

★ 工业工程系列丛书

工业工程改善方法 及案例精选

——How To Be A Better IE

李江栋 陈志光 胡斌平 ◎ 著



中国出版集团



世界图书出版公司

★ 工业工程系列丛书

Gongye Gongcheng Gaishan Fangfa Ji Anli Jingxuan

工业工程改善方法 及案例精选

——How To Be A Better IE

李江栋 陈志光 胡斌平 ◎ 著



中国出版集团



世界图书出版公司

图书在版编目 (CIP) 数据

工业工程改善方法及案例精选 / 李江栋, 陈志光,
胡斌平著. — 广州: 世界图书出版广东有限公司,
2013.11

ISBN 978-7-5100-7157-7

I. ①工… II. ①李… ②陈… ③胡… III. ①工业工
程—案例 IV. ①F402

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 263304 号

工业工程改善方法及案例精选

策划编辑: 刘正武

责任编辑: 程 静 张东文

出版发行: 世界图书出版广东有限公司

(地址: 广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

网址: <http://www.gdst.com.cn>)

联系方式: 020-84451969 84459539 E-mail: pub@gdst.com.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 东莞虎彩印刷有限公司

版 次: 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

字 数: 247 千

印 张: 14.75

ISBN 978-7-5100-7157-7 / TP · 0019

定 价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

咨询、投稿: 020-84460251 gglzw@126.com

绪 言

本书面向企业管理人员和工程师，及大学工业工程专业或管理专业的学生。本书假定读者已对工业工程领域有一定的认识，故不再对工业工程涵义、发展历史、部分常用的专业名称进行再次详细解释，仅在应用时略加提及；出于保密需求，一些案例经过了处理，尤其是涉及产品设计革新等部分被略去。

本书第一章重点介绍了 IE 的基础和系统，第二章和第三章以产品导入到量产这个主线介绍了相关的一些 IE 工具和方法。承上启下，在前三章的基础之上，第四章分别针对 1—1000 米的不同视野下的问题，介绍了 4 个综合的改善案例。

本书第一章、第四章、第 3.1、3.2、3.3、3.4 章节及附录 2 由李江栋编写，第 2.1、2.4、2.5、2.6、3.3、3.5 章节由陈志光编写，第 2.1、2.2、2.3、3.4 章节由胡斌平编写。全书由胡斌平和陈志光依次分别审校后，再由李江栋做最终全面校订和修改。

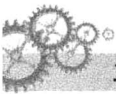
电子制造行业及汽车制造行业是 IE 运用最为成熟的行业，三位作者均在电子行业沉浸多年。本书结合三位作者多年来的 IE 工作经验和对 IE 的深刻理解，全篇采用理论结合实际案例的方式，穿插了许多图片和表格，纳入一些仿真及基础 IE 应用软件的介绍，创造性地尝试以时间（从新产品导入到量产阶段）和空间（从点到整个系统）两个维度去解读工业工程的运用。由于能力和时间有限，本书不足之处还请大家海涵并不吝赐教。

推荐序

工业工程的工具与方法经过 100 年的实践证明是制造企业（也包括服务企业）进行生产率改善的最有效工具之一。尽管进入 21 世纪，先进的技术（如自动化与信息技术）与管理方法已经使企业的生产率大大提高，但是，工业工程仍是许多企业提高生产率的重要基础。

“工业工程”英文简称 IE，全称为 Industrial Engineering。从字面看，很多人不太清楚，到底工业工程是什么？从理论界的学科观去解释，它是一个不断演变与扩大的学科，它包含一系列的工程与管理知识，是自然科学与社会科学综合的学科。简单讲，工业工程分为基础工业工程（主要是生产系统的设计与改善）与系统工业工程〔包括生产与服务系统的规划、设计、实施（管理）、评价与创新等一系列活动〕两个范畴，但是，企业的工业工程活动主要还是基础工业工程，其包括的内容主要还是最基本的生产率改善的工具与方法。近年来，出现一些工业工程新方法，比如价值流分析（VSM）、六西格玛（6 Sigma）等。但是不管什么工具与方法，工业工程本质是生产率改善，从这个角度讲，IE 也可以说是一门改善工程（IE—Improvement Engineering）。

基于工业工程的改善活动，最基本的是方法改善（动作、程序）和时间标准化建立、生产线改善（线平衡）、布局改善、作业现场改善、设备维护，等等。本书的特点是按照改善的视野从小到大进行介绍，如 1 米视野内的工位改善活动—方法与时间研究，10 米视野内的改善—生产线平衡与改善，100 米视野内的改善活动—布局改善与产能提升，1000 米视野内的改善—价值流分析与系统改善，10000 米视野的改善—供应链及非生产领域的改善。另外，本书还从产品生产活动的时间进展，对这些改善活动从新产品导入阶段与量产阶段的不同应用进行阐述。这种思路有利于学习与实践工业工程方法的读者能更加清楚了



解到可以在什么时候（生产阶段）、什么位置（视野空间）进行应用工业工程，有很好的指导性。

工业工程方法起源于美国，但是把工业工程应用到极致的是丰田公司，丰田公司利用工业工程进行生产率改善并创造出丰田生产方式。改革开放 30 多年来，我国制造企业特别是沿海一带的制造企业，通过学习日本等发达国家的先进管理方法，提高了生产率。工业工程也是在过去 30 多年时间，作为一种生产率改善工具在中国制造企业得到推广应用。20 世纪 80 年代，我国没有专门的工业工程专业，工业工程的方法非常零散，只是有限地在管理工程类专业的某些教科书中介绍（如生产管理教材）。20 世纪 90 年代成立工业工程专业以后，我国学术界陆续出版了一些专门介绍工业工程的教科书，介绍工业工程原理与方法，对我国工业工程的应用起到推动作用，但是缺乏企业人士写的实战性的教材。2000 年以后的最近十多年，一些在企业推广应用工业工程的人士，把自己所亲身参与的企业工业工程实践活动经验总结成书，出版了一些工业工程实战性读物，用本土企业的工业工程实践案例讲解工业工程的具体应用，进一步推动了工业工程的传播。

本书的作者李江栋、陈志光和胡斌平三个长期在企业工作的朋友，把他们在企业长期积累下来的工业工程的改善案例整理出版了这一本介绍工业工程应用技巧与方法的读物，是一本非常有实用价值的读物。我相信这本书能给其他希望应用工业工程进行生产率改善活动的企业朋友一点启发与帮助，改善他们企业的生产系统。另外，工业工程的方法在其他非制造企业（服务业）也是有很好的应用价值的，因此，除了制造企业，我相信服务业的朋友也会从应用工业工程的改善活动中得到启发，改善服务效率与生产率。

利用工业工程方法进行改善活动最重要的是人的改善，“造物必先造人”。如果员工没有学习的精神，缺乏改善的动力，不可能进行改善活动。所以要开展生产率改善活动，一定要在企业营造学习氛围，形成持续改善文化。只有这样，改善活动才能深入企业的每一个角落与每一个人心中。因此，推行改善活动的企业需要一个改善文化。

要使员工有改善的动力，领导者的倡导与推动是十分重要的。那些能持之以恒地坚持改善活动的企业，都是领导者对改善非常重视的企业，都是领导者

长期推动、把改善作为企业文化的核心的企业。因此，推行改善活动的企业需要一位具有改善意向的领导者。

改善活动需要创新意识。学习工业工程的改善活动，要发挥员工的创造性，用创新的方法与工具来改善，在改善活动中，鼓励员工开展“脑袋风暴”进行改善方案的设计与构想，这样员工参加改善活动才能有热情，才能持久坚持改善活动。

改善无止境。本书仅仅是作者实践工业工程改善方法的点点体会，是工业工程改善方法应用的一小部分。改善方法本身也是在不断改善之中，学习与应用改善方法的过程，也是改善方法不断完善的过程，因此，我衷心希望读者在学习工业工程改善方法与技巧过程中，看到本书的不足，并能在实践中不断完善这些方法与技巧。

陈志祥（教授 / 博士生导师）

2013年7月23日于中山大学管理学院

自序一

许多年前，看到一篇摘自《IE Solutions》的好文章《31 ways to be a better IE》（见附录1），让我对 IE 这个技术和管理相结合的边缘学科产生了强烈好奇，激发我希望成为更好的 IE 人。当我工作中遇到困难时，我会经常再看看这篇文章。

什么是 IE，怎样做个更好的 IE 呢？这些问题也一直伴随着我，在我过往近 20 年工作生涯中的不同阶段，我本人对其的认识不断演变和积累。随着时光推移，尤其在当下的社会经济形势下，我对这个问题也有了一些自己的见解（见附录2）。

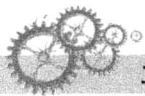
在刚刚接触 IE 工作的第 1—2 年里，整天忙着测量工时、动作研究和制订标准时间，我一度认为 IE 主要就是研究工时和动作。

在随后的第 3—5 年里，更多时间用于根据标准时间设立生产线，计算产能，平衡优化生产线。我意识到 IE 原来更多要计划、设立，并优化生产线。

在接下来的几年里，参与了一些工厂新建项目、价值流和生产布局优化项目，我进一步意识到 IE 还可以完善工厂的整体物流和信息流，并为公司带来巨大的改变。

在第 10 年左右，作为公司的 IE 负责人及精益负责人，我进一步意识到 IE 原来和精益生产都崇尚改善，有许多共同点。IE 更多专注于技术，而精益生产强调系统性、可持续性，并重视文化及人的因素。简而言之，IE 和精益本质上是相似的、互补的，精益是 30% 的技术 + 70% 的管理，而 IE 是 70% 的技术 + 30% 的管理。

在第 15 年前后，作为 IE 负责人，在指导某知名日企大中华区 15 家工厂进行生产力改善中，接触到背景不同的运作水平参差不齐的工厂（民营、德资、



日资、合资)，和近百种产品系列的生产，无数经验教训告诉我，在运用 IE 和精益当中，根据具体问题对症下药非常重要，“do the right thing right”。

在最近一年，因为工作的原因，我更多的是协助和督导某美资企业的供应商工厂做精益改善，进一步体会到许多世界领先的企业对 IE 和精益的应用正在经历或已经完成了时空两个超越：空间上，超越了公司自身的现场，而延伸到供应链上下游及公司的非生产领域；时间上，超越了量产阶段，而上溯至产品研发和导入阶段。

回顾过去不同时期的理解，深刻体会到 IE 的应用确实可以无处不在：

1 米焦距视野下（单个工位）——方法研究和时间研究；

10 米焦距视野下（生产线）——生产线设立、平衡和优化；

100 米焦距视野下（车间）——布局改善和产能提升；

1000 米焦距视野下（工厂）——价值流和系统改善；

10000 米焦距视野下（供应链）——供应链及公司非生产领域的改善。

所以我认为 IE 的较高境界是：能在工作中谨记理念（Pilosophy）、流程（Process）、员工（People）/ 事业伙伴（Partner）、解决问题（Problem Solving）这 4P，能够不断伸缩变换时空两个维度的镜头（空间距离维度——从 1 米局部细致研究到 10000 米高空鸟瞰全局，时间维度——从产品研发导入阶段到量产阶段），从发现问题到对症下药最终解决问题，致力于将持续改善和不断学习演变为企业 DNA 的组成部分。

在这么多年的 IE 实践中，要感谢我的老上司周耀宗总经理和陆志辉总裁，是他们将我引入这条 IE 探索和实践之路，并不断激励我，教导我。还要感谢我以前的同事和朋友，每当看到书中的改善案例就能想起大家一起努力奋战的艰辛和收获成果的喜悦。同时要感谢我 MBA 的导师陈志祥教授，在百忙之中抽出时间给此书写序并对本书给出很多宝贵建议。最后要感谢我的父母、妻子和女儿，他们是我写作的动力源泉，给我无微不至的关心和鼓励，我终于可以有更多时间陪伴他们。

李江栋

2013 年 4 月 19 日于广州

自序二

工业工程是现代企业管理体系的重要组成部分，它是决定一个国家工业效率的基础学科。放眼世界，举凡工业发达之强国，无一不是工业工程研究和发 展发达之国度。譬如美国，上世纪初亨利·福特创建了福特生产模式，第一次大规模将动作研究和时间分析应用到工厂，并极大提高了生产率，从而使汽车成为家家可以买得起的生活必需品。再譬如日本丰田公司，师从福特，但是“青出于蓝而胜于蓝”，自己摸索出一套丰田生产模式，最终使日本汽车工业在美国本土打败美国汽车公司。

现今，中国是制造业大国，但不是制造业强国。究其原因，我们的工业企业在研发和管理上的整体水平都比较落后，只在规模和数量上占优势。中国的大学从上世纪 90 年代初，由三所大学试办工业工程专业，继而风靡全国高校，时至今日逾百所大学已开办工业工程专业，学生所学课程基本都从国外引入。20 年前，中国的企业中设立工业工程部可谓凤毛麟角，到如今已成燎原之势，越来越多企业都设立工业工程部或者小组，但其工作职责基本上都是负责一些传统狭义的 IE 工作，如制订工时、排拉和作业标准化等。

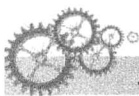
中国作为全球制造业大国，有百万企业实体和上亿从业人员，完全有条件并可在外国人创立的生产模式和管理方法基础上，自行摸索出一套有中国特色的行之有效的生产管理模式。然而，创造出一套全新生产管理方式绝非易事，有可能需要几代人的努力。笔者希望能为后来者做一些铺垫和有益的探索。希望不久的将来，有更多有志之士加入到这个行列，一起来提升“中国制造”的质量和 管理水平，从而最终开启“中国创造”的伟大时代。“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”。

陈志光

2013 年 7 月 24 日于广州

目 录

绪 言	i
推荐序	iii
自序一	vii
自序二	ix
第一章 IE 体系	1
• 1.1 工业工程的定义和体系	2
• 1.2 基础 IE	4
• 1.3 系统 IE	16
1.3.1 信息技术 (IT)	17
1.3.2 流程改善	21
• 1.4 精益生产	25
1.4.1 精益基础	25
1.4.2 精益之路	28
1.4.3 看板拉动	33
1.4.4 精益指标	50
1.4.5 精益案例	51
第二章 新产品导入阶段	59
• 2.1 作业指导书的制订	60
• 2.2 方法研究和时间研究	72
2.2.1 方法研究和时间研究的框架体系	72
2.2.2 七种常用的方法研究的软件分析	72



2.2.3 PTS 时间研究	80
2.2.4 秒表测时法	87
• 2.3 标准时间	89
2.3.1 标准时间的定义和作用	89
2.3.2 标准时间的计算	90
2.3.3 标准工时的修订	92
• 2.4 产能规划的流程和计算方法	92
• 2.5 生产线配置和布局	99
2.5.1 生产线配置和布局的案例	99
2.5.2 生产线的柔性和快速组合	102
• 2.6 报价和制造成本分析	108
2.6.1 直接人力成本	109
2.6.2 间接人力成本	110
2.6.3 设备折旧	111
2.6.4 设备维护费用	113
2.6.5 厂房设施折旧	113
2.6.6 制造成本的计算	114
第三章 量产阶段	117
• 3.1 5S 和目视管理	118
3.1.1 5S 和目视管理的简介	118
3.1.2 5S 和目视管理的作用	121
3.1.3 推行要领	123
3.1.4 可视化工厂	128
3.1.5 案例	129
• 3.2 TPM	136
3.2.1 简介	136
3.2.2 TPM 的效果和指标	137
• 3.3 OEE 系统的建立	139
3.3.1 OEE 简介	140
3.3.2 OEE 系统的建立	143

3.3.3 OEE 的监控和改善	144
3.3.4 一个基于 RFID 的 OEE 改善案例	146
• 3.4 生产线平衡及案例	151
3.4.1 生产线平衡简介	151
3.4.2 生产线平衡相关概念及计算	153
3.4.3 生产线平衡的实例	159
3.4.4 生产线平衡分析时注意点	166
• 3.5 产能提升措施及案例	169
3.5.1 增加生产线	169
3.5.2 改善瓶颈法	171
3.5.3 布局优化	172
第四章 综合案例	175
• 4.1 印刷线路板生产线的 TLS 改善	177
• 4.2 电容检查的工作研究和改善	193
• 4.3 某电子厂的生产线改善	202
• 4.4 某产品的价值流改善	210
附 录	217

第一章 IE 体系

本章概述

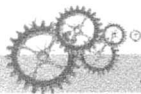
工业工程被誉为划时代的管理技术，管理大师德鲁克评价工业工程“已经被证明是 20 世纪最有效的管理思想”，它被称为企业的管家和医生，它是工程技术、经济管理科学和人文社会科学相结合的边缘学科。工业工程能够对生产系统进行规划、设计、评价、改进和创新。

工业工程在逾百年的发展中，不断吸收新的内容，不断完善自己的知识方法体系。了解了工业工程发展的百年历史，我们就更能了解为什么工业工程能够成为那个“被选择”的学科推动生产力和人类社会飞速发展，因为它能将其他孤立的学科结合起来，不断发展，与时俱进，从而降低运作成本，提高运作质量和生产率。

工业工程知识方法体系可分为基础工业工程和系统工业工程。基础工业工程侧重于对生产现场中人、机和流程的研究，通过这些方法的运用，生产因素被量化为具体的时间、速度、距离等数据。有了这些数据，才能分析现状，寻找与标准或理想状态的差距，研究并找到更优化的运营方法。系统工业工程更侧重于应用信息技术、系统科学等新的管理方法和理念，对整个运营系统进行研究和改善。当代最优秀的流程改善的系统方法有精益生产、六西格玛和约束管理。

精益生产专注于消除浪费从而提升速度，六西格玛专注于消除变异从而改善质量，约束管理专注于消除瓶颈从而提升有效产出。三者并不冲突，有机会相互结合应用到运作体系的改善。

当今有许多企业仍处于初级阶段，现场物流信息流仍然混乱，基础数据收集系统还未建立，精益生产是最适合的改善方法。



精益生产是一种“充分激励授权雇员和系统消除浪费”的流程改善体系。精益生产方式认为，凡是超出增加产品价值所需的绝对最少的物料、机器和人力资源、场地、时间等各种资源的部分，都是浪费；只有雇员被充分激励授权，这些改善才可持续。

1.1 工业工程的定义和体系

工业工程定义：

工业工程被誉为划时代的管理技术，它极大地促进了世界经济的发展。

管理大师德鲁克评价工业工程“已经被证明是 20 世纪最有效的管理思想，是被世界所接受并产生巨大影响的唯一的美国本土思想。当其一被采纳，生产力就能得到提升，工人的收益增加同时工作时间和工作疲劳减少。它可将生产力提升数以百倍计”。

那么，工业工程到底是什么，竟然有如此大的重要性呢？

苏联工业体系认为“工业工程就是生产组织”，因为工业工程以生产系统为其研究对象。

当代头号 EMS 公司富士康的舵手郭台铭称“模具是工业之母，工业工程是工业之父”，因为模具像母亲一样赋予工业以肉身，而工业工程像父亲一样撑起工业成长所需的广阔外部空间。

也有人称“工业工程就是企业的管家”，因为企业的大小事物都离不开工业工程的打理，IE 不拥有资源所有权，但拥有支配权。

还有人称“工业工程 IE 是改善工程（Improvement Engineering）”，因为 IE 崇尚通过工作研究发现问题，然后应用一些 IE 手法进行改善。

更有人称“工业工程是企业的医生”，因为如果把企业比作一个人，企业的各个部门和生产单元相当于人体的器官，企业的物流、信息流和现金流相当于人体血液循环、淋巴循环等内循环，而工业工程就是要促进全身器官经脉疏通，消除臃肿滞郁，保证气血循环通畅，协调全身健康和谐。

最具权威性的美国工业工程师学会（AIIE）对工业工程做出了如下的定义：

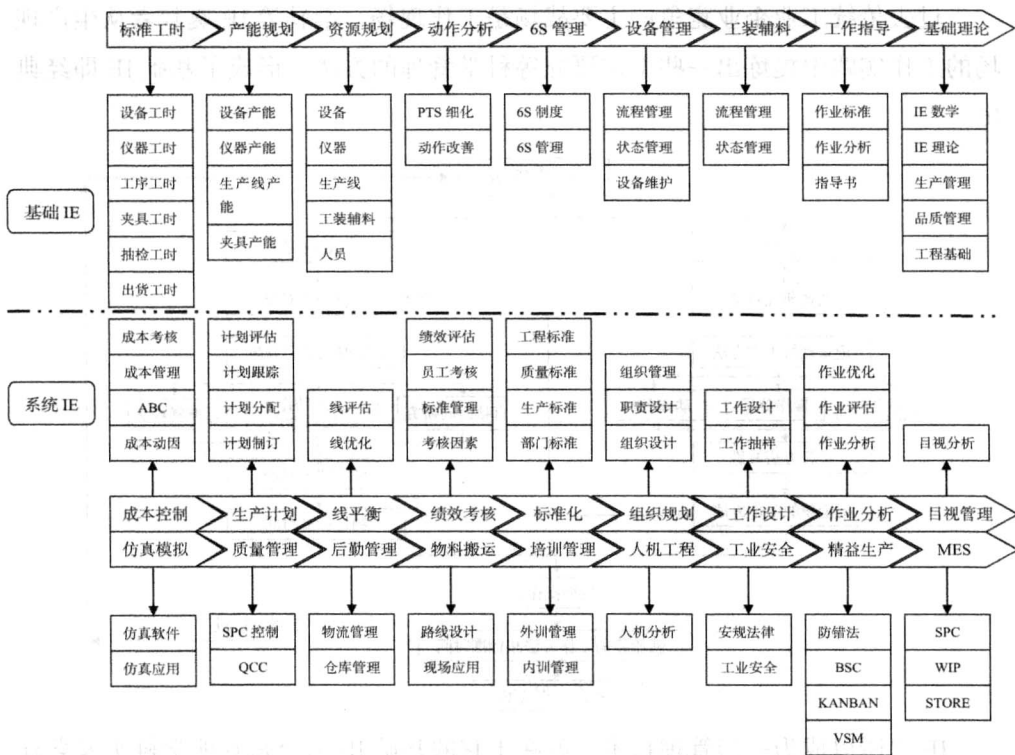
工业工程是对人员、物料、设备所组成的集成系统进行设计、改善和设置的

一门学科。它综合运用数学、物理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、方法，对该系统所取得的成果进行确定、预测和评价。

工业工程有以下 4 个特点：

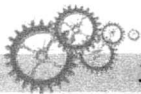
- IE 的核心是降低成本，提高质量和生产率；
- IE 是综合性的应用知识体系和系统优化技术；
- IE 注重人的因素；
- IE 面向从微观向宏观的，尤其是肉眼看得见的事物的管理。

工业工程体系：



IE 能够对生产系统进行规划、设计、评价、改进和创新，使生产系统投入的要素得到有效利用，从而达到降低成本、保证质量和安全、提高生产率的最佳效益。

工业工程在逾百年的发展过程中，不断吸收新的内容，不断完善自己的知识方法体系。其知识方法体系可分为基础 IE 和系统 IE。基础 IE 侧重于对生产现场

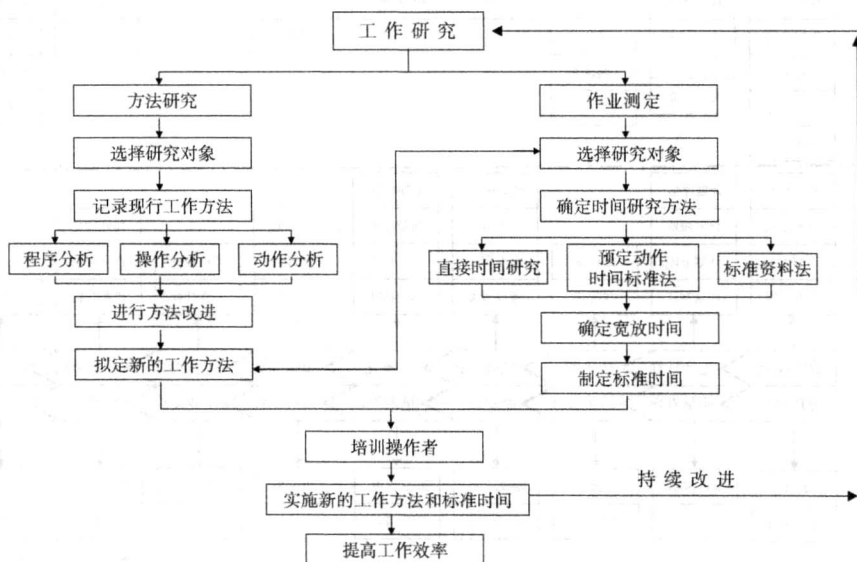


中某人、机和流程的研究，系统 IE 更侧重于对生产整个系统的研究。但它们有共同的目的，那就是它们要找到更优化的运营方法。

相应的，在 IE 的实践中，IE 工作可大体分为基础 IE 和系统 IE 两类。基础 IE 主要应用基础工业工程的方法，规划产能，维持正常生产，并通过作业研究，不断达到微观的优化。系统 IE 主要应用信息技术和精益等系统改善方法，对整个公司业务流程及企业文化等宏观方面进行规划改进。

1.2 基础 IE

过去传统工业企业竞争的主要战场是工作现场。泰勒等 IE 奠基者从生产现场的工作实践中提炼出一些工作研究等科学管理的方法，形成了基础 IE 即经典 IE。



IE 之所以成为一门管理技术，就在于它的基础 IE 部分是其他学科所未尝有的，对于工业革命初期人力密集的生产有着巨大的推动作用。随着工业自动化的发展，似乎基础 IE 的重要性有所减弱，但众多实践证明，基础 IE 是基础，只有厚积才能薄发。

基础 IE 的核心就是工作研究，通过这些方法的运用，生产因素被量化为具体的时间、速度、距离等数据。有了这些数据，才能分析现状，研究并找到更