之外没有其他跟生产管理相关的信息看板。每天的计划完成情况无法在现场可视化地反映出来，也不能体现当天发生过什么异常情况，是否有设备故障停机，工艺是否稳定运行，人员是否配置足够，物料是否短缺等。生产计划人员定期花费时间在 SAP 系统中去调取实际报工时间，导出报告会发现很多超出标准工时的情况，另外，计划人员需要每天在 SAP 系统中去查询订单完成的情况，当发现某些订单未及时完成时，从系统中看不出发生了什么情况，因为现场班次更替，有事在场的人员已经倒班了，根本无法了解现场具体发生了什么问题。没有及时的数据信息，管理人员只能定期筛选数据了解和分析问题，比如生产效率低，根本无法准确查到是否是由人员配置不足，还是设备故障或刀具、工艺等的原因引起的，无法找到根本原因也就导致这些重复的问题反复发生。当车间现场不能在第一时间发现问题和并保留现场调查问题原因时，工厂的持续改进很难进行。

作为精益生产管理中的一个重要工具，可视化看板可以让生产中的问题通过看板信息展示出来，以便让管理者更多更快的掌握当前的生产计划以及生产进度，停机原因以及其他影响产出的问题。目视管理看板，可以把车间里一天发生的异常信息暴露整理到看板上，让所有人都能一目了然地快速意识到问题的存在，快速协调资源解决，以便节约时间并提高生产效率

[24]。

可视化看板应该具有直观、色彩等视觉化的感知信息的特点，看板应该放在每个设备现场的周边方便操作员记录并更新信息，尽可能简单化以让操作员花费最少的时间来记录信息，也让一线员工、管理者都能看得懂^[25]。

建立现场看板需要了解需求：哪些信息需要在看板上体现出来。需要记录生产型号和订单信息，标准工时，开始上料到完工的时间，以及操作员等

信息。特普公司设计的现场看板为每小时状态看板，如图 4-4，当生产无异常跟标准工时无差异时记录为绿色，当有问题出现时记录为红色并清晰地描述是什么异常原因。另外，生产计划制定每小时的产出计划，计划了生产型号以及每天产出数量，操作员基于每天的每小时产出计划进行零件加工，可以有效地清楚自己需要完成的任务。

Date: 2018.4.12 GT#1 Daily PDCA					
Time Frame 时间段	P/N 零件号	Status 生产状态	Standard Time 标准工时	Actual Time 实际工时	Problem Description 问题描述
08:00-09:00	3828302	●	3.3H		+0.5H
09:00-10:00	690-Cone	●			
10:00-11:00		●		3H	柱圈送HT 30'
11:00-12:00		●			SS. 用步 30'
12:00-13:00		●			SS. 处理 6E-1691-L M44 果
13:00-14:00		●			换铁臂车. / 换型 900X CF
14:00-15:00		●			
15:00-16:00		●		3H	
16:00-17:00	3822815	●	3.7H		叉吊. 换尺换尺 30', 16:30 起
17:00-18:00	900 Cone CF2	●			用步 30'
18:00-19:00	首1件	●			
19:00-20:00		●			
20:00-21:00		●		4H	
21:00-22:00	3822816	●	3.7H		吊上
22:00-23:00	900 Cone CF2	●			
23:00-24:00		●			
00:00-01:00	3822817	●	3.7H	3.5H	0:30 吊上
01:00-02:00	900-Cone CF2	●			
02:00-03:00		●			
03:00-04:00		●		3.5H	
04:00-05:00	3822818	●	3.7H		吊上
	900-Cone CF2	●			

图 4-4 特普公司可视化看板记录

车间现场的看板给每天现场巡视的管理者提供了了解车间过去一天生产状况的平台。除此之外，为了加强生产信息的沟通，增设每天 3 个时间段（早上、中午、下午）的生产会议，用于汇报和追踪每小时产出，以及汇报生产过程中的问题，采用如图 4-5 所示的格式，简单扼要，标准化的汇报格式让汇报过程清晰明了，节约时间。

生产班组长汇报每台设备的产出情况，总经理，生产经理，以及生产支持的工艺经理、质量经理、维护经理需要参加每次会议，当问题汇报出来时，明确人员进行现场调查和原因分析。班组长汇报的每个问题都以问题单记录，并分配给相关人员进行问题的根本原因分析及行动措施的制定。

车间现场的看板和每天 3 次的汇报让管理者很清楚地知道车间的状态。所有暴露的问题都在被关注和解决，车间每天都会比昨天进步一点点。车间形成了持续改善的氛围，现场的问题被快速解决，现场员工也更乐于汇报问题，这样重复发生的问题越来越少。

Hot Start Checklist热启动检查表		早班		中班		夜班	
		Hot Start/Yes 热启动/(√)	Cold Start/No 冷启动/(×)	Hot Start/Yes	Cold Start/No 冷启动/(×)	Hot Start/Yes	Cold Start/No
1	Is the line free of any unresolved safety issues? 没有安全问题?						
2	Is the line free of any active quality issues? 没有质量问题?						
3	Are all assets operational and capable of making rate? 所有设备可用?						
4	Is the line running at a cycle time capable of meeting the hourly target? 能达成标准循环时间?						
5	Do we have stock and all components needed to meet the hourly targets? 有满足生产的在制品?						
6	Is the current set-up on time to be completed according to the next shift's schedule? 换型能按计划完成?						
7	There are no other issues on the line that should prevent it from making target in the first hour? 没有其他阻碍第一小时产出的问题						
The purpose of the Hot Start / Cold Start Checklist is to determine if the oncoming shift has been left in a condition to make their scheduled targets from the beginning of their shift (Safely, Correctly, Conscientiously and Efficiently). Shift to Shift Leadership should follow the checklist to objectively determine if the oncoming shift is being left in a Hot Start Condition or a Cold Start Condition. 在每班开始前，使用热冷启动检查表确认当班是否具备完成每小时计划目标的条件（安全地，正确地，认真地，高效地）。班组长应严格按照清单，客观评估即将开始的班次处于热启动还是冷启动状态							

图 4-5 每班生产会议报告模板

4.2.2 标准化作业

执行每小时产出后，标准化作业以及准确的标准工时成为了一个关键的措施。在没有标准化作业之前，标准工时也是基于理论推算的，导致现场每小时产出的计划和实际产出会有差异，这样导致很多的问题差距，分析到根本是标准工时不准确以及没有知道现场的标准化作业，所以完善标准化作业成为支持现场看板有效执行的措施。

不同的操作员完成同一项任务或者同一工人在不同条件下完成同一任务，有时他们的效果会存在很大的差异。为了消除这种差异，同时为了提高安全操作，保证各种操作方法能够长期传递下去，企业必须在车间现场实施标准化作业。标准化作业形成过程，包括生产流程的作业要素分析和作业要素时间的测定，作业要素时间的测定也称为时间观测^[26]。

特普公司组织了精益部门和工艺部门对现场生产环节进行了要素观察和时间测定，最终对每个型号每个工序形成了标准化作业，指导车间现场操作员统一的操作流程以及准确的标准工时。避免了现场因为标准工时不准确而导致生产计划的错乱，也促进了在推进每小时产出追踪中提供了标准，更有效地识别出在哪一个生产要素环节出现了问题。

4.2.3 安灯系统

安灯系统是基于丰田生产模式中的当问题出现时立即暂停以解决问题的制度，当发生安全、质量、效率等异常时，员工通过触发安灯系统发出问

题信号，相关人员会马上收到信号并尽快来到现场，现地现物解决问题^[27]。

大野耐一曾说过，“如果问题没解决，主管并不知情，那就无法改善，也无法降低成本。有问题，才有改善。”安灯系统可以使问题一级一级的传递到主管和经理那里。

为了促进问题的有效反馈和解决，特普公司在每台设备上安装了安灯系统，除了传统意义上的灯光显示，特普公司在安灯系统上还增设了喇叭系统，当安灯被触发时，灯光和声音警报会同时触发。在每小时产出的追踪下，操作员很清楚地知道当前的生产状态有没有落后于生产计划。当问题出现时，员工通过安灯系统寻求帮助，并且制定了严格对质量，安全，交付和效率问题的响应时间，尽可能将问题响应时间缩短；安灯触发后，现场班组人员对操作员的安灯做出响应，了解现场的实际情况并协调资源解决，如果班组长在 15 分钟之内将问题解决了，关闭安灯恢复生产，如果在规定时间内没有解决，则层层向上反馈，直到问题解决。如表 4-2 为特普公司安灯问题处理流程，图 4-6 为帮助链模板。为了方便现场快速联系资源，特普公司给相关现场班组长人员和管理人员配备了对讲机系统。

表 4-2 安灯问题处理流程			
时间	响应人员	职责	行动
0 分钟	操作员	发现问题	按下触发按钮以启动安灯
0-10 分钟	带班长	走到启动安灯的区域 1. 跟操作员了解问题的信息 2. 带着紧迫性用 5C 解决问题，或者至少制定出 5C 上的临时措施及产出追赶计划	按下响应按钮停止安灯的音乐 起草 5C 并通过对讲机跟调度员沟通问题
10 分钟	生产主管	走到启动安灯的区域 1. 跟操作员带班长了解问题 2. 确认 5C 解决的思路 3. 确定现场是否有有效解决问题的资源	按下响应按钮停止安灯的音乐 1. 确认 5C 上的问题描述 2. 确认临时计划 3. 如果需要请联系调度员寻求资源帮助
30 分钟	生产经理	走到启动安灯的区域 1. 回顾 5C 解决的思路并了解问题解决的进展 2. 确定现场是否有有效解决问题的资源	按下响应按钮停止安灯的音乐 1. 如果需要请联系调度员寻求资源帮助
120 分钟	总经理	走到启动安灯的区域 1. 回顾 5C 解决的思路并了解问题解决的进展 2. 确定现场是否有有效解决问题的资源	按下响应按钮停止安灯的音乐 1. 如果需要请联系调度员寻求资源帮助

响应链CHAIN OF RESPONSE				
Area	DEPT.of Help Chain	P主要负责人	A代理负责人	C临时负责人
	生产	例：姓名，职位，电话		
	质量			
	工程			
	设施			
	设备（机械）			
	设备（电气）			

图 4-6 帮助链模板

4.2.4 问题解决和持续改善

公司打造的可视化看板，标准化作业，以及安灯系统都是为了有效地暴露问题。在对待问题的态度上，大野耐一曾说过，“没有问题就是最大的问题”，在公司建立了一套暴露问题的系统后，提升问题解决能力和有效的解决问题成为了公司精益工作的下一步措施。

为了建立持续的问题解决问题文化，公司制定了问题解决的准则：使用正式的标准化的问题解决方法；问题出现时，先去现场了解情况，不要开会讨论问题，猜测原因是什么，到现场去解决问题。特普公司推行了两个问题解决的工具。

第一个工具是推行简单问题的 5C 工作表，如图 4-7。5C 工作表的开发是公司促进问题解决和追踪的一个工具。

5C Worksheet 5C工作表	
Line:产线	
Concern:问题描述	
Countermeasure (Temporary):围堵（临时措施）：	
Cause:根本原因	5 Why's:5个为什么 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____
Countermeasures (Permanent):对策（长期措施）	
Check to Confirm Results:结果跟踪	

图 4-7 帮助链模板

第一步，清楚地描述问题。

如在前面介绍可视化看板管理中提到的，当现场出现影响安全、质量，交付、效率的问题时，现场员工都会将实际问题描述清楚到图 XX 的表格中，并将此表格带入每天 3 次的生产会议中。对于现场问题的描述，通过对现场人员的培训，要求描述问题时做到越详细越准确，这样从根本上解决问题的几率就越大。在生产会议中，由班组长报告产出时，将问题读出并由管理者代表根据问题的方向指派问题解决者。

第二步，临时围堵措施。

在识别出根本原因，彻底解决问题之前，需要有临时解决对策将问题控制住。例如：设备漏油问题，临时措施可能是在设备周围使用吸油抹布吸干避免环境问题和安全问题。

第三步，进行根本原因分析。

使用 5 个为什么查找问题的根本原因，通过业务专家一起识别潜在的原因，通过现场验证一步一步查找根本原因，最关键的是要去生产现场去观

察，必能猜测，需要使用事实和数据说话。查找根本原因是问题解决过程中最难也是最花时间的，首先要不带任何偏见的思考潜在的可能原因，并通过现场观察和数据收集来排除不相关的原因，最终找到根本原因。这往往需要团队的配合和合作。

第四步，制定长期措施。

在根本原因找到后，需要针对根本原因制定相应对策，在对策实施完成后问题不再重复的发生。对策的制定通常需要头脑风暴，以发挥团队的力量制定出最有效，耗费人力物力财力最少的方案。

第五步，监控过程和结果。

在第四步的措施实施完成之后，需要去验证措施的有效性。生产是否恢复了正常，对策是否产生了预期的效果。需要问题解决者持续跟踪一段时间，以确保措施的有效性，确保问题不会再次发生。

被分配的问题解决者需要在规定的时间内，分析问题的根本原因以及制定出长期措施。根本原因分析的 5 个为什么过程以及措施需要在生产班会上报告，报告的目的是为了让管理者对员工的报告提出建设性指导意见以及判断问题分析的逻辑过程是否存在问题，另外也从各职能部门的角度，分析措施的可执行性以及经济性。

通过问题暴露，问题分析和解决，以及报告的形式，5C 工作表作为问题解决的工具起到了问题“杀手”的作用。

第二个措施是推行问题解决的第二个工具，A3 报告。相对于解决简单问题的 5C 报告，A3 报告适合于更复杂的问题解决，当类似的 5C 问题重复发生时，问题会升级为 A3 以通过问题分解来定义出优先问题并解决优先问题。A3 报告的本质是八步问题解决法，PDCA 的过程。特普公司的 A3 八步问题解决步骤基本与丰田公司的基本一致，如图 4-8。

通过问题解决文化、制度、工具体系的建立，生产现场出现的问题得到了根本上的解决，问题发生频率变少，生产效率不断提高。

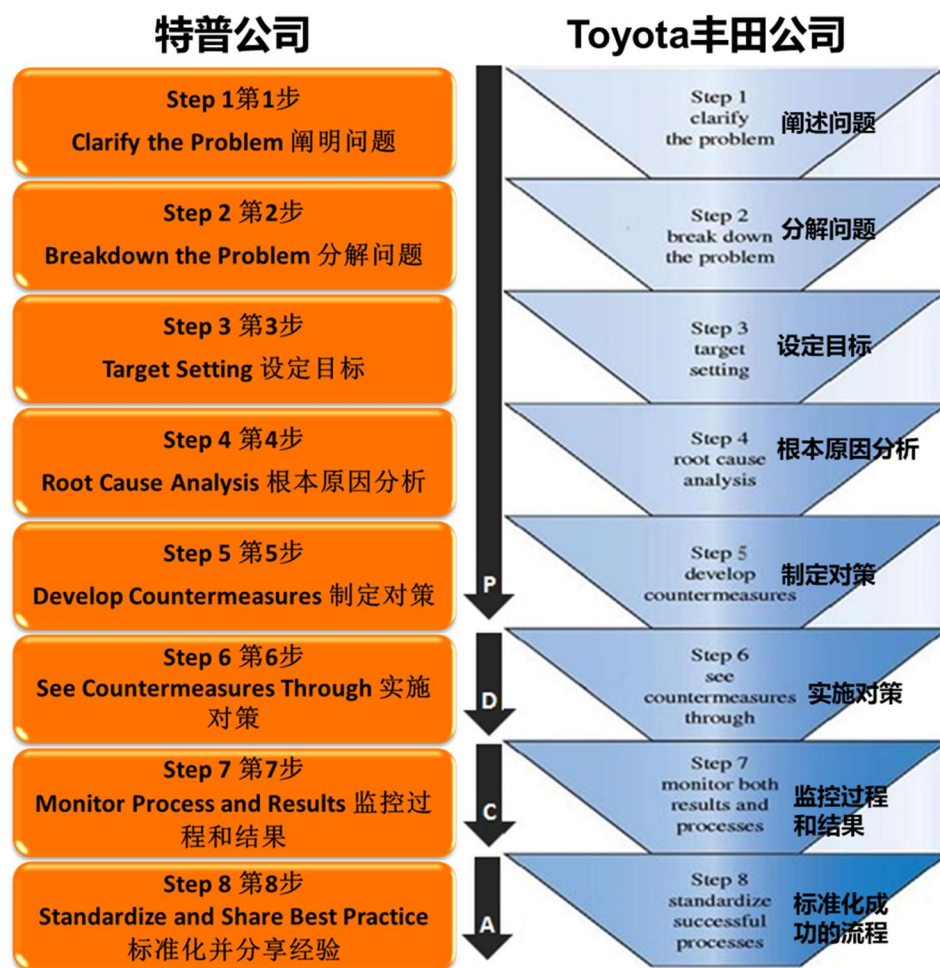


图 4-8 特普公司与丰田公司的 8 步问题解决步骤

4.3 降低生产成本的改善方案

作为提升公司竞争力和利润的重要一环，公司启动了降低生产成本的改善活动，成本下降分为直接材料下降和制造费用下降，供应链部门负责直接材料采购成本下降，工艺部门负责制造费用下降。生产成本的构成主要是由直接材料和过程制造费用两大部分组成。公司的直接材料主要包括毛坯锻件，保持架，滚子等直接采购的原材料；制造费用包括组织和管理生产所发生的各项费用，制造费用主要是设备折旧费，维修费，水电气费，人员工资，辅助耗材费等。

通过与集团兄弟公司进行同型号 Y 产品的成本对比，如图 4-9，材料成本和过程制造成本均比兄弟公司超出不少，尤其是制造成本。

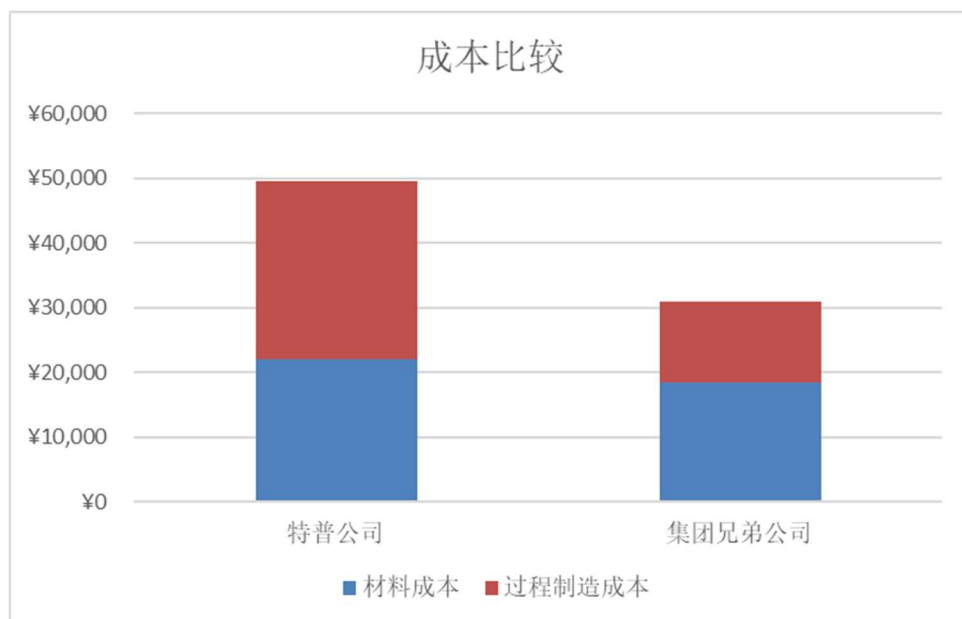


图 4-9 特普公司与集团兄弟公司的成本对比

4.3.1 直接材料成本的改善

直接材料中的锻件毛坯是国内采购，供应商按图加工。保持架是国外采购。滚子是兄弟工厂生产提供。其成本构成如图 4-10：

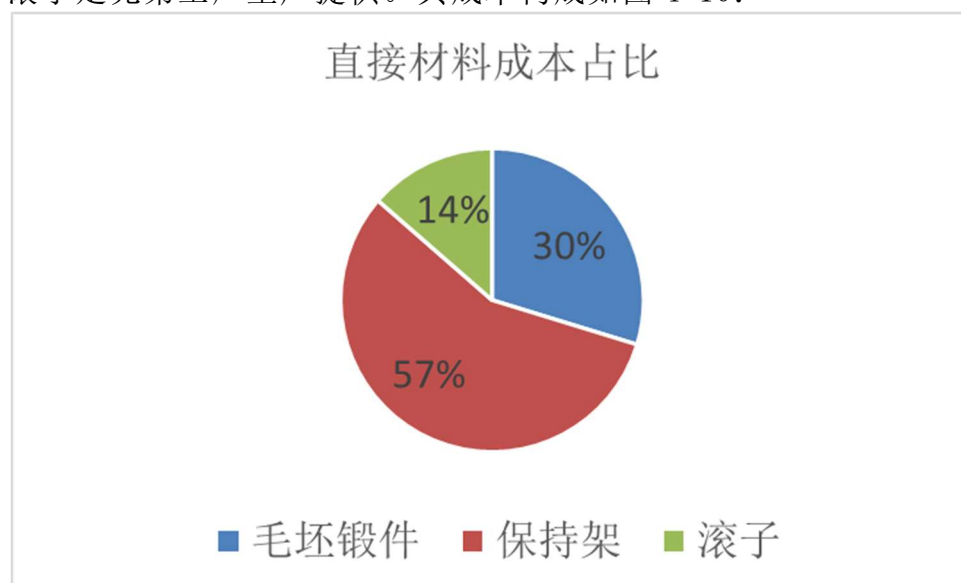


图 4-10 直接材料成本占比

直接材料中成本占比最高的是保持架，57%；其次是毛坯锻件，30%；最后是滚子，14%。

通过分析，找到如下两个关键突破口：

(1) 保持架

海外采购并且独一供应商，公司的议价能力不强，另外，海外采购运输

和关税成本也是成本高昂的一个原因。

（2）毛坯锻件

在供应商端锻造过程中和交付给公司过多的余量，以至于钢材在锻造生产中和粗加工过程钢材的损耗浪费。

针对上述分析，制定了如下 Kaizen 改善策略：

（1）开发国内保持架供应商，一是提高公司的议价能力，二是待国内供应商质量稳定后彻底替换成国产保持架以降低采购成本和运输成本。预期最终保持架成本下降 40%。

（2）毛坯锻件通过监督供应商端的工艺改善，设计新的图纸，降低过程中的钢材损耗和加工去除余量。预期最终毛坯锻件成本下降 10%。

4.3.2 过程制造成本的改善

轴承属于高精密的传动部件，所以过程制造费用成本比直接材料成本还高。为了探索比较过程制造费用，特普公司采取对标兄弟公司过程制造成本的方法来分析在哪些环节存在高成本差异，如图 4-11：



图 4-11 特普公司与兄弟公司工序成本对比

从对标的数据分析对比来看，在几个关键工序特普公司的成本远远超出了集团兄弟公司的成本，甚至翻了倍。通过深入对比分析，发现了其中工艺设计上和生产过程中的浪费：

（1）热处理工艺过程中变形量大，导致加工去除余量的增加，在大量增加了热处理的周期，同时也给后面工序平面磨、硬车、万能磨工序造成更大的负担，导致加工时间居高不下。

（2）生产过程中，由于前面论述的生产管理存在的问题，导致现场的

实际生产加工时间大大地超出了标准时间。

针对上述原因分析，制定了如下 Kaizen 改善策略：

（1）工艺部门对标研究热处理过程中的变形量，通过工装工艺改进，减小热处理的变形量来降低加工去除余量，降低热处理周期和后续的加工时间。

（2）通过前面论述的精益制造运营体系，暴露现场生产中的问题，促进问题的解决和持续改善。

4.4 提高生产能力的改善方案

生产能力是指通过使用现有的资源，在一定时间内完成企业生产的产品数量^[28]。在现有固定设备不变的情况下，特普公司需要通过提高生产能力来满足客户不断增加的产品需求，既能提高客户满意度，也能提高现有设备有效利用率从而降低成本来提高利润。

在企业中，生产线的生产能力由生产线上的瓶颈工序的能力决定了，这和管理学的“木桶效应”是相通的原理。瓶颈工序决定了生产线的产出，非瓶颈工序不能控制自身的设备利用率。这样需要生产管理者更加关注瓶颈工序的生产资源管理，减少瓶颈工序上的浪费。瓶颈工序之前采用拉动式生产管理方式，瓶颈工序往后采用推动式生产，通过管理瓶颈工序来控制整个生产计划^[3]。

瓶颈管理（TOC）理论的核心思维方式和持续改善，一般可以归纳为 5 大核心步骤：

- （1）通过计算设备的生产负荷，来找出生产工序中的瓶颈工序。
- （2）充分的利用瓶颈工序，也就是说要尽量发挥瓶颈工序的生产能力。
- （3）适应瓶颈工序，让其他工序的活动来配合瓶颈工序上的流动。
- （4）提高瓶颈工序的生产能力，这样就提高了整个生产系统的生产能力，将瓶颈工序转移到其他地方。
- （5）重新开始前四步，找出新的瓶颈工序，再次打破，持续改进^[29]。

4.4.1 分析瓶颈工序

通过订单需求，各工序设备可用时间和标准工时以及设备综合效率指标，计算出来特普公司当前各工序的设备负荷如图 4-12。其中万能磨工序、热处理工序和平面磨工序的工序负荷都超出了 100%的理论负荷，尤其是万能磨工序达到了 120%，其次是平面磨工序和热处理工序也达到了 105%。

通过设备负荷图可以看出，万能磨工序是当前生产线的瓶颈工序，其生产能力限制了整个生产线的产出。所以当前的重中之重是提高万能磨工序

的瓶颈能力,在管理层制定工厂策略时,制定了通过改善提高万能磨工序 20% 生产加工能力。其次,热处理工序和平面磨工序也需要做出 10%的改善,以促成在万能磨瓶颈改善之后整个生产线的负荷降低到 100%以下。

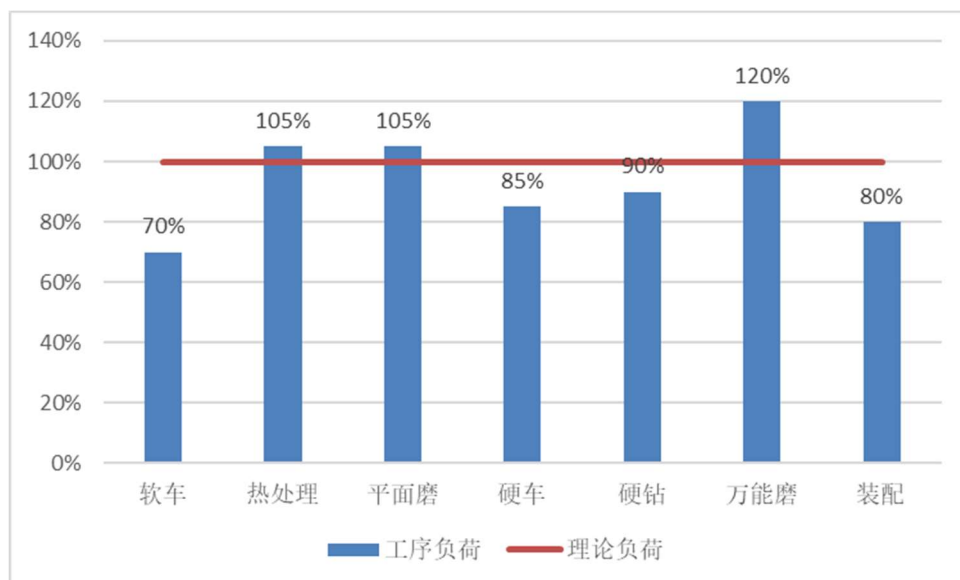


图 4-12 工序负荷图

4.4.2 瓶颈工序生产能力改善

在制定出了提高万能磨工序 20%生产能力的策略后,公司工艺部门迅速地开展改善活动的深入研究分析。通过头脑风暴,总结出下面改善措施:

(1) 跟砂轮供应商合作,探索现有砂轮新技术的应用场合。在供应商在其余应用场合中,已有通过高速砂轮磨削轴承零件的应用场合,其磨削效率相对现在的砂轮能提高 25%以上。通过综合成本和效率分析,效率上的改善远远大于砂轮成本的提高。通过使用高速砂轮来代替现有砂轮进行磨削,这一条措施保守估计能带来该工序产能提升贡献 10%。

(2) 通过分析,零件的加工时间波动差异性很大,通过数据整理和原因分析。加工时间的波动产生的原因在于硬车工序后,有 20%左右的零件椭圆度超差,这样导致在万能磨工序,需要花费更多的时间来纠正前面工序的椭圆度以满足产品的质量要求。通过产线的负荷来看,硬车工序的生产负荷才达到 85%左右,该工序多余的产能处于等待浪费中。所以制定了措施,硬车工序多花加工时间将椭圆度控制在公差要求范围之内,这样可以降低万能磨工序的零件加工时间波动,从而降低整体的磨削时间来提升该工序的产能,预计产能改善贡献度为 5%。

(3) 在精益生产定义的八大浪费中,返修/缺陷是其中一大浪费。通过现场观察和数据分析,现场加工过程存在磨削加工完后,加工表面存在振

纹的质量问题，当振纹出现后，现场需要通过返修来去除。有时能通过现场的技能直接将零件返修完成，有时需要等待工程师的调整来将零件返修合格。通过对返修时间的统计，此项占用了 6%以上的设备可用时间。通过现场观察和原因分析，工艺部门找到产生振纹的原因并制定了相关行动计划，通过测试和观察，预测能有效减少振纹返修率 80%以上。通过降低加工过程中返修的浪费，预计产能提升贡献度为 4%。

（4）在精益生产定义的八大浪费中，多余的走动和多余的动作也是其中两大浪费。通过现场观察，现场的操作员在操作过程中使用的工具和量具存放在离设备很远的地方，操作员需要走动很远的距离来拿取工具和量具，而且有时候工具和量具存在乱放额情况，操作员需要花费很多时间在车间找寻，这样的情况下设备处于停机状态，造成了停机浪费。这是一个跟现场 5S 相关的问题，生产部门和精益部门提出了在机床边上建立工具柜和量具柜的方案，而且工具柜和量具柜上的所有工具通过定位和标识将存放的位置固定下来以避免工具乱放的情况。通过这个措施，当设备停下来时，操作员就近快速取到工具和量具，减少走动和找寻工具的浪费，而且通过制定标准作业，要求现场员工在设备停机前就准备好量具的校准，在设备机床停机开门后，能迅速进行测量，使得设备停机时间最短，有效提供设备综合利用效率。通过这个措施，预计产能提升贡献度为 1%。

表 4-3 提高生产能力改善措施表			
序号	改善措施	产能提升 贡献比例	目标日期
1	使用高速砂轮磨削，提高磨削加工效率，降低磨削时间	10%	8/19
2	改善零件来料的椭圆度，降低磨削时间	5%	8/19
3	降低磨加工后振纹频率，减少返工和等待浪费	4%	8/19
4	减少操作员过程中的过多走动	1%	8/19

如表 4-3 汇总，通过上述的一些改进措施，万能磨工序的生产能力能提升 20%。类似的改善方式也被用于热处理和平面磨工序的改善来提升这两个工序的生产能力。

4.5 缩短生产周期的改善方案

S 产品是目前公司最大客户的主要机型轴承需求，该订单需求占到公

司总订单的 40%，公司决定从改产品有限开始研究改善从投料到支付的生产周期，以更好的满足客户交付需求，和降低内部制造周期已达到减少库存浪费。

4.5.1 绘制当前价值流程图

改善小组通过绘制 S 产品的当前价值流程图，见图 4-12，从价值流程图可以看出，整个内部生产周期达到了 35 天，过程增值时间为 22.8 小时。

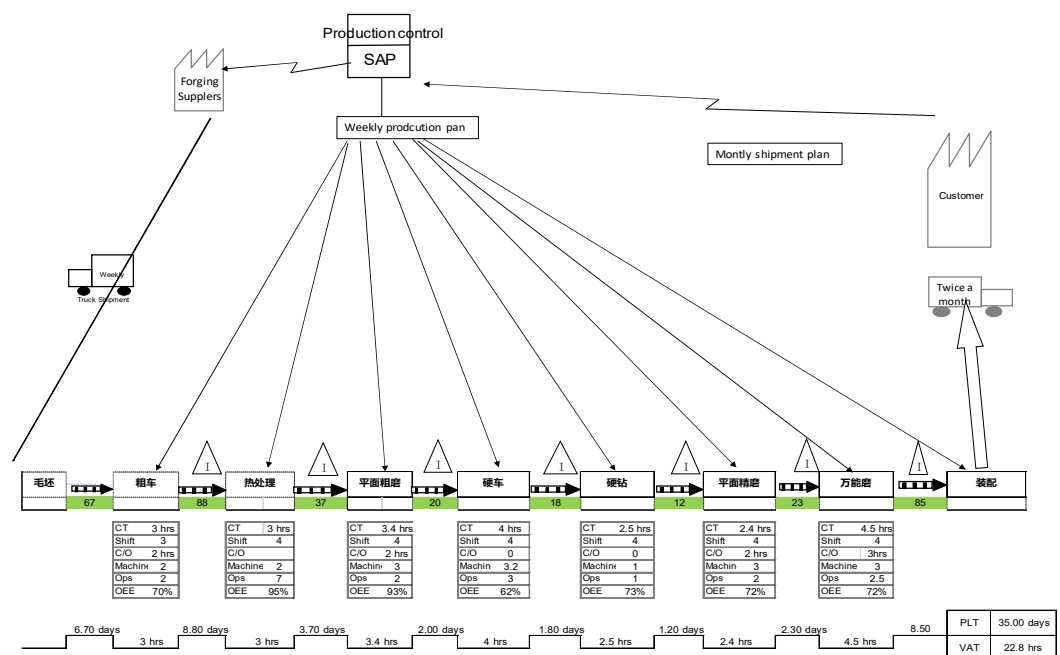


图 4-13 改善前价值流程图

4.5.2 价值流的改善

项目组通过对当前价值流的深入分析，造成生产交付周期长的原因是各工序的在制品数量高，另外在硬钻工序后，零件又得折返到平面磨设备上平面精磨。针对这些问题，项目组进行了如下 Kaizen 改善活动：

(1) 建立拉动方式

通过价值流程中的在制品数量分析：首先，在粗车工序前存在 6.7 天的库存毛坯零件。通过分析发现，计划部门按照一贯以来的做法，都是要求供应商每周发运一次，由于发货频次低造成公司必须要保留库存。经过项目组研究和跟供应商商讨，工厂计划部门根据粗车计划采用拉动的方式来要求供应商安排发货，这样计划降低当前毛坯库存从现在的 6.7 天到 4 天。其次，在热处理工序前也存在 8.8 天的库存零件。通过分析发现，生产部门在安排粗车生产任务时，都是粗车批量加工完后将零件堆存在热处理车间

以等待热处理炉次的安排，通常超过了3个炉次以上。通过项目组研究和生产讨论确认，生产部门基于热处理炉次的安排来拉动粗车工序的生产，粗车的在制品库存在达到2个热处理炉次的库存后即安排计划停机避免产生过多的库存品，这样将此处库存天数从现在的8.8天降低到6天。最后，装配前存在8.5天的在制品库存。通过分析发现，万能磨工序是瓶颈工序，生产部门为了减少换型，在大批量生产完外圈组件后再生产内圈组件导致积存了过多的无法成套的在制品。通过跟相关部门商讨解决对策，方案制定为成立换型时间降低的团队降低万能磨工序的换型时间，另外通过建立模型权衡出最佳换型批次数量，项目目标是将此处的库存天数从现在的8.5天降低到6天。

（2）合并生产流程

对于当前生产流程的分析，零件在平面磨设备上存在折返的过程，可以通过工艺改善将精磨工序合并到硬车工序，另外，硬钻工序仅仅是钻几个吊装孔，可以将孔安排在粗车工序。这样生产流程得到了如下的优化，通过取消和合并的做法，将生产流程减少了2个。这样有效地缩短了生产制造交付周期。

4.5.3 绘制未来价值流程图

通过上文对当前价值流程的改善想法，公司团队绘制了未来价值流程图，如图4-13。未来价值流从35天降低为24天，增值时间也从22.8小时降低为18.9小时。

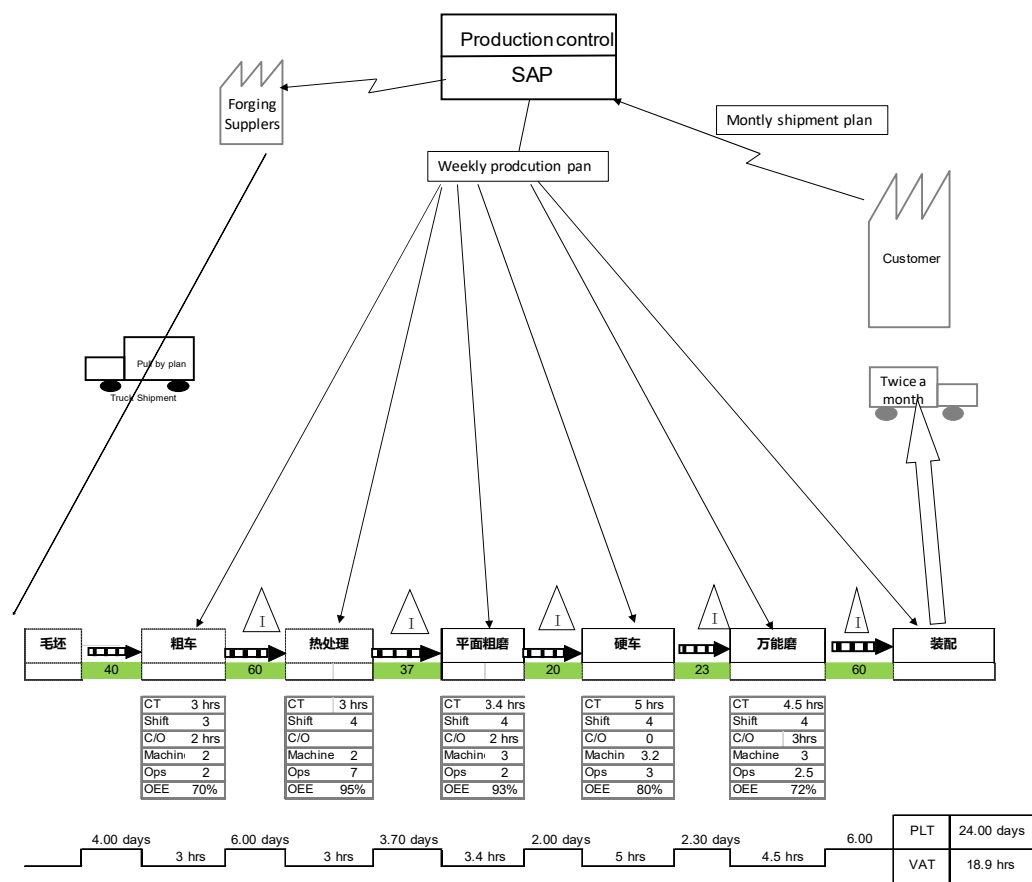


图 4-14 未来价值流程图

根据上面几个方面的改善点，项目组列出相应的行动跟踪清单、责任人和目标完成日期进行跟踪管理，如表 4-4。

表 4-4 未来价值流程图的行动方案			
项目	行动方案	责任人	目标完成日期
1. 1	通过拉动方式管理毛坯到货计划	采购员	3/19
1. 2	根据热处理炉次拉动粗车加工计划	生产主管	4/19
1. 3	万能磨工序换型时间降低	工艺工程师	4/19
1. 4	建立模型权衡万能磨生产批量数量	生产主管	4/19
2. 1	合并取消平面精磨工序	工艺经理	6/19
2. 2	合并取消硬钻工序	工艺经理	6/19

第5章 特普公司精益生产管理的保障措施和效果评价

5.1 精益生产管理的保障措施

推行精益生产管理方式是一家企业系统性的变革过程，不仅仅涉及到生产现场的重新布置，而且涉及到整个生产运营体系上的改变。历史上任何一次变革在改革初期和前期实施过程中都会遇到不断的困难和重重阻力。所以，精益转型绝对不是一朝一夕、一簇而成的过程，在实施过程中不论是管理者或者是实践者都不能急于求成，应该将持续改善的理念作为企业和组织的文化来培养和形成，更为关键的是要培养和提高员工的精益思想。为了确保公司精益生产管理体系的成功实施和保持，计划从下面四个方向来保障特普公司精益生产管理体系的正常实施。

5.1.1 文化保障

如果一家企业的高层领导对精益生产和持续改善没有足够深的认知，即使成功导入了精益生产体系，最终一般也无法保持长久。如果公司高层不去领导和建立精益思想和全员持续改善的企业文化，所有的精益工具也必将只是流于形式，效果甚微^[30]。

特普公司在实施精益制造体系实施第一步，就是邀请集团公司精益专家组织了系统性的培训，培训人员覆盖公司总经理，各部门经理，工程师和现场的班组长。总经理担任培训班的班长，各部门经理担任培训组的组长，负责培训的顺利进行和监管培训效果。高层管理者与员工一起参加精益培训，保证了全公司上下接受到了同样的精益知识和精益语言，让日后在推行精益生产管理体系时大家能有共通的语言和思想来交流和解决问题。精益培训的内容分为三个大的环节，其中第一个重要环节就是领导力的培训和精益领导者的文化建设，包括精益认知的提高和领导力素质的提高。在领导力的培训章节里，培训宣扬在精益生产中参加培训的每一个员工都是精益领导者，作为精益领导者要时时刻刻关注精益生产三大运营准则：安全，质量和交付。当存在任何影响三大运营准则的问题，精益领导者都有责任去带领团队去解决问题和持续改善。第二个环节为问题解决工具和方法的培训，通过问题解决方法的培训，让公司上下认知到找出问题根本原因的重要性，促进持续改善的公司文化。第三个环节是安灯和看板信息化的推进，让暴露问题成为公司改进动力的源泉，只有发现问题解决问题，公司才能获得不断的改善。通过完整的一套培训流程，公司上下培养了一大批的精益领导者，通过这些精益领导者不断把精益文化推广到一线的员工，影响一线的员工的思想 and 解决问题的方式，做到人人都是精益生产管理中的一环。

5.1.2 组织保障

精益生产的推进在很多方面需要各个部门的支持与配合，例如：维护部对设备可用率的保证，工艺部门对工艺过程稳定性的改善，采购部门对物品及时供应的支持，人力资源部门对员工招聘的保证等。这些都不是某一条生产线或者某一个单独部门能独立完成的，需要全公司有组织的推进精益改善活动并做到通力合作和有效沟通。

为了确保各精益活动的有效执行，建立总经理统筹，生产精益部门作为项目实施的组织部门，统筹和协调各部门建立精益文化和参与精益改善活动，项目组织架构如图 5-1。对于可视化看板的管理和以及安灯系统和后续问题解决的管理，成立指挥中心，由生产精益部组织每天的三次会议汇报生产进度和安排 5C 问题的汇报和 A3 的汇报，当现场帮助链存在障碍时，由指挥中心的精益专员协调调度。其它的 Kaizen 改善项目，由精益部门组织定期的会议进行进度的跟踪和定期的沟通交流。由生产精益部，定期回顾培训的需求并组织新晋人员的培训，并从管理层自上而下的推动精益认证，精益认证的过程包括 A3 问题 8 步解决法的应用和理解以及精益知识的考核，促进精益知识的掌握和问题解决能力的提升。认证完的精益领导者以导师的身份，指导并教导更多的员工进行精益认证，通过做导师的过程中也促进更加透彻的理解精益理念。

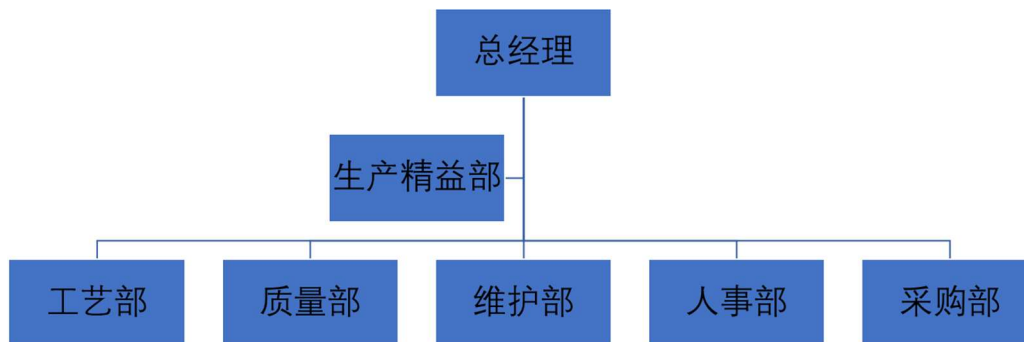


图 5-1 精益项目实施组织结构图

5.1.3 制度保障

精益生产是一个长期项目，实施的过程需要有流程制度去规范，并对各项指标进行监管。

对于每班问题汇报，制定统一的标准和模板，要求问题汇报者按照统一的语言和模板汇报问题，问题解决和跟踪也制定清晰的规则要如图 5-2:

5C 汇报/分配/更新/关闭		
1	5C 汇报方式	1) 按照表格内容读 2) 问题是…… 3) 临时措施是……（此处需要补充责任人到现场采取的具体临时措施） 4) 已排除的可能原因是……汇报验证剔除该原因的过程 根本原因是……（把所有“为什么”都读出来，每一层都要按照“为什么…因为…”的格式读） 5) 长期措施是…… 6) 结果跟踪显示…… 注意：汇报应严格按照上述结构-不要“编故事”-直接读工作表
2	5C 分配及汇报安排	1) 带班长汇报完当班的 5C 后，在当班会议上将 5C 分配给各部门主管或经理，由部门主管或经理分配给相应责任人 2) 分配给部门主管或经理的 5C 最长不超过 6 个工作日安排汇报 3) 影响小（通常是影响时长小于 15 分钟，且未重复发生；不包含安全问题）或已识别出暂时无解决方案的问题，不需要分配做问题解决，责任人回复临时措施即可关闭；若再次出现则需汇报
3	5C 分配数量与完成时长	1) 每张分配的 5C，责任人需要在 5 个工作日内完成根本原因分析并制定长期措施，同时要确定措施的责任人及计划完成日期；责任人需要在规定日期内完成措施，如果需要延期，部门主管/经理在 5C 汇报会议上提出延期申请并获得批准 2) 原则上每人手上的 5C 数量不超过 5 张 3) 分配 5C 后不能在 5 个工作日内回复根本原因及长期措施，需要部门主管/经理在 5C 汇报会议上提出延期申请，且本张 5C 不计入第（2）条中的 5 张（即可以分配新 5C）

图 5-2 5C 汇报制度要求

在定义好问题解决的规则之后，针对部门和个人制定了问题解决及时完成率的 KPI 指标。另外为了提高组织的精益知识和问题解决能力，在关键岗位上的员工制定年度精益问题解决认证项目计划，并计入年度考核。

对于 Kaizen 项目，在负责部门设定好目标和计划后，由精益部门组织定期的会议进行进度的跟踪和结果跟踪。在年度考核中，设定超额完成的额外嘉奖项：当产能改善达成或超出目标设定的 20% 时，年度奖金额外嘉奖 5%；当成本下降指标达成下降 20%，年度奖金额外嘉奖 5%；当生产制造周期下降至低于 30 天时，年度奖金额外嘉奖 2%。有了公司业绩指标考核和奖项激励，让每一个员工都知道公司的业绩指标，这样有利于大家一起关注改善的共

同目标并共同合作完成。

5.1.4 资源保障

在资源保障方面，公司除了确保精益项目团队在采购安灯系统，建立指挥中心等项目实施过程提供了财务预算支出方面的全面保障。

精益生产方式的推进，需要使精益思想渗透到每一位员工的思想和日常工作中。精益体系的前期实施会使员工觉得工作比原来更繁琐，但实施一段时间后，通过精益活动消除工作中的浪费，会使工作更加高效和轻松。所以，为了让公司全体员工积极参与到精益转型，公司在确保人人参与上提供了如下保障。

为了精益转型的顺利实施，公司启动动员大会并邀请集团高层领导进行宣讲以激励员工的积极参与。在精益知识的培训阶段，保障培训安排在正常的工作周，安排培训分批进行，部门经理确保员工落实好培训期间的工作代理人，这样保障培训期间员工可以脱离工作岗位并安心培训学习。另外，为了让更多的员工形成精益思想，公司花时间和精力在现场带班长和技师的培训上，因为精益的推进不能光凭部分员工来实施，需要全员的参与，如果仅凭部分员工推行精益生产，其他员工将会不断边缘化，无法参与精益团队的归属感与成就感，如此会阻碍精益改善工作在全公司的推广。所以在项目启动前就确定从项目一开始就要每一位员工参与，只有前期培训与指导付出得更多一点，让员工形成精益思想和习惯以后，员工就能自觉地使用精益的工具来发现车间现场的浪费和促成持续改善的想法和意见。公司通过集体会议和高层讲话，不断地宣传精益生产制造体系的重要性，让员工了解精益体系和工具的实施会给员工带来更多好处，提高工作的便利性，提高工作效率，减少工作出错的机会，提高绩效，获得更好的收入回报。

5.2 效果评价

特普公司在推行精益生产管理的过程中应用了精益生产的思想与工具，通过识别浪费与消除浪费、持续改善来提高生产效率、提高产能、缩短生产周期与降低生产成本。通过接近两年的精益生产实施，公司的产能得到明显提高，生产制造周期降低，生产制造成本也有了明显改善，公司的运转更加顺畅，员工工作更加高效。效果评价分析方面，本文主要从两个方面入手，一方面是直接绩效分析，主要是精益改善所获得的可以用直接的绩效数据来衡量的成果；另一方面是间接的效果评价，如企业管理水平、客户满意度、员工士气、人才发展等方面。

5.2.1 直接绩效评价

（1）生产成本下降

一方面，通过精益制造运营管理体系的实施，识别出生产现场的浪费并消除浪费，通过持续改善来解决制造过程中的不稳定工艺因素，单个零件的制造工时在不断降低，现场使用的耗材浪费率也得到下降，这样制造过程成本在不断下降。另一方面，通过 Kaizen 改善项目，对供应商端的成本持续改善项目也得到了很好的进展，锻件供应商提高了钢材的利用率，保持架等国内供应商开发成功降低了直接材料成本。如图 5-3，通过 Y 产品的成本对比，材料成本从 22056RMB 下降至 14568RMB，降幅为 34%；过程制造成本从 27522RMB 下降至 21098RMB，降幅为 24%。总体成本从 49577RMB 下降至 35666RMB，降幅为 29%。成本下降效果显著。

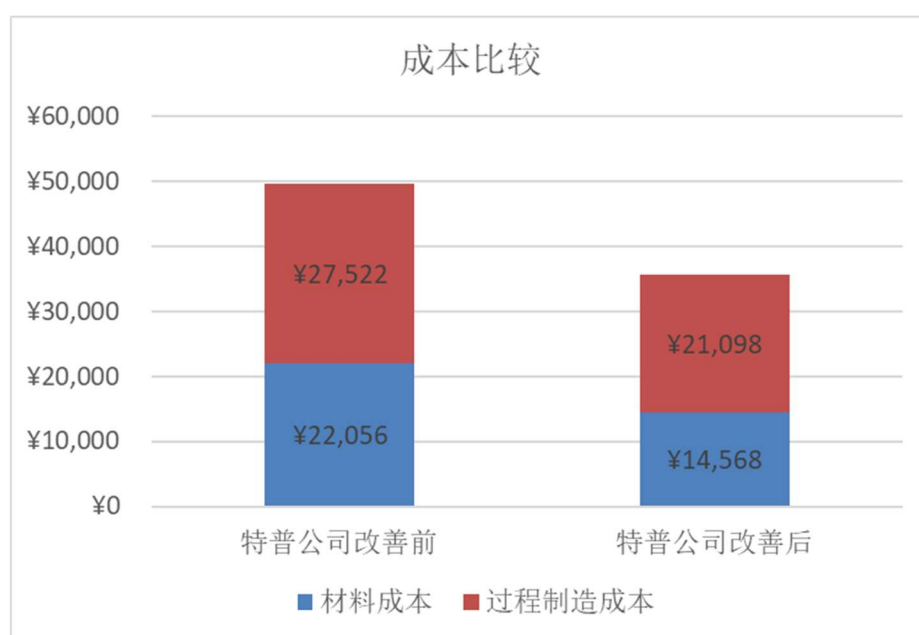


图 5-3 Y 产品改善前和改善后成本对比

（2）产能提升

通过 Kaizen 改善项目来提升瓶颈工序的产能，在项目启动的一年内产能提高了 20%，并且瓶颈工序的产能在不断的改善下，在 2020 年又得到了 17%左右的提升。随着产能的提升，基本上能满足客户需求的增长，公司的年产值也得到了快速提升，从 2017 年的年产值 1 亿元提升到了 2020 年的 1.8 亿元，总提升比率为 80%，如图 5-4。产能提升使交付周期也大大缩短，响应客户需求变化的速度也更快，特普公司的准时交付率在 2018 年后连续保持在 97%以上的高水平状态，提升了客户对交付的满意度。

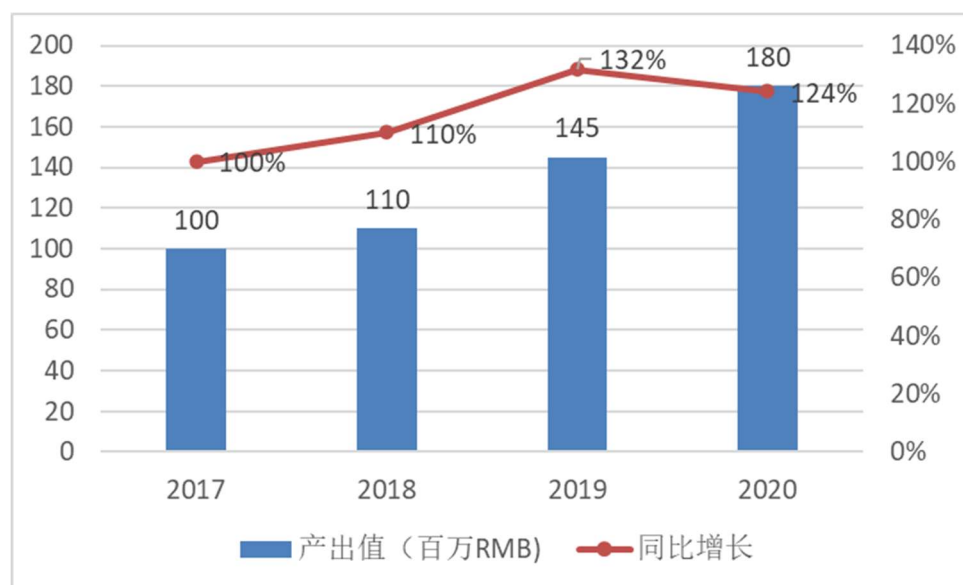


图 5-4 特普公司产出增长

（3）交付周期减少

通过对价值流程图的分析和未来价值流程图的构建以及措施的制定，使生产线的在制品大量减少了，缩短了零件在各个工序等待生产的时间，另外通过对制造工艺的合并优化，生产周期从原来的 35 天减少到 24 天，缩短了 32%。大大的减少了库存数量，提高了库存周转次数。

（4）质量绩效提高

由于车间制造运营体系以及安灯系统的应用，车间现场的质量问题得到了暴露和快速解决以及根本原因的清除，产品的质量得到了明显的改善，各工序的平均首次通过率由原来的 92%提高到 96%；另外在客户投诉方面，公司从 2017 年的 3 起客户投诉到 2018 年的 1 起客户投诉，在 2019 和 2020 年都是保持了 0 客户投诉的高质量绩效表现，更加提升了特普公司质量的口碑和客户满意度。

（5）生产效率的提升

特普公司生产效率的指标是总产值除以生产现场员工的总工作时间，上面已经说明产值在连续的上升。随着车间现场浪费的消除和持续的改善，现场操作员工的工作越发轻松和简化，车间的总人数反而下降。所以生产效率的指标得到了快速的生长，从 2017 年的 240RMB/小时提升到了 2020 年的 440RMB/小时，总的增加率为 83%，如图 5-5。

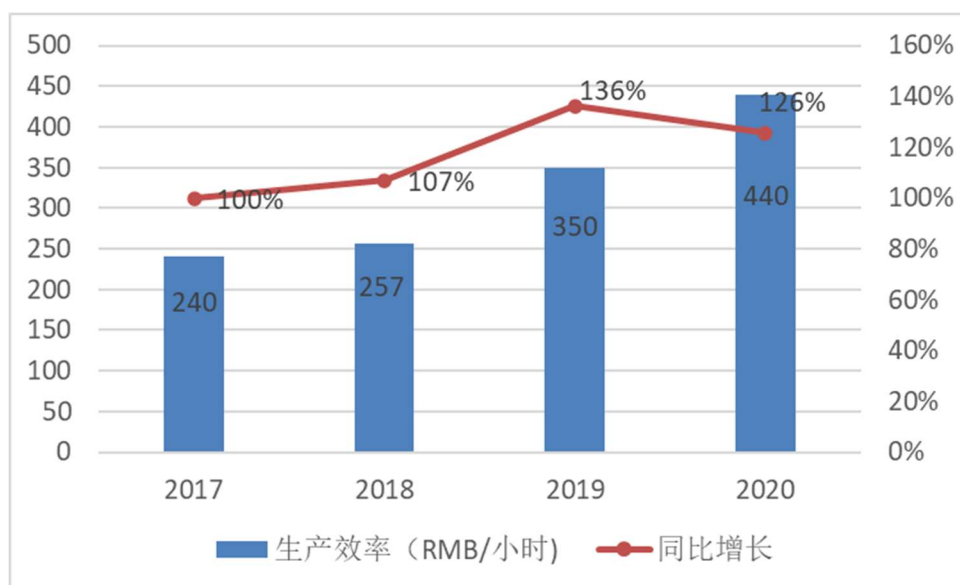


图 5-5 人均生产效率增长

5.2.2 间接效果评价

特普公司通过实施精益生产管理不仅产生了直接绩效指标的效果，而且提获得的间接收益也更是宝贵。在本次特普公司精益制造运营体系的搭建项目中，人人参与，人人都是精益改善者的思想贯穿了整个项目实施过程和现在的现场管理当中，充分的培训了管理人员，工程师，产线班组长，现场技术，这些人员在精益生产的实践项目中对学到的精益知识得到了很好的练习，极大的提高了员工的精益理论和实践能力，团队合作精神在培训过程和项目推行过程得到了加强，精益生产持续改善的企业文化得到了升华，大幅的推升了公司生产管理水平。

(1) 管理水平

通过现场的看板系统和安灯系统，管理者很容易地知晓到生产线的生产状态，当实际生产进度明显落后于计划进度时，通过计划的调节和生产安排去追赶上计划进度。当生产线有问题产生的时候，管理者通过员工的汇报也能很快地找到问题所在，并及时地采取围堵和临时措施，避免问题影响的扩大化。精益思想的普及促进了企业的精细化管理，精益生产的理念对企业各个方面的管理起到了潜移默化的作用，并升华到企业文化之中，提升企业的核心竞争力。

(2) 客户的满意度

随着产品质量的提升，客户对特普公司的质量形象越发认可；随着生产能力和生产周期的降低，产能可以满足行业客户对市场需求的增加，使得客户满意度不断提升；随着成本的下降，公司也配合客户采取了合适的降价以促进客户端的成本下降，达到双赢的局面。这样公司获得了客户的信任度，并与客户建立起了长期亲密的战略合作关系。

（3）员工士气

精益思想的精髓就在于促进全员参与，特普公司的生产运营体系的实施，都有员工的全程参与，大家积极主动的发现问题，报告问题并解决问题，精益生产的实施提升了生产线的业绩指标，不仅让员工的收入获得了增长，而且让员工感受到了成功的成就感，全员的积极参与和团队合作才产生卓越的业绩。这种积极的士气将促进特普公司的业绩往新的台阶迈进。同时，在精益体系的推行过程中，管理层有更多的时间与员工一起参加培训和探讨问题，促成了管理层和员工之间的信任关系。这样将在后续的工作中，更好提升管理者与员工的关系，使公司团队更具有凝聚力和战斗力。

（4）人才发展

通过推进精益生产，使得各层级的员工在个人能力上都得到了提升。工程师通过协调团队解决现场问题，通过带领团队合作获得改善，在促成企业业绩提高的同时也获得了个人能力的进步，提升了他们的问题解决能力，管理实践经验，为今后的职业发展和晋升储备了基础。现场基层员工的素质通过培训和实践也获得了提升，优秀员工有机会晋升为现场管理人员。人才能力的不断提升，对于公司的可持续发展，提供了有深度的备用人力资源。公司通过改善获得了效益，员工通过收入的增长提升了成就感和获得感。

5.2.3 仍存在的问题

虽然公司的精益制造运营管理体系取得了很好的效果，但还是存在一些问题：

（1）现场数据的准确性

公司实施的看板系统和问题跟踪系统都是基于现场员工手工填写，其中有一部分数据在操作员收集记录看板或问题时存在失真的情况，这样会导致问题没有得到最真实的反应。另外，5C 问题的收集和跟踪都是手工填写然后由精益专员手工输入 EXCEL 表格进行跟踪和总结，需要精益专员花费大量的人力时间去汇总和分析数据。

（2）供应商的问题

供应商交货推迟和质量问题频出，导致车间现场因为供应商的质量问题和交付问题导致停机等待。

上述问题将是推行精益制造运营体系后发现的问题，但精益追求的是持续改善，对于上述两个问题，公司也在准备立项去解决现在的困难局面。对于数据准确性的问题，在通过研究机床信号和电子化信息来促进数据信息的准确性和减少人工输入的时间浪费。对于供应商的问题，需要公司研究如何将精益生产管理延伸到上游供应链，以保障供应链的同步生产。

第6章 结论与展望

6.1 结论

在经济全球化的发展背景下,企业的竞争环境在不断变化,特普公司的产品在市场竞争的大环境下,产品的性价比失去竞争力,高成本高价格成了特普公司发展的瓶颈,提高生产效率,降低成本,提高产能产出成为重中之重。所以,特普公司在2018年开始推进和实施以精益生产为基础的精益生产管理体系,消除生产过程的各种浪费,提升生产效率,缩短制造周期,用较低的成本制造出高质量产品,提高企业的竞争力。

本文以特普公司为例,通过理论结合实际,阐述了精益生产的理念、工具,调研了特普公司的实际生产状况和进行了精益生产方式在特普公司的应用研究。本文的主要工作及成果如下:

(1)对大量的精益生产相关资料文献、理论、工具进行了总结,阐述了精益生产在企业管理中的现实意义。

(2)通过波特五力分析法分析特普公司的外部竞争环境,以及调研了解公司在实施精益生产体系前的生产状况及问题,得出了实施精益生产体系的必要性。公司期望通过实施精益生产来促进生产成本降低,生产周期降低,提高产能,提高公司的运营管理水平。

(3)特普公司实施精益生产的项目由管理层团队基于公司的当前状况和战略目标确定下来后,公司构建了特普公司的精益制造运营管理体系来提高生产现场的运营管理能力,推动Kaizen改善项目来降低生产成本,缩短生产周期,提高公司的产能。

(4)对特普公司精益生产管理的实施制定了全面的保障措施,以确保精益生产模式在公司的顺利推行以及促成公司人人参与持续改善的盛况。在特普公司实施精益生产体系两年后,生产成本明显降低,生产周期明显缩短、产能显著提高、生产效率提高、质量状况更上一层楼,同时公司的管理水平,客户满意度,企业文化和人才梯队建设也得到了明显升华。表明了精益生产的应用提升了企业的直接绩效指标和间接管理层次,提高了企业的竞争力。

6.2 展望

本文所论述的特普公司在精益生产管理体系的实施取得了初期成果,从效果来看公司获得了明显的改善,但公司离行业领先的目标仍有较大的差距,还需要持续跟踪与持续改善。另外,怎样将精益生产管理发展到精益供应链管理,将供应商纳入到精益运营体系当中来,有待今后研究和实践。毕竟丰田公司从20

世纪 30 年代开始直到现在还在不断创新和优化精益生产,在精益生产的道路上,我所要学习和实践的路程还有很长。

参考文献

- [1] 程华. E 公司共享服务中心管理方案的设计[D]. 吉林大学, 2011.
- [2] 陈勇. 延锋伟世通精密制造系统研究[D]. 上海交通大学, 2009.
- [3] 范明伟. 赫斯基热流道精益生产的实施策略研究[D]. 上海交通大学, 2018.
- [4] 大野耐一. 丰田生产方式[M]. 中国铁道出版社, 2006.
- [5] 詹姆斯·P 沃麦克, 丹尼尔·T 琼斯, 丹尼尔·鲁斯. 改变世界的机器[M]. 机械工业出版社, 2015.
- [6] 詹姆斯·P 沃麦克, 丹尼尔·T 琼斯. 精益思想[M]. 商务印书馆, 2007.
- [7] 肖红田. 精益生产中的价值流程图在南普公司的应用研究[D]. 中南大学, 2011.
- [8] 叶飞帆, 华尔天. 精益企业理念与精益生产实现模式研究[J]. 管理工程学报, 1988(02):25-29.
- [9] 胡锐, 韩玉启. 从精益生产到精益企业——我国企业应对加入 WTO 的挑战[J]. 科学管理研究, 2001(05):39-41.
- [10] 许民利. 大规模定制生产在我国企业实施的思考[J]. 厦门大学学报(自然版), 2003, 42(0z1):61-65.
- [11] 牛占文, 荆树伟. 基于精益生产的制造业企业管理创新模式探讨[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2014, 000(006):481-487.
- [12] Ohno T. Toyota Production System on Audio Tape: Beyond Large Scale Production[J]. Productivity Press, 2001.
- [13] 刘丽君. 精益生产方式在衡重公司二事业部的应用研究[D]. 中南大学, 2013.
- [14] 迈克·罗瑟, 约翰·舒克. 学习观察:通过价值流图创造价值, 消除浪费: Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate Muda[M]. 机械工业出版社, 2013.
- [15] 李占凯. Pulse 公司精益生产方式研究与实施[D]. 重庆大学, 2009.
- [16] 张良. 新时期精益供应链管理设计思路探讨[J]. 物流科技, 2011, 34(004):86-88.
- [17] 杨申仲. 精益生产实践[M]. 机械工业出版社, 2010.
- [18] 林海, 杨靖. 推行精益化生产的68个关键细节[M]. 中国电力出版社, 2011.
- [19] 上海铁路局. 标准化作业[M]. 中国铁道出版社, 2009.
- [20] 今井正明. 改善:日本企业成功的奥秘[M]. 机械工业出版社, 2010.
- [21] 费杨. 对戴明循环及其演变的探讨[J]. 中国认证认可, 2011, 000(007):15-18.

- [22] 胡鹏山. 竞争战略与竞争优势[M]. 华夏出版社, 2002.
- [23] 王忠良. 高标准严要求毁了持续改善?[J]. 企业管理, 2019, No. 457(09):62-64.
- [24] 潘素珍, 吴迪. ERP 计划体系下推拉结合式供应链的局限性研究[J]. 广东农业科学, 2009, 09(9):261-261.
- [25] 邵晓峰. 我国企业实施供应链管理的战略研究[J]. 上海企业, 2001, 000(008):32-35.
- [26] 曹伟, 周晓军. 生产作业中工序要素和操作人员的有效组合[J]. 工业工程与管理, 2007(04):90-93.
- [27] 杰弗瑞·莱克. 领导者也必须奉行现地现物原则[J]. 中国机电工业, 2011, 000(005):86-87.
- [28] 杨慧文. 拉动式生产研究及看板管理应用[J]. 消费导刊, 2007(02):62-62.
- [29] 杜新芳. 中小企业基于供应链管理的精益生产实施方案[J]. 物流技术, 2007, 026(002):194-195.
- [30] 张舸. 企业文化与精益管理[J]. 魅力中国, 2009(16):60-61.
- [31] 郭志勇. Y 公司精益生产方案设计与实施研究[D]. 兰州大学, 2009.
- [32] 夏玉洋. 福伊特造纸(中国)精益生产方式研究[D]. 南京大学, 2015.
- [33] 车建国. 多品种小批量下精益生产系统的改进研究[D]. 天津大学, 2006.
- [34] 张东升. 烟台富士康精益生产的研究[D]. 山东大学, 2014.
- [35] 杨大鵬. 精益生产在无锡实益达的应用与实践研究[D]. 南京理工大学, 2010.
- [36] 邢雯. 精益生产在 E 公司的应用研究[D]. 南京大学, 2016.
- [37] Poggio T, Beymer D. Learning to see[J]. IEEE Spectrum, 1996, 33(5):60-69.
- [38] Chen J C, Li Y, Shady B D. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study[J]. [10] Ibon Serrano Lasa, Carlos Ochoa Laburu, Rodolfo de Castro Vila. An evaluation of the value stream tool. Business Process Management Journal, 2008(1). 39~52
- [39] Tapping D, Luyster T, Shulzer T. Value Stream Management: Eight Steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements.[J]. Tqm Magazine, 2002, 25(6):47.
- [40] Mann D. Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions[M]. Productivity Press Inc. 2005.
- [41] Vinodh, S, Arvind, et al. Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives[J]. CLEAN TECHNOLOGIES AND

- ENVIRONMENTAL POLICY, 2011.
- [42] Bicheno J , Holweg M , Niessmann J . Constraint batch sizing in a lean environment[J]. International Journal of Production Economics, 2001, 73.
- [43] William J. Stevenson. Operations management (9th Edition). 机械工业出版社, 2008
- [44] Koenigsaecker G . Leadership and the lean transformation: It's the most important job facing today's managers[J]. Manufacturing Engineering, 2005, 135(5):L7-L11.
- [45] Ma Ga(Mark)Yang, PaulHong, SachinB.Modi. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. International Journal of Production Economics, 2011(129). 251~261
- [46] Austin Weber. The Lean Side of Automation. Assembly Magazine, 2004(01)
- [47] David Simonsa, David Taylor. Lean thinking in the UK red meat industry, A systems and contingency approach. International Journal of Production Economics, 2007 (106). 70~81
- [48] Rachel Mason-Jones, Denis R. Towill. Total cycle time compression and the agile supply chain. International Journal of Production Economics, 1999(62).61~73
- [49] Dirk Pieter van Donk, Taco van der Vaart. A case of shared resources, uncertainty and supply chain integration in the process industry. International Journal of Production Economics, 2005(96).97~108
- [50] Jamie Flinchbaugh & Tom Jackson. The Extraordinary Vision of Henry Ford. Assembly Magazine, 2003(05)
- [51] S. Vinodh, K.R. Arvind, M. Somanaathan. Application of value stream mapping in an Indian camshaft. Journal of Manufacturing Technology Management, 2010(7). 888~900