

摘要

这篇论文在理论上探讨精益和六西格玛的整合模式，并在实践中检验该模式的可操作性和有效性。

基于此，文中简要地描述了现有的精益生产和六西格玛的理论，并总结了当前在学术上和企业实践中所应用的精益六西格玛的整合模式。对现有的精益六西格玛整合模式的不足进行了分析，并提出了新的精益六西格玛整合模式。

本文首先对公司的行业状况、产品市场情况及运营绩效进行了简要的分析。通过对公司面临的大背景的介绍，突出了制造流程改革的必要性和紧迫性。

通过运用精益六西格玛的新整合模式，对公司的价值和浪费进行识别并发现其中可以改善的部分；对公司的价值流的分析，发现产能与市场需求的差距，分析信息流的流畅性，识别关键过程的浪费并分析其原因；对关键过程流动性进行分析，发现瓶颈的根本因素及其优化的参数设置；对拉动系统分析，发现哪些环节可以运用拉系统来减少停顿，及分析其合适的库存的最小量和最大量；对持续改善机制进行分析，发现哪些方面可以更规范化，哪些方面可以防呆防错，及设备全面维护的重点设备的分析。

针对分析的结果，进一步运用精益六西格玛新整合模式进行改善方案的设计和实施。减少识别出的浪费；提升过程的产能，改善信息流的通畅性，控制价值流的关键过程的浪费；改善瓶颈工位从而提升过程的流动性；设计和实施原材料看板和过程看板；规划持续改善。

对改善的效果进行数据收集和评价。通过精益六西格玛的实践，发现影响格盛德公司制造流程的关键因素，并提供相关解决方法。这系统地分析公司制造流程中的重大问题，对关键影响因素进行控制和改善从而提升制造绩效；提高公司的生产力，降低产品的单位生产成本；能够争取更多的订单而产生更多的经济效益；提升公司与竞争对手的竞争能力。

在此案例研究的基础上总结经验可为其它类似企业提供借鉴。分析了新精益六西格玛模式的适用性；对该模式的优越性和局限性进行了分析；提出了改善中管理者和组织因素的影响因素和注意点。

在现有的中小制造企业中，尤其是其中一些生产工艺复杂的企业，由于资源配置

的限制，往往在客户需求的产品和订单量变化较大时不知如何面对交货期难以控制、质量事故多等问题。有的管理者无法理清日常工作中错综复杂的问题，每天疲于“救火”，抓不住工作重点。有的缺乏系统性的改善理论。其不妨借鉴基于精益六西格玛方法对公司业务进行系统的分析，从而发现问题所在并从根本上解决问题。

关键词:精益生产、六西格玛、精益六西格玛、价值流

Abstract

This thesis discussed integration model of Lean and Six Sigma, and verified its maneuverability and validity in practice.

Based on this, it summarized current theory of Lean manufacturing and Six Sigma, and summarized integration model of Lean and Six Sigma which was widely used in academic and enterprise today. It analyzed current model's weakness and created new integration model of Lean and Six Sigma.

It analyzed current industry situation and market and operation performance status. Through the background introduction, it highlighted the necessary and urgency of improving.

Through practice of new integration model of Lean and Six Sigma, identified value and waste and found which parts could be improved; found the gap between process capacity and customer demand, analyzed information flow, identified waste of critical process and analyzed its root cause through value stream mapping; analyzed critical process smoothness, found its bottleneck and its optimized parameter setup; identified the process which could be pulled, and its inventory level of minimum and maximum; analyzed mechanism of continuous improvement, found which parts could be standardized and error prevented, and critical equipments for total productive maintenance.

According to above analysis, used new Lean Six Sigma model to improve the process. Reduced waste; improved process capacity, improved information flow, controlled waste of critical process; improved bottleneck; designed and implemented inventory pull system.

Collected data after process improvement and analyzed it. Through practice of Lean Six Sigma, found out critical factors impacting GT company process, and offered solution on it. This approach systematically analyzed important problems in manufacturing process, and controlled and improved critical factors, thus improved manufacturing performance; improved its productivity and reducing unit cost; gained more customer orders and created more economic benefits; improved competence with competitors.

This case could be learned by other similar firms. It analyzed new Lean Six Sigma model applicability and its advantages and limitation; highlighted top management and organization influence and relative attention points for process improvement.

In current small and middle sized companies, especially for those with complex process, due to resource limited, they feel hard to manage on time delivery and products quality when orders and products are varying a lot. The management on these companies need face plenty of problems and feel hard to prioritize them. They lack of systemic improving methodology. This new integration model of Lean Six Sigma could be learned and used for them, to analyze their business, and find out the root caused and improve it.

Keywords: Lean Manufacturing, Six Sigma, Lean Six Sigma, Value Stream

目录

致谢.....	i
摘要.....	i
Abstract.....	iv
第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景和意义.....	1
1.2 研究的问题.....	1
1.3 论文结构安排.....	2
第二章 精益和六西格玛理论概述.....	4
2.1 精益生产.....	4
2.1.1 精益生产的定义和起源.....	4
2.1.2 精益生产的运行模式和工具.....	4
2.2 六西格玛.....	6
2.2.1 六西格玛的定义和起源.....	6
2.2.2 六西格玛的运行模式和工具.....	6
2.3 精益六西格玛.....	7
2.3.1 精益和六西格玛的区别.....	7
2.3.2 精益和六西格玛合并的必要性分析.....	8
2.3.3 精益六西格玛的现状和现有模式.....	10
2.3.4 精益六西格玛的新实施模式.....	11
2.4 精益六西格玛新模式对解决交货期问题的意义.....	14
第三章 农业机械行业和格盎德公司现状分析.....	16
3.1 农业机械行业分析.....	16
3.2 格盎德公司的概况.....	16
3.3 格盎德公司的组织架构.....	16
3.4 格盎德公司的产品分析.....	17
3.5 格盎德公司的市场分析.....	18

3.6 格盛德公司的内部环境分析.....	19
3.7 格盛德公司的主要经营指标.....	19
第四章 基于精益六西格玛的制造流程分析.....	21
4.1 格盛德公司价值的识别和分析.....	21
4.2 格盛德公司价值流描绘和分析.....	28
4.2.1 价值流的信息流分析.....	30
4.2.2 生产产能计算和分析.....	30
4.2.3 价值流的无价值活动分析.....	32
4.3 格盛德公司过程流动性分析.....	34
4.4 格盛德公司过程推动和拉动分析.....	37
4.5 格盛德公司“持续改善”分析.....	39
第五章 基于精益六西格玛的改善方案.....	41
5.1 格盛德公司价值的改善.....	41
5.2 格盛德公司价值流的改善.....	46
5.2.1 价值流的信息流的改善.....	46
5.2.2 生产产能的提升.....	46
5.2.3 价值流的无价值活动的改善.....	46
5.3 格盛德公司过程流动性的改善.....	47
5.4 格盛德公司过程拉动系统设计和改善.....	50
5.5 格盛德公司“持续改善”方案.....	51
第六章 格盛德公司改善的效果的评价与分析.....	54
6.1 财务绩效评价与分析.....	54
6.2 非财务绩效评价与分析.....	55
第七章 结论和进一步研究的方向.....	57
7.1 从改善结果看 VVFPP 模式的有效性.....	57
7.2 VVFPP 模式的优越性和局限性.....	57
7.3 企业组织和人事管理对改善的重要性.....	58
7.4 对其它公司的参考意义.....	59
7.5 研究的不足和进一步研究的方向.....	59

参考文献..... 60

第一章 绪论

1.1 研究背景和意义

改革开放以来，外资企业对中国工业的增长和 GDP 的增长有着很大的贡献。中国政府重视外资企业在中国的发展，各地城市积极吸引外资到本地发展以带动地方经济的增长。尽管美国金融危机、欧债危机对世界各国的经济发展带来了很大的负面影响，但中国依然保持着良好的经济增长态势，而且社会保持长期安定。这些都为外企在中国的持续经营发展奠定了良好的基础。

农业机械设备的在欧美地区的市场份额一直比较高。随着美国金融危机和欧债危机的不断影响，和亚洲新兴市场的劳动力成本的不断上升，亚洲市场对农业机械设备的的需求越来越旺盛。

格盛德公司(GT Technology Co., Ltd.)的产品是农产品自动化分包设备上的部件。近年来，中国农业的规模化经营的趋势愈加明显，这就要求从播种到收获实行机械化和自动化。可以预见，农产品自动化分包设备和其配套部件供应在不久的未来将是一个巨大的市场。GT 公司目前的产品是卖给丹麦在太仓投资的 NT 公司，NT 组装好设备后出口到丹麦。随着中国市场和亚洲其它新兴经济体的发展，未来这些市场将对农产品自动化分包设备有着较大的需求，GT 和 NT 公司未来在亚洲会有很大的发展空间。

GT 公司近来不断收到主要客户的关于交货不准时的投诉。在从 2011 年 11 月到 2012 年 3 月格盛德的准时交货率平均为 46%，客户对此不断抱怨，未来半年若不能有效解决此问题将面临客户转移订单到别的厂家的风险。

1.2 研究的问题

在提高交货准时率的方法上，有的公司通过提高产能来提高交货准时绩效；有的公司通过做产品库存来提高交货准时绩效。提高产能的方法对格盛德公司不是最佳的解决方案，因为客户对产品质量的抱怨影响的交货延迟并不能因此得到有效解决。做产品库存的方法也不是好的选择，主要因素是因为格盛德公司是多品种小批量的生产方式，如果每个产品都做库存，交货速度会很快但是这要求很大的仓库来存放部件，

而且这些库存将占用大量的流动资金。这两种方法不足以有效和系统地解决格盛德公司的交货问题。

交货不准时只是表面问题，实际上反映出制造流程中存在问题，如果我们能找出并解决这些问题，就不仅可以彻底解决交货这个表面问题，并且能够使整个制造流程管理有全面提升。如果只是就交货直接相关的几个问题进行分析，并不能彻底解决问题。

格盛德公司的交货不准时问题，既有流程不顺畅过程而时间太长的因素，也有产品质量的因素。精益生产能够帮助企业改善过程时间；六西格玛能够帮助企业改善产品质量。所以为了解决格盛德公司的交货问题，不能仅使用其中一种方法，应该有效的结合两个方法共同运用。公司的管理层提出新的设想，即基于精益的 VVFPP（价值-价值流-流动-拉动-尽善尽美）¹ 模式来推行精益六西格玛，从而改善制造流程和交货准时率。通过对精益六西格玛新整合模式的探讨，并在实践中检验该模式的可操作性和有效性，为格盛德公司的制造流程改善提供了方案，并为其它类似的企业提供借鉴。

这篇论文基于对格盛德公司精益六西格玛的实践，要回答如下问题：

- (1) 发现影响制造绩效的主要因素有哪些，和相关的改善建议是什么？
- (2) VVFPP 在多大程度上可以改善制造绩效？
- (3) VVFPP 在实施过程中会显现哪些优势和不足，解决了哪些问题，和哪些问题未能解决及原因是什么？
- (4) 该企业的经验在多大程度上可以为其它类似企业借鉴？

1.3 论文结构安排

本文总共分为六章。第一章绪论，对研究的意义、研究的问题及论文结构安排描述。第二章主要讲解精益生产、六西格玛和精益六西格玛的理论。第三章对公司目前状况、内部环境、市场情况和经营指标进行全面介绍。第四章以精益六西格玛新整合模式对格盛德公司的流程问题进行分析。第五章针对问题并结合第四章的分析结果设计了改善方案。第六章对改善效果进行评价和分析。第七章对企业改善经验进行总结。最后在结论中总结这篇论文的研究结果。论文结构如图 1-1 所示。

¹ 周延虎. 精益六西格玛集成应用的若干问题研究. 中国博士学位论文全文数据库. 2008. 18-21.

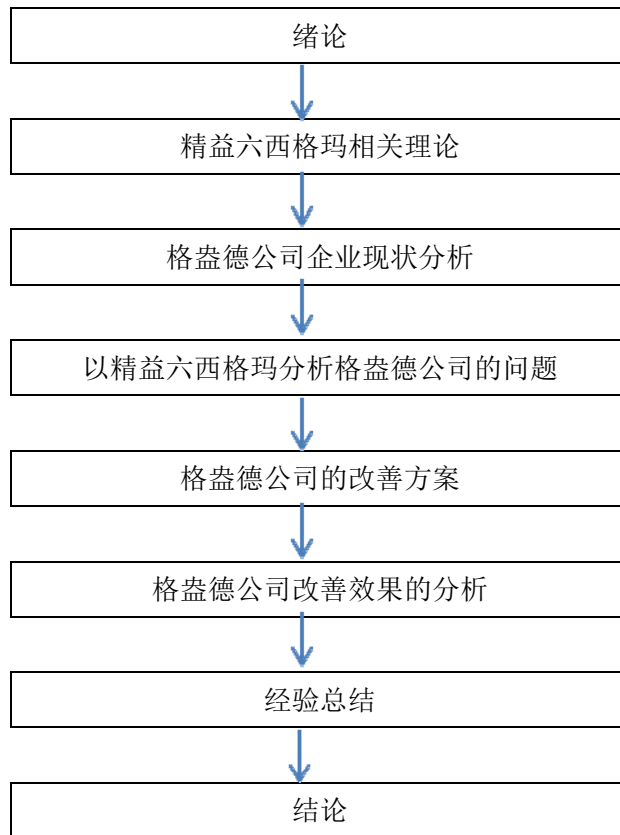


图 1-1 论文逻辑结构图

第二章 精益和六西格玛理论概述

精益生产、六西格玛、精益六西格玛现在被很多企业学习和应用。当前在制造业中较多地运用精益生产、六西格玛的理论和工具，如家电生产、电子制造、机械设备生产等行业；目前在一些服务业中也开始展开这些理论的实践，如有的医院采用精益生产的方法缩短了病人服务的时间从而提高了自身的服务水平。这些理论的应用给很多企业带来了巨大的利润，提升了在市场中的竞争力，他们的客户满意度也得到大幅度的改善。

2.1 精益生产

2.1.1 精益生产的定义和起源

精益生产源于日本丰田公司的生产系统。1950年，丰田公司的几位领导人对美国的汽车业进行了考查分析，根据本国的情况和当时的市场行情，制定了适合自己的生产组织管理方式，即丰田生产方式，这种以客户需求拉动准时生产的模式曾使丰田公司迅速发展壮大并后来成为业界的楷模。上个世纪初，美国福特汽车公司建立了流水线生产汽车的模式，这种大批量生产的模式改变了效率低下的单件生产方式，带来了产品成本的大幅度降低，也奠定了福特当时的辉煌。“精益，就是通过持续的消除浪费并向客户提供完美价值的过程。”²

精益生产方法论，在实践中关注于过程时间的减少。以价值流为核心对过程进行持续的改善以达到尽善尽美。其强调的是自我不断完善的文化，需要企业具有以人为本，长期经营的理念。

精益生产的理论相对简单和容易理解。现在许多企业通过实施精益生产减少了过程时间和浪费，提升了资源利用率。

2.1.2 精益生产的运行模式和工具

² Flextronics-China Lean Expert 精益大师培训教材[Z]. 上海捷达企业管理咨询有限公司. 2004. LE102~1.5.

精益生产现在被各个公司广为应用,各自根据自身的情况有不同的运作模式。“其中广为运用和被视作为标准模式的是 VVFPF。”³

价值 Value。那些为客户带来价值的活动被称为有价值活动,没有给客户带来价值的活动成为无价值活动。识别哪些活动是有价值的,哪些是无价值的,并取消或减少无价值活动。

价值流 Value Stream Mapping。画出从过程开始到结束的步骤,并标示关键信息如周期时间、效率、良率、库存水平等。从价值流图中寻求瓶颈和浪费,并取消和或改善。

流动 Flow。改善价值流的流动性,使过程平顺均衡。通过快速换模、工艺平衡、工作场所布置优化等手法来实现快速的流动性。它是实现拉动的重要前提和基础。

拉动 Pull。下游过程拉动上游过程的产品、服务的生产或提供,只有当下游过程给出需求信号时,上游才组织产品生产或服务的提供。这样防止过量生产或过程因供应不足而中断。

尽善尽美 Perfection。对过程持续改善,不断减少过程时间、不良率、库存水平、生产服务成本,不断提高效率、效益和客户满意度。

精益生产的工具如下表。(在各个阶段有不同的工具,这些工具是人们从实践中不断总结出来的行之有效的工具。)

表 2-1 精益生产工具列表⁴

价值 (V)	价值流 (V)	流动 (F)	拉动 (P)	尽善尽美 (P)
七大浪费 增值活动	价值流图 TOC 产能测量	5S SMED 标准化作业 SOE TAKT 均衡/稳定化 单元布置生产 时间研究 方法研究 现场布置优化	KANBAN 2 BINs	KAIZEN 防呆 目视化 创新 自动化 TPM 标准化

³ Srikantaiah, Sanjay. A model of Lean-Sigma to enhance a manufacturing system through integrating Lean Manufacturing and Six Sigma approaches[C]. Masters Abstracts International. 2008.55.

⁴ Flextronics-China Lean Expert 精益大师培训教材[Z]. 上海捷达企业管理咨询有限公司. 2004.LE102~1.8-39.

这个理论既有系统的框架，又有对应的实施工具，在企业的实践中取得了很好的改善效果。

2.2 六西格玛

2.2.1 六西格玛的定义和起源

六西格玛改善理论由摩托罗拉公司提出。“1970年，摩托罗拉认识到自己产品的质量较低，在整个公司内开始了质量改善活动；摩托罗拉对日本式经营进行了透彻研究，这就是六西格玛的诞生背景。”⁵ 六西格玛，是统计学上的术语，代表百万个产品里有 3.4 个不良品。在企业管理中引申为不断提升质量的一种管理方法论。有的公司把它上升到管理哲学，追求卓越以使企业立于不败之地，在实践中关注减少过程的变异。有的公司把它当作一种管理思想或管理文化。

从 GE 的成功运用开始流行，后来全球著名公司惠普、福特、戴尔、IBM、西门子、富士康、杜邦公司等纷纷学习和应用六西格玛并取得了巨大的改善效果，公司的竞争力得到了很大的提升。

六西格玛目前在很多公司被用来改善质量。通过大量数理统计工具的应用发现问题的根本原因，分析过程参数的设置水平，改善过程的能力。在实行中通常以项目制的方式推行，目标是在业绩上取得跨越式的改进。追求卓越是它的理念。

2.2.2 六西格玛的运行模式和工具

六西格玛因其复杂的量化分析工具的使用，需要依赖计算机软件的辅助，现在 90% 的公司使用 Minitab 软件。该软件源自美国，功能强大几乎包含所有的数理统计分析的工具。

现在绝大部分企业运用六西格玛的模式为 DMAIC，它的对应的中文翻译是定义、测量、分析、改进、控制。

定义 Define，发现问题并定义问题、改进目标和进度计划，组织改善小组并开项目启动会议。

测量 Measure，定性和定量分析问题的因素，发现主要影响过程和业绩的因素。

⁵ (日) 钻石社六西格玛研究组著；孙欣欣译. 图解六西格玛[M]. 北京：电子工业出版社，2010. 5.

分析 **Analyze**，利用数理统计的工具对问题因素进行比较分析，发现其中关键的因素。

改进 **Improve**，对关键因素进一步分析，发现最佳设置水平，并实施改善。

控制 **Control**，对新的改进方法进行标准化，并记录监控改进的过程表现。

六西格玛推行通常采取项目制的方式，需要绿带、黑带作为项目的带头人，相关职能部门的人员参与和配合，各部门的领导或高层领导做项目的主席提供资源和组织上的支持。实施周期平均 4~6 个月。

与精益类似，六西格玛也有针对各阶段的工具，见下表。

表 2-2 六西格玛工具列表⁶

定义(D)	测量(M)	分析(A)	改进(I)	控制(C)
项目定义 项目立项表 工作计划表 项目财务分析 项目启动会	过程图 鱼骨图 因效分析 控制计划表 失效模式分析 过程能力分析 量测系统分析 头脑风暴法	假设检验 中值变化分析 方差变化分析 回归分析 相关性分析 区间评估 相依表 可能性测试 取样大小设计	DOE (实验设计) 改进宣导会议 改善实施表 头脑风暴法	SPC(统计过程控制) 防呆 控制计划表 失效模式评估 过程能力评估 标准化作业 项目转移表 项目跟踪表

这个理论是在 **DMAIC** 的框架下，各个阶段有对应的工具。很多企业运用这个理论改善了企业的过程质量，提升了竞争力。

2.3 精益六西格玛

2.3.1 精益和六西格玛的区别

在实施改善的过程中，精益关注于过程时间，通过减少过程时间提高竞争力；六西格玛关注于过程变异，通过控制变异提升业绩表现。精益从以往的实践中总结出来的工具，如 **TPM, SMED, KANBAN** 能够直接有效的解决相关问题，当面对复杂的问题时难以解决；六西格玛以出现的问题为出发点，运用 **DMAIC** 模式和大量的定性定

⁶ Flextronics Six Sigma BB 培训教材[Z]. 伟创力电脑（珠海）有限公司. 2003.5-12

量分析工具去解决复杂的问题，但缺乏在问题系统框架下优先解决问题的规划。

表 2-3 比较精益六西格玛⁷

	精益	六西格玛
重点	消除浪费，最大化流程的流动量	最大化降低变异，消除缺陷造成的浪费
方法	应用消除浪费的原则	使用统计知识研究流程变量的总体方法
应用	产品通过的重复性和高度循环的流程	重复性和高度循环的流程
主要收益	作业时间减少，效率提高	实现质量稳定，降低缺陷造成的浪费
次要收益	库存降低、质量提升	流程产出增加、产量增加、库存降低、效率提升
选择项目	价值流图绘制（企业的意见）	能力分析，绩效差距或动因分析（客户的意见）
项目期限	1周-3个月	1-6个月

一个企业是需要速度与质量的完美结合，既要有较少的过程时间又要有较低的过程变异。所以在企业的改善过程中精益和六西格玛不互相矛盾，但各有侧重和相互补充。

2.3.2 精益和六西格玛合并的必要性分析

精益定义告诉我们精益企业要向客户提供完美价值的，这种价值体现在产品价格、质量、交货速度上面。精益的 VVFP 模式能够帮助企业减少浪费和过程时间，六西格玛的 DMAIC 模式能够帮助企业减少浪费和提升质量。Collier 和 Evans 认为“精益企业强调消除任何形式的浪费，通过在整个价值链中平稳高效地传递物料和信息来获得更快的顾客反映、更高的产品质量和更低的成本。”⁸ 所以，一个好的企业既要关注过程时间，也要关注质量。Sye 认为精益和六西格玛各有所长，“六西格玛专注于降低绩效变异，精益专注于减少流程浪费的时间，并最大限度地提升流动量。”⁹，如果这两者结合就会强强联合。金应锡也指出“精益 6 sigma 为了获得速度

⁷ (澳) 乔治·李·赛伊 (George Lee Sye) 著; 任月圆译. 六西格玛精益流程. 北京: 东方出版社, 2011.226.

⁸ (美) 科利尔 (Collier,D.A.) ,(美)埃文斯 (Evans,J.R.) 著; 马风才编译. 运营管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.282.

⁹ (澳) 乔治·李·赛伊著; 任月圆译. 六西格玛精益流程. 北京: 东方出版社, 2011. 230.

和质量同时改善的综合效应，把精益生产过程和 6 sigma 的 DMAIC（或 DFSS）进行接轨。”¹⁰

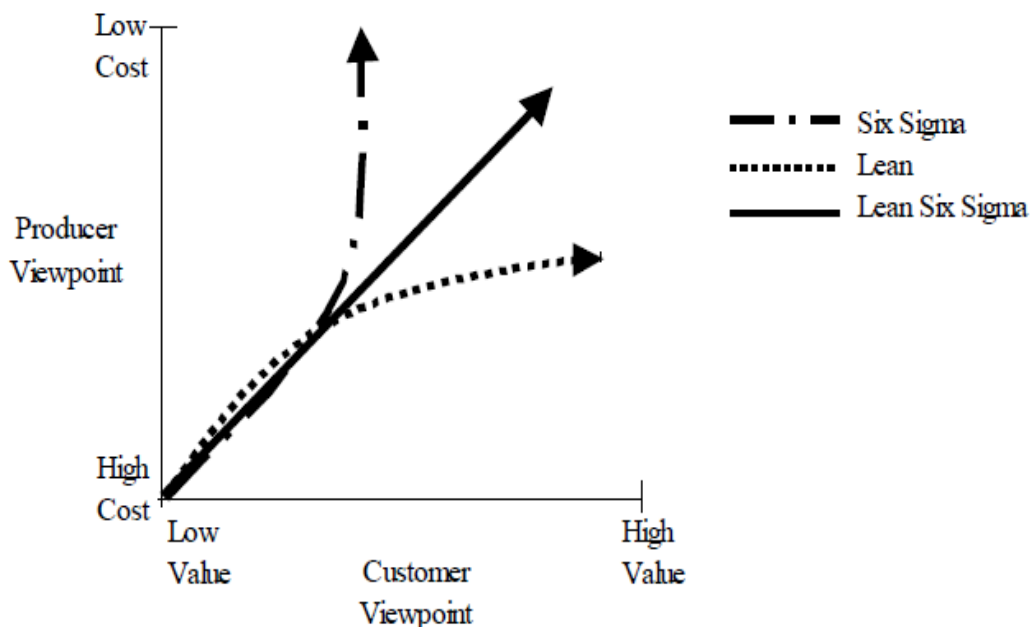


图 2-1 精益六西格玛优势比较

从上图上可以看出，精益从生产者的角度看问题，改善的目的是持续减低成本；六西格玛从客户的角度看问题，改革的目标是不断给客户创造价值。而精益六西格玛则可以兼顾自身和客户，持续减少浪费和创造价值。

现在，有不少公司内有两个改善组织，一个是精益团队，另外一个六西格玛团队。在实际工作中，这两组人员接触的不多并倾向于保持自己的独立性，并有时会出现两个组织互相争抢项目的和企业资源的现象。“把精益方法和六西格玛当成两种彼此分离的工具箱，造成公司内不同团体争论谁的工具比谁的工具比较强、比较好，等于是创造了自我打击的改善方案。”¹²

¹⁰ 金应锡著. 丰田精益生产管理实战[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.94.

¹¹ Arnheiter, E., Maleyeff, J. . The Integration of Lean Management and Six Sigma[C]. The TQM Magazine, 17(1), 2005.8&11.

¹² (美) 莱克 (Liker, J.) 著; 李芳龄译. 丰田模式: 精益制造的 14 项管理原则[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.307.

综上所述，一个精益企业同时需要速度和质量，需要同时运用精益生产和六西格玛，这就需要精益和六西格玛的整合。

2.3.3 精益六西格玛的现状和现有模式

在论及如何实施精益六西格玛的时候，Sye 指出“可以在 DMAIC 框架内开展精益举措。”¹³，他提出了如下的结构。

在技术层面精益如何结合六西格玛和DMAIC方法

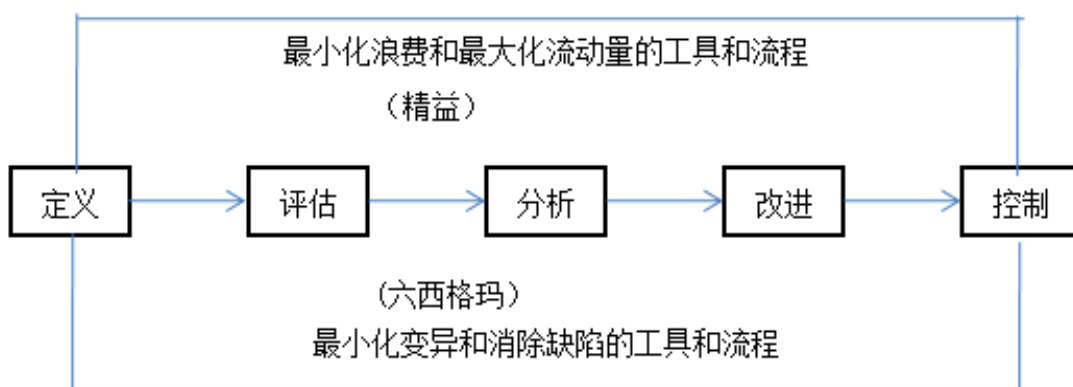


图2-2 精益六西格玛的DMAIC流程

14

张驰和张永嘉也推荐这个模式。“精益六西格玛要兼顾精益生产和六西格玛的目标，即同时改善速度和变异；用到的改善路径沿用六西格玛的 DMAIC 模型；各阶段的工具则整合了六西格玛和精益的主要工具。”¹⁵

精益六西格玛的现有的实施模式为基于 DMAIC(定义-测量-分析-改进-控制)¹⁶的项目制的模式。

目前国内国外对精益六西格玛的理论研究和实践，基本上是用 DMAIC 模式整合精益和六西格玛，基于六西格玛的项目制模式，其各个阶段的工具包括了精益和六西格玛两大方法论。这样的模式在项目实施过程中，能够对过程的时间和变异同时进行改善，精益和六西格玛工具的同时运用可以使改善更有效率。

¹³ (澳) 乔治·李·赛伊 (George Lee Sye) 著; 任月圆译. 六西格玛精益流程. 北京: 东方出版社, 2011.230.

¹⁴ (澳) 乔治·李·赛伊 (George Lee Sye) 著; 任月圆译. 六西格玛精益流程. 北京: 东方出版社, 2011. 230.

¹⁵ 张驰 张永嘉著. 精益六西格玛-精益生产与六西格玛的完美结合[M]. 深圳: 海天出版社, 2010.105.

¹⁶ 廖洋. 精益六西格玛工具 DMAIC 在 LPS 生产部的研究与应用. 中国优秀硕士学位论文全文数据库. 2009. 7.

2.3.4 精益六西格玛的新实施模式

(1) 精益六西格玛现有模式的不足

基于 DMAIC 项目制的精益六西格玛, 在实施中需要 BB (黑带) 或者 GB (绿带) 来领导项目的推行。这样的推行方式面临如下问题: 如果企业规模小没有 BB 或者 GB 的专业人员, 那如何推行改善和利用这个理论模型呢; 企业仅仅需要项目式的改善, 就不需要其他方式的改善活动吗, 和如何开展其他方式的改善; 项目制的改善和全员参与改善的抵触问题。

“六西格玛是一种先进的质量改进方法, 目的是用来解决大部分难于解决的质量问题。”¹⁷ 基于 DMAIC 的精益六西格玛的应用也有这个假设背景, 即问题很复杂, 简单的工具无法解决。(如果问题简单, 则没必要运用六西格玛或基于 DMAIC 的精益六西格玛来解决问题。)但是这个假设背景并不总是存在的, 有的企业当下面临的问题其道理和逻辑很简单, 并不需要运用大量的量化分析工具去分析改善。

“目前一个统计上的规律是, 不论是发达国家, 还是发展中国家, 一是其全部企业的 99.5% 以上是中小企业; 二是微型和中小企业平均就业人数为 9 人~15 人。”¹⁸

所以发展中小企业的重要性对解决就业问题至关重要, 而就业问题是困扰很多无论发达或发展中国家的一大难题。发展中小企业, 需要持续改善提高市场竞争力, 需要精益和六西格玛方法的实践应用。所以没有 BB 和 GB 的中小企业如何应用精益六西格玛呢? “由于资源的相对紧缺, 在大企业实施精益和六西格玛的传统方式和在中小企业的实施方式是不同的。”¹⁹ 这些都说明了现有模式的局限性, 并凸显了此研究的重要性。

实践证明一个企业的持续发展和改善仅仅靠项目式的推行是不够的。TPM (Total Productive Maintenance)²⁰ 全面预防维护和 TQM (Total Quality Management)²¹ 全面质量管理的实施都需要全体员工的积极参与才能收到持久的效果。现在有些公司在

¹⁷ S.托马斯·福斯特著; 何桢译. 质量管理: 集成的方法 (第 2 版) [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.439.

¹⁸ 中国税网 http://www.ctaxnews.com.cn/xinwen/mjzl/ztywz/200803/t20080307_1515743.htm. 文章题目“发展中小企业更有利于解决就业问题”. 来源: 中国税务报. 作者: 周天勇. 日期: 2006-09-20.

¹⁹ 朱莉. 精益与六西格玛在中小企业实施的研究. 中国优秀硕士学位论文全文数据库. 2008.27-34.

²⁰ 崔继耀著. TPM 活动推行实务. [M]. 广州: 广东经济出版社, 2004.39.

²¹ Baghel, Amit. An evaluation of continuous improvement methodologies and performance. [C]. Masters Abstracts International. 2005.42.

推行精益六西格玛项目，其中不少公司存在如下问题：项目带头人和小组成员和相关职能部门人员配合不融洽，项目组外的员工没有改善的主人翁精神和参与改善的意愿；项目推行完一段时间后过程的表现又恢复到从前的状态；全员参与改善的文化很难形成。

在推行项目制的改善的过程中，企业领导给了项目小组和改善带头人的目标。项目带头人 **BB** 或 **GB** 在实施中仅仅关注自身的项目的改善，而没有从整体公司的角度看待项目的推行和实施，有时争抢过程中瓶颈的资源从而影响了整体的绩效，有时捏造数据夸大自身改善的效果。在项目实施后，企业领导只给予项目带头人或小组人员以奖励，公司的其他人员常常对此抱有怨言，自己暴露了问题和工作中可能要付出更多的精力而没有受到任何赏识。这些都给全员参与改善带来了氛围上的负面影响。

(2) 精益六西格玛新模式的探讨

如何弥补项目制的不足呢？有没有其他更好的理论模式呢？精益关注于减少浪费，六西格玛关注于减少变异。变异导致过程能力低下和质量缺陷，这从范畴上讲也是浪费的一种。所以六西格玛和精益的目标有一致性，精益的关注范围是大于六西格玛的。所以，我们可以从精益的 **VVFPP** 模式为框架来解读如何有效合并精益和六西格玛。

VVFPP 是识别价值活动、价值流诊断和改进、改善过程流动性、用拉动方式组织生产和服务、不断改进追求完美的分阶段的改善模式。在精益的不同阶段，可以运用六西格玛的减少变异的方法减少过程因变异而形成的浪费。以这个逻辑为基础，我们可以形成新的精益六西格玛整合模式和应用方法。另外，要注意的是企业的改善方向是要和企业的商业战略和运营战略的方向是一致的。

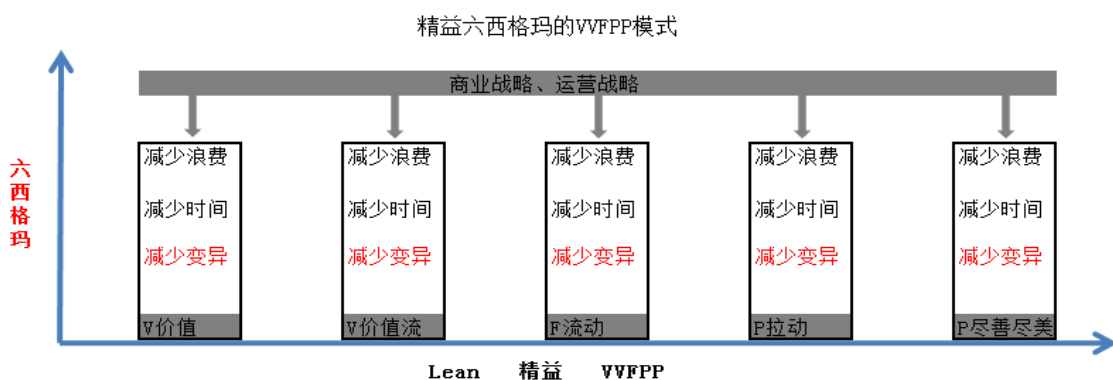


图 2-3 精益六西格玛新整合模式

在这个新模式下，精益和六西格玛得到统一，可以同时运用精益和六西格玛的工具对过程进行改善，减少浪费，提升企业的竞争力，提高客户的满意度。这个模式不是基于某一个来设定一个改善项目，也不是不考虑改善方向和企业的商业战略和运营战略的一致性的非系统性的改善模式；它是和企业的运营战略、商业战略配合的；它是在精益框架下实施改善活动的，是基于企业的价值流和瓶颈点设定问题的；它不局限于项目制的模式，而是需要全员参与的系统，因为它有着精益的快速改善的理论和工具和系统性的思想和架构。

精益六西格玛工具见下页。

下图列出了基于精益 VVFP 模式的精益六西格玛工具。从表 2-4 的精益六西格玛工具表（见下页）中可以看出，在精益的不同阶段既保留了原来的精益的工具，也包含了六西格玛的工具，可以使用六西格玛的一些工具对各个阶段的过程进行分析改善以减少过程变异。在不同阶段，既可以以项目的方式对复杂的问题进行改善，其耗用周期较长，可能 3-6 个月；也可以用单一的或少数的工具对简单的问题或相对复杂的问题进行改善，其改善周期较短，可能几天或几周。

表 2-4 精益六西格玛工具²²

价值 (V)	价值流 (V)	流动 (F)	拉动 (P)	尽善尽美 (P)
七大浪费	价值流图	5S	KANBAN	KAIZEN
增值活动	TOC	SMED	2 BINs	防呆
项目管理工具	产能测量	标准化作业	项目管理工具	目视化
过程图	项目管理工具	SOE	头脑风暴法	创新
鱼骨图	过程图	TAKT		自动化
因效分析	鱼骨图	均衡/稳定化		TPM
失效模式分析	因效分析	单元布置生产		标准化
量测系统分析	失效模式分析	时间研究		项目管理工具
头脑风暴法	量测系统分析	方法研究		过程图
	头脑风暴法	现场布置优化		鱼骨图
	假设检验	项目管理工具		因效分析
	中值变化分析	过程能力分析		失效模式分析
	方差变化分析	头脑风暴法		过程能力分析
	回归分析	假设检验		量测系统分析
	相关性分析	中值变化分析		头脑风暴法
	区间评估	方差变化分析		假设检验
	相依表	回归分析		中值变化分析
	可能性测试	相关性分析		方差变化分析
	取样大小设计	区间评估		回归分析
	DOE	相依表		相关性分析
	防呆	可能性测试		区间评估
		取样大小设计		相依表
		DOE		可能性测试
		防呆		取样大小设计
				DOE
				SPC
				防呆
				标准化作业
DMAIC				

2.4 精益六西格玛新模式对解决交货期问题的意义

精益六西格玛新模式吸取了精益生产和六西格玛的理论优势, 并和全员参与改善

²² Flextronics-China Lean Expert 精益大师培训教材[Z]. 上海捷达企业管理咨询有限公司. 2004. LE102~1 8-39.

的文化相符合。格盛德公司的制造绩效差（当前主要问题是交货期问题）造成的因素很多，既有产品设计的问题、和客户沟通的问题、订单交期设定的问题，也有工艺设计、内部质量管理、库存管理、员工绩效管理的问题。而精益六西格玛新模式系统的提供了解决方案和工具包，既关注和解决如何缩短周期从而使交货能力提升而提高交货准时率，也关注和改善产品质量和过程变异从而提高交货准时率。这个模式不需要专业全职的人员实施项目制的改善，适合格盛德公司的现状。另外，这个模式要求和公司的商业战略和运营战略相一致，这和公司的经营理念-长期规划、整体思维、灵活高效相符合。

第三章 农业机械行业和格盎德公司现状分析

3.1 农业机械行业分析

北美、西欧和某些环太平洋国家农业机械化程度较高，而亚洲、非洲和拉丁美洲的大部分国家农业机械化水平较低，有不少地方还使用手工方式作业。近几年随着美国金融危机和欧债危机的爆发，美国、西欧和日本的农机市场增速放缓，而亚洲、非洲和拉丁美洲的农机市场却有了很明显的增长，尤其是中国的市场。

中国现有的农机设备，有不少面临淘汰和更新换代的情况，政府对农机的购置也给予大力的政策支持和财政补贴。“随著中国农业机械化程度的提高以及多元化的推进，今后十年国内农业机械的销售额每年将增长 10%-15%；到 2015 年全国农机市场需求量达到 17.8-18.2 亿千瓦，销售额将达到 3560-3740 亿元。”²³ 目前中国的农产品的筛选和包装大都由手工完成，随着劳动力成本的不断增加，势必要对这些作业实行机械化和自动化以降低生产成本和提高作业效率。

3.2 格盎德公司的概况

格盎德公司（GT Technology Taicang Co., Ltd.）是一家丹麦在江苏省太仓市投资的一家独资企业，成立于 2007 年 7 月。公司目前有员工 60 人，年销售额 2400 万人民币。公司的产品以不锈钢钣金部件为主，其主要加工工艺有激光切割、数控折弯、氩弧焊接、机加工、表面处理等。GT 公司的经营战略以价格、质量和创新成为核心竞争力；专注于复杂的不锈钢部件的市场。另外，该公司的投资者也在新加坡、香港、丹麦、上海、北京设有公司，这些公司以贸易业务为主，主要经营金属部件的全球买卖业务。

3.3 格盎德公司的组织架构

公司的投资者也是格盎德集团的 CEO，同时兼任太仓公司的总经理。太仓工厂由工厂经理全面负责管理。工厂经理下设六个部门，人事行政部、财务部、工程部、

²³ Zc. 我国农业机械市场分析. <http://kj.sxny.gov.cn/sxkjb/njgc/20120528/10716.html>. 2012-05-28/2012-09-24.

质量部、物流部、生产部。人事行政部门负责员工的招聘、员工的绩效评估、员工的培训和发展、薪资的计算和发放、公司车辆的管理、员工用餐的管理和门卫保安的管理；财务部门负责财务报表的制作、财务单据的收集和整理、款项收支、产品成本核算、相关的工商税务银行系统的操作；工程部门负责产品导入、产品图纸更改、模具管控、设备维护；质量部门负责进料检验、过程质量控制、客户质量投诉的处理、质量管理体系的建立和推行；物流部门负责生产计划、物料采购、进出口、仓库管理；生产部门负责新产品试样、治具准备、产品生产、产品包装、不良品返工和生产现场的管理。格盎德公司的组织架构图如下。

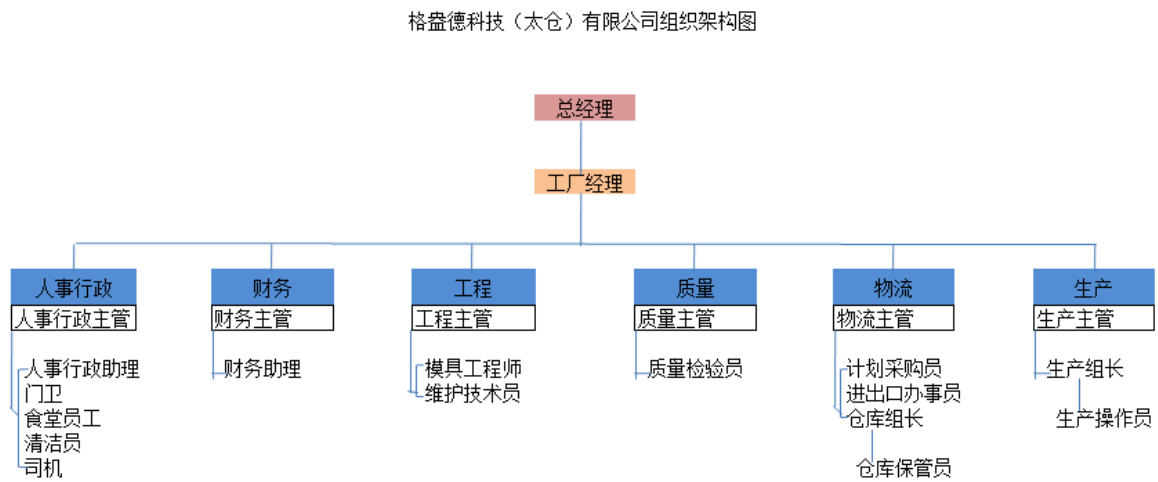


图 3-1 格盎德科技（太仓）有限公司组织架构图

3.4 格盎德公司的产品分析

格盎德公司的产品是不锈钢钣金部件，有的是单块不锈钢钣金件，有的是由几块钣金件焊接在一起组成。有的产品要做表面处理，通常此类为放在设备外部的外观件，表面处理的方式有磨花、喷砂、电抛。主要原材料是不锈钢 304，原材料厚度有 0.5 毫米、0.7 毫米、0.8 毫米、0.9 毫米、1.0 毫米、1.2 毫米、1.5 毫米、2.0 毫米、2. 毫米、3 毫米、4 毫米、5 毫米、6 毫米、8 毫米。其目前总计有 528 种不同料号的产品，主要用在农产品自动化挑选和包装设备上。

产品需求属于多品种小批量类型，订单的批量通常是 5 套或 10 套。由于批量小品种多和投入资源的局限性，原材料采购、制造过程和品质管控的难度要比大批量生产模式大很多。每月的产品销售额有 200 万人民币左右。目前 NT 公司的一半左右的

订单给 GT 公司生产。

3.5 格盛德公司的市场分析

客户分析。格盛德公司目前的主要客户是丹麦 NT 公司在太仓的子公司，NT 公司主要产品是农产品自动化挑选和包装设备，产品主要销往欧洲市场和美国市场，现在 NT 公司正在开发亚洲市场，预计未来 NT 在亚洲市场的销售会有较好的表现和快速增长。目前太仓 NT 由于部件供应商的质量和交货期问题，所交付的产品还不能完成总公司交给的定额。另外随着中国劳动力成本的不断上升，中国农业规模化经营需求的日趋强烈，农产品自动化挑选和包装设备的市场需求会不断增加，设备组装企业对设备零部件的需求同样会不断增加，可以预见未来五年格盛德公司的产品的市场需求会有较大幅度的增长。

竞争对手分析。目前 NT 公司的主要部件供应商有三个，太仓格盛德公司、苏州 BJ 公司和杭州 HL 公司。杭州 HL 的主要业务是叉车配件，是较大的钣金件制造商，有员工 260 人，其生产模式是典型的批量生产，部件所用的原材料主要是碳钢；其加工设备有激光切割机、数控折弯机、焊机、机加工设备、喷砂设备。激光切割机是德国进口的，喷砂所用砂型为金刚砂；其焊接方式主要是手弧焊。由于运作程序较多，对客户需求的反应较慢，交货周期相对较长，目前不断收到来自 NT 公司关于产品质量和交期的投诉。苏州 BJ 是个小型企业，除了 NT 的业务，还有小批量加工一些电柜箱产品；其用到的材料有碳钢和不锈钢；其加工设备有数控剪板机、数控折弯机、铆接机、焊机、机加工设备、喷砂设备。其激光切割工艺需外包；其喷砂所用砂型为玻璃砂，是和 NT 公司要求的用砂是一样的；其焊接方式以氩弧焊为主并有些技术熟练的焊工；不断收到来自 NT 公司关于产品质量和交期的投诉。格盛德公司规模和苏州 BJ 相似，都是小型企业。

产品范畴比较

不锈钢部件	格盛德 苏州 BJ	
碳钢部件	其它	杭州 HL
	小批量多品种	大批量少品种

图 3-2 格盛德公司和竞争对手的产品范畴比较

经过比较格盎德和竞争对手杭州 HL 和苏州 BJ 公司发现，杭州 HL 以碳钢产品为主，其目前不锈钢焊接能力远比格盎德公司低，其对客户的反应速度也不如格盎德公司，总体而言，杭州 HL 公司不是格盎德公司的主要竞争对手。苏州 BJ 的生产模式和格盎德相识，运作灵活性强，对客户的反应速度快，其不锈钢焊接能力和格盎德相当，目前格盎德公司的成本控制的好，对 NT 公司的产品报价比苏州 BJ 公司低 5% 左右。总体而言，目前格盎德公司的主要竞争对手是苏州 BJ 公司。格盎德公司应在保持目前成本优势的同时，通过改善制造流程来提升制程能力、提高产品质量、减少制造周期。

3.6 格盎德公司的内部环境分析

格盎德公司位于江苏省太仓市，其地区人力资源成本和土地使用成本相对于周边城市（如苏州、昆山、无锡、杭州等）要低一些。自有激光切割机、数控折弯机、氩弧焊机、钻床、铣床、锯床、手持磨花机、手持抛光机、等离子切割机等设备，其产品的喷砂和电抛工艺需要外包给相关的供应商完成。公司雇有技能较好的激光切割机操作工、数控折弯机操作工、氩弧焊工和机加工操作员，能对制作复杂、精度要求高的不锈钢钣金件进行加工。公司有优秀的高层管理人员，和既懂管理又懂技术的中层管理团队。目前公司加工的部件都是不锈钢部件，没有碳钢部件。公司的生产模式是小批量多品种类型。公司的产品质量还有待提升，以减少客户对产品质量的抱怨。公司在交货期准时率方面也不断接到客户的投诉。生产计划接到订单的信息后，把生产安排传达给各个工艺，并把材料采购信息发给材料供应商以准备原材料，各个工艺根据计划员的生产排序进行作业，在生产过程中，客户经常会调整订单的交货顺序，为了满足客户的需求，生产计划不得不调整现场的生产安排，这是生产平稳性的一个影响因素。

经过对公司内部环境和外部市场环境的分析，现有阶段格盎德公司的运营战略是，专注于不锈钢部件的生产以不断提升不锈钢部件的制程能力。在小品种多批量的生产模式下对管理进一步提升，首先保持自己在成本方面的优势；其次需快速提升产能，以减少客户对交期的投诉和争取更多的订单；再者应快速改善产品质量，成为客户 NT 对产品质量满意度最高的供应商。

3.7 主要经营指标

2012 年度公司主要经营指标

A	年度销售额	2684 万
B	息税折旧前利润率 EBITDA	$\geq 20\%$
C	交货准时率 OTD	$\geq 90\%$
D	客户投诉	< 2 次/月
E	损失工作日安全事故 LWD	$= 0$

目前（一月到四月）公司的月平均销售额为 209 万元左右，从目前来看，由于很多产品不能准时交货的原因要完成年度销售目标还是非常困难的。目前的月平均息税折旧前利润率 EBITA 为 17.8%左右，和目标还有一定的差距，这表明企业要改善过程消除浪费，从而降低成本。目前的月平均交货准时率 OTD 水平为 46%左右，当前的 OTD 水平反映了制造流程急需改善和优化。目前客户的月平均投诉次数平均为 13 次，和目标差距很大，企业急需改善现有流程来提高客户满意度。目前月平均损失安全工作日事故 LWD 为 2 次，和目标还有一定的差距。

第四章 基于精益六西格玛的制造流程分析

精益六西格玛的工具庞大，不是每个工具在对企业的改善中都得上，应该根据实际情况选择性的使用。公司的管理层在讨论了企业的现状后，根据工艺特点选择了精益六西格玛各个实施阶段可能用到的工具。工具列表如下。

表 4-1 精益六西格玛工具的选择列表

价值 (V)	价值流 (V)	流动 (F)	拉动 (P)	尽善尽美 (P)
七大浪费	价值流图	SMED	KANBAN	KAIZEN
增值活动	TOC	标准化作业	经济订货批量	防呆
项目管理工具	产能测量	趋势图	安全库存	TPM
过程图	过程图	TAKT	库存订货点	标准化
鱼骨图	头脑风暴法	均衡/稳定化	头脑风暴法	SPC
因效分析	假设检验	时间研究	DMAIC	DMAIC
头脑风暴法	中值变化分析	方法研究		
DMAIC	方差变化分析	现场布置优化		
5S	回归分析	头脑风暴法		
定置管理	柏拉图	假设检验		
	DMAIC	中值变化分析		
		方差变化分析		
		回归分析		
DMAIC				

4.1 格盎德公司价值的识别和分析

为了问题分析改善活动能够在公司内得到顺利的进展，公司的管理层做了如下的准备工作。

(1) 工厂经理和公司的总经理讨论了改善的必要性和紧迫性，并对改善工作计划进行了讨论。工厂经理汇报了改善可能需要的资源和费用，得到了总经理的认可和支支持。

(2) 公司的工厂经理对所有员工开会，和所有员工进行开放式的沟通，说明公司现有的状况和问题。工厂经理和各个部门的负责人公布了目前的准时交货率、产品质量状况、客户投诉情况和竞争对手的相关情况，使全体员工意识到问题的严重性和

改善的紧迫感。

(3) 公司的管理层让人事部门宣传改善文化，和制定改善激励和奖励制度。人事部门负责人收集了改善好的公司的案例张贴在员工公告板上；每个月召集部门代表和改善小组代表开会，宣导改善的重要性和公布全公司改善的进展；对优秀的改善方案给予书面表扬和相应的物质表扬，如赠送购物卡、礼品卡、现金补贴等；在员工的绩效评估和职位提升的系统里加入了改善工作表现一项；不定期的组织优秀改善方案分享会，由优秀的改善方案成员介绍改善的过程和成果。

(4) 工厂经理对各个部门的负责人进行了改善文化的宣导，讲解了现代改善方法精益六西格玛的实施过程、注意事项、相关的工具的使用方法。

(5) 公司的管理层选择了需要改善技能培训的员工，由管理层的相关人员提供改善技能的培训，并在实际改善工作中给予指导。

改善的第一阶段是识别企业中哪些活动是客户创造价值的，哪些活动是无价值的。通过减少无价值的活动，即减少浪费，来改善公司的流程，从而提高生产力和公司绩效。

工厂经理和各个部门的负责人以头脑风暴的方式分析了公司存在的浪费和无价值的活动。发现的主要浪费如下：

- (1) 员工周末加班太多，且产出缺乏监控；
- (2) 现场工作衔接不顺畅，缺乏工艺间的有效沟通，尤其领导不在时；
- (3) 产品质量返修较多；
- (4) 生产易耗品费用较高；
- (5) 外协加工费较多；
- (6) 每个月电费较多；
- (7) 按订单生产，生产周期太长，从而交货周期长和产能受到限制；
- (8) 设备出问题需要维修导致的生产停顿。

各个部门的改善代表以七大浪费（DOTWIMP）工具对公司的浪费和无价值活动进行了识别：

- (1) 产品质量，存在问题有外观不良、焊接不良、攻丝不良、喷砂电抛不良；
- (2) 过量生产，不存在问题，因为是目前格盎德公司是按订单生产；
- (3) 运输和搬运，存在问题，在工厂布置方面有待于进一步优化；

- (4) 等待，存在问题，等待材料、质量标准确认、图纸确认；
- (5) 库存，不存在问题，按订单生产无产品积压；
- (6) 无效的动作，存在问题，工具寻找的浪费；
- (7) 无效的过程和加工，存在问题，如电、气体的浪费，不必要的加班。

工厂经理和各个部门的负责人对这些浪费汇总，并评定他们对公司绩效影响的严重度进行打分和排序。影响最严重的为 10，有微小的影响为 0。

表 4-2 格盛德公司浪费排序表

序号	浪费	严重度
1	产品质量，表现为外观不良、焊接不良、攻丝不良、喷砂电抛不良	10
2	等待，等待材料、质量标准确认、图纸确认	8
3	现场工作衔接不顺畅，缺乏工艺间的有效沟通，尤其领导不在时	8
4	设备出问题需要维修导致的生产停顿	7
5	按订单生产，生产周期太长，从而交货周期长和产能受到限制	6
6	员工周末加班太多，且产出缺乏监控	5
7	运输和搬运，工厂布置方面	4
8	外协加工费较多	3
9	无效的动作，工具寻找	3
10	生产易耗品费用较高	3
11	每个月的电费较多	2
12	气体的浪费	1

浪费 1，产品不良有外观不良、焊接不良、攻丝不良、喷砂和电抛不良。对它们分别进行鱼骨图分析。

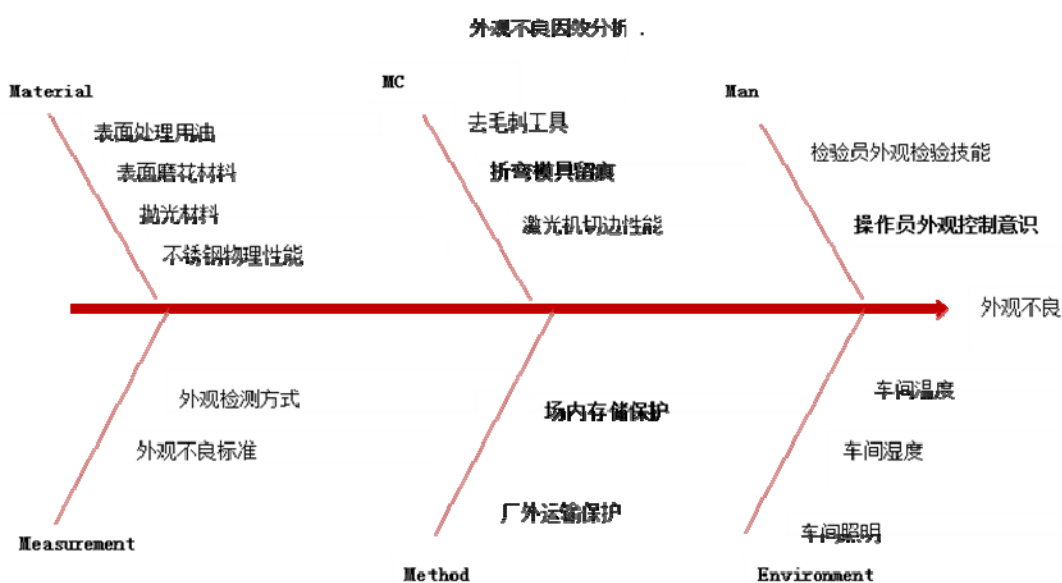


图4-1 CT产品外观不良要因分析图

经过外观不良因效分析发现影响外观质量的主要因素有三个：操作员外观控制意识、折弯模具留痕、场内存储保护。

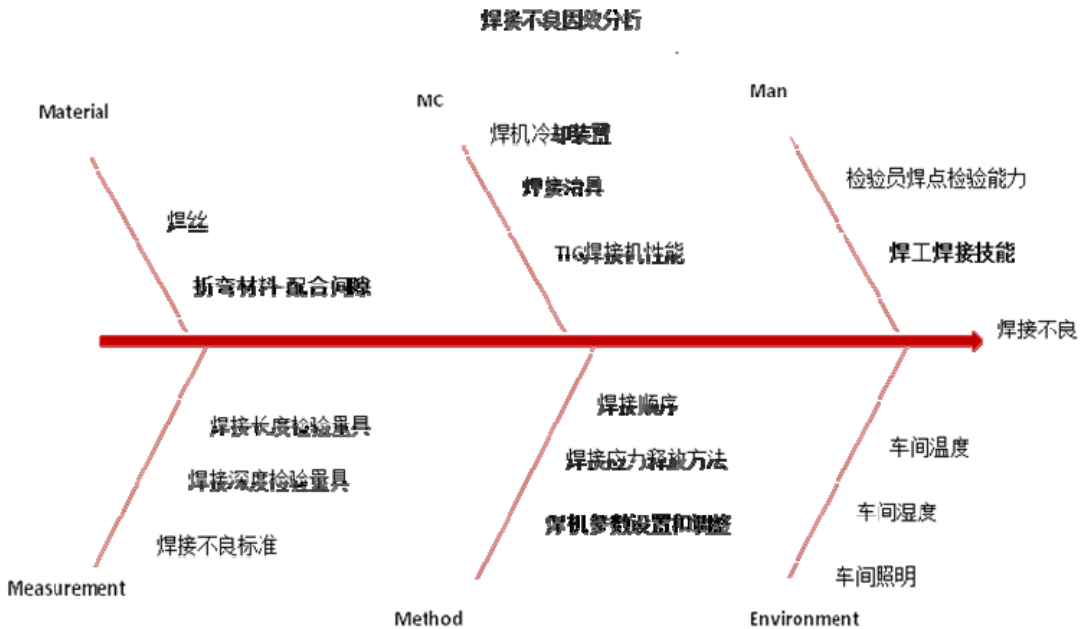


图4-26 焊接不良因效分析

经过焊接不良因效分析发现影响焊接质量的主要因素是：焊工焊接技能、折弯材料的配合间隙、焊机参数设置和调整。

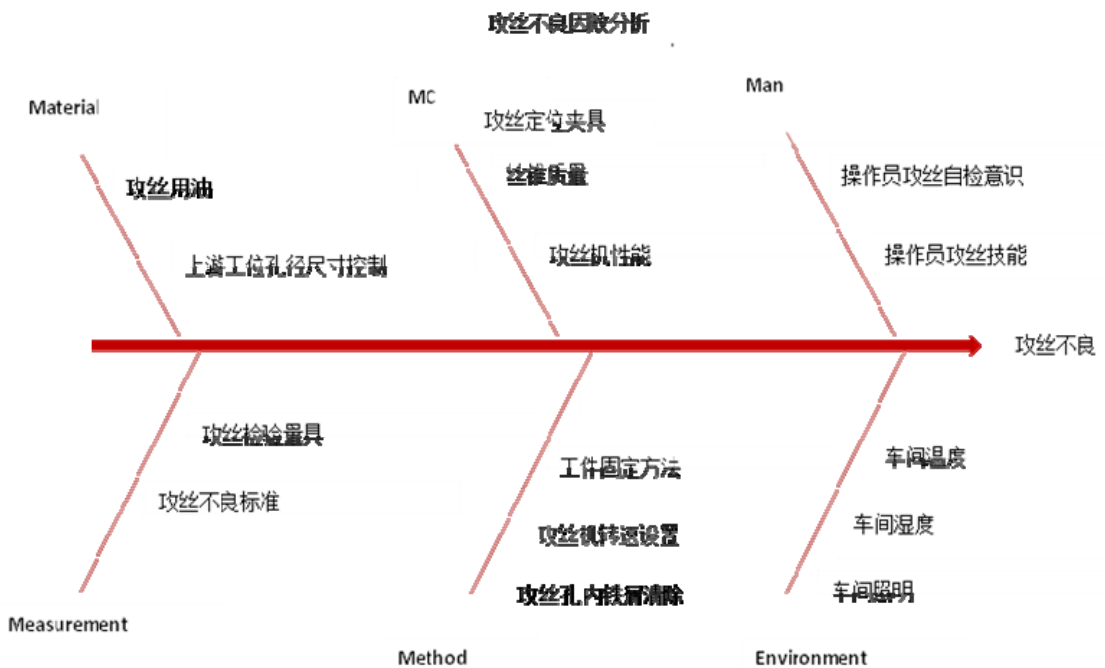
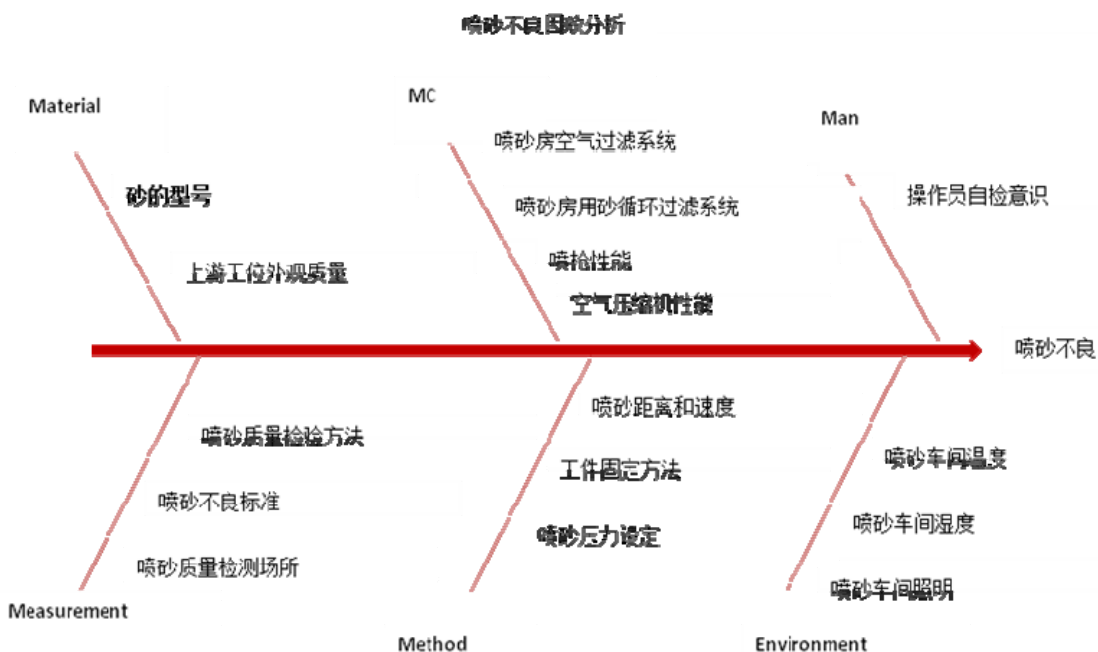
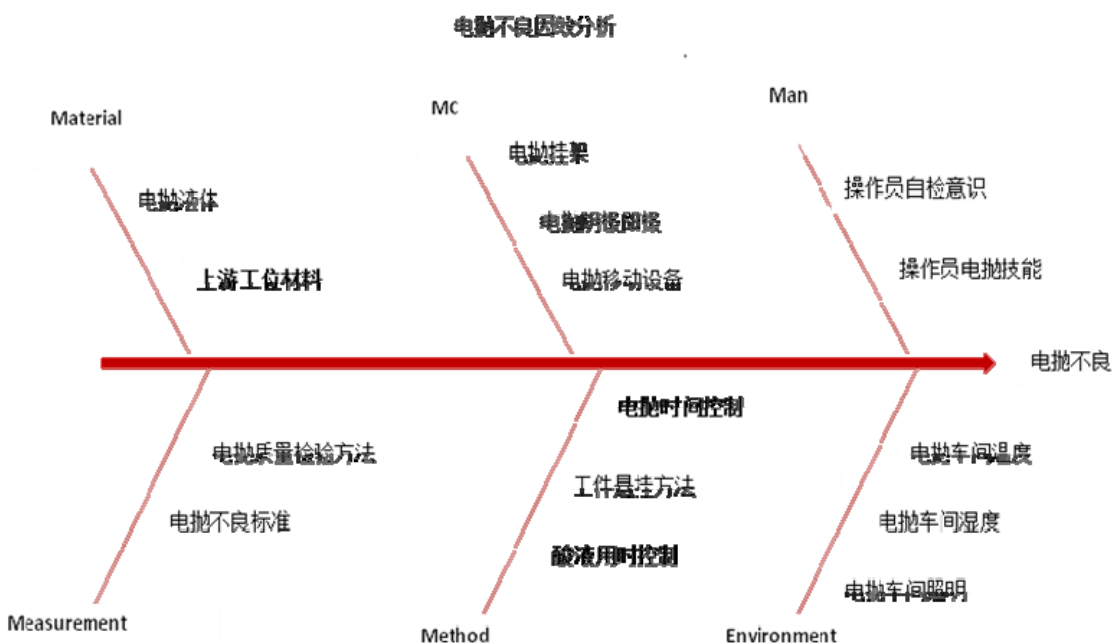


图4-36 攻丝不良因效分析

经过攻丝不良因效分析发现影响攻丝质量的主要因素有：攻丝用油、攻丝孔内铁屑清除。



经过喷砂不良因效分析发现影响喷砂质量的主要因素是砂的型号。



经过电抛不良因效分析发现影响电抛质量的主要因素是：上游工位材料、电抛时间控制、酸液用时控制。（主要电抛不良部件为重量控制面板（3256）。）

浪费 2, 等待, 有等待材料、等待质量标准确认、等待图纸确认。其中等待材料, 主要是公司规模小且买材料的批量小和品种多, 有些原材料如不锈钢板的厚度公差要求很高, 很多国内的钢厂达不到规格要求, 这造成按订单采购原材料的情况下有时材料未及时交付。对此公司可以考虑一些常用的料备有一定的库存, 另外可以和附近的类似的企业联合买材料, 这样采购的批量较大则提高卖家的关注度和自身的讨价还价的能力。

等待质量标准确认, 有些产品的标准要求不够明确, 尤其是外观标准。目前主要采取和客户确认产品的方式, 但这个过程往往需要几个小时的时间, 有时甚至要等客户的客户对标准进行确认。为了不影响生产进程, 可以采取提前确认即下订单后生产前质量部门就要对先关的外观标准进行审核并和客户进行沟通。

等待图纸确认, 生产过程中发现图纸看不懂或标示不明确, 再和客户进行确认, 这势必影响生产的正常进行。和确认质量标准一样, 产品工程师可以对此进行提前和客户的相关工程人员确认。

浪费 3, 现场工作衔接不顺畅, 各个工艺间缺乏有效的沟通。工艺间有传递物料的信息沟通不及时, 有上下游工艺间问题沟通的滞后, 有生产订单紧急程度调整的实施较慢问题。这与员工的积极性和责任心有很大的关系, 员工等待主管给出指令或改善意见, 而很少主动去沟通和寻求改善; 这与现场管理的领导力也有一定的关系, 在加班时现场没有组长和主管, 有时员工各持己见, 群龙无首; 这与计划信息传递的有效性也有关系, 品种多批量少, 而且客户的不同产品的交货期经常调整, 这些调整信息最终落实在各个工位上经常有不必要的滞后现象; 这与物料传递的规范操作也相关, 现场员工谁有空谁负责移动工位间的物料, 这样的操作要求固然有着很好的灵活性, 可以高效利用现场的人力资源, 但问题是有时大家都忙于自己工位的操作, 没人移动物料而引起工序加工的等待。

浪费 4, 设备维修导致的停顿。工厂经理对此组织了一个专案小组进行分析和改善。生产维护人员和现场的机器操作人员对设备的停顿问题进行了数据收集和讨论分析。讨论后发现了发生问题的机器主要是激光切割机和机加工设备的钻床和铣床, 有时激光切割机切割的尺寸误差大于要求的 ± 0.1 毫米, 而钻床和铣床的主要问题是相关的运动部件不运动或运动速度不在要求范围内。改善小组经过开放式的讨论和现场

问题排查，发现了导致激光切割机问题的主要因素是一个传动螺杆稳定性差，导致切割精度不稳定；导致钻床和铣床问题的主要因素是油路堵塞。

浪费 5，按订单生产，生产周期长，导致交货周期长，由于订单交期的不均衡性导致生产安排的不均衡性，有时生产的产能不能被充分利用，有时又忙不过来。按库存生产，可以使生产均衡性和交期得到改善和提升，但同时会增加库存量和空间占用。所以，应该平衡生产均衡性和库存量两个方面的表现。公司的管理层对此进行了商讨，考虑到目前公司面临的主要问题是交货期不及时的问题，制定了如下方针，即对现有订单和预测订单的通用产品按库存生产，其它非共有的产品则按订单生产。

浪费 6，员工周末加班缺乏控制。有的外地员工为了有更多的加班费，在心态上有周末加班的倾向，有时有的工位的员工为了周末加班而拖延平时工作的现象。

浪费 7，运输和搬运。公司的车间布置有待于进一步优化，以减少不必要的物料搬运工作。

浪费 8，外协加工费。工厂经理和采购员对外协加工费进行了统计、分析，发现电抛和喷砂的返工造成的费用不小，接近外协加工费的 10%。因此，浪费 1 中的喷砂电抛不良的分析得出的关键影响因素也是该浪费的关键影响因素。

浪费 9，工具寻找。员工经常在工作中找不到工具，其寻找时间据生产负责人抽查测试，每人每天有 20 分钟左右的时间浪费在工具寻找上。生产负责人对测试进行分析后，发现主要原因是有些工具没有专人负责保管和工具没有定置管理。

浪费 10，生产易耗品费用较高。每个月工厂的易耗品用量较大，如手套、抹布、清洁剂、保护膜等。

浪费 11，电费。公司的设备较多，耗电量较大。经过和员工讨论发现，在员工吃饭和休息时间，如果关掉车间的照明灯和可以停电的设备，则可以有效地减少电能的消耗。

浪费 12，气体消耗，主要是工业用气，即氩气和氮气。经员工建议发现，供气管道有几处漏气点。另外在改善会议时，质量部门代表提出激光切割时有的部件不是外观件可以不加氮气切割，其切边效果也可以接受。

表 4-3 格盛德公司浪费的形成因素汇总表

序号	浪费	原因
1	产品质量-外观不良	操作员外观控制意识、折弯模具留痕、场内存储保护
	产品质量-焊接不良	焊工焊接技能、折弯材料的配合间隙、焊机参数设置和调整
	产品质量-攻丝不良	攻丝用油、攻丝孔内铁屑清除
	产品质量-喷砂不良	砂的型号
	产品质量-电抛不良	上游工位材料、电抛时间控制、酸液用时控制
2	等待-等待材料	按订单采购，采购批量小品种多，材料公差要求高
	等待-等待质量标准确认	标准不明确需要确认
	等待-等待图纸确认	图纸看不懂或标示不明确
3	现场工作衔接不顺畅，缺乏工艺间的有效沟通	员工的积极性和责任心、现场管理的领导力、计划信息传递的有效性、物料传递的规范操作
4	设备出问题需要维修导致的生产停顿	激光切割机一个传动螺杆稳定性差、钻床和铣床油路堵塞
5	按订单生产，生产周期太长	订单交期的不均衡性导致生产安排的不均衡性
6	员工周末加班太多，且产出缺乏监控	缺乏控制
7	运输和搬运，工厂布置方面	车间布置有待于进一步优化，以减少不必要的物料搬运工作
8	外协加工费较多	电抛和喷砂的返工造成的费用
9	无效的动作，工具寻找	有些工具没有专人负责保管和工具没有定置管理
10	生产易耗品费用较高	手套、抹布、清洁剂、保护膜
11	每个月的电费较多	员工吃饭和休息时间的用电
12	气体的浪费	供气管道有几处漏气点、激光切割氮气消耗量大

4.2 格盛德公司价值流描绘和分析

工厂经理从各个部门挑选了熟悉现有工作流程和工艺的员工，组成价值流分析改善小组。价值流小组对总体过程（从订单接收到出货）的现状进行了描绘，包括工艺过程、物流、信息流和各个过程/工艺的绩效表现；对信息流进行了分析；对生产产能和客户需求进行了计算分析；经过对现有价值流分析和讨论，发现过程的浪费、无价值的活动并对其进行分析和改善。

价值流图见下页。

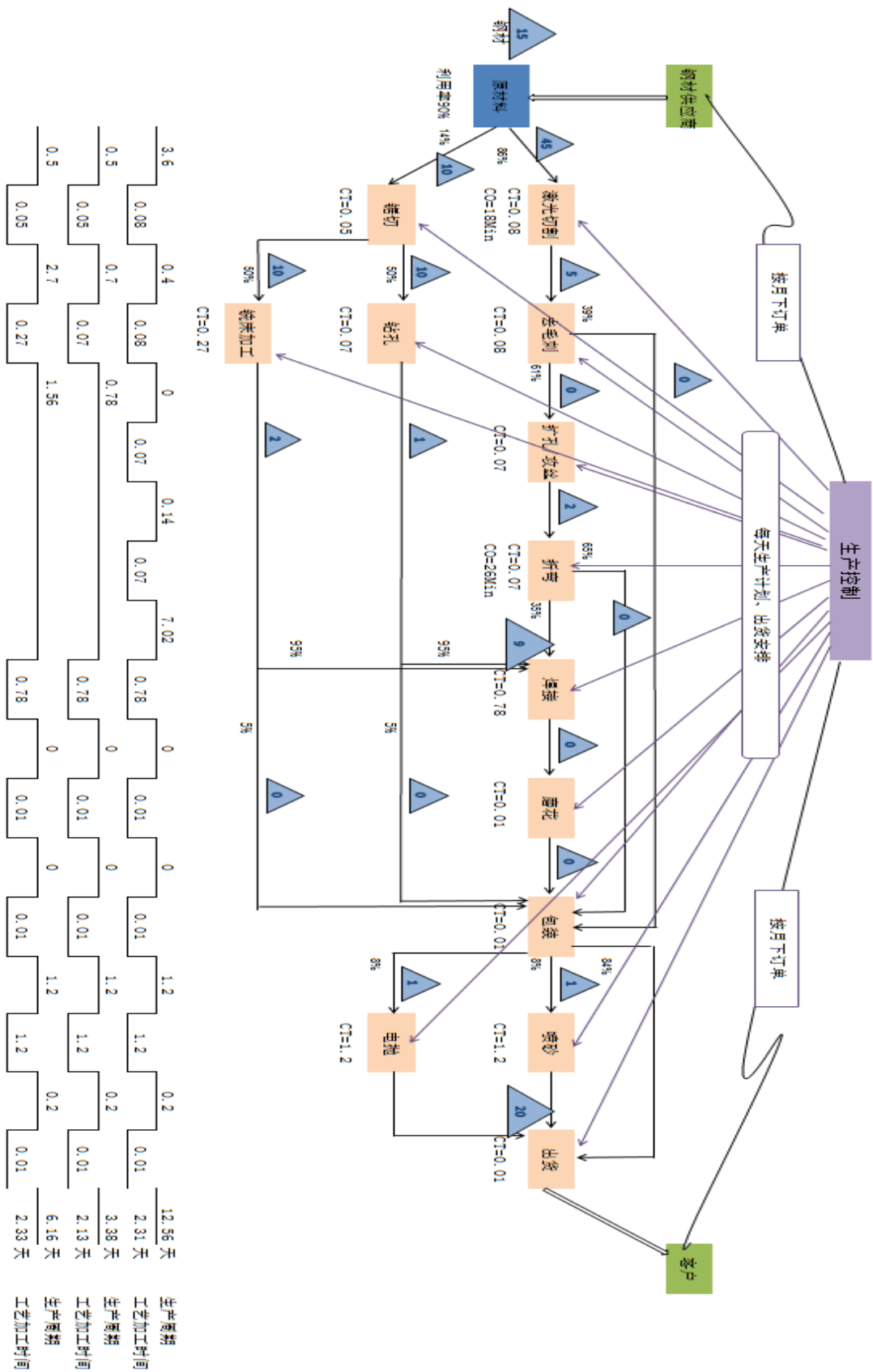


图 4-6 格盛德公司当前价值流图

4.2.1 价值流的信息流分析

在计划信息的传递上，每天早上生产计划要把每天的作业计划发给各个工艺，每天下班前要更新产品完成状况并更新次日的生产计划。这个工作量很大，计划员几乎每天要加班才能完成。而且，由于多品种小批量和工艺复杂性高的原因，生产很多时候不能按着能按着计划做，生产中操作员把异常因素要报告给生产主管和计划员，生产计划和生产主管确认异常因素后，通知操作员如何改变生产安排。生产计划常常抱怨计划工作难做，操作员也抱怨这样工作繁琐和太多的确认和调整。经价值流小组成员的讨论，计划员可以关注于下料工位、工艺中的瓶颈工位、外协安排和出货安排，而其它工位的生产安排由生产现场人员根据生产现场实际情况和下游工位的需要来决定。这样计划员可以空出一些时间减少工作负担；同时现场非瓶颈工位的员工有一定的自主性来决定部件的生产顺序。

4.2.2 生产产能计算和分析

生产产能=可利用时间/工艺时间

(激光和去毛刺，24小时运作，其它工艺12小时运作；每月客户需求320件，每月工作24天。)

激光切割产能=1天/(0.08天/件*86%)=15件/天

产能利用率=(320/24)/15=92%

去毛刺产能=1天/(0.08天/件*86%)=15件/天

产能利用率=(320/24)/15=92%

扩孔攻丝产能=0.5天/(0.07天/件*52%)=14件/天

产能利用率=(320/24)/14=98%

折弯产能=0.5天/(0.07天/件*52%)=14件/天

产能利用率=(320/24)/14=98%

焊接产能=0.5天*3/(0.78天/件*18%)=10件/天(共计3台焊机，3个焊工)

产能利用率=(320/24)/10=127%

磨花产能=0.5天*0.2/(0.01天/件*18%)=54件/天(一个工人每班花1/5时间)

产能利用率=(320/24)/54=24%

包装产能=0.5 天*0.8/ (0.01 天/件*100%) =40 件/天 (一个工人每班花 4/5 时间)

产能利用率=(320/24)/40=33%

出货产能=0.5 天/ (0.01 天/件*100%) =50 件/天

产能利用率=(320/24)/50=27%

锯切产能=0.5 天*0.5/ (0.05 天/件*14%) =36 件/天 (一个工人每班花 1/2 时间)

产能利用率=(320/24)/36=37%

钻孔产能=0.5 天*0.5/ (0.07 天/件*7%) =51 件/天 (一个工人每班花 1/2 时间)

产能利用率=(320/24)/51=26%

铣床加工产能=0.5 天/ (0.27 天/件*7%) =26 件/天

产能利用率=(320/24)/26=50%

表 4-4 内部工艺产能和产能利用率统计表

工艺	产能	产能利用率
激光切割	15	92%
去毛刺	15	92%
扩孔攻丝	14	98%
折弯	14	98%
焊接	10	127%
磨花	54	24%
包装	40	33%
出货	50	27%
锯切	36	37%
钻孔	51	26%
铣床加工	26	50%

瓶颈工艺，产能最低和产能利用率最高的即是瓶颈工艺。从上表可以看出焊接工艺是瓶颈工艺。

整个过程的产能=瓶颈工艺的产能=10 件/天

客户需求=320 件/月 / 24 天/月=13.3 件/天

过程的产能小于客户需求，所以必须提高过程的产能。提高过程产能，要提高瓶

从假设检验中 P 值小于 0.5 可以看出 0.1 和 0.5 两组配合间隙的焊件的焊接质量是不同的，0.1 的配合间隙的工件要好于 0.5 的，其接近于 95% 的质量水平。

对一个订单的焊接部件不良进行统计，并做出柏拉图如下，

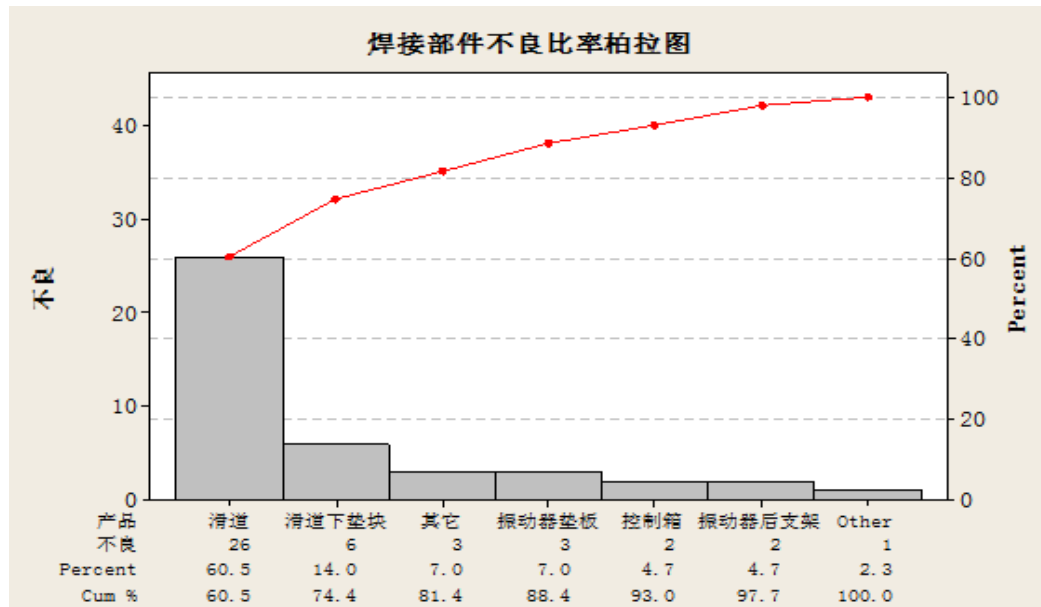


图 4-8 焊接部件不良比率柏拉图

从上图可以看出焊件滑道的不良比例最高，占 60.5%。应首先对其进行分析和改善。

从价值流图上可以看出，原材料的利用率是 90%。从财务的成本核算中得知，原材料成本占销售价格的 35~40%。如果能有效提升材料利用率，将直接有效地改善公司的利润状况，并间接地改善库存水平、操作效率和生产周期。经改善小组讨论，发现公司的销售额第一的产品是滑道，它的销售额占整个销售额的 18%，其次是重量控制面板，它的销售额占整个销售额的 8.7%，再其次是上面板，它的销售额占整个销售额的 8.6%。

首先对滑道的材料利用率进行分析。它是由五个部件组成，每个部件的展开尺寸为 250mm * 730mm * 1.25mm, 245mm * 80mm * 3mm, 119mm * 310mm * 3mm, 66mm * 25mm * 5mm, 68mm * 33mm * 5mm。原材料不锈钢板的常规尺寸为 2438mm * 1219mm。3mm 和 5mm 的部件的尺寸较小，利用率相对较高，所以在此不考虑这四个部件的利用率。对于 250mm * 730mm * 1.25mm 的部件的材料利用率计算如下，

材料利用率= $(250*730*12)/(2438*1219)=74\%$ (每张原材料可切 12 个部件)

对重量控制面板的材料利用率进行分析。它由一个部件构成,部件的展开尺寸为 666mm *267mm *1.25mm。他的材料利用率如下,

材料利用率= $(666*267*12)/(2438*1219)=72\%$ (每张原材料可切 12 个部件)

对上面板的材料利用率进行分析。它由一个部件构成,部件的展开尺寸为 634mm *282mm *1.25mm。他的材料利用率如下,

材料利用率= $(634*282*12)/(2438*1219)=72\%$ (每张原材料可切 12 个部件)

4.3 格盎德公司过程流动性分析

过程流动性分析:从产能表中可以看出,激光切割、去毛刺、扩孔攻丝、折弯的产能非常接近客户需求,而市场预期需求会增加。所以这几个工艺将来可能成为新的瓶颈,是重点关注的改善工艺。其中去毛刺和扩孔攻丝设计的技术和设备都很简单,很容易通过增加工艺资源来迅速提高产能,所以这些工艺目前不是重点的分析对象。从价值流中可以看出激光切割和折弯的产品更换时间较多,是个重大的浪费,而激光切割机和数控折弯机设备成本很高,通过增加设备数量不是最好的选择,应对它们的过程的潜力进行挖掘。在改善的章节中将使用 SMED(single minute exchange of dies)快速换模²⁴对激光切割和数控折弯的产品更换过程进行优化。

在 4.2.2 中分析得出滑道占焊接不良的比例最高。经调查发现滑道的主要不良为外观面焊接烧穿,其焊接处为 3mm 和 1.25mm 不锈钢板。经讨论,焊接中焊机电流大小的设置和焊接烧穿有着重大的影响。做一组焊接试验,焊机每次设置在一个固定电流(从 35 安培到 51 安培),总共 17 此设置,每次对 30 个相同的工件的 3mm 和 1.25mm 结合处进行焊接,焊接后对焊接质量进行统计并做出对应不同电流设置的分布表,如下页图 4-9。

²⁴ 车建国. 多品种小批量下精益生产系统的改进研究. 中国博士学位论文全文数据库. 2007.24-25.

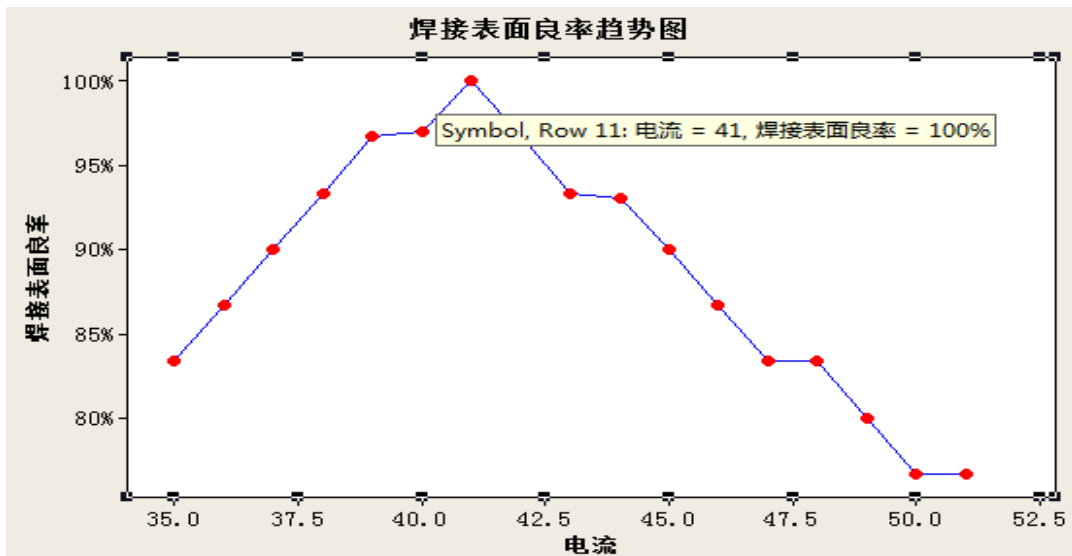


图 4-9 滑道焊接表面质量在不同电流下的表现趋势图

从上图可以看出，当焊机电流设置在 41 时，焊接表面良率最高。

在 4.2.1 中分析得出影响重量控制面板（3256）电抛质量的主要因素是：上游工位材料，电抛时间控制，酸液用时控制。这里对电抛时间的控制做进一步的分析。

Two-Sample T-Test and CI: 18mins, 22mins

	N	Mean	StDev	SE Mean
18mins	22	15.004	0.170	0.036
22mins	22	21.943	0.136	0.029

Difference = mu (18) - mu (22)

Estimate for difference: -6.9391

95% CI for difference: (-7.0331, -6.8451)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -149.23 P-Value = 0.000 DF =40

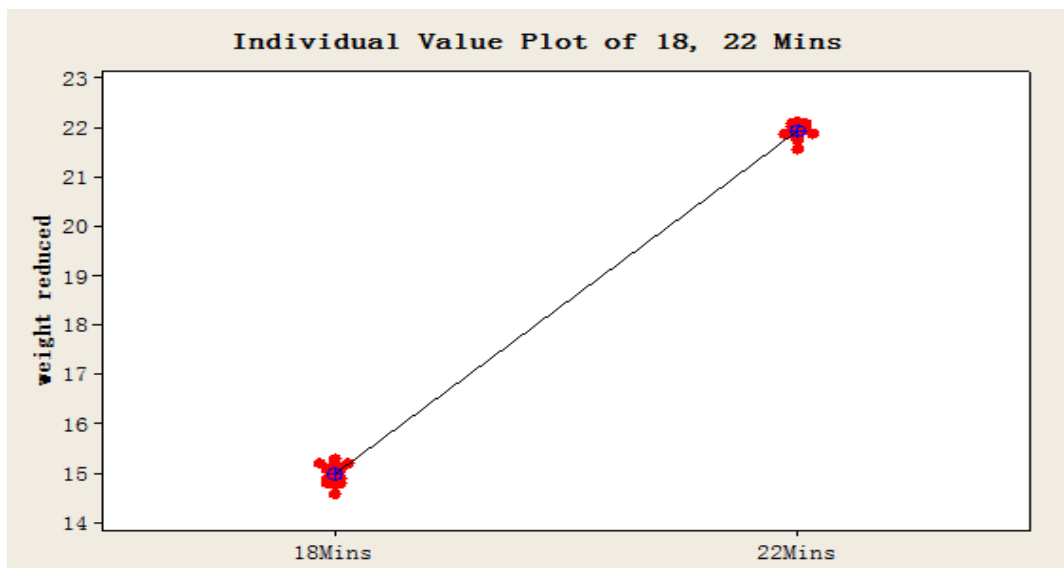


图 4-10 电抛不同时间的重量减少分布图

从以上点布图和假设检验分析中，可以看出电抛时间的不同，会导致工件重量的减少不同。

C1, weight reduced

C2, Mins of electropolishing

Regression Analysis: C1 versus C2

The regression equation is

$$C1 = -16.2 + 1.73 C2$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-16.2223	0.2337	-69.43	0.000
C2	1.73477	0.01162	149.23	0.000

S = 0.154222 R-Sq = 99.8% R-Sq (adj) = 99.8%

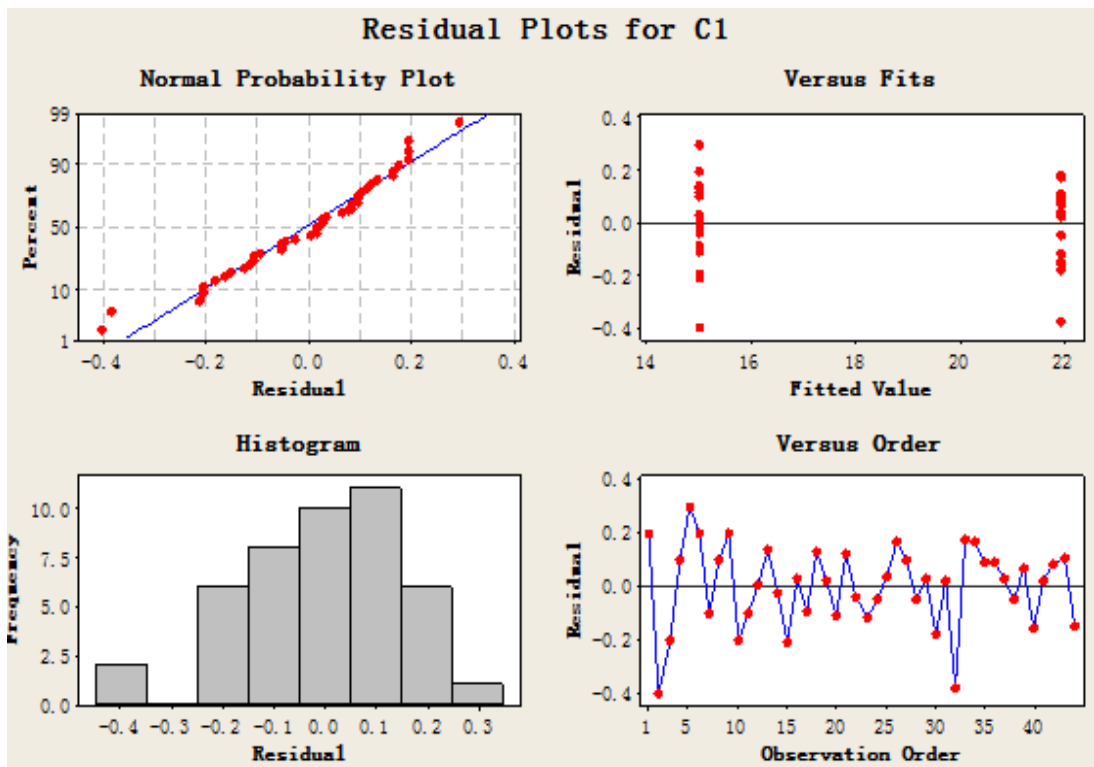


图 4-11 电抛重量随时间减少的回归分析图

从以上回归分析中得出

$$C1 = -16.2 + 1.73 C2 \quad (C1, \text{电抛重量减少 (克)}; C2, \text{电抛时间 (分)})$$

根据材料重量控制中的分析，电抛重量减少应控制在 15 克之内。另外根据经验，如果电抛重量减少少于 10 克则工件表面有不均匀和亮度差等不良效果。所以，电抛

重量减少应控制在 (10, 15) 之间。

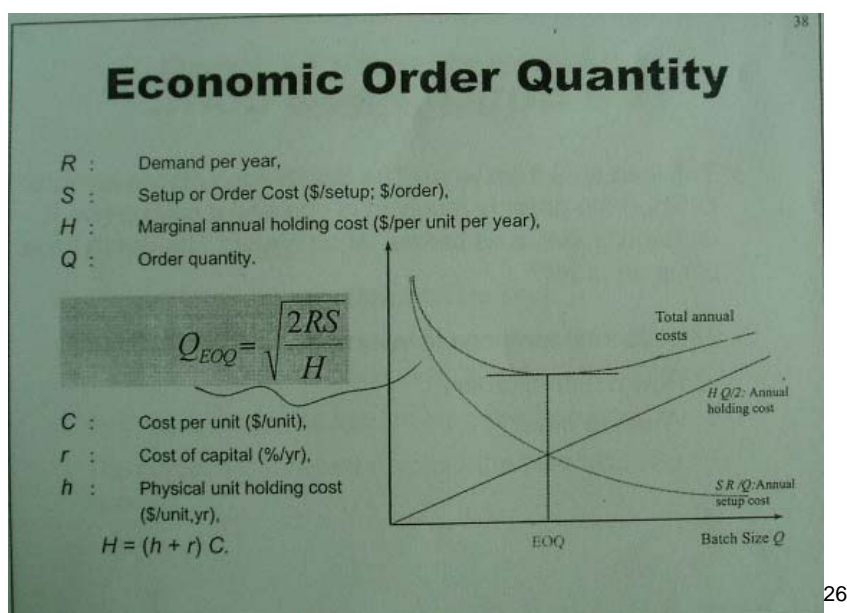
根据回归分析公式和电抛重量减少要求，可以计算出电抛时间控制范围，即 (15.14 分, 18.03 分)，其中值为 16.6 分钟。

经过此小节的分析，发现了需要对激光切割和数控折弯的产品更换过程进行优化；滑道焊接时的最佳电流设置为 41 安培；重量控制面板的电抛时间应该控制在 15.14 分钟到 18.03 分钟之间。

4.4 格盎德公司过程推动和拉动分析

现有的材料采购采取批量定制的方式，采购数量依据个人经验评估。由于客户需求品种多且变化快，加上人力资源的限制，有时会出现断料和等待采购物料的情况。在价值分析章节中也有分析，物料等待是个重大的浪费。因此应对一些通用物料设置一定的库存水平，实施 KANBAN（日文为信号）²⁵ 系统。

经济订货批量（EOQ）的计算参考如下公式，



安全库存(Is)和库存订货点(ROP)的计算参考如下公式，

²⁵ Maez, Blaine A. Using Lean Manufacturing and Six Sigma concepts to improve quality in an investment casting shell room. Masters Abstracts International. 2008.12.

²⁶ Paulo Gomes. Teaching notes for Operations Management[Z]. 上海: Shanghai International Studies University MBA center, 2011.38.

46

Hedge against demand uncertainty with safety stocks

- L = Supply lead time,
- $R=N(\mu, \sigma)$ = Demand per unit time is normally distributed with mean μ and standard deviation σ ,
- Cycle service level = $P(\text{no stock out})$
 = $P(\text{demand during lead time} \leq \text{ROP})$
 = $F(z^*)$ [use tables to find z^*]

➔ Safety stock I_s

Reorder point

$$I_s = z^* \sigma \sqrt{L}$$

$$\text{ROP} = L \times \mu + I_s$$

27

用上述计算公式计算原材料的 EOQ, I_s , ROP。结果如下表，

表 4-5 不锈钢板原材料 KANBAN 看板分析

304 不锈钢板	D 年需求量 (吨)	EOQ 经济订货批量	I_s 安全库存	ROP 库存订货点
0.5mm plate	0.002	0.037	0.0	0.0
0.8mm plate	0.338	0.485	0.0	0.0
0.9mm plate	0.050	0.186	0.0	0.0
1mm plate	0.118	0.286	0.0	0.0
1.25mm plate	22.509	3.954	1.3	3.20
1.5mm plate	15.276	3.257	0.9	2.17
2mm plate	16.714	3.407	1.0	2.38
2.5mm plate	7.203	2.237	0.4	1.02
3mm plate	16.971	3.433	1.0	2.41
3.3mm plate	0.043	0.173	0.0	0.0
4mm plate	5.763	2.000	0.3	0.82
5mm plate	2.391	1.289	0.1	0.34
6mm plate	1.936	1.159	0.1	0.28

从上表中看出，0.5、0.8、0.9、1、3.3 毫米的原材料，其 EOQ 大于年需求量，由于订单的不确定性和钢材市场价格的波动，不考虑对它们备有一定的库存量。其它的规格的则考虑备有安全库存，并按计算的经济订货批量和订货库存点进行采购原材料

²⁷ Paulo Gomes. Teaching notes for Operations Management[Z]. 上海: Shanghai International Studies University MBA center, 2011.46.

料。

现有的生产安排是根据客户的订单进行计划安排的，这样虽然有利于控制库存量，但交期较长，而目前公司面临的主要问题正是交期不能保证。公司的总经理和客户进行了沟通，对订单的通用产品可以做一定量的库存，这样可以减少交货周期，提高交货速度。公司的计划员和客户的采购人员进行了分析讨论，发现具有通用性的产品滑道的产品销售额约占总销售额的五分之一，可以考虑按库存生产。

制造拉系 Kanban 看板计算如下

Kanban 最大值= MCT*需求+CTI*需求+SS;

= MCT*需求+SS (MCT, 制造周期; CTI,内部使用周期)²⁸

MCT= 部件的 Kanban 最小值订单需要量/部件产能

= (190*20%) /12/3 天= 1.06 天

CTI= 190*20%/(64/24) 天= 14.25 天

SS= Z*O*SQRT(制造周期)= 2*38*1.06 的平方根= 78 件

需求= 每月需求/工作天数= 64/24

Kanban 最大值=1.06*64/24+14.25*64/24+78= 119 件

Kanban 最小值=1.06*64/24+78=81 件

通过此小节的过程推动拉动分析，发现了一些原材料和产品可以实施 KANBAN 运作，并依据相关的参数进行了分析和计算。

4.5 格盎德公司“持续改善”分析

重量控制面板（3256）部件的电抛质量减少控制图。在重量控制面板（3256）部件的电抛中，应对其质量减少进行监控。可以运用质量控制图 Xbar 进行监控，以及时发现出现的问题。

滑道下垫块不良的防呆措施。在 4.2.2 焊接不良部件分布分析中，滑道下垫块是占不良比例第二大的部件，占焊接不良 14%。不良是部件间的垂直度达不到要求。经现场调查分析，部件在焊接前部件间定位的时候，焊工先在部件上根据图纸要求划

²⁸ Flextronics-China Lean Expert 精益大师培训教材[Z]. 上海捷达企业管理咨询有限公司. 2004.LE107~1 24.

线然后依据划线把部件放好，先点焊，再满焊。点焊后检测部件间的垂直度，在公差要求范围内则进行满焊；不满足公差要求则切开重新点焊。经改善小组讨论后发现，可以考虑做个焊接治具，这个治具可以保证部件间的垂直度，只要把各个部件放在治具的固定位置上，可以直接满焊焊接。

改善标准化，将发现的改善方法与标准化运作结合起来。经过验证取得成效的新的工作方法，在原来的标准作业程序中提及的则进行修改；没有提及的则建立新的标准作业程序。

TPM 全面设备维护。 公司的设备有激光切割机、数控折弯机、氩弧焊机、锯床、钻床、铣床，任何一个设备都有可能发生故障而停机从而造成该工位的生产的停止，为了保持生产产能的稳定性和持续性，应该推行 **TPM** 项目。

第五章 基于精益六西格玛的改善方案

5.1 格盎德公司价值的改善

浪费 1 改善，产品不良改善。（产品不良有外观不良、焊接不良、攻丝不良、喷砂和电抛不良。）

产品外观不良的改善。经过分析发现影响外观质量的主要因素有三个：操作员外观控制意识，折弯模具留痕，场内存储保护。生产负责人和现场人员成立了外观质量改善小组，对此进行了分析讨论并制定了改善方案。

表 5-1 产品外观不良改善行动方案

影响外观质量的主要因素	改善方法	负责人	实施日期
操作员外观控制意识	加强产品外观质量要求培训	质量主管	May. 3-11
	加强产品外观质量要求宣导	生产主管	May. 3-11
折弯模具留痕	买模具用薄膜放在下模上以减轻压痕	采购员	May. 3-15
场内存储保护	产品间以泡棉相隔	生产主管	May. 3-7

产品焊接不良的改善。经过分析发现影响焊接质量的主要因素是：焊工焊接技能，折弯材料的配合间隙，焊机参数设置和调整。（焊机参数设置和调整将在 5.3 中讨论改善方案。）生产负责人和现场人员成立了焊接质量改善小组，对此进行了分析讨论并制定了改善方案。

表 5-2 产品焊接不良改善行动方案

影响焊接质量的主要因素	改善方法	负责人	实施日期
焊工焊接技能	焊接符号知识培训	质量主管	May. 7-9
	焊接手法和实践经验分享	焊接人员	May. 3-18
折弯材料的配合间隙	折弯工位送样给焊接工位认可	生产主管	May. 3

产品攻丝不良的改善。经过分析发现影响攻丝质量的主要因素有：攻丝用油，攻丝孔内铁屑清除。生产负责人和现场人员成立了攻丝质量改善小组，对此进行了分析讨论并制定了改善方案。

表 5-3 产品攻丝不良改善行动方案

影响攻丝质量的主要因素	改善方法	负责人	实施日期
攻丝用油	买攻丝专用油替代现在用的切削液	采购员	May. 7-18
攻丝孔内铁屑清除	买碳氢清洗剂，用来清除孔内铁屑	采购员	May. 7-18

产品喷砂不良的改善。经过分析发现影响喷砂质量的主要因素是砂的型号。生产负责人和现场人员成立了喷砂质量改善小组，对此进行了分析讨论并制定了改善方

案。

表 5-4 产品喷砂不良改善行动方案

影响喷砂质量的主要因素	改善方法	负责人	实施日期
砂的型号	指定喷砂供应商用 180-250 的玻璃砂	采购员	May. 3-7

产品电抛不良的改善。经过分析发现影响电抛质量的主要因素是：上游工位材料，电抛时间控制，酸液用时控制。（电抛时间控制将在 5.3 中讨论改善方案。）

在主要电抛不良产品重量控制面板（3256）（客户要求电抛后重量范围在 1430 克到 1570 克之间），电抛后有约 8% 的不良超出重量要求范围。主要原因是上游材料厚度太厚。对折弯后电抛前的产品抽样称重，计算材料厚度控制范围。

电抛减少的重量通常为 15 克

电抛前产品的重量区间=（1430+15， 1570+15）=（1445 克,1585 克）

电抛前产品的重量中值=（1445+1585）/2= 1515 克

经对不同厚度材料产品称重发现 1515 克的产品的材料厚度为 1.23mm，1445 克的材料厚度为 1.17mm,1585 克的材料厚度为 1.29mm.

所以材料厚度的可选范围是 1.23+/- 0.06mm。为了安全起见和可操作性，定义材料的厚度范围是 1.23+/- 0.04mm。产品电抛不良的改善方案如下。

表 5-5 产品电抛不良改善行动方案

影响电抛质量的主要因素	改善方法	负责人	实施日期
上游工位材料	材料的厚度范围是 1.23+/- 0.04mm	采购员、检验员	May. 3-18
酸液用时控制	控制供应商每两个月换一次酸洗液	采购员	May. 3-14

浪费 2 改善，等待改善。（等待浪费，主要表现为等待材料、等待质量标准确认、等待图纸确认。）

等待材料的改善。经分析发现，对一些通用的原材料可备有一定的库存以减少因材料断货或供应不及时而造成的等待材料的时间（在拉动分析和设计的章节中会对原材料的品种和库存进行分析和计算）；可和附近的其它不锈钢部件生产企业联合采购。工厂经理和采购负责人和周边的使用相同材料的相关企业进行了沟通和协商，最终和 4 家企业形成战略采购同盟，同时和钢板生产厂家谈判价格，形成共同谈判共同订货的采购方式。

等待质量标准确认的改善。在收到客户的订单和图纸后，由质量部门召开会议，对产品的质量标准进行审核，会后和客户的质量部门就相关疑问和不明确的地方进行沟通，争取在生产前确认好产品的相关质量标准，并形成书面文件下发到生产单位。

等待图纸确认的改善。在收到客户的订单和图纸后，产品工程师应该对生产图纸进行全面的审核，就不明确的地方及时和客户沟通确认，如有问题应及时更改图纸，争取在生产前确认好，并就相关注意点以书面注释的方式通知相关人员和生产人员进行说明和培训。

浪费 3 改善，改善各个工艺间工作衔接就要解决员工积极性和责任心问题，就要提升现场管理的领导力，就要改善现场计划信息传递的有效性，就要更加规范物料传递的操作。为了解决员工积极性和责任心问题，工厂经理和生产部门的负责人要向员工宣导目前问题的严重性和解决问题的紧迫感，可以在周会上和每天的晨会上进行宣导；另外，应对每个员工的工作表现，特别是产出和质量绩效方面，进行有效的考核并每月公布在员工信息板上。提升现场的领导力，可以考虑从员工中选拔组长候选人并给与相应的管理技能的培训来负责各个区域的日常管理如日常工作安排、工序间问题的协调、工具易损件的申请、报表的填写和收集、各个工艺的改善等，这样生产负责人可以抽出更多的时间对员工进行培训。现有的计划信息传递，从客户到计划员到生产部门负责人到生产的各个工艺，可以改为从客户到计划员到生产的各个工艺，这样可以使计划和现场的沟通更紧密更快速，可以减少等待的时间。在物料传递职责的定义方面，要明确职责，生产负责人可以要求上游工艺做好产品后，负责把产品运到下游工艺的机台旁边，这样可以减少下游工艺的等待时间也可以更容易的管理上游工艺的空间。

浪费 4 改善，减少设备停机时间，要从造成停顿的主要因素着手。改善激光切割机问题，和激光切割机的供应商协商，更换问题传动螺杆；改善钻床和铣床运行状况，定期对润滑油管进行清洁，每两周清洁一次，对此形成文件放到设备的点检表中，由设备维护技术员负责实施。

浪费 5 改善，按订单生产周期长。公司的管理层对此进行了商讨，考虑到目前公司面临的主要问题是交货期不及时的问题，制定了如下方针，即对现有订单和预测订单的通用产品按库存生产，其它产品则按订单生产。有生产计划对各个机种进行统计分析，发现各个机种的共有部件，对这些部件保持一定的库存量，这样客户需要可以马上从仓库发给客户，有效地减少了产品和订单的交货时间。

浪费 6 改善，员工周末加班管控改善。在浪费 3 的改善中有两项措施，即提拔培养区域组长和有效考核员工产出质量绩效。这两点同时对浪费 6 也是很好的解决问题

办法。在加班时，生产负责人不在现场，那么生产组长就要承担起管理责任管理员工绩效。生产负责人可以就对员工的日常和加班时的产出和质量进行比对，并教育惩处相关问题员工。

浪费 7，运输和搬运改善。生产负责人和现场员工代表对工厂的布置进行了描绘、讨论、重新设计、验证新方案。原来和工厂布置-平面流动图²⁹ 如下。

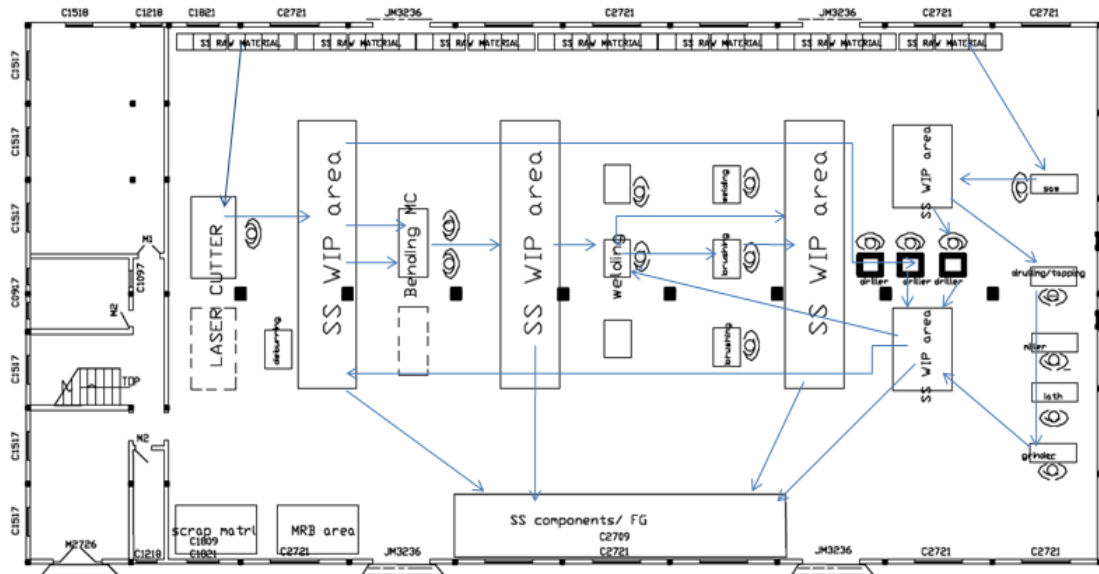


图 5-1 原来的 GT 工厂布置-平面流动图

在原有的工厂平面布置中，画出物料搬运路线图如上图。经和现场员工讨论发现，激光切割后的部件，有很多要搬运到小型钻床区加工孔和螺纹，然后再搬运到折弯前的在制品区域等待折弯。这个搬运距离很长，有近 80 米的距离，双程就是 160 米的搬运。

员工建议可以把小型钻床移到激光切割机附近以减少工件搬运距离。经讨论分析，目前有三台小型钻床，其中 2 台可以考虑搬到激光切割机旁边，另外 1 台小型钻床需要加工锯床切割后的工件。

²⁹ 周密著. IE 方法实战精解. 广州：广东经济出版社，2003.314.

估，结果减少了 13% 的气体费用（氩气和氮气是从外面采购的，不是工厂自制的），同时，不加氮气的部件的激光切割的速度提升了 10%。

5.2 格盎德公司价值流的改善

5.2.1 值流的信息流的改善

经价值流小组成员对当前的计划信息流分析发现，计划员应关注下料工位、工艺中的瓶颈工位、外协安排和出货安排的计划工作，其余的非瓶颈加工工艺的生产顺序由现场员工自主选择。计划员每天将激光切割和锯切工位的生产任务和生产顺序发给现场，并跟踪完成状况；把瓶颈工位的每天的生产安排发给现场，及时沟通异常和协调解决相关问题；把电抛和喷砂的日常安排给到采购，由采购联系供应商完成相关外协的工作；每天根据客户出货需求安排仓库出货，每天晚上把更新的次日出货计划公布在现场的员工信息板上，各个非瓶颈工位的员工以此为参考决定待加工部件的先后顺序。

5.2.2 生产产能的提升

经过产能和产能利用率的分析，发现了瓶颈工艺是焊接工艺。经过过程产能和客户需求的比较，发现了焊接工艺需要提高产能。经过计算发现增加一台焊机和一个人即可增加焊接产能满足客户需求。

由人事部门负责招聘一个新焊工，由采购部门负责采购一台新焊机和相关的配套工具。

5.2.3 价值流的无价值活动的改善

经过焊接间隙对焊接质量影响的分析，应控制配合间隙在 0.1mm 之内。由生产负责人对焊接员工进行相关的培训和指导，并跟踪实际操作以确保焊接间隙控制方案得到贯彻和实施。

经过焊件焊接不良分布分析，应重点对滑道焊接质量进行控制和改善。在 5.3 过程流动性改善一节中，会给出具体的改善方案。

原材料利用率的改善

滑道的材料利用率的改善。由于原材料平板是由钢卷切割而成，所以它的宽度 1219 通常很难改变，只有订货量超过 20 吨，钢板供应商才会考虑宽度的调整，目前公司的原材料的订货批量远远小于这个数目，所以来料的 1219 尺寸目前无法改变。但是，如果订货量大于 1 吨，钢板供应商可以改变钢板的长度尺寸。目前 1.25mm 的板材的订货量是大于这个数目的，所以可以要求板材供应商按自己设计的尺寸切割钢板原材料。经改善小组讨论，2200mm 的长度是最佳的长度，这样长度的板材的利用率如下，

材料利用率= $(250*730*12)/(2200*1219)=82\%$ （每张原材料可切 12 个部件）

重量控制面板和上面板材料利用率的改善。经改善小组讨论这两个部件可以选用相同规格的原材料，这样可以简化采购和供应商制造的工作，同时避免用错板材。经讨论，2010mm 的长度是最佳的长度，这样长度的板材的利用率分别如下，

材料利用率 1= $(666*267*12)/(2010*1219)=87\%$ （每张原材料可切 12 个部件）

材料利用率 2= $(634*282*12)/(2010*1219)=88\%$ （每张原材料可切 12 个部件）

这样，下次采购 1.25mm 不锈钢板的时候，要采购 2200mm 和 2010mm 的原材料，给滑道、重量控制面板和上面板用。由采购负责执行。经过材料利用率的分析和改善，滑道的材料利用率由 74% 提高到 82%，重量控制面板的材料利用率由 72% 提高到 87%，上面板的材料利用率由 72% 提高到 88%。材料利用率的改善直接提高了格盎德公司的产品利润率。

5.3 格盎德公司过程流动性改善

经过过程流动性分析，发现了激光切割和折弯的产品更换时间较长，且由于多品种的原因而每天更换的次数很多，需要改善。工厂经理对此组织成立了 KAIZEN 快速改善小组，运用 SMED 快速换模的改善方法对激光切割和折弯的产品更换时间进行改善。

小组成员对激光切割机的换模操作进行时间测定，结果如下页表 5-6。

表 5-6 激光切割机原来的换模流程

步骤	工作内容	工作时间（分钟）	备注
1	卸下上批产品的余料	1.5	
2	搬运下一批次产品的原材料到机器旁	0.5	
3	装材料到切割机上，并固定好	0.3	
4	移动切割头，调整喷 nozzle 到喷嘴根部的间距	2.5	20.4-1/3 板厚
5	打开产品文件，导入到切割软件中	1.1	
6	设置切割参数，切割数据检查和修正	7.2	
7	定位切割头起始点	0.5	
8	切割参数最后确认	0.5	
9	切割产品，首件认可	3.9	
	时间总计	18	

经改善小组讨论，发现步骤 2 和步骤 6 可以在换产品前做好，这两步骤可以作为准备工序或叫外部工序，从而不影响换模时间。调整后的操作流程如下。

表 5-7 激光切割机改进的换模流程

步骤	工作内容	工作时间（分钟）	备注
0.1	搬运下一批次产品的原材料到机器旁	0.5	
0.2	设置切割参数，切割数据检查和修正	7.2	
1	卸下上批产品的余料	1.5	
2	装材料到切割机上，并固定好	0.3	
3	移动切割头，调整喷 nozzle 到喷嘴根部的间距	2.5	20.4-1/3 板厚
4	打开产品文件，导入到切割软件中	1.1	
5	定位切割头起始点	0.5	
6	切割参数最后确认	0.5	
7	切割产品，首件认可	3.9	
	时间总计	10.3	

这样改进的换模时间从 18 分钟改善到了 10.3 分钟，节省了约 43%。

小组成员对数控折弯机的换模操作进行时间测定，结果如下表。

表 5-8 数控折弯机原来的换模流程

步骤	工作内容	工作时间（分钟）	备注
1	拆卸上批产品的模具	2	
2	装新产品的下模	1.6	
3	装新产品的上模	1.3	
4	锁紧上模的固定螺丝	3.2	9 组
5	调整上模的位置	1.2	

6	锁紧下模的固定螺丝	3.2	9组
7	新产品的图纸寻找	2.3	
8	从机器存储器中调出产品的折弯程序	1.7	
9	工作桌面的工具清理	2.7	
10	后挡料的位置调整	1.2	
11	产品的第一道折弯	0.5	
12	测量折弯效果	0.5	
13	微调折弯参数	0.3	
14	产品的第二道折弯	0.2	
15	测量折弯效果	0.3	
16	微调折弯参数	0.3	
17	产品的第三、四道折弯	0.5	
18	测量折弯效果	0.3	
19	产品的第五、六道折弯	0.5	
20	测量折弯效果、整形	2.2	
	时间总计	26	

经改善小组讨论,发现步骤7和步骤9可以在换产品前做好,这两步骤可以做为准备工序或叫外部工序,从而不影响换模时间。另外步骤4和步骤6锁螺丝的操作,可以考虑由两个员工同时操作共同完成,这样工序时间可减少一半。调整后的操作流程如下。

表 5-9 数控折弯机改进的换模流程

步骤	工作内容	工作时间(分钟)	备注
0.1	新产品的图纸寻找	2.3	
0.2	工作桌面的工具清理	2.7	
1	拆卸上批产品的模具	2	
2	装新产品的下模	1.6	
3	装新产品的上模	1.3	
4	锁紧上模的固定螺丝	1.6	9组、2人操作
5	调整上模的位置	1.2	
6	锁紧下模的固定螺丝	1.6	9组、2人操作
7	从机器存储器中调出产品的折弯程序	1.7	
8	后挡料的位置调整	1.2	
9	产品的第一道折弯	0.5	
10	测量折弯效果	0.5	
11	微调折弯参数	0.3	
12	产品的第二道折弯	0.2	
13	测量折弯效果	0.3	
14	微调折弯参数	0.3	

15	产品的第三、四道折弯	0.5	
16	测量折弯效果	0.3	
17	产品的第五、六道折弯	0.5	
18	测量折弯效果、整形	2.2	
	时间总计	17.8	

这样改进的折弯换模时间由 26 分钟改善到 17.8 分钟，节省了约 32%。

滑道焊接不良改善。对滑道焊接不良分析后发现，当焊机电流设置在 41 时，焊接表面良率最高。以此方法对其它表面焊穿现象进行分析即可以得出不同情况下的最佳电流设置。在不同情况下焊机参数设置时，应参考电流的最佳设置。

电抛不良改善。对重量控制面板（3256）电抛时间分析中，得出电抛时间控制范围，即（15.14 分，18.03 分）。采购负责人和电抛供应商协商，要求供应商根据此结论对电抛时间进行严格管控。质量负责人定期对供应商的电抛时间操作进行巡查和监督。

5.4 格森德公司过程拉动系统设计和改善

原材料拉动系统的实施。在 4.2.4 过程推动和拉动分析中，得出结论对 1.25、1.5、2、2.5、3、4、5、6 毫米的原材料备有一定水平的库存，以减少物料等待浪费和改善采购员工的劳动强度；计算出了经济订货批量、安全库存水平、库存订货点。

在采购看板设置中，要对库存进行最小量和最大量的设定。

在此案中，材料的库存最小量即库存订货点；库存最大量是库存订货点和经济订货批量之和。根据 4.2.4 经济订货批量、安全库存水平、库存订货点的数据算出原材料的最小库存和最大库存，如下表。

表 5-10 不锈钢板原材料 KANBAN 计算

304 不锈钢板	最小库存（吨）	经济订货批量（吨）	最大库存（吨）
1.25mm plate	3.20	3.95	7.16
1.5mm plate	2.17	3.26	5.43
2mm plate	2.38	3.41	5.78
2.5mm plate	1.02	2.24	3.26
3mm plate	2.41	3.43	5.85
4mm plate	0.82	2.00	2.82
5mm plate	0.34	1.29	1.63
6mm plate	0.28	1.16	1.43

为方便管理库存，在每个原材料前可放置一个信息牌，上面显示现有的库存量、

设定的最小库存和最大库存，这样现场的员工和物料采购人员就很容易发现哪些料库存水平太低需要采购，哪些料库存接近最大量则短时间内不需要采购。领料员工领用物料时及时在信息牌上更新现有的库存量，这样也方便月底库存盘点时的工作。这样目视化的物料需求管理，容易操作和管控，可以及时发现物料需求状况；并可以减少采购的工作量，因为传统的按订单采购需要计算订单的不同材料的需求量，其需要大量的计算工作；也可以防止因不锈钢供应商因各种原因而推迟交货所导致的缺料现象。

滑道制造过程拉动系统的实施。根据滑道产品的策略补充看板计算，策略补充看板最大值 119 件，看板最小值=81 件。生产计划做出看板信息卡，上面标注部件料号、最大数、最小数。仓库员工发料后，在信息卡上更新现有的实际产品数量，生产员工生产后经检验合格后把产品放到成品库并更新产品看板信息卡上的实际数量。当卡上的数量大于或等于看板最大值 119 时，生产人员停止生产；当卡上的数量小于或等于看板最小值时 81 时，生产人员立即开始生产该部件。因为备有库存，可以一定程度上提升交货速度；目视化的计划管理方式，容易操作和管控；因为滑道的生产安排由生产员工根据看板决定，可以一定程度上减少计划的工作量，也有利于生产安排的均衡性。

5.5 格盎德公司“持续改善”方案

重量控制面板（3256）部件的电抛重量减少控制图。采用 Xbar 控制图对重量控制面板（3256）在电抛中的质量减少的量进行监控，对电抛后的产品抽样检测，三个一组取平均值，把所测得的样品的数据放到 Minitab 软件中，生成图表如下页图 5-3。从图表中看出所有的点都在上下控制界限之内，这些点都是随机分布的，所以没有过程异常发生。质量工程师把这样的工作表做好，给到电抛供应商，他们可以用此表监测过程中异常的发生。

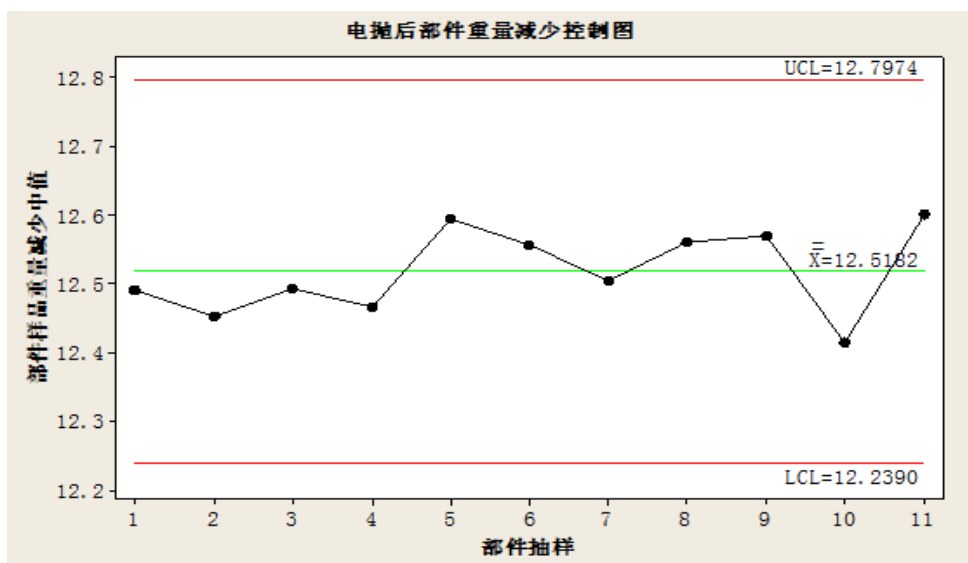




图 5-3 重量控制面板（3256）部件的电抛重量减少控制图

滑道和滑道下垫块不良的防呆措施。改善小组制定了如下行动方案。由工程部门负责该焊接治具的图纸设计，由生产部门负责该治具的生产加工，由质量部门负责该治具的校核。在两周内完成该焊接治具。这样就可避免有人的视觉误差或部件放置错位导致的焊接不良。做好的治具如下图。

序号	焊接防呆治具	治具图片	治具功能
1	滑道焊接治具		防止部件间因放置不当而引起的间隙；防止焊接过程中部件间的位移。
2	滑道下垫块1焊接治具		可以快速定位部件；可以保证部件间的垂直度要求。

3	滑道下垫块 2 焊接治具		可以快速定位部件；可以保证部件间的垂直度要求。
---	-----------------	--	-------------------------

图 5-4 焊接防呆治具图片和功能

改善标准化实施。经过对制造流程改善后，原有的作业程序、作业指导书和表格可能不适用新的流程和作业方式。由改善小组的负责人和质量部门负责标准化的人员讨论，发现哪些作业程序要修正，哪些作业程序要新建。然后质量部门负责标准化的员工协调各个相关的文件的制定者和流程的责任人去及时完成文件的更新和建立工作，并跟踪到最后完成。

TPM 全面设备维护。要在全公司范围内推行 TPM 项目，促进全员参与设备维护的文化，改善现有的设备维护程序、操作、设备备件情况，最终达到减少设备意外停机和提高设备利用率的目的。具体推行计划如下表。

表 5-11 TPM 实施计划

项目	工作内容	负责人	实施日期
1	TPM 项目促进会议	工厂经理	23/07/2012
2	成立 TPM 工作小组	工厂经理	26/07/2012
3	TPM 培训	人事培训员工	30/07-3/08/2012
4	识别生产过程中的关键设备	TPM 小组	27/07-1/08/2012
5	分析关键设备的设备资料、维护要求、停机记录	TPM 小组	1/08-5/08/2012
6	分析关键设备的备件需求和现有备件的库存状况	TPM 小组	6/08-7/08/2012
7	更新、建立设备维护程序、指导书、表格	TPM 小组	8/08-10/08/2012
8	重新定义设备备件清单和安全量	TPM 小组	8/08-10/08/2012
9	实施新的设备维护方案	全体员工	10/08-14/08/2012
10	审核、校正设备维护方案	TPM 小组	14/08-16/08/2012

第六章 格盛德公司改善的效果的评价和分析

6.1 财务绩效评价与分析

格盛德公司的销售额经过流程改善后得到提升。对瓶颈工位焊接的改善，提高了过程产能，这样在相同的时间内可以完成更多的订单和出货。从最初的平均每月两百万左右的销售额，增加到后来每月约两百七十万的销售额。具体如图 6-1。

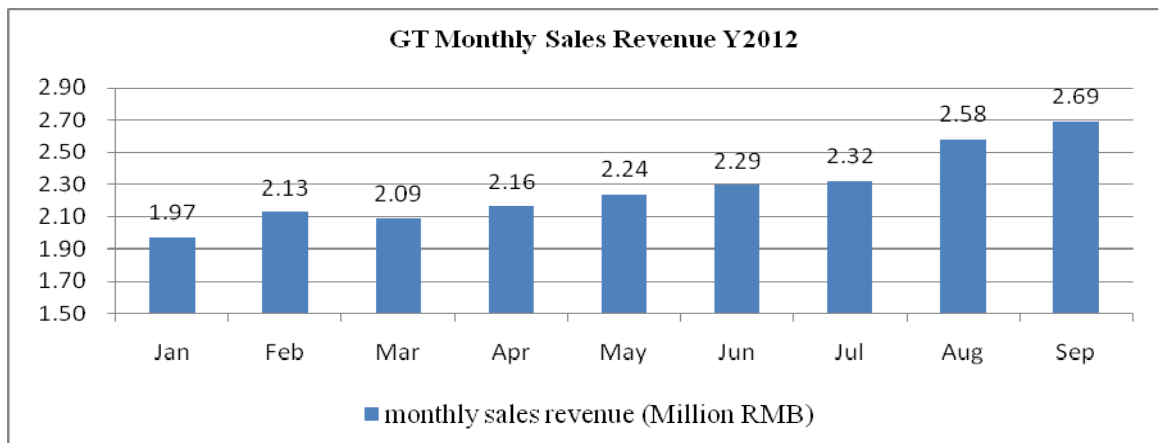


图 6-1 格盛德公司月份销售额统计

经过运用精益六西格玛改善后，公司的 EBITDA 息税折旧前利润率也得到了可观的提升。识别公司过程的价值并减少或取消浪费，使公司的价值活动比得到有效改善；经过以价值流为核心的改善，使制造流程更加顺畅和平衡，由于生产效率的增加从而使单位产品的生产成本降低。EBITDA 从一月的 17.6% 提高到九月的 26.3%。改变实际情况如图 6-2。

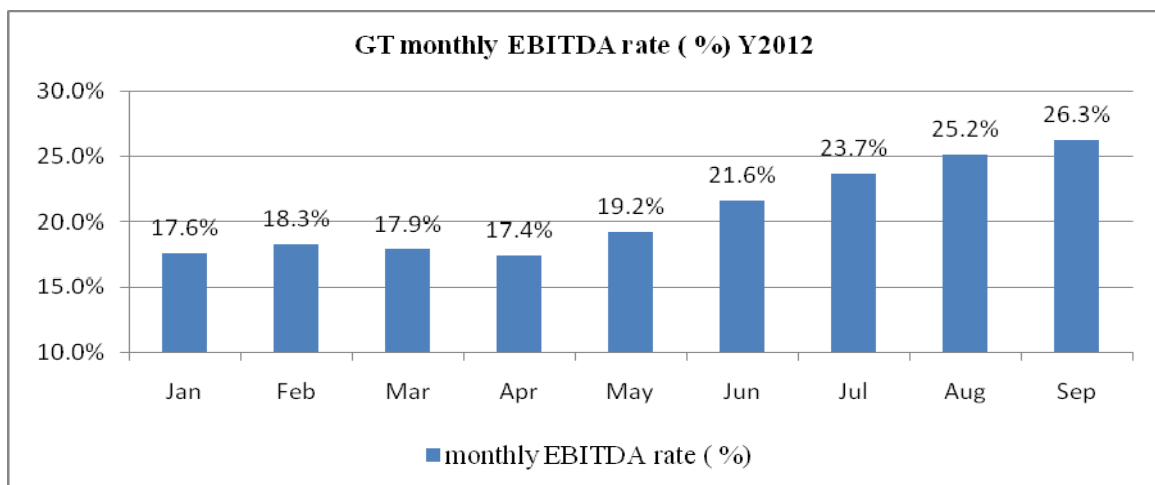


图 6-2 格盛德公司月份息税折旧前利润率统计

6.2 非财务绩效评价与分析

格盛德公司 OTD(on time delivery 准时交货率)的有效提升。经过运用精益六西格玛对公司进行改善后,公司制造过程的无价值活动减少了;公司的瓶颈的工艺时间减少了;产品的质量得到有效地改善,退货和返工明显比以前减少了;工序间的等待减少了;产品的制造周期减少了,最终的结果是准时交货率从一月的 44%提升到九月的 91%。具体情况见下图 6-3。

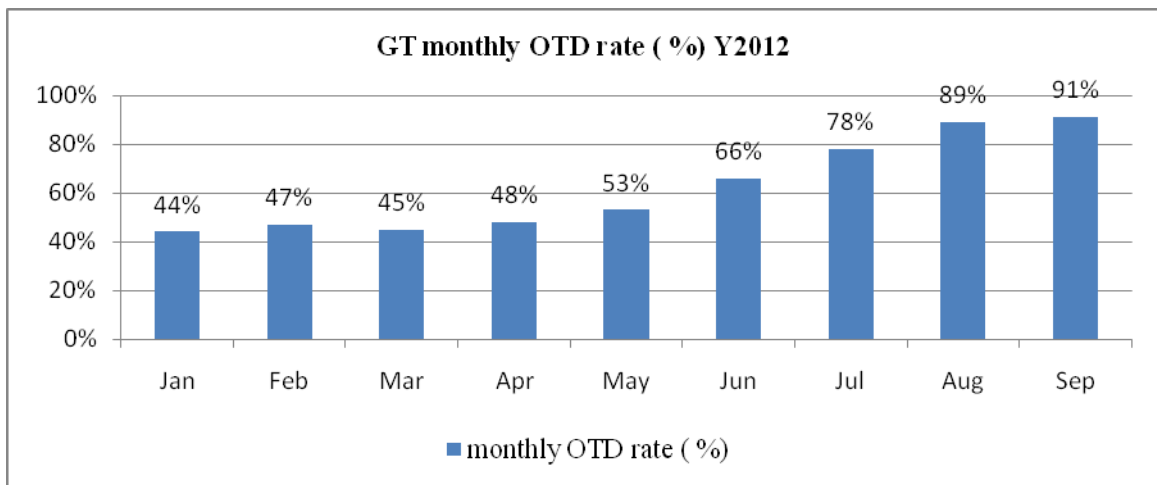


图 6-3 格盛德公司月份准时交货率统计

客户投诉的减少。经过对过程中的重大浪费-产品不良改善后,客户的月份投诉次数持续减少。在过程中使用了大量的定性分析和定量分析工具对产品不良进行了系统的和深入的分析,发现根本影响因素,并分析出相应的参数选择,找到了相应的改善方案。每月客户投诉数量从一月份的 13 次减少到九月份的 1 次。如下图 6-4。

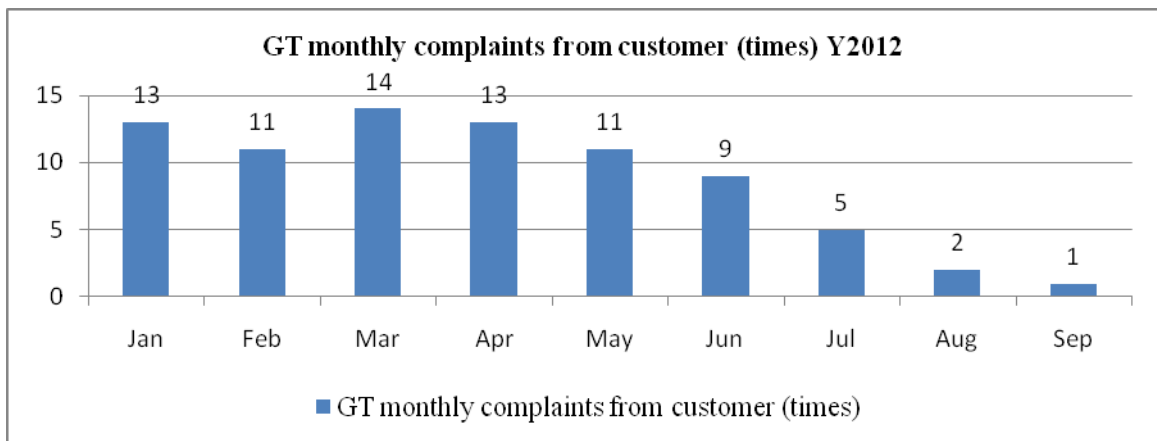


图 6-4 格盛德公司月份客户投诉次数统计

格盛德公司 LWD(lost working days 损失工作日)安全事故的减少。经过对过程效率的改善、瓶颈的改善、工作环境的改善和工作标准化的提升，公司的安全事故明显减少了，从一月份的 2 次到九月份的 0 事故。详见下图 6-5。

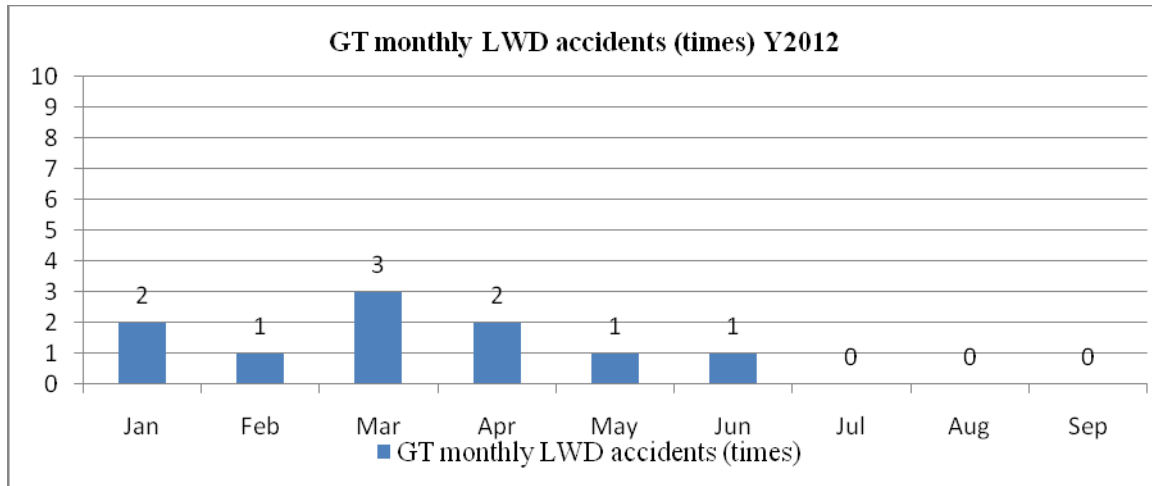


图 6-5 格盛德公司月份损失工作日安全事故次数统计

持续改善的文化的形成。在格盛德公司推行制造流程分析改善的过程中，绝大多数的员工曾参与其中，他们不仅在改善技能上得到提升，在持续改善追求卓越的工作观念上也得到一定的提升。

总之，鉴于以上的分析和论述，以精益六西格玛新整合模式来分析改善格盛德公司的制造流程取得了明显的绩效，提高了生产效率和产品质量，降低了生产成本，不仅使企业本身的销售和利润有明显的改善和提高了企业市场竞争力，也使客户的产品需求有了良好的保证，客户的满意度从而得到了提升。

第七章 结论和进一步研究的方向

7.1 从改善结果看 VVFP 模式的有效性

从第五章的过程改善结果和第六章的绩效评价可以看出，GT 公司的制造流程被很好的优化和公司的绩效得到大幅度的改进，公司的竞争力和客户的满意度有明显的提升。这样的结果很好地说明了这次系统性的制造流程改善是非常成功的，精益六西格玛 VVFP 模式是可行的和有效的。GT 公司工厂的负责人进行了改善的必要性的宣导，并培训员工改善技能，领导全厂员工运用精益六西格玛新模式改善公司的制造流程。在价值、浪费识别阶段，定义浪费清单和解决顺序，并对浪费进行分析，对简单的问题找出解决办法；在价值流现状分析和改善阶段，对计划信息的传递、产能、浪费进行分析和解决，对焊接不良进行了进一步分析；对过程的流动性进行分析，分析和改善了产品的快速转换，对焊接和电抛问题进行了进一步分析和改善；在拉动改善阶段，分析了拉动系统的可行性，并建立了原材料和部件生产的拉系统；在尽善尽美阶段，分析和设计了防错防呆方案、标准化作业方案、全面设备维护方案。从这五个改善阶段可以看出，改善是分阶段的、循序渐进的，这样的改善过程是有效的。经过运用精益六西格玛新模式，发现了影响交货期的过程因素（包括无价值活动和时间两个方面）和质量因素，并对其进行了优化和改善。

7.2 VVFP 模式的优越性和局限性

精益六西格玛 VVFP 模式的优越性。当前的 DMAIC 模式是采取项目制的实施方式，需要专门的改善人员；VVFP 模式是公司的负责运营的领导来主导和负责的实施方式，适合于没有改善人员的公司，且推行中受制于组织职责不明确等因素的制约的可能性较小；DMAIC 模式对问题有个假设，即改善对象面临很复杂的问题，经过问题定义、测量、分析、改进之后找到关键因素和参数，对其进行改善和控制即可解决问题，现实中，企业所面临的问题有时并不符合这样的假设，而是多方面的和有层次的，VVFP 模式则提供了这样问题的解决方法，即循序渐进的分阶段的解决问题的模式；VVFP 模式不仅提供了系统地解决问题的方法，也提供了系统地识别问题的方法，即着眼于价值流并和公司的运营战略的方向一致，而 DMAIC 模式的问题的识别则缺乏系统性；VVFP 模式在解决问题中，兼顾速度和质量两个维度，这是其它传统改善方法所不能比拟的。

精益六西格玛 VVFP 模式的局限性。VVFP 模式的实施，需要企业的员工具备良好的责任感和归属感。如果 GT 公司的工厂经理没有归属感，则很难从长期和大局来考虑公司的改善的开展，而无法系统性地推行改善活动。目前，有些公司的领导偏执于短期目标的实现和报表数据的好看，这是他们缺乏归属感的表现。如果 GT 的员工没有企业责任感，则很多的具体的改善活动无法得到落实，甚至于缺乏广泛的参与而无法形成全员改善的氛围。

VVFP 模式需要负责运营的高层领导具备良好的改善管理能力和对 VVFP 模式的良好认知和实践。改善的管理不同于正常的运营管理，其不仅需要良好的问题解决能力，还需要对改善进行规划、设计、管控的能力。如何有效的倡导公司的改善文化，如何推动员工积极参与改善中来，如何调节改善中员工的情绪问题和部门间的冲突，这些都是改善活动中对领导的重大的挑战，这些是需要在改善中学习和培养起来的能力。另外，精益六西格玛 VVFP 方法包含大量的定性和定量的分析工具，这些是需要有在长期的时间中学习和掌握的，不是经过一两个月的培训就能熟练掌握的。GT 公司在改善中有高层领导熟悉这些复杂工具的运用并对员工进行了良好的培训，才取得了有意义的改善成果。这个因素会制约有的企业无法运用 VVFP 模式实施运营的改善。

7.3 企业组织和人事管理对改善的重要性

企业组织和人事管理的良好配合对 VVFP 精益六西格玛的成功实施是非常重要的。在组织管理上，需要决策层的支持和高层领导工作时间的重新分配。GT 公司的决策者有很强的改善意愿，并理解改善的长期性和提供必要的资源来完成改善的执行，这些都是对改善的必要的支持。在人事管理上，员工的工作职责、绩效考核、职位晋升、奖励机制、工作成果分享方面都可以促进改善活动的进行和改善文化的建立。其中，改善成果的分享有两个方面，一个是员工间分享改善经验，有利于互相学习和团队文化的建设；另外公司愿意和员工分享改善成果，愿意从物质上和精神上与员工分享由于改善带来的企业效益和竞争力的提升，这是一个企业是否形成持续改善文化的一个重要因素，合理的成果分享会形成员工的企业归属感、主人翁责任感、企业与员工共同发展的良性循环。

7.4 对其它公司的参考意义

格盛德公司面临着许多中小企业目前都面临的问题，资源有限和投入到改善的人力不足；产品种类多而过程控制难度大，交货期和质量达不到客户的期望。精益六西格玛的 VVFP 整合模式为 GT 公司分析问题和改善流程提供了有效的方法。精益六西格玛在 GT 公司的成功实施可以为其它企业提供借鉴。

有的企业还在探索如何有效的整合精益和六西格玛，不妨了解和试行 VVFP 的整合模式，以减少企业运营的资源和组织内部的冲突；有的中小企业不知如何系统地对制造流程开展改善，不妨借鉴 GT 公司的经验，了解其如何在组织和人力资源上提供系统改善的支持、从哪些方面激励员工参与改善、改善的系统方法和形式有哪些、对不同的过程问题如何选择有效的解决工具等。

7.5 研究的不足和进一步研究的方向

精益六西格玛是没有终点的改善方法论，其需要企业持之以恒的实践和完善适合自己的模式。经过在 GT 公司几个月的精益六西格玛的实践，尽管取得了令人惊喜的成绩，但是当前的价值流会提醒公司的管理者和员工，过程还有进一步优化的机会。在接下来的工作中，GT 的管理团队和所有员工将持续改善公司的制造流程，以价值流为核心进一步减少浪费和增加有价值活动的比率，进一步减少过程的变异提升产品的良率。

由于研究时间有限，此次对精益六西格玛新模式的实践验证是针对 GT 一家企业的，其理论的可操作性和有效性有待于通过更多企业的实践来验证。未来，笔者希望推荐这个理论模式给更多的企业，尤其是和 GT 公司在规模上和生产类型上相类似的企业。

参考文献

- [1] 周延虎. 精益六西格玛集成应用的若干问题研究[C] [DB]. 中国博士学位论文全文数据库. 2008. 18-21.
<http://202.121.96.33/kns50/detail.aspx?QueryID=3&CurRec=19>
- [2] 上海捷达企业管理咨询有限公司. Flextronics-China Lean Expert 精益大师培训教材[Z]. 2004. LE102~1.5&8-39.
- [3] Srikantaiah, Sanjay. A model of Lean-Sigma to enhance a manufacturing system through integrating Lean Manufacturing and Six Sigma approaches[C] [DB]. Masters Abstracts International. 2008.55.
<http://pqdt.calis.edu.cn>
- [4] (日) 钻石社六西格玛研究组; 孙欣欣. 图解六西格玛[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.5.
- [5] 伟创力电脑(珠海)有限公司. Flextronics Six Sigma BB培训教材[Z]. 2003.5-12.
- [6] (澳) 乔治.李.赛伊(George Lee Sye); 任月圆. 六西格玛精益流程[M]. 北京: 东方出版社, 2011.226&230.
- [7] (美) 科利尔(Collier,D.A.), (美)埃文斯(Evans,J.R.); 马凤才. 运营管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.282.
- [8] 金应锡. 丰田精益生产管理实战[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.94.
- [9] Chandler, Chaucey M.D. Formulation of Lean Six Sigma Critical Business Processes for manufacturing facilities. [C] [DB]. Dissertation Abstracts International. 2007.48.
/Arnheter, E., Maleyeff, J.. The Integration of Lean Management and Six Sigma[C]. The TQM Magazine, 17(1), 2005.8&11.
<http://pqdt.calis.edu.cn>
- [10] (美) 莱克(Liker, J.); 李芳龄. 丰田模式: 精益制造的14项管理原则[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.307.
- [11] 张驰 张永嘉. 精益六西格玛-精益生产与六西格玛的完美结合[M]. 深圳: 海天出版社, 2010.105.
- [12] 廖洋. 精益六西格玛工具DMAIC在LPS生产部的研究与应用[C] [DB]. 中国优秀

硕士学位论文全文数据库.2009.7.

<http://202.121.96.33/kns50/detail.aspx?QueryID=3&CurRec=26>

[13] S.托马斯.福斯特; 何桢. 质量管理: 集成的方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.439.

[14] 周天勇.发展中小企业更有利于解决就业问题. [EB].

http://www.ctaxnews.com.cn/xinwen/mjzl/ztywz/200803/t20080307_1515743.htm.

[15] 朱莉. 精益与六西格玛在中小企业实施的研究[C] [DB]. 中国优秀硕士学位论文全文数据库.2008.27-34.

<http://202.121.96.33/kns50/detail.aspx?QueryID=3&CurRec=41>

[16] 崔继耀著. TPM活动推行实务. [M]. 广州: 广东经济出版社, 2004.39.

[17] Baghel, Amit. An evaluation of continuous improvement methodologies and performance. [C] [DB]. Masters Abstracts International.2005.42.

<http://pqdt.calis.edu.cn>

[18] Zc. 我国农业机械市场分析. [DB]. <http://kj.sxny.gov.cn/sxkj/njgc/20120528/10716.html>. 2012-05-28/2012-09-24.

[19] 车建国. 多品种小批量下精益生产系统的改进研究[C] [DB]. 中国博士学位论文全文数据库. 2007.24-25.

<http://202.121.96.33/kns50/detail.aspx?QueryID=3&CurRec=83>

[20] Maez, Blaine A. Using Lean Manufacturing and Six Sigma concepts to improve quality in an investment casting shell room. [C] [DB]. Masters Abstracts International. 2008.12.

<http://pqdt.calis.edu.cn>

[21] Paulo Gomes. Teaching notes for Operations Management[Z]. 上海: Shanghai International Studies University MBA center, 2011.38&46.

[22] 周密著. IE 方法实战精解. 广州: 广东经济出版社, 2003.314.