

学校编码: 10384
学号: 17720141151053

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

H 汽车公司总装混流装配线平衡问题研究

A Study on Balancing Problem of Mixed-model
Assembly Line in Company H

杨 钰 琳

指导教师姓名: 韩水华教授

专 业 名 称: 物流工程

论文提交日期: 2017 年 月 日

论文答辩时间: 2017 年 月 日

学位授予日期: 2017 年 月 日

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2017 年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

市场竞争日益激烈，汽车消费的多样化需求也日趋明显，使得混流装配线成为众多汽车制造商普遍采用的一种生产方式。混流装配线通过对装配线的合理组织与排产优化，实现多种产品的共线装配，能够以较快的响应速度向客户提供个性化的产品和服务。由于混流生产线复杂的装配过程会涉及不同型号的产品以及繁多的物料，H 商用车制造公司正在全面改进自身的生产物流系统，以使混流总装线的运行更加平稳和高效。

本文在此背景下，以 H 公司总装车间的一条混流装配线为研究对象，首先从 H 公司总装线的现状出发，提出其中存在的问题，分析发现影响混装线生产效率提升主要存在两方面原因：一为工位任务负荷不均衡、批次混流生产、现场管理混乱等生产内部因素，二为物料采购不及时、技术设计不合理等生产外部因素。针对生产内部因素，本文认为解决好 H 公司混装线平衡问题是实现高效混流生产和有效现场管理的基础前提，因此需优先重点解决平衡问题。本文主要通过描述装配工艺流程以及相关的数据入手，建立以最小化工作站数量为目标函数的 0-1 整数规划模型，依据所建立模型的特点选择 Lingo 求解并对结果加以分析，最后再通过 Flexsim 验证优化平衡方案效果。针对生产外部因素，本文提出几点优化改善建议以供企业参考。

本文体现了混流装配线平衡技术在企业实际生产中的具体应用，具有一定理论价值和现实意义。仿真结果表明，各工位作业的重新调整使得混流生产情况下的生产线运行更加平稳，生产效率大幅提升。基于平衡结果，H 公司可以就合理的投产排序方案进行进一步的优化。

关键词：混流装配线平衡；0-1 整数规划；系统仿真

Abstract

With the market competition is increasingly fierce and the customer demand of cars is more diversified, Mixed-model Assembly Lines (MMALs) are widely used in automobile manufacturing enterprises. MMALs which are well balanced and sequenced are capable of producing variety of products to yield customized products and services with rapid response speed. Because MMALs' complicated assembly process involves various materials and different products, Company H is making more efforts to improve its production logistics system in order to realize stable and efficient operation of MMALs.

Based on the background, this thesis has been done in a MMAL of Company H. First, the current situation of Company H's MMAL is analyzed in aspects of internal factors of production system involving unbalance of work load among all workstations, mixed-model production by batch and chaotic worksite management, and external factors involving untimeliness of materials purchasing, irrationality of products designing. Though the analysis of causes of the problems, the line balancing, which is foundation of high-efficient production, is defined as the study focus of this thesis ultimately. Then, the 0-1 inter programming mathematical model minimizing the number of workstations is formulated and solved by Lingo software. After that, Flexsim software is used to evaluate optimization proposal's effect. As for external elements, several improvement advices are given for Company H's reference in the end.

This thesis directly embodies the application of mixed-model assembly line balancing technology in actual production circumstance, and has relatively important theoretical and practical value. The simulation experiment shows that the readjustment of work load among workstations makes assembly line operates stably and productivity increases markedly to some extent. On account of previous balancing result, this thesis puts forward sequencing of H's MMAL could be another direction of further research.

Key Words: Mixed-model Assembly Line Balancing; 0-1 Integer Programming; System Simulation

目录

第 1 章 引言	1
1.1 问题背景及研究意义	1
1.1.1 问题背景.....	1
1.1.2 研究目的及意义.....	5
1.2 研究内容与方法	6
1.2.1 主要研究内容.....	6
1.2.2 研究方法.....	7
1.3 论文结构	8
第 2 章 文献综述	11
2.1 单一型装配线平衡问题研究	11
2.2 混流装配线平衡问题研究	15
2.2.1 混流装配线概述.....	15
2.2.2 混流装配线平衡问题.....	17
2.2.3 混流装配线平衡问题求解方法.....	21
2.3 本章小结	23
第 3 章 H 公司混流装配线现状及问题分析	25
3.1 H 公司混流装配线生产现状分析	25
3.2 H 公司混流装配线问题分析	26
3.2.1 混流装配线工序节拍不平衡.....	28
3.2.2 批次混流生产.....	29
3.2.3 部分工位现场布局不合理.....	29
3.2.4 作业规范不完善.....	29
3.2.5 员工多技能培训不足.....	29
3.2.6 物料供应不及时.....	30
3.3 本章小结	30
第 4 章 H 公司混流装配线平衡优化方案	31

4.1 H 公司混流装配线平衡优化模型	31
4.2 H 公司混流装配线平衡优化方案	34
4.2.1 预装工段平衡优化方案.....	35
4.2.2 动力工段平衡优化方案.....	42
4.3 本章小结	43
第 5 章 基于 Flexsim 优化方案效果评价	45
5.1 构建仿真模型	45
5.1.1 仿真模型构建思路.....	45
5.1.2 构建仿真模型.....	45
5.2 正常情况仿真验证	49
5.2.1 仿真假设前提.....	49
5.2.2 仿真参数设置.....	50
5.2.3 仿真结果分析.....	50
5.3 缺件情况仿真验证	52
5.4 本章小结	53
第 6 章 总结与展望	55
6.1 研究总结	55
6.2 研究展望	56
参考文献	59
附录一	63
附录二	65
致谢语.....	69

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Problem Background and Research Significance	1
1.1.1 Problem Background	1
1.1.2 Research Purpose and Significance	5
1.2 Research Contents and Methods.....	6
1.2.1 Main Research Contents	6
1.2.2 Research Methods	7
1.3 Thesis Structure.....	8
Chapter 2 Literature Review	11
2.1 Literature Review of Simple Assembly Line Balancing Problems	11
2.2 Literature Review of Mixed-model Assembly Line Balancing Problems	15
2.2.1 Overview of Mixed-model Assembly Line	15
2.2.2 Literature Review of Mixed-model Assembly Line Balancing Problems	
.....	17
2.2.3 Solution Methods of Mixed-model Assembly Line Balancing Problems	
.....	21
2.3 Chapter Summary	23
Chapter 3 Analysis of Situation and Problems of Mixed-model	
Assembly Line in Company H.....	25
3.1 Status Analysis of Mixed-model Assembly Line in Company H.....	25
3.2 Problems Analysis of Mixed-model Assembly Line in Company H	26
3.2.1 Inbalance of Tark Time.....	28
3.2.2 Mixed-model Production by Batch.....	29
3.2.3 Unreasonability of Station Layout	29
3.2.4 Shortness of Working Standard	29
3.2.5 Insufficiency of Multi-skill Staff Training	29

3.2.6 Untimeliness of Materials Delivery	30
3.3 Chapter Summary	30
Chapter 4 Balancing Optimisation of Mixed-model Assembly Line in Company H.....	31
4.1 Optimisation Model of Mixed-model Assembly Line Balancing Problem in Company H.....	31
4.2 Optimisation Scheme of Mixed-model Assembly Line Balancing Problem in Company H	34
4.2.1 Optimisation Scheme of Pre-install Section	35
4.2.2 Optimisation Scheme of Dynamic Section	42
4.3 Chapter Summary	43
Chapter 5 Effect Evaluation of Optimisation Scheme Based on Flexsim	45
5.1 Formulation of Simulation Model	45
5.1.1 Construction Idea of Simulation Model.....	45
5.1.2 Modeling the Simulation Model	45
5.2 Verification of Simulation Model under Normal Operation	49
5.2.1 Simulation Assumptions	49
5.2.2 Settings of Simulation Parameters	50
5.2.3 Analysis of Simulation results	50
5.3 Verification of Simulation Model under Materials Shortage Situation...52	52
5.4 Chapter Summary	53
Chapter 6 Conclusions and Future Research	55
6.1 Research Summary	55
6.2 Research Prospects	56
References	59
Appendix 1	63

Appendix 2.....65

Acknowledgements69

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第1章 引言

自18世纪中叶人类开启工业文明以来,科技的进步带动着全球生产力的不断提升和发展,人类的生产模式日趋成熟,生产规模也随之扩大。随着全球经济的发展和产品需求的不断增长,制造企业广泛采用少品种、大批量的生产方式。而流水线又称装配线,以较为先进的组织形式,在大批量制造企业的生产中占据主导地位。它是以装配工艺的顺序对工作站进行排列,其装配加工基体按固定的节拍依次经过各工作站,并在各工作站逐步将零部件装配到基体上,待全部装配工序完成后成为产成品。然而伴随社会劳动生产率的提高,原本商品物资供不应求的情况逐渐向以消费者为主导的买方市场转变,市场需求呈现多样化、个性化。为提高企业的灵活应变能力,快速响应市场的动态需求,许多企业放弃了单一装配线的生产模式,选择混流装配线进行柔性生产运作。

1.1 问题背景及研究意义

1.1.1 问题背景

19世纪末,法国巴黎Panhard-Levassor (P&L) 机床制造公司开始生产汽车,但是几乎没有两辆车是相同的,因为它采用的是一种典型的手工生产方式,实行单件生产。为了提高劳动生产率,降低生产成本,美国福特公司发明了流水线这种生产组织方式,制造业自此进入了以汽车为代表的大批量生产时代。

采用流水线生产能够使生产过程较好地符合节奏性、平行性、连续性的要求,具有提高专业化水平、提高生产效率、增加产品产量、降低产品成本以及提高生产自动化水平等一系列的优越性^[1]。然而,任何一种生产方式有其优点,也有其缺陷,当缺陷成为主要问题时,就会有新的生产方式取而代之。福特生产方式的根本缺陷是缺乏柔性,即缺乏适应品种变化的能力^[2]。实际生产过程中,一旦在某处发生设备故障、零部件缺件、人员操作失误等情形,就有可能导致全线停产,带来较大的损失。大批量生产还容易导致在制品库存积压,造成较为严重的资源浪费。

20世纪60年代,日本的丰田汽车创造了准时制生产方式(Just-in-time, JIT),

取代了福特创造的大批量流水线生产。经过四十多年的不断发展和完善，JIT生产方式已在全球范围内获得广泛传播和应用。尽管在不同的生产类型下，JIT的运作方式可能不同，但其基本思想不变，即准时生产、消除浪费和持续改善。生产方只在需要的时候，按需要的量生产所需的产品，然后对设备、人员等进行规划调整，从而实现消除库存、优化生产物流、减少浪费的目的。JIT生产方式的出现，使得传统制造业由少品种、大批量的单一品种流水线生产模式向多品种、少批量的混合流水线生产模式转变。混流装配线能够在一定时间内，在一条生产线上生产出工艺相近、结构相似的多种不同型号产品^[3]。相比单一品种流水线，混流装配线更加灵活，适应性更好，有助于提高企业对市场的快速反应能力，改善产品质量，减少成品库存依赖，实现JIT的目标。

针对中国的汽车产业来说，一方面经济全球化使得我国的汽车产业所面临的竞争环境愈加激烈，另一方面汽车消费的普及使得市场呈现出前所未有的多样性。这意味着各大汽车厂商想要在市场上分得一块“蛋糕”，就必须摸清消费者口味，准确把握消费者的购车意图，用细分车型不断满足消费者日益多元化的市场需求。反之，不断升级的消费需求对生产的调整和升级也起着导向作用，越来越多的汽车制造企业选用混流装配线，实现多样化的市场需求与生产过程恰当地匹配。然而，混流装配线生产过程较为复杂，虽然所生产的不同产品之间具有相似特性，但不同类型产品采用的生产方式、标准时间，以及使用的机器、零件、原材料可能存在差异。如何利用现有的混流装配线实现高效率、低成本的生产成为企业必须解决的问题。

在汽车制造业中，整车制造分为冲压、焊装、涂装、总装四大核心工艺。其中总装是生产的最终环节，它是将数以千计的符合质量标准的各类零件，按照规定的精度标准和技术要求组合成分总成、总成、整车，并经严格的检验程序，确认其是否合格的过程^[4]。汽车产品要求具有良好的经济性、耐久性和动力性，以实现在各种复杂环境中的运载功能，而安全可靠、造型美观、驾乘舒适并满足国家相关环保要求，这些最终都是要通过总装工艺来保证的^[4]。据统计，汽车总装工作量约占全部制造工作量的20%-25%，而整车的质量问题40%是装配问题。如若最后装配不当，以昂贵的代价制造出的合格零件，不一定能生产出质量合格、符合消费者需求的汽车。因此总装生产的高效运行，不仅能够提升生产效率，降

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库