

摘 要

改革开放30多年来，中国持续稳定的经济快速发展催生了蓬勃发展的中国民用航空市场。作为民航运输业基本组成部分之一的民航维修业，由于承担着飞机适航性、安全性和可靠性的特殊要求，行业本身有着准入门槛高，对资金、技术和行业许可制度要求高的特点。外包维修业务给独立第三方民用航空维修单位（MRO）将成为行业发展趋势，在维持一贯的高维修质量的基础上，能大幅缩小维修工期和工时成本。

为了更真实详尽地采集基础数据、反映客观现状，本次研究对象正是本人所在的外资公司——厦门太古飞机工程有限公司，一家具有国际维修资质的国内大型民用航空维修单位（MRO）。随着一系列产业大环境的改变，公司原有的粗放式管理在公司不断发展壮大、基础管理水平需不断提高的发展中变得不合时宜。公司的战略发展对管理的精细性、科学性提出了更高的要求。高效、完善的企业精细化管理在公司的推行已是刻不容缓，直接关系到公司能否走出困境的头等大事。

通过剖析公司现行的生产运作模式，关注基本生产活动中价值流关键环节，本论文分析了生产运作的生产计划控制方面、生产支援服务方面中的关键影响因素及存在问题。运用精益生产的方法，重点针对飞机生产计划进度控制、航材配送环节、工具设备支援等关键环节，对生产活动中价值增值的环节予以加强、改善，对于没有价值增加活动的环节予以减少，消除了不必要的浪费。

研究阐述的“精益看板”控制理论，将精益生产中“看板”管理与拉动式生产管理相结合。通过关注计划室看板工卡的流动，抓住维修过程中的关键里程碑节点，引入阶段流程控制的“点面结合”方法，不断完善过程化控制，增加了对生产复杂环境中不确定性的监控、预警、管理能力，让人员、设备、工卡顺畅地流动起来，极大地提高了生产效率。在生产支援服务方面，促使整个生产维修活动所需各环节的紧密配合和无缝连接的“内部客户服务”的理念导

入、推广以及确保服务性流程运转顺畅的持久性将是公司在生产支援性服务领域战略规划上的发展方向和最终目标。

关键词： 民航维修 精细化管理 价值增值活动 精益卡板 内部客户服务

Abstract

Over 30 years of reforming and opening in China, the increased and sustained economic development caused its booming civil aviation market. As part of China's civil aviation transportation, civil aviation maintenance industry will be responsible for the special requirement of aircraft airworthiness, operation safety and reliability. Based on its high barriers to entry, civil aviation maintenance industry has higher requirement for the capital, technology and aviation privilege. Aircraft maintenance package out-sourcing to independent Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) enterprise is the trend to reduce the maintenance turnaround time and man hours cost with the same higher level quality.

To collect the raw data directly and reflect the real situation objectively, this paper starts the research from Taikoo Aircraft Engineering Ltd Co (TAECO), one fast-growing with international operation background MRO enterprise in Xiamen. With a series of industrial environmental change, TAECO's existing extensive management is becoming obsolete with the continuous growing and developing basic managing level. Company's long term strategy development has desired for more practical, lean and systematic management. The facilitation of the efficient and effective production lean management implementation in TAECO is crucial to the survival of the challenging situation.

Through analyzing the current production operation and focusing on the basic activities in key value stream, this paper addresses the key contributing factors in aspects of production and planning control, production support service and reflects the existing situation. During the facilitation of production lean on addressed aircraft production and planning control, spares delivery service, tool/facilities support, the value added activities in operation will be strengthened and reinforced. On the contrary, the non-value added activities will be reduced to eliminate the unnecessary waste.

This paper elaborates "Lean Cardboard" planning and control approaches which incorporate the "Kanban Management" and "Pull System Management". The

methodology of Lean Cardboard is effective and applicable for focusing on the combination of critical milestone points with supplementary phase control through monitoring the flowing of the work cards in planning office. This kind of reinforced progress control will enhance the capability, flexibility and responsivity to the uncertainty in complicated production operation, and keep the work cards, man power, and supportive facilities flowing smoothly with the higher productivity. As far as production support aspect is concerned, the introduction and facilitation of “Internal Customer Service” concept which caused the close cooperation and seamless connection in the whole process chain and the continuity of service process flowing will be the company’s strategic direction and ultimate goal in production support service.

Key words: Civil Aviation Maintenance Lean Management Value added
Activities Lean Cardboard Internal Customer Service

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究目的和意义	2
1.2 研究方法和路径	3
1.2.1 研究方法	3
1.2.2 研究路径	5
1.3 主要内容及创新之处	6
1.3.1 主要内容	6
1.3.2 创新之处	6
第 2 章 文献综述	8
2.1 国外研究文献综述	8
2.2 国内研究文献综述	12
第 3 章 太古公司生产运作管理存在的问题	14
3.1 公司精细化管理的外部驱动因素	14
3.1.1 民航维修产业大环境的改变	14
3.1.2 客户成本压缩	15
3.2 公司精细化管理面临的内部困境	16
3.2.1 生产计划控制的粗放式管理	17
3.2.2 车间现场管理客观存在的复杂性和制度上的局限性	21
3.2.3 生产支援性活动中各类无价值活动产生的浪费	22
3.3 公司生产运作内部管理与国外精益企业的差距	29
第 4 章 国外民航维修企业生产运作精细化管理的经验启示	32
4.1 国外民航维修企业对生产计划控制的经验启示	32
4.1.1 美国波音公司对生产计划不确定性的应对方法	32
4.1.2 日本全日空航空公司对计划排程与实际运作的协调控制	34
4.2 国外民航维修企业对生产支援性活动的经验启示	35

4.2.1	欧洲法航-荷兰皇家航空强大的生产性后勤支援	35
4.2.2	日本全日空航空公司现代化设备工装对生产的支持	36
第5章	对改善公司生产运作精细化管理的实践探索	38
5.1	公司生产计划控制管理精益卡板的运用	38
5.1.1	阶段性控制完善立体式点面结合的计划排程	38
5.1.2	“精益卡板”控制体系的运用解决执行脱节的难题	39
5.2	公司支援性“内部客户”服务理念的推广和流程改善	42
5.2.1	提高航材配送服务质量的流程改善	42
5.2.2	工具借用业务流程改善	45
5.2.3	设备支援流程改善	53
第6章	结论	57
6.1	研究的主要结论	57
6.2	研究的不足之处	57
6.3	尚待研究的问题	58
	参考文献	59
	致谢	61
	个人简历	62

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

改革开放 30 多年来，中国持续稳定的经济快速发展催生了蓬勃发展的中国民用航空市场，特别是民航运输业的井喷式增长，其增长速度和幅度远远高于铁路、公路和水运等其它运输方式。从 2005 年开始，我国航空运输总周转量和旅客周转量(不含香港、澳门、台湾地区)已经在国际民航组织(ICAO)缔约国中排名世界第二位，并连续多年保持这一位置，成为当今世界名副其实的航空运输大国。从国际环境看，世界经济对中国的依赖性不断增加。随着经济全球化趋势的深入发展，各国经济及文化的相互联系和影响日益加深，资金、信息、商品、人口在全球范围的流动对国际航空运输产生强劲需求，中国作为全球产品制造中心和全球流动范围的中心之一，这势必给中国民航市场带来了更加广阔的发展空间。不论是国内航线还是国际航线都出现高速增长的良好局面，国际航空界开始高度重视中国的航空市场，纷纷看好亚太航空市场，特别是看好中国未来 20 年航空市场的巨大增长潜力。在中国社会经济发展和全球民航事业发展的进程中，中国民航业扮演着愈来愈重要的角色^[1]。

航空运输的持续增长，行业规模的不断壮大，不仅使得民航业在我国国民经济中的地位越来越重要，而且随着民航运输所占的比重越来越大，民用航空市场与经济的关联度也变得越来越强。根据飞机制造商美国波音公司最新的预测：未来近 20 年的时间将是我国民航发展的重要战略机遇期，中国的民用航空市场将有近 2900 架新飞机的庞大需求，而快速发展的航空公司及其机队将势必带动我国民用航空维修产业市场的持续快速发展。

作为民航运输业的基本组成部分之一的民航维修业，为了保障航空运输持续稳定的发展，除了像一般服务性行业一样靠有竞争力的价格和优质的服务获取利润之外，还必须承担飞机适航性、安全性和可靠性，及时消除不安全因素，排除故障隐患，确保飞行安全、航班正点。相对于其他产业来说，民用航空维修产业不仅有着资金前期投入需求大、资金周转周期长、技术更新快、政府监

管严格的特点，而且由于民用航空维修产业具有极强的专业性，其对航空专业技术和专业人才的资格审查要求也很高^[2]。正因为这些诸多的限制因素，使得国内偏小规模航空公司和民航维修单位的发展并没有得到相应的长足发展。相反，由于民航维修市场全球化的推进和受劳动力成本影响的产业链分工转移，国际民航维修业巨头纷纷抢滩中国市场，先后组建合资公司不断地提供更富有竞争力的维修服务种类和质量。如，德国汉莎航空和国航合资的 AMECO，新加坡宇航和东航合资的 STARCO，和记黄埔和南航合资的 GAMECO，以及香港飞机工程公司的合资子公司 TAECO，STAECO，SCTAECO 等国内合资企业正不断突破亚太区域的维修服务辐射半径，而扩展至全球的民用航空维修市场。

受 08 年国际金融风暴的冲击，全球民用航空维修市场面临前所未有的挑战。作为民用航空市场中枢地位的航空公司，在面临不断攀升的航油成本和日趋激烈的竞争中，其集中发展核心业务、外包维修业务以降低营运成本的发展趋势使得民航维修企业（Maintenance Repair Overhaul）必须朝着不断缩小维修工期和工时成本，且能提供有质量保证的集约性、综合性、全面性的民航维修产业中心发展才能适应更加激烈的、优胜劣汰的竞争环境。

1.1.2 研究目的和意义

1、研究的目的：

通过深入了解厦门太古飞机工程公司 TAECO 现行的生产运作模式，探讨民航维修业的特征，分析公司运作几个主要环节（如：生产计划控制环节、技术支援服务环节、工具设备支援环节，等）的关键影响因素及存在问题，从精益生产的角度，提出并探索改善公司生产运作精细化管理的应对措施。

2、研究的意义：

厦门太古飞机工程有限公司，是一家具有国际维修资质的，且在国内有典型代表性的国际化大型民用航空维修企业（MRO）。尽管该公司在国内外同行业的业务维修能力、维修工期和维修成本上具有较强的竞争力，但随着一系列产业大环境的改变，公司原有的粗放式管理（对于刚刚起步发展的企业有着积极快速见效的作用），随着公司不断发展壮大、公司基础管理水平的提高而变得不合时宜。如：随着国家和社会的发展，以往在人工成本、土地租金、退税优惠等方面的竞争优势，已经逐渐被拥有更强竞争力资源优势的东南亚周边地区国家（如越南、泰国、菲律宾、印度）所取代；近几年来人民币兑美元汇率的大

幅升值，从 05 年 1: 8.27 到现在 1: 6.33 的汇率，使得销售以美元结算，大部分营运开支以人民币支付的公司利润大幅减少；自金融危机以来，公司有主要业务往来的国外大型航空公司不断压缩机队维修成本，为紧缩开支，对以往外包出去的维修业务也开始“斤斤计较”，迫使公司在进入微利时代中，必须要改变传统的，靠单一增加销售价格来提高利润的盈利模式。只有通过精细化管理控制并压缩成本，在维持现有售价的情况下才能使企业获取更高的利润。要彻底改变目前这种现状，就必须先在公司上下引入危机意识，引导和激发员工的创新观念，摒弃因循守旧，墨守成规的旧框框，老观念，把精细化生产的现代管理方法引入我们日常管理的工作程序中，在原有的每一个生产流程环节上，要做得比原来更加细致、更加准确有效。用细节决定成败的管理理念和精益求精的工作态度规范我们的行为，以精细化推动我们公司的整体管理水平，以精细化提升公司全体员工的整体素质。正因为精细化管理是以持续自我改进、自我完善为特征的，而要自我改进就必须转变观念。只有不断地更新观念，与时俱进，才能不断地创新工作思路并在创新中不断地提升自我的管理水平，不断地总结问题完善现有的制度、流程，精益求精地迈上新的现代化管理台阶，这样才能让企业从容面对外界的变化，把握企业自己的未来。高效、完善的企业精细化管理在公司的推行已是关系到公司能否走出困境，刻不容缓的头等大事。这样一家勇于在困境中积极探寻企业自身变革的大型民航维修企业，作为本论文的研究对象将是最适合的选择。作为该公司推行精细化管理的主要参与者和推动者，详尽的第一手数据采集、客观现状的反馈，都将会真实客观地记录、分析、汇总在本次论文研究中。

本次研究的另一个意义在于通过本文对民航维修企业的精细化管理的深层次探讨可以为国内民航维修业的同行们提供一种思路和方法，抛砖引玉，一起为国内民航维修企业的管理水平迎头赶超世界级民航维修企业而努力。

1.2 研究方法和路径

1.2.1 研究方法

1、采用 SWOT 分析法对目前公司精细化管理的驱动因素进行分析调查。从分析整个民航维修产业大环境的改变到公司客户成本压缩发展趋势的外部机会和挑战，到分析公司自身发展需求的内部优势、劣势，从而得出相对系统科学

的公司战略发展方向。

2、运用 MRO 生产运营价值链分析法，如图 1.1 所示，确定企业的核心竞争力，关注基本活动中价值流的关键环节^[3]。以生产运营平台为中心，在生产管理的生产运作及生产支援服务的各生产环节中，重点针对飞机进场安排、执行进度安排、非例行工卡的阶段性控制、工具/设备协调支援、重要航材状态跟踪，等关键环节推行精益生产，对生产活动中有价值增加活动的环节予以加强、改善，对于没有价值增加活动的环节予以减少或消除，减少不必要的浪费（TPS 丰田生产系统中的过载 MURI、产量不均衡 MURA、浪费 MUDA）^[4]。

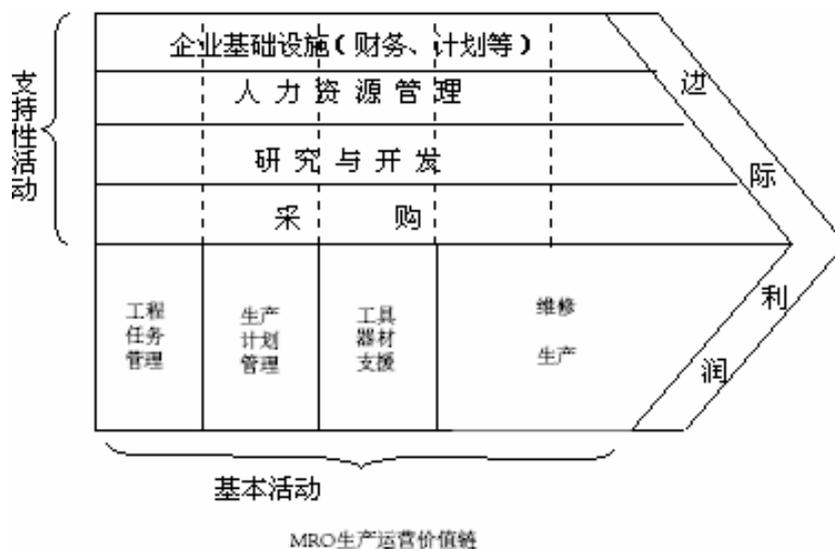


图 1.1 MRO 生产运营价值链图

3、针对公司生产运营的基本活动的维修工作工时数据采样分析中，采用帕拉图（Pareto）分析法，在维修资料查询准备、航材配送支援服务、工具支援服务、设备现场支援服务等各生产任务准备性支援活动中列举工时成本投入最多，且改善空间较大的几项活动立项作为改善对象，通过量化指标、目标设定控制、业务流程优化等精益手段将多余、不增值的活动运作成本充分精简、优化；从而在直接生产运作的主要增值活动中提高核心竞争力效率的同时，降低成本或维持成本支出不变，让管理者和员工共同参与以提高企业的整体竞争力。

1.2.2 研究路径

1、本文研究内容及其研究框架示意如图 1.2 所示：

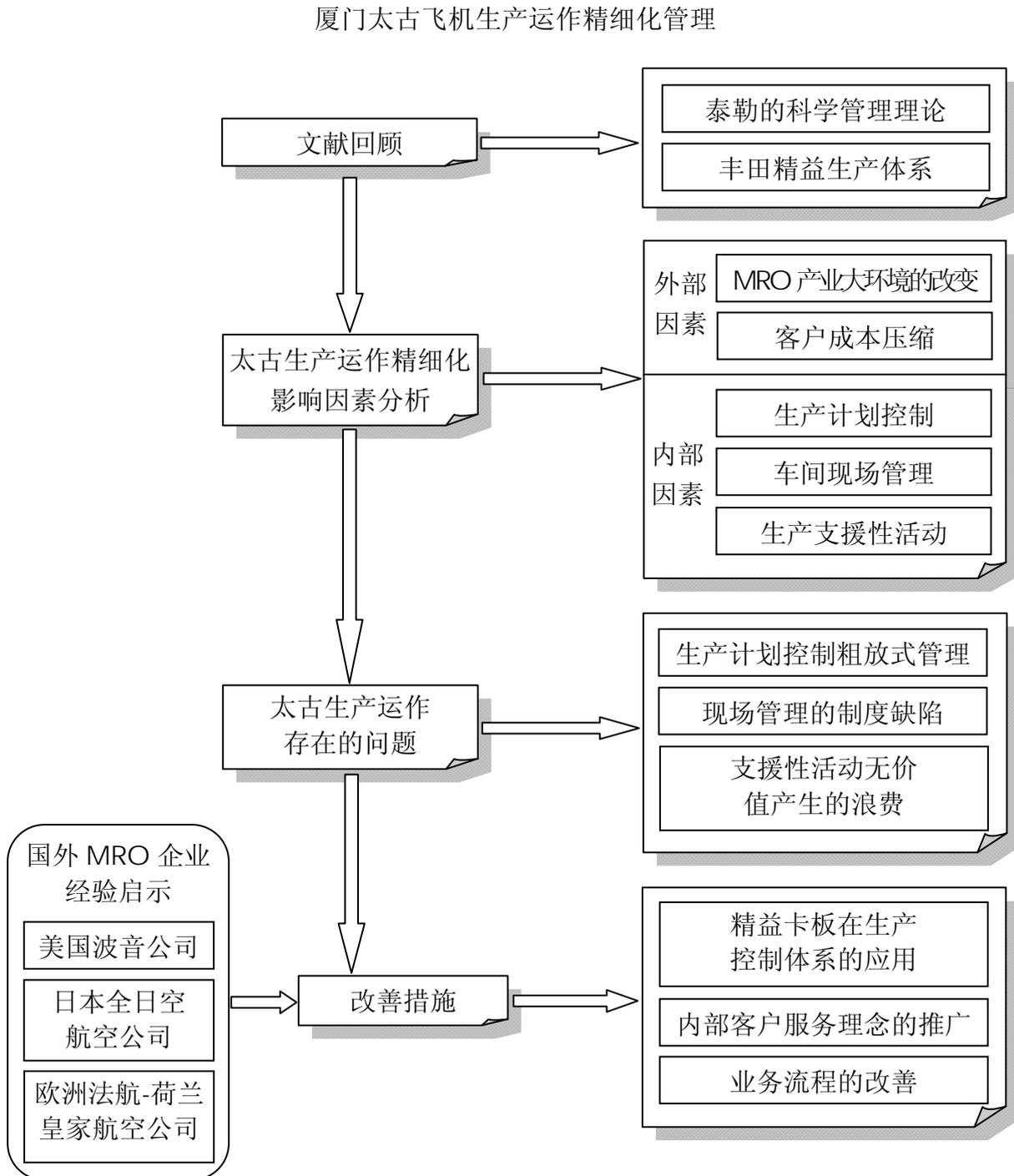


图 1.2 本文结构框架图

1.3 主要内容及创新之处

1.3.1 主要内容

1、太古公司生产运作管理存在的问题：

(1) 公司精细化管理的外部驱动因素（包括 MRO 产业大环境的改变和客户成本压缩的压力）；

(2) 公司精细化管理面临的内部困境；

① 生产计划控制的粗放式管理；

② 车间现场管理制度上的局限性；

③ 生产支援性活动（航材配送服务、工具借用服务、设备支援服务）

无价值活动产生的大量浪费。

2、改善公司生产运作精细化管理的措施：

(1) “精益卡板”控制体系结合阶段性控制在生产计划控制体系的应用；

(2) 生产支援性“内部客户”服务理念推广和业务流程改善；

① 提高航材配送服务质量的流程改善；

② 工具借用业务流程改善；

③ 设备现场支援流程改善。

3、研究重点：

(1) “精益卡板”控制体系在生产计划控制中的应用；

(2) 工具、设备支援业务流程优化。

1.3.2 创新之处

本次研究讨论推出结合了公司实际运作特色的“精益卡板”控制理论，将精益生产中“看板”管理与拉动式生产管理相结合，通过计划室卡板工卡的流动，监测整个飞机维修工作进展。抓住整个维修过程中的关键节点和里程碑

(Milestone)，结合阶段控制（Phase Control）方法，抓大放小、抓主要放次要的方法，让生产一线班组领班在结合计划编排工作和飞机进度现状的情况下，自行安排工作的优先级次序，允许现场基层管理人员的调整和改变。然后通过每三天评估工作的实际执行量与计划编排量的差距，实现过程动态控制。这样不仅能有效解决了由于飞机检查过程中出现的缺陷严重程度、航材订货、行业配合等多种不确定因素的影响而导致生产计划多次更改、调整，场面无序混乱

的问题，而且通过拉动式管理，让人员、设备、工卡流动起来，极大地提高了整个维修过程中的生产效率。

第 2 章 文献综述

2.1 国外研究文献综述

从精益的角度科学地从事企业管理研究行为始于 20 世纪初，之后该研究课题范围被欧、美、日各国学者、管理者大量关注，形成不同视角的多方位研究成果和学术流派。其中典型的著名代表如下：

科学管理理论，由科学管理之父——弗雷德里克·温斯洛·泰勒(Frederick W. Taylor)在其主要著作《科学管理原理》(1911 年)中提出。作为二十世纪初美国古典管理学家和科学管理学的创始人，泰勒认为科学管理的最根本目的是谋求最高劳动生产率，而最高的工作效率是雇主和雇员达到共同富裕的基础，要达到最高的工作效率的重要手段是用科学化的、标准化的管理方法代替经验管理，其中最佳的管理方法就是任务管理法^[5]。在这种管理制度下，工人们能发挥最大程度的积极性。作为回报，则从他们的雇主那里取得某些特殊的刺激，即：积极性加刺激性的任务式管理。在泰勒的科学管理理论中，其第一次革命性地提出了雇主和雇员的双方利益是一致的看法，着重强调了劳资双方的密切合作，而不是以往相互对立的关系。如果雇主和雇员都把注意力放在提高劳动生产率上，随着劳动生产率地提高，不仅工人可以多拿工资，而且资本家也可以多拿利润，从而真正意义上实现各自“最大限度的富裕”。也正是因为有了这种理论思想，科学管理理论对管理学理论和管理实践的影响是深远的，直到今天，科学管理的许多思想和实践指导方法至今仍被许多国家参照引用。

为质量而管理，(1950 年)由戴明(W. Edwards. Deming)博士提出，作为世界著名的质量管理专家，质量管理的先驱者，戴明始终坚持在科学层面上改进生产程序以提高质量，强调质量散布在每一个生产系统的环节之中，质量不良的责任有 85%以上归咎于不当的管理。其在八十年代的《质量、生产力和竞争地位》以及《转危为安》的著作中认为：“质量是一种以最经济的手段，制造出市场上最有用的产品。一旦改进了产品质量，生产率就会自动提高”。其学说简洁易明，其理论推行的主要观点“十四要点(Deming's 14 Points)”成为本世纪全面质量管理(TQM)的重要理论基础。戴明提出长期的生产程序改进方案、严格的生产纪律以及体制改革，他将一系列统计学方法引入美国产业界，以检

测和改进多种生产模式，从而为后来杰克·韦尔奇等人的六西格玛（6 σ ）管理法奠定了基础^[6]。作为最早提出了 PDCA 质量循环概念的学者，该质量环又称为“戴明环”。

丰田生产体系（Toyota Production System, TPS）由日本丰田汽车公司号称“日本复活之父”和“生产管理教父”的大野耐一创建，其理论在《丰田生产方式》（1979 年）中提出，是丰田公司的一种独具特色的现代化生产方式。丰田生产方式又称精细生产方式，或精益生产方式，在不断探索追求卓越的生产运作效率过程中，其逐渐形成和发展了以准时化（JIT）和自动化（Jidoka），以及均衡化生产在于“彻底杜绝企业内部各种浪费，以提高生产效率”为核心的生产管理技术与方法体系。TPS 的出现是对曾经统治全球工业的福特生产方式的重大突破，其通过生产的整体化，追求产品制造的合理性、品质至上的成本节约的经济效应极限化进行永无止境地持续改善，达到“彻底杜绝企业内部各种浪费”的精益产出。

丰田生产体系延伸扩展了“浪费”的定义，精益生产方式中所指出的浪费，是指在生产运作过程中，凡是不能直接创造出价值的一切活动，均视为浪费。其提出了丰田精益生产中的七大典型浪费（Muda），分别为：① 等待的浪费。等待就是处于空闲状态，等着下一个工序动作来临的活动。② 搬运的浪费。物质原材料或设备在公司内部的运输搬运只不过是其空间上的位置转移而已，严格意义上来说其并没有产生价值，属于无效的动作（虽然有时搬运是必须的活动）。③ 不良品的浪费。精益生产认为：在产品制造过程中，任何不良品的产生，以及任何工序上的返工都会造成公司在原材料、机器、人工上额外成本支出的浪费。在精益的生产方式中，第一次就将事情做对做好，以及尽可能早地发现不良品，确定不良品产生的根源，从而减少不良品产生的机会。④ 动作的浪费。对处在微利时代的制造行业，生产线上任何标准化的重复性动作如果有几秒甚至一秒的不精简不合理都会造成产品生产率的下降。⑤ 加工的浪费。在精益生产中指的是与工程进度及加工精度无关的不必要的加工处理，即：存在某些加工程序是可以省略、替代、重组或合并的情况。⑥ 库存的浪费。精益生产方式认为：“库存是万恶之源”。这是丰田生产方式对浪费的见解与传统见解最大不同之处，也是丰田精益生产能带给企业最大利益的原动力^[7]。库存除了产生以下有形的损失外，还会产生大量无形的损失。正如下图 2.1 所描述的，由于库存的存在，会将很多问题隐藏起来，通过库存量将机械故障、不良品的

影响隐藏起来得不到有效解决^{[8][9]}。精益生产方式中几乎所有的改善行动都会直接或间接地和消除库存有关。（注：零库存的“零”并非指数学意义上的“完全没有”的意思，而是指把库存“尽量减到最少的必要程度”^[10]。）⑦ 制造过多（早）的浪费。在丰田精益生产体系中认为：制造过多或提早完成是存在的最大浪费。精益生产方式所强调的是“适时生产”，过多或过早地生产只是提早用掉了费用（材料费、人工费），除了增加变成呆滞品和死货的风险外，还会转变成在制品/库存，其结果不但会使生产周期变长（无形的），而且会出现刚才介绍的过量库存一样的一系列浪费，从而逐渐地吞蚀我们的利润。

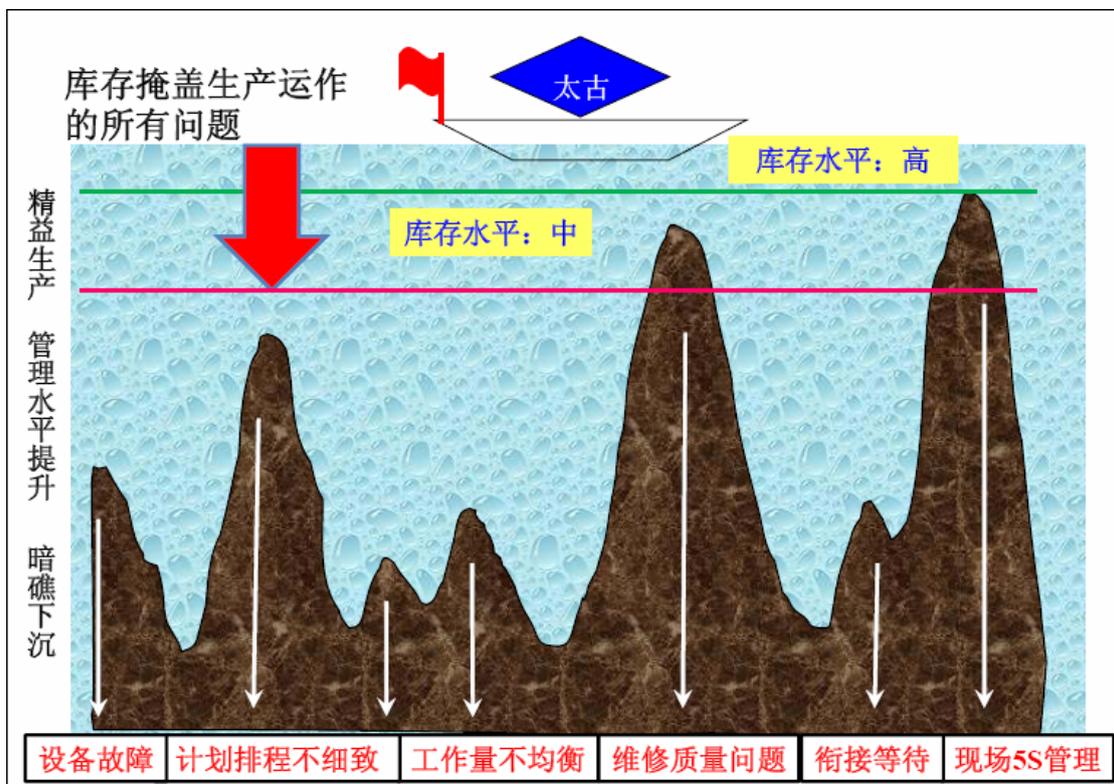


图 2.1 精益生产降低库存的意义图示

精益生产的 5S 现场管理法在丰田公司的倡导推行下，通过规范现场、现物，营造一目了然的工作环境，培养员工良好的工作习惯，其最终目的是提升员工的品质素养。5S 作为现场管理工作的基础，5S 水平的高低，代表着管理者对现场管理认识的高低，这又决定了现场管理水平的高低^[11]，而现场基础管理水平，制约着 ISO（国际标准化组织）、TPM（全面生产管理）、TQM（全面质量管理）活动能否顺利、有效地推行。通过 5S 活动，从现场管理着手改进企业“体质”，

则能起到事半功倍的效果。在 5S 现场改善方面，主要包含了以下五个基本法则：

(1) 整理 (SEIRI)；将工作场所任何东西都可以区分为有必要的与不必要的；不必要的东西要尽快处理掉。通过整理，可以改善和增加作业面积；可以清除现场的杂物，使通道畅通，提高工作效率；可以减少磕碰的机会，保障安全，提高质量；可以消除管理上的混放、混料等差错事故；甚至还可以改变工作习惯，提高工作情绪。

(2) 整顿 (SEITON)；对整理之后留在现场必要的物品分门别类放置，排列整齐、明确数量，并进行有效地标识，以使用最快的速度取得所需之物，而且有利于提高工作效率和产品质量，保障生产安全。

(3) 清扫 (SEISO)；将工作场所清扫干净保持工作场所整洁、亮丽的环境。通过清扫，可以消除脏污，保持职场内干干净净、明明白白；可以稳定品质；还可以减少工业伤害。

(4) 清洁 (SEIKETSU)；将前者整理、整顿、清扫实施的做法给予标准化、制度化、规范化，贯彻执行并维持已有的成果。通过标准化、规范化的规章将实施的措施以明文的形式固化，最终使得程序稳定，质量稳定。

(5) 素养 (SHITSUKE)；作为 5S 活动的核心，通过各种宣传途径、展示手段，努力提高员工的修身，养成严格遵守规章制度的习惯和作风，提高全员的文明礼貌水准。内行的人都知道：开展 5S 容易，但长时间的维持必须靠全员素养的提升才能做到。没有全员素质的整体提高，公司的各项精益活动就不能顺利开展，开展了也坚持不下去。所以作为最基础的现场管理，抓 5S 活动的关键，只有始终着眼于提高全员的素质修养，才会有最终质的转变。

TOC (theory of constraints) 约束理论由以色列物理学家及企业管理大师高德特拉博士 (Dr. Goldratt) 于 (1997 年) 提出。基于打破传统生产与管理瓶颈的项目管理新方法，高德特拉博士提出的约束理论认为：对于任何一个系统来说，如果它的投入产出过程可以按环节或者阶段进行划分，而且一个环节的产出依赖于前面一个或多个环节的产出的话，那么这个系统最终的产出将受到系统内生产率最低的环节的限制^[12]。如何更有效率地解决受限制的生产环节或瓶颈，使得企业生产的项目管理可以在有限资源的情况下有效解决项目工期延迟，项目预算超支，正是约束理论中关键链项目管理方法 (Critical Chain Project Management) 得以风靡当今几乎所有欧美公司的重要原因。由于该理论将人的工作习惯和特性充分考虑到管理中去 (克服帕金森定律和学生综合症效应)，关键

链项目管理方法(Critical Chain Project Management)针对项目每一个任务的松弛量、时间幅度、安全缓冲裕量按某一时间比例将富余时间挤压出来,作为统一的安全备用。它取代了传统思维的关键路径法作为项目管理的一个公共资源统一调度使用,使备用的资源有效释放到真正需要它的工作任务,从而缩短项目工期,大幅提高项目管理绩效。虽然关键链项目管理方法最初只是针对项目管理,但是越来越多的企业管理者将其用于生产计划控制中,通过有限的各类资源达成计划编排的生产进度表。随着该生产计划管理工具的广泛使用,关键链项目管理方法成为继丰田精益生产理论之后的另一种被广泛运用的,资源得以有效控制的精益管理工具。

2.2 国内研究文献综述

改革开放前,我国的企业接受的是前苏联式企业管理,而且由于当时实行计划经济管理体制,缺乏有效市场竞争推动,企业的管理水平并没有得到实质性的提升。改革开放以后,随着市场竞争的日趋激烈,西方先进管理思想的快速传播,国内经济学者和企业管理学者开始关注真正意义上的企业管理问题,并于1997年在学位学科目录中正式将管理学科从经济学科中独立出来,成为一门独立学科,可以说我国的管理学科教育从97年开始全面发展。由于我国在现代企业管理领域起步较晚,而且大量的西方管理思想和管理方法被引入,国内企业管理模式大都只是管理理论照搬照套,结合中国现行国情的基础管理实践方法很少,只是形成一些非系统性的零散文献。

刘先明(2001年)提出“精细管理工程^[13]”,向企业推广其核心的“五精四细”思路、方法和精细化管理理念。他强调企业管理的精华、精髓、精品、精通、精密,细分市场和客户,细分企业的组织结构,细化分解企业的每个战略计划,细化企业管理制度。在企业的精细化管理中,“细”是精细化的必要过程,“精”是精细化的自然结果,然而要把精细化纳入我们企业管理过程的实践中并加以推进,观念的创新则是其必然途径^[14]。

汪中求(2003年)提出“精细化管理时代——细节决定成败^[15]”的观点,提倡企业“细节管理”研究与实践。并于(2005年)总结出中国企业管理变革的几种趋势:由经验性管理向科学性管理的转变;管理从随意化转向规范化;从外延式增长转向内涵式增长;由粗放型经营向精细化管理发展。精细化管理

不仅强调的是将小事做细做透，更加强调的是精益求精的理念。

舒化鲁教授（2003年）《企业规范化管理实施方案》^[16]致力于企业规范化管理的研究和咨询，把西方管理学的目标管理、平衡记分卡、关键绩效指标法和中国传统文化溶和，创造了五行目标中和卡管理技术。把中国的五行理论和大易理论，与源自西方的流程管理技术结合，创造了“企业流程竞争力打造技术”，使企业规范化管理的理论实施有了完整的实践技术工具。

吴翔江（2004年）认为：精细化管理是以“精确、细致、深入、规范^[17]”为特征的全面管理模式。从理论思想来看，精细化管理是企业经营管理的一种理念，形成了一种“精细”氛围，是企业管理的发展方向；从实践活动来看，它又是企业提高经营管理水平的重要方法和途径，体现了企业精细化管理的过程性和渐进性。

郑明身教授（2005年）《企业经营管理概论》^[18]研究企业组织管理体制的现代基础管理，包括企业管理的规范化、精细化、简约化、国际化、信息化、人本化。

信息产业部电信研究院企业管理研究所宋威^[19]（2006年）认为，精细化管理是由过去的粗放型管理向集约化管理的转变，由传统经验管理向科学化管理的转变。粗放型管理追求由投资拉动的规模增长，容易形成管理过程中形式主义，没有具体的企业管理量化指标来精确衡量企业发展状况。精细化管理强调制定目标的前瞻、细化、分解和落实，强调科学务实地将数据量化和精确化，但精细化管理绝不是量化管理，它更关注量化管理背后流程疏通和解决问题。

中国山西邮政系统的张洪，在《当心精细化管理的陷阱》^[20]（2006）中提醒了在实施精细化管理的过程中容易出现几个错误倾向。指出企业的精细化并不是管理的抽象化、简单的数字化、片面的效率化、执行的表面化。企业在执行实施过程中出现的各类片面、“度”的过犹不及对决策者和实施者的精细化管理水平、经验与知识的挑战。

第 3 章 太古公司生产运作管理存在的问题

SWOT/TOWS 分析法或态势分析法，作为现代企业在激励竞争环境下常用的一种自我评估、自我识别、自我定位的工具或分析方法，分别代表企业内部因素的优势（strength）、劣势（weakness）、外部因素的机会（opportunity）和威胁（threats）。因此，SWOT 分析实际上是对企业内外部条件各方面内容进行综合和概括，进而分析企业内部优劣势、对外面临的机会和威胁的一种方法。

著名的竞争战略专家迈克尔·波特（Michael E. Porter），提出的竞争理论从外部产业结构入手对一个企业“可能做的”方面进行了透彻的分析和说明，而能力学派管理学家则运用价值链分解、剖析企业的价值创造过程，注重对公司内部资源和能力的分析。SWOT 分析，正是在综合了前面两者的基础上，将产业竞争环境的外部分析（即 20 世纪 80 年代早期以安德鲁斯与迈克尔·波特为代表所关注的战略研究的中心主题）与公司的内部资源分析（即 20 世纪 80 年代中期以能力学派为代表的管理学界权威们所关注的研究取向）结合起来，形成了自己结构化的平衡系统分析体系。本文将在以下分节中结合该分析法予以详细阐述。

3.1 公司精细化管理的外部驱动因素

3.1.1 民航维修产业大环境的改变

1、大量民用航空维修业务被分包给第三方维修中心的趋势。随着航空公司之间竞争的加剧，作为民航维修产业上游的航空公司，会从自身价值利润创造环节战略性集中发展其主要核心业务，而逐渐剥离需要投入大量资金、人员、设备的维修业务，将其外包给更具竞争力的第三方全面维修中心，不仅能大幅降低维修服务成本，更能缩减维修周转期，增加飞机运营时间，从而提高公司整体盈利^[21]。

对于近 20 年来一直快速增长的民用航空市场来说，全球的航空公司面对日趋激励的竞争环境，一方面会战略性集中发展客货运等主要核心业务。无论是通过整合双方优势的战略合并还是巩固自身实力的防御性合并，都想通过不断地并购重组来扩大航线营运范围，降低运营成本和提高收益。在实现规模效

益的同时，又能完善航线网络布局，通过合并可以整合双方的优势，充分有效利用现有资源、合理调配运力、灵活进行市场选择，以便能够更好地应对目前收益日趋减少的现实。2008年美国达美航空公司（Delta Airlines Inc.）并购美国西北航空公司（Northwest Airlines Corp.）；2009年德国汉莎航空（Deutsche Lufthansa AG）先后收购了英国米德兰航空公司（British Midland Airways）、布鲁塞尔航空公司（Brussels Airlines）、瑞士国际航空（Swiss International Airlines）、奥地利航空公司（Austrian Airlines）的部分股权；2010年美国联合航空公司以换股方式收购美国大陆航空公司。另一方面，拥有庞大机队的航空公司为了减少间接成本，外包机队维修业务给第三方全面维修中心将是大势所趋。

2、作为劳动密集型的民航维修产业，大型维修中心会更倾向于设立在人工成本偏低的地区。航空公司的营运支出成本大致可以分为：直接营运成本（Direct Operation Cost）和间接营运成本（Indirect Operation Cost）。受飞机机型、航段长短、飞行时间的因素影响，维修成本所占整个直接营运成本比例的范围在10%~20%之间。而且由于整个成本基数非常庞大，一架飞机较为常见的维修预算成本至少为一百万美元。而在维修成本中，人工工时成本则占了整个维修成本的70%^[22]，对于拥有庞大机队的航空公司来说，在保证质量安全水平的前提下，更短的维护周期和更具竞争力的维修工时成本将是大型维修中心的竞争利器。相对于欧美昂贵的人工工时成本来说，亚洲维修中心或企业特别是以香港、新加坡、上海为几何轴心的大型维修中心随着一批批亚洲区自身培养的优秀航空维修技术人员的成长，在飞机维修的人工成本方面一直保持非常有竞争力的优势，维持着亚洲维修企业旺盛的竞争力。

3、民航维修中心将向全方位一站式的综合性和精益性方向转变。从全球和亚太航空维修市场未来发展趋势来看，提供全面维护的一站式维修中心不仅能帮助客户（航空公司）解决部件外包时间和费用压力，如部件维修原厂家的联络、部件外送出去需要的额外运输费，还能更有弹性地利用自身优势（集团零部件大修配套公司）迅速处理部件外包占用的冗长时间周期。面对日益竞争的行业环境，维修中心还需要通过精益生产维修获得更高的效益帮助客户在保证一定质量的前提下降低航材维护成本。

3.1.2 客户成本压缩

经济性和安全性一直是航空公司关注的两大重点，在安全保障的前提下，

获取最大经济收益/利润是航空公司的主要目的。作为独立的任何一家营运实体，航空公司的最终目的就是在满足社会和经济需求的同时，最大限度地获取利润价值。航空公司将飞机在使用阶段经济性评价标准分为：直接营运成本（DOC）和间接营运成本（IOC）。由于间接营运成本（IOC）的非线性趋势和整体的不稳定状态呈现，行业内主要运用直接营运成本（DOC）这个依据。在直接营运成本分类中，主要为购机成本、折旧成本、空勤组成本、燃油成本、着陆导航成本和飞机维修成本^[4]。其中购机成本包括了购机费用零零种种的各类利息支出、保险金、高价部件摊销、经营性租赁，空勤组成本包括了机组驾驶员和客舱服务人员成本，飞机维修成本则包括了机体、发动机、各主要零部件维修成本。

从有效成本控制的角度来看，在直接营运成本中，购机成本、折旧成本、燃油成本、着陆导航成本费用航空公司自身可控裕度很小，并且一旦经过战略评估后以上成本的支出能压缩的空间很小，而能真正被航空公司有效控制管理的将是空勤组成本和飞机维修成本。而占据直接营运成本（DOC）10%~20%的飞机维修成本^[4]一直被航空公司视为其价值链环节中无直接利润产生的“鸡肋”。无论作为外包维修业务的 MRO 上游端客户还是进行自我维护，尽可能地控制、管理、挤压该维护成本将是航空公司的最佳选择。

3.2 公司精细化管理面临的内部困境

如果说前两个因素都是企业针对外部不可抗拒的产业大环境而被动地进行企业决策的适应型行为，那企业内部自身谋求生存、发展、壮大的诉求则是企业管理者可以根据企业自身优、劣势进行各类经营可控范围内管理行为的最直接的驱动因素。

厦门太古飞机公司依托集团母公司香港飞机工程有限公司（HAECO）在民航维修产业强大的业务维修能力培养和支持下，在创建初期的粗放式管理模式对于刚刚起步发展的企业有着积极快速见效的作用。短短的时间内，公司在国际同行业的业务维修能力、维修工期和维修成本上已经具备了较强的竞争力。随着公司不断发展壮大，公司由最初原有的三百多人，从事简单维修等级的一个维修机库，发展到如今公司员工五千多人，机体维修等级最高、维修机型几乎覆盖所有航空市场运行飞机的六个大型机库，公司基础管理水平和管理方法

也随着员工数量的急速增加、员工素质的参差不齐而导致的复杂多变的管理环境而变得不合时宜。经验型、粗放式的传统管理模式在很大程度上制约了公司中层管理人员及员工观念上的转变，“差不多、还凑合”的工作心态及“凭印象、凭感觉”的工作管理作风随着企业规模迅速扩大再也无法满足以制度管理为核心，规范标准的流程管控为执行手段的可以满足公司可持续发展的高标准，高精度、高质量的现代企业管理要求。

3.2.1 生产计划控制的粗放式管理

针对公司在现行生产计划控制上存在的问题主要症结总结如下：

(1) 维修进度计划的单一性和粗放性制约着公司的生产计划精细化发展。在汇总了公司的生产计划控制流程图中，如下图 3.1 所示：在评估工作包的计划工作量后，编排设定的计划进度表和关键里程碑日期只能到项目层级（Project Level）。由于没有统一精细的维修进度表（Master Plan 只包含了主要的工作任务、重要里程碑），无法细致到具体每项工作的任务层级（Task Level），因而在任务执行阶段，没有有效的目视化工具指引的一线基层管理者（班组长和工程师）只能仍然按照以往的粗放模式靠经验管理下属和任务工期，行业计划协调性不强，而且都以“各自为政”式自身行业为主导的计划安排工作进度，不仅消耗了基层管理者大量的沟通精力和成本，而且促使了进度延期的恶性循环屡屡发生。由于缺乏有效的目视化计划管理，行业之间的协调和交接经常由于某些核心领班的病假/年假而无人跟进，由此而额外产生加班加点的过量人员工时投入、工作效率低下、工期过紧的质量隐患等等都制约着公司的生产精细化发展。

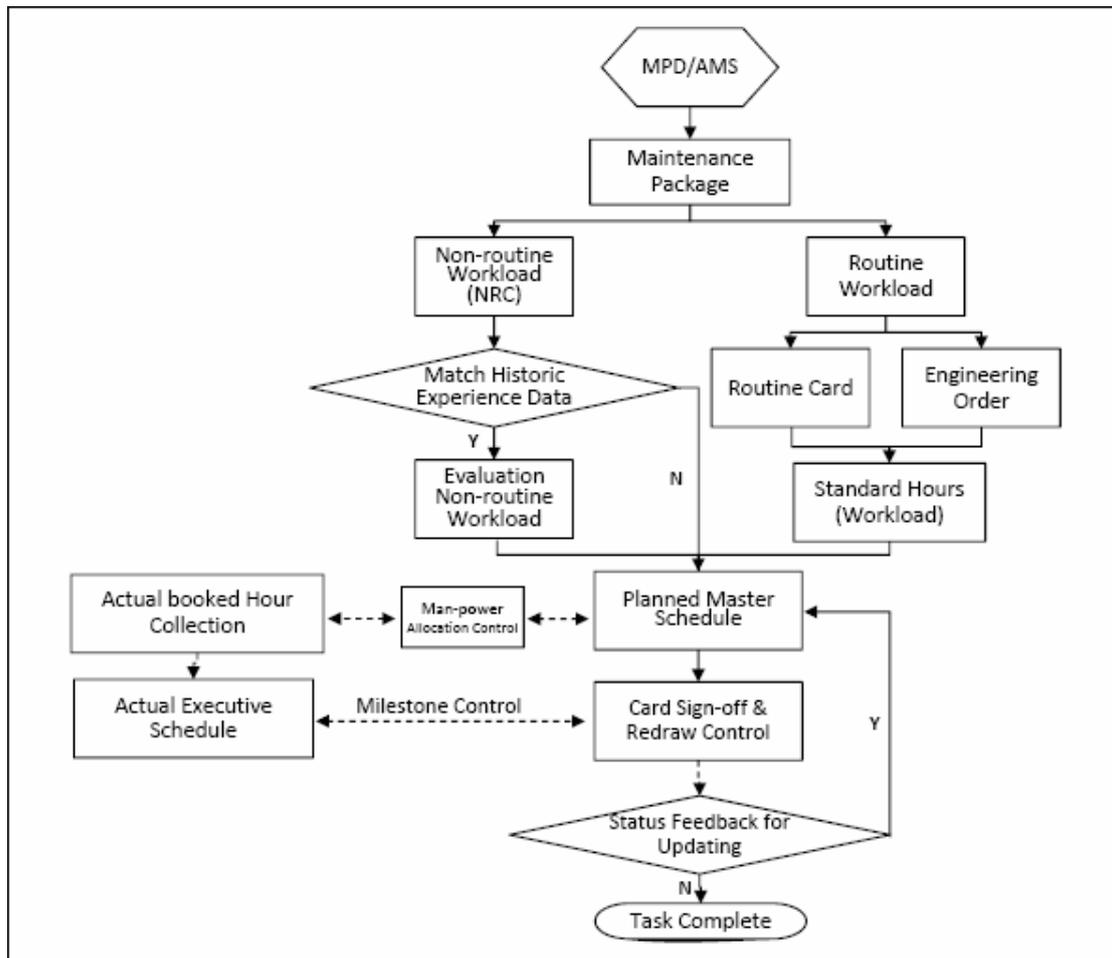


图 3.1 汇总后的维修工卡控制流程图

(2) 系统数据与实际运作的脱节影响了生产计划安排的精确性。系统建立的自我修复“安全网”在计划排程的任务执行阶段，设计上可以通过基地维修计划作业系统（Base Maintenance System）的报钟系统收集工时和工卡的签署情况来客观反馈实际的工程执行进度。机主（Aircraft in-charge）和计划工程师都依赖系统收集的反馈维修数据，并进行相对应的调配以确保计划排程的按时完成，如：调整某些生产运作任务次序，或安排人员日夜班交替运作、加班加点。可是由于在实际运作环境下，在计划排程的任务执行阶段系统的数据录入与实际工作状况脱节造成了系统数据失真，使得机主和计划工程师往往只能在重大里程碑节点前几天才能预见进展的信息，大致得做出剩余工作量的粗略安排，用救火的形式疲于扑灭周围的“火苗”，拆东墙补西墙，过早安排人手等待未完成工序的等待浪费或是早已完成的工序无人接手下道工序导致工期延误的现

象时有发生。通过报钟记录工作时间的系统输入的真实可靠性给我们对运作进程中剩余工作量的评估产生了很大的影响。究其原因主要有以下几个因素的影响：

① 硬件设备中报钟系统数据输入端配置的不合理性。在实际运作环境下，通过报钟系统的数据输入只能通过放置在生产计划室中有限的固定几台工作电脑和报钟装置连接报钟系统，然后再进行对应工卡扫描和数据的输入。由于计划室中的工作电脑不仅要用于维修手册的资料查询、文件打印，工作电脑还要用于航材订货、工具状态或航材件号等各类工作查询。由于固定端口距离生产工作区域的限制（员工来回穿梭工作区域与报钟点的不方便性）和有限端口的系统连接限制（生产员工的电脑使用等待），针对系统报钟输入端操作不方便的问题，公司针对性采取了班组当天工作工卡一次性提前输入报钟系统的“缓冲性”措施。这种治标性的措施虽然可以简化员工的报钟程序，却依然没有解决精确记录报钟时间的问题。其中典型的案例如下：某班组在当天开工前一次性将计划开始的五项维修工卡输入系统报钟，此时系统已经同时自动开始记录该五项维修任务的起始时间。该班组在上午顺利完成头两项任务后，于下午开始执行第三项任务时发现由于某种原因制约无法开工。这样在第三项任务实际并没有真正开始实施时，系统上却已经记录并计算了其于该天上午的起始时间后的所谓“任务消耗时间”。让人诧异的是，本该开始一项生产维修工卡的内容时才需要启动报钟的执行程序，却由于没有更多考虑细节上的实际操作可行性，使得员工在需要严格执行报钟程序的规范由于固定输入端口的位置设置不合理，慢慢形同虚设，让报钟准确反映实际工作情况的基本诉求渐行渐远。

② 硬件设备无法实时满足工作转换的客观需求。在公司的基地维修计划作业系统中（Base Maintenance System），整个维修项目会按常用的维修活动分成三类^{[23][24]}：(1) 客户会予以支付的维修活动。这类维修活动主要体现为维修工卡内要求完成的维修任务所需工时，这类维修工作也是客户乐意支付的直接价值活动（Direct Value added tasks）。这类维修工作的系统录入主要通过员工报钟记录工卡的起始时间统计得出；(2) 客户不会支付的项目辅助性维修活动（Project Overhead）。这类维修活动主要体现为针对工卡要求的任务开始前消耗的前期准备性辅助工作，这些准备工序的占用工时大部分是不会计入客户维修工卡的维修工期内，可以说这部分消耗的工时是客户不愿意支付的“无价值产生”（Non-value added）的必要性辅助工作。这类维修工作会有专门设定的报钟代码

予以界定，比如：用于梯架设备接近准备工作的代码用 Project ID + 302，拖曳飞机的准备工作代码用 Project ID + 303；(3)客户不会支付的公司性质的管理费用（Company Overhead）。这类活动主要体现为员工的一般性行政活动，如：员工的在职培训（On-job Training），指定报钟代码为 1234，等候客户检查工作时的待命活动（Standby），指定报钟代码为 4567。员工在整个飞机维修工作过程中通过不同的系统工作代码，不仅可以清晰地记录每一类工作的工时，而且可以通过这些原始数据分析统计生产活动中的项目营运成本等数据。

从工作环境的生产效率的理想绩效指标上来看，一线班组员工的任何维修任务都会由员工报钟记录在系统中，这样系统能够通过不同的报钟类别加以区分，将维修工作包中每一项维修活动分门别类。而在实际的维修工作环境中，一项维修工作的完成往往需要在一系列前期梯架设备、工具、航材的准备后，真正的维修工作才能得以执行。工卡工作前的各种准备工序和真正维修工序之间往往是紧密衔接、连贯一致的。一线员工在具体执行工作任务时，各工序上频繁地转换报钟代码，在加上前面提及的固定系统输入端的不便捷性，使得员工需要根据不同维修活动分类输入不同工作代码的频繁转换在实际维修过程中可操作性不高，原始数据（报钟工时）输入的精确性也由于工装设备的条件限制而大打折扣。

③ 人事绩效考核的局限性。标杆（Benchmark）工时无无论是从行业标准工时中提取还是从历史数据的有效平均工时提取，都可以作为员工绩效的一种有效参考标准。员工的行为手册并没有明确列出及时、准确报钟作为日常操守的重要性，使得部分员工在工时报钟上存在一定程度的纪律松懈；员工绩效的表现是否能客观地反映其在实际生产运作中能力体现除了与体系中参考标准的设定相关外，还与员工在完成其安排的维修任务时能否有效执行报钟规章息息相关。有效且精确的工时报钟，不仅能相对客观公正地反映员工的绩效表现，而且能反映整个维修项目的绩效指标核算。正因为有效执行报钟规章是如此的重要，所以当这样的统计衡量措施要实行时，就出现了部分员工利用工装设备限制和系统计算统计中出现的瑕疵，在一定程度上故意不严格执行报钟规章，人为地降低了数据的精确性，使得生产计划排程难以具体化和精细化。这时我们的管理人员很难甄别失真的数据是前者存在操作上的困难还是后者人为地不配合执行，因而管理效果很难见效。

3.2.2 车间现场管理客观存在的复杂性和制度上的局限性

同样，公司在生产运作的现场管理过程中也存在一些 5S 现场管理推进中的困难和问题。这些问题大部分都与其他企业在项目初期对 5S 现场管理的误解和行为模式一样，它们可以除了通过在实际中的自我摸索总结外，还可以通过大量的最佳实践参观、学习、交流，将标杆企业的最佳实践推进模式予以借鉴。但是，如何富有成效地将企业自身的行业特性、工作模式与这些最佳实践实行有效结合，才是作为项目推动者与管理者的我们最紧迫的事情。通过分析总结，将公司现行运作过程中实际存在的问题阐述如下：

(1) 维修现场客观存在的复杂性和多样性带来的挑战。现行的工作区域现场 5S 管理，对于工作环境和模式变化不大的车间、仓库和办公室等场所有着非常显著的成效，但对于工作环境复杂、生产运作活动变化很大的机库日常运作，现场 5S 管理的推行却遇到了前所未有的阻力。究其原因主要如下：

① 机库每条生产线的维修工程的多样性带来的挑战。由于机库生产线机坞对应飞机的型号并不是长期针对固定的某一特定机型的配置（生产计划的安排仍然受到客户、工期和竞争对手的制约，充分考虑客户订单的复杂和多变性，机库机坞针对特定机型维修的计划安排以现有的模式还不具备成熟的条件）。这样使得针对不同飞机型号的各维修活动所需维修设备、梯架需要有很强的兼容性和可调性，这样给 5S 的定位标示就带来了很大的困难。不同机型需要接近的梯架设备大小尺寸也各不相同，如果针对每个机型的配置都进行标记区分，机库地面反而显得更加凌乱。

② 机库维修工作的复杂性和多样性带来的挑战。由于飞机维修工作包的各维修活动会随着维修工作包的内容而涉及到的机体维修范围和维修深度也不尽相同。执行更高级别的维修检查，其机体维修区域越广，涵盖的机体接近区域面积也越大，某些特殊位置（如一些不规则形状机体位置）其对应的接近梯架设备要求也就越高。由于成本约束和老旧设备的适配局限，不可能所有的机体位置都需要配置接近平台，而且也不是所有的接近梯架与工作区域都能紧密连接，这样就不可避免地需要一些临时搭建的接近梯架和小型梯架的大面积使用。这些灵巧的梯架在方便了维修工作的同时，也由于缺乏统一协调和管理，常常让现场的 5S 管理力不从心，无暇顾及。

(2) 公司在资产管理制度上的局限性。由于历史原因，在当时小规模维修时为方便机库负责管理将大型设备（如：机坞梯架）归属为机库管理。随着公

司的发展壮大，公司日益增加的维修能力和维修机型的种类增加，机库大型设备的各自自行管理的弊端越来越突出，不仅让机库现场管理无序，而且使得机库机坞梯架的有效使用率大大下降。其主要原因如下：

① 由于现行的机库机坞梯架归属机库自行管理，当飞机的维修机型与归属机库的机坞梯架型号不匹配时，就存在机坞梯架需要借用其他机库机坞梯架。这样就存在使用者和资产归属者在利益层面相互争抢或在责任方面相互推诿的混乱管理局面。

② 由于硬件设备管理上的制度硬伤，让员工的日常运作在接近的前期准备工作很不方便，使得员工在 5S 刚开始推行阶段仍能坚持执行，一旦在后期的管理疏松时（行为规范还没有养成好的标准作业习惯时），也就渐行渐远，让 5S 在机库运作的现场管理并没有取得好的成效。

3.2.3 生产支援性活动中各类无价值活动产生的浪费

从维修工作工时数据的时间采样分析（Pareto 分析）中，如图 3.2 所示，以公司近半年的维修准备活动工时数据分析图为例，员工在实际维修工作的完成过程中，员工花费时间最多的前四项维修任务前的准备性生产支援类工作依次为：查阅维修资料准备、维修航材的领取、梯架设备的接近准备、维修工具的领用准备等。这些准备活动中，除了查阅维修资料作为必需项活动外，一线技术员工花费了大量时间在不产生价值的各类常规性生产支援类工作上，反过来压缩了真正的价值产生的有效生产活动时间。



图 3.2 维修准备活动工时数据分析图

1、生产性支援职能性部门内部客户服务意识的缺乏，以及过多不增值活动的服务流程的制约。

公司在生产性支援活动管理过程中，特别是在航材配送、工具、设备上的支援方面，存在着一些传统的支援部门职能性管理的困难和问题。由于长期的职能型大部门本位主义运作方式，某些部门的管理者对内部客户服务理念的认知度不强，使得一些本该好好主动提供生产支援的服务性支持项目运作非常不畅顺，在相关生产性支援服务活动中，经常出现让一线技术工人花费大量“黄金工作时间”在长距离的航材领取、繁琐的来回借还工具程序、设备梯架的准备等无任何价值产生的工作（Non Value Added Activities）浪费上。

（1）现行缺乏服务生产意识的航材配送模式。由于公司六个大型维修机位的机库占地面积庞大，公司的保税主仓库独立于各个机库之外（国外航材都需要存放在受海关监管的保税仓库内），而且为了方便一线员工领取航材，在每个机库都已经配置了一个独立的小间航材服务中心（Service Center）。公司配置了专门的运输队负责主仓库和各个机库服务中心的航材移送，可具体在配送过程中仍然存在以下不尽如人意的地方：

① 航材配送的种类不全，使得机库一线员工仍需花费大量时间往返于机库和主仓库之间。由于担心责任归属纠纷，供应部后勤支援员工对任何有可能发

生争执的航材都不予配送，如：易碎品、易燃品、危险品以及有特殊尺寸要求的航材，而这些航材在日常的维修活动中占了近 50%的工作量。也就是说，仍然有近 50%的航材是没有在配送清单中，而仍然需要一线员工往返于工作地点和主仓库才能将航材领取到手，这样就使得由于配送种类的涵盖范围不全而让一线技术人员能够在工作场所（机库）就近能领取航材，减少来回往返领货行程花费时间的初衷执行效果大打折扣。

② 航材配送的次数不够。通过仅一天两次的配送次数（上午一次，下午一次），越来越无法满足日益紧凑的工作节奏，特别是应对工作量非常大，工期非常赶的情况，一线员工要么选择自行去主仓库领取以减少等待航材时间，要么另外安排工作后等待航材到服务中心时予以领取。这样不仅消耗了一线技术员工的工作时间，而且由于工作的中断和任务转换，增加了现场领班的管理难度，出现经常中断或干扰了行进中的工作程序，浪费了无形的工作任务的转换时间。

③ 航材配送的系统设置不够人性化，没有从一线操作者或使用者的角度出发考虑问题，使得后续的执行层面很难到位。在客户的飞机进场开始进行维修时，针对各类维修活动所需的航材会陆续开始下单订购。生产部员工会尽早开始订购航材，让安排紧凑的工作编排不受航材缺货的影响。由于整个维修过程中不确定性因素太多，计划排程的工作任务会时常有前后时间段的微调，常常导致按原计划配送的航材要么堆积在机库服务中心，要么针对提前开展的任务所需航材要自行去主仓库领取，使得配送项目效果有限。一方面配送服务的使用方（机库生产员工）在抱怨并没有过多地享受了配送项目带来好处的同时，另一方面配送服务的提供方（供应部后勤配送员工）也在抱怨生产部员工要求太多，活也没少做，效果却不好。

（2）现行过多不增值活动的工具运作流程。通过从工具运行管理系统（Tooling Operation and Management System）中随机调取近期 May 8- Aug 8 三个月期间（共 92 天）的工具借用/归还记录数据和现场抽样数据为基础进行分析：

① 工具借用次数数据统计：各生产机库或部门到基地维修主工具房和各机库工具间的借用工具次数总计：48923 次，平均每天借用 532 次；归还工具次数总计：49661 次，平均每天归还 543 次；具体借用数据如下表 3.1 所示：

表 3.1 May 8—Aug 8 期间各部门每个月借用次数

	XX1	XX2	XX3	XX4	XX5	XX6	XX7
T/R	2271	1435	213	170	256	508	1026
3TR	89	11	29	27	13	9	625
4TR	79	38	2134	62	168	230	508
5TR	1518	35	87	1331	228	488	708
6TR	6	2	13	18	548	146	149
TOL	28	27	8	7	11	7	41
Total	3990	1547	2484	1614	1225	1388	3058

基于公司现有的手写凭条式模式，每借一个工具需要写一张单，花费 30 秒时间，则每天需要花费时间 $T=532 \text{ 次} \times 30 \text{ 秒/次}=15960 \text{ 秒}$ （4.43 小时）。主要生产部门每月仅用于借用工具写凭条时间花费，如下图 3.3 所示：

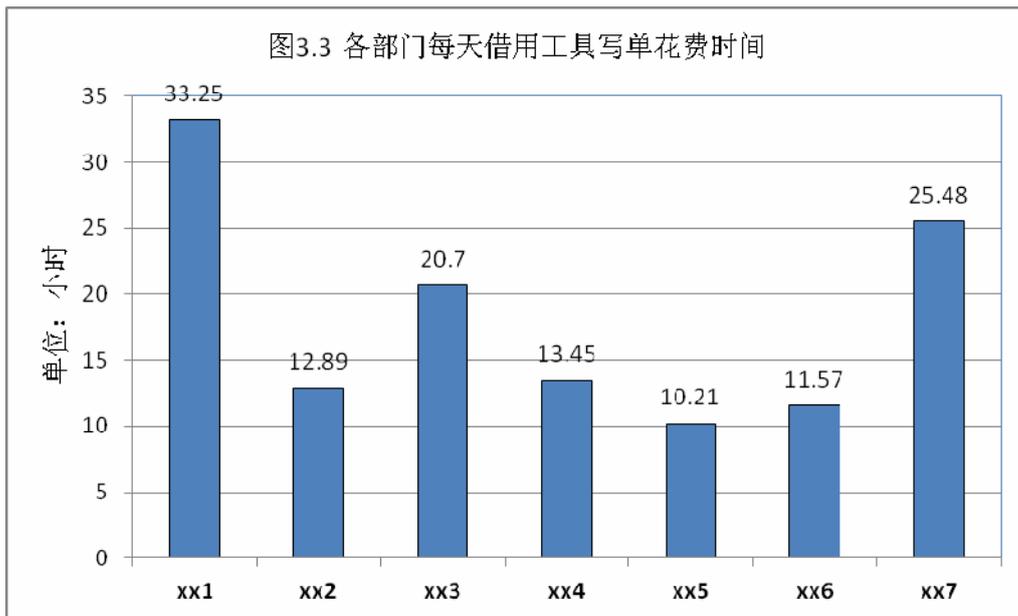


图 3.3 部门每天借用工具写单花费时间图

② 工具借用时间段的数据统计：每天早上 08:00-09:00 时间段：每人每次借用平均用时 470 秒（约 8 分钟，耗时比其它时间段高），借用人数比其它时间段多；每人每次归还平均用时 608 秒（约 10 分钟，耗时比其它时间段高，需要排队等待）。具体数据如下表 3.2 所示：

表 3.2 每天每个时间段每人每次借用/归还平均用时（单位：秒）

时间段	借	还
08:00-09:00	469.7	608.2
09:00-10:00	239.9	168.0
10:00-11:00	230.3	171.2
11:00-12:00	161.9	174.8
13:00-14:00	209.6	120.9
14:00-15:00	160.4	128.0
15:00-16:00	176.7	133.8
16:00-17:00	129.4	186.0
平均数	222.2	211.4

（备注：以上时间均为生产部员工进入工具房至离开工具房时间）

各机库/车间/部门到各工具房每天每个时间段借用/归还工具次数：每天早上 08:00-09:00 时间段，每天平均借用次数 123 次，借用次数比其它时间段多；每天下午 16:00-17:00 时间段，每天平均归还次数 107 次，归还次数比其它时间段多；具体数据如下表 3.3：

表 3.3 May 8—Aug 8 期间每天每个时间段借用/归还次数

时间段	借用次数	平均每天借用	归还次数	平均每天归还	备注
08:00-09:00	11330	123	3514	38	借用高峰期
09:00-10:00	7551	82	5282	57	——
10:00-11:00	5372	58	5080	55	——
11:00-12:00	4917	53	6302	69	——
13:00-14:00	6751	73	5848	64	——
14:00-15:00	4880	53	7182	78	——
15:00-16:00	4217	46	6583	72	——
16:00-17:00	3367	37	9882	107	归还高峰期
其它时刻	538	6	288	3	——
汇总	48923	532	49961	543	——

③ 根据公司现有的手写凭条式模式，当机库就近工具房的工具种类和数量不能满足一线生产员工维修任务所需时，就只能到其他工具房借用工具，并返回到所借工具房归还。根据实际调查与数据测算，各机库员工到各个工具房借用/归还工具平均步行距离和时间，尤其以某机库由于地理位置相对偏远到其它工具房借用/归还来回走动距离和花费的时间最长，具体如下表 3.4:

表 3.4 各机库到各工具房借工具的平均时间和距离统计

机库	工具房	XXA	XXB	XXC	XXD	XXE
XX1	L(米)	105	283.4	476.8	415.8	1051.8
	T(秒)	80.4	256.2	389.6	331.4	837.6
XX2	L(米)	99.8	458.4	615.8	595.8	1229.8
	T(秒)	79	391	478	443.6	967.6
XX3	L(米)	379.6	167.8	345.2	146.2	762.6
	T(秒)	304.8	129	306	121.2	548
XX4	L(米)	608.6	441.8	119.8	400.6	751.2
	T(秒)	467.6	358.6	97.6	366.8	640
XX5	L(米)	579.4	283.4	400.6	157.6	559.4
	T(秒)	447.6	245.6	366.8	80.6	449
XX6	L(米)	1051.8	731	751.2	585.8	118.8
	T(秒)	837.6	499	640	465.4	101

从工具运行管理系统中随机调取近期的工具借用/归还记录数据和现场抽样数据来看，可以得出工具借用流程中存在的以下问题：

- 工具借还所需时间太长，不足以应付规模扩充后骤升的借还工作量。由于传统的工具借还程序，工具借用者需要先填写“工具借用凭条”将借用基本信息填写完整后，才能开始进入下一个查找工具存放间相关工具借用程序。在每天的上午开工后 08:15-09:15 时间段形成了一个工具借用的高峰期，这种传统耗时的填单式借用方法往往使得借用者的队伍排成了长龙，浪费了太多的等待浪费时间。
- 主工具房和各机库工具间的工具借没有实行工具的“就近返还”，“预约配送”等服务。由于飞机在机库机坞间的拖动频繁，使得维修活动场所会随着飞机位

置的移动而改变，工具的借还动作常常会跨机库工具间借还。由于工具房采用传统的“工具借用凭条”模式，在某一工具间借出的工具，其“工具借用凭条”是保存在该工具间，在空间和操作模式上很难实现“异地就近返还”模式，一线技术员工最后往往还得自行返回该工具间进行工具返还，增加了一线员工在这些非增值活动上的消耗时间。

(3) 现行的设备梯架多样性和管理的局限性：由于公司的业务能力和规模随着公司的发展变得越来越强、越来越大，公司从事维修业务的机型也越来越多。从小型飞机的 A320 和 B737，到中型飞机的 A330、B757、B767、MD-11，再到大型飞机的 A340、B777、B747-400，公司的维修种类涵盖每一种不同的机体。针对不同机型的大量维修工作/任务，需要各类合适的机体接近设备或梯架平台以不断适应日趋复杂多变的生产运作和日趋紧凑的计划安排。

① 公司各机库所属机体接近设备梯架自行管理模式的局限性。当初小规模维修时为方便机库使用将大型设备（如：机坞梯架）归属为机库资产管理。随着公司的发展壮大，公司日益增加的维修能力和维修机型的种类增加，机库大型设备的各自自行管理的弊端日渐突出。现行的机库机坞梯架归属机库自行管理，一旦维修的飞机机型与归属机库的机坞梯架型号不匹配时，就需要借用其他机库机坞梯架，这样就存在使用者和资产归属者在利益层面相互争抢资源或在责任方面相互推诿的混乱管理局面。在梯架设备与维修机型不匹配时，要么通过设备部使用额外的人力物力搭修临时脚手架（同时一线员工处于等待状态），要么让维修工作由于不方便的接近设备大大降低工作效率。这样不仅让机库现场管理无序，增加了工业安全隐患，而且无形增加了维修工作的沟通成本，使得部门间冗长的协商、讨论机库机坞梯架借用，脚手架搭建等问题。

② 设备无法被快速确认定位造成的管理困境。由于各种不同型号种类的梯架设备数量多、分布区域广（公司各个机库分布距离远、空间大），设备很难被快速确认定位，造成协调管理上的难度。现场小范围 5S 管理中的梯架通过颜色区分，铭牌区分在设备数量多、分布区域广的日常运作管理中并没有达到很好地协调管理效果，使得员工在日常维修工作的前期接近准备工作变得费时费力。没有信息化的设备管理，不仅使得员工花费大量的时间在机库间寻找合适的机体接近梯架平台，而且往往由于信息的不对称，使得一方面在某处某机型匹配合适的机体接近梯架处于闲置状态，而另一方面在另外某处该机型的接近准备正在为没有合适的机体接近梯架而四处安排设备部员工加班加点用脚手架赶搭

适合的接近平台。孰不知，有多少这种类似的现象在日常运作中反复演绎这种“被创造出来的需求”：各机库现场看到的所有员工，包括一线员工和设备后勤员工都在兢兢业业、忙忙碌碌地完成各自的“工作任务”，而这样的工作却是由一些非精益的理念产生出来的，对客户毫无价值可言的“工作”——纯粹无价值、可删除的浪费。

3.3 公司生产运作内部管理与国外精益企业的差距

(1) 精益生产理念上的认知差距

精益生产将企业生产活动按照是否增值划分为三类：增值活动(Value Added Activities)、不增值尚难以消除的活动(Non-Value Added but Necessary Activities)、不增值可立即消除的活动(Waste)^[23]。精益生产将所有的非增值活动都视为浪费，并提出生产中七种典型的浪费，实施精益生产就必须着力消除此七种浪费。长期以来，人们重视增值活动的效率改善而忽视了非增值活动的改善空间。研究表明，物资从进厂到出厂，大概只有 10%的时间是增值的，精益生产的成功秘诀就在于将持续改善的着眼点从 10%时间的增值活动转移到占 90%时间的非增值活动^[25]。精益生产将车间现场所有的停滞视为浪费，要求促进停滞物流运转，想方设法让各增值活动流动起来，强调的是不间断地价值流动。除了发现现场中各生产活动的停滞现象以解决深层次的根源问题(Root Cause)外，现场改善还可以消除近 75%的缺陷，力求第一时间将凸显出来的缺陷、次品、问题消除在初始阶段或上游程序中而减少了缺陷品继续投入的时间、设备、人力浪费。企业传统的职能分工和大批量生产方式，往往容易阻断本应动起来的价值流，造成了大量的有形和无形的浪费，如大量在制品积压、大量库存的搬运转移、生产资金占用、厂房利用率降低、人员、资金的管理成本增加、批次质量风险等等。我们应该看到公司在整个精益生产理念上与世界级的国外民用航空维修企业的差距，在努力控制不增值但难以消除活动的同时，减少或消灭不增值可消除的任何形式的浪费活动。

(2) 生产计划控制体系实际执行上的差距

一个控制能力强大的生产计划控制体系不仅可以精确、细致地根据各类需求数据安排计划每天、每周、每月甚至每年的生产计划编排，而且它能够针对

生产过程中的各类突发状况和不确定因素给予快速、及时的响应，迅速调整所需各种资源使得公司生产克服变数回归常态、稳定。在民用航空维修行业，克服各种例行检查过程中发现的缺陷、故障等问题并按时修复完成，这样的挑战是巨大的。无论是在维修进度的单一性和粗放性，还是数据与实际运作的关联性以及快速反应能力上，公司的生产计划控制体系与世界级的国外民用航空维修企业来比较都显得稍逊一筹。

（3）企业经营管理中的内部客户服务理念的差距

所谓内部客户是指企业内部的任何一位员工或者员工群体，他们都构成了对外部顾客供给循环的一部分。内部客户按照企业内部相互关系的不同，可以分为三类：①职级客户，由组织内部的职务和权利演变而来的顾客关系；②职能客户，职能部门之间存在相互提供服务的关系而构成的顾客关系；③工序客户，在工作或产品作业中存在着产品加工或服务的提供与被提供关系而构成的顾客关系。

现代企业经营管理中的内部客户服务理念来源于 90 年代西方现代营销管理中盛行的“服务与管理”理念和客户满意度战略（Customer Satisfaction）。其基本指导思想是：企业的整个经营活动都要以顾客满意度为导向，要从客户的角度和观点而不是企业自身的利益和观点来分析考虑顾客的需求，尽可能全面尊重和维护顾客的利益。CS 战略随着不断地演绎、完善，开始将“客户”的含义延伸到企业内部，客户满意包括外部客户满意和内部客户满意。服务利润链理论和内部营销理论提及的“内部客户服务理念”（Internal Customer Service），就是以外部客户满意为企业员工共同的目标，促使内部员工团结互助、积极参与、努力工作，从各方面提高工作质量的同时，又促进整体员工素质的提高。有满意的员工，才有满意的产品和服务；有满意的产品和服务，才有满意的顾客；有满意的顾客，才有满意的效益；有满意的效益，就能拥有更满意的员工。在企业内部，下一道工序是上一道工序的“客户”。基层员工是基层管理人员的客户，基层管理人员是中层管理人员的客户，中层管理人员是高层管理人员的客户，形成了一条“内部客户服务链”。这里的“客户”是一个相对广义的概念，它不仅指企业产品销售和服务的对象，而且指企业整个经营活动中不可缺少的合作伙伴。如果内部客户没有接受到适宜、满意的服务，使他们以最大的效率进行工作，那么外部顾客所接受的服务便自然会受到影响，必然会引起外部顾客的不满甚至丧失外部顾客的忠诚。如果企业对这一问题不给

予足够的重视，势必会导致较低的顾客忠诚度和较高的顾客流失率，最终导致企业赢利能力降低^[26]。

（4）精益生产中基本活动与支援活动主次关系认知的差距

生产性企业的经营活动可以分为两大类：生产性基本活动和生产支援性活动。生产支援性活动作为企业基本活动的重要补充、辅助支持性运作环节，在企业追求整体效率提升、各流程环节紧密配合的精益生产环境下，生产支援性活动对整个生产运作流程的支持性作用也变得越来越重要。现代精益企业经营管理对这类生产支援性活动的研究已经发展成为一套完整的运作管理技术与方法体系。

精益生产对于民航维修行业生产性支援活动的诠释可以理解为：首先，让一线富有工作经验的熟练技工们将有效、大量的工作时间尽可能地花费在被客户认可的价值产生活动（Value Added Activities）上，也只有这些有效增值的维修活动才能更好地增加顾客满意度，并创造价值；其次，由于飞机维修行业的特殊性，飞机维修技师的技术培养和经验累积的准入门槛相对其他行业来说要高出许多。越是以技术和经验为导向的技术人才，其生产效率的提高越是让公司核心价值最大发挥体现的关键。正是基于一线技术工人由于工作经验需要大量实践时间的累积而变得“成本昂贵”，所以如果能用一般性后勤支援型人手可以替代技术员工参与的维修工作任务，绝不要占用技术工人的“宝贵时间支出”；最后，在持续改善的精益生产中，通过各种生产运作七大精益手法、各类工具设备的可靠性预防措施、消除设备维护浪费的合理化建议等现代化、电子化、网络化管理工具和方法，使工具设备、航材配送等生产性支援活动的不增值活动（或者称为浪费 **Muda**）不断被压缩减少，在增加一线技术工人的有效增值时间的同时，还能减少一般性后勤支援员工的“服务性时间”，从而大大提高整体的支援性活动的支持度和有效性。

如何让一线技师充分利用并提高其维修工作中最直接产生价值的时间比值，从另一方面来说，就是如何让一线技师的有效工时尽量减少耗费在生产后勤支援型工作中，将是精益生产在民航维修行业得以成功的重要突破口。

第4章 国外民航维修企业生产运作精细化管理的经验启示

国外已经成熟发展的民航维修企业无论是独立的第三方维修中心还是大型航空公司的所属维修部门，都由于国外航空业的高度发展而在发展的广度和深度上有很强整体管理能力。在本章节选取的行业领军企业无论是作为世界级商用飞机制造中心的美国波音公司、欧洲最大的法航-荷兰皇家航空，还是以提供亚洲最佳商务服务闻名的日本全日空航空公司，都是在 MRO 行业的生产运作方面卓越领先的世界级成功企业。而本章节也将从生产计划控制、生产性支援方面了解国外同行业的运作特征。

4.1 国外民航维修企业对生产计划控制的经验启示

4.1.1 美国波音公司对生产计划不确定性的应对方法

作为全球大型商用飞机生产制造商，美国波音商用飞机公司长期面临的极具挑战性的问题：一是飞机产品严格的各项指标要求，如气动要求、内部结构要求，再加上零部件数量大、系统复杂导致的新机型开发周期长、产品成本高；二是作为典型的小批量多品种的高技术产品—商用飞机，其同样会导致生产交付周期长、产品线转换成本高。在全球市场竞争异常激烈的大环境下，大幅降低产品成本、缩短研发周期、提高产品质量和服务水平一直是波音公司希望持续性发展的最佳选择。为此，波音公司在 1996 年，历经 10 年全面推出的飞机构型定义、控制和制造资源管理计划（Define and Control Airplane Configuration/Manufacturing Resource Management）^[27]，采用产品数据管理（Product Data Management）技术，以达到飞机研发周期缩短 50%时间、成本降低 25%、客户满意度大幅提高的目的。

波音公司的 DCAC/MRM 计划实施主要包含了精简作业流(Tailored Business Streams)和单一产品数据源（Single Source of Product Data）来组织管理整个从飞机设计构型、工艺计划、生产制造和服务支持的全过程。通过整个生产流程再造作为总的思路出发，按照精益生产原理重新构造设计生产流程，实行以简化、优化为目标的全面技术改造升级，快速响应客户的个性化、多样化需求。精简作业流（TBS），将产品组件、工作过程、人员分配、工艺设备按照部件设

计基础程度分为三种作业流：① TBS1 为主要或者稳定件作业流。不管飞机如何布局配置，一些基本特征的主要件或稳定件很少会有变化，这种作业流会非常稳定地设计、生产出产品；② TBS2 为客户可选择的标准件作业流。这类部件如，发动机、通讯设备、起落架、轮子、刹车系统等多为客户自行选择，由于这类部件无需重新设计，只需该部件制造商提前供货，相对来说这类作业流也是属于计划内可控流程；③ TBS3 是针对客户某些特别要求，需要重新设计制造生产的作业流。如，厨房、机内装饰、座椅布置等要求，需要波音公司工程部按照客户要求重新设计、其制造工艺、生产标准可能都受到影响的作业流。波音公司通过区分不同定义的作业流（主型号选项、次型号选项、可用选项），来更稳定、有计划地进行大规模生产制造，如同汽车的制造过程一样。如果大多数客户通过选择前两者作业流可以定型并满足客户需求，则波音公司就能更有效率地直接投入生产制造飞机。客户最终所需的飞机型号的特选方案（Customer-Specific Option Selection）会被赋予其唯一的制造系列号（Manufacturing Serial Number）并存入 DCAC/MRM 系统的单源产品数据库中（SSPD）^[28]。接下来的一系列生产活动计划排程都围绕着从单源产品数据库中提取的数据如：产品的物料表、工装设备、计划安排等信息进行飞机的生产准备工作，进行飞机生产能力的计划、生产进度安排、库存管理等直到飞机交付。

通过近 10 年的该项目计划推广，波音公司用来考核业务的四个关键指标：产品成本、交货期、缺陷率和客户满意度都能突破性取得进展，通过这样的工作流程，整个公司所有相关产品数据都汇总于单源产品数据库中，由产品数据管理（PDM）软件统一管理，既保证了产品数据的最新版本和一致性，又消除了以往多重数据结构的冗余性^[28]。通过 DCAC/MRM 计划，波音公司不仅简化而且优化了整个飞机制造过程，把全球国际市场上的商业需求与公司生产计划制造过程紧密地联系起来，可以采取非常灵活、快速的响应方式应对客户的短期需求，极大地提高公司的整体效益。

可以说在生产计划控制方面，美国波音公司成为了成功应对“不确定变数”的典范。波音公司在应对不同客户定制的各类飞机构型时——这种小批量多品种产品（依据客户不同需求提供的商用飞机），在设计、计划、生产环节上采取了最大化利用可以预见、稳定的可控因素，有效控制不确定因素理念和方法。波音在行业内历经十年排除万难进行业务流程重组，推行精简作业流（TBS），将相关产品链环节的产品组件、工作过程、人员分配、工艺设备按照部件设计基

础和常用程度分类的作业流，将相对稳定、常用的流程标准化、常规化的同时，安排专门资源解决计划排程中的不确定因素来有效控制常态化的突发状况和特殊事项。这种‘求同存异’的方法值得借鉴，这样不仅可以最大限度地利用已有的、常态的标准化作业流，而且可以重点关注差异的部件/流程，集中优势资源快速解决突发状况和特殊事项。

4.1.2 日本全日空航空公司对计划排程与实际运作的协调控制

以优质航空服务享誉全球的亚洲全日空公司在日本拥有庞大的机队支持着全日空所有的国际和国内航线，其在本国东京羽田国际机场的维修中心在生产计划控制方面却有着日本企业的独特方式。

一方面，同样传承了典型的日本企业文化特征的全日空航空公司，一直秉持着大家庭式的团结维系着管理人员和雇员之间特有的群体亲和感和归属感。在全日空的维修中心，生产计划与控制中心（Production Planning & Control Center）的员工负责整个飞机维修进度的编排与控制。这些重要的岗位需要经验丰富的技术员工，除了按照例行常规的计划开展工作外，还需要具备应变突发状况的现场管控能力。全日空维修中心的生产计划控制员，几乎都是从拥有二、三十年实际工作经验的一线技术领班或工程师中挑选出来的老员工，他们丰富的工作经验和权威性能够帮助快速解决现场跨行业班组的各类技术问题。由于一线技术工人每天开展的维修工作任务，都是根据生产计划控制室分派的工卡开展工作，因此一线工作者的工作由于有了统一安排协调者（生产计划控制员），没有了跨行业班组的推诿、指责，工作者能将更多的时间专注于工作本身，工作性质变得简单、明确，也很少发生编排的工作被其他上游工序行业班组阻碍而停滞的现象。整个维修流程由于有了富有经验的专家统一安排而运作顺畅，既能提高整体生产效率又能大幅减少跨行业班组的内部损耗。不仅实现了维修过程的可控性以及计划排程和实际工作的无缝连接，还能充分发挥群体协作的优势，提升整体的维修质量和服务水平。

另一方面，全日空航空公司为了降低整个庞大机队的维护成本，提升机队维护效率，公司有意地将机队的机型尽量单一化、部件可兼容化。这样不仅能增加对该类产品制造商的议价优势，争取更多更好的售后服务，还能提高部件有效利用率、减少周转时间、周转费用，从而降低整体维护成本。公司已经开始有计划步骤地逐步淘汰老旧机型如 B747-100/200/300 后，飞国际航线的机型

清一色全是波音系列飞机，如 B747-400，B767，B777，和最新引进的 B787（日本国内航线主要由全日空集团下的 B737 和 A320 承担）。这样带来的另一个显著好处在于，维修人员更容易熟悉、了解、摸清该类机型的工作原理和设计理念，如，波音系列机型。由于波音系列飞机的各类机型虽然机型大小尺寸各异，但其系统设计理念却有着脉络清晰的关联性和相似性，维修技术人员往往由于熟悉精通了某一类机型的维修范围后，对该系列的其他机型也能触类旁通，快速掌握其他系列机型维修工作。也正因为全日空航空公司的这一策略，其飞机维修技术人员整体对波音系列飞机熟悉了解的基础相对而言要高，在依托这些经验丰富的生产计划人员，其维修工作计划排程的制定、更新以及突发状况的重排应变能力能充分保证其生产运作安排的合理性和有效性。

应该说，全日空维修中心针对了适合自身发展趋势的生产计划控制通过强调突出生产计划控制员的经验权威性和协调性，将计划排程和实际工作紧密地联系起来，通过减少跨行业班组的停滞和内耗来提高整体运作效率。这样的思路虽然局限于单一机型或拥有多年经验的计划控制员，但仍然能给太古公司引入“以机型为单位的核心团队”的理念，对某几款常见机型培养其核心维修人员和计划编排人员高效地处理生产计划的突发事项。

4.2 国外民航维修企业对生产支援性活动的经验启示

4.2.1 欧洲法航-荷兰皇家航空强大的生产性后勤支援

作为全球第三大，欧洲最大的航空公司，法航-荷兰皇家航空集团内法航和荷兰皇家航空各自拥有自己机队的维修服务中心，除了支持本航空公司的飞机维修外，也对外提供第三方航空公司的飞机维修服务。以法航为例，其机队全部机体维修维护服务由集团内工业后勤部（INDUSTRIAL LOGISTICS DIVISION）负责，为本集团和一百余家其它航空公司提供机修维护服务；其维修服务公司不仅是全球最大的为“空客”A320、A330、A340 提供机体维修服务的供应商，也是最大的为 CFM56-5 型发动机提供维护的供应商。

法航/荷兰皇家航空的维修服务中心运营中，其富有竞争力的快速反应能力和高质量的维修能力都与其强大的零部件维修/翻修车间支持密不可分。其维修服务按照其特征分为机体维修功能块（On-site Maintenance Function）和后勤车间功能块（Backshop Function），其中任何在机体维护检查过程中发现的零部件

缺陷，都能快速分流到其强大的各后勤车间予以翻修还原成可用件送回机体维修处安装复原。正是有了概念清晰的功能性分工协作，这两大功能部门能快速响应，如同流水线般地平稳快速流动，将整个维修进程清晰可控地、高质量高效率地按时交付完成。

在整个维修生产运作过程中，公司可以借鉴法航-荷兰皇家航空集团推崇的“内部客户理念”和专业功能分工协作，将其强大的后勤车间支持对现场机体维修能力，在内部延伸到生产工序的上下游之间、生产与后勤支援之间，使得整个生产运作流程快速、顺畅、紧密地联系起来，在整体提升运作效率的同时提高了企业的快速反应能力。

4.2.2 日本全日空航空公司现代化设备工装对生产的支持

作为亚洲航空公司在设备工装现代化生产运作支持方面的典型，亚洲全日空航空公司在其巨资投入的现代化维修机库内，无论从各辅助设备、接近平台、梯架、工具，还是航材配送工装，其多功能、三维度可调节、易操作、自动化、便携式的各工装设备极大地减轻了一线技术工人的准备时间。也正因为这些齐全的工装设备、接近工作区域覆盖范围广、快捷的自动化响应、良好的设备维护保养，维修机库现场没有了杂乱的小型梯架、电线、气动/液压喉管，一线技术员工的工作接近几乎是无缝式衔接，大范围工作平台的覆盖不仅能提供安全舒适的工作环境，而且还能极大地节省某些特定工作任务的准备时间。例如：在飞机大修过程中，经常需要进行飞机起落架收放测试的例行工作。传统式的工作程序需要对整个飞机进行顶高而予以完成。在这之前的准备工序中，需要耗费大量人手对整个飞机机体进行全方位障碍清除，然后才能顶升支撑飞机重量的千斤顶到适合飞机进行起落架收放测试的高度予以测试（而且进行这样的测试时，其他相关行业的所有工作只能暂时停止直到测试完毕，飞机状态复原后才能重新恢复）。这类飞机重大状态调整一般需要耗费少则二个小时，多则半天的时间进行前期准备工作和后期的复原工作。而在新型机库维修平台上，飞机的任何状态都无需改变，在飞机重量支撑起落架位置的平台上会由操作台控制的平台会自动打开形成天井用于飞机起落架收放测试。只需短短几秒钟的准备时间和方便快速的测试过程，不仅极大地节省了一线技术工人的“黄金工作有效时间”，而且将前期极易出现安全事故隐患的机会大大消除，保证了对维修生产运作的有效支持。

全日空航空公司对于各类生产性支援活动对生产运作支持的认同和重视值得公司借鉴。公司可以充分吸收其在设备工装“点对点式喂送”服务理念和精益思想，尽量减少一线技术工人的“无价值产生”工序准备时间。好比在手术台上的医生一样，各类所需手术刀具、器材、手术物品经过协助医生、护士递送到手术医生手中，让医生将精力全身心投入在重要的“价值产生工作”中，通过后勤多方位配送服务保证生产运作正常平稳地运行。

第5章 对改善公司生产运作精细化管理的实践探索

5.1 公司生产计划控制管理精益卡板的运用

5.1.1 阶段性控制完善立体式点面结合的计划排程

(1) 阶段性流程控制 (Phase Control) 的引入。正如第三章提到的改善前维修工卡控制流程图所示, 维修工作包工作量的估算会分成两个部分, 一个是已知且可预见的例行工作单, 另一个则是不可预见的非例行工作单。根据评估出来的工作量后, 这架飞机的项目负责人 (机主) 和计划工程师会拟定维修计划进度表 (Planned Master Schedule) 并根据工作量初步安排工作班组等人力资源 (这份计划进度表包含了主要维修活动、活动进程、关键里程碑节点等重要信息)^[29]。公司改善前通过运用关键里程碑 (Critical Milestone) 的方式来对整个工程计划进行宏观调控以确保整体进度运行不会出现大的偏差。通过过程中重要“节点”的监测控制, 这样的控制效果在值得肯定的同时, 还是要看到其不足之处。如: 出现了基层管理者在进度交付期限压力下, 会为了满足关键里程碑的要求, 而人为跳跃推迟延后了其他工作任务, 使得计划进度表在没有任何警示的情况下, 终于在最后某个关键节点处突然爆发整个工程延迟的信号, 延误了有效决策的最佳补救时刻。而在生产计划控制改善后的流程图中, 辅助性的阶段性控制 (Phase Control) 则能很好地从维修计划工程的“面”来解决进度有效监测的问题。在参照了关键里程碑设定节点的方式下, 将整个维修工作包的计划排程按工程进展次序分为: 飞机入库前准备阶段、入库后的零部件拆卸阶段、初步检查和例行维护阶段、非例行工作修理和零部件安装阶段、最后测试阶段。计划排程中的例行工单和非例行工单可以被各个计划阶段很好地按照工程开展顺序分割成不同的时间区间加以监测管理。这样就可以将某些不被里程碑节点监测的工单任务被有效地规范限制在工程进展阶段控制范围内, 通过改善后的关键里程碑节点和阶段性控制的“点面结合”监测控制方式, 很好地保护了整个项目工程可控的总体趋势, 并能对突发状况提早预警。

(2) 阶段性控制对生产计划控制改善的总结

阶段性控制 (Phase Control) 作为关键里程碑控制 (Milestone Control) 在生

产计划过程的有效补充，能够很好地涵盖几乎所有工作单（包括例行工单和非例行工单），使其能够被有效地细分在各排程阶段和里程碑建立的立体“点面结合”进度表中。通过不断完善过程化控制，增加了对生产复杂环境中不确定性的监控、预警、管理能力。

5.1.2 “精益卡板”控制体系的运用解决执行脱节的难题

作为一个生产计划控制的难题，如何预见并控制运作过程中的各种不确定性将是至关重要的。针对非例行工作量的评估，计划工程师往往只能从数据库中的历史数据查找相关客户、机型、大修级别、改装工程指令等数据粗略评估一个工作量，评估的数据是否可靠姑且不说，如何将计划和实际执行情况的偏差进行有效合理控制才是生产运作的关注点。在不断完善过程化控制的改善过程中，公司开始尝试着将精益生产中的“看板”管理与拉动式生产管理相结合，通过计划室卡板工卡的流动，辅助系统监测整个飞机维修工作进展。

(1) “精益卡板”流程控制。如图 3.1 的改善前维修工卡控制流程图，计划工程师根据维修工作包评估出工作量后，这架飞机的项目负责人（机主）和计划工程师会拟定维修计划进度表（Planned Master Schedule）并根据工作量初步进行工作班组等人力资源配置。也正是这份编排设定的计划进度表着重在项目层级（Project Level），方便客户、公司高层管理者了解整个工程的进展情况，而对于一线基层管理者和技术工人来说，由于计划表既无法细致到具体每项工作任务的层级（Task Level），又因为在实际不确定性很强的生产环境中，计划往往赶不上变化。因而在任务执行阶段，由于缺乏有效的目视化工具指引，对我们的一线基层管理者（班组长和工程师）提出了很高的能力要求进行现场控制。如何引入目视化工具让快速了解、跟踪、反馈现场工作任务，并反映在系统中呢？改善实践中的“精益卡板”控制体系，经过了某一生产线的试运行和不断地摸索改进，如下图 5.1 所示，具备了以下优点：① 精益卡板在计划室传统的按行业、工作区域分类的基础上引入了时间横轴的理念，将整个工程工期按照飞机各功能阶段分割（Phase Control 控制流程引入），按照时间推移每天有次序地根据计划排程排列。这样不仅可以将例行工作单、非例行工作单按安排的时间顺序结合阶段控制可以大致分配排列，还可以无形中将计划进度表细化到了任务层级；② 为了更好地体现出计划中的变化并应对生产运作过程中出现的不确定性，我们对精益卡板进行了有效地补充，专门设立了“今天工作”卡板（Today

Assign Card Board), 让现场一线管理者在结合计划编排工作和飞机进度现状的情况下, 自行安排工作的优先级次序, 允许现场基层管理人员根据实际情况现场所做的调整 and 改变。在前一天工作结束前, 提前安排第二天可以开展的工作任务, 并将对应的工作单摆放到相应的卡板上。这样的安排不仅规范了基层班组长提前计划安排工作的行为, 而且通过生产基层管理者的自行优化调整, 计划部人员可以非常方便地针对“今天工作”卡板上的工单及时快速地录入系统, 将现场实际工作反馈快速地反映到了系统中体现出来, 供机主和计划工程师及时合理安排资源实行整个工程进度监督、控制; ③通过精益卡板工卡控制体系, 后台系统会每三天评估工作的实际执行量与计划编排量的偏差, 针对飞机检查过程中出现的缺陷严重程度、航材订货、行业配合等多种不确定性, 精益卡板实际上通过每三天定期地评估偏差, 进行了拉动式管理, 将不确定性因素导致的额外资源需求(人员、工具设备)实时定量地予以分配, 有效地实行了动态过程控制, 解决了各种不确定因素的影响而导致整个计划多次更改、调整, 场面无序混乱, 缺乏统一目视化胡乱评估、表象评估的问题。通过让摆放工卡、工卡信息录入、签署工卡等的工卡流动、监测、控制管理流程, 实现了对日常生产进度合理控制管理的初步改善, 极大地提高了整个维修过程中的生产效率。

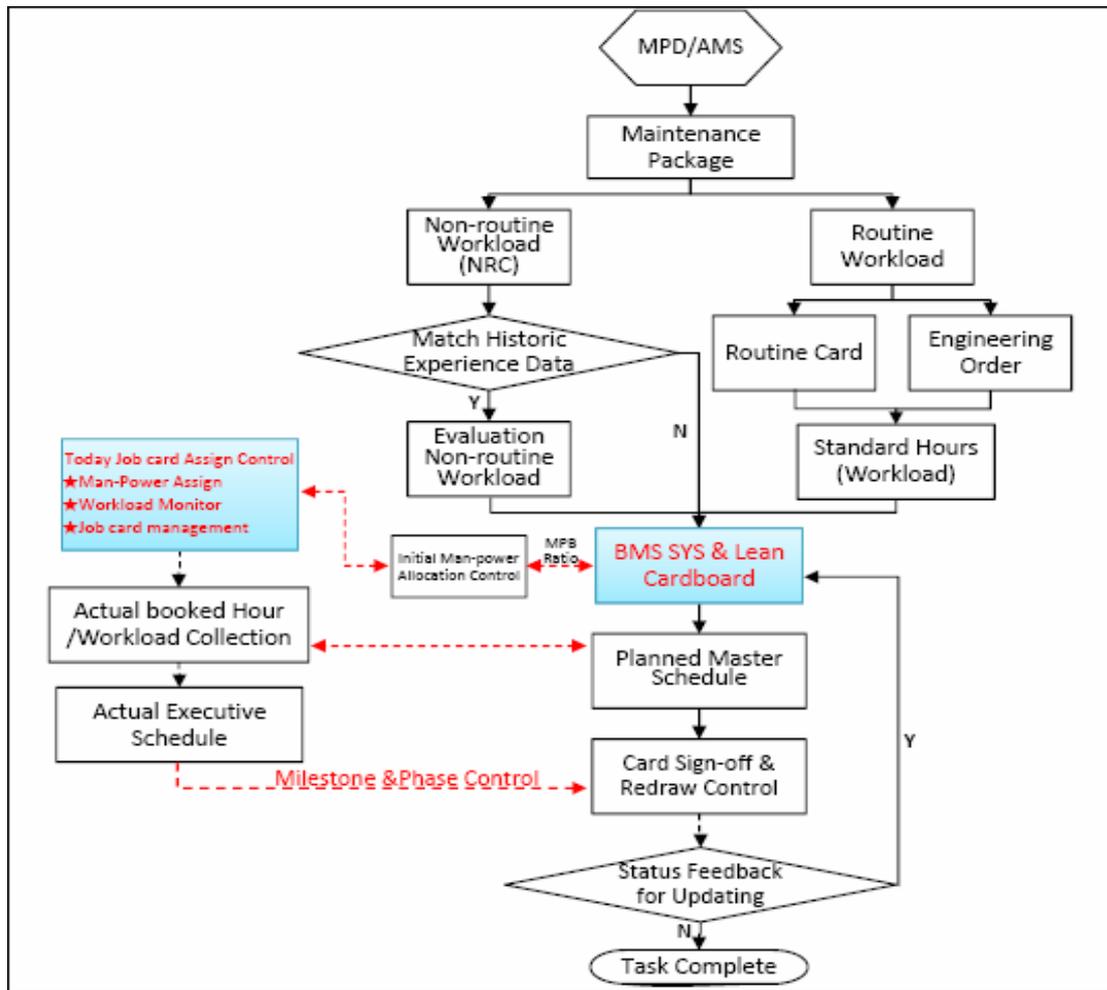


图 5.1 改善后精益卡板体系中的工卡控制流程图

(2) “精益卡板”控制流程对生产计划控制改善的总结

“精益卡板”控制流程集成了生产运作系统中的计划编排与过程控制的两大功能。通过体现时间横轴的里程碑节点和阶段性控制来定位、监测工卡（工作单）的流动，实现与之对应的实际工程进度的及时反映。在实现生产运作过程控制改善步伐中，通过定期的系统评估工作的实际执行量与计划编排量的偏差，不仅减轻了对不确定性工作量评估准确性的不良影响，允许现场基础管理者对出现的变数进行调整和改变以满足整体工程进度需求，而且通过这种量化工作量偏差的拉动式管理，让人员、设备的调动安排随着计划室卡板中“可视化”工卡每天的流动以及信息更新，在一定程度上解决了以前计划编排与实际过程控制脱节的问题，基本实现了生产计划的无缝连接，极大地提高了整个项

目维修过程中的生产效率、产品质量以及对不确定性的及时响应。

5.2 公司支援性“内部客户”服务理念推广和流程改善

生产支援性活动作为企业基本活动的重要补充、辅助支持性运作环节，在企业追求整体效率提升、各流程环节紧密配合的精益生产环境下，生产支援性活动在整个生产运作流程的扮演的支持性、辅助性角色将越来越重要。

如何让一线富有工作经验的熟练技工们将大量有效的工作时间尽可能地花费在被客户认可的价值产生活动（Value Added Activities）上将是公司在这些生产支援性活动开展中首先要考虑的问题。“内部客户”服务理念作为解决长久以来大部门本位主义运作方式的思想转变起点，无论是对生产工序中上下游内部“工序客户链”，还是对生产支援性部门对一线生产部门的内部“职能客户链”来说，将整个生产维修活动所需各环节的紧密配合和无缝连接，维持服务性流程运转顺畅是公司在生产支援性服务领域战略规划上的发展方向和最终目标。“内部客户”服务理念推广和现有支援性服务流程的反思和改善将是公司在生产支援性服务方面精细化改善的方向。

5.2.1 提高航材配送服务质量的流程改善

在对现有航材点对点配送发展模式上，着重提高配送服务流程中执行过程的服务质量。对现有的航材配送没有达到预期的效果，影响配送服务质量的服务流程进行改善。由于传统大部门本位主义，很多相关规定是基于仓库和配送队的执行简单、方便而设定的，航材的配送并没有站在一线技术员工的角度出发考虑问题，执行的效果可想而知。因此在精益生产精细化改善过程中，“内部客户服务”理念中生产支援性部门作为一线生产部门内部“职能客户链”的上游服务提供方，航材配送环节上的紧密配合将极大地把生产技术员工从不增值的长距离往返领货任务中解放出来，最终实现及时配送（Just In Time）服务让一线技术员工在工作现场实行按需配送。具体服务流程改善方案如下所述，其中预估流程改善后的投入产出成效图，如图 5.2 和图 5.3 所示：

节省与投入的工时变化曲线

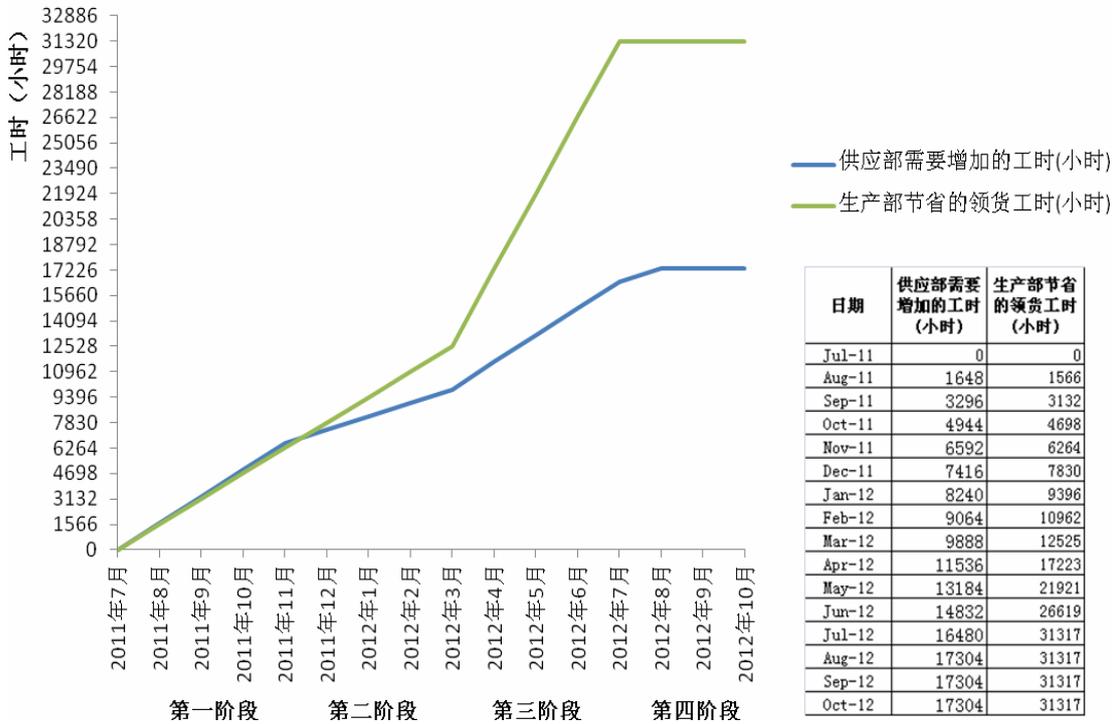


图 5.2 航材配送投入产出工时变化曲线图

投入与节省的人数对比

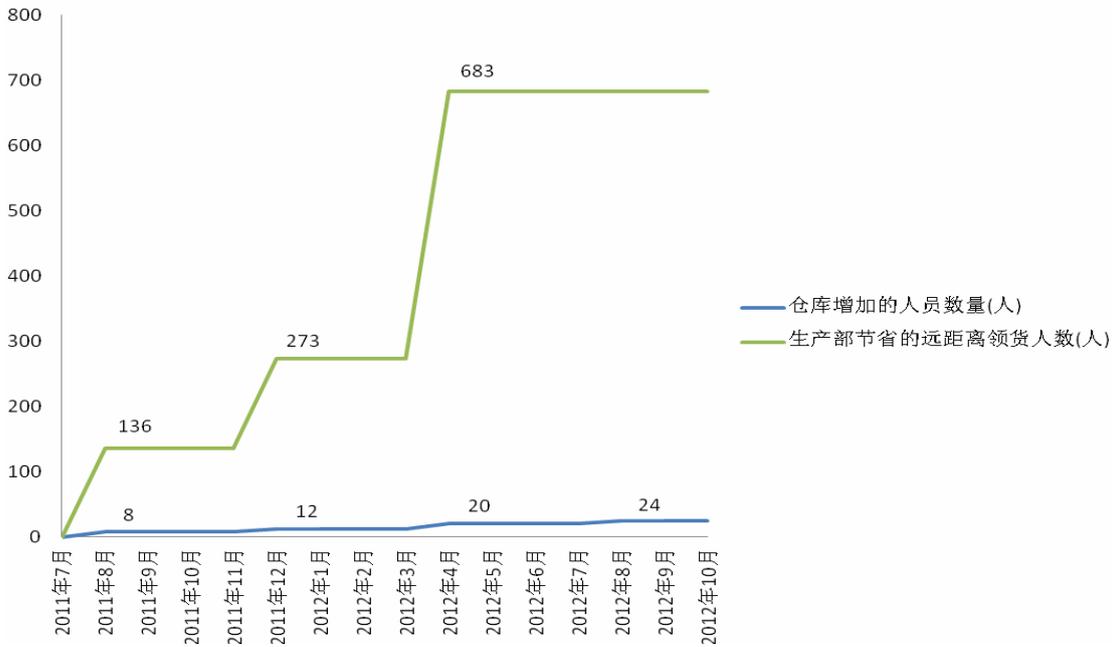


图 5.3 航材配送投入产出人数对比图

(1) 配送种类的全方位覆盖。针对以往危险品、易碎品、非保税品航材不配送的规定，通过沟通确认将涉及日常生产相关的航材基本上予以配送，配送种类几乎涵盖了日常生产所需种类的 95%以上（除了需要现场裁剪的原材料类（Raw Material）和少数真正有剧毒的危险品外），大大提高了配送种类的服务。另外，为方便员工查询判断可配送的危险品航材，在订货系统内增加了快捷方式查询清单，让员工清晰明白其所订的航材是否在可配送清单内。

(2) 配送次数的逐步增加以满足生产需求。针对以往一天两次的配送时间，改善过程中采用定点定时配送方案（Milk Run Delivery），一天六次的配送包括了四次常规航材和两次的大而重、批量航材的配送，几乎每 1-1.5 个小时的间隔配送范围覆盖公司六个大型机库。作为配送试验初期阶段，为了综合考虑日常航材配送量和仓库员工提前拣货配合能力，间隔一个半小时的定时定点配送承诺已经能满足大部分一线技术员工的领货需求。在经过一段时间的磨合期后，配送运作稳定阶段的配送服务会根据运行后的数据来评估进一步增加配送次数的需求，最终实现及时配送（JIT）理念中承诺一线生产员工的按需快速响应配送。

(3) 航材配送系统设置增加可操作性的人性化措施。在理想生产运作环境下，当生产一线员工在执行维修任务时，如果是计划控制内的例行工作单维修任务，所需航材可以预先配送到工作岗位（Preload Spares），所以系统设计上需要员工在订货时就需要输入具体航材配送时间。可是在实际生产运作环境下，姑且不说运作过程中出现的计划排程进度变化对预配送航材的影响，针对非例行维修任务所需的计划外航材安装时间，对订货者而言需要一早评估的配送时间在订货时输入几乎是“挑战性极高”的技术活。这种实际生产运作环境带来的变动性需求，单靠这种理想化的订货方式和系统运作，造成了以往航材配送一直不能满足生产变化性很强的日常需求（而同时，航材配送服务提供方还不时抱怨生产部门的计划性一直在变化，让预配送航材和按计划配送航材要么送太早了还需要额外人力重新送回主仓库，要么送迟了浪费了等待时间被投诉）。在系统流程改善过程中，根据生产运作的实际规律，员工会在执行飞机维修工作包的前期会大量地预订相关航材，一方面将该飞机项目所需航材进行锁定以防止此类通用航材被其他项目领取拿走，另一方面当所需航材缺货时可以让供应部同事提前下单购买航材以便给维修工作预留足够时间完成任务。在这样的情况下，员工订货时往往还不能很清晰地预知后续的计划进程是否会有变化，

所以即使员工能输入航材配送时间也往往随着实际工作进展地不断在变化而毫无意义。当我们的配送频率越来越频繁时，系统对所要求的信息准确性也会相对提高。所以改善后的流程中，取消了要求对订货者在下单订货时给出配送时间的强制性规定，将订货者订货的航材“锁定”并自动延长至飞机项目完成日期，这时仓库员工并不会“急于”将配置完毕的航材进行配送，而是等生产线员工在确认已知维修工作时，将再次通过系统确认具体配送时间，实现了真正意义上的按需及时配送。通过优化的流程改善不仅减少了航材配送的混乱局面，将订货配送的高峰需求工作量均衡化缓解了仓库调货配置人员压力，而且真正方便了一线员工按照实际生产需求准时配送航材，大大提高了生产一线航材订货使用人员的便捷性，极大地提高了配送效率和生产运作效率。

5.2.2 工具借用业务流程改善

在工具业务流程方面，精益生产的目标很清晰，也很简单：①提高工具房借还效率，缩短工具借还所需时间，包括了其中借还工具行程花费时间；②提高借用工具的可用性支持，包括工具的适用度和工具的资源可用度。在公司已有的工具业务流程中，上节工具服务现状里总结了以下几个主要问题：工具借还所需时间太长，不足以应付规模扩充后骤升的借还工作量；工具借还信息没有实时更新共享；主工具房和各机库工具间的工具借还没有实行工具的“就近返还”，预约配送等服务；在工具业务流程改善的推进过程中，我们的方向将围绕着这两个精益目标，着手解决现状中出现的几个主要问题，以达到提高工具借还流程整体效率的服务目标。

在具体研究改善措施时，采用了典型工具借用价值流程图（Value Stream Mapping）^[23]以帮助科学地、客观地进行分析，总结并提出改善思路：

（1）以生产一线员工从某机库某生产线到位于某机库的主工具房借用工具为例，记录每个步骤花费的时间和距离。具体如图 5.4 的现状价值流程图所示：

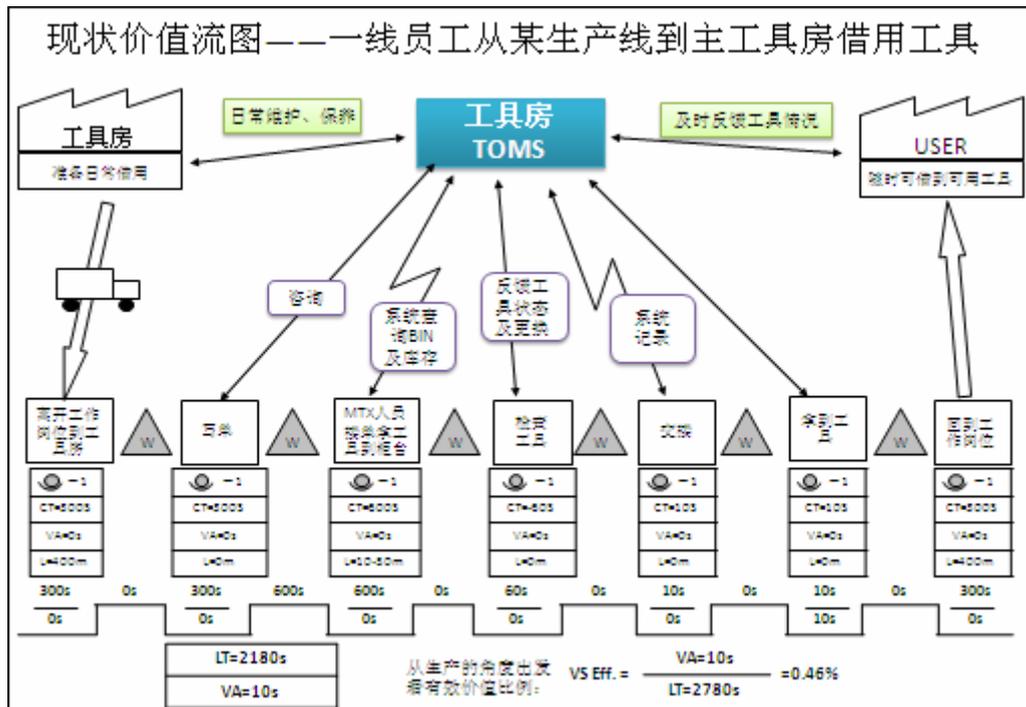


图 5.4 工具借用现状价值流程图

Lead Time = 2180s （一线员工从离开岗位再回到岗位的总消耗时间）

Value Added Time = 10s （借用工具的有效价值时间）

精益生产的有效价值时间比： $Vs\ Eff = VA/LT = 10s/2180s = 0.46\%$ ，从上述现状价值流程图看，每个步骤都需要花费时间，主要花费在写单 300 秒、等待 600 秒、及来回的走动 600 秒，导致整个的有效价值时间比低，整个流程改善空间巨大，给一线员工带来的服务效应产出明显。

（2）问题总结：① 手动填写凭条（写单）花费时间；② 高峰期排队等待花费时间长；③ 借不到适用的工具（库存管理和飞机进场前的工具准备不足）

- 借到的工具拿到现场后才发现不能使用；
- 借用/归还来回移动距离长及没有适合的交通工具；
- 信息更新的滞后性；
- 工具信息查询的不方便；
- 借用工具有效价值时间比例低；
- 生产部员工反映工具出现质量问题；
- 工具房新人较多，对工具业务不熟；
- 生产部员工不带维修手册和对应要求的特殊工具件号去借工具。

(3) 改善思路:提高整体的有效价值时间比, 缩减或消除无效价值时间, 提升工具服务质量。针对无效环节和产生有效价值低的环节, 予以消除; 针对有效价值环节, 投入资源增加服务比重, 公司未来工具服务价值流程图描述, 如图 5.5 和图 5.6 所示。

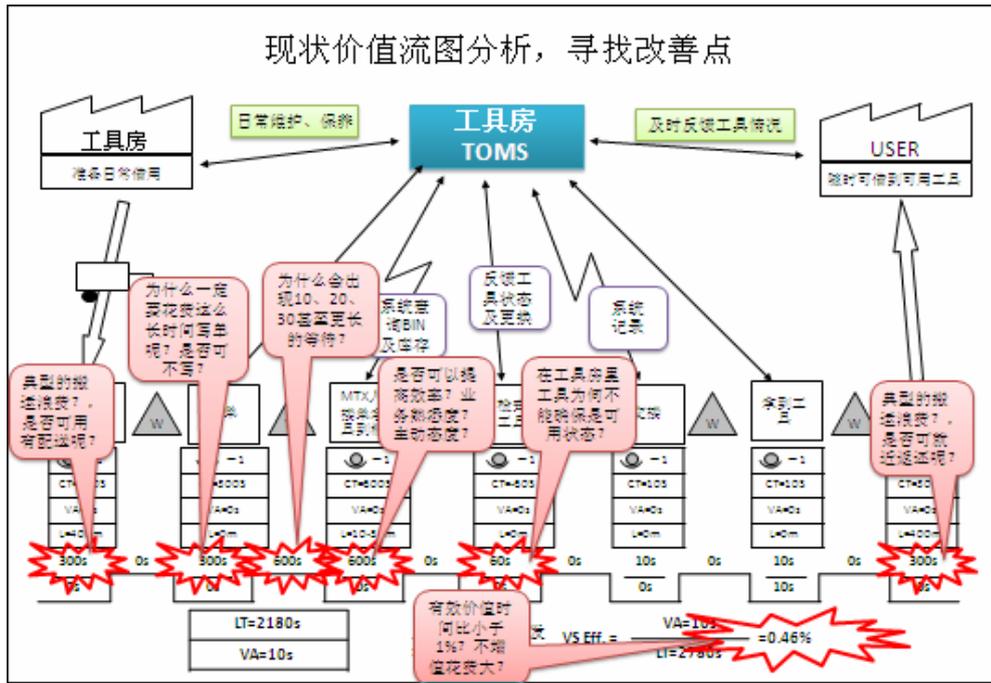
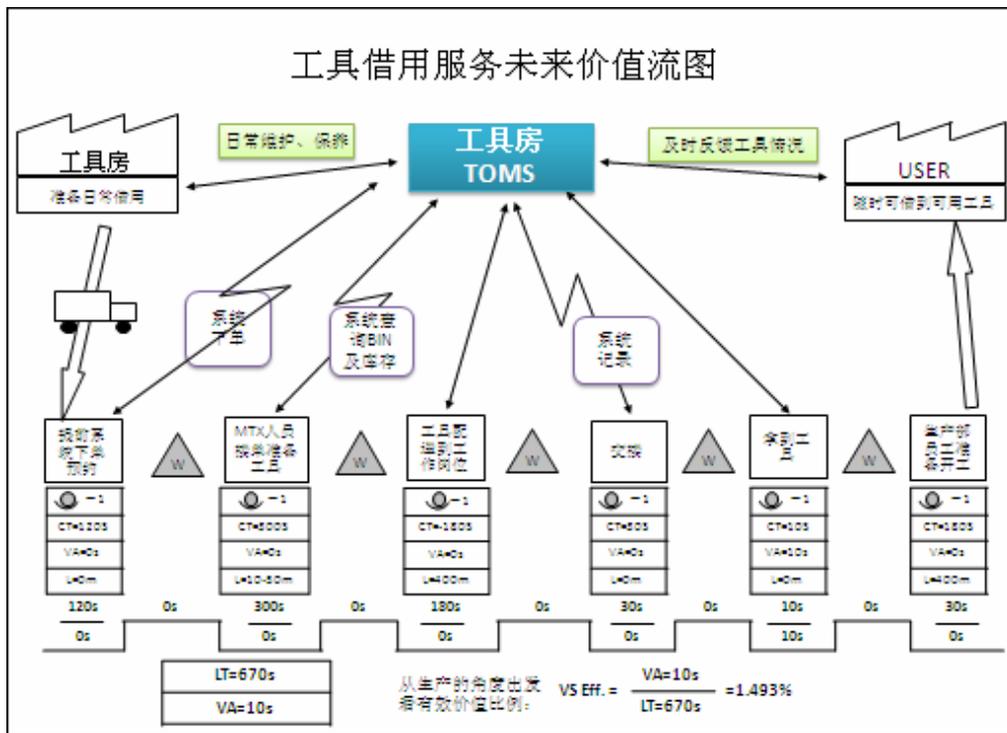


图 5.5 工具借用现状价值流程分析图



- ① 取消写单，采取无纸化系统且无线数据实时传输（无线网络升级）；
- ② 减少生产部人员到工具房造成拥挤和等待，排队叫号系统和适当工具的预约（针对大型或大量工具）；
- ③ 减少生产部人员到工具房来回的走动，可试行适当的配送服务（针对大型或大量工具）和就近返还服务；
- ④ 加强对工具房员工的培训，提高业务熟悉度和操作能力；
- ⑤ 多途径的技术支援，做好工具的保养、维修服务，确保工具质量且处于随时可用状态；
- ⑥ 提前计划飞机进厂前工具的准备工作的，结合工具库存管理，提前采取应对措施，如找集团相关维修企业借用，防止工具短缺而影响生产进程。

(4) 流程优化实施方案

为确保该流程优化项目持续稳定地开展，项目实施采用渐进式推进，分为以下四个阶段：

- ① 第一阶段（5个月）：在主工具房推行无纸化、无线传输和排队叫号系统，软硬件的配套、各种设置的准备、各种信息的更新（前3个月）和与此同时进

行系统的试行与效果评估（后 2 个月）；

② 第二阶段（3 个月）：在其它机库工具房推行无纸化，软硬件的配套、各种设置的准备、各种信息的更新（3 个月）；与此同时准备工具预约、配送系统（面向所有维修工具房）；

③ 第三阶段（6 个月）：推行工具库存管理，确保生产用家能借到可用工具；推行“就近返还”服务；

④ 第四阶段（4 个月）：推行飞机进厂前工具准备和新工具购买的技术支援。

（5）可行性评估及预估改善前后数据对比

① 各阶段可取得的工时节省、改善成效数据，如图 5.7 和图 5.8 所示：

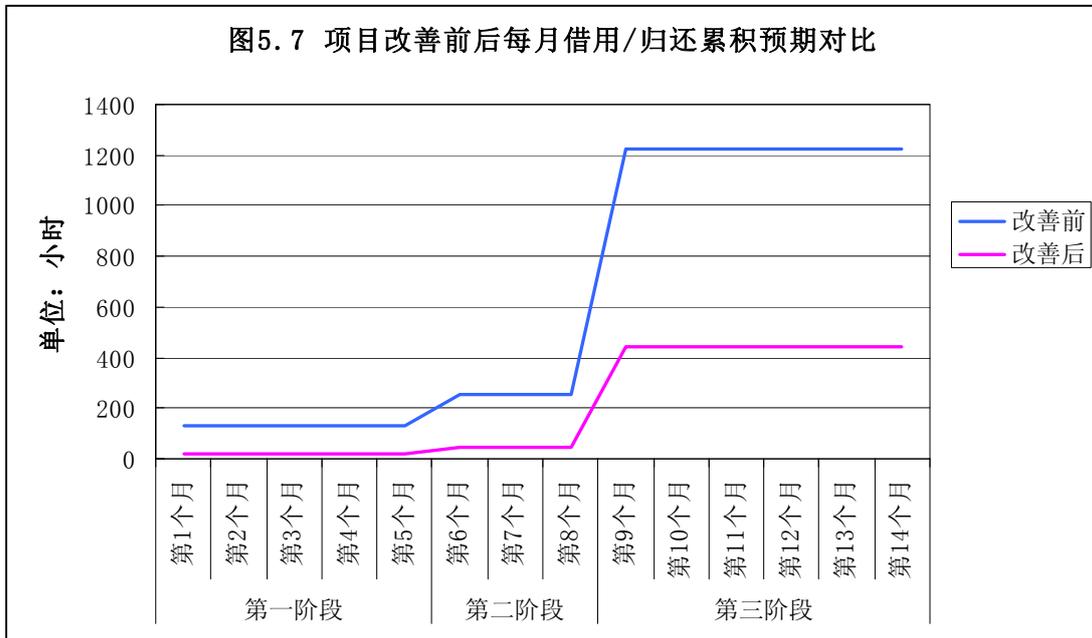


图 5.7 项目改善前后预期数据对比图

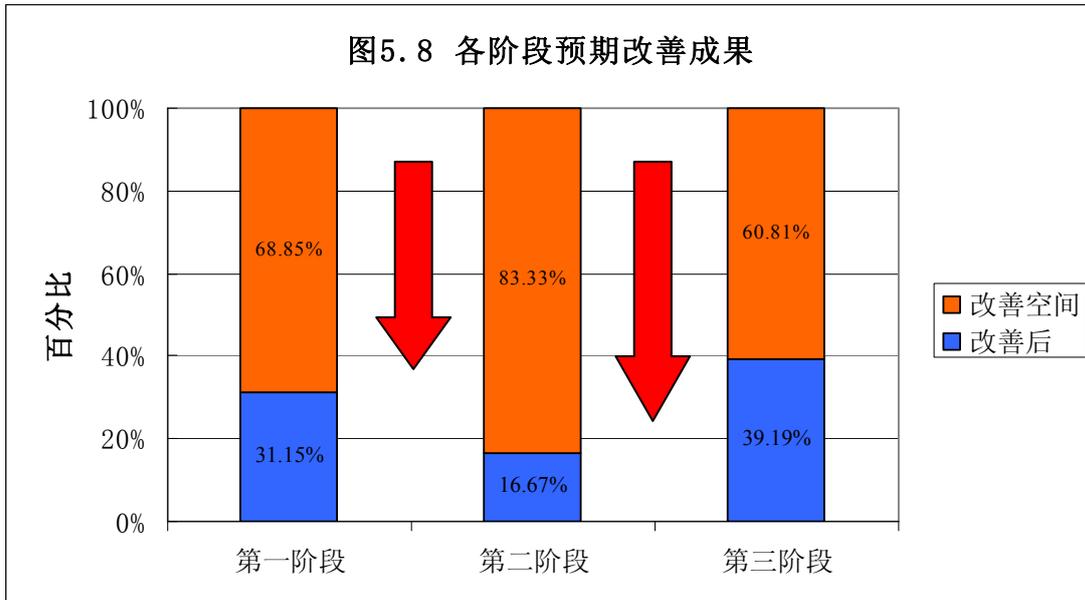


图 5.8 项目各阶段预期改善数据图

第一阶段：采取无纸化、数据实时传输、叫号系统服务

写单环节由原来的 30 秒，缩减为沟通信息 5 秒；各生产部门平均每月借用工具次数 15306 次，总共可节省时间 $T=15306 \text{ 次} \times 25 \text{ 秒/次}=382650 \text{ 秒}$ (约 106.29 小时)。具体各部门每天借用工具时间对比数据如图 5.9 所示：

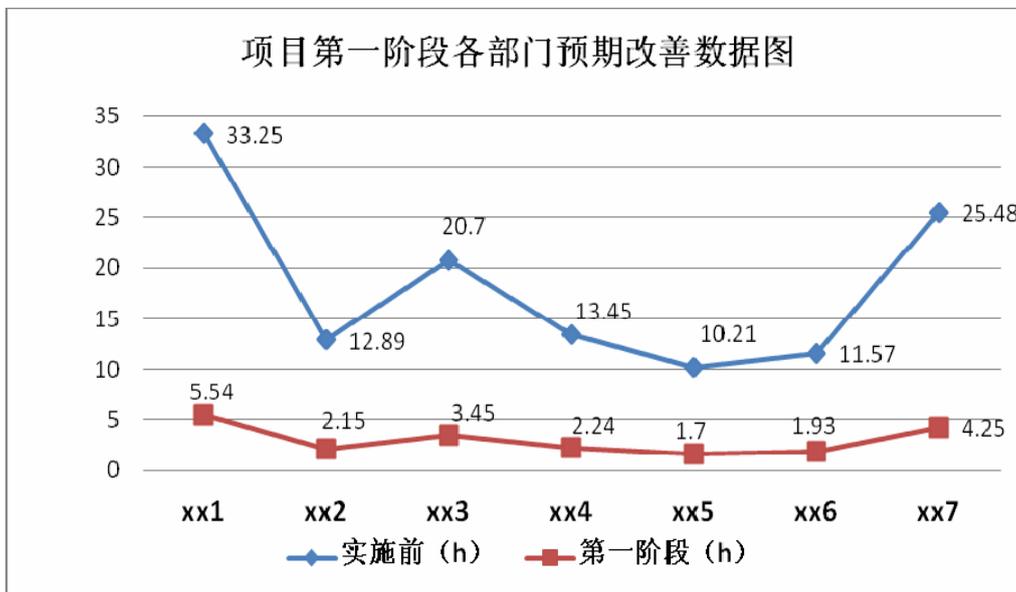


图 5.9 项目第一阶段预期改善数据图

第二阶段：采取工具预约系统和配送服务

在实施预约和配送服务的第二阶段，单次借用工具环节总耗时和有效价值时间对比有明显的提高借用的效率和减少等待、搬运的浪费。耗费时间 LT=670 秒（员工拿到工具的时间由原来的 2180 秒（0.61 小时）减少到 670 秒（0.19 小时），缩减了 1510 秒（约 0.42 小时）；从精益生产角度出发看有效价值时间比：有效价值时间由原来的 0.46% 提高到 1.493%；

根据经验假设，公司 6 个机库的 12 个机坞 BAY 位，按每个月 12 架飞机的维修工作量，拆装大型飞机部件，如飞机发动机（ENG）、辅助动力装置（APU）、发动机吊架（PYLON）、起落架（LANDING GEAR）、后沿襟翼（FLAP）、襟翼导轨（FLAP TRACK）6 套配套大型工具可预约，一个月配送次数为 6 套*2 次*12 机坞=144 次，则第二阶段改善前后数据对比如下图 5.10 所示：

图5.10 第二阶段预期改善成果

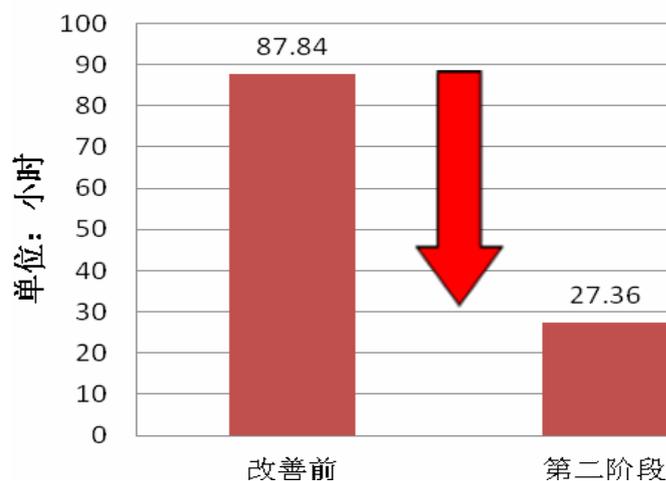


图 5.10 项目第二阶段预期改善数据图

（备注：如果有更多的工具参与配送，则一线员工节省的时间将更多）

第三阶段：采取“就近返还”工具归还措施

每个机库到就近工具房归还工具，可减少走到原工具房的距离和花费的时间。如图 5.11，可以预估每个机库每个月到各工具房归还工具的用时。

图5.11 第三阶段预期的改善成果

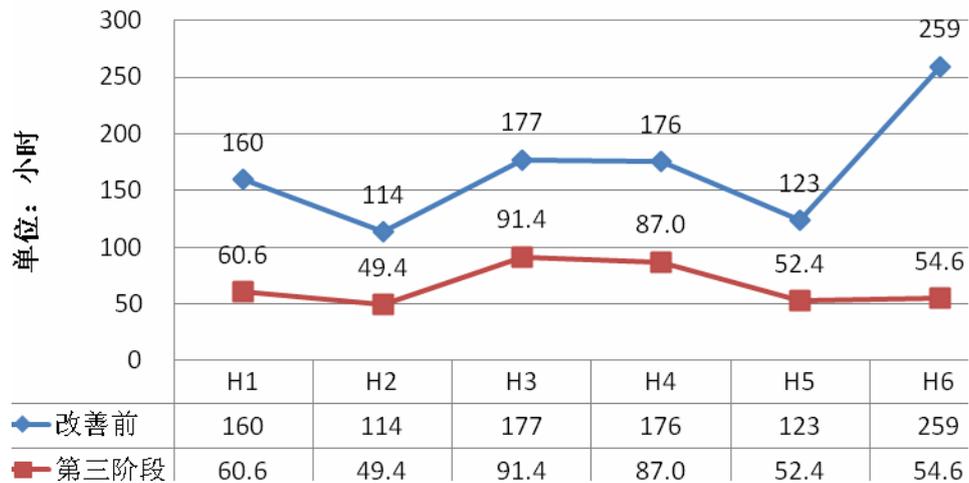


图 5.11 项目第三阶段预期改善数据图

② 绩效考核指标 (KPI) 设定

- 借用工具环节总耗时（高峰期）平均用时 ≤ 5 分钟（由原来的 7.83 分钟降低到 5 分钟）；
- 借用工具/设备的可用性（有且可用） $\geq 95\%$ ；
- 工具及时归还率 $\geq 95\%$ （需长时间安装在飞机上的工具除外）——项目第三阶段完成后开始统计。

③ 项目对公司现有工具房运作规章的影响评估

- 扫描条形码 (Bar-Code) 做法的变更：每件工具（除消耗品外）都会有唯一代码的条形码，但不影响原有的件号+序列号 (P/N+S/N) 作为代码的模式；借还操作将减少原有的两次操作输入(扫描现有的 P/N+S/N) 为一次操作输入（只需扫描唯一对应的条形码）。由于系统能兼容原有模式，在项目过渡测试期间不影响工具房的系统日常运作（工具管理系统和现场运作）。
- 工具预约配送：工具房根据生产部的预约下单，从原来的货架位提取，存放在一个临时货架位，如工具小车、工具套装 (Tool-Kit 工装) 为唯一的存放代码；工具归还后，将放回到原来的货架位；对已经设置的工具套装 (Tool-Kit)，其工装/小车设置为工具存放的唯一货架位。以上措施对现行的工具运作流程无影响。

- 工具就近返还：工具房都会设置一个唯一、临时存放货架位代码，系统会根据工具的位置和状态随时更新（每件工具只会对应唯一的货架位）。

5.2.3 电子化设备定位管理系统在设备支援的应用

在公司已有的设备支援层面，生产一线员工花费了大量的人力、时间用于飞机进入机库机坞后的工作接近准备、维修状态改变后接近平台或梯架的清离、再接近等重复性高、耗时长、风险大的维修支援类活动。虽然在文章中有介绍国外同行业世界级民航维修在高度自动化、便捷化的设备配置，能节约大量的人力、时间，符合精益生产的运作，但考虑到其对应的高额设备购买及维护支出、公司自身的综合实力、以及相对廉价的人力成本，为了使公司以最少的投入获取成本和运作效益的显著改善，公司将更多地从设备支援流程优化方面着眼，找出符合公司发展方向的精益生产支援模式。

（1）梯架设备统一管理的运作模式的完善。针对公司机库所属机体接近梯架设备自行管理模式的局限性，改变原有的梯架设备隶属于机库资产的规定，在公司层面内将生产运作所需梯架设备统一划分在设备支援控制小组，由该小组统一协调管理全公司生产运作所需设备。由于有了统一协调管理的小组专项负责，将已往机库“各自为政”，梯架设备等有限资源不能合理地随着工程进度、工作量的变化而最优配置的混乱局面得以有效控制，有效解决了使用者和资产归属者在利益层面相互争抢而在责任方面相互推诿的混乱管理局面。

（2）电子化设备定位管理系统（e-Facility Allocation and Management System—e-FAMS）的应用。针对公司各类型号的梯架数量多、分布区域广，设备很难被快速确认定位的制约，作为系统化、集成化的辅助管理工具，电子化的设备定位管理系统可以极大地精简管理人数，适合于覆盖面积广、梯架设备种类多的快速定位、追踪、管理。系统主要由以下模块构成：

① 设备数据库；由原有的梯架设备基础数据组成，将重要梯架设备编入系统并产生唯一可识别代码，并做成醒目铭牌粘贴于设备上。一旦每个梯架设备的具体信息导入系统数据库后，相当于每一个设备“成员”已经携带了唯一的“身份证”，方便准确追踪、查询其信息状态。

② 地理信息坐标；在全公司范围内，将梯架设备日常摆放及使用频率分功能区域按照一定的规律设定厂区地理信息坐标，在规划好了各功能区域的同时，

也确定了相关梯架设备的“家”及其“门牌号码”，让系统或设备管理者能够轻松追踪并还原设备，好比警察能够通过身份识别系统将失忆的老人或迷路的小朋友送回系统登记的户口所在地“家”一样。如下图 5.12 和图 5.13 所示：所遵循的原则一般为：功能区的方便且便于理解（可用不同颜色来辨识）；能够实现快速定位相关区域；地理信息唯一。

③ 无线网络搭建及设备现场管理终端应用；为了能实时对梯架设备的使用状态及地理位置进行更新，管理人员可以非常方便地通过手持设备现场终端（PDA 或扫描枪）通过公司无线网络上传更新并共享设备状态。

④ 设备管理系统的集成显示；各梯架设备通过系统集成统一显示在电子显示器上（可以是专用的大型电子板，也可以是电脑显示屏），便于管理者收集各数据后，做出清晰明确地决策来统一调配设备支持生产运作。

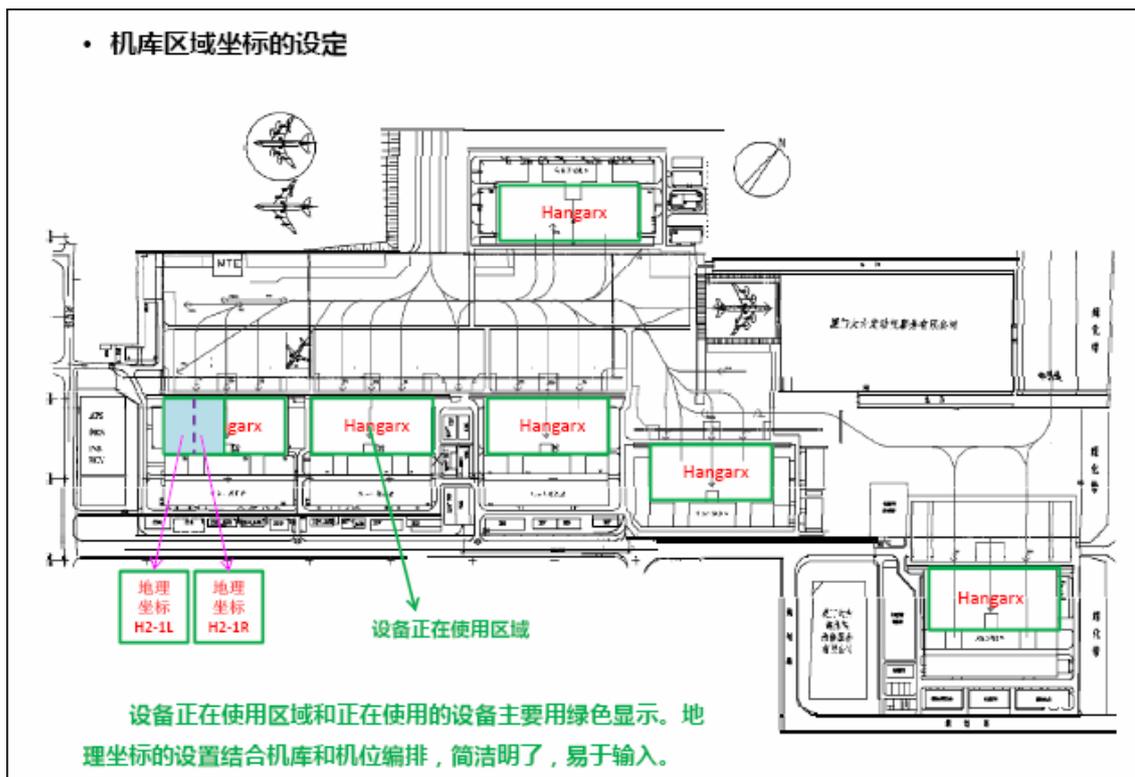


图 5.12 地理信息坐标设定图

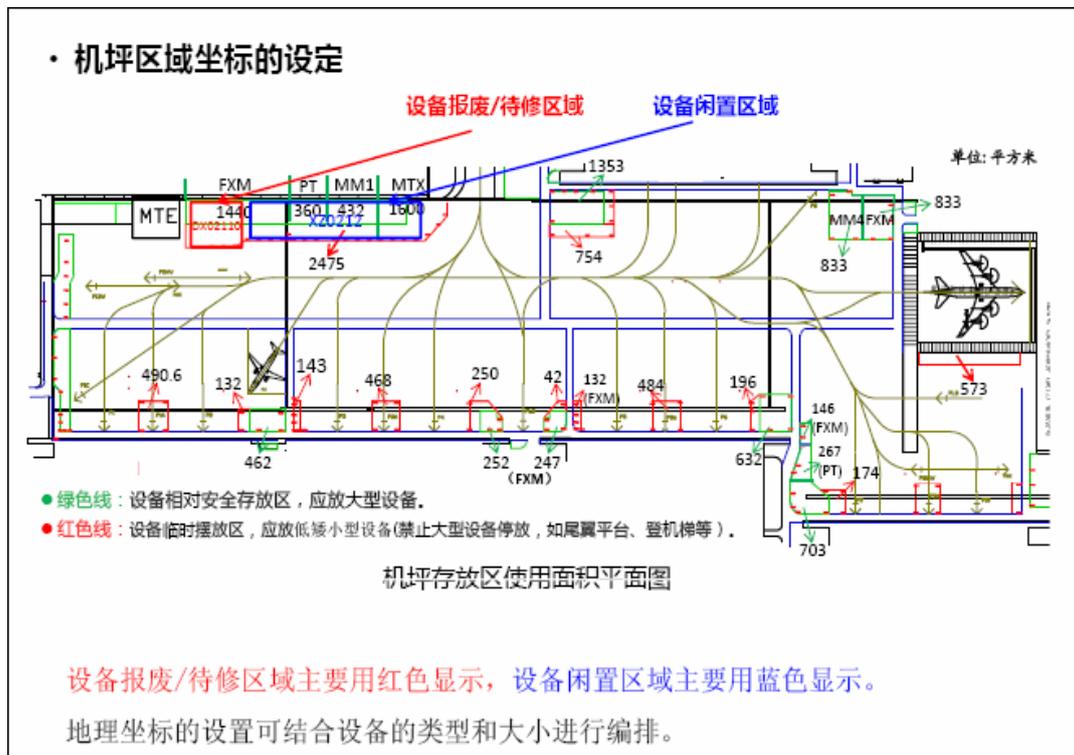


图 5.13 机坪区域坐标设定图

(3) 设备定位管理系统(e-FAMS)的平台搭建及运作特点, 如下图 5.13 的操作流程所示, 由于有了统一协调的专门小组人员进行梯架设备的状态和地理位置进行实时更新, 决策者可以随时调阅、追踪、查询任何一件设备的使用状态和地理位置, 有效解决了每天重复性花费大量人力和时间逐一查找梯架设备的头疼问题, 极大地提高了决策效率、设备的使用率, 通过系统监测评估设备使用状态, 提前做出响应, 不仅降低了设备故障对对生产运作的影响, 而且通过对设备的使用率记录可以更科学决策将来购买设备种类、购买周期以更好地应对变化的生产需求。

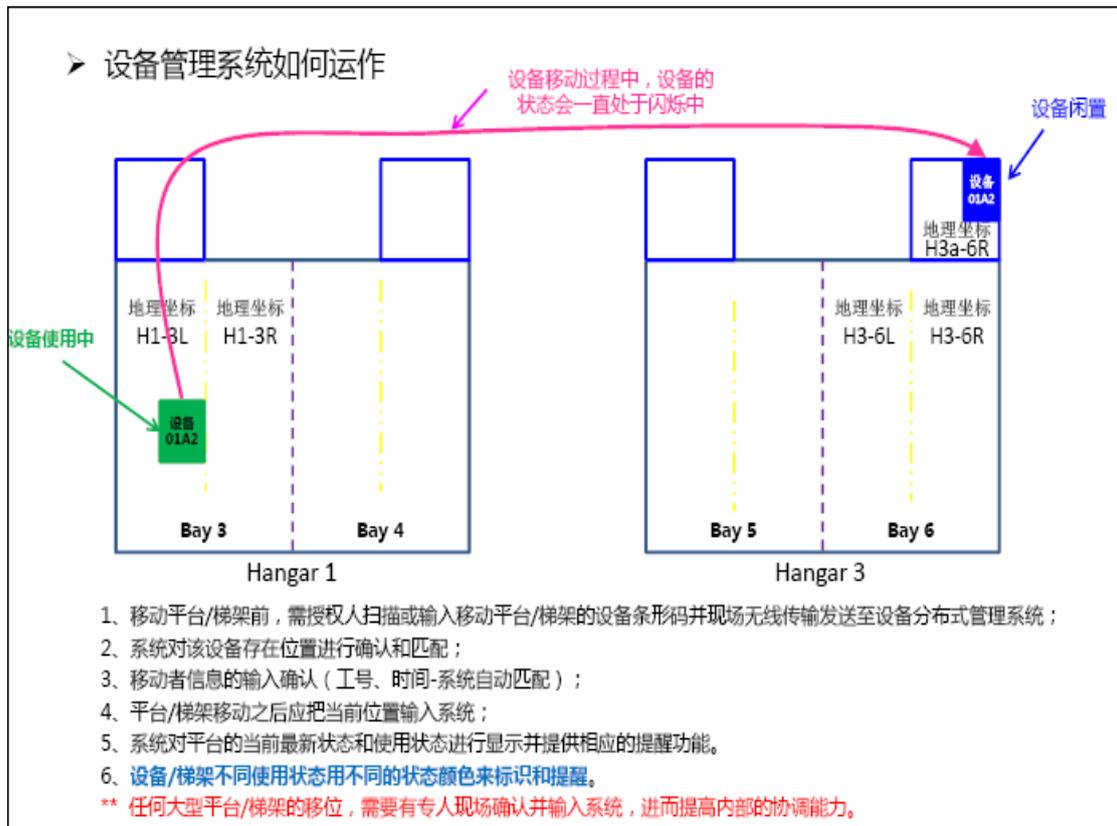


图 5.13 设备管理系统运作简介图

第 6 章 结 论

6.1 研究的主要结论

作为高技术、高成本、高风险的特殊行业之一，民用航空维修产业不仅有着资金前期投入需求大、资金周转周期长、技术更新快、政府监管严格的特点，而且对各类航空专业技术具有极强的综合性、专业性资格要求。不同于精益生产早已推行的如火如荼的制造业，国内民航维修业在生产运作的精细化管理上起步较晚，而且由于大多数学者或企业管理者研究讨论的范围多集中针对流水线式的制造业生产精细化管理，鲜有结合民航维修服务行业的精益生产管理模式的讨论。

本次论文就是以厦门太古飞机工程公司的生产运作模式为切入点，通过分析存在各个主要生产维修环节（包括生产计划控制、各生产支援性活动）中的实际运作现状和困难，结合精益生产理念，识别生产活动中的价值流、有效区别各生产环节中的增值活动（Value Added Activities）和非增值活动（Non-value Added Activities）、努力消除或减少任何非增值活动的浪费、打破传统大部门主义、增强内部客户服务理念，通过拉动式管理与目视化看板相结合的精益卡板计划生产控制体系，各生产支持性配套服务（航材配送、工具服务、设备支援）的手术台式递送服务模式，不断改善生产运作的精细化管理，实现生产运作的全方位过程控制，最终达到整体运作效率提高、各生产环节运作畅顺的精益生产改善。

6.2 研究的不足之处

本次研究在生产计划控制方面，正如前文介绍的现状：理论上通过公司报钟系统收集工时和工卡的签署情况能够客观反馈实际的工程执行进度，可由于在实际运作环境下，维修任务的工时数据收集过程中，记录工作时间的准确性由于各种原因造成了收集的数据失真，系统的数据与实际工作状况脱节的情况。即使通过关键里程碑节点与阶段性控制的点面相结合的方法能够辅助飞机维修项目的过程控制，但通过报钟记录工作时间的精确度和真实可靠性给我们对运作进程中剩余工作量的评估和新项目前期准备的工作包工作量评估（包括历史

数据的读取)起着不可替代的关键作用。由于系统数据录入存在与实际工作有出入的主要原因为:① 报钟系统的数据输入端的不方便性;② 硬件设备无法实时满足工作转换的客观需求;③ 部分员工在规章约束上存在一定程度的纪律松懈。前两个制约因素需要通过增加机坞主要工作区域便携式报钟转换录入端口缓解硬件的制约,可这些制约因素无论涉及流程的优化过程、设备大批量硬件设备投入,还是涉及企业的绩效管理文化,都是需要长时间、大篇幅探讨地独立性研究课题。在辩证性地分析讨论的同时,如何合理运用 20/80 法则在既能够提高数据录入精确度的同时,又能达到投入较少的资源实现瓶颈上的突破则需要进一步分析讨论。由于研究拓展的限制和突出此次研究重点,此次研究中并没有详细深入地触及这一讨论。

6.3 尚待研究的问题

本次研究主要针对了公司生产运作的几个主要环节展开了现状分析,以及以精益生产的角度出发,结合了国外世界级同行业关于生产精细化运作的最佳实践尝试着提出了各自对应的改善措施。由于本人的专业背景有限,此次研究只是就生产运作方面单独地展开,还没有从整个公司更高一级的战略角度出发,更进一步地直接从商务部接洽客户的维修需求开始,到计划部评估维修工作包工时和工作量,再到生产运作等公司层面横向运作环节展开研究。这样在后期的进一步研究中,可以通过公司价值流程图分析,继续公司下一层面的战略拓展研究,进行可持续性、可操作性的生产运作精细化管理,实现真正意义上精益求精。

参考文献

- [1] 王晓. 我国民航业发展现状及前景分析. 北京: 国有资产管理, 2010, (1). 63~65
- [2] 何梅. 中国民用航空维修企业发展战略研究[硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学. 2007
- [3] 余来文. 基于核心能力的企业价值链分析. 南京: 现代管理科学, 2006, (12). 27~28
- [4] 黄伟. 航空 MRO 企业生产过程精细化管理的信息系统实施. 北京: 中国科技论文在线. <http://www.paper.edu.cn>. 2003
- [5] 方言, 董金学, 王琳. 管理也柔性—科学管理—人是机器的一部分. 北京: 品质·文化, 2008, (10). 34~38
- [6] 李静. 基于 ACE 的非标准产品设计流程改进[硕士学位论文]. 天津: 天津大学. 2008
- [7] 刘震, 杨秀斌. 单元化生产方式及评价方法研究. 上海: 工业工程与管理, 2009, (6). 6~9
- [8] Stephen A. Ruffa (美国). *Going Lean 走向精益*. 北京: 机械工业出版社, 2009, 16~23
- [9] Thomas J. Cartin (美国). *Principles & Practices of TQM TQM的原则和实践*. 美国: ASQC, 1993, 108
- [10] 蒋湘强. 精益生产在P企业的研究和应用[硕士学位论文]. 天津: 天津大学. 2007
- [11] 孙少雄. 如何推行5S[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2006, 16~25
- [12] AMT. ERP专业名词(二). 大连: 软件工程师, 2003, (4). 59
- [13] 刘先明. 创论精细管理工程. 中国著作权, 00010483, 2008-A-010483
- [14] 姜建雄. 浅析精细化管理在物流服务管理中的运用. 北京: 硅谷, 2010, (17). 121
- [15] 汪中求. 精细化管理. 北京: 新华出版社, 2005, 20~23
- [16] 舒化鲁. 企业规范化管理实施方案. 北京: 中国人民大学出版社, 2003, 204~208
- [17] 吴翔江. 精细化管理的认识与实践. 杭州: 杭州金融研究学院学报, 2004, (7). 31
- [18] 郑明身, 刘仲康. 企业经营管理概论. 武汉: 武汉大学出版社, 2005, 37~54, 410~421
- [19] 宋威. 走出精细化的误区 精细化不等于量化. 北京: 当代通信, 2005, (11). 50~51
- [20] 张洪. 当心精细化管理的陷阱. 北京: 中国邮政, 2005, (10), 40
- [21] 文修. 航空维修中心的发展. 北京: 航空工程与维修, 1999, (6). 31~33
- [22] 梁剑, 左洪福. 民用飞机维修成本评估. 西安: 交通运输工程学报, 2002, 2(4), 95~98
- [23] James P. Womack (美国), Daniel T. Jones (英国). *Lean Thinking 精益思想*. 北京: 机械工业出版社, 2008. 122~123, 320~323

- [24] 傅武雄（台湾）. 标准工时制定与工作改善. 厦门：厦门大学出版社, 2007, 274~275
- [25] 周萌. 利用生产调度信息系统精益管理电气化铁路接触网的检修维护[硕士学位论文]. 兰州：兰州大学. 2010
- [26] 史亚昭, 张仲义. 谈企业内部服务链驱动外部价值链. 南京：现代管理科学, 2005, (7). 69~70
- [27] 范玉青. 波音公司DCAC/MRM计划. 西安：航空计算技术, 1998, (3). 9~13
- [28] 时杰. 波音公司实施DCAC/MRM计算机生产管理计划. 北京：航空工程与维修, 2000, (2). 18~20
- [29] 李淑芳. 民航机务维修生产管理信息系统的设计与实现[硕士学位论文]. 天津：天津大学. 2006