

分类号 F203.9/1110
U D C

密级 公开
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

MBA 学位论文

论文题目 一汽解放汽车发动机分公司生产流程优化研究

研究生姓名	楚明朋
指导教师姓名、职称	林燕 教授
学科专业名称	工商管理
研究方向	运营管理

提交日期 2024年5月20日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导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。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 楚明刚 签字日期： 2024.5.30

导师签名： 林艳 签字日期： 2024.5.30

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 楚明刚 签字日期： 2024.5.30

导师签名： 林艳 签字日期： 2024.5.30

Research on Production Process Optimization of FAW Jiefang Engine Branch

Candidate : Chu Mingpeng

Supervisor: Lin Yan

摘要

中国制造2025致力于提升汽车发动机性能与环保性，以应对市场和技术挑战。发动机作为汽车心脏，对性能、燃油效率和排放至关重要。因此，优化发动机生产是中国制造业的关键研究方向。随着德国工业4.0引领的智能化、自动化趋势，中国汽车工业面临市场竞争和技术创新的双重压力。在降碳减排和电气化的潮流下，发动机行业面临挑战。面对市场竞争加剧和消费者对高品质产品的需求，优化生产流程，降低成本，提高竞争力成为企业的首要任务。

本文通过梳理国内外有关精益生产及生产流程优化的文献资料，以一汽解放汽车发动机分公司为研究对象，首先，在本文写作背景的下，提出研究目的和意义，介绍并界定了精益生产、生产流程、生产管理、生产线平衡的概念，选择流程管理理论、6S管理理论、现场布局优化方法、基础工业工程方法等作为研究的理论基础及工具方法。其次，通过对公司生产线工位布局现状、生产线运行现状、员工管理现状及现场管理现状的分析，发现该公司生产流程存在工作效率低、资源浪费严重、生产线平衡率低、产品合格率低、员工主动性不足、现场6S管理混乱等问题。在此基础上通过布局优化方法、基础工业工程方法、访谈法及6S管理理论对造成以上问题的原因进行了分析并给出相应优化措施：T型生产线改为U型、优化物流动线、优化瓶颈工序步骤、生产线工位人力资源灵活配备、完善员工管理制度、严格实施6S管理等措施。在此基础上对造成以上问题的原因进行了分析，并针对问题的原因给出相应优化措施。最后，通过分析给予这些优化措施有效执行的制度保障和组织保障。

综上所述，本文以一汽解放汽车发动机分公司为对象，对其发动机生产的流程优化展开研究，旨在帮助企业实施精益生产，提高发动机的生产效率和产品质量，提升企业竞争力，为企业的可持续发展奠定坚实基础，同时，也对其他制作型企业的流程优化提供借鉴。

关键词：精益生产 发动机 生产流程

Abstract

Made in China 2025 is committed to improving the performance and environmental friendliness of automotive engines to meet market and technological challenges. As the heart of a car, the engine is crucial for performance, fuel efficiency, and emissions. Therefore, optimizing engine production is a key research direction for China's manufacturing industry. With the trend of intelligence and automation led by Germany's Industry 4.0, the Chinese automotive industry is facing dual pressures of market competition and technological innovation. Under the trend of carbon reduction and electrification, the engine industry is facing challenges. In the face of intensified market competition and consumer demand for high-quality products, optimizing production processes, reducing costs, and improving competitiveness have become the primary tasks of enterprises.

This article reviews literature on lean production and production process optimization both domestically and internationally, with FAW Jiefang Automobile Engine Branch as the research object. Firstly, under the background of this article, the research purpose and significance are proposed, and the concepts of lean production, production process, production management, and production line balance are introduced and defined. Process management theory, 6S management theory, on-site layout optimization method, basic industrial engineering method, etc. are

selected as the theoretical basis and tool methods for the study. Secondly, through the analysis of the current layout, operation, employee management, and on-site management of the company's production line workstations, it was found that the company's production process has problems such as low work efficiency, serious resource waste, low production line balance rate, low product qualification rate, insufficient employee initiative, and chaotic on-site 6S management. On this basis, the reasons for the above problems were analyzed through layout optimization methods, basic industrial engineering methods, interview methods, and 6S management theory, and corresponding optimization measures were proposed: changing the T-shaped production line to a U-shaped one, optimizing logistics flow lines, optimizing bottleneck process steps, flexibly allocating human resources at production line workstations, improving employee management systems, and strictly implementing 6S management. On this basis, the causes of the above problems were analyzed, and corresponding optimization measures were proposed for the causes of the problems. Finally, by analyzing the institutional and organizational guarantees provided for the effective implementation of these optimization measures.

In summary, this article focuses on the optimization of the engine production process of FAW Jiefang Automotive Engine Branch, aiming to assist enterprises in implementing lean production, improving engine

production efficiency and product quality, enhancing enterprise competitiveness, laying a solid foundation for sustainable development, and also providing reference for process optimization of other manufacturing enterprises.

Keywords: Lean production; Engine; production process

目录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的及意义	2
1.2.1 研究目的	2
1.2.2 研究意义	3
1.3 国内外研究现状	4
1.3.1 国内研究现状	4
1.3.2 国外研究现状	8
1.3.3 研究述评	11
1.4 研究内容及思路	12
1.4.1 研究内容	12
1.4.2 研究思路	13
1.5 研究方法	14
2 相关概念、理论基础及方法	16
2.1 相关概念	16
2.1.1 精益生产	16
2.1.2 生产流程	16
2.1.3 生产管理	17
2.1.4 生产线平衡	18
2.2 理论基础	19
2.2.1 流程管理理论	19
2.2.2 6S 管理理论	19
2.3 相关方法	20
2.3.1 现场布局优化法	20
2.3.2 基础工业工程方法	21
3 一汽解放汽车发动机生产流程现状分析	24
3.1 一汽解放汽车发动机分公司概况	24
3.2 一汽解放汽车发动机生产车间简介	26
3.2.1 设施布局	26
3.2.2 生产工艺	28
3.2.3 质量控制流程	29
3.2.4 安全环境	30
3.3 生产流程现状	31
3.3.1 生产线工位布局现状	31
3.3.2 生产线运行现状	35
3.3.3 员工管理现状	37
3.3.4 现场管理现状	40

4 一汽解放汽车发动机生产流程问题及原因分析	42
4.1 生产线布局存在的问题及原因分析.....	42
4.1.1 生产线工位间距过大导致工作效率低下.....	42
4.1.2 物流动线不合理导致资源浪费严重.....	43
4.2 生产线运行存在的问题及原因分析.....	43
4.2.1 工序节拍不一致导致生产线平衡率低.....	43
4.2.2 人力资源分配不合理导致产品合格率低.....	44
4.3 员工管理存在的问题及原因分析.....	44
4.3.1 访谈过程.....	44
4.3.2 访谈结果整理.....	45
4.3.3 员工主动性不足的原因分析.....	46
4.4 现场管理存在的问题及原因分析.....	47
4.4.1 生产环境差.....	47
4.4.2 物料管理混乱.....	48
4.4.3 设备故障率高.....	48
4.4.4 员工安全意识差.....	49
5 一汽解放汽车发动机生产流程优化及保障措施	50
5.1 优化目标和原则.....	50
5.1.1 优化目标.....	50
5.1.2 优化原则.....	51
5.2 一汽解放汽车发动机生产流程优化措施分析.....	53
5.2.1 T型生产线改U型.....	53
5.2.2 优化物流动线.....	55
5.2.3 优化瓶颈工序.....	55
5.2.4 生产线工位人力资源灵活配备.....	57
5.2.5 完善员工管理制度.....	58
5.2.6 严格实施现场管理.....	59
5.3 一汽解放汽车发动机生产流程优化保障措施.....	62
5.3.1 组织保障.....	62
5.3.2 制度保障.....	63
6 结论和展望	65
6.1 结论.....	65
6.2 展望.....	65
参考文献	67
附录	72
附录 A 一汽解放汽车发动机分公司员工工作状态访谈提纲.....	72
附录 B: 表目录.....	74
附录 C: 图目录.....	75

1 绪论

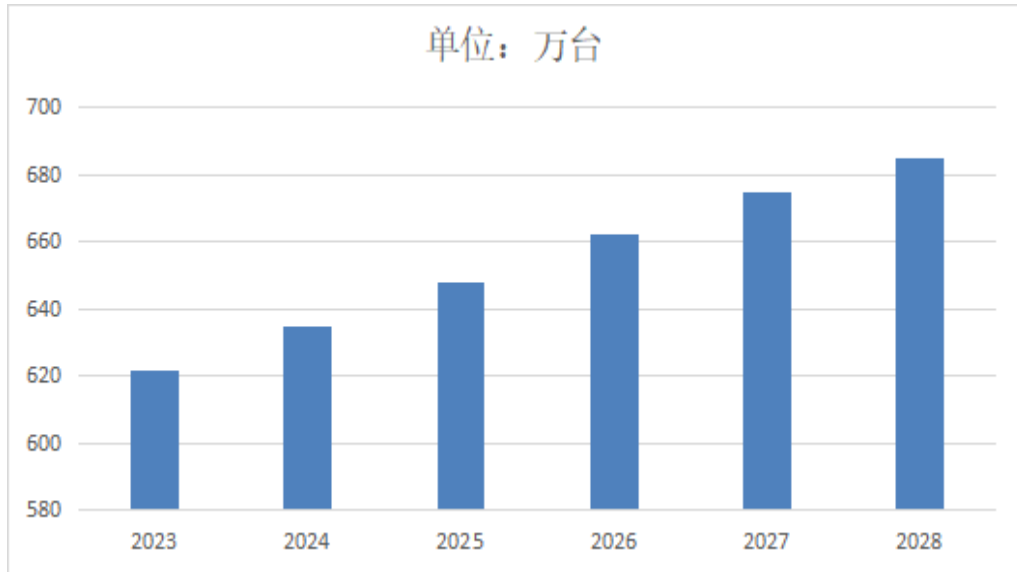
本章主要是从工业发展和汽车发动机制造背景入手，引出了发动机生产流程优化的选题背景、意义和目的，并对相关国内外相关研究进行了梳理，对本文的研究内容、研究思路、研究方法进行概括和说明。

1.1 研究背景

中国制造2025推动发动机生产优化，提高汽车性能和环保性，应对市场竞争和技术创新的压力。我国高度重视制造业的高质量发展，多年来的发展规划都对制造业的质量水平、生产效率和自主可控水平提出要求，并出台一系列政策为制造强国战略提供支撑。2015年，国务院印发《中国制造2025》，这是我国实施制造强国战略第一个10年的行动纲领，文件中指出，我国要在核心基础零部件、元器件研发和制造能力方面持续攻关，掌握先进基础工艺、关键基础材料等核心能力。该战略旨在推动中国制造业的升级和转型，使其向高端、智能、绿色方向发展。在此背景下，其生产流程的优化也成为当前中国制造业的重点研究方向之一。发动机作为汽车的核心部件之一，直接关系到车辆的性能、燃油效率以及废气排放等方面，其质量直接影响到汽车的安全性、可靠性和环境保护。因此，在现代汽车工业中，发动机的生产流程优化是一个重要的研究方向。此外，中国作为全球最大的汽车市场之一，其发动机工业也面临着日益激烈的市场竞争和技术创新的压力。因此，优化发动机生产管理和工艺流程，提高整体生产效率和产品质量，降低生产成本和废气排放，已成为中国汽车工业发展的重要任务之一。

面对全球制造业向智能化、自动化及信息化转型的大趋势，以及国内汽车市场竞争和技术创新的双重压力，发动机制造企业亟需优化生产流程、提升产品质量、降低成本，以提高市场竞争力并应对行业挑战。德国工业4.0的提出，众多制造型企业开始转向智能化、自动化及信息化建设，这已然成为了我国制造业高质量发展的必由之路。当前中国汽车工业面临着日益激烈的市场竞争和快速发展的技术创新的双重压力。在降碳减排、汽车电气化、产业智能化的大趋势下，以发动机为代表的传统行业，面临着前所未有的挑战。尽管如此，我国汽车市场规模广大，特别是重型卡车、重型货车等细分市场前景依然明朗，这也为发动机销量提供了一定的提升机会。参考前瞻产业研究院的分析，近几年来我国柴油机销

量呈现平缓趋势，因此未来几年内中国柴油机行业的销量不会出现较大的差异变化，销量增速保持在2%左右，预计2028年销量在680万台左右。



数据来源：前瞻产业研究院

图1.1 2023-2028年国内柴油发动机销量预测

面对同行业之间的剧烈竞争，即使在不断增长的市场需求，产品利润仍在不断下滑，对企业成本控制造成巨大压力。为了满足消费者需求，提高市场占有率，同类型企业对产品的质量和成本都有了更高的要求。因此，企业如何对生产流程进行优化，提高产品质量，降低浪费，节省制造成本，提升企业利润成为发动机制造行业当前急需解决的问题。

1.2 研究目的及意义

本文着重研究一汽解放汽车发动机分公司生产流程现状，通过现状寻找生产过程中存在的问题及背后原因，帮助该公司优化生产流程，提高生产效率及产品质量，降低生产成本。

1.2.1 研究目的

本文以发动机制造行业现状为背景，结合对一汽解放汽车发动机分公司的现状分析，通过对生产流程优化的研究，希望达到以下目的：

- (1) 提高生产平衡率

对一汽解放汽车发动机分公司生产流程优化的研究,可减少不必要的环节和工序,提高生产线的运行效率。通过精细管理和优化资源配置,降低原材料采购成本、库存成本和能源消耗成本。同时对生产流程进行全面分析和改进,减少缺陷品数量,提高产品一致性和稳定性。精益生产思想与智能化技术相结合,可以实现生产过程的快速、精确和稳定,从而整体提高企业生产平衡率。

(2) 提升企业核心竞争力

在全球化竞争的背景下,拓展市场份额和提升国际竞争力是企业发展的一个重要目标。通过优化生产流程,提高产品质量、交付能力和服务水平。加强市场调研与分析,深入了解客户需求和市场趋势,并灵活调整产品结构与销售策略,满足不同市场需求。积极开拓国内外市场,并建立稳定的合作关系。这将有助于扩大一汽解放汽车在国内外市场的影响力,并提升国际竞争力。

(3) 推动企业可持续发展

通过采用精益思想优化生产流程,可减少资源消耗、废物排放等环境影响。同时,随着科技的不断进步,智能化已经成为制造业的发展趋势。通过优化生产流程,引入先进的数字化技术和自动化设备,实现生产过程的快速、精确和稳定。为企业未来可持续发展奠定基础。

(4) 对进行生产流程优化的其他企业具有借鉴作用

本文的研究有利于增强生产线的生产柔性。运用了很多精益生产的相关理论,不仅对一汽解放汽车发动机生产线优化有重要意义,同时以期可以对一些想要运用精益生产对产品生产线进行优化的其他制造型企业起到一定的借鉴作用。

1.2.2 研究意义

(1) 理论意义

发动机生产流程优化设计多个学科领域的研究。它汇聚了机械工程、管理科学、计算机科学等诸多学科的精髓,吸引了来自不同背景的专家学者。这种跨学科的合作与交流,展现出了巨大的潜力与价值。它不仅推动了发动机生产技术的革新与升级,为制造业带来更为先进的生产模式,促进了知识与技能的深度融合,为相关领域的研究与实践提供了更广阔的空间和更多的可能性。因此,该研究不仅有助于发动机的生产流程优化,更有助于建设学科布局,促进学科交叉融合。

(2) 实践意义

通过对一汽解放汽车发动机分公司生产流程优化的研究，解决了生产瓶颈，成功提高了发动机生产线的平衡率。显著提高了生产效率，并且降低了生产成本。优化生产流程不仅关乎生产效率和成本，更与产品质量和市场竞争能力息息相关。降低人为因素或设备故障导致的质量问题，提升产品合格率，增强产品的市场竞争力。

此次生产流程优化研究不仅解决了当前生产流程中存在的问题，也带动了企业技术创新。为企业高质量提供了宝贵的契机和强大动力。随着技术创新的不断推进，企业的技术水平将得到显著提升，能够生产出更高品质、更具竞争力的发动机产品，同时更好地适应市场变化和客户需求，实现快速响应。进一步增强企业的核心竞争力的同时也在不断推动技术创新和产业升级。

综上所述，研究生产流程优化具有多层次的意义。在理论层面，它有助于促进多学科交叉发展。在实践层面，它有助于解决发动机制造企业生产流程的实际问题，推动产业升级、可持续发展具有重要的参考价值。

1.3 国内外研究现状

为了能深入全面的了解生产流程优化的国内外研究现状和发展趋势，在导师的指导下，我查阅了大量相关图书资料，并在万方数据库、中国知网、IEEE 等专业网站检索了有关管理沟通的研究文献，对国内外研究现状和发展趋势有了一定认识。

1.3.1 国内研究现状

国内研究学者从 21 世纪就开始了对于精益生产相关的理论研究。国内学者们以国内企业的发展要点和实际情况出发，对国内外现有研究成果进行拓展和完善。本文主要针对工业 4.0 和智能制造概念提出后，国内学者的研究成果进行综述。

(1) 关于精益生产在生产流程优化中应用的研究

精益生产理念起源于日本丰田汽车公司，经过数十年的发展和探索，逐渐形成了被称为“丰田生产方式”的生产管理模式。孙杰（2009）在此基础上拓展了

这一理念，提出了全面精益管理的概念，强调企业需要在日常管理中自上而下地落实精益思想，并在整个流程中持续实施精益改善，以消除浪费^[35]。王永升，齐二石（2010）则关注产品制造的整体流程，并提出了覆盖产品生命周期的精益管理策略。他们主张，为了实现制造企业的精益化，必须将精益理念融入产品设计、制造及持续改善的全过程中^[42]。牛占文，荆树伟（2014）基于现有研究深化了精益生产的概念，提出它不仅用于流程优化，更是一种先进的管理思维，可对企业的管理模式进行更为全面和深入的完善^[31]。马君，李建哲等（2015）同样指出，目前精益生产更多地被看作是一种先进的管理理念。企业通过引入精益思想，不仅能降低运营成本、提升工作效率，还能加快产品库存的周转、提高客户的满意度^[30]。

关于精益生产管理的方法，周武静，徐学军等（2012）深入探讨了精益生产各要素间的相互作用，包括员工参与（EI）、全面质量管理（TQM）、全面生产维护（TPM）和准时化生产（JIT）。通过明确这些要素之间的关系紧密程度，他们指出推行精益生产是一个渐进的过程，从局部扩展到整体，从个体扩展到全员，从单一环节延伸至全流程^[51]。贺晓萌（2011）提出流程优化主要聚焦于消除非增值环节，提升低效活动的效率，整合新管理理念与优秀经验，以及加强流程间协调程度，从而优化整体流程效能^[24]。马飞，李辉等（2013）深入探讨了业务流程、信息流与物流之间的内在联系，并依据信息流和物流在业务流程中的参与程度，对业务流程进行了细致分类。他们进一步详细阐述了针对各类业务流程的优化策略、实施步骤及关键侧重点，为业务流程的实质性改进提供了有力指导^[29]。崔魏（2021）认为汽车发动机的质量和生产价格会对其销售产生非常重要的影响，在生产汽车发动机时，应严格把握生产流程，生产出符合要求的高标准发动机，根据市场和行业的要求提高现场质量管理的效率，从而提高汽车企业的市场竞争力^[20]。杨俊（2021）运用精益化管理理念进行纺织设备管理，利用鱼骨图分析存在的问题，推行 TPM 管理制度，落实设备点检，控制了设备成本管理，同时优化了企业内部部分，提高了企业的发展速度^[46]。姜林科（2019）提出生产流程优化与精益思想在目标上存在共通之处，都致力于消除生产中的不必要浪费。他强调，采用精益生产思想的生产流程优化方法，注重提高效率的同时减少不必要的浪费，其核心目标是通过最小化浪费来实现生产流程处理速度的最大化^[25]。

谢庆红,王小彬等(2013)利用价值流图技术对 G 公司 DM3 产品中的核心子装配体生产线进行了深入分析。在确定非增值时间后,他们融入看板管理和连续生产等精益理念,并结合工业工程技术,针对流程问题进行了优化改进^[44]。李琴,彭丽霞等(2015)运用价值流图技术及工业工程的相关方法对课桌椅的生产流程进行分析和数据量测,通过改善工位设备及调整人员和车间布局来减少生产过程中的非增值活动,有效提高了生产效率^[27]。彭燕,刘焯(2016)借助精益思想和价值流图等工具,优化升级了某企业减速机产品的生产流程。不仅减少了半成品的库存率,还有效降低了产品生产周期,提升了生产效率^[33]。谭阳波,戴欧阳等(2017)通过运用价值流图及引入拉动系统以更好地管理生产过程,优化了某公司包装生产线。同时结合工业工程方法,找出并解决了生产流程中的瓶颈问题,提高了人机协作的利用效率^[38]。江欣昊,李乃梁等(2018)采用一般约束理论(TOC)和价值流图技术,深入识别并分析某链轮生产系统中的瓶颈资源和浪费现象。同时,他们结合 SHA、SLP 等理论,提出了一系列针对制造业生产系统设计和优化的通用方法与建议^[26]。赵相忠,解淑芸(2018)运用基础工业工程方法及价值流图技术,对生产车间布局进行调整,人员进行了重新分配,在减少了半成品库存率的同时有效的缩短了产品交付周期^[50]。黄鹏鹏,黄武良(2018)借助价值流图技术公司生产线实施了优化。在改善流程中,利用 ECRS 原则来优化工作步骤,并应用 5W1H 提问技术来识别和解决关键问题。更具体地说,他们结合了超市拉动系统和 FIFO 通道库存方法,有效地控制了库存,减少了等待时间,并实现了各离散生产环节的流畅运作^[23]。王秀红,王梦飞等(2018)通过价值流图工具对生产工序进行了重组,为 W 公司的汽车底盘生产线引入了 U 型生产布局和看板管理。他们设置了原材料和成品超市,以全面提升生产线的平衡率。这种新的柔性生产方式显著提高了生产流程的增值率和加工效率,为企业带来了显著的效益提升^[41]。田登登,蒋黎暄等(2019)以拉动式生产原理为基础,构建了预制构件生产流程的优化框架。他们采用价值流图分析技术,精准识别并深入分析生产流程中的浪费现象。通过制定并实施一系列有针对性的优化策略,他们成功地改善了生产现状,优化了生产流程,提高了整体生产效率^[39]。

(2) 关于生产线布局的研究

生产线流程改善涵盖多个层面,从基础设施布局的优化入手,通过根据生产

流程合理地排布设施,可以显著减少员工不必要的移动,进而有效降低生产流程中物流时间的浪费。现如今,有众多学者从不同角度致力于对 SLP 方法的完善。孙昕,王毅(2016)提出布局优化问题因其复杂多变及易受主观因素干扰的特性,单独运用 SLP 方法进行优化存在一定的局限性。为克服这一问题,他们创新性地将粒子群算法与 SLP 方法相结合。这种方法不仅搜索最优解的速度快,而且结果的可靠性也显著提高,具有在各类行业布局优化问题中推广应用的潜力^[36]。周小康,段亚林(2018)探讨了将传统 SLP 方法与系统化搬运分析方法(SHA)结合运用的可能性,并以多品种小批量制造型企业为研究案例,运用优化算法对其车间布局设计的合理性进行深入分析,进而提出了具有创新性的优化布局方案^[52]。薛锋,黄倩等(2019)认识到了 SLP 方法在定性分析方面的局限性,并提出将其与匈牙利算法融合的创新思路。经过融合,新方法在布局优化问题上的寻优表现尤为出色,不仅适用于铁路货场布局优化,更可推广至生产、物流等多个领域的设施布局优化问题中^[45]。

同时,也有大量的研究者采用各种不同的方法来探究设施布局优化问题。王军,曹春平等(2016)在优化加工中心设施布局时,创造性地以设施工作范围最大化为优化目标,改进了遗传算法。在求解模型得出最佳方案后,他们运用 MATLAB 软件对空间约束进行了仿真验证,以确保空间重合率的优化效果^[40]。

(3) 关于生产线平衡的研究

对生产线平衡演技的目的是寻找并改善生产线中的瓶颈节拍,通过优化瓶颈工序,减少其作业时间,或者力求作业单元在生产流程中的均匀分布,进而实现各工站作业时间的平衡。随着科技的进步,众多学者积极探索,将各种创新方法与传统的改善策略相结合,提出了更为高效的优化方案。关于提高生产线平衡问题,夏旭辉,周萌等(2018)针对机器人工作的单产品与多产品生产线布局进行了深入分析,设定了工作范围覆盖率最大化及拆解部件价值最大化这一双重优化目标,并构建了相应的平衡模型。为增强算法的局部寻优效能,该模型还具备了自我学习的能力^[43]。方景芳,徐艳凯(2017)以生产线的工站数量和工站负荷平滑指数为优化重点,创新性地提出了结合遍历算法的改进遗传算法。该算法首先通过遍历算法确定可行的加工顺序,再利用遗传算法进一步优化这一顺序,以实现更高效的生产线布局^[22]。潘志豪,郭宇等(2018)在生产线平衡问题的解决

方案上取得新突破,他们提出了全新的混合算法。该算法采用非支配排序的方法,有效解决了装配线节拍时间的不平衡问题,进一步提升了生产线的整体效率^[32]。

生产线平衡也需关注人机作业的问题。在研究中,工人操作的节拍时间与工站机器节拍时间共同决定生产线的整体节奏。为降低节拍时间和节约人力成本,应科学确定工人操作的机器数量,确保每个工人能有效管理其负责的机器,避免资源闲置或人力浪费。近年来,人机作业分析也成为了众多学者的研究焦点。段伟仪,孙丽等(2014)运用作业测定技术准确测量生产线中的实际工作时长,进而采用模特法和动素分析等方法深入剖析工人作业中的时间浪费与优化潜力,从而精准确定人机作业的最优平衡点^[21]。邹云伟,李少鹏等(2020)深入研究在单人工作模式下空闲时间与作业时间的差异,用以确定单个工人可操作机器的数量。该算法能够针对不同情况有效分析工人操作的最佳机器数,为提升生产线效率提供了有力支持^[53]。张子凯,唐秋华等(2017)深入研究了多重资源约束下的多目标 U 型装配线人机作业平衡问题,并提出了基于 Benders 分解的遗传算法,该算法具备非支配性特点。算法通过利用非回溯的拥挤距离和层级关系来评估与选择最优群族,从而在提升寻优能力的同时有效避免陷入局部最优^[49]。

1.3.2 国外研究现状

查阅大量国外研究文献,我们发现,国外学者对于汽车发动机生产流程的相关研究可以归纳为以下几个方面:

(1) 关于精益生产在生产流程优化中应用的研究

Arturo R, Ramón R 等(2022)指出制造公司正寻求提高其可持续性,以满足市场和客户对可持续产品的需求。因此,公司必须改进其生产流程,以提高可持续性(经济、环境、社会、技术、效率、能源、绩效管理、制造和质量)^[1]。Buehlmann U, Fricke C F(2016)强调了制造型企业在培养员工精益理念方面的重要性。他们认为,企业成功实现精益生产转型的基石在于确保每位员工都深入学习和理解精益生产的相关思想。为此,企业需要提供精益生产相关的理论和实践培训,以帮助员工掌握其核心理念^[5]。

Simona S, Aušra Ž 等(2023)因为他们在实施最先进的工业 4.0 技术方面面临困难,因此开发了一种动态生产计划决策支持方法(DSM DPP)来优化生产

流程。这种方法包括使用算法和 Matlab 中的编程来创建一个决策支持模块，该模块实时提供复杂问题的解决方案。该方法将技术因素和人为因素相结合，有效地优化动态生产计划^[14]。Chong M Y, Prakash J 等（2013）在具备多制造层次、高混合度、分批生产、不平衡性以及异步生产特性的电子产品装配工厂中，巧妙地设计并实施了双轨并行的看板系统。该系统旨在精准控制生产进度与在制品库存。其中，一个系统为传统标准批量看板，专用于高频需求产品；而另一个则是定量在制品（CONWIP）系统，专门应对低频需求产品，其批量大小灵活可变^[7]。Joshua P, Feng J C 等（2023）以小批量的商用飞机生产流程为案例，深入探讨了看板与 CONWIP 混合拉动系统的设计与实施过程。这一案例研究显示，拉式生产系统即便在不满足传统看板系统应用条件的生产环境中，也能成功应用。同时，该案例为类似生产环境提供了混合系统实施的参考准则^[11]。

Iriondo I R, Lasa I S 等（2016）以节拍时间和流动理念为支点，将经过行业特性调整后的精益生产方式引入多品种、小批量（HVLV）非重复性生产的中小型机床制造企业进行试点。改善效果显示，精益思想下的节拍时间与流动概念在混合 ETO/MTO 机床制造企业中具有实现的可能性^[10]。Hacer G G（2017）通过仿真模拟与价值流图分析技术，以某生产企业为研究对象，对生产流程优化效果进行综合评估。这一方法有效弥补了单独使用价值流图分析技术的局限性，能够动态且细致地对比生产流程优化前后的差异^[9]。

Torkabadi A, Mayorga R（2018）提出的方法将模糊集理论与综合层次分析法（AHP）和 TOPSIS 方法相结合，用于订单绩效分析。得出混合看板 ConWIP 拉式生产控制策略在控制所研究的多层多阶段制造和装配系统方面具有更好的性能的结论^[15]。Almira S, Hasim B 等（2020）采用 SIPOC 图、VOC 工具和 CTQ 表，准确识别了过滤器产品生产流程中的问题。接着，他们运用价值流图技术，详细描绘了生产中的价值增值与非增值环节，深入分析了瓶颈和生产布局。在明确问题主次和根源后，他们针对性地优化了生产活动和流程^[2]。

（2）关于生产线布局的研究

Buchari, Tarigan U 等（2018）针对需要工人手动操作行车的工作车间，进行了生产线设施布局的优化研究。他们特别将工人走动时间纳入了工序节拍时间的考量中，通过综合考虑生产线平衡问题，将生产线节拍作为核心的优化目标。

经过深入分析和计算，成功得出了针对此问题的最佳设施布局方案^[4]。Yang K (2021) 聚焦于信号控制箱的生产流程，针对生产线布局存在的缺陷，采用系统布局规划 (SLP) 策略，绘制出运营单元间的互动与空间关系图，并提出了优化布局方案。在综合考虑工厂建设要求和资金限制的基础上，制定了并执行了生产布局改进计划，有效缩减了物料搬运距离，加速了产品交货周期，从而实现了产品的快速流转与交付^[16]。Gan J V, Wong H 等 (2019) 以 SLP 方法为基础，进一步融合了系统仿真软件来强化遗传算法 (GA) 的寻优效能，旨在实现建筑能效布局设计的最大化提升。通过这一优化手段，他们成功地为设施布局决策提供了高能效的方案选择^[8]。Yang Z (2023) 为了提高工业机器人自动生产线的生产效率，建立了工业机器人自动产线的工作数学模型，并利用改进的遗传算法对工业机器人自动生产线的布局进行了优化。仿真结果表明，与选择的基于标准化生产线的设计方法和基于遗传算法的优化方法相比，改进的遗传算法输出的布局生产方案具有更高的空间利用效率、更短的车间物料搬运距离和更好的整体布局效果^[17]。

(3) 关于生产线平衡的研究

Aydemir-Karadag A, Turkbey O (2013) 深入探讨了随机拆卸生产线平衡问题的多目标优化挑战。创新性地提出了一种全新的算法，该算法融合了两种不同的适应度评估方法、修复算法以及多样化策略，以生成帕累托最优解。这一研究为相关领域提供了新的思路和方法论指导^[3]。Kalayci B C, Hancilar A 等 (2021) 进一步聚焦于现实拆卸系统中存在的不确定性因素，深入探讨了带有模糊任务处理时间的拆卸线平衡问题。为解决这一复杂的混合离散问题，他们创新性地提出了一种人工蜂群算法，并对该算法的性能进行了全面而细致的研究^[12]。Lahrichi Y, Deroussi L 等 (2019) 针对生产线平衡问题，提出一种创新的巨型序列精确算法。该算法将巨型序列策略巧妙地融入局部搜索中，有效提升了解决大规模数据量生产线平衡问题的效率与精准度^[13]。Chen J C, Chen Y Y 等 (2019) 对遗传算法进行了双阶段自适应优化。在第一阶段，他们通过模型求解确定了后续算法运算的初始种群；而在第二阶段，则利用启发式算法，以最大化生产效率和最小化成本为目标进行寻优^[6]。

1.3.3 研究述评

通过对文献的分析,对国内外学者的研究现状进行了梳理。众多学者对精益生产工具的应用,在生产布局、生产线平衡等各个方面都进行了深入研究。目前,国外精益管理理念的应用已深入各个领域,对生产流程优化的研究方法与工具日趋丰富,研究重点已由理论层面逐渐转向实际应用方面,且从实施过程来看也已经取得了良好的效果。

(1) 国内外研究述评

综合国内外学者的研究可以看出,在企业生产中,对流程优化的应用与研究始终未停歇。张南,王德权(2021)提出为保证生产计划的有效执行,在加工设备处布设移动终端,实时采集零件的转运过程及加工过程,为生产过程的实时追溯提供全面的数据支持。同时,通过灵活的可视化方法实现了生产过程数据(生产工人、设备、零件、工序能力、加工进度等)的全面监控,提高企业生产过程监控及数据决策能力^[48]。张建辉,王素等(2023)以复杂的船舶生产流程为例,明确流程优化和智能化管理在复杂产品生产中的重要性,并提出生产系统的管理优化方向^[47]。

在研究对象方面,曹鹏飞,刘占浩(2023)以电力装备制造企业为研究对象,找出流程中存在的问题,通过研究和分析,为企业的数字化转型和升级提供有益的指导和参考^[18]。成文胜,娜日莎(2020)以新闻媒体为研究对象,再造和优化传统的媒体工作流程,实现打造新型主流媒体的目标^[19]。卢宗豪(2007)以港口运输服务为研究对象,规范化运输生产流程,建立安全、高效、科学的运输绿色通道^[37]。

总体来讲,目前对于流程优化研究的内容及对象是多样化的,不同行业和领域都在积极探索如何通过优化流程来提升效率、降低成本。在制造业中,流程优化可能涉及生产线的重新设计、工艺改进或设备升级;在服务业中,则可能包括提升客户体验、简化服务流程或引入新的技术手段。此外,随着数字化和智能化技术的快速发展,流程优化研究也开始越来越多地关注如何利用大数据、人工智能等先进技术来优化决策、提高响应速度和灵活性。

(2) 国内外研究的空白与不足

随着全球化和市场竞争的日益激烈，生产流程优化已成为企业提高生产效率、降低成本、增强市场竞争力的重要手段。然而，尽管生产流程优化研究在国内外已经取得了一定的成果，但仍存在一些空白与不足之处，需要进一步深入研究和探索。

当前，生产流程优化研究往往过于关注局部环节或单一技术的优化，而忽视了整体流程的系统性优化。这种研究方法容易导致局部优化带来的效益被其他环节的瓶颈所抵消，无法实现整体效率的最大化。同时，由于缺乏系统性的研究方法，很难对生产流程中的各个环节进行全面的分析和评估，从而无法发现潜在的优化机会。

生产流程的优化不仅仅涉及技术和设备，还与人的因素密切相关。员工的技能水平、工作态度、团队协作等都会对生产流程的效率和质量产生影响。然而，当前的生产流程优化研究往往忽视了这些人的因素，导致优化方案在实际应用中可能受到员工抵触或无法有效实施。同时，由于缺乏对员工培训和激励机制的考虑，很难充分发挥员工的潜力和创造力，从而影响生产流程的优化效果。

不同行业的生产流程具有其独特性，如汽车制造业与食品加工业的生产流程存在显著差异。然而，当前的生产流程优化研究往往过于通用化，缺乏对不同行业特殊性的深入考虑。这可能导致优化方案在某些行业中并不适用，或者无法充分发挥其潜力。因此，需要针对不同行业的生产流程特点进行深入研究，提出更具针对性和实用性的优化方法。

鉴于以上国内外生产流程优化研究的空白与不足，本文对一汽解放汽车发动机分公司生产流程现状进行深入分析，找出瓶颈问题及原因，并提出有效的优化措施，建立相应的优化保障制度，把理论与实践相结合。同时注重各项制度建立运行中综合效应的体现，以弥补研究的部分不足。

1.4 研究内容及思路

1.4.1 研究内容

本文以一汽解放汽车发动机分公司的生产流程优化为研究对象，具体包含以下几个部分：

第一章：绪论。主要是从工业发展和汽车发动机制造背景入手，引出了发动机生产流程优化的选题背景、意义和目的，并对相关国内外相关研究进行了梳理，对本文的研究内容、研究思路、研究方法进行概括和说明。

第二章：相关概念、理论基础及方法。介绍并界定了精益生产、生产流程、生产管理、生产线平衡等相关概念，阐述流程管理理论、6S 管理理论等理论基础，以及现场布局优化、基础工业工程等相关方法，为本文的书写铺垫理论基础。

第三章：一汽解放汽车发动机生产流程现状分析。介绍了一汽解放汽车发动机分公司和生产车间概况，并使用流程管理理论对一发动机生产工艺及管理流程现状进行分析，以寻找出公司发动机生产流程中存在的问题。

第四章：一汽解放汽车发动机分公司生产流程的问题及原因分析。根据生产流程现状分析，该公司在生产线布局方面存在工作效率低下，资源浪费严重的问题；生产线运行方面存在生产线平衡率低，产品合格率低的问题，员工管理方面存在员工主动性不足的问题，现场管理方面存在生产环境差，设备管理维护不及时，物料管理混乱，员工安全意识差的问题。通过对以上问题的分析，借助布局优化法、基础工业工程方法、访谈法及 6S 管理理论对出现这些问题的原因进行了分析，为下文给出生产流程优化的措施做基础。

第五章：一汽解放汽车发动机生产流程优化及保障措施。首先确立优化的目标和原则，其次，从生产线布局方面提出 T 型生产线改 U 型，优化物流动线的措施；从生产线运行方面方面提出优化瓶颈工序，生产线工位人力资源灵活配备的措施；从员工管理方面提出完善员工管理制度的措施；从现场管理方面提出严格实施现场 6S 管理的措施。最后，针对优化措施，提出相应的组织与制度保障，切实保障优化措施的执行。

第六章：结论和展望。将总结本研究的主要内容和结论，探讨研究的不足之处，并提出未来研究的展望和建议。

1.4.2 研究思路

本文的研究思路如下图 1-2 所示：

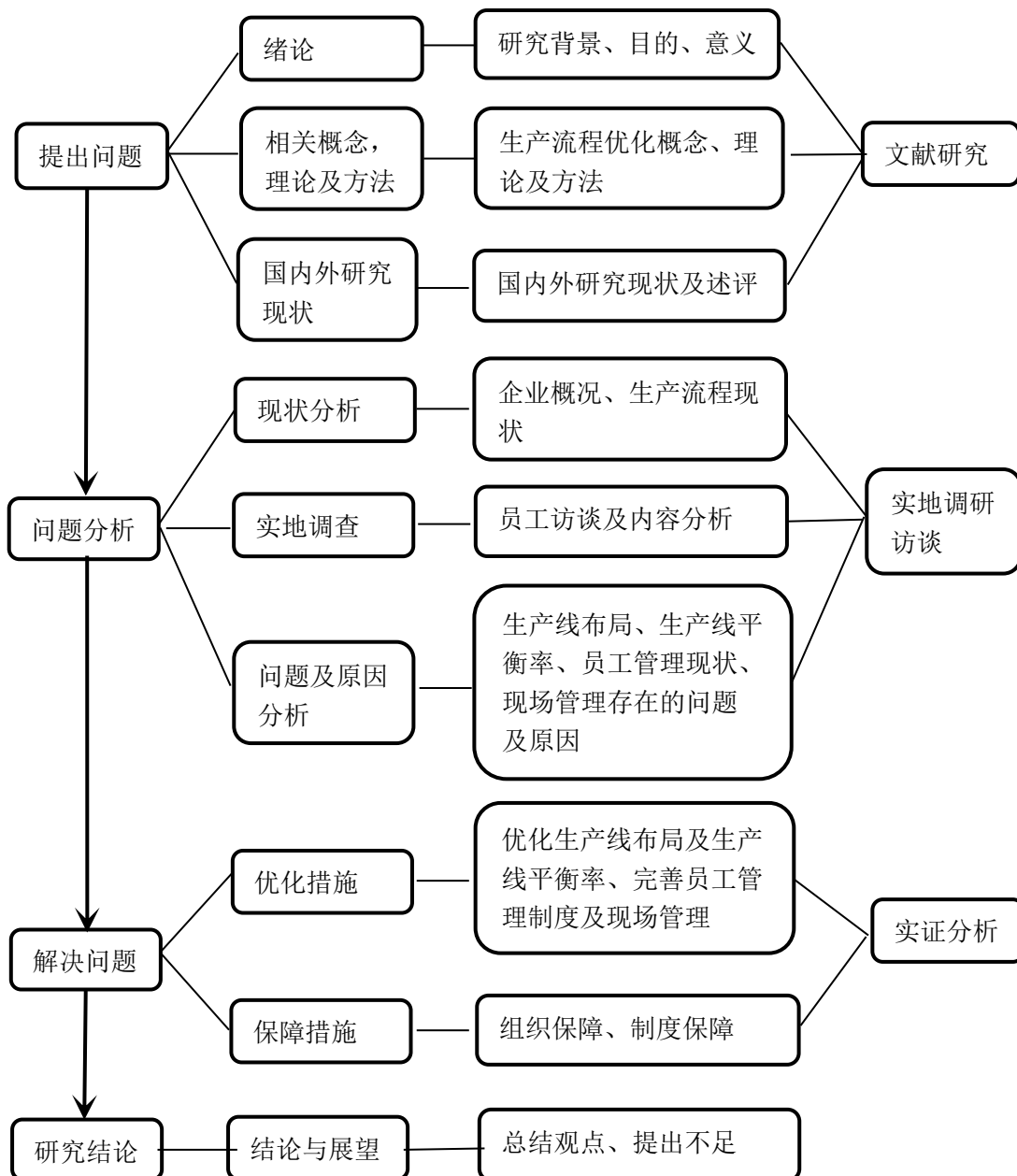


图 1.2 技术路线图

1.5 研究方法

为了更好的结合实践从理论角度尝试对公司生产流程的优化建议, 通过对公司基本情况的调查分析, 所采用方法主要有以下四种。

（1）文献研究法

通过查阅管理沟通方面的文献资料,对精益生产和生产流程的历史和现状有了较深刻的了解,梳理总结了以前学者对企业精益生产和生产流程存在的类似问题的研究成果,在此基础上归纳提出了适合企业实际的解决方案。

（2）案例研究法

本文以一汽解放发动机分公司为例,认真调查了目前发动机生产流程现状,结合相关理论和文献研究分析了存在的问题,并针对性的提出了解决对策。

（3）实地调查法

详细了解生产流程并收集关键数据,前往一汽解放发动机分公司进行学习与研究,旨在深入生产线现场。通过实地调研,掌握发动机生产的现状,并分析生产线的效率及潜在问题。基于这些信息,提出有效的改善措施,优化生产线运行,降低成本。

（4）访谈法

通过对生产线的操作工人及中、基层管理人员的访谈,了解发动机的生产管理流程现状及员工工作状态,并对产生问题的原因进行分析,采取行之有效的措施进行改善。

2 相关概念、理论基础及方法

本部分介绍并界定了精益生产、生产流程、生产管理、生产线平衡等相关概念，阐述流程管理理论、6S管理理论等理论基础，以及现场布局优化、基础工业工程等相关方法，为本文的书写铺垫理论基础。

2.1 相关概念

本研究涉及的相关概念有精益生产、生产流程、生产管理、生产线平衡等，下面对这些概念而发展进行了介绍并根据本研究的实际情况对这些概念进行了界定。

2.1.1 精益生产

精益生产起源于丰田汽车，20世纪50年代丰田汽车大野耐一和丰田英二开创一种全新的管理模式——丰田生产方式（TPA-Toyota Production System），之后在20世纪80年代，美国商人约翰·克拉夫西克（John Krafcik）文章《精益生产系统的胜利》（Triumph of the Lean Production System）中正式提出“精益生产”概念并对这一概念进行了阐述和推广。核心理念是以最少的资源投入获得最大的运营效益。具体来说，精益生产强调消除生产过程中的一切浪费，通过优化生产流程、提高生产效率、降低生产成本，实现企业的持续改进和完美追求。

本研究对该概念的界定是：消除浪费，提高效率，持续改进，以最小化资源投入，最大化产品输出。这种生产方式旨在通过消除生产过程中的浪费，降低成本，提高产品质量，并快速响应市场需求。

2.1.2 生产流程

早在1911年，泰勒的《科学管理原理》就为我们揭示了生产线流程管理的初步形态。他深入工厂，从一线工作中总结出诸多管理问题与解决方案，为后来的生产线流程管理奠定了坚实基础。

随着时间的推移，生产流程的管理与优化也逐渐受到更多国内学者的关注。李翔（1984）在他的《论现代企业生产流程再造》中提出生产流程是一个综合性

的产品制造过程，涵盖了从原材料的准备、零部件的配套，到零部件的生产、整体装配，或依据特定的工艺流程进行连续的加工制造，直至最终产品的产出^[47]。生产流程是企业作业流程的关键环节，对产品的性能、质量、成本和交货期等核心要素具有决定性影响。它不仅奠定了企业正常运营的基础，更是增强企业应变能力和提升市场竞争力的重要保障。

本研究定义的生产流程，指从原材料投入到成品产出的全过程，即劳动者按照一定的顺序连续对原材料和半成品进行加工，最终使之成为成品的过程。该过程涉及物化劳动和活劳动的消耗。本文中生产流程包含了工艺流程及管理流程两个部分。其中，工艺流程是在生产工艺角度下考虑的从原材料的投入到最终产品的生产过程，包括原材料的存储、加工、装配、测试等步骤。管理流程是从组织角度考虑，包括人、机料、法、环等可能影响产品生产质量及效率的因素。工艺流程和管理流程是相互补充的。工艺流程关注产品的生产过程，而管理流程则关注如何优化和控制这个生产过程，以实现组织的整体目标。

2.1.3 生产管理

盛昭瀚（2019）在其著作《管理：从系统性到复杂性》中将生产活动定义为：在一定环境和条件下，生产主体利用各类资源，尤其是如土地、材料、设备、资金和技术等实质性的“硬”资源，创造出满足特定需求的“人造物”。他强调，生产活动的核心在于其整体性和功能性。而管理作为生产活动的重要组成部分，主要负责整合、调节和协调人与人、人与物、物与物之间的关系，确保生产目标和过程的有序和高效。管理实践包括规划、组织、配置生产资源，以及分配、安排和协调生产中的各种关系^[48]。因此，管理的基本要义在于注重生产活动的整体性，并有效调动生产要素的功能性，以确保生产活动整体功能的实现。同时，整体性和功能性也是所有管理活动不可或缺的两个基本品质。

生产管理（Production Management）是企业管理的一个重要组成部分，它涉及到计划、组织、协调和控制生产活动的综合管理，串联整个生产过程。生产管理的核心目的是通过合理组织和有效利用资源，以最低的成本和质量，按时完成生产目标。

本研究将生产管理定义为在特定环境下，通过协调有限资源，运用恰当的策

略和手段，确保管理对象稳定运行，提升其运行效率，进而达成管理者的既定目标。管理活动需全面考虑管理对象的各个方面，进行系统性思考，以探寻更具通用性的管理工具。

2.1.4 生产线平衡

生产线平衡是指在生产线相邻工位间作业时间相差无几，作业速度保持均衡，避免明显的生产积压或等待现象。其核心在于对各工序进行平均化，使每道工序的作业时间接近，从而实现作业负荷的均衡。生产线平衡是瓶颈理论的核心思想，也被称为“瓶颈改善”。在生产线平衡中，“节拍”是一个关键概念，它代表了连续完成两个相同产品所需的时间间隔，即产品生产的平均周期。因此，生产线平衡主要关注对生产节拍的控制。

生产线平衡在现代装配制造业中占据举足轻重的地位，为众多新理论工具提供坚实基础。其关键意义在于能大幅缩短装配时间，削减工位无效时长，进而提升生产线整体作业效率，降低生产成本。此外，生产线平衡还能有效减少工序间的在制品数量，降低装配线的生产库存及场地占用，从而优化资源配置。通过减少工序等待时间，生产线平衡有助于缩短生产周期，实现精益生产中的“一个流”效果，即高效、连续的生产流程。这不仅能提升工厂的整体效率，还能显著减少现场浪费。因此，对生产线平衡状态进行细致评价至关重要，通过发现问题并针对性地加以改善，可以持续推动生产线的优化与升级。

生产线的平衡率相关公式如下：

$$\text{平衡率} = (\text{各工序时间总合} / (\text{工站数} * \text{瓶颈工序时间})) * 100\% \quad (2-1)$$

除了生产线平衡率，还有一个与之相关的指标是生产线平衡损失率，它的计算公式为：

$$\text{平衡损失率} = 1 - \text{平衡率} \quad (2-2)$$

理论节拍作为评比实际工作节拍是否打标的一个重要参数，它的计算公式为：理论节拍 = 工作计划总时 / 日需求量 = (日工作时长 * 工时利用率 * 合格率) / 日需求量。 (2-3)

本研究以一汽解放汽车发动机生产各工序为测时对象，找出瓶颈工序，加以优化，目标是优化后的生产线平衡率达到85%以上。

2.2 理论基础

本研究在分析及优化中所用到的理论有流程管理理论、6S管理理论，这些理论是衡量生产流程中管理流程及工艺流程是否高效、规范与顺畅的重要标准，为改进和优化提供了明确的指导方向。

2.2.1 流程管理理论

流程管理理论的起源可以追溯到20世纪初，由科学管理之父泰勒在其著作《科学管理原理》（1911年）中首次提出。他主张对工作流进行系统的分析，并将操作程序标准化，从而开创了流程管理的先河。这一理论被称为“方法和过程分析”（Methods and Procedures Analysis），为后来的流程管理研究和实践奠定了基础。之后于20世界80年代，美国知名管理学家迈克尔·哈默引入了新的流程定义，即流程是一系列相互关联的活动，这些活动共同为客户创造价值。简而言之，流程即为完成某项任务所需进行的全部工作的总和，它能在特定时间内将不同部门、岗位和人员紧密地联系在一起。为确保任务的顺利执行，企业需要为流程提供必要的资源，明确每个节点的责任、执行标准和考核指标，并对整个流程实施监控。这种将企业管理过程标准化、规范化和程序化的做法，被称为流程管理。

2.2.2 6S 管理理论

1982年，日本质量管理大师Kaizen(持续改进方法)之父今井正明，在其著作《Kaizen》中第一次提出5S管理框架。5S的提出对制造业的生产管理产生了巨大的影响，这一理论也因其简洁而高效的特点，迅速风靡全球。我国在引进5S管理方法后，海尔在1995年结合自身的实际情况，进行了进一步的创新和发展。在原有的5S基础上，增加安全(Safety)管理要素，形成了现今的6S管理理论(表2.1)。这一创新不仅丰富了6S管理的内容，也使其更加符合我国的实际情况。

表2.1 6S管理理论内容介绍

分类	内容	目的
整理 (SEIRI)	对物品进行分类，划分为有用与无用两类。对于有用的物品予以保留，而其余无用的则进行清理。	释放空间，实现空间的高效利用，避免错误使用，并确保工作环境整洁清爽。
整顿 (SEITON)	对保留下来的必需品，根据指定位置进行合理摆放，并确保其整齐有序	优化工作场所布局，减少寻找物品所需时间。同时，维持整洁有序的工作环境，避免物品过度积压提高工作效率。
清扫 (SEISO)	清扫干净工作场所，确保其干净整洁。	保持产品质量稳定，有效降低工业事故的发生率。
清洁 (SETKETSU)	持续推进整理、整顿、清扫工作，并将其纳入制度化管理，确保环境始终保持整洁美观的状态。	打造一个明亮清晰的现场环境，并持续巩固前三项整理、整顿、清扫工作的成果。
素养 (SHITSUKE)	培养良好的习惯，严格遵守各项规则，激发员工积极主动的工作态度，形成积极向上的企业文化。	推动企业文化的培育，严格遵守规章制度，同时强调团队协作的重要性，以发扬团队精神。
安全 (Safety)	强调员工安全教育的重要性，确保每位成员都时刻保持安全意识，采取预防措施。	创建并维护一个安全生产的环境是至关重要的，任何工作的进行都应以确保安全为前提。

2.3 相关方法

本研究在现状分析、问题及原因分析、优化措施分分析中所使用方法有现场布局优化法及基础工业工程方法。这些方法为系统地识别瓶颈、消除浪费、提升效率提供了有效的工具与手段。

2.3.1 现场布局优化法

现场布局优化旨在针对生产现场中不合理或不科学的流程与设备布局进行改善。通过重新规划生产流程、机器摆放和物料工具布局，使现场布局更加科学、有序和顺畅，从而提高生产效率，减少不必要的浪费，降低生产成本。在进行现

场布局的时候，根据统一、最短距离、物流通畅、立体空间、安全及柔性等原则，常用的布局方法有以下几种，见下表2.2:

表2.2 常见现场布局方法

方法	特点概述
工艺流程分析	对生产现场的工艺流程进行详细分析，了解每个工序的操作过程、物料流动和设备使用情况。通过优化工艺流程，可以消除不必要的操作，减少物料搬运距离，提高设备利用率。
设备布局分析	根据工艺流程和设备特性，对设备布局进行调整和优化。合理的设备布局可以减少设备之间的干扰，提高设备运行的稳定性和效率。同时，应考虑设备的可达性和维修性，便于操作和维护。
工作环境改善	关注现场的工作环境，包括照明、通风、噪音等方面。通过改善工作环境，可以提高员工的工作舒适度和满意度，减少工作失误和事故的发生。
安全性提升	在现场布局优化中，应充分考虑安全因素。例如，设置安全通道、安装防护装置、制定安全操作规程等。通过提升安全性，可以保障员工的人身安全，减少生产事故的发生。
数字化技术应用	借助数字化技术，如物联网、大数据分析等，对现场布局进行模拟和优化。通过数字化技术的应用，可以实时监测生产现场的运行状态，及时发现和解决问题，提高生产效率和质量。
物料管理分析	对物料进行分类管理，合理规划物料的存放区域和运输路线。通过优化物料管理，可以减少物料的寻找和搬运时间，降低库存成本，提高生产效率。

布局的科学性，是否能有效增加企业利润；布局的美观性，是否能为员工创造舒适的生产环境；是否符合环保生产要求；生产线是否能实现人员优化；是否能确保产品质量；是否能保障产能需求；是否存在不必要的运输浪费；以及是否能实施标准化作业。当这些因素都得到充分考虑和保证时，布局优化就能达到更佳的效果。

2.3.2 基础工业工程方法

基础工业工程方法起源于19世纪末20世纪初的工业革命的时期，由众多的工业工程师和管理专家在长期的工业实践中共同探索和发展起来。它通过对生产过程进行详细的观察和分析，找出存在的问题和瓶颈，并提出相应的改进措施。基础工业工程的方法主要包括了两大方面，即方法研究和作业测定。

(1) 方法研究

方法研究旨在运用多样化的研究技术，对当前作业方法进行详细记录、深入分析和针对性改进。通过这一过程，我们可以优化原有的作业方式，提出更高效的方案，进而提升生产效率并降低生产成本。方法研究着重于对整体生产流程、工艺及现场布置进行全面分析和改进。通过合理利用人力、物力和资金，旨在消除浪费、优化生产环境。这种研究方法着眼于整体效能的提升，而非局限于局部问题的解决。

方法研究涵盖了程序分析、操作分析和动作分析三个层面，如表 2.3 所示。

表2.3 基础工业工程方法研究内容

分类	内容
程序分析	对整个生产过程进行宏观分析，研究产品从原材料投入到成品产出的全部过程，分析构成产品的每个零件的整个生产流程、运输路线等，以消除不合理的作业流程、运输路线等，达到降低成本、提高生产效率的目的。
作业分析	是程序分析的深入和具体化，针对某个具体工序、工作地进行研究，分析构成工序的每个作业（操作）和每个作业的动作，以消除无效劳动。
动作研究	是作业分析的基础，通过对作业动作进行细微分析，研究多余动作产生的原因，提出改进动作的方法，使作业达到省力、省时、高效的效果。

本研究所用到的优化分析方法为程序分析中的 ECRS 分析法，即取消 (Eliminate)、合并 (Combine)、重排 (Rearrange) 和简化 (Simplify)。

其中，取消 (Eliminate) 意为考虑该项工作有无取消的可能性。合并 (Combine) 是将两个或两个以上的对象变成一个。重排 (Rearrange) 称为替换，是通过改变工作程序，使工作的先后顺序重新组合，以达到改善工作的目的。简化 (Simplify) 是经过取消、合并、重组之后，再对该项工作作进一步更深入的分析研究，使现行方法尽量地简化，以最大限度地缩短作业时间，提高工作效率。

(2) 作业测定

作业测定作为方法研究的关键手段，旨在通过科学技术对合格工人完成特定工序的时间进行准确确定和测定，前提是作业流程、工艺方法、动作必须科学且合理。

作业测定可采用多种方法，如秒表法、工作抽样法、预定动作时间标准法等。本文采用的是秒表测时法，即使用秒表对各个工序所需时间进行依次测量。此方法旨在研究之前的操作流程方法，通过测量生产线上员工完成各工序的时间消

耗，为制定作业时间定额提供必要的技术支持。

测时按观察记录方式和范围的不同，可按表2.4所示分类分。

表2.4 秒表测时方法

测时方法	方法描述
连续测时	观察人员利用秒表作为工具，按照工序操作单元的顺序进行逐一观察，并记录实际发生的时间和事实。在此过程中，秒表持续运转，仅在划分各操作单元界限的定时点记录起始和结束时间。待全部观察结束后，再计算各操作单元和各次观察的持续时间。这种方法主要用于研究整个工序的操作构成和时间消耗。
反复测时	使用秒表对每个操作单元进行独立观测，直接记录操作的持续时间和相关事实。具体操作是：当操作开始时启动秒表，操作结束时停止秒表，并记下该操作的绝对持续时间，然后将秒表复位归零，再继续对下一操作进行测时。这种方法也被称为归零法。在时间研究中，反复测时主要用于抽测一个工序中的某些关键操作单元的持续时间，以达到特定目的。
循环测时	观察人员使用秒表作为工具，按照操作顺序有规律地连续测量除了一个操作单元外的所有操作单元的持续时间。这种方法有助于全面了解工序中各个操作环节的时间消耗。

在数据记录完成后，由于测量人员失误等原因，可能会导致所测得的数据中存在异常值。因此，我们需要对数据进行分析，以确定是否存在异常值。异常值与正常值存在显著差异，这种差异可以通过计算上下限来量化。在确定了上下限之后，位于上下限之外的数据即为异常值，需要将其剔除，从而得到我们最终所需的数据。

3 一汽解放汽车发动机生产流程现状分析

本章介绍了一汽解放汽车发动机分公司和生产车间概况，并使用流程管理理论对一发动机生产工艺及管理流程现状进行分析，以寻找出公司发动机生产流程中存在的问题。

3.1 一汽解放汽车发动机分公司概况

一汽解放汽车发动机分公司，源于1953年的第一汽车制造厂发动机厂，是中国最早大规模生产车用发动机的专业厂家，曾为一汽的创业历程和结束中国不能生产汽车的历史做出了重大贡献。至今，公司已累计生产发动机总成210万台。2003年，公司成为解放公司的一部分，经过数年的努力，现已成为一汽集团车用发动机及其主要零部件如曲轴、连杆的生产中心。位于长春市绿园区的公司占地面积2680平方，设有5个生产车间和9个职能部室。为了响应一汽的发展规划，公司在“十五”期间进行了产品结构调整，投资5亿元引进国外先进技术，构建了5条机曲轴、连杆生产线，主要配套解放中重型商用车。此外，公司还与各大院校及科研机构合作，成功研发了多系列、宽品种的产品平台，排放达到欧III标准。质量是公司的生命线。2005年，公司在原有ISO9000体系基础上，成功通过了ISO/TS16949:2000质量管理体系认证。同时，公司配备了国际先进的检验装备，确保产品质量的稳定。

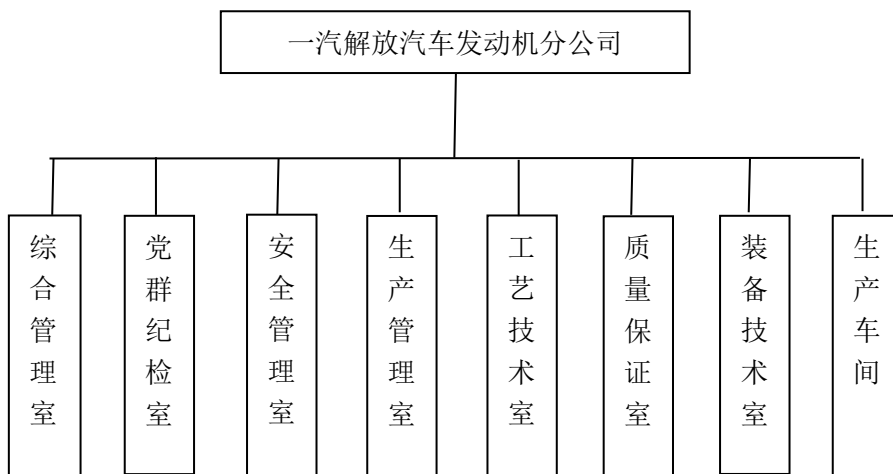


图3.1 一汽解放汽车发动机分公司组织框架图

目标产能与实际产能方面。一汽解放汽车发动机分公司自成立以来，一直致力于提高发动机的产能。在2004年成立初期，公司的目标产能是每年生产10万台发动机。然而，随着市场需求和公司技术的不断提高，产能也在逐年增加。到2010年，公司的目标产能已经提高到每年20万台。而到了2025年，公司的目标产能已经提升至每年50万台。实际产能与目标产能之间总是存在一定的差距。受到多种因素的影响，如设备故障、原材料供应不稳定、生产工艺调整等，实际产能往往无法达到目标产能。因此，为了确保生产线的稳定运行和产品的质量，公司需要对实际产能进行持续监控和调整。根据最近的数据显示，一汽解放汽车发动机分公司在2022年的实际产能为36万台发动机，比目标产能少了14万台。这主要是由于装配车间产能不足，半成品积压过多，不仅影响了公司产能目标，也增加了公司的库存成本。为了解决这些问题，虽然公司已经采取了一系列措施，包括加强原材料供应链管理、更新设备、优化生产工艺、加强技能及安全方面的培训等，但实际效果并没有达到预期。

客户需求方面。一汽解放汽车发动机分公司的客户订单需求是公司运营的核心，直接影响到生产流程的优化。近年来，随着国内外市场的变化，客户需求也呈现多元化和复杂化的趋势。首先，从数量上来看，一汽解放汽车发动机的客户订单需求呈现稳步增长的趋势。根据公开数据，公司近三年（2020-2022年）的订单数量年均增长率达到10%，预计未来几年这一趋势将持续。这种增长主要得益于商用车、客车市场的稳定发展以及工程机械领域的快速增长。同时，工程机械领域的快速发展也对发动机的需求产生了积极的影响。其次，从订单的结构上来看，客户对发动机的性能、品质、价格和服务等方面提出了更高的要求。例如，对于商用车和客车市场，客户更注重发动机的燃油经济性、动力性和可靠性；对于工程机械领域，客户则更看重发动机的耐久性和低维护成本。因此，公司需要根据不同客户的需求，提供个性化的产品和服务。最后，从订单的地域分布上来看，一汽解放汽车发动机的出口订单占比逐年增加。目前，公司已经成功进入多个国家和地区的市场，如东南亚、南亚、中东和非洲等。这些地区的客户对发动机的需求有其独特的特点，如更低的成本、更适应热带气候等。因此，公司需要根据不同地区的客户需求，进行针对性的产品设计和生产。例如，针对东南亚市场的客户，公司可以提供更适应热带气候的发动机产品；针对南亚市场的客户，

公司可以提供更经济的发动机产品。

3.2 一汽解放汽车发动机生产车间简介

本部分将从一汽解放汽车发动机公司生产车间的基本概况,包括车间设施布局、生产工艺、质控流程及安全环境等方面入手,通过对车间现场实际情况全方位的描述与概括,为后文在对发动机生产工艺及管理流程现状进一步的探讨做好铺垫工作。

3.2.1 设施布局

一汽解放汽车发动机分公司共5个生产车间,分别为铸造车间、机加工车间、装配车间、试车与检验车间及涂装车间。整体布局见图3.2。

(1) 铸造车间

铸造车间是发动机生产线的起点,主要负责缸体、缸盖等关键零部件的铸造工作。涵盖了熔炼、造型、浇注、清理和检测等环节。采用先进的消失模铸造技术,该技术具有废品率低、生产效率高、零部件强度和精度高等优点。车间内配备了多台高效、节能的铸造设备,如大型自动浇注机、高精度造型机等以及先进的检测设备和仪器,如X射线探伤仪、超声波检测设备等等。

(2) 机加车间

机加车间承担发动机各个零部件的机械加工任务。车间内配备了有数控机床、加工中心、钻床、镗床等加工设备共计378台。并且配备了先进的检测仪器,如三坐标测量机,光学投影测量仪等。在先进的加工设备和工艺支撑下,车间具备微米级甚至纳米级的加工精度及强大的加工能力。

(3) 装配车间

一汽解放汽车发动机分公司装配车间共有生产线24条,包括总装线、分装线及线上工具,如托盘夹具、物流小车、拧紧机、打标机、检测机、翻转机、照明风扇系统等。发动机的零部件按照特定的工艺流程进行组装组装成完整发动机,且质检人员会对装配完成的发动机进行全面的检查,合格后送试验区。

(4) 试车与检验车间

试车与检验是对发动机进行全面性能检测和耐久性测试的重要环节。车间内

配备了先进的测试设备和方法，能够对发动机进行各种模拟工况下的测试，如高速、高温、低温等极端条件下的性能测试。同时，车间还建立了完善的测试流程和规范，确保测试结果的准确性和可靠性。

在测试过程中，车间严格控制测试参数和操作流程，对每台发动机进行全面、细致的性能检测和耐久性测试。测试结果将作为发动机改进和优化的重要依据，为进一步提高发动机的性能和质量提供数据支持。

(5) 涂装车间

一汽解放汽车发动机分公司涂装车间是一汽解放汽车制造过程中的重要环节，负责发动机零部件及整机的涂装工作。车间包括预处理区、喷漆区、烘干区等主要部分。涂装车间还会配备先进的涂装设备和自动化生产线，以提高生产效率和产品质量。同时，车间采用环保涂料和先进的废气处理设备，以减少对环境的污染。

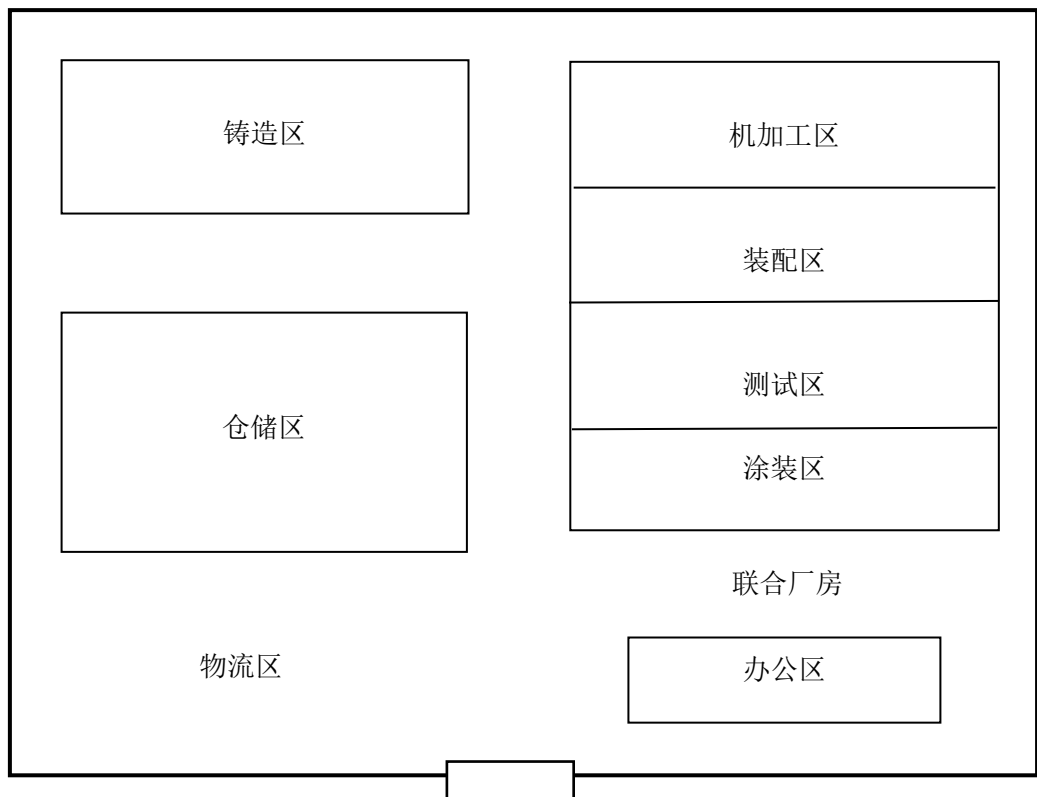


图 3.2 厂区整体布局图

根据公司生产管理室提供的数据，各车间工时利用率及合格率见下表 3.1

表 3.1 车间2023年工时利用率及合格率数据

车间	工时利用率	合格率
铸造	94.50%	97.8%
机加	95.00%	99.5%
装配	92.75%	94.0%
测试	95.45%	98.5%
涂装	96.50%	99.5%

数据来源：公司生产管理室

3.2.2 生产工艺

一汽解放汽车发动机的生产工艺是一个复杂且精细的过程，涵盖了从原材料准备到最终产品测试的多个环节。以下是一汽解放汽车发动机生产工艺的简要介绍。

(1) 原材料准备

发动机生产首先需要高质量的原材料，如铸铁、铝合金、钢材等。这些原材料经过严格的检验和筛选，确保符合生产要求。

(2) 铸造工艺

在铸造车间，使用经过准备的原材料进行铸造操作。铸造工艺包括砂型铸造、金属型铸造等，用于制造出缸体、缸盖等发动机的主要零部件。铸造过程中需要严格控制温度、压力和时间等参数，确保铸件的质量和精度。

(3) 机加工工艺

机加工车间负责对铸造好的毛坯进行进一步的机械加工。这包括铣削、钻孔、车削、磨削等多种工序，以去除多余的材料并达到精确的尺寸和形状要求。机加工过程中需要使用各种高精度的机床和刀具，确保加工质量和效率。

(4) 装配工艺

在装配车间，将经过机加工的各个零部件按照规定的顺序和工艺要求进行组装。装配过程中需要确保零部件之间的配合精度和密封性，并进行必要的调整和测试。同时，还需要安装各种附件和零部件，如燃油系统、润滑系统、冷却系统等。

（5）测试与检验

发动机装配完成后，需要进行全面的性能测试和检验。这包括功率测试、耐久性测试、密封性测试等，以确保发动机的质量和性能符合标准。测试过程中需要使用各种专业的测试设备和仪器，对发动机进行全面的检测和故障诊断。

（6）涂装与包装

最后是发动机涂装处理，以保护其表面免受腐蚀。涂装过程中需要注意涂料的选择和涂装工艺的控制，确保涂装质量和外观美观。涂装完成后，发动机会进行包装和标识，以便储存和运输。

3.2.3 质量控制流程

一汽解放汽车发动机生产车间的质量控制体系是其卓越制造能力的核心。该体系不仅涵盖了从原材料采购到成品出库的全过程，而且注重数据分析和持续改进，以确保发动机的质量始终达到或超越客户的期望。

（1）原材料入库与检验

仓库接收原材料，并根据送货单或采购订单核对原材料的数量、规格、型号等信息，仓库向质量部门提交质检申请，并提供相应的原材料信息和初步检查结果，质量部门根据质检计划和要求，从原材料中随机抽取样品进行详细的质量检测。质量部门出具详细的质检报告，对于质量合格的原材料，仓库将其正式入库，并进行相应的库存记录和标识，对于质量不合格的原材料，仓库将其隔离存放，并进行相应的标识和处理。

（2）零部件加工与检测

发动机的零部件加工，严格按照加工工艺方案进行。对加工过程中的关键参数进行实时监控和调整，如切削速度、进给量、冷却液等。并且定期对加工设备进行维护和保养，确保其处于良好的工作状态。

在加工过程中设置多个质量检验点，使用专业的测量工具和设备，对零部件的尺寸、形状、位置精度等进行精确测量。对发现的质量问题进行及时整改和返修，并记录详细的质量信息。对加工完成的零部件进行全面的成品检验，确保其符合设计要求和质量标准。对每个零部件进行唯一性标识和追溯，以便在后续使用中能够追踪其来源和加工过程。对加工过程中出现的问题进行总结和分析，找

出原因并提出改进措施。

（3）装配过程质量控制

装配是发动机生产的关键环节，也是质量控制的重中之重。一汽解放汽车发动机装配质控流程分为准备阶段、装配阶段和调试阶段。准备阶段是对即将装配的零部件进行相关检查；装配阶段严格按照工艺要求进行装配，包括各个配合间隙，螺栓扭矩，专用工具的使用等；调试阶段是在对应工序进行初步调试，如转动曲轴，调节气门间隙等，以确保各部件能够协调工作。

（4）成品出库与追溯

发动机出库检验分为成品出库检验与产品信息追溯两个部分

成品出库检验是在发动机成品准备出库前，进行全面的质量检查。这包括对发动机的外观、性能、安全性等各个方面的检查，以确保产品符合设计要求和质量标准。对于检查不合格的产品，需要进行返修或报废处理，并记录详细的质量问题信息。

产品信息追溯是为每个即将出库的发动机准备完整的产品追溯信息，包括生产日期、生产批次、关键零部件来源、生产过程记录等。这些信息通常以二维码、条形码或RFID标签的形式附着在产品上，以便后续追踪和查询。

（5）数据分析与持续改进

质量控制不仅仅是对不合格品的控制，更重要的是对生产过程的持续改进。公司通过各个相关来源（如生产线、客户反馈、供应商等）收集数据，并且设立数据收集系统，确保数据的准确性、完整性和及时性。对收集到的数据进行整理、分类和清洗，以消除错误或不一致的信息。通过数据分析，确定问题的根本原因和潜在改进区域并制定具体的改进措施和目标，监控改进措施的实施过程，确保按计划进行。

将数据分析与改进流程嵌入到组织的日常工作中，形成持续改进的文化。定期回顾和更新质量目标、指标和改进计划，鼓励员工提出改进建议，并为他们提供必要的培训和支持。对整个数据分析与改进流程进行详细的文档记录。

3.2.4 安全环境

安全的生产环境是确保员工安全、维护设备正常运转以及生产顺利的保障，

因此公司建立了完善的安全生产管理体系，并针对潜在风险制定合适的安全措施。致力于营造一个安全、健康、高效的工作环境。

随着业务的发展，公司内部机械设备越来越多，且工艺流程复杂，这需要操作人员具备高度的专业技能和安全意识，才能确保生产过程中的安全。否则，员工安全意识薄弱，操作不规范等问题，将给公司安全带来了潜在隐患。因此，针对员工的安全意识及操作规范问题，公司对新员工进行全面的培训，使他们了解并掌握基本的安全操作规程和应急处理措施，并且安全管理团队会定期对生产区域进行安全检查，及时发现并纠正潜在的安全隐患。同时，还配备了先进的安全监控系统和应急处理设施，确保在紧急情况下能够迅速响应，有效控制事态发展。针对设备安全问题，定期对车间生产流程进行规范，每一个成品都有标准的生产流程记录该成品所用的工艺路线。并对机械设备进行定期保养，记录机械设备维护和修理的时间，内容及状态，禁止机器带病运行，确保安全生产。

3.3 生产流程现状

为了优化生产流程，本部分从公司生产工艺及管理流程现状展开分析，旨在找出生产流程中存在的问题。工艺流程包括生产线工位布局及生产线运行。管理流程包括员工管理及现场管理。

3.3.1 生产线工位布局现状

一汽解放汽车发动机分公司生产线采用的是T型布局。负责发动机整装及过程检验工作，是整个生产流程的核心部分。从缸体上线打标到总装下线共有24个工位，见图3.3。

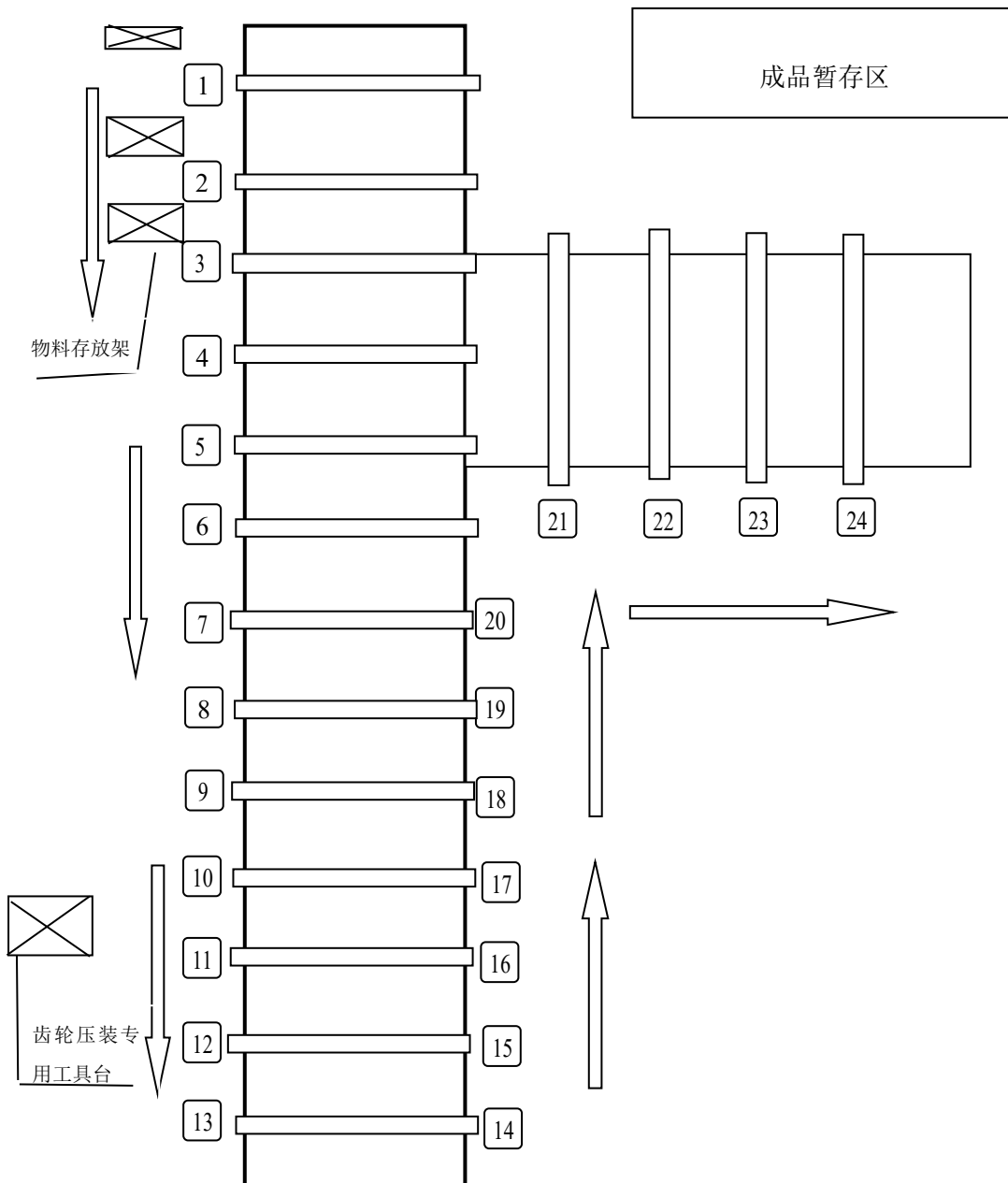


图3.3 优化前发动机生产线布局图

根据现场实际测量，生产线工位之间的距离平均在6-12米之间，因T型生产线的工位间距大，且对物料供应要求较高的特点。因此，每个工位操作人员两侧各有一个物料存放架，用于存放零部件，发动机零部件由仓库人员按工位配送，便于物料的供应。但也正因此物料存放架，及较大的工位间距，导致员工之间沟通协作相对较弱，且物料架也对物流路线造成一定的影响。

除T型生产线布局的局限性之外，工位之间的布局也缺乏灵活性，一旦某一

环节出现问题，整个生产线的运作都会受到影响。一汽解放汽车发动机生产线共 24 个工位，每个工位负责不同的发动机生产环节，其中工位 4, 5, 9, 13, 17, 22 各需要 2 名操作工，其他工位各需要 1 名操作工，共计需要 31 名操作工，见表 3.3。

表3.3 发动机装配生产流程

工序	工序名称	工作内容	操作人数
1	机体上线打标	机体上线, 打印型号、编号	1
2	装气缸套	测量机体缸套孔内径尺寸、装入气缸套、测量缸套顶部凸出量并记录	1
3	装主油道堵塞	用磁棒清理油道, 确认油道内无铁屑后在主油道堵塞上涂胶后装入主油道。	1
4	装凸轮轴	用磁棒清理油道孔及螺栓孔, 装凸轮轴套件, 装主轴承盖。	2
5	装曲轴键、轴承、活塞连杆	测量曲轴轴向间隙, 装曲轴键、轴承, 装活塞连杆总成, 检查曲轴回转力矩。	2
6	装机油泵、机油滤清器	装机油泵、装机油集滤器。	1
7	装惰齿轮轴、齿轮室组件	装定位套及惰齿轮轴, 装齿轮室组件。	1
8	装曲轴齿轮、凸轮轴齿轮	加热齿轮、装齿轮。	1
9	装飞轮壳	装定位销, 装飞轮壳垫片, 装飞轮壳。	2
10	装油底壳、机油尺	装油底壳, 拧紧螺栓, 装机油尺	1
11	装飞轮	装飞轮, 拧紧飞轮螺栓, 检查飞轮端面跳动。	1
12	装喷油泵、放水阀	装喷油泵、拧紧固定螺母, 放水阀上缠上生胶带后拧紧	2
13	装正时齿轮、紧固各齿轮, 检查轴向间隙, 装发电机支架	装提前器组件, 装惰齿轮, 装机油泵齿轮, 装机油泵主动齿轮, 装惰齿轮压板并拧紧, 装发电机支架。	2
14	装齿轮室盖	装齿轮室盖;	1
15	装皮带轮	装曲轴皮带轮并拧紧, 找到一缸上止点, 在飞轮上、皮带轮上划线。	1
16	装机、燃滤清器及进出油管部件	装机油滤清器及垫片, 装柴油滤清器及进出油管部件。	1
17	装缸盖	根据活塞凸出量选配缸垫, 装气缸盖总成, 扭紧缸盖螺栓扭矩。	2
18	装摇臂	装摇臂总成, 用塞尺调整气门间隙。	1
19	装喷油器	装喷油器并拧紧螺栓扭矩。	1
20	装缸盖罩组件	装气缸盖罩并拧紧螺栓。	1
21	装喷油器回油管、高压油管	装喷油器回油管, 高压油管。	1
22	装气泵、增压器	装气泵、增压器上各组件;	2
23	装水泵、观察孔盖	装水泵、观察孔盖板; 工艺要求: 安装紧固。	1
24	下线检查	检查零部件是否装全, 是否有漏装现象; 工艺要求: 外观检查, 达到要求。	1

其中第8工位，负责凸轮轴齿轮的安装工作，因的生产线工位已加热设备与齿轮安装专用工具操作台间距离达到了10米，且物料架影响了物流动线。这使得每台发动机安装凸轮轴齿轮时需将零部件放置在物料转运小车上推动来回20米的距离，约需要浪费25秒左右的时间。并且在第9工位，配备2名操作工，负责飞轮壳装配，节拍较工序8时间更短，且必须由前道工序8而言完成后才能开始工作，这导致了该工位9经常出现等待现象，影响了生产线的平衡，同时也对产品质量有一定的影响。2023年7-12月产品不合格率见下表3.2。

表3.2 2023年7-12月产品不合格率

月份	7	8	9	10	11	12	总数
产量（台）	2762	2468	2750	2583	2366	2630	15570
不合格品数量（台）	174	163	201	152	132	113	935
不合格品率（%）	6.3	6.6	7.3	5.9	5.6	4.3	6%

综上所述，在生产线工位布局方面，一汽解放汽车发动机生产线采用T型布局，虽然在一定程度上满足了生产需求，但工位间距大、物料存放架设置不当等问题导致了员工之间沟通协作的困难以及物流路线的不畅。此外，设备布局的不合理也增加了生产过程中的非必要耗时。

3.3.2 生产线运行现状

生产线的平衡率是衡量生产线各工序作业时间平均化状况以及生产线生产效率的重要指标。用于反映生产线各工作站之间工作负载的均衡程度。通过测量，来帮助公司发现生产过程中的瓶颈和浪费。

一汽解放汽车发动机分公司的生产线采取24小时连续作业模式，为统计生产线各工序节拍时间，本研究采用基础工业工程作业测定的秒表测时法，对24个工序进行测时5次，并确认无异常值。测量结果取平均值得到工序节拍见图3.4柱状图。其中节拍时间最短为工序9，耗时195秒；最长为工序4，耗时302秒。装配整台发动机的24个工序总耗时为5415秒，

生产线生产能力及公司生产任务需求计算，生产线每日（24小时）需产出320台发动机。根据表3-1可知发动机生产线工时利用率是92.75%，产品合格率是94%，由公式（2-3）理论节拍计算公式，可计算生产线理论节拍（T）为：

理论节拍 (T) = 工作计划总时 / 日需求量 = (日工作时长 * 工时利用率 * 合格率) / 日需求量。

$$\text{理论节拍 (T)} = 24 * 3600 * 92.75\% * 94\% / 320 \approx 235.4 \text{ (单位: 秒)}$$

由计算得出生产线理论节拍 (T) 应为 235.4 秒, 见图 3.4 参考线。将理论节拍与实际工序节拍对比可看出工序 4 和工序 8 超出理论节拍, 即为瓶颈工序, 需要对其进行优化。

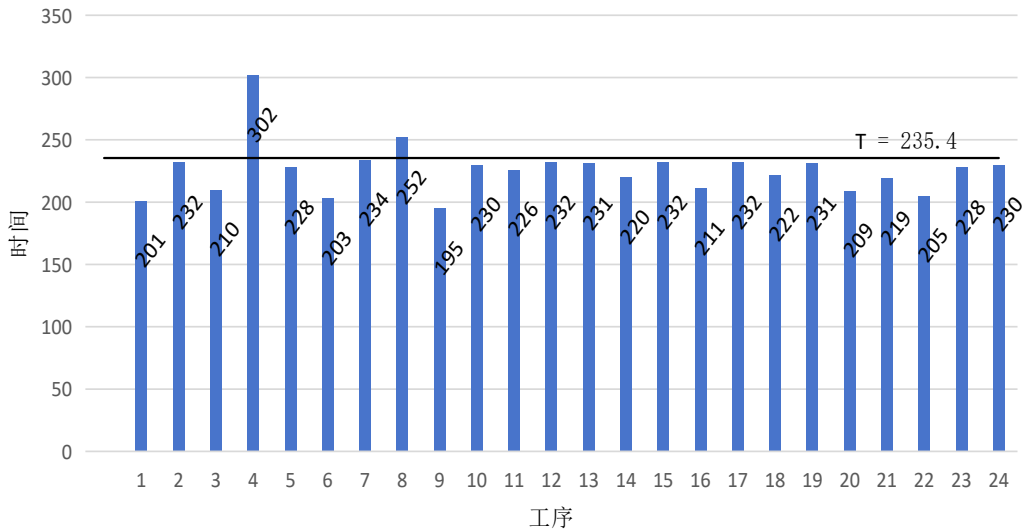


图 3.4 生产线工序作业时间与标准生产节拍对比图 (单位: 秒)

根据上图 3.4 及生产线平衡率计算公式 (2-1) 可计算出一汽解放汽车发动机分公司生产线平衡率为

$$\begin{aligned} \text{平衡率 (B)} &= (\text{各工序时间总合} / (\text{工站数} * \text{瓶颈工序时间})) * 100\% \\ &= (5415 / (24 * 302)) * 100\% \approx 74.71\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{平衡损失率 (d)} &= 1 - \text{平衡率 (B)} \\ &= 1 - 74.71\% = 25.29\% \end{aligned}$$

由计算可得, 一汽解放汽车发动机生产线平衡率为 74.71%。损失率高达 25.29%, 可提升空间较大。

综上所述, 在生产线运行方面, 通过秒表测时法发现生产线的平衡率仅为 67.95%, 存在较大的提升空间。损失率高达 32.05%, 表明生产线在工序间存在明显的不均衡现象, 需要进行优化以提高生产效率。

3.3.3 员工管理现状

根据公司人力资源部提供的信息，下文从员工构成情况、技能水平、工作效率、员工满意度及流失率现状、培训发展现状、安全意识现状及员工工作状态现状等多个方面掌握该公司目前的基本状况。

(1) 员工配备情况

一汽解放汽车发动机分公司目前拥有员工总数为665人，其中管理人员124人，操作人员541人。

员工年龄分布如下图3.5。

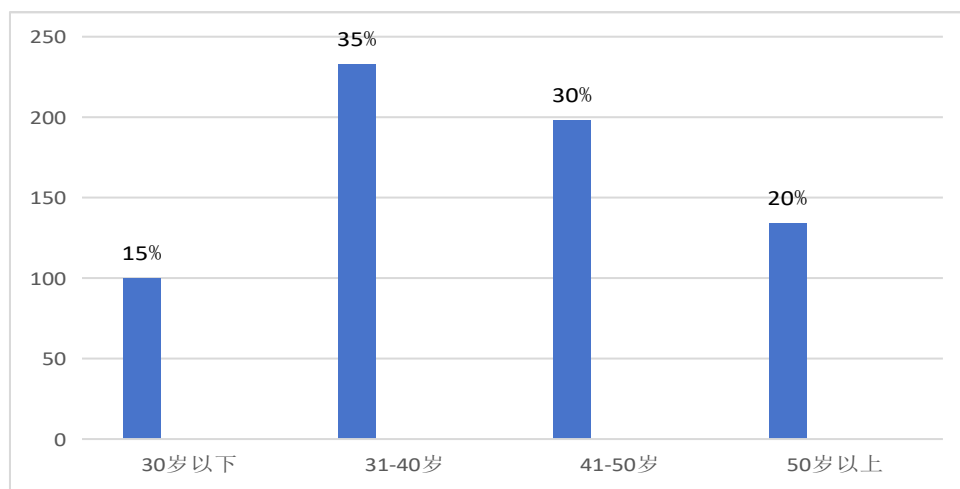


图 3.5 公司员工年龄构成

资料来源：公司综合管理室

从年龄方面来看，31-50岁的员工占65%。是该公司的中流砥柱。30岁以下的员工仅占15%，说明公司确实新鲜血液的注入。50岁以上的员工占20%，说明公司已有较多员工以开始步入老龄化，可能会面临一定的退休潮压力。

员工学历情况见下图3.6。

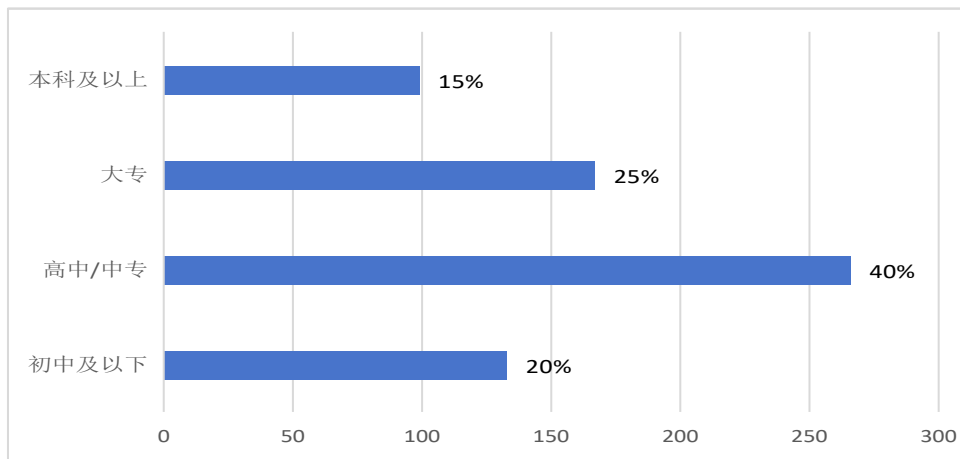


图 3.6 公司员工学历情况

资料来源：公司综合管理室

在学历分布来看，高中/中专以下学历的员工占60%，本科及以上学历的员工仅占比占15%。员工的学历水平整体偏低，未来需要加大高学历人才的引进和培养力度。

员工技术水平见下图 3.7。

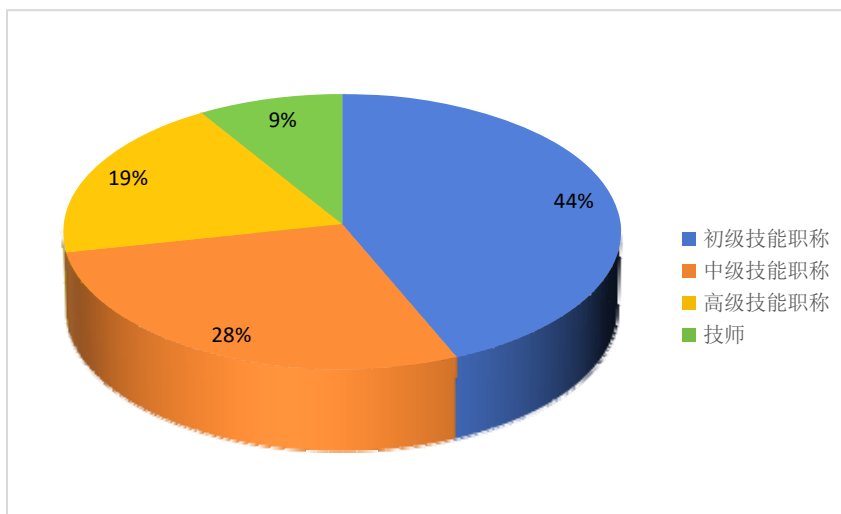


图 3.7 公司员工技能水平

资料来源：公司综合管理室

根据公司人力资源部提供的员工技能水平评估表，我们发现在拥有初级技能证书的员占44%，中级技能证书的员占28%，高级技能证书的员占19%，而拥有技师及以上职称的员仅占9%。这表明公司员工的技能水平整体偏低，高级技能人才匮乏。

(2) 工作效率现状

根据生产线的数据统计，员工的工作效率存在较大的差异。根据公司设备生产能力，员工工作时间，原材料的供应等因素，平均每位员工每月需要完成约78台发动机的生产任务。然而，在实际操作中，部分员工由于技能水平低、工作态度消极等原因，无法按时完成生产任务。这不仅影响了生产线的整体效率，还可能导致产品质量的不稳定。

（3）员工满意度与流失率现状

根据公司综合管理室对员工满意度调查的报告显示，员工对公司的薪酬福利、工作环境、晋升机会等方面存在一定的不满。其中，薪酬福利满意度仅为60%，工作环境满意度为70%，晋升机会满意度为55%。这些不满意因素可能导致员工流失率的上升。据统计，公司近三年的员工流失率分别为5%、6%和7%，呈逐年上升趋势。为了稳定员工队伍和提高工作效率，公司需要关注员工的实际需求和发展空间，制定更加合理的薪酬福利政策和晋升机制。

（4）培训与发展现状

虽然公司制定了员工培训计划，但根据公司综合管理室调查数据显示，仅有30%的员工认为培训内容丰富且实用，40%的员工认为培训效果一般，而30%的员工则认为培训流于形式、效果不佳。这表明公司的培训体系存在较大的改进空间。为了提升员工的技能水平和职业素养，公司需要制定更加贴近实际需求的培训计划，并加大培训投入和考核力度。

（5）安全生产意识现状

在安全生产方面，公司虽然制定了详细的安全生产规则和操作规程，但仍有部分员工缺乏安全意识，存在违规操作现象。根据公司安全管理室对安全事故统计数据显示，近三年公司共发生安全事故10起，其中因员工违规操作导致的安全事故占60%。为了加强安全生产管理，公司需要加大安全教育和培训力度，提高员工的安全意识和操作技能。

（6）员工工作状态现状

除上述6点外，在一汽解放汽车发动机分公司生产线现场，我们观察到员工工作积极性偏低，精神状态不佳。有些员工避开工作场所进行消极怠工，或者聚在一起闲聊，表现出懒散的工作态度。这导致那些原本勤奋的员工在看到这些行为后，感到不公平，积极性因此下降，最终影响整个车间的生产效率。此外，一

些员工在机器运转时也未能见职尽责，忽视了潜在的问题，这无疑增加了产品的故障率。

综上所述，在员工工作状态方面，公司员工的年龄、学历和技能水平分布不均，整体偏向老龄化、低学历和低技能水平。这在一定程度上影响了员工的工作效率，工作质量及安全意识。同时，员工对公司的薪酬福利、工作环境和晋升机会等方面存在不满，同时员工工作积极性也不高，需要进一步改善。

3.3.4 现场管理现状

经过对一汽解放汽车发动机分公司的实地深入勘察，全面了解了生产现场管理的现状，并在多个关键领域进行了细致的观察与评估，包括生产环境、设备管理、原材料管理、生产过程监控以及员工行为与安全意识等方面。

在生产环境管理方面，查看了生产现场相关环境检查记录，包括卫生、噪音、温度及照明灯平均而言，清洁度得分达到了85分（满分100分）。不过，我们也注意到生产线周边存在油污和废弃物问题，这是导致得分下降的主要原因；生产现场的平均噪音水平为80分贝，部分区域的噪音超出了员工的舒适工作范围；在夏季高温时段，部分车间的温度会超过38℃，这不仅影响员工的身体健康，也对工作效率造成了一定的影响；在照明条件方面，有15%的生产区域照明不足。这在一定程度上影响了员工的视觉判断和操作精度，需要得到改善。

在物料管理方面，根据公司2023年原材料入库检验记录，在过去一年内平均入库合格率为98%。这表示有2%的原材料由于供应商问题而不合格，我们需要与供应商加强沟通和合作，提高原材料质量。并且有5%的原材料因存储条件不当而导致质量下降或损坏。这提醒我们需要改进原材料的存储条件和管理方法。根据生产报表显示，原材料的平均使用效率为96%。这意味着有4%的原材料因操作失误或管理不善而被浪费。我们需要加强操作规范和管理制度，提高原材料的使用效率。

在生产设备管理方面，根据表3.3公司2023年设备维修记录可知，有10%的设备存在维护不及时或不到位的情况。并且在过去一年内中，设备的平均故障率为0.8%。值得注意的是，其中50%的故障是由于员工操作不当导致的。这提示我们需要加强员工操作培训和设备使用规范。另外，有30%的设备已经使用了超过10

年，存在明显的老化现象。这些设备需要及时更新或进行大修，以确保生产效率和产品质量。

表 3.3 2023年设备维修记录

设备名称	设备年限（年）	故障次数	故障原因
打标机	3	1	超期未年检
传送机	10	6	零件老化
定位夹紧装置	2-4	4	操作不当
热处理设备	12	7	零件老化
扭矩检测设备	0.5-4	4	操作不当
泄漏检测设备	3	1	操作不当
性能测试设备	2	0	/
动平衡机	6	2	操作不当
清洗机	6	2	操作不当
涂油机	10	3	零件老化

数据来源：公司生产管理室

在员工行为与安全意识方面，在生产车间现场观察到即使在工作现场有众多安全提示标识的情况下，仍有约10%的员工在生产过程中存在不规范的行为，如未佩戴防护用品、违规操作等。这些行为不仅可能影响产品质量和生产效率，还可能对员工的安全造成威胁。需要加强员工的安全培训和行为规范教育，提高员工的安全意识和操作规范性。

综上所述，在现场管理方面，生产环境存在油污、废弃物、噪音和照明不足等问题。生产设备管理存在维护不及时、操作不当以及设备老化等问题。原材料管理方面存在供应商质量不稳定、存储条件不当以及操作失误导致的浪费等问题。员工行为方面存在不规范操作和缺乏安全意识等问题。

4 一汽解放汽车发动机生产流程问题及原因分析

根据第三章对一汽解放汽车发动机分公司的生产流程现状进行了梳理分析后发现，该公司在生产线布局，生产线运行，员工及现场管理方面存在以下问题，并通过布局优化法、基础工业工程方法、访谈法及6S管理理论对出现这些问题的原因进行了分析。

4.1 生产线布局存在的问题及原因分析

本部分根据生产线布局现状分析，借助现象布局优化方法，得出一汽解放汽车发动机分公司生产线布局存在生产效率低、资源浪费严重等问题。并对造成问题的原因进行了分析。

4.1.1 生产线工位间距过大导致工作效率低下

一汽解放汽车发动机生产线目前采用的是T型布局，根据现场实际测量的数据，生产线工位之间的距离平均在6-12米之间。这种过大的间距导致了员工在操作过程中需要频繁地移动，不仅浪费了时间，还增加了劳动强度。

由于工位间距大，生产线操作工在搬运物料时需要花费更多的时间和精力。对每个工位的物料搬运时间进行了计算，平均每个工位每天需要花费额外的30分钟用于物料搬运。在一条包含24个工位的生产线上，这意味着每天将浪费12小时的生产时间。

同时，由于过大的工位间距还导致了员工之间的沟通协作变得困难。在生产过程中，员工之间需要频繁地交流信息、协调操作，但由于距离过远，他们不得不频繁地离开工位进行沟通，这不仅打断了工作流程，还增加了出错的可能性。通过观察员工之间的沟通协作情况，发现员工之间每次沟通平均需要离开工位5分钟。在一个工作日内，每个员工可能需要与其他员工沟通10次以上，导致至少50分钟的非生产性时间损失，严重影响工作效率。

4.1.2 物流动线不合理导致资源浪费严重

生产线物流动线的不合理直接导致了企业资源的浪费。这种浪费不仅体现在物料运输成本的增加，尤其是在物料运输时间和人力成本上。根据图3.3工位布置图，其中工序8的其中一个操作步骤需要用到专用工具台，根据现场测量，其间距超过10米，并且因工位两侧有物料存放架遮挡，使得物流动线更加不畅，经计算此工位单台发动机因物流转运需多浪费25秒左右时间。

其次，因物流动线不顺畅也导致了在制品库存量显著增加。物料在生产线上流动缓慢，从而产生了大量的在制品积压。这不仅占用了存储空间，使得原本可以用于其他生产活动的场地被大量占据，而且还增加了库存管理的难度和成本。并且由于T型生产线占地面积较大，压缩了成品临时存放区域的空间，更加造成了产线上在制品的积压。由于物料运输缓慢和生产流程不连贯，工人常常需要花费大量时间在等待物料或设备上，这也造成了人力资源的隐性浪费。

4.2 生产线运行存在的问题及原因分析

生产线的产出率直接决定着生产线的生产能力，而就上文中对一汽解放汽车发动机分公司生产线运行状态的测定与分析情况来看，生产线平衡率并未达到健康状态。究其原因主要有以下几点。

4.2.1 工序节拍不一致导致生产线平衡率低

通过基础工业工程方法对工序节拍时间测定及图3.3数据显示，工序间的节拍存在明显的的不一致性。该生产线的工位的生产负荷不平衡，尤其工序4和工序8生产负荷尤其明显，说明一些工序存在等待现象，造成这两个瓶颈工序的。用时最长的工序4的节拍是302秒，工序8节拍是252秒，分别超出理论节拍66.6秒和区。6秒。用时最短的工序9的节拍是195秒，与最长的工序4相差107秒，严重影响生产线的平衡。此外，工序间的节拍不一致还影响了生产线的整体流畅性，增加了生产过程中的不确定性和风险。

4.2.2 人力资源分配不合理导致产品合格率低

人力资源的合理分配对于生产线的平衡至关重要。根据图3.3可以看出，表3.3工序8节拍超出理论节拍，为252秒，而工序9的节拍仅为195秒。再通过可知，工序8的工作内容为装曲轴齿轮和凸轮轴齿轮，工作内容较复杂，工序人数1人。而相对工作内容简单的工序9安排的工序人数却是2人。究其原因，在工序9工作内容简单，且不易产生安全质量事故。并且上文中所述员工流失率高的问题，因此一直以来该工序就做为生产线新人实习工位，用于了解产线运行及熟悉相关流程，但根据公司生产管理制度要求，对于实习员工，禁止单人单工位作业。因此，在工序9因人员分配不合理问题，造成了大量的等待时间，等待时长超过近50秒。

这种不合理的分配方式不仅增加了企业的运营成本，也间接导致了工序8的操作工任务繁重起来，操作工始终处于忙碌状态，劳动强度较大。长久以往，操作工会因为赶进度完成任务而忽略自检，且由于工位间距大，相邻工位操作工沟通不畅，造成产品次品率高。根据表3.2统计，2023年7-12月的产品不合格率达到了6%。

4.3 员工管理存在的问题及原因分析

根据上文中对一汽解放汽车发动机分公司生产线员工的客观分析与现场的实际工作状态可以看出，员工的整体素质、文化、技能水平不高，安全意识差，且工作积极性不足。为了寻找出该公司在员工管理存在不足的原因，本部分采用访谈法分别对公司不同层次员工进行访谈。

4.3.1 访谈过程

(1) 访谈目的。为了能够准确客观且深入了解一汽解放汽车发动机分公司当前的员工工作现状，进而能够对员工工作状态存在的问题以及问题存在的原因进行全面了解，并据此提出更具针对性的解决办法。

(2) 访谈提纲的确定。根据上文中一汽解放汽车发动机分公司员工工作状态现状，制定访谈提纲的具体内容。根据不同层级的员工，提出针对性的访谈问

题。见附录1。

(3) 访谈对象与时间。访谈对象为一汽解放汽车发动机分公司中层管理层人员4人，基层班组长4人，产线操作工10人，工作年限均在5年以上，经验较为丰富，学历为本科以上4人，本科以下14人。访谈类型主要以面对面访谈为主，分为三步进行。第一部分是生产管理室部门经理及分管副经理的访谈，主要围绕其工作协调，落实。部门人员配备，责任划分，奖惩情况等，了解生产部分基本情况。第二部分是车间管理人员，即线长及班组长的访谈，主要围绕上下级之间沟通情况展开访谈，了解一线管理实际情况，收集员工反馈，识别潜在的问题点。第三部分是对生产线操作工人的访谈，主要围绕一线员工对公司福利待遇的满意程度，晋升机会，工作效率，工作环境，技能培训等方面，了解产线实际情况，收集员工意见和建议，评估员工满意度和士气，发现潜在的问题和风险。具体访谈记录如下表4.1所示。

表4.1 一汽解放汽车发动机分公司访谈记录表

	调研时间	访谈类型	受访人员	受访人数	访谈时长
第一部分	2023.04	面对面访谈	生产管理室部门经理及分管副经理	4	共计 2 小时
第二部分	2023.05	面对面访谈	车间班组长及生产线线长	4	共计 4 小时
第三部分	2023.06	面对面访谈 实地调研	生产线操作工	10	共计 8 小时

4.3.2 访谈结果整理

通过对访谈内容的梳理，从环境，激励，培训及沟通这4个维度进行了汇总，并对被访者的观点进行了概况，总结汇总如下表4.2所示。

表4.2 一汽解放汽车发动机分公司访谈主要内容汇总

维度	访谈结果汇总	观点
环境	生产车间污染严重，导致员工生理上的不适。工作现场设施不足或维护不善，拖慢工作效率。	环境影响效率，需提高现场管理。
激励	50%员工对激励方式（如福利待遇，奖金、晋升机会等）不满，激励机制不透明，与员工真正期望的激励不匹配。激励政策缺乏灵活性。	激励机制存在问题，削弱了激励效果。需改进激励机制，提高透明度。
培训	管理层对培训重视不足且培训体系不完善，内容与实际脱节。培训形式大于内容，缺乏明确的培训目标和计划缺乏对培训效果的评估。70%的员工认为培训对自己的岗位薪资及晋升起不到任何作用。	培训体系不完善且与实际不符，导致培训效果不佳。员工培训需从实际出发。
沟通	沟通渠道不畅，缺乏员工意见征集机制，员工的诉求不能被识别。员工之间信息不透明	需建立集中的信息共享平台，完善沟通机制。

4.3.3 员工主动性不足的原因分析

员工主动性不足的问题并非一蹴而就，其背后有着复杂的原因。在深入分析后，从对员工的访谈中，我们总结出以下几点主要原因。

缺乏有效的奖励措施。根据员工资料及访谈结果可以看出，仅50%的员工对晋升机会表示满意，而目前公司的激励主要侧重于物质奖励，缺乏对员工个人成长和职业发展的关注和支持，并且物资奖励的公平性难以保证。多数员工表示看不到自己在公司内部的成长空间，这导致员工缺乏长期的工作动力和目标感。

公司培训过于形式化。根据员工资料及访谈结果可以看出，70%的员工认为培训无实质效果，培训作为提升员工能力、促进公司发展的重要手段，其质量直接关系到公司整体竞争力的提升。虽然公司提供了定期的培训课程，但因对员工需求分析的不足，或者是培训内容与当前行业发展趋势不匹配等原因，培训内容并未围绕公司的业务目标和战略方向进行设计，导致培训内容与实际工作需求脱节的现象较为严重。培训方式的单一性也是影响培训效果的重要因素。传统的课堂讲授方式虽然便于知识传递，但往往缺乏互动性和实践性，难以激发员工的学习兴趣和参与热情。

缺乏员工沟通渠道。根据访谈结果发现，员工的诉求难以传达至决策层，缺乏渠道。在企业管理中，员工的参与感和归属感对于培养团队凝聚力、提高工作

效率和创新力具有至关重要的作用。然而，当前公司的决策模式更多还是采用传统的自上而下方式，员工的声音和建议很少被纳入考量，这不仅削弱了员工的积极性，也影响了决策的质量和可接受性。此外，员工之间沟通渠道不畅、信息不透明是造成工作氛围紧张、消极的另一大原因。在一个健康的企业环境中，信息的流通应该是自由而畅通的，这样有利于及时发现和解决问题，避免误会的滋生。公司应当建立起正式和非正式的沟通平台，鼓励员工之间的交流与合作。

4.4 现场管理存在的问题及原因分析

通过对一汽解放汽车发动机分公司现场管理现状的了解，及对员工访谈内容的整理，再结合6S管理理论，可知公司现场存在生产环境差、设备故障率高、物料管理混乱及员工安全意识差等问题。

4.4.1 生产环境差

从现场管理现状可以看出生产车间的清洁制度执行不力，导致废料散乱地置于地面，设备表面积聚了灰尘与油污，空气质量欠佳且粉尘弥漫。这些不利因素不仅危及工人的身心健康，同时也缩短了设备的使用寿命。

根据6S管理标准，从整顿的角度考虑，需要对生产车间的物品和废料进行彻底的整理。通过明确划分物品存放区域和废料处理区域，设立清晰的标识和指示牌，确保每类物品和废料都有固定的归置位置。同时，建立责任制度，明确每个区域的责任人，负责监督和管理该区域的物品摆放和废料清理工作。这样可以有效解决废料散乱地置于地面的问题，提高车间的整洁度和秩序性。从清扫及清洁角度，需要定期开展全面的清扫活动，这包括对设备表面和车间地面的灰尘、油污等污垢进行彻底清理。同时，建立清扫计划和轮换制度，定期对车间的清洁状况进行检查和评估，及时发现问题并采取改进措施。确保每个区域都能得到及时清扫，避免污垢的积累和扩散。这样可以有效改善车间的空气质量，降低粉尘弥漫的程度。通过保持车间的持续清洁状态，不仅为工人创造了一个更加健康的工作环境也可以有效延长设备的使用寿命，提高生产效率和产品质量。

4.4.2 物料管理混乱

通过对公司库存及物料管理进出台账分析,我们发现库存管理不当导致的原材料浪费高达4%,储存条件不当而损坏的原材料高达5%。这一现状说明公司库存管理体系的严重缺失,未能有效实施对原材料的分类管理,以及精确匹配生产需求的投放策略。引用6S管理理论的整理环节,强调对工作环境进行有序化、条理化的处理,具体到库存管理,须对在库原材料进行严格的分类和标识。应按照原材料的材质、规格以及库存要求进行细致的分类,并确保每种材料都有明确的存放位置,做到取用方便且易于管理。同时,通过建立详尽的库存信息系统,实现原材料信息的实时更新和查询,为精准投放出库提供数据支持。并且需要将整理后的状态维持下去,形成规范化、标准化的管理。对于库存管理而言,这意味着我们需要建立一套完善的出库流程,确保原材料能够按照生产需求精准投放。这不仅要求我们有精确的库存数据支撑,还需要我们与生产部门紧密配合,及时沟通生产计划和需求变化,确保原材料能够在需要时准确、快速地送达生产线。

此外,对于入库的不合格原材料达到2%的问题,这说明缺乏对入库原材料的质量检验流程。借助6S管理理论整顿工具,应加强对入库原材料的质量检查,建立严格的质量检验流程,确保每一批原材料都符合质量要求。完善追溯系统,对不合格的原材料进行溯源分析,找出问题的根源并采取有效的改进措施。同时,还应确保质量检验流程的严格执行,并对相关人员进行培训和考核,提高检验人员的质量意识和检验技能。此外,还应建立原材料质量档案,记录每批原材料的检验结果和处理情况,为后续的质量管理提供数据支持。

4.4.3 设备故障率高

根据现场管理现状及表3.3设备维修保养台账可以发现,设备故障率较高,其中,有50%设备由认为操作不当导致设备故障,占比较大。这说明操作人员技能水平不足、缺乏责任心或疏忽大意。不当操作会加速设备的磨损和损坏,甚至引发严重的设备故障。有30%的设备使用年限已超出10年,存在明显的老化现象。老化的设备更容易出现故障,维护难度也会相应增加。此外,一些老旧设备可能已经无法满足现代生产工艺的需求,导致生产效率低下,维护成本上升。设备老

化问题若不及时处理,将会严重影响企业的正常生产和运营。另外,部分设备故障由维护不及时导致,这说明设备管理维护制度不完善,责任落实不清晰。任由设备在缺乏保养的状态下运行,只有在设备故障才去进行检修,使的维修成本增加,且影响生产进度。

目前设备维修保养台账的混乱状态也反映了我们在设备信息化管理上的不足。缺乏完善的设备信息管理系统,企业难以全面掌握设备的运行状态和维护情况。设备信息的不完整、不准确,或传递不及时以及维修保养记录的缺失,都可能导致维护人员无法及时了解设备的实际情况,从而对设备状态进行准确的评估和预测。此外,信息化管理不足还会影响企业的决策效率和生产计划的安排。

4.4.4 员工安全意识差

在员工行为与安全意识方面,根据现场实勘,有约10%的员工在生产过程中存在不规范行为,员工安全意识较为薄弱。

员工安全意识差的一个重要原因是企业未能提供充足有效的安全教育培训,安全教育培训是提高员工安全意识的基础。根据表4.2员工访谈内容汇总可以看出,管理层对培训重视不足且培训形式大于内容,这使得员工难以将所学知识应用到实际工作中。此外,培训方式单一,缺乏互动性和趣味性,导致员工对培训失去兴趣,无法真正吸收和掌握安全知识。长期下来,员工对于安全问题的认识模糊不清,安全意识自然难以提升。

另一个导致员工安全意识差的原因是安全管理人员岗位的缺失。安全管理人员是企业安全文化的推动者和监督者,他们的存在可以有效提高员工的安全意识。虽然在一汽解放发动机生产现场张贴有相关安全提示标语,但却存在现场安全管理人员岗位缺失的情况。这导致安全管理的专业性和连续性受到影响,员工在缺乏专业指导和监督的情况下,安全意识难以得到有效提升。

5 一汽解放汽车发动机生产流程优化及保障措施

通过上文对公司在生产线布局、生产线运行、员工工作状态及现场管理状态方面存在的问题所进行的梳理归纳,结合现场布局优化法、基础工业工程方法及6S管理理论,尝试性的提出公司生产流程的优化策略,以求切实提升生产线的平衡率。

5.1 优化目标和原则

5.1.1 优化目标

一汽解放汽车发动机生产流程的优化目标旨在提高生产效率、降低成本、提升产品质量和增强市场竞争力。

(1) 优化生产线布局

生产线布局是指生产设备、工装、生产线等在生产现场中的布置方式。合理的生产线布局可以提高生产效率、降低成本、提高产品质量。为了优化生产线布局,一汽解放汽车发动机生产应该采取以下措施:首先,一汽解放汽车发动机生产应该重新规划和布局,使生产线更加紧凑、简洁、高效。通过减少物料搬运距离和时间,提高设备利用率和生产效率,降低成本和减少质量损失。其次,一汽解放汽车发动机生产应该采用先进的自动化设备和智能化技术,实现生产线的自动化和智能化。通过机器人、自动化设备和智能化系统等技术的应用,减少人工干预和错误率,提高生产效率和产品质量。

(2) 提高生产线平衡率

生产线平衡是指在一段时间内,各工作站完成的工作量与平均工作量之比。提高生产线平衡率可以减少等待时间和浪费,提高设备利用率和生产效率。为了提高生产线平衡率,一汽解放汽车发动机生产应该采取以下措施:首先,一汽解放汽车发动机生产应该对生产线进行全面分析和评估,找出瓶颈工序和等待时间。通过调整工作站之间的作业内容和时间,消除瓶颈工序和等待时间,提高生产效率和质量。其次,一汽解放汽车发动机生产应该采用先进的生产管理技术和方法,如精益生产、六西格玛等,对生产线进行持续改进和优化。通过不断改进和优化生产流程和管理方法,提高生产线平衡率和生产效率。

（3）提高员工工作积极性和工作热情

员工是企业最重要的资源，提高员工工作积极性和工作热情是生产流程优化的重要目标之一。为了实现这一目标，一汽解放汽车发动机生产应该采取以下措施：首先，通过优化管理流程，建立激励机制，提高员工收入和福利，以激发员工的工作热情和创造力。一汽解放汽车发动机生产应该加强员工培训和职业规划，为员工提供更多的发展机会和晋升空间，从而提高员工的工作积极性和满意度。其次，一汽解放汽车发动机生产应该注重营造积极向上的企业文化，加强员工之间的沟通和协作，营造良好的工作氛围。通过举办各种活动和比赛，增强员工的团队意识和凝聚力，提高员工的工作热情和归属感。

（4）改善生产现场管理

生产现场是企业生产的场所，其环境、设施和管理对生产效率和質量有着重要影响。为了改善生产现场，一汽解放汽车发动机生产应该采取以下措施：首先，一汽解放汽车发动机生产应该加强现场管理，实现 6S 管理（整理、整顿、清洁、清洁检查、素养、安全），提高现场秩序和效率。通过定期检查和清理现场，减少浪费、提高设备利用率、降低事故率，从而提升生产效率和質量。其次，一汽解放汽车发动机生产应该加强设备维护和保养，确保设备处于良好的工作状态。通过定期对设备进行检查、维修和更换零部件，延长设备使用寿命，提高设备利用率和生产效率。

这些目标的实现将有助于提高生产效率、降低成本、提升产品质量和增强市场竞争力，为一汽解放汽车发动机分公司的可持续发展奠定坚实基础。

5.1.2 优化原则

一汽解放汽车发动机生产流程的优化需要遵循一定的原则，以确保优化的效果和可持续性。

（1）短线原则

流水线的长度是影响生产效率的重要因素。流水线过长会导致生产节拍变慢，生产效率降低。因此，优化原则之一是尽可能缩短流水线的长度。通过合理布局生产线，减少生产过程中的空闲时间，可以实现流水线的短化。这可以减少生产线上各环节的等待时间，提高生产效率。此外，可以采用精益生产的方式，

消除浪费的生产环节,进一步缩短流水线的长度。这可以减少生产过程中的浪费,提高整体效率。

(2) 避免孤岛加工原则

孤岛加工是指生产过程中的某个环节与其他环节独立,缺乏有效的信息沟通和协作。这种加工方式会导致生产效率低下,产品质量不稳定。因此,优化原则之二是尽量避免孤岛加工。通过建立有效的信息沟通机制,实现生产过程中的各个环节之间的紧密协作,消除信息孤岛。这可以提高生产过程中的信息共享和协同作业能力,减少重复劳动和浪费。此外,可以引入先进的生产管理技术,如 MES 系统等,实现生产过程的可视化、可控制和智能化,进一步提高生产效率和质量。这可以提高生产过程中的数据采集和分析能力,为生产管理提供更加准确和及时的信息支持。

(3) 减少停滞原则

停滞是指生产过程中的某个环节因为某种原因而停止运转。长时间的停滞会导致生产效率降低,产品质量不稳定。因此,优化原则之三是减少停滞。通过加强设备维护和保养,确保设备正常运行;通过合理安排生产计划,避免生产过程中的待料、待工等现象。通过优化工艺流程,减少生产过程中的重复劳动和无效劳动。这可以提高生产过程中的设备运行效率和计划安排能力,减少停滞时间。此外,可以引入先进的物流管理技术,如 AGV 等自动化设备,实现物料的高效运输和存储,进一步减少停滞时间。这可以提高物料运输和存储的自动化水平,减少人力物力投入,提高整体效率。

(4) 消除交叉工艺原则

交叉工艺路线是指生产过程中的不同工序之间存在交叉和干扰现象。这种工艺路线会导致生产效率低下,产品质量不稳定。因此,优化原则之四是消除交叉工艺路线。通过合理安排工序顺序和布局,避免工序之间的交叉和干扰;通过引入先进的生产管理技术,如 SOP 等标准化作业指导书,实现工序之间的协调和配合;通过加强员工培训和管理,提高员工的技能水平和操作规范意识。这可以提高员工的技术水平和操作规范意识,减少交叉工艺路线带来的干扰和错误,提高产品质量和效率。

(5) 避免逆行的原则

逆行是指在生产过程中出现逆向操作或逆向加工现象。这种操作会导致生产效率低下和质量不稳定。因此，优化原则之五是避免逆行。通过加强员工培训和管理，提高员工的操作规范意识；通过引入先进的生产管理技术，如防错技术等，避免逆向操作的出现。通过加强设备维护和保养，确保设备的正常运行和使用寿命。这可以提高员工的操作规范意识和设备的运行稳定性，减少逆向操作的出现和质量问题。此外，可以建立有效的质量管理体系和监控机制，及时发现并纠正逆向操作和质量问题。这可以提高整体质量水平和工作效率。

通过遵循这些原则并采取相应的措施（如合理布局生产线、建立信息沟通机制、加强设备维护和保养等），可以有效地提高一汽解放汽车发动机的生产效率和产品质量水平。

5.2 一汽解放汽车发动机生产流程优化措施分析

本部分针对一汽解放汽车发动机生产流程问题的原因，结合现场布局优化方法，基础工业工程方法，6S 管理理论等给出相应优化措施。

5.2.1 T 型生产线改 U 型

考虑一汽解放汽车发动机分公司生产线的不合理之处，参考布局优化方法的工艺流程分析及物料管理分析方案，将原 T 型生产线经过改造变为 U 型布局，如图 5.1 所示。这种 U 型生产线显著减少了占地面积，并缩短了物料运输距离，从而确保了运输的顺畅性。优化前，各工序间的间隔为 6-12m，经过精确测量和合理规划，将其缩短至 4-6m，仍确保有足够的操作空间。改进后缩短了物料运输距离，提升工作效率。

同时，T 型生产线改为 U 型生产线后，工位距离得到缩短，并且物料架从工位的两侧改为放置在工位的后侧，显著改善员工之间的沟通。员工可以在不离开工位的情况下进行简短交流，从而节省了离开工位的时间，提高了工作效率。便捷的沟通方式也可以鼓励员工更频繁地进行交流，及时更新信息，协调操作。这也有助于提高团队协作的效率和准确性。

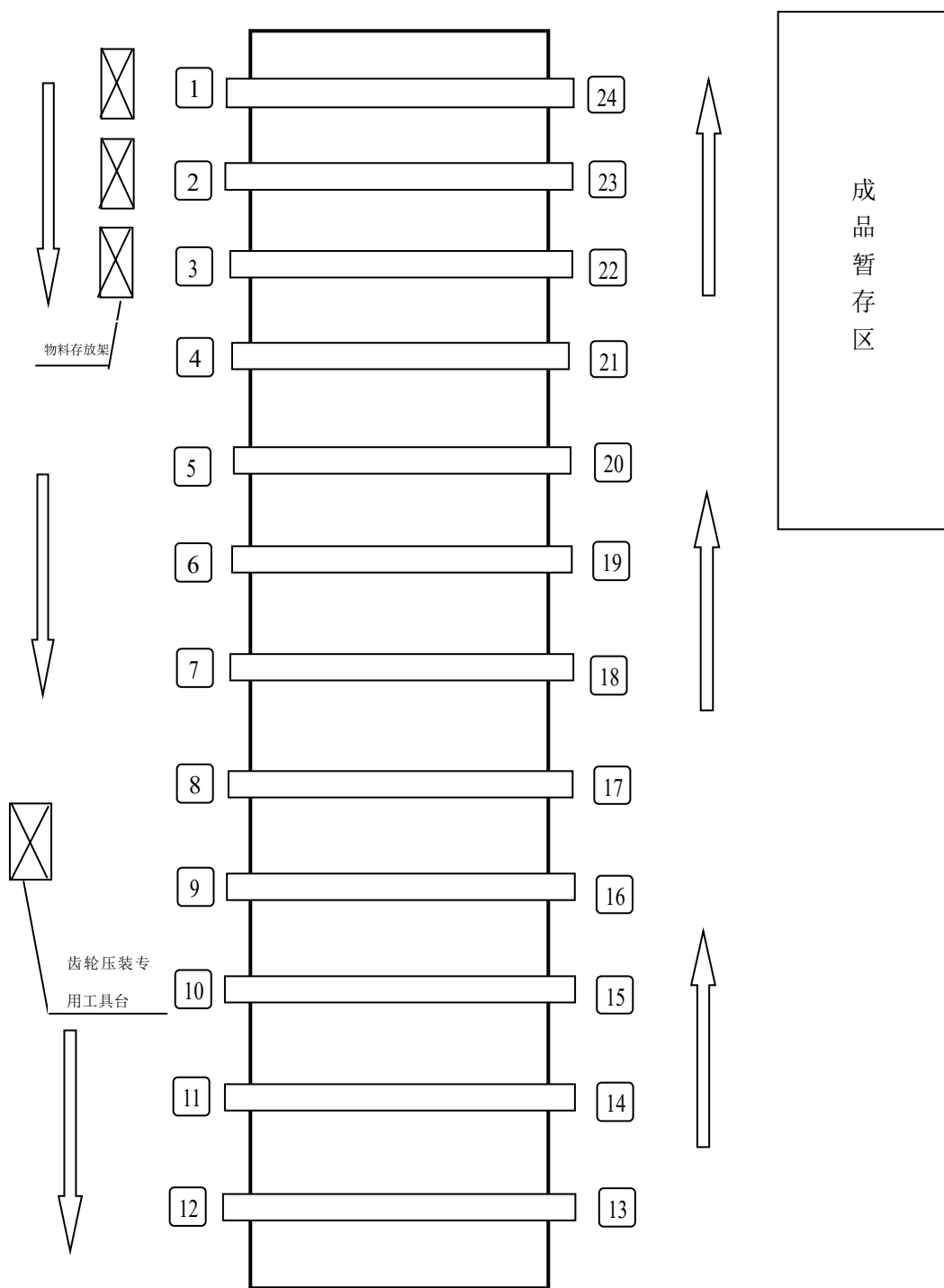


图 5.1 优化后发动机生产线布局图

5.2.2 优化物流动线

因生产线布局优化，也缩短了工位 8 至齿轮压装工具台的距离，因 U 型生产线灵活的优点，工具台被安置在工位 8 和工位 9 之间，距离工位由之前的 10 米缩短至 4 米。两个工位的员工共同操作，减少了人力资源与运输的浪费，工序 8 的节拍也因此节省了 25 秒左右的时间，优化后的工序 8 节拍为 227 秒，少于标准节拍 235.4 秒，不仅解决了此瓶颈问题，也解决了工序 9 经常出现的等待现象。

同时，通过采用 U 型布局来替代传统的 T 型生产线，占地面积得到释放。生产线上的成品可以更快地被移走，从而减少了在制品的积压。生产线上的后续工序可以更加顺畅地进行。减少了生产中断的可能性，提高了整个生产流程的连贯性和稳定性。通过减少在制品的等待时间和生产中断，降低了在制品积压和库存浪费。

T 型与 U 型生产线优缺点见下表：

表 5.1 T/U 型生产线优缺点

生产线布局	优点	缺点
T 型	<p>生产区域相对集中，物流输送路径相对分散。</p> <p>有利于外部直送，尤其是 T 型的两个缺口位置，便于物料和产品的运输。</p> <p>生产线布局清晰，便于管理。</p>	<p>受环境制约，需要保证充足的生产线占地面积。</p> <p>对物流要求较高，需要确保物料和产品能够及时、准确地送达各个工位。</p> <p>员工之间的协作性可能相对较弱，需要加强沟通和协调。</p>
U 型	<p>可以灵活地增减作业现场的作业人员，适应生产需求的变化。</p> <p>生产线连续流动，减少了搬运时间。</p> <p>减少了在制品库存，降低了生产成本。</p> <p>员工之间协作性较强，便于解决生产过程中的问题。</p>	<p>对操作人员技能和素质要求较高，需要掌握多种设备的操作技能。</p> <p>生产线布局较为紧凑，可能对设备维护和保养造成一定困难。</p> <p>对场地布局有一定的要求，需要合理规划生产线占地面积和物流通道。</p>

5.2.3 优化瓶颈工序

生产线中如果某一个工序的节拍超出了理论节拍，就将导致生产线的不平衡，而超出理论节拍的工序就是所谓的瓶颈工序。因此，优化生产线平衡有限需要对瓶颈工序进行优化，使工序节拍满足理论节拍要求。

从表 3.1 可知，工序 4 为发动机凸轮轴安装工作，由两名操作工共同完成。

由图 3.3 可知，该工序节拍时间是 332 秒，远超标准节拍 236.4 秒，严重的影响了生产平衡率，为了找出工序存在的问题而进行优化，对工序 4 的操作步骤进行拆解分析，见表 5.2。

表 5.2 工序 4 优化前操作步骤

步骤	主要内容	1#操作工动作	2#操作工动作	耗时（秒）
1	卸轴承盖	待螺栓拆卸后配合取下轴承盖	拆卸螺栓，取下轴承盖	12
2	清理轴承盖螺栓孔	等待	用磁棒及压缩空气清理	20
3	装凸轮轴	装凸轮轴	协助调整凸轮轴位置	37
4	装凸轮轴压板	等待	装凸轮轴压板，预紧压板螺栓	38
5	装凸轮轴止退片	等待	装凸轮轴压板，预紧止退片螺栓	29
6	打凸轮轴压板及止退片螺栓力矩	等待	打凸轮轴压板及止退片螺栓力矩	26
7	安装摇臂轴	安装摇臂轴	协助安装摇臂轴弹簧等零件	58
8	调整间隙	调整间隙	等待	34
9	检查	等待	检查零件是否安装齐全	30
10	装回轴承盖	协助安装	装回轴承盖，并装回螺栓	18
	总用时			302

经过表 5.2 的数据分析，可以看出该工序瓶颈主要因单人等待时间过长造成，其中 1#操作员有 113 秒等待时间，2#操作员有 30 秒等待时间。

通过分析，采用 ECRS 对上述工序进行取消、合并、重排、简化。得到以下结果：

(1) 考虑到凸轮轴压板与止退片分别位于发动机上方及侧方，且操作空间足够，可采取两人同时分工操作。这样可节省 40 秒左右时间

(2) 可将步骤 8、9 合并，因调整间隙步骤时所有零部件已按照完成，具备检查条件。这样可节省月 30 秒左右的时间。

通过调整，优化后的具体步骤见下表 5.3。

表 5.3 工序 4 优化后操作步骤

步骤	主要内容	1#操作工动作	2#操作工动作	耗时（秒）
1	卸轴承盖	待螺栓拆卸后配合取下轴承盖	拆卸螺栓，取下轴承盖	12
2	清理轴承盖螺栓孔	等待	用磁棒及压缩空气清理	20
3	装凸轮轴	装凸轮轴	协助调整凸轮轴位置	37
4	装凸轮轴压板及止退片	装凸轮轴压板，打螺栓力矩	装凸轮轴压板，打螺栓力矩	50
5	安装摇臂轴	安装摇臂轴	协助安装摇臂轴弹簧等零件	58
6	调整间隙及检查	调整间隙	检查零件是否安装齐全	34
7	装回轴承盖	协助安装	装回轴承盖，并装回螺栓	18
	总用时			229

优化后，该节拍时间为 229 秒。根据图 3.4 可知，优化后的最长工序节拍为工序 7 的 234 秒，且未超出理论节拍，优化后的生产线平衡率计算结果为：

$$\begin{aligned} \text{平衡率 (B)} &= (\text{各工序时间总合} / (\text{工站数} * \text{最长工序时间})) * 100\% \\ &= (5415 / (24 * 234)) * 100\% \approx 96.42\% \end{aligned}$$

优化后的产线平衡率为 96.42%，结果达到预期。

5.2.4 生产线工位人力资源灵活配备

根据 U 型生产线布局灵活的特性，针对工序 8 和工序 9，可实施动态人员调配机制，即根据工序的实时需求和员工技能水平，动态调整工序 8 和工序 9 的人员配置。当工序 8 任务繁重时，可以从工序 9 或其他相对轻松的工序中调配人员增援，反之亦然。这样可以确保人力资源在不同工序之间得到均衡利用，减少等待时间和人力资源浪费。同时，操作人员也有足够的时间自检，减少不合格品的概率。

亦可实施工作轮换制度，让员工定期在不同工序之间轮换。这样可以避免员工长时间从事同一工序而产生的疲劳和厌倦感，进而减少因单调作业导致的对产品质量细节的疏忽。同时，工作轮换也有助于员工全面了解生产线上的各个环节，增强团队合作精神和整体意识。

5.2.5 完善员工管理制度

完善员工管理制度，提高员工的工作主动性不足的问题，可以从以下几个方面入手：

设立多层次奖励体系。除了传统的物质奖励（如加薪、奖金），还可以引入非物质奖励，如晋升机会、员工认可计划、特权福利、荣誉称号等，以满足员工多元化的需求。在整个过程中，保持奖励制度的公平、透明和可持续是关键，需要定期评估和调整，确保奖励机制始终与市场环境、公司业务目标以及员工期望保持同步，从而最大限度地提升员工的工作积极性和整体绩效。

为解决公司培训形式化问题，必须强化员工需求分析，通过结合员工资料及访谈结果，全面把握员工能力短板和职业期望，确保培训内容紧密贴合实际工作需求，实现个性化培训，从而提升培训实效性和员工满意度。其次，培训内容应紧密围绕公司的业务目标和战略方向进行设计。公司需要定期审视行业发展趋势，确保培训内容与时俱进，能够反映最新的行业知识和技术。同时，将公司的核心价值观和文化融入培训中，增强员工对公司的认同感和归属感。

在培训方式上，可以引入更多元化的教学方法。除了传统的课堂讲授，可以加入案例分析、角色扮演、小组讨论等互动性强的教学活动，激发员工的学习兴趣和参与热情。同时，利用现代化的技术手段，如在线学习平台、虚拟现实等，为员工提供更加灵活和便捷的学习体验。

建立有效的培训效果评估机制也至关重要。可以通过设置明确的培训目标、制定合适的评估指标和工具，定期对员工的培训效果进行衡量。根据评估结果，及时对培训内容和方法进行调整，以确保培训工作的持续改进和优化。

针对公司缺乏员工沟通渠道的问题，企业应积极构建多样化的沟通平台，如定期员工座谈会、线上交流论坛及建议箱等，旨在充分聆听每位员工的心声。同时，必须推动管理层与员工之间的主动交流，深入了解员工需求与关切，以此促进良性的上下级互动。此外，公司应推行开放的沟通政策，明确鼓励员工提出宝贵意见和建议，并对这些建议给予及时的积极反馈。管理层应主动解答员工的疑虑和困惑，确保公司内部信息的透明与准确，从而建立起相互信任的工作环境。这样一来，员工将更乐于分享自己的见解，进而提升公司决策的科学性、合理性及员工接受度。

加强员工间的横向沟通对企业的发展也是至关重要的。为此，企业应积极组织团队建设活动和跨部门合作项目，以促进员工间的相互了解与紧密合作。同时，建立信息共享平台，确保员工能迅速掌握公司最新动态与关键信息，从而减少误解和冲突。为保障沟通渠道的有效性，企业还应设立专门的沟通机制评估小组，持续收集员工反馈，对沟通渠道进行不断优化和调整，进而为公司的长期稳定发展奠定坚实基础。

5.2.6 严格实施现场管理

针对生产现场环境差的问题，借助 6S 管理，对一汽解放汽车发动机生产现场环境及物料库存进行精细化管理，通过整理、整顿、清扫、清洁和素养等方面的持续改进，以达到改善生产环境，优化物料库存管理的目的。

生产环境优化措施见下表 5.4:

表 5.4 生产环境优化措施

步骤	优化内容
整理 (Seiri)	对生产环境进行全面梳理，区分必需品和非必需品，清除生产现场不需要的物品，确保生产空间得到有效利用。
整顿 (Seiton)	合理规划生产布局，设置明确的物品存放区域和标识，使物品摆放有序，便于快速取用和归还。
清扫 (Seiso)	建立定期清扫制度，保持生产现场干净、整洁，及时清理垃圾和杂物，防止污染和堵塞。
清洁 (Seiketsu)	将清扫、整顿、整理的做法制度化、规范化，并定期检查评估，确保生产环境持续保持最佳状态。

上表中，整理的实施保证了现场物品摆放整齐，整顿是进行规范化推进，清扫是现场卫生环境的保障，清洁是将上述 3S 转向标准化的操作程序。通过以上优化措施的实施，可有效改善生产现场环境差的问题。

物料库存管理的优化措施见下表 5.5:

表 5.5 物料管理优化措施

步骤	优化内容
整理 (Seiri)	对库存原材料进行彻底梳理, 按照材质、规格、使用频率等进行分类, 并设置明确的标识牌。定期清理过期、损坏或不再使用的原材料, 减少库存积压和浪费。
整顿 (Seiton)	建立完善的物料存放和管理制度, 明确物料的存放位置、数量和标识, 便于物料的查找和领取。
清扫 (Seiso)	定期对仓库进行清扫, 保持环境整洁, 防止原材料因污染而损坏, 及时发现问题并处理
素养 (Shitsuke)	对员工进行库存管理知识和 6S 管理理论的培训, 提高员工的职业素养和管理意识

上表中, 整顿是对物料库存现状的摸底, 整顿是对物料科学规范化管理的方式, 清扫是建立一个有序和纪律严明的库存环境, 员工素养是保障库存管理制度有序实施的保障。这些措施的实施能够全面提升物料管理的效率和准确性, 为企业的生产运营提供有力保障。通过不断优化物料管理, 企业能够降低成本、提高效率、增强竞争力, 实现可持续发展。

频繁的设备故障不仅影响生产效率, 增加维护成本, 还可能对产品质量和员工安全构成威胁。降低设备故障率可以从更换老旧设备、员工培训及设备信息化管理系统等多个方面进行综合改进。

公司定期进行全面的检查和评估, 对于老化严重的设备, 及时进行更新换代, 引入更先进、更高效的设备来提高生产效率和降低维护成本。同时, 加强设备的预防性维护, 通过定期保养、更换易损件等措施来延缓设备老化的速度, 延长设备的使用寿命。设备更新换代可以从根本上解决设备老化问题, 提高企业的生产效率和竞争力。预防性维护则可以降低设备故障率, 减少停机时间, 从而节约维护成本。这些措施的实施需要企业投入一定的资金和时间, 但从长远来看, 将会为企业带来更大的经济效益。

加强对操作人员的技能培训和责任心教育。制定详细的设备操作和维护规范, 并要求操作人员严格遵守, 以确保设备的正确使用和维护。通过对操作人员的技能培训和责任心教育, 可以提高他们的专业素养和维护意识, 从而减少不当操作的发生。设备操作和维护规范的制定与执行则能够确保设备的正确使用和及

时维护，延长设备的使用寿命。

更新设备信息管理系统，实现设备信息的实时更新和共享。通过引入先进的信息化管理工具和技术手段，提高设备信息的准确性和传递效率。同时，加强对设备信息的分析和利用能力培训，以便企业能够根据设备信息做出科学合理的维护决策和生产计划安排。建立完善的设备信息管理系统可以实现设备信息的集中管理和共享利用，提高信息的准确性和传递效率。这有助于维护人员及时了解设备的实际情况并做出有效的维护决策。同时，通过对设备信息的深入分析和利用能力培训可以提升企业的决策水平和生产效率。这些措施将有助于解决信息化管理不足导致的问题并为企业带来更大的经济效益和竞争力提升。

安全是企业发展的基石，员工的安全意识对于企业的安全生产至关重要。提高员工的安全意识需要企业在意识培养及监管力度等方面下功夫。

为解决安全教育培训不足的问题，制定全面的安全教育培训计划，并注重培训的实用性和互动性。培训内容应涵盖安全操作规程、危险源辨识、应急处理等多个方面，并结合员工实际工作岗位进行定制化培训。同时，引入多种培训方式，如案例分析、模拟演练等，提高培训的趣味性和实效性。通过持续、系统的安全教育培训，员工能够真正理解和掌握安全知识，从而在工作中自觉遵守安全规程，提高安全意识。全面的安全教育培训能够确保员工具备必要的安全知识和技能，使其在工作中能够主动识别和规避安全风险。通过培训，员工可以更加深入地了解安全的重要性，形成正确的安全价值观和行为习惯。这将有助于减少安全事故的发生，提高企业的整体安全水平。

针对安全管理人员岗位缺失或不足的问题，设立专门的安全管理人员岗位，并明确其职责和权力。安全管理人员应具备专业的安全知识和技能，负责推动企业的安全文化建设，制定和执行安全管理制度，组织和监督安全教育培训等工作。同时，给予安全管理人员足够的支持和资源，确保其能够有效地履行职责。设立并强化安全管理人员岗位可以确保企业安全管理的专业性和连续性。安全管理人员作为企业安全文化的推动者和监督者，能够及时发现和纠正员工的不安全行为，提高员工的安全意识。他们的存在还可以为企业提供专业的安全管理建议和指导，帮助企业建立完善的安全管理体系。这将有助于降低安全事故的发生率，保障企业的稳定生产和员工的生命财产安全。

5.3 一汽解放汽车发动机生产流程优化保障措施

为了确保一汽解放汽车发动机生产流程优化的顺利实施,需要从组织保障和制度保障两个方面进行深入的分析 and 规划。组织保障是基础,制度保障是核心。

5.3.1 组织保障

组织保障体系不仅涉及组织结构的调整,更包括人员配置、职责划分、沟通协作以及持续改进等多个方面。

人员配置: 为了加强优化工作的领导和协调,需要成立由公司高层领导挂帅的“生产流程优化实施小组”。优化小组应具备多元化的专业背景,包括生产管理、工艺流程、人力资源、财务管理等,以确保优化方案的全面性和可操作性。实施小组的主要职责是全面监控和推进优化方案的实施,解决实施过程中遇到的问题,确保优化目标的实现。也可通过公司内部选拔和外部招聘方式,即选拔一批具备专业技能和良好工作态度的员工。从公司内部选拔具有丰富经验和优秀表现的员工,同时积极引进外部优秀人才。这样可以确保选拔的员工既熟悉公司内部运作,又能为公司带来新的活力和创新思维。在选拔过程中,公司需要注重员工的综合素质和专业技能的匹配度。针对不同岗位的要求,制定相应的选拔标准,如学历、工作经验、技能证书等。同时,还可以通过面试、笔试、实际操作等方式,全面评估员工的综合能力,确保选拔的员工能够胜任新的生产流程。

责任划分,明确的职责划分是确保组织保障体系高效运转的关键。为了确保优化工作的顺利进行,需要明确实施小组各成员的职责与分工。每个成员都应承担相应的任务和责任,并制定详细的工作计划和时间表。同时,建立相应的责任制和考核机制,以确保每个成员都能尽职尽责地参与到优化实施中来。公司应加强对优化工作的监督和考核,对工作不力的部门和个人进行问责和处理。

沟通协作,为了加强各成员之间的信息共享和协同工作,沟通协作是组织保障体系中不可或缺的一环,需要建立定期的沟通机制,促进各部门和岗位之间的信息交流与合作。通过定期的会议、报告、邮件等方式,及时传递工作进展、问题反馈、心得交流和改进建议信息等。同时,建立有效的信息反馈机制,及时收集各成员的意见和建议,以便对优化方案进行调整和改进。同时,还需要培养员

工的团队协作精神和服务意识，鼓励员工积极参与跨部门、跨岗位的合作，共同推动优化工作的实施。

持续改进，优化措施需要建立长效的改进机制，对生产流程进行持续的监控和评估，及时发现新的问题和瓶颈，并组织力量进行攻关和改进。制定应急预案以应对可能出现的风险和问题。同时，还需要将改进成果及时固化到标准流程和制度中，形成持续改进的良性循环。此外，还应积极引入外部先进的生产理念和技术手段，不断提升自身的改进能力和水平。

5.3.2 制度保障

制度保障优化措施的核心，它与组织保障共同构成了确保优化工作顺利实施的坚实屏障。制度保障涉及政策法规、监督考核、培训教育、人员激励、团队建设、信息管理与反馈等多个方面。

政策法规，任何优化工作都必须在国家法律法规和企业内部政策的框架内进行。一汽解放汽车发动机生产流程的优化措施须符合相关法律法规的要求，如安全生产法、环保法等，并遵守企业内部制定的各项规章制度。

监督与考核机制，监督考核机制是确保制度有力的关键。公司应建立独立的监督部门或委托第三方机构对生产流程的优化实施进行监督，确保各项措施得到有效执行。及时发现和纠正优化过程中出现的问题和偏差。同时，还应将优化成果纳入各部门的绩效考核体系，与员工的奖惩和晋升挂钩，形成有效的激励和约束机制。

培训与教育制度，为了确保培训的针对性和有效性，首先需要进行培训需求分析，了解生产流程的优化目标、员工现有的技能和知识水平，以及员工在执行新流程时可能遇到的困难。如生产线布局和平衡知识、6S 管理知识、专业技能等。再根据培训需求分析结果，制定详细的培训计划。培训计划应包括以下内容：培训时间、培训内容、培训方式、培训人员、评估标准等。在选择培训方式时，需要考虑员工的实际情况和需求，以及公司的资源条件。常见的培训方式有内部培训、外部培训实践操作培训在线培训等，需要根据培训对象的实际情况选择。

为了确保培训效果，需要对培训效果进行评估。评估方式可以包括考试评估、操作评估、反馈评估等。通过了解培训效果，及时调整培训计划和内容。这可以

通过问卷调查、访谈等方式进行收集员工的反馈意见。

为了不断提高员工的技能和素质，需要持续改进和优化培训计划和内容，以满足生产流程优化的需求。同时，也需要不断引入新的管理理念和技术手段，提高员工的综合素质和能力水平。具体措施有定期评估、引入新技术、建立激励机制、建立学习型组织等。

人员激励制度，为了提高员工的工作积极性和工作热情，公司需要建立一套完善的激励机制。在福利待遇方面可以设立奖励制度，对在生产过程中表现优秀的员工给予一定的物质和精神奖励。这可以激发员工的工作动力，提高他们的工作满意度和忠诚度。晋升方面，公司可以提供晋升机会，让员工看到在公司内部有更多的发展空间。通过设立明确的晋升通道和评价标准，鼓励员工不断提升自己的能力和业绩，从而实现个人和公司的共同发展。人文关怀方面，公司还可以通过提供培训机会、改善工作环境等方式，提高员工的工作满意度和归属感。定期为员工提供专业技能培训和职业发展辅导，帮助他们不断提升自己的能力和适应公司发展的需要。同时，优化工作环境，提供舒适的工作场所和先进的生产设备，确保员工能够在良好的环境中高效工作。团队建设方面，公司还可以通过组织团队活动、加强团队文化培养等方式，增强团队的凝聚力和向心力。定期举办团建活动、庆祝活动等，让员工在轻松愉快的氛围中增进彼此的了解和信任。同时，积极培育团队文化，强调团队目标、价值观和行为规范的重要性，让员工形成共同的价值观和使命感。

信息管理和反馈机制，对于及时发现问题、持续改进至关重要。公司应建立完善的信息管理系统，实时收集和分析生产过程中的各种数据和信息，为决策层提供有力支持。同时，通过建立有效的反馈机制，鼓励员工积极反映问题和提出改进建议，促进企业内部形成良好的持续改进。

6 结论和展望

6.1 结论

本文对一汽解放汽车发动机生产流程进行了深入的分析,并提出了针对性的优化措施。通过优化管理流程和工艺流程,本研究旨在优化生产线布局,提高生产线平衡率,提高员工工作积极性和工作热情,改善生产现场管理,从而提升一汽解放发动机的生产效率和产品质量。

针对工艺流程问题,本研究提出了优化生产线布局 and 平衡生产线的措施。通过合理规划生产线布局,减少生产线长度,避免孤岛加工和停滞现象,提高生产效率。同时,通过平衡生产线,使各工序之间的生产能力保持均衡,减少等待时间和浪费,提高生产效率和质量。

针对管理流程问题,本研究提出了优化员工管理制度和现场管理的措施。通过建立合理的激励机制,提高员工主动性,增强员工归属感和责任感。同时,加强现场管理,确保生产现场整洁有序,提高物料利用率,降低设备故障率,提高员工安全意识。提高工作效率和安全性。

为了保障优化措施的顺利实施,本研究还从组织保障、培训保障和人员保障三个方面提出了保障措施。通过建立专门的组织机构,明确各部门职责和任务,确保优化措施的顺利推进。同时,加强员工培训,提高员工技能水平和综合素质,为优化措施的实施提供有力的人才保障。

综上所述,本研究通过对一汽解放汽车发动机生产流程的深入分析,提出了针对性的优化措施和保障措施。这些措施的实施将有助于提高一汽解放发动机的生产效率和产品质量,提升企业竞争力,为企业的可持续发展奠定坚实基础。

6.2 展望

本研究对一汽解放汽车发动机生产流程进行了全面的优化研究,但仍然存在一些不足之处,值得进一步探讨和改进。

首先,本研究主要关注于生产流程的优化,而未对生产过程中的质量控制、成本控制、风险管理等方面进行深入探讨。未来研究可以进一步拓展研究范围,

综合考虑生产管理的各个方面，以更全面地提升生产效率和产品质量。

其次，本研究的优化措施主要基于现有的生产条件和工艺要求，未充分考虑未来市场变化和技术发展的需求。未来研究可以结合行业发展趋势和新技术应用，对生产流程进行更长远的设计和规划，以适应未来市场的变化和技术的进步。

此外，本研究主要基于理论分析和案例研究，未进行大规模的实际生产验证和对比分析。未来研究可以进一步开展实地调研和实验研究，对优化措施的实际效果进行更深入的验证和分析，以提供更有说服力的研究成果。

本研究为一汽解放汽车发动机生产流程的优化提供了一定的理论和实践指导，但仍需进一步深入研究和完善。未来研究可以结合市场需求和技术发展，对生产流程进行更全面、更长远、更深入的优化和创新，以提升企业竞争力并满足市场需求。

参考文献

- [1]Arturo R, Ramón R & Luis J G, et al. Reliability Tests as a Strategy for the Sustainability of Products and Production Processes — A Case Study[J]. Mathematics, 2022,11(1): 208-208.
- [2]Almira S, Hasim B & Haris L, et al. Application of the Lean Concept for Analysis and Optimization of the Automobile Filter Production Company[P]. 31st DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2020.
- [3]Aydemir-Karadag A, Turkbey O. Multi-objective optimization of stochastic disassembly line balancing with station paralleling[J]. Computers & Industrial Engineering, 2013,65(3): 413-425.
- [4]Buchari, Tarigan U & Ambarita B M. Production layout improvement by using line balancing and Systematic Layout Planning (SLP) at PT. XYZ[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018,309(1): 012116.
- [5]Buehlmann U, Fricke C F. Benefits of Lean transformation efforts in small- and medium-sized enterprises[J]. Production & Manufacturing Research, 2016, 4(1):114-132.
- [6]Chen J C, Chen Y Y & Chen T L, et al. Applying two-phase adaptive genetic algorithm to solve multi-model assembly line balancing problems in TFT - LCD module process[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2019, 52: 86-99.
- [7]Chong M Y, Prakash J & Ng S L, et al. Parallel Kanban-ConWIP System for Batch Production in Electronics Assembly[J].International Journal of Industrial Engineering Theory Applications & Practice, 2013, 20(7-8): 468-486.
- [8]Gan J V, Wong H & Tse K, et al. Simulation-based evolutionary optimization for energy-efficient layout plan design of high-rise residential buildings[J]. Journal of Cleaner Production, 2019,231(C): 1375-1388.
- [9]Hacer G G. Value stream mapping and simulation for lean manufacturing: A case study in furniture industry[J]. Pamukkale University Journal of Engineering

- Sciences, 2017, 23(4): 462-469.
- [10]Iriundo I R, Lasa I S & Vila R D C. Takt time as a lever to introduce lean production in mixed engineer-to-order/make-to-order machine tool manufacturing companies[J]. International Journal of Industrial Engineering, 2016, 23(2): 94-107.
- [11]Joshua P, Feng J C. Implementation of hybrid parallel kanban-CONWIP system: A case study[J]. Cogent Engineering, 2014, 1(1): 938922-938922.
- [12]Kalayci B C, Hancilar A & Gungor A, et al. Multi-objective fuzzy disassembly line balancing using a hybrid discrete artificial bee colony algorithm[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2015,37: 672-682.
- [13]Lahrichi Y, Deroussi L & Grangeon N, et al. A Polynomial Algorithm For Balancing a Sequence of Operations in Reconfigurable Transfer Lines[J]. IFAC Papers OnLine, 2019,52(13): 981-986.
- [14]Simona S, Aušra Ž & Kazimieras J, et al. Optimization Experiment of Production Processes Using a Dynamic Decision Support Method: A Solution to Complex Problems in Industrial Manufacturing for Small and Medium-Sized Enterprises.[J]. Sensors (Basel, Switzerland), 2023, 23(9): 4498.
- [15] Torkabadi A,Mayorga R. Evaluation of pull production control strategies under uncertainty: An integrated fuzzy AHP-TOPSIS approach[J]. Journal of Industrial Engineering and Management, 2018, 11(1): 161-184.
- [16]Yang K. Layout optimization of signal control box production line based on SLP[J]. E3S Web of Conferences, 2021,253: 02090.
- [17]Yang Z. Layout design and optimization of industrial robot automated production line based on genetic algorithm[J]. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, 2023,23(1): 469-484.
- [18]曹鹏飞,刘占浩.基于数字化工厂的电力装备制造流程优化与管理[J].中国高新科技,2023(22):131-133.
- [19]成文胜,娜日莎.云时代新闻生产流程的再造和优化[J].青年记者,2020(21):11-12.

- [20]崔巍.新时期汽车发动机现场质量管理方法探析[J].中国管理信息化,2021,24(16): 99-100.
- [21]段伟仪,孙丽和韦江等.人机作业分析在轮对生产线中的应用[J].大连交通大学学报,2014,35(S1): 111-113.
- [22]方景芳,徐艳凯.基于遍历搜索与遗传算法的生产线平衡优化[J].计算机应用与软件,2017,34(08): 276-280+300.
- [23]黄鹏鹏,黄武良和叶双双.价值流图析在发动机产线改善中的应用[J].机械设计与制造,2018(03): 37-39+43.
- [24]贺晓萌.多品种小批量制造企业生产管理流程精益化研究与应用[D].重庆大学,2011: 2-7.
- [25]姜林科.装配车间生产流程分析与优化研究[J].内燃机与配件,2019(01): 168-170.
- [26]江欣昊,李乃梁和王浩楠.基于 VSM 和 TOC 的车间生产系统改善[J].工业工程,2018,21(02): 94-102.
- [27]李琴,彭丽霞和刘海东等.价值流技术在产品生产系统优化中的应用[J].现代制造工程,2015(02): 24-29.
- [28]李翔.论现代企业生产流程再造[J].四川大学学报: 哲学社会科学版,1998(4):12.
- [29]马飞,李辉和张娜.面向信息流与物流的业务流程优化与再造[J].机械,2013,40(07): 21-25.
- [30]马君,李建哲和李岱玉.从精益管理到实现中国版“工业 4.0”[J].企业改革与管理,2015(23): 4-6+20.
- [31]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),2014,16(06): 481-487.
- [32]潘志豪,郭宇和查珊珊等.基于混合优化算法的飞机总装脉动生产线平衡问题[J].计算机集成制造系统,2018,24(10): 2436-2447.
- [33]彭燕,刘焯.基于价值流的减速机精益改善研究[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2016,18(S2): 36-39.
- [34]盛昭瀚.管理:从系统性到复杂性[J].管理科学学报,2019,22(03):2-14.

- [35]孙杰,全面精益管理概念的界定[J].工业工程与管理,2009,14(02):129-134.
- [36]孙昕,吉晓民和王毅.基于 SLP 和改进粒子群算法的产品布局优化方法研究[J].西安理工大学学报,2016,32(04): 488-493.
- [37]卢宗豪.实施"三化"管理 优化生产流程 打造港口铁路运输绿色通道[J].交通企业管理, 2007, 22(4):63-63.
- [38]谭阳波,戴欧阳和陈曦.基于价值流技术的 JL 包装生产线优化研究[J].现代制造工程,2017(11): 29-35.
- [39]田登登,蒋黎晖和胡雅琴等.基于 VSM 的装配式预制构件生产流程优化研究[J].建筑经济,2019,40(05): 80-85.
- [40]王军,曹春平和丁武学等.基于遗传算法的双机器人加工中心布局优化[J].中国机械工程,2016,27(02): 173-178.
- [41]王秀红,王梦飞和索晶等.汽车底盘生产线价值流图分析及改善方案[J].工业工程,2018,21(01): 67-72.
- [42]王永升,齐二石.从精益生产到精益设计[J].现代管理科学,2010(03): 6-7.
- [43]夏绪辉,周萌和王蕾等.再制造拆卸服务生产线及其平衡优化[J].计算机集成制造系统,2018,24(10): 2492-2501.
- [44]谢庆红,王小彬和潘志霄.基于价值流图析的复杂产品装配优化研究——以 G 公司 DM3 生产装配优化为例[J].工业工程与管理,2013,18(04): 117-121.
- [45]薛锋,黄倩和陈阳.基于 SLP 和匈牙利算法的铁路货场布局优化[J].综合运输,2019,41(05): 92-97.
- [46]杨俊.基于精益化理念的纺织设备管理发展[J].大众标准化,2021(12): 197-199.
- [47]张建辉,王素等.复杂产品生产管理优化的研究综述和展望[J].机械设计与制造,2023(08):265-271.
- [48]张南,王德权.基于移动终端的生产流程实时管控研究[J].组合机床与自动化加工技术,2021(11):80-82+86.
- [49]张子凯,唐秋华和张利平.多重资源约束下的多目标 U 型装配线平衡[J].计算机集成制造系统,2017,23(11): 2431-2441.
- [50]赵相忠,解淑芸.价值流图技术在离散型制造业生产线优化上的应用[J].机床与液压,2018,46(13): 93-97+109.

- [51]周武静,徐学军和叶飞.精益生产组成要素之间的关系研究[J].管理学报,2012,9(08): 1211-1217.
- [52]周小康,段亚林.基于 SLP 与 SHA 的轻卡离合器工厂设施布局优化[J].机械工程师,2018(04): 86-88.
- [53]邹云伟,李少鹏和陈晖等.一人操作最佳机器台数算法确定[J].中国科技信息,2020(08): 97-99.

附录 A

附录 A 一汽解放汽车发动机分公司员工工作状态访谈提纲

为了获取真实有效的访谈结果，针对访谈对象级别的不同，设置了不同的访谈提纲。内容如下：

尊敬的女士/先生：

您好！感谢您参与并协助完成此次员工工作状态的访谈。本次访谈旨在对一汽解放汽车发动机分公司员工工作积极性、薪酬，福利制度，工作环境的满意度，安全质量意识等方面的情况进行了解，并希望通过访谈了解现有无制约一汽解放汽车发动机分公司生产管理流程优化的主要因素以及您认为哪些方面迫切需要改善，感谢您的配合！

针对中层管理人员的访谈内容：

- 1、您在工作是否和其他部门的人员之间有协作关系？在日常工作中如何协调？存在哪些问题？如存在问题，原因是什么？任何改进比较合适？
- 2、您的部门的业务及职责是什么？如何履行及效果如何，受到哪些阻碍？您认为如何才能更好的发挥作用？
- 3、您是否了解公司的发展规划？您的部门现在是如何以发展规划来指导工作，采取了哪些措施？如何落实到各级管理层和员工？
- 4、您认为在整个工作当中如果发生问题，是否能够明确的界定责任问题，并奖惩到位？
- 5、部门是否存在人员短缺或富余？人员素质是符合岗位要求等问题？

针对车间班组长的访谈内容：

- 1、您如何确保团队成员的工作效率和积极性？您有没有使用过什么特别的管理方法或技巧？
- 2、您通常如何与上级沟通？汇报工作进展和困难？

- 3、您如何确保与下属的有效沟通？了解他们的工作状态和困难？
- 4、在沟通中有没有遇到过什么挑战？您是如何应对的？
- 5、作为基层管理人员，您认为在未来会有哪些挑战或机会？您准备如何应对？

针对产线操作工的访谈内容：

- 1、您认为产线操作有哪些可以改进或优化的地方？
- 2、您认为公司应该如何更好的关心和支持一线员工，如何提升员工工作积极性？
- 3、您认为在工作中，安全是最重要的因素吗？对于公司组织的安全和技能培训是否积极参与，并认真落实在工作中？
- 4、您认为公司的晋升路径设置是否合理？您是否对自己未来的晋升有所规划？
- 5、您认为公司的奖惩制度，绩效考核制度是否合理？对公司的福利待遇是否满意？如果不满意，有哪些改进建议？

附录 B：表目录

- 附录 B1：表 2.1 6S 管理理论内容介绍
- 附录 B2：表 2.2 常见现场布局方法
- 附录 B3：表 2.3 基础工业工程方法研究内容
- 附录 B4：表 2.4 秒表测时法
- 附录 B5：表 3.1 车间 2023 年工时利用率及合格率数据
- 附录 B6：表 3.2 2023 年 7-12 月产品不合格率
- 附录 B7：表 3.3 发动机装配生产流程
- 附录 B8：表 3.4 2023 年设备维修记录
- 附录 B9：表 4.1 一汽解放汽车发动机分公司访谈记录表
- 附录 B10：表 4.2 一汽解放汽车发动机分公司访谈主要内容汇总
- 附录 B11：表 5.1 T/U 型生产线优缺点
- 附录 B12：表 5.2 工序 4 优化前操作步骤
- 附录 B13：表 5.3 工序 4 优化后操作步骤
- 附录 B14：表 5.4 生产环境 6S 优化措施
- 附录 B16：表 5.5 物料管理 6S 优化措施

附录 C：图目录

- 附录 C1：图 1.1 2023-2028 年国内柴油发动机销量预测
- 附录 C2：图 1.2 技术路线图
- 附录 C3：图 3.1 一汽解放发动机分公司组织框架图
- 附录 C4：图 3.2 厂区整体布局图
- 附录 C5：图 3.3 优化前发动机生产线布局图
- 附录 C6：图 3.4 生产线工序作业时间与标准生产节拍对比图
- 附录 C7：图 3.5 公司员工年龄结构
- 附录 C8：图 3.6 公司员工学历情况
- 附录 C9：图 3.6 公司员工技能水平
- 附录 C10：图 5.1 优化后发动机生产线布局图

致谢

随着论文的定稿，我深知这不仅仅是一份学术成果的呈现，更是我人生道路上一段珍贵经历的总结。在此，我谨向所有在我求学和论文写作过程中给予帮助、支持和鼓励的人表示最诚挚的感谢。

首先，我要向我的导师致以最深的敬意和感谢。您严谨的学术态度、深厚的专业知识、敏锐的洞察力以及无私的奉献精神，无时无刻不在激励我前行。在论文的选题、构思、撰写和修改过程中，您给予了我宝贵的指导和建议，使我在困惑中找到方向，在挫折中坚定信念。您的教诲将是我一生宝贵的财富。

同时，我也要感谢我的同学们和朋友们。在兰财的学习生活中，我们共同学习、共同成长，一起经历了许多难忘的时光。在论文的写作过程中，我们互相鼓励、互相帮助，共同克服了种种困难。你们的陪伴和支持让我感受到了友情的温暖和力量，也让我更加坚定了前行的信心。

此外，我要感谢兰财和学院为我提供了宝贵的学习资源和优秀的师资力量。在这里，我不仅学到了专业知识，还学会了如何思考问题、如何分析问题、如何解决问题。学院的老师们不仅传授了我们知识，还教会了我们如何做人、如何处事。这些宝贵的财富将伴随我走过人生的每一个阶段。

最后，我要感谢参与论文评审和答辩的专家和老师们。您的专业意见和宝贵建议使我的论文更加完善、更加深入。您的严谨态度和敬业精神是我学习的榜样。我将以您们为标杆，不断提升自己的学术水平和综合素质。

再次感谢所有在我求学和论文写作过程中给予帮助、支持和鼓励的人。我将铭记你们的恩情和教诲，以更加饱满的热情和更加坚定的信念迎接未来的挑战和机遇。