

大连理工大学

---

硕士学位论文

---

M汽车有限公司总装生产线产能问题研究

---

姓名：邹威

---

申请学位级别：硕士

---

专业：工商管理

---

指导教师：黄学文

---

20091114

## 摘 要

加入 WTO 后,我国汽车产业发展十分迅速。普华永道 2006 年 4 月发布的《全球汽车行业财务回顾》报告中指出:今后 4 年,在全球几个成熟的汽车市场继续增长的同时,最大的突破性增长将来自巴西、俄罗斯、印度、中国这 4 个新兴经济国家,它们将占全球汽车产量预计总增长的 40%以上<sup>[1]</sup>。且在这 4 个新兴经济国家之中,中国无疑占据着中央舞台。同时,改革开放的不断深入和人们收入的不断提高,居民消费观念也在不断发生变化,这种变化引起整个汽车市场销售呈高位增长趋势,预计在今后的几年里,我国的汽车行业有着强劲的增长潜力。

良好的发展环境在带给 M 汽车有限公司一个巨大的发展空间的同时也带来了很大压力,其中之一就是面对日益增长的需求,公司的生产能力也遇到了挑战,这也是本文要研究的主要议题。

本文首先调查了目前公司各部门产能状况,并加以分析、研究,寻找瓶颈部门,确认总装车间为瓶颈部门;其次,对总装车间的内饰线、底盘及发动机生产线、测试线的各工位实际时间进行测定,并与公司新的产能目标为基准确定的节拍时间(目标节拍)比较,确定 4 个瓶颈工位;第三,运用联合作业分析方法及 5W1H 提问技术对瓶颈工位进行分析,明确存在的问题;第四,运用“ECRS”四大原则及动作经济原则进行改善,提出改善方案,并计算方案实施后的效果。改进方案实施后,生产线节拍由 9 分钟缩短为 8.2 分钟,提高了劳动生产率,达到了公司年产 5 万台的产能目标。

本文的研究成果将激励公司继续推广工作研究技术,同时,研究方法也可为其他企业提供借鉴。

**关键词:** 联合作业分析; 工作研究; 瓶颈工位; 生产节拍; 产能

## Assembly Production Line Capacity Improving Design of M Automotive Co. Ltd.

### Abstract

The Automotive industrial develops with a high speed in recent years after China join WTO. According to the report “global automotive industrial finance review” from Price Waterhouse Coopers in Oct. 2006, In the coming 4 years, global vehicle market will keep increase in developed countries and a strong break through in China, Brazil, Russia and India, these 4 countries will account for over 40% increasing quota in global market. China without any doubt will be the most important one among the above 4 countries.

Along with more deeper reformation and people’s income increase, resident’s consuming concept also make great changes, that cause vehicle sales market with high increasing trend, according to forecast, automotive industrial in our country is still have a high potential to increase in the coming years.

Good economy developing environment bring market opportunities and more pressure at the same time to M company, one of the pressures is that with high increase of sales, the plant production capacity will face challenge, this is the main topic for this paper.

In this paper, first is investigation of current plant production capacity and analysis based on current status to find out bottle neck department, we found Assembly shop is the bottleneck department; Then with time measuring method to measure actual working time for each working stations at Trim line, Overhead line and final line, compare to plant new target volume cycle time and defined 4 bottleneck stations; After defined bottle neck positions, use multiple activity operation chart and 5W1H asking method to analyze bottle neck positions and find out potential problems; Finally by using the principle of “ECRS” and motion economy to work out improving solution and realization result. After fulfillment of improvement, production line cycle time reduced from 9 min to 8.2 min, reached the target of efficiency improving and annual production capacity of 50000 units.

The research result of this paper will motivate the company to extend the using of work study in the whole plant and the method can also give the reference for other company.

**Key Words:** Multiple Activity Operation Analysis; Work Study; Bottleneck Position; Production Cycle Time; Production Capacity

## 大连理工大学学位论文独创性声明

作者郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用内容和致谢的地方外，本论文不包含其他个人或集体已经发表的研究成果，也不包含其他已申请学位或其他用途使用过的成果。与我一同工作的同志对本研究所做的贡献均已在论文中做了明确的说明并表示了谢意。

若有不实之处，本人愿意承担相关法律责任。

学位论文题目：M汽车有限公司总装生产线产能问题研究

作者签名：邵威

日期：2009年11月14日

## 大连理工大学学位论文授权使用授权书

本人完全了解学校有关学位论文知识产权的规定，在校攻读学位期间论文工作的知识产权属于大连理工大学，允许论文被查阅和借阅。学校有权保留论文并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印、或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

学位论文题目：M汽车有限公司总装生产线产能问题研究

作者签名：邵威

日期：2009年11月14日

导师签名：黄文

日期：2009年11月14日

# 1 引言

## 1.1 研究背景

### 1.1.1 我国汽车行业发展现状

从汽车产业发展角度看,目前我国汽车产业的发展环境正在日益完善。汽车工业有着巨大的发展市场,低廉的劳动力,完整的、较强的制造业配套能力,完备的技术开发体系等等,使得中国汽车工业可以在 21 世纪取得迅速的发展,其规模、技术水平、竞争力都具有迅速提高的条件与可能。相信经过一段较高速度的增长,到 2010 年前后,中国汽车工业可望成为世界主要汽车制造基地之一,其后逐步成为全球商用汽车的主要生产基地,成为面向发展中国家和某些发达国家的商用汽车、中低档轿车的主要供应者,成为全球汽车工业某些汽车零部件的制造中心。正因为中国汽车工业发展具有上述种种有利条件,因此中国汽车工业最终将成为具有独立开发能力、具有一定国际竞争力的产业<sup>[2]</sup>。

从销售状况来看,这些年国内汽车行业一直处于上升的趋势。前几年我国汽车销售市场经历了爆发性增长阶段,从中国汽车在全球的销量排名来看,2001 年中国仅排在全球第七位,2002 年全年汽车产销量双双突破 300 万两大关,增幅超过 2001 年近 25 个百分点,是自 1993 年以来我国汽车行业增长的第一个高峰。到 2003 年超过德国进入第三名,去年首次超过日本成为仅次于美国的全球第二大新车销售大国。基于“到 2020 年,我国的 GDP 将比 2000 年翻两番”的判断,我国将在 2015 年前后超过美国,届时市场容量将超过 1700 万辆,各类车型都有一个国内大市场作为支撑。依据宏观、需求、供给和产业政策等四个方面的因素,结合全球汽车产业发展周期,可以认定这一轮高速增长可能将持续 5—10 年。在汽车行业各子行业中,轿车工业继续充当汽车工业增长的“领头羊”,整个汽车行业的产业结构逐步向国际趋势靠拢:商用车比例下降,乘用车尤其是轿车比例上升。

从宏观经济的角度讲,我国经济高速增长格局也基本形成,经济的增长必定会带动消费市场的发展。纵观国内汽车市场,近年来汽车需求呈现高速发展,汽车工业对于工业总体发展的贡献增加,买车和买房成为人们的两大话题。需求的稳定增长是推动行业发展的主要原因,随着经济水平的发展和居民消费的升级,我国汽车需求空间巨大,销量将保持长期快速增长,而以轿车为主的乘用车将是汽车总体销量增长的主动力。截至 2007 年 8 月底,全国汽车销量较去年同比增长 24.95%,其中乘用车销量中轿车比例占 70.7%,同比增长 24.09%。预计到 2010 年,我国汽车和轿车的保有量将达到每千人 47

辆。由于我国地区发展不均衡，不同地区的汽车消费能力呈现梯次发展态势，而全国各个地区均达到同一水平需要一个漫长的过程，这意味着我国汽车消费需求将保持长时期的增长趋势，这也将推动我国汽车行业的长期持续发展。

从汽车行业产业结构看，随着汽车普及率的提高，人们对轿车的认识不断得以提高，国内汽车消费逐渐向中高级产品发展的趋势日益明显。人们对汽车安全性、舒适性和操纵性等方面要求的提高，会导致在以后相当长的一个阶段里，汽车消费向中高级产品发展的趋势不会改变，并且逐渐被市场所强化。有调查显示，随着我国汽车市场的发展，一些车型结构也发生了较为明显的变化。随着经济的发展，国内对新车需求的档次在不断提升，从市场未来发展趋势看，在整个汽车行业中，低端产品市场增速回落并将逐渐萎缩，而高端产品市场份额始终有限，因而中高级产品将成为汽车消费的主要区域。

### 1.1.2 M 汽车有限公司简介

M 汽车有限公司是一家集汽车制造与销售一体的专业汽车生产商，专注于生产高档商用和家用轿车，公司成立于 2002 年。该公司拥有自己的整车品牌和产品，经过几年的不断努力，凭借先进的管理方式和灵活多变的经营机制，M 汽车有限公司近年来不断发展壮大，在国内高档轿车汽车行业中占据越来越重要的地位。

M 汽车有限公司成立以来，一直以世界一流汽车行业为基准，不断引进世界汽车行业较为先进的管理方式，结合本公司实际改革创新，将一系列先进的生产管理系统应用于公司生产，持续进行技术创新和管理创新，取得了很好的效果。在不断加强公司企业管理的同时还十分重视技术、管理等各方面人才的挖掘和培养。近年来，M 汽车制造有限公司除了不断从社会上引进聘用有关汽车行业的专门人才外，还设有专门的员工培训基地，拥有一套完整的培训系统，通过各种方式提高员工的整体素质，从而拥有一只高效率、高素质的员工队伍，为 M 汽车有限公司的产品研发、技术质量、生产经营及销售等各方面的发展提供了有力的保障。

通过对市场的精耕细作和对品牌的有效推广，随着国内汽车产业的发展，M 汽车有限公司的销售量逐年上升，取得了骄人的业绩。目前，公司在国内已经建立了完善的营销网络。尤其是近几年，公司汽车的销售量以每年 30% 以上的速度递增。这对 M 汽车有限公司的发展前景是十分有利的。

良好的市场环境和令人乐观的发展前景等各种有利条件，给 M 汽车有限公司带来巨大的发展空间，同时也给 M 汽车有限公司带来了诸多的挑战和压力，其中之一就是以公司原有的设备和条件，该如何扩大产能才能适应公司生产发展的需求，这也是本文将要研究的课题。

## 1.2 问题提出

企业的生产能力是指在计划期内，企业参与生产的全部固定资产，在既定的组织技术条件下，所能生产的产品数量，或者能够处理的原材料数量<sup>[3]</sup>。生产能力是反映企业所拥有的加工能力的一个技术参数，它也可以反映企业的生产规模。企业管理人员之所以十分关心生产能力，是因为随时需要知道企业的生产能力能否与市场需求相适应。当需求不足时，需要考虑如何缩小规模，避免能力过剩，尽可能减少损失；当需求旺盛时，需考虑如何增加生产能力，以满足需求的增长。

对于 M 汽车有限公司，当大环境欠佳时，对外要多争取订单、开发市场、创造佳绩，对内则要降低成本、提高效率；当大环境景气繁荣时，在拥有良好发展空间的同时还需要解决很多问题：譬如订单增加而企业生产受限于产能不能如期交货等等。企业销售形式越来越好，订单越来越多，这当然是好事情，但没有产能的配合，竞争就没有什么意义了。公司的产能在一定程度上限制了企业的发展，只有不断改善企业的生产能力，消除生产中的瓶颈工位，利用现有条件扩大产能，让企业以最小的成本获得最大的效益，才能使企业在竞争中立于不败之地。

加入世贸组织，汽车行业面临着前所未有的机遇与挑战。汽车市场有巨大增长空间。M 汽车有限公司近几年的销售量一直走高，销量连连递增，市场年增长率达到 30% 以上。2005 年销售量为 20126 台，2006 年销售量为 27563 台，根据市场调查，预计 2007 年的销售量将达到 36600 台，2008 年达到 48500 台左右。但是，在销售增长的同时公司的产能却没有同步按比例增长，产能遇到瓶颈，公司面临良好的市场需求及产能不足的窘境，在很大程度上有碍公司的发展。因此在现有基础上合理组织生产以扩大产能成为公司迫在眉睫的首要课题。作为企业管理者，当企业出现问题时，要做的就是探寻问题产生的根源，采用科学管理方法及时有效地去解决这些问题。

## 1.3 研究内容和研究方法

### 1.3.1 研究内容

M 汽车有限公司拥有先进的汽车流水生产线，而流水线的最大特点就是其生产过程有着高度的连续性和协调性，一辆汽车最终出厂要经过车身、喷涂和总装三个车间，每个车间里又要经过几十个不同工位，各个工位的生产节拍也存在着差异。我们通常把一个流程中生产节拍最慢的环节叫做“瓶颈”。流程中存在的瓶颈不仅限制了一个流程的产出速度，而且影响了其它环节生产能力的发挥<sup>[4]</sup>，也就是说，只要有某个工位的生产节拍时间偏长就会影响到整个公司总体的生产能力。因此要提高公司产能，就应从整个公

司的生产流程着眼，尽量使公司所有工位的生产节拍相同或接近，只有这样提高产能才有意义。因此要想提高产能就应该把重点放在提高生产能力最薄弱的工位的产能，也就是本文提到的消除“瓶颈工位”。瓶颈工序消除了，公司的产能才能真正得到提高。

本文通过运用工业工程的分析方法，对整个生产过程进行深入细致的研究，找出瓶颈车间、瓶颈工位存在的问题，提出改进措施并加以实施，改进后，各瓶颈工位的生产节拍得到优化，工作效率得到提高，公司的产能达到目标要求，解决了公司在产能问题上存在的困扰，使公司能够合理利用各种资源，最大限度地缩短产品生产周期，优化生产节拍，从而提高公司的应变能力和市场竞争能力。

### 1.3.2 研究方法

#### (1) 现场调查方法

影响企业生产能力的因素有很多，如企业设备设计生产能力、生产流程设计、人为因素等等。在制造企业中，扩大生产能力必须考虑到各工位能力的平衡。当企业的生产环节很多，设备多种多样时，各个环节所拥有的生产能力往往不一致，既有富裕环节，又有瓶颈环节。而富余环节和瓶颈环节又随着产品品种和制造工艺的改变而变化。从这个意义上来说，企业的整体生产能力是由瓶颈环节的能力所决定的。因此要想扩大产能，就要进行现场调查，找出影响产能的瓶颈部门。

#### (2) 秒表时间研究

在瓶颈部门内部，通过秒表测时方法测定并记录各工位的实际工作时间，通过比较，找出全部流程中耗时最长的工位——瓶颈工位，再逐一分析这些工位。

#### (3) 联合作业分析

M公司生产线各个工位都是由几个操作者同时作业，所以本文主要采用联合作业分析法以及“5W1H”的提问技术和“ECRS”四大原则，对瓶颈工位进行分析研究，提出改进方案，优化生产节拍以达到提高产能的目标。

## 1.4 论文基本框架

本论文基本框架见图

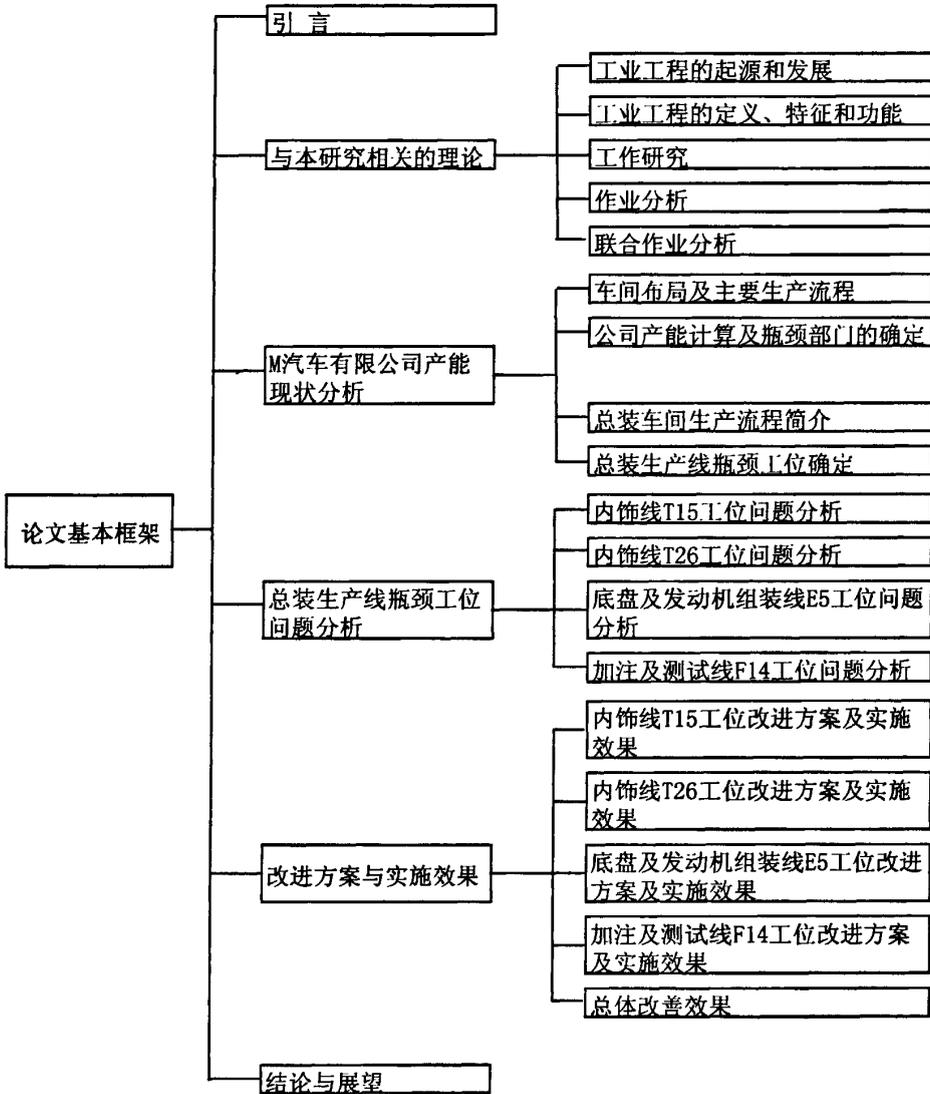


图 1.1 论文基本框架图

Fig. 1.1 Basic structure of this paper

## 2 与本研究相关的理论

### 2.1 工业工程的起源和发展

工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）它以现代工业化生产为背景，是从科学管理的基础上发展起来的一门应用性工程专业技术<sup>[5]</sup>。现代工业工程是以大规模工业生产及社会经济系统为研究对象，在制造工程学、管理科学和系统工程等学科基础上逐步形成和发展起来的一门交叉的工程学科<sup>[6]</sup>。它是将人、设备、物料、信息和环境等生产系统要素进行优化配置，对工业等生产过程进行系统规划与设计、评价与创新，从而提高工业生产率和社会经济效益专门化的综合技术，且内容日益广泛。

工业工程起源于 20 世纪初的美国。在人类从事小农经济和手工业生产的时代里，人们是凭着自己的经验去管理生产。到 20 世纪初，工业开始进入“科学管理时代”，美国工程师泰勒发表的《科学管理的原理》一书是这一时代的代表作和工业工程的经典著作。从 1910 年前后开始，美国的吉尔布雷斯夫妇从事动作研究和 workflow 研究，还设定了 17 种动作的基本因素。泰勒和吉尔布雷斯是最著名工业工程创始人<sup>[7]</sup>。

1908 年美国宾州大学首次开设了工业工程课程，后来又成立了工业工程系，1917 年美国成立了工业工程师协会。此后有人主张把当时从事动作研究、时间研究等提高劳动生产率的各种研究工作，从管理职能中分离出来，由懂得工程技术的人员去进行，逐步形成了一批将工程技术和管理的工业工程师。

二战期间和其后的一段时间内，工作研究（包括时间研究与方法研究）、质量控制、人事评价与选择、工厂布置、生产计划等都已正式成为工业工程的内容。随着制造业的发展，开创了工程经济分析的研究领域；由于战争的需要，运筹学得到了很大的发展。战后由于经济建设和工业生产发展的需要，使得工业工程与运筹学结合起来，并为工业工程提供了更为科学的方法基础，工业工程的技术内容得到了极大的丰富和发展。1948 年，美国成立了工业工程师学会。五六十年代，美国许多大学先后成立了工业工程系，到 1975 年，已有 150 所大学开设了工业工程课程<sup>[7]</sup>。

由于工业工程的内容强调综合地提高劳动生产率、降低生产成本、保证产品质量，使生产系统能够处于最佳运行状态而获得最高的整体效益，所以近数十年来一直受到各国的重视，尤其是那些经历过或正在经历工业变革的国家或地区，如美国、日本、四小龙及泰国等地方，都有将其视为促进经济发展的主要工具，同时 IE 技术在这种环境下亦得到迅速的成长。

与发达国家相比,我国起步较晚,20世纪80年代初期,大量外资企业的进入使工业工程在我国企业范围内得到一定的应用,像一汽大众、上海大众等都是工业工程应用的推动者。这些企业沿袭了国外工业工程管理的一些先进经验,成立专门的IE部门开展工业工程方面的工作,取得了很好的效益。九十年代初期,在我国东部沿海地区已经将应用工业工程作为提高企业经营管理的重要手段。到90年代末,随着改革开放的深入,越来越多比较先进的管理理念被更多的企业接受,工业工程在提高企业竞争力中发挥的作用也越来越明显,越来越多的企业从简单的应用工业工程的技术,转变为建立专门的工业工程部门来开展工业工程工作,为企业的经营决策起到一定的作用。

工业工程在我国的应用前景十分广阔。我国以企业为基础和主体的工业及产业经济系统面临着资源利用率低、质量和效益不高、综合结构不合理、环境适应性较差等,国际竞争力及创新能力亟待增强,以及战略管理和内部管理弱化、技术与管理脱节、特色化缺乏、产品、市场、技术等方面的发展不平衡、企业与市场和政府及其他企业间关系欠规范、不稳定等诸多问题和困境。工业工程这门管理与工程有机结合的综合技术对提高企业的生产率和生产系统综合效率及效益,对增强企业在开放经济条件下的国际市场竞争能力和知识经济环境中的综合创新能力,对赢得各类生产系统、管理系统及社会经济系统的高质量、可持续发展等,具有不可替代的重要作用<sup>[7]</sup>。

现代工业工程是企业 and 整个产业经济摆脱困境、赢得竞争优势的有效武器。

## 2.2 工业工程的定义、特征和功能

### 2.2.1 工业工程的定义

工业工程是一门不断发展和完善的学科,它有效地综合了工程科学、管理科学、自然科学和社会科学等多学科研究的最新成果,逐步形成了自己独立的科学体系,并且随着科学技术的发展和市场需求的不不断发展而变化,其内涵和外延还在不断丰富和发展。1955年美国工业工程师学会给出了工业工程完整的定义,即“工业工程是对有关人员、物资、设备、能源和信息等组成的整体系统进行设计、改造与实施的一门学科,它利用数学、物理和社会科学的专门知识和技能,并且应用工程分析和设计的原理和方法,对该系统可能获得的成果予以确定、预测和评价”<sup>[8]</sup>。可以看出,工业工程是综合运用各种实用的知识和方法,为把人力、物资、装备、技术和信息组成更加有效和更富于生产力的综合系统,所从事的规划、设计、评价和创新的活动的,它为有效的组织和管理提供科学依据。

从应用方面看, IE 的应用领域范围也不断拓展。最初工业工程的主要应用在制造业。当今社会, 工业已成为社会各产业的集合, 因此 IE 迅速从制造业发展到各产业领域, 甚至包括服务业、现代农业乃至行政公共事业。尽管现代 IE 的应用领域非常广泛, 但制造业仍然是工业工程应用最主要最具代表性的一个领域。

### 2.2.2 工业工程的特征

从工业工程的概念到实际工程实践来看, 工业工程具有如下基本特征:

#### (1) 整体系统的思想

工业工程的理论和思想是追求系统的整体效益。各子系统的目标必须服从系统的总目标。在实施过程中 IE 把工业生产看成是一个庞大而复杂的系统, 当然一个企业、车间、工段等也可以是一个系统。现代 IE 就是用系统的、综合的观点和方法, 进行统筹规划、综合平衡, 以充分发挥系统的整体效益。

#### (2) 技术与管理集成的思想

IE 的一个很重要特点是从技术角度研究和解决生产组织和管理中的问题, 具体实施中, 则是站在系统全局管理的角度进行分析、设计、改造和控制系统的运行行为, 以求整体最优。因此它是技术和管理紧密结合的工程学科, 而工业工程师是执行这一任务的懂管理的复合型专业技术人才。

#### (3) 不断发展和完善的思想

IE 自诞生以来, 经历了围绕提高作业效率为重要内容的传统 IE 阶段, 与运筹学相结合进行更系统和精确设计的独立活动阶段; 以系统工程为新的支柱, 形成从微观到宏观, 从局部到整体进行分析和设计的系统科学体系阶段; 目前可以认为是 IE 应用各种新技术、新理论不断拓展应用领域和范围的新的发展阶段<sup>[9]</sup>。

### 2.2.3 工业工程的功能

工业工程在其发展和应用实践过程中, 逐步形成了自身的特色和功能。按照现代工业工程的定义, 其基本功能包括系统规划功能、系统设计与实施功能、系统评价功能和系统创新功能四大部分。

#### (1) 系统规划功能

包括宏观系统规划和微观系统规划两大部分。宏观规划, 包括产业政策、产业结构、产业技术政策、技术发展规划、工业教育及培训规划等。微观规划, 包括企业新产品开发、业务发展规划、企业经营战略、技术更新和改造、安全环境规划、质量成本规划、产品标准及系列化规划、职工教育及人力资源开发规划等。

#### (2) 系统设计与实施功能

这是 IE 最主要的功能之一, 主要有: ①系统设计与实施, 包括制造过程系统、质量保证系统、组织结构系统、信息管理系统、物流系统(工程选址、工厂布置、

工程项目总体设计、设施设计等)和支持系统(网络数据库)等。②工作研究与实施,包括生产流程设计、生产技术选择、作业程序方法设计、作业时间及动作标准制订、作业环境设计、人力资源开发与设计等。③制造过程控制,包括制造资源计划、质量控制与可靠性、生产计划与控制、过程成本控制等。④标准制订与实施,主要有设计标准、质量标准、工作标准、规范与规程制订、工业安全、卫生、环保系统标准与规范等。⑤企业重组与再造,主要有虚拟企业设计与实施、各种现代制造方式的设计与实施、经营过程设计与再造,职工培训与教育的设计与安排等等。

### (3) 系统评价功能

系统评价功能主要是借助各种分析评价工具对系统的效益或成果进行评价分析,以达到最优的结果,主要包括技术经济发展预测评价,投资分析、产品设计评价、工程经济分析与评价、各种规划设计方案的评价、现存各子系统的评价、质量与可靠性评价、职工业绩与职务评价、评价指标及规程技术评价、奖惩机制建立与评价、宣传教育系统结果评价等。

### (4) 系统创新功能

创新是企业发展的根本源泉,通过对系统的分析评价、完善改造以达到促进系统不断创新的目标,是IE的功能之一。这里主要包括产品改进、工艺改进、设施改进、系统组织改进、工作方式改进、技术创新的激励与组织、新产品新技术的工作开发等<sup>[10]</sup>。

## 2.3 工作研究

工作研究是工业工程中最基本、出现最早、应用最广的一项作业优化技术,在现代工业企业中发挥着不可替代的作用。据1981年对美国企业应用IE状况抽样调查统计:94%的企业应用工作研究中的方法研究,96.3%的企业应用工作研究中的作业测定,由此可见工作研究应用之广泛[11]。应用工作研究不但可以使企业的生产率显著提高,而且还为企业实施其他工业工程技术奠定基础,因此工作研究被视为工业工程体系中最重要、最基础的技术,世界各国也将工作研究作为提高生产效率的首选技术。

### 2.3.1 工作研究的含义及内容

工作研究是在企业中经常用到的一种工业工程的分析方法,是工业工程的基本组成部分,又称为基础IE,它的研究对象是作业系统。关于工作研究的特点和常用的分析技术,在前面已经加以简单介绍,这里就不再重复。在企业管理中,

应该把工作研究作为一项经常性的工作，积极加以组织实施，工作研究的任务和目标应根据企业的经营管理总目标来确定。

工作研究的主要内容是针对所从事的工作进行分析、设计、改善和管理，运用工作研究的分析技术，分析工作中存在的问题，深入调查，研究制定科学的工作方法和标准的劳动定额<sup>[5]</sup>。

工作研究包括方法研究和作业测定两大技术，这两大技术关系密切，相辅相成。方法研究在于寻求经济有效的工作方法，主要包括程序分析、作业分析和动作分析；而作业测定主要是来确定各项作业科学合理的工时定额，包括秒表测时、工作抽样、预定动作时间标准法和标准资料法。方法研究主要着眼于对现有工作的改进，其实施效果需用作业测定来衡量；而作业测定主要着重于努力减少生产中的无效时间，为作业制定标准时间。作业测定要以方法研究所选定的较为科学合理的作业方法为前提，并在此基础上制定标准时间定额；而方法研究则要用作业测定的结果作为选择和评价工作方法的依据。在进行工作研究时，一般先进行方法研究，制定出标准的作业方法，然后再测定作业时间。在实际工作中，并不是所有的工作（或作业）都要求两种技术同时使用，根据实际需要，也可以作为单独的技术分开使用<sup>[5]</sup>。

### 2.3.2 工作研究的提问技术及改善原则

#### (1) 5W1H 技术

“5W1H”的提问技术就是为了使分析更为完整，不致有任何遗漏，5W即：

1)What: 完成了什么；2)Where: 何处做；3)When: 何时做；4)Who: 由谁做？是否必要？有无其他更好的效果？要在此处做？有无其他更合适的地方？5)Why: 为什么要做？为什么此时做？有无其他更合适的时间？要此人做？有无其他更合适的人？要这样做？有无其他更合适的方法？1H即How: 如何做？

#### (2) ECRS 四大原则

ECRS 四大原则是：取消(Eliminate)、合并(Combine)、重排(Rearrange)、简化(Simplify)。

通过提问技术，首先考虑取消不必要的工作（工序、动作、操作）；其次是将某些工序（动作）合并，以减少处理的手续；再次，是将工作台、机器以及储运处的布置重新调整，以减少搬运的距离。也许要变更操作或检验的顺序，以避免重复。最后，可以用最简单的设备、工具代替复杂的设备、工具，或用较简单、省力、省时的动作代替繁重的动作<sup>[12]</sup>。

### 2.3.3 工作研究实施步骤

工作研究的目标应根据企业经营管理的总的目标来制定。实施工作研究一般有以下几个步骤：

(1) 挖掘问题并确定工作研究项目。在选择某项作业作为工作研究的对象时，要充分考虑经济、技术以及人员等各方面的因素。

(2) 观察现行方法并记录全部事实。问题一旦确定，就要确立调查计划，进行现场分析，寻求改进方法。

(3) 仔细分析所记录的实际数据并进行改进。根据记录的，采用技术进行分析研究，提出改进措施和建议。

(4) 评价和拟定新的方案。对所提出的改进方案进行综合评定、比较，选择其中较为优秀、合理的方案，作为拟定的实施方案。

(5) 制定作业标准和时间标准。对选定方案实施标准化步骤，使其成为指导生产活动和操作方法的规范和根据，真正落到实处。

(6) 组织实施拟定的新方案。新方案确定以后，要积极组织加以实施，新的改进只有在生产中得以实施，工作研究的效果才能体现出来，因此这一步骤是工作研究中较为关键的一步。

(7) 评价和检查实施新方案的效果。新方案实施一段时间后，因该对实施效果进行检查和评估，并加以总结，以利于企业今后工作的改进和提高<sup>[5]</sup>。

## 2.4 作业分析

### 2.4.1 作业分析的概念

作业分析是以一道工序的运行过程为研究对象,通过对以人为主的工序的研究,科学合理地布置和安排操作者、作业对象和作业工具,以达到工序结构更加合理,从而减轻操作者的劳动强度,减少作业工时消耗,缩短整个作业的节拍时间,为作业改进而分析的一种分析方法。目的就是通过分析,使作业结构更加科学合理,尽可能减轻操作者的劳动强度,优化作业工作时间,保证产品质量,提高作业效率<sup>[5]</sup>。

### 2.4.2 作业分析的特点及分类

作业分析的特点主要有三点：

- (1) 把详细地分析和改进一个作业作为分析的对象和目标；
- (2) 应用工作研究“5W1H”的基本手法，对以人为主的作业系统进行分析
- (3) 把影响该作业效率和作业质量的各种因素作为分析的主要内容。

根据不同的调查目的，作业分析可以分为以下三种类型：

- (1) 人一机作业分析
- (2) 联合作业分析
- (3) 双手作业分析

本文在分析过程中，主要运用的是作业分析中的联合作业分析法，因此，下面将重点介绍一下联合作业分析<sup>[5]</sup>。

## 2.5 联合作业分析

### 2.5.1 联合作业分析的含义及特点

联合作业分析是指当几个作业人员共同作用于一项工作时，对作业人员时间上的关系的分析，排除作业人员在作业过程中存在的的经济、不均衡、不合理以及浪费等现象的一种分析方法<sup>[5]</sup>。

联合作业分析的特征主要有两点：

- (1) 联合作业分析是对两个或两个以上的一组作业人员所进行的分析；
- (2) 借助联合作业分析图，对各作业人员的待工（空闲）情况、各作业人员的作业效率以及在联合作业中耗时最长的作业等进行调查分析<sup>[3]</sup>。

### 2.5.2 联合作业分析的过程及目的

进行联合作业分析，首先要以作业人员的作业流程为基础，进行详细的记录，然后根据有关资料绘制联合作业分析图，并在此基础上进行分析研究，提出改进措施及拟定改进方案。最终形成的改进方案也要通过联合作业分析图清晰地表示出来，并将改进前后状况进行对比。

进行联合作业分析的目的主要有以下几点：

- (1) 利用联合作业分析图，发现空闲与等待的作业时间；
- (2) 使作业中的每个作业人员的工作负荷趋于平衡、合理；
- (3) 改善耗时最长作业的工作状况，缩短作业时间总量，减少作业周期时间；
- (4) 获得最大的设备利用率；
- (5) 合理配置人与机器的动作，使之更加科学，最有效地运用人力与机器；
- (6) 利用联合作业分析图，通过分析找出最合适的改进方法<sup>[5]</sup>。

### 2.5.3 联合作业分析图

在进行联合作业分析时，联合作业分析图是必不可少的，在整个分析的过程中，多数环节都是依据联合作业分析图来进行分析研究的，所起的作用是显而易见的。

联合作业分析图是记录在同一坐标上，表明作业者与机器协调配合关系的一种图表。它可以清楚地显示人的工作周期与机器的工作周期在时间上的配合关系。

联合作业分析图由表头、图表、统计三个部分构成。

(1) 表头部分：包括作业名称、操作者、编号、日期等，一般根据分析内容的具体情况而定。

(2) 图表部分：取适当的比例尺（例如：用 1cm 表示 1min），用垂直竖线把人与机器分开，分别在人与机器栏内，用规定的符号表示人或机器工作或空闲的时间，并依据作业程序和时间由上到下记录人与机器的活动情况。例如用  表示人或机器处于工作状态；用  表示人或机器处于空闲状态。图形的长短由工作时间或空闲时间而定，左右边分别写出人或机器的作业单元内容，只绘出一个操作周期即可。

(3) 统计部分：统计内容包括操作周期，人、机在一个周期内的工作时间和空闲时间，以及人、机利用率<sup>[5]</sup>。

### 3 M 汽车有限公司产能现状分析

根据公司近几年的销售量以及预期的发展趋势，公司管理层针对工厂的生产设定目标：到 2008 年下半年公司生产线年产能达到 50000 台。为了实现 2008 年下半年公司产能 50000 台目标，首先需要对全厂目前的产能状况进行调查、分析。

#### 3.1 公司车间布局及主要生产流程

要了解公司的整体产能状况，首先要从公司整个的生产系统谈起，先来看看 M 汽车有限公司生产车间整体的布局状况：

M 汽车有限公司各车间平面布局如图 3.1 所示。

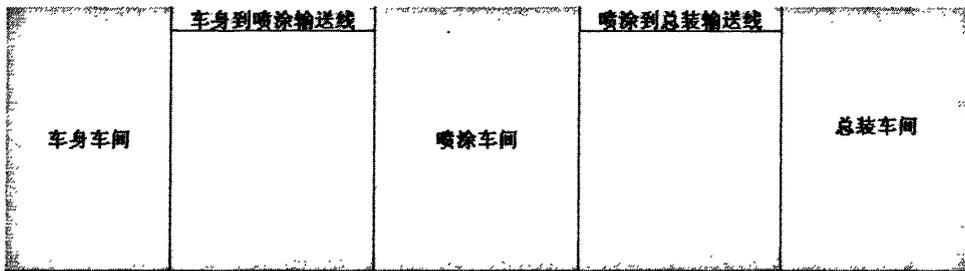


图 3.1 M 公司厂内平面布局图

Fig. 3.1 M company plant layout

M 汽车有限公司的生产车间主要有三个：车身车间、喷涂车间和总装车间。各车间之间有输送线连接成整个的汽车生产线，首先从车身车间焊接完成的车身通过输送线进入喷涂车间，喷漆后再由输送线进入总装车间完成各种配件的组装、检测，各项指标均合格后，一辆全新的成品车就此诞生。

图 3.2 为 M 汽车有限公司生产流程图。

从流程图中可以看出：首先对从车身车间送入的已经焊装好的车身半成品进行清洗，去除表面氧化层，然后进入第二道工序，对清洗好的车身进行喷涂处理，最后将喷涂好的车身放入缓存区；总装车间主要有三个大的工序，第一是内饰，在这里完成了喷漆的车身被安装上方向盘、汽车座椅及各种仪表等所有内饰件，然后进入第二道工序——底盘及发动机组装线，底盘安装之后安装四个车轮，这样一辆车就基本成型了。最后一道工序是加注及测试线，在这里汽车被加注防冻液、助力转向液、刹车液、和汽油等必需液体，然后送入检测区接受四轮定位、尾气排放、汽车动力、淋雨测试及刹车系统等各项功能进行检测，经检测合格一辆新车就基本上大功告成了。

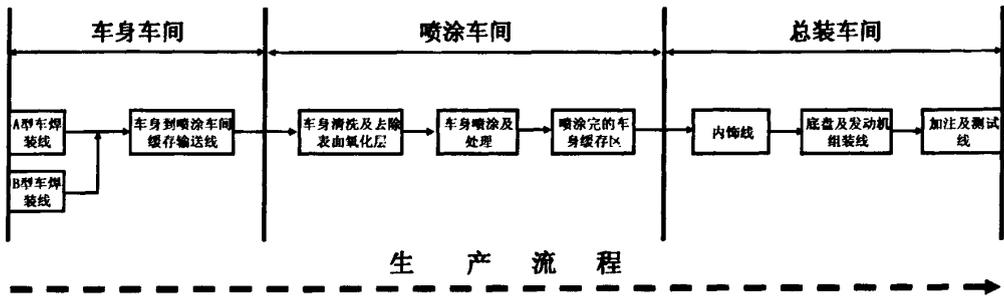


图 3.2 M 公司生产流程

Fig. 3.2 M company production flow

## 3.2 公司产能计算及瓶颈部门的确定

### 3.2.1 公司年产能计算

(1) 年产能计算方法如下:

公司年产能 = 每年实际生产天数 × 每天的日产量。

每天的日产量 = 每日净生产时间 ÷ 生产节拍时间。

每日净生产时间 = 每日工作时间 × 设备可使用率。

(2) 公司目前最大年产量计算:

#### ① 目前每年生产天数

全年实际工作天数 = 全年天数 365 天 - 法定节日 16 天 (元旦 1 天、春节 5 天、五一 5 天、十一 5 天) - 每周日半天设备维护共 26 天 = 323 天, 也就是说实际工作天数为 323 天。其中春节、五一、十一期间因设备检修, 所以定为 5 天。

#### ② 目前每天最大产量

现在公司实行两班倒, 每班工作时间为 9 小时, 则每日工作时间为 9 小时 × 2 = 18 小时, 按设备可使用率 96% 计算, 每天净生产时间为: 18 小时 × 96% = 17.3 小时, 现在生产一台车的节拍时间为 9 分钟, 也就是说每 9 分钟出一台车, 那么每天的产量为: 17.3 小时 × 60 ÷ 9 = 115.33 台, 即每天最大产量为 115 台。

#### ③ 公司目前的年产量

每年实际生产天数 323 (天) × 每天的最大产量 115 (台) = 37145 (台)。

要达到公司确定的 50000 台的产能目标, 还有较大的差距。

### 3.2.2 确定制约公司产能的瓶颈部门

影响生产能力的因素有很多，比如设备设施、技术、工艺、人员因素等等。从目前状况看，要想提高产能，可以从以下三方面入手：（1）提高设备使用率；（2）延长工作时间；（3）缩短生产节拍<sup>[13]</sup>。从上面计算过程可以看出，当前的设备使用率是 96%。在一个企业里，当设备利用率超过 95% 以上时，就表示设备使用率已经非常高，基本无潜能可挖，前面在计算公司目前年产量时，设备使用率是按照 96% 计算的，已经非常高了，所以不再去考虑这方面的因素，而是从工作时间和生产节拍时间两方面去考虑。

首先来看一下工作时间，要想增加工作时间只能在设备维修上占用的时间做文章，现在公司在五一、十一、元旦期间各占用 5 天用于设备检修，是保持设备使用率必须要做的工作，不能删减，在周日的半天为日常设备维护时间，同样不能减少，所以每年实际工作天数没有增加的空间。

再看每天的工作时间，目前由于采用每日 2 班制，每班工作 9 小时，每日实际工作时间为  $9 \text{ 小时} \times 2 = 18 \text{ 小时}$ ，因为每日有 24 小时，而剩余 6 小时则没有充分利用，所以，如果采用每日 3 班生产，计算如下：

调整到三班生产，每班工作时间为 7.5 小时（每班半小时为吃饭时间），则每日工作时间为  $7.5 \times 3 = 22.5$ （小时），按设备可使用率 96% 计算，每天净工作时间为： $22.5 \times 96\% = 21.6$ （小时），生产一台车的节拍时间为 9 分钟，也就是说每 9 分钟出一台车，那么每天的产量为： $21.6 \times 60 \div 9 = 144$  台，即每天最大产量为 144 台。

按这样计算，采用 3 班生产后公司的最大年产量为：每年可工作天数 323（天） $\times$  每天的最大产量 144（台） $= 46512$ （台）。距 50000 台产量要求仍然有一定差距。

在此基础上，要达到 50000 台的产能目标，只能降低生产节拍时间，实现产能的进一步突破。

要完成年产量 50000 台的目标，按实际工作天数 323 天计算，每天的日产量应达到： $50000 \text{ (台)} \div 323 \text{ (天)} = 154.8 \text{ (台/天)}$ （取 155 台/天）

每天净生产时间为： $21.6 \text{ (小时)} \times 60 = 1296 \text{ (分钟)}$ ，

那么要完成年产 50000 台目标所需要的生产节拍时间应为：

$1296 \text{ (分钟)} \div 155 \text{ 台} = 8.36 \text{ (分钟/台)}$ （取 8.3 分钟）

根据以上计算，设定下一步工作目标：降低节拍时间从 9 分钟到 8.3 分钟。

根据全厂范围内的调查，车身车间，喷涂车间的产能较大，目前完全能满足 8.3 分钟的生产节拍，只有总装车间满足不了 8.3 分钟的生产节拍，这也是影响整个公司生产能力的主要原因。正因为如此，我们把总装车间看作是影响公司产能的瓶颈部门。如果

把总装车间生产节拍大于 8.3 分钟的工位的节拍时间降低 8.3 分钟以内，整个公司的年产量就可意提高。

因此，总装车间即为这次产能增加产能的瓶颈部门，下面将针对总装车间的总体状况加以更深入的分析。

### 3.3 总装车间生产流程简介

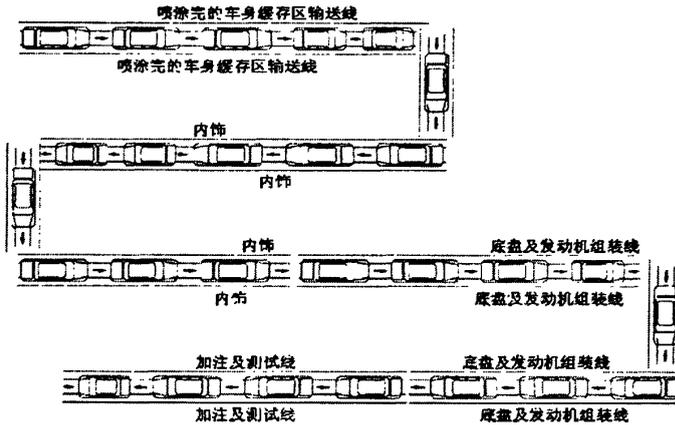


图 3.3 总装车间生产流程图

Fig. 3.3 Assembly workshop production flow

总装车间是全厂工艺流程最为复杂的一个车间。其车间生产流程如图 3.3 所示。

从图中可以看出，总装车间生产线为 S 型布局方式。首先，经过喷漆完成后的车身经缓存区输送带进入内饰生产线，完成座椅、各种仪表等内饰件安装后，进入底盘及发动机安装组装线，安装汽车心脏——发动机、底盘，变速箱及四个车轮，之后进入加注及测试线，进行各种液体的加注，，经检测合格后完成整台车的生产过程。

### 3.4 总装生产线瓶颈工位确定

#### 3.4.1 时间测定

首先采用工业工程中的时间研究方法，用秒表测定总装车间目前各工位的实际工作时间，表 3.1 为现场测定的总装车间内饰线各工位工作时间。

从表 3.1 中可以看出总装车间内饰线 28 个工位的工作时间、目前生产线的节拍时间及公司要求的目标生产节拍时间。

接下来测定底盘及发动机和测试生产线中各个工位的生产时间现状如表 3.2 所示。从表 3.2 可以很清晰地看出，在底盘及发动机组装线共 12 个工位，加注及测试生产线共有 15 个工位，以及每个工位的工作时间、生产线目前节拍时间和生产线目标节拍时间。

表 3.1 内饰线各工位目前实际工作时间

Table 3.1 Trim line actual working time at each working station

工位代号	各工位目前实际工作时间/min	生产线目前节拍时间/min	生产线目标节拍时间/min
T1	7.9	9.0	8.3
T2	8.0	9.0	8.3
T3	7.8	9.0	8.3
T4	8.1	9.0	8.3
T5	8.0	9.0	8.3
T6	8.2	9.0	8.3
T7	8.1	9.0	8.3
T8	8.0	9.0	8.3
T9	7.7	9.0	8.3
T10	7.8	9.0	8.3
T11	8.0	9.0	8.3
T12	8.2	9.0	8.3
T13	8.1	9.0	8.3
T14	8.0	9.0	8.3
T15	8.7	9.0	8.3
T16	7.4	9.0	8.3
T17	7.6	9.0	8.3
T18	8.0	9.0	8.3
T19	8.1	9.0	8.3
T20	8.2	9.0	8.3
T21	7.8	9.0	8.3
T22	7.7	9.0	8.3
T23	7.9	9.0	8.3
T24	8.0	9.0	8.3
T25	8.1	9.0	8.3
T26	8.5	9.0	8.3
T27	7.8	9.0	8.3
T28	8.2	9.0	8.3

表 3.2 底盘及加注测试线各工位目前实际工作时间  
Table 3.2 Overhead and final line actual working time at each working station

工位代号	各工位目前实际工作时间	生产线目前节拍时	生产线目标节拍时
	/min	间/min	间/min
E1	5.3	9.0	8.3
E2	7.8	9.0	8.3
E3	8.0	9.0	8.3
E4	8.1	9.0	8.3
E5	9.0	9.0	8.3
底盘及发动机 组装线	E6	7.8	9.0
	E7	7.9	9.0
	E8	7.6	9.0
	E9	7.2	9.0
	E10	7.8	9.0
	E11	8.0	9.0
	E12	7.6	9.0
	F1	8.2	9.0
	F2	7.2	9.0
	F3	7.4	9.0
加注及测试线	F4	7.6	9.0
	F5	7.8	9.0
	F6	8.0	9.0
	F7	8.0	9.0
	F8	8.2	9.0
	F9	7.7	9.0
	F10	8.2	9.0
	F11	7.9	9.0
	F12	7.8	9.0
	F13	8.0	9.0
	F14	8.8	9.0
	F15	7.2	9.0

### 3.4.2 瓶颈工位确定

通过时间测定，对总装车间各工位的实际工作时间有了更明确的了解，为瓶颈工位的确定提供了第一手材料。

图 3.4，图 3.5 绘制了各工位目前实际工作时间与生产节拍时间比较的柱状图。

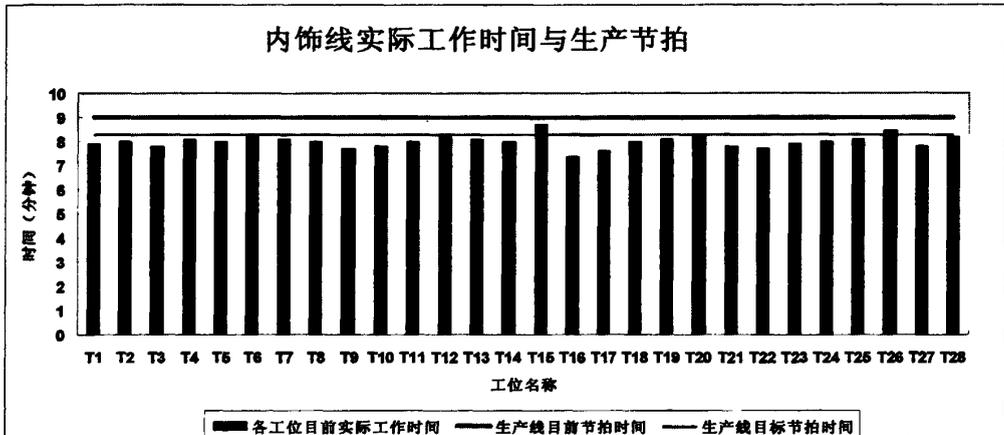


图 3.4 内饰线各工位目前实际工作时间与生产节拍

Fig. 3.4 Trim line station actual working time and production cycle

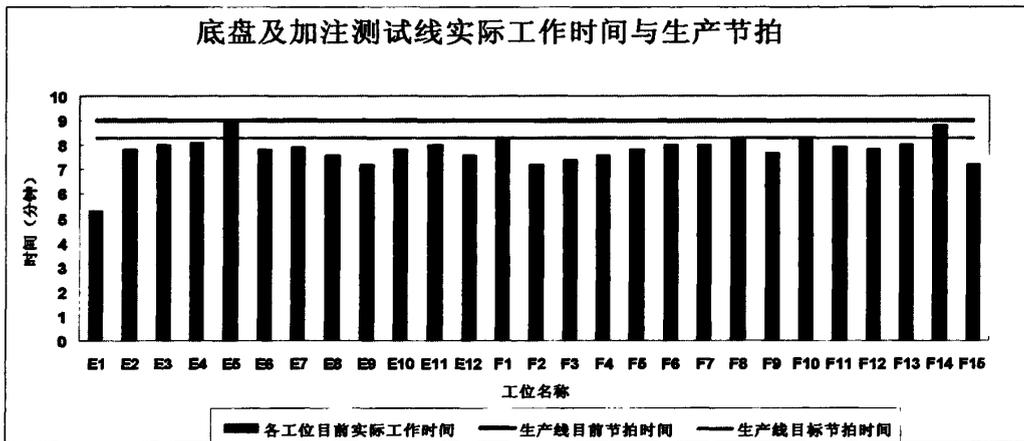


图 3.5 底盘及加注测试线各工位目前实际工作时间与生产节拍

Fig. 3.5 Overhead and final line station actual working time and production

从图 3.4、图 3.5 中可以更清晰的看出： T15 和 T26 两个工位的实际工作时间分别为 8.7 分钟和 8.5 分钟；在底盘及发动机组装线中，E5 工位的生产节拍时间为 9 分钟；在加注及测试生产线中，F14 工位的生产节拍时间为 8.8 分钟；均超出生产线目标节拍时间 8.3 分钟，因此将这四个工位确定为瓶颈工位，作为本文研究的对象。

瓶颈工位确定了，下面将针对各个工位的状况和存在的问题逐一地分析，提出改进措施并实施，降低瓶颈工位作业时间长，使之控制在目标生产节拍时间之内，减少各工位生产节拍之间的时间差<sup>[14]</sup>，使整个生产线得以均衡，以达到扩大产能的目的。

## 4 总装生产线瓶颈工位问题分析

### 4.1 内饰线 T15 工位问题分析

#### 4.1.1 内饰线 T15 工位简介

内饰线 T15 工位由三个操作者同时操作，主要负责安装后座椅安全带锁、搁物台、仪表横梁、水阀等内饰配件。图 4.1 红色圈内为仪表横梁安装部位；图 4.2 红色圈内为搁物台安装部位。

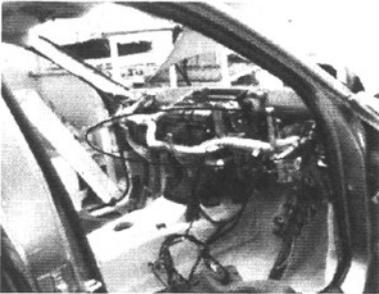


图 4.1 仪表横梁安装部位



图 4.2 后搁物台安装部位

Fig. 4.1 Instrument panel support assembly position

Fig. 4.2 Rear platform assembly position

该工位目前现场布局如图 4.3，首先汽车车身通过输送线进入工作区域，操作者 A 负责将后椅安全带锁、后喇叭、安全栅栏等内饰配件直接安装在车身，而操作者 B 和操作者 C 要先从相应的零件箱内取出搁物台、仪表横梁的配件，在预装工作台上进行预安装，然后再将安装好的配件装入车身。操作者 B 沿下图中蓝色标识的路线，将仪表横梁配件从零件箱 1 处取出，在预装工作台 1 处进行预安装；操作者 C 沿下图中浅绿色标识的路线，将搁物台配件从零件箱 2 处取出，在预装工作台 2 处进行预安装，预安装完毕后再安装在车身。待三个操作者都完成安装之后，车身由输送线进入下一个工位。

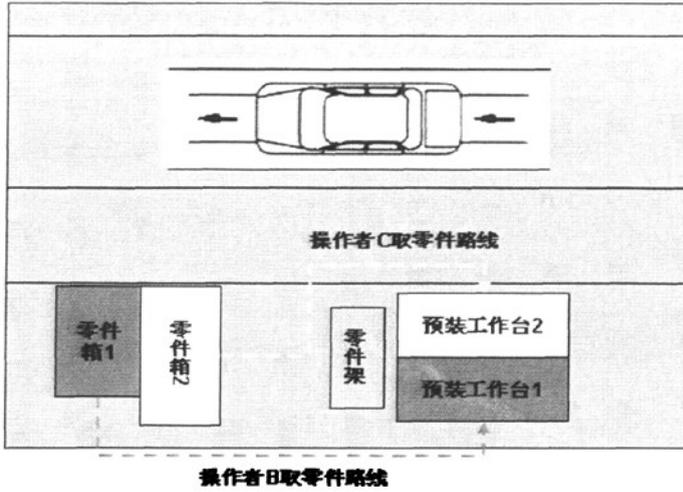


图 4.3 内饰线 T15 工位目前布局图

Fig. 4.3 Trim line T15 position current layout

图 4.4 与图 4.5 是目前操作者实际操作状况图，图 4.4 为操作者 B 取到到搁物台后返回预装工作台途中，图 4.5 为操作者 C 取到仪表横梁返回工作台途中。



图 4.4 操作者取搁物台途中

Fig. 4.4 Operator on the way to take platform part



图 4.5 操作者取仪表盘横梁途中

Fig. 4.5 Operator on the way to take instrument panel sup

#### 4.1.2 绘制 T15 工位联合作业分析图

根据 T15 工位目前状况绘制的联合作业分析图如表 4.1。

#### 4.1.3 T15 工位存在的问题

运用 5WIH 技术提问如下：

表 4.1 T15 工位改进前联合作业分析图  
 Tab. 4.1 T15 multiple activity operation chart before improvement

操作者 A	时间 (S)	操作者 B	时间 (S)	操作者 C	时间 (S)
预安装水阀	85				
		预安装搁物台	192	预安装仪表板横梁	186
安装后座椅安全带锁	76				
安装格栅	138				
		安装水泵	151	安装仪表板横梁	242
		安装水阀	45		
安装后喇叭	160				
		安装发动机舱盖隔音板	56		
				在仪表板横梁上安装电缆	82
空闲	63	安装挡风玻璃清洗系统	78		
				空闲	12
工作时间				空闲时间	

问：三个操作者中，谁的空闲时间较长？

答：操作者 A 有 63 秒的时间空闲，空闲时间较长。

问：为什么？

答：因为操作者 A 负责安装的后座椅安全带锁等内饰配件，不需要预安装即可直接装到车身，故安装时间较短，在其它两名操作者未完成操作之前只有等待。

问：操作者 B 哪部分用时较长？

答：预安装搁物台用时较长，共用了 192 秒。

问：为什么？

答：因为预装前，需从零件箱中取来零件在工作台上进行预装，而零件箱距离预装工作台较远，往返取用零件用去较长一部分时间。

问：能否改进？

答：能。

问：如何改进？

答：可适当调整零件架与预装工作台之间距离。

问：操作者 C 的操作时间为何较长？

答：同操作者 B 一样，操作者 C 也需从零件箱中取来零件进行预装，往返取用零件用去较长一部分时间。

问：操作者 C 有可以改进的地方吗？

答：有。

问：如何改进？

答：对整零件架与预装工作台进行重新摆放，减少取用零件的距离，从而减少走动时间。

问：还有其它可以改进的地方吗？

答：有。预装工作台旁有一个零件架，用于摆放预安装的零散螺丝等零件，由于零件架设计不合理，摆放比较凌乱，导致操作者取用不便，延长了操作时间。

问：如何改进？

答：对零件架进行改造，使零件分层摆放，适于操作者取用，节省操作时间。

通过对 T15 工位进行 5W1H 提问分析后发现，T15 工位存在的主要问题是：工作台与零件箱的摆放不合理，放置常用散碎零件的零件架构造存在一定的缺陷，使零件摆放凌乱，操作者取用不便，造成一定的时间上的浪费。

## 4.2 内饰线 T26 工位问题分析

### 4.2.1 内饰线 T26 工位简介

内饰线 T26 工位由四位操作者联合作业，主要的工作任务就是安装汽车前后挡风玻璃。具体操作时，四位操作者分为两组：操作者 A 和 B 负责前挡风玻璃的安装，操作者 A 取出并检查挡风玻璃，先安装前挡风玻璃的密封条和雾传感器，之后在前挡风玻璃窗框四周涂胶并进行调整准备安装，与此同时，操作者 B 用抹布清洁打胶枪头，在窗框上打上卡子，用溶剂清洁前后窗框并贴 VIN 码，之后安装减震块，最后准备好吸盘并在车顶上贴黄胶带，一切准备工作做好之后，等待操作者 A 完成所有操作后，二人共同合作安装前挡风玻璃；操作者 C 和 D 负责安装后挡风玻璃，操作者 C 负责取出后挡风玻璃并检查有无损伤，之后安装后挡风玻璃密封条和高位刹车灯，最后在窗框下涂胶进行后挡风玻璃涂胶并调整，操作者 D 则作一些其它的准备工作，用抹布清洁打胶枪头、安装车顶天线装置、用溶剂清洁天线盒、在车顶天线盒涂胶、安装车顶天线盒并用胶带固定、准备吸盘，待两人都完成所有操作后，再一起安装后挡风玻璃。安装完毕之后，半成品车身由输送线进入下一个工位。

为便于理解，图 4.6—4.8 是现场实物图。

图 4.6 为即将安装的前挡风玻璃，操作者在没有模具的情况下，要在挡风玻璃的四周，很精确地用手工涂胶；图 4.7 为尚未安装挡风玻璃的车身前挡风玻璃框架；图 4.8 为操作者利用吸盘，将挡风玻璃安装到车前挡风玻璃框架上。

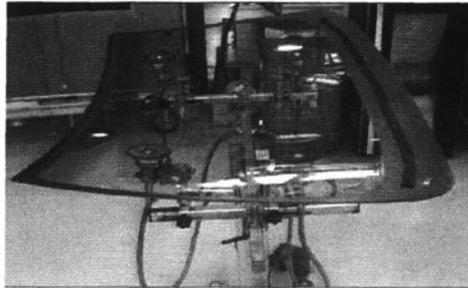


图 4.6 安装前的挡风玻璃

Fig. 4.6 Windshield before installation



图 4.7 等到安装挡风玻璃的车身

Fig. 4.7 Car body waiting for windshield installation



图 4.8 操作者正在安装挡风玻璃

Fig. 4.8 Operator installing windshield

#### 4.2.2 绘制 T26 工位联合作业分析图

采用联合作业分析法，绘制出 T26 工位目前联合作业分析图如表 4.2。

#### 4.2.3 T26 工位存在的问题

绘制好 T26 工位的联合作业分析图之后，接下来就要运用程序分析中的 5WIH 提问技术进行提问。

问：在操作过程中，哪个工序用的时间较长？

答：安装前挡风玻璃和安装后挡风玻璃？

问：能否减少安装时间？

答：能。

问：如何减少？

答：安装机器人代替人工安装，但需要较大投资。

问：四位操作者分为两组，在第一组中谁的空闲时间较长？

答：操作者 B。

问：在第二组中谁的空闲时间较长？

表 4.2 T26 工位改进前联合作业分析图

Tab. 4.2 T26 multiple activity operation chart before improvement

操作者 A	时间 (s)	操作者 B	时间 (s)	操作者 C	时间 (s)	操作者 D	时间 (s)
取出前挡风玻璃并检查	64	用抹布清洁打胶枪	22	取出后挡风玻璃并检查	52	用抹布清洁打胶枪	22
安装前挡风玻璃密封条	48	在窗框上打卡子	87	安装后挡风玻璃密封条	42	安装车顶天线装置	78
安装雾传感器	71	用溶剂清洁前后窗框	55	安装高位刹车灯	41	用溶剂清洁天线盒	28
		贴 VIN 码	21	在窗框下涂胶	62	车顶天线盒涂胶	66
		安装减震块	43			安装车顶天线盒并用胶带固定	71
前挡风玻璃涂胶并调整	146	准备吸盘	28	后挡风玻璃涂胶并调整	135	准备吸盘	28
		在车顶上贴黄胶带	29			空闲	39
		空闲	44				
安装前挡风玻璃	181	安装前挡风玻璃	181	安装后挡风玻璃	166	安装后挡风玻璃	166
				空闲	12	空闲	12
工作时间				空闲时间			

答：操作者 D。

问：为什么操作者 B 和操作者 D 的空闲时间较长？

答：因为安装前后挡风玻璃需两个操作者共同完成操作。因此操作者 B 和操作者 D 完成安装前准备工作后，需要等操作者 A 和操作者 C 完成所有操作之后，与他们一起合作共同安装前后挡风玻璃。

问：在操作者 C 和 D 在空闲时间，能否作一些其它的工作？

答：不能。

问：操作者 A 和操作者 C 哪个动作的操作时间较长？

答：操作者 A 为前挡风玻璃涂胶并调整和操作者 C 为后挡风玻璃涂胶并调整这两个动作用时较长？

问：为什么？

答：因为给前后挡风玻璃涂胶并调整是一个非常精细的工作，涂胶的位置要求很精确，涂胶的尺度要恰到好处，涂得太靠外或靠里都会影响前后挡风玻璃的牢固性，所以操作者在完成整个动作都特别谨慎，一般比较熟练的操作者要完成这个操作，也需要比较长的时间。

问：这种状况能否想办法加以改善？

答：能。

问：如何改善？

答：可以按照要求的尺寸做一个模具，操作时操作者只需顺着模具涂胶即可完成操作，即使是新手也能很快掌握。

根据提问分析得出，该工位生产节拍较长的原因主要在于安装前后挡风玻璃和为前后挡风玻璃涂胶，而安装前后挡风玻璃的改进需要增加一台机器人，该方案需要较大的投资，故暂不考虑。所以只能针对为前后挡风玻璃涂胶工序加以深入分析并提出改进方案。

## 4.3 底盘及发动机组装线 E5 工位问题分析

### 4.3.1 E5 工位简介

底盘及发动机组装线 E5 工位是由四个操作者同时操作的联合作业。

E5 工位现场布局如图 4.9 所示：

该工位负责底盘散热器、减震器和变速箱螺栓等底盘与车身的连接。

首先，装配完的发动机与变速箱总成被送到位于原始位置的移动工作台上，接下来移动工作台自动走到装配位置，与在那里等待的车身进行组装，组装结束后，该台车由输送线向前移动，下台车身同时过来，与此同时，移动工作台回到原始位置，将下一台车的发动机与变速箱总成再运到装配位置组装。

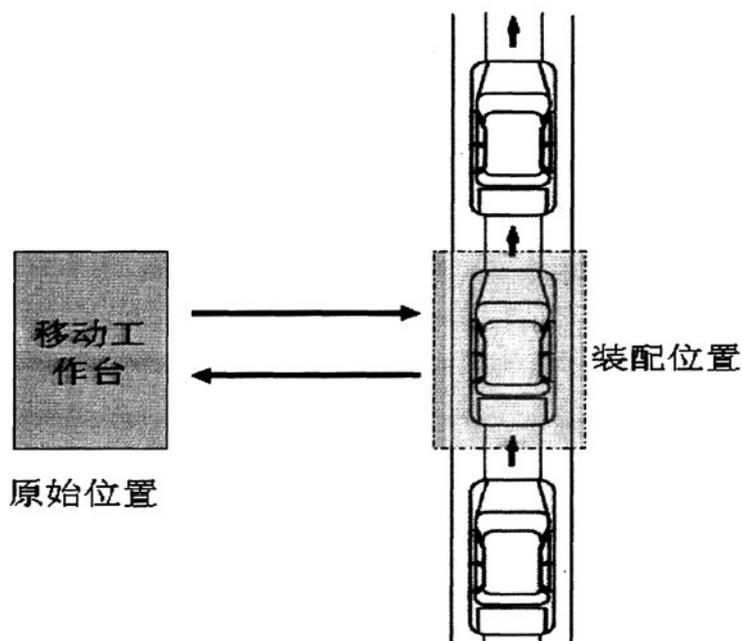


图 4.09 E5 工位布局图

Fig. 4.09 E5 working station layout

图 4.10 为该工位现场实际工作图。

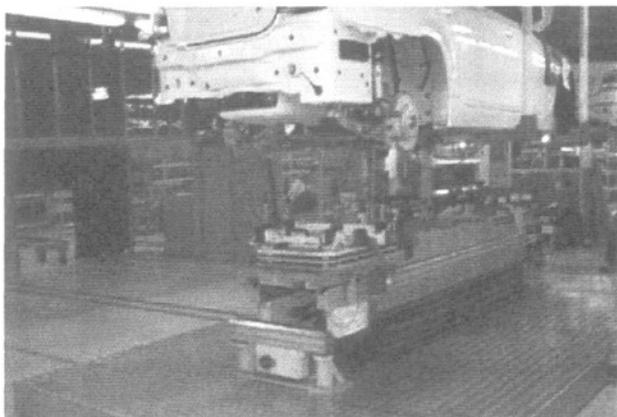


图 4.10 E5 现场实际工作图

Fig. 4.10 E5 working station actual status

图中黄色部分为移动工作台，可以在轨道上来回移动，移动工作台目前位于装配位置，移动工作台上为发动机与车身装配之后状态。

#### 4.3.2 绘制 E5 工位联合作业分析图

根据目前状况绘制出联合作业分析图如表 4.3。

绘制好 E5 工位的联合作业分析图之后，接下来就要运用程序分析中的 5W1H 提问技术进行提问。

#### 4.3.3 E5 工位存在的问题

运用 5W1H 技术提问，具体如下：

问：操作者为什么有较多的空闲的时间？

答：移动工作台从原始位置移动到装配位置的时间较长。在这期间，操作者准备好配件后便无事可作，只有等待。

问：在工作台移动即设备运行时，操作者能否同时进行装配？

答：不能。

问：能否减少工作台的移动运行时间？

答：能。

问：如何减少工作台的移动运行时间？

答：可以通过改进设备，提高其运行速度来减少工作台的移动运行时间。

问：该方法是否需要大量投资？

答：不需大量投资。

问：在操作过程中，哪些工序所用时间较长？

答：安装前后桥到车身所用生产时间较长。

问：为什么？

答：因为操作者需要拧紧多个螺栓。

问：能否加快拧紧螺栓的速度？

答：能。

问：如何加快？

答：将操作者使用的手动工具换成电动工具。

问：更换成电动工具是否能满足质量要求？

答：能。

问：是否需要较大投资？

答：否。



根据提以上问分析，可以看出 E5 工位存在的问题共有两点：（1）设备运转速度有待提高；（2）工人使用手动工具来拧紧较多螺栓，花费较长时间。

#### 4.4 加注及测试线 F14 工位问题分析

##### 4.4.1 加注及测试线 F14 工位简介

加注及测试线的 F14 工位是人机作业，经初步检测的产品车由操作者驾驶进入洗车间，由自动洗车设备将车洗干净并烘干后再由操作者开出洗车间，送入下一道工序进行进一步检测。

F14 工位洗车间内部见图 4.11。

目前的操作方法如图 4.15—图 4.18 所示：操作者将车驾驶至洗车间大门外前，先下车将洗车间门打开，再进入车内将车驶入洗车间内洗车位置，然后操作者再从车内出来将洗车间进口门关闭并按洗车设备开始按钮，之后进入车内坐好，开始洗车。车洗完之后，操作者从车内出来，将洗车间出口门打开，重新进入车内将车从洗车间开出并停到门外后，再从车内出来并将洗车间出口门关闭，到此该工位所有工作结束，进入下一道工序。



图 4.11 F14 工位洗车间现场实际图

Fig. 4.11 F14 car washing station actual status

图 4.12 为操作者将车开到洗车间门口后打开驾驶室车门；图 4.13 是操作者下车后按动按钮开启洗车间大门；图 4.14 为开启洗车间大门后，重新回到驾驶室；图 4.15 为车驶入洗车间后，操作者再次下车开启洗车设备按钮准备洗车。



图 4.12 操作者从车内下来

Fig. 4.12 Operator get off from car



图 4.13 操作者到洗车间门口开门

Fig. 4.13 Operator go to the car washer and open gate



图 4.14 操作者打开门后再回到车内

Fig. 4.14 Operator get on to car after open the car



图 4.15 操作者在洗车间内按启动洗车按钮

Fig. 4.15 Operator press car washer start button

#### 4.4.2 绘制 F14 工位联合作业分析图

根据目前状况绘制的人机作业分析图如表 4.4。

#### 4.4.3 F14 工位存在的问题

运用 5W1H 技术提问，具体如下：

问：该工序人机共同工作，空闲时间较长的是什么？

答：是人。操作者在洗车过程中一直在驾驶室内等候，有 330 秒的空闲时间。

问：这段时间操作者可以作些其它工作吗？

答：不能。

问：为什么？

答：因为在洗车设备启动后到洗车结束之间这段时间，操作者只能坐在驾驶室内等候。

问：设备空闲时间较长是哪些部分？

答：是操作者把车开入洗车间之前和将车开出洗车间的那部分时间。

问：为什么这两段时间设备空闲时间较长？

答：因为这期间，操作者需要反复上下车去开关洗车间大门和开启洗车设备。

问：这两段时间能否减少？

答：能。

问：应如何去做？

答：可以用遥控器来代替操作者反复上下车开关洗车间大门和开启洗车设备来达到节省时间的目的。

通过 5W1H 提问分析，得到 F14 工位存在的主要问题为：操作者反复上下车开启洗车间大门和启动洗车设备按钮，花费了较长的时间，造成一定的时间上的浪费，最终使该工位的生产节拍时间较长。

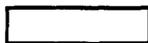
图 4.4 F14 工位改进前联合作业分析图

Fig. 4.4 F14 multiple activity operation chart before improvement

设备	时间 (s)	操作者	时间 (s)
空闲	111	从车内出来将洗车间进口门打开	13
		进入车内在驾驶位置坐好	11
		将车开进洗车间内洗车位置	59
		从车内出来将洗车间进口门关闭并	17
		按洗车设备开始按钮	
		进入车内在驾驶位置坐好	11
洗车	330	空闲	330
空闲	85	从车内出来将洗车间出口门打开	13
		进入车内在驾驶位置坐好	11
		将车从洗车间开出并停到门外	48
		从车内出来并将洗车间出口门关闭	13



工作时间



空闲时间

## 5 改进方案与实施效果

### 5.1 内饰线 T15 工位改进方案及实施效果

#### 5.1.1 T15 工位改进方案

根据 T15 工位存在的问题，运用动作经济原则，采取以下改进方案：

(1) 对预装工作台和零件箱进行重新摆放，调整它们之间的距离，让操作者不需要往返较长距离便可以取出零件进行预安装，节省工位生产节拍时间。图 5.1 为重新摆放前后工位布局对比图。

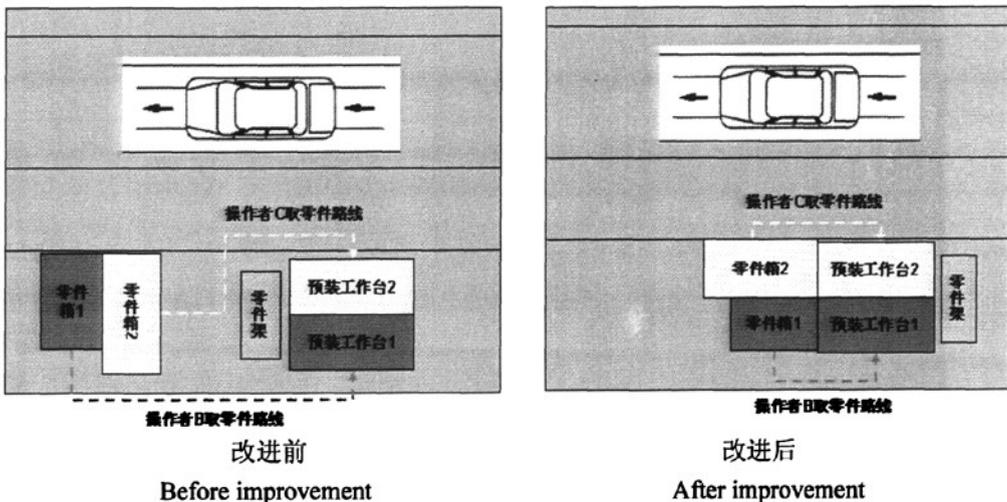


图 5.1 T15 工位改进前后布局图对比

Fig. 5.1 T15 layout comparison before and after improvement

通过对比图可以看出：改进前操作者 B 和 C 需要往返较长的距离才能将配件从零件箱取来在工作台上进行预装。重新摆放后，操作者可以很方便地拿取，往返距离明显减少，大大缩短了生产节拍时间。

(2) 对工作台加以改造，将工作台改为多层，改进方案如图 5.2 所示。

图 5.3 是根据图 5.2 的方案改进后的工作台实际摆放图。

从图 5.2 与图 5.3 可以看出：改造后的工作台，与以前相比更加方便、实用。改造前，只能将各种不同用途的散碎零件摆放在同一层面，造成各种散碎零件互相混杂、凌乱不堪，操作者取用时由于寻找不便而造成动作和时间的浪费；现在改造以后，工作台在以前的基础上，增加了两层三个置放零件架，可以分别摆放

不同的零件，使各种散碎零件分类摆放，较以前更加有序，取用也更加方便快捷，在一定程度上节省了操作时间。

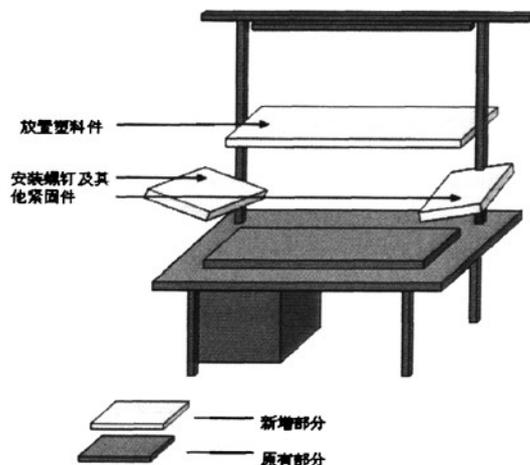


图 5.2 工作台改进方案图

Fig. 5.2 Workbench improvement plan

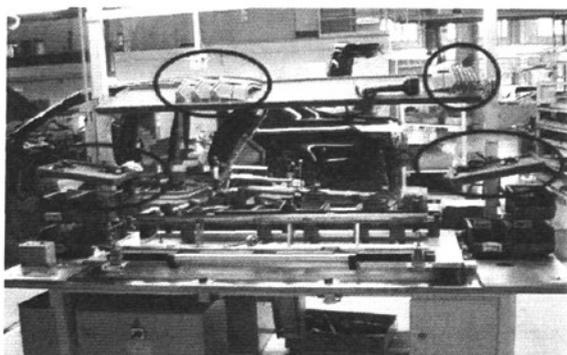


图 5.3 改进后的工作台实际摆放图

Fig. 5.3 Workbench actual layout after improvement

### 5.1.2 T15 工位实施效果

上面两项改进方案实施后，取得了明显的效果。

首先，对工作面重新布局后，操作者 B 和 C 进行预安装所用的预装工作台，和与之相对应零件箱的摆放更为科学、合理。操作者 B 和操作者 C 从预装工作台到装配件的零件箱之间的距离明显减少，取用配件方便了很多，往返所用时间也随之减少。

其次，操作者在进行安装时，取用螺丝等散碎零件也因为零件架的改造，使得散碎零件的摆放不再凌乱，而变成所用散碎零件一目了然，取用较以前更加方便快捷，加快了操作速度。

有了前面的优化生产节拍的改进措施，该工位的生产节拍时间明显减少，取得了很好的效果。操作者 B 安装搁物台的操作时间，由原来的 192 秒减少为现在的 127 秒，节省了 65 秒；操作者 C 预安装仪表横梁的操作时间由原来的 186 秒减少为现在的 144 秒，节省了 42 秒；同时因为操作者 B 和操作者 C 的操作速度加快，操作者 A 的空闲时间也相对减少，由原来的 63 秒减少到现在的 9 秒。这样，整个工位总的生产节拍时间也由原来的 522 秒减少到 468 秒，生产节拍时间减少了 54 秒，节省 10.3% 的生产节拍时间，完全可以达到将各工位生产节拍时间限制在 8.3 分钟（498 秒）之内的目标要求。

改善后的联合作业图如表 5.1 所示。

表 5.1 T15 工位改进后联合作业分析图  
Tab. 5.1 T15 multiple activity operation chart after improvement

操作者 A	时间 (S)	操作者 B	时间 (S)	操作者 C	时间 (S)
预安装水阀	85	预安装搁物台	127	预安装仪表板横梁	144
安装后座椅安全带锁	76	安装水泵	151	安装仪表板横梁	242
安装格栅	138	安装水阀	45		
		安装发动机舱盖	56		
		安装隔音板			
安装后喇叭	160	安装挡风玻璃清洗系统	78	在仪表板横梁上安装电缆	82
空闲	9	空闲	11		

节省时间：522s - 468s = 54s，节省 10.3%

 工作时间  空闲时间

## 5.2 内饰线 T26 工位改进方案及实施效果

### 5.2.1 T26 工位改进方案

通过分析得出，操作者在涂胶过程中，必须把握尺度小心翼翼地去做，才能按照标准完成操作，所以需花费较长的操作时间，从而延长了整个工位的生产节拍时间。经过认真研究，决定按照要求的尺度加工一个涂胶专用模具，以此来改善目前的状况。图 5.4 是经研究后，加工制作完成的涂胶专用模具图。

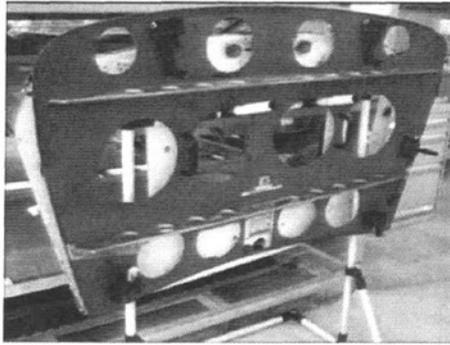


图 5.4 挡风玻璃涂胶专用模具  
Fig. 5.4 Fixture for windshield gluing

该模具是根据前挡风玻璃的尺寸和涂胶操作要求精心设计的，其大小、形状都是经过认真研究和计算后决定的，图 5.5 是涂胶模具使用示意图。



图 5.5 挡风玻璃涂胶模具使用位置  
Fig. 5.5 Fixture for windshield gluing using position

如图 5.6 所示：该模具在使用时，操作者将模具固定好后，只需沿着模具四周，用涂胶枪将胶涂在挡风玻璃四周即可。按照同样的方法，根据后挡风玻璃的尺寸要求，可以设计制作一个相同的模具，用于后挡风玻璃的涂胶操作。

### 5.2.2 T26 工位实施效果

经测试，操作者 A 在使用模具前需用 146 秒完成此项操作，使用模具后，只需 114 秒，节省了 32 秒，由于操作者 A 的动作速度加快，操作者 B 的空闲时间也相对减少，由原来的 44 秒变为现在的 12 秒；同样在使用模具后，操作者 C 的操作时间也由以前的 135 秒节省为 105 秒，节省操作时间 30 秒，操作者 D 的空闲时间也相对减少了 30 秒，由原来的 39 秒减少到现在的 9 秒钟。这样整个工序的生产节拍时间也减少了 32 秒，由以前的 510 秒减少到 478 秒（7.96 分钟），节省了 6.3% 的生产节拍时间，可以达到目标要求。

改善后的联合作业图如表 5.2 所示。

表 5.2 T26 工位改进后联合作业分析图

Tab. 5.2 T26 multiple activity operation chart after improvement

操作者 A	时间 (s)	操作者 B	时间 (s)	操作者 C	时间 (s)	操作者 D	时间 (s)
取出前挡风玻璃并检查	64	用抹布清洁	22	取出后挡风玻璃并检查	52	用抹布清洁	22
安装前挡风玻璃密封条	48	在窗框上打卡子	87	安装后挡风玻璃密封条	42	安装车顶天线装置	78
安装雾传感器	71	用溶剂清洁前后窗框	55	安装高位刹车灯	41	用溶剂清洁天线盒	28
前挡风玻璃涂胶并调整	114	贴 VIN 码	21	在窗框下涂胶	62	车顶天线盒涂胶	66
		安装减震块	43			安装车顶天线盒并用胶	71
		准备吸盘	28	后挡风玻璃涂胶并调整	105	带固定准备吸盘	28
		在车顶上贴黄胶带	29			空闲	9
		空闲	12				
安装前挡风玻璃	181	安装前挡风玻璃	181	安装后挡风玻璃	166	安装后挡风玻璃	166
				空闲	10	空闲	10

节省时间：510s - 478s = 32s, 节省 6.3%



## 5.3 底盘及发动机组装线 E5 工位改进方案及实施效果

### 5.3.1 E5 工位改进方案

根据 E5 工位存在的问题，从以下两方面入手加以改进：

(1) 从前面分析可以看出，移动工作台从原始位置到装配位置的移动时间较长，造成操作者在这个时间段有较多的空闲时间，形成不必要的浪费。通过对设备运行状况进行认真和仔细研究，对设备进行改造后，移动工作台从原始位置移动到装配位置的运行时间可以从原来的 56 秒减少到 42 秒，这样移动工作台从原始位置到装配位置的移动时间就可以节省 14；同样，从装配位置再回到原始位置也从原来的 56 秒减少到 42 秒。

(2) 在 E5 工序中操作者安装前后桥到车身所用生产节拍时间较长，经过观察和分析，操作者目前使用的拧紧螺栓的手动工具可以改为电动工具，不仅减少了工作时间，还减轻了操作者的体力劳动。

### 5.3.2 E5 工位实施效果

改进后 E5 工位的联合作业分析图如表 5.3 所示：

从图中可以看出，经过改进后，操作者使用电动工具代替原来的手动工具，安装前桥由原来的 143 秒缩减为 121 秒，节省 22 秒；安装后桥原来的 188 秒缩减为 161 秒，节省 27 秒。设备的空闲时间有原来的 286 秒减少到 259 秒，减少了 27 秒。

设备运行速度加快后，设备单程运行时间由原来的 56 秒减少到 42 秒，节省时间 14 秒，设备在一个生产节拍内往返运行一次，共节省  $14 \times 2 = 28$  秒，也就是说，4 个操作者的空闲等待时间减少了 28 秒。

这样，整个 E5 工位的生产时间就由原来的 540 秒减少到 485 秒（8.08 分钟），可以达到 8.3 分钟（498 秒）以内的目标要求。

表 5.3 E5 工位改进后联合作业分析图

Tab. 5.3 E5 multiple activity operation chart after improvement

设备	时间 (s)	操作者 A	时间 (s)	操作者 B	时间 (s)	操作者 C	时间 (s)	操作者 D	时间 (s)
移动工作台从原始位置到装配位置 车身下降到位 移动工作台上升到安装高度	42	准备前桥附件	28	准备前桥附件	28				
	18	空闲	32		62	准备后桥附件	73	准备后桥附件	73
	48	按钮操作	48	散热器预装	18	空闲	35	空闲	35
		安装散热器	20	安装散热器	20	安装左减震器	45	安装右减震器	45
		从零件架上取前桥附件检查	26	从零件架上取前桥附件检查	26	从零件架上取后桥附件检查	26	从零件架上取后桥附件检查	26
		安装前桥到车身 (左侧)	121	安装前桥到车身 (右侧)	121				
		安装变速箱螺栓	34	安装变速箱螺栓	34	安装后桥到车身 (左侧)	161	安装后桥到车身 (右侧)	161
		安装后的检查	32	安装后的检查	32				
		空闲	26			安装后的检查	27	安装后的检查	27
	空闲	259							
移动工作台下降	34	按钮操作	34						
移动工作台从装配位回到原始位置	42			空闲	144	空闲	118	空闲	118
下一台发动机总成到移动工作台	42	空闲	84						

节省时间: 540s - 485s = 55s, 节省 10.2%



工作时间



空闲时间

## 5.4 加注及测试线 F14 工位改进方案及实施效果

### 5.4.1 F14 工位改进方案

通过 5W1H 技术提问进行分析, 根据 F14 在的问题, 决定从设备方面入手, 在洗车间大门和开启洗车按钮处增加一套遥控接受装置, 让操作者在车内即可用遥控开关洗车间大门和开启洗车设备, 节省操作者因反复上下车造成的时间浪费, 达到控制该工位生产节拍时间的目的。

从图 4.15—图 4.18 中可以看出, 操作者在整个操作过程中, 需要多次反复上下车才能完成整个操作, 形成动作和时间的浪费。

图 5.6 为改进后的工作状况, 图的左上角为设备增加遥控装置后配备的遥控器, 从图中可以看出, 改进后操作者不再反复上下车, 在车内即可完成所有操作。

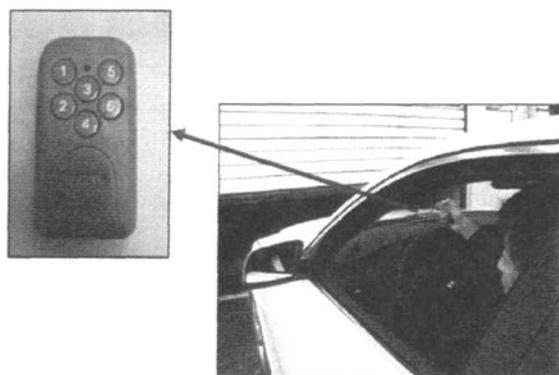


图 5.6 改进后操作者在车内使用遥控器操作

Fig. 5.6 Operator use remote controller inside car after improvement

### 5.4.2 F14 工位实施效果

改进后 F14 工位的联合作业分析图如表 5.4 所示:

增加遥控装置后, 操作者将经过初步检测的车开至洗车间门口, 不用下车即可通过遥控将洗车间大门打开, 然后将车驶入后用遥控装置将大门关闭, 到洗车位置后再按动遥控器开启洗车装置, 不再需要反复上下车。改进前, 完成这些动作需要花费 111 秒中, 改进后只需花费 69 秒即可完成, 节省了 42 秒; 同样洗车完毕后, 操作者也不再像以前那样下车操作, 只需用遥控器即可将洗车间大门打开, 然后将车开出, 再用遥控将大门关闭, 之后进入下一道工序。改进前, 该过程共需要 85 秒的时间, 改进后仅需 58 秒即可完成, 节省了 27 秒。前后两项总计节省生产节拍时间 69 秒。也就是说, F14 工位经过改进后, 整个生产节拍时间由以前的 526 秒 (8.77 分钟) 变为现在的 457 (7.62 分钟) 秒, 减少了 69 秒, 生产

节拍时间较以前节省了 13.1%，可以达到将生产节拍时间控制在 8.3 分钟（498 秒）范围内的目标要求。

表 5.4 F14 工位改进后联合作业分析图  
Tab. 5.4 F14 multiple activity operation chart after improvemen

设备	时间(s)	操作者	时间(s)
		用遥控器在车内将洗车间进口门打开	5
空闲	69	将车开进洗车间内洗车位置	59
		用遥控器在车内将洗车间进口门关闭并启动设备	5
洗车	330	空闲	330
		用遥控器在车内将洗车间出口门打开	5
空闲	58	将车从洗车间开出并停到门外	48
		用遥控器在车内将洗车间出口门关闭	5

节省时间：526s - 457s = 69s，节省 13.1%



## 5.5 总体改善效果

### 5.5.1 内饰线各工位改进后工作时间

实施改进方案后，总装车间内饰线各工位工作时间如表 5.5 所示，图 5.7 为根据改善后各工位工作时间表绘制的柱状图。

从表 5.5 与图 5.7 中可以很清晰地看出，改善后内饰线的两个瓶颈工位 T15 与 T26 的工作时间均减少到 8.3 分钟以下，达到目标要求，从而使整个内饰线总的生产节拍时间都控制在 8.3 分钟内，改进后工位的最长工作时间为 8.2 分钟。

### 5.5.2 底盘及加注测试线各工位改进后工作时间

实施改进方案后，总装车间底盘及加注测试线各工位工作时间如表 5.6 所示，图 5.8 为改进后工作时间与目标节拍对比的柱状图。

由表 5.6 及图 5.8 可以看出，改进后底盘及发动机组装线的瓶颈工位 E5 的工作时间缩短到现在的 8.1 分钟；加注及测试线中的瓶颈 F14 的工作时间为 7.6 分钟，都达到了目标要求，改进后工位的最长工作时间为 8.2 分钟。

表 5.5 内饰线各工位改善后工作时间

Table 5.5 Trim line working time at each station after improvement

工位代号	各工位改善后工 作时间/min	生产线目标节拍 时间/min
T1	7.9	8.3
T2	8.0	8.3
T3	7.8	8.3
T4	8.1	8.3
T5	8.0	8.3
T6	8.2	8.3
T7	8.1	8.3
T8	8.0	8.3
T9	7.7	8.3
T10	7.8	8.3
T11	8.0	8.3
T12	8.2	8.3
T13	8.1	8.3
T14	8.0	8.3
T15	7.8	8.3
T16	7.4	8.3
T17	7.6	8.3
T18	8.0	8.3
T19	8.1	8.3
T20	8.2	8.3
T21	7.8	8.3
T22	7.7	8.3
T23	7.9	8.3
T24	8.0	8.3
T25	8.1	8.3
T26	8.0	8.3
T27	7.8	8.3
T28	8.2	8.3

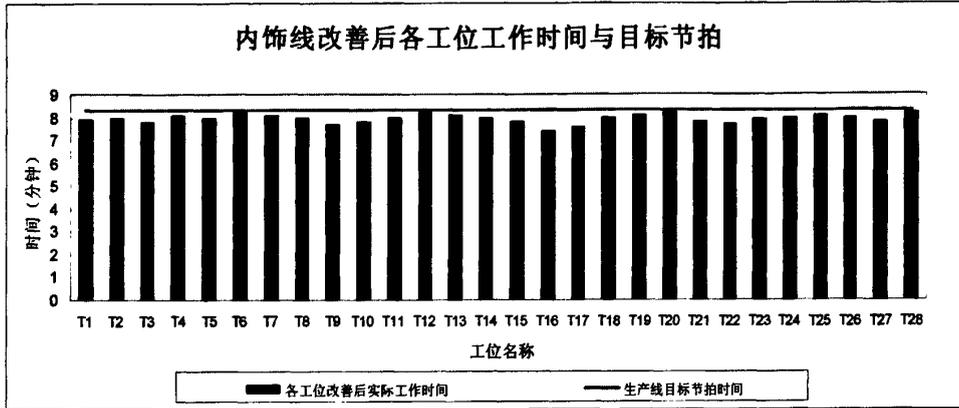


图 5.7 内饰线各工位改进后工作时间与目标节拍

Fig.5.7 Trim line stations working time and target cycle after improvement

表 5.6 底盘及加注测试线各工位改进后工作时间

Table 5.6 Overhead and final line working time at each station after improvement

工位代号	各工位改善后工 作时间	生产线目标节拍 时间	
	E1	5.3	8.3
	E2	7.8	8.3
	E3	8.0	8.3
	E4	8.1	8.3
底盘及发	E5	8.1	8.3
动机组装	E6	7.8	8.3
线	E7	7.9	8.3
	E8	7.6	8.3
	E9	7.2	8.3
	E10	7.8	8.3
	E11	8.0	8.3

表 5.6 续

Table 5.6 Cont

	E12	7.6	8.3
	F1	8.2	8.3
	F2	7.2	8.3
	F3	7.4	8.3
	F4	7.6	8.3
	F5	7.8	8.3
	F6	8.0	8.3
加注	F7	8.0	8.3
及测试线	F8	8.2	8.3
	F9	7.7	8.3
	F10	8.2	8.3
	F11	7.9	8.3
	F12	7.8	8.3
	F13	8.0	8.3
	F14	7.6	8.3
	F15	7.2	8.3

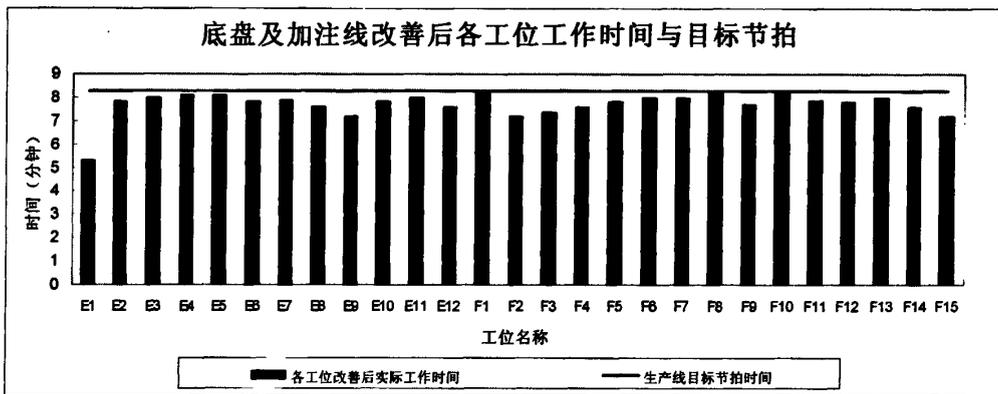


图 5.8 底盘及加注测试线各工位改进后工作时间与目标节拍

Fig.5.8 Overhead and final line working time and target cycle after improvement

### 5.5.3 改善方案实施后的产能

瓶颈工位改进后，总装生产线各工位的最长工作时间为 8.2 分钟，即总装生产线可达到 8.2 分钟的生产节拍时间。

#### (1) 产能计算

采用 3 班生产，8.2 分钟节拍时间，每天最大产量为：

每日工作时间 = 7.5(小时) × 3(班) × 96% = 21.6(小时) = 1296(分钟)

改进后日产能 = 1296(分钟) ÷ 8.2(分钟) = 158(台)

改进后每年最大产能为：

每年生产天数 323(天) × 每天的最大产量 158(台) = 51034(台)。

## (2) 不同情况下产能比较

表 5.7 列出了改善方案实施后的产能及改善前采取仅增加班次的生产方案产能对比。

表 5.7 不同改善方案产能比较

Table 5.7 Production capacity comparison with different solutions

改善方案	生产班次	生产节拍/min	每班工作时间/h	年产能(台)
不改善	2	9.0	9.0	37145
仅增加生产班次	3	9.0	7.5	46512
增加生产班次 并降低节拍时间	3	8.2	7.5	51034

改进后，四个瓶颈工位的生产节拍时间均控制在 8.3 分钟之内，生产线各工位的最长工作时间为 8.2 分钟，因此整个生产线的生产节拍时间由原来的 9 分钟减少到 8.2 分钟。

## 结 论

经前几章的分析，对本论文的结论总结主要有以下几点：

### （1）确定了 M 汽车有限公司的瓶颈车间

通过现场调查搜集了大量的现场第一手资料，经认真分析、精确计算后发现：全公司共有车身、喷涂和总装三个车间，其中车身和喷涂两个车间的产能较大，可以达到公司的目标产能，只有总装车间的生产节拍时间较长，达不到产能的目标要求，因此将总装车间定位瓶颈车间。

### （2）总装车间的瓶颈工位的确定

运用秒表测时方法测定总装车间各工位的实际工作时间，通过分析比较，确定了影响公司产能的几个瓶颈工位为 T15、T26、E5 和 F14 四个工位，它们的生产节拍时间分别为：T15 工位 8.7 分钟、T26 工位 8.5 分钟、E5 工位 9 分钟、F14 工位 8.8 分钟，均超出了目标生产节拍 8.3 分钟要求，从而影响了整个总装车间的产能。

### （3）对瓶颈工位进行分析并提出问题

运用联合作业分析，结合“5W1H”的提问技术及“ECRS”四大原则，对各个工位分析研究，找出影响各瓶颈工位生产节拍的根本原因。

### （4）实施改进方案及改进后的效果

根据瓶颈工位存在问题的分析结果，实施改进方案，在改进方案实施后，存在的问题得以解决，均取得了预期的效果。根据计算，各瓶颈工位的生产节拍时间，改进后都达到了目标节拍 8.3 分钟以内，实现了提高产能的目的，满足了公司近期发展的需要。

## 参 考 文 献

- [1] 普华永道会计师事务所. 全球汽车行业财务回顾, 2006 年 10 月 31
- [2] 吴杰 张自伟. 我国民族汽车产业的 SWOT 分析及战略对策[J], 经济管理, 2007. 24, 39
- [3] 陈荣秋, 马士华. 生产与运作管理[M], 北京, 高等教育出版社, 1999
- [4] 侯志敏 栾永华 王淑君 金铁兴. 浅谈生产线工艺平衡[J], 新课程研究, 2007. 4 86
- [5] 易树平, 郭伏. 基础工业工程[M], 北京, 机械工业出版社, 2007
- [6] 翁史烈. 工业工程与管理 [M], 上海: 上海交通大学出版社, 1994
- [7] 张珩生. 工业工程在美国的发展及在我国的应用前景[J], 机械工程, 1989. 6, 19-21
- [8] 范中志 张树斌 孙义敏. 基础工业工程[M], 北京: 机械工业出版社, 1993
- [9] 蔡启明 张庆等编著. 基础工业工程[M], 北京: 科学出版社
- [10] 胡宗武. 工业工程—原理、方法与应用[M], 上海: 上海交通大学出版社, 2003
- [11] 齐二石等编著. 现代工业工程[M], 天津: 天津大学出版社
- [12] 王东华 高天一. 工业工程[M], 北京: 清华大学出版社
- [13] 周晓梅. 生产能力扩大的策略及其案例分析[J], 工业工程, 2000. 9, 56
- [14] 孙建华 高广章 蒋志强. 生产线平衡的手段与方法研究[J], 现代生产与管理技术, 2004. 4
- [15] 庆元军 宋卫霞. 论现代工业工程技术与先进制造模式的关系[J]
- [16] 鲁峥嵘 张玄. 现代 IE 在汽车总装流水线中的应用[J], 企业标准化, 1999. 4
- [17] 尤建新 邵鲁宁. 发展与管理(2007 管理发展与工业工程论坛), 2007. 9
- [18] 蒋祖华. 工业工程典型案例分析 清华大学出版社, 2005. 3
- [19] Self-managed work teams and manufacturing strategies: Cultural influences in the search for team effectiveness and competitive advantage New York, NY :Wiley,c1997-
- [20] Industrial Management & Data Systems Wembley, Middlesex :Embankment Press,1980-
- [21] 师汉民 工业工程杂志, 中国机械工程, China Mechanical Engineering, 1999. 1
- [22] Ergonomics 0014-0139 2000-
- [23] Journal of Manufacturing Systems 0278-6125 2000-
- [24] 俞碧华 人机工程学在 SGM 汽车工程项目中的设计与实践应用 机械工程出版社 2001
- [25] 阮宝湘 人机工程学课程设计/课程论文选编机械工程出版社 2006
- [26] 丁玉兰 人机工程学(第三版) 北京理工大学出版社 2005 年 01 月
- [27] 李梁军, 黄朝晖人性化设计中的人机工程学 2008. 05
- [28] 张玲玉 人机工程学实践教学探析 2008 年国际工业设计教学研讨会论文, 2008. 10
- [29] Design of Wine Packaging Container Based on the Reverse Engineering The 9th International Conference on Computer-aided Industrial Design & Conceptual Design 2008. 11
- [30] 李立 人机工程学在搬运手孔设计中的运用 包装工程, 2005(5)

## 致 谢

在黄学文老师的悉心指导下，通过近几月的努力，终于完成此稿。

在此我首先要感谢的是我的指导老师黄学文，黄学文老师多年来一直从事人因工程和工业工程方面的研究与教学，在这些方面有着丰富的学识及经验，黄老师不仅学识渊博、治学严谨而且对待每一个学生都非常认真负责。在撰写本文的过程中，从论文的选题、结构和分析方法到论文的最后成型和整理的整个过程，黄老师都给予我精心的指导，使我受益匪浅。在此，请让我对黄学文老师表示衷心的感谢！

其次，我要感谢大连理工大学工商管理学院的各位老师，在这两年中，是你们无私的传授，使我在以后的工作和学习中有增添了更多的有用的知识，对我以后的发展提供了很大的帮助，谢谢！

另外，在论文写作过程中，公司的领导和同事给我提供了很多宝贵的资料，在此，对工作单位中支持和帮助我的各位领导和同事也表示衷心的感谢！

最后，对所有在论文写作过程中支持和帮助过我的人表示感谢！  
谢谢大家！

# M汽车有限公司总装生产线产能问题研究

作者: 邹威  
学位授予单位: 大连理工大学

## 相似文献(1条)

### 1. 会议论文 尹聚亮, 王效俐, 王艺 基于MTM法轿车总装生产线平衡分析与改善 2008

流水平衡是制造业企业亟待解决的难题。本文以某汽车总装厂内饰1工段为例运用MTM法建立标准时间数据库, 先通过ECRS法则对工位内部操作进行优化, 再使用改进后的Thomopoulos平衡搜寻法进行工位间平衡搜寻, 对改善前后生产平衡表进行了对比分析, 达到了提高产能、平衡流水线生产、降低成本的目的。

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis\\_Y1606578.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y1606578.aspx)

授权使用: 浙江大学(wfzjdx), 授权号: 3f542940-f8f6-4b08-9eab-9dff01739c82

下载时间: 2010年9月28日