工业工程现场改善与应用

程光 著

冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

GONGYE GONGCHENG XIANCHANG GAISHAN YU YINGYONG

ISBN 978-7-5024-6257-
9 787502 462574 >

定价39.00元

销售分类建议：工业技术

013039142

F402
49

工业工程现场改善与应用

程　光　著

北京航空航天大学
藏书
图书馆

北　京
冶 金 工 业 出 版 社
2013

北航　C1648171

F402
49

01303910

内 容 简 介

本书共分7章，主要介绍了工业工程概述、基础工业工程的现场应用、现场物流设施布局规划、精益生产与现代工业工程的应用、现场管理“5S”概述、目视管理与防错技术、现场改善实例分析等方面的内容。

本书可作为制造业企业精细化管理与现场改善从业人员的参考资料，也可作为高等院校工业工程类专业的参考教材。

图书在版编目（CIP）数据

工业工程现场改善与应用/程光著. —北京：冶金工业出版社，2013.5

ISBN 978-7-5024-6257-4

Ⅰ.①工… Ⅱ.①程… Ⅲ.①工业工程—高等学校—教材 Ⅳ.①F402

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第084548号

出 版 人 谭学余
地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号，邮编100009
电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbs@cnmip.com.cn
责任编辑 郭冬艳 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红
责任校对 禹 蕊 责任印制 李玉山
ISBN 978-7-5024-6257-4
冶金工业出版社出版发行；各地新华书店经销；北京慧美印刷有限公司印刷
2013年5月第1版，2013年5月第1次印刷
169mm×239mm；11.75印张；229千字；178页
39.00元

冶金工业出版社投稿电话：(010)64027932 投稿信箱：tougao@cnmip.com.cn
冶金工业出版社发行部 电话：(010)64044283 传真：(010)64027893
冶金书店 地址：北京东四西大街46号(100010) 电话：(010)65289081(兼传真)

（本书如有印装质量问题，本社发行部负责退换）

冶金工业出版社部分图书推荐

书　　名	作　者	定价(元)
项目融资理论与实务	张正华　编著	26.00
工程经济学理论与实务	张正华　杨先明　编著	48.00
创新思维、方法和管理	张正华　雷晓凌　编著	26.00
服务供应链的理论与实践	甘卫华　著	25.00
综采工作面人—机—环境系统安全性分析	王玉林　杨玉中　著	32.00
中小企业信息化管理实践	宋建军　编著	20.00
煤矿生产仿真技术及在安全培训中的应用	黄力波　张顺堂　著	20.00
制造企业资源整合管理	周晓晔　著	20.00
建筑工程经济与项目管理	李慧民　主编	28.00
PLM 需求流动链及其决策控制	崔　剑　著	30.00
基于监管的审计定价研究	李补喜　著	22.00
煤业集团绿色供应链管理	杨玉中　等著	25.00
矿山重大危险源辨识、评价及预警技术	景国勋　杨玉中　著	42.00
高校后勤社会化改革理论与实务	王立国　编著	22.00
企业年金方案设计实务	宋效中　王立国　等著	25.00
中华文化——学与行	苏　峰　主编	18.00
中西文化比较	贺　毅　主编	23.00
中小企业群体组织创新——虚拟组织的实施	方志梅　李国富　等著	20.00
产业政策与产业竞争力研究	张泽一　著	25.00
产业集群专业化分工形态与管理	赫连志巍　著	20.00
货币国际化进程中的金融风险与对策	傅　冰　著	32.00

北航　C1648171

前　言

工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）起源于 20 世纪初的美国，是一个技术与管理相结合的学科，在经济发达国家影响极为广泛，具有复合型、应用型学科的特点，其内涵与外延随着时代的发展、科技的进步也在同步发展过程中。该学科的核心是通过对生产制造、产品及服务系统中涉及的人、物料、设备、方法、环境及信息等要素组成的综合系统的设计、改善达到系统的运行及使用效率最高、成本最低、质量保证和安全。

生产现场的改善方法和技术是工业工程最基础、最传统的应用领域，也是我国企业与国外先进企业差距较大的领域，无论是在制造业还是在服务业，这些技术方法和手段都可以得到广泛的应用。当前我国亟须发展方式的转变，改变高污染、高能耗、低附加值的生产方式，在这一转变过程中工业工程的理论和基本方法将起到重要作用。

制造业是实现国家工业化、现代化的基础和原动力，是国家综合实力的支柱。一个国家没有强大的制造能力，永远成不了真正的经济强国，我国目前已经成为世界制造大国，但还不是制造强国，突出表现就是制造企业生产过程中生产效率低下、资源消耗量大，生产过程对人和环境的影响没有作为重点考虑的因素。当前，我国工业化的进程正处在由低级向高级发展的中间阶段，要完全实现工业化、成为工业化的强国，还需要经过不懈的努力。

人类的生产制造发展过程实际上也是一个生产效率不断改善的过程，从原始的刀耕火种、手工生产发展到工业化大规模生产直到今天的特性化的敏捷制造、精益制造、可重构制造。在这一生产过程的进步及发展过程中，伴随着生产技术、生产效率的不断提高和改善。

工业工程现场改善及提高是指在不增加更多资源投入的前提下，使生产制造过程更流畅，单位时间产量提高，并达到绿色、节能的集约型生产制造过程。近年来，随着制造业企业竞争的加大，特别是世界金融危机后，制造业企业获取利润越来越难，因此，如何在车间生产现场降低成本、降低消耗、提高生产效率有着更重要的意义。现代化的制造企业应该具备高的灵活性、高效率的企业运行能力、集约型的生产方式等，为了更好地满足现代化企业的需求，近年来提出了许多新的制造技术并在生产现场得到广泛应用，如：丰田生产系统（TPS）、精益制造（LP）、柔性制造系统（FMS）及近几年才提出的可重构制造系统（RMS）、约束理论（TOC）、同步流制造（SFM）。与此同时，许多关键技术和工具发展起来满足当前车间制造的需求，从材料资源规划（MRP）到准时化生产（JIT），从全面质量管理（TQM）到先进计划系统（APS），从优化生产技术（OPT）到MRPⅡ等。所有这些先进的方法和技术必须以现场获得的数据为基础开展工作，因而现场改善并获得相关基础数据将更加重要。

全书共分7章，主要内容包括：工业工程概述、基础工业工程的现场应用、现场物流设施布局规划、精益生产与现代工业工程的应用、现场管理“5S”概述、目视管理与防错技术以及现场改善实例分析。

本书编写过程中得到了屈晓萌、王云萍、刘卓、王金换、宋思园、许媛的帮助。姜顺龙老师、邹安全老师为本书提供了相关资料。第2章部分内容由沈阳工业大学张新敏老师等编写。中国机械工程学会付萍老师为本书提供了相关资料。本书同时引用和参考了其他相关书籍资料，在此对这些文献作者一并表示感谢。北京联合大学的人才强校计划支持了相关工作的进行。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作　者

2013年2月

目　　录

1　工业工程概述 …… 1

1.1　工业工程定义 …… 1
1.2　传统与现代工业工程 …… 2
1.2.1　传统工业工程 …… 2
1.2.2　现代工业工程 …… 3
1.3　工业工程基本职能 …… 5
1.4　工业工程主要技术方法 …… 10
1.5　工业工程应用 …… 12
1.5.1　工业工程的作用 …… 12
1.5.2　工业工程的特点 …… 12
1.5.3　工业工程的主要范围领域 …… 13
1.5.4　代表性成果和贡献 …… 13

2　基础工业工程的现场应用 …… 14

2.1　程序分析方法 …… 14
2.1.1　程序分析概述 …… 14
2.1.2　5W1H 与 ECRS …… 15
2.1.3　工艺程序分析 …… 18
2.1.4　流程程序分析 …… 21
2.1.5　线路图分析 …… 21
2.2　动作效率分析与改善 …… 27
2.2.1　动素分析 …… 27
2.2.2　动作经济原则 …… 31
2.3　作业测定 …… 32
2.3.1　作业测定概述 …… 33
2.3.2　时间研究 …… 33
2.3.3　预定时间标准 …… 39
2.3.4　工作抽样 …… 47

3 现场物流设施布局规划 …… 52

3.1 物流相关概念 …… 52

3.1.1 物流的产生及发展 …… 52

3.1.2 物流的研究对象及行业组成 …… 54

3.1.3 物流的基本概念 …… 57

3.1.4 物流系统 …… 59

3.2 物流系统分析方法 …… 63

3.2.1 物流系统分析 …… 64

3.2.2 企业物流系统分析内容 …… 64

3.2.3 企业物流系统分析方法 …… 64

3.3 工厂车间设备布局 …… 67

3.3.1 车间设备布置的原则和基本类型 …… 67

3.3.2 典型车间布置原则 …… 70

3.3.3 系统设施布置规划方法（SLP 法） …… 71

4 精益生产与现代工业工程的应用 …… 74

4.1 精益生产 …… 74

4.1.1 精益生产方式的产生与发展 …… 74

4.1.2 精益生产方式在国内外应用现状 …… 75

4.1.3 丰田生产方式 …… 76

4.1.4 现场改善 …… 83

4.2 生产线平衡 …… 84

4.2.1 生产线平衡概述 …… 84

4.2.2 生产线平衡方法 …… 86

5 现场管理“5S”概述 …… 88

5.1 “5S”的起源和发展 …… 88

5.2 “5S”的含义和作用原理 …… 89

5.2.1 “5S”的含义 …… 89

5.2.2 “5S”活动作用原理 …… 90

5.3 “5S”活动采用的主要方法 …… 91

5.3.1 目视管理 …… 91

5.3.2 标准作业管理 …… 91

5.3.3 PDCA 管理循环 …… 91

5.4　“5S”在企业管理活动中的地位 …… 92
5.5　“5S”活动的作用 …… 93
5.6　“5S”活动实施方案 …… 95
5.6.1　“5S”活动的准备阶段 …… 95
5.6.2　“5S”活动方案的实施 …… 98
5.6.3　“5S”活动的标准化管理 …… 103
5.6.4　“5S”活动改善与延伸 …… 106
5.6.5　“5S”活动实施效果预测 …… 108
5.6.6　“5S”推行活动中的认识误区 …… 109
5.6.7　企业成功实施“5S”的建议 …… 110

6　目视管理与防错技术 …… 112

6.1　目视管理 …… 112
6.1.1　目视管理的含义及原理 …… 112
6.1.2　目视管理的作用 …… 112
6.1.3　目视管理的工具和方法 …… 114
6.1.4　目视管理要注意的问题 …… 116
6.2　防错技术 …… 116
6.2.1　异常管理定义 …… 116
6.2.2　异常管理的步骤 …… 116
6.2.3　防错法定义 …… 122
6.2.4　防错法作用 …… 123
6.2.5　防错法原则 …… 124
6.2.6　防错法思路 …… 124
6.2.7　防错法原理方法 …… 125

7　现场改善实例分析 …… 127

7.1　某汽车公司及其生产线概况 …… 127
7.1.1　冲压工艺 …… 127
7.1.2　涂装工艺 …… 128
7.1.3　焊装工艺 …… 129
7.1.4　总装工艺 …… 130
7.2　装焊车间生产线的基础效率改善 …… 131
7.2.1　作业时间充实度测定 …… 132
7.2.2　程序分析 …… 136

7.2.3 改进结果 …… 148
7.2.4 焊装工人的动作分析改善 …… 149
7.3 喷涂车间生产线平衡的研究应用 …… 156
7.3.1 喷涂生产线的现状分析 …… 156
7.3.2 现状分析 …… 165
7.3.3 设定操作人数和标准时间 …… 166
7.3.4 改善方案 …… 167
7.4 总装车间的现场问题分析与改善 …… 170

参考文献 …… 178

1 工业工程概述

1.1 工业工程定义

工业工程（Industrial Engineering，IE）起源于20世纪初的美国。它以现代工业化生产为背景，主要在经济发达国家得到了广泛的应用，并为促进这些国家（如美国、日本）经济的高效和快速发展起到了举足轻重的作用。而在我国工业工程这一门学科的开展和应用仅仅只有近二十几年的时间，到目前为止，在制造业的应用也只是一个起步阶段，在其他产业物流业、服务业的应用也是如此。当今世界上的经济发达国家生产能力之所以提高非常迅速，除有实力雄厚的科学技术、大量的先进生产设备外，最根本的一点就是非常重视工业生产过程中的技术管理，特别是工业工程与管理的应用。并逐步形成一种新的机制，使单一管理模式转化为以工业工程技术应用为基础的多元化和多层次化的综合性管理，并把宏观的定性管理转入微观的定量管理，投入大量的资金与人力和资源用于对这方面长期性的针对性的研究，这就是要想获得先进生产效率和较低成本所采用的先进工业工程生产方式的必由之路。

工业工程的宗旨就是提高生产效率，降低成本，保证质量。它最早也是生产线上的改善方法和手段，通过观察和测量每一个生产过程中每一项具体动作的发展过程，为本企业提供达到最佳结果的生产解决方案。

从系统工程的角度来看，凡是具有一定目的性和存在相应功能关系的系统都是由人工构造成或设计的。如：一台机器可以把它构成为一个系统，但它必须经过设计和制造才能形成，这是一般工程学所要解决的问题。同样，把企业也可以构成一个系统，也不可少的要经过设计和建立而形成，但是由于在该系统中存在人的因素，因而产生了一门独特的学科，通常把它称之为工业工程（简称IE）。它和一般工程具有同等地位和含义的工程学，它是对由人、物料、设备、技术和信息等组成的系统（企业）进行设计、改善和实施的综合性工程技术学科。

从工厂企业生产线而言，工业工程应用已是一种自然而然的需求，其对象和内容也是随着时间的推移而更新变化。具体地说：“工业工程是研究由人力和原材料及机器实施、时间等集成而构成的追求效率、成本、质量及安全的学科”。

在工业工程发展的不同时期，不同背景，不同国家的学者、学术团体对其所下的定义也不尽相同，但其内涵大体相似。其中最有代表性的当属美国工业工程师学会（America Institute of Industrial Engineering，AIIE）1954年提出后经修改

的定义："工业工程是研究由人、物料、设备、能源和信息所组成的综合系统的设计、改善和设置的工程技术，它应用数学、物理学等自然科学和社会科学方面的专门知识和技术，以及工程分析和设计的原理和方法来确定、预测和评价由该系统可得到的结果。"

从该定义可以看出工业工程的特征是：

（1）工业工程是一门集自然科学、社会科学、工程学和管理学等的综合、交叉型科学。因而工业工程师是一种复合型人才。

（2）工业工程的工程属性很强，其工作原理是采用工程分析与设计的原理和方法，所以容易强调定量方法等技术手段。

（3）它追求由人、物料、设备、能源、信息等生产要素所组成的综合系统的整体效益，无论系统的大小都反映出很强地降低成本、提高系统管理效益的特征。因而有的学者称之为管理支持技术体系也不为过。

（4）现代工业工程不仅是一种工程技术而且还是一种哲理，特别强调发挥系统中人的作用。这也是 IE 发展到今天的一个非常突出的特征。因而在研究组织设计与重构、人员评价、激励手段等时往往采用工业工程的方法。

在现代工业社会中，最基本、最重要的活动是生产。生产包括制造有形的实际产品，广义的还包括提供服务（即无形生产，如销售、运输、信息通信、医疗等）。通过生产，创造财富，才能满足人类的需求，推动社会进步。生产实际是一种转化活动，通过生产过程将各种生产要素（人员、设备设施、材料、方法工艺、信息环境）转化为经济财富（产品、服务）。而生产率（productivity）是衡量这种转换功能的重要指标，较少的资源投入得到更多的产出，意味着生产率的提高。任何企业都将为社会提供产品和服务，不断追求更高的生产率和利润为目标。工业工程就是在致力于提高企业生产率、降低成本、改善质量的实践性应用性的一门学科。国际工业工程学会主席 Allen Shyster 先生在 2005 年国际工业工程年会上提出了一个最新的简明扼要的定义：工业工程就是设计与改善系统（industrial engineering concerns designing and improving systems）。

1.2　传统与现代工业工程

1.2.1　传统工业工程

第二次世界大战以前，无论是大规模生产还是大量流水生产劳动密集型加工——装配工业中，传统工业工程的主要研究对象被认为集中于工作衡量和工作简化上，麦修逊（Morley H. Mathewson）曾在美国《工业工程》（1963 年第 2 版）总结了传统工业工程的一般内涵与技术如下：

（1）方法工程（methods engineering）——作业分析、运动研究、物料搬运、

生产计划、工业安全以及标准化。

（2）工作衡量（work measurement）——时间研究、预定单元时间标准。

（3）确定控制方法（control determination）——生产管理、库存管理、质量管理、成本管理及预算管理。

（4）工资与作业评价（wage and job evaluations）——工资激励、利润分配、作业评价、功绩评比、工资及薪金管理。

（5）工厂设施和设计（plant facilities and design）——工厂布局、设备购置与更新、产品设计、工具和量具设计。

从上述方面大致可概括工业工程随生产方式的发展而深化和演化的内容。综合性与动态性强势是工业工程有别于其他纯管理学科的特有区别之处，在上述所言的内容中有不少都先后发展成为单独的专门性学科。

但是传统的工业工程因受到制度和时代等因素所限也或多或少存在着许多不足之处。首先，从提高效率或改善系统“物”与“事”的角度出发，很少考虑生产要素中占主要地位的“人”的因素，工人仅被看成是“经济人”，是机器设备的附属，这就无视人群关系，情感、社会交往，精神需要对生产率的潜在影响，在出现这种尖锐矛盾形势下引起了某些学者从“人群关系”(human relations)开始，从“人”的这一侧面进行研究，以后又逐步进行发展并在20世纪40年代末形成了“行为科学”。其次，工业工程虽然和其他工程学科一样都是先有实践后有理论，但其理论基础却迟至50年代才开始逐步建立起来。工业工程的定义直到1954年方才首次制定。此外，福特（H. Ford）生产线的建立是在1913年，但有关生产平衡理论与编制效率的研究也在50～60年代才开始兴起；再如更为古老的工厂布局也只是到了1955年才由马瑟（R. Martha）首先提出系统布局计划（SLP）等等。

工业工程是从动作研究、时间研究等方法发展起来的。所谓“传统”指的是它所采用的方法对现代来说是数十年前就已应用的一些传统技术，但丝毫没有“古老”、“过时”之意，事实上，这些传统技术至今仍在企业中得到充分而广泛的应用。

1.2.2 现代工业工程

现代工业工程的发展是随着时代的变化，新技术的出现而随之发生变化的。现代工业工程除包含传统工业工程的一些基本技术外，还包含如下几个传统工业工程发展得来的技术方法，现代工业工程更多的是随着时代的进步与时俱进的方法和手段。

（1）时间研究发展。1940年梅那特（H. R. Maynard）发展了方法时间衡量（MTM）以及1945年美国无线电公司（RCA）三位工业工程师合力创立的“工

作因素系统”（work factors system），并确立预定动作标准时间法（predetermined time standard）。其优点在于无须冗长费时也可进行时间研究，只要按标准数据表对已确定的作业内容、方法及工作场地布置图就能准确预估出实际操作所需时间，且可根据不同工具或操作方法预估不同时间以资比较。对新产品试制阶段时的成本估算以及改善方案之优化选择决定均有极大帮助。这也是传统工业工程本身发展的成果之一。

（2）运筹学（operation research）的应用。在第二次世界大战期间及战后，科学与技术取得了不少新的成果，其中有些是因军需生产效率之需要和作战中研究创新技术之需要而研究成功的。这些最新成果的产生包括：运筹学、电子计算机与信息技术系统工程、网络技术、价值工程以及研究人-机-环境的人类工程学或工效学等，其中运筹学对工业工程的影响最大。它既是一门专门学科，也是现代工业工程不可缺少的工具。应用好运筹学，工业工程就能定量求得生产系统中各类问题的整体最佳解以及处理各类复杂经营管理问题，为企业经营管理层（business level）服务。

（3）电子计算机的使用。电子计算机的诞生开拓了高速运算信息贮存及数据处理的新纪元，它对工业工程所起的最大作用是应用于大系统性的试验。在计算机未问世前，要对物流或生产布局合理与否的几种方案进行试验，几乎是不太可能的。况且，如果要对一个系统的结构、形成、运行效能等进行工业工程方面试验，也无法像机械、电气、化工那样可把实验室内小型试验得出的数据推导和引用到大系统上去，在过去唯一的办法是在系统设计并运行后，观察结果、反复修正改良后再逐步优化。在大容量计算机出现后才有可能应用系统分析方法对一个系统内各种因素的关系，通过改变参数进行模拟并和其他类似系统进行比较，从而为一个给定系统或过程选择一个最大限度地降低生产费用或增加利润的最佳方法。

（4）系统概念的引入。20 世纪 50 年代产生并发展起来的一门新学科——系统工程，其概念就是把研究对象视为一个“系统”，它是由每个相互联系和相互作用的组成部分结合而成，并且又具有特定功能的有机整体。而且这个“系统”本身又是它属的一个更大系统的组成部分。工业工程是关于人员、物料和设备等集成系统的设计、改善与实施的一门学科，其研究的对象是“集成系统”（integrated systems），其研究的方法就应具备系统的概念。因此，在现代工业工程时代制定的定义中已引入了“系统”一词。工业工程引入系统概念之后，实际上就能够从企业整个系统来权衡利害得失，注意研究对象的目的性，层次性和全面性，力求在达到企业总体优化目标的前提下研究并提出完成各个局部任务的可供选择方案，经过细密分析多种类对比再最后确定最优方案。

（5）行为科学与人类工程学或环境学（human engineering）和人机工程学或

工效学（ergonomics）的研究成果。它进一步强调改进生产环境协调人体关系、人群关系来提高工效，同时还提出在工作中实现“自主管理”、恢复“人的尊严”提高所谓的“工作生活质量”（Quality of Working Life，QWL），试图从精神与物质上引导工人充分发挥主观能动性和积极性从而提高工效。现代工业工程就引进了上述思想，在实践中开拓着不少体现这类思想的方法，如：作业扩大化、充实化、轮换化、舒适化以及自律群体化（autonomous group）等方法。

另一方面，从人体测量学、生物学、劳动生理学等学科的角度研究人-机-环境最佳关系的一门学科——工效学，从20世纪50年代起就有一定程度的发展，实际上也是动作研究的延伸与扩大。工业工程能改造出一个身心舒适、操作方便、安全合理的作业系统，并广泛地利用了工效学研究的大量数据和成果。

上述几个方面基本上都在同一时代从不同侧面丰富和扩大着传统工业工程的应用领域，进一步提高了工业工程对问题处理的层次和综合程度，并把它推向具有现代科技理论基础的高度。

现代工业工程的发展主要体现在网络计算机技术、信息技术的应用上。信息技术和传统工业工程的方法相结合（IE加IT）为企业的腾飞奠定了坚实的基础，没有基础工业工程为背景的信息化在制造业企业是不可能真正成功的。同样，没有进行信息化管理的单纯基础工业工程的应用也是与时代脱节的。

1.3　工业工程基本职能

任何一门学科能被人们接受并成为人们改造自然和社会强有力的工具，必然存在其赖以生存和发展的基础、环境和动因。工业工程发展的动因在于三个方面，即社会生产力发展的需求、科学技术日新月异的成果的支持作用和社会环境（或说经济形态），确切地说是商品经济提供的社会发展环境。生产力的发展使生产与管理系统的规模越来越大和越来越多样化。这客观上要求必需存在分析、设计、改善这些系统和管理的技术体系，因而20世纪初在生产力开始快速发展时，才产生工业工程。而科学技术成果如运筹学、统计学、系统工程、计算机工程及信息技术都为工业工程技术体系提供支持和手段。商品经济提供了企业竞争的社会环境，谁做得更好，谁就生存、成功，否则消亡。这样客观需要提供竞争的武器。因而无论是工业发达国家，还是像印度、泰国、马来西亚这样的发展中国家都不约而同地采用工业工程来提高企业竞争能力，且收效甚佳。也可说工业工程是商品经济的产物。根据上述分析就很容易理解工业工程发展的历史原因和过程。

工业工程作为一门正式的学科应从20世纪初算起，起源于美国。泰勒（Taylor）和吉尔布雷斯（Gilberts）等一批学者应视为工业工程学科（IE）的创始人。从那时起至现在工业工程的发展大致可分为三个阶段。

第一阶段，从19世纪末至第二次世界大战结束40年代中期可称为奠基期。这个时期由于福特生产线的产生，生产系统从小规模的作坊式企业走上了较大规模生产的工厂制。由于电动机的产生与广泛应用，人们的生产能力大大提高，商品经济发展到资本原始积累时期，处于企业发展快速起步的初期阶段。恰恰此时发生了两次世界大战，客观上需求工厂效率提高，因而工业工程得以诞生和发展。从1895年起，泰勒先后发表了《计件工资制》、《工厂管理》和《科学管理原理》等论著，系统地阐述了科学管理思想，主要是以时间研究和动作研究为主的工作研究理论。在20世纪初工人运动风起云涌，科学管理既被管理者接受与采用，又被工人阶级视为资本家剥削工人的手段而反对，这样将“科学管理”更名为“工业工程”。从这时起工业工程作为一门纯技术型工程学科发展与壮大到今天。然而，科学管理并未由此而偏废。到20世纪30年代产生了行为科学，使科学管理与之相结合补充又发展到今天形成了众多的现代管理理论。因而现代管理科学理论体系与现代工业工程都起源于泰勒的科学管理，目前已形成了完全不同的两大学科体系，但又紧密相连，只不过功能不尽相同而已。

第二阶段，从20世纪40年代中期到70年代末为发展期。这个时期生产力得到前所未有的高速发展，特别是由战后经济建设的恢复需求，生产系统规模越来越大，形成了大量流水生产、成批生产、单件小批生产的三种典型的生产系统。同时统计学的广泛应用和运筹学的产生为工业工程解决越来越大的管理与生产系统规划、设计、改造、创新提供了有效的手段。市场竞争的焦点以资本、实力竞争为主，工业工程从早期应用工作研究解决现场效率提高发展到企业整体的设计、改善，包括工厂设计、物料搬运、人机工程、生产计划、贮存控制、质量控制等。在这一时期工业工程已不仅仅是欧美工业发达国家的“专利”，而且已被成功引入亚太地区。最典型和最成功的是日本人。他们在战后经济恢复期从美国的管理思维和技术手段中成功地将工业工程引入日本各行各业，并进行日本式消化和改造，开创出丰田生产方式（Toyota Production System，TPS）、全面质量管理（Total Quality Control，TQC）等。而中国台湾、韩国、中国香港、新加坡更是加大工业工程的开发与应用力度，在高等教育、培训、企业应用等方面都走在国际前列，开创了“亚洲四小龙”的经济飞速发展现实。从这个时期起到现在，形成了现代工业工程学科体系。

第三阶段，从20世纪70年代末到今天，可称为创新期。这个时期是社会生产力最为活跃的时期。国际市场是全面性供大于求的竞争，竞争焦点在于价格、质量、品种、交货期、售后服务等全方位的竞争，使企业的生存对管理的依赖性空前的强。企业也不仅仅是大型化，而是更加注重多样化、柔性化，生产力发展速度在世界各国很不平衡。然而，信息时代的到来已是由于计算机、系统工程、通信技术、高技术的发展，使工业工程所面临的问题既前所未有的复杂又提供了

新的技术和手段。因而，当今是工业工程学科最富有创造力的时代。全面应用于生产、服务、行政、文体、卫生、教育的各种产业之中，甚至有的韩国学者将其译为“产业工程”。

尽管工业工程是一门工程学科，但它与机械、电子、化工等这些工程性学科具有完全不同的特征。它不是研究如何设计开发新产品、新工艺、新设备，而是研究怎样将这些新工艺、新技术、新产品转化为现实生产力并有效利用企业的材料、能源、人力、环境等现在资源的工程技术。可以说它的技术特征最突出表现为着眼于系统性、整体性和技术与管理的有机结合。由于它注重人的因素，所以IE 的开发与应用必须充分考虑与民族、社会文化背景相结合。因此，日本丰田汽车公司普遍认为，“丰田生产方式就是工业工程在日本企业管理中的成功应用。”

工业工程是从实践中发展起来的，是工业化生产的产物，它于 20 世纪初起源于美国。主要代表人物泰勒的著作《科学管理原理》（1911 年）被认为是工业工程的开端。以后才出现了工业工程的名称及有关学术研究团体。经典工业工程是泰勒科学管理原理的集成和发展，其内容是一个个孤立的分散的理论、方法和技术，只能处理工厂中某个工位、车间或生产线等较小系统的问题，但是见效快，很实用。现代工业工程是经典工业工程由工业技术及相关学科的不断发展注入新内容而演化的结果。随着科学技术进步和相关学科的发展，工业工程知识体系仍在发展变化。现代工业工程呈现出信息化、集成化、智能化的显著特征和趋势。

工业工程发展分为三个阶段，它的技术体系是从第一阶段的着眼局部改造的工作研究开始逐步到第二个阶段的设施设计、物料搬运、人因（机）工程、生产计划与控制、质量控制、工程经济及成本控制等。其特点是着眼于生产和管理的全过程和整体系统的效益提高。而第三个阶段在全面性、整体性的基础上，吸收了信息技术的特点，面向企业的柔性化、集成化、全面化服务又产生了诸如 CAD/CAM、MRP、MRP Ⅱ、JIT、灵捷制造、并行工程、重构工程（BPR）等最新的技术方法。这些技术往往是基于系统理论为指导的。

如果按照工业工程各种技术特点和功能划分，又可将其划分为三个技术群：

（1）分析型技术群。包括：统计分析方法、工程经济分析、可靠性分析、人事考核与评价等。

（2）规划与设计型技术群。包括工作研究（时间研究和方法研究）、人机工程、设施设计、组织设计、重构工程、CAD/CAM、并行工程等。

（3）管理与控制型技术群。包括生产计划与控制、质量控制、成本控制、信息控制（MRP，MRP Ⅱ），准时制生产方法，全面生产力维护（TPM）等。

这三个技术群是互相联系、综合使用的。近年来在国际上还有人提出了全面

工业工程（Total Industrial Engineering，TIE）概念。其思想是指当今工业工程已不是仅仅在工作研究或设施设计哪个方面的独立应用来解决企业的问题，而是面临企业综合竞争能力提高的问题。因而工业工程的应用应面向企业生产与管理的全过程，从市场研究、产品开发、项目建设、生产制造、贮存、包装到销售、服务的全过程的开发与应用，并且三个技术群几乎对每个企业都要应用。众所周知，日本和德国在20世纪80年代制造业已成为世界领先，使美国处于相对落后的局面，经过认真分析和研究，日、德的制造业发展主要依靠技术进步和工业工程。

20世纪90年代工业工程的另一个突出的特点是它已经完全产业化，不仅仅在制造业广泛应用，更重要的是开始在建筑工程业、服务行业，诸如旅馆、饭店、医疗卫生、体育、教育等领域的广泛应用。近年来美国工业工程应用最成功的案例之一就是全美医疗保健系统的规划与设计。而20世纪90年代中国香港的制造业已经几乎全部转入大陆，中国香港在20世纪60年代随外资进入而引进的工业工程，目前主要是在服务行业，非常有效。中国香港工业工程师学会前会长莫如虎先生指出，“服务业也是一种产业，也有其产品、制造和销售过程，也可用工业工程在制造业成功的方法来应用于服务业”。中国香港在工业工程应用上的成功经验，值得借鉴和学习。

工业工程是一种工程技术，在今天它对人们研究与开发的若干企业管理模式具有很强的支持功能。如：灵捷制造系统、柔性制造系统、计算机集成制造系统（Computer Integrated Manufacturing System，CIMS）以及精益生产系统等，都需要工业工程的开发与应用。这些先进制造模式的产生与发展都是与工业工程发展紧密相关的。它们不是单纯依靠技术进步而成功的，更重要的是依靠管理进步，特别是工业工程的开发和应用。比如CIMS的产生，毫无疑问是计算机科学的发展在制造业的成功应用，但它绝不仅仅是依计算机来实现的。CIMS是一种新型管理哲理，是美国的企业管理从1911年发展到90年代的结果。这时美国的企业具有相当雄厚的管理基础（这与IE是不可分割的），目前引入以计算机为代表的高技术来管理企业，必须具有与之相适应的现代IE的支持。因而单纯依靠技术进步而忽视管理和工业工程，对于发展中国家的企业（管理基础薄弱）很难实现真正意义的CIMS。

由此可见，工业工程学科在21世纪必将成为企业管理现代化和提高竞争能力的必不可少的最重要工具。其主要的研究方向和内容包括：

（1）制造业整体效率、质量的提高和成本降低；

（2）物流工程与管理控制；

（3）人因工程及效率改善；

（4）环境与资源设计与控制；

（5）安全、健康与卫生；

（6）现代制造与信息化工程。

目前，工业工程的发展日益呈现出多元化、全面化和高技术结合的趋势，工业工程的应用仍然以制造业为重点，同时在建设、运输、医疗、服务甚至农业等产业中的应用日益广泛，同时正在向信息化、知识管理等高新技术研究领域拓展。

人类为了控制和优化大规模工业发展而创建工业工程学科，学科最初仅仅是为改进制造方法进行“动作研究”和“时间研究”开始的。随后逐步扩大到“工作研究”，乃至现在发展成为运用先进科学技术，对现代大型企业生产从整体上进行综合优化控制的学科体系。因此，这一门学科应用领域和涉及范围非常广阔，所以要想确切地列出工业工程所涉及的全部职能是不可能的，只能以它的主要应用对象即企业生产的过程系统为主体来考察其职能。可从表 1–1 中去考虑并进行分析。

在社会上人们对工业工程的期望和要求都很高。虽然是它担负着工业工程本身职责范围的要求与任务，因此它必须具备与之相适应的资格和素质。

表 1-1　工业工程对象、职能与方法

对象系统	IE 基本职能		技术或方法
	设计	改进	
生产系统总体	目标设置； 产品选择； 总体分析	生产率分析； 产品构成分析； 总体规划	目标展开技术、投资风险分析； 线性规划、市场预测分析； 系统分析技术、工程分析
产品系统	产品设计	产品改进	价值工程、成组设计、CAD
工艺流程系统	工艺流程设计； 作业设计； 操作标准	工艺流程改进； 作业改进； 操作改进	流程分析、制造工程、成组工艺、CAM； 作业分析、时间研究、人机工程； 动作研究、工效学、影像技术
物质布置系统	设备选择； 平面布置设计； 工作地设计	设备能力研究； 平面布置改进； 工作地改进	制造工程、流程分析、生产能力研究、工程经济； 物流与布置分析、GT； 人机工程、环境与噪声、人体力学
工时系统	工时标准确定	工时改进	时间研究、统计学、动作研究
物流系统	物流路线确定； 运输方式设计	物流改进； 运输改进	搬运分析、流程分析、人体力学、运筹学； 工程技术、经济分析
存储系统	仓库设计； 在制品定额确定	存储系统改进； 压缩在制品	库存理论、排队论； 生产管理理论
组织系统	组织设计； 岗位设计	组织改进； 岗位配备合理化	组织原理、职务分析； 激励理论、心理学、岗位分析
计划系统	计划系统设计	计划系统改进	生产计划、网络技术、信息系统（MIS）、MPR
控制系统	控制系统设计	控制系统改进	质量管理技术、生产控制、成本控制
激励系统	工资、制度； 方案设计	工资、制度改进	工资管理、激励理论

1.4　工业工程主要技术方法

在企业生产中，特别是大型企业的生产过程，工业工程技术方法应用始终不断地渗透到每个实施部门，由于工业工程技术方法应用涉及面广，所以不可能做到一步到位就能解决所有生产上的问题，只是根据不同情况和不同需求来应用不同的工业工程的技术方法。主要有 7 种技术方法：

（1）生产能力研究。生产能力的研究就是通过对企业设备生产能力的计算与分析，寻找影响生产能力发挥的主要因素，研究出提高能力的途径和有效方案。其研究的结果可以作为评价企业生产率水平的参考及对现场生产系统改进的指导性资料。甚至可以编入到企业生产中、长和短的计划中去。如图 1-1 所示。

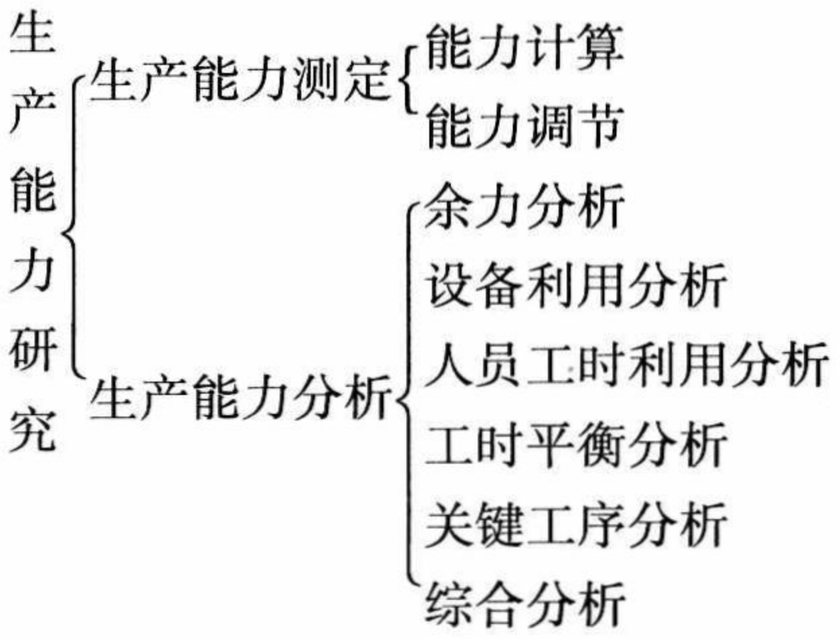


图 1-1　生产能力研究

（2）时间研究。时间研究就是为了确定标准作业方法和相应的标明作业时间，而利用一定的工具和技法，对待定的作业进行测定及过程分析的过程。其目的就是要找出被无效的时间，借以改进作业方式来缩短时间，减轻劳动强度，并最终制定出作业与工时标准。如图 1-2 所示。

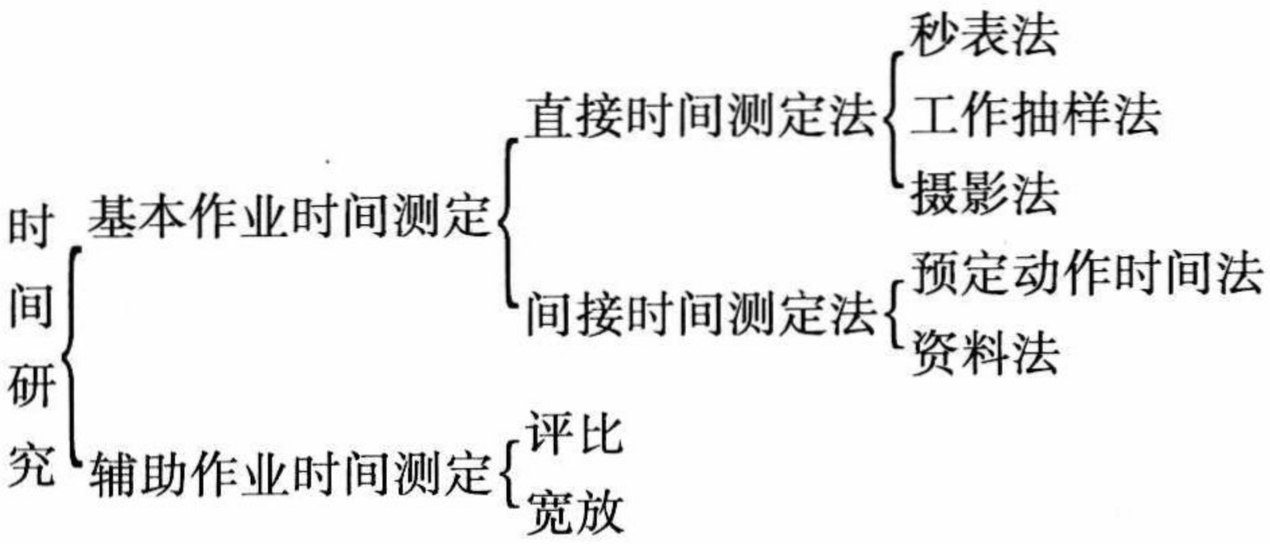


图 1-2　时间研究

（3）流程研究。流程研究就是利用一些标准的流程图符号、表格，按照一定的方法，对生产流程依次进行顺序调查和分析研究的过程。其目的通过研究找出流程中不合理和浪费现象，并加以改进。鉴于对流程研究往往还依赖与其他方法一起配合运用。如图 1-3 所示。

（4）动作研究。动作研究是采用一定的方法，对作业中操作者的各个细微身体动作的变化进行记录与分析，以改进不合理动作和删除无效动作的过程。其目的就是简化操作方法，减少疲劳，进而制定标准操作方法。如图 1-4 所示。

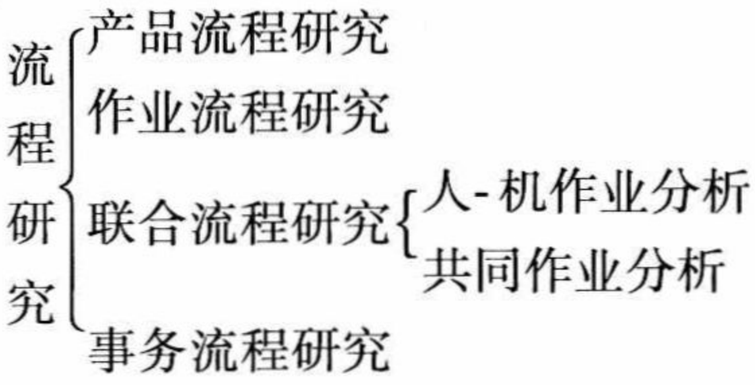


图 1-3　流程研究

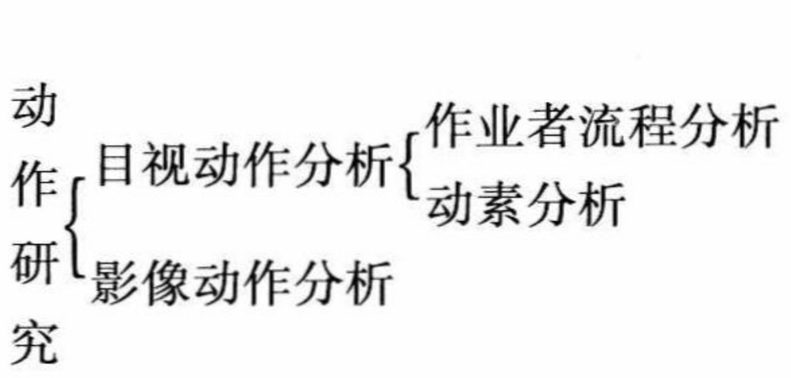


图 1-4　动作研究

（5）搬运与布置研究。搬运与布置研究采用的方法，它是对生产系统中的物料搬运和设备布置情况进行调查与分析，以此来改进搬运过程和设备平面布置，减少浪费，提高效率。同样搬运与布置有着很密切的关系，布置合理才能保证物流搬运的畅通；物流、搬运方式的设置恰当，又是产生合理平面布置的基础。所以，不能随意轻视它在生产中的地位。如图 1-5 所示。

（6）职务研究。职务研究依据科学的理论，对各岗位职务进行分析、评价、划分和归类的方法职务研究是以组织中的“事”为研究对象的，它既是工业工程的一个组成部分，又是现代人事科学机制的新基础。职务研究的目的在于建立一个公平、合理的报酬转化制度，完善一个高效、精干的组织体系，进而达到人员组织合理化。如图 1-6 所示。

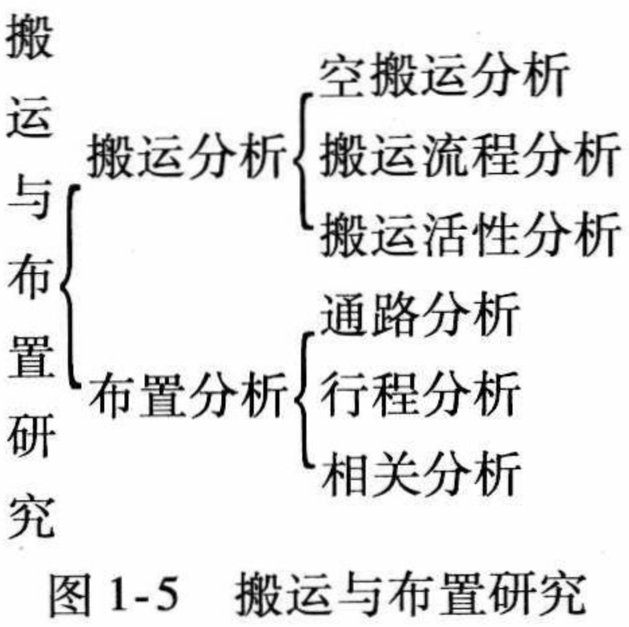


图 1-5　搬运与布置研究

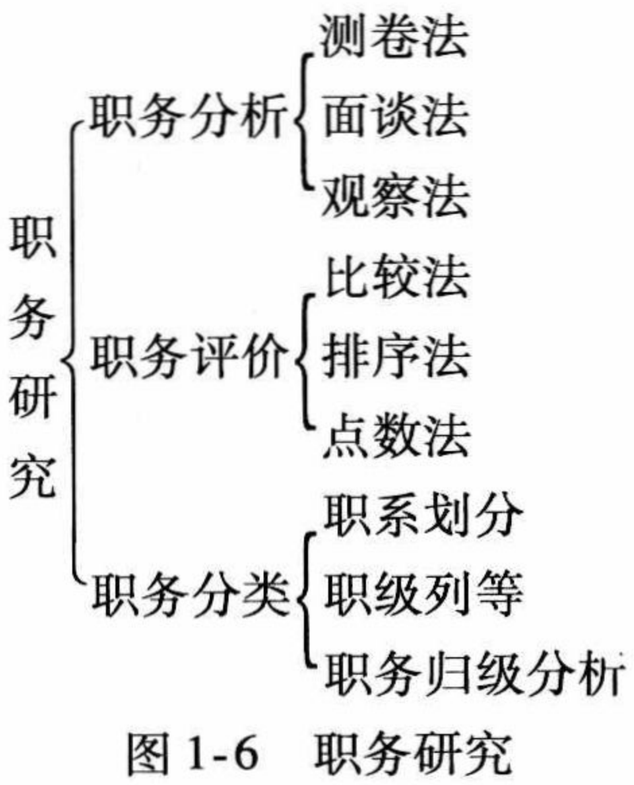


图 1-6　职务研究

（7）成组技术。成组技术就是按照零件和工艺的相似性原理，组成零件和设备组，以增加零件组内的批复。加工中按组进行，同时采用成组工装，设备按零件组的要求布置成单元或流水线，从而使单件小批生产的效果达到或接近大批量生产的效果。最重要一点它是解决单件小批生产企业效率低问题的有力手段。同时也是零件编码系统输入，使计算机化的设计、制造和管理都更容易实现。如图 1-7 所示。

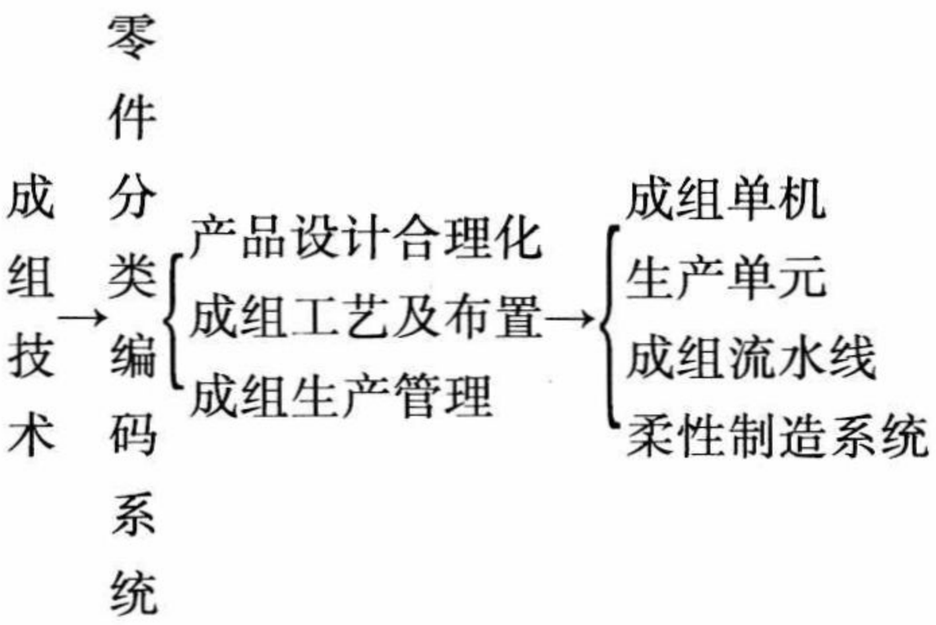


图 1-7　成组技术

这 7 种工业工程技术方法，它们之间有密切牵连的关系，均可从某一个侧面分析和解决生产系统中存在急需要解决的问题，为综合性运用提供了可能性，使预测制定的生产进度计划一路顺畅，最终实现达到预期的生产目标。

1.5　工业工程应用

工业工程与人类社会工业化进程，已经走过了一百多年的历史，对人类社会，尤其是经济发达国家的经济和社会发展产生了巨大的推动作用。世界上诸多工业发达国家，如美国、德国、日本、英国等，其经济发展都与其雄厚的工业及其工业工程的实力有着密切的联系。在美国，工业工程与机械工程、电子工程、土木工程、化工工程、计算机、航空工程一起，并称为七大工程，可见它的独特性和重要性。

1.5.1　工业工程的作用

首先，IE 是进行作业标准时间设定的工具。如果没有这种作业标准时间设定，那么不仅工厂的生产计划无法制定，甚至是否有剩余产能或是产能不足都不得而知。所以标准作业时间设定是近代企业经营不可缺少的东西。

其次，IE 是工程分析的改善工具。以往的 IE 是将工厂细分化，然后逐步改善。但现在这种方法只能适合局部的改善，由于不能和企业利益直接挂钩，所以渐渐采取先进行整体分析，然后改善的方法。

1.5.2　工业工程的特点

（1）IE 是以工程技术为基础，配合科学管理的技巧来发现问题、解决问题、预防问题；

（2）IE 最终目的是经由管理的运作，使企业获得最大的利益，故与成本或经济效益有关，包括制度、作业方法、机器、模具、夹具均应予掌握并加以改善；

（3）IE 是一门应用科学，其操作理论均需符合实际需要，故 IE 工程师均应具备身体力行的能力，使理论与实务相得益彰，保证管理效果；

（4）IE 是运用重点管理的技巧，在面临的问题上做重点突破。

1.5.3　工业工程的主要范围领域

工业工程的研究领域主要有三个：生产系统工程领域、人因工程领域和运筹研究领域。工业工程在制造业、娱乐业、医疗业、银行业、军事等行业有着重要、广泛的应用，特别是今天的中国，工业、服务业甚至农业的效率亟待提高，这些都可以运用工业工程的技术和方法。

1.5.4　代表性成果和贡献

工业工程的代表性成果随着时代的进步而发展，如：在生产系统领域，一直主导工业发展的“生产模式”。工业工程最早期的成果就是“福特生产方式”，它是以大规模的流水生产方式提高生产效率、降低劳动成本，这一生产模式主导了长达半个世纪的工业进程。随着市场和技术的发展，随着人们对工业发展的长期实践、认识与研究，在近三十年里，各种先进的生产模式层出不穷，如对日本汽车工业发展乃至全世界制造业产生重要影响的准时生产方式（Just In Time，JIT）、精益生产方式（lean production），具有美国信息时代生产制造特征的敏捷制造方式（agile manufacturing），以及现在人们谈论很多的大规模定制生产方式（mass customization）。这每一种生产方式，都极大地影响着整个企业的运作，通过改善企业的业务流程，改变和发展了企业的经营方式，从而推动了全人类近半个世纪的高速发展。

近年来随着网络计算机技术的发展第三次工业革命的提出，知识管理及大数据技术的应用，必将使工业工程的发展进入新的阶段，推动社会进一步前进。

2　基础工业工程的现场应用

基础工业工程是工业工程学科最经典的核心内容，也是百年来工业工程在制造业改善中最常用的技术方法和手段，应用这些方法可以在不增加更多投入的情况下起到提高效率、控制成本和质量的作用。常用方法包括：程序分析方法、动作分析、作业测定等。

2.1　程序分析方法

2.1.1　程序分析概述

程序分析是依照工作流程，全程全面地分析有无多余、重复、不合理的作业，程序是否合理，搬运是否过多，延迟等待是否太长等问题，通过对整个工作过程的逐步分析，改进现行的作业方法及空间布置，提高生产效率。也可以说，程序分析是通过调查分析现行工作流程，改进流程中不经济、不均衡、不合理的现象，提高工作效率的一种研究方法。

程序分析的工作流程一般由加工、检查、搬运、等待和储存五种活动构成。为了能方便、迅速、正确地表示工作流程，便于分析研究，美国机械工程师学会规定了用表 2–1 所示的 5 种符号分别表示这 5 种活动。流程图派生的复合活动符号见表 2-2。

表 2-1　程序分析的常用符号

符号	名称	表 示 的 意 义
○	加工	指原材料、零件或半成品按照生产目的承受物理、化学、形态、颜色等的变化
□	检查	对原材料、零件、半成品、成品的特性和数量进行测量。或者说将某目的物与标准物进行对比，并判断是否合格的过程
→	搬运	表示工人、物料或设备从一处向另一处在物理位置上的移动过程
D	等待或暂存	指在生产过程中出现的不必要的时间耽误
▽	储存	为了控制目的而保存货物的活动

表 2-2　流程图派生的复合活动符号

符号	表 示 的 意 义
◎	表示统一时间或统一工作场所由同一人同时执行加工与检查工作

续表2-2

符号	表示的意义
	以质量检查为主，同时也进行数量检查
	以数量检查为主，同时也检查质量
	以加工为主，同时也进行数量检查
	以加工为主，同时也进行搬运

程序分析按照研究对象，可以分为：工艺程序分析、流程程序分析、布置与经路分析等，如图2-1所示。

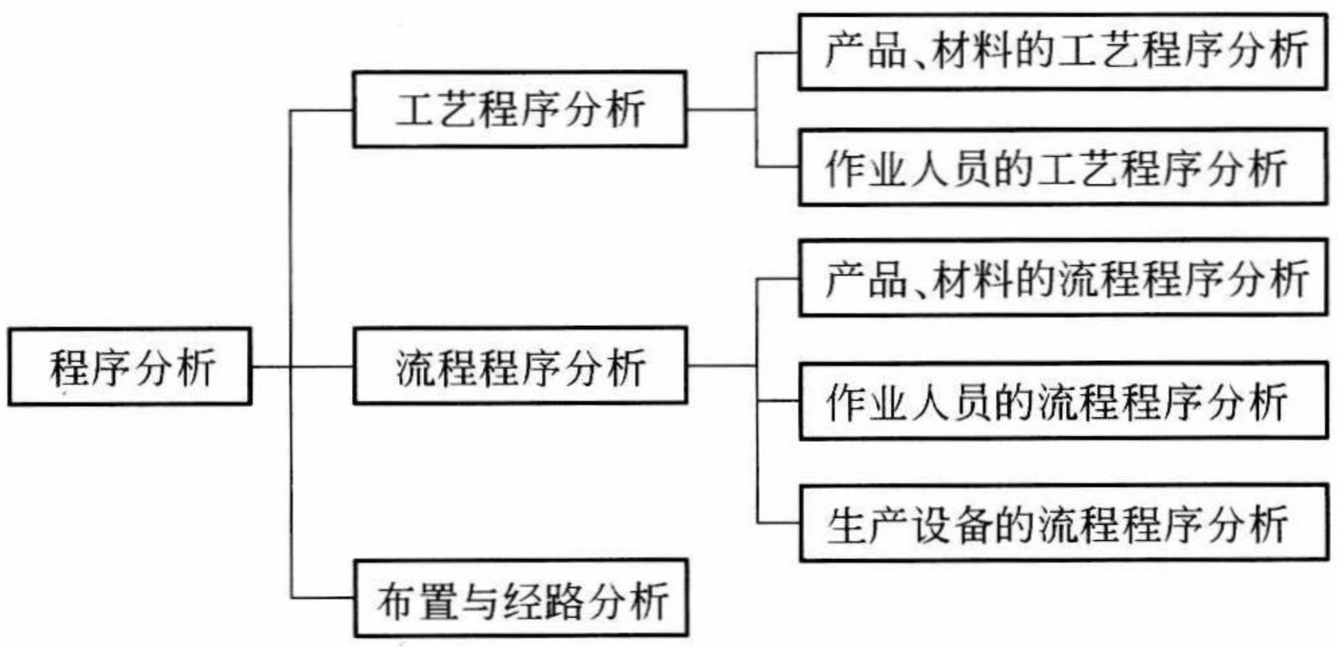


图2-1 程序分析的种类

由于记录是从操作、搬运、检验、等待和储存五个方面进行的，因此程序分析也应从这五方面进行：

（1）操作分析：程序分析中最基本也是最重要的分析，它涉及到产品设计、工艺设计、产品制造等过程。

（2）搬运分析：搬运不会带来任何附加价值的增加，只会消耗资源，但又必不可少。因此，要合理地安排设施布置 。

（3）检验分析：应重点考虑采用合适的检验方法、工具和手段提高效率。

（4）等待分析：应将等待降到最低限度。

（5）储存分析：重点在对仓库管理策略、管理方法、订购批量、订购间隔期、物资供应计划等方面。

2.1.2 5W1H与ECRS

2.1.2.1 “5W1H”提问技术

“5W1H”提问技术是指对研究工作以及每项活动从目的、原因、时间、地点、人员、方法上进行提问，为了清楚地发现问题可以连续几次提问，根据提问的答案，弄清问题所在，并进一步探讨改进的可能性。由于前5个提问英语单词的字首字母都含有“W”，而最后一个提问的字首字母为“H”，因此，常称之为

“5W1H”提问技术。其方法如表2-3所示。

表2-3　“5W1H”提问技术

考察点	分析现状	提出问题	改进意见
	第一次提问	第二次提问	第三次提问
目的	做什么（What）	是否必要	有无其他更合适的对象
原因	为何做（Why）	为何要这样做	是否不需要做
时间	何时做（When）	为何要此时做	有无其他更合适的时间
地点	何处做（Where）	为何要此处做	有无其他更合适的地点
人员	何人做（Who）	为何要此人做	有无其他更合适的人
方法	如何做（How）	为何要这样做	有无其他更合适的方法与工具

2.1.2.2　“ECRS”四大原则

在应用5W1H提问技术进行分析时，在前两次提问弄清问题现状后，第三次提问是研究和探讨改进的可能性，改进时常遵循“ECRS”四大原则：

（1）E（eliminate），即消除。取消或清除不必要的工序、作业和动作等以及取消不需要投资等，取消是改善的最高原则。

（2）C（combine），即合并。对于无法取消而又必要者，看能否合并，工序或动作，或将多人操作，改进为单人或单台操作。

（3）R（rearrange），即重排。不能取消或合并的工序，可再根据“何人、何事、何时”三提问进行重排。

（4）S（simple），即简化。经过取消、合并和重排后的工作，可考虑采用最简单、最快捷的方法来完成。如增加工装夹具、增加附件、采用机械化或自动化等措施。

总而言之，分析时通过提问技术，首先考虑取消不必要的工作（工序、动作、操作）；其次是将某些工序或动作合并，以减少处理的手续；再次是将工作台、机器及储运处的布置重新调整，以减少搬运的距离，有时也要变更操作或检验的顺序，以避免重复；最后是用最简单的设备或工具代替复杂的设备或工具，或者用较简单、省力、省时的动作代替繁重的动作。

[例2-1]　根据表2-4给定的投影仪以及遥控器装箱工艺程序，应用5W1H提问技术和ECRS四大原则进行程序分析，并提出改善方案。

表2-4　投影仪以及遥控器装箱工艺程序

零件名称	工艺内容
箱片	包装箱成型； 检查包装箱有无破损

续表 2-4

零 件 名 称	工 艺 内 容
投影仪	检查投影仪的外观； 贴出厂标签； 装入塑料袋； 装上保持衬； 放入箱内
遥控器	检查遥控器的外观； 装入塑料袋； 放入箱内
附件及干燥剂	检查附件以及干燥剂数量； 装附件以及干燥剂入塑料袋内； 装入纸箱内
	封箱； 束缚； 贴出厂标签

（1）现状分析。运用 5W1H，ECRS 四大原则进行分析。首先，看能否有取消的工序；其次，看能否将工序进行合并或重排（C、R）；再次，看能否将工序简化（S）；最后，看能否使工艺过程更好。具体分析过程如表 2-5 所示。

（2）改善要点。通过表 2-5 的提问分析，发现上述工序均不能取消，但可以通过工序合并，达到优化的目的。主要将检查箱子破损与箱子成型能合并、检查投影仪外观与贴出厂标签能合并、检查遥控器外观与遥控器装入塑料袋内能合并、检查附件及干燥剂数量并装入塑料袋内能合并。

表 2-5 提问分析过程

问	答
箱子成型能否取消	不能
检查箱子破损能否取消	不能
检查箱子破损与箱子成型能合并吗	能
检查投影仪外观能取消吗	不能
贴出厂标签能取消吗	不能
检查投影仪外观与贴出厂标签能合并吗	能
投影仪装入塑料袋内，装上保持衬能取消吗	不能
检查遥控器外观、将遥控器装入塑料袋内，放纸箱内能取消吗	不能
检查遥控器外观与遥控器装入塑料袋内能合并吗	能
检查附件及干燥剂数量并装入塑料袋内能取消吗	不能
检查附件及干燥剂数量并装入塑料袋内能合并吗	能

2.1.3　工艺程序分析

工艺程序分析是以生产系统或工作系统为研究对象，在着手对某一工作系统进行详细调查研究和改进之前，对生产系统全过程所进行的概略分析，以便对生产系统进行简略、全面和一般性的了解，从宏观上发现问题，为后面的流程程序分析、布置和经路分析做准备。

工艺程序图是工艺程序分析的工具，它是对生产全过程的概略描述，其地位相当于机械制造中的装配图，主要反映生产系统全面的概况以及各构成部分之间的相互关系。其主要内容包括：

（1）工艺程序图含有工艺程序的全面概况及工序之间的相互关系，它根据工艺顺序编制，且标明各工序所需时间；

（2）工艺程序图能清晰地表明各种材料及零件的投入过程，可作为指定采购计划的依据；

（3）工艺程序图还包括各生产过程的机器设备、工艺范围、所需时间及顺序，因此可提供：各项操作及检验的内容及生产线上的工位设备，原材料的规格和零件的加工要求，制造程序及工艺布置的大概轮廓；

（4）所需工具和设备的规格、型号及数量，因而也提供了生产所需的投资数额。

在工艺程序图中，它将所描述对象的各组成部分，按照加工顺序或装配顺序从右至左依次画出，并注明各项材料和零件的进入点、规格、型号、加工时间和加工要求。工艺程序的顺序以垂线表示，以水平线代表材料（或零部件）的引入。材料无论是自制还是外购，均以水平线引入垂直线，其绘制原理如图 2-2 所示。

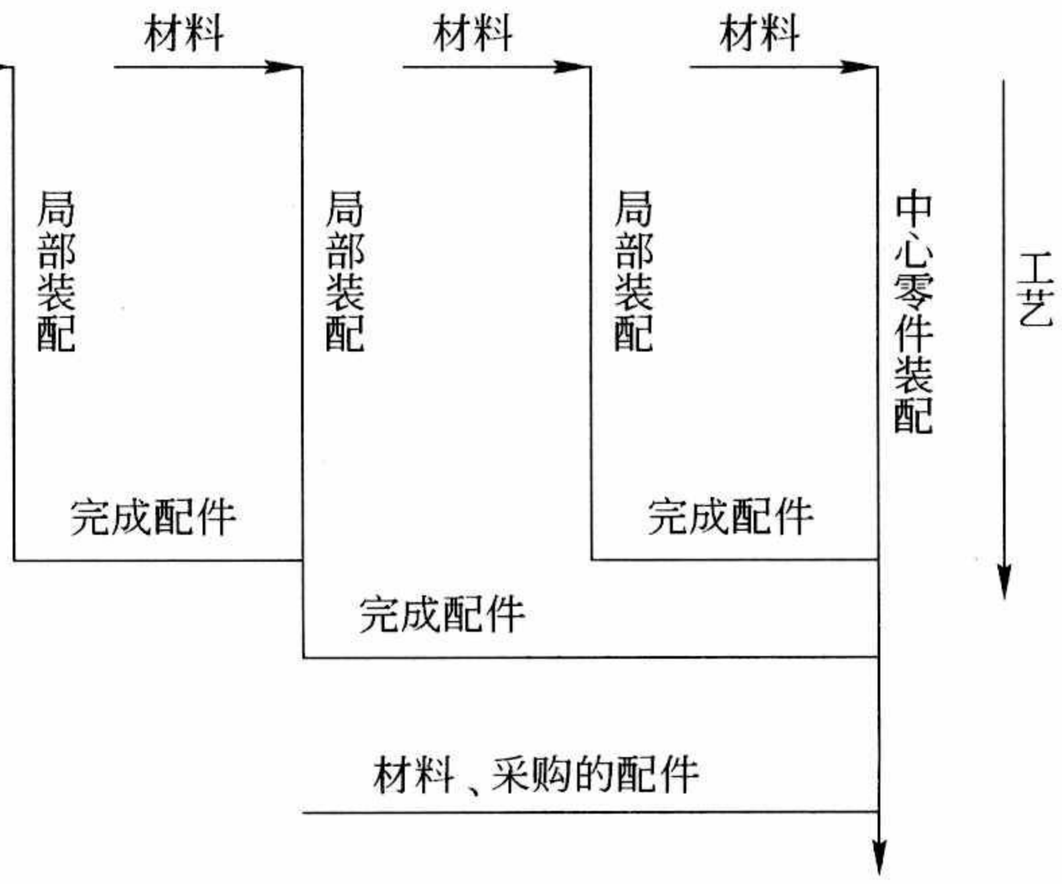


图 2-2　“合成型”工艺程序图

而工艺程序分析的具体步骤如表2-6所示。

表2-6　工艺程序分析步骤

步骤	项　　目	内　　容
1	预备调查	调查了解产品的工艺流程； 了解产品的内容、计划量、实际产出量等； 了解设备配备情况、原材料消耗情况等； 了解质量检验方法、手段
2	绘制工艺流程图	将工艺程序图绘制成直列型、合成型、分解型或复合型
3	测定并记录各工序中的项目	测定各工序的必要项目，并填入表中
4	整理分析结果	详细分析“加工”、“检查”所花的时间、配备的人员等情况，发现影响效率的原因和存在的问题
5	制定改善方案	提出改善方案、措施
6	改善方案的实施和评价	实施改善方案，必要时对不妥之处进行修正
7	使改善方案标准化	一旦确认改善方案达到了预期目的，就应该使改善方案标准化，杜绝再回到原来的作业方式中去

[例2-2]　某开关转子由轴1、停挡2、模压塑料体3组成，其结构如图2-3所示，加工工艺如下，绘出开关转子的工艺程序图，如图2-4所示。

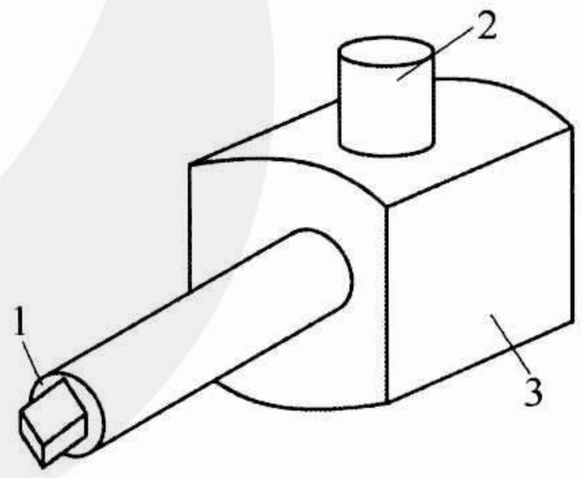


图2-3　开关转子

1—轴；2—停挡；3—模压塑料体

（1）轴：材料为45号钢棒料，直径为：10mm。

1）操作1：在转塔车床上车端面、肩面并切断（0.025h）；

2）操作2：在同一车床上车另一端面（0.010h），然后工件送检查处检验；

3）检查1：检查尺寸和表面粗糙度（不规定时间），然后送铣床；

4）操作3：在卧式铣床上铣端面的4个平面（0.070h），然后送钳工台；

5）操作4：在钳工台去毛刺（0.020h），工件送回检查处；

6）检查2：机械加工的最终检查（不规定时间）。工件送往电镀车间；

7）操作5：去除油污（0.0015h）；

8）操作6：镀镉（0.008h），工件送回检查处；

9）检查3：最终检查（不规定时间）。

（2）压模塑料体：体上已有纵横相交的两个孔。

1）操作7：在转台车床上车两边、镗孔并铰至尺寸（0.080h）；

2）操作8：在双轴台钻上钻横孔（装停挡用）并去毛刺（0.022h），送检

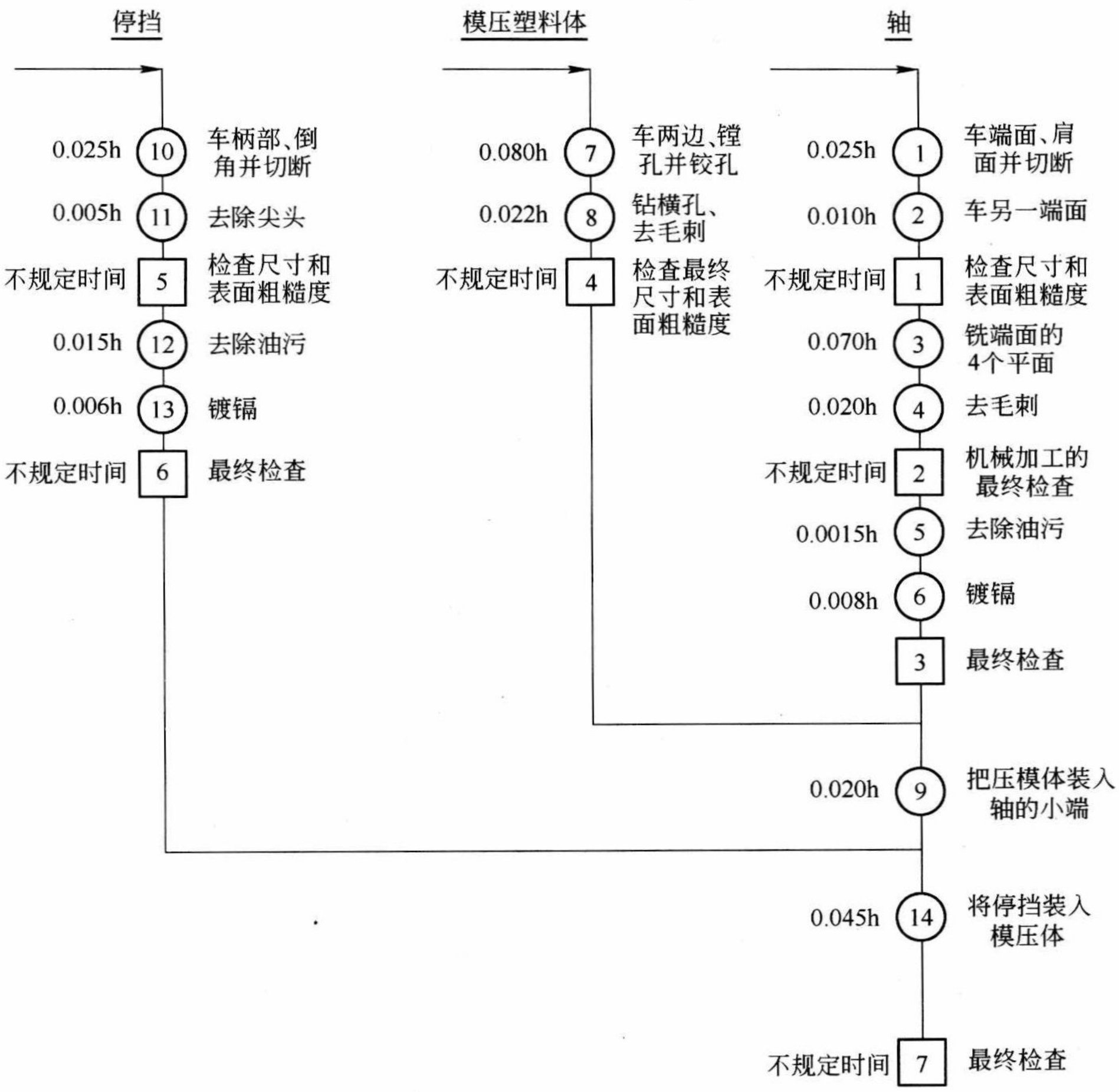


图 2-4　开关转子工艺程序图

查处；

3）检查 4：检查最终尺寸和表面粗糙度（不规定时间），然后送至零件轴处；

4）操作 9：把压模体装入轴的小端（0.020h）。

（3）停挡：材料为圆钢，直径为：5mm 。

1）操作 10：在转台车床上车柄部、倒角并切断（0.025h）；

2）操作 11：在砂轮机去除尖头（0.005h），然后工件送检查处检验；

3）检查 5：检查尺寸和表面粗糙度（不规定时间），然后送电镀车间；

4）操作 12：去除油污（0.015h）；

5）操作 13：镀镉（0.006h），工件送回检查处；

6）检查 6：最终检查（不规定时间），检查合格后送往成品零件处待装配；

7）操作 14：将停挡装入模压体（装配件），轻轻铆合使其固定（0.045h）；

8）检查 7：最终检查完工部件（不规定时间），送往成品零件处。

2.1.4 流程程序分析

流程程序分析是程序分析中最基本、最重要的分析技术。它以产品或零件的制造全过程为研究对象，把加工工艺划分为加工、检查、搬运、等待和储存等五种状态加以记录，对产品和零件整个制造过程的详细分析，特别适用于对搬运、储存、等待等隐藏成本浪费的分析。

流程程序分析的工具是流程程序分析图，与工艺程序图相似，但增加了“搬运”、“储存”和“等待”三种符号。如表 2-7 所示。

流程程序分析的具体步骤，同工艺程序分析很相似，主要包括：现场调查，绘制工序流程图，测定并记录各工序中的必要项目，整理分析结果，制订改善方案，改善方案的实施和评价，使改善方案标准化。

表 2-7 流程程序分析

工作名称：_____编号：
开　　始：
结　　束：
研究者：_____日期：_____
审阅者：_____日期：_____

统　计			
项　别	次数	时间/min	距离/m
加工　○			
检查　□			
搬运　→			
等待　D			
储存　▽			

工作说明	距离/m	时间/min	工序系列				
			加工	检查	搬运	等待	储存
			○	□	→	D	▽
			○	□	→	D	▽
			○	□	→	D	▽
			○	□	→	D	▽

2.1.5 线路图分析

线路图是以作业现场为对象，对现场布置及物料（包括零件、产品、设备）和作业，对实际流通路线进行分析，常与流程程序图配合使用，以达到改进现场布置和移动路线，缩短搬运距离的目的。

线路图依比例缩小绘制工厂的简图或车间平面布置图，将机器、工作台等的相互位置一一绘制于图上，并将流程程序图上所有动作，以线条或符号

表示。材料与人员的流通路线用虚线表示，各项动作发生的位置则用符号及数字标示。流动的方向一般以箭头表示。线路图主要用于“搬运”或“移动”路线的分析。

线路图的绘制的具体要求如下：

（1）在同一图面表示加工、装配等程序时，所有在制品的流程均应画出。如在制品种类甚多，可分别采用实线、虚线、点划线以及不同颜色表示，而其移动方向，则以短箭头重叠与各线上。

（2）许多流程由同一路径通过时，将流程数及其重量表示线上，并可用铁钉与不同颜色的丝线表示不同的流程。

（3）表示搬运的方法，可用各类不同的线及不同颜色表示。

（4）线与线的交叉处，应以半圆形线表示避开。

（5）流程遇有立体移动时，则宜利用三维空间图表示。

[例 2-3]　某公司是利用电线组装汽车内部用来连接电气零部件或电动机械的电线卷的企业，该企业是将其制作成一个组合件（汽车用组合电线）的汽车零部件生产厂家。产品工序的概要如图 2-5 所示。

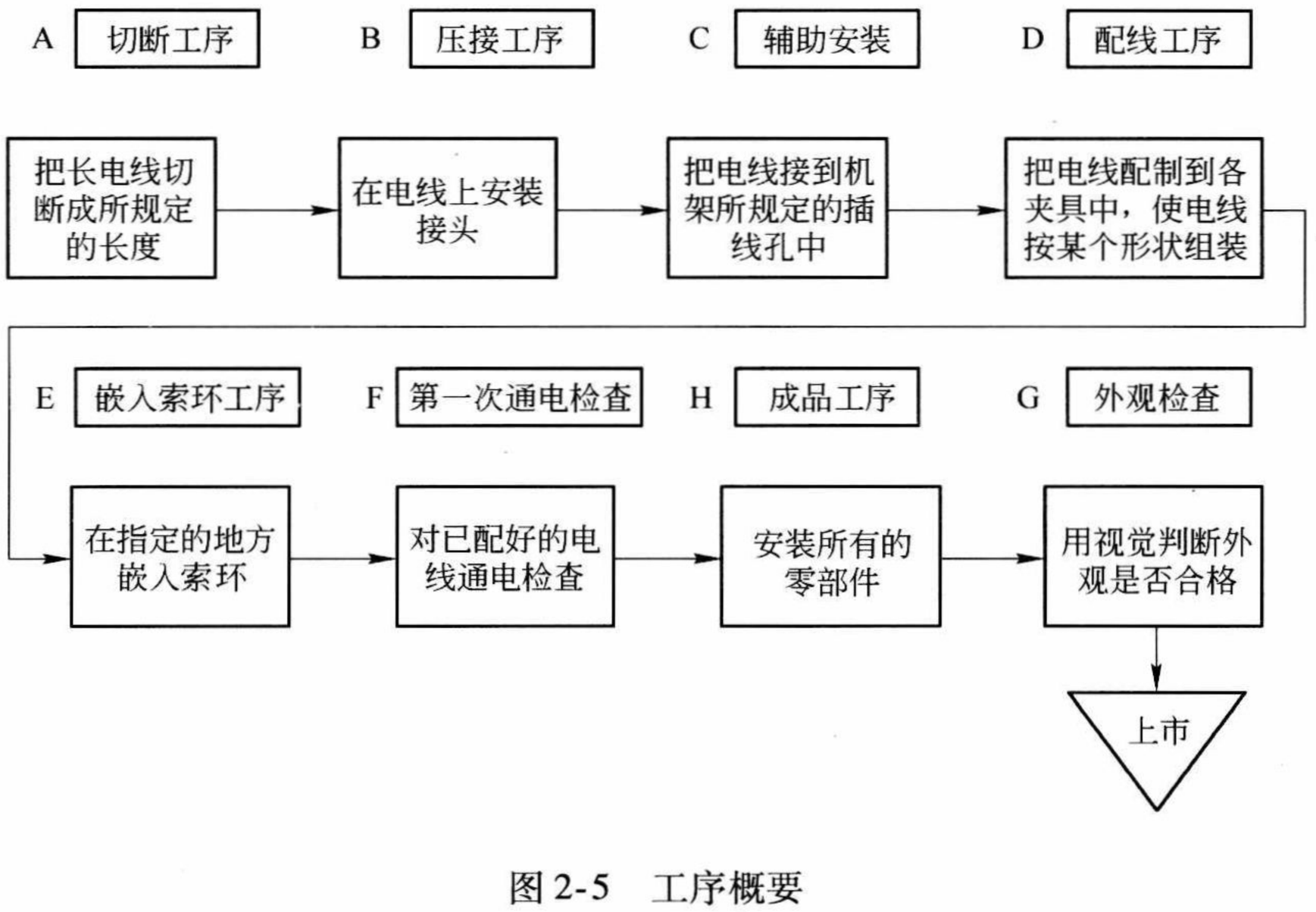


图 2-5　工序概要

流程程序分析：

步骤 1：预备调查：

预备调查对工序流程进行了跟踪调查，通过分析，工序中存在临时放置现象过多。为了改善流程，就必须减少临时放置。

步骤 2 ：绘制流程程序分析图：

表2-8是改善前电线卷组装流程程序分析图，从流程程序流程图中可以看出，组件工序从搬运到仓库保管共有21个工序。

表2-8 改善前电线卷组装流程程序分析

流程程序分析图：人员、物料、设备型

图号：

作图的对象：电线卷的组装

方法：现行方法

地点：组装车间

制表人：　　日期：＿年＿月＿日

审定人：　　日期：＿年＿月＿日

统计表

活动	次数	时间/min	距离/m
操作 ○	5	41.9	
搬运 →	7	1.1	19
等待 D			
检查 □	2	10	
储存 ▽	7	82	

说　明	距离/m	时间/min	人员/人	符号 ○	→	D	□	▽
1. 搬运组件	5	0.16	1					
2. 将电线装入夹具内	／	15	2					
3. 把电线插入机架	／	3	2					
4. 用胶带缠好	／	20	2					
5. 从夹上取出放到手推车上	／	0.3	2					
6. 暂时放置	／	2	1					
7. 移向到嵌入索环台	2	0.16	1					
8. 暂时放置	／	2	1					
9. 嵌入索环	／	0.9	1					
10. 暂时放置	／	3	1					
11. 移向No.1检查台	2	0.16	1					
12. No.1进行检查	／	3	2					
13. 暂时放置	／	10	1					
14. 移向加工台	3	0.16	1					
15. 对加工产品进行组装	／	5	2					
16. 暂时放置	／	5	1					
17. 移向No.2检查台	3	0.16	1					
18. No.2进行检查	／	5	2					
19. 暂时放置	／	60	1					
20. 搬运	5	—	1					
21. 保管	／							
共　计	19	135	27	5	7		2	7

步骤3：测定和记录各工序的必要项目：

调查测定各工序所使用的机器设备、夹具、搬运距离、所需时间、所需人员，并记录在流程程序图上。同时，根据工序安排绘制线路图（改善前），如图2-6所示。

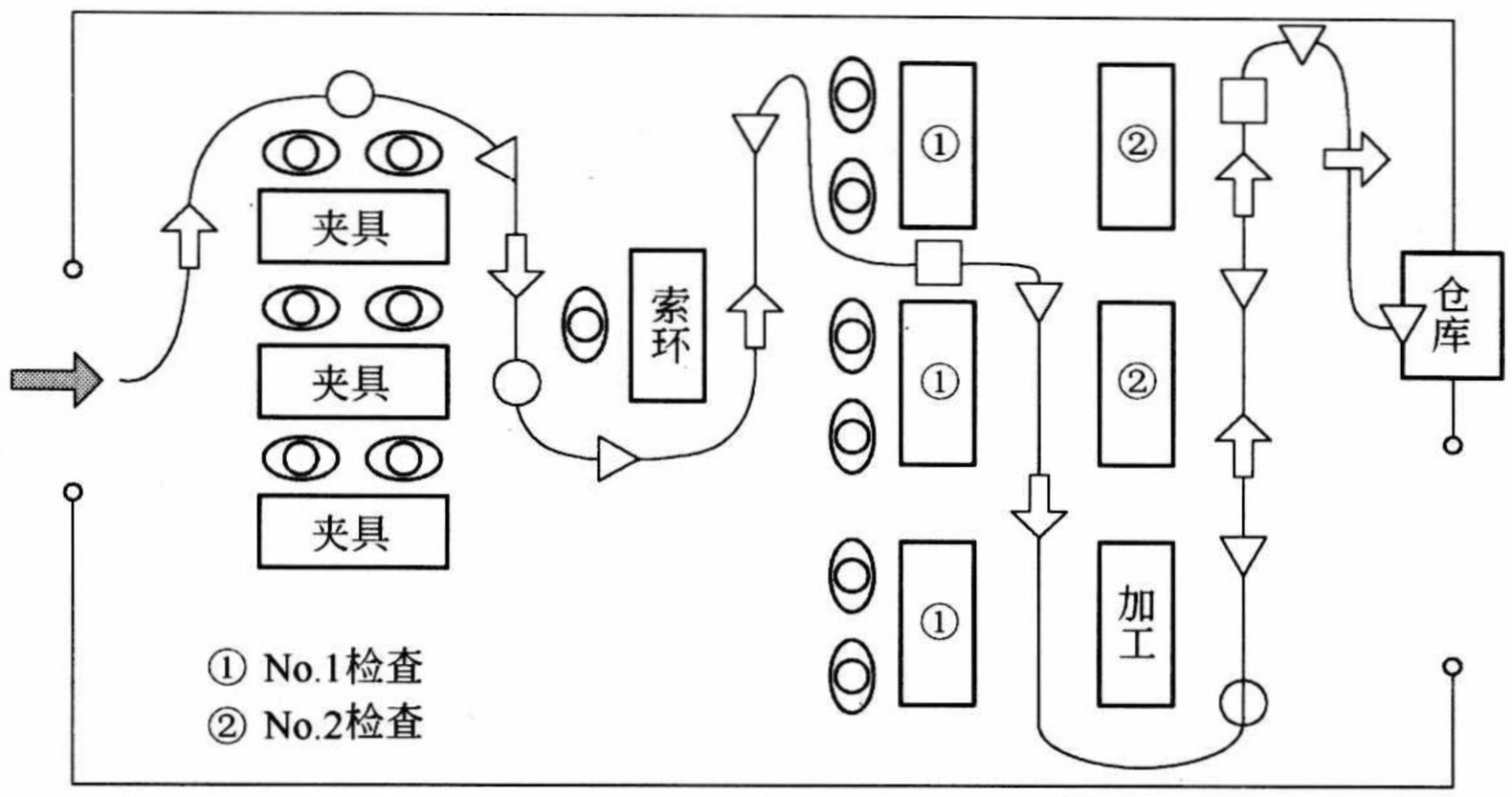


图 2-6　电线卷的组装线路图（改善前）

步骤 4：整理分析结果：

表 2-9 为统计分析表。从以上结果的数字可以看出，临时放置的次数和时间过长。

表 2-9　统计分析表

活　动	工序数	时间/min	距离/m	人员
加工（○）	5	41.9	—	9
搬运（→）	7	1.1	19	8
检查（D）	2	10	—	4
储存（▽）	7	82	—	6
合　计	21	135	19	27

步骤 5：改善方案的制订：根据流程程序分析图和线路图，进行分析改善，最终制定如下改善方案：

（1）由于考虑到电线连接工序最花时间，而线卡嵌入工序之后的作业所用时间很短，且时间分配已经取得基本平衡，决定取消作业流程中的临时放置。通过这种做法，使原来 No. 5 ~ No. 8 的作业用一个搬运工序完成，从而取消了 No. 10 ~ No. 16 的临时放置。

（2）通过改变检查工作台的方向和加工成品台的位置，使作业流程得到改善。

通过以上的改善方案，绘制图 2-7 电线卷组装线路图（改善后）和表 2-10 电线卷组装流程程序分析。另外，其改善方案与改善前的比较如表 2-11 所示。

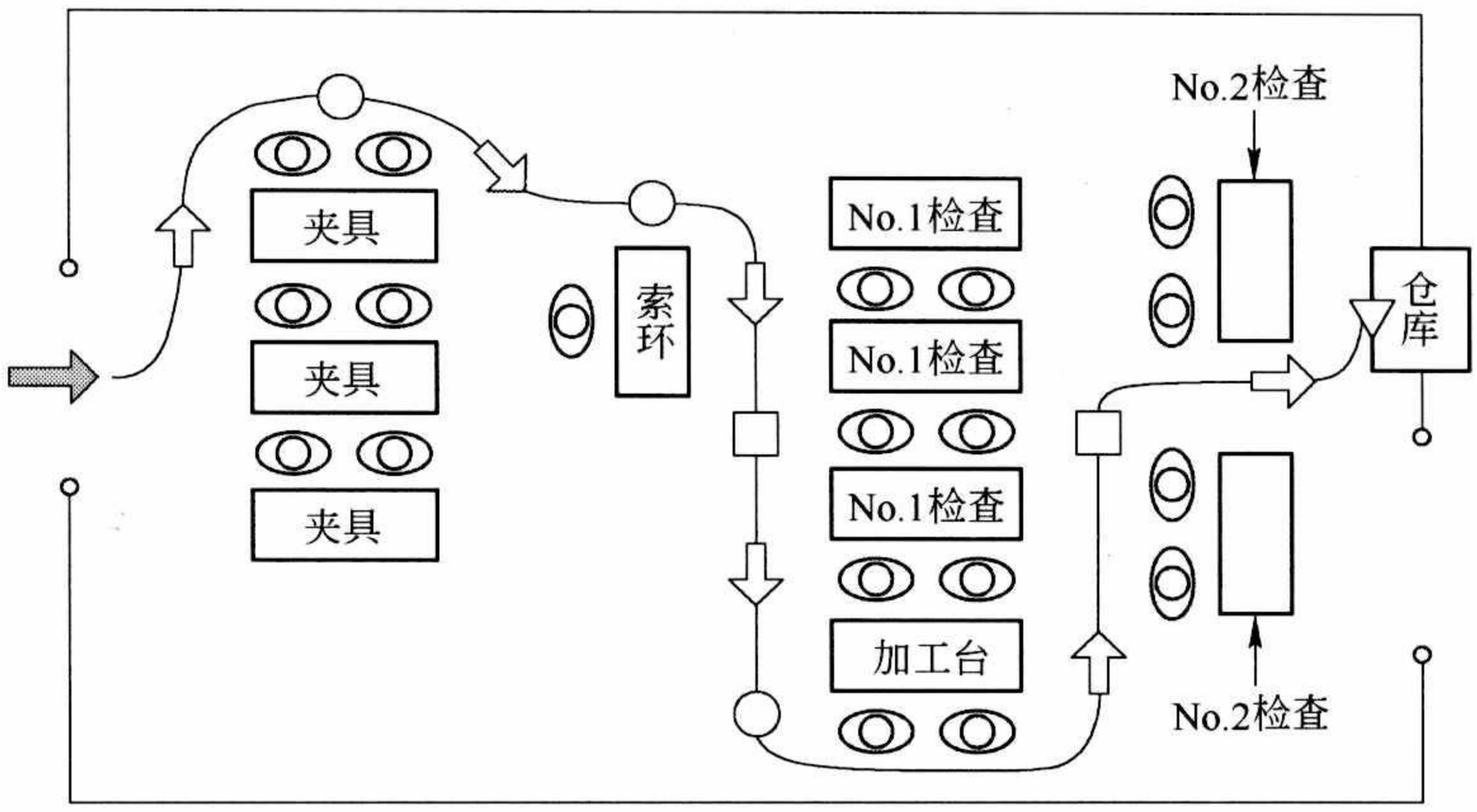


图 2-7 电线卷组装线路图（改善后）

表 2-10 电线卷组装流程程序分析

流程程序分析图： 人员、物料、设备型

图号：

作图的对象：电线卷的组装

方法：改善方案

地点：组装车间

制表人： 日期：＿年＿月＿日

审定人： 日期：＿年＿月＿日

统计表			
活动	次数	时间/min	距离/m
操作 ○	5	41.9	
搬运 →	6	0.88	16
等待 D			
检查 □	2	10	
储存 ▽	2	5	

说 明	距离/m	时间/min	人员/人	符号 ○	→	D	□	▽
1. 搬运组件	5	0.16	1					
2. 将电线装入夹具内	／	15	2					
3. 把电线插入机架	／	3	2					
4. 用胶带缠好	／	20	2					
5. 移向到嵌入索环台	1	0.4	2					
6. 嵌入索环	／	0.9	1					
7. 移向No.1检查台	1	0.08	2					
8. No.1进行检查	／	5	2					
9. 暂时放置	／	5	1					
10. 移向加工台	2	5	1					
11. 对加工产品进行组装	／	0.16	1					
12. 移向No.2检查台	2	3	2					
13. No.2进行检查	／	0.08	1					
14. 搬运	3	5	2					
15. 保管	／		1					
共 计	16	57.78	22	5	6		2	2

表 2-11　改善前后的比较表

工　序	项　目	改善前	改善后	节减
加工	工序数	5	5	0
	时间/min	41.9	41.9	0
	距离/m	—	—	—
	人员/人	9	9	0
搬运	工序数	2	2	0
	时间/min	10	10	0
	距离/m	19	16	3
	人员/人	4	4	0
检查	工序数	7	2	5
	时间/min	10	10	0
	距离/m	—	—	—
	人员/人	4	4	0
储存	工序数	7	2	5
	时间/min	82	5	77
	距离/m	—	—	—
	人员/人	6	1	5
合计	工序数	21	15	6
	时间/min	135	57.78	77.22
	距离/m	19	16	3
	人员/人	27	22	5

结果表明，暂时放置的工序数量和时间都大幅度地减少了，滞留在库的现象也没有了，且通过这种改善，工序流程也得到改善，生产周期得到缩短。

步骤 6：改善方案的实施和评价。

步骤 7：改善方案的标准化。

有关步骤 6 和步骤 7 是在公司上层和作业人员的协助下，为改善方案实施做了必要的准备。实施结果表明：实施过程非常顺利，所取得效果和改善方案所预期的非常接近，时间达标率为 94%（达标率 = 实际效果 73min ÷ 改善预期效果 77.22min×100），其效果如图 2-8 所示。

程序分析是以产品的整个制造过程为研究对象的一种系统分析技术。程序分析采用规定的符号对研究对象从原材料投入到成品出产的全过程进行记录、分析生产流程改进的可能性，并附以辅助分析（加工方法、工具设备、检验、搬运等分析），有效地掌握现有流程的问题点，制定改善方案提高生产效率。程序分析

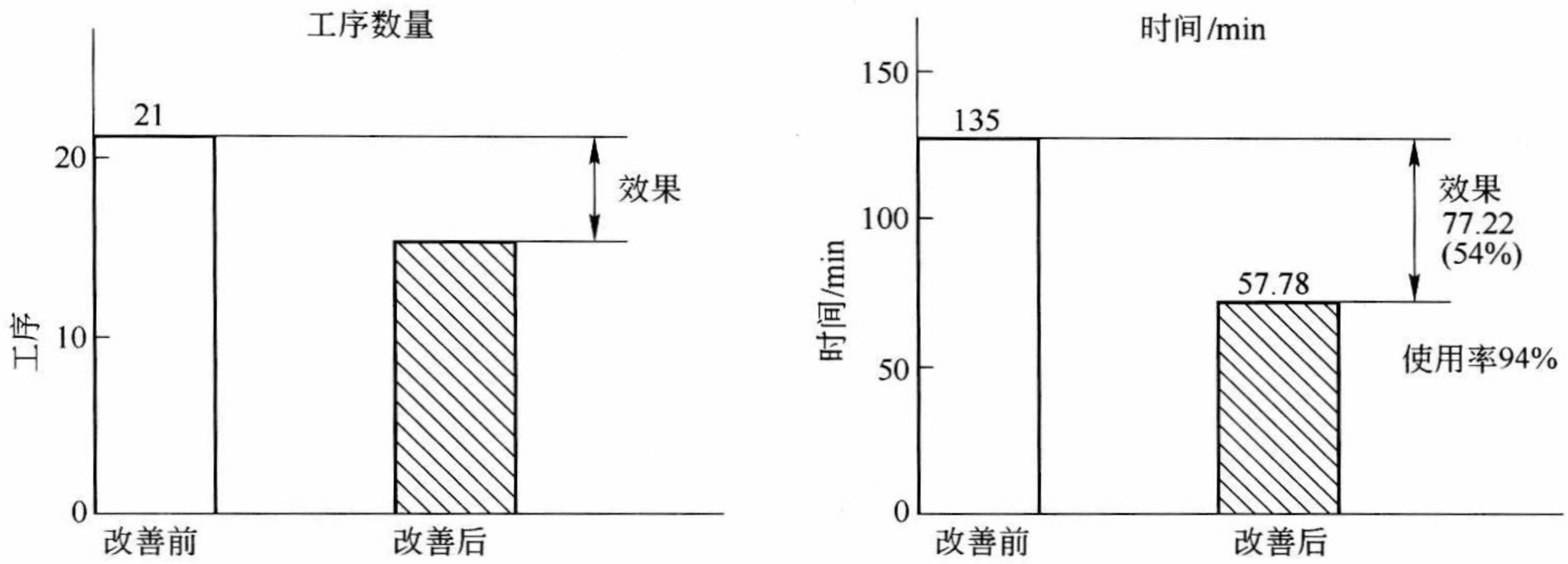


图 2-8 改善效果

技巧主要是 5W1H 提问技术和 ECRS 原则。程序分析主要包括：工艺程序分析、流程程序分析、线路图分析。

从以上案例所应用的情况来看，以上的程序分析技术仍是企业排除生产过程中的不经济、不合理、不均衡现象的最重要方法。

工艺程序分析以生产或工作的全过程为研究对象，只分析“加工”和“检查”工序，主要通过工艺程序分析图对整个生产过程中不合理的工艺内容、工艺方法、工艺程序和作业现场的空间布置进行考查和分析，适用于分析工艺方法、工艺程序的合理性和经济性。

流程程序分析比工艺程序分析更具体、更详细，记录产品生产过程的全部工序、时间定额和移动距离，从而获得生产流程、设备、方法、时间等方面的资料，针对存在的问题提出改善方案，特别适用于对搬运、储存、等待等隐藏成本浪费的分析。根据研究对象不同主要有：物料型流程程序分析和人员流程程序分析。

线路图分析通常是与流程程序分析配合使用的，主要以优化现场设施布置、改变不合理流向、缩短搬运距离为目的。

2.2 动作效率分析与改善

2.2.1 动素分析

2.2.1.1 动作及动作分析的定义

动作是工艺流程和作业的具体实施方法，如寻找、握取、移动、装配必要的目的物，操作者身体各个部位的每一个活动。

动作分析是按操作者实施的动作顺序观察动作，用特定的记号记录以手、眼为中心的人体各部位的动作内容，并将记录表格化，以此为基础，判断动作的好

坏，找出改善点的一套分析方法。

动作意识是在日常工作中对任何作业都抱有问题意识，仔细观察事物，判断动作的好坏，构思设计更好的动作顺序和方法。

2.2.1.2　动作分析的目的及用途

动作分析的目的：

（1）了解操作者身体各部分的动作顺序和方法；

（2）了解以两手为中心的人体各部位是否能尽可能同时动作，是否相互联系；

（3）明确各种动作的目的，动作过程中的必要动作和不必要动作；

（4）了解在必要的作业动作中两手的平衡。

动作分析的用途：

（1）为减轻作业疲劳、提高工作效率找出动作存在的问题；

（2）探讨最适当的动作顺序、方法及人体各部分动作的同时实施；

（3）探讨最合适动作的工、夹具和作业范围内工件、材料、工夹具的位置；

（4）比较顺序、方法改善前后的情况，预测和确认改善的效果；

（5）用记号和图表一目了然地说明动作的顺序和方法；

（6）改善动作顺序和方法，制定最适当的标准作业方法；

（7）提高细微分析动作和判断动作好坏的动作意识。

2.2.1.3　动素及动素分析的概念

吉尔布雷斯将以手、眼活动为中心的基本动作总结为 18 种，并取名为动素。动素是组成所有动作的基本单位。

通过观察手、足动作和眼、头活动，把动作的顺序和方法与两手、眼的活动联系起来详尽地进行分析，用动素记号记录和分类，找出动作顺序和方法存在的问题，单手等待以及不合理动作、浪费的动作等问题并加以改进的一种分析方法。

2.2.1.4　动素的分类及其符号

18 种动素可分为 3 类，如图 2-9 所示。

（1）第一类为有效动素，共 9 种，分析、改善的重点是如何缩短其持续时间。

1）伸手；2）握取；3）移物；4）定位；5）装配；6）拆卸；7）使用；8）放开；9）检查。

（2）第二类为辅助动素，共 5 种，除了非用不可者外，应尽量取消此类动素。

10）寻找；11）发现；12）选择；13）思考；14）预置。

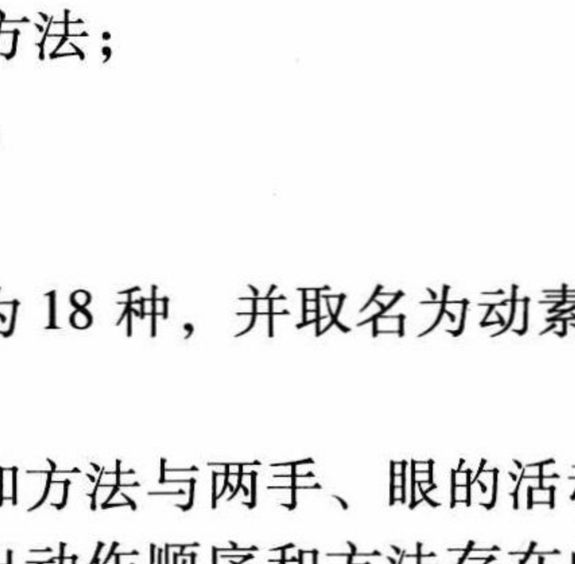


图 2-9　动素同心圆

（3）第三类为辅助动素，共4种，此类动素不进行任何工作，是一定要设法取消的动素。

15）拿住；16）不可避免的延迟；17）可以避免的延迟；18）休息。

动素的其他分类简介：

中国台湾的周道教授将动素用4个同心圆表示，第一圈为中心圈，为核心动素；第二圈为常用动素，是改善的对象；第三圈为辅助性动素，操作中越少越好；第四圈（最外圈）为消耗性动素，应尽可能予以取消。

2.2.1.5 动素分析的目的及用途

动素分析的目的：

（1）把动作分类归纳成18种基本动作，了解每个动作的过程和状态，明确动作顺序、方法与双手、眼、足、头等人体各个部位动作之间的关系；

（2）把握人体各部位是否同时动作；

（3）确认各动作的合理性，找出存在的浪费、不合理性和不稳定性；

（4）区别必要动作、辅助动作和不必要动作，找出产生后两类动作的原因。

动素分析的用途：

（1）探讨高效易行的工作方法；

（2）探讨最适当的动作顺序；

（3）作为作业安排、手工操作夹具化和夹具改善的参考资料；

（4）分析改善前后的效果，比较两个以上作业的动作顺序和方法；

（5）用动素符号记录正确详细地说明双手和眼的动作；

（6）制定最正确的易于操作的标准作业方法；

（7）培养出操作者的动作意识。

2.2.1.6 动素分析的方法

（1）找出作业中存在的问题，决定应进行动素分析的作业。

（2）动素分析的准备：

1）工具准备：动素分析表、记录纸、秒表、卷尺；

2）思想准备：事前应充分理解和掌握作业内容。

（3）动素分析的实施：

1）在动素分析表中填写必要的事项；

2）观察、分解、记录动作；

分析方法分两步：多次观察作业，掌握大致情况，在记录纸上归纳出要素作业。

按作业的顺序记录相应的双手活动，把各作业要素以动素为单位进行分解，在动素分析表中的相应栏目中填写动素名与动素记号。

3）整理分析结果，填写总结表；

4）填写作业现场布置图。

（4）讨论分析结果，确定改进方案。

2.2.1.7　动素分析的应用场合

（1）探讨高效易行的作业方法；

（2）探讨最适当的动作顺序；

（3）作为讨论最适当的工夹具与作业环境布置安排时的参考资料；

（4）制定正确易行的标准作业方法；

（5）培养动作意识。

[例 2-4]　锡焊作业，如图 2-10 所示。锡钎焊作业动素分析如表 2-12 所示。

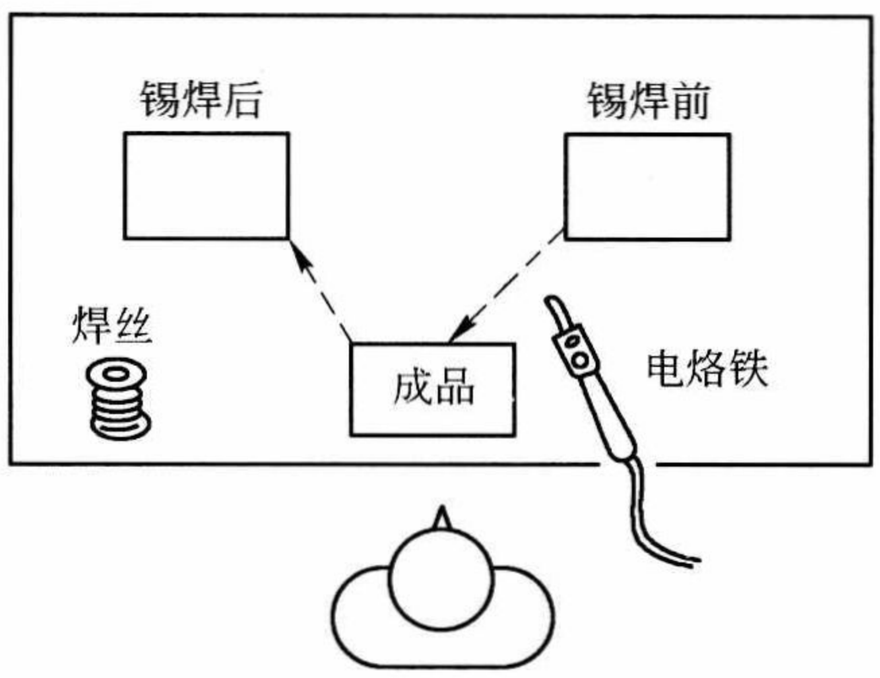


图 2-10　作业现场布置图

表 2-12　锡钎焊作业动素分析表

左　手	动　素			右　手
伸到工件处	⌣	1	⌣	伸到工件处
抓起工件	∩	2	∩	抓起工件
移动工件到成品堆放处	⌣	3	⌣	移动工件到锡钎焊处
放开	⌣	4	⌣	放开
等待	∧	5	⌣	伸手到电烙铁处
等待	↓	6	∩	握取电烙铁
移动	⌣	7	⌣	移动电烙铁
对准电路板（定位）	U	8	U	对准电路板（定位）
锡焊作业	9	9	9	锡焊丝作业（使用）
放回焊丝	⌣	10	↓	锡焊丝作业（使用）
等待	∧	11	⌣	移动电烙铁
等待	↓	12	⌣	放开电烙铁

要素作业包括：

（1）双手取工件（左手同时拿焊丝）；

（2）右手用电烙铁锡焊焊工件；

（3）放下电烙铁把工件放回成品堆放处。

2.2.2 动作经济原则

动作经济原则是为了以最低限度的疲劳获取最高的效率，寻求最合理的动作作业时应遵循的原则。根据这些原则，任何人都能检查作业动作是否合理。

2.2.2.1 动作意识及三要素

动作意识包括：

（1）明白合理动作与不合理动作的区别；

（2）明确动作错误的原因，判断合理动作；

（3）全身心投入动作研究，思考合理动作方法，作业配置和工夹具。

动作的三要素：

（1）动作方法；

（2）作业现场布置；

（3）夹具与机器。

2.2.2.2 动作经济的四条基本原则、作用及目的

动作经济的四条基本原则有：

（1）减少动作数量：

1）是否有多余的搜索、选择、思考和预定？

2）是否便于抓取和装配？

3）对第二、三类动作，必须考虑减少和取消的改进措施。

4）对第一类动作，应探讨通过使用夹具，改变动作顺序来缩短动作时间，轻松作业。

（2）双手同时作业。对于简单作业可以同时使用双手和足，既可以提高工作效率，又保持身体的平衡，减少疲劳。

（3）缩短动作的距离。是否存在不必要的大动作来进行作业？特别是取放物品的距离是否过大？

（4）轻松作业。

1）能否减少基本动素数？

2）是否处于难以操作的不合理姿势？

3）是否需要大力气的动作？

4）改进动作不仅提高作业效率，还必须考虑作业的舒适性。

动作经济原则的作用包括：

（1）回归到动作方法应有的基础上，从作业中找出不符合动作经济原则之处，把握作业动作上存在的问题。

（2）用动作经济的原则核查动作方法、作业现场布置、夹具和机器，把握改善的要点。

动作经济原则的应用目的有：

（1）发现作业动作中不满足动作经济原则之处，取消动作中存在的不合理、不稳定和无用的动作。

（2）取消作业中容易造成疲劳和失误的因素，使操作者保持良好的状态，有节奏地进行作业。

（3）掌握动作经济原则，提高动作意识、问题意识和改善意识，经常构思和运用高效的作业分析。

动作分析是由吉尔布雷斯夫妇首创，其实质是研究分析人在进行各种操作的细微动作，删除无效动作，使操作简便有效，以提高工作效率。

动作分析常用动素分析法，其通过观察手、足动作和眼、头活动，把动作的顺序和方法与两手、眼的活动联系起来详尽地进行分析，用动素记号记录和分类，找出动作顺序和方法存在的问题，单手等待以及不合理动作、浪费的动作等问题并加以改进的一种分析方法。它由 18 个基本动作构成，对每个动作应深入和细致地掌握其定义、分析要点和改善方法，用 18 个动素符号记录双手动作内容，绘制出动素图，最终达到将工作中所用的各个动素逐项分析和改进的目的。

动作经济原则是为了以最低限度的疲劳获取最高的效率，寻求最合理的动作作业时应遵循的原则。根据这些原则，任何人都能检查作业动作是否合理。动作经济原则有四条：

（1）减少动作数量；

（2）双手同时作业；

（3）缩短动作的距离；

（4）轻松作业。

每一条都从人与动作方法、作业现场布置和工夹具与机器等三方面加以分析改进。运用动作经济原则可发现作业动作中不满足动作经济原则之处，取消动作中存在的不合理、不稳定和无用的动作，取消作业中容易造成疲劳和失误的因素，使操作者保持良好的状态，有节奏地进行作业，提高动作意识、问题意识和改善意识，总之，运用动作经济原则，可帮助发掘问题和提供建立新方法的方向，需要在实际生产和生活中细心体会，灵活运用。

2.3　作业测定

作业测定技术主要包括：秒表时间法、工作抽样法、预定时间标准法（MOD 法）等，其中秒表时间法、工作抽样法需要到生产现场去测定，而预定时

间标准法是预先知道动作情况下求得作业时间的方法。

传统意义上来说，作业测定是根据方法研究所确定的方法标准来制定时间标准，如通过秒表时间研究测定观测时间，评比并宽放后求得标准时间；通过模特法直接得到正常时间，宽放后得到标准时间；通过工作抽样可以得到宽放率等。

然而，从以上案例所应用的情况来看，以上作业测定技术还扮演着发现并解决作业问题的角色。例如，通过秒表时间研究发现作业单元的不合理性；通过模特分析法发现作业中的无效动作或双手操作的不平衡性等；通过工作抽样可以发现产生非工作情况的原因等。

从应用方面来说，三者适用的对象不尽相同。秒表时间研究多用于某一工位时间的测定，对于动作单元的划分较粗糙；而模特法对于动作单元的划分要细致得多，最小的动作单元只有0.129s，因此，它比较适用于精细动作的测定；至于工作抽样，它较多的是针对一条或几条生产线的生产情况进行调查，所考察的对象多为周期长或重复性小的作业。

2.3.1 作业测定概述

作业测定是运用各种技术来确定合格工人按现定的作业标准，完成某项工作所需的时间。它是采用时间研究、工作抽样、预定时间标准法、标准资料法等特定的程序和方法，来研究完成一定的作业所需标准时间性的一种方法。

作业测定可以应用于以下几个方面。

（1）比较各种工作方法的效果；

（2）平衡作业组成员之间的工作量；

（3）决定每个作业人员能操纵的机器数；

（4）提供编制生产计划和生产过程的基础资料；

（5）提供估算产品价格、销售价格和交货合同的基础资料；

（6）确定机器利用率和劳动定额，并可作为制定奖励办法的基础；

（7）提供成本管理的资料。

标准时间是指在标准作业状态下以正常速度完成特定作业任务所需要的时间。标准时间的计算公式为：

$$\text{标准时间}=\text{观测时间}\times\text{评定系数}\times(1+\text{宽放系数})$$

$$\text{评定系数}=\text{实际速度评定值}\div\text{正常速度评定值}$$

$$\text{宽放系数}=\text{宽放时间}\div(\text{观测时间}\times\text{评定系数})$$

2.3.2 时间研究

2.3.2.1 时间研究概述

时间研究也称秒表时间研究、直接时间研究或密集抽样时间研究，是以秒表

为工具，在一段时间内，连续不断地直接测定某一操作者作业的一种作业测定技术，旨在决定一位合格、训练有素的操作者，在标准状态下对一特定工作正常速度操作所需要的时间。

时间研究的步骤为：

（1）收集资料；

（2）划分操作单元；

（3）决定观测次数；

（4）实施观测；

（5）对观测时间评比；

（6）计算宽放时间；

（7）制定标准时间。

2.3.2.2　单元划分的原则

（1）不影响精确观测记录前提下，每一操作单元的时间越短越佳。但每单元的时间必须在0.04min（2.4s）以上（太短无法记录）。

（2）操作时间和机器工作时间分开。机动时间一般不必加以评比，只需记录人操作的时间。

（3）与单元之间的界限要分清，使每个单元得以准确地测定。每一单元的起终点要易于辨别，最好在单元的终点有明显的声音。如无声音，则以明显易辨的动作作为划分点。所有划分单元的标准，在一个企业内应是一致的。

（4）确定划分不变单元与可变单元。不变单元是指在各种情况下，其操作时间基本相等。可变单元的操作时间，系指因加工时对象的尺寸、大小、重量等的不同而不同。

如焊接操作，手拿焊枪应视为不变单元，而焊接焊缝所需时间则随焊缝的长短而变化，因此焊接单元应视为可变单元。

（5）单元与间歇性单元要划分清楚。规则单元是加工每个工作件都有规则地出现的单元。间歇单元是在加工过程中偶尔出现的单元。由于间歇单元可能偶尔出现在规则单元之内，也可能偶尔不在规则单元之内，故在观察记录时，如不将其划分清楚将会引起混乱。

（6）搬运时间应与其他单元分开。因为材料搬运时间受工地布置的影响大，故应单独研究。

2.3.2.3　测时记录

时间研究的准备工作与划分单元完成后，即可开始进行测时。时间研究人员选择的观测位置，必须既能清楚地观测操作者的动作，又不妨碍或干扰其工作，还能方便地观测秒表和在表格上记录。

（1）连续记录法。在整个研究持续时间内，秒表不停地连续走动，直到整

个研究结束为止。观测者将每个操作单元的终点时间读出，记录在表格内。研究结束后，将相邻两个单元的终点时间相减，即得到操作单元实际持续时间。

（2）归零测时法。在观测过程中，每逢一个操作单元结束，即按停秒表，读取表上读数，然后立即将秒表指针快速回到零点，在下一个操作单元的开始点，所以秒表指针归零后要立即启动。

2.3.2.4 剔除异常值

记录之后即着手计算和综合。首先应计算各单元的平均值，但在计算平均值之前，必须检查分析并剔除观测数值内的异常值。

剔除异常值的最常用的方法——三倍标准差法。三倍标准差法计算方法：

平均值 $X = (x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n)/n$

标准偏差 $\sigma = \{[(x_1 - X)^2 + (x_2 - X)^2 + \cdots + (x_n - X)^2]/n\}/2$

在平均值$\pm 3\sigma$ 的范围内为正常值，否则为异常值，应以剔除。

2.3.2.5 决定观测次数

在观测时，确定观测次数是关键。次数过多，则造成浪费；次数太少，则不足以求其平均数与标准差，代表该单元的时间。常用方法：误差界限法（error limit）。

先对某操作单元试观测若干次，求其平均数与标准数，再按可允许的误差界限求应观测的次数。该法是基于假定所有观测时间值的变化均属于正常波动，可视其为正态分布，在异常值已经剔除后，仍有相当的观测值样本数。

计算观测次数 N 的公式如下（误差为±5%，可靠度为95%）：

$$N = \left[40\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} X_i^{\,2} - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2} \Big/ \sum_{i=1}^{n} X_i\right]^2 \tag{2-1}$$

式中 X_i——每一次秒表读数；

N——试行先观测的次数。

2.3.2.6 计算正常时间

正常时间是指以正常速度完成一项作业或操作单元所需的时间。前面步骤已经求出操作者完成某单元的实际时间，但是该时间仅为操作者完成操作所需的平均时间，操作者的操作速度可能比标准动作快，也可能比标准动作慢。所以不能直接将上述时间认为是操作者以正常速度操作所需的时间。必须对操作者的作业进行评定，并以此对观测时间进行修正，使操作所需的时间变为不快不慢的正常时间。

A 评比概念

何谓“评比”就是时间研究人员将所观测到的操作者的操作速度，与自己理想中的理想速度（正常速度）作一想象的比较。根据评比的定义可知建立理想速度（正常速度）的方法，时间研究人员必须能在自己头脑中建立一个理想

的速度，然后再根据这个理想速度去评比操作者动作的快慢。

理想速度的建立，有以下几种国际公认：

（1）走行。平均体力的男子，不带任何负荷，在平直道路上以 4.8km/h 的速度行走。

（2）分发扑克牌。30s 内将 52 张扑克牌分成 4 堆的速度 230mm 和 80mm 为发牌起点到终点的位置。

（3）插销子。将 30 只销子插入 30 个孔内，用 0.41min 的速度。

时间研究人员必须通过训练，逐渐在自己头脑中建立起正常速度的标准。以便正确判断。

B　评比尺度

评比时需将观察操作者的速度与理想速度作精确的比较，所以必须有具体的数字表示其快慢，为了达到这个目的，就必须有一个评比尺度。常用的速度评比尺度有三种，即 60 分法、100 分法和 75 分法，或称“点”。通常采用前两种，最后一种则为欧洲国家普遍采用，尤其是英国用的多。

C　化观察时间为正常时间

正常时间的公式为：

$$\text{正常时间} = \text{每个操作单元的观测时间} \times \frac{\text{时间研究人员的评比}}{\text{正常评比}}(\text{即评比率})$$

D　评比时应注意的事项

评比最主要的作用，是将观测时间修正为一不快不慢，在正常情况下所需的时间。在实际应用中，还必须注意以下几点：

（1）有效操作速度；

（2）用力大小；

（3）困难操作的评比；

（4）需要思考操作的评比。

E　决定正常时间的代表值

决定正常时间的代表值有两种方法：

（1）每个单元的观测时间乘以每个单元的评比百分率（时间研究人员的评比/正常评比），相加并除以观测次数。

（2）选用最常发生的观测时间乘平均评比值（将每次操作单元的评比值加起来，再除以观测次数，即为平均评比值）。

2.3.2.7　宽放时间

在制定操作时间时，合理地确定宽放时间是很重要的，但又无法制定一种适合所有情况而被普遍接受的宽放时间，因为宽放时间与操作者的个人特征、工作

性质和环境因素有关，必须根据具体情况进行分析。目前有关宽放种类划分方法不同，但通常划分为私事宽放、疲劳宽放、程序宽放、特别宽放和政策宽放五种。分别为：

（1）私事宽放，主要考虑工人生理上的需要，如喝水、擦汗等，一般占正常时间的2% ~5%。

（2）疲劳宽放，分为生理疲劳和心理疲劳，无论哪种疲劳都会影响工作效率，所以必须给一定的宽放时间，以恢复疲劳。

（3）程序宽放，操作中无法避免的延误所需要的宽放时间，这种宽放为补偿操作者因从事的操作内发生强迫等待的时间。

（4）特别宽放，按发生的情形可分为周期动作宽放时间，干扰宽放时间和临时宽放时间。

（5）政策宽放，作为管理政策上给予的宽放时间。

[**例2-5**] DVI24pin&VGA15pin的生产过程共有20道工序（其中端子折弯只是部位不同，操作基本雷同，以此3次折弯作为一道工序来研究）。步骤如下：

（1）准备好秒表等工具后进行现场时间测定。

（2）对测定的时间数据进行检验，剔除其中的异常值。

（3）剔除异常值后对观测记录数据求取算术平均值，即为观测时间。结果见表2-13。

（4）确定速度系数和难度系数，确定各工序的评比系数。见表2-14。

（5）根据确定的宽放系数，企业允许的宽放为0.13。

按照公式，得出产品的标准时间见表2-15。

表2-13 观测时间 (s)

工序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OT	1.35	21.36	18.19	19.10	20.01	8.99	9.03	9.12	9.12	3.61
工序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
OT	7.26	8.87	12.48	8.42	8.81	10.64	9.24	6.28	7.92	31.89

表2-14 评比系数

工序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
难度系数 X	1.16	1.20	1.09	1.09	1.09	1.16	1.09	1.12	1.16	1.16	1.12
速度系数 Y	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
$V=XY$	0.99	1.02	0.93	0.93	0.93	0.99	0.93	0.95	0.93	0.93	0.95
工序	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
难度系数 X	1.16	1.16	1.19	1.09	1.09	1.22	1.12	1.22	1.16	1.24	1.11
速度系数 Y	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
$V=XY$	0.99	0.99	1.01	0.98	1.01	0.93	1.04	1.04	1.01	1.01	0.94

表 2-15　标准时间一览表

工序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OT	1.50	24.62	19.05	20.00	20.95	10.01	9.45	9.81	9.54	3.78
工序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
OT	7.81	9.88	13.91	9.62	9.77	12.11	9.68	7.30	9.02	34.00

根据秒表时间研究法结果对工序内容和作业方法进行了改进，需改善动作的地方有：

（1）取消检验铁支架作业。在产品生产的初期阶段，由于电镀技术和包装运输方式不成熟所造成产品的不良率较高，因此决定对该部件实行全检。后经过与研发部门和电镀供应商一起经过一段时间的研究和改善，电镀不良和运输过程中的划伤已经基本得到控制，经过抽样检查上线不良率控制在 0.25% 以内，质量状况持续稳定。因此决定取消检验作业。

（2）DVI 端子裁切。在产品试产和量产初期采用的是较为落后的气动裁床，作业效率较低，对应单个成品作业时间为 34.08s，而且仅有一台此类机器，所以严重限制了产能，成为该产线的“瓶颈”，依此速度计算，最大产量仅能达到 1160pcs/11h（pcs 是指量的单位，一般指复数）；并且物料进给要靠手动完成，存在较大的安全隐患，所以必须着力进行改善。拧、打螺钉作业包括：拧螺钉1×4 和用电动螺丝刀旋紧螺钉。工序时间达 53.79s，配有两个电动螺丝刀，循环时间为 26.84s，成为继端子裁切后的又一瓶颈。经过分析该作业决定首先将拧螺钉和打螺钉两个作业单元分解为两道工序，这样就简化了作业，降低了作业难度和中间的转换时间。将该作业的 SOP（标准作业程序）进行补充，规定了该作业螺钉只需旋进一圈（旋转两次，每次 180°）。由此该工序的作业时间降低至 12.56s。至此该组装螺钉的工序时间由原来的 53.79s 降至现在的 23.39s，效率提升 130%。在此改善的过程中应用到了 5W1H、ECRS 和动作分析技术。

（3）组装铁支架、4.5 铆钉和铁壳作业。此作业内容较为复杂，中间转换时间较多，并且由于铁壳合 DVI 塑胶主体配合较松，容易在进行下一操作拿起时掉落。为了提高作业的效率，采取了 ECRS 中简化作业操作和重排改进，即：将作业分解为组装 DVI24pin 铁支架和组装 4.5 铆钉两道工序，组装铁壳动作单元排入下一工序（铆合 DVI 铁壳合铆钉作业）。经过这一改善后完成组装铁支架、4.5 铆钉和铁壳及铆合作业的工序时间由原来的 44.35s 降至 27.72s，作业效率提升 60%。

（4）O/S 测试作业的动作改善。在完成上述动作改善后发现，O/S 测试作业作为生产过程中的关键工序，其作业效率的高低和作业时间的长短直接影响着整条生产线的效率，因此应对其操作过程进行分析，力图在现有生产技术条件下能

够有所突破。

经过分析确定以下改善方案：

（1）左手利用测试等待时间取待测产品；

（2）由于测试机底座较紧，放入和取出产品时需双手操作，为了能使用单手操作对底座进行改进，是单手即可轻易取放产品；

（3）强调左右手同时操作，在右手放置已经测试的产品时，左手将待测产品放入底座，做好测试准备。改善后工序时间降为126.2TMU（$1h=1\times10^5TMU$），较之前缩短69.8TMU，最大产能提升55.6%；

（4）过PCB板取消检验的动作：此处的检验动作与紧接着的终检作业又重复操作，取消该作业中的全检动作，仅检查鱼叉。

改善后取得的效果有：

（1）改善后的工序时间和标准时间。经过一系列改善及对工时的重新测定，得出了新的时间标准，在应用新的标准时间对生产线进行平衡，得出该线的标准产能、最佳人力配置。经过一系列改善后，该生产线的产品的节拍时间为10.01s，标准人力为31人，时均产量为11.60pcs，产品的工序时间为258.36s，标准时间为310.31s，平衡损失率为16.74%，生产趋于平衡。

（2）改善前后的总的效率对比。经过对比可以发现产品的工序时间和标准时间都得到大幅缩减，缩减比例都在40%。

2.3.3 预定时间标准

预定时间标准法，是将人所进行的全部作业分解成几个基本动作，对各基本动作按其性质和条件，代换成预先规定的时间值，以此来确定标准时间的方法。目前，按照同一原理发展起来的具体预定时间标准法有40多种，其中较著名的有时间测定法、工作因素法、工作因素简易法、模特法等。

这里主要介绍模特法。模特法的基本动作仅为21种，用一张模特排时法基本图可全部表示，如图2-11所示。其中1MOD(模特)=0.129s，动作时间值为一次MOD数的整数倍。

[例2-6] 用模特法分析、平整6206轴承装配流水线。6206轴承零部件有外圈、内圈、钢球、保持架及铆钉，其装配程序为检测轴承外圈外径公差范围检测、轴承内圈内径公差范围、外圈、内圈与钢球的组装、检测径向游隙、保持架装铆钉，外圈、内圈及钢球组装件与保持架的组装、冲压、检查外观、清洗、检测振动、包装入库。现用模特法对第一道工序至冲压工序共7道工序进行分析、平整。

第1工位：第1工位检测轴承外圈外径公差范围，双手活动范围为350mm。

作业前应准备轴承外圈周转箱、外圈放置工作台和外圈外径测量仪表。

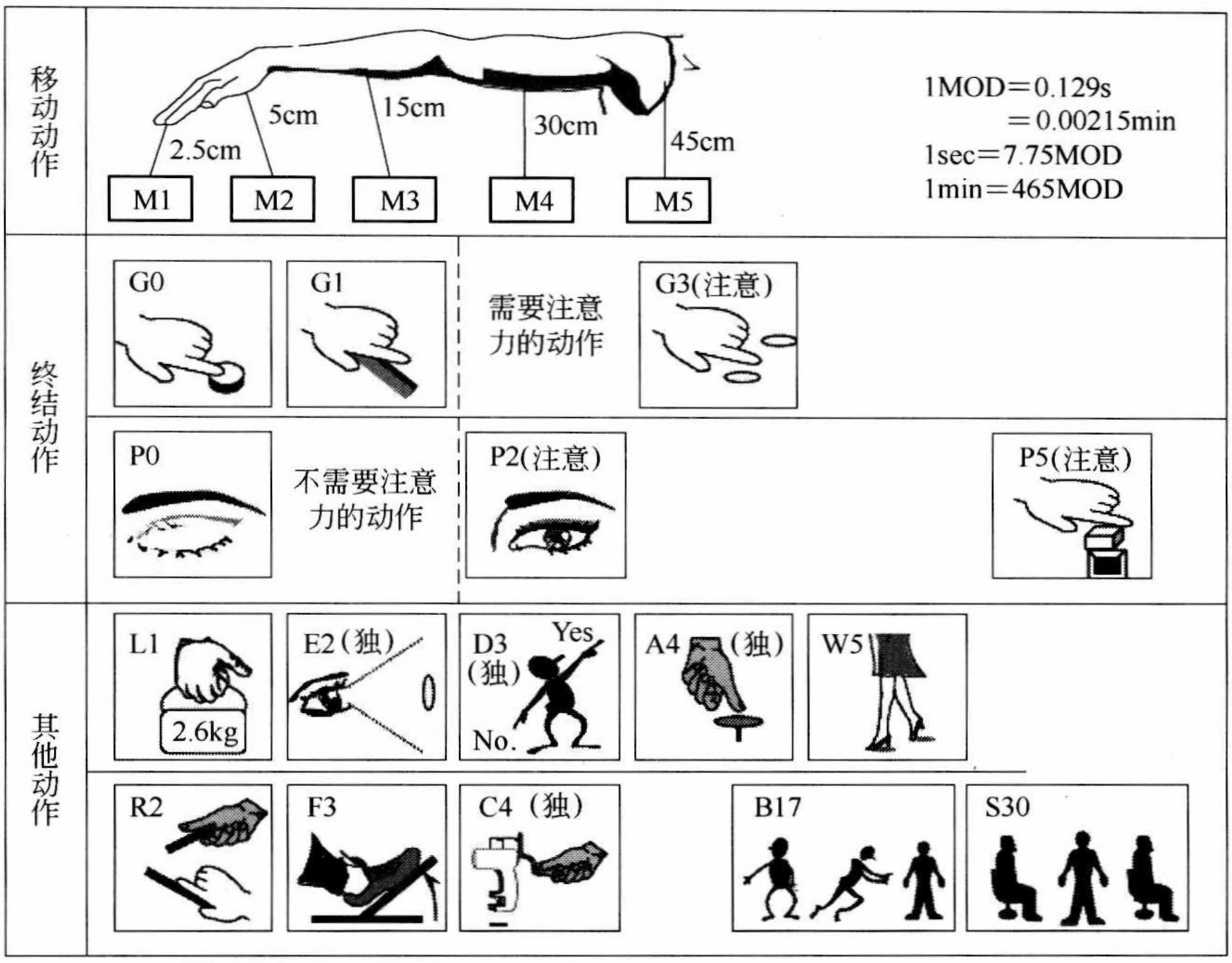


图 2-11　模特法符号及意义

（1）作业要素说明。

1）待检测外圈放于右手 300mm 范围内，已检测外圈放于左手 300mm 范围内，右手从储存处取外圈至身前放于仪表测量处。

2）装配工目视仪表判断外圈外径公差是否在规定范围，右手指旋转外圈后，再目视仪表判断公差范围。因右手旋转外圈不到 1/2 周，所以不作为旋转动作。

3）把检测过的外圈，根据其外径的公差值进行分类堆放。

（2）动作因素分析。第 1 工位动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-16。

（3）平整意见。检测过的外圈堆集在工作台上，装配工左手将外圈放于储存处时必须目视，伸直手臂将外圈根据公差范围分类放于储存处，其动作为 M4P2。如果外圈运输及时，则装配工动作为 M3P0，并且和第一单元的右手动作同时进行，则第 1 工位的模特数为 27，时间为 3.483s。

将检测过的内圈由手推车送至第 3 工位。

第 2 工位：该工位检测轴承内圈内径公差范围，双手活动范围为 350mm。准备好轴承内圈周转箱、内圈放置工作台和内圈内径测量仪表。

（1）作业要素说明。

1）将待检测内圈放于右手 300mm 范围内，已检测内圈放于左手 300mm 范围内，右手从储存处取内圈至身前，放于仪表测量处。

表 2-16 第 1 工位动作因素分析

作业内容	检测外圈外径公差范围			工作地布置位置			
MOD 数	33	时间	4.257s				
定员	2						
单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	持住仪表			9	1	M3G1 M3P2	至储存处取外圈至身前，放于仪表上
2	持住仪表			5	1	E2D3	目视仪表，判断公差范围
3	持住仪表			1	1	M1G0	右手指旋转外圈
4	持住仪表			5	1	E2D3	目视仪表，判断公差范围
5	用右手取外圈	M3G1	1	7	1	M3G1 M3P0	将外圈交于左手
6	将外圈放于储存处	M4P2	1	6			

2）装配工目视仪表判断内圈内径公差是否在规定的公差范围内，右手指旋转内圈后，再目视仪表判断公差范围。因右手指旋转内圈不到 1/2 周，所以不作为旋转动作。

3）把检测过的内圈，根据其内径的不同公差值进行分类堆放。

（2）动作因素分析。该工位动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-17。

（3）平整意见。平整意见同第一工位。

第 3 工位：该工位进行外圈、内圈及钢球的组装，根据内外圈公差范围相配套，内圈放于外圈中，并堆集在工作台上，双手活动范围 350mm。

准备好内、外圈放置工作台、钢球储存箱和长 150mm，ϕ3mm 的铜棒一根。

（1）作业要素说明。

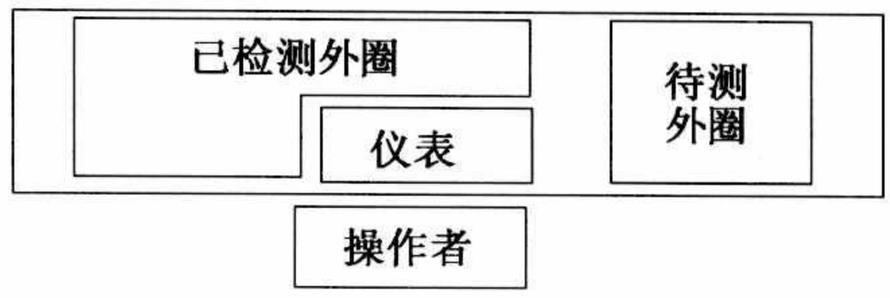
1）左手至内、外圈储存处取内、外圈至身前，右手至钢球储存箱取钢球至身前放于内、外圈中，两手动作可同时进行。

将检测过的内圈由手推车送至第 3 工位。

2）左手移动内圈，右手持铜棒拨动钢球使其进入内、外圈沟道中，因右手旋转没有超过 1/2 周，所以不采用旋转动作 C4。

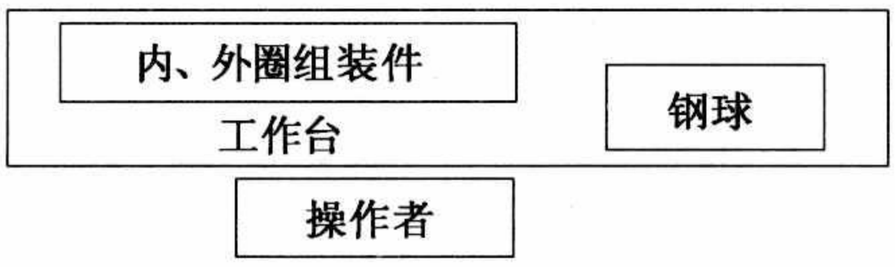
（2）动作因素分析。第 3 工位动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-18。

表 2-17　第 2 工位动作因素分析

作业内容	检测内圈内径公差范围			工作地布置位置	
MOD 数	33	时间	4.257s		
定员	2				

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	持住仪表			9	1	M3G1 M3P2	至储存处取外圈至身前，放于仪表上
2	持住仪表			5	1	E2D3	目视仪表，判断公差范围
3	持住仪表			1	1	M1G0	右手指旋转外圈
4	持住仪表			5	1	E2D3	目视仪表，判断公差范围
5	用右手取外圈	M3G1	1	7	1	M3G1 M3P0	将外圈交于左手
6	将外圈放于储存处	M4P2	1	6			

表 2-18　第 3 工位动作因素分析

作业内容	内圈、外圈及钢球组装			工作地布置位置	
MOD 数	19	时间	2.451s		
定员	1				

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	至内外圈储存处取内外圈并至身前	M3G1 M3P0	1	9	1	M3G1 M3P2	至钢球储存箱取钢球并至身前放入内外圈中
2	手指移动内圈	M1G0	1	3	3	M1P0	持钢棒拨动钢球使之分布于沟道中
3	将装配件放于储存处	M1G1 M3P2	1	7	1	M3P0	至钢球储存箱等待下一件工作

将该工序组装件由手推车送至第 4 工位。

第 4 工位：该工位检测径向游隙，双手活动范围 300mm。将内、外圈与钢球

组装件放置在工作台上。

（1）作业要素说明。右手摇晃组装件检测径向游隙。判断径向游隙的动作不是独立进行的，所以不能用来判断动作 D3。右手检测径向游隙时需反复摇晃 3 次，所以动作为 3MOD。

（2）动作因素分析。第 4 工位动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-19。

表 2-19 第 4 工位动作因素分析

作业内容	检测径向游隙			工作地布置位置	已检测组装件储存处	组装件储存处 工作台 操作者		
MOD 数	23	时间	2.967s					
定员	1							
单元	左手			时间			右手	
	动作叙述	分析式		次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	至储存处取组装件；手指拨动外圈旋转	M4G1 M1P0		1	6			
2	将组装件交于右手	M3P0		1	7	1	M3G1 3MOD	用左手取工件并反复摇晃 3 次
3					10	1	M3P2 W5	将组装件放于储存处

（3）平整意见。第 1 单元的左手取组装件动作为 M4G1，如果组装件放在装配工小臂活动范围内，则动作为 M3G1。右手将组装件放于储存处时需步行，步行动作为 W5，如果工作台上的组装件运输及时，则不必步行，减少此动作，则模特数为 17，时间为 2.193s。

第 5 工位：该工位为保持架装铆钉，双手活动范围 300mm。

准备好保持架周转箱、保持架放置工作台和镊子。

（1）作业要素说明。

1）因为铆钉直径小，所以在用镊子抓取和放置时需目视，即抓取动作采用 G3，放置动作采用 P2 或 P5。

2）因为 6206 轴承保持架上的铆钉孔共 9 个，所以右手用镊子夹持住铆钉装入保持架铆钉孔的次数为 9，而左手持保持架转动 8 次。

（2）动作因素分析。该工位动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-20。

将装好的保持架用周转箱至第 6 工位。

第 6 工位：该工位将内圈、外圈及钢球组装件与保持架组装。

准备好内、外圈与钢球组装件周转箱、未装铆钉保持架周转箱、装配铆钉保持架周转箱、放置工作台和长 150mm，ϕ3mm 的铜棒一根。

表 2-20　第 5 工位动作因素分析

作业内容	保持架装铆钉			工作地布置位置	保持架储存处　装铆钉保持架　铆钉　工作台　操作者			
MOD 数	120	时间	15.48s					
定员	8							
单元	左手			时间			右手	
	动作叙述	分析式		次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	至储存处取待装钉保持架至身前	M3G1 M3P0		1	7			拿住镊子
2	持住保持架并移动，保持架装钉	M1G0		8	108	9	M2G3 M2P5	用镊子夹持铆钉至面前并装钉
3	将保持架放于储存处	M3P2			5			拿住镊子

（1）作业要素说明。

1）第 1 单元左、右手从未装铆钉的保持架周转箱中取出保持架移至面前，并判断正反面。因判断过程不是独立动作，所以不采用判断动作 D3。双手将保持架移至面前均需注意力，所以不能同时进行。故 MOD 分析式为 M3G1M3P2M2P2，MOD 值为 13。

2）第 2 单元左、右手取内、外圈与钢球组装件，然后放于保持架上。这些动作均需注意力，所以双手不能同时动作，MOD 分析式为 M4G1M4P2M2P2，MOD 值为 15。

3）第 3 单元右手持铜棒拨动钢球，使其均布于保持架兜孔中，因右手旋转超过 1/2 周，所以采用旋转动作 C4。

4）第 4 单元双手将装有铆钉的保持架与第 3 单元的组装件装配，因双手均需注意力，所以不能同时动作，故 MOD 分析式为 M3G1M3P5M2P5，MOD 值为 19。

（2）动作因素分析。该工位的动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-21。

将检测过的组装件由手推车送至第 6 工位。

（3）平整意见。该工位装配工操作比较熟练，可以双手操作，如果将内、外圈及钢球组装件储存在有斜度的储存箱内，组装件靠重力滑至装配工身前，则装配工动作为 M3G1，第 2 单元模特分析式为 M3G1M3P2M2P2，MOD 数为 13。则该工位 MOD 数为 53，时间为 6.837s。

表 2-21 第 6 工位动作因素分析

作业内容	内外圈钢球组装件与保持架组装			工作地布置位置	内、外圈钢球组件 保持架储存处 装铆钉保持架 工作台 操作者	
MOD 数	55	时间	7.095s			
定员	3					

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	至周转箱取保持架至身前并判断正反	M3G1 M3P2	1	13	1	M3G1 M3P2	至周转箱取保持架至身前并判断正反
2	至储存处取内外圈与钢球组装件放于保持架上	M4G1 M4P2	1	15		M4G1 M4P2	至储存处取内外圈与钢球组装件放于保持架上
3	持住组装件			5	1	M1P0C4	持铜棒拨动钢球，使其均布于保持架兜孔中
4	M3G1 M3P5	M3G1 M3P5	1	19	1	M3G1 M3P5	至储存处将装有铆钉的保持架与上单元组装件装配
5	将该工位组装件放于下工序放置处	M3P0	1	3	1	M3P0	将该工位组装件放于下工序放置处

第 7 工位：该工位完成冲压。准备好开式可倾压力机和冲压模具。

（1）作业要素说明。

1）第 1 单元冲压工将下模座放于上工位组装件上时，须矫正下模座的位置，使下模座与保持架的凹凸面相吻合，所以应采用矫正动作 R2。

2）第 2 单元上、下模座装配，使上模座的导柱插入下模座的导柱孔中，需采用有注意力的复杂的放置动作 P5。

该工位组装件由装配工手推至下工序放置处。

（2）动作因素分析。

该工位的动作因素分析（双手操作程序）列于表 2-22。

（3）平整意见。

1）如果第 6 工位装配件沿有斜度的轨道运至第 7 工位，则第 1 单元冲压工不必伸直手臂，动作为 M3G3R2M3P0，MOD 数为 11。

表 2-22　第 7 工位动作因素分析

作业内容	冲压			工作地布置位置	组装件储存处	开式可倾压力机
MOD 数	31	时间	3.999s			操作者
定员	1					

单元	左手		时间			右手	
	动作叙述	分析式	次数	MOD	次数	分析式	动作叙述
1	将下模座放于组装件上，矫正位置并移至身前	M4G3 R2 M4P0	1	13			持住上模座
2	持住下模座			8	1	M3P5	将上模座与下模座装配
3	将模具移至压力机处	M4P2	1	6			持住模具
4	离开冲压处将轴承滚入下工序	M4P0	1	4	1	M4P0	离开冲压处移开上模座

2）第 3、4 单元冲压工手臂移动动作可采用 M3，则该工位的 MOD 数为 27，时间为 3.483s。

以上应用模特法确定了各工位的工作量，并按动作经济原则设计操作动作，该装配线均衡情况如表 2-23 所示。

表 2-23　轴承装配线均衡情况

工位号	作业内容	定员	平整前		平整后	
			MOD 数	时间/s · 人$^{-1}$	MOD 数	时间/s · 人$^{-1}$
1	检测外圈外径公差范围	2	33	2.219	27	1.742
2	检测内圈内径公差范围	2	33	2.219	27	1.742
3	内、外圈及钢球组装	1	19	2.451	19	2.451
4	检测径向游隙	1	23	2.967	17	2.193
5	保持架装铆钉	8	120	1.935	120	1.935
6	内外圈钢球组装件与保持架组装	3	55	2.365	53	2.279
7	冲压	1	31	3.999	27	3.483

该轴承装配线从第 1 工位至第 7 工位，平均节拍时间为 2.59s。平整后，该轴承装配线平均节拍时间为 2.26s，提高了装配线的生产率，同时使各工位的操作时间趋于平衡。

2.3.4 工作抽样

对于具有重复性质的、循环周期较短的作业，采用时间研究制定工时定额是一种有效的方法。但现实中还有许多作业，如维修、材料搬运以及许多办公室工作，都具有循环周期大和重复频率低的特点，对这类作业制定工时定额或任务定额的标准，就不适合采用时间研究这种直观观测方法，而需要采用称为工作抽样的方法。工作抽样还可以用来制定工时定额，但其主要的用途还是用于确定某项作业中特定工作要素的时间和比例，以及其他活动的时间和比例。

工作抽样的步骤如下：

（1）确定调查目的与范围。

（2）调查项目分类。

（3）决定观测方法。

（4）设计调查表格。

（5）向有关人员说明调查目的。

（6）试观测，决定观测次数。

观测次数根据观测目的和所要求的精度来确定。

由绝对误差 E 求观测数

$$n = \frac{\mu^2}{E^2} P(1 - P) \tag{2-2}$$

式中 n——观测次数；

μ——置信系数（一般取为 2）；

E ——绝对误差；

P——工作率。

（7）正式观测。

（8）整理数据做出结论。

剔除异常值：经过观测记录之后，应根据记录数据绘制管理图，确定管理界限，然后将超过管理界限的异常值去掉。管理界限采用下式计算：

$$\text{管理界限} = \overline{P} \pm 3\sqrt{\frac{\overline{P}(1 - \overline{P})}{n}}$$

去除异常值对应的观测次数之后，按新的观测事件平均发生率计算的绝对精度与相对精度是否达到原定的精度要求。如已达到或超过，说明此平均发生率是可信的，否则尚需继续观测。为此需按下式计算：

$$\text{绝对精度 } E = \mu\sqrt{\frac{\overline{P}(1 - \overline{P})}{n}}$$

$$\text{相对精度 } S = \mu\sqrt{\frac{1-\overline{P}}{n\overline{P}}}$$

经过上述步骤，并确认结果可信之后就可得出结论。

[例 2-7]　工作抽样在管理人员工作效率问题中的应用。

（1）确定工作抽样的对象和目的。

本案例以该制药厂运输部门的管理人员为被观测对象，观测内容为各个岗位管理人员的具体工作休息状态，工作抽样的范围是该部门的 3 位管理人员。

（2）调查项目分类。

本案例中调查项目分类的依据主要来自以下几个方面：被观测对象所在管理岗位的岗位职责；各管理人员的调查问卷；公司高层管理人员、主要中层管理人员及个别一般管理人员的访谈；各岗位的工作日志；实地观测的具体日常工作情况。

根据工作抽样的目的，首先将调查项目分为工作和休息两大项目。其次，将这两大项目再细分为各个子项目，以便于日后分析被观测对象的工作内容和休息内容的构成比例。在调查项目分类的基础上对每个岗位制作一份调查表格。

下面以运输科科长岗位的工作、休息内容为例。经研究调查，运输科科长岗位的工作项目、休息项目分类的内容如表 2-24 所示。

表 2-24　工作项目、休息项目的分类

工作类子项目	休息类子项目
W1　书写报告、用款计划等	R1　迟到或早退
W2　外出处理货物、车辆等事务	R2　上网娱乐等休闲
W3　阅读文件材料	R3　吃东西、喝饮品等消遣
W4　处理、核实司机的费用情况	R4　聊天（包括电话聊天）
W5　接受来访	R5　串岗
W6　电话联系工作	R6　看报纸、小说、杂志
W7　参见会议	R7　上洗手间
W8　受理营销部新的货物票据、安排明天的工作	R8　不知原因外出
W9　指导、监督下属工作	
W10　其他	

（3）决定观测路线。确定办公室平面图及观测位置。

（4）与被观测人员进行充分沟通。

（5）试观测并决定观测次数。

在正式观测前，按调查的项目分类，观测方法、调查表格等进行了一段时间的试抽样，得出的工作率 P 值为 0.70，即工作率 P 为 70%。根据公式计算决定

正式观测次数为933次，观测12天，每天78次。并用随机方法确定每天观测的具体时刻。

（6）正式观测。进行抽样观测。观测时要注意以下问题：瞬时点观测，被观测人员的现场作业是不断变化的，因此必须预先规定抽样的时刻，要把抬头一眼望风的一瞬间状况，作为记录的依据；把观测的情况准确记录在观测表的有关栏内；观测时如发现人员离开岗位，应问清原因，准备记录，如原因不明，就记入离开岗位栏内。

（7）整理数据。正式观测后需要把观测结果汇总和统计，得出部门工作抽样观测结果的有关数据，排序如表2-25所示，并进行可信度检验（以运输科科长岗位为例）。

表2-25 A部门工作抽样结果汇总表

排序	岗位名称	观测总次数	工作次数	休息次数	工作负荷比例/%
1	运输科科长	1335	1181	154	88.46
2	车辆调度员	1333	1165	168	87.40
3	办事员	1334	934	400	70.01

1）剔除异常值。根据运输科科长平均每天工作负荷率结果，确定管理界限，然后将超过管理界限的异常值去掉。管理界限根据观测事项发生率。采用下列公式算出：

$$\text{管理界限} = \overline{P} \pm 3\sqrt{\frac{\overline{P}(1-\overline{P})}{n}}$$

式中 $\overline{P}$——观察事项发生率的平均数；

n——平均每日观察次数。

将表中有关数字代入上式，即得

$$\text{管理界限} = \overline{P} \pm 3\sqrt{\frac{\overline{P}(1-\overline{P})}{n}} = 0.8846 \pm 0.107142$$

$$\text{管理上限} = 0.8846 + 0.107142 = 0.99174$$

$$\text{管理下限} = 0.8846 - 0.107142 = 0.77746$$

由于2002年11月12日、11月19日和11月21日的数据超出了管理界限的范围。因此剔除这3天的数据。

所剩抽样次数 n 为：$n = 1335 - 47 - 90 - 90 = 1108 \geqslant 933$，仍满足抽样次数的要求。

2）置信度检验。

剔除异常值后平均工作负荷率为：$\overline{P} = 86.40\%$

观测总次数为：$n = 1108$

容许绝对误差为：$E = \pm 3\%$

$$E = \sqrt{\frac{\overline{P}(1 - \overline{P})}{n}} = \sqrt{\frac{0.8640 \times (1 - 0.8640)}{1108}} = 0.000106 \leqslant 0.03$$

因此，利用新的 P 值计算得到的容许绝对误差 E 符合事先设定的范围±3%。从而可以得到结论为，车辆调度员岗位的工作负荷率 $P = 86.40\%$ 的观测结果是有效的，可靠度达到95%。

［例2-8］　利用工作抽样法对36名操作者进行为期8天的56次不定期抽样观测，整理数据如表2-26所示。

表2-26　工作抽样表

工序名称		次数	工位数	频率/每人·次数$^{-1}$	占比/%
基本作业	磁系统系统装配	143	3	47.66667	6.77
	套垫片	125	未定	未知	5.92
	间隙检验	64	2	32	3.03
	固定回线焊电压线	139	3	46.33333	6.58
	磁系统进底座	182	4	45.5	8.61
	底磁固定	185	4	46.25	8.76
	螺钉预拧	43	1	43	2.27
	振吸式除尘	79	2	39.5	3.74
	充磁	62	2	31	2.93
	交流退磁	68	2	34	3.22
	磁钢除尘	27	1	27	1.28
	装转动系统	134	3	44.66667	6.34
	装计度器	78	2	39	3.69
	啮合深度检验	84	2	42	3.98
	总装检验	66	2	33	3.12
	绝缘检验	66	2	33	3.12
	上老化车	31	1	31	1.47

续表 2-26

工序名称		次数	工位数	频率/每人·次数$^{-1}$	占比/%
辅助作业	准备材料	35	备注：套垫片是为磁系统的工作正常进行而服务的，在生产线上会安排一到两个工人来套垫片；同时，生产线上比较闲的工位也会协助，但效率不是很高	1.66%	3.60
	零件整理	28		1.33%	
	零件搬运	7		0.33%	
	其他	6		0.28%	
宽放	工具修正	19		0.90%	21.58
	操作面清洁	18		0.85%	
	准备工具	2		0.09%	
	搬运	8		0.38%	
	商谈	1		0.05%	
	等待	209		9.89%	
	闲谈	84		3.98%	
	休息	24		1.14%	
	上厕所	55		2.60%	
	其他	36		1.70%	
合 计		2113	100.00	100%	100

依据表 2-26 的分析结果，装配操作者主要存在以下问题，其对策分析如表 2-27 所示。

表 2-27 问题与对策分析

观测结果	问 题	改进重点
等待 9.89% 闲谈 3.98% 休息 1.14%	装配线不平衡； 磁系统装配等一些工序时间远远高于其他工序； 协助的效率不是很高； 人机忙闲不一	设法使装配线平衡； 协助要以任务的形式下达，提高协助效率； 测量人机操作时间，重排工位
实测各工序时间利用与原工序时间标准有一定的出入	工人在操作熟悉度上各有不同，且在方法上有一定的不同； 工人的忙闲两级化严重	重新设定各工序的时间标准，重排工位； 加强工人的操作的规范化培训； 结合工人工作实际情况，改善工具及工人的作业标准

3 现场物流设施布局规划

3.1 物流相关概念

3.1.1 物流的产生及发展

3.1.1.1 物流的产生

物流的产生历史悠久，可以说自从有了人类，物流这种形态就存在于人类社会之中了。但是由于人类初期的生产力低下，这一阶段的物流组织处于早期的原始状态。

现代“物流”最早出现于20世纪初的美国，被称为“Physical Distribution，PD”，即“实物分配”或“货物配送”。当时西方国家已开始出现生产大量过剩、需求严重不足的经济危机，迫切需要解决商品的销售和物资流通问题。第二次世界大战中，针对战争中的物资供应，美国提出了“logistics”的概念，其原意为“后勤”，也就是所谓的“军事后勤学”，指将战时的物资生产、采购、运输、配给等活动作为一个整体统一部署，使战略物资补给的费用更低、速度更快、服务更好。随后在企业中开始广泛应用“后勤”的概念，它同时包含了生产过程和流通过程的物流管理。

第二次世界大战后，西方国家随着工业化的进程加快，开始进入大量生产、大量销售时期。如何在这一过程中有效地降低成本，提高效益，成为摆在企业面前的重要问题。

20世纪50年代起，日本开始引进了美国的物流概念，这一概念在日本被译为“物的流通”。日本的“物流之父”——平原直，最早用“物流”这一简洁的表达方式代替“物的流通”，随后被广泛采用。这时，物流已不单是简单地从生产者到消费者的“货物配送”问题，而且还要考虑到从供应商到生产者自身的产品制造过程中的运输、保管和信息等各方面的问题，最终目的是为了提高企业效率，改善企业效益。

“物流”这一概念从20世纪初的“Physical Distribution”经过70多年的发展才有了固定的名称——“logistics”。目前，它已逐渐取代“PD”，成为物流科学的代名词。

“logistics”包括了生产领域的原材料采购，生产过程中的物料搬运等企业内物流，流通过程中的物流及销售过程中的物流，后者即是“Physical Distribu-

tion”。

20 世纪 90 年代以来，商品经济飞速发展，为了追求企业的经济效益最大化，需要寻求创造更高生产效率的方法。在追求高效率的过程中人们发现，专门化、社会化的产业分工是最有效的手段之一，进而形成了在经济中愈加独立和综合的新的产业形式——现代物流业。现代物流业是独立于其他行业之外，联合或包括了交通运输业、仓储业、配送业等行业，为各种用户提供从库存决策、订货采购、运输装卸、分装储存、配送发出到用后回收等一站式服务，可以取代企业内部自备的物流部门，更好地提高效率、降低成本的新兴行业。

3.1.1.2 物流的发展

A 物流的发展阶段

国际上企业物流管理的发展大致经历了 5 个阶段：

第一阶段：物流要素分离。真正的物流管理意识还没有出现，降低成本不是以降低物流总成本为目标，仅仅停留在运输，保管等个别环节上，只是局限在降低运费等方面。此时企业的物流意识很简单。

第二阶段：物流功能系统化管理。物流概念开始出现，企业设置了物流部门，开始进入功能系统化管理阶段，但物流管理部门通常远离物流操作。这一阶段提出一些物流合理化建议并实施，如包装材料和运输手段的重新选择，作业的机械化等，对推动物流的发展有一定的作用，但由于生产和销售没有参与，使其发展深受影响。

第三阶段：扩展领域。物流部门可以出于物流合理化的考虑向生产和销售部门提出自己的看法，比如：从产品的设计阶段开始考虑物流效率、包装等；在销售上按计划接受订货，提高订货批量，规定送货期并遵守约定等。

但是，这一时期的企业物流部门和其他部门是合作关系，对企业的生产部门和销售部门的影响力较小。

第四阶段：企业内部物流管理。这一阶段企业生产产品完全以市场为导向，需要准确把握产品的市场动向，根据市场销售情况安排生产。

第五阶段：供应链物流管理。为了解决企业对市场把握不准的问题，将制造商到零售商所有供应链上的关联企业作为一个整体结构来看待。这个阶段是目前物流系统结构中最为完整的阶段。

分析一个企业的物流水平发展状况，可以根据这 5 个阶段来衡量其所处的阶段及今后改进的方向。

B 现代物流业

现代物流业充分运用了 20 世纪末至 21 世纪初的高新技术，特别是电子信息技术及网络技术，通过在计算机网络上的自动采集、处理、存储、传输和交换，最后达到物流信息资源充分开发和普遍共享，以降低物流成本，提高物流效率。

目前使用的高新技术包括：条码与光电扫描识别技术、电子数据交换系统（EDI）、全球卫星定位跟踪系统（GPS）及智能交通管理系统（ITS）等。

现代物流的发展趋势主要体现在以下几个方面：

（1）全球物流的一体化：随着全球制造业的竞争加剧，企业大都意识到，要想高速发展，不仅要降低生产成本，更重要的是为顾客提供及时、准确的个性化产品和优质服务，将物流的行为扩展到使顾客和供应商很好地结合，使企业物流跟上全球一体化趋势。在这过程中的物流研究是以物流过程整体为研究对象的，对供应、制造、销售过程中的产品、服务及与其相关信息的流动与储存进行规划、执行和控制。

（2）物流中心、批发配送中心的社会化：为实现最佳库存状态，物流中心、批发配送中心、第三方物流中心、第四方物流公司应运而生，发展很快。不仅各种生产资料、生活资料实现了配送，而且一些制造类企业的销售与供应也开始由专业化物流公司代理。通过这些形式可以实现集约化的物流管理，达到物流合理化，节约流通费用及流动资金，实现资金流的合理化。

（3）物流管理的信息化：全球经济一体化使得商品与生产要素在全球范围内以空前的流动速度进行配置，互联网的应用使信息管理成为提高物流工作效率的主要手段。物流信息管理的主要内容包括：商品代码和数据库的建立、网络技术、电子数据交换、电子商务及管理信息系统等。

（4）运输、仓储的现代化：物流离不开仓储与运输，仓储与运输的现代化是物流现代化的必备条件。仓储现代化要求具备自动化、智能化及标准化，组织起高效率的人、机、物系统；运输现代化要求建立铁路、公路、水路、空中及管道综合运输体系，重点改善运输与包装方式。

（5）物流与资金流、信息流的集成化：从流通规律来看，资金流、物流、信息流应该保持三流分离。但在现代社会，不同的产品具有不同的流通方式与营销业态，如直销、经销及代理制等方式。这些方式的改变直接导致物流过程随之变化。总的来说，实现资金流、物流、信息流三者的集成化将成为物流中心、配送中心的发展趋势。

3.1.2　物流的研究对象及行业组成

3.1.2.1　物流的研究对象

任何一个系统如生产系统、服务系统等，都可以视为需要进行物流管理的系统，即都需要对上述系统中的特定目标实施一系列的管理职能，如：设计、计划、组织、协调等活动。

A　研究对象

物流管理的研究对象主要包括：

（1）运输及仓储业的物流系统；
（2）其他行业的物资流通调配系统；
（3）企业物流系统；
（4）城市、区域及社区规划系统；
（5）各类管理系统（如：教育管理、行政管理等）。

B 研究任务

实际工作中物流研究的主要内容包括以下几类：

（1）战略管理。企业物流战略管理是站在企业长远发展的立场上，对企业物流的发展目标、战略方针、服务内容和管理水平等问题作的整体规划。

（2）系统设计与管理。该部分内容包括：系统分析，找出系统中存在的问题，提出改进方案；系统规划及优化设计，利用数学方法找到系统的最佳设计方案及效益目标；系统控制与管理，得到实现效益目标的方法及技术手段。

（3）运行管理。包括具体物流管理过程中的计划、组织、设备等方面的管理和协调。

C 物流的功能及活动

物流的基本功能包括包装、保管、装卸、运输、流通加工和信息等。物流活动包括以下内容：

（1）客户服务。掌握客户的需求变化，按客户的要求和企业本身的营销战略，确定顾客服务水平，及时提供物流服务。

（2）需求预测。对生产、装运、销售等方面的流量变化进行预估。

（3）物流信息交换。物流信息在相关部门之间的流动传递，是提高物流作业效率、实现物流系统化的核心。

（4）库存控制。在保证供给的情况下，使库存量最合理。库存控制是建立在对市场科学预测的基础上的，是物流管理的核心。

（5）物料装卸搬运。是指物料的装车、卸车、移动、取货、分拣等活动。

（6）订单处理。接收订货信息，组织进货。

（7）售后服务。为售出产品提供维修及配件服务。

（8）工厂及仓库布置。根据物流合理化的原则，确定物流节点（工厂、商店、仓库、配送中心）的数量和位置。

（9）包装。保证货物不损坏，便于运输和保管所采取的措施。

（10）物资采购。依据生产计划和库存状况，向供应商下单补充库存。

（11）退货处理。将不合格货物和富余货物退还供货商。

（12）运输。实现物资的空间位置转移，是物流的主要功能。

（13）废弃物处理。物流过程中废弃物的回收活动。

（14）仓库管理。对仓库中货物的出入库、装卸等作业活动实施的管理以及

对仓库内货物进行适当保管的相关活动。

（15）流通加工。在流通领域从事的简单生产活动，并不改变商品的基本形态和功能，只是完善其使用功能，提高其附加价值。

（16）配送。小批量、多品种由物流末端向货物最终用户进行运输的活动。

3.1.2.2　物流涉及的行业

物流管理涉及的行业很广泛，从大的范围来分包括：

（1）企业物流。主要指各种生产类企业在生产过程中所涉及的物流过程，包括从原材料、燃料、外购件开始，投入生产后，经过下料、发料、输送到各加工点和存储点，以在制品的形态，从一个生产单位流入到另一个生产单位。

生产企业物流从原材料、外购零件开始，直到产品通过整个生产过程进入企业的制成品仓库结束。

现代企业物流过程的核心是物流信息系统，通过物流信息系统将物流过程的各部分内容如：运输、储存、加工、装配及搬运等业务活动联系起来，相互协调，达到提高整体效率的目的。

（2）交通运输。这一行业是现代物流业的主体行业，也是目前我国重点发展的行业，主要包括：汽车运输业、铁路运输业、水路运输业及航空运输业。这几种运输方式各有其特点，分别适用于各种不同的物流状况。在实际工作中采用哪种运输形式和成本、运量、距离及地域有着直接的关系。

与交通运输业相伴相生，还同时产生了为其提供沟通服务的通运业，如：联运、托运及代办等中介业务。

（3）仓储业。储存是物流的主要功能要素之一。如果说运输改变了“物流”的空间状态，那么仓储则改变了“物流”的时间状态。在物流系统中，运输与储存是并列的两大主要功能要素，也是物流产业的两大支柱。储存的目的是为了保持生产、流通的正常，使社会化生产不断前进。储存作为社会物质生产的必要条件，其功能具体表现在衔接及调节作用上。

现代的生产形式多种多样，从生产和消费的连续性来看，各种产品都有各自的特点，有的产品的生产方式是均衡进行的，而消费却是不均衡的，如：啤酒、饮料一年四季连续不间断地生产，而消费的高峰是在夏季；另有一些产品生产是不均衡的，而消费是均衡不断地进行的，最典型的是一些季节性生产的产品，如：粮食、水果等。基于这一原因，储存作为“第三利润源泉”的重点，可以起到调节的作用，通过创造“时间效用”，使“物”在效用最高时发挥作用，通过储存提高了“物”的使用价值。

当然，从另一方面来看，储存中的“库存”又是企业沉重的负担，因为“库存”的代价太高。一方面，“库存”会引起一系列与仓库有关的费用；另一方面，“库存”会引起大量的资金占压。这种占压，在当今高科技社会，不论是

在资金上还是在产品折旧上，对企业的影响都将是致命的。因而，领先地位的现代企业都在努力争取“零库存”。

储存对企业而言有“利”也有“弊”，具有“两重性”。物流管理在“仓储”中所研究的工作就是要在物流系统管理中发挥“储存”有利的一面而减小其有害的一面。

3.1.3 物流的基本概念

3.1.3.1 物流概念

A 物流及其作用

物流是由“物”和“流”两个基本要素组成的。“物”的概念是指一切可以进行物理性位置移动的物质资料；“流”的概念是指“物”的物理性运动。“物流”可用于流通领域，也可应用于生产领域。

物流并不是“物”和“流”的简单组合，而是特指物质资料从供给者到需求者之间的物理性运动。也就是在需要的时间将所需要的物品送到需要的场所的运动。这种运动，主要目的是创造时间价值和场所价值，有时也是为了创造一定的加工价值。

时间价值是指“物”从供给者到需求者之间有一段时间差，通过改变这一“时间差”所创造的价值。

时间价值通过物流获得的形式包括：

（1）缩短时间差创造价值：是指加快物流速度，缩短物流时间，减少物的损失，降低物的消耗，增加物的周转从而节约资金。

（2）弥补时间差创造价值：在经济社会中，对商品需求和商品的供给普遍存在时间差。例如：季节性生产的粮食、水果等就有这一特点。用科学、系统的方法组织物流，可以弥补和改变这种时间差，实现“时间价值”。

供给者和需求者之间往往处于不同的场所，“物”从供给者到需求者之间有一段空间差。场所价值指改变这一场所差别创造的价值。

除此之外，物流也可以创造加工附加价值。加工并不是物流的本来职能，但是，现代物流业的一个重要特点，就是根据自己的特点和优势从事一定的补充性加工活动，通过这些活动，完善、补充、增加原来的加工过程，提升产品的附加价值。

B 广义物流与狭义物流

人类社会自现代文明产生即存在“物流”这种形式。随着经济的发展，“物流”的重要性越来越多地为人们所认识。按照“物流”的形成过程，物流概念可以从广义和狭义两方面来理解：

（1）广义物流：“广义物流”又称为“大物流”，是从第二次世界大战时期

的军事后勤学中引入而产生的，通常有两种定义形式：

1）大物流是指物资实体所在的场所或位置在空间上的转移和时间上的占用，即物资实体的物理流动过程（包括有形和无形的产品）。

2）大物流是指物资实体在空间上的转移与时间上的占用过程，并通过这种过程实现其效益的方式。

（2）狭义物流："狭义物流"又称为"小物流"，是指从原材料输入生产系统，经过储存、搬运、输出、装卸、加工、装配等一系列物理及化学转换过程，直至输出生产系统的全部运动过程。

C　物流的定义

虽然物流概念已广泛使用，但是，立场不同对其理解也有所不同，不同的组织对其有不同的定义。

20 世纪 50 年代，美国营销协会将其定义为："物流是对从生产阶段到消费或利用阶段物资的移动及货物处理活动的管理"。

到 20 世纪 60 年代日本通产省物流调查会将其定义为："物流是制品从生产地到最终消费者的物理性转移活动。具体由包装、装卸、运输、保管及信息等活动组成"。

20 世纪 80 年代美国物流管理协会将其定义为："物流是指有计划地对原材料、半成品及其成品由生产地点到消费地点的离散流通活动。这种流通活动的内容包括：需求预测、情报信息联络、物料搬运、订单处理、厂址及仓库地址的选择、采购、包装、运输、装卸、废旧物资回收利用及仓库管理、客户服务等。"

20 世纪 90 年代美国物流管理协会又将其定义为："物流是为满足消费者需求而进行的对原材料、半成品、最终产品及相关信息从起始地到消费地的有效流动与存储的计划、实施与控制的过程"。

在我国，2001 年 8 月颁布实施了国家标准物流术语（GB/T 18354—2001），对物流概念作出如下定义：

物流（logistics）是指物品从供应地向接收地的实体流动过程。根据实际需要，将运输、存储、装卸、搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机组合。

3.1.3.2　各种领域与物流的关系

不同的领域对物流的需求及研究都有着不同的侧重点。与此同时，不同领域对"物流"基本概念的理解和认识及针对的对象，也存在着细微的差别，有待我们认识和了解。

（1）流通领域。物流与流通领域关系紧密。目前，该领域存在许多对物流的片面理解，例如，将物流定义为是商品社会生产、交换、分配过程中发生的商品实体的物理性移动；甚至认为，物流仅仅是流通领域之事。这是十分片面的。

流通领域的物流是典型的经济活动，这些经济活动的重要特点是购销活动和商业交易的紧密结合。对经济活动的管理与控制与物流活动密不可分，必然要包含除去其本身之外的与物流相关的经济运营活动。

（2）生产领域。大多数对物流的需求及相关研究并非始自流通领域，而是始自生产领域。可以说正是由于以生产企业为中心，才形成了对物流系统的整体认识，包括从企业供应开始，直至生产加工、制造及销售，也包括狭义的生产加工范畴中物料的物流与狭义的生产企业涉及的购销活动的物流。

（3）军事领域。现代物流学的形成，来源于军事后勤学。军事后勤学是支持战争的一种后勤保障手段，是伴随战争和战场转移发生的军事物资的转移活动。这种活动和追求利润的经济活动是完全不同的，因而具有和一般经济活动中“物流”非常不同的特点。

3.1.4 物流系统

3.1.4.1 物流系统的基本概念

A 物流系统的定义

物流系统由物流各要素组合而成，要素之间存在有机联系，是使物流总体合理化的功能综合体。

一般来说，物流系统的构成要素包括6点，分别是：人、财、物、设施（设备）、产品（任务）和信息。这些要素相互依赖、相互制约，组成一个为特定目标服务的有机整体。系统的功能决定于这六个要素的结构形式。

物流系统中流动的各种物质实体，经过各种设备和设施的加工、储存、转换和与其相关的人员、信息一起组成了具有特定功能的有机整体。各种不同类型的物流系统要为不同的企业生产系统和社会经济系统服务，服从于这些不同系统的整体目标，提高效率，改善效益。企业物流系统大致可分为作业系统和信息系统两类。作业系统是为了实现物流各项作业功能的合理化、效率化，通过各项作业功能的有机结合增进物流整体效率化的统一体；信息系统是将采购、生产、销售等活动通过信息的交换很好地联系在一起，使订货管理、库存管理等活动提高效率。

建立物流系统的目的大致如下：

（1）将商品按时、按量送达客户；

（2）实现装卸、保管、包装等的最优化；

（3）合理配置物流中心恰当的库存；

（4）实现从订货到出货的信息通畅；

（5）合适的物流成本。

就是说，物流的作用和目的是将货物在必要的时间、按照必要的数量以合适

的成本供应给需要的客户。

B　物流系统的特点

（1）现代物流系统是现代科学及现代观念相结合的产物。尽管物流系统本身一直就是客观存在，但由于它未被人们充分认识，因而没能发挥系统的优势为社会提供更多的服务。尽管如此，物流系统中的各个要素，都一直存在，并各自具有较高水平，只是没能充分发挥系统的综合能力。一旦这种状况得以认识和解决，通过按照新的物流理念，建立物流系统的分析方法，就会使整个系统发生质的变化，发挥系统的总体优势，为社会创造更多的财富。

（2）物流系统涉及的地域跨度和时间跨度都很大，随之带来的问题是管理难度较大，因而，对正确信息的依赖程度高，这就需要一整套的信息服务系统为物流系统服务。

（3）物流系统稳定性较差，而动态变化性较强。一般的物流系统需连接多个生产企业和用户，随着需求、供应、渠道、价格的变化，系统内的要素及系统的运行经常发生变化，难以长期稳定，因而增加了管理和运行的难度。

（4）物流系统的要素本身十分复杂，而要素之间的关系也不像某些生产系统那样简单，因而物流系统是复杂的系统。

3.1.4.2　物流系统分析

A　分析的内容

在进行物流系统分析时，通常考虑以下几方面内容：

（1）系统的目标：系统的目标和要求是系统分析的最主要内容。为了正确获得决定最优系统方案的各种有关信息，要充分了解建立系统的目的和要求。系统的目的和要求是建立物流系统的依据，也是物流系统分析的出发点。

（2）可行性方案：要想寻找最优方案，就需首先确定足够数量的方案，例如要建立一个车间物流搬运系统，可以采用多种运输方案及运输机械设备。在这些方案中，究竟选用何种方案最好，就要对这些方案综合分析和比较，通过分析比较得到的最优方案就是可行性方案。

（3）系统模型：在进行系统分析时，最好能建立物流系统模型，以便预测系统的有关功能和相应的参数，作为系统设计的基础或依据。同时，应用这一模型，也可预测其他方案的性能、费用和效益，便于分析和比较。

（4）费用和效益：建立系统，需要大量的投资。一旦建成并成功运行，可获取收益。一般而言，如果收益大于投资，设计方案可行；反之，则不可取。但是，这里还要周详考虑，具体情况、具体分析。一般地说，效益分析是决定方案是否可行的决定因素。

（5）评价标准：依靠这一评价标准用来确定各种可行方案中哪种方案更为可行。评价标准或准则一般根据物流系统的具体情况而定，但要求其具有确定

性、可计量性和适当的灵敏性。

B 系统分析的过程

物流系统分析并没有固定的模式和程序，大致可参照如下方法进行分析研究。

（1）定义问题的范围：进行系统分析，首先要明确问题的性质并划定范围。只有在确定了问题的性质和范围后，系统分析才能有可靠的起点。

（2）明确目标：为了最终解决问题，要确定出具体的目标。目标通过某些指标来表达，而标准则是衡量目标是否达到的尺度。系统分析是针对所提出的具体目标而展开的，而系统的目标是多样的。例如，物流系统的目标包括物流费用、物流时间及服务水平等方面。目标是通过各子系统的功能活动来实现的。在多目标的情况下，要考虑各子目标的协调，保证目标的整体性、可行性和经济性。

（3）资料收集，提出方案：建立系统模型和拟订方案都必须有资料作为依据；论证方案是否可行，更需要有精确可靠的数据作为依据，为系统分析做准备。资料收集可采用多种多样的方法，如：调研、实验、观察等。

（4）建立模型：建立模型的过程就是要找出说明系统功能的主要因素及其相互关系。模型是多种多样的，包括图示模型及数学模型等。通过模型的建立可确认影响系统功能和目标的主要因素及其影响程度，并确认这些因素的相关程度、相互关系。

（5）系统优化：运用系统优化的理论和方法，对若干可行方案的模型进行仿真和优化设计计算，寻找到系统的最优解决方案。

（6）系统评价：根据优化设计方法得到的有关答案，在综合考虑多方面因素的基础上结合经验和专业理论确定最优解决方案，从而为选择最优物流系统方案确定基础。对于复杂的物流系统，一次系统分析往往不能找到最优答案，还需完善修改方案，反复进行分析比较。

C 几个用来进行物流系统分析的参数

（1）当量物流量：物流量是指一定时间内通过两物流点间的物料数量。在一个给定的物流系统中，物料的几何形状和物理形态都有很大差别，导致其可运性或搬运的难易程度相差很大。简单地用重量作为物流量的计算单位并不合适。因而有必要在进行系统分析、系统规划、系统设计过程中找到一个标准。通过这一标准可将系统中所有的物料进行折算，折算为统一量，这统一量即为当量物流量。有了当量物流量才便于系统的分析计算。

当量物流量是指物流运动过程中一定时间内按规定标准修正、折算的搬运和运输量。

当量物流量的计算公式为

$$F = NQ$$

式中　F—— 当量物流量，当量 t/年，当量 t/月，…；

Q—— 一个搬运单元的当量重量，当量 t，当量 kg，…；

N—— 单位时间内流经某一区域或路径的单元数，单元数/年（月…）；

目前，当量物流量的计算尚无统一标准，一般根据现场情况和实际经验确定。

（2）物流生产率：物流生产率 = 物流系统的总产出/物流系统的总投入。

1）物流系统的总产出包括：为生产系统和销售系统提供的服务及服务所产生的效果。

2）物流系统的总投入包括：人力资源、物质资源、能源资源等构成物流资本的要素。

3）物流生产率包括：实际生产率、利用率、成本和库存等。

（3）物流质量：特指物流系统能否在正确的时间，以正确的价格，将正确的数量和正确的质量的货物，送到正确的地点。这 5 个方面的综合评价即物流质量。

衡量物流质量的具体指标分别包括：

1）时间正确：采购周期、供货周期和发货故障平均处理时间等；

2）数量正确：计划完成率、供货率、订货率等；

3）工作的完善性：用户问讯响应率、用户满意率、特殊回复和售后服务完善程度等。

3.1.4.3　物流系统设计的原则

A　概念

物流系统设计的原则是指物流系统分析、设计、控制与管理所应遵循的原则，是评价一个物流系统过程好坏的基准。物流系统设计过程中，应根据物流系统中各职能因素间相互关联、相互制约的关系将物料的运输、包装、存储、装卸、加工、配送等流通活动和与之关联的物流信息作为一个总体系统来构建、组织和管理，以便使整个物流系统达到最优化，从而以较低的物流成本实现既定的或较高的服务水平。

实现物流系统的合理化，必须以物流组织结构合理化为基础，构建科学的物流组织体系与合理的物流管理和物流技术相结合的统一体。

B　方法

物流系统设计的方法应建立在使物流系统低成本、高效率、高效益运行的基础上。主要原则和方法如下：

（1）近距离原则：在可能的条件下应使物料流动距离最短，以减少运输及运输搬运量。运输与搬运只会增加物流系统的成本，而不会增加产品的价值，应尽量避免。

（2）优先原则：在规划设计物流系统时应尽量使彼此之间物流量大的设施与设备布置得近一些；而物流量小的设施与设备可布置得稍远一些。

（3）在制品库存最小原则：在制品既是生产过程的必须物，同时又是一种浪费，以拉动式“看板管理”为基础的准时化（JIT）生产管理，可以将库存降到最低限度，并最终实现零库存生产。

（4）避免迂回与倒流原则：迂回和倒流现象将严重影响生产系统的效率和效益，必须使其降低到最低程度，特别是在物流系统中的主要关键物流中，更要如此。

（5）简化搬运原则：搬运物料不仅应有科学的设备和容器，还应有科学的操作方法，使搬运作业尽量简化，环节尽量减少，以提高物流系统的整体效率和可靠性。

（6）标准化搬运原则：物流搬运过程中使用的各种托盘、料架等工位器具，要符合集装单元和标准化原则，以提高搬运效率和质量。企业中使用的物流设备和物流器具、容器直接反映了物流系统的效率水平和基础管理水平，企业应加以重视。

（7）提高物流搬运机械化水平和利用重力原则：机械化水平的提高，可提高搬运质量和效率。要根据物流量、搬运距离和资金条件等因素，合理选择搬运设备。在搬运过程中，利用重力进行物料搬运是最经济、方便有效的手段。可利用高度差，采用滑板、滑道等方法节约能源，但要注意防止这些方法对物料的损坏及搬运过程中的人员安全。

（8）系统化原则：在进行物流系统设计的过程中，既要重视单一物流环节的合理化，又要注意物流系统的合理化；既要降低物流成本，又要使用户满意。物流系统的改善，需要强调自接受用户订货开始，直至产品送达用户的整个过程的物流管理。

（9）柔性化原则：产品的结构、生产规模、工艺条件的变化或管理结构的变更，都会引起物流系统结构的变化。因而在物流系统设计中，应注意系统的设计要有利于适应实际工作中的变化和灵活机动地作出调整。

（10）环境保护原则：物流系统的设计应符合可持续发展的战略思想和绿色制造的要求，不应只为追求物流系统的功能而损害或破坏环境。应该在设计物流系统的过程中，努力做到自然、社会、产业协同发展、共同进步。

物流系统不是物流功能要素的简单叠加，而是以信息为纽带构成的有机整体，任何部分功能的发挥都要有利于系统整体目标的实现。部分功能的最优化并不等于系统整体的合理化、最优化。

3.2 物流系统分析方法

进行物流系统分析的最终目的是为了提高材料或产品的运行效率、降低运行

成本、保障质量和安全，进行物流系统设计时需要具备的基本参数有：

（1）研究产品、材料的种类等（P，Products）；

（2）产品的数量大小（Q，Quantity）、年度目标的规模、价格；

（3）产品的流向（生产厂、配送中心、消费者等）（R，Route）；

（4）服务水平（速达性、商品质量的保持等）（S，Service）；

（5）不同的季度、月、周、日、时业务量的波动、特点（T，Time）；

（6）物流成本（C，Cost）。

以上P，Q，R，S，T，C称为物流系统设计的六大要素。

3.2.1　物流系统分析

所谓系统分析是指从系统的整体利益出发，根据系统的目标要求使用科学的分析工具和计算方法，对系统目标、功能、环境、费用和效益进行充分调研、收集、比较、分析和数据处理，并建立若干拟订方案（被选方案）和必要的模型，进行系统仿真实验，比较分析和评价实验结果等，将取得的综合资料供决策者使用。

3.2.2　企业物流系统分析内容

企业物流系统主要由厂内运输、装卸搬运、厂内储存、包装和物流信息等环节组成。厂内运输和装卸搬运的作用是实现企业物流的空间效益，储存是完成企业物流的时间效益，而包装是为了更好地促进物料的运输和储存而进行的功能活动。物流信息传递作为一种特殊功能贯穿于企业物流活动的全过程。企业物流系统分析就是将上述各环节视为一个整体加以分析研究。

（1）运输（transportation）；

（2）装卸搬运（materials handling）；

（3）储存（storage）；

（4）包装（packing）；

（5）物流信息（logistical information）。

3.2.3　企业物流系统分析方法

企业物流系统分析是针对企业物流系统的环境、输入输出情况、物料性质、流动线路、系统状态、搬运设备与器具、库存等进行全面、系统的调查与分析，找出问题，求得最佳系统设计方案。其分析过程如图3-1所示。

（1）外部衔接分析。外部衔接是指对已确定系统边界的物流系统，研究物料输入与输出系统的情况。包括物料输入输出工厂系统的方式（运输车辆、装载容器、路线入口等）、频率以及输入输出系统的条件（如时间、道路以及工厂周围环境）等的统计资料，必要时应以统计图表表达。

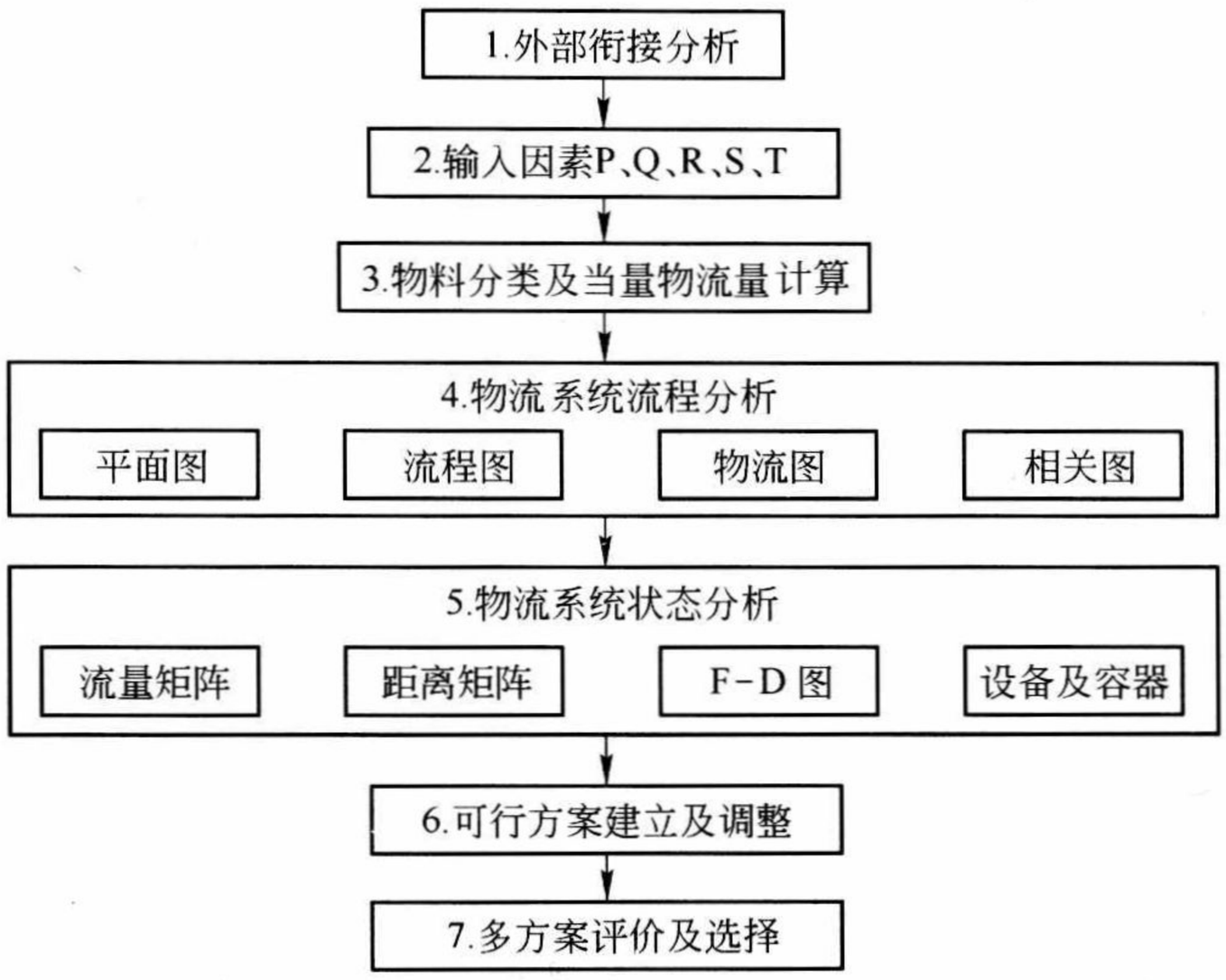


图 3-1 企业物流系统分析过程

（2）输入因素。此步骤是系统调研、资料与数据搜集工作。P 指系统物料的种类；S 指辅助生产与服务过程的部门；T 指物料流动时间等。

当零件种类繁多时，可忽略一些影响小、流量很小的物料或零件。

（3）物料分类及当量物流量计算。对于搜集到的资料、数据，必须进行适当的分析与处理才能使用。系统中的物料很多，并且千差万别，需要根据其重要性（价值和数量）进行分类，一般采用 A、B、C 分类。分类步骤如下：

1）物料的当量物流量计算。

2）绘制 P–Q 图。其中 P 代表物料种类，Q 代表物流量（当量物流量）。根据每一种物料 P_i（$i = 1, 2, 3, \cdots, n$）及其对应点 Q_i，即可画出由直方图表示的 P–Q 图（见图 3-2）。

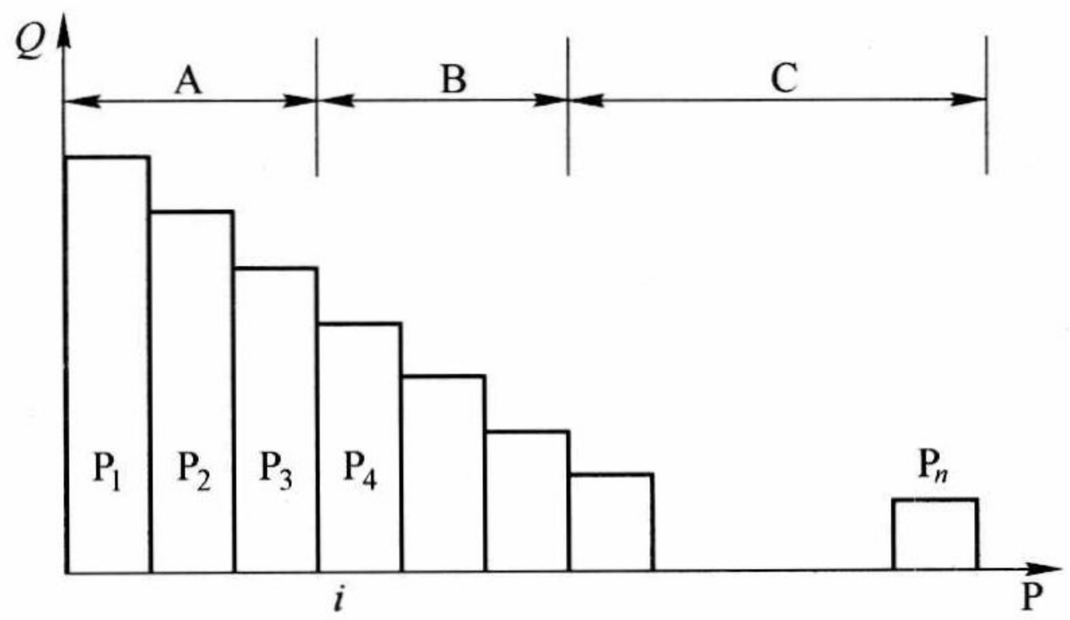


图 3-2 直方图表示的 P–Q 图

3）对 P-Q 图进行 A、B、C 分类。一般，A 类物料占总品种数的 5% ~ 10%，物流量占 70% 以上；B 类物料占总品种数的 20% 左右，物流量占 20% 左

右；C 类物料占总品种数的 70% 以上，其物流量仅占 5% ~10% 左右。当然，上述百分比不是绝对的。

物流系统分析与设计以及管理的重点也按 A、B、C 分类进行。如此可以抓住重点，有利于分析与设计的进行。必要时，可忽略 C 类物料。

（4）物流系统流程分析。物流系统流程分析步骤如下：

1）平面图。平面图上各设施、设备、储存地、固定运输设备等要用工业工程标准符号（国际通用标准）标明，并且进行阿拉伯数字编码。

2）物流流程图。得到经过 IE 符号表达并编码的平面图后，根据物料分类和当量物流量，任意一条物流路径均可用编码表示其物流流程路线。如果将系统中所有物流流程用表的形式表达，则称该表为物流流程表。如果将表中的各条物流流程绘制在一张图上，则称该图即为所研究系统的物流流程图，如图 3-3 所示。该图的画法不受平面限制，任意物流的起点和终点间的物流量大小取决于两点间的权数，即通过两点间所有物流量（当量物流量）之和。

对于系统中 A 类物料往往需要进行单一流程分析，根据 5W1H 法（why、what、when、where、who、how）进行研究，考虑物流合理化的原则，采取取消、合并、改进等手段，使大流量物流尽量避免迂回和倒流，保持流动距离最短。

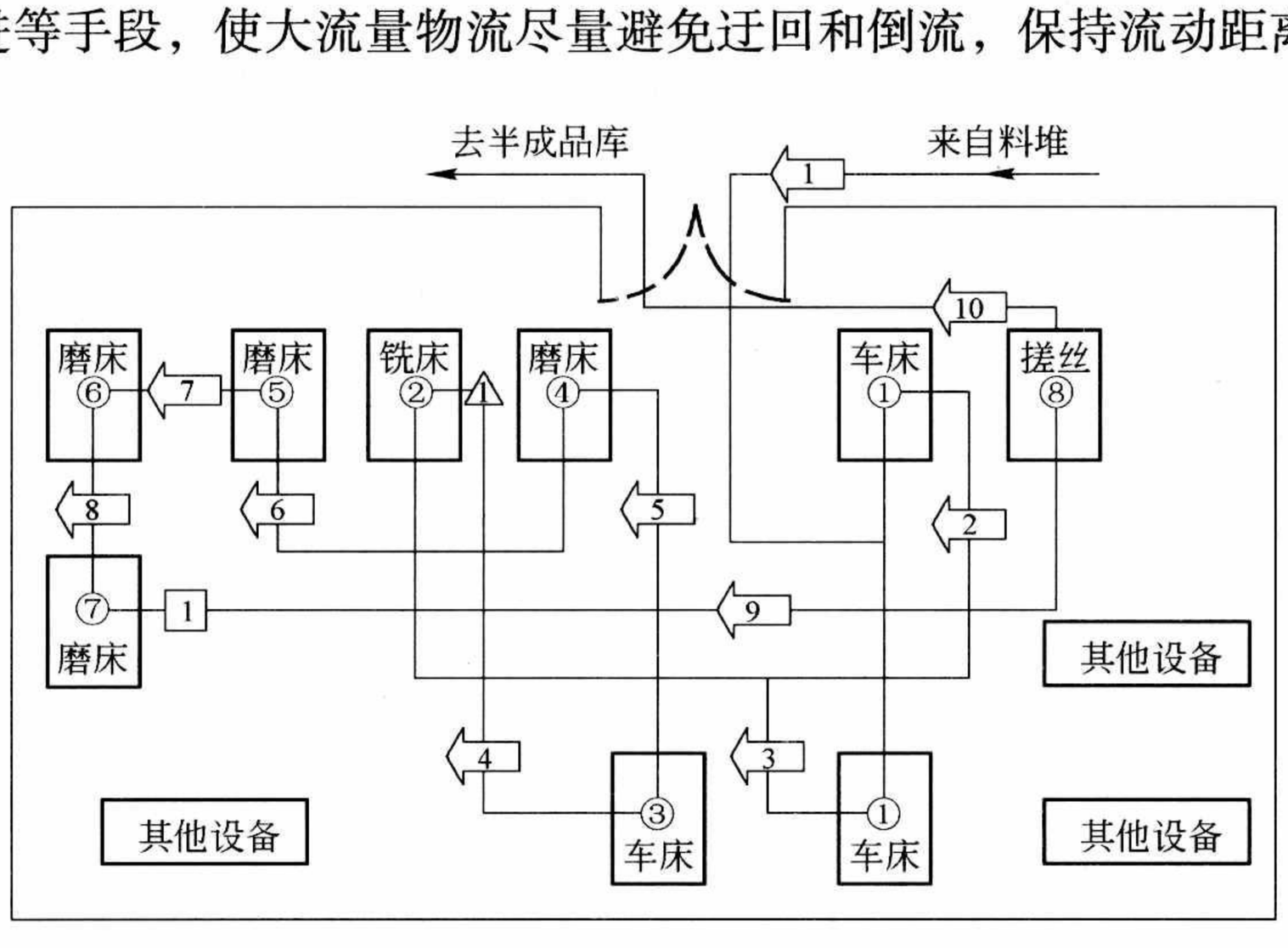


图 3-3　某车间物流流程图

3）物流图。将各条物流的物流量大小（用物流图线宽度表示）与经过的物流点绘制在编码平面图上，称为物流图。物流图可形象地表达系统的物流情况，对物流是否合理一目了然，有利于分析与设计。

系统内每一与物流作业有关的活动都用上述符号表达，经过标定并编码的平面图，如图 3-4 所示为某车间编码平面图：

当产品品种很多，产量很小且零件、物料数量又很大时，可以用一张方阵图表来表示各作业单位之间的物料移动方向和物流量，表中方阵的行表示物料移动的源，称为从；列表示物料移动的目的地，称为至，行列交叉点标明由源到目的地的物流量。这样一张表就是从至表（见表3-1），从中可以看出各作业单位之间的物流状况。

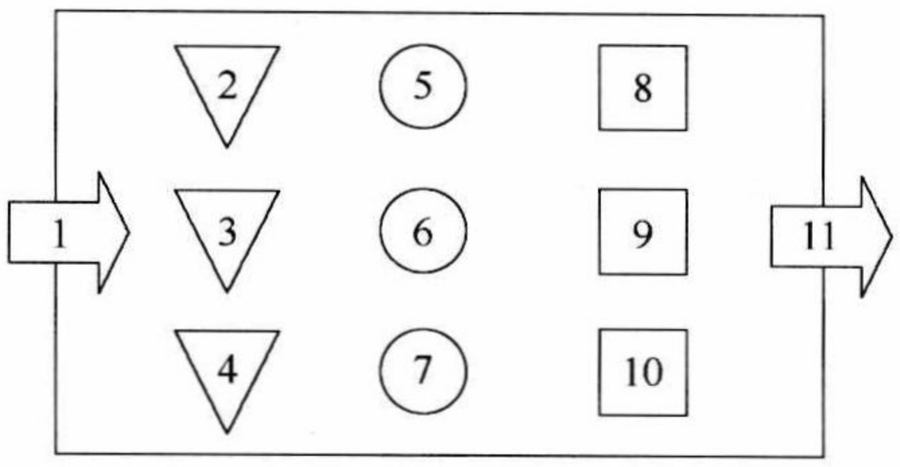


图3-4 某车间编码平面图

○—操作；▽—储存；⇨—搬运；□—检验

表3-1 从至表

从＼至	A	B	C	D	E	F	G	合 计
A		XZ52		Z54				106
B			Z30		X144			174
C				Y24	XY 60			84
D					Z25	X150		175
E							XYZ 280	280
F							XYZ 580	580
G								
合 计								

3.3 工厂车间设备布局

3.3.1 车间设备布置的原则和基本类型

在连续型制造系统中，如在石油化工、水泥等的生产中，工厂布局和设备布置是完全按生产工艺流程进行安排的，但在离散型制造系统中，如各类机械仪表制造厂，工厂布局是宏观的，只有到了车间和各部门详细布置后才能真正完成设备的布置，再返回到修改和落实宏观的工厂详细布局。因此，设备布置的类型对离散性制造工厂最终完成工厂布局设计是十分重要的。

设备布置类型和生产模式与生产组织形式密切相关。一般的机械制造工厂有以下四种基本的设备布置类型，即产品、工艺、固定工位和制造单元。

3.3.1.1　按产品原则布置

这是专门制造某种产品的封闭式车间，所用设备都按加工或装配工艺顺序布置，形成按产品划分的产品专用生产线。此类布置适合于少品种大批量生产的组织方式。图 3-5 为产品原则设备布置示意图。各种待加工产品有共同的接收原材料毛坯的原料库和发送产品的成品发送库，各自有独立的生产线进行生产。

按产品原则布置的优点主要是布局符合工艺过程物流顺畅，生产计划和管理简单方便。缺点是当产品变化引起设备布局重新变更，生产节奏取决于最慢的设备，部分设备的负荷较低。

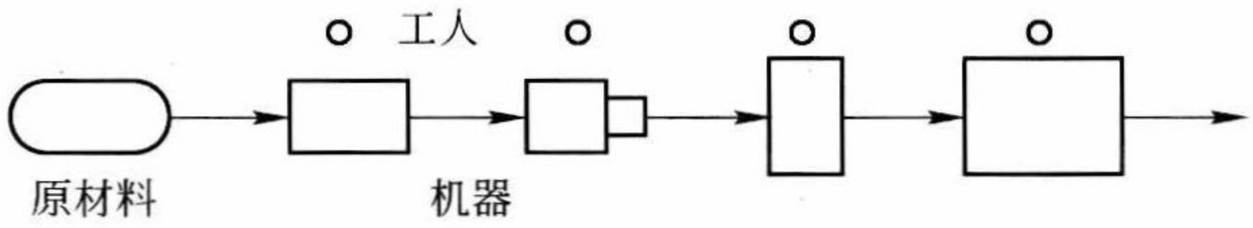


图 3-5　加工顺序布置

3.3.1.2　按工艺原则布置

它是将同类工艺设备和人员集中布置在一起，又称为机群式布置。如机械加工车间中，按车床、铣床、磨床分组，各组也大体按照多数零件工艺路线排列。这类布置适合多品种小批量的生产组织方式。图 3-6 为按工艺原则布置的示意图。图中车间按同工艺类型进行设备分组，各种待加工产品按各自工艺路线穿插运行其间。这种布置原则的优点是采用通用设备后，设备利用率高，可减少设备数量；产品品种与数量变化后不影响原设备布置。缺点是物料搬运路线长且不确定，生产计划和管理都复杂，生产周期也长。

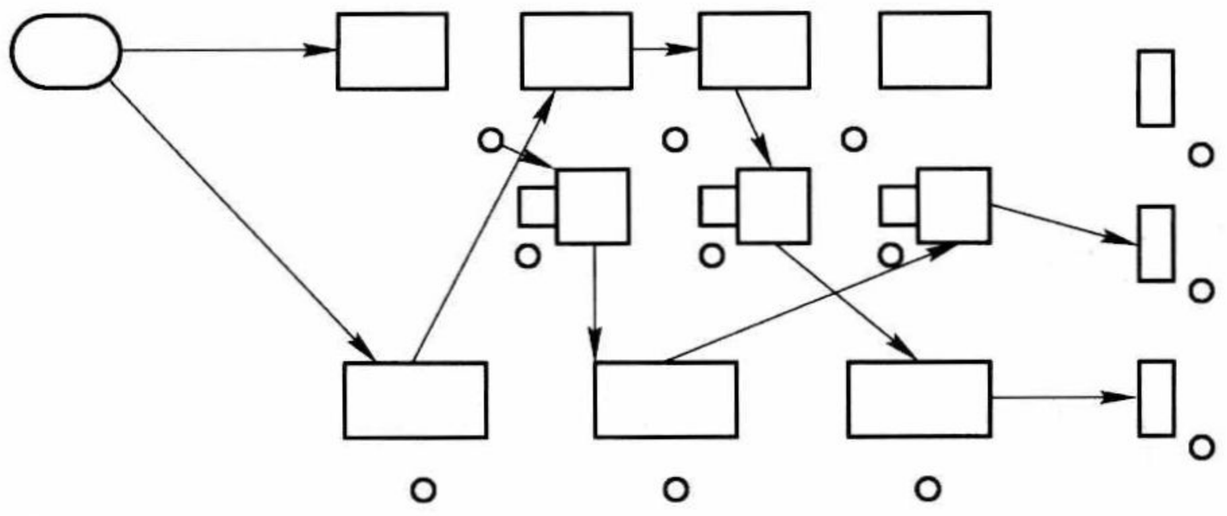


图 3-6　同类机床设备布置

3.3.1.3　固定工位式布置

这种布置方式主要应用于飞机、船舶这类大型不易移动的产品，并适合于单件、小批生产方式。在这类布置中一切生产设备、人员、材料都围绕产品装配的固定工位。图 3-7 为制造大型柴油机车的固定工位布置示意图，这种布置方式物料移动最少，生产柔性最好。但需要较高的工人技能，并增加生产面积。

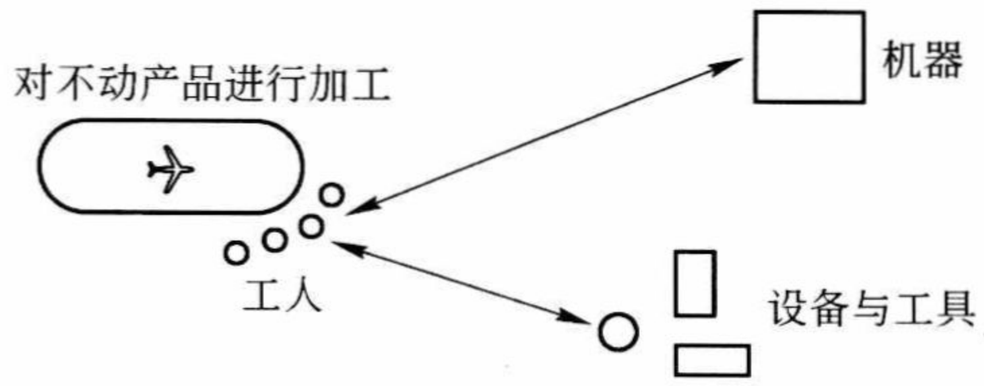


图 3-7 不易移动产品布置

实际上许多工厂的车间布置是产品、工艺和固定工位布置的混合，飞机制造厂就是产品与固定工位的两种布置的组合。一架飞机在一个固定的平台上建造机身，完成机身后向前移动到另一平台上再将机翼装上，移动5次或6次，移到厂房尽头就完成了整架飞机的建造。如果飞机的设计有了修改，立即进入另一条修改生产线，这些修改不能和基本生产线合在一起。

3.3.1.4 制造单元式布置

20世纪80年代以后各国机械制造厂流行一种新的设备布置形式，即制造单元布置。普通的制造单元如图3-8所示，原先一类产品通过产品原则的设备布置如图3-8a所示，按工艺顺序A—B—C通过车间，A工艺有8台同类机器设备，B工艺有10台，C工艺有9台。图3-8b为将其改造成制造单元后的布置形式。每一个单元各有分别属于A、B、C三种工艺的各一台机器，因此需要10个制造单元完成原先的生产任务。这种独立的制造单元不仅减少了物料流动的距离，同时对需要完成的生产任务提供了很大的灵活性，方便了生产计划的安排。选择同一次运行的制造单元数量，就可以调节不同的产出量。此外，由于单元的独立性，一个单元产生的问题不会干扰另一单元的生产，方便了单元的管理。由此可见，虽然由于改成单元布置后可能增加了设备的台数，但这种情况并非是必然的。

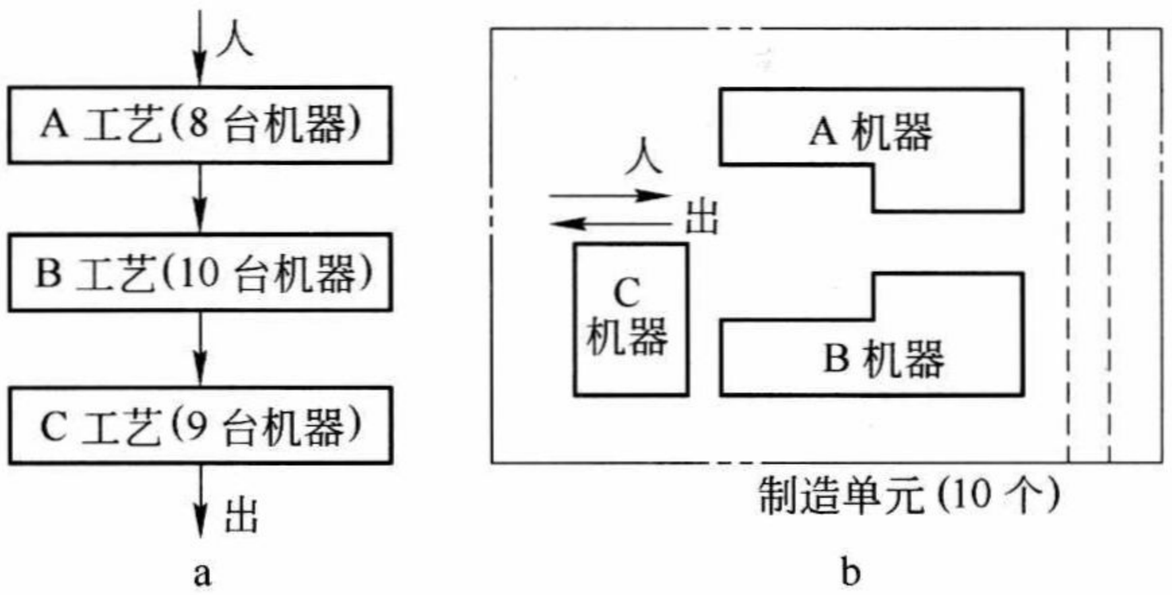


图 3-8 制造单元布置方法

此外，为了适应多品种成批生产的需要，发展了成组技术，产生了成组单元布置形式，产品按相似性分成不同的工艺族，然后制定适合每一族的工艺过程，同一族内的产品要求在相似的设备上加工并有共同的相似加工顺序。如图3-9所示，A族产品在1号成组单元加工，B族产品在2号成组单元加工。

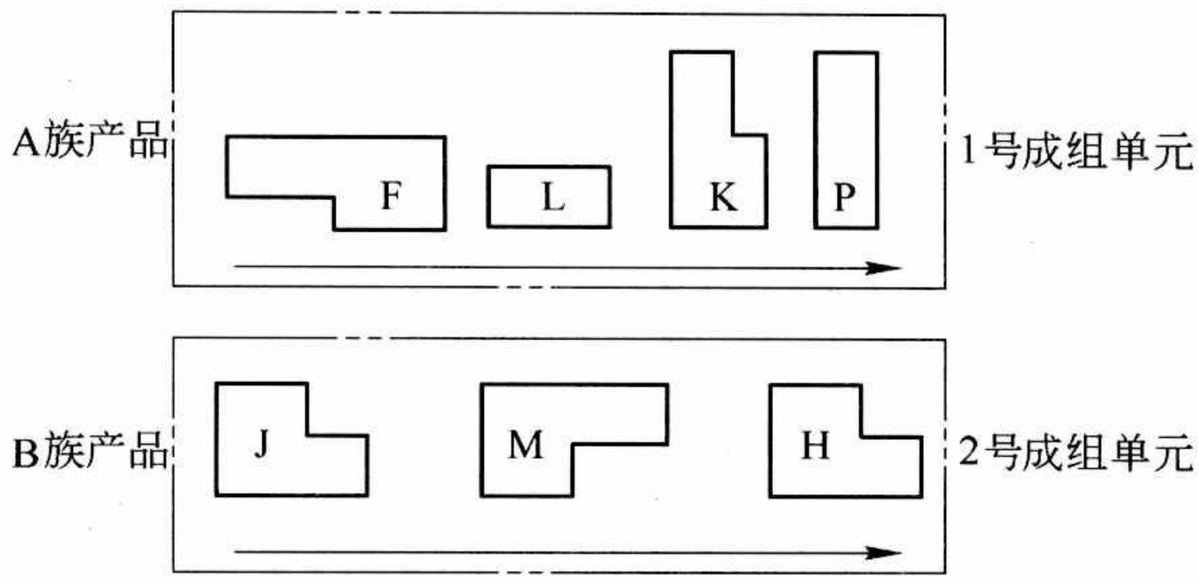


图 3-9　成组单元布置形式

3.3.2　典型车间布置原则

3.3.2.1　布置设计的原则

设施布置设计的主要原则是：

（1）符合工艺过程的要求。尽量使生产对象流动顺畅，避免工序间的往返交错，使设备投资最小，生产周期最短。

（2）最有效地利用空间。使场地利用达到适当的建筑占地系数（建筑物、构筑物占地面积与场地总面积的比率），使建筑物内部设备的占有空间和单位制品的占有空间较小。

（3）物料搬运费用最少。

（4）保持生产和安排的柔性，使之适应产品需求的变化、工艺和设备的更新及扩大生产能力的需要。

（5）适应组织结构的合理化和管理的方便。使有密切关系或性质相近的作业单位布置在一个区域并就近布置，直至合并在同一个建筑物内。

（6）为职工提供方便、安全、舒适的作业环境。采用人机工程的原理，使布置设计合乎人的生理、心理要求，为提高生产效率和保证职工身心健康创造条件。

有时，这些目标相互矛盾。因此，上述任何一项目标，都不能无视其他目标的存在而片面应用。虽然布置的方法越来越科学化，但如同不存在包治百病的灵丹妙药，尚不存在能解决一切问题的方法。所以，与家庭布置一样，车间布置在一定程度上仍然是一种艺术，或者说具有科学加艺术的性质。

3.3.2.2　布置的基本形式

设施布置方式受工作流的形式限制，有以下几种形式：

（1）工艺原则布置（又称机群式布置）。是一种将相似设备或功能放在一起的方式，比如按车床组、磨床组等分区。

（2）产品原则布置（也称装配线布置）。是一种根据产品制造的步骤安排设

备或工作过程的方式。

（3）定位布置。产品（由于体积或重量庞大）停留在一个位置上，设备、人员、材料都围绕产品而转。如飞机制造厂、造船厂等的布置。

（4）成组技术布置。将不同的机器分成单元，来生产具有相似形状和工艺要求的产品。成组原则应用的目的是要在生产车间中获得产品原则布置的好处。

（5）U 形布置。这是近年来颇受工厂欢迎的一种布置形式。U 形多工序生产线适合于多品种中小批量的生产，符合当代生产模式的需要。U 形布置时，工人容易掌握从毛坯到成品的全工艺过程，合理安排作业程序后可以减少工人各种多余的动作，便于工人多工序（多机床）操作，便于生产线的全面管理。

3.3.3　系统设施布置规划方法（SLP 法）

工厂布置的方法与技术，一直在不断发展。工业革命以来，出现了许多手工设计、数学分析和图解技术。20 世纪 60 年代以来，又发展了计算机辅助设施布置。在众多的方法中，以 1961 年美国的缪瑟提出的系统布置设计 SLP（System Layout Planning）理论最为著名，应用也十分普遍。它不仅适合于各种规模、种类的工厂新建、扩建或改建中对设施或设备的布置或调整，也适合制造业中对办公室、实验室、仓库等的布置设计，同时也可用于医院、商店等服务业的布置设计。本节的内容主要介绍这种布置技术。

3.3.3.1　系统布置设计（SLP）的阶段结构

系统布置设计是一种逻辑性强、条理清楚的布置设计方法，分为确定位置、总体区划、详细布置及安装等阶段（见图 3-10），在总体区划和详细布置两个阶段采用相同的 SLP 设计程序。

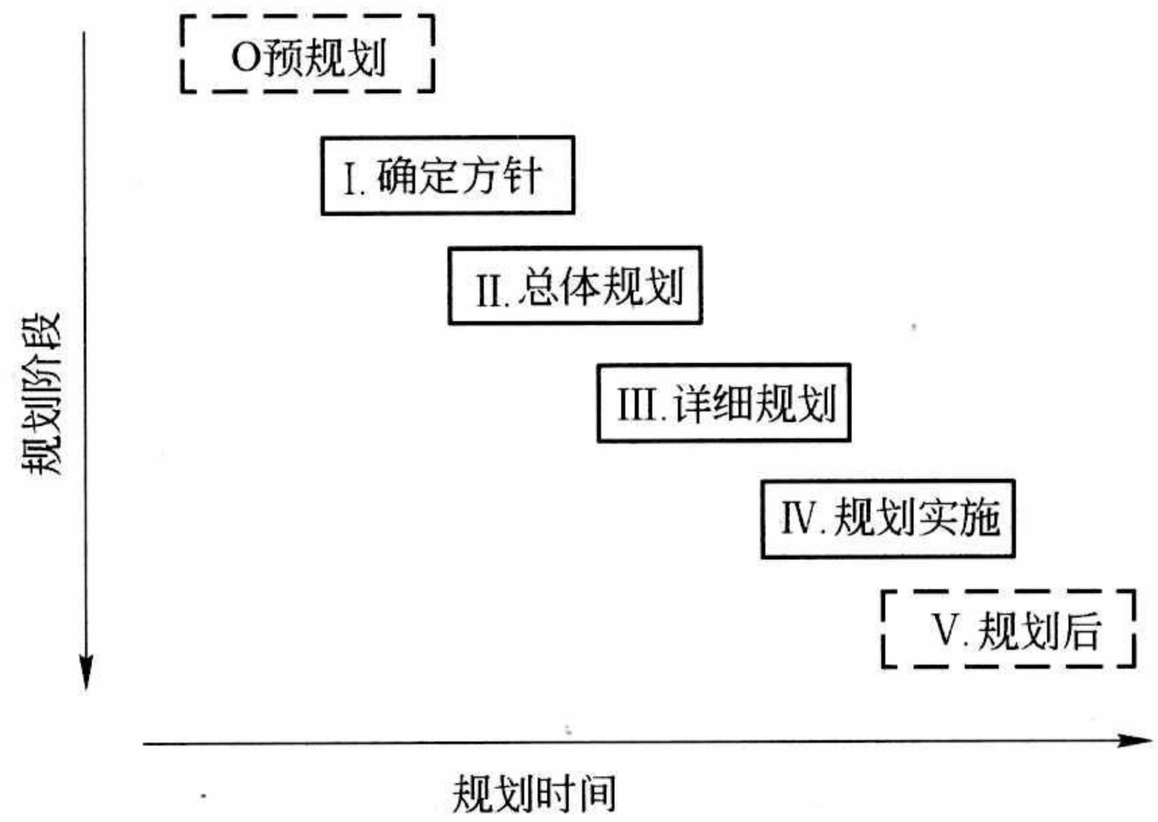


图 3-10　设施布置阶段结构

（1）阶段 I 确定位置。在新建、扩建或改建工厂或车间时，首先应确定出新厂房坐落的地区位置。

（2）阶段 II 总体区划。总体区划又叫区域划分，就是在已确定的厂址上规划出一个总体布局。在这个阶段，应首先明确各生产车间、职能管理部门、辅助服务部门及仓储部门等作业单位的工作任务与功能，确定其总体占地面积及外形尺寸，在确定了各作业单位之间的相互关系后，把基本物流模式和区域划分结合起来进行布置。

（3）阶段Ⅲ 详细布置。详细布置一般是指一个作业单位内部机器及设备的布置。在详细布置阶段，要根据每台设备、生产单元及公用、服务单元的相互关系确定出各自的位置。

（4）阶段Ⅳ 安装。在完成详细布置设计以后，经上级批准后，可以进行施工设计，需绘制大量的详细施工安装图和编制搬迁、施工安装计划，必须按计划进行土建施工、机器、设备及辅助装置的搬迁、安装施工工作。

在系统布置设计过程中，上述四个阶段按如图 3-10 所示顺序交叉进行。在确定位置阶段必须大体确定各主要部门的外形尺寸，以便确定工厂总体形状和占地面积；在总体区划阶段就有必要对某些影响重大的作业单位进行较详细的布置。整个设计过程中，随着阶段的进展，数据资料逐步齐全，从而能发现前期设计中存在的问题，通过调整修正，逐步细化完善设计。

在系统布置设计四个阶段中，阶段Ⅰ与阶段Ⅳ应由其他专业技术人员负责，系统布置设计人员应积极参与。阶段Ⅱ和阶段Ⅲ由系统布置设计人员完成，因此，我们常说工厂布置包括工厂总平面布置（总体区划）及车间布置或车间平面布置（详细布置）两项内容。

3.3.3.2　系统布置设计（SLP）的程序模式

在 SLP 程序中，一般经过下列步骤：

（1）准备原始资料。在系统布置设计开始时，首先必须明确给出基本要素——产品 P、产量 Q、生产工艺过程 R、辅助服务部门 S 及时间安排 T 等这些原始资料，同时也需要对作业单位的划分情况进行分析，通过分解与合并，得到最佳的作业单位划分状况。所有这些均作为系统布置设计的原始资料。

P–Q 分析：企业生产的产品品种的多少以及每种产品产量的高低，决定了工厂的生产类型，直接影响着工厂的总体布局及生产设备的布置形式。

P-Q 图是 P-Q 分析的一种一目了然的手段。图中的横轴表示产品 P（品种或种类），纵轴表示数量 Q。将各类产品按数量递减的顺序排列，绘制出 P-Q 曲线。曲线的左端表示数量很多而种类较少的产品，右端表示数量少而种类很多的产品。

P-Q 图的举例如图 3-11 所示。从图上可以看出，M 区的产品数量大，品种少，适宜采用大量生产方式，加工机床按产品原则布置。J 区的产品数量少，品种多，属于单件小批量生产方式，必须按工艺原则布置。在 M 区和 J 区之间的部分，则适于采用上述两种相结合的成组原则布置。

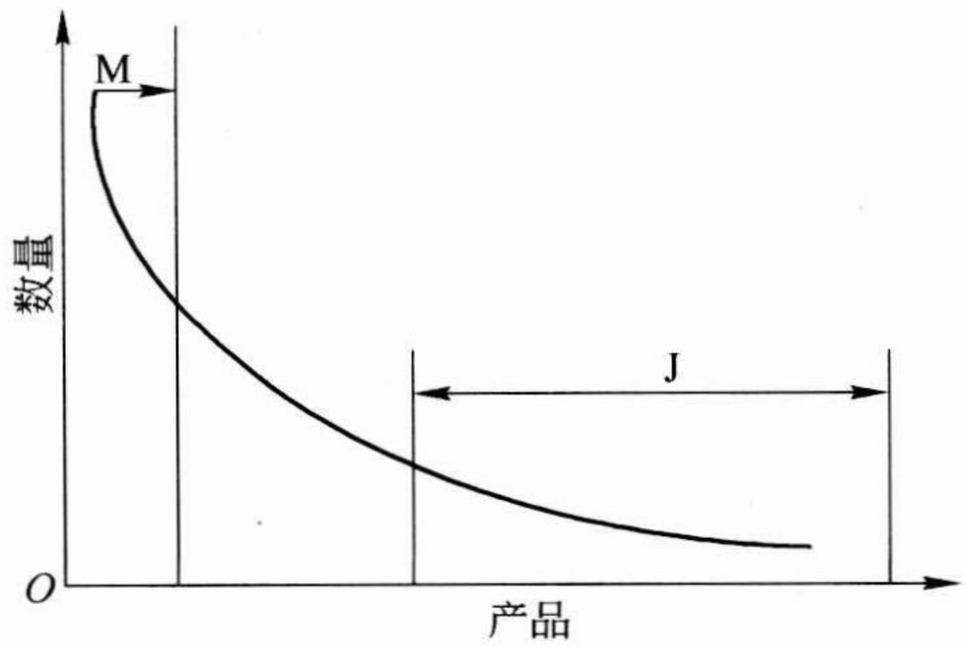


图 3-11　P-Q 分析图

P-Q 分析的结果不仅是确定生产方式和布置形式的基础，也是划分作业单位的基础。即把不同生产方式和布置形式的机器设备分开配置在不同的面积内。例如，可以把产品原则布置和工艺原则布置的机器设备分别设置在不同的车间内，或者分别设置在一个车间的不同部门内。

在生产作业单位确定的基础上，要相应确定辅助服务部门的作业单位。这就为下一步分析创造了条件。

（2）物流分析与作业单位相互关系分析。针对某些以生产流程为主的工厂，物料移动是工艺过程的主要部分时，如一般的机械制造厂，物流分析是布置设计中最重要的方面；对某些辅助服务部门或某些物流量小的工厂来说，各作业单位之间的相互关系（非物流联系）对布置设计就显得更重要了。介于上述两者之间的情况，需要综合考虑作业单位之间物流与非物流相互关系。

（3）绘制作业单位位置相关图。根据物流相关表与作业单位相互关系表，考虑每对作业单位间相互关系等级的高或低，决定两作业单位相对位置的远或近，得出各作业单位之间的相对位置关系，有些资料上也称之为拓扑关系。这时并未考虑各作业单位具体的占地面积，从而得到的仅是作业单位相对位置，称为位置相关图。

（4）作业单位占地面积计算。各作业单位所需占地面积与设备、人员、通道及辅助装置等有关，计算出的面积应与可用面积相适应。

（5）绘制作业单位面积相关图。把各作业单位占地面积附加到作业单位位置相关图上，就形成了作业单位面积相关图。

（6）修正。作业单位面积相关图只是一个原始布置图，还需要根据其他因素进行调整与修正。此时需要考虑的修正因素包括物料搬运方式、操作方式、储存周期等，同时还需要考虑实际限制条件如成本、安全和职工倾向等方面是否允许。

考虑了各种修正因素与实际限制条件以后，对面积图进行调整，得出数个有价值的可行工厂布置方案。

（7）方案评价与择优。针对得到的数个方案，需要进行技术、费用及其他因素评价，通过对各方案比较评价，选出或修正设计方案，得到布置方案图。

依照上述说明可以看出，系统布置设计（SLP）是一种采用严密的系统分析手段及规范的系统设计步骤的布置设计方法，具有很强的实践性。

4 精益生产与现代工业工程的应用

4.1 精益生产

精益制造最早于20世纪90年代在美国提出，来源于两部著作The Machine that Changed the World（Womack，et al.，1991）and Lean Manufacturing（Womack，et al.，1996）。精益制造的理念大部分来源于丰田生产方式（TPS），日本的丰田制造方法不仅推动了国际汽车制造工业的发展，也影响带动了其他制造业的发展。与大规模制造方式相比，精益生产仅需要一半的人员、场地及设备投资。

4.1.1 精益生产方式的产生与发展

20世纪初，随着世界汽车产业的发展，逐渐形成了由福特公司生产方式主导的生产方式。其特点是：分工明确细致，工人经过简单培训即可上生产线，企业可以很方便地加以替换；大批量少品种，由于需要靠昂贵的专用设备保证产品的质量，只有靠大批量生产来降低生产成本，同时由于产品品种转换需花费大量的时间和金钱，因此品种应尽可能少；流水线制造，大幅度地减少装配工时，目的是获得产品的规模经济性，从而提高企业竞争力。

第二次世界大战后，由于规模、资金、技术等多方面因素的制约，日本汽车产业急需寻求一种适应自身发展需要的生产管理方式。经过对福特公司大批量生产方式的深入研究，丰田汽车公司逐渐形成了自己的制造体系（Toyota Production System）及一整套管理思想，创立了多品种、小批量、高品质、低消耗的生产管理方式。

20世纪70年代的石油危机充分显示了丰田生产方式的强大竞争力，赋予了丰田发展的契机。日本汽车制造业率先采用了这种方式，使其在80年代初成为汽车制造第一大国，全面超越了美国。由此，丰田方式逐步被美国及世界其他国家所认识并接受。

经过对90多家汽车厂近5年的考察，耗资500万美元，美国麻省理工学院对大批量生产方式与丰田生产方式进行了深入的对比分析，基于对丰田生产方式的研究及总结，于1990年正式将其定名为精益生产（Lean Production）方式。

20世纪90年代，精益生产的思想得到了广泛的研究及实践，精益方式也在实践中逐渐丰富及完善。该方式首先应用于汽车及其相关产业。其主要思想被大多数汽车制造企业接受并推广。由于顾客需求的不断变化，为满足顾客多样化的

需求，许多行业正在探讨精益生产的思想并将其在本领域应用。

4.1.2 精益生产方式在国内外应用现状

精益生产从产生之日起就在不断地发展和完善之中。日本是丰田生产方式的发源地，当丰田人从快速转换开始，一直发展到准时化生产这段时间，也是日本汽车业赶超欧美汽车业的阶段。在确立了精益生产方式的巨大优势之后，日本人并未止步不前。一方面，精益生产方式快速扩展到汽车业乃至电器等行业，使日本的制造乃至研发水平赶上甚至超过世界水平，涌现出一批世界级企业；另一方面，精益思维者将计算机、互联网等新技术融入精益生产方式，使之更加适合现代企业，如过去的纸质看板已经变为电子看板，对顾客和供应商的看板拉动已改为网上信息拉动，提高了效率，如今的精益生产已非 20 世纪 80 年代的典型模式，而是把精益思维与现代管理方式有机结合的现代精益生产方式，更加适合具体某个行业和企业的特点和发展趋势。

欧美制造企业，尤其是汽车制造业，在逐渐意识到精益生产的巨大优势和一味模仿丰田生产失败后，开始深入研究精益生产方式的精髓和理念，从精益的理念出发，采用适合于企业情况的精益工具，同时结合有效的管理方式，如在 QS9000 最新版要求中，明确加入了 5S、全面设备维护等方面的要求；将 MRP，ERP 系统中引入拉动的理念等，并且获得成功。在保持汽车制造业的领先地位的同时，还形成具有自己特色的精益生产方式，如福特的 FMS 生产方式、德尔福的 DFM 生产方式等，这些都为其企业的发展做出了重要的贡献。在其他行业，如戴尔公司这个计算机行业的后来者，通过运用精益思维，仅几年就发展成为计算机行业的领头羊，还有麦当劳、沃尔玛等，通过消除浪费、最大限度地满足顾客需求等，都取得了巨大的成功。

在我国，早在 20 世纪 70 年代末期，JIT 生产管理方式就由日本引入我国，由第一汽车制造厂首先开始应用看板系统控制车间生产现场。80 年代初，中国企业管理协会组织推广现代管理方法，看板管理被选择作为推广的现代管理方法之一在全国范围内进行了宣传。

随着精益生产方式的逐步成熟，我国企业对精益生产方式的思想方法有了进一步的认识，开始在汽车工业、仪表制造业等实行流水线生产的企业中推广应用精益生产方式，取得了良好的效果。例如，一汽集团公司、东风汽车公司等企业，结合企业自身情况应用精益生产方式，取得了良好的经济效益。

这些企业主要做法是：

（1）按照精益生产方式的思想，结合厂情进行生产管理系统的优化设计。

（2）采用各种措施减少库存，节约流动资金。不仅努力降低生产过程中的在制品库存，同时还要想方设法降低原材料、协作件以及产品的库存，建立有效

的物料、外购件供应以及产品销售流通体系。

（3）大力加强生产现场的管理工作。利用看板管理进行现场控制，保证均衡生产；建立以现场为中心的管理体制，迅速有效地解决现场问题；大力开展“5S”活动，创作良好的生产环境；开展各种质量控制活动，提高产品质量。

这些企业取得成效的部门多数集中于生产制造领域的装配流水线和加工生产，产品开发、采购、销售服务等领域还没有有效地实施精益生产方式，并且我国企业中大多数非流水线的生产仍然采用传统的大批量生产方式，推广应用工作的发展很不平衡。

近年来，我国对推广应用精益生产方式给予了充分的重视，有关部门提出积极推行精益生产方式。随着全球经济一体化进程的加快，国内有实力的企业如上海通用、一汽集团等纷纷开始尝试全面的精益生产方式，从产品设计开发、供应链物流到销售服务，这些企业已经取得了良好的效果，使其企业在行业中的领先位置得以保持。

离散制造业企业面向车间的生产效率改善采用精益制造的理论体系是最有效的手段，而精益制造由一系列相互支撑的技术组成，当然在这些具体的手段之上，企业管理者的理念和态度更为重要。

精益生产管理，是一种以客户需求为拉动，以消灭浪费和不断改善为核心，使企业以最少的投入获取成本和运作效益显著改善的一种全新的生产管理模式。它的特点是强调客户对时间和价值的要求，以科学合理的制造体系来组织为客户带来增值的生产活动，缩短生产周期，从而显著提高企业适应市场的能力。

精益制造的常用技术手段包括：

拉动式准时化生产、看板管理、标准化、质量功能发展、工作平衡、单元生产布置、六西格玛、持续改进、预防性维修、团队型问题解决、全面生产维护、七种浪费、质量工具、防错技术、SMDE、5S 管理、5W1H 提问技术、难点解决团队、仿真工厂等。

实现精益生产管理，最基本的内容就是消灭浪费。企业生产和经营活动中的浪费现象繁多，要消灭浪费，首先要判别企业活动中的两个基本构成：增值活动和非增值活动。增值活动是直接创造价值的活动，如：生产线上的组装过程，机械加工过程等。非增值活动包括必要但非增值的活动和不必要的非增值活动（即浪费）两种。必要但非增值的活动多数发生于支持部门的非增值行为，有些是必要的，但更多的是看似必要但可以改善的活动。例如：设备维护，来料、制品、成品的检验，由于变更导致的额外工作，产品、工艺设计更改，计划变更等。

4.1.3　丰田生产方式

丰田生产系统（TPS）来源于日本丰田汽车公司，丰田公司的创始人是丰田

喜一郎，丰田汽车公司1937年分离于丰田自动织机工厂。当时，日本生产的汽车质量较差，与美国或欧洲生产的汽车相比缺乏竞争。1933年，丰田喜一郎创建了一自动织机工厂，并设立研究组织进行相关研究，丰田生产方式的原则综合起来是以下四点：（1）客户的满意度；（2）质量；（3）不断改进；（4）减少浪费。

丰田喜一郎认为，成功来自于学习、尝试和犯错误。他用这些方法检查生产制造过程。为了取得成功和保持成功，他认为，至关重要的是，生产过程中不断加以改进，可以采用以下方法：（1）必须降低成本；（2）减少生产过程环节；（3）生产过程中减少浪费；（4）标准化生产过程及步骤；（5）按照生产流程布置设备；（6）全体员工的参与改善活动。

根据上述原则，大野内一（Taiichi，丰田公司主席）1978年制定了完整的丰田生产系统（TPS）。以美国福特生产制度为基础，创建了丰田生产系统（TPS），TPS的基础是绝对消除浪费。丰田生产系统有一个目标、一个基础、两个支柱支撑，即系统的准时化（JIT）和 自动化与人性化（Autonomation）。1988年大野内一发表著作（Toyota Production：System：Beyond Large-Scale Production）（Ohno，1988）深入全面地阐述了丰田生产方式的思想。

4.1.3.1 丰田生产方式的两大支柱

如前所述，在创建随时适应市场变化的健全体制的同时，彻底消除产品制造过程中的所有浪费现象，谋求降低成本，这是丰田生产方式的目标所在。并且，“准时化”，“自动化”及“人性化”是实现此目标的两大支柱。

（1）准时化（JIT）：所谓准时化，即消除现场的各种浪费，提高作业效率，“在需要的时候，只按需要的数量生产、搬运所需要的产品。”

（2）自动化及人性化（autonomation）：自动化指发生异常时，通过停线或使设备停转，找出问题点求得改善。人性化是指生产过程应尽可能符合并满足生产者的个性化需求。

4.1.3.2 改善的思路和方法

丰田生产方式是彻底消除浪费的方法，所以，通过消除浪费，可以提高生产率。这样，为了消除浪费、降低成本，如何正确认识浪费就变得非常重要了。生产现场的浪费是指“生产中只增加成本的各种要素”。即对产品来说，不提高任何附加价值的各种现象称作浪费。

为了从产品的制造方法中找出浪费现象，必须掌握从作业中区分工作与浪费的知识和技能。丰田生产方式所说的“工作”是指推进工序。推进工序就是提高产品的附加价值，这种行为即是劳动。

例如，对零件进行组装、焊接、切削等，是提高其附加价值的加工作业，因而称作劳动。把单纯的动作变为劳动，使浪费接近零值、工作效率接近100%，

这样可以真正提高工作效率。

那么，从我们的车间生产作业中需要确定哪些是提高附加价值的作业、哪些是不提高附加价值的作业。

在以前的工作中大都有过这样的经历：想立即使用的工具或测定仪器、零件不在眼前，因而浪费了很多时间来寻找。而这一过程是无价值工作。因而，在生产活动中完成一件工作，如果仔细观察分析作业动作，这些作业可区分为三类：

（1）浪费。这是作业过程中不太需要的动作，比如等待、重新摆放不需要的材料、重新装货。这些动作不会给材料或零件带来附加价值。即，生产车间的浪费是指“生产中只增加成本的各种要素”。

（2）无附加价值的附属作业。这是指虽无附加价值，但在现今条件下必须做的动作。例如，去取零件、取下外协件的包装、从大货架上一点点地取出零件等。

（3）主作业。指加工作业，即改变形状、性质、组装等。例如，组装零件、点焊、水磨车身以及用喷枪进行手喷。可以认为这种提高附加价值的作业比率越大，作业效率越高。

在生产现场观察一下作业情况，我们就会发现，真正“提高附加价值的工作”即“劳动”的部分少、不提高附加价值的部分多，浪费现象严重。这样，认识浪费，是丰田生产方式思路的基本内容。

A　浪费的种类

浪费在车间工作层面主要的存在形式如下。

a　不良、修补造成的浪费

指生产出的产品不良，需要修补。本来应生产出合格品，却变成不良品或修补品，因而加工时所需的材料、能源费、设备费以及劳务费等等，全变成浪费，成本大大增加了。

即使经过修补可以作为合格品再使用，也难免质量降低，而且由于修补所需的能源费、劳务费等，是额外的浪费，所以，成本又提高了。这是各种浪费中特别值得注意的一种。

b　生产过剩造成的浪费

这种浪费分成两类：一类是生产量超过需求量；另一类是在超过需要的过早时间内完成生产造成的等待。

虽说这两种浪费都是不允许的，但在丰田公司，特别重视后一种情况，即“在超过需要的过早时间内完成生产所造成的生产过剩的浪费”。

丰田公司强调“在需要的时候，对需要的东西，仅生产所需要的数量”这种准时化原则，脱离这个原则，过早完成生产时，就会造成生产过剩的浪费。另外，有时认为对于性能优异、价格昂贵的机器设备，如果不用就是一种损失，从

而忽视生产需求的数量，也会造成生产过剩。必须牢记“不与销售挂钩的东西都是浪费”。

生产过剩造成的浪费可诱发其他浪费，所以，这是最值得重视的一种浪费现象。那么，我们研究一下生产过剩造成的浪费是如何诱发其他浪费的。

对于超过需求量的生产，需要额外的工时与设备，造成电力、油等的浪费，并预先消耗了材料与零件。结果，使其他生产线所需要的零件变成负担，极易引起停线。

此外，生产量超过需求量、超过需求的过早完成生产这两种情况，都会带来增加存放生产过剩产品的缓存后果。而且，根据临时存放这些产品的存放场、贮藏室、数量及种类情况，有时还需要仓库。进一步说，增加了工位间或工位与仓库间等处的搬运作业量。对于存放在仓库等处的生产过剩的产品，为了防止生锈及加强库存管理，还需要增加工时。如果库存过多，则机械设备易发生故障，或者尽管存在材料欠缺问题，对此改善的需求也难以显现出来。

生产过剩造成的浪费将诱发许多新的浪费情况出现，将直接导致成本不断上升、质量下降，因而需认真分析其产生的原因。

c 加工的浪费

指无助于推进工序或加工品精度的不必要加工行为。加工浪费中最常见的现象是加工过剩。比如，机械加工中，有的零件只需粗加工即可，却用砂轮打磨。另外，如果涂了防锈油，则不需要防锈纸，但是，我们经常看到仍然使用防锈纸的情况。

d 搬运的浪费

搬运的浪费，指准时化生产所需要的搬运以外的搬运作业。丰田生产方式中的搬运，不只是搬运物品，还包括传送各种信息，这个作用也很重要。

但是，由于搬运本身不提高产品的附加价值，所以，虽说对准时化生产起了很重要的作用，但也属于应尽量消除的浪费现象之一。

e 库存的浪费

库存的浪费，指各工序间持有的在制品超过需要的数量或从订货地购入数量过多的零件而产生的库存。库存只是应对异常的定心丸而已。库存量越多，产生的浪费也越多。

此外，如果“定心丸”过多，那么，即使发生异常现象，也会被隐藏起来而不会成为显而易见的问题点。其结果，无法推进改善，也不能防止同类问题的再次发生。

f 动作的浪费

动作的浪费，指作业工序中不产生附加价值的人的动作或机械设备的动作。

例如，进行作业时，工具类没有放在规定的地方，或没有小零件，要在零件

存放地及作业台周围来回寻找的动作，即是浪费。机械设备的布局不佳，各种设备间的距离太远，或工人过于分散、步行距离过长的情况下，也易产生浪费。

g　停工等待的浪费

机械设备自动送料加工时，工人站在旁边看守机器或即使不加工，机器也在转动，因而不能伸手作业的状态等，即是等待的浪费。在构成的生产加工线等处，如果作业组合不佳，处处容易产生等待的浪费，另外，自动送料较多的机械，也会屡次产生这种浪费。工厂中人员，机器以及物料的分配时间如图 4-1 所示。

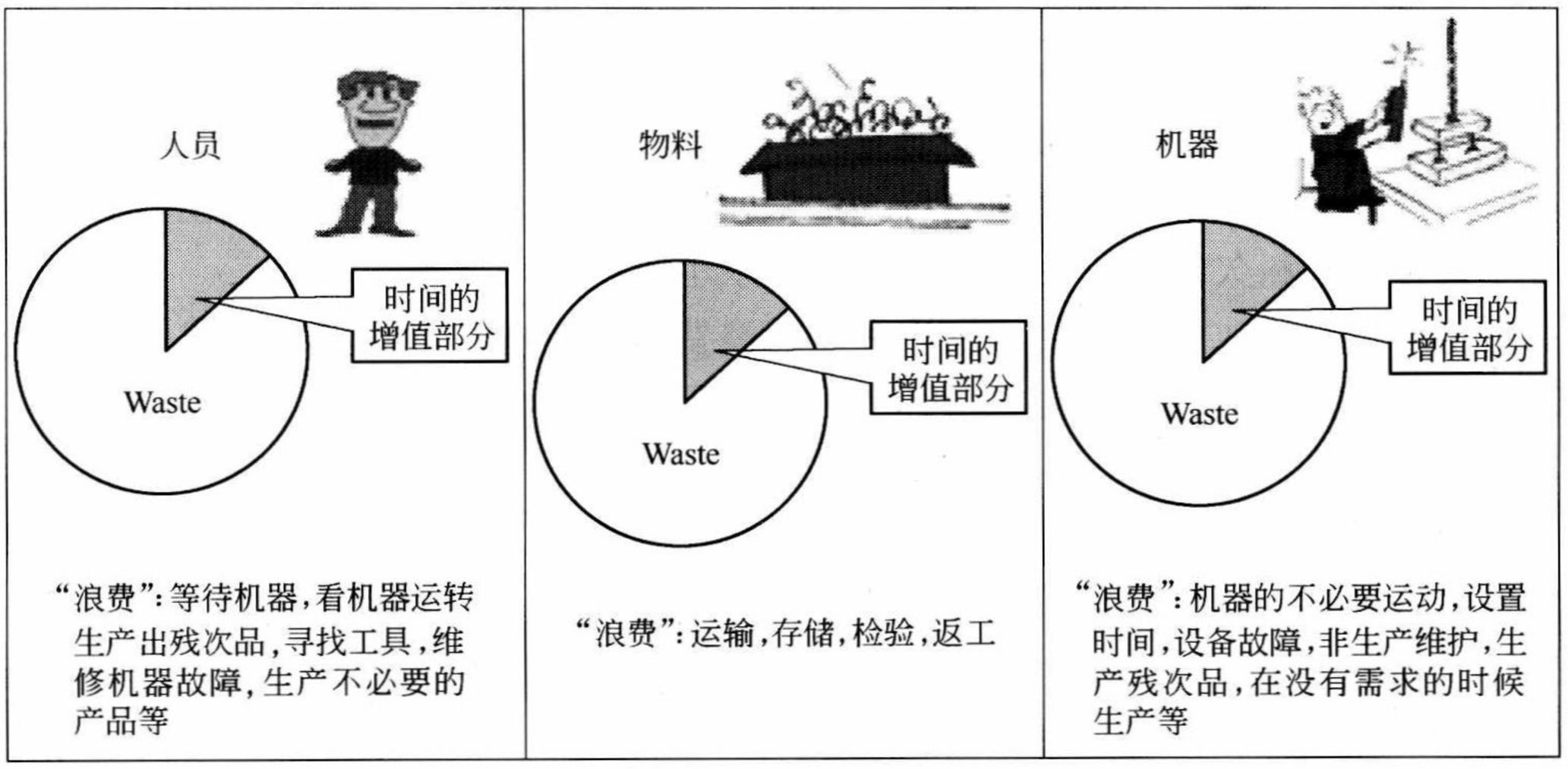


图 4-1　生产中的时间分配

B　能率与效率

为了更好地消除浪费，可通过日常的改善活动提高生产率。作为评价这种努力结果的标准指标之一，“能率”这一概念被提出。

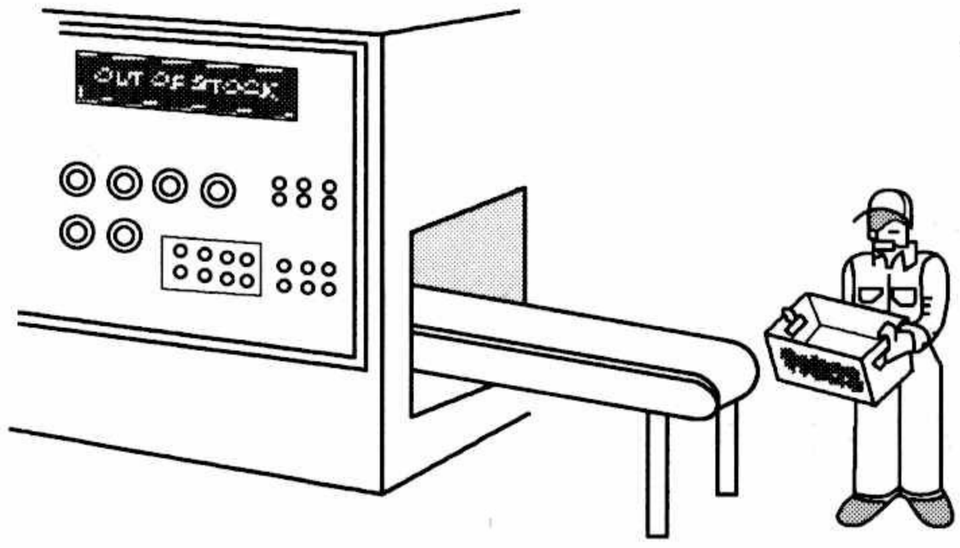
“能率”是测量在一定时间内生产了多少个零件的生产性尺度，用于评价过去的业绩或与目标值的比较。

另一方面的生产效率，指为制造产品而付出的劳动力与增加产品的附加价值所需的劳动力之比。能率超过计划 100% 的时候，而效率却不能超过 100%。

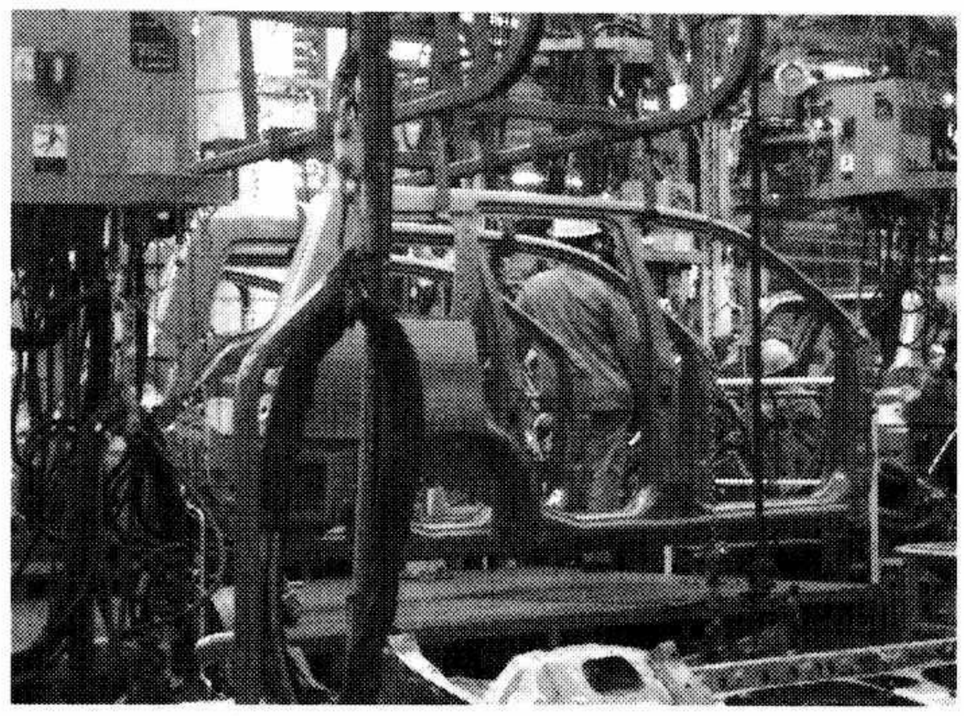
如果误用了评价尺度和指标，非但不能做出正确评价，而且将导致能率与成本同时提高。

C　真正的能率与表面的能率

在某条生产线上，以前 10 个人每天生产 100 个零件，改善后，达到 10 个人每天生产 120 个零件。这是能率提高了 20% 的结果。如果生产计划为 120 个/天，则不需增员就使能率提高了 20%，效果很大。



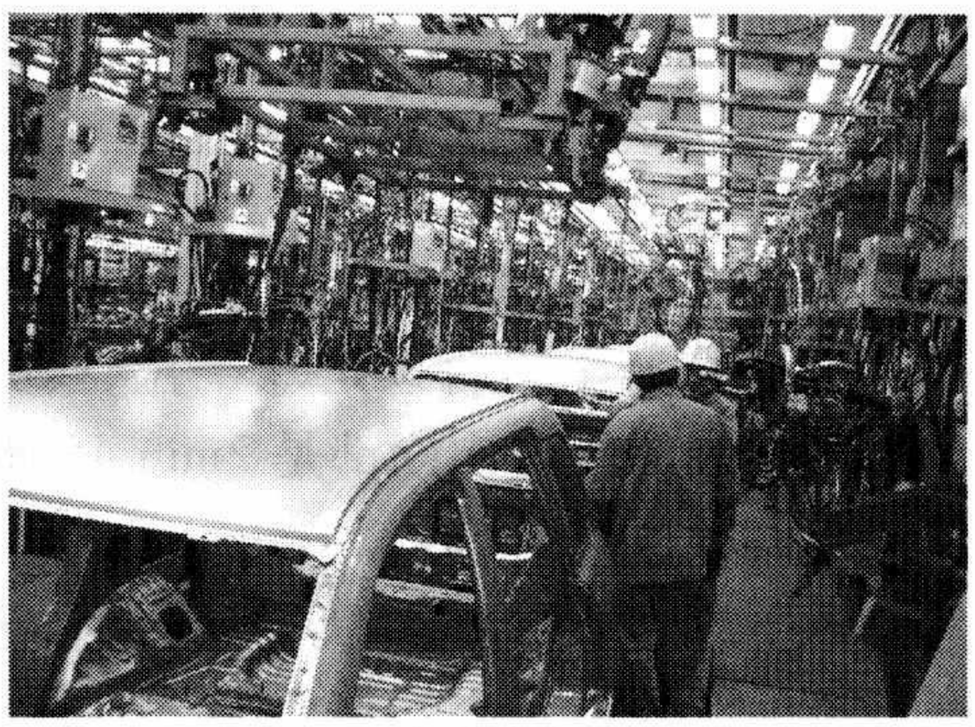
工人要等待修理好焊枪



工作量的不平衡造成了工人的等待



工人们要等车身转送到自动补焊线上



焊装生产线的等待

图 4-2 生产中的等待

但是，假如生产计划仍是每天 100 个不变，或者减产到日均 90 个，还是以提高能率为由，平均每天生产 120 个，那么，平均每天就多出 20 ~ 30 个零件。

这样不仅预支了材料费及劳务费，而且为了库存管理，还需增加货架或存放场所，对公司来说，产生的是负值。

无助于提高业绩的能率提高，不是改善而是改坏。所需数量不变，或减产时增加产量以谋求提高能率的做法，称为“表面的能率”，是不允许做的。那么，在所需数量不变或减少时，应该如何谋求以降低成本为前提的能率提高呢?

在上面的例子中应改用 9 人或 8 人每天生产 100 个，这样既可提高能率也可降低成本，这才是“真正的能率”。

如此说来，提高能率有两种方式。一种是增加产量，另一种是减少人数。增产时当然要顺势增大生产量，减产时应向减少工时的方向努力。通过增加产量来提高能率是很容易的事，而通过减少人数来提高能率却比前一种方式难上数倍。不过，即使有千难万险，但要求必须减少工时提高能率时，也要向这些困难挑战。

D　个体的能率与整体的能率

丰田生产方式力求消除浪费、提高企业效率，所以，一定警惕“个体的能率=企业的能率”这种单纯的思考方法。

例如，在构成一条生产线的各要素中，即使一个工人的能率比其他工人高出再多，这条生产线的整体能率也是无法提高的。

某车间效率改善中生产线生产周期的时间记录，如表 4-1 所示。

表 4-1　生产线生产周期时间记录

项　目	①工位	②工位	③工位	④工位	⑤工位
加工时间	2min 00s	2min 15s	1min 55s	2min 05s	2min 50s
加工时间	1min 50s	2min 00s	1min 50s	2min 05s	2min 45s
效　果	▲10s	▲15s	▲5s	±0s	▲5s

▲—提高。

改善结果是，这条生产线的生产周期只缩短了 5s。

制约这道工序的瓶颈是⑤工位，⑤工位以外的① ~ ④工位无论多早完成加工，此生产线的生产周期都是 2min 45s 完成。即使① ~ ⑤工位总共缩短 35s，对整条线来说，也只提前了 5s。

分析生产率从每个人的作业开始，进一步分析集中了个人作业的生产线，再进一步从生产线为中心的整个工厂的角度观察分析生产率，我们就会明白不仅各个阶段需提高能率，还要以提高整体能率的思维方式推进能率的提高。

E　运转率与可动率

在丰田生产方式中，“カドウ率”这个词有两种用法，即运转率和可动率。一般情况下，假如每天的固定工作时间为 8h，则运转率表示使用该设备制造产品的时间与固定工作时间的比率。因此，如某设备只使用 4h，那么，该设备的运转率就是 50% 。

如果给“运转率”下个定义，可这样描述：“相对于某台设备满负荷作业时的能力，在某一时间点的实际生产情况的比例。”也就是，虽说 A 设备具有平均每个月加工 100 个零件的能力，但如果当月的需求量是 70 个/月，则该设备的运转率变成 70% 。运转率随每日的销售情况、生产台数而变化，若减产，则运转率下降；若增产，则运转率提高。

“カドウ率”的另一种用法是“可动率”。可动率指机械设备无论何时都处于可正常运转状态所占的比例。即按下开关马达则可正常运转、机器可以作业的状态。所以，这种可动率在平时的理想状态是 100% ，并且必须以此为目标。为此，有必要加强保全维修工作，排除故障等。

评价工作成果时，必须注意高能率常常并不等于低成本。无论运转率还是能率，提高其自身的比率不是目的。

丰田生产方式的目标是，通过彻底消除浪费而实施降低成本、提高生产性的一系列活动。

在全公司开展改善活动，应该全部有益于降低成本。因此，各种思考方法和改善方法，说到底，全部与降低成本相关联，意识到这一点是非常重要的。

换句话说，所有的判断基准都由是否降低成本来决定。如果这个判断基准不明确，我们有时则会很轻率地认为改善就好，结果一再改善，反而造成了生产过剩的浪费。

花钱改善设备、花时间改善作业的结果，却只增加库存量，将使企业经营走上恶性循环的道路。

4.1.4 现场改善

改善是突破现状，产生新价值的开创性活动工作。现场管理中的改善活动，叫做现场改善。在改善的范畴里，企业现场管理具有两项主要的功能：“维护”与“改进”。“维护（maintenance）”是指从事于保持现有技术、管理及作业上标准的活动，以及支持这些标准所需的训练和纪律。在“维护”的功能下，管理部门要执行工作的指派，使每一个人都能依照标准的作业程序来工作；而“改进（improvement）”，则是以改进现有标准为目标的活动。日本的管理观点，可以浓缩为一句箴言来表示：维护标准和改进标准。现场“改善”是现场管理的一个重要方面，是着重在“过程”上，因为要改进“结果”，必须先改进“过程”。以“过程为导向”的思维方式，体现在各种不同的改善活动上。诸如：计划-执行-核查-处置（PDCA）的循环、标准化-执行-核查-处置（SDCA）的循环、质量-成本-交期（QCD）的活动、全面质量管理（TQM）、准时生产方式（JIT）和全员生产保全（TPM）。在“改善”的过程上，关键在于最高管理部门的承诺和参与。管理部门的承诺和参与必须适时地、持续地表现出来，以确保在“改善”的过程中获得成功。

为了帮助员工积极有效地参与改善活动，使改善活动能够容易被员工接受和有效地执行，按照日常的具体工作提出了现场改善的切入点：

（1）动作分析。即向动作分析要效益。研究工作者的动作，分析人与物的结合状态，消除多余的动作、无效动作或缓慢动作，如弯腰作业、站在凳子上作业、蹲着作业、作业场所不畅、没有适合的工位器具、人与物处于寻找状态等，通过对人的动作和环境状态的分析和测定，确定合理的操作或工作方法；探讨减少人的无效劳动，消除浪费，解决现场杂乱，实现人和物紧密结合，提高作业效率。

（2）平面布置优化。仔细检查和分析工厂平面布置图、车间平面布置图和设备平面布置图，分析作业方式和设备、设施的配置，按生产流程的流动方向，

有无重复路线和倒流情况，找出不合理的部分，调整和设计一种新的布局，使生产流程在新的布置图上路线最短，配置最合理。

（3）检查工艺流程。即向工艺流程要效益。分析现有生产、工作的全过程，哪些工艺流程不合理，哪些地方出现倒流，哪些地方出现了停放，包括储藏停放状态、保管手段（如储存容器配备、货架配备、设施条件）、有无积压状态？哪些工艺路线和环节可以取消、合并、简化？寻找最佳停放条件，确定经济合理的工艺路线。

（4）搬运。即向搬运时间和空间要效益。据统计，在产品生产中搬运和停顿时间约占70% ~80%，搬运的费用约占加工费的25% ~45%，要通过对搬运次数、搬运方法、搬运手段、搬运条件、搬运时间和搬运距离等综合分析，尽量减少搬运时间和空间，寻找最佳方法、手段和条件。

（5）优化场所环境。分析生产、工作环境是否满足生产、工作需要和人的生理需要，分析现场还缺少什么物品和媒介物，针对不同类别场所的问题，分别提出改进建议，开展“整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全”六项活动，使员工保持旺盛的斗志和良好的技能，所需物品随手可取，不需要随时清除，现场环境通畅、整洁、美化、安全、文明，使场所和环境在时间和空间上实现整体优化。

（6）5WIH 法。在现场改善过程中，5W1H 就是围绕 why：为什么要这样做？what：这样做的目的是什么？where：在什么地方做？when：什么时间来做？who：谁来现场做？how：如何去做，才能达到效果？对这些问题进行反复提问和回答，从反复提问和回答中去发现改善提案，并去实施改善提案。

4.2　生产线平衡

4.2.1　生产线平衡概述

4.2.1.1　概念

离散制造业企业在采用细分化之后的多工序连续作业生产线时，由于分工作业，简化了作业难度，使作业熟练度容易提高，从而提高了作业效率。然而，经过了这样的作业的细分化之后，各工序的作业时间在理论上、现实上都不能完全相同，这样势必存在工序间作业负荷不均衡的现象。除了造成无谓的工时损失外，还造成大量的工序堆积，严重时会造成生产线的中止。生产线平衡就是为解决上述问题而提出的，它是现场 IE 的一种管理手法，也是解决生产线负荷平均化这一影响生产线效率关键问题的重要方法。它对各工序的作业时间进行平均化，同时对作业进行研究、对时间进行测定，使各作业时间具有尽可能相近的技术手段与方法。

工业生产线上的不平衡程度不仅直接反映了生产线的生产效率，而且影响到产品的质量。这是由于生产线的不平衡所造成的工人的劳动强度不一，使得劳动强度大的工人为了赶上生产线运行节拍，而常常不得不忽视质量。

生产线的平衡问题一直是生产组织中长期关注的问题，并对企业生产秩序的正常运作起着关键性的作用。生产线的平衡问题是一个发现问题、分析问题、改善问题的过程。通过改善，从而使生产线在更高的水平上达到新的平衡，并在新的环境条件下发现新的瓶颈、不断改进、不断完善，这样才能提高企业生产效率。这是企业真正追求的目标，也是工业工程的真谛所在。因此，要保证生产线的平衡，就必须对生产线进行不断地分析、研究和改善。

一只木桶盛水多少，并不取决于桶壁上最高的那块木板，而恰恰取决于桶壁上最短的那块木板，这一规律我们称之为“木桶定律”。

从木桶定律我们可以看出，只有桶壁上的所有木板都足够高，木桶才能盛满水，而且所有木板高出最低木板的部分都是没有意义的，而且高出的越多，浪费就越大，那么提高木桶容量最有效的办法是设法加高最低木板的高度。

“生产线平衡”与“木桶定律”非常相似：生产线的最大产能不是取决于作业速度最快的工位，而恰恰取决于作业速度最慢的工位，最快与最慢的差距越大，产能损失就越大。

从中很容易发现它们之间的共同之处，即它们都谈到任何一个组织都可能面临的问题：构成组织的各个部分往往是良莠不齐，而决定整个组织水平的往往是最差的部分。

制造现场，各个车间或工段之间，彼此的管理水平、产能等往往是不同的，企业现场管理的整体水平并不取决于最优秀的车间单位而是取决于最差的车间单位，企业的整体产出也是取决于最差的车间单位。对一条生产线来说，其生产量及生产效率的高低也是如此。因此，对于一个企业来说，车间或工段之间的均衡生产及生产线的平衡生产的重要性就不言而喻了。生产线平衡的常用名词如下：

（1）流程“节拍”（cycle time）：是指连续完成相同的两个产品（或两次服务，或两批产品）之间的间隔时间。即指完成一个产品所需的平均时间。节拍通常只是用于定义一个流程中某一具体工序或环节的单位产出时间。成批制作的产品，则节拍指两批产品之间的间隔时间。流程的节拍最终是由终端销售的进程决定的。

（2）流程“瓶颈”（bottle neck）：通常指一个流程中生产节拍最慢的环节。流程中存在的瓶颈不仅限制了一个流程的产出速度，而且影响了其他环节生产能力的发挥。瓶颈也泛指整个流程中制约产出的各种因素。

（3）流程中的“空闲时间”（idle time）：指工作时间内没有执行有效工作任务的那段时间，可以指设备或人的时间。

当生产流程中各个工序的节拍不一致时，瓶颈工序以外的其他工序就会产生空闲时间。这就需要对生产工艺进行平衡，也就是作生产线平衡，这时必须对各工序的作业时间平均化，同时对作业进行标准化，以使生产线能顺畅活动。“生产线平衡”即是对生产的全部工序进行平均化，调整各作业负荷，以使各作业时间尽可能相近，它是生产流程设计与作业标准化必须考虑的最重要的问题。

4.2.1.2　生产线平衡的意义

生产线平衡的意义在于：

（1）提高作业人员及设备工装的工作效率；

（2）降低单件产品的工时消耗，降低成本；

（3）减少工序的在制品，缩小缓冲区，真正实现“一个流”生产；

（4）可以缩短生产周期，消除人员等待现象，提升员工士气，提高生产应变能力，对应市场变化，实现柔性生产系统；

（5）提升整体生产能力、生产效率和降低生产现场的各种浪费；可以稳定和提升产品品质。

4.2.1.3　平衡率的计算

生产线平衡率或平衡损失率是衡量生产水平的标准，以百分率表示。虽然各工序的工序时间长短不同，但决定生产线的作业周期的工序时间只有一个，即最长工序时间 pitch time，也就是说 pitch time 等于节拍（cycle time）。另外一种计算方法同样可以得到 cycle time，即由每小时平均产量，求得一个产品的 CT（Q，每小时产量）。

（1）生产线的平衡率计算公式：

$$\text{平衡率}=(\text{各工序时间总和}/(\text{工位数}\times\text{CT}))\times 100=(\sum t_i/(\text{工位数}\times\text{CT}))\times 100$$

（2）生产线的平衡损失率计算公式：

$$\text{平衡损失率}=1-\text{平衡率}$$

4.2.2　生产线平衡方法

4.2.2.1　生产线平衡原则

生产线平衡的基本原则是通过调整工序的作业内容来使各工序作业时间接近或减少这一偏差。实施时可遵循以下方法：

（1）首先应考虑对瓶颈工序进行作业改善，作业改善的方法，可参照程序分析的改善方法及动作分析、工装自动化等 IE 方法与手段；

（2）将瓶颈工序的作业内容分担给其他工序；

（3）合并相关工序，重新排布生产工序，相对来讲在作业内容较多的情况下容易平衡；

（4）分解作业时间较短的工序，把该工序安排到其他工序当中去；

（5）增加作业人员，只要平衡率提高了，人均产量就等于提高了，单位产品成本也随之下降。

4.2.2.2　生产线平衡方法

生产线平衡方法步骤如下：

（1）计算产距时间，产距时间=工作时间/销售量。

（2）画优先图。

（3）确定周期时间（CT=Takt time）。

（4）确定理论工位数。

（5）根据排程规则排产：

1）方法1。主规则：以其后跟随任务数目最多的次序安排工位；附加规则：最长作业时间的任务先排。

2）方法2。主规则：最长作业时间的任务先排；附加规则：以其后跟随任务数目最多的次序安排工位。

（6）计算平衡率。

5 现场管理“5S”概述

5.1 “5S”的起源和发展

“5S”起源于日本，日文中整理（seiri）、整顿（seiton）、清扫（seiso）、清洁（seiketsu）、修养（shitsuke）这五个单词前面的发音都是“S”，所以统称为“5S”，指的是在生产现场中对人员、机器、材料、方法等生产要素进行有效管理，是日式企业独特的一种管理方法。1955 年，日本“5S”的宣传口号是“安全始于整理整顿，终于整理整顿”，当时只是推行了前 2S，其目的仅为了确保作业空间和安全，后因生产控制和品质控制的需要，而逐步推出了后续 3S，即“清扫、清洁、修养”，从而其应用空间及使用范围进一步拓展。到了 20 世纪 70 年代，在 3S 的基础上加上“清洁”开始被称为 4S，再后来加上“素养”形成了当今流行世界的、含义固定的“5S”管理手法。1986 年，首本“5S”著作问世，从而对整个日本现场管理模式起到了冲击作用，并由此掀起“5S”热潮。

日本企业将“5S”运动作为工厂管理的基础，推行各种品质管理的手法，产品品质得以迅速提升，奠定了经济大国的地位。而在丰田公司倡导推行下，“5S”对于塑造企业形象、降低成本、准时交货、安全生产、高度的标准化、创造令人心旷神怡的工作场所等现场改善方面的巨大作用逐渐被各国管理界所认同。随着世界经济的发展，“5S”现在已成为工厂管理的一股新潮流。20 世纪 90 年代后期，东南亚发生了波及整个世界的严重金融危机，世界经济萧条，国际贸易剧减，依靠对外出口的生产企业普遍开工不足，导致大批企业破产。但日本企业却在这一段时间里苦修内功，通过培训员工，系统导入“5S”管理等措施，强化了企业内部管理，增强了企业的抗风险能力，提高了整个企业的生产性，渡过了世界性的经济危机。在经济复苏后，日本企业迅速迸发出了强大的生产力，“5S”管理手法也随着日本企业的成功得到了全世界的关注和研究，并被当做日本企业的成功经验为世界各国所大力推广。

另外，“5S”还有很多种说法，在西方国家一般将“5S”定义为分类（soft）、定位（straighten）、刷洗（scrub）、制度化（systematize）和标准化（standardize），这五个英语单词的首个字母也是 S。此外，“5S”加上安全（safety）就变成了 6S，加上节约（saving）就变成 7S，加上服务（service）就变成 8S，再加上顾客满意（satisfaction）就变成了 9S。但是不管是在哪个国家，对于“5S”的说法虽然存在差异，但是其内涵基本上都是一致的。

近几年有些大企业根据企业进一步发展的需要在原来的“5S”上增加了节约 Save 及安全 Safety 形成了 7S 。电子业的巨人 Motorola 公司，更有 10S 的建立，10S 即 1S：Sort 分类，2S：Set 整顿，3S：Shine 清扫，4S：Standards 标准化，“5S”：Strict 纪律，6S：Safety 安全，7S：Security 保安，8S：Stout 体能强化，9S：Skills 技能多样化，10S：Streamline 作业精简化，也有的企业加上了习惯化 Shitsuke，服务 Service 及坚持 Shikoku 形成了另一个 10S。但是万变不离其宗所谓“5S”、“10S”都是从“5S”里衍生出来的，除了原有“5S”外，很多企业还将重点放在企业员工的个人发展上，并将“5S ”管理作为实施 ISO9000 的辅助方法，导入实施 ISO9000 的企业中，这是目前一个重要的趋势。

5.2 “5S”的含义和作用原理

5.2.1 “5S”的含义

“5S”是现代车间现场环境维持的构成要素。它不仅能够改善生产环境还能提高生产效率，产品品质，员工士气是其他管理活动有效展开的基石之一。“5S”的含义：

（1）整理（seiri）：区分开必要的和不需要的物品，扔掉无用的物品。整理的目的在于分清条理，清除不需要的物品；根据需要分别管理；铲除产生污垢的根源。

（2）整顿（seiton）：为了能立即取出所需要的物品，要事先规定好物品的放置场所、放置方法，并确实按规定进行。整顿的目的在于创造一个舒适的工作环境，将需求量、效率、安全有机地结合安排，避免寻找的时间，提高效率。

（3）清扫（seiso）：清除灰尘、污垢和异物，保持清洁状态，连边角也要进行打扫。清扫的目的是实现符合功能要求的整洁化；通过清扫检查，消除微小的缺点。

（4）清洁（seiketsu）：彻底进行整理，整顿，清扫，维持没有污垢的清洁状态。清洁的目的是遵守“5S”的标准化和管理标准；使异常明显化，在目视管理上下工夫。

（5）素养（shitsuke）：养成遵守规定和制度的习惯。活动目的在于养成集体习惯；创造遵守规定的工作环境；传达和确认的日常管理。

整理、整顿、清扫、清洁、素养，这五个部分并不是各自独立，互不相关的。它们之间是相辅相成的，缺一不可。整理是整顿的基础，整顿又是整理的巩固，清扫是显现整理，整顿的效果，而通过清洁来持续保养并巩固之前取得的成效，通过持续的宣传和实施，总结与改进，使之上升成为一种习惯，即素养，从而使企业形成整体的改善气氛，能够进入良性循环之中。从而，改善其品质、提

高生产力、降低成本、确保准时交货、确保安全生产及保持员工高昂的士气，提高企业的管理水平，增强企业产品的市场竞争力，增加企业的效益。“5S”内部要素的相互关系如图 5-1 所示。

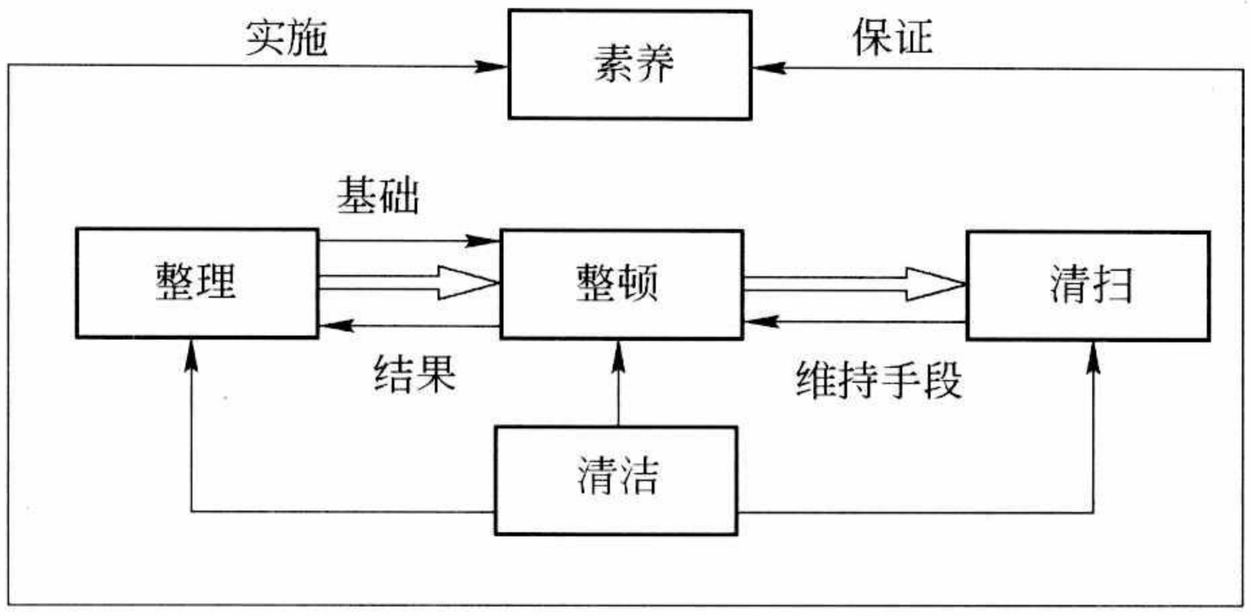


图 5-1　“5S”内部要素关系图

5.2.2　“5S”活动作用原理

“5S”的作用原理是通过提升人在工作中的品质和习惯来实现的，这些品质习惯包括：革除马虎之心，养成凡事认真的习惯（认认真真地对待工作中的每一件“小事”）、遵守规定的习惯、自觉维护工作环境、整洁明了的良好习惯、文明礼貌的习惯。从心理学角度讲，环境与情绪存在一种互动关系，而情绪和自我控制力是除技能之外对工作效果的最大影响因素。因此，环境对于工作效果的影响是一种正反馈，即整洁幽雅的环境会使人内生一种喜悦、积极的情绪，在这种情绪的控制和支配下，人们会更加积极地投入到工作中去，从而创造出更大的产出和环境的进一步改善。而这种改变又会进一步强化人们对于创造美好的信心，如此循环往复，人的素质就会逐渐提升，而人的良好素养又是确保其他一切事物优良品质的前提。反之，就会陷入一种恶性循环之中。“5S”是通过推行整理、整顿、清扫来强化管理，再用清洁来巩固效果，通过这 4S 来规范员工的行为，通过规范行为来改变职工的工作态度，使之成为习惯，最后达到塑造优秀企业团队的目的。实施“5S”员工的行为变化经历形式化、行事化、习惯化三个过程。通过强制规范员工行为，改变其工作态度，使之成为习惯，到了习惯化以后，一切事情都变得非常自然，顺理成章了。图 5-2 是“5S”活动的推行原理图。

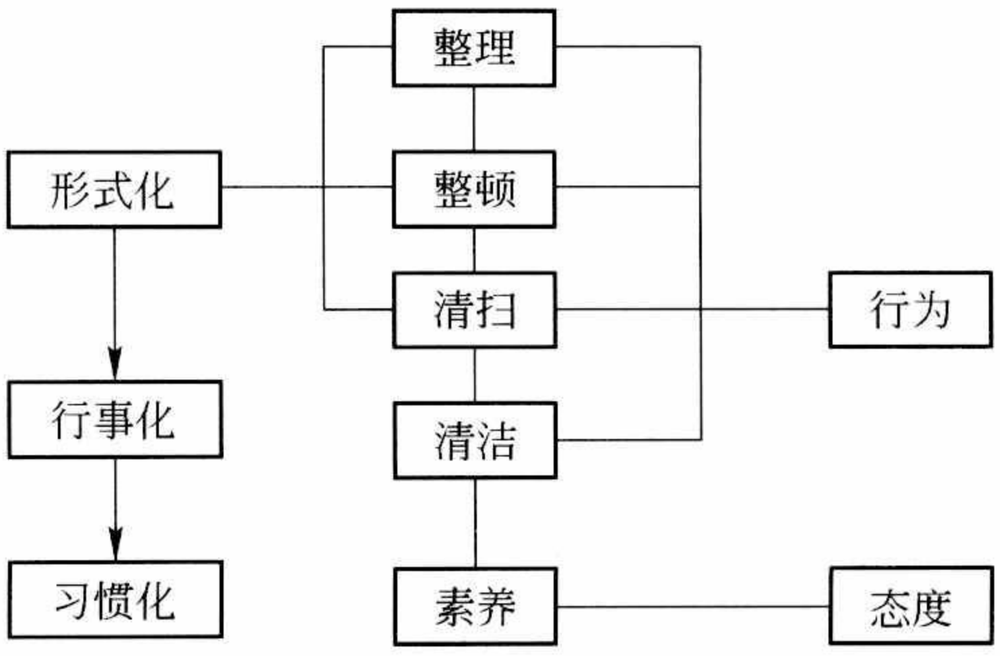


图 5-2　“5S”活动推行原理图

5.3 “5S”活动采用的主要方法

企业在开始5S活动时，通常要采用以下几种管理方式来配合活动的进行，使活动顺利圆满地进行下去。

5.3.1 目视管理

目视管理，就是指用眼睛来观察现场是否异常。指管理者通过各种方法使现场做到一目了然，使现场的管理做到透明化，没有隐藏问题的地方。也是一种利用人的视觉进行管理的科学方法。在目视管理中，常用到以下道具：

（1）红牌。红牌可用来区分要与不要的东西。在整理时，可将不要的物品用红牌贴上，然后集中到一个区域进行管理。

（2）看板管理。对于必须留置在现场的物品。必须用看板将其位置、数量、名称等属性标示清楚，看一眼就能明了。

（3）区域线。除了用看板对物品进行管理之外，作业场所的位置、通道，在制品的放置位置通常可用固定区域、划线表示的方式标示出来。

（4）信号灯。通过信号灯的设置，使现场在发生非正常情况时，能及时报告，以便能及时处理。

（5）生产管理板。重要是现场管理人员对产品生产情况、质量情况、人员作业情况等进行记录，比较，分析所利用的工具。

（6）识别管理。现场物品繁多，一不留神就容易搞错。必须对现场的物品，良品、不良品、试制品、成品等进行明确的标识。

5.3.2 标准作业管理

标准作业，就是指现场所用的管理对象都按照某一标准进行有规律的运动。标准作业是现场管理者的重要道具，依据标准作业，管理者可以了解到现场应该处于什么状态，什么是现场该有的动作。反之，与此不符的地方都表示有异常情况，应立即处理。对于“5S”活动推行中所取得的成果，必须以标准作业的方式巩固下来，只有这样，才可能在此基础上不断改进，标准的创造应遵循以下原则：

（1）工作是否有存在的必要，没有必要的工作创造标准是极大的浪费；

（2）做标准的人对工作内容应非常了解；

（3）标准作业指导书应通俗易懂；

（4）标准作业指导书应不断改良；

（5）所有的工作都应标准化。

5.3.3 PDCA管理循环

PDCA分别是计划（plan）、实施（do）、确认（check）、处置（action）的

英文缩写。它主要是通过这四个环节周而复始的循环运动。PDCA 的原理可以普遍用在各项管理活动中，在“5S”活动中，灵活运用 PDCA 管理循环，可以使车间现场管理水平得到不断提高。

5.4　“5S”在企业管理活动中的地位

“5S”简单实用，是其他质量管理活动有效开展的基础。在没有推行“5S”的工厂，每个岗位都会出现各种各样的不整洁现象，如地板上粘着垃圾、油渍、铁屑等，已成黑黑的一层，零件、纸箱胡乱搁在地板上，人员、车辆在拥挤狭窄的过道上穿插而行。即使这间工厂的设备是世界上最先进的，如不对其进行管理，也可能出现诸如不知道自己要用的工装夹具到底摆放在哪里的现象。到了最后，所谓最先进的设备也将很快加入不良机械的行列，等待维修或报废。员工在这样的工厂里工作，当然是越干越没劲，要么过一天算一天，要么选择跳槽走人，选择更加符合自身发展的企业。对这样的工厂，没有好的管理基础，再先进的管理方法也不见得有什么显著效果，还是从简单实用的“5S”开始，打好现场管理基础。图 5-3 表现了“5S”在现代企业中的基石作用。

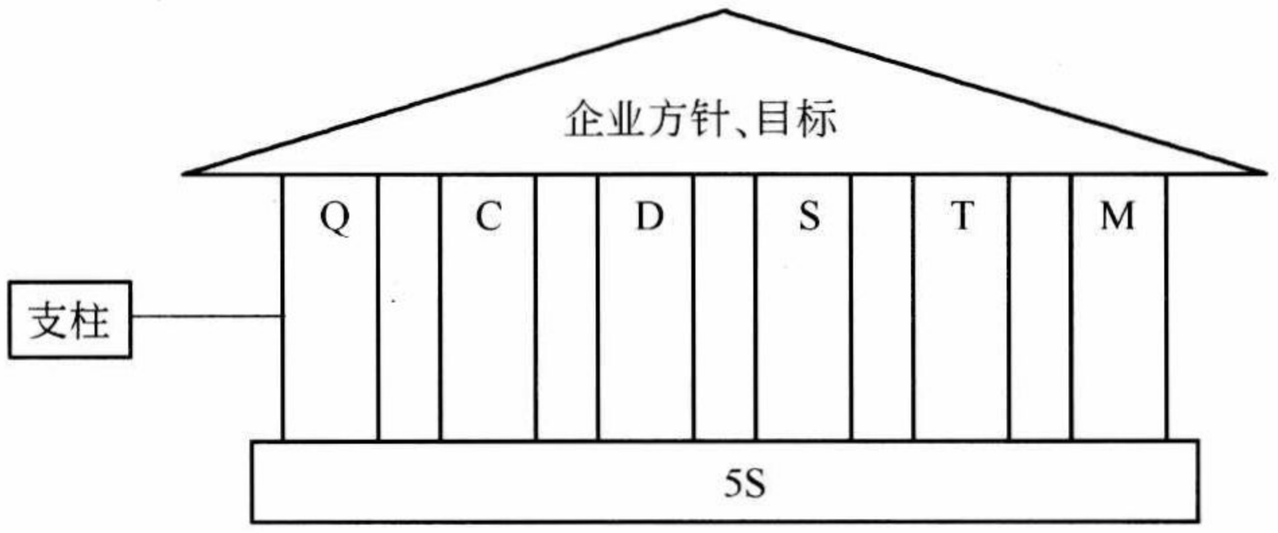


图 5-3　“5S”在企业管理活动中的作用

图中的 Q，C，D，S，T，M 代表企业业务过程系统的六大要素：Q 指品质（quality）、C 指成本（cost）、D 指交货期（delivery）、S 指服务（service）、T 指技术（technology）、M 指管理（management）。“5S”活动为企业带来的主要效果包括：降低成本，提高生产效率，减少浪费，提升产品品质和服务水平，使设备得以有效使用，塑造企业的形象，准时交货，安全生产，高度的标准化，创造令人心旷神怡的工作场所，现场改善等，同时对上述企业过程的六大要素 Q、C、D、S、T、M 能产生显著的效果。

推动“5S”，其体现出的是一种立竿见影的效果，营造企业改善活动的整体氛围，增强员工的自信心，从而调动员工的积极性，来形成强大的推动力与凝聚力，保证其他管理模式的顺利导入为相关活动打下坚实的基础。而“5S”是现场管理的基础，是 TPM（全面生产管理）的前提，是 TQM（全面品质管理）的第一步，也是 ISO9000 有效推行的保证“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，而现场管理水平的高低，制约着 ISO、TPM、TQM 活动能否顺利、有效地推行。同时“5S”能够营造一种“人人积极参与，事事遵守标准”的良好氛围。有了这种氛围，推行 ISO、TQM 及 TPM 就更容易获得员工的支持和配合，有利于调动员工的积极性，形成强大的推动力。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。

5.5 “5S”活动的作用

“5S”作为现场管理活动中的一个重要手段，其有效的推行和实施可以对企业产生很大作用，具体表现在以下几个方面：

（1）提高企业生产效率。“5S”管理就是对时间、空间、能源等方面的合理利用，以发挥它们的最大效能，从而创造一个高效率的、物尽其用的工作场所。良好的工作环境和工作氛围，再加上很有修养的合作伙伴，员工们可以集中精力，认真干好本职工作，能大大提高效率。

“5S”管理可以有效地减少库存量，降低设备的故障发生率，减少工作的寻找时间和等待时间，降低成本，提高效率，缩短工期。所以，推行“5S”是促成效率提高的有效途径之一。

（2）保障产品质量。制造作业现场情况较为复杂，很多情况下是多工种、多工序交叉作业，这样很容易造成物流不畅、工序矛盾等问题，尤其是容易造成相互的质量干扰甚至是破坏。“5S”管理就要求培养全体工作人员具有很强的品质意识，相互协调，共保质量，打造出优质工程。优良的品质来自优良的工作环境、优良的员工素质。工作环境，只有通过经常性的清扫、点验和检查，不断地净化工作环境，才能有效地避免污损东西或损坏机械，维持设备的高效率，提高生产品质；员工素质特别是劳务层的素质一直以来都是中国制造加工企业的软肋，也是中国制造加工企业长期低效、低质运转的根本制约，“5S”倡导的人员素质提高，是提高质量的核心基础。

物品在流转或库存中堆放不合理，物品堆放、标志管理混乱，无法做到先进先出，造成物品堆放时间过长，生锈、潮解、水化、变质，造成质量下降等，甚至不合格，严重影响产品质量。当今许多企业，片面强调质量检验和返工返修等，这样非但不能提高产品质量，反而增加了生产成本。通过实施“5S”管理方法，可以设法降低不良产品比率，有效的提高一次作业合格率。

（3）降低生产成本。在我国，由于资源总量相对不足，更应该在企业中坚持勤俭节约的原则。企业通过推行“5S”，能极大地减少人员、设备、场地、时间、能源等这几个方面的浪费，从而降低生产成本。作为一名企业的管理者，重视生产成本的节约，而忽略了隐含在管理中的成本，比如：无价值的工作造成的浪费，如不必要的会议，开会的空谈；信息错误造成的浪费，如信息来源的错

误，会造成不可估量的损失；等待的浪费，如停工待料；操作不当，导致设备故障造成的浪费；意外事故造成的浪费，轻则导致财产损坏，重则导致人员伤亡，造成不可挽回的损失；生产过量或不足造成的浪费；原材料库存量过多或过少的浪费，过多必将造成系列成本的增加，过少造成停工待料，影响工期等；检验和返工的浪费；文件缺乏和记录管理不善造成的浪费等等，这些不必要的浪费最终导致生产成本增加。企业通过推行“5S”加强现场管理，可以明显地减少上述浪费现象，有效地降低成本，增加利润，真正做到管理出效益。

（4）缩短作业周期，保证交货期。推行“5S”，通过实施整理、整顿、清扫、清洁来实现标准的管理，企业的管理就会一目了然，使异常的现象明显化，避免人员、设备、时间、能源等造成不必要的浪费。修养的提高，协作精神的加强，物流的优化，企业生产作业相应的非常顺畅，故障率、事故率下降，一次作业合格率提高，作业效率必然就会提高，作业周期也就相应地缩短。

（5）提高安全系数，保障安全生产。制造业一直都是安全事故高发的行业，“5S”管理就是要维护人身与财产不受侵害，以创造一个零故障，无意外事故发生的工作场所。实施的要点是：应建立、健全各项安全管理制度；对操作人员的操作能进行训练；全员参与，排除隐患，重视预防。整理、整顿、清扫，必须做到布置明确，工作器具、材料摆在固定位置上，用完后物归原位，现场内应保持宽敞、明亮、整洁，通道随时都应该是畅通的，物流、人流、工序流有条不紊，意外事件的发生自然就会相应地大为减少。这样，安全就有了保障。

（6）改善和提高企业形象。形象良好的企业具有优越的竞争力。整齐、整洁的工作环境，井然有序的作业流程，较高素养的员工，可以得到公众的信赖，为企业的产品和服务创造出一种良好的消费心理；优质的工程质量、良好的安全生产，可以扩大企业的知名度，增加投资或合作者的好感和信心，可以吸引更多人才加入，激发职工的敬业精神，创造更高的效率，从而能大大提高企业的威望。相反，如果现场管理混乱，在企业内部无法追踪不合格品产生的原因和责任人，也无法及时有效地发现问题、解决问题，交付使用后将给企业信誉造成无可挽回的损失。

（7）改善员工的精神面貌，使组织活力化。“5S”管理可以明显地改善员工的精神面貌，使组织焕发一种强大的活力。员工都有尊严和成就感，对自己的工作尽心尽力，并带动改善意识形态。精神面貌的改善就能使企业的形象得到提升，就会形成一种自主改善的机制。马克思说：“人创造环境，环境也创造人”。一个人在良好的工作环境中工作，就能相应地提升工作情绪。提升了工作情绪，再加上有好的工作环境、工作气氛，有了高素质并有修养的伙伴，彼此之间的团队精神和士气自然也能相应地得到提高。“5S”管理促使每个员工的素质得到相应的提高。修养提升了，就会产生尊严，从而产生一种优越感和成就感，也就必

然对这个企业产生一种凝聚力、归属感。当企业出现问题，他们会主动地指出问题并积极寻找问题的起因和解决办法，会主动、积极、自发、负责地为本企业的不断发展壮大付出自己的心血和精力，使组织充满了活力。

（8）促进企业科学合理的物流。物流是指原材料、产成品从起点至终点及相关信息有效流动的过程。发展科学物流是提升产业化水平、推进现代化的要求，发展科学物流是提高效率和企业竞争力的重要手段。科学物流运用全新的管理理念，通过对物流的全过程多要素的计划、实施和控制，将运输、仓储、装卸、加工、整理、配送、信息等环节有机地结合，形成完整的供应链，从而提供高效率、多功能、一体化的综合性服务。在加工企业中科学物流对加速企业经济的微循环、降低成本和提高企业竞争力有着十分重要的作用。科学的物流系统，通过降低费用来降低成本、优化库存结构、减少资金占压、缩短生产周期，保障了现代化生产的高效进行。

“5S”管理就是要打造科学的物流系统，从而实现优质服务、迅速及时、节约空间、规模适当、合理库存的管理目标。物流的通畅，可以极大地减少物品滞留的时间，能有效地改善各种机械工具和材料的周转率。

（9）推进标准化的建设。为在一定的范围内获得最佳秩序，对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动，称为标准化。它包括制定、发布及实施标准的过程。标准化的重要意义是改进产品、过程和服务的适用性，防止技术与贸易壁垒，促进技术合作。

标准化建设是适应 WTO 的需要，是提高企业竞争力、提高服务水平、提高工作效率的需要；标准化是科研、生产、使用三者之间的桥梁，标准化为组织现代化生产创造了前提条件；标准化可以有效提高企业应变能力，以更好地满足社会需求，并且保证产品质量，维护消费者利益；标准化是保障身体健康和生命安全的有力武器。

有“5S”做基础，通过整理、整顿、清扫、清洁、素养，结合标准化的统一原理、简化原理、协调原理和最优化原理，企业必然能很快地茁壮成长。而在成长的过程中，企业通过 ISO、全面质量、全面品质、及时管理等这几方面的标准化建设，企业产生的效能、形象都会提升，而浪费大为减少，安全会更有保证，产品的品质就会有保障。人们正确地执行已经规定好了的事项，在任何岗位都能立即上岗作业，这就有力地推动了标准化工作的建设与开展。

5.6 “5S”活动实施方案

5.6.1 “5S”活动的准备阶段

5.6.1.1 “5S”活动的导入

在活动开始前，要对活动的导入进行一系列的宣传教育，使全体员工对活动

的实施有一个彻底的认识，活动导入时期的工作程序如下：

（1）由公司董事召开全体员工参与“5S”动员大会，表达推行“5S”活动的决心，统一员工思想。

（2）成立“5S”管理活动推行领导小组，负责“5S”活动的组织、策划、实施、检查、考评等。

（3）进行活动宣传造势，教育培训。常采用通过张贴标语、宣传“5S”的基本知识，营造启动“5S”的良好氛围；组织全公司员工系统学习“5S”的教材，进一步领会推行“5S”活动的目的、意义和作用，营造全员参与的浓厚氛围；开展征文、知识竞赛、“5S”日等形式多样活动，进一步提升“5S”活动的影响力。

5.6.1.2　组织结构的设定

“5S”能否按照预定的计划来推进，与是否有一个强有力的推进组织有着极大的关系。“5S”活动的推进和导入，前提要建立一个组织，也就是要成立一个部门，作为核心力量来推动“5S”的实施。这个部门，它即可以是专职的，也可是兼职的，当“5S”成为每位员工的习惯时，该部门的“5S”活动的推动功能自然就会相应地减弱，这时就可以转为由执行部门来推动，所以在组织构架里，刚开始时一定要有一个专门的部门来推动。图5-4就是在北京某汽车制造有限公司的“5S”活动推行组织结构的设计方案。

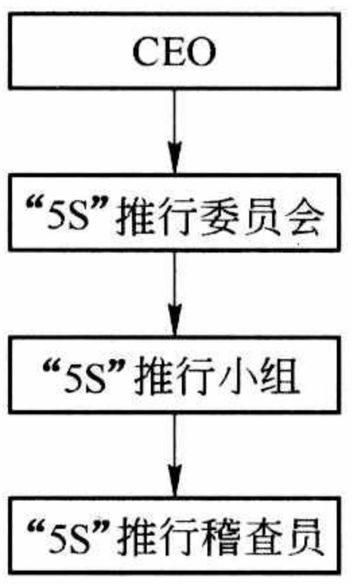


图5-4　某公司“5S”活动推行组织结构图

推行组织各个层次的“5S”成员的相关职责如下：

（1）“5S”推行委员会由各车间、部门的领导或者相关的专家参与组成，向CEO负责。报告“5S”推行情况；制定“5S”推行、培训计划；策划“5S”的相关活动。不定期巡视工厂，有阶段性、有目的性地开展“5S”活动。

（2）“5S”推行小组，对“5S”推行委员会负责。报告“5S”的推行情况；制定“5S”的具体推进计划，负责“5S”的具体实施；每天巡视工厂，确定近期“5S”的推行目的，及时向推行委员会反馈信息。

（3）“5S”推行稽查员，负责具体区域性的“5S”工作，向“5S”推行小组负责。针对曝光后，要立即采取措施纠正，自行解决不了的可向高层领导反映；小组“5S”的讨论工作，员工反馈意见的收集。负责具体的稽查工作，并将结果给以通报；负责对于在稽查工作中所遇到的阻力向上层管理员汇报；监督“5S”的改善情况。

5.6.1.3　活动推行方针及目标

在推行“5S”活动时，首先制定方针作为“5S”活动的指导原则。如：自

主管理，全员参与，确定且彻底地推行；时时“5S”，事事“5S”。方针的制定可根据各个企业的基础情况来制定，形式多种多样，但其宗旨是统一的，都是要以完成活动目标为原则。

制定活动目标，活动期望所要达到的目标应予以设定，以作为活动努力的方向及执行过程中的成果检验。按目标管理的“SMART”理论来确定活动目标，目标管理的“SMART”原则是：Specific 即目标要明确。制定目标的内容要清晰，意思明确而不能含糊其辞，言而无所指，且能确切地反映出活动后要达到的状态。如：桌子上无灰尘，意思很明显，就是希望通过“5S”活动时桌子得到及时清理，达到表面干净、无灰尘的状态。

Measurable 目标要可量化。制定的目标最好是有一定的数据，以数据作为活动的目标，有利于对活动的成果进行检查和测量，从而进行量化比较。“数字是最有说服力的”，通过量化比较就可一目了然的对活动成果进行检讨。如：工伤率降低 30%，现场不要物为零，放置方法 100% 设定等。

Attainable 即目标要具有可达性。就是说制定的目标不能盲目求大，不切实际，而且要根据企业的自身基础及能够达到的目标作为活动的目标。目标的设置要由员工自行制定，各部门的主管予以确认。目标的制定要多级化，按照时间的推移逐步提高，每一级目标的确定原则是经过员工的努力可以实现的，也就是俗话说的“跳一跳，够得着”，切忌目标高大，可望而不可及，让员工产生消极情绪，必须要循序渐进。从制造行业来说，作为基础比较薄弱管理制度不够完善的中小型企业，如果制定的目标是“一周之内达到‘5S’标准化”，这个目标就失去了意义，因为我们都知道要真正推行“5S”使其成为标准化的车间，作为一个好的企业来说也需要 1 ~2 年的时间来完成，更何况基础比较差的企业。

Relevant 即目标与组织要结合。制定的目标不能脱离成立组织的权限范围之内。因为目标的实现与否是由组织来考核的，离开这个范畴，组织没有权利去检验，制定的目标也就没有什么意义了。这与脱离现实，盲目追求同样的不切实际。

Timetable 即目标要有时程。制定目标的实现要有一定的时间限制。如没有时间限制的话，就失去了真正的意义而只能成为一句空话，时间限制是一种无形的压力，可以让人有一种紧迫感，这种紧迫感又会变成一种动力，促使每个员工去努力完成。因此目标必须要有时程。

结合该汽车制造有限公司的现状，制定了该厂推行“5S”活动的目标：在一年内，强化公司的现场管理，建立一个安全、舒适、整洁的作业环境，提升员工品质，提高企业效益。

5.6.1.4 “5S”活动工作计划的拟订

“5S”的推行除了有明确的目标外，还必须拟订活动的计划表，并经最高

层主管的批准以确定工作的进度。第一阶段活动部分一般分为三个时期：导入期、实施期及稳定期。到期满后，重新检讨拟订第二阶段的计划，保持挑战，达到更高层次的目标。表 5-1 是该汽车制造有限公司设计的“5S”活动推行计划表 。

表 5-1　“5S”活动推行计划表

序号	项　目	计划活动月份								备　注
		3	4	5	6	7	8	9	10	
1	“5S”活动推进组织成立	—								
2	宣传、教育展开	—	—							
3	全体大扫除		—							
4	整理整顿作战	—	—							
5	活动导入实施			—	—	—				
6	检讨改善活动				—	—	—	—	—	
7	考核诊断总结				—	—	—	—	—	
8	6、7 步反复推进				—	—	—	—	—	

5.6.2　“5S”活动方案的实施

5.6.2.1　进行全体大扫除活动

在“5S”活动推行时，“5S”推进小组先要在工厂内发动进行一次全面的大扫除活动，让全体员工参与，对工厂的内外进行一次全面彻底的清扫活动。在工厂内进行：地面的灰尘、垃圾、污物、料头等的清除；揭下以前贴在墙上的旧宣传画、标语，清除窗户上的灰尘和污迹；清除天棚的灰尘、蜘蛛网，将垂落的电线拉直；清除机械设备、架子、看板、工具箱等的灰尘；藏在机械设备下、桌子下、柜橱、架子上、架子与架子之间等的污物需要特别注意。工厂外：通道、草丛里的垃圾；保管库、停车场等；工厂的背后，建筑与建筑之间，建筑与围墙之间要特别注意清理。办公室、食堂、厕所、仓库、接待室、出货处等这些非生产辅助部门也要进行全面的大扫除。

5.6.2.2　整理阶段

在整理活动是“5S”活动的初始环节，也是企业现场管理必不可少的工作内容，做好这一环节的工作是顺利推行“5S”其他活动的前提，其推行步骤如下：

（1）所有的工作场所（范围）全面检查，包括看得见的和看不见的。例如地面上的推车、台车、叉车等搬运工具，各种合格品、不合格品、半成品、材

料、工装夹具、材料箱、容器、纸屑杂物等；工作台上的破布、手套等消耗品、螺丝刀、扳手、刀具等工具、个人物品、图标资料、余料样品等；办公区域内的书籍、档案、各种办公用品、公告牌、海报标语等；材料架上的各种原辅材料、呆料、废料；墙上的标牌、指示牌、挂架、意见箱、吊扇、配线、配管、室外废弃工装夹具生锈的材料、自行车、汽车及杂草等。

（2）制定需要和不需要的判别基准。工作场所经过全面检查后，所有的物品逐一判别哪些是要的，哪些是不要的，制定要和不要的基准表，并经开会决议基准，同时也反省不要物品产生的根源。

从使用的角度来看，东西可以分为能使用的东西、不能使用的东西和不是使用的东西三种。所谓能使用的东西就是指它的功能能够发挥作用，在使用期内，有必要的数量存在；而当它的功能、数量、时间明显不符合要求的时候，比如，劣质零件或是严重老化的机械等就是不能使用的东西。另外，虽然有的东西能满足所有的要素，却由于对其不满意或其他一些原因，人们故意不使用它。虽然只是小小的故障，修理修理还可以使用，却因为不是必须使用而成为了被使用的东西。不需要的东西一般就是这种“不能使用的东西”或“不使用的东西”。

在制定判别基准时，采用 IE 提问手法——5W1H 来对物品进行设置判别标准。5W1H 即“what—完成了什么，where—何处做，when—何时做，who—由谁做，how—怎么做，why—为什么”。通过提问技术，可以找出在车间的必要品和非必要品，避免有任何遗漏。

[例 5-1] 对工作指导书进行判断是否必要可这样提问。

q（question）：完成了什么？a（answer）：对作业方法的指导。q：为什么这样做，是否有必要？a：有必要，它使员工能对作业进行正确的工作。q：有没有更好的成就？a：就是为了指导员工正确地进行作业，保证产品的质量稳定性。

q：在什么地方做？a：在各个工序的工具摆放台上进行设置。q：为什么要这样设置，是否有必要？a：有必要，因为它是针对各个工序的，要是离作业地太远的话，增加了跑动的距离，或是书的话，难以查找，影响了作业的效率。q：是否有更合适的地方？a：没有，放在对应的工序上是最好的地方。

q：什么时候做？a：在产品投入生产时候做。q：为什么要此时做？a：因为这时员工对于正确的操作不了解，在加工过程中可以随时参考。q：有没有更合适的时间。a：没有，这是最好的时候，员工可以在没有形成错的习惯前，就掌握了正确的方法，为以后作业过程中避免差错打下基础。

q：由谁去做？a：技术科。q：为什么要由他们做？a：因为他们负责技术的指导和方法的制定。q：有没有其他更合适的人？a：没有。

q：如何去做？a：当产品生产线发生变化或者工序发生变化之前就去制定相应的作业标准。q：为什么要这样做？a：避免在新的作业内容出现，员工还是以

过去的作业指导书进行操作，从而导致产品的质量出现偏差。q：有没有更好的方法？a：没有。

通过以上提问，可以知道作业指导书是必需品，但是过期的作业指导书就是不要的东西，需要进行处理。

（3）清除不需要的物品。“要丢又不能丢，真是伤脑筋！请指示这些不要物品该拿到哪儿才好。”这是下属经常询问的问题，运用红牌战略是较好解决这些问题的技巧之一。红牌作战的对象包括机器设备、库存物品、材料、作业工具、用品。红牌张贴的基准是针对物品不明者，物品变质者和物品过期者，对挂红牌标志的物品要找出清除的原因及处理者姓名、部门名称及处理方法等。车间在“5S”活动小组的带领下，全体员工在全厂内进行所谓的“红牌作战”，对车间内放置的不需要的物品进行贴红牌活动。按 30 天为一个界限，要用得着的就要，永远不用的或是 30 天才用的就是不要的。将工作场所的任何物品分为两类，将所有认为不需要的东西清理掉，如报废品、废料、废纸箱等统统被打扫出去，报废的设备和工夹具等办理退库手续后送还设备管理科；要求工人将自己的私人物品挪回宿舍；按生产计划严格核对车间现存的材料，对超出一个月用量的多余材料或因机种停产而不再需要的材料送供应科处理。对不需要的物品的断然处置，腾出了空间，使工作场所的利用面积增大，同时防止了不良品的误用，影响产品质量。

（4）调查需要物品的使用频度，决定日常用量。例如，三天用一次的物品，应该在不要移动就可以拿到的地方；一个星期用一次的物品可以放在使用地附近；一年没有用过一次的物品应废弃或放入暂存仓库。

（5）制定废弃处理方法。企业可以成立废弃小组，制定不要物品的回收制度和废弃物品循环、转让、烧毁、掩埋等处理方法，尽量不要制造不要物品。

（6）每日自我检查。每日自我检查的内容包括所有岗位是否乱放不要物品，配线、管理是否杂乱，产品或工具是否直接放在地上，是否在所有场所按照处理方法分别整理收集废弃物或不要物品。

5.6.2.3 整顿阶段

整顿要站在新人和其他工种的人的立场来看，使得什么东西该在什么地方更为明确，形成任何人都能立即取出东西来的状态，另外使用后要容易恢复到原位，当使用后没有返回或者误放时能马上知道。整顿的推行步骤：

（1）要落实前一步骤整理工作。整理工作没有落实则不仅空间浪费，而且零件或产品会因变旧不能使用而造成浪费，同时对不需要的东西也要进行管理会造成管理成本的增加，因此落实整理工作是实施整顿的前提。

（2）布置流程，确定放置场所。参照整理中“依使用频度判断之基准”，决定放置场所，物品的放置场所原则上要 100% 设定。放置场所可以用电脑模拟或

沙盘推移图来演练，以使配置。流程布置基本上依循的原则是综合原则、最短距离原则、流程化原则、立体原则、安全与满意原则及弹性原则。

（3）规定放置的方法。可以根据产品形态决定物品的放置方法，也可以按产品类别放置，按机器性能类别放置等。

（4）画线定位，标识场所物品。经过大面积的清理后，对剩下来的物品要进行分类，对车间的可用场地和零部件摆放架进行统筹规划布置，对生产物流过程及人工操作过程进行分析，对原来的车间布置进行一些调整，重新规划设计车间平面图。针对每个既定区域如通道、原料区、完工区、不良品区等用油漆画上黄线，按人因工程的原理黄色最显目，最容易让人提高注意力，并用红油漆喷上标示字。对每一条生产线及每个工序均挂上目前加工的名称标示牌。对设备给以编号；对每个工人的工作台面物品放置进行规划，力求统一化，必要时予以标示；在车间内显眼墙面处安排文件布告栏；安排模具存放区，并分类摆放，予以标识；每台机器按公司的编号规定重新进行编号；对物料架进行规划，每层贴上相应的物料标识；同时对物料进行标识，摆放时对应物料架。给每个工人添置工具箱打上员工编号，用以存放常用工具，并固定放置在操作台右手近身处。

通过以上举措将所有留下的物品的位置固定下来，明确放置方法并给予标示，以便在需要的时候能立即找到。将常用的物品放置在近身的地方，可以减少许多无效的作业动作，提高作业效率。

5.6.2.4 清扫阶段

清扫就是使现场达到没有垃圾、没有脏污的状态。在整顿工作之后，“5S”小组即可发动员工对车间环境进行全面的大扫除，范围包括地面、墙面、台面、物料架、天花板、窗户等，将多年积存灰尘的死角打扫干净。对生产设备规定每天上油的保养制度，对模具也规定用后上油及每周上油的制度，对工具进行擦拭和除锈。对容易产生飞屑的工序，装上挡板等改善装置，将污染源控制在局部，以防安全和便于废料收集，减少污染。有黏性的废物如胶带、帖纸等，装上收集装置以免重新弄脏地面。任何污垢和废物都可能带来不合格品，甚至引起意外的发生，所以要下工夫彻底地打扫干净。清除工作场所内的脏污，并防止脏污的发生，保持工作场所的干净明亮，既减少了脏污对品质的影响，又提高了员工的工作情绪。

经过前面的整理、整顿，虽然要的东西马上就能取出来，但只被取出来的东西是否能正常使用呢？清扫的第一目的就是要使工具等能正常使用，尤其目前强调高品质、高附加值产品的制造，不允许污染造成产品不良。我们应该认识到清扫不仅仅是打扫，而是加工工程中重要的一部分，其推行步骤：

（1）建立清扫责任区。（室内外）利用公司平面的平面图，标识各责任区及其负责人，各责任区应细化成各自的定制图，必要时公共区域可采用轮值的

方式。

（2）执行例行清扫，清理脏污。规定例行清除的内容，每日、每周的清扫时间和内容。清扫过程中发现不良之处应加以改善。

5.6.2.5　清洁阶段

“5S”一旦开始，不可在中途变得含糊不清，如果没能贯彻到底，又会形成另外一个污点，而这个污点也会造成公司内固定而僵化的气氛，部分员工会认为：我们公司做什么事情都是半途而废，反正不会成功，应付算了。这样在员工心里有了一个习惯性的思维模式，要打破这种僵化的现场，唯有坚持贯彻到底，经过长时间烙上的污点，需要花费一定时间来改正。

清洁阶段工作内容：

（1）实施前“3S”工作。整理、整顿、清扫时动作，清洁时结果。即在工作现场进行整理、整顿、清扫过后呈现的状态是清洁。清洁的状态，在狭义方面是指“干净整洁”，在广义上则是指“美化正常”，也就是除了维持前“3S”的效果之外，更要透过目视化的措施，来点检工作，使得异常现场无所遁形，而立刻加以消除，让工作现场保持在正常的状态。

（2）制定稽核办法。建立清洁稽核表，主管人员做不定期检查，作业人员和责任人员或责任者应认真执行，逐一点检工作。对每个岗位制定了岗位“5S”日常确认表，明确应该负责的范围、对象、方法、周期、要求，由各岗位的上级领导定期检查实施及记录状况。

（3）制定奖惩制度，加强推行。依“5S”竞赛办法，对在“5S”活动中表现优良和执行不力的部门和人员予以奖惩，奖惩是一种形式，而团体的荣誉与不断进步才是最重要的。

（4）维持“5S”意识。公司全体员工必须永远抱着要推进“5S”的心情，赋予对“5S”的动机，高阶主管要经常带头巡查，带动重视。

5.6.2.6　素养阶段

素养不但是“5S”的最终结果，更是企业界各管理主管期盼的“终极目的”，因为，如果企业的每位员工都有良好的习惯，且能遵守规定的事项，那么身为主管一定非常轻松，工作命令必得贯彻，现场纪律亦能划一，而各项活动的推动必会得到落实。在“5S”活动中，我们不厌其烦地指导员工做整理、整顿、清扫、清洁，其目的不仅仅在于希望员工将东西摆好，设备擦拭干净，更主要的，在于透过细琐，简单的动作，潜移默化改变气质，养成良好的习惯。

（1）持续推动前“4S”至习惯化。作为专管应不断教导部属，加强前“4S”的执行和改善，以改变行为习惯。前“4S”是基本动作，也是手段，通过这些基本动作和手段使员工在无形中养成一种保持整洁的习惯。

（2）制定共同遵守的有关规则、规定。除非是公司政策性的决定，否则一

般性的规则和约定尽可能让员工参与协商来设定内容将各种规则和约定目视化，让规则和约定用眼睛一看就能了解，而不必伤脑筋去判断。

（3）定期对员工进行“5S”教育培训，特别是新员工，实施各种精神提升活动。

（4）制定员工的礼仪守则。包括员工工作时的着装，礼貌用语，电话用语等。

5.6.3 “5S”活动的标准化管理

5.6.3.1 “5S”活动标准

为了规范各部门“5S”活动的开展，保证“5S”工作的实施水准，使“5S”活动制度化，制定了北京奔驰汽车制造有限公司“5S”活动标准化管理文件。[例5-2]就是针对该汽车制造该制定的“5S”活动标准文件。

[例5-2] 某汽车制造有限公司“5S”活动的标准文件。

1. 目的

为了规范各部门“5S”管理的开展，保证“5S”管理的实施水准，使“5S”管理制度化，特制定本标准。

2. 使用范围

本标准适用于规范公司总装车间“5S”管理的开展。

3. 活动开展的指导思想

（1）活动的开展以建立推进工作制度为主；

（2）要特别强调由场所使用者和设备操作者自助实施，并培养他们参与的自觉性和发现问题的眼力。

4. “5S”管理实施的具体要求

（1）职责的明确。部门应对管理区域或设备“5S”工作的职责加以明确，尽量使责任落实到个人或小组，而且不留下无责任的区域或设备。

（2）日常“5S”管理的推进。区域或设备“5S”管理内容的确定。

1）实施项目。指要求区域或设备“5S”管理的责任人所应实施的项目，项目应尽可能完善，通常应包括如下要求：

①地面：干净，地砖及油漆损坏修复；

②墙面：干净，无随意张贴，墙壁脱落修复；

③天花板：干净，没有积尘、无蛛网；

④物品：摆放整齐，干净无灰尘，区分必要与不必要的；

⑤文件：存放有序，能在最短的时间内找到需要的文件，废弃不必要的文件；

⑥设备及附属机械：按具体情况做出要求，应注意对设备内部和北面以及平常不注意的地方清扫。

2）达到的要求。指要求责任人在进行“5S”管理时应做到怎样的程度，要求应尽量做到切实可行。

3）实施的周期。指要求责任人进行“5S”管理的时间周期。

部门应根据责任区域或设备制定清扫实施记录，记录中应包括区域或设备、责任人、实施项目、达到的要求、实施周期、清扫记录、审查记录等内容。它是“5S”管理实施情况的原始记录，部门应尽可能在现场对“5S”实施记录进行揭示，以增强责任人的责任感。

部门应定期对各区域或设备的“5S”管理进行检查评比，并将结果展示，以达到鼓励先进鞭策落后的目的。

（3）发生源与困难场所对策。

1）定义。

①发生源。指设备及环境等的污染物产生之处，包括液体、粉尘、刺激性气味、噪声、振动、热风等的产生场所；

②困难场所。指由于受场所位置过高、需要多工时、需要他人协助、需要巨大投资等原因所限，区域或设备责任人不能独自完成“5S”工作的场所。

2）发生源与困难场所的整理。部门应对发生源和困难场所进行书面整理，明确各种发生源和困难场所所处的位置及数量，掌握问题的规模，并应根据情况的变化对统计进行维护。

3）对策方案。部门应考虑到自身的实际情况（资金、能力、工作量等），对发生源和困难场所制定对策方案，方案中应包括：

①规定部门内各小组和个人在方案实施中的职责；

②方案实施的时间表。

4）对策实施和结果报告。部门应按期落实对策方案，并将实施情况做成报告，报告中应包括实施的项目、实施的效果、结果评价、反省等内容。

5. 改善事例的总结

（1）部门应对“5S”管理中有价值的改善事例加以总结，作为改善成果留存和展示。改善成果总结通常应包括如下内容：

1）改善前的状况；

2）改善的方法；

3）改善后的状况及改善效果；

4）反省。

（2）改善经验的总结。部门应对“5S”改善工作中学习到的经验进行整理，做成教材在公司内部加以推广。

5.6.3.2　“5S”活动的检查

在进行任何一个管理或改善活动的过程中，都必须对实施的效果进行检查确

认，并通过评比鼓励先进，鞭策后进。同样，维持和提升“5S”水平是一件困难的事情。稍有松懈或其他的客观因素都会造成“5S”活动的停滞，来之不易的成果可能快速消失。为了使活动水平得到有效维持和持续提升，在“5S”活动推行过程中也必须适时的开展“5S”水平的检查和评比。“5S”推行小组要对“5S”的实施过程进行检查，对活动实施的效果有必要进行评价，表彰。总结其他推行“5S”失败的公司经验，发现公司没有一个完善的检查监督机制是“5S”不能持续的进行下去的重要原因。为此，设计了一个三级活动检查方案：

（1）部门级检查：各部门应该定期或不定期检查本部门的“5S”执行情况，以保持本部门的“5S”执行力度，并予以记录。

（2）“5S”小组检查：“5S”小组应定期（推动初期每周一次，正常运转后每月一次）到各部门检查“5S”执行情况，予以记录，并上报“5S”推进委员会作为奖励处罚措施的实施依据。

（3）公司级检查：“5S”活动推进委员会根据“5S”小组检查的反馈意见，不定期地抽查各个部门的“5S”执行情况，以便及时了解执行过程中存在的较大偏差并予以纠正。

“5S”活动推行后，由活动推行委员会制定“5S”活动检查评分标准表（见表7-24）来对活动的效果进行考察评价。考核中采用缺点先记录描述，然后再查缺点项目、代号及应扣分数的方法，这样评审人员不必为查核项目一一寻找；浪费时间。刚刚开始实施评分时，频度应较密，每日一次或连日一次，一个月作一次汇总。“5S”活动稽查员必须在当天把评分表交到活动推行办公室，统计评分，并于次日将成绩在公布栏中公布。成绩的高低用相应的颜色排列：90 分以上用绿色；80 ~90 用蓝色；70 ~80 用黄色；70 分以下用红色。评分的操作过程：实际得分=“评分表”得分×加权系数 K。

系数 K 主要考虑的因素如下：

（1）整理整顿的困难程度系数 K_1：根据责任区物品的多少、轻重与进出的频率以及地方的多少等综合考虑。以其中一组为参考即系数为 1，其他各组评出相应的 K_1 值。

（2）清扫面积系数 K_2。其主要参考该组的面积比率：面积比率=责任区面积数/5S 活动面积数（见表 5-2）。

表 5-2 K_2 的取值参考表

面积比率	0.1 以下	0.1 ~0.2	0.2 ~0.4	0.4 ~0.5	0.5 以上
K_2 系数	1	1.02	1.05	1.07	1.10

（3）清洁人数系数 K_3。K_3 主要参考该组的人数比率：人数比率=该组员工人数/5s 活动总人数（见表 5-3）。

表 5-3　K_3 的取值参考表

人数比率	0.1 以下	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 以上
K_3 系数	1	1.02	1.05	1.07	1.10

（4）素养系数 K_4（见表 5-4）。

表 5-4　K_4 主要参考该组的人数比率

面积比率	0.1 以下	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 以上
K_4 系数	1	1.02	1.04	1.06	1.08

各组的加权系数 K 依各自的 K_1、K_2、K_3、K_4 计算得出：$K=(K_1+K_2+K_3+K_4)/3$。

依照评分，每月对各部门实施“5S”活动的进行奖惩，促使其更好地去实施维持活动的开展。对彻底贯彻实施的部门和个人给予一定的奖励，而对没有彻底贯彻执行的部门给予一定的惩罚措施，当然，奖惩只是手段，为的是提高员工积极性，使活动能彻底有效地贯彻执行下去，从而达到管理者预期的目的。

5.6.4　“5S”活动改善与延伸

5.6.4.1　“5S”活动的改善

在“5S”活动推行过程中，应用 PDCA 循环的管理模式不断地对活动进行改善。所谓 PDCA 就是：P 计划（Plan）、D 实施（Do）、C 检查（Check）、A 改善（Action）四个活动步骤 。在“5S”管理活动中的第一步明确实施该项活动的目的，目前所处的状态，为确保达到既定目标所需制定的“5S”推进活动的组织、日程和方法。第二步严格按计划日程实施，为了以后评价确认及标准化工作的需要，在实施过程中保存每一工作的原始记录。第三步检查确认是否按计划日程实施及是否按计划达到预定的目标。最后对活动的结果进行报告，分析不足之处予以纠正，同时将这个循环的经验标准化，从而巩固这次管理活动的成果，也就是说能维持这个管理活动的水平。任何一个管理活动必须经历一个 PDCA 循环才能称为一个管理控制过程暂时性完成。企业必须持续发展，因此，“5S”活动也必须在完成一个 PDCA 循环后，提出更新、更高的要求，进行下一个 PDCA 的管理活动。图



图 5-5　PDCA 循环作用原理图

5-5是 PDCA 循环管理方法的作用原理图。

PDCA 循环的四个过程不是运行一次就完结，而是周而复始地进行。一个循环结束解决了一部分问题，可能还有新的问题出现，就要再进行下一次 PDCA 循环，以此类推，进行循环，不断解决存在的问题，提高水平。

运用帕雷托图法对问题进行分析，统计在活动的检查过程中发现的问题出现的次数，找出主要问题，针对主要问题加以改善就可以获得明显的改善效果。该方法的原理就是处理任何事情要分清主次、轻重，区别关键的少数和次要的多数，采取保证重点，将精力集中在主要的问题上，从而取得事半功倍的效果。通过发掘出关键的问题，通过采用 5W2H 提问手法（即：改善对象 what ，改善时机 when ，操作者 who，在哪里改善 where，为什么 why，怎么去做 how ，经济性如何 how much）进行分析找出相应的解决对策，建立新的改善方案，不断补充公司“5S”活动的标准化程序中去，使作业操作有章可循。图 5-6 就是对活动中发现问题进行改善的操作程序。

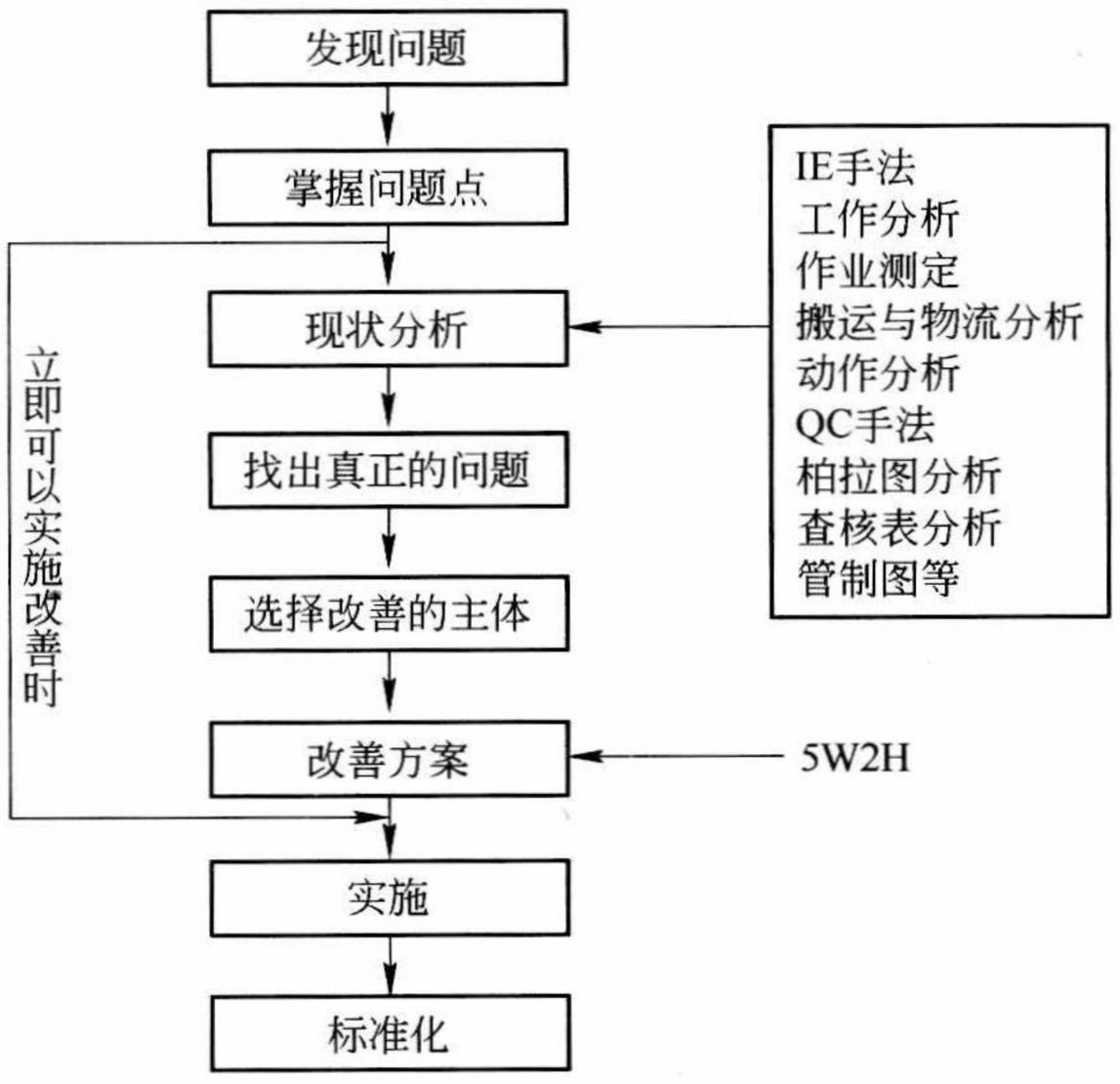


图 5-6 问题改善程序

5.6.4.2 “5S”活动的延伸——TPM（全面生产管理）

“5S”活动的有效实施将给企业带来良好的、深远的影响，使全员革除马虎、养成依规定认真工作的好习惯。不过，“5S”活动毕竟是一项基础工程，仅靠“5S”活动企业是难以领先于对手的，必须要有其他更进一步的方法。当“5S”活动推行到一定阶段，企业的管理人员有更新更高的需求时，应适时地加以发展，在实施过程中对企业导入其他相关的管理手段，如六西格玛、JIT、TQM、TPM 等方法手段来对“5S”活动进行补充和完善，从而不断提高企业的

管理水平，增加企业的效益。在 1981 年，TPM 在日本的一家企业应用取得巨大成功，随之在世界各地迅速推广应用开来，对企业产生了巨大的作用。TPM 是英文 Total Productive Management 词组的每个单词的第一个字母的缩略。其中文译名叫全面生产管理。TPM 是以与生产密切相关的设备为切入点，通过设备、工作环境的改善来改善人们的看法与想法，进而改善企业产品的品质。具体的含义有下面四个方面：

（1）以追求生产系统效率（综合的效率）的极限为目标；

（2）从意识改变到使用各种有效的手段，构筑能防止所有灾害、不良、浪费的体系（最终达成：零灾害、零不良、零浪费的体系）；

（3）从生产部门开始，到开发、营业、管理等所有部门；

（4）从最高领导到第一线作业者全员参与。

TPM 活动由“设备保全”、“品质保全”、“个别改进”、“事务改善”、“环境保全”、“人才育全”六个方面组成，对企业进行全方位的改善。TPM 是建立在“5S”之上的，只有充分做好“5S”才能更好地实施 TPM。在这优胜劣汰的市场经济中，TPM 能很好地适应这种潮流，也将成为企业推广的一种趋势。

5.6.5 “5S”活动实施效果预测

彻底推行实施的“5S”活动可以对企业产生巨大的效果，很明显的效果是活动作业场所不会再有随意丢弃垃圾的现象，使作业环境变得更加干净整洁，好的工作环境自然导致员工的精神面貌士气的提高，从而使员工作业效率提升；由于对现场的不良品和合格品进行了严格的区分，不再有混料的情况出现，从而使作业过程中不良品混入的情况减少，同时，由于机器设备和工具也一直维持在良好的作业状态，使产品不合格率的降低；现场变得整洁、有序，从而使生产中的问题明朗化，可以及早采取措施，在问题还没有发生前进行预防，减少问题发生时对企业造成的损失；设备的定期维护，使设备正常运行，设备效率改善，减少设备故障发生率；使企业的生产和管理周期缩短；库存量减少，减少企业资金的占用，提高资金的周转效率；各种损耗降低，使浪费的现象减少；作业现场乱摆乱放的现象减少，使车间发生事故的可能性减小，提高员工的安全保障能力；由于零部件的合理摆放，减少很多无效的作业，提高作业效率和员工作业强度，从而使产品的成本降低；产品质量的提高，减少购买公司产品的顾客的投诉，提高顾客满意度，增强的顾客对企业产品的信赖，加大产品的市场销量。

实施“5S”活动产生的无形效果体现在员工、设备以及企业管理状态的改变上。“5S”活动的目的就是通过提升人的素质和设备的存在质量来彻底改变企业生存的质量和面貌。通过“5S”实施，提升员工的素质，培养良好的工作习惯，对企业更加忠诚，工作更加用心尽力；现场环境的改善也影响员工的作业状

态，使员工的精神面貌也得到改观，工作投入更积极，企业作业效率提高，提高企业基础管理水平；培养形成企业文化，提高企业的凝聚力，树立一个良好的企业形象，给客户以良好的形象，提高客户对企业的满意度和认知度。

5.6.6 “5S”推行活动中的认识误区

“5S”的实施使许多企业的管理水平得到提升。但是有很多企业像上面提到的某汽车制造有限公司一样没有将活动彻底执行而未取得相应的效果，其根本原因与企业管理者对“5S”活动存在认识上的偏差有很大关系，这些认识的误区有以下几种。

（1）将“5S”理解为大扫除。前几年某汽车制造有限公司就开始推行“5S”，但企业对“5S”管理中的许多方法、技巧根本没有使用，推行过程控制不当，对“5S”的精髓没有完全把握，最后推行成为大扫除。活动推行了一段时间，活动的实施没有达到预期的效果，最终导致活动的失败。

正确的认识是：“5S”和大扫除是有根本区别的，“5S”活动不仅要把现场搞干净，最重要的是通过持续不断的活动能够使得现场“5S”达到一定的高度，并且让员工养成良好的习惯。

（2）管理者没有认识到“5S”的最终目标是提升人的品质，这些品质包括：革除马虎之心，养成凡事认真的习惯（认认真真地对待工作中的每一件“小事”）、遵守规定的习惯、文明礼貌的习惯。国内目前许多企业管理者只是把“5S”认为是一种能让现场干净、整洁的管理工具，完全不了解“5S”的最终目的是提升人的品质，因此，认为“5S”可有可无。在这种意识下，推行“5S”的效果就打了很大的折扣，不能产生满意的结果。

正确的认识是：“5S”的最终目的是为了提高企业效益，通过不断改善提高员工的素质，达到提高企业产品的质量和管理水平。

（3）一些管理者认为“5S”只是工厂现场的事情，管理者所在的办公室“5S”水平低下，到了现场却大谈“5S”的重要性，要求员工做好“5S”。认为“5S”只是现场的事。我们设想一下，一个来自脏乱不堪的办公室的上司或管理人员在现场要求员工一定要做好“5S”的工作，提升“5S”水平的时候，他的要求是多么没有说服力。

正确的认识是：“5S”是所有人的事，只有全员参与，只有领导身先士卒，“5S”活动才能取得良好的效果。

（4）一些管理者比较急功近利，“5S”没做多久就期待得到经济效益。事实上，“5S”初期的效果更多地体现在现场管理水平的提升、员工意识的改进和企业形象的改善上，很难在效率、效益等方面见到明显的效果。

正确的认识是：尽管“5S”活动并不能带来立竿见影的效果，但是可以肯

定只要长期坚持这项活动，作用是可以期待的。

（5）“我们这个行业不可能做好‘5S’”，“我们是作切削加工的，地上有油污不可避免”，“我们这个行业不可能把‘5S’做得很好”。抱有这种认识的人，可能是这个行业的专家，但是正是他们对行业的熟悉阻碍了他们的追求，他们只看到所在的行业会有一些使现场变得脏污的原因，却没有看到问题的另一方面，那就是所有的发生源都是可以改善和治理的。

正确的认识是：“5S”适用于所有的行业，正因为有各种各样使得现场变得脏污的原因，才需要持续不断的“5S”活动来解决这些问题。

（6）在有些企业，管理者会认为我们的员工素质差，搞不好“5S”，不知道推行“5S”的过程就是使员工养成良好习惯的过程。有人从小养成了良好的习惯，因此他可能很快就能按照“5S”要求自觉地做好“5S”活动。而更多的人并没有养成良好的习惯。但现在没养成良好的习惯，并不能说明将来就不能养成良好的习惯。

正确的认识是：事实上，能否让员工养成良好的习惯重要的不是员工的受教育程度，而是管理者自身问题。而“5S”活动本身最重要的目的之一就是提升员工的素养水平。

5.6.7　企业成功实施“5S”的建议

为了使企业的“5S”推行活动能够顺利彻底地进行，达到实施推行“5S”活动的目的，以下几条建议可以作为企业成功实施“5S”活动的参考。

（1）在企业为推行“5S”成立的组织或事务部门中，一定要有部分成员是专职的，其他的成员公司应考虑适当地减轻其工作量，使他们能够将大部分的精力投入到推行“5S”管理的工作中去。“5S”管理能否按预定计划推进，与是否有一个强有力的推进组织有极大的关系。当“5S”活动推进到一定阶段后，“5S”成为大多数员工的习惯时，该组织“5S”管理的推进功能减弱，适时可转为企业各部门为主自动推动，那时才可适当地恢复“5S”推进组织成员原先的工作。

（2）企业在推行“5S”管理的过程中必须要制定一些严格的培训制度，以使制定对在推行“5S”活动过程中出现的一些变化做出正确的反应 。如对企业的新员工就应该举行针对性的小型培训班，使新员工能够及时跟上其他员工培训的进度，这样新员工的“5S”培训就不会脱节。

（3）企业应重视和加强对基层管理人员的培训和教育工作，将其所管辖的区域和员工推行“5S”活动的成绩作为对他们工作绩效考核的一部分。因为基层管理人员对推行“5S”管理的投入将对一线员工产生积极的作用。如果一个基层管理人员都对推行“5S”管理采取不积极主动的态度，又怎么能够指望他

能带领其下属在实施“5S”的过程中做出好的成绩呢？对于那样的管理人员，如在企业多次提出警告后仍没有改进的，应毫不留情地予以撤换。

（4）企业制定的规章制度在开始推行“5S”活动时应通过一定的行政命令来强制员工改变他们的工作态度并养成良好的习惯 。在习惯化以后，很多员工甚至很难察觉到规章制度的存在。对于少数有惰性的员工，所属部门的管理人员应该加大对他们“5S”工作检查的力度，甚至可以考虑动用行政处罚手段，迫使他们的改变。如果不对这些员工采取有效的措施，他们的不良行为就会影响到其他好的员工执行“5S”活动的积极性，产生严重的负面影响。

“5S”是现场管理的基础，代表着现场管理水平的高低，现场管理水平的高低，则制约着 TPM（全员生产性维护）、TQM（全面品质管理 ）等活动能否顺利推行。“5S”能够营造一种“人人积极参与，事事遵守标准”的良好氛围。有了这种氛围，推行 TPM、TQM 就容易获得员工的支持和配合，有利于调动员工的积极性。通过 TPM 及 TQM 等活动和“5S”活动的结合，可以在短期内获得显著效果来增强企业员工的信心。在企业实施“5S”活动到一定的阶段时，应考虑导入或结合其他活动，如 TPM，TQM 等，树立新的奋斗目标，进一步激发企业员工的斗志和热情。

6 目视管理与防错技术

6.1 目视管理

6.1.1 目视管理的含义及原理

在日常活动中，我们是通过“五感”（视觉、嗅觉、听觉、触觉、味觉）来感知事物的。其中最常用的是“视觉”。据统计，人行动的62%是从“视觉”的感知开始的。因此，在企业管理中，强调各种管理状态，管理方法清楚明了，达到一目了然，从而易于明白，易于遵守，让员工能够自主地完全理解、接受、执行各项工作，这将给管理者带来极大的好处。

目视管理就是利用形象直观、色彩适宜的各种视觉感知信息来组织现场生产活动，以提高生产效率、实施质量过程控制为目的的一种管理方式。

目视管理是以视觉信号显示为基本手段，以公开化为基本原则，尽可能地将管理者的要求和意图让大家看得见，以此来推动自主管理、自我控制。所以目视管理是一种以公开化和视觉显示为特征的管理方式，也可称之为“看得见的管理”。

6.1.2 目视管理的作用

（1）目视管理形象直观，有利于提高工作效率。现场管理人员组织指挥生产，实质是在发布各种信息。操作工人有秩序地进行生产作业，就是接收信息后采取行动的过程。在机器生产条件下，生产系统高速运转，要求信息传递和处理既快又准。如果与每个操作工人有关的信息都要由管理人员直接传达，那么不难想象，拥有成百上千工人的生产现场，将要配备多少管理人员。

仪器、电视、信号灯、标识牌、图表等可以发出可视信号。其特点是形象直观，容易认读和识别，简单方便。在有条件的岗位，充分利用视觉信号显示手段，可以迅速而准确地传递信息，无需管理人员现场指挥即可有效地组织生产。

（2）透明度高，发挥激励和协调作用，有利于提高自主管理、自我控制的能力。实行目视管理，对生产作业的各种要求可以做到公开化。干什么、怎样干、干多少、什么时间干、在何处干等问题一目了然，这就有利于人们默契配合、互相监督，使违反劳动纪律的现象不容易隐藏。

例如，根据不同车间和工种的特点，规定穿戴不同的工作服和工作帽，很容

易使那些擅离职守、串岗聊天的人处于众目睽睽之下，促使其自我约束，逐渐养成良好习惯。又如，车间将对员工的考核数据，记录在管理看板上，这样目视管理就能起到鼓励先进，鞭策后进的激励作用。

（3）目视管理有利于产生良好的生理和心理效应。对于改善生产条件和环境，人们往往比较注意从物质技术方面着手，而忽视现场人员生理、心理和社会特点。例如，控制机器设备和生产流程的仪器、仪表必须配齐，这是加强现场管理不可缺少的物质条件。比如哪种形状的刻度表容易认读？数字和字母的线条粗细的比例多少才最好？白底黑字是否优于黑底白字等问题，人们对此一般考虑不多。然而这些却是降低误读率、减少事故所必须认真考虑的生理和心理需要。

目视管理的长处就在于，它十分重视综合运用管理学、生理学、心理学和社会学等多学科的研究成果，能够比较科学地改善同现场人员视觉感知有关的各种环境因素，使之既符合现代技术要求，又适应人们的生理和心理特点，这样，就会产生良好的生理和心理效应，调动并保护工人的生产积极性。

（4）有利于实现自动化和准时生产。在目视管理手段中，有指示灯、牌、警报器灯各种警示工具，在实施自动化的时候，采用各种各样的“目视管理”手段来监控生产线的状态和生产的流动情况。当生产出现异常情况时，就可以通过这些工具及时显现出来，达到自律控制的目的，并能预防其再次发生。此外，在精益生产中采用看板和各种数字表示板作为组织生产的工具，可以有效保证及时完成生产计划，实现准时化生产，如图 6-1 所示。

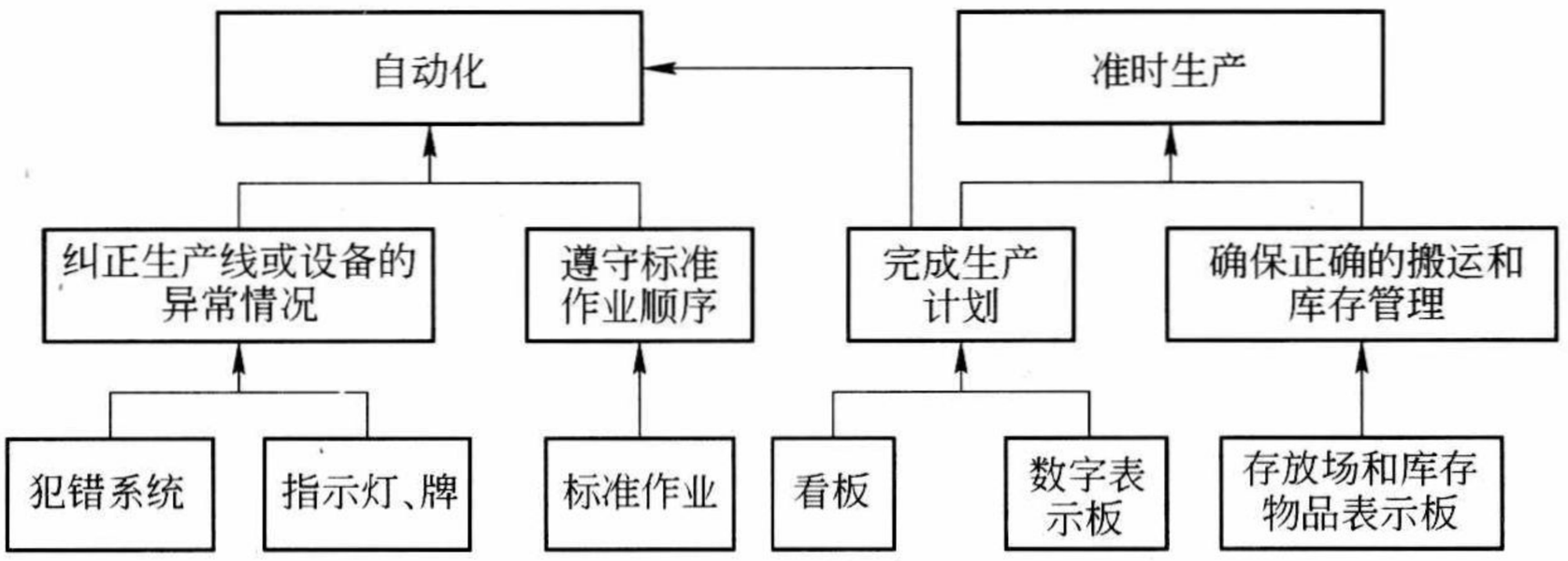


图 6-1 有利于实现自动化和准时生产

（5）形象直观地将潜在的问题和浪费现象都显现出来。目视管理依据人类的生理特征，充分利用信号灯，标识牌，符号颜色等方式来发出视觉信号，鲜明准确地刺激人的神经末梢，快速地传递信息，形象直观地将潜在的问题和浪费现象都显现出来。不管是新进的员工，还是新的操作手，都可以与其他员工一样，一看就知道、就懂、就明白，问题在哪里。

（6）促进企业文化的建立和形成。目视管理，通过对员工的合理化建议的展示，优秀事迹和对先进的表彰，公开讨论栏，关怀温情专栏，企业宗旨方向，

远景规划等各种健康向上的内容，能使所有员工形成一种非常强烈的凝聚力和向心力，这些都是建立优秀企业文化的一种良好开端。

6.1.3　目视管理的工具和方法

目视管理作为一种简单有效的管理手段，可以贯穿于各种管理领域当中，如生产管理、品质管理、安全管理、成本管理、人员管理等各方面。其所用工具和方法也灵活多变，多种多样，以下列举几种常用的工具和方法。

（1）红牌。所谓红牌就是一张红色的纸牌，常用来警戒他人不符合要求的行为。适宜于“5S”中的整理，是改善的基础起点，用来区分日常生产活动中非必需品，挂红牌的活动又称为红牌作战。

（2）看板。这里讲的看板不同于看板管理中的“看板（kanban）”，而是指广义的看板（board），即那些凡是能够用眼睛看并且能显示管理活动信息的板状物都是看板，并把看板作为目视管理的要素及持续提高的工具，概括地说，看板就是显示某种信息的可视板状物，如各种板材、卡片、表单、贴纸、条幅、匾等等，只要是能显示信息的一切可视物体，都可以称之为看板。看板的具体含义：“看”即目视、观看，获得信息。“板”即平面、板状物，显示信息。

看板分类方式有如下几种：

1）按用途分类。即按照看板在工厂的使用途径和目的划分，这种分类最具有效性，如表 6-1 所示。

表 6-1　看板的种类

区分	管理类看板	信息类看板	标识类看板	专用类看板
作用	展示管理运作状态	公布管理措施信息	指明状态指明要求	赋予特定意义
常用形式	看板、卡片、图表、电子屏、活动板等	标语、镜框、匾、横幅、彩纸	卡片、看板、标示、提醒板	视具体情况而定
项目内容	设备日常检查表	企业远景或口号	设备运转状况标识	TPS 中的领取看板
	部门日程表	部门车间口号	产品良否标识	生产看板
	部门生产计划	质量和环境方针	物料品种标识	外协看板等
	工艺条件确认表	企业成长历史	加工进度	
	作业指导书或基准	企业名人榜	生产线名称标识	
	品质改进对比看板	区域分担图	各工位标识	
	班组管理现状、报表	清扫责任表	仓库位置标识	
	TPM 诊断现状板	迎宾看板	产量现状指示屏	
	生产销售计划	宣传栏	堆高线指示牌	
	小组活动现状板			

2）按照责任主管分类。一般可以分为公司管理看板、部门车间管理看板、班组管理看板三类。

3）按形状分类。通常有方形、圆形、三角形、菱形、多边形和其他不规则形状等。

4）按材料分类。通常由板材（包括木制、白板、铝塑、金属等各种板块物）、电子显示设备、布料、纸等等。

5）按状态分类。有动态、静态、发光和不发光等几种。

（3）信号灯或者异常信号灯。在生产现场，第一线的管理人员必须随时知道，作业员或机器是否在正常开动，是否在正常作业，信号灯是工序内发生异常时，用于通知管理人员的工具。信号灯的种类：

1）发音信号灯。适用于物料请求通知，当工序内物料用完时，或者该供需的信号灯亮时，扩音器马上会通知搬送人员立刻及时地供应，几乎所有的工厂的主管都一定很了解，信号灯必须随时让它亮，信号灯也是在看板管理中的一个重要的项目。

2）异常信号灯。用于产品质量不良及作业异常等异常发生场合，通常安装在大型工厂较长的生产、装配流水线。

一般设置红和黄两种信号灯，由员工来控制，当发生零部件用完，出现不良产品及机器的故障等异常时，往往影响到生产指标的完成，这时由员工马上按下红灯的按钮，等红灯一亮，生产管理人员和厂长都要停下手中的工作，马上前往现场，予以调查处理，异常被排除以后，管理人员就可以把这个信号灯关掉，然后继续维持作业和生产。

3）运转指示灯。检查显示设备状态的运转、机器开动、转换或停止的状况。停止时还显示它的停止原因。

4）进度灯。进度灯是比较常见的，安在组装生产线，在手动或半自动生产线，它的每一道工序间隔大概是 1 ~ 2min，用于组装节拍的控制，以保证产量。但是节拍间隔有几分钟的长度时，它用于作业。就作业人员本身，自己把握的进度，防止作业的迟缓。

（4）反面教材。反面教材，一般它是结合现物和柏拉图的表示，就是让现场的作业人员明白，也知道他的不良现象及后果。一般是放在人多的显著位置，让人一看就明白，这是不能够正常使用的，或不能违规操作。

（5）识别管理。识别管理就是指用各种不同的颜色、标识、符号等视觉手段标识出不同的物品，人员、设备、作业等，达到识别的目的，识别管理是目视管理中最基本的手段，一般可分为八个种类：人员识别、工种识别、职务识别、熟练程度识别、机器设备识别、产品识别、作业识别、环境识别。

6.1.4　目视管理要注意的问题

目视管理的目的是提高工作效率，加速组织、协调、沟通，提高自主管理。使生产现场管理更科学化、规范化、效率化。因此要把目视管理作为推行现代化生产管理的手段来抓。

具体来讲，在推行目视管理时，一定要从实际出发，要把它当成管理的手段来抓，通过目视管理提高管理的可视性、有效性。这就要求企业内部各部门的领导者对目视管理给予高度重视：

（1）要做好目视管理的规划，把目视管理纳入单位重要议事日程。

（2）要学会用目视管理手段来组织协调工作，培养和激励员工。

（3）对目视管理要经常检查和维护，做到及时性、适宜性和有效性。

（4）及时总结目视管理的经验，使之不断完善和提高。

同时，在推行目视管理时，要防止搞形式主义，不要把目视管理看成是为了应付参观、为了给别人看、为了装点车间现场的门面，而应从企业实际出发，有重点、有计划地逐步展开、在这个过程中，应做到的基本要求是：统一、简约、鲜明、实用、严格。

（1）统一：即目视管理要实行标准化，消除五花八门的杂乱现象。

（2）简约：即各种视觉显示信号应易懂，一目了然。

（3）鲜明：即各种视觉显示信号要清晰，位置适宜，现场人员都能看得见、看得清。

（4）实用：即不摆花架子，少花钱、多办事，讲究实效。

（5）严格：即现场所有人员都必须严格遵守和执行有关规定，有错必纠，赏罚分明。

6.2　防错技术

6.2.1　异常管理定义

生产现场的异常管理就是指为了能够检测、控制、解决生产过程中的错误、突发和失控状况，而制定的一系列措施、管理手段。在生产现场的异常管理中，针对于每天管理的异常，快速应对并及处理异常，防止其再发生是很重要的，而自动化则是其实现的一个重要手段，因为自动化具有自动的监视和管理异常的作用，如自动报警装置，防错装置，操作人员异常目视板，QC 工程表，设备能力表等。

6.2.2　异常管理的步骤

从不接受不良、不生产不良、不流出不良的品质保证观点出发，就有关异常

管理的步骤（如图6-2所示）和方法。

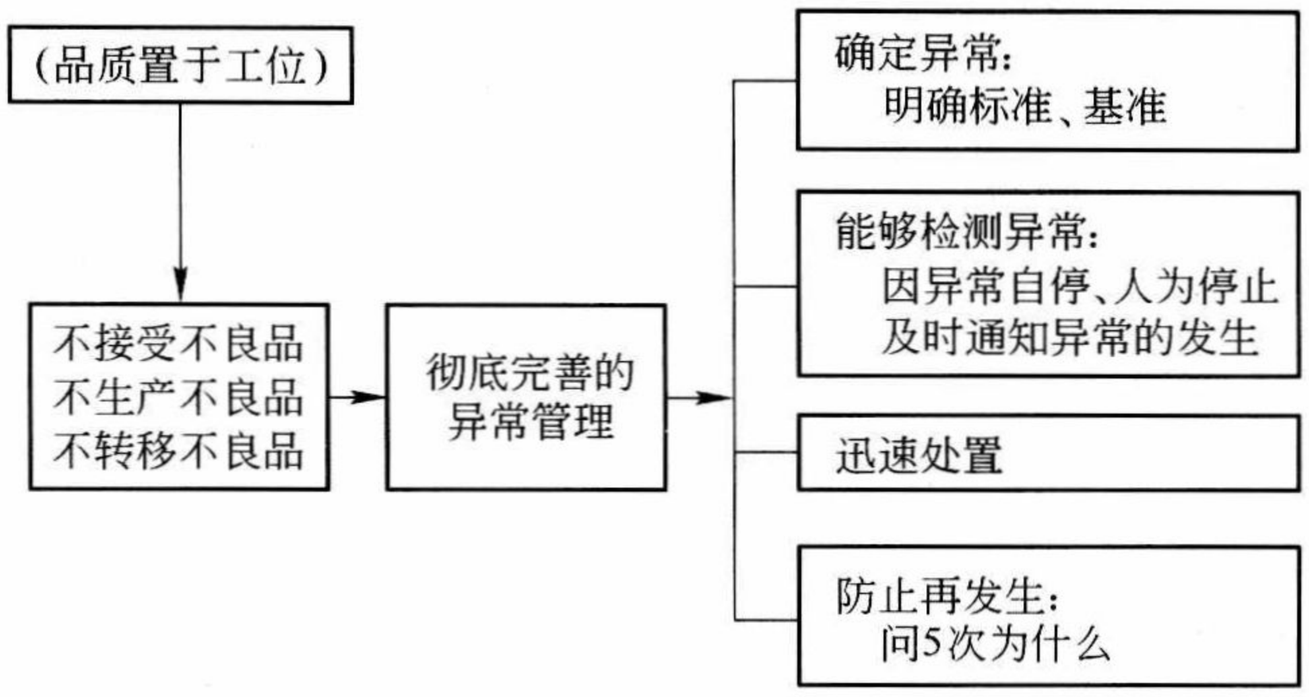


图6-2 异常管理的步骤

6.2.2.1 确定异常

第一步即确定完善的异常标准及确定什么是异常，异常的确定是异常管理的重要一步，确定异常的切入口有5个项目。

（1）检查是否按操作标准进行正确操作。所谓的操作标准是指在现场进行标准作业的同时，以工艺图，质量检查标准，QC工艺表，安全标准为基础，将能够确保质量，成本，安全等各种操作的方法，条件标准化之后的总称。具有代表性的文件有操作要领书，操作指导书，刀具更换操作要领书等。

是否按操作标准进行操作的检查是从人、物和设备三方面开始进行的：

1）人员方面：检查作业人员是否进行正确的操作，是否遵守标准作业等。常见的操作标准有：作业标准类、标准作业组合表、标准作业表等。

2）物品方面：检查是否排除了不需要的物品，使零件的取放简单化等，也就是基本的整理、整顿、清扫、清洁工作。另外从物流上来看，为了使运送不停滞，进行正确有效的运送作业，完全有必要指明物品的发送地点。

3）设备方面：为了能了解设备是否正常运转，应该有工位设备能力表，加工条件基准等。

（2）通过培训让员工遵守。有标准并不等于能够按照标准执行，所以应该通过培训让员工知道并严格执行。通过对操作者进行标准作业的培训，使其遵守，从而减少异常的发生。人员培训方面主要有：作业要领书，刀具换模作业要领书，品质检查要领书等。

（3）确定保全管理项目。为了防止设备在使用过程中出现故障，影响正常的生产，必须保证设备必要时，也就是想动的时候无论什么时候都能正常运转，即做到可动率100%，为此必须事先进行保全。判别标准有：自主保全图表、自主保全计划等。

（4）确认各工程的质量管理项目。质量保证是异常管理的一项重要内容，

为此，在确定异常标准时，质量方面就显得尤其重要了，各工程内的质量管理项目有：作业标准、QC 工程表、品质检查标准、简易检具等。

（5）防止质量确认遗漏。为了保证所有的质量管理项目能够全部被执行而无遗漏，因此在所有普通项目被执行完毕之后要进行一项检查，防止出现质量问题。

6.2.2.2　检测异常

检测异常包括：能够检测异常，异常自停、人为停止，及时通知异常三部分内容，以下将分别介绍。

A　能够检测异常

能够检测异常是指人员、设备、物品具有检测异常的能力，能够通过各种方式检测异常状况（如表 6-2 所示）。

表 6-2　各种检测异常方式

检测对象	检 测 内 容
人员	标准作业票的张贴，刀具交换实绩表； 品质检查标准的张贴，完结工程； 剩余工件的揭示，纠错装置； 监视传感器、线路，生产管理看板
设备	监视传感器、线路，生产管理看板
物品	所在地的揭示； 初始工件、终了工件、定时品质检查； 先入，先出； 整理化、一个流； 生产管理看板

（1）人员检测异常。在生产现场，操作人员一般可以依靠标准作业票、品质检查标准、生产管理看板来判别各项操作和指标异常与否，也可以通过对剩余工件的揭示牌、刀具交换实绩表等来检测异常状况。但是操作人员也有疏忽的时候，或者没有按照标准进行检测，按照自动化的思想，可以由能够自动检测异常状况的设备来弥补以上的不足。如使用监视传感器或者纠错装置。对于质量方面可以采用完结工程来检测异常，所谓的完结工程是指每个零部件、产品，在同一个工位、同一班、组、系内进行，并且在所在的工位、班、组、系内确认质量、保证质量，完结工程包括部品完结、分组完结和机能完结（如表 6-3 所示）。

这样质量在制造的本工位内确认、保证，只给下道工序提供合格品，万一出现不良品，也要在其本工位修理确认，从而提高合格率。同时，马上反馈不合格信息，可以容易地彻底防止不合格品再发生，从而使质量的保证轻松而迅速地进

行，强化质量保证体制。更为重要的是，让员工明确工作的目的、所必需的技能和责任，体会每日工作的成就感，使工程向着持续成长的目标发展。

表 6-3 完结工程

部品完结	在某工程内，一个主要部品依赖从属部品而固定，其部品的所有的结合部位都要与已组装的部品结合，因此要确认、保证其工程内部品的组装状态的品质
分组完结	把分组内的全部零件在组内组装的同时，确认保证其零件的组装后的品质（调整等）
机能完结	让同一机能系内的所有分组在系内进行组装的同时，全体机能组要确认、保证其后的组装状况的品质（后门锁、把手作用等）

（2）设备检测异常。针对设备，除了依靠对比、记录、分析管理看板的各项检测指标来检测异常外，也可采用监视传感器或者线路来检测异常的发生。

（3）物品检测异常。对物品的异常检测，包括物料、半成品、成品等。为了避免领错物料，通过目视管理的办法，如通过所在地的揭示牌、仓储看板等来检测异常；为了能够检测质量异常而进行的首件、尾件检查以及定时品质检查；为了防止物品积压过久产生质量问题而采用的先入先出货架；通过整流化和一个流来减少在制品积压，并能检测追溯质量异常；通过各种管理目视看板使生产过程中出现的问题明确化，从而进行改善和监督，防止再发生。

B 因异常自停，人为停止

在生产现场，一旦发生异常情况，机器和生产线可以通过自动停止装置和防错装置立刻停止，操作人员也可以在发现异常情况时，人为停止错误的操作和生产线。

（1）通过人的判断停止。通过人的判断防止发生异常情况的关键是每个作业人员都有停止生产线的权限。在整个作业没有按照标准作业组合进行或者不能进行的时候，可通过“定位停止线”把生产线停下来。如图 6-3 所示，在汽车的

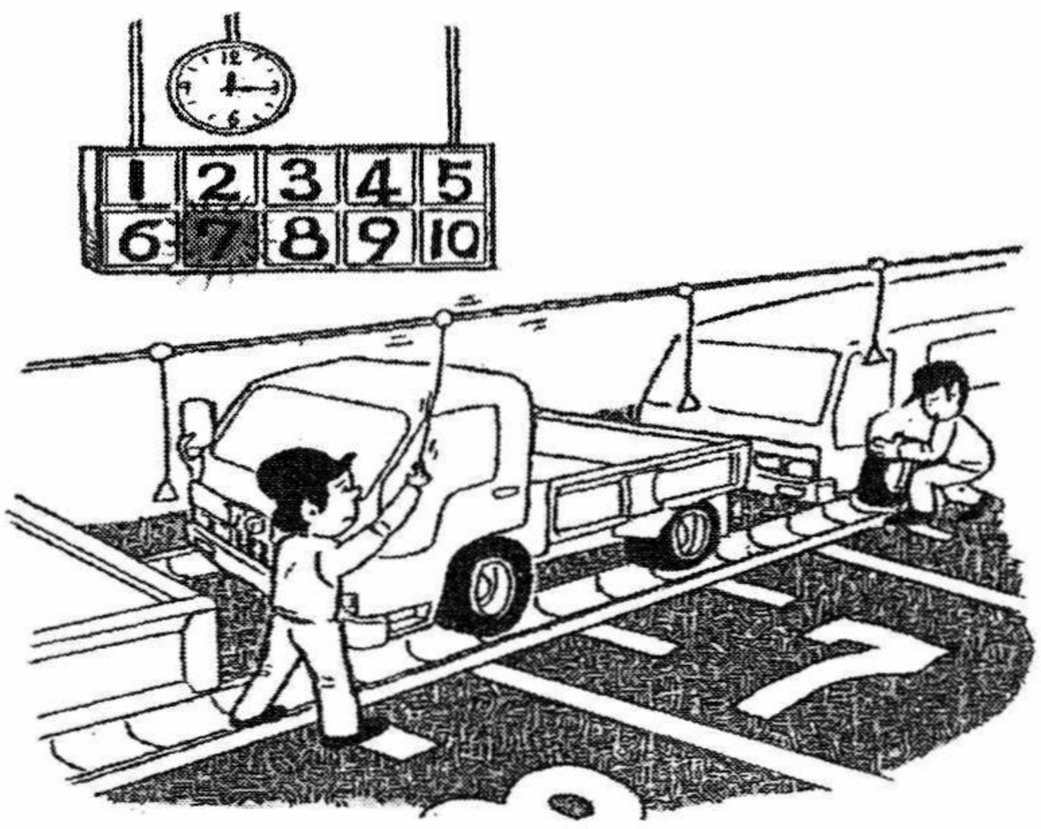


图 6-3 定位停止线

总装线上，每个作业人员在节拍时间的作业范围在流水线旁边的地板上用白线画了记号。更进一步，诸如走到这里为止安装完反光镜，走到这个地方为止安装完方向盘等，可以在界线处的地板上写上“反光镜”和“方向盘”之类的文字。

如果到了地方还没有安装完方向盘的话，这个作业人员只要拽从顶棚挂下来的拉线（也称拉线开关），传送带就会停下来。但是，因为安装方向盘的时间处在循环时间当中，所以如果传送带在循环时间中间突然停止的话，正在这条生产线上干活的其他所有的人也被迫中断了作业。例如，另外一个作业人员必须上紧五个螺丝，如果正在拧第三个螺丝的时候传送带停了的话，当传送带再次启动，作业重新开始的时候，就有可能就忘记再拧上两个螺丝。

因此，在循环时间中途的时点，即使某个作业人员发现了生产线异常，也不要中途拽拉线，要在一个循环结束的地方拽拉线开关让生产线停下来。所以要在生产线旁的地板上循环时间结束的位置画上“定位停止线”在到达这里的时点拽拉线开关。这样就可以避免因为一个人的麻烦给其他所有人的标准作业在中途造成混乱。如果一拽拉线开关，由于顶棚上的黄色指示灯亮，监督人员就立即赶来。但是不管怎样，如果在循环时间中间发生了必须停止的事态的话，就要按紧按钮。

（2）防错法。有关防错法的内容可参考本节防错法中的叙述。

C　及时通知异常

当异常发生时，设备自动停止或人为停止后，应及时通知异常，一般采用报警装置向相关人员通知。

所谓报警装置，就是要在发生异常时将必要的信息定时通知给必要的人，通过报警装置，不必浪费过大的劳力。能够掌握人、设备是否正常，并可以使必要的人能够正确作业。在生产现场有着不同的报警装置，如在一般组装线、加工线、单位设置的报警装置；针对组长、班长，以及线以外者知道异常及呼叫工位；作业的指示、信息，线的状态等表示的显示（如表6-4所示）。

6.2.2.3　迅速处理

在生产现场，当通过各种途径把异常状况及时通知给相关人员后，必须迅速做出处理，以消除异常现象，故时效的掌握是很重要的，而且处理的速度越快问题就越容易解决。针对设备异常的处理通常包括：

（1）暂定处置→规格限制等；

（2）紧急处置。

让自动线转换为手工作业，不管怎样让暂定工程运转对于品质异常，可采用下面的处理步骤：

表 6-4 各类报警装置

项目	1	2	3	4
机能	异常表示	作业指示表示	其他的信息表示	生产线的状态表示
目的	异常的早期发现修复使其再发防止	计时明确化使生产线顺利运转以期实现作业的效率化	1. 生产指示信息； 2. 记数表； 3. 加班时间； 4. 生产线终了等。 根据内容表示方法有所不同	1. 满负荷工作、不满负荷工作； 2. 准备中； 3. 运转状况等。 灯亮时需要各自作业的标准化
向谁	管理者、监督者、组班长、异常处置者	技能员、生产线以外者		
什么内容	1. 设备故障； 2. 品质不良； 3. 呼叫班长； 4. 作业迟缓（手动）、超时（自动）	1. 刀具交换； 2. 品质检查； 3. 搬运； 4. 材料投入完成取出； 5. 作业援助		
表示方法	工程番号及工程名表示			

（1）检查现场，迅速处理；

（2）联络关系部署；

（3）迅速确定完成后工程品质状况；

（4）进行对象范围把握和不良品排除（不良品分类识别，良品选出等）；

（5）排除原因，启动设备；

（6）研究对策和再发生防止，再次明确指导各工程异常是什么。

例如，在发动机生产线当品质异常发生（发现）时，其处理步骤为：

（1）停止工程；

（2）向上司报告——等待指示；

（3）追查不合格品源头；

（4）联络前后工程，品质科；

（5）对发生工程进行对策处置；

（6）在此加合格标志，控制发动机；

（7）在合格品的到来前点检，选出不合格品；

（8）工程内剩余工件及库存品也全数检选出；

（9）不合格品必须进行识别；

（10）修复时遵守规定。

6.2.2.4 防止再发生

A 5W 法

当异常发生后，迅速处置异常。如果只是临时性地消除异常现象，找出的原

因不够充分的话，那么以后类似的问题还会再发生，解决的对策也就没有什么意义，只能达到治标的效果。为此只有找到隐藏在问题背后的真正原因（即真因），并设法解决，使之不重复发生，才能达到治本的效果。

寻求真因的方法很多，最简单的方法往往却是最有效的，5W 法就是其中的一种。5W 法即“5 个为什么”分析方法，是把 5W1H 法（5W 指 what、when、where、who、why，H 指 how）中的“5W”全部转换到“为什么”（why），通过反复问为什么，经过多次探究之后，就会开始思考“怎么做好”（how），此时便接近了问题的真因。

B　5W 法的注意点

下面就通过 5W 法查找真因的注意点展开说明：

（1）单纯表现。第 1 项的要点为：应单纯表现事实。例如：线夹把手夹住了，为什么会夹住呢？如果要深究慌忙的原因，则没有必要，应像下述的那样用简单文字表述为：移动线夹时，手在夹具下面。

所以，在追究问题的原因时，应考虑在指定的原因中是否包含因果关系，并用简单的文字实事求是地描述事实。

（2）因果关系应逆向成立。作为要点 2，因果关系逆向成立与否的检查。例如：电机烧了，原因是润滑油不足，其逆向关系即“因为润滑油不足，所以烧了”也成立。又如：吵架了，原因是关系不好，那么逆向关系成立吗？关系不好，和谁都打架吗？显然不是这样的。

所以在追求真因的提问过程中，如果逆向关系不成立，则所提出的对策可能不正确。

（3）问题不扩散。问题要遵守实际，不应扩散。如果要针对电机烧了的问题追其原因，认识到是由于注油管理体制的不完备时，解决对策应该是设置提醒给油的工具和填写定期的检查表。但是如果把问题扩散继续追究下去，最终的结果只能是换厂长，这样在追究真正原因时，就步入了歧途。

因此，在追究真因时，对所描述的问题要基于事实，必须落实到亲眼亲手，可确认的对象，以防止问题的扩散。

6.2.3　防错法定义

在工作中，管理人员总是不断地告诫操作人员要细心、勤奋，并通过培训和惩罚来避免错误的发生。但实践证明，这些防范措施并不能长期有效。在传统的方法中，为了保证操作人员的正确操作，总是对操作人员进行培训，而一旦出现差错，为了让犯错误的人吸取教训，不再重犯，管理人员总是对他们进行纪律惩罚。但专门从事制造过程错误防范问题研究的人员相信，只要是人就难免出现差错。尽管每次差错的出现都会涉及到人，如表 6-5 列举了人常犯的错误。但造成

错误的原因往往是人所不能控制的。因此，需要建立一套系统的防范“制造”差错的方法——防错法。

表 6-5 常见的 9 种失误

原 因	含 义
忘记	即忘记了作业或检查步骤，比如忘记在拧螺丝之前先装上垫片
对过程、作业不熟悉	由于不熟悉作业过程或步骤，产生失误就很难避免，如让一个刚经过培训的新手去焊接工序，产生失误的概率肯定比熟手大得多
识别错误	识别错误是由工作指令或程序判断或理解错误所致。如作业标准书指明更换 IC 时需同时加热各引脚，但修理作业人员理解为逐个加热各引脚
缺乏工作经验	由于缺乏工作经验，很容易产生失误，如让一个从未在企业中做过的人去进行制造过程管理，就比较容易产生失误
故意失误	出于某种原因，作业者有意造成的失误
疏忽	这类失误是由于作业者不小心所造成的，失误的很大一部分是由此类原因造成的
行动迟缓	由于作业人员判断或决策能力过慢而导致的失误，如锡槽焊接时间为 3s 之内，而作业人员 5s 后才将漆包线从锡槽内拿出，而导致绝缘不良
缺乏适当的作业指导	由于缺乏作业指导或作业指导不当，发生失误的概率是相当大的。如装配机壳，假设正确的装配方法是先装一颗螺丝，后装对角螺丝，第三步装其余螺丝中的一个，如作业指导为随机装配螺丝，则可能发生装配间隙等失误
突发事件	由于突发事件而导致作业人员措手不及，从而引起失误，现实中此类原因引起的失误较少

防错法是实施自动化以防止异常发生的一个重要方法，它的基本前提是：任何需要通过人员干预和判断来防止错误发生的活动，都是一个即将发生的错误。丰田汽车公司的 IE 工程师新乡重夫（Shigeo Shingo）博士于 1961～1964 年期间发明了这套方法，起初叫做“防呆法”（Fool-Proofing），由于工人们按照字面的意思进行推断，认为管理层把他们看做傻瓜，所以新乡重夫随后将其更名为“防错法”（Mistake-Proofing，音译为 Poka-Yoke），即在过程失误发生之前加以防止。是一种在作业过程中采用自动作用、报警、标识、分类等手段，使作业人员不特别注意也不会失误的方法。

6.2.4 防错法作用

（1）因为防错法采用一系列方法和工具防止失误的发生，其结果即为第一次即将事情做好。

（2）提升产品质量，减少由于检查而导致的浪费。防错法意味着“第一次即把事情做好”，直接结果就是产品质量的提高，与靠检查来保证质量相比，防

错法是从预防角度出发采取的预防措施。而检查不能防止缺陷的产生，检查发现的缺陷只能去纠正。这是一种浪费，防错法消除了这种浪费。

（3）消除返工及其引起的浪费。防错法会提升产品质量，消除缺陷，这会导致返工次数的削减，由于返工所致的时间和资源浪费便得以消除。

（4）安全保障。防错法能够防止操作人员因为失误或其他原因而引起损伤和安全事故，从而有效保证了生产的安全有序进行。

6.2.5　防错法原则

在进行“防错法”时，可遵循以下4个原则：

（1）使作业的动作轻松。对于难于观察、难拿、难动等作业，由于操作难做，易疲劳而发生失误。可以采用区分颜色，或放大标识，或加上把手使得容易拿，或使用搬运器具使动作轻松。

（2）使作业不要技能与直觉。需要高度技能与直觉的作业，往往容易发生失误。可以考虑对夹具及工具进行机械化，使新进人员或辅助人员也能做不出错的作业。

（3）使作业不会有危险。因不安全或不安定而会给人或产品带来危险时，加以改善使之不会有危险。

（4）使作业不依赖感官。依赖像眼睛、耳朵、感触等感官进行作业时，容易发生失误。制作防错夹具或使之机械化，减少用人的感官来判断的作业。如果一定要依赖感官，譬如，当信号一红即同时有声音出现，设法使之能做二重、三重的判断。

6.2.6　防错法思路

（1）消除失误是最好的防错方法。因为其从设计角度即考虑到可能出现的作业等失误并用防错方法进行预防。这是从源头防止失误和缺陷的方法，符合质量的经济性原则，是防错法的发展方向。

（2）替代法是对硬件设施进行更新和改善，使过程不过多依赖于作业人员，从而降低由于人为原因造成的失误（占失误的部分）。这种防错方法可以大大降低失误率，是一种较好的防错方法，缺点在于投入过大，另外由于设备问题导致的失误无法防止。

（3）简化是通过合并、削减等方法对作业流程进行简化，流程越简单，出现操作失误的概率越低。因此，简化流程为较好的防错方法之一，但流程简化并不能完全防止人为缺陷的产生。

（4）检测是在作业失误时自动提示的防错方法，大都通过计算机软件实现，为目前广泛使用的防错方法。

（5）从减少由于失误所造成的损失的角度出发，即发生失误后，将损失降至最低或可接受范围，目前许多智能设备均或多或少具备该功能。

6.2.7 防错法原理方法

（1）保险原理。需要两个以上的动作必需共同或依序执行才能完成工作，例如：开银行保险箱时，须将顾客的钥匙与银行的钥匙同时插入钥匙孔，才能将保险箱打开。台式冲压机作业方便，动作按钮设在工作台面上，由于操作员拿动工件时的误碰，常发生冲头误动作事故，导致人员安全、零件及冲压机配件报废等损失。所有误动作均为单手或单臂触碰动作按钮所致，现设计一个双联串联式按钮，设置于工作台的两侧，只有两个按钮同时按下，冲压机才会工作，这完全防止了由于误操作所致的冲头误动作。这个防错装置属于预防式防错，因为它从根本上消除了产生失误的机会。

（2）自动原理。以各种光学、电学、力学、机构学、化学等原理来限制某些动作的执行或不执行，以避免错误的发生。目前这些自动开关非常普遍，也是非常简易的“自动化”的应用，比如第一节提到的丰田佐吉发明的自动织布机。

（3）顺序原理。为了避免工作顺序或流程前后倒置，可依编号顺序排列，从而减少或避免错误的发生。比如流程单上所记载的工作顺序，依数字顺序编列下去。资料柜内的档案以“斜线”方式来完成归档，每次拿出来看后，再放回去时，放错了地方，可用斜线标志的方式来改善这个问题。

（4）隔离原理。靠分隔不同区域的方式，来达到保护某些区域，使其不能造成危险或错误的现象发生，隔离原理亦称保护原理。例如电动圆锯有一保护锯片套，可防止锯到手。

（5）感官。

1）形状。依“形状”的不同来达成，这是最简单的防错设计，在日常生活中有很多这类的设计，尤其是在个人计算机上应用更为常见。例如个人计算机与监视器（monitor）或打印机连接线用不同形状设计，使其能正确连接起来；DDR 和 SDRAM 内存条都有防错口的设计，以防止用户插反；各种 USB 接口都采用非对称设计；主板数据线和电源线、CPU 插脚都采用形状不同来达到防错的目的。

2）颜色。在日常活动中，我们是通过“五感”来感知事物的，其中，最常用的是“视觉”，据统计，人的行动的 62% 是从“视觉”的感知开始的，而颜色在视觉识别中最为明显。因此可以用不同的颜色来代表不同的意义或工作内容来防止出错。例如：用红色代表紧急文件，白色代表正常文件，黄色代表机密文件；将不良品挂上“红色”标签，将重修品挂上“黄色”标签，将良品挂上“绿色”标签。具体内容可详见本章中的目视管理一节。

3）警告。如有不正常的现象发生，能以声光或其他方式显示出各种“警

告”的信号，以避免错误的发生。例：车子速度过高时，警告灯就亮了。安全带没系好，警告灯就亮了，或车速开不快了。操作计算机时，按错键时，发出警告声音。组装过程中遗忘了某些零部件，警告灯提醒。

（6）检查表。在现场中，也可以通过检查表来防止人为疏漏，如出货检查表，包装检查表，5S 检查表等。

以上列举了几种常见的防错手法，可以看出对错误或异常的防止有 3 种方式，分别是“停止”、“防备”和“警报”。防错法认为“不会出错”要强于“不要出错”，因此通过各种防错装置和防错方法，在源头上防止了异常的发生，即使异常发生时也能自动停止。从而实现了自动化的主要目的——保证质量、降低成本、实现准时交货、更加尊重人格（因为作业人员没有必要注意麻烦的细微之处）。

以上介绍了自动化的思想理念和方法体系，自动化作为精益生产中的一个重要管理手段，一方面，实现了人机分离，有效地消除了闲视的浪费；另一方面，实现自动化，可以更好应对生产中的异常，如果异常解决好了就是改善，解决不好就是隐患。在推行自动化生产的过程中，从人员、设备、物品方面应制作各种确定异常和检测异常的标准，通过纠错装置、防错方法、报警装置来防止和通知异常的发生并迅速处置异常状况，最后，可用 5W1H 的方式进行真因追究，弄清事物的因果关系及其隐藏在背后的真正原因，从而做到防止再发，有效地保证了产品的质量。

7　现场改善实例分析

7.1　某汽车公司及其生产线概况

某汽车公司是汽车合资企业，一家具有世界汽车制造业领先技术与制造水平，融汽车研发、制造、销售和售后服务为一体的现代化企业，具备年产 10 万辆汽车的生产能力。

该公司生产众多国际知名品牌的轿车和越野车，并保证每位用户都享有全球统一的、高品质的服务。在企业经营、管理体制、发展模式上，正在形成和不断完善的一套符合国际化标准且具有自身特色的管理体系，将互敬互信、精益、积极进取、绩效驱动、创新、流程导向、授权员工、客户至上作为企业的核心价值观和企业文化的核心。并将以杰出的业绩获取股东与战略伙伴的全面支持，回报社会、回报股东、回报员工、回报用户，把企业建成具有竞争力、成功的世界级汽车公司。

普通轿车生产的四大工艺（如图 7-1 所示）。

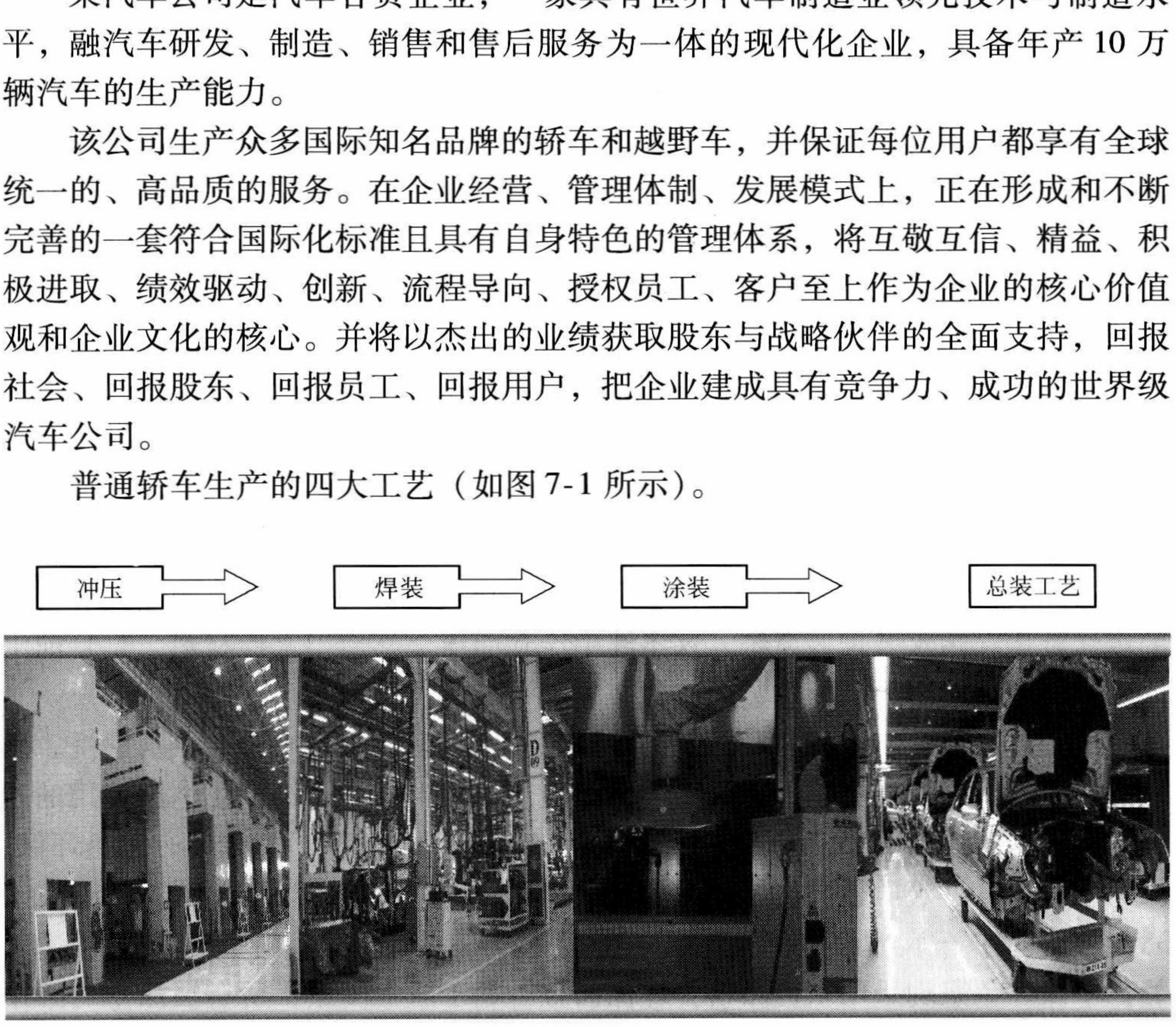


图 7-1　四大生产工艺

7.1.1　冲压工艺

新工厂的冲压车间以全新工艺布局，共有 5 条生产线。其中，一条全新的五工位自动化冲压线，由德国著名公司设计并制造，该公司制造工程团队与供应商的设计团队一道，从厂房布置、方案审核、计划实施、生产线设计制造跟踪到设

备安装、调试、验收，始终坚持密切合作，以优异的工作质量精心打造一条带有“快速横杆式自动化输送系统（speed bar）”的自动化冲压线。

设计并制造的全新的五工位自动化冲压线，实现了封闭式无人化全机械手操作，换模时间由原来的40min提高到仅用10min，产能由原来的5次/min提高到8次/min，安全性和生产效率大幅提高，冲压线增设了自动板料翻转机，用于大型薄板垛料的翻转。不仅可以减少板料表面划伤，提高产品质量，也降低了操作人员的劳动强度。同时，为保证大型模具的精度，增置了一台2000t的高速油压机，利用油压机行程稳定、压力均匀的特点对模具进行校验、调整保证零件质量。

冲压车间办公区域设置在车间的中央，轻体房屋加上宽大的玻璃窗使生产管理人员对车间的各条生产线都可以一目了然，哪条线上出了问题，技术员、维修员、调度员可以迅速做出反应，赶到生产一线解决问题，做到“大问题及时控制，小问题迅速解决”。

冲压车间生产出来的新产品合格率，在短期内已达到95%以上，并朝着合格率为99.5%的目标迈进，力求使该品牌的产品每一个零件都具有与世界一流汽车相同的品质。

7.1.2　涂装工艺

全新的涂装线代表世界一流的技术水平。整个车间由三层建筑构成，一层为输送存储层，二层为工艺作业层，三层为空气交换设备层，此外车间还拥有自己的废气焚烧、污水处理等系统。这条线中涂和面漆全部使用水性材料，是目前中国水性涂料使用率最高的涂装线，代表世界一流的技术水平。

涂装线采用全新的工艺和材料：前处理线上增设了手工擦洗、洪流冲洗、磁性过滤等环节，在最大程度上减少了装焊生产过程中带来的污染；电泳使用的是目前国际最先进的PPG第六代电泳漆——ENVIRO-PRIME 2000，具有无铅环保、烘烤温度低、外观质量高、泳透力强等优点；焊缝密封选用HENKEL TEROLAN 3330密封胶，车底喷涂HENKEL PVC底涂材料，使车身更加坚固耐用、舒适安静；中涂和色浆均采用水性涂料，环保而且有利于职工健康，所有喷涂室均采用机器人旋杯喷涂，油漆的利用率更高、外观更均匀；漆后修整采用了3M公式最新的修整方案——两步精修法，消除了抛光印痕和雾影；漆后车身增加发泡材料和防腐蜡的注射，使车身防腐耐用度和舒适防震功能大大提高。

涂装线选用了全新的设备，以满足新材料和新工艺的要求：前处理线采用纵向阶梯式布局，能有效地排出实体内的潮湿空气，保证产品质量的同时又能保证设备干燥；前处理和电泳线使用双摆杆输送链，把进出槽角度提高到45°，从而减少槽体体积，降低材料消耗，同时更有利于车身内液体排出，减轻槽间污染；

喷涂室装设了 KAWASAKI 公司的喷涂机器人，配合静电旋杯，保证喷涂质量，减少人为缺陷；车间还装配 EFTEC 公司的注蜡系统和 GUSMER 公司的发泡注射单元 BETACELL 241U，配合使用 FPINDER 的防腐蜡和 DOW CHEMICAL 的环保型双组分发泡胶。

在工艺布局方面，将作业区全部放在二层，紧凑合理，便于生产管理协调。分设了电泳、中涂、面漆三个储备区，为各个区域同时满负荷运转提供了充分条件，从而降低因为不必要的等待造成的能源浪费，同时储备区可以通过暂时储存或补充车身，缓解由于装焊车间或总装车间故障造成的停线等待或堵线窝工，保证生产的正常运行。

7.1.3 焊装工艺

新工厂装焊车间，建立了一套高自动化、高效率、高精度的，适合多种车型不同生产特点的柔性化的生产系统。轿车生产作业分在三个不同的区域——车身分总成装焊生产作业区、车身主装焊生产作业区、车身门盖生产作业区。

为提高产品质量、空间利用率、有效降低制造成本，在主装焊生产线上的下体焊装工位、车身大装工位（Ⅰ/Ⅱ）、顶盖工位及车身冲孔这 5 个关键工位上，均采用全自动机器人操作。机器人定位准确、焊接及冲孔精度高、质量稳定，可在人工难以操作的部位出色地完成焊接。在新装焊车间，采用了大量的机器人工作站，充分利用了机器人在现代制造业中的广泛用途。新工厂使用了机器人点焊、机器人弧焊、机器人搬运、机器人冲孔、机器人涂胶、机器人合边、机器人铆接等，初步实现了生产过程的自动化。

为辅助各机器人工作站的工作，生产线上设置了部分人工工作站。为满足产品质量的需要及适应自动化生产线的高速生产，这些手动工作站均采用了一流的加工设备及工具。先进的中频逆变一体化焊钳系统可以根据自动测量获得的板材信息自动调整焊接规范，避免漏焊、虚焊，保证了车身焊接质量。NIMAK 中频逆变悬挂焊机的结构设计更适合人体特点，更轻便，操作极为方便，焊装操作时飞溅小，很大程度上改善了工人的工作环境。

在新装焊车间里，每一个加工单元都是经过精心设计、优化组合而成的，工件加工效率高，可充分满足生产节拍。这些单元可以看做制造过程的关键节点，而这些节点则需要有一条高效通道作为连接，才能形成一个完整的制造系统。负责将这些加工单元串接起来的，是贯穿整个生产车间的输送系统。车间物流输送体系采用了地面、空中分层运输方式，即在地面，使用轻型转运车、叉车等方式将冲压件、分总成件等零部件运送到工位，工位间采用气、电葫芦进行工件传递；在空中，白车身骨架总成则由 EMS 空中电动车自动从主装焊线传送。

EMS（Electrical Motor System）空中电动车自动传送系统可以根据生产需要，

调整不同的传输速率。其抱具主体结构一致，抱具爪可根据不同车型的要求进行抱具块转换，实现车身混线传输、柔性化生产。为在生产不同车型时进行车身识别，在传送线上采用了 Siemens 的 E 系列 MOBY 系统，实现记录、识别车身动态信息和电动小车及抱具的检测功能，且可以通过 LED 显示屏，将生产信息和设备状态进行实时报告。

焊装后的白车身骨架要通过一条总长 120m 的白车身总成调整线，该线以滑橇为车身载体与板式链构成一条 20 个工位的车身调整线，在沿线工位上完成车门、机盖、翼子板等分总成的安装和车身调整、打磨等工序的操作。在这里，每一个车身都要经过一系列精心的调试，保证各项工艺间隙的精确度，任何一个不平整的小瑕疵在车身经过检测光廊时都将无所遁形。

经过检验合格后的白车身总成，通过举升机回到空中的车身输送线上，再通过车身识别系统，按照不同车型的分类，有序地存放在车身储存区内。按照“一种车型存放在一条储存线”进行车身存放。根据喷漆车间的生产安排，存储区会自动将不同车型的白车身输送至喷漆车间的入口，随后空滑橇将按照系统规定的路线自动返回车身调整线的开始端进入下一个生产循环。

7.1.4　总装工艺

新工厂的总装生产线采用具有适合多车型柔性化混线生产的输送链系统，其科技含量与自动化水平均处于国内领先水平。总装车间共有 5 条总装生产线，每线增加缓冲区，在出现小问题时，缓冲区可缓冲 15min，使整个生产线不停止运转；总装线可同时组装三种车型，且保证车身始终水平。

总装车间使用了包括德国著名设备公司生产的车辆液体加注机等国际领先的高新设备。同时，总装生产线设计还结合了人体工程学原理，增加了部分专用工具、工装和工位器具，增装了大件总成辅助安装设备，像安装轮胎、仪表总成、座椅、天窗、拆卸四门等超过 25kg 的总成，均采用装备助力机械手。

新厂区共有分别针对车型和生产的两个管理系统。在车型管理系统中，全程由计算机控制，并可随时查询车的相关信息。还针对生产管理设置了 ANDON（暗灯）系统。每个工位都有控制开关，当出现问题时，可及时反映到主机，通知其他部门，并可由计算机记录、分析问题频率。

轿车生产包括装焊车间，喷漆车间，总装车间，发动机和车桥车间。发动机和车桥生产线有约 20 个工位，长约 100m，主要检测项目共有约 23 个。为了确保车的高质量，在该线上引进了后桥的前束测量设备和测试发动机的热实验。车桥装配线上的每个成品后桥都将对前束进行严格检测。发动机性能的控制则主要通过目前最具柔性化和高科技含量的检测设备——热实验台来完成。

重修区域主要有：四轮定位仪、单柱升降器、尾气排放管等。这个区域是对

在检测线发现问题的产品车进行修整的工作地点。

在总装完成线，要对车辆进行外观检查，内部外观检查，电器、机械等功能项检查。在灯廊区是对整车进行外观检查。通过灯廊充足直射照明灯光的照射，检测车身外观瑕疵以确保整车质量。这是车辆离开车间前的最后一道检查。

测量线包括：四轮定位，转毂实验，侧滑实验，大灯调整及淋雨试验工位。主要检测产品车前后车灯、前速四轮定位等参数的工位；转毂测试间主要测试轮胎平衡、刹车性能、噪声、尾气、转毂、加速性、防滑性能等参数。在测试中时速可达到100km/h；水试淋雨间主要测试车身的密封性，试验间采用循环水系统，大大节省了水资源，还有干燥间采用仿行吹干系统，这是世界上先进的设备。

总装生产线包括43个工位，生产线长258m（每个工位6m长），生产线采用世界上较为先进的EMS系统，即电动轨道自行小车。

底盘线包括7个工位，其中一个工位为质量门——对车进行质量检查。底盘线的第一工位为合装台，在此将车身和发动机及车桥合装在一起。出于经济和健康因素的考虑，采用了柔性可编程的输送系统进行车身位置调节。

内饰线有20个工位，其中两个工位为质量门，同时为了保证长久稳定的高质量产品，采用了机械手进行天窗玻璃涂胶。

装焊生产线装焊车间总面积达8000m^2。整条生产线的设计是由德国EDAG公司和本地供应商完成的。

现有四条生产线，焊装轿车白车身。这四条线分别是分装线、车身焊装1线，车身焊装2线和完成线。车身焊装2线是下面要研究的对象。

整个车身共有2600个焊点，该轿车采用双面镀锌钢板和铝合金板的不同材料同等强度的设计，钢板厚度在0.8～2.0之间，这样做的目的在于减轻车身重量，以提高各方面性能。

为了保证汽车的高品质，采用了中频焊枪、高端技术和标准设备。这些焊接设备是首次在中国使用的，质量一流，此设备可以根据焊接板的厚度和电流自动调整焊缝和强度。

装焊生产线上设置了3道质量门，还有专门的超声波检测仪来检测焊点的焊接质量。

车身缓冲区是存放已经喷漆完毕但不能马上上线进行装配的车身，能够存放103个车身；车身到达后，操作员只需按钮，它将自动寻找最近的库位放置车身，每个车身有自己的条形码。当要取车身的时候，只要输入库位号或条形码号，就能得到想要的车身。

7.2 装焊车间生产线的基础效率改善

该轿车车身焊装生产线存在的问题分析：

车间生产的高效率是企业追求的目标，而制造企业的生产效率的高低主要取决于其运作流程或作业方法等方面。大多数企业存在作业复杂化、流程冗余等问题。具体表现在以下几点：

（1）工人的具体操作复杂，重复性工作多，没有一套标准、规范的操作流程。

（2）企业的整体流程运作不规范、不科学，流程的整体流向不清晰，流程也没有一定的标准，各分支公司或各部门都按照自己的一套流程来处理。

（3）流程分裂，各部门间职能界线不清晰，造成流程运行不畅，部门间的协作效率低下。

（4）流程的重复性作业多，作业等待时间长。总之，企业在运作流程或作业方法上普遍存在的问题是：没有一套标准、规范、优化的作业流程，造成企业整体流程的运作时间延长，效率降低。

工作研究就是针对企业生产运作与管理中存在的问题而展开的。主要解决：

（1）最佳作业方法问题；

（2）最佳作业方法的标准化及其劳动定额问题；

（3）与最佳作业方法相关的生产场所布置、物流路线设计、工具设计等问题；

（4）工作设计问题；

（5）现场管理问题。

从车身厂的整体工艺现状看，焊接加工是汽车车体与零部件制造链中的一个关键环节，与冲压、涂装和成车装配等构成了汽车制造的四大主要生产部门。本书针对焊装线的具体情况进行研究、说明和优化、改善。

由于工人在取放零件和工具的过程中存在着动作不合理，对生产效率产生较大影响，同时也会对操作者本身产生伤害，不符合绿色生产的要求，因而重点就是要针对焊接线存在的问题进行分析和改善，提高焊装作业部的生产效率，节约成本，以提高整个车身厂的生产效率，操作者的绿色生产。

焊装车间焊装生产线的平面布置图（图 7-2）和焊装车间焊装生产线的工艺路线表（表 7-1）确定后，将针对焊装生产线进行具体分析。

7.2.1　作业时间充实度测定

作业时间充实度的测定是作业测定中秒表时间研究的一种。秒表时间测定就是以一条生产线为研究对象，对生产线上每道工序的主体作业情况进行秒表测时，从第一单元开始，开动秒表，第一单元结束时，即按停秒表，读取表上读数然后使表针回复到零位。次一单元开始，再开动秒表。然后计算每道工序的主体作业占总生产节拍的比率，从而做出改善对策。

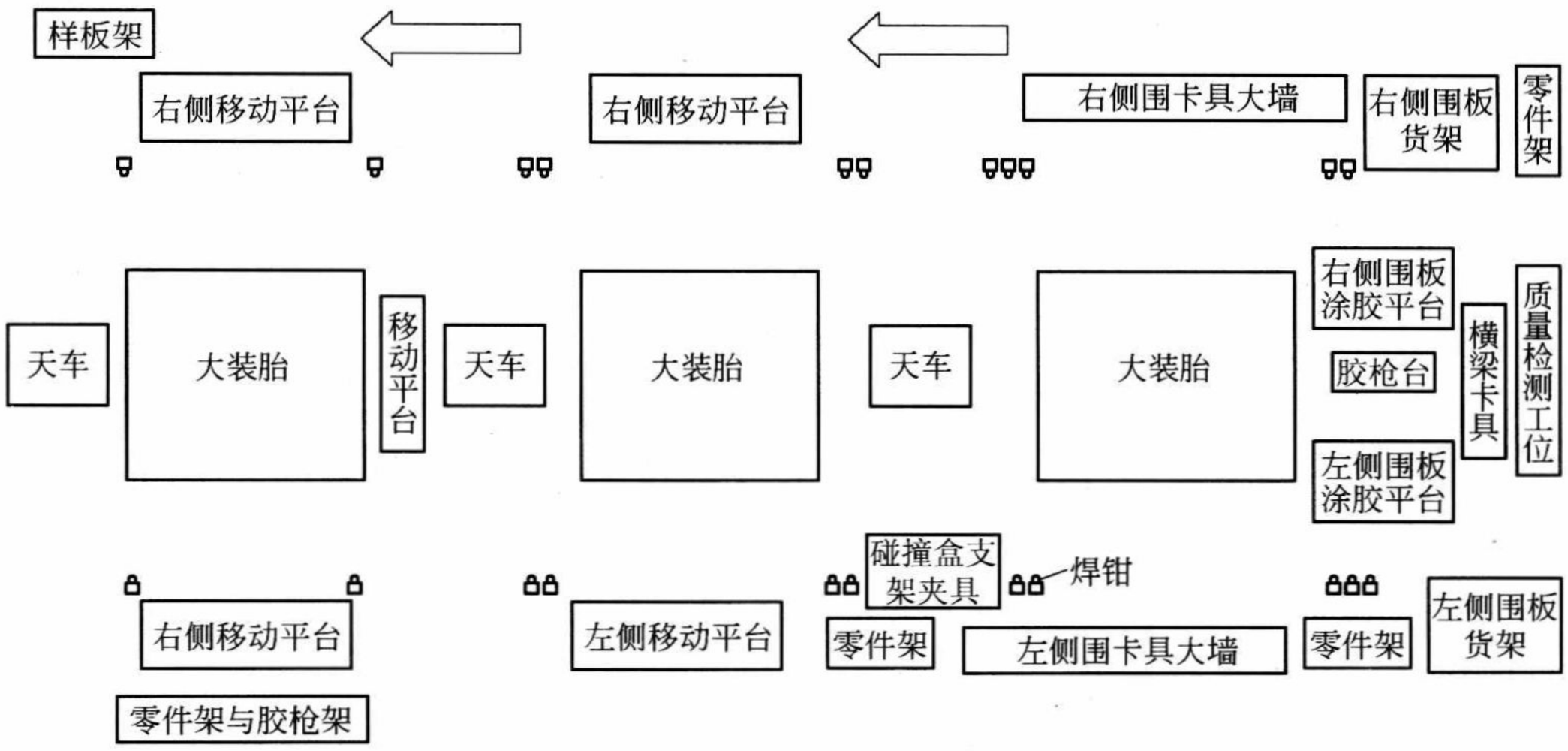


图 7-2 焊装生产线简易平面布置图

表 7-1 焊装车间车身焊装生产线的焊装工艺路线表

工 序	工序主要内容
1（70 工位）	焊装左右侧围外板、后下横梁、顶盖及焊接左右碰撞盒
2	运往下一道工序
3（80 工位）	气钻车身底部；手电钻、角钻孔机钻孔；折边机对轮罩内外板边缘进行折边
4	运往下一道工序
5（90 工位）	装行李箱架板，用压铆机进行压铆；电铆枪铆焊
6	运往下一道工序

时间研究的特点：时间研究是采用抽样技术进行研究。抽样调查是一种非全面的科学的调查方法。它是按随机的原则，抽选总体中的部分单位进行调查，以推断总体的有关数据的方法。秒表时间研究以生产过程中的工序为研究对象，在一段时间内，按照预定的观测次数利用秒表连续不断地观测操作者的作业，然后以此为依据计算该作业的标准时间。由于观测的时间是限定的，而且是连续观测的，所以是密集性抽样。

由于测定时间的选择完全是随机的，无任何主观意图的影响，因此观测结果应具有充分的代表性。另外，用秒表测时法进行观测的次数是根据科学的计算确定的，是能保证规定精度要求的次数。观测结果的误差可在观测之前根据抽样的次数和总体中各单位时间标志的差异程度，事先通过计算，将其控制在一定范围内，因此计算结果比较可靠。

时间研究的工具：

（1）秒表（停表、马表）。时间研究用的计时工具多采用（1/100）分秒表。此类秒表表面为100个小格，长针每分钟转一周，1小格即代表1/100min。短针表面分30格，短针每半小时转1周，1格即代表1 min。用这种秒表是因为读值、记录容易，整理、计算方便。

（2）观测板。时间研究是使用观测板，以安放秒表和时间研究表格。其结构、尺寸大小应考虑观测者使用方便、顺手、轻便。

（3）研究表格。时间研究表格记录一切有关研究的资料及每单元的时间与评比等资料。其格式可自行设计，大小按实际情况并配合观测板的大小而定。为便于保存、查阅，各单位应规定统一格式。

（4）其他工具。除了上列主要工具之外，有时还需要测量距离和速度的工具或仪器，并准备有铅笔、计算器等。

为了有效地发现焊装车身生产线的问题点，针对这条线做了作业时间充实度的秒表测定分析，即用秒表测这条地板线上每道工序工人的主体作业时间，每道工序测10次，取平均值，然后根据生产线的生产节拍，统计他们的作业充实度，从而发现需要改善的工序，提高主体的作业充实度，缩短生产节拍，提高生产效率。具体操作如下：

当整个生产流水线开动后，从此线的第一个工序开始，用秒表和记录板测定工人的操作时间，当整个线生产节拍停止后，进入下一道工序，待机器再开动后进行测定，依次类推，直至整个线每道工序测定完毕，再从第一道工序开始进行第二次，第三次……作业充实度的测定。每道工序的主体作业时间观测如表7-2所示。

表7-2　主体作业时间统计表　　生产节拍：21.8min

项目 / 次数	装焊左右侧围外板、后下横梁、顶盖及焊接左右碰撞盒	气钻车身底部；手电钻、角钻孔机钻孔；折边机对轮罩内外板边缘进行折边	装行李箱架板，用压铆机进行压铆；电铆枪铆焊
1	16.18	15.30	15.60
2	16.20	15.31	15.62
3	16.21	15.28	15.61
4	16.17	15.30	15.63
5	16.23	15.29	15.62
6	16.20	15.31	15.58
7	16.19	15.30	15.63
8	16.24	15.30	15.60
9	16.23	15.27	15.61
10	16.21	15.28	15.62

通过表7-2我们可以计算出每道工序的主体作业的平均值。

现场记录后，应对数据进行处理和计算。首先应计算各单元的平均值，但在计算平均值之前，必须检查、分析并剔除观测数值内的异常值。

异常值是指某单元的时间由于外来因素的影响，而使其超出正常范围的数值。

剔除异常值的方法有多种，此处介绍最常用的方法——三倍标准差法。其计算方法如下：假设对某一操作单元观测 n 次所得的时间为：x_1，x_2，x_3，…，x_n，则

平均值为：

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{7-1}$$

标准偏差为：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n}} \tag{7-2}$$

正常值为 $\bar{x} \pm 3\sigma$ 之内的数值，超过者即为异常值。偏差上限为 $\bar{x} + 3\sigma$，偏差下限为 $\bar{x} - 3\sigma$，在上限与下限之间均视为正常值，凡不在这个区域内的数值即异常值，应予以剔除。根据正态分布的原理，在正常情况下，若计算同一分布的抽样数值，其99.7%的数据应在均值正负三倍标准偏差区域内。

下面我们就以第一道工序为例计算，剔除异常值。

解：$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$ = (16.18+16.20+16.21+16.17+16.23+16.20+16.19+16.24+16.23+16.21)/10 = 16.21

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n}} = 0.022$$

管制上限 UCL = $\bar{x} + 3\sigma$ = 16.28

管制下限 LCL = $\bar{x} - 3\sigma$ = 16.14

数值中无异常值。

异常值剔除后，运用剩余的合格数据求平均值为：16.21。

依次类推，可计算出每道工序的主体作业的平均值，然后除以流水线的生产节拍，即可得出每道工序的主体作业的作业充实度。

第一道工序主体作业的作业充实度：74%。

第二道工序主体作业的作业充实度：70%。

第三道工序主体作业的作业充实度：72%。

通过上面计算我们可以得出，焊装生产线的主体作业时间充实度不够，尤其是第二道工序。因此，需要对此生产线进行改进设计，充实主体作业。

7.2.2　程序分析

完成任何工作所需经过的路线和手续即为程序。任何人、任何一个机构办任何一件事都需经过一定的程序。

在公文处理方面：一件公事的收妥、签收、拟稿、签署以至盖章、发文都有一定的程序；

在产品的制造方面：从原材料进厂、入库、领料、加工、装配、检验、成品存库、出货都有一定的程序。

这些程序手续越繁、路线越长，则所消耗的人力和时间就越多。其结果是成本越高。但如果认真观察和分析任何一项工作就会发现可能存在很多的无效动作和时间上的浪费。

程序分析主要以整个生产过程为对象，研究分析一个完整的工艺程序，从第一个工作地到最后一个工作地全面研究、分析有无多余或重复的作业，程序是否合理，搬运是否太多，等待是否太长等，进一步改善工作程序和工作方法。其目的是：

（1）取消不必要的程序（工艺、操作、动作）；

（2）合并一些过于细分或重复的工作；

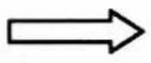
（3）改变部分操作程序，以避免重复；

（4）调整布局，以节省搬运；

（5）重排和简化剩余的程序，重新组织一个效率更高的程序。

在程序分析中，为使分析过程简化并易于理解，把生产过程中常见的一些活动以特定的记号来表示，具体如表7-3～表7-5所示。

表7-3　基本记号表

序号	要素工序	分类	记号	意　义
1	加工	加工		表示使原材料、零件、制品的形状或性质发生变化，以符合某种加工目的的过程
2	搬运	搬运		表示使原材料、零件、制品位置发生变化的过程
3	停滞	储藏		表示按计划储藏原材料、零件、制品
4		滞留		表示原材料、零件、制品处于非预期的滞留状态

续表 7-3

序号	要素工序	分类	记号	意　义
5	检查	数量检查	□	测量原材料、零件、制品的数量，与基准进行比较
6		品质检查	◇	测试原材料、零件、制品的品质特性，把结果和基准进行比较，以作出合格与否或优良与否的判断

表 7-4　辅助记号表

序号	名称	记号	意　义
1	流程线	|	表示主要工序的顺序关系
2	区分	∿	表示不同作业者之间的区分

表 7-5　流程表

流程程序分析图：　　人员/物料/设备型

图号：

作图的对象：车身焊装线的流程（104 步工序）

方法：改善方案

地点：焊接车间

制表人：　　日期：__年__月__日

审定人：　　日期：__年__月__日

统计表			
活动	次数	时间/s	距离/m
操作○			
搬运→			
等待 D			
检查□			
储存▽			

说　明	距离/m	时间/s	人	符　号				
				○	→	D	□	▽
1. 从转运车上抬左右侧围至涂胶平台		20	3（一侧）		⇨			
2. 取橡胶件		10	1		⇨			
3. 将橡胶件安装到左右侧围外板上		30	1	○				
4. 取蓝胶胶枪		10	1		⇨			
5. 涂胶		270	1	○				
6. 将左右侧围外板搬放到大装胎侧围卡具上		55	3（两侧）		⇨			

续表 7-5

说　明	距离/m	时间/s	人	符　号				
				○	→	D	□	▽
7. 合紧卡具		10	3（两侧）	○				
8. 将车身框架总成从质量门 1 运抵大装二胎内		45	1 人操作、2 人配合		⇨			
9. 合紧所有卡具		170	3	○				
10. 取 721 号（067）、（068）焊钳		5	2		⇨			
11. 焊接左侧门洞及下边梁共计 33 点；右侧门洞及下边梁，共计 30 点		175	4	○				
12. 取 724（063）焊钳		5	1		⇨			
13. 焊接左右尾灯处左侧 12 点，右侧 11 点		175	3	○				
14. 按升降平台操作开关升起操作平台到位		15	2	○				
15. 取 704（065）、（066）焊钳		5	2		⇨			
16. 从后往前焊左侧流水槽 8 点，补（打开卡具）10 点；从前往后焊右侧流水槽 8 点，补焊（打开卡具）10 点		175	4	○				
17. 落下升降平台，安装并焊接后行李箱上加强板		65	2	○				
18. 取 731 号（059）、（060）焊钳		5	2	○	⇨			
19. 焊接左右轮罩各 3 点		55	2					
20. 取电葫芦将后下横梁胎具放入大装二胎顶部		45	1		⇨			
21. 合紧卡具		35	4	○				

续表 7-5

说　明	距离/m	时间/s	人	符　号				
				○	→	D	□	▽
22. 取 724 号焊钳		5	1		⇨			
23. 焊接后下横梁共 12 点，之后打开卡具		115	3	○				
24. 将横梁卡具吊离		45	2		⇨			
25. 打开大墙及卡具对流水槽进行补焊		45	4	○				
26. 左右侧围各 2 个舌片用锤子砸平		15	1	○				
27. 把顶盖装入顶盖胎具		20	2		⇨			
28. 合紧顶盖卡具		20	4	○				
29. 将顶盖卡具吊入大装二胎		45	5		⇨			
30. 按顺序合紧顶盖		20	5	○				
31. 用专用样板检测顶盖指定位置间隙		45	2				◇	
32. 合紧卡具		5	2	○				
33. 取 734 号焊钳		5	1		⇨			
34. 焊接左右顶盖固定点		40	4	○				
35. 打开所有顶盖卡具		30	2	○				
36. 将顶盖胎吊离大装胎		15	2		⇨			
37. 打开侧围全部卡具		37	5	○				

续表 7-5

说　　明	距离/m	时间/s	人	符　　号				
				○	→	D	□	▽
38. 将侧围胎具移出		8	4		⇨			
39. 取 734 号焊钳及移动平台		5	4		⇨			
40. 顶盖补焊		115	4	○				
41. 将左右碰撞盒支架分别放入定位样板中		5	1		⇨			
42. 取 721 号（067）焊钳		5	1		⇨			
43. 左右各焊接 1 点		10	2	○				
44. 将焊件从样板中取出和碰撞盒一同放入前部卡具中，并移动到位		15	2		⇨			
45. 合紧卡具		5	2	○				
46. 取 757（070）焊钳		5	1		⇨			
47. 焊接碰撞盒，左右各 6 点		115	2	○				
48. 打开卡具		5	2	○				
49. 将胎具移出		5	2		⇨			
50. 取 734（061、062）焊钳		5	2		⇨			
51. 补焊左右 A 柱下各 1 点		40	4	○				
52. 全车焊点检查		60	2				◇	

续表 7-5

说　明	距离/m	时间/s	人	符号				
				○	→	D	□	▽
53. 将车身吊起运至 80 工位		35	2		⇨			
54. 等待		240	6			D		
55. 合紧卡具		20	3	○				
56. 使用车身底部气钻，钻 2 个基准孔		10	1	○				
57. 使用手电钻通过左右手柄转动，钻出 4 个 10mm 孔		60	1	○				
58. 移出 10mm 钻具		5	1		⇨			
59. 使用 7.5mm 角钻孔机左右两侧各钻 2 个 7.5mm 的孔		55	1	○				
60. 取 731 焊钳		5	1		⇨			
61. 补焊左右轮罩内板边缘（20 点）		55	1	○				
62. 取左、右侧 735 焊钳，取右侧 735 焊钳		5	2		⇨			
63. 点焊后轮罩和机舱下部（8 点）； 补焊后轮罩与机舱下部（5 点）		55	1	○				
64. 取后轮罩预折边机		5	1		⇨			
65. 将左右侧轮罩内外板边缘向上折 45°		25	2	○				
66. 取折边机		5	1		⇨			
67. 将左右侧轮罩内外板边缘向上折边 70°		25	2	○				
68. 将左右侧移动平台推入位并固定		15	2	○				

续表 7-5

说　明	距离/m	时间/s	人	符　号				
				○	→	D	□	▽
69. 取 735 焊钳		5	1		⇨			
70. 补焊前横梁与后横梁（左侧与右侧）（22+50）点		295	1	○				
71. 取左、右侧 704 焊钳		5	2		⇨			
72. 补焊左 A 柱（14 点）及与前横梁搭接处（2 点）共计 16 点；补焊右 A 柱及右 A 柱上部与前风挡搭接处（共计 16 点）		295	4	○				
73. 取左右侧 724 焊钳		5	2		⇨			
74. 补焊顶盖流水槽（64 点）		115	4	○				
75. 取左右侧 724 焊钳		5	2		⇨			
76. 点焊后备箱横梁与左尾灯；点焊后备箱横梁与右尾灯（共计 88 点）		235	4	○				
77. 将左右侧平台推离焊胎		10	4	○				
78. 打开所有卡具		15	4	○				
79. 检查焊点数量、质量、轮罩、外观、冲孔及车身表面		60	2				◇	
80. 将车身从 80 工位转到 90 工位		15	2		⇨			
81. 等待		120	4			D		
82. 合紧卡具		20	1	○				
83. 将行李架板放在卡具上		7	1		⇨			

续表 7-5

说　明	距离/m	时间/s	人	符　号				
				○	→	D	□	▽
84. 合紧卡具		3	1	○				
85. 涂胶		45	1	○				
86. 将零件装入焊胎		15	1		⇨			
87. 合紧卡具		5	1	○				
88. 将装有涂好胶的行李箱架隔板卡具放入白车身		7	1		⇨			
89. 合上卡具		3	1	○				
90. 取铝件压铆机		5	1		⇨			
91. 将行李箱架隔板按工艺压固定点 10 点		115	1	○				
92. 取下卡具		5	1	○				
93. 取电铆样板、电铆枪及电铆钉		15	1		⇨			
94. 进行铆焊		165	1	○				
95. 取砂轮		10	1		⇨			
96. 将机舱打孔处的飞刺磨净		80	1	○				
97. 取 721（080）焊钳		5	1		⇨			
98. 点焊共计 153 个点		775	2	○				
99. 取 721（077）焊钳		5	1		⇨			

续表 7-5

说　明	距离/m	时间/s	人	符　号				
				○	→	D	□	▽
100. 点焊共计 154 个点		775	2	○				
101. 取 757（079）焊钳		5	1		⇨			
102. 对白车身防撞盒点焊左右共 22 点		145	1	○				
103. 检查每一个焊点有无缺陷，点铆钉是否焊接牢固，有无花扣现象，打磨处有无飞刺；检查压锚钉、焊钉及焊点数量		60	2				◇	
104. 将车身转入下工序		15	2		⇨			
共　计								

[例 7-1]　根据流程程序图，运用“5W1H”提问技术，分别从操作、检查、等待及搬运四个方面逐项对每道工序进行分析，如下：

（1）对操作存在的问题进行提问：

1）对第一道工序存在的问题提问

问：第一道工序完成了什么？是否必要？答：装焊左右侧围外板、后下横梁、顶盖（200k）及焊接左右碰撞盒；必要。

问：为什么？答：因为是焊装生产线的必要工序。

问：有无其他更好的工序？答：可以将这道工序的焊接顺序改变。

问：在何处做？答：流水线上。

问：为什么要在此做？答：一直在此处做。

问：有无其他更好的地方？答：可以将工序合并。

问：何时做？答：工作时间。

问：为什么要在此时做？答：一直在此时做。

问：有无其他更好的时间？答：没有。

问：由谁做？答：焊接操作工人。

问：为什么要这些人做？答：一直由他们做。

问：有无其他更好的人选？答：没有。

问：如何做？答：用焊钳焊接。

问：为什么要这样做？答：一直这样做。

问：有无其他更好的作业方法？答：没有。

2）对第二道工序存在的问题提问

问：完成了什么？是否必要？答：气钻车身底部；手电钻、角钻孔机钻孔；折边机对轮罩内外板边缘进行折边。有必要。

问：为什么？答：因为是焊装生产线的必要工序。

问：有无其他更好的工序？答：可以将这道工序的焊接顺序改变。

问：在何处做？答：流水线上。

问：为什么要在此做？答：一直在此处做。

问：有无其他更好的地方？答：没有。

问：何时做？答：紧接着上一道工序。

问：为什么要在此时做？答：一直在此时做。

问：有无其他更好的时间？答：没有。

问：由谁做？答：焊接操作工人。

问：为什么要这些人做？答：一直由他们做。

问：有无其他更好的人选？答：没有。

问：如何做？答：用焊钳焊接。

问：为什么要这样做？答：一直这样做。

问：有无其他更好的作业方法？答：没有。

3）对第三道工序存在的问题提问

问：完成了什么？是否必要？答：装行李箱架板，用压铆机进行压铆；电铆枪铆焊。有必要。

问：为什么？答：因为是焊装生产线的必要工序。

问：有无其他更好的工序？答：没有。

问：在何处做？答：流水线上。

问：为什么要在此做？答：一直在此处做。

问：有无其他更好的地方？答：没有。

问：何时做？答：紧接着上一道工序。

问：为什么要在此时做？答：一直在此时做。

问：有无其他更好的时间？答：没有。

问：由谁做？答：焊接操作工人。

问：为什么要这些人做？答：一直由他们做。

问：有无其他更好的人选？答：没有。

问：如何做？答：用焊钳焊接。

问：为什么要这样做？答：一直这样做。
问：有无其他更好的作业方法？答：没有。
（2）对品质检查进行提问：
问：完成了什么，是否必要？答：品质检查，必要。
问：在何处做？答：流水线上。
问：为什么在这儿做？答：一直在这儿做。
问：有无更合适的地方做？答：应该没有。
问：何时做？答：各道工序焊接结束后。
问：为何在此时做？答：只有此时可以做。
问：有无更合适的时间？答：应该没有。
问：由谁做？答：操作工人。
问：为什么由他们做？答：这是他们的工作。
问：有无更合适的人？答：应该没有。
问：如何做？答：检查。
问：为什么这么做？答：一直是这么做，没有改变过。
问：有无更好的方法来做？答：没有。
（3）对每道工序的等待进行提问：
问：完成了什么？是否必要？答：等待，是必要的。
问：为什么？答：必须等待零件运往下一道工序。
问：有无其他更好的办法？答：应该没有。
问：何处做？答：在自己的工位上。
问：为什么在这儿做？答：只有在这儿等待焊接作业。
问：有无更合适的地方做？答：没有。
问：何时做？答：在工序开始前。
问：为何在此时做？答：只有这时才需要等待。
问：有无更合适的时间？答：没有。
问：由谁做？答：操作工人。
问：为什么由他们做？答：这是他们的工作。
问：有无更合适的人？答：应该没有。
问：如何做？答：站立等待。
问：为什么这么做？答：一直都是这么做的。
问：有无更好的方法来做？答：没有。
（4）对每道工序的搬运进行提问：
问：完成了什么？是否必要？答：零件搬运、焊钳搬运，必要。
问：何处做？答：流水线上。

问：为什么在这儿做？答：一直在这儿做，也比较合理。

问：有无更合适的地方做？答：没有。

问：何时做？答：拿零件、拿焊钳时。

问：为何在此时做？答：只有拿了零件才能进行下一步的工作。

问：有无更合适的时间？答：应该没有。

问：由谁做？答：操作工人。

问：为什么由他们做？答：这是他们的工作。

问：有无更合适的人？答：没有。

问：如何做？答：直接走回去。

问：为什么这么做？答：一直这么做。

问：有无更好的方法来做？答：没有。

通过以上提问分析，我们可以直观地看到，焊装生产线存在着一些问题。总结归类如下：

（1）第一道工序的操作步骤不合理；

（2）第一、二道工序加工顺序不合理等等。

运用“ECRS”四大原则，对生产线进行改进。改进时首先使用“取消”原则，取消是改善的最高境界，不能“取消”的，再考虑“合并”、“重排”或“简化”。通过分析，得到如下改善方案：

（1）在第一道工序与质量门之间加一台天车。

（2）改变第一道工序的部分加工顺序并合并步骤，改善后顺序为：

1）合胎后先升起升降平台左、右各 2 人进行流水槽的焊接，同时 3 人焊接后尾灯；

2）6 人共同安装顶盖后将升降平台落下一半并焊接顶盖，同时 3 人安装并焊接后行李箱上加强板；

3）左、右各 2 人焊接左/右侧围门洞；

4）开胎补焊。

可以和改善前进行比较，改善前步骤为：

1）合胎后左、右各 2 人焊接左/右侧围门洞，同时 3 人焊接后尾灯；

2）升起升降平台左、右各 2 人进行流水槽的焊接；

3）落下升降平台，3 人安装并焊接后行李箱上加强板；

4）6 人共同安装顶盖并焊接；

5）开胎补焊。

（3）在第二道工序中使用风挡上横梁专用固定卡具通过 735 焊钳，对风挡上横梁这个部件进行独立补焊 22 点。

（4）将第二道工序的部分工作任务分配给了第一道工序和第三道工序。

7.2.3　改进结果

通过以上两种分析，我们可以对焊装生产线进行改进。

第一道工序：

加天车后的部分加工顺序步骤：

（1）将车身从质量门吊至第一道工序进行加工；

（2）吊后横梁卡具；

（3）将车身从第一道工序吊至第二道工序；

（4）吊顶盖卡具。

不加天车时的加工顺序为：

将车身从质量门吊至第一道工序进行加工；

将车身从第一道工序吊至第二道工序；

吊后横梁卡具，吊顶盖卡具。

通过比较，测得改善后此工位加工单车时间比改善前节约 2min 30s 左右，提高了工作效率。

改变第一道工序的部分加工顺序并合并步骤前后，加工方法的时间节拍对比分析：

（1）改善前由于升降平台与安装后行李箱上加强板干涉必须降下升降平台且在安装顶盖时又必须升起，新方法此过程可节约升降平台升起及降下共 40s。

（2）安装并焊接后行李箱上加强板的步骤包含在焊接顶盖的过程中，可节约 3min；因此新方法加起来共节约 3min 40s 左右。

（3）改善前加工时，单车加工时间为 21min 30s 左右。

（4）改善后加工时，单车加工时间为 17min 50s 左右。

（5）单车节约加工时间 3min 40s 左右。

（6）按每天生产 12 辆计算，共节约 44min，合计人工成本 8×44×24.5 = 143.7 元（工时费按 24.50 元计算）。

一年节约人工成本为 3 万余元（不包含水电气等其他费用）。

第二道工序：

（1）通过改进第二道风挡上横梁的焊接位置，节约了加工时间；

（2）提高生产效率；原两人操作，若改进后，一人可以胜任；

（3）减少单车等待时间约 2min；

（4）不必再让 1 个工人在车内扶焊钳，找焊点位置；杜绝了因进入车身，划伤或被焊渣烫伤的问题；

（5）原有的操作方法，在车外操作焊钳者，在焊接风挡上横梁右侧时，较吃力；同时焊钳易与仪表板接触，产生分流，若改进，上述问题得以解决。

由于将第二道工序的部分工作任务分配给了第一道工序和第三道工序，使主体作业充实度得到了提高，缩短了生产节拍，提高了生产效率。

7.2.4 焊装工人的动作分析改善

7.2.4.1 动作分析介绍

动作分析是在程序决定后研究人体工作时各种动作是否存在浪费，以寻求省力、省时、安全和最经济的动作，就是观察工人的作业姿势是否合理、易操作，根据动作经济原则判断作业是否疲劳，是否需要改善。动作分析的实质是研究分析人在进行各种操作的细微动作，删除无效动作，使操作简便有效，以提高工作效率。

当要判断正在实施中的作业动作顺序和方法的好坏，找出存在的问题并加以改善时，通常的做法是根据过去的经验来找问题，或者由操作者来找问题并加以改善。这是一种有效地解决问题的方法，但仅仅这样做还不够，有可能忽视掉真正存在的问题。众所周知，改善是无止境的，因此，不要满足于现状，把现有方法当做最好的方法；要进一步构思设计出更好的动作方法。为了解决诸如此类的问题，全面地探讨“为了什么目的，用什么动作顺序和方法实施”等问题，详尽客观地找出现有动作存在的问题，确切有效地改善动作，这就是动作分析。

通常，在解决完工艺流程中的作业顺序、方法等重大问题之后，要进一步寻找特定作业更细的问题点并在加以改善时进行动作分析。为了改善这些动作，不仅要讨论作业顺序和方法，还要进一步讨论对此有极大影响的工件、材料、工具夹及作业现场布置等。

通过对各种各样的作业不断地进行动作分析，可进入“在日常工作中对任何作业都抱有问题意识，仔细观察事物，判断动作的好坏，构思设计更好的动作顺序和方法”这样的境界。这种境界称为动作意识。对管理人员而言，具有动作意识是理所当然的事。操作者也要培养出动作意识。

动作分析的目的：发现操作人员的无效动作或浪费现象，简化操作方法，减少工作疲劳，降低劳动强度。在此基础上制定出标准的操作方法，为制定动作时间标准做技术准备。

具体有以下几个方面：

（1）了解操作者身体各部分的动作顺序和方法。

（2）了解以两手为中心的人体各部分是否能尽可能同时动作，是否相互联系。

（3）明确各种动作的目的，动作过程中的必要动作和不必要动作。

（4）了解在必要的作业动作中两手的平衡。

动作分析的用途：

（1）为减轻作业疲劳、提高工作效率而找出动作存在的问题。

（2）探讨最适当的动作顺序、方法以及人体各部位动作的同时实施。

（3）探讨最适合于动作的工、夹具和作业范围内工件、材料、工夹具的位置布置。

（4）比较顺序、方法改善前后的情况，预测和确认改善的效果。

（5）用记号和图表一目了然地说明动作的顺序和方法。

（6）改善动作的顺序和方法，制定最适当的标准作业方法。

（7）提高能细微分析动作和判断动作好坏的动作意识。

我们可以把前面讲到的“ECRS 四大原则”运用到动作的分析改善上，如表 7-6 所示。

表 7-6　动作改善四原则

序号	改善原则	目　的	事　例
1	排除（eliminate）	排除浪费； 排除不必要的作业	1. 合理布置，减少搬运； 2. 取消不必要的外观检查
2	组合（combine）	配合作业； 同时进行； 合并作业	1. 把几个印章合并一起盖； 2. 一边加工一边检查； 3. 使用同一种设备的工作，集中在一起
3	重排（rearrange）	改变次序； 改用其他方法； 改用别的东西	1. 把检查工程移到前面； 2. 用台车搬运代替徒手搬运，更换材料
4	简化（simplify）	连接更合理； 使之更简单； 去除多余动作	1. 改变布置，使动作边境更顺畅； 2. 使机器操作更简单； 可使零件标准化，减少材料种类

下面简单分析一下动作改善的具体情况：

当一线工人整天从事从地上捡拾零件的工作时，其工作量是非常大的。仅以工人操作为例，可简单算出，一个工人每天工作 8h，每小时拿取零件 15 次，每次拿取需来回走六步，弯腰 2 次，计算下来，一天就需要 2×15×8 = 240 次。长此以来，工人由于长期处于疲劳作业，容易引发腰椎劳损等作业疾病，这就是由于车间许多零件摆放不利于工人取放工具，需要改善。所以我们必须改善工人的作业场所，由原来的弯腰作业改成直立作业，从而减少工人的劳动强度，节省作业时间，减少下蹲、弯腰等动作。

7.2.4.2　运用动作经济原则进行动作分析

A　动作经济原则的定义

在传统的生产现场，最必要的是人、机器和物料，称之为生产的三要素。

在生产的三要素中，操作者的体力是不能储存起来的。为此，应重视在生产

中省力装置和机构的使用，推进机械化的实施，将操作者用在非用人不可完成的工位上，改善作业环境，实施合理化的作业方法，取消作业中的不合理、不稳定因素和浪费，充分发挥人的潜力。因此，有必要遵循动作经济的原则来分析和研究生产现场的作业动作，考察：

（1）是否只使用右手而让左手空闲着；

（2）工件是否处于难于处理的位置；

（3）若使用工夹具，是否减少人数也能轻松地进行作业。通过对上述问题的改善，既可以提高作业的效率，也能确保产品的质量。

要追求动作经济，必须具备动作意识，经常分析一个一个的操作动作，彻底排除动作中的不合理成分和浪费，达到：

（1）明白合理动作与不合理动作的区别；

（2）明确动作错误的原因，判断合理动作；

（3）全身心地投入动作研究，思考合理动作方法、作业培植和工夹具。以上三条称为动作意识，具备动作意识后可以进一步提高问题意识和改善意识。

但是，要改善动作，单具备动作意识还不够。单靠观察作业动作还拿不出改进方案。吉尔布雷斯发明的动素分析法，提出了作业动作应具备的基本条件，总结出动作经济原则。

按吉尔布雷斯的定义，动作经济原则，就是人为了以最低限的疲劳获得最高的效率，寻求最合理的作业动作时应遵循的原则。根据这些原则，任何人都能检查作业动作合理。动作经济原则是更好改善动作的原则，不仅要改善操作方法以便轻快动作，还要改善相关的物料、工夹具与机器的功能、布置和形状以便于动作。现在吉尔布雷斯的定义基础上追加和修改，提出如下四条基本原则，按人与动作方法、作业场所、工夹具与机器等三方面分别讨论。

B 动作经济的四条基本原则

（1）减少动作的数量。是否有多余的搜索、选择、思考和预置？是否便于握取和装配？

根据分析，按推进工作进程的必要性，可以将动作分为 3 类。由于第 2、3 类动作不是推进工作的动作，必须考虑减少和取消的改善措施。对于第 1 类动作，也应探讨是否可以通过使用夹具，改变动作顺序等改善措施来缩短动作时间、轻松作业。

（2）双手同时进行动作。双手中的某一只手是否处于拿物或空闲状态？

一般是用右手进行作业。但是，对于简单的作业可以同时使用双手和足，这样既可以提高工作效率，同时又能保持身体的平衡，减少疲劳。驾驶汽车就是一个身体各部位协调作业的典型案例。

（3）缩短动作的距离。是否用不必要的过大动作来进行作业？

关于取放物品的距离经常被忽视。即使是往返距离较短的作业，哪怕有一点距离浪费也会造成很大的效率损失。另外，手的过度移动会使人疲劳。例如，假如在一次作业中存在 1cm 的动作浪费且 1 日的产量是 1000 台，那么 1 日多动作的距离为 10cm，1 年则为 0.25km，100 人的车间每年将造成多移动 25km 的损失。

（4）轻松动作。是否能减少基本动素数？是否处于难于操作的不合理姿势？是否是需要力量的动作？

改善动作不仅只提高作业的效率，还必须考虑大批能够做的舒适性。减少处理重物件的疲劳，设计不需要熟练技能的简单作业方法。再则，还要考虑便于作业、没有误操作、不出次品和不进行修复的作业动作。

以上是动作经济的基本原则，具体来讲，动作经济有十条基本原则。通过运用动作研究分析原则我们可以得出此工人的动作不符合动作经济原则。

首先，动作经济原则的第二条：人体的动作应尽量运用最低等级而能得到满意结果。

从图 7-3 可以看出，工人的动作属于工作时人体的动作五级中的第五级，此级为最耗体力，最缓慢的动作，由于动作级数越低，所需时间越短，所耗体力越小。应用证明，第五级动作是最不经济的动作。要使动作迅速而轻易，只有从缩短动作的距离以及减少动作所消耗的体力着手。为此，就必须选择级数最低的动作。为使工作距离缩短，材料、工具、零件尽可能靠近工作地。所以，应提高工具盒的高度，使工人不必使用大臂工作。

其次，动作经济原则的第四条：工具、物料应置于固定处所及工作者前面近处，并依最佳的工作顺序排列。所以，应把工具盒安在工作者的最近距离处。

根据以上分析，动作的改进结果如图 7-3 所示。

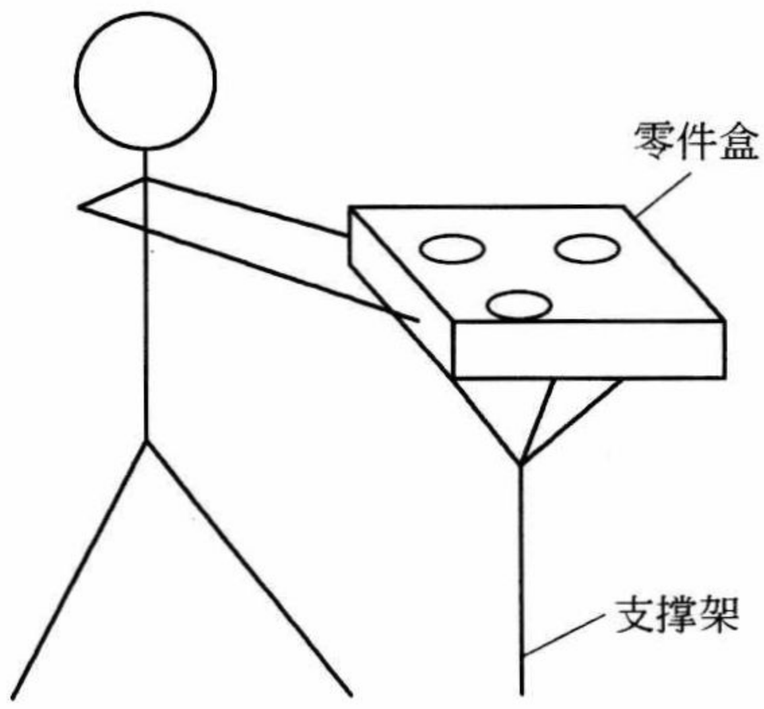


图 7-3　改善后

通过图 7-3，可以看出，根据动作经济的原则，给工具盒制造了一个工具台，把工具盒镶嵌在里面，并把它固定在离工人最近的操作台的右手边。同时，也可以用模特法对此动作进行进一步分析。

7.2.4.3　运用模特法进行动作分析

原理：

（1）人力操作时的动作均包含一些基本动作。模特法就是通过大量的试验研究，将人力操作的基本动作归纳为 21 种。

（2）在相同条件下，不同的人所做的同一动作时间基本相等。

（3）身体不同部位动作时，其所需时间值互成比例，因此，可以以某一动

作作为时间单位的量值，计算身体其他部位的动作时间。

MOD 法以手指移动一次的时间消耗值作为单位，即

1MOD = 0.129s

模特法的动作分类见表 7-7。

表 7-7 模特法的动作分类表

上肢动作（基本动作）	移动动作	移动动作	M1 手指动作	注：需要注意的动作； 独：只有在其他动作停止的场合独立进行着； 往：往复动作，即往复一次回到原来状态
			M2 手腕动作	
			M3 小臂动作	
			M4 大臂动作	
			M5 伸直的手臂	
		反复多次的反射动作	（M1/2，M1，M2，M3）	
	终结动作	接触动作、抓握动作	G0 碰、接触	
			G1 简单地抓	
			G3（注）复杂地抓	
		放置动作	P0 简单放置	
			P2（注）复杂地抓	
			P5（注 2）	
其他动作	下肢动作	F3 踏板动作		
		W5 走步动作		
	附加因素	L1 重量因素		
	其他动作	E2（独）目视		
		R2（独）校正		
		D3（独）单纯地判断和反应		
		A4（独）按下		
		C4 旋转动作		
		B17（往）弯体动作		
		S30（往）起身坐下		

运用模特法，可以对现有的操作动作进行记录、分析，进而改善作业动作，以合理使用时间，提高效率，提高经济效益。在进行动作改善时，应着眼以下各点。

A *移动动作* M

（1）替代、合并移动动作。包括：

1）应用滑槽、传送带、弹簧、压缩空气等替代移动动作；

2）用手或脚的移动动作、连带身体其他部位的移动；

3）应用机器、工夹具等自动化、机械化装置等替代人体的移动动作；

4）为改进下一移动动作应对紧前移动动作和终结动作进行改进；

5）将移动动作尽量组合成为结合动作；

6）尽量使移动动作和其他动作同时动作；

7）尽可能改进急速变换方向的移动动作。

（2）减少移动动作次数。包括：

1）依次运输的物品数量越多越好；

2）采用运载多的运输工具和容器；

3）两手同时搬运物品；

4）用一个复合零件替代几个零件的功能，减少移动动作次数。

（3）减少移动动作距离。包括：

1）利用滑槽、输送带、谈话感、压缩空气等，简化移动动作，降低动作时间值；

2）尽量设计采用短距离的移动动作；

3）改进操作台、工作椅的高度；

4）将上下移动动作改为水平、前后移动动作；

5）将前后移动动作改为水平移动动作；

6）用简单的身体动作替代复杂的身体动作；

7）设计成有节奏的动作作业。

B　抓取动作 G

（1）替代、合并抓的动作。包括：

1）使用磁铁、真空技术等抓取物品；

2）抓的动作与其他动作结合，变成同时动作；

3）即使是同时动作，还应改进成为更简单的同时动作；

4）设计成抓取两种物品以上的工具。

（2）简化抓取动作方面。包括：

1）工件涂以不同的颜色，便于分辨抓取物；

2）物品做成容易抓取的形状；

3）使用导轨或限位器；

4）使用送料器，如装上落下送进装置，滑动、滚动、运送装置等。

（3）放置动作 P。对放置动作主要进行简化。包括：

1）使用制动装置；

2）使用导轨；

3）固定物品所放置的位置；

4）同移动动作 M 组合成为结合动作；

5）工具用弹簧自动拉回工具放置处；

6）一只手做放置动作时，另一只手给予辅助；

7）零件采用合理配合公差，两个零件的配合部分尽量作成圆形的；

8）工具的长度尽可能在7cm以下，以求放置的稳定性。

C 其他动作

（1）尽量不使用眼睛E2。包括：

1）尽量与移动动作M、抓的动作G和放置动作P结合为同时动作；

2）作业范围控制在正常视野范围以内；

3）作业范围应明亮、舒适；

4）以声音或触觉进行判断；

5）使用制动装置；

6）安装作业异常检测装置；

7）改变零件箱的排列、组合方式；

8）使用导轨。

（2）尽量不做校正动作R2。包括：

1）同移动动作M组合成为结合动作；

2）使用不用校正动作R2，使用放置动作P就可完成操作动作的工夹具；

3）改进移动动作M和放置动作P，从而起到校正动作R2。

（3）尽量不做判断动作D3。包括：

1）跟移动动作M、抓取动作G和放置动作P组合成同时动作；

2）两个或两个以上的判断动作尽量合并成为一个判断动作；

3）设计、采用没有正反面或方向性的零件；

4）运输工具和容器涂上识别标记。

（4）尽量减少脚踏动作F3。包括：

1）跟移动动作M、抓取动作G和放置动作P尽量结合成为同时动作；

2）用手、肘等动作替代脚踏动作。

（5）尽量减少按、压动作A4。包括：

1）利用压缩空气、液压、磁力等装置；

2）利用反作用力和冲击力；

3）使用手、肘的加压动作代替手指的加压动作；

4）改进加压操作机构。

（6）尽量减少行走动作W5、身体弯曲动作B17、身体站起坐下动作S30。包括：

1）使物料、工具等放到近处，减少走动距离；

2）改进作业台、工位器具等的高度，减少弯曲动作；

3）使用零件、材料搬运装置；

4）使用成品搬运装置；

5）前后作业相连接。

了解以上模特法动作分析的基本原理，接下来进行具体的对比分析，改进前的模特法分析如表 7-8 所示。

表 7-8　改善前

No.	左手动作	右手动作	标记	次数	MOD 值
1	BD	走 3 步到零件盒前	W5×3	1	15
2	BD	弯腰拿零件	B17M2G1	1	20
3	BD	返回	W5×3	1	15

总模特数为 15+20+15 = 50。

接下来，让我们来分析改善后的模特数，如表 7-9 所示。

表 7-9　改善后

No.	左手动作	右手动作	标记	次数	MOD 值
1	BD	伸手抓取零件	M3G1	1	4
2	BD	移动放下	M3P0	1	3

总模特数为 3+4 = 7。改善后减少了 50−7 = 43。

通过运用传统的工作研究的方法，在考虑了绿色安全的基础上，对轿车公司的焊装车间的车身焊装生产线进行了具体的分析与研究，首先对车间焊装生产线的改进分析，其中包括对作业时间充实度测定和程序分析，通过以上分析得出改善结果，使流程步骤减少，使工人的主体作业充实度提高，也减少了等待时间。紧接着，通过对操作工人的动作分析，给工人添加工具台，使工人的操作动作的模特数由原来的 50 减少为现在的 7。

通过此次改进，工人减少了作业时间，减少了不必要的不合理动作，提高了作业效率，减少了许多职业疾病的发生，实现了生产过程的绿色的效率改善。

7.3　喷涂车间生产线平衡的研究应用

7.3.1　喷涂生产线的现状分析

随着国内汽车市场竞争的日益激烈以及中国对清洁生产的日渐重视，汽车涂装在保证高装饰性、高防腐蚀性能的同时，正朝着采用环保材料和工艺、简化工序、减少设备投资和运行费用、降低生产成本的方向发展。国家环保局于2006年 8 月 15 日发布了《汽车涂装清洁生产标准》，并且规定从 2006 年 12 月 1 日

起开始实施，从生产源头上开始控制污染物的产生，而不是只抓污染物如何处理。

不断减少有害物质的技术，如无亚硝酸盐的磷化促进剂、无铬钝化等已逐步在国内涂装线上使用；最新发展的硅烷技术是预处理材料的发展方向；无铅无锡电泳材料在国内的日益广泛应用使电泳材料更适应环保的要求；水性涂料和高固体分涂料已开始在国内涂装线上使用，随着中国清洁生产要求的日益严格，它们将逐步替代传统溶剂型中涂和面漆，成为现代环保型汽车涂料的主流。

一些新的涂装工艺已开始或即将在国内涂装线上使用，如取消 PVA 凝胶工序、无中涂的二涂层体系以及中涂面漆湿碰湿工艺（3C1B）等，都可以简化工序、减少设备投资和运行费用以及降低人员费用等。

一些新的涂装设备，如采用 ESTA（自动静电高转速旋杯喷涂机）/ESTA 金属漆涂装设备替代传统的 ESTA/Spraymate（自动气喷枪），可将涂料的利用率由 40% ~50% 提高到 70% ~80%，从而减少涂料的消耗量，同时还可降低返工率。新的输送设备如 Ro-Dip（全旋反向浸渍输送系统）以及 VarioShuttle（多功能穿梭机）的开发应用可以降低设备投资及运行费用，同时可以提高预处理和电泳的质量。

通过对 A 汽车有限公司的喷涂生产线调研，发现该生产线存在污染及人员工位利用不得当的问题，极易造成瓶颈积压车辆，尤其是底涂生产线，它的人员利用率比较大并且工人们使用的胶料对整个环境都存在的污染浪费的问题，因此解决以上问题一方面有利于该汽车的生产，提高效益；另一个方面可以减少污染，提高工人们的工作积极性，最终达到绿色生产、提高效率。

汽车涂装工艺改善目标是简化工序、减少设备投资、减少占地面积、提高生产效率、降低能源消耗、减少人员费用等。典型的轿车车身涂装线一般由漆前磷化处理线、阴极电泳底漆线、车底涂料密封涂装线、中涂线、面漆线和后处理等六条生产线组成（见图 7-4）。

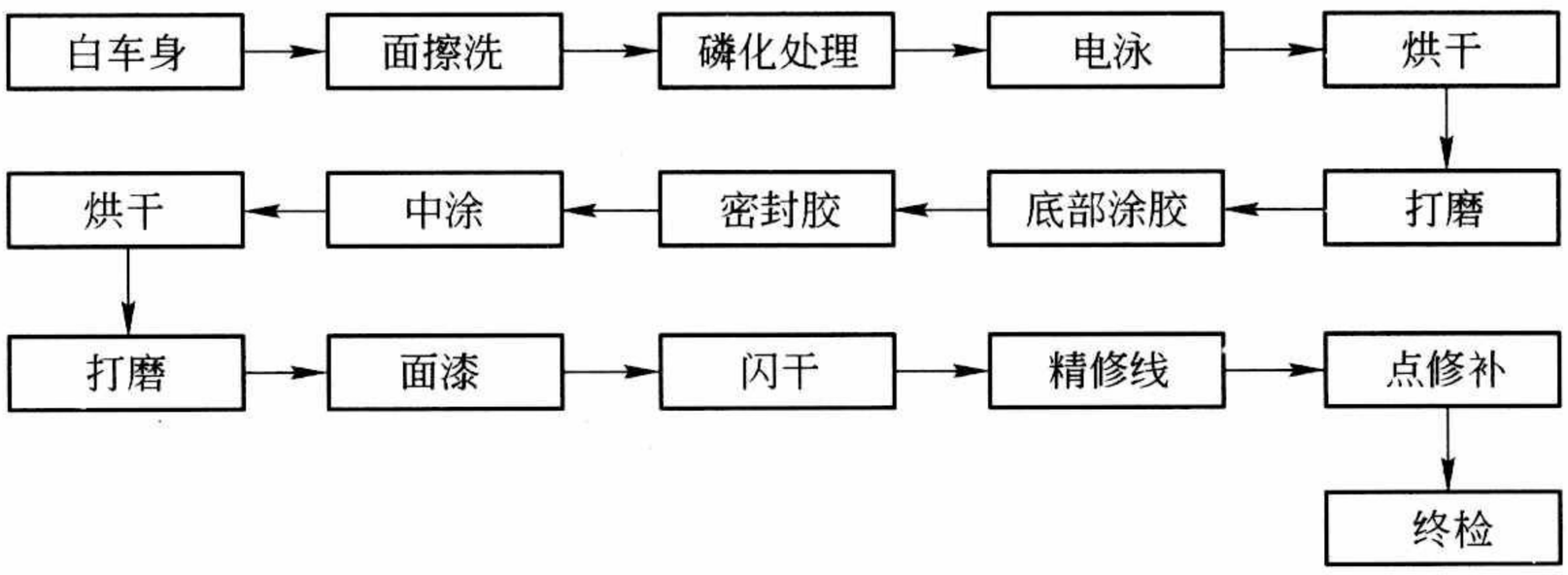


图 7-4 车身涂装生产线

（1）漆前表面处理工艺。为获得汽车涂层的耐久性、耐腐蚀性，都采用磷

化处理作为涂装的前处理。磷化膜的功能是提高涂布在其上的涂膜（电泳涂膜）的附着力和耐蚀性。

未磷化处理过的短期内涂膜会起泡生锈，磷化膜是靠化学反应在金属表面上生成的不溶性的膜，由于其附着力和化学稳定性好，而作为耐久性好的高级防锈涂装的底材处理。

（2）电泳涂装。电泳涂装是一种特殊的涂膜形成方法，它是将具有导电性的被涂物浸渍在装满水稀释的、浓度比较低的电泳涂料槽液中作为阳极（或阴极），在槽中另设置与其相对应的阴极（或阳极），在两极间通直流电一段时间，在被涂物上析出均一，水不溶的涂膜的一种方法。

电泳涂料可以很容易浸透入浸在槽液中的车身的袋状构造部及缝隙中；电泳涂装具有良好的泳透性，生成比较均一的涂膜；涂膜的附着力强，电泳槽液可以循环使用并且火灾危险性小。

第六代阴极电泳漆已开始在国内汽车涂装线上应用。它的主要特点是：低有机溶剂含量、高泳透力、低密度、低颜基比、边角覆盖效果好、无铅无锡等。

有机助溶剂的含量逐渐降低，由 2% ~3% 降至 0.4% ~0.8%。

由于树脂中添加了氨基磺酸，泳透力有了较大的提高。当车身外表面膜厚为 20μm 左右，车身内腔膜厚可达到 12μm 以上。这样电泳漆的单耗可降低 10% 以上。

低密度、低颜基比是电泳漆的发展方向，该特点可显著改善流平，减少槽液沉淀，降低材料消耗。

通过添加有机高聚物和无机添加剂，提高了锐边的耐蚀性。

无铅、无锡阴极电泳是电泳漆发展过程中的一项重大改进。国内通用、大众等合资厂的涂装生产线均使用无铅无锡电泳漆。

（3）车底、密封涂装工艺。

1）车底涂层涂装工艺：涂膜击伤，露出钢板，短期内就生锈，车底下部涂装车底涂层是来防止飞石等击伤的防护涂层材料。还有，车底涂层材料液具有车体板的防振、防声和防锈等功能的材料。车底涂层的涂装工艺布置在电泳涂装和中涂涂装工序之间进行。

涂装在汽车轮胎罩下表面、车底板下表面、下纵梁等部位。这些部位受飞石等崩伤严重，特别应是能充分吸收飞石能量、耐磨性优良的材料，且要有充分的膜厚。这些部位是车体板接合部分多，通常是搭接部涂密封胶后再涂车底涂料。

2）涂密封胶工艺：为使汽车车身具有良好的密封性、防锈性、耐久性和舒适性，构成车身的壁板的接合面上都需涂密封材料。

为使汽车车身具有很好的密封性（水密性、机械密封性）、防锈性、耐久性和舒适性，构成车身的壁板的接合面上都需要涂密封材料。它们使用在发动机

室，发动机盖、门、行李箱等板结合部位。

涂密封胶工艺又可分为细密封、粗密封工序。细密封工序系指车身外表面（如流水槽）、门框和门盖的密封工序，要求有一定的装饰性，涂布后尚需修饰一下，工序布置在车底涂料喷涂后。粗密封工序系指车底下表面和车身内搭接面的密封，一般布置在车底涂料喷涂前进行。

3）车身密封和车底涂装涂料的发展趋势：车身密封工序和车底涂层涂装工序原为劳动密集型工序，手工作业量很大，为确保涂布质量，克服人的因素和降低劳动成本，努力实现涂密封胶和车底涂料工序的机械化和自动化。改变车身的通过方式及状态，开发采用机械手自动喷涂机和喷具；随燃油价格上涨和汽车高速化，迫切要求减轻汽车自重，使用低相对密度的填料来替代碳酸钙填料，以减轻车身重量。

4）放声、防震材料装贴工艺：采用放声、防震、吸声等措施来消除或降低车身内、外的噪声是使汽车符合法规的要求，提高轿车舒适性的必不可少的手段。

（4）中涂涂装工艺。汽车中涂涂装的目的是底漆、面漆涂膜的保护和装饰，面漆直接涂在底漆层上附着力较差，中涂涂膜介入阴极电泳涂膜和面漆涂膜之间，要求它具有与电泳和面漆涂膜的附着结合力、耐崩裂性能、耐候性、面漆遮盖性、高级外观等功能。

中涂涂装一般是布置在完成 PVC 密封胶、车底涂料和防声、防震片预烘干后进行。现今为节能有的生产线省略 PVC 涂料的预烘干工序，即 PVC 密封胶和车底涂料一起烘干。中涂涂装线一般是由底漆打磨间、擦净间、喷漆室、晾干室和强冷室组成。中涂涂装是在一个大型喷漆室中按“湿碰湿”工艺进行涂装的方式喷涂中涂、金属色漆和罩光清漆一次性烘干（3C1B 工艺），并且要在车身的各部位喷涂相应的多种涂料。

中涂涂装一般都采用手工喷漆和杯式自动静电涂装相结合的方法。最现代化的中涂涂装采用机械手动静电涂装，实现了无人的全自动喷涂作业。

（5）面漆涂装工艺。面漆涂装的目的是车体外板的装饰和保护。通过面漆涂装来化妆汽车，最大限度地表现汽车的设计构思；面漆涂装兼有对底涂层和面漆自身的保护作用。

汽车工业已成熟采用水性底色漆加罩光清漆的“湿碰湿”的双涂层工艺方法。

“湿碰湿”面漆涂装工艺是涂第一道面漆后仅晾干数分钟，在涂膜尚湿的情况下就涂第二道面漆，然后几道面漆一起烘干。

在涂面漆前应严格检查被涂面的清洁度和底涂层的质量。不应再有影响面漆涂层质量的缺陷和漆面的二次污染。为清除吸附在被涂面上的尘埃，一般在涂面

漆前用黏性擦布或鸵鸟布擦净，吹离子化空气消除静电吸附的灰尘。

面漆喷涂后经晾干、烘干、冷却进入最终质量检查工序。按产品标准或技术条件检查验收，分合格品、经修补后合格品和需大返修的不合格品，并统计一次合格率。合格后产品还需做抛光蜡和涂保护蜡的工序。

抛光是使面漆涂层具有柔和、稳定的光泽，使面漆更加平滑，这是提高装饰性的一种手段，一般仅在对装饰性要求高的高级产品的涂装工艺中采用。为达到其面清晰如镜的效果，在抛光后还要进行打蜡，同时对涂膜也起保护作用，因此打蜡也是维护涂层的一种手段。

为进一步提高被涂物的耐腐蚀性和防止涂膜在储运过程中被损坏，克服早期锈蚀，需在涂装后进行涂蜡处理。

生产参数主要包括：

（1）工序：汽车喷涂生产的工序是汽车生产流水线上分工的单元，一系列的工序组合便形成了流水线。工序之间是分开的，也是相互联系的，当一个工序完成后，就会被传递到下一个工序的工作位。工序能使工人了解自己的工作范围，因此工序的设计直接影响到工人的负荷。工序的单元越小，工人的操作越单一，质检和计酬越方便；但导致工序数量增多，会为工序负荷平衡工作和管理安排增加困难，也可能会产生人力和机械的浪费。

（2）工序的标准时间：工序的标准时间是指在规定的技术条件下，完成汽车生产流水线的某一工序所需要的时间。汽车喷涂生产的工序操作多数是人机结合的作业，这样，影响工序标准时间的因素就比较多，如工人的技术水平、工序的负荷、机器的先进程度等。

（3）生产人员：生产人员是指汽车生产流水线的管理人员、操作人员和辅助人员。

（4）标准单位时间的产量：标准单位时间的产量是指在规定的生产时间内的汽车产量，是衡量生产线运作水平的重要指标。

（5）生产流程和工艺：汽车生产线的流程是由一系列的工序组合而成，这一系列的工序是根据生产的要求，把整个加工工艺划分为若干个工序，并加以排列，从而形成汽车生产线的流程。

表 7-10 至表 7-19 为在喷漆生产线所做的底部喷漆工位分析表，所有工位的总加工时间为 2032s。

表 7-10　工位一分析表

作业单元	取胶枪	走到相应位置	车底后部走胶	移动到车尾	车尾走胶	放回胶枪，取零件	安装零件
时间/s	2	2	165	2	8	5	5

注：总合 189s。

表 7-11 工位二分析表

作业单元	取胶枪	走到相应位置	前车底走胶	放回胶枪
时间/s	2	2	167	3

注：总合 174s。

表 7-12 工位三分析表

作业单元	时间/s	作业单元	时间/s
1. 取胶枪	2	5. 左前轮毂走胶	40
2. 走到相应位置	3	6. 放回胶枪取零件	6
3. 左后轮毂走胶	65	7. 走回车身相应位置	4
4. 走到下一工位	4	8. 安装零件	15

注：总合 139s。

表 7-13 工位四分析表

作业单元	时间/s	作业单元	时间/s
1. 取零件	2	5. 右后轮毂走胶	65
2. 走到相应位置	3	6. 走到下一工位	4
3. 安装零件	10	7. 右前轮毂走胶	44
4. 取胶枪走回车身	5	8. 放回胶枪	3

注：总合 136s。

表 7-14 工位五分析表

作业单元	时间/s	作业单元	时间/s
1. 取擦胶纸	2	4. 进入车身内侧	2
2. 走到相应位置	4	5. 前地板刷胶	50
3. 前轮罩刷胶	115	6. 扔掉擦胶纸	2

注：总合 175s。

表 7-15 工位七分析表

作业单元	时间/s	作业单元	时间/s
1. 取胶枪，走到相应位置	6	4. 取胶刷	2
2. 走胶	4	5. 后轮罩刷胶	115
3. 放回胶枪	2	6. 放回胶刷	4

注：总合 133s。

表 7-16 工位九分析表

作业单元	取擦胶纸	走到相应位置	后尾刷胶	扔掉擦胶纸
时间/s	2	4	90	2

注：总合 98s。

表 7-17　工位十一分析表

作业单元	取擦胶纸	走到相应位置	前车底刷胶	扔掉擦胶纸
时间/s	2	4	180	2

注：总合 188s。

表 7-18　工位十二分析表

作业单元	取擦胶纸	走到相应位置	车底中部刷胶	扔掉擦胶纸
时间/s	2	4	150	2

注：总合 158s。

表 7-19　工位十三分析表

作业单元	取擦胶纸	走到相应位置	后车底左（右）刷胶	扔掉擦胶纸
时间/s	2	4	110	2

注：总合 118s。

若想要把握各道工序所需的时间，客观地抓住整个工序的时间均衡化的程度，找出作业时间最长的问题工序，就必须进行生产线平衡分析即制作相应的生产线平衡展示墙。在得到各工序的操作时间后可根据表格记录的数据画出生产线平衡展示墙，展示墙一般可用绿色表示增值活动，黄色表示非增值活动。

由于生产线不是一个人完成全部的工序，需多人配合完成，所以必然存在着分工与合作。那么相关工序之间的作业量平均与否必然直接影响整个生产过程的整体效率。衡量这种生产工艺过程效率标准即平衡率。作业周期时间即是生产线以一定的周期时间生产下线一个产品的时间，它是由生产线上最长作业时间的工序作业时间决定的，无论其他工序作业速度多么快也只能在周期时间内传送产品，少于此时间的工位只能等待，这样就会存在一定的工时损失。

通过现场调研数据，该车间底漆喷涂生产线是以每小时 29 辆车的 JPH 生产，14 位操作工人，并行工位是工位一和工位二，工位三和工位四，工位五、工位六、工位七、工位八，工位九和工位十，工位十一和工位十二，工位十三和工位十四，其中前四个工位进行走胶工作，后十个工位进行刷胶工作。这十四个工位中工位一作业时间最长，所以该生产线的作业周期为 189s。

$$\text{生产节拍} = 3600/Q = 3600/29 = 124\ （\text{单位：s}）$$

其中，Q 为每小时产量。

$$\text{平衡率} = \frac{\sum \text{工序作业时间}}{\text{周期时间} \times \text{人数}} \times 100\%$$

$$= \frac{189+174+139+136+175+175+133+133+98+98+188+158+118+118}{189 \times 14}$$

$$=\frac{2032}{2646}\times 100\%$$

$$=76\%$$

$$\text{损失率}=\left(1-\frac{\sum \text{工序作业时间}}{\text{周期时间}\times\text{人数}}\right)\times 100\% = 24\%$$

通过76%的平衡率可以看到，该生产管理处于一定的低水平控制状态，同样存在很大的管理及技术问题。所以如何使该轿车底部喷涂的平衡率达到95%是本书要进行的重要工作，假设达到了95%的平衡率，它的标准时间为：

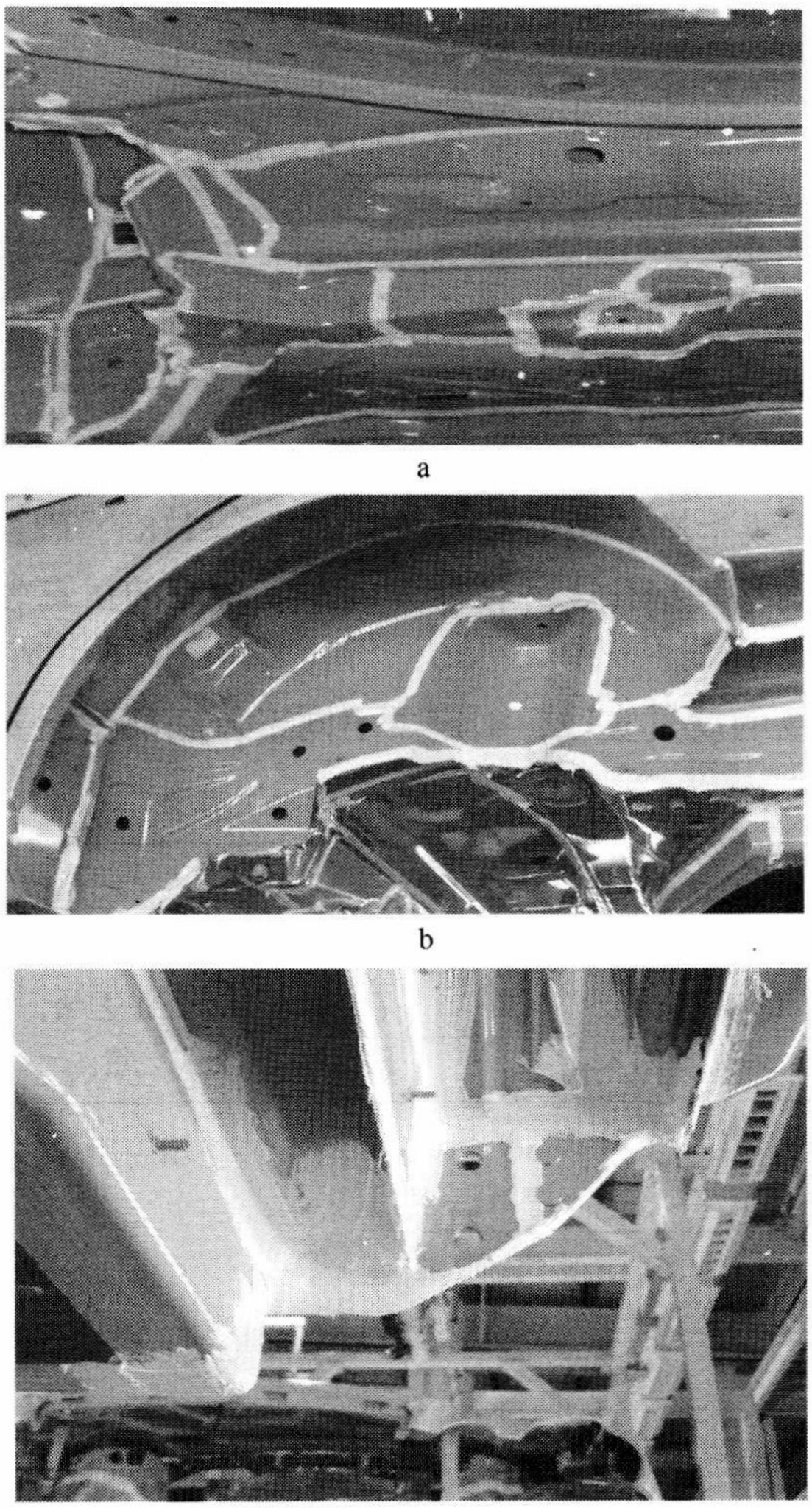
标准时间=生产线生产节拍×95% =124×0.95=118s，因此下一步的工作是使每个工位的工作时间平均细化，并依靠面向车间现场的仿真软件平台来拟合分析这一过程。

通过在车间现场的反复实践，确定了不同工位底部喷涂要求，见表7-20。

表7-20 不同部位的加工要求

涂胶要求	1. 涂胶时保证胶路清晰，表面平整。不要堆积垂挂，不要堵塞工艺孔	备 注
	2. 保持地面及周围环境整洁	（材料工具）：枪嘴182，2/5mm，螺栓保护套，后备箱左边沿处工艺堵，左后轮罩边沿处工艺堵，后轮罩边沿处工艺堵
	3. 涂胶后对上述涂胶部位进行自检	
刷胶要求	1. 尽量减少刷胶量，如胶路表面平顺严密，则只刷密封胶的搭接处	（材料工具）：刷子，瞎枪嘴，镜子，刮板
	2. 刷胶要保证胶表面平整，严密，不要堆积垂挂。不要堵塞工艺孔及保持车底螺栓无胶迹	
	3. 保持地面及周围环境整洁	
	4. 刷胶后对上述刷胶部位进行自检	
检查要求	1. 检查所有涂胶部位，确认无遗漏，外观平顺，胶路清晰	（材料工具）：镜子，刮板，刷子。 注意：检查不彻底易引起的后果。 工艺孔堵塞会导致总装线装配困难。螺栓上有胶痕，总装工人在安装零件时会使零件的安全扭矩不合格，造成车带有安全隐患。 车身密封胶出现“小眼”：在通往车身内部的接缝中出现“小眼”会使成车在水试时漏水，影响产品质量。在防锈蚀的接缝中出现，会影响车身使用寿命。 车身密封胶漏刷、漏涂出现漏缝，会使成车在水试时大量进水，严重的会烧毁车内电器，后果严重
	2. 检查所有刷胶部位，确认无遗漏，刷胶严密平顺无缝隙	
	3. 用镜子检查盲区的涂胶和刷胶是否完好	
	4. 确认螺栓无胶痕及工艺孔无堵塞	

经确认形成生产标准的部分工位底部喷涂情况见图7-5。



a

b

c

图 7-5　工位底部喷涂示意图

a—后车底走胶；b—左侧前后车轮走胶；c—左后尾刷胶

喷涂生产线有不同的规模和不同的生产组织方式，但无论是采用哪一种作业形式，最终目的都应是获得高的生产效率和好的产品质量。在组织生产线时，总结出应遵循下列原则：

（1）顺向流程按流程顺序作业，避免倒流或交叉传递。

（2）就近组合，减少传递时间流水线的主支与分支的组合部位要靠近。

（3）节拍均衡，流水畅通最佳的生产流水线应该使每一个工作地都能做到既不脱节也不积压。

（4）人员配置要量才录用恰到好处，组成一件产品的若干道工序有繁有简。一条生产流水线上操作工人的技术水平也有高有低，生产线的组织者不仅要熟悉

产品的结构，了解每道工序的技术难度而且要了解每一位工人的技术熟练程度及其专长，以便合理使用人力资源，更好地提高生产效率。

（5）动态原则生产线的分工是为了发挥员工和设备的优势，汇合集体力量使本组多出产品。为此，生产流水线趋于正常以后还要善于观察生产线的动态状况，对“瓶颈”工作地、节拍不匀或质量薄弱环节处应及时协调，进行疏导和调整，使之进入最佳状态。

7.3.2 现状分析

一般情况下，当车间现场的生产平衡率在60% ~70%时，基本上该车间是顺其自然未经任何管理改善的原始状态，存在极大的生产浪费及效率问题，因为有30% ~40%劳动工时是处于什么价值都未产生的状态；70% ~80%的平衡率是生产管理处于低水平控制状态，同样存在很多的管理及技术问题；80% ~85%时，生产管理人员已尽到了其应尽的职责，尚有IE的技术改善空间；85%以上为管理及IE技术处于相对较高的状态。

在宏观角度得到此条生产线的76%的平衡率和24%的损失率后，就要从微观的具体角度进行作业分析，首先要发现生产现场的问题点，发现作业时间过长的工序中存在的浪费和隐藏的问题，并改善现有的作业方法，对各工序进行作业时间观测，进而定量分析工序内作业要素的时间分布，从中发现不合理的操作及无意义的等待，并会同方法研究的技术和手段对作业进行改善，从而达到修正不合理作业减少浪费的目的。

通过车间现场数据收集得到的现状统计工位与时间如表7-21所示。

表7-21 工位与时间的关系表

工　位	时间/s	工　位	时间/s
工位一：后车底走胶	189	工位二：前车底走胶	174
工位三：左侧前后车轮走胶	139	工位四：右侧前后车轮走胶	136
工位五：左前轮毂刷胶	175	工位六：右前轮毂刷胶	175
工位七：左后轮毂刷胶	133	工位八：右后轮毂刷胶	133
工位九：左后尾刷胶	98	工位十：右后尾刷胶	98
工位十一：前车底刷胶	188	工位十二：车底中部刷胶	158
工位十三：后车底左部刷胶	118	工位十四：后车底右部刷胶	118

从作业时间和平衡率来看，生产线的平衡损失比较严重，且作业分工出现不均衡的现象，通过程序分析把加工动作分为“作业”、“移动”、“检查”、“等待”四项内容，以是否创造价值为原则看其工作程序是否有浪费的出现；

以产品流程为研究对象进行工艺流程分析，进行产品加工、搬运、检察、停滞等待的纵向分析，也就是说从第一个加工工位开始直至最后一个完成工位找出不合理的、不平衡的现象，可以分析出产品在哪个工位耗时最长，哪个工位等待时间最长等问题；以作业人员为研究对象进行加工、搬运、检察、停滞等待的横向分析，看其分配是否合理，是否出现等待时间较长或工作时间较长的现象，最后与各个加工人员相比较就容易得出生产线的不平衡状态的问题所在（见表 7-22）。

表 7-22　各工位的工作情况

工　位	现 状 描 述
工位一	是生产线的瓶颈工序，耗时最长，工作强度大，应该给予调整
工位二	工作强度大，在连续工作时间过长的情况下有可能会影响质量应给予调整
工位三、四	此工位为关键工序，若胶型不完美将影响后道工序的刷胶工作，所以，应尽量避免工作量大、时间不足的情况发生
工位五、六	工作强度不大，但受前道工序的影响，时间有所波动，应选择刷胶技巧较强的熟练工以控制刷胶和检查的工作时间，且此道工序的内容还包括车底的部分刷胶，造成移动上的困难，应给予调整
工位七、八	工作强度不大，同时也有受前道工序影响的可能，应选用技巧性强的熟练工，控制操作时间
工位九、十	与其他工序相比，工作量及强度较小，是造成生产线不平衡的原因之一，出现等待现象，应给予大量调整
工位十一	工作量较大，移动范围也较大，由于在车底工作，易造成疲劳感，所以应给予大量调整
工位十二	与同在车底的十一工位相比，工作内容较少，是造成不平衡的因素之一，应给予调整
工位十三、十四	与同在车底的十一工位相比，工作内容较少，是造成不平衡的因素之一，出现等待现象，应给予调整

由于作业分工过细，造成作业内容调整困难。因此在作业改善上所采取的是分担作业，增加人员和改善作业等生产线平衡方法相结合进行调整。

7.3.3　设定操作人数和标准时间

为满足生产需求，要进行链速调整和产能调整阶段，因而对底部涂胶工段也要求有所调整，从原来的每小时 25 辆车的 JPH 调整为每小时 29 辆车的 JPH，相应的生产节拍也作出调整：

$$\text{生产节拍}=\frac{3600}{Q}=\frac{3600}{29}=124\ （单位：s）$$

其中，Q 为每小时产量。

$$\text{要求达到95\%效率的操作} = \frac{\sum \text{操作时间}/0.95}{\text{生产线生产节拍}}$$

$$\text{要求达到75\%利用率的操作} = \frac{\sum \text{增值时间}/0.75}{\text{生产线生产节拍}}$$

所需数据：

生产线生产节拍 124s

∑操作时间=2012s

∑增值时间=1992s

$$\text{要求达到95\%效率的操作} = \frac{\sum \text{操作时间}/0.95}{\text{生产线生产节拍}} = \frac{2117}{124} = 17$$

$$\text{要求达到75\%利用率的操作} = \frac{\sum \text{增值时间}/0.75}{\text{生产线生产节拍}} = \frac{2656}{124} = 21$$

由此得出结论为 17 或 21 个操作人数，选多少人进行生产，我们还可以进行下一步计算：

我们假设 17 个人生产：其操作效率=95%

$$\text{利用率} = \frac{\sum \text{增值时间}}{\text{生产线生产节拍} \times \text{操作}} = \frac{1992}{124 \times 17} = 94\%$$

所得出的利用率远远超出 75% 的目标利用率，说明 17 个操作为最后的操作人数。

在制订生产计划、实施生产，并对结果进行评比时，需要作业标准时间。标准时间是熟练的作业人员在正常情况下，以合理的劳动强度和速度，合理的操作方法，完成符合质量要求的产品所需的时间。

标准时间=生产线生产节拍×95% =124×0.95=118

调整时要按照每辆车 124s 的生产线节拍，和 95% 的利用率进行改善，把操作时间控制在 118s 内，并平均安排各项任务。

7.3.4 改善方案

对生产作业中各工序的平衡度进行数据分析，改善平衡度并进行标准化。对生产作业的改善很大一部分是从改善整体的工序平衡状态入手的，因为这样更能准确掌握现状全貌发现影响生产计划的推进及管理上的问题，为此，对作业平衡上存在较大偏差的地方进行作业方法、作业配置及工装夹具上的再研讨，研究出更加合理的方法，并对新方法进行标准化。

为了对车间生产线进行生产效率改善，运用基础 IE 的程序分析、动作分析、动作经济原则合理的布局和合理的工艺加工顺序，对每道工序都应有相应的改善方案，可以把全部的工作内容分为三大部分来分析，提出改善方案：

第一部分为车底的走胶部分：包括原工序一、二，但由于工位一为瓶颈工

位，且两工序的操作时间均超过要设定的标准时间和生产线节拍，所以可以考虑增加一人，并把两工序的工作内容进行分割，平均分配给第三人。应注意的是为避免工作时会相互干扰，所以在工位布局上也有所变动，改变后第一部分的工位为一、二、五，在标准化作业中除了注明具体的变动外，还有生产效率、利用率、生产节拍、增值时间等内容的统计，如图 7-6 ~ 图 7-8 所示。

标准化作业指导

☐ 现状	工 位 号 ：	底涂一工位	生产节拍：	124	s	效　率 ：	96.77%
☑ 改进	工位描述：		观察时间：	120	s	利 用 率 ：	92.74%
	工位位置：	底涂一工位	空闲时间：	4	s	改进机会：	9 s
			增值内容：	115	s		

序号	工作内容	工作	机会 走动	机会 机器
1	取胶枪	2	2	
2	车底后部走胶	100		
3	后备箱走胶	10	3	
4	放回胶枪	3		
	小计：	115	5	
	观察周期总数：	120		
	观察周期比率：	95.83%	4.17%	

工位布局

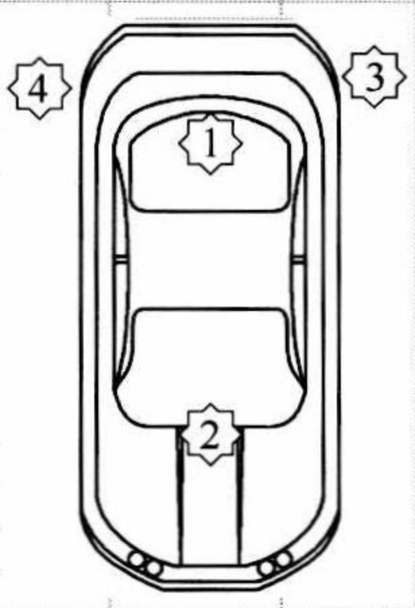


图 7-6　一工位改进标准化作业指导

标准化作业指导

☐ 现状	工 位 号 ：	底涂二工位	生产节拍：	124	s	效　率 ：	94.35%
☑ 改进	工位描述：		观察时间：	117	s	利 用 率 ：	90.32%
	工位位置：	底涂二工位	空闲时间：	7	s	改进机会：	12 s
			增值内容：	112	s		

序号	工作内容	工作	机会 走动	机会 机器
1	取胶枪	2	2	
2	车底前部走胶	110		
3	放回胶枪		3	
4	保证胶型完美			
	小计：	112	5	
	观察周期总数：	117		
	观察周期比率：	95.73%	4.27%	

工作内容

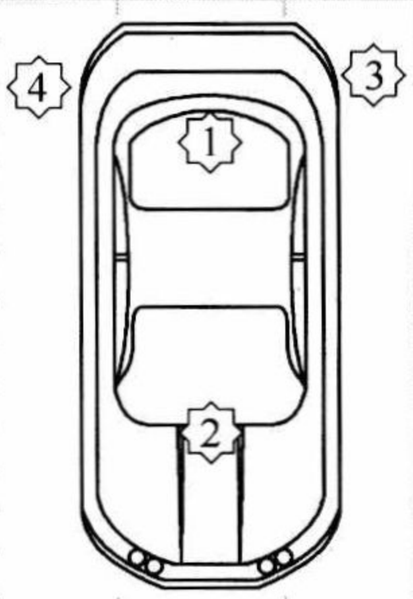


图 7-7　二工位改进标准化作业指导

标准化作业指导

☐	现状		工位号：	底涂五工位		生产节拍：	124	s	效　率：	94.35%
☑	改进		工位描述：			观察时间：	117	s	利用率：	90.32%
			工位位置：	底涂五工位		空闲时间：	7	s	改进机会：	12 s
						增值内容：	112	s		

序号	工作内容	工作	机会 走动	机会 机器
1	取胶枪	2	2	
2	车底中部走胶	110		
3	放回胶枪		3	
	小计：	112	5	
	观察周期总数：	117		
	观察周期比率：	95.73%	4.27%	

工作内容

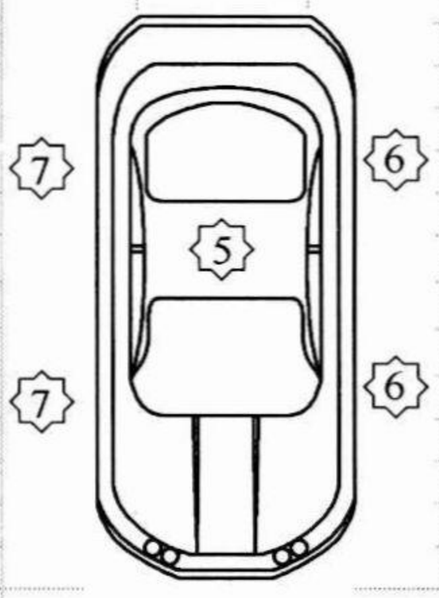


图 7-8　五工位改进标准化作业指导

第二部分为两侧轮毂的走胶和刷胶工作：改善前由工位三、四、五、六、七、八、九、十组成，经过具体的考虑，发现此部分由于工作的特殊性，不能只增加一人，因为它是两端对应的工位，只能通过重新分配已达到平均的目的，再经过程序分析和作业流程分析后发现原工位三的工作顺序不合理，产生相应的浪费，根据动作经济原则在此也应有所改善，改善后由工位三、四、六、七、八、九、十、十一组成，工作内容变动如表 7-23 所示。

表 7-23　工作内容变动表

工位	改 善 前	工位	改 善 后
三	左侧前、后轮毂走胶包括后尾走胶和安装零件	三	左后尾走胶及刷胶
四	右侧前、后轮毂走胶包括后尾走胶和安装零件	四	右后尾走胶及刷胶
五	左前轮毂刷胶包括前地板刷胶	六	左侧前后轮毂走胶，不包括后尾走胶，不安装零件
六	右前轮毂刷胶包括前地板刷胶	七	右侧前后轮毂走胶，不包括后尾走胶，不安装零件
七	左后轮毂刷胶	八	左前轮毂刷胶，不刷前地板，安装零件
八	右后轮毂刷胶	九	右前轮毂刷胶，不刷前地板，安装零件
九	左后尾刷胶	十	左后轮毂刷胶
十	右后尾刷胶	十一	右后轮毂刷胶

7.4　总装车间的现场问题分析与改善

企业目前的发展势头良好，达到了合并前的预期目的。虽然公司在生产组织上，积极引进了先进科学管理模式，推行国际成功的“精益生产”方式，实行“准时制”生产和“零库存管理”及“5S”管理，同时强调全员质量意识。但是在该公司，由于大部分员工是从原国企汽车有限公司转过来的，这些员工的整体素质不高，思想观念落后。公司在管理上目前存在着许多的不足，通过在汽车总装车间的现场记录分析，发现该公司的经营现状还存在一些问题。具体问题体现在：

（1）现场管理混乱。流水线作业各道工序存在不平衡的情况，部分工序的作业不能够在节拍时间内完成；零部件供应不及时，影响企业的正常生产计划；设备维护保养制度不合理，设备常常发生故障；现场的作业环境总体上看干净，但从微观上看许多工位上的环境不是很干净，员工没有清洁意识；公司对员工的职业安全防护措施不大重视，现场噪声大，工具震动。公司之前实施的“5S”活动还没有取得企业管理者想要达到的目的。

（2）内部经营资源匮乏。生产、技术和人才管理是困扰企业家和影响企业正常经营的三个主要方面，这一方面说明企业先天资源的短缺，另一方面也说明了企业积累自身内部资源的成效还不够充分。

（3）经营管理水平低下。对“组织管理”和“企业内部信息”没能重视可以看出企业管理工作没有落到实处，存在管理制度不健全或制度流于形式，经营缺乏计划性，缺少相应的激励机制配合的现象。经营无章可循、有章不循的现象普遍，员工的普遍素质不是很高。这些都说明企业管理水平处于管理的初级阶段。

（4）企业运作效率低。主要表现在生产效率方面，经常停工进行设备检查，机器经常出故障，产品质量问题多，出现废品时不能及时分析原因和落实对策，物料浪费的现象普遍。

[**例 7-2**]　某汽车制造总装车间的现场记录及“5S”检查评分。

（1）作业现场记录。

该品牌汽车制造有限公司在企业合资初就推行了“5S”活动，但是这个活动在企业的推行过程中，实施不彻底，效果不尽如人意，远没有达到公司的预期目的。图 7-9 ~ 图 7-16 反映了该汽车制造有限公司的作业现场情况。

通过这些图片可知，该汽车制造车间的现场管理水平与国际上的一些企业相比，还有一定的差距，企业要想在竞争中生存下去，必须进一步加强提高企业的自身综合能力，使企业的生产率和效益提高。

（2）汽车制造车间作业现场的“5S”检查评分。

本书先通过采用“5S”检查评分表从“5S”的各个层次对该厂的现场“5S”

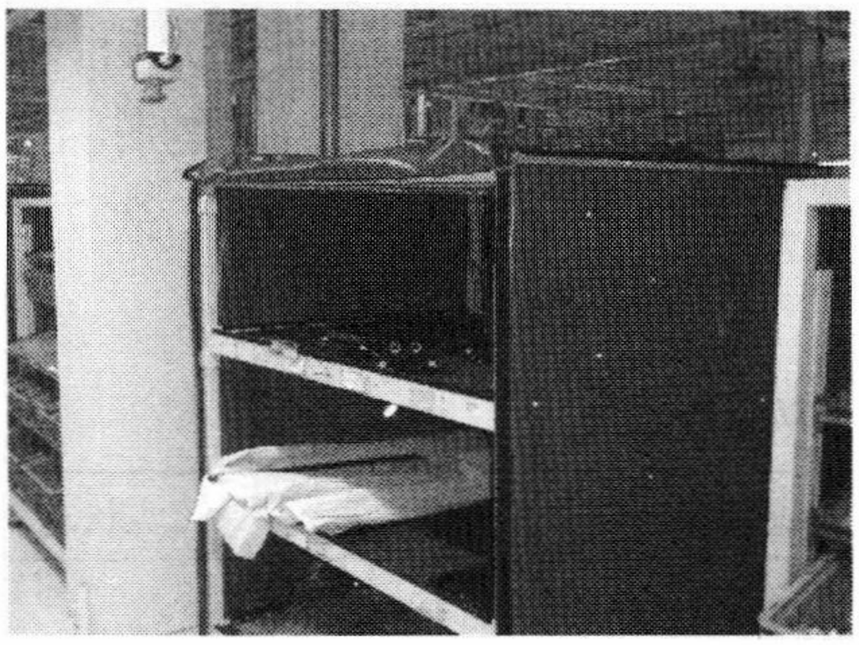


图 7-9 物料车顶棚不整齐

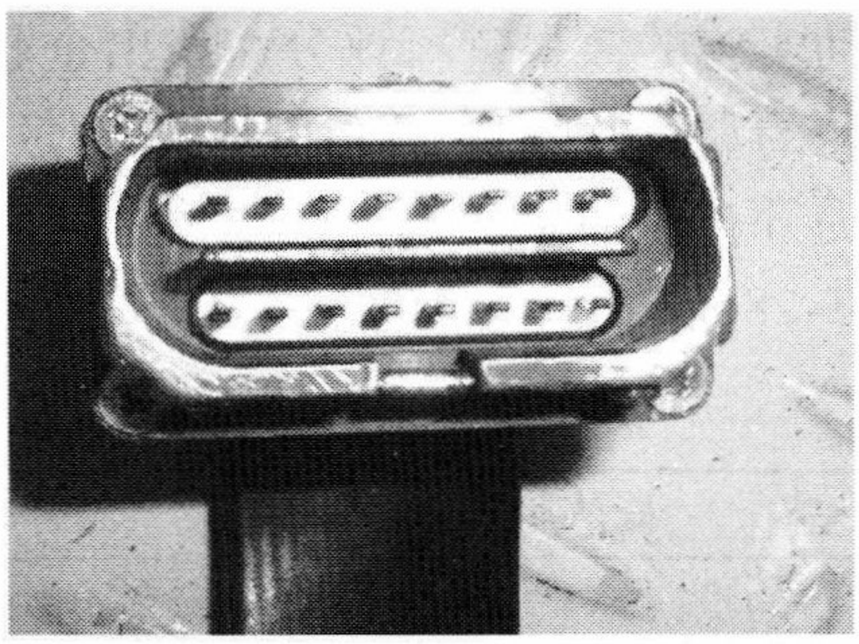


图 7-10 检测线头有破损

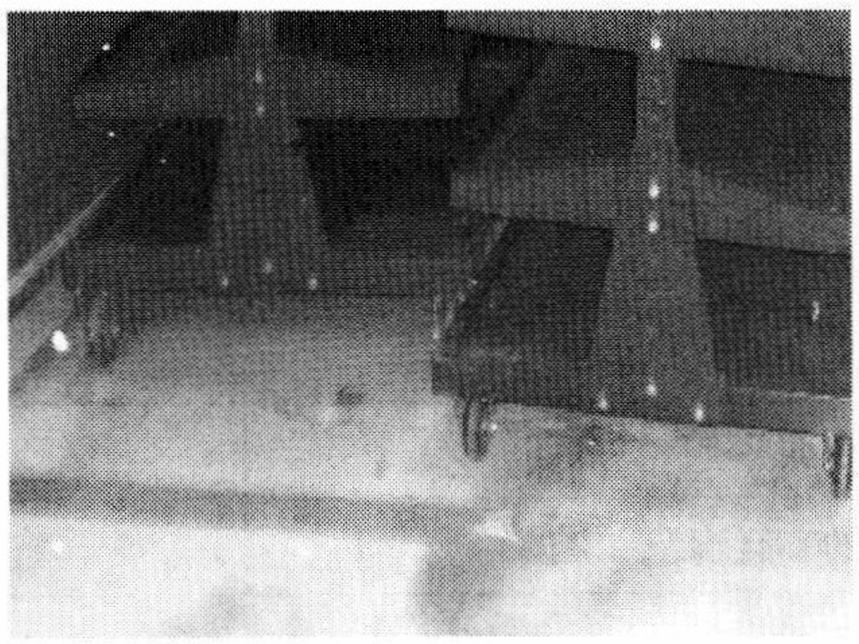


图 7-11 地面黄线已磨损

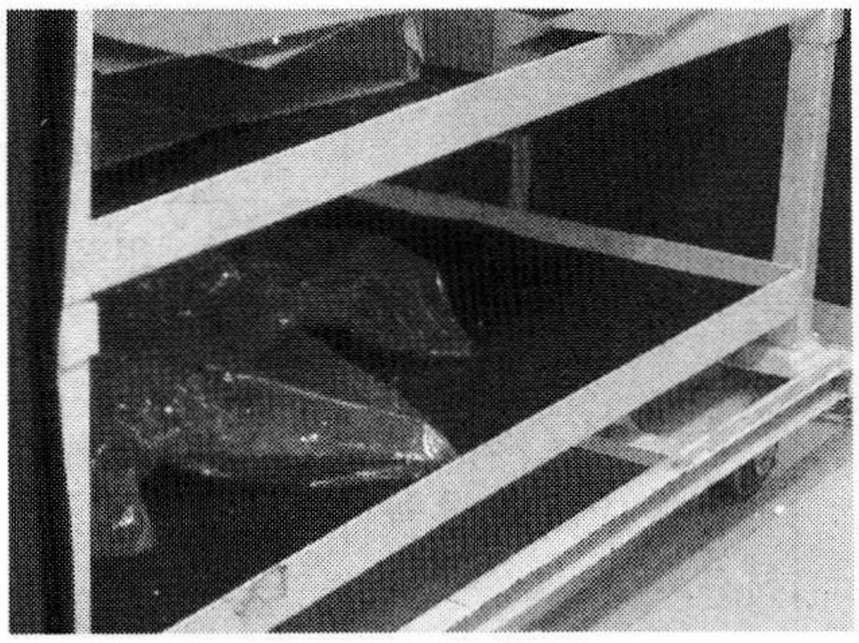


图 7-12 物料车摆放混乱



图 7-13 工具标签已破损



图 7-14 物料摆放混乱



图 7-15 油罐放置不安全



图 7-16 机油已经溢出

活动实施的效果进行评分，找出企业存在的偏差，对现场的问题进行分析，找出问题的重点并加以解决和改善，使“5S”活动能够在企业发挥真正的作用，达到提升企业的生产效率，改善企业的管理现状，提高企业效益的目的。表7-24～表7-28是对此汽车制造总装车间进行的“5S”效果检查评分表。

表7-24　整顿检查评分表

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
1	通道状况	0	有很多东西，脏乱	
		1	虽然能通行，但要避开，台车不能通行	
		2	摆放的物品超出通道	√
		3	超出通道，但有警告牌	
		4	很畅通，整洁	
2	工作场所的设备、材料	0	一个月以上不用的物品杂乱地放着	
		1	角落放置不必要的东西	√
		2	放半个月以后要用的，且混乱	
		3	一周内要用，且整理好	
		4	3日内使用，且整理好	
3	办公桌（作业台）上、下及抽屉	0	不使用的东西杂乱	
		1	半个月用一次的也有	√
		2	一周内要用但过量	
		3	当日使用，但是杂乱	
		4	整齐，适量	
4	料架状况	0	杂乱，存放不使用的东西	√
		1	料架破旧，缺乏整理	
		2	摆放不使用但整齐	
		3	物品摆放整齐	
		4	物品近日用，整齐	
5	仓库	0	塞满东西，人不易走动	
		1	东西杂乱摆放	
		2	有定位规定，但没有严格遵守	√
		3	有定位也在管理状态，但进出不便	
		4	任何人均易了解，取还简单	
小　计		20		6

表 7-25 整顿检查评分表

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
1	设备、机器、仪器	0	破损不堪，不能使用，杂乱放置	
		1	不能使用的集中在一起	
		2	能使用但是脏乱	√
		3	能使用，有保养，但是不整齐	
		4	摆放整齐，干净，通畅最好状态	
2	工具	0	不能用的工具杂放	
		1	勉强用的工具多	
		2	都可用的工具，缺乏保养	√
		3	工具有保养，有定位放置	
		4	工具采用目视管理	
3	零件	0	不良品与良品杂放在一起	
		1	不良品没有及时处理，但有标识	√
		2	只有良品，但保管方法不好	
		3	保管有定位标识	
		4	保管有定位，有图示，任何人都明白	
4	图纸，作业指导书	0	过期与使用的杂放在一起	√
		1	不是最新的，但随意摆放	
		2	是最新的，但随意摆放	
		3	有卷宗保管，但无次序	
		4	有目录，次序整齐，任何人都能很快使用	
5	文件档案	0	零乱摆放，使用时没法找	
		1	零乱，但是能找到	
		2	共同文件被定位，集中保管	√
		3	以事务机器处理而容易检索	
		4	明确定位，使用目视管理任何人都能随时使用	
小 计		20		7

表 7-26 清扫检查评分表

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
1	通道	0	有烟蒂、铁屑、其他杂物	
		1	虽无脏物，但地面不平整	
		2	有水迹，地面湿滑，灰尘不干净	√
		3	早上有清扫	
		4	使用拖把，并定期打蜡，光亮	

续表 7-26

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
2	作业场所	0	有烟蒂、铁屑、其他杂物	
		1	虽无脏物，但地面不平整	
		2	有水迹，地面湿滑，灰尘不干净	√
		3	零件，材料，包装材料存放不妥，掉地上	
		4	使用拖把，并定期打蜡，光亮	
3	办公桌、作业台	0	文件、工具、零件很乱	
		1	桌面、作业台满是灰尘	
		2	桌面、作业台面虽然干净，但是破损未修理	√
		3	台面干净整齐	
		4	除桌面外，椅子及四周干净亮丽	
4	窗、天花板、墙板	0	任凭破烂	
		1	破烂但简单处理	
		2	乱贴挂不必要的东西	
		3	较干净	√
		4	干净亮丽	
5	设备、工具、仪器	0	生锈	
		1	没有生锈，有油污	√
		2	有灰尘	
		3	保持干净	
		4	使用中有防止不干净的措施，并随时清理	
小　计		25		5

表 7-27　清洁检查评分表

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
1	通道、作业区	0	没有划分	
		1	有划分，但不流畅	
		2	画线还可行，但没有清理维护	√
		3	画线清楚，地面有清扫	
		4	通道及作业区感觉舒畅	
2	地面	0	有油或水	√
		1	有油和水的痕迹，使地面显得不干净	
		2	不平整	
		3	经常清理，没有脏物	
		4	地面干净亮丽，感觉好	

续表7-27

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
3	办公桌、作业台、椅子、架子、会议室	0	很脏乱，长时间没有清理	
		1	偶尔清理，不彻底	√
		2	虽然有清理，但还是显得脏乱	
		3	经常清理，感觉不错	
		4	感觉很好，干净明亮	
4	洗手间等	0	容器或设备脏乱	
		1	破损未修补	
		2	偶尔有清理，有异味	
		3	经常清理，没有异味	√
		4	干净，加以修饰，感觉很舒服	
5	储物室	0	阴暗潮湿	
		1	虽然阴暗潮湿，但通风好	
		2	照明不足	√
		3	照明适度，通风好	
		4	干净、整齐、有条理	
小 计		20		7

表7-28 素养检查评分

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
1	日常“5S”活动	0	没有活动	
		1	有清扫工作但非“5S”计划性工作	√
		2	开会有对“5S”宣传	
		3	平常过程做能够做得到的	
		4	活动热烈，员工有活动感受	
2	服饰	0	没有工作服，衣着脏、破损未修补	
		1	工作服不整洁、脏	√
		2	钮扣、鞋带未弄好	
		3	工作服，工作证依规定佩带	
		4	穿着依规定，感觉有活力	
3	仪容	0	不修边幅，脏	
		1	头发、胡须过长	
		2	仪表不干净	√
		3	仪表干净	
		4	仪容整洁，感觉有精神活力	

续表 7-28

项次	检查项目	得分	检查状况	状态
4	行为规范	0	举止粗暴，口出脏话	
		1	衣裳不整，不守卫生	
		2	自己的事可做好，但缺少团队意识	√
		3	遵守公司规则	
		4	主动工作，集体荣誉感	
5	时间观念	0	大部分人缺少时间观念	
		1	有点时间观念，开会迟到	
		2	不愿时间约束，但会尽力去做	√
		3	在规定的时间内全力完成工作	
		4	在规定的时间内提早做好	
小　计		20		7

上面的评分依据是，只要在现场看见存在有类似的情况，就以此为评分。通过上面的“5S”核查表评分，可以清晰地看出，公司在“5S”各个评分项目的得分都偏低，离“5S”真正实施能产生的效果相差一段距离，可见之前该公司推行“5S”活动不是完全成功的。企业现场管理的水平对于企业的产品质量、成本，作业效率，员工士气，企业形象等有着重要的影响。所以，对于该企业来说，要想改变现状，提高企业的管理水平，改善企业的效益，必须加强企业基础管理，从现场管理活动入手，为提高企业的全面管理水平打基础。而该企业之前也实施过“5S”管理活动，有一定活动基础，但是由于上次活动的失败，员工对再次实施“5S”能够取得的效果自然会心存疑虑，甚至可能会有抵触行为，所以再一次推行“5S”活动能否成功，公司的管理层就必须要明白，活动不是做样子走过场，必须高度重视，扎实地推行，加强活动的维持手段，并在活动过程中适时导入其他的管理内容，使活动内容更加丰富，从而使“5S”活动达到改善企业管理现状，提高企业效益的目的。

通过在某汽车制造有限公司的观察记录，归纳总结了该汽车制造有限公司在现场管理方面存在的问题，主要有以下几个方面：

（1）物料管理问题。在作业现场垃圾存在着乱放和堆积过高，员工也没有养成垃圾分类的习惯，包装破损，无用物品未处理以及物品上有灰尘等情况，这些问题使生产现场容易变得混乱无序，导致的结果可能是造成损坏和引起通道不畅，影响物品质量，增加寻找物品的时间，造成物品损坏，占用场地，增加管理难度，造成作业效率低等一系列的生产问题。

（2）安全管理问题。在车间现场，存在着以下问题：有一些机器没有粘贴

操作说明，员工也没有进行过专门的培训，这样很有可能发生由于员工操作失误导致受伤。新员工入厂安全教育时间仓促，不够细致，加上平时的安全教育也很少，也是造成安全事故的重要原因。车间对员工的灭火知识培训不够，对灭火器的使用也没有进行正当的培训，当出现灾害或事故时，可能造成应急对策措施的延误。同时员工在作业时随意摆放工具等不安全作业都可能造成安全事故的发生。吸烟乱丢烟头也是安全事故发生的隐患。

（3）员工士气问题。在生产车间总能看到一些员工在工作时穿戴不整齐，工作服不系扣子，无精打采，无所事事，报怨多，甚至不按标准的作业去工作，这些直接影响了企业的形象和员工士气，同时导致作业效率低下，容易造成质量不良和安全问题。

（4）作业方面的问题。在作业方面，有下列问题：无效走动多，无效搬运多，作业停顿多，弯腰曲背垫脚作业多，转身角度大，困难作业多，不按时开线，有快有慢，让员工追线，这样很容易出现质量问题，也无形给员工造成心理压力，还存在许多的不规范作业，这些员工不经意的小问题却能导致员工的劳动强度加大，效率降低，还容易造成不良质量，引发安全事故。

（5）设备管理方面。在汽车制造有限公司，员工缺乏对机械设备保养的意识，这和员工的作业素质有很大的关系。设备保养差，这也是原来国有企业遗留下来的一个毛病，员工根本不关心企业的设备如何，而只对自己的利益关心，却没有看到企业利益和自身利益是牵连一线的。于是在生产线上，可以看到设备上布满灰尘，油漆脱落，设备上乱张贴、乱摆放工具，设备故障等未修复，检验标准等不明确，他人乱动设备，无用设备未处理等易造成设备的损坏，降低使用寿命，导致不良品的产生，造成浪费使成本上升，使产品丧失市场竞争力。

（6）工作环境方面的问题。作业环境的好坏对员工的作业效率和健康会产生严重的影响，公司给员工提供的更衣室环境差，空气流通不好，在车间内的空气也不是很好，工作服不通气，劳保鞋也非常捂脚，不通气，使员工工作起来非常不舒服，把休息室变成吸烟室，这样部分员工没有一个良好的休息室进行午休，整天站着，给员工的身体造成不良的影响。公司没有真正意识到员工是企业的财富，没有为员工提供满意的工作环境，对员工的身体会产生慢性的伤害，同时还影响到产品的品质，在这样的一个工厂工作，员工的士气可想而知，企业的效率自然难以得到很大的提高。要想把企业做大，做强，力争把该汽车发展成为管理科学化、产业规模化、信息网络化、发展多元化、市场国际化的国内知名汽车生产企业，就必须要强化企业的管理，提高企业的生产效率、产品质量、市场竞争力从而改善提高企业的效益。而目前亟待解决的问题就是如何提高企业的基础管理水平，这样在该汽车制造有限公司就很有必要彻底推行“5S”活动来改善企业的现场管理。

参 考 文 献

[1] 刘胜军. 精益生产现代 IE [M]. 北京：海天出版社，2003.

[2] 王锡春. 汽车涂装工艺技术 [M]. 北京：化学工业出版社，2005.

[3] 汪应洛. 工业工程导论 [M]. 北京：机械工业出版社，2004.

[4] 崔继耀. 单元生产方式 [M]. 广东：广东省出版社，2005.

[5] [日] 大野耐一. 丰田生产方式 [M]. 谢克俭，李颖秋译. 北京：中国铁道出版社，2006.

[6] [日] 佃律志. 图解丰田生产方式：图例解说生产实务 [M]. 藤永红译. 北京：东方出版社，2006.

[7] [美] 杰弗里·莱克. 丰田汽车案例——精益制造的 14 项管理原则 [M]. 李芳玲，译. 北京：中国财政出版社，2004.

[8] 陈进华. 现场效率改善实战手册 [M]. 北京：海天出版社，2006.

[9] 易树平，郭伏. 基础工业工程 [M]. 北京：机械工业出版社，2006.

[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. 现代工业工程与管理 [M]. 天津：天津大学出版社，2007.

[12] [美] Steven Nahmial. 生产与运作分析（第四版）[M]. 北京：清华大学出版社，2003.

[13] 杨涓子. 丰田商学院：精细化管理的 68 个细节 [M]. 北京：企业管理出版社，2005.

[14] 刘洪. 正在改变世界的精益生产方式 [M]. 北京：汽车工业研究出版社，1994.

[15] 肖智军，党新民. 精益生产方式 JIT [M]. 北京：海天出版社，2002.

[16] 冯云祥. 精益生产方式 [M]. 北京：企业管理出版社，1995.

[17] 刘树华. 精益生产 [M]. 北京：机械工业出版社，2010.

[18] 邹安全. 企业物流工程 [M]. 北京：清华大学出版社，2012.

[General Information]
书名=工业工程现场改善与应用
页数=178
SS号=13265681