

现代工业工程(IE)技术 上海公开课

工业工程（IE）概论

◆ 生产运作

制造过程(也称为生产过程)是将制造资源（原材料、劳动力、能源等，也称为生产要素）转变为有形财富或产品的过程。

◆ 生产运作管理

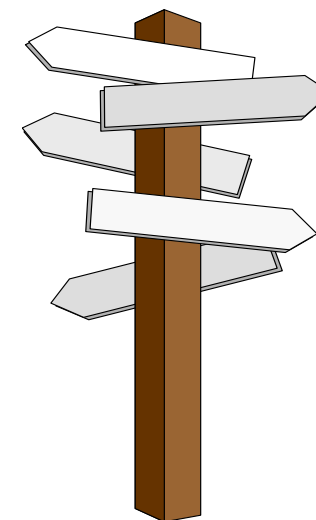
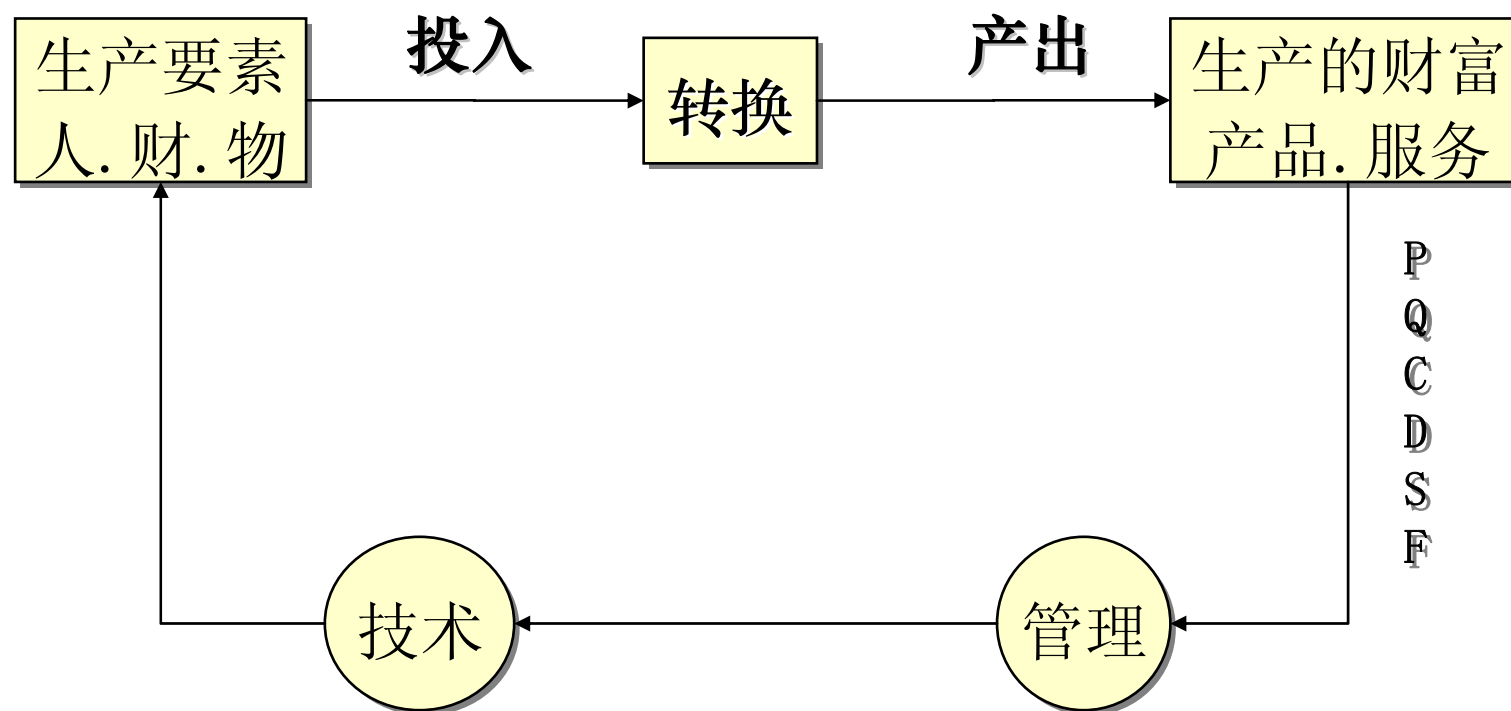
What ?	产品与质量战略
Where ?	厂址与现场布局
When & Who ?	生产计划与排程
How ?	工作方法与运作流程

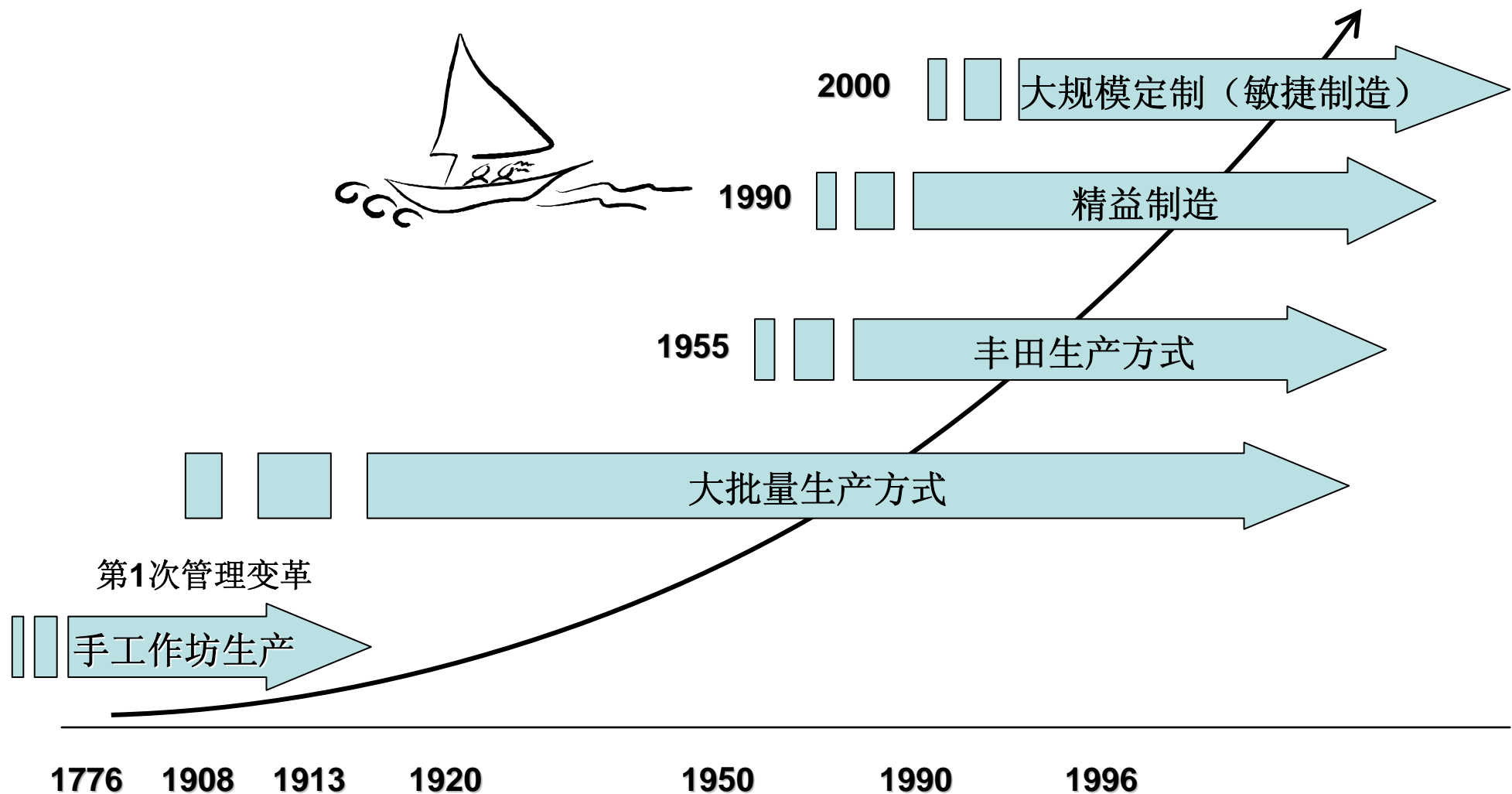
◆ 生产运作与管理的目标

- | | |
|--------------|----|
| —Quality | 质量 |
| —Cost | 成本 |
| —Delivery | 交货 |
| —Service | 服务 |
| —Flexibility | 柔性 |



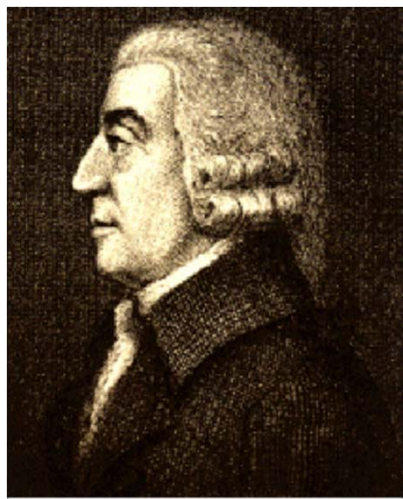
◆ 生产运作与管理系统





《国民财富的性质和原因的研究》

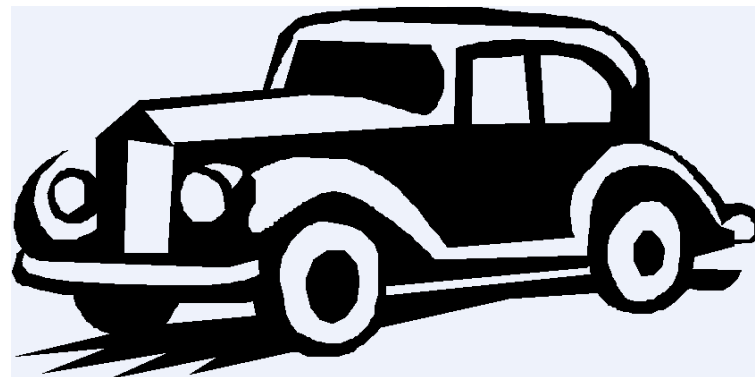
An Inquiry into the nature and causes of the wealth on nations



- ◆ 扣针制造业是极微小的了，但它的分工往往唤起人们的注意……
- ◆ 做针需要几道工序：头一个人把铁丝拉长，另一个把它拉直，第三个把它切断，第四个把它削尖，第五个把针的另一头磨光，以备安装针头。单是制针头就需要三道工序，把针头安上是另一项专门的工作，使之光洁是另一专门工作，甚至把针别在纸上也是一项单独的工作。
- ◆ 我曾看到一个经营这种业务的小厂，只雇用10个人，因此其中有些是一个人承担两三道工序。虽然他们很苦，只备有一些必要的机器，但是全力工作时，一天可以制成12磅针，一磅约有中号大小的针4000根以上。因此，这10个人一天可以制针4.8万根以上。如果他们不协作，独自地进行制造，则每个人制成的针肯定不会超过20根，甚至1根也完不成。

大批量生产模式（流水线）

1913年，美国福特汽车公司开始试验用流水线大批量生产T型车，一年间生产了19000辆，使当时有名的福特T型车售价从950美元（1913年）降为360美元（1916年），其它汽车公司相继采用福特的标准化流水线，大量生产的廉价汽车逐渐成为大众的交通工具，这一事件确定了零件标准化的大规模生产是增进社会经济福利的主要途径。



Henry Ford
——流水式大批量生产方式

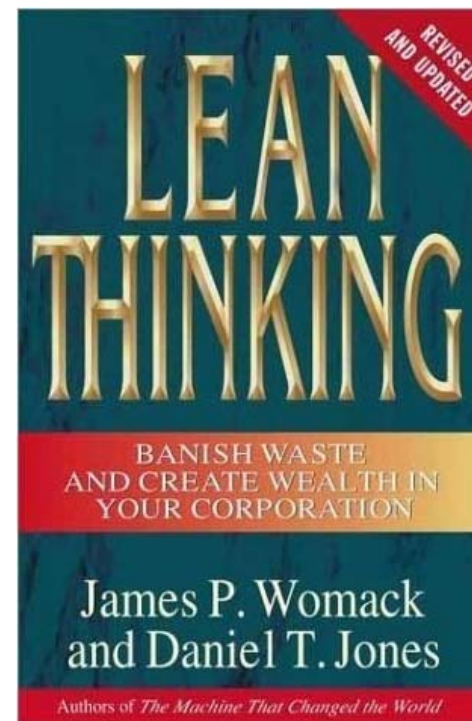
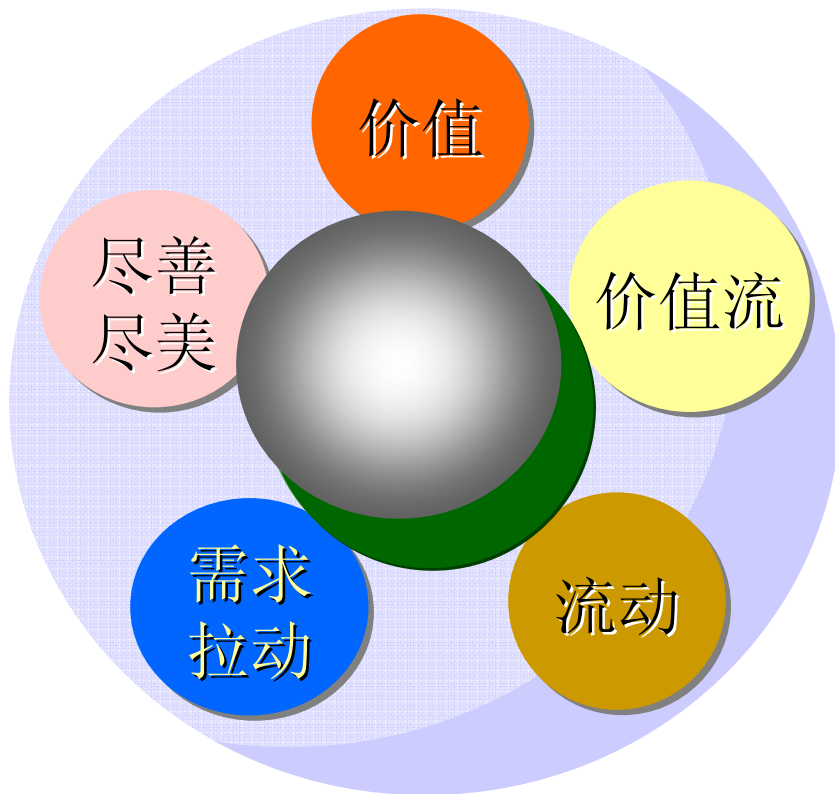
丰田生产模式

(TPS)
精益生产方式的原则同样可以用于全世界每一种行业，向精益生产方式转变将对人类社会产生深远的影响，也就是说这一转变将真正地改变世界。

精益生产方式必将在工业的各个领域取代大量生产方式与残存的单件生产方式，成为20世纪的标准的全球生产体系，世界将变得大不一样，并将变得更加美好。



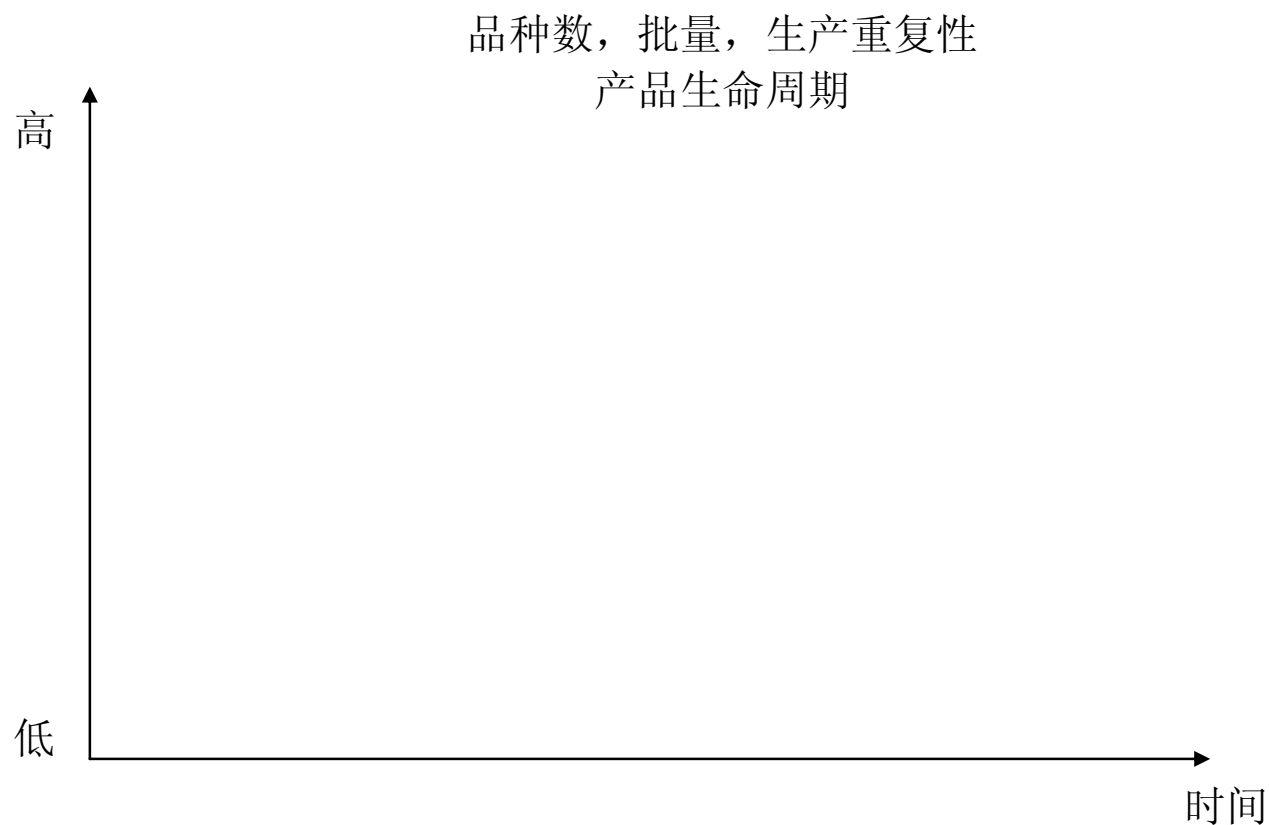
精益思想 (Lean Thinking)



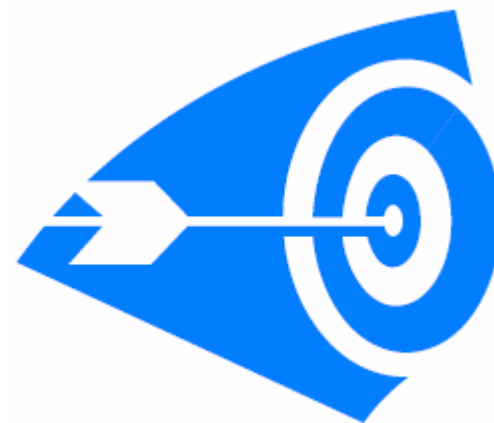
生产方式的变革:美泰儿芭比娃娃



产品生命周期，品种数，批量，生产重复性随时间推移的变化趋势。



- 最佳作业方法的问题
- 最佳作业方法的标准化的劳动定额问题
- 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
- 工作设计问题
- 现场管理问题



- 美国值得向全世界夸耀的东西就是**IE**，美国之所以打胜第一次世界大战，又有打胜第二次世界的力量，就是美国有**IE**。

TPS创始人**大野耐一**

二十世纪初起源于美国

“工业工程之父”----泰勒

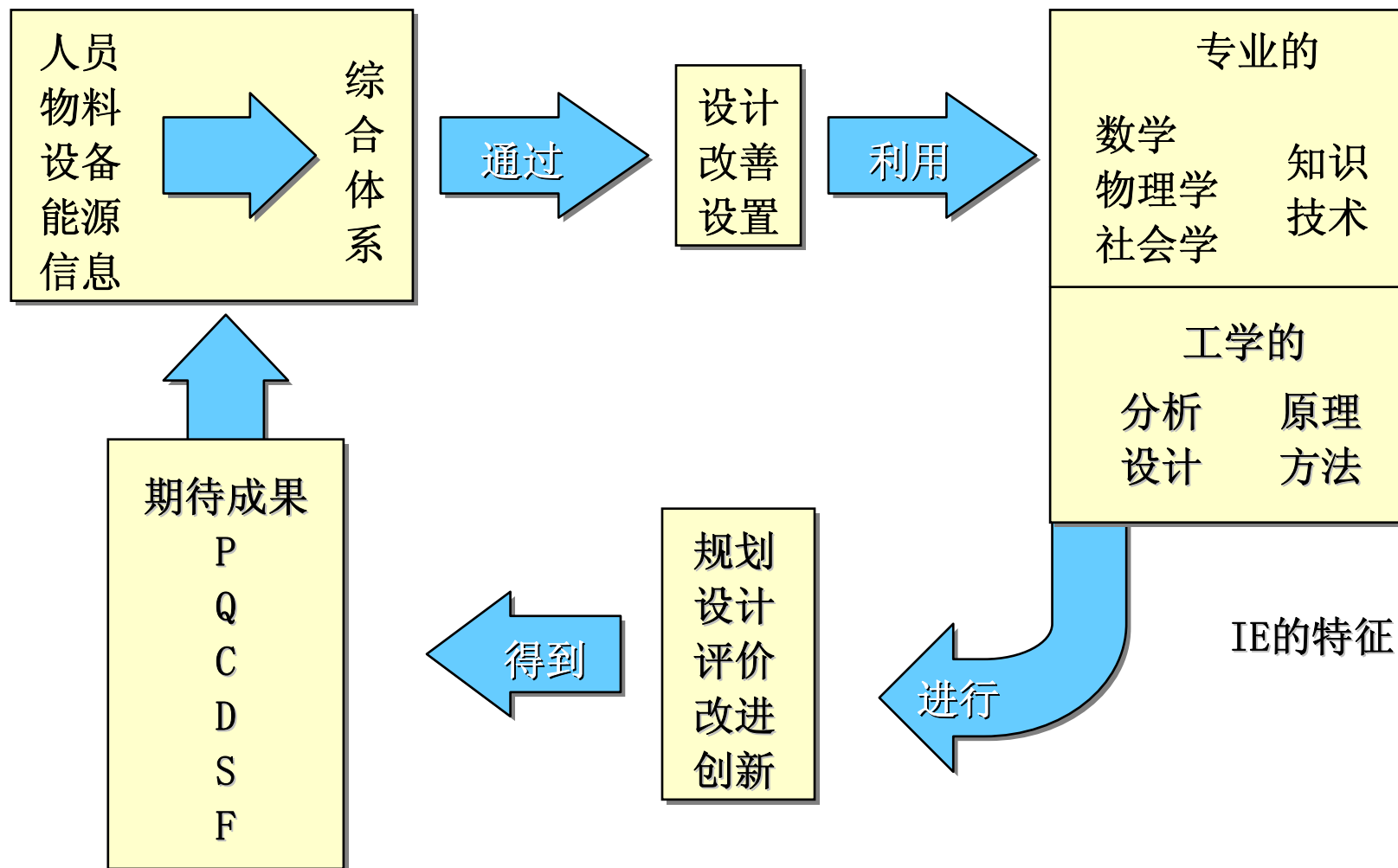


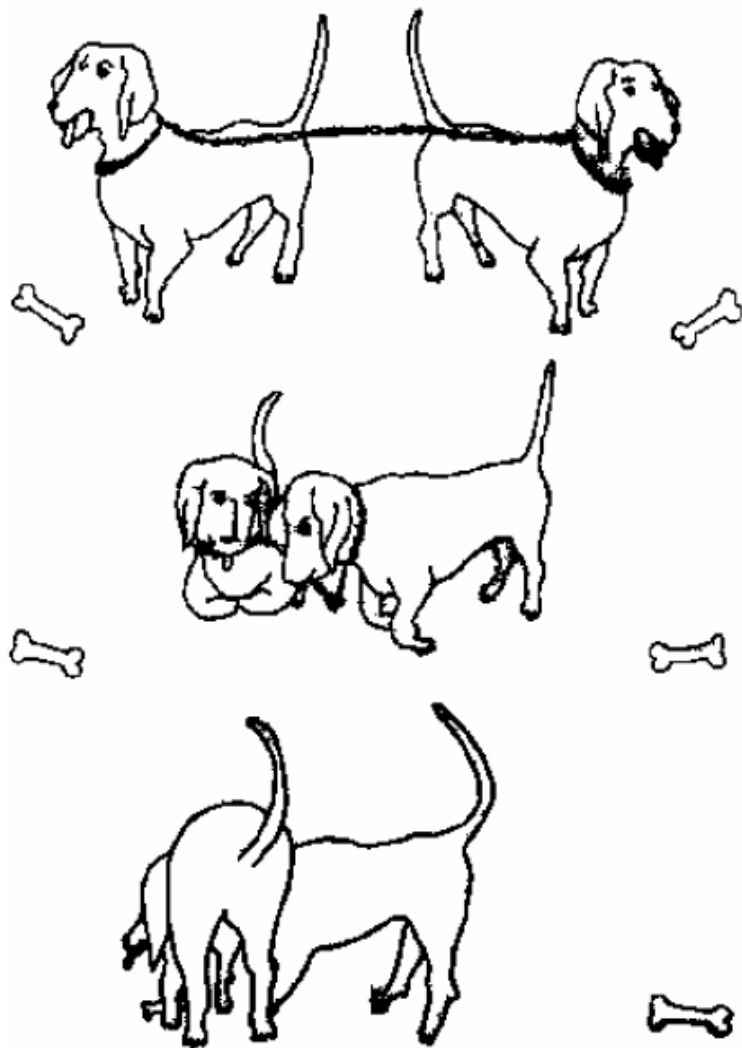
“工业工程奠基人----吉尔布雷兹”

◆ IE—Industrial Engineering

The branch of engineering concerned with the design, improvement, and installation of integrated systems of people, material, information, equipment, and energy. It draws upon specialized knowledge and skills in the mathematical, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems.

—— 美国工业工程师协会 (AIIE), 1955



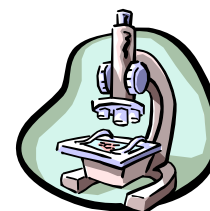


**There is always
a better way!!**

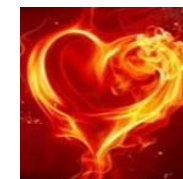
和 意识

- 问题和改革意识
- 工作简化和标准化意识
- 全局和整体化意识
- 以人为本的意识

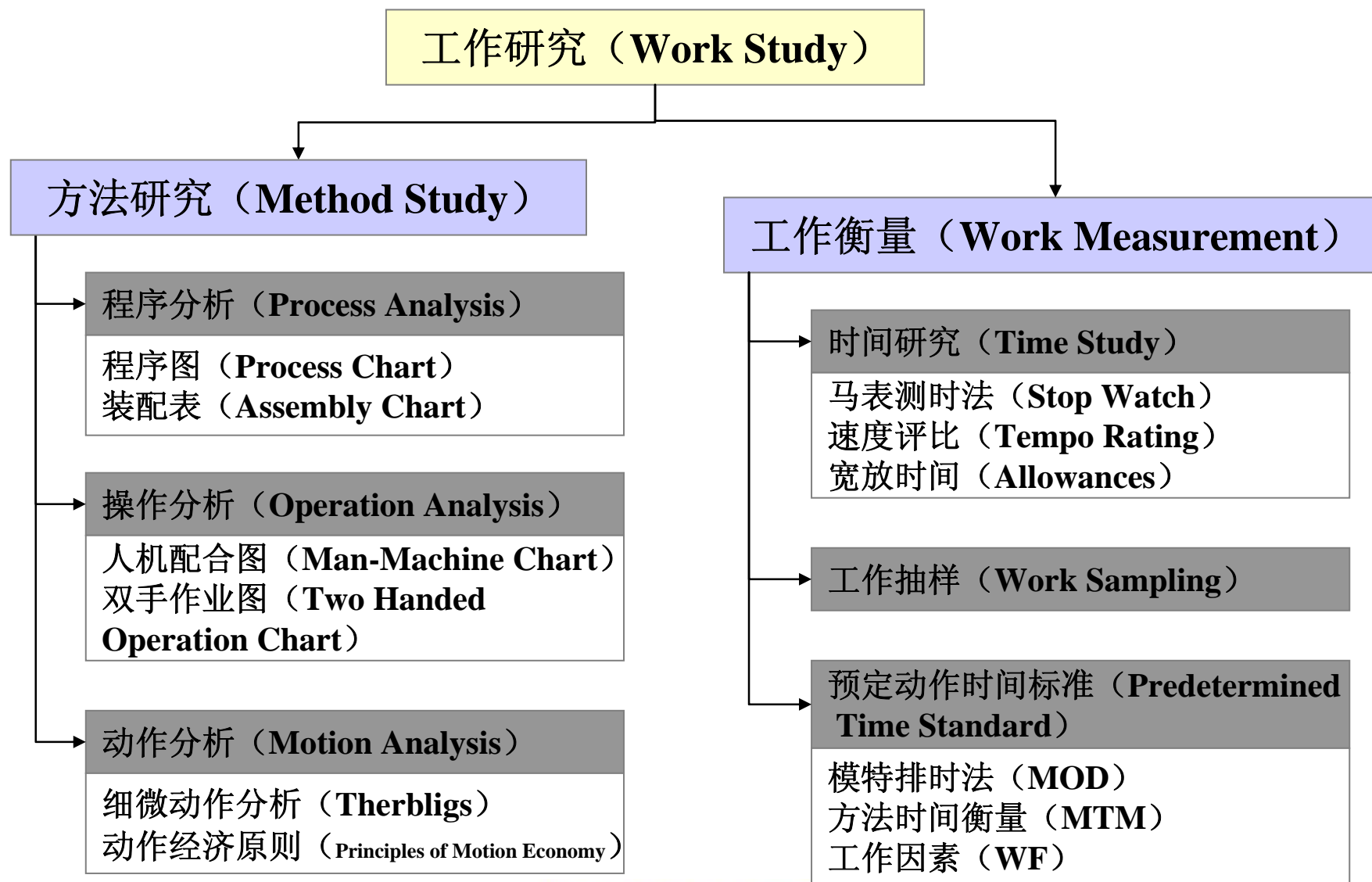
IE三个镜



IE三练



项目	领域	使用率	排序
方法研究		90 %	1
	作业分析	83 %	4
	动作研究	66 %	5
	物流	53 %	10
	生产计划	45 %	13
	标准化	60 %	7
作业测定		85 %	3
	PTS法	65 %	6
工厂设备及设计		85 %	2
	设备购买及更新	52 %	11
工资支付	激励	60 %	9
	职务评价	52 %	12
管理	工程管理	37 %	14
	成本管理	60 %	8



IE效率提升方向及改善策略

IE分析问题的出发点:

- ✓ 五五提问法
- ✓ 6M

效率改善的基本原则:

- ✓ 消除浪费
- ✓ ABCDEF
- ✓ 3S
- ✓ ECRS
- ✓ 瓶颈管理

分析问题的出发点：五五提问法

寻求因素的：5W2H

类型	5W2H		说 明	对 策
主题	What	做什么？	要做的是什麼？该项任务能取消吗？	取消不必要的任务
目的	Why	为何做？	为什么这项任务任务是必须的？澄清目的	
位置	Where	何处做？	在哪儿做这项工作？必须在那儿做吗？	改变顺序或组合
顺序	When	何时做？	什么时候是做这项工作的最佳时间？ 必须在那个时间做吗？	
人员	Who	何人做？	谁来做这项工作？应该让别人做吗？ 为什么是我做这项工作？	
方法	How to	如何做？	如何做这项工作？这是最好的方法吗？ 还有其它方法吗？	简化任务
成本	How much	花费多少？	现在的花费是多少？改进后将花费多少？	选择一种改进方法

寻求根因的：5Why

? WHY: 为什么机器停了？

因为负荷过大，保险丝断了。

? ? WHY: 为什么会负荷过大？ ?

因为轴承部分不够润滑。

? ? ? WHY: 为什么不够润滑？ ? ?

因为润滑油泵吸不上油。

? ? ? ? WHY: 为什么吸不上油？ ? ? ? ?

油嘴磨损，松动了。

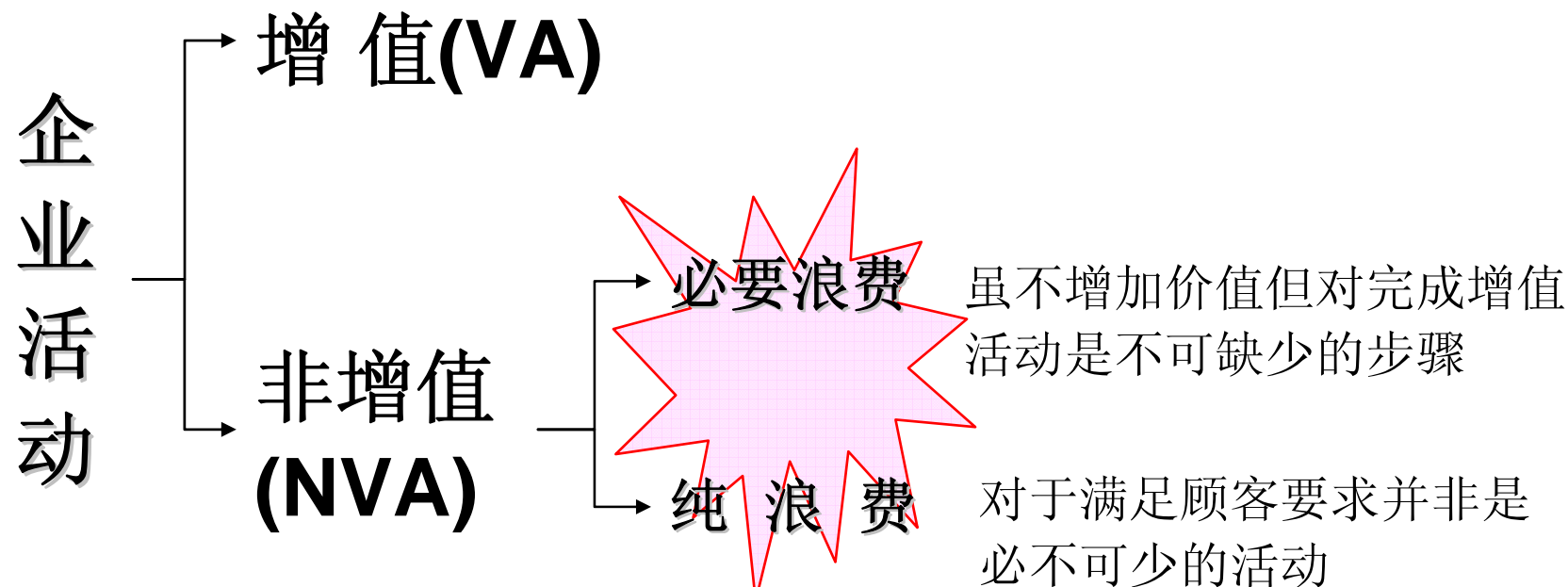
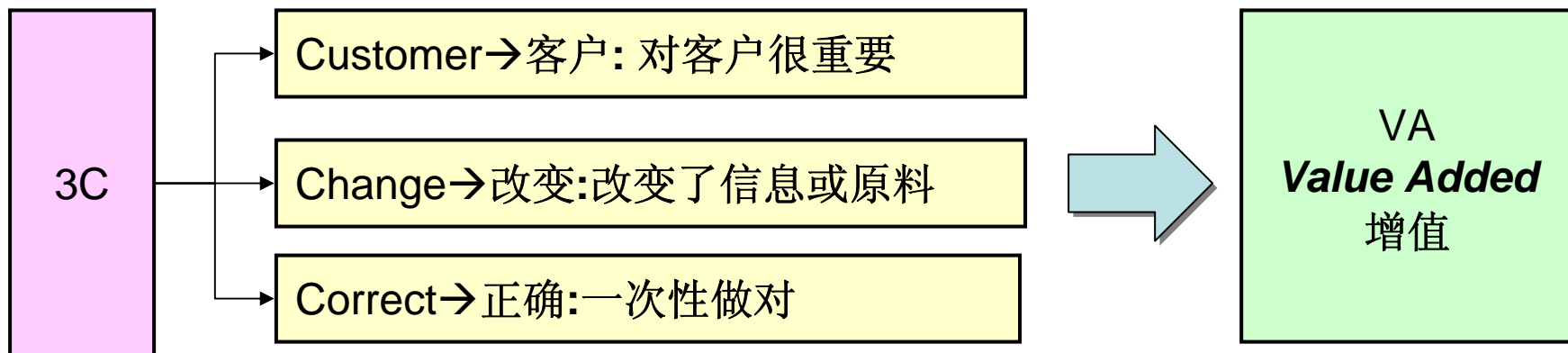
? ? ? ? ? WHY: 为什么磨损了？ ? ? ? ? ?

因为没有安装过滤器，粉屑进去了。

生产要素：6M 人机物法环测

‘M’	产品开发和工厂	管理流程	销售和服务
人	<ul style="list-style-type: none"> • 设计工程师 • 工厂技术员 	<ul style="list-style-type: none"> • 会计 • 生产计划员 	<ul style="list-style-type: none"> • 销售人员 • 服务代表
机器	<ul style="list-style-type: none"> • 智力 • CAD 系统 • 工具和设备 	<ul style="list-style-type: none"> • 台帐、计算器 • 计算机 	<ul style="list-style-type: none"> • 客户计划 • 诊断软件
原料	<ul style="list-style-type: none"> • 图纸 • 零件 	<ul style="list-style-type: none"> • 数据、财务报告 • MRP/MPS 	<ul style="list-style-type: none"> • Gantt 图 • 服务手册
方法	<ul style="list-style-type: none"> • IPDS • 工作指令 	<ul style="list-style-type: none"> • 台帐 • 具备的生产能力和部件 	<ul style="list-style-type: none"> • 每日或每周输入 • 流畅的或批量
测量	<ul style="list-style-type: none"> • 阶段标志 • 流程输出、质量 	<ul style="list-style-type: none"> • 遵守预算 • 按系统日期生成工作定单 	<ul style="list-style-type: none"> • 采购订单 • 交货表 • 中标率
环境	<ul style="list-style-type: none"> • 噪音 • 温度、湿度 	<ul style="list-style-type: none"> • 及时的数据 • 不可预见的延误 	

效率改善的基本原则：消除浪费



IE=Rationalization, Optimization

合理化，最佳化的办法

Accurate 要准确

Doable 可行的

Better 更好

Easier 更容易

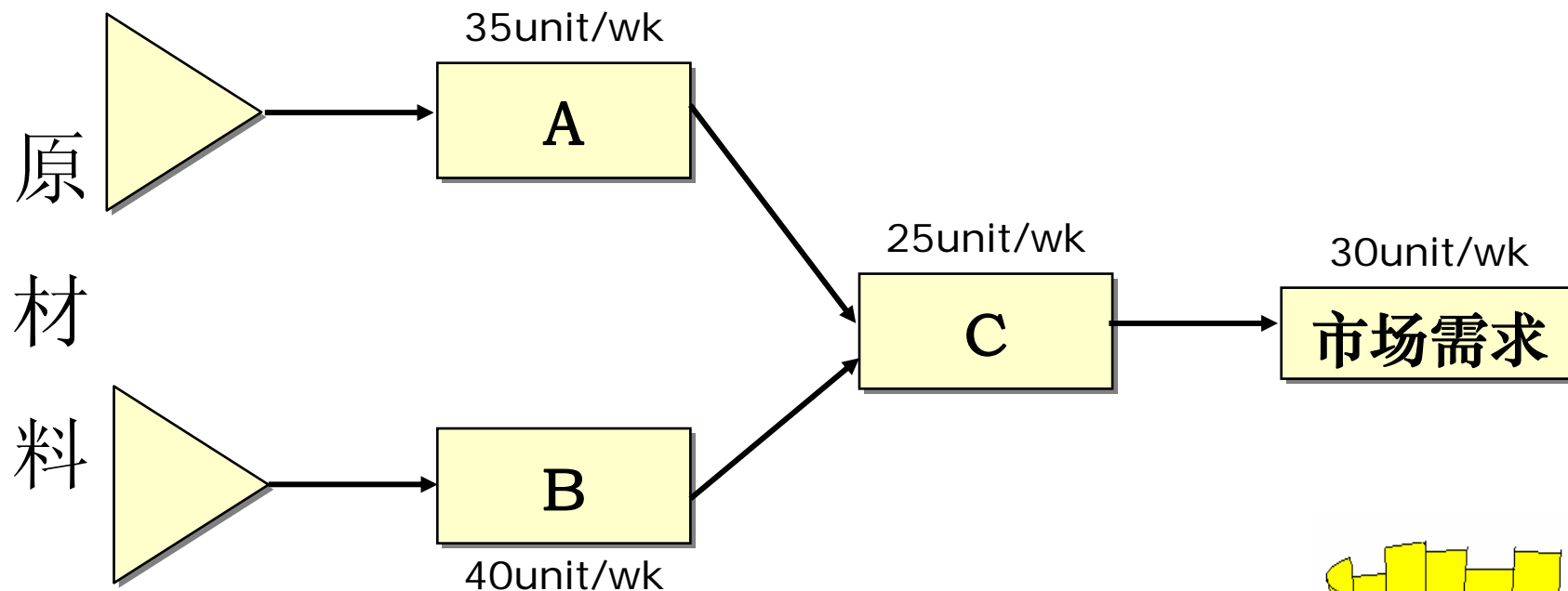
Cheaper 更省钱

Faster 更快

Simplification 简单化	使构造单纯 使方法简单 使数（量）减少	减少零件件数 使位置的决定单纯化 自动化
Standardization	将方法、手续统一化 将材质、形状范围缩小 将规格、尺寸标准化	规格的统一 传票的统一 作业标准的制定 收集配送时间定时化
Specialization 专业化	将机种、品种专业化 将种类、工作专门化	有盖车、无盖车..... 设备及模等的专业化 职务的专业化（装配、搬运、检查.....）

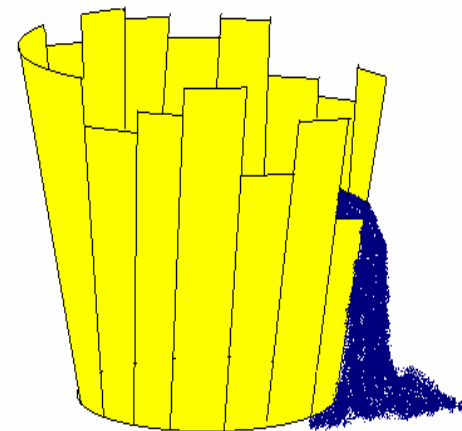
符号	名称	内 容
E	取消 (Eliminate)	在经过了“完成了什么”“是否必要”及“为什么”等问题的提问，而无满意答复者皆非必要，即予取消
C	合并 (Combine)	
R	重排 (Rearrange)	经过取消、合并后，可再根据“何人”“何处”“何时”三提问进行重排，使其能有最佳的顺序，除去重复，使作业更加有序
S	简化 (Simplify)	经过取消、合并、重排后的必要工作，就可考虑能否采用最简单的方法及设备，以节省人力、时间及费用

效率改善的基本原则：瓶颈管理

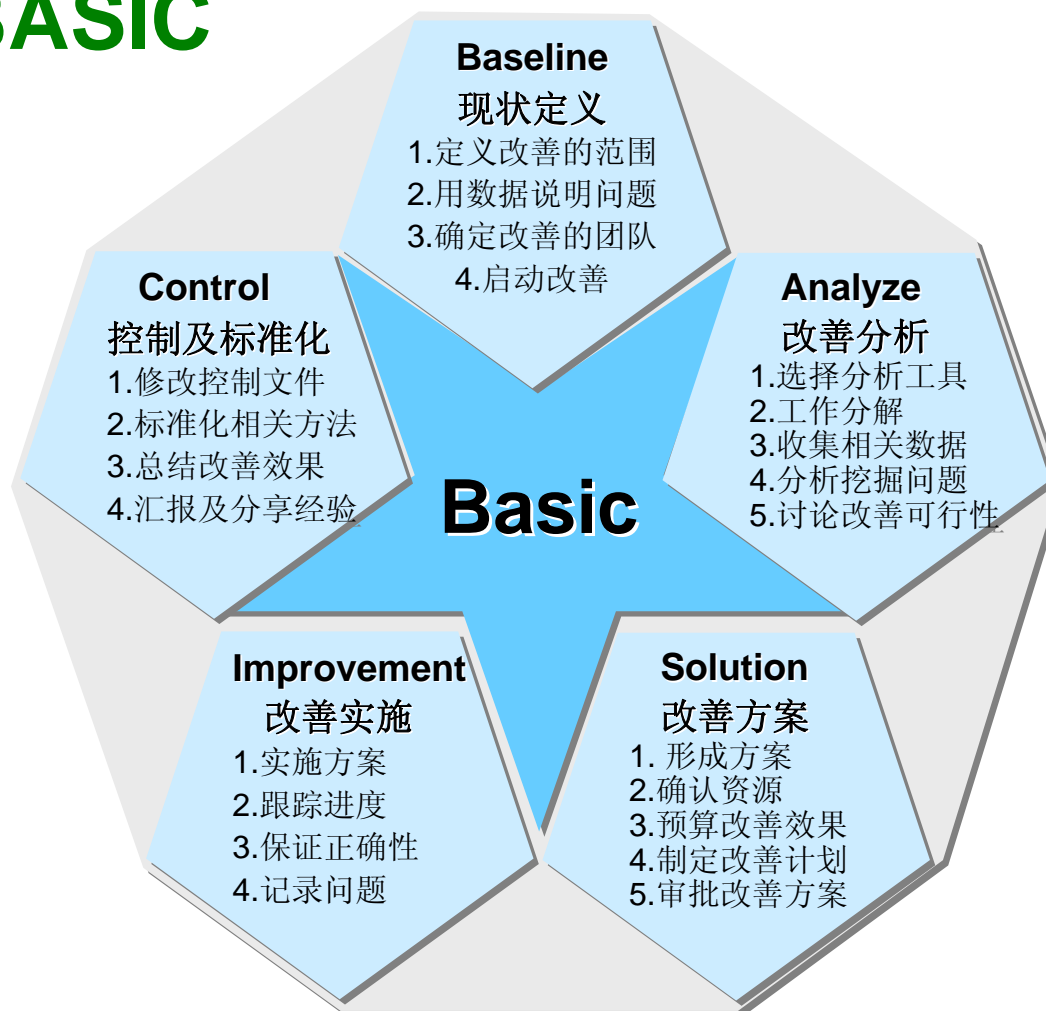


瓶颈管理原则：

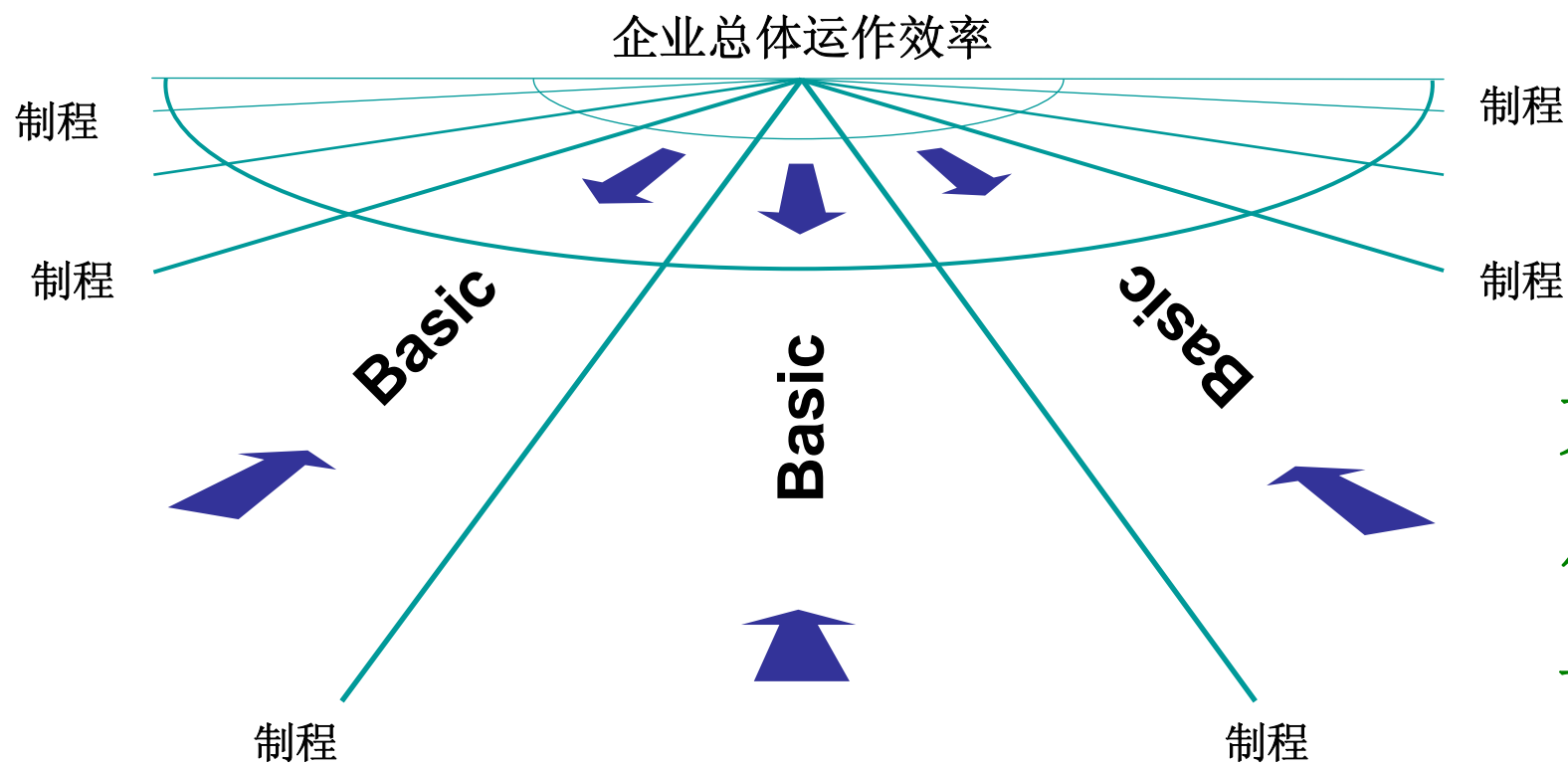
- 平衡物流，而不是生产能力
- 非瓶颈的利用程度不是由其本身决定，而是由系统的瓶颈决定
- 瓶颈上一个小时的损失是整个系统一个小时的损失
- 非瓶颈节省一个小时无益于增加系统产销率



IE效率提升的基本步骤: **BASIC**

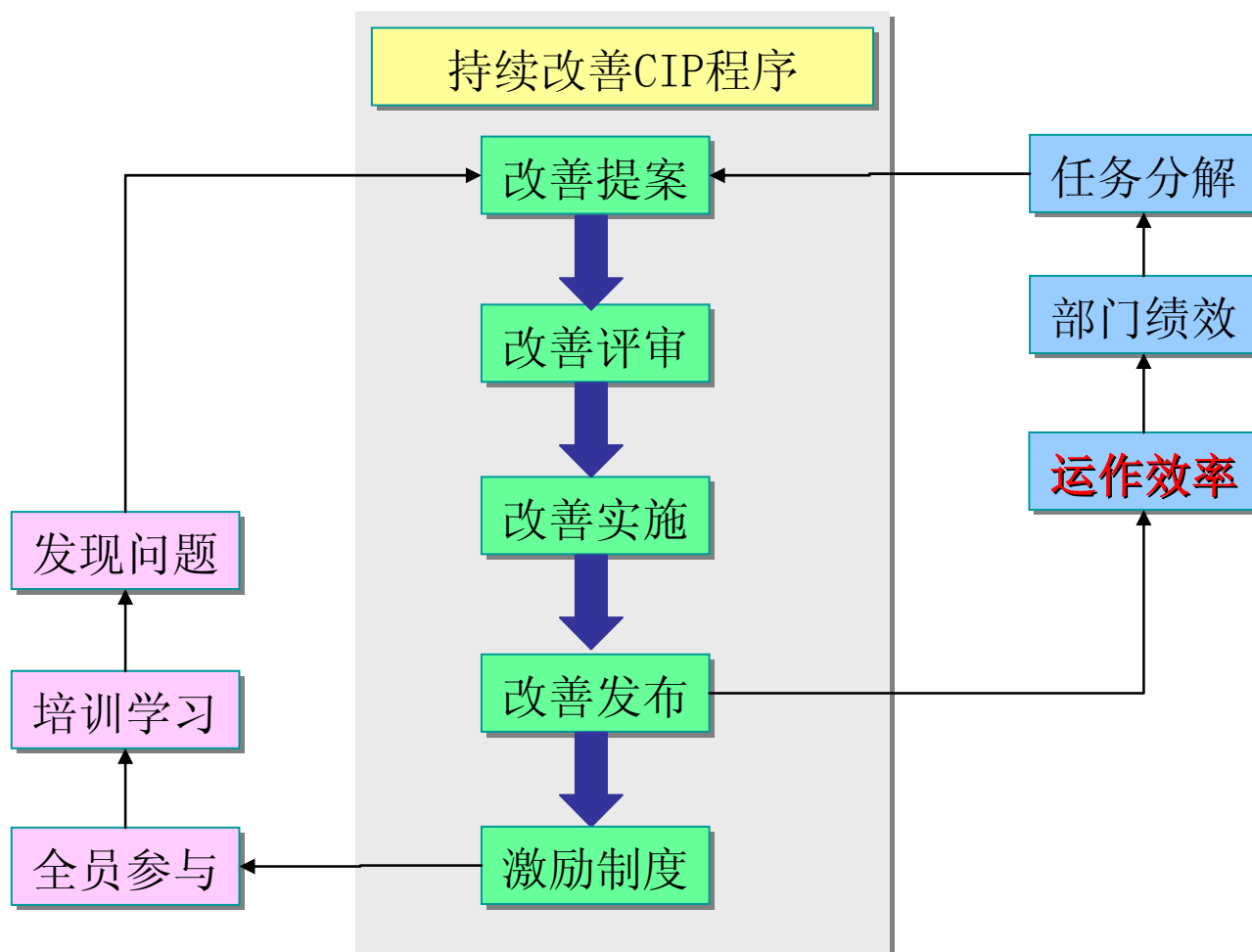


IE效率提升在企业内的系统展开:



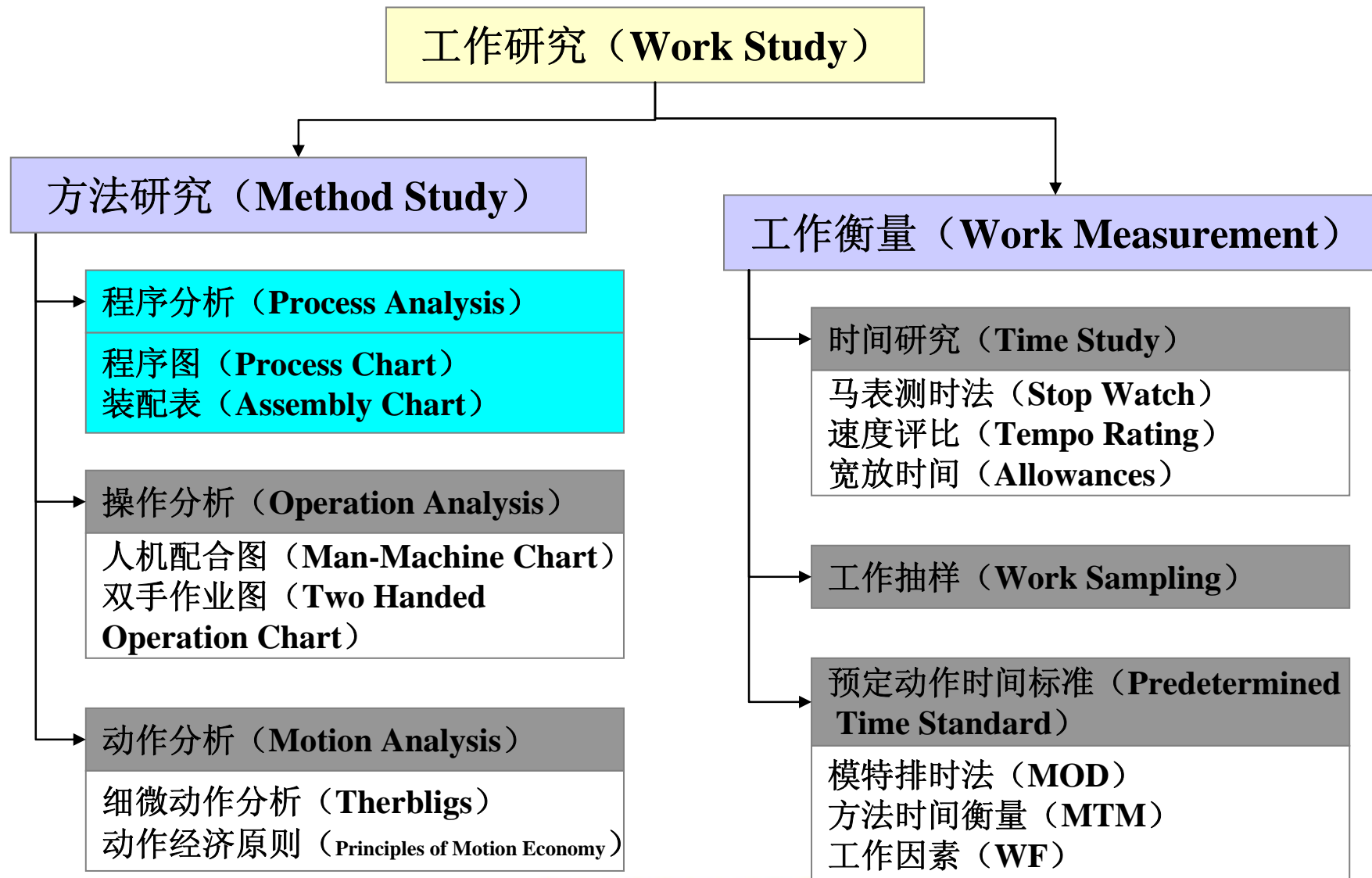
大处着眼
小处着手
专人跟进
持续改善

以持续改善文化主导效率提升:



全员参与
绩效导向
上下同心
积少成多

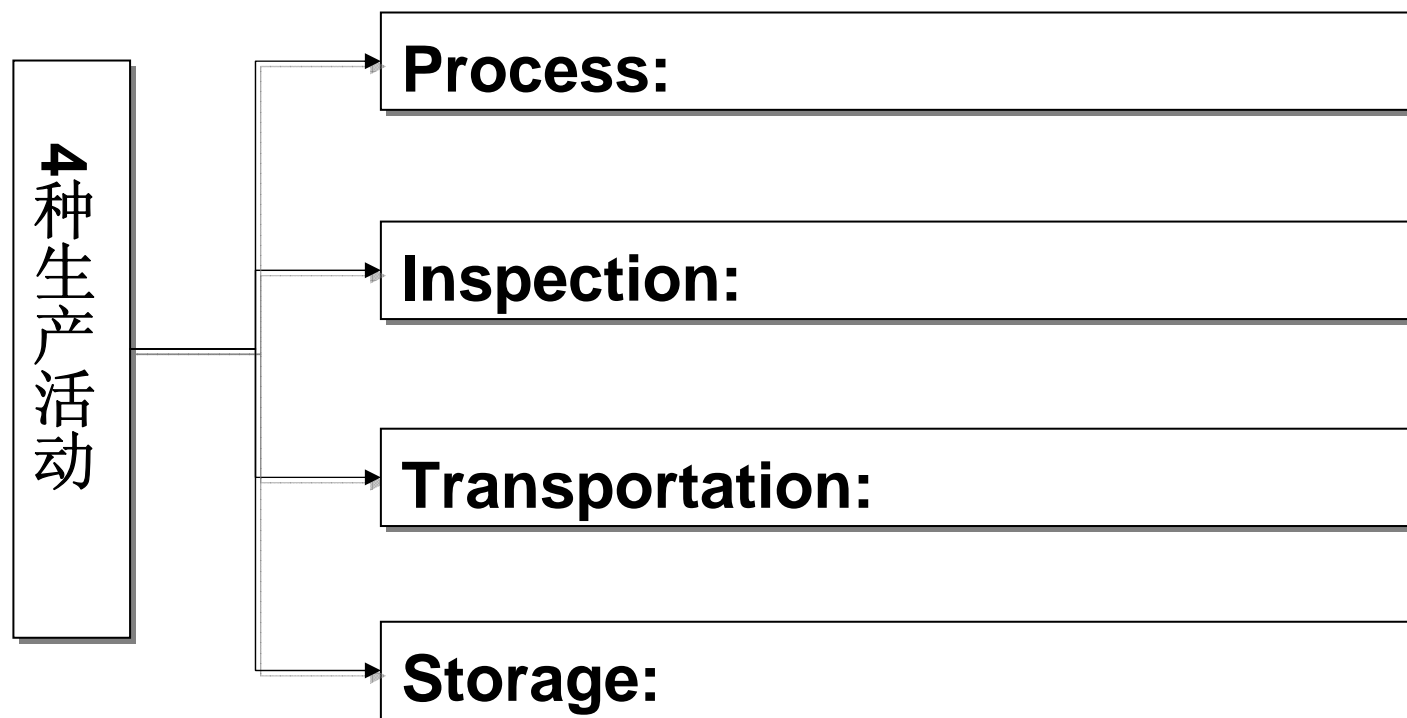
程序分析



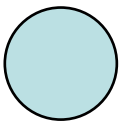
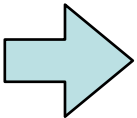


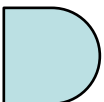
◆ 什么是程序分析

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，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。

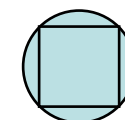
◆ 程序分析中的四大生产活动——TIPS



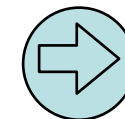
◆ 程序分析常用工序符号

类型	符号	内容
加工		材料、零件或产品的加工过程中发生了外形、规格、性质的变化，或为下一工序进行准备的状态
运输		材料零件或产品在一定状态下维持不变，同时转移位置状态
检验		对材料、零件或产品的品质和数量进行测定，并进行判断的工序，但作业中同时伴有准备与整理的内容
存储		加工过程中意外产生的停顿而造成的暂存或等待
		受控制的贮存

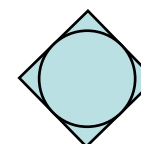
◆ 扩展符号



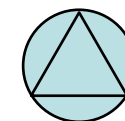
以加工为主，同时进行检验；



以加工为主，同时进行搬运；



以检验为主，兼有加工；



以加工为主，中间有间隔的等待；

站在客户的立场上，只有四种增值的工作：



物料从入厂到出厂，只有不到**10%**的时间是增值的！！！！

◆ 程序分析的方法，原则与改善步骤

• IE分析问题的出发点：

- 五五提问法
- 6M

• 效率改善的基本原则：

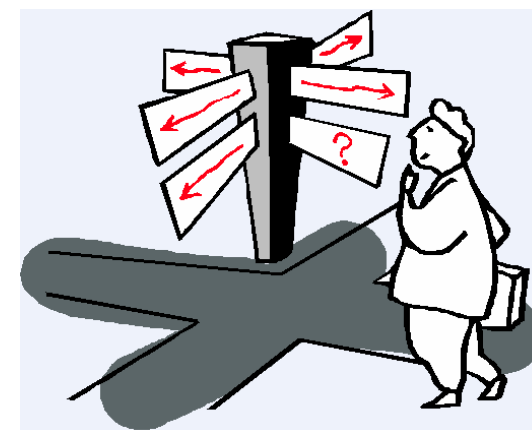
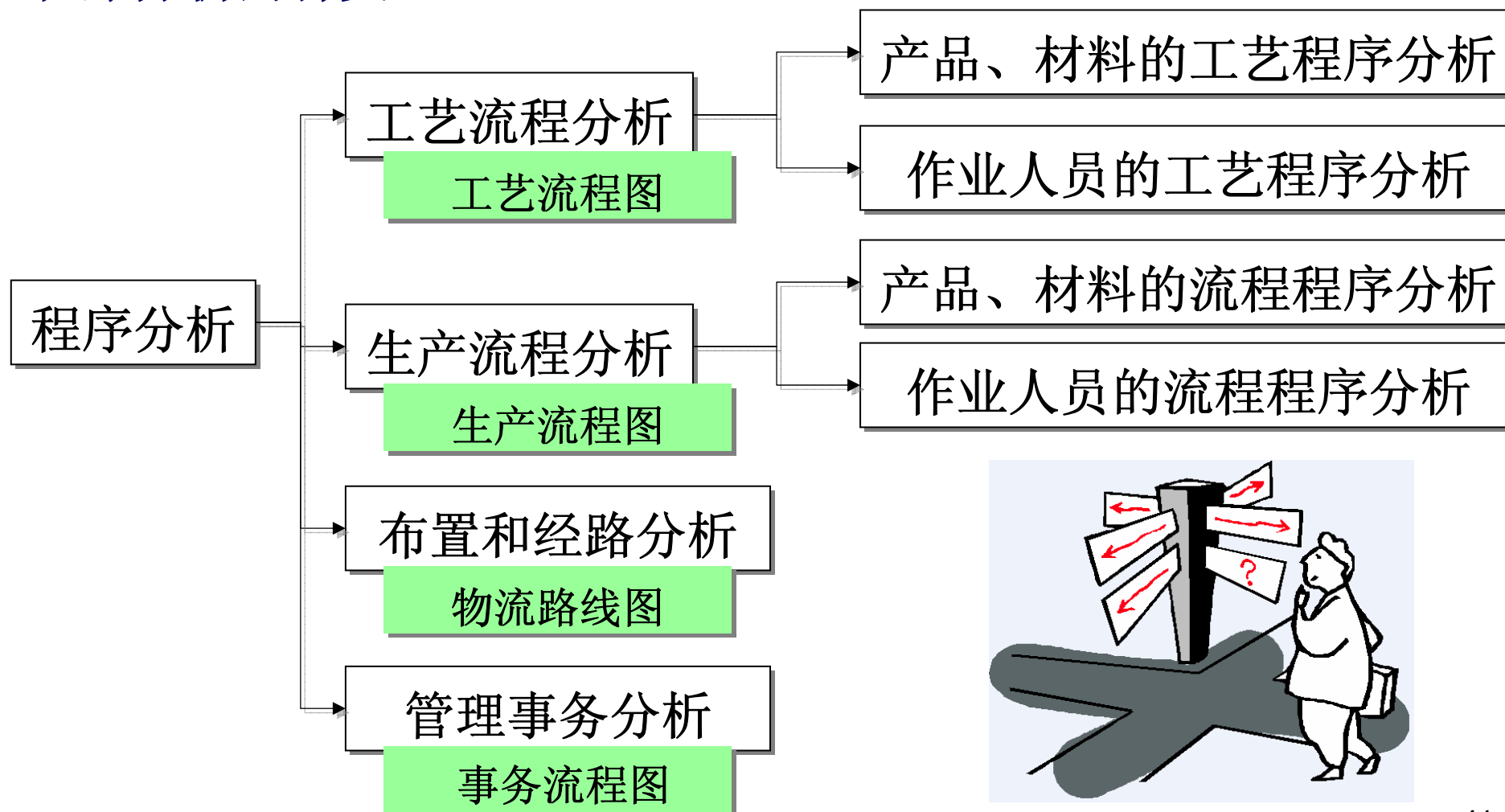
- 消除浪费
- ABCDEF
- 3S
- ECRS
- 瓶颈管理

• 改善的基本步骤

- BASIC

思考要点	改善要点
程序总体	尽可能消除不必要的步骤 减少不必要的步骤 合并步骤 缩短步骤 安排最佳顺序 尽可能使各个步骤更经济、更合理
加工方面	取消不需要的操作 改变设备和利用新设备 改变工厂布置或重新编排设备 改变产品设计 发挥各工人的技术特长
检验方面	可以取消检验吗 是否可以边加工边检验 能否运用抽样检验和数理统计
运输方面	距离能否最短,次数能否最少,频率能否最低 是否最省力 是否有更经济的方法
存储方面	交接能否最简 存量能否最小 配送能否最快

◆ 程序分析的种类



◆ 什么是工艺流程分析

1. 工艺程序分析是对现场的宏观分析，把整个生产系统作为分析对象，分析的目的在于改善整个生产过程中不合理的工艺内容、工艺方法、工艺程序、空间配置；
2. 进行工艺程序分析的工艺程序图仅作出程序中的“操作”和保证操作效果的“检验”两种主要动作；

◆ 工艺流程分析的内容

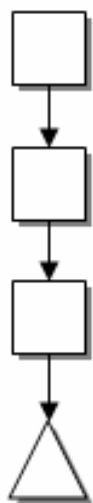
1. 包含工艺流程的全面概况，各个工序之间的相互关系，并根据工艺顺序编排，且标明所需时间；
2. 工艺程序能清晰的标明各种材料及零件的投入，可作为制定采购计划的依据；
3. 工艺程序图还包含生产过程中的机器设备、工作范围、所需时间及顺序；

◆ 工艺流程分析的工具

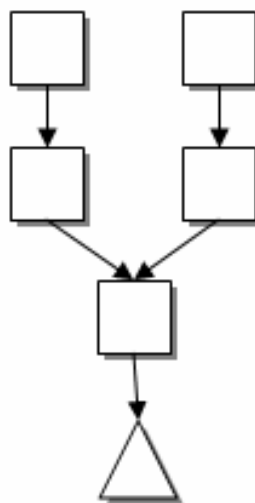
工艺流程图(Flow Chart)

◆ 常见工艺流程种类

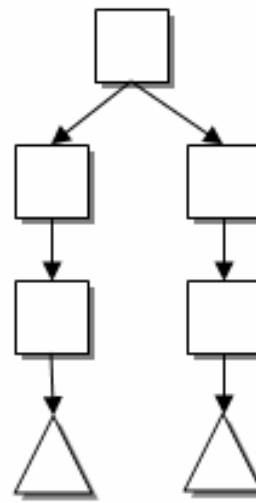
零件型



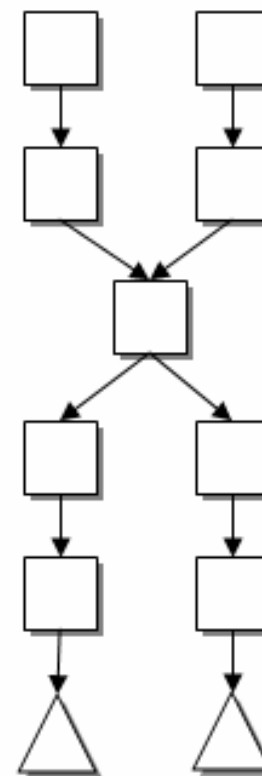
装配型



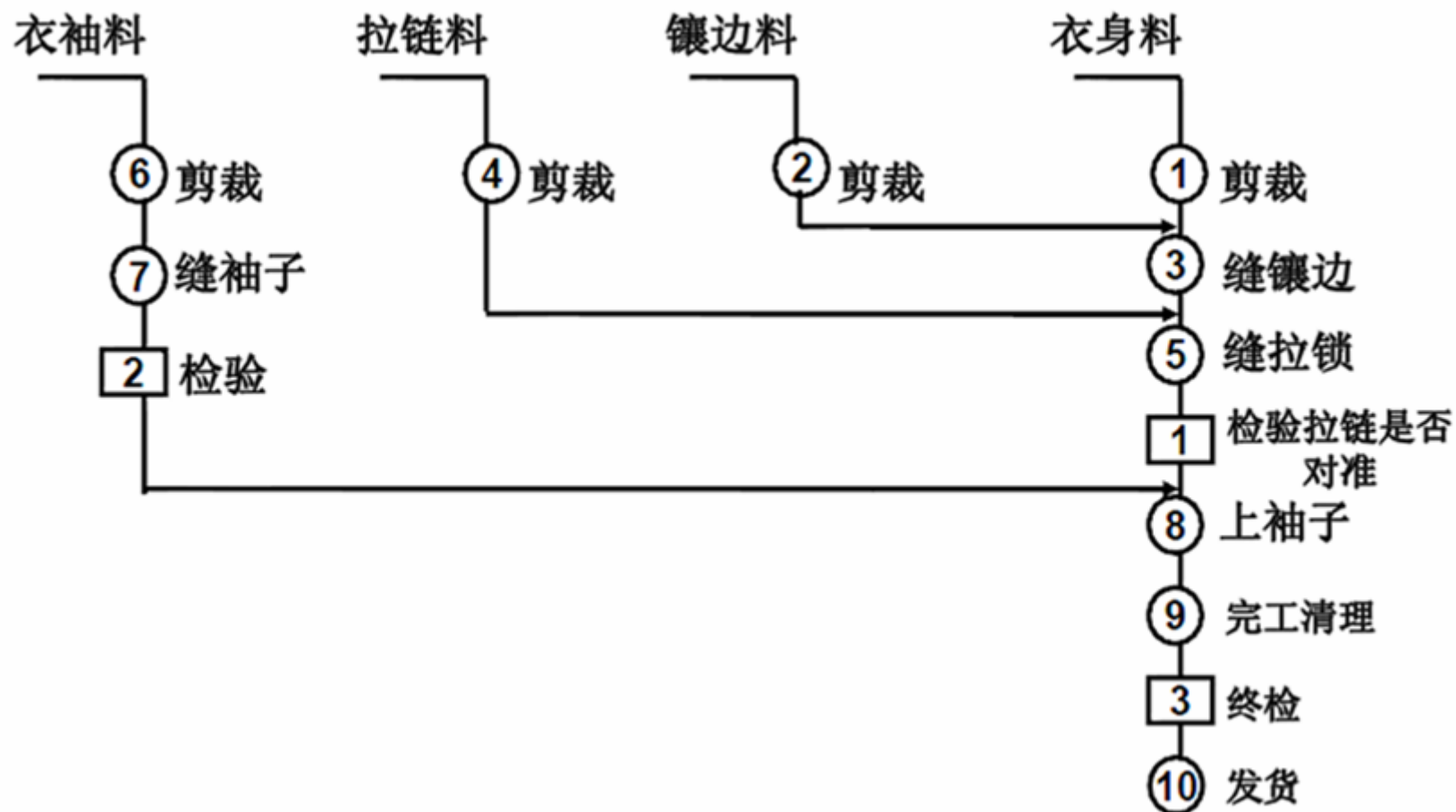
分解型



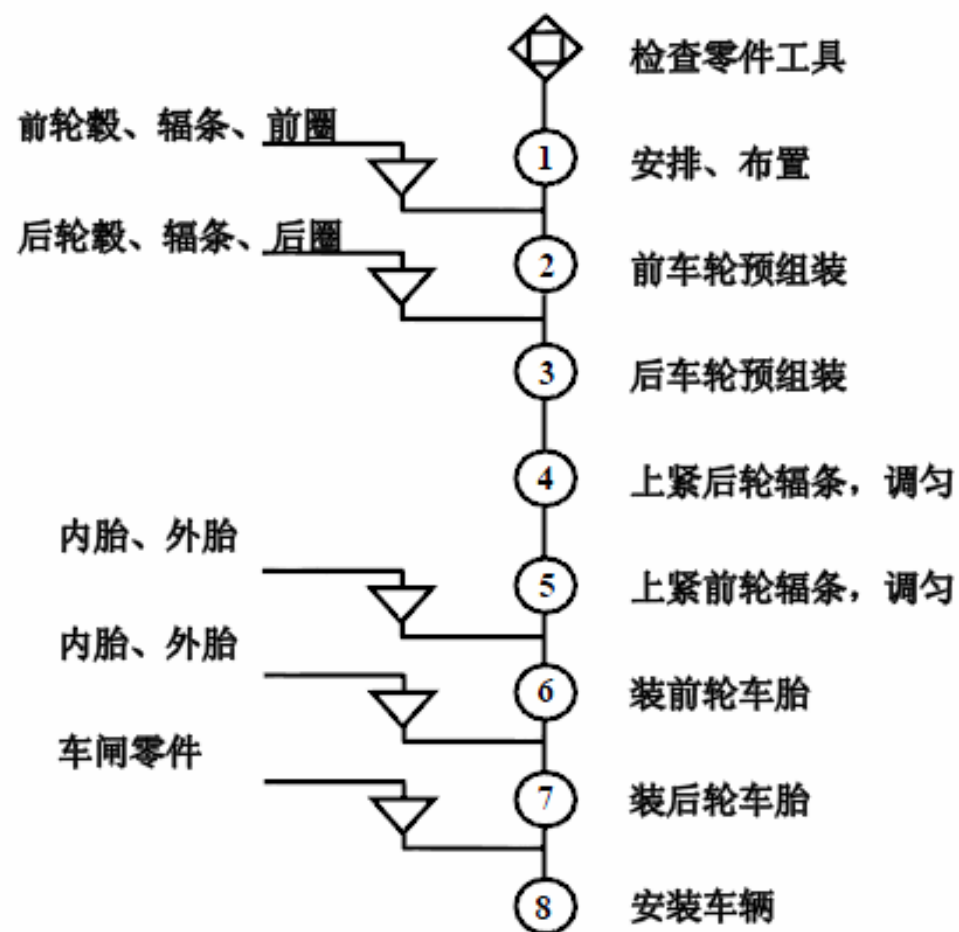
混合型



◆ 工艺流程例子：衣服制作工艺程序图



◆ 工艺流程例子：自行车前后轮装配工艺过程

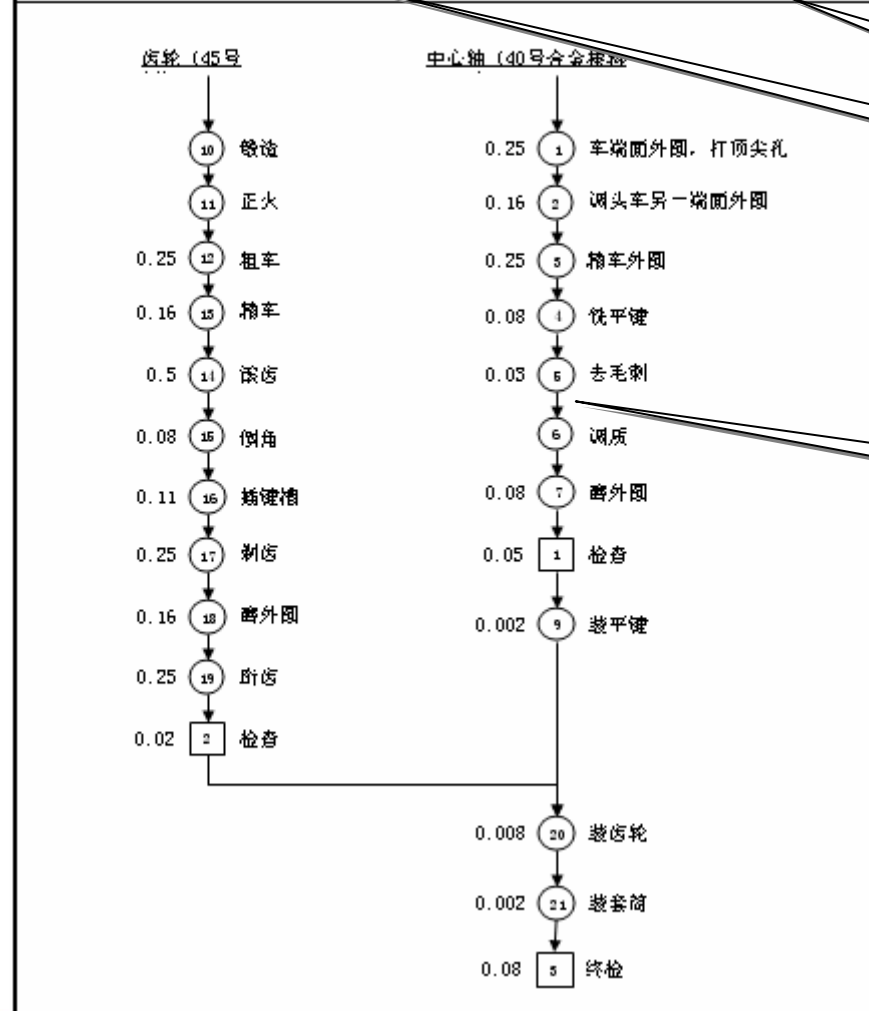


◆ 工艺流程分析图

分析着眼点

- ◆ 工序次序上是否合理
- ◆ 检查点设置是否合理
- ◆ 能否减少检查时间
- ◆ 操作检查时间次数比
- ◆ 瓶颈工序是否确定
- ◆ 有无重复不合理工序
- ◆ 有无更优加工方法
- ◆ 工序能否ECRS

文件名称	传动轴组件工艺程序图			内容	符号	次数	时间(分)
文件编号	07800149	版本	05	操作	○	21	2.722
编制	王 远	日期	2004-8-2	检查	□	3	0.102
审核	李鹏云	日期	2004-8-9	合计		24	2.824



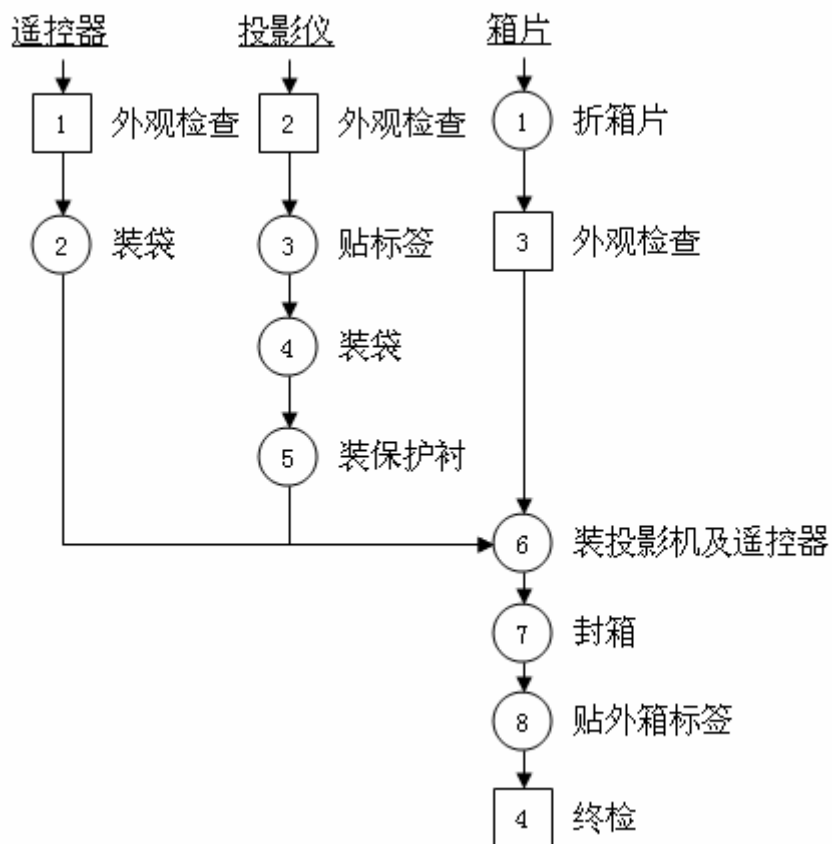
统计表

表头

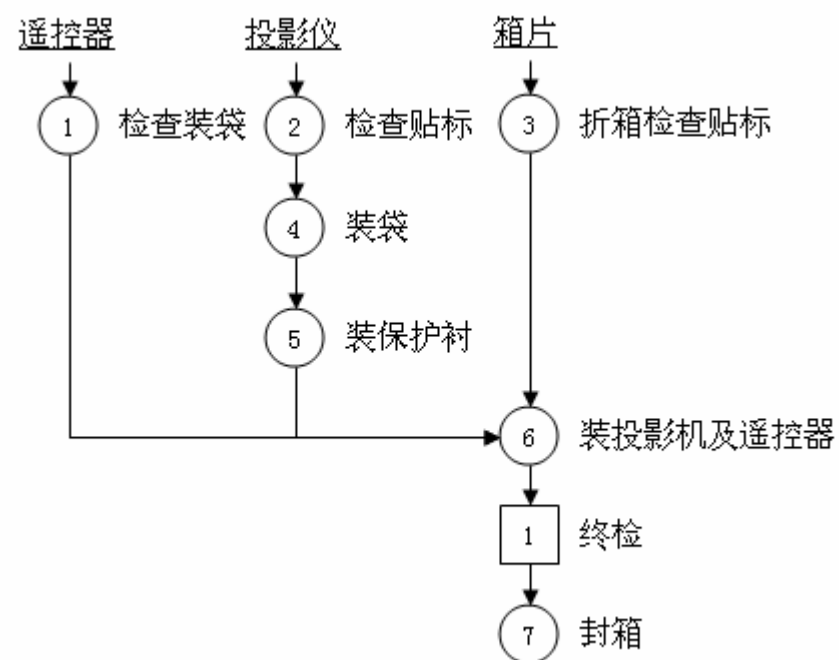
流程图

◆ 工艺流程分析案例：投影机装箱工艺

改善前



改善后



◆ 什么是生产流程分析

- ◆ 以产品，零件或人的实际制造过程为研究对象
- ◆ 对加工、检查、搬运、等待和存储进行记录分析，特别是对搬运、等待和贮存的分析
- ◆ 画法同工艺程序图，标示五类基本操作，还要注明所需时间和搬运距离
- ◆ 为设施优化布置提供必要的基础数据
- ◆ 有利于发现隐藏的浪费现象
- ◆ 因工作范围和工厂布置对流程程序分析有影响，流程程序图中往往附有工作范围简图或线路图

◆ 生产流程分析的工具

- ◆ 生产流程图(Operation Process Chart)

◆ 生产流程分析图

分析着眼点

- ◆ 流程整体上
- ◆ 工序间关系
- ◆ 工序上
- ◆ 分析问题
- ◆ 改善原则

文件名称:		直升机驱动机回转零件加工				分类	次数	时间(min)	距离(m)	人数
文件编号:		版本:				加工	6	397		6
编写:		日期:				检查	4	26		4
审核:		日期:				搬运	7	13	100	8
批准:		日期:				等待	0	0		
序号		工序描述				存储	2	70		
		时间(min)	距离(m)	人数	生产流程图					
					加工	检查	搬运	等待	存储	
1	车削底盘		2	1	●	□	⇒	△	D	
2	搬往下一工序	15	1	1	○	□	⇒	△	D	
3	钻TH基准孔		20	1	●	□	⇒	△	D	
4	搬往下一工序	10	1	1	○	□	⇒	△	D	
5	铣键槽和外圆边		180	1	●	□	⇒	△	D	
6	测量(操作者)		5	1	○	■	⇒	△	D	
7	搬往下一工序	10	1	1	○	□	⇒	△	D	
8	修正TH基准孔		15	1	●	□	⇒	△	D	
9	检查		1	1	○	■	⇒	△	D	
10	搬往下一工序	10	1	2	○	□	⇒	△	D	
11	加工外圆边		150	1	●	□	⇒	△	D	
12	检查尺寸		5	1	○	■	⇒	△	D	
13	搬往下一工序	5	4	1	○	□	⇒	△	D	
14	加工底盘		30	1	●	□	⇒	△	D	
15	搬往下一工序	30	3	1	○	□	⇒	△	D	
16	暂时放置		30		○	□	⇒	△	●	
17	搬往下一工序	20	2	1	○	□	⇒	△	D	
18	检查尺寸		15	1	○	■	⇒	△	D	
19	暂存		40		○	□	⇒	△	●	

统计表

文件头

工序描述

数据记录

流程图

◆ 分析改善相结合的生产流程图

工作部门					OQA线					编号					统计表																			
工作名称					OQA					编号					分类		现行方法		改良方法		节省													
流程起始					生产线终检					操作次数					○		8		4		4													
流程结束					产品入库					搬运次数					⇨		3		1		2													
起草					年 月 日					检查次数					□		4		2		2													
审核					年 月 日					存储次数					▽		1		1		0													
										等待次数					D																			
										搬运距离 (M)																								
										共需時間 (分钟)																								
改善前方法															改善后方法																			
步骤		情 况			工作说明					距 离 (米)		时 间 (分)		改善要点			步骤		情 况			工作说明					距 离 (米)		时 间 (分)					
		操 作	搬 运	检 查	存 储	等 待										剔 除 合 并 重 排 简 化					操 作	搬 运	检 查	存 储	等 待									
1		○	⇨	■	▽	D	生产线外观终检												1		○	⇨	■	▽	D	生产线外观终检								
2		●	⇨	□	▽	D	打包												2		○	⇨	■	▽	D	OQA外观总检								
3		○	⇨	□	▽	D	运至包装组												3		●	⇨	□	▽	D	打包								
4		●	⇨	□	▽	D	接栈板												4		○	⇨	□	▽	D	运至包装组								
5		●	⇨	□	▽	D	套外围												5		●	⇨	□	▽	D	接栈板								
6		●	⇨	□	▽	D	运至OQA线							V					6		●	⇨	□	▽	D	套外围								
7		●	⇨	□	▽	D	取外围							V					7		●	⇨	□	▽	D	成仓作业								
8		●	⇨	□	▽	D	取产品							V					8		○	⇨	□	▼	D	入库								
9		○	⇨	■	▽	D	HI-POT测试							V					9		○	⇨	□	▽	D									
10		○	⇨	■	▽	D	开机测试							V					10		○	⇨	□	▽	D									
11		○	⇨	■	▽	D	外观总检									V			11		○	⇨	□	▽	D									
12		●	⇨	□	▽	D	打包							V					12		○	⇨	□	▽	D									
13		●	⇨	□	▽	D	套外围							V					13		○	⇨	□	▽	D									
14		○	⇨	□	▽	D	运至包装组							V					14		○	⇨	□	▽	D									
15		●	⇨	□	▽	D	成仓作业												15		○	⇨	□	▽	D									
16		○	⇨	□	▼	D	入库												16		○	⇨	□	▽	D									

改善前

改善后

◆ 布局路径分析

- ◆ 以作业现场为对象，对现场布置及物料、作业者的实际流通路线(搬运或移动路线)用方格纸进行分析
- ◆ 以比例缩尺绘制工厂的简图或平面图，将机器、工作台以及流程程序图上所有的动作表示出来
- ◆ 用流程路线的箭线表示搬运，不记“迟延”，对“操作”、“检验”、“储存”也仅用位置表示，不记符号
- ◆ 一般与流程程序图配合使用

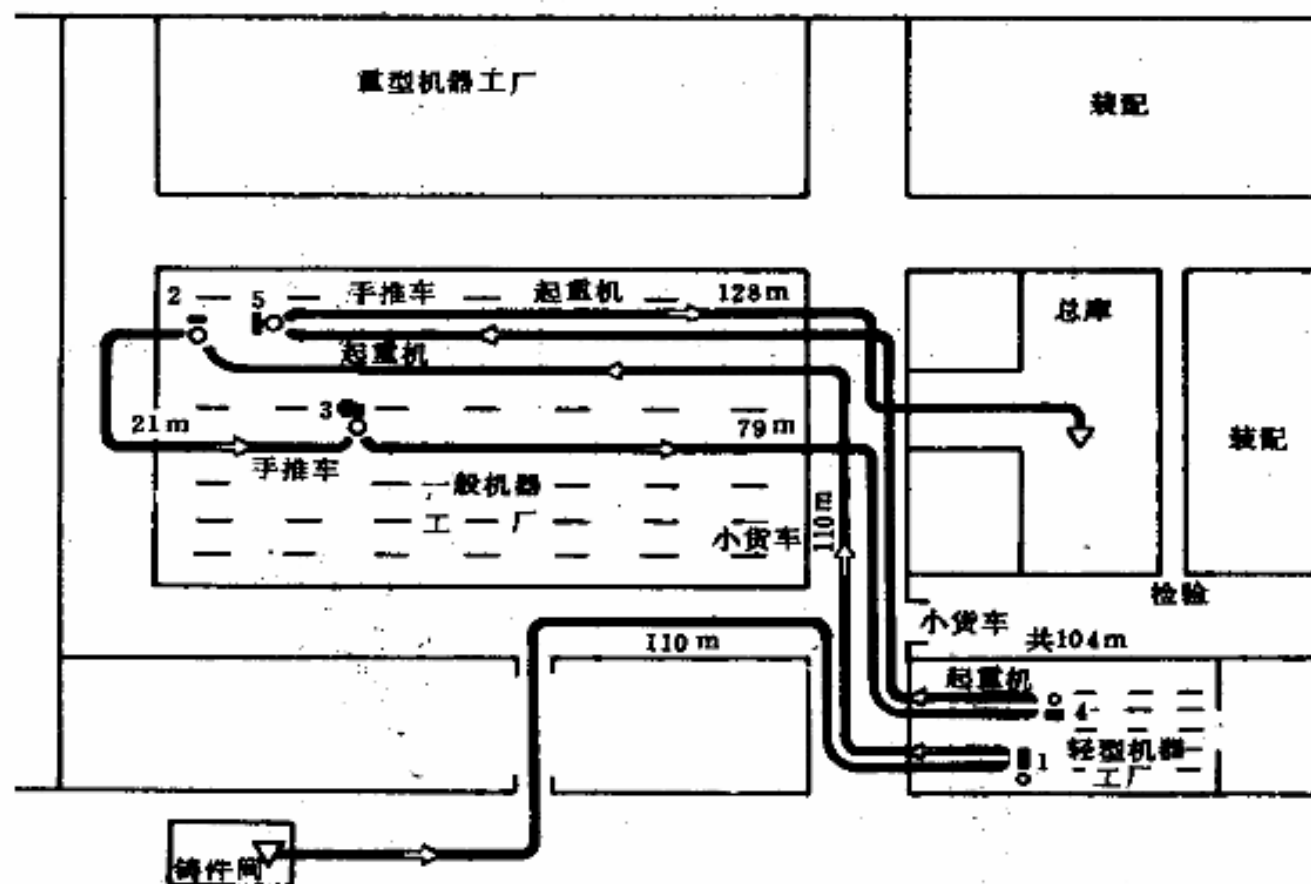
◆ 生产流程分析的工具

- ◆ 物流线路图(Routing Chart)

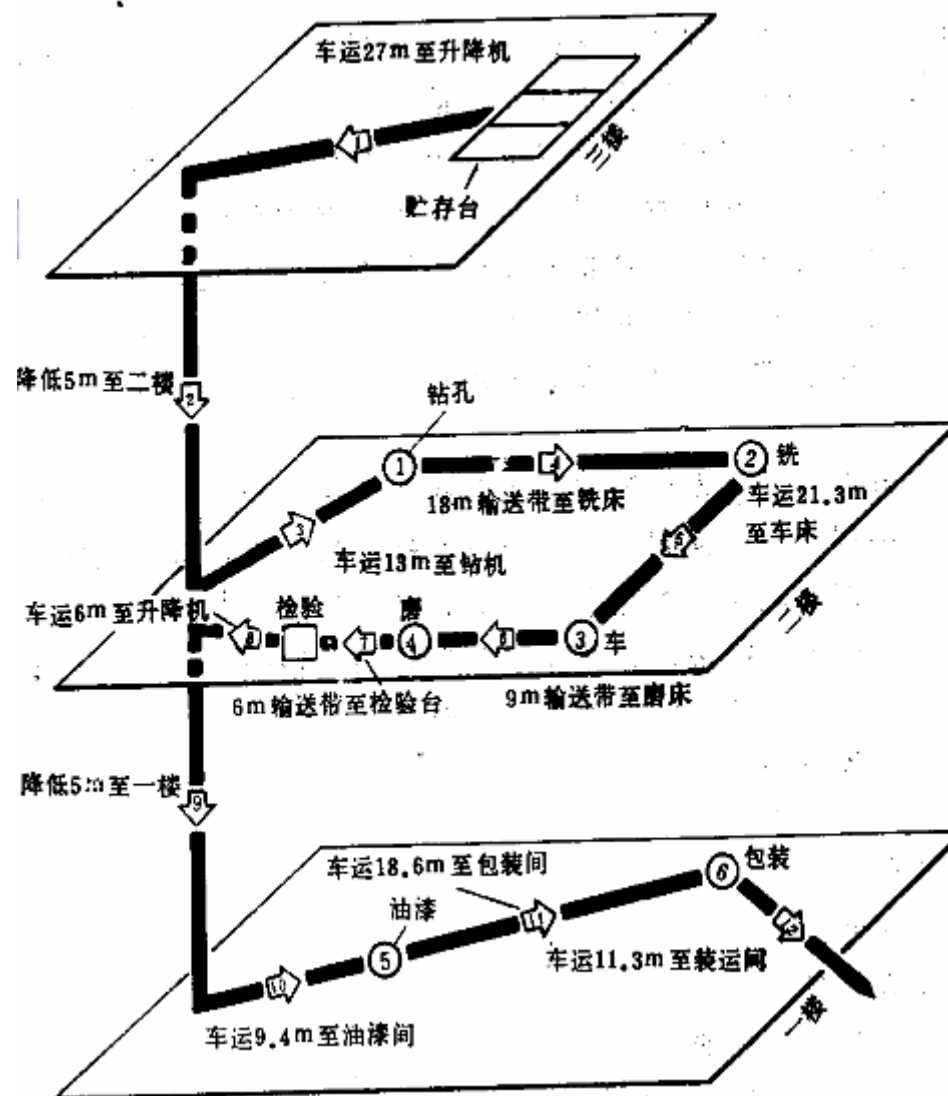
◆ 物流线路图

分析着眼点

- ◆ 减少搬运
- ◆ 减少等待
- ◆ 最短距离
- ◆ 最佳路径
- ◆ 分析问题
- ◆ 改善原则



◆ 物流线路图（三维）



◆ 线路图与流程图结合

某飞机工厂仓库原来的平面布置。物品从送货车到零件架的运输路线以粗线表示，各种活动均用符号绘于线上。

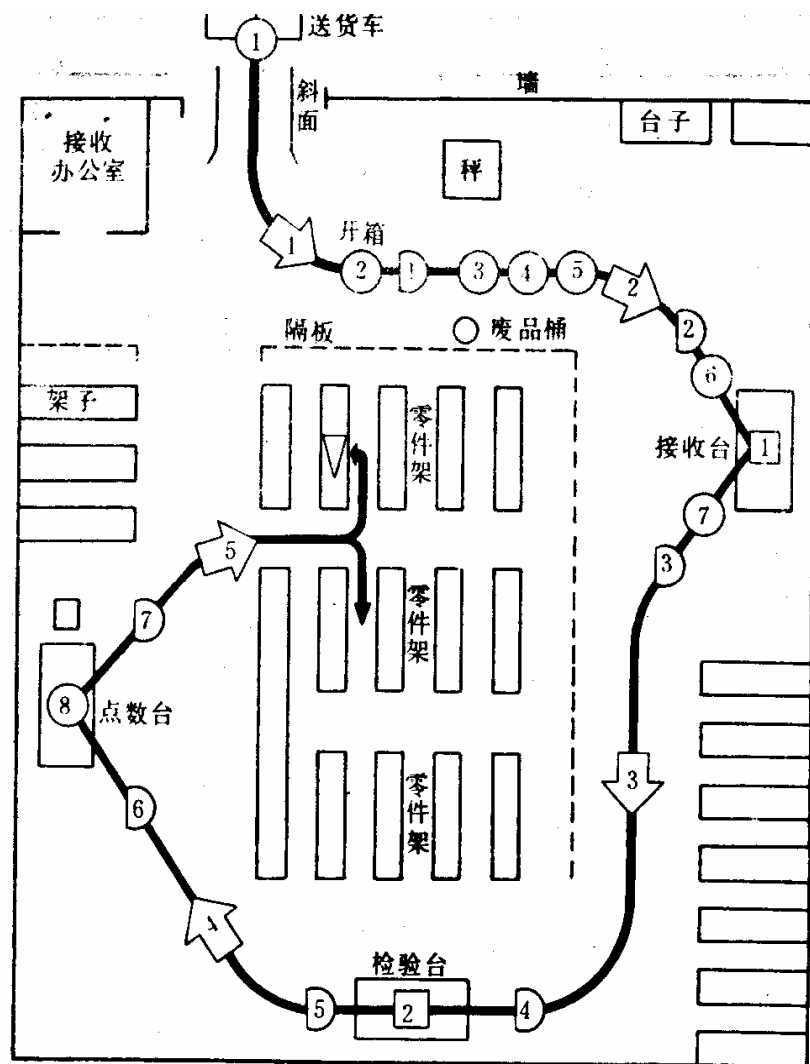


图 5-33 外来零件的检验与点数线路图

◆ 改进

- ◆ 在接收台的对面开一个进库的新入口，使箱子可沿最短路线运进库房。
- ◆ 箱子从送货车滑下滑板，直接放到手推车上，并送到开箱处。就在车上开箱，取出送货单。
- ◆ 然后运到收货台，等待片刻，打开箱子，把零件放到工作台上，对照送货单点数并检查。检查与点数的工作台现已布置在收货台旁，因为可以用手传递零件来检查、测量并点数。
- ◆ 最后，把零件放回纸盒，重新装箱。

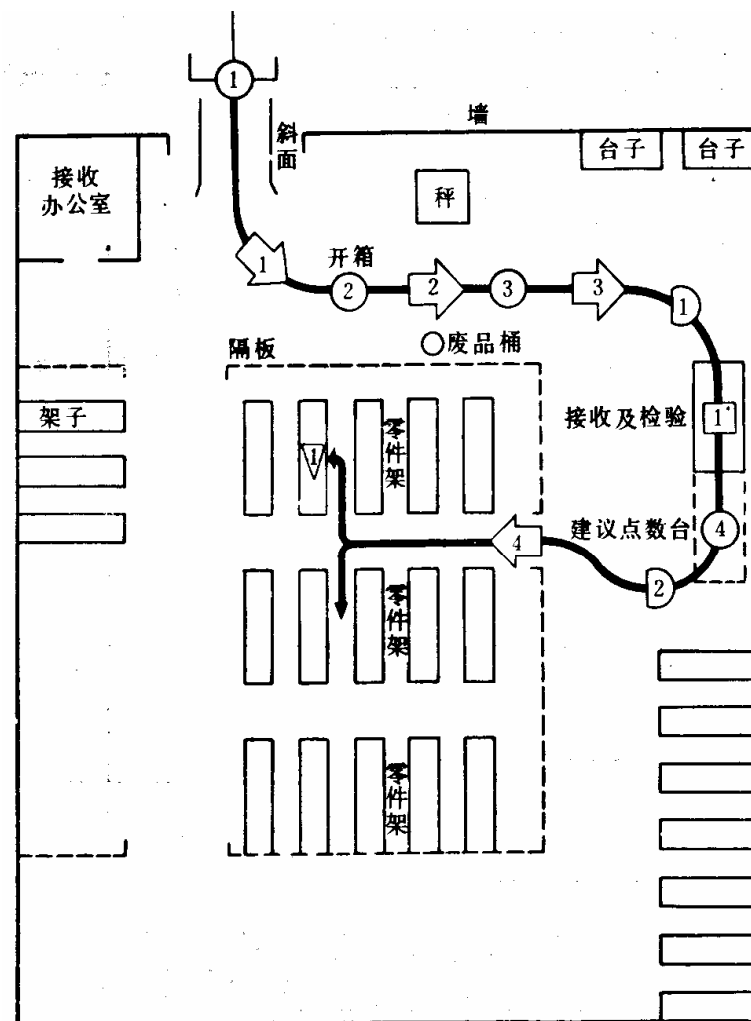
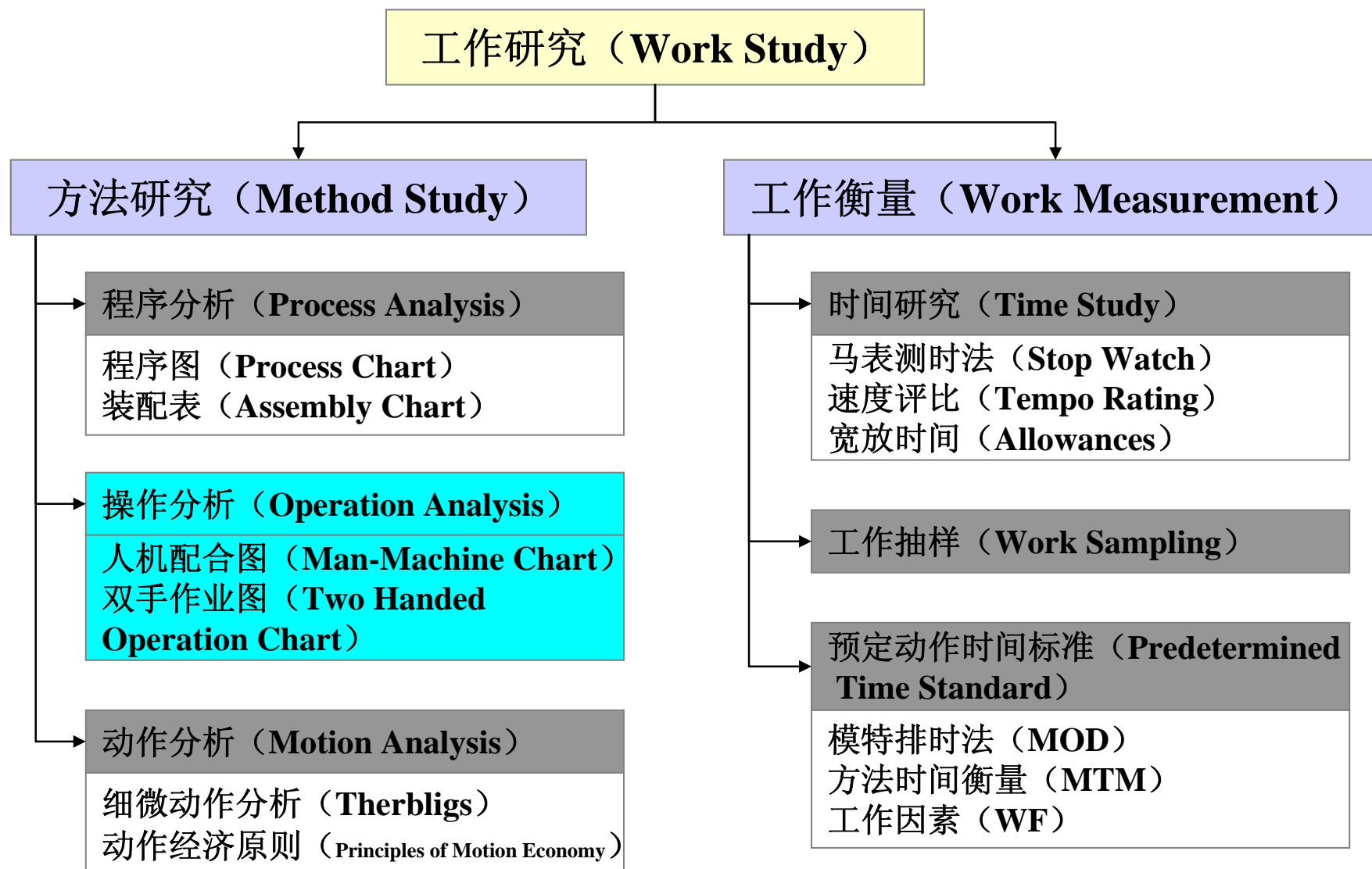


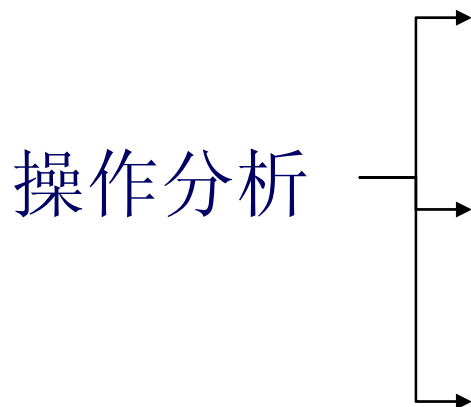
图 5-36 外来零件的检验、点数线路图（改良方法）

操作分析



操作分析

研究分析以人为主体的工序，使操作者、操作对象、操作工具三者科学地组织、合理的布局与安排，以减轻工人的劳动强度，减少作业时间的消耗，使工作质量得到保证。



操作分析要点

• IE分析问题的出发点:

- 五五提问法
- 6M

• 效率改善的基本原则:

- 消除浪费
- ABCDEF
- 3S
- ECRS
- 瓶颈管理

• 改善的基本步骤

- BASIC

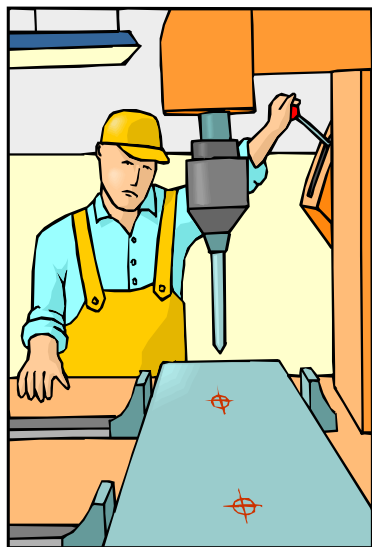
关注点

- 机动时间（机器空闲）
- 手动时间（人员空闲）
- 闲余能量（主要是机器闲余能力）

核心：人和机器能力的有效利用，做到“最佳”

- 操作人员空闲时间最少
- 一个工人看管的最佳机器台数
- 机器闲置的时间最少
- 一定数量的机器最佳工人数
- 成本最小（人工成本+机器成本）

人机分析图

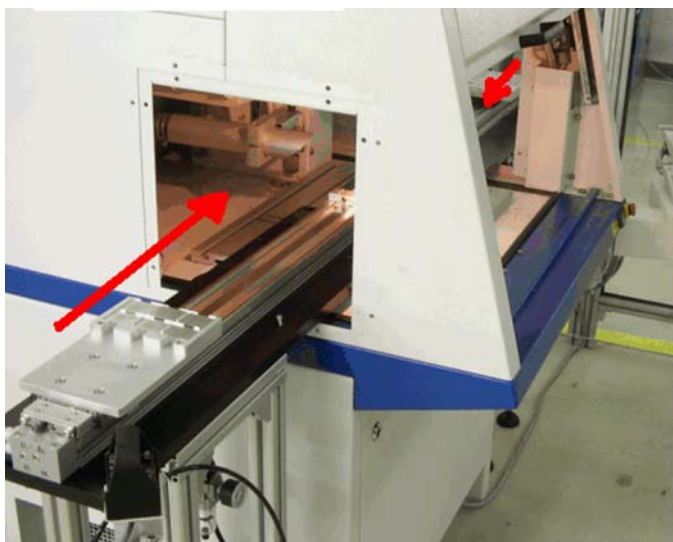


人机操作分析表

■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员		周期(s)	机器		周期 序号
	作业	时间(s)		时间(s)	作业	
1	放模	16	16	16	放模	1
	开机	13	29	13	开动	
	等待	90	119	90	机器加工	
	停机	8	127	8	停机	
	取模	12	139	12	取模	
	取成品	18	157	18	等待	
	放材料	100	257	100	等待	
效率	$\frac{167}{257} = 65\%$			$\frac{139}{257} = 54\%$		效率

人机分析案例1:激光打标机操作



人机操作分析表：激光打标

■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员			周期 时间(s)	机器		周期 序号	
	作业	时间(s)			时间(s)	作业		
1	放材料	8		<div><div>8</div><div>11</div><div>30</div><div>33</div><div>41</div></div>		8	等待	1
	开机	3				3	送料	
	等待	19				19	激光打标	
		3				3	回料	
	取材料	8				8	等待	
	<div><div>22</div><div>41</div></div> = 54%					<div><div>25</div><div>41</div></div> = 61%		

人机分析案例1:激光打标机操作



人机操作分析表：激光打标

■ 操作 ■ 等待

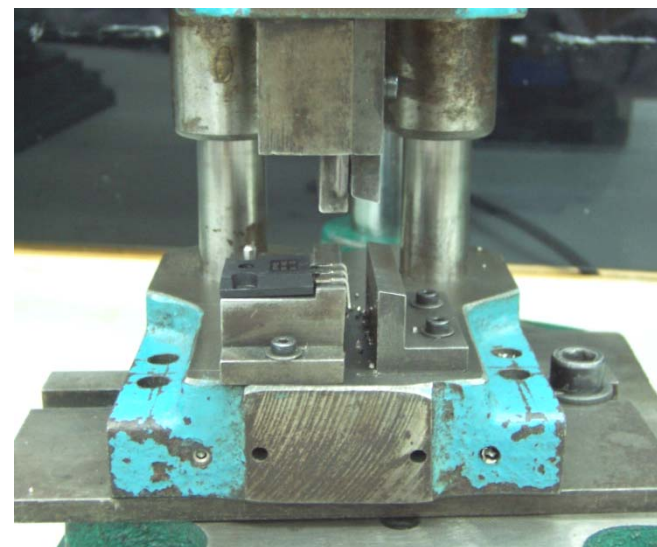
周期 序号	作业员			周期 时间(s)	机器			周期 序号
	作业	时间(s)			时间(s)	作业		
1	回料	3		3		3	送料	2
1	取材料	8		11		19	激光打标	2
3	放材料	8		19				
	等待	3		22				
3	送料	3		25		3	回料	2
人员 效率	$\frac{22}{25}=88\%$				$\frac{25}{25}=100\%$			设备 效率

人机分析案例2:元件弯脚

人机操作分析表：元件弯脚

■ 操作 ■ 等待

周期序号	作业员		周期时间(s)	机器		周期序号
	作业	时间(s)		时间(s)	作业	
1	放元件	2	9	2	等待	1
	下压	3		3	压脚	
	放开	2		2	放开	
	取元件	2		2	等待	
效率	$\frac{9}{9} = 100\%$			$\frac{5}{9} = 56\%$		效率



人机分析案例2:元件弯脚

人机操作分析表：元件弯脚

■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员			周期 时间(s)	机器			周期 序号
	作业	时间(s)			时间(s)	作业		
1	放元件	1		1		2	压脚	1
	等待	1						
效率	$\frac{1}{2}=50\%$				$\frac{2}{2}=100\%$			效率

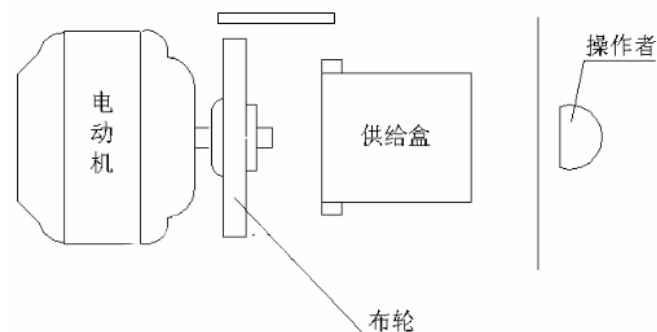


人机分析案例3:打光螺杆

人机操作分析表：打光螺杆

■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员			周期 时间(s)	机器			周期 序号
	作业	时间(s)			时间(s)	作业		
1	握螺杆	3		<div>3</div> <div>8</div> <div>10</div> <div>15</div> <div>17</div>		3	等待	1
	磨光	5				5	磨光	
	换方向	2				2	等待	
	磨光	5				5	磨光	
	放元件	2				2	等待	
效率	$\frac{17}{17} = 100\%$				$\frac{10}{17} = 59\%$			效率

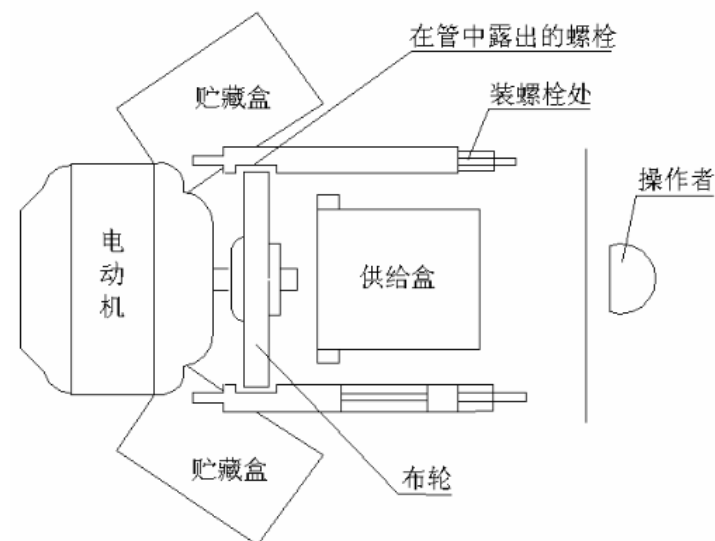


人机分析案例3:打光螺杆

人机操作分析表：打光螺杆

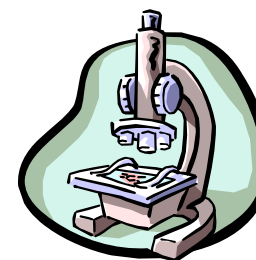
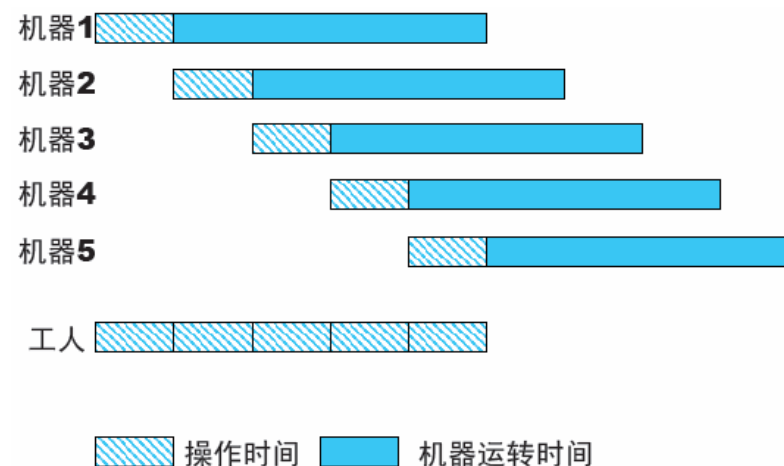
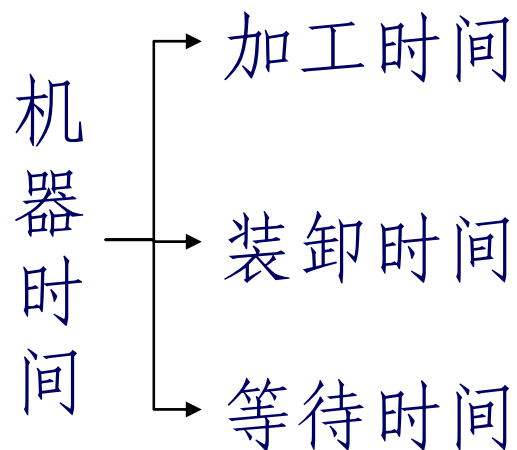
■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员			周期 时间(s)	机器		周期 序号
	作业	时间(s)			时间(s)	作业	
1	拿元件	2		2	7	磨光	1
	装元件	2		4			
	等待	3		7			
效率	$\frac{4}{7}=57\%$				$\frac{7}{7}=100\%$		效率



机器时间分析

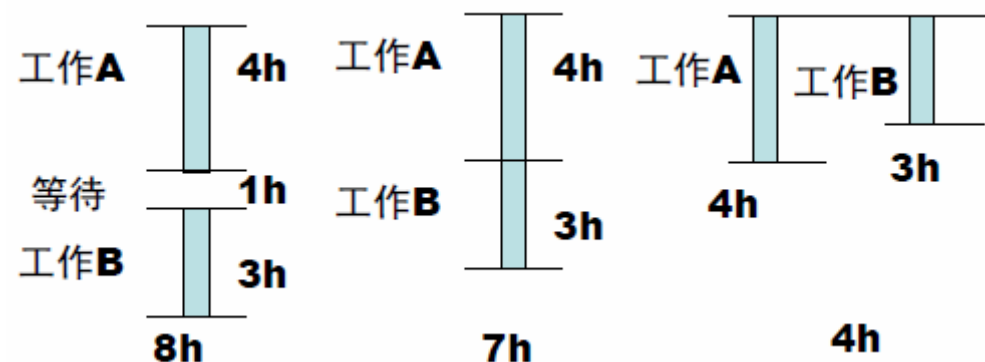
员工操作机器数



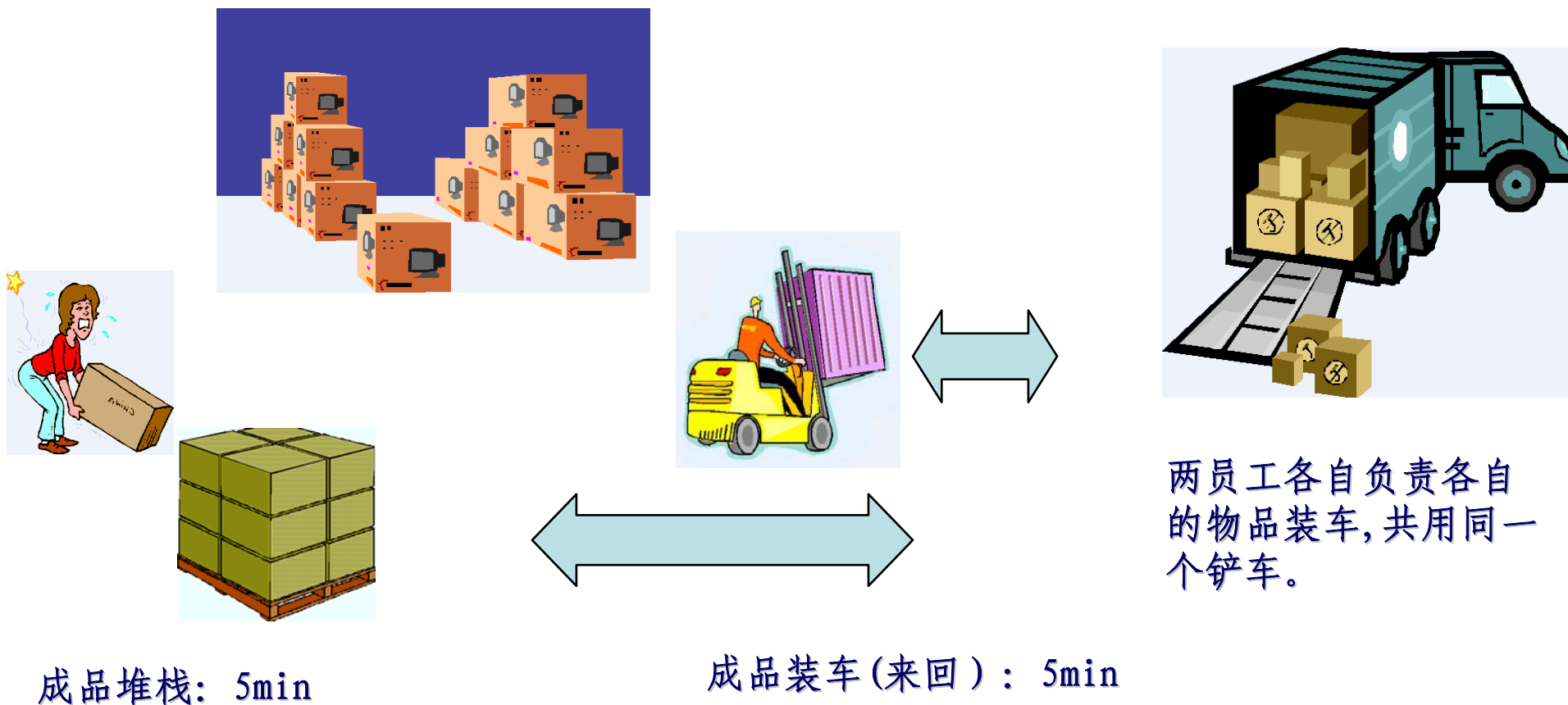
联合操作分析

生产现场中，两个或两个以上操作人员同时对一台设备(一项工作)进行操作，即为联合操作作业

- ◆目的
- ◆发掘空闲与等待时间
- ◆使工作平衡
- ◆减少周期时间
- ◆获得最大的机器利用率
- ◆合适的指派人员与机器
- ◆决定最合适的方法



联合操作分析法：出货装车



联合操作分析法：出货装车

联合操作分析表：出货装车

■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员1		周期 序号	作业员2		周期(s)	机器		操作 员工
	作业	时间(min)		作业	时间(min)		时间(min)	作业	
1	成品装栈板	5	1	装车	5	5 — 10 — 15	5	装车	2
	等待	5		成品装栈板	5		5	等待	
	装车	5		等待	5		5	装车	1
效率	$\frac{10}{15} = 67\%$			$\frac{10}{15} = 67\%$			$\frac{10}{15} = 67\%$		效率

联合操作分析法：出货装车

联合操作分析表：出货装车

■ 操作 ■ 等待

周期 序号	作业员1		周期 序号	作业员2		周期(s)	机器		操作 员工
	作业	时间(min)		作业	时间(min)		时间(min)	作业	
1	成品装栈板	5	1	装车	5	5	5	装车	1
2	成品装栈板	5	2	装车	5	10	5	装车	2
效率	$\frac{10}{10} = 100\%$			$\frac{10}{10} = 100\%$			$\frac{10}{10} = 100\%$		效率



双手操作分析对象及作用

调查、了解、分析如何用双手进行实际操作

研究双手的动作及平衡

发掘“独臂”式的操作

发现伸手、找寻以及笨拙而无效的动作

发现工具、物料、设备等不合适的放置位置

依据：动作经济原则



双手操作分析图

序号	左手操作						周期 时间(s)	右手操作						序号
	操作	时间 (min)	加工	检查	搬运	等待		加工	检查	搬运	等待	时间 (min)	操作	
1	伸手抓螺栓	0.5	○	□	➡	△	0.5	○	□	➡	▲	0.5	空闲	1
2	抓住螺栓	0.5	●	□	➡	△	1	○	□	➡	▲	0.5	空闲	2
3	将螺栓带回工作区	0.5	○	□	➡	△	1.5	○	□	➡	▲	0.5	空闲	3
4	手举着螺栓	0.5	○	□	➡	▲	2	○	□	➡	△	0.5	伸手取垫片	4
5	手举着螺栓	0.5	○	□	➡	▲	2.5	●	□	➡	△	0.5	抓住垫片	5
6	手举着螺栓	0.5	○	□	➡	▲	3	○	□	➡	△	0.5	将垫片拿回到螺栓旁	6
7	手举着螺栓	1	○	□	➡	▲	4	●	□	➡	△	1	将垫片装到螺栓上	7
8	手举着螺栓	0.5	○	□	➡	▲	4.5	●	□	➡	△	0.5	松开垫片	8
9	手举着螺栓	0.5	○	□	➡	▲	5	○	□	➡	△	0.5	伸手抓螺母	9
10	手举着螺栓	1	○	□	➡	▲	6	●	□	➡	△	1	抓住螺母	10
			1		2	7	小结	4	0	3	3			
$\frac{0.5}{6} = 8\%$							效率	$\frac{3}{6} = 50\%$						



双手操作分析图 螺栓装配



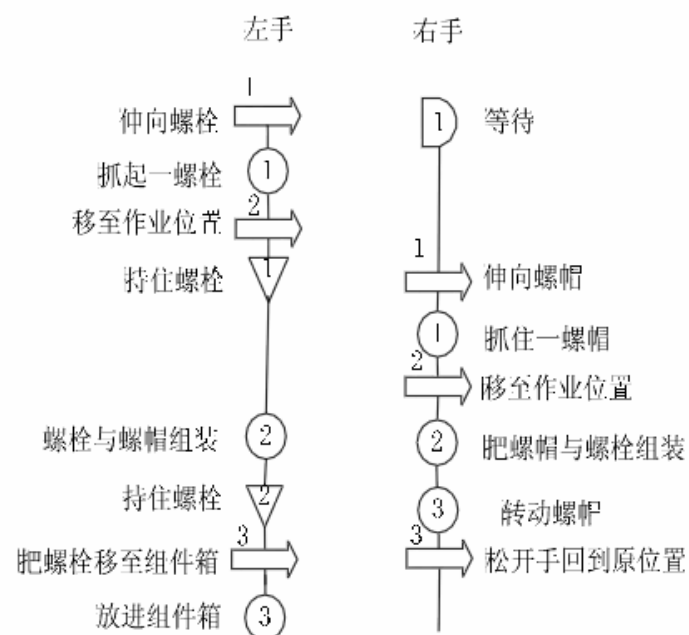
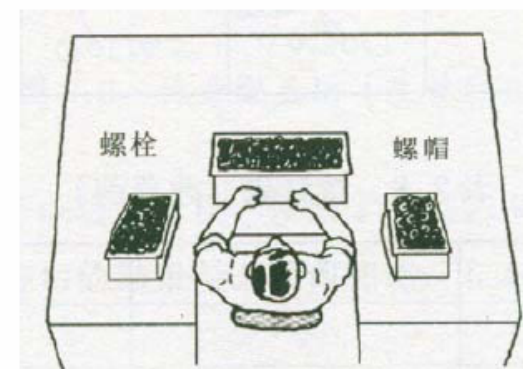
作业：组装螺栓和螺帽

方法：现行

开始：双手空的

结束：装好一套放入组件箱

操作者：***



统计		
左手		右手
3	○	3
3	→	2
1	▽	0
6	D	1
7		6

双手操作分析图 螺栓装配



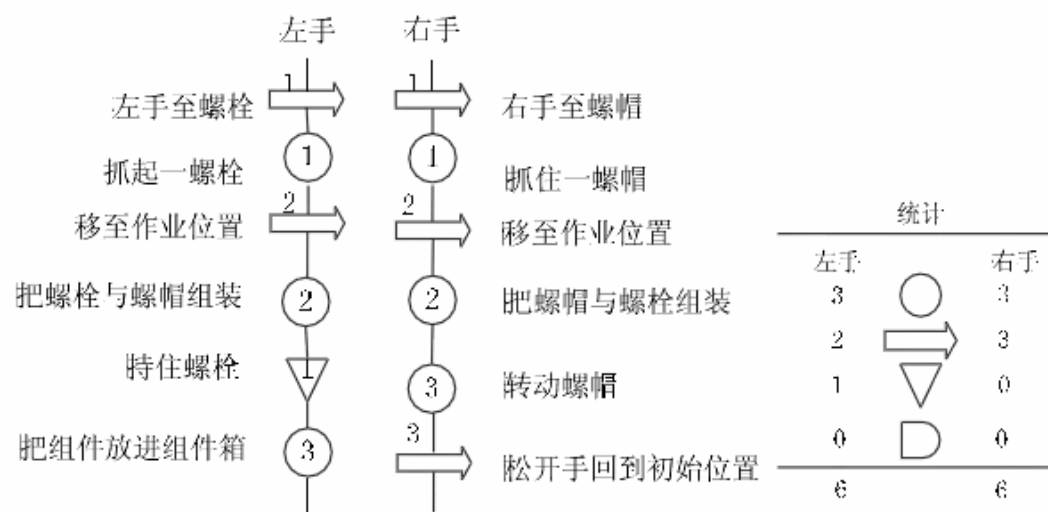
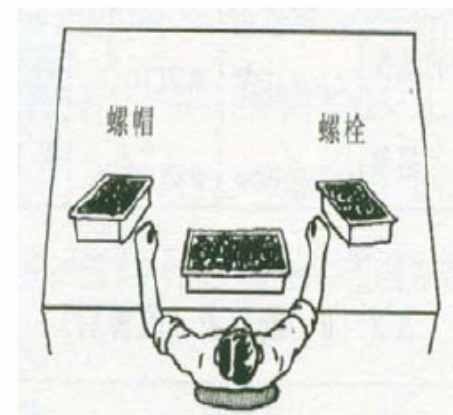
作业：组装螺栓和螺帽

方法：改进

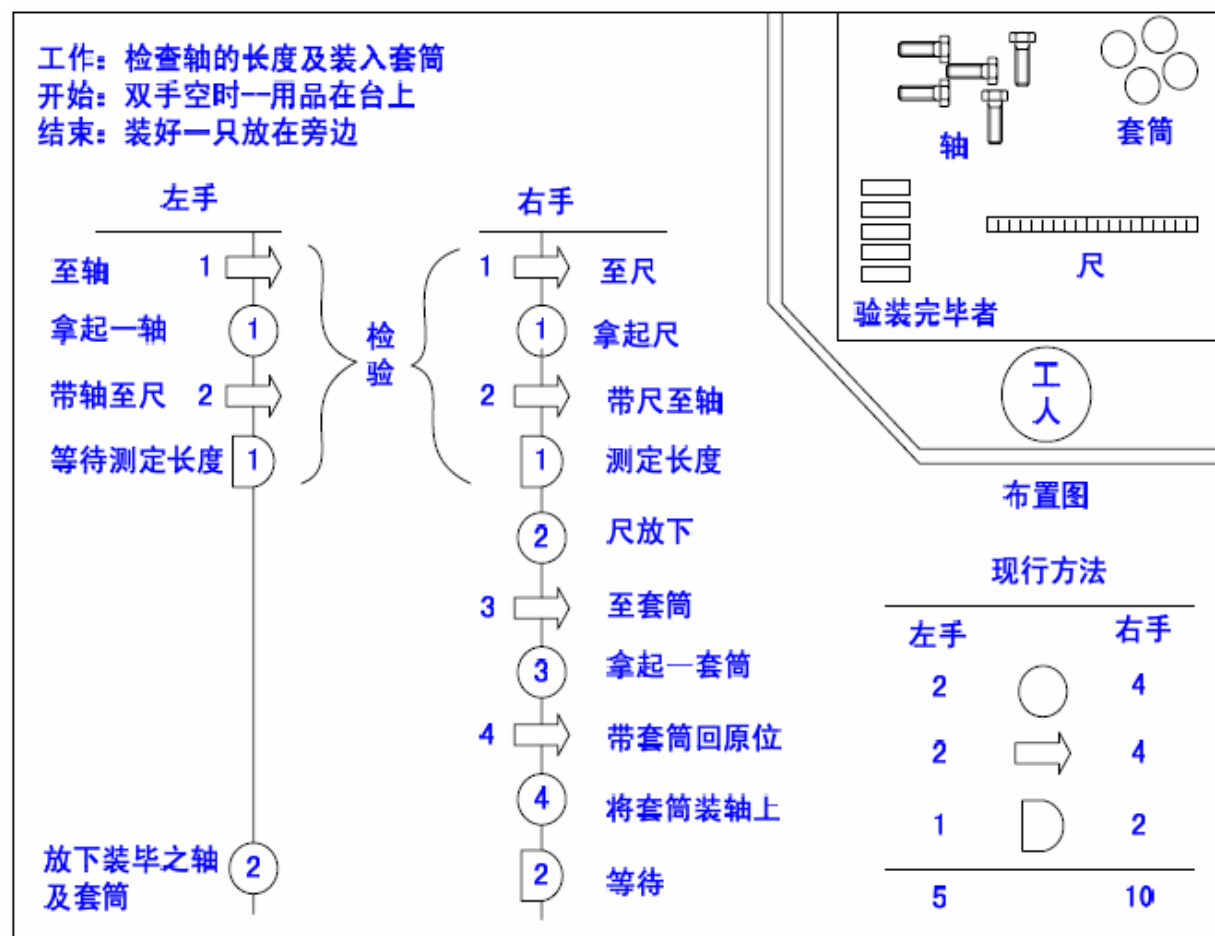
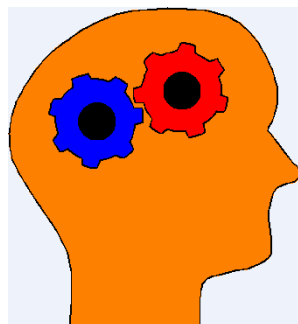
开始：双手空的

结束：装好一套放入组件箱

操作者：***



双手操作分析案例：轴套装配



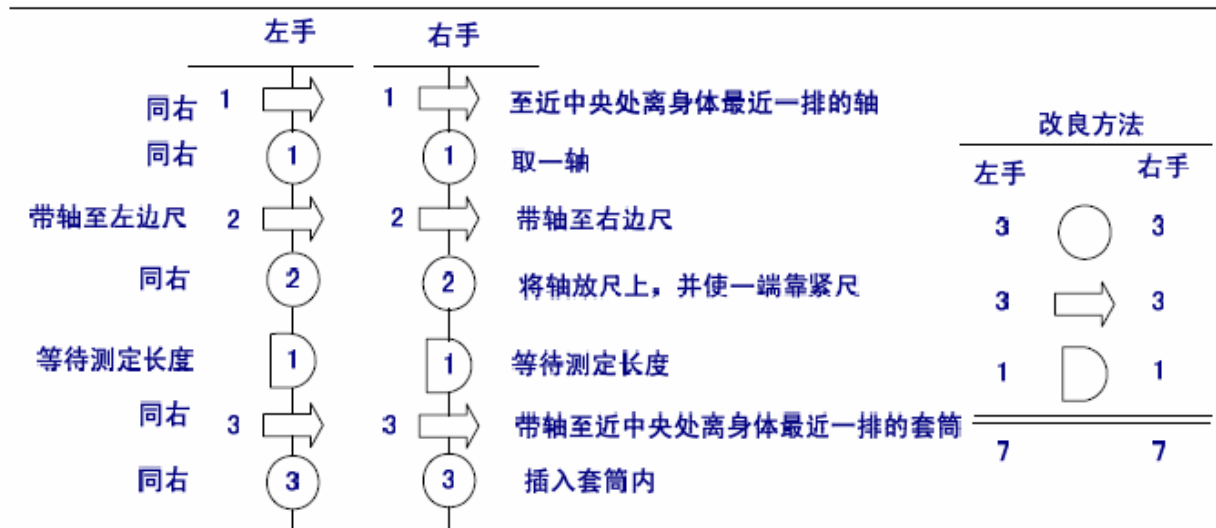
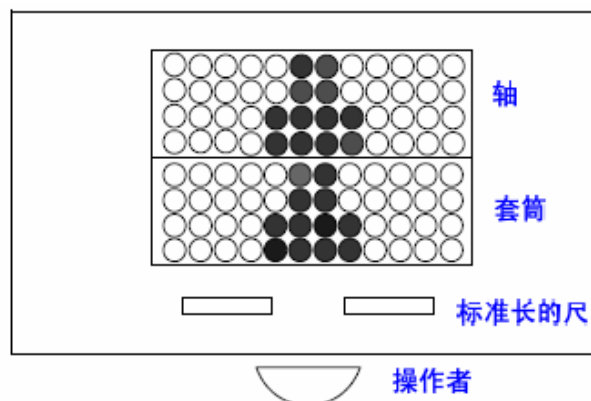
双手操作分析案例：轴套装配

名称：检查轴的长度及装入套筒

开始：双手空的，用品在台上

结果：装好一只

工具：两支标准长的尺固定在台上

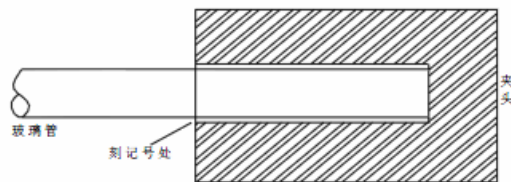


改善方法：

- 取消了下列3种无效动作
1. 一手持物，另一手的往复动作
 2. 将套入的方法改变，使轴直接套入套筒，节省套筒拿起与放下的无效动作
 3. 改变原来用的普通尺为标准长度的尺，并固定台上，省去每次将尺重复的拿起、放下的动作



双手操作分析案例：切割玻璃管

作业：将玻璃管切成定长 方法：现行 研究者：XXX 日期：02.8.20											
左手说明	时间 (min)	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	时间 (min)	右手说明
握住玻璃管					●	●					拿起锉刀
到卡具			●								握住锉刀
插入卡具		●						●			将锉刀移向玻璃管
压向后端		●						●			握住锉刀
握住玻璃管					●	●					用锉刀在管子上刻槽
稍稍退出玻璃管		●						●			握住锉刀
将玻璃管旋转120°-180°		●						●			握住锉刀
压向后端							●				将锉刀移向玻璃管
握住管子					●	●					刻玻璃管
退出管子		●						●			将锉刀放在桌子上
把管子移给右手			●								移向管子
把管子折断		●				●					弯管子
握住管子					●	●					放开切下的一段
在管子上重抓一把		●						●			锉



双手操作分析案例：切割玻璃管

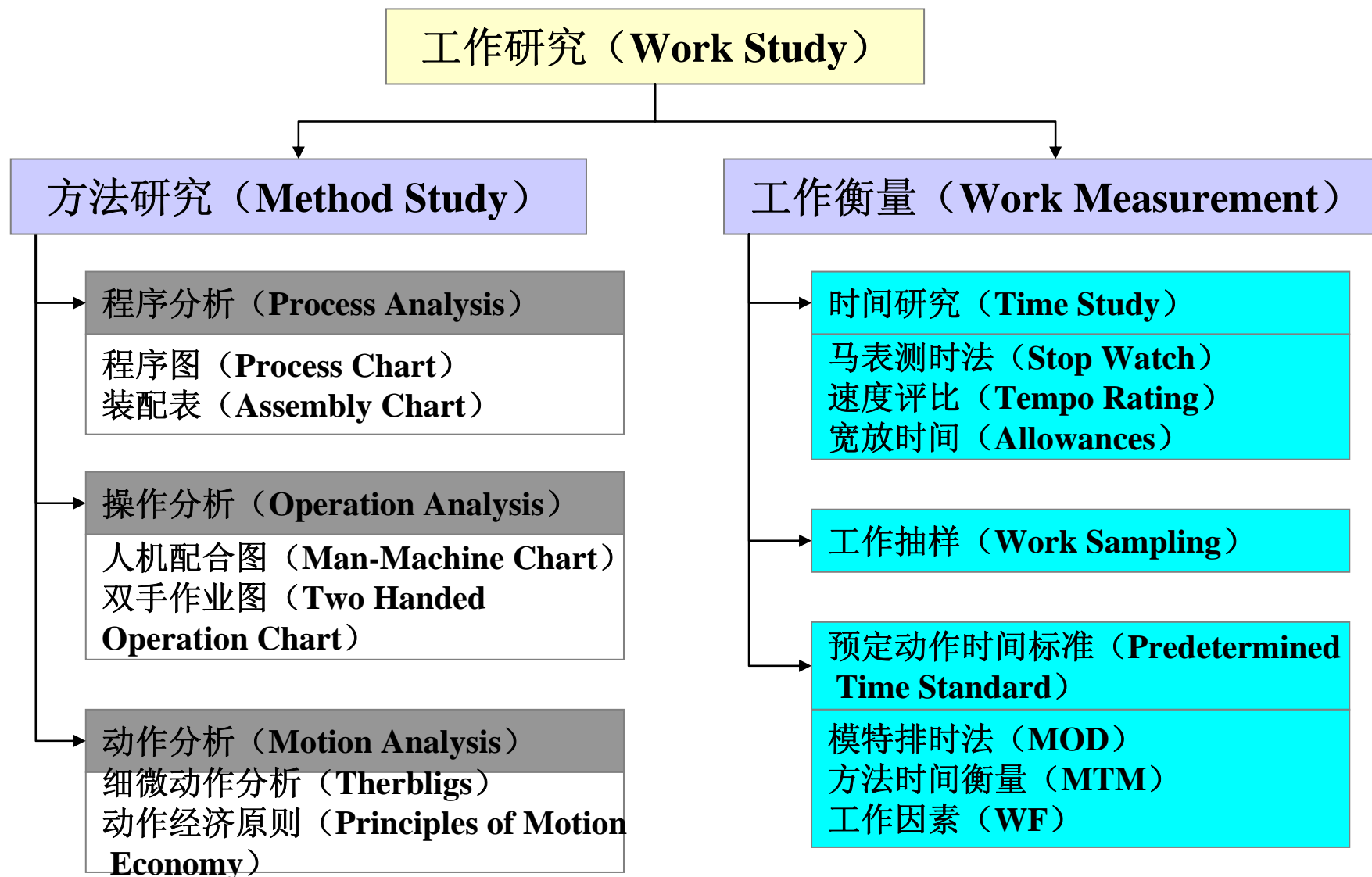
作业：玻璃管切
成定长
方法：改进
研究者：X X X
日期：02. 9. 10

左手说明	时间 (min)	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	时间 (min)	右手说明
将管子推向停杆		●							●		握住锉刀
旋转管子		●				●					用锉刀刻槽
握住管子					●	●					将锉刀轻击管子
											管端落入箱内

方法	总计			
	现行的		改进的	
	左手	右手	左手	右手
操作	8	5	2	2
运输	2	5	—	—
等待	—	—	—	—
握持	4	4	1	1
检查	—	—	—	—
共计	14	14	3	3

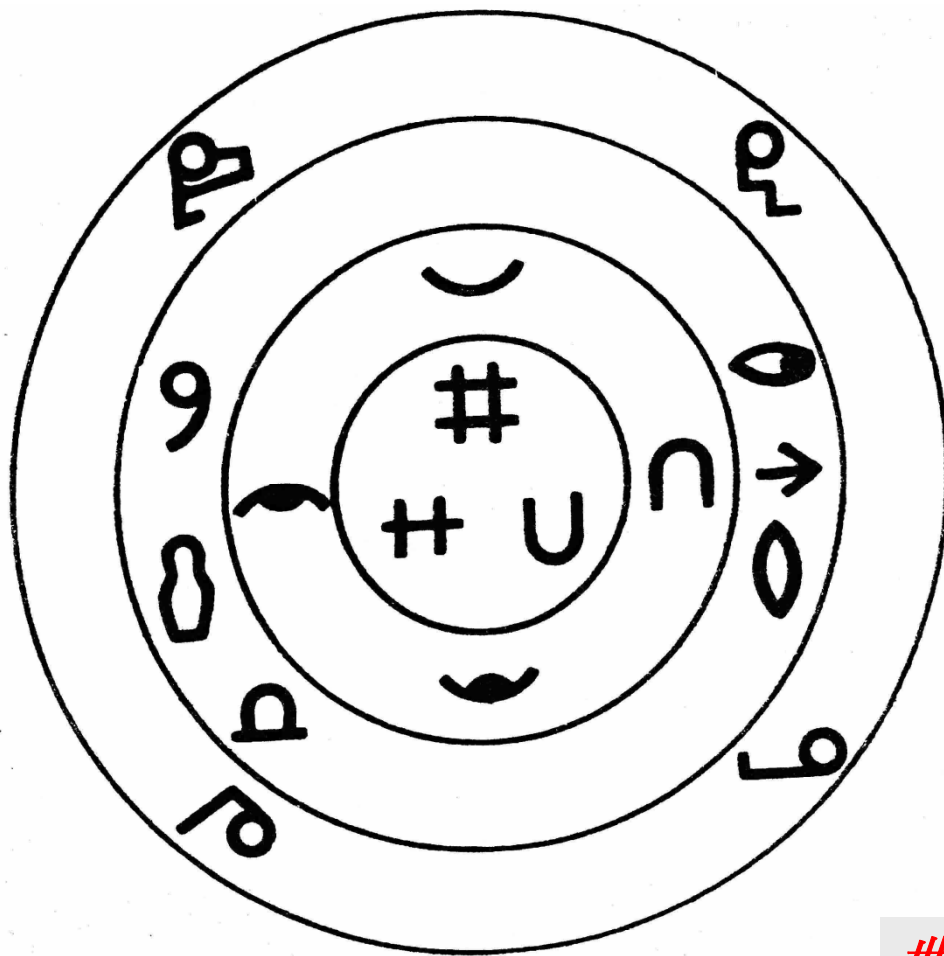


动作分析



分组	动素名称	文字符号	图形符号
第一组	1 伸手 Transport Empty	TE	
	2 移物 Transport Loaded	TL	
	3 抓取 Grasp	G	
	4 定位 Position	P	
	5 装配 Assemble	A	
	6 拆卸 Disassemble	DA	
	7 使用 Use	U	
	8 放手 Release Load	RL	
	9 检查 Inspect	I	

分组	动素名称	文字符号	图形符号
第二组	10 寻找 Search	Sh	
	11 发现 Find	F	
	12 选择 Select	St	
	13 思考 Plan	Pn	
	14 准备 Preposition	PP	
第三组	15 持住 Hold	H	
	16 迟延 Unavoidable Delay	UD	
	17 故延 Avoidable Delay	AD	
	18 休息 Rest	R	

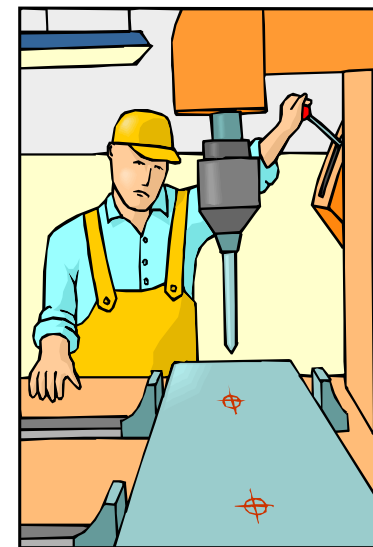


- 第一圈：
- 第二圈：常用动素
 - 改善的对象
- 第三圈：辅助性动素
 - 操作中越少越好
- 第四圈：消耗性动素
 - 尽可能取消

世界上最大的浪费，莫过于动作的浪费。
——吉尔布雷斯

钻孔作业动素分析表






左手	动素			右手	分析要点
移动工件到B处	6	1	9	离开钻床操纵杆	一般不表示眼的动作，但本例定位精度为0.3 mm，故表示有眼的动作
移动工件到B处	6	2	()	伸手到A处	
放开工件	9	3	U	握取工件	
手回到原处	()	4	6	移动工件到钻床上	
握取工件	U	5	9	放开	
对准钻孔位置（定位）	9	6	()	伸手到钻床操纵杆处	
对准钻孔位置（定位）	9	7	U	握取操纵杆	
对准钻孔位置（定位）	9	8	9	等待	
拿住工件	U	9	U	操纵钻床、钻孔	
移动工件	6	10	9	等待	






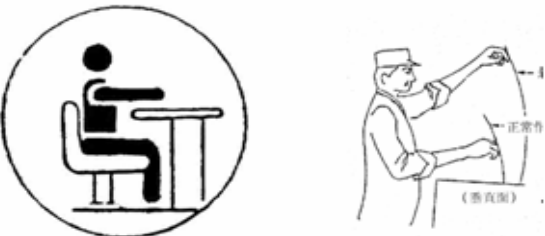

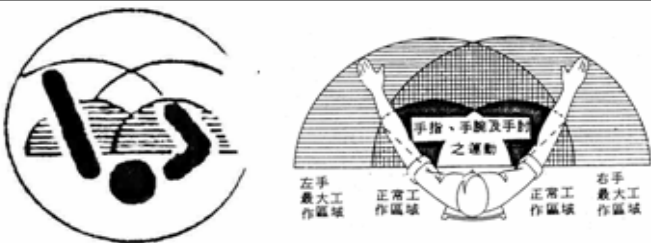
追求最佳作业动作，使作业人员花费最小限度的疲劳就能达到最大限度的效率。

◆ 巴思斯教授的三大类22条动作经济原则



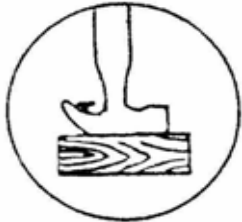
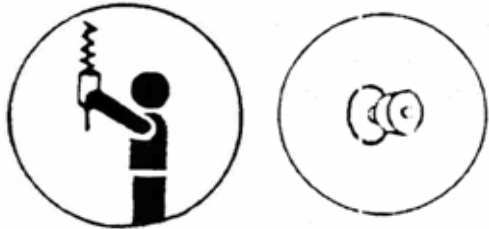
人体动作	场所布置	工具设备设计
1. 双手并用	11. 定点放置	18. 利用工具
2. 对称反向	12. 双手可及	19. 万能工具
3. 排除合并	13. 工序顺序	20. 易于操作
4. 降低等级	14. 使用容器	21. 适当位置
5. 利用惯性	15. 重力坠送	22. 负荷均衡
6. 避免突变	16. 近使用点	
7. 弹道运动	17. 照明通风	
8. 节奏轻松		
9. 手脚并用		
10. 适当姿势		



分类	原则	图例	说明																	
人体动作	1. 双手并用	 	双手的动作尽可能同时开始、同时结束；除规定休息时间外，双手不应同时空闲。																	
	2. 对称反向		双臂或双手之动作，应反向对称为之。																	
	3. 排除合并		排除不必要的动作。尽量减少动作，或使二个以上的动作能合并动作。																	
	4. 降低等级	 <table><tr><th>级别</th><th>动作枢轴</th><th>运用部位</th></tr><tr><td>1</td><td>指节</td><td>手指</td></tr><tr><td>2</td><td>手腕</td><td>手指、手腕</td></tr><tr><td>3</td><td>肘</td><td>手指、手腕、前臂</td></tr><tr><td>4</td><td>臂</td><td>手指、手腕、前臂、上臂</td></tr><tr><td>5</td><td>身体</td><td>手指、手腕、前臂、上臂、肩及身体其他部位</td></tr></table>	级别	动作枢轴	运用部位	1	指节	手指	2	手腕	手指、手腕	3	肘	手指、手腕、前臂	4	臂	手指、手腕、前臂、上臂	5	身体	手指、手腕、前臂、上臂、肩及身体其他部位
级别	动作枢轴	运用部位																		
1	指节	手指																		
2	手腕	手指、手腕																		
3	肘	手指、手腕、前臂																		
4	臂	手指、手腕、前臂、上臂																		
5	身体	手指、手腕、前臂、上臂、肩及身体其他部位																		

分类	原则	图例	说明
	5. 利用惯性		物体之运动量，应尽可能利用之，但如须肌肉制止时，则应将其减至最小度。
	6. 避免突变		连续曲线运动，较方向突变的直线运动为佳 连续曲线运动工作效率比方向突变的直线运动效率高；方向突变不仅浪费时间，也容易引起疲劳
	7. 弹道运动		弹道式之运动，较受限制的运 动轻快确实。 弹道式运动方式效率高、速度 快、力量大、目标准
	8. 节奏轻松		动作应尽可能使用轻松自然之 节奏 恰当组合动作，使工作产生韵 律节奏，减少作业人员的疲劳 和心理压力

分类	原则	图例	说明
	9. 手脚并用		减少手的工作负荷，可用脚代替控制性的工作。 尽量用足踏、夹具替代手的工作
	10. 适当姿势		应使用适当姿势操作，避免疲劳及劳动伤害之动作。
场所布置	11. 定点放置		工具物料应放置于固定处所 5S 三定
	12. 双手可及		工具物料及装置，布置于靠近使用点

分类	原则	图例	说明
	13. 工序顺序		工具物料应依照最佳工作顺序而排列
	14. 使用容器		物品、零件应尽量使用容器或装具
	15. 重力坠送		尽量利用重力方法坠送零件、材料或成品
	16. 近使用点		装配之物料之运送，应尽量送至使用点 零件物料之供给，应用其重力喂料及各种盛具送至使用点，越近越佳。 坠送方法应尽量可能使用之。

分类	原则	图例	说明
	17. 照明通风		应有适当之照明设备，使视觉满意舒服 工作场所之光线应适度，通风应良好，温度应适度
工具设备设计	18. 利用工具		工作台及坐椅之高度使工作者坐立适宜
	19. 万能工具		可能时应将两种或两种以上工具合并为一
	20. 易于操作		工具物料应尽可能预放在工作位置 手柄之设计，应尽可能使与手之接触面增大

分类	原则	图例	说明
	21. 适当位置		手指分别工作时，其各个负荷，应按照其本能，予以分配。
	22. 负荷均衡		机器上之操作杆，十字杆及手轮之位置，应能使工作者极少变动其姿势，且能获得机器之最大利益

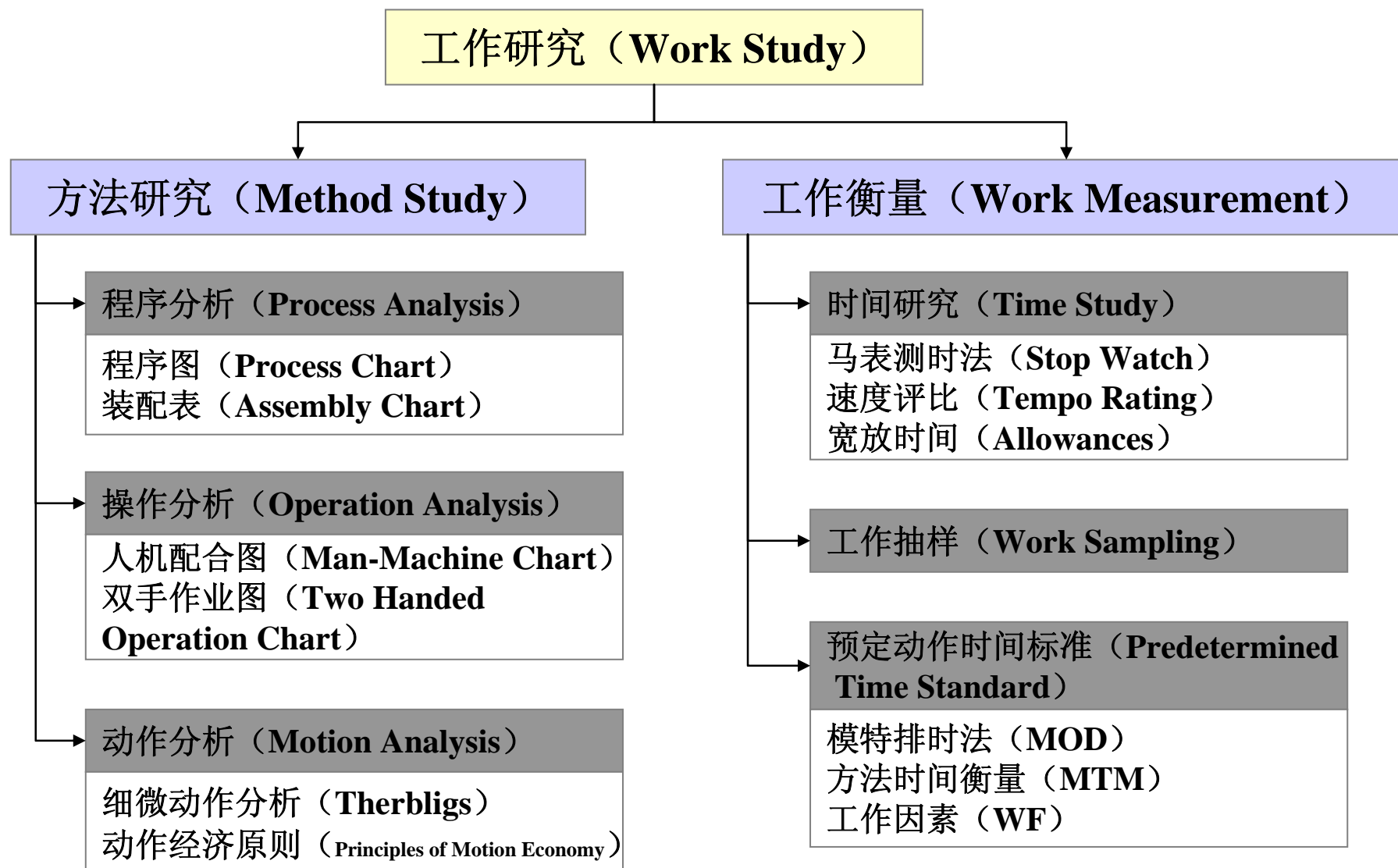
例子:



◆ 动作改善的主要思想

基本方向	改善之着眼点	关于人体	关于操作/场所布置	关于工具设备
同时进行动作	检讨“不可避免之迟延”及“持住”等动素。	1.两手同时开始并同时完成其工作。 2.双臂之动作应对称，反向并同时为之。		3.须长久持住之工作物，尽量使用夹具。 4.简易并须用力之操作，使用足踏工具。
减少动作次数	检讨“寻找”“选择”“计书”“预对”等动素；简化“握取”与“装配”	1.删除不必要之动作。 2.必要之动作设法简化或合并。	3.材料及工具按顺序排列。 4.材料及工具使其处于可工作之状态。	5.装配用之材料零件应使用容器安装。 6.工具设备之设计应力求减少动作次数，并利用机械之最大能力。 7.设法将两种以上之工具合并之。
缩短动作距离	检讨手腕动作之距离；减少全身移动之动作。	1.使用身体部位之最小范围。 2.使用身体之最适当部位。	3.材料，零件应放置于正常工作范围内。	4.利用物体之动力使其自动堕至装配区域或制成品箱内。 5.动作经路已成一定规则时，设法使用工具。 6.使用重力工具。
动作轻松舒适	减少动作之“困难性”，避免改变工作姿势，减少须用力之动作。	1.避免使用限制性之动作。 2.采用曲线之圆滑动作，避免改变方向。 3.利用惯性，重力及自然力。	4.工作地点调整于适当之高度。	

作业测定与标准化



◆ 作业测定 (Work Measurement)

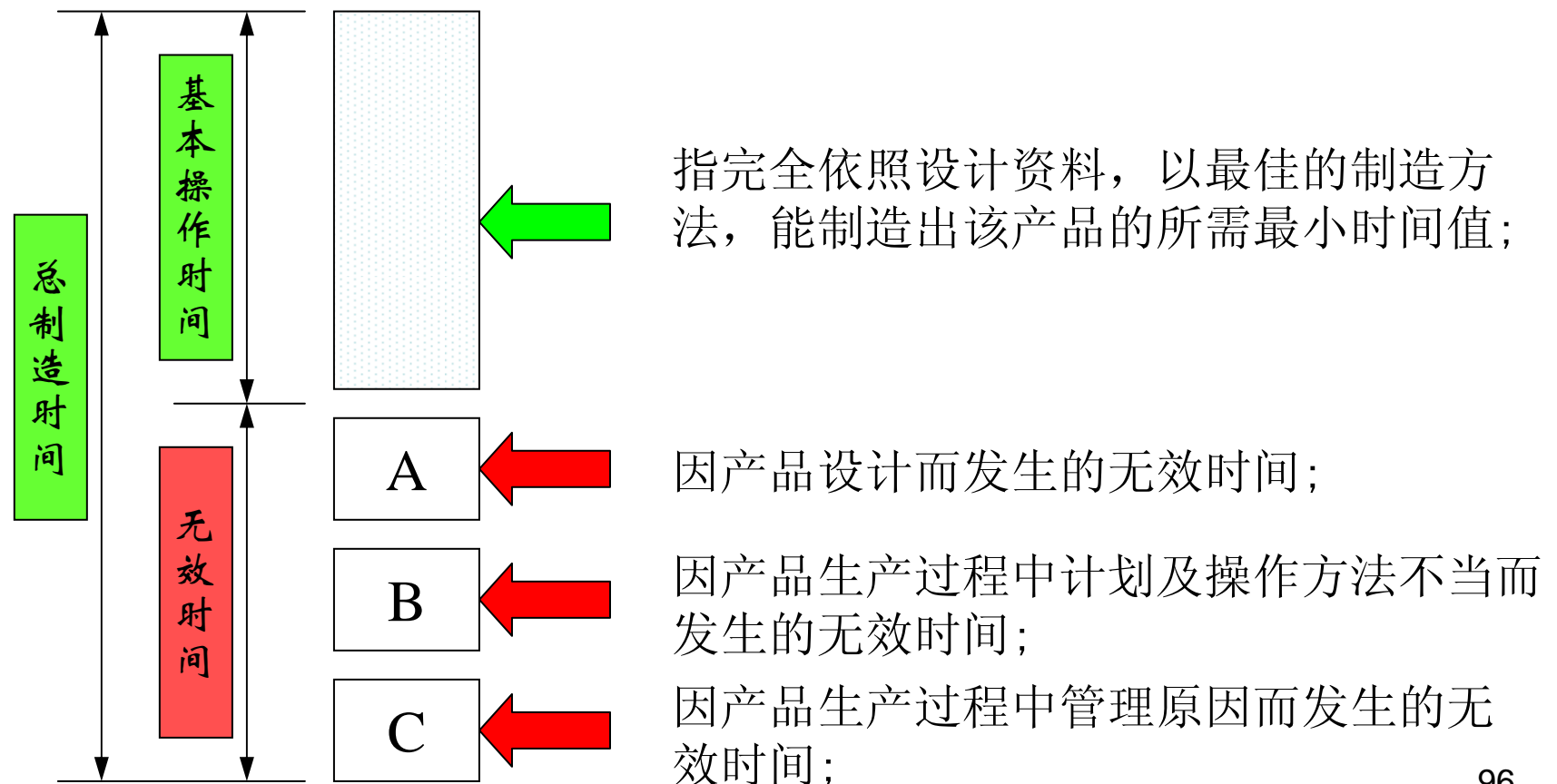
在方法研究并建立标准作业程序和作业方法基础上，测定必需的作业时间，通过评比、宽放等技术，制定出合理的时间标准，并以此作为工作设计和制定劳动定额的依据

◆ 目的

制定用经济合理的方法完成工作所需的时间标准，达到减少人员、机器设备的空闲时间，实现组织系统时间计划和实际时间使用的优化和标准化。

找出无效时间，并加以改善，必须测定制造生产、活动的时间。

下图为制造时间组成的内容：



1.3 作业测定的阶次和方法

1.3.1 阶次:

制定标准时间时, 应首先决定研究的阶次, 工作阶次通常分成下列七种:

第一阶次: 动作

人的基本动作是测定的最小工作阶次, 例如: 伸手, 握取等;

第二阶次: 单元

由几个连续动作集合而成, 例如: 伸手抓取材料, 放置零件等;

第三阶次: 作业

通常由二、三个操作集合而成, 若将其分解为二个以上的操作, 则不能分配给二个以上的人以分担的方式进行作业。例如: 伸手抓取材料在夹具上定位 (包括放置), 拆卸加工完成品 (从伸手到放置为止);

1.3 作业测定的阶次和方法

1.3.1 阶次：

第四阶次：制程

指为进行某种活动所必需的作业的串连。例如：钻孔、装配、焊接等；

第五阶次：活动

指由几个制程集合而成的业务过程，作业的串连；例如：一连串的装配作业，一连串的机械加工等；

第六阶次：机能

指构成零件或部件所包含着的必要的全部活动；

第七阶次：产品

指完成完整的最终产品或服务，由各种机能组合而成，除了零、部件的组合之外，尚包括物资管理、质量管理、财务管理、人事行政等；

1.3 作业测定的阶次和方法

1.3.2 作业测定的方法：

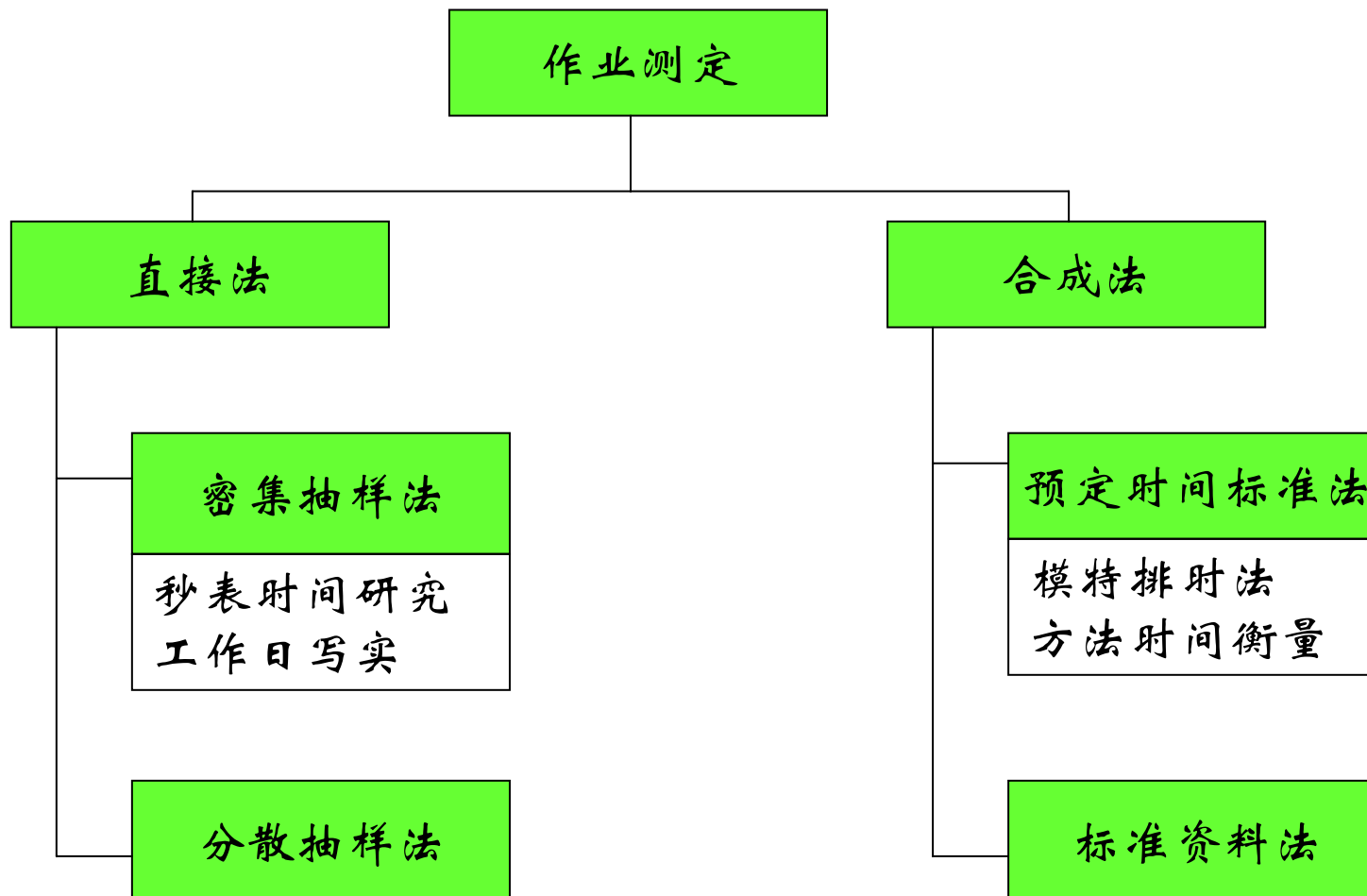
作业测定方法可分成直接法与合成法两种；

直接法又分成密集抽样法与分散抽样法两种：

1. 密集抽样法是利用秒表或电子计时器直接观测工作时间；
2. 分散抽样法则间歇性地测取工作资料。

合成法包括预定时间标准化（PTS）和标准资料法等。

作业测定方法结构图



作业测定方法

- ◆ 秒表法 (Stopwatch time study)
- ◆ 预定时间标准法 (PTSPTS)

◆基本工具

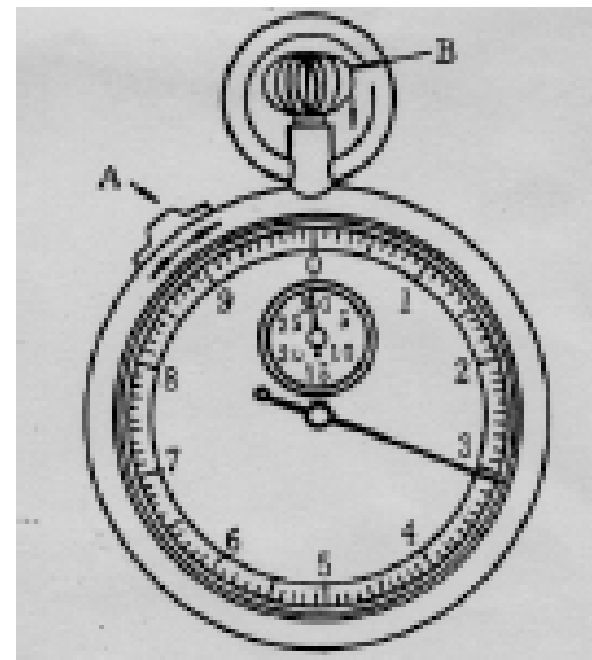
秒表，时间观测板，时间研究表格，辅助器材；常用的秒表主要是机械秒表和电子秒表；

◆秒表类型

分钟十进制秒表(**Decimal-Minute Stop Watch**),
分计秒表

大盘面100格，每格1/100分钟

小盘面30格，每格1分钟，30分钟



连续测时法

采用流水方式计时。当第一单元开始时，开动秒表，为避免指针回零时所产生的时间累计误差，在整个测时过程中不使秒表指针回零，而任其继续走动，仅当每一单元完毕时看指针并记录其表面时间(R值)。待全部记录完毕，再将两相邻单元的表面时间相减，以求得每一单元时间(T值)；

反复测时法（迅速复原法或归零法）

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。这种测时方法不需要进行减法运算就可以直接得到时间值；

循环测时法

循环测时法只在测定作业时间很短的工序时采用，因为在这种场合下要按单个作业要素计时非常困难。这种方法的特点是，每次依次去掉一个作业要素，将其它作业要素合并计时，最后通过运算求出每个作业要素的延续时间。

时间研究的步骤

STEP1: 收集资料

- 1、 确定操作方法;
- 2、 确定材料规格;
- 3、 确定所使用的设备和工艺装置;
- 4、 确定被观测者的素质;
- 5、 记录工作的环境因素;

STEP2: 划分操作单元

- 1、 尽量取较小操作时间单元;
- 2、 将人操作时间和机器工作时间分开;
- 3、 单元与单元之间的界限要分清;
- 4、 明确划分不同单元;
- 5、 材料搬运时间应与其它单元分开;

时间研究的步骤

STEP3:测时

- 1、选用适当的测时方法;
- 2、测时记录;
- 3、删除异常值;
- 4、决定观测次数;
- 5、确定每一单元的平均时间;

STEP4:评定正常时间

- 1、评比与正常时间;
- 2、评比尺度;
- 3、单元观测时间与正常时间的关系;
- 4、评比时的注意事项;
- 5、决定正常时间的代表值;

STEP5:确定宽放时间

- 1、私事宽放;
- 2、疲劳宽放;
- 3、程序宽放;
- 4、特别宽放;
- 5、政策宽放;

附表 连续测时记录

	①		②		③		④		⑤		外来单元			
周程	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	符号	R	T	说明
1	13	13	28	15	53	25	X	失去记录		66	A	$\frac{86}{53}$	33	更换皮带
2	84	18	104	20	27	23	39	12	/	省略单元	B	$\frac{425}{94}$	31	更换并调整螺丝
3	54	15	72	17	$\frac{205}{85}$	20	85	14		222	17	C	——	工具掉地上，拾起擦灰，并调整
4	36	14	53	17	306	A	20	14		20	18	D	——	
5	52	14	68	16	87	19	431	B		49	18	E	——	
6	64	15	81	17	501	20	23	C		41	18	F	——	
7												G	——	

各类操作水平与评比的例

→

操作水平与评比举例

评比			操作水平	相当行走速度	
正常=60	正常=75	正常=100		英里/h	km/h
40	50	67	甚慢；笨拙，搜索之动作；操作人似在半睡状态，对操作无兴趣。	2	3.2
60	75	100	稳定，审慎，从容不迫，似非按件计酬，操作随似乎缓慢，但经观察并无故意浪费行为（正规操作）。	3	4.8
80	100	133	敏捷，动作干净利落、实际；很象平均合格之工人；确实可达到必要的质量标准及精度。	4	6.4
100	125	167	甚快；操作人表现高度的自信与把握，动作敏捷，协调，远远超过一般训练有素的工人。	5	8.0
120	150	200	非常快；需要特别努力及集中注意，但似乎不能保持长久；“美妙而精巧的操作”，只有少数杰出工人才可办到。	6	9.6

注：1 mile(英里)=1609.344 m 107

标准时间

标准时间

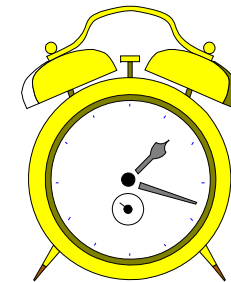
标准工时，是指在一定标准条件下，以一定的作业方法，由合格且受有良好训练的作业者，以正常的速度，完成某项作业所需的时间

一定标准条件：（通过方法研究后确定的）环境、设备、夹具、工具、材料…；

一定的作业的方法：加工方式、操作次序、操作动作、作业布置、动作姿态…；

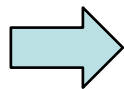
合格操作者：适合该项作业，对该特定工作的操作方法受过完全的训练

正常的速度：操作者工作时生理、心理状况正常；

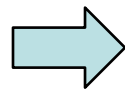


标准时间的应用

生产管理

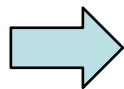


工艺设计
作业计划
生产控制
员工管理

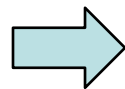


- 人机配合计算
- 生产线平衡的计算
- 工作方法改善
- 作业指导训练的标准
- 工作绩效评估及奖金计算
- 新产品的开发(预估成本)

财务管理

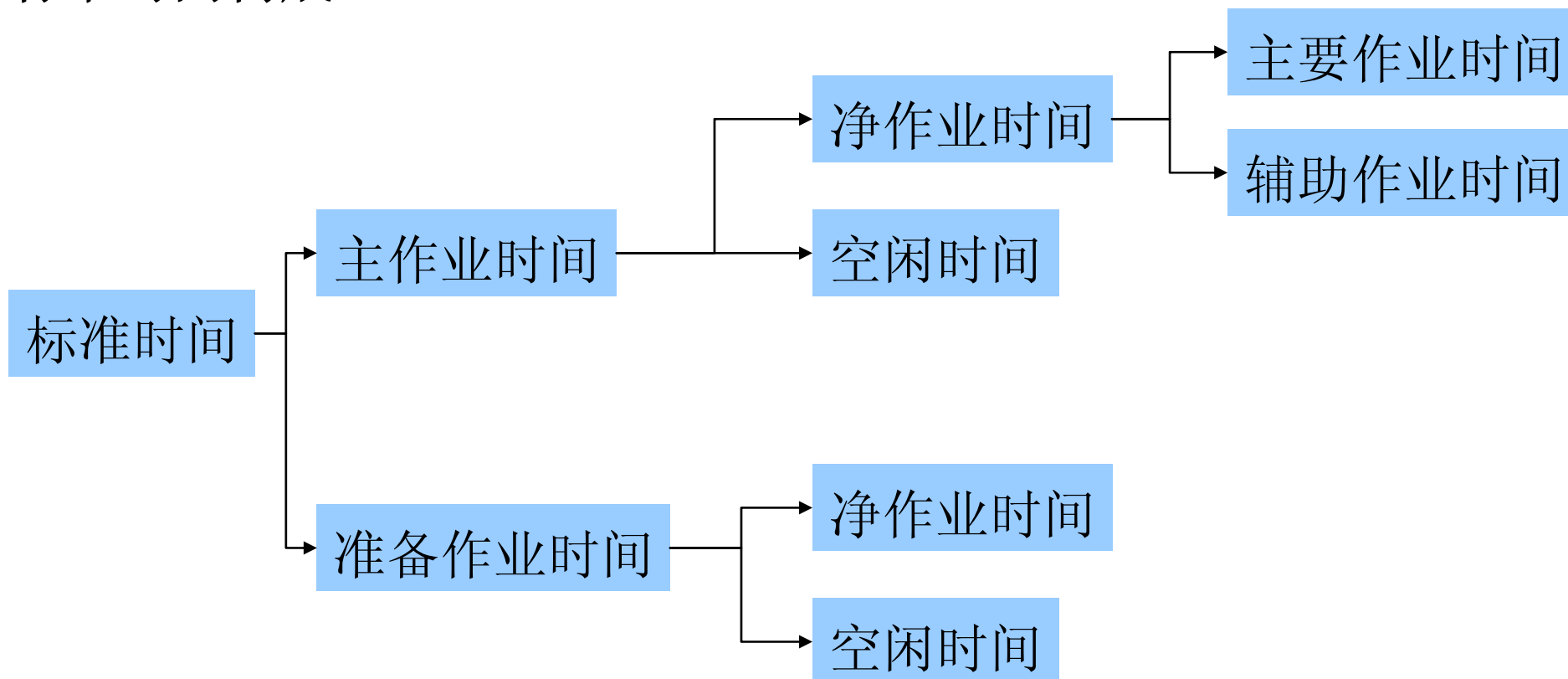


成本管理
价格估计



- 人工成本计算
- 外包价格的决定
- 制定产品价格的参考

标准时间构成



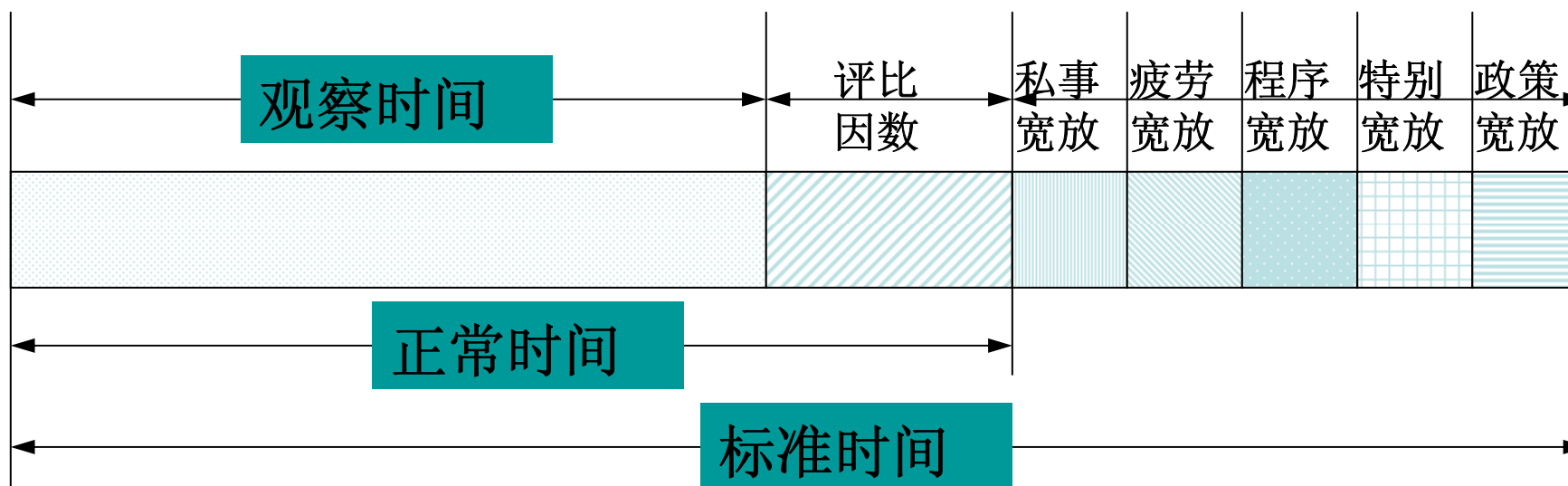
制定标准时间的方法

经验估工法(**Subjective judgment**)

统计分析法(**History record**)

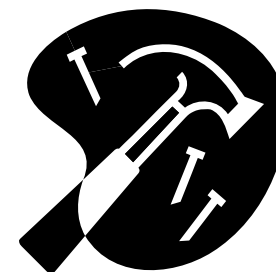
作业测定法(**Work measurement**)

标准时间结构



标准时间的计算方法:

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{平均操作时间} \times \text{评比} + \text{宽放时间} \\ &= \text{正常时间} + \text{正常时间} \times \text{宽放率} \\ &= \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})\end{aligned}$$



某一单元观测时间为0.8min，评比系数为110%，宽放率为5%，则该单元作业的标准时间是多少？

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{正常时间} + (\text{正常时间} \times \text{宽放百分数}) \\ &= \text{正常时间} \times (1 + \text{宽放率})\end{aligned}$$

其中，正常时间= 观测时间×评比系数

$$0.8 \times 60 \times 110\% = 52.8(\text{s})$$

所以，标准时间为： $0.8 \times 60 \times 110\% \times (1 + 5\%) = 55.44 \approx 55(\text{s})$

◆ 时间研究应用实例

现以在铣床上铣通槽为例来说明其应用。此例中共有以下七个操作单元：

1. 拿起零件放在夹具上。
2. 夹紧零件
3. 开动机床，铣刀空进。
4. 立铣通槽。
5. 按停机床，床台退回。
6. 松开夹具，取出零件。
7. 刷出铁屑。

通过对这七个操作单元的10次观测，得到每个操作单元的平均操作时间，例如第一单元的平均操作时间为0.143, 第二单元为0.155…等。

单元1, 2, 3, 5, 6, 7的评比系数为110%，而第4操作单元的评比系数为100%，以第1单元为例，（宽放率为15%）则：

正常时间=观测时间 X 评比系数

$$=0.143 \times 110\%$$

$$=0.157$$

标准时间=正常时间 X (1+宽放率)

$$=0.157 \times (1+15\%)$$

$$=0.181$$

如此类推，将各单元的标准时间之和求出后，化为普通钟表时间，即得在铣床上铣通槽的时间。

时间研究应用举例

(时间单位: min)

研究日期 2000年9月8日		开始时间: 10: 30 (上午) 完成时间: 11: 20 (下午)					短周期研究表										研究号码: 张号:								
单元号码		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		操作人姓名: 钟号: 观测人: 核定人: <div>外来动作因素</div>			
站立 坐 移动		拿起 零件	放 夹具 上	夹 紧 零件		开 动 机 床	铣 刀 空 进	立 铣 通 槽	按 停 机 床	床 台 退 回	松 开 夹 具	取 出 零 件	刷 出 铁 屑												
周期序数		R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T				
1		14	14	30	16	34	4	102	68	8	6	27	19	41	14							A	$\frac{592}{284}$	308	喝茶
2		53	12	68	15	73	5	246	73	53	7	69	16	84	15							B	$\frac{937}{755}$	182	组长询问
3		614	A ₂₂	31	17	35	4	99	64	704	5	25	21	43	18							C	$\frac{1450}{1249}$	201	抹擦眼睛
4		55	12	53	B ₁₆	63	10	1033	70	41	8	62	21	76	14							D	$\frac{2357}{1746}$	611	换刀具
5		88	12	1100	12	4	4	74	70	81	7	1203	22	19	16							E			
6		32	13	49	17	54	C ₄	1520	66	25	5	$\frac{1560}{1540}$	20	$\frac{1540}{1525}$	15							F			
7		$\frac{1570}{1560}$	16	92	16	97	5	1670	73	75	5	96	21	1710	14							G			
8		25	15	42	17	46	4	2426	D ₆₉	32	6	50	18	67	17							H			
9		81	14	98	17	2502	4	73	71	79	6	2600	21	14	14							I			
10		31	17	43	12	M		2700		5	5	26	21	40	14							J			
统计		1. 43		1. 55		0. 44		6. 24		0. 60		2. 00		1. 51								开始时间: 10: 30 (上午) 终止时间: 11: 20 (下午) 总时间: 45 min			
观察次数		10		10		9		9		10		10		10											
平均		0. 143		0. 155		0. 049		0. 693		0. 060		0. 200		0. 151											
评比%		1. 10		1. 10		1. 10		1. 00		1. 10		1. 10		1. 10											
正常时间		0. 157		0. 171		0. 054		0. 693		0. 066		0. 220		0. 166											
宽放率%		0. 15		0. 15		0. 15		0. 15		0. 15		0. 15		0. 15											
宽放后时间		0. 181		0. 196		0. 062		0. 797		0. 076		0. 253		0. 191											

预定时间标准法

预定时间系统（Predetermined Time System）简称PTS法

PTS法是国际公认的制定时间标准的先进技术

它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定进行各种操作所需的时间；
理论基础：动作研究-动素分析

PTS特点

- ◆ 工作前就能决定标准时间，并制定操作规程；
- ◆ 不需对操作者的速度、努力程度等进行评价，能预先客观的确定标准时间；
- ◆ 可详细记述操作方法，并得到各基本动作的时间值；
- ◆ 当作业变更时，必须修订作业标准时间，但所依据的预定动作时间标准不变；
- ◆ 是平整流水线的最佳方法；

预定时间标准法的优点

1. 在作业测定中，不需要对操作者的速度、努力程度等进行评价，就能预先客观地确定作业的标准时间；
2. 可以详细记述操作方法，并得到各项基本动作时间值，从而对操作进行合理的改进；
3. 可以不使用秒表，在工作前就决定标准时间，并制定操作规程；
4. 当作业方法变更时，必须修订作业的标准时间，但所依据的预定动作时间标准不变；
5. 平整流水线是最佳的方法；

预定时间标准的典型方法

方法的名称	采用时间	编制数据的方法	创始人
动作时间分析(MTA)	1924	电影、为动作分析、波形自动记录图	西格(A.B.Segnr)
肢体动作分析	1938	—	霍尔姆斯(Holmes)
装配工作动作时间数据	1938	时间研究、现场作业片、实验室研究	恩格斯托姆(Engstrom) 盖皮恩格尔(Geppinger) 通用电气公司有关人员
工作因素法(WF)	1935	时间研究、现场作业片、频闪观测器 摄影研究	奎克(Quiek) 谢安(Shea) 柯勒(Keohler)
基本手工劳动要素时间标准	1942	波形自动记录器、作业片和电时间研究记录器	西屋电气公司
方法时间测定法(MTM)	1948	时间研究和现场作业片	梅纳德(H.B.Maynad) 斯太门丁(G.J.Stegemerth) 斯克瑞(J.L.Schwab)
基本动作时间研究(BMT)	1950	实验室研究	普雷斯格里夫(Presgruve) 贝利(Bailey)
空间动作时间(DMT)	1952	时间研究、影片、实验室研究	盖皮恩格尔(Geppinger)
预定人为动作时间(HPT)	1952	现场作业片	拉扎拉斯(Lazarus)
模特排时法(MOD)	1966	—	海蒂(G.C.Heyde)

模特法

Modular Arrangement of Predetermined Time Standard, MOD

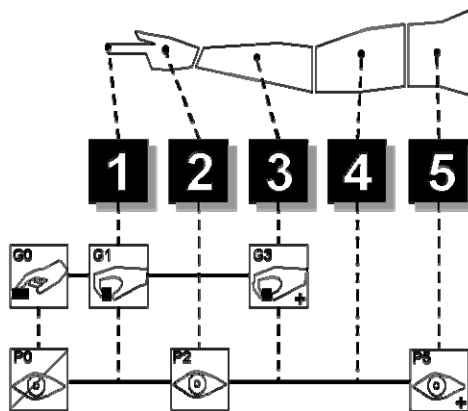
1966年Australia的G.C.Heyde把现有的各个动作分析技法的使用经验和人类工学为基础，摸索出分析简单，结果确不亚于详细法的技法，定立了MODAPTS技法。

MODAPTS的特点:

PTS名称	MODAPTS	MTM	WF
基本动作及附加因素	21种	37种	139种
不同时间值数字个数	8个	31个	

模特法

- ◆ 模特法的动作分类及其代号
- ◆ 把动作分为21个，每个动作以代号、图解、符号、时间值表示
- ◆ 不同人做同一动作(条件相同)所需的时间基本相等
- ◆ 身体不同部位动作的时间值互成比例，可根据手指时间单位量值，直接计算其他身体部位的时间值。
- ◆ 手指一次（移动约2.5cm）的时间性消耗值1MOD=0.129s



MODAPTS的基础:

1MOD=0.129S

1MOD=0.00215min

1MOD=0.000036hr

➤ 1sec.=7.75MOD

➤ 1min=465MOD

➤ 1hr=27933MOD

—正常值: 1MOD=0.129S能量消耗最小的动作

—高效值: 1MOD=0.1S 熟练工人高水平动作时间值

—疲劳恢复: 1MOD=0.143S包括10.7%的疲劳恢复

—快速值: 比正常值快7%左右

在工厂中常见的操作动作	上肢动作 (基本动作)	移动动作	移动动作	M1: 手指动作	注1、注2: 需要注意的动作; 独: 只有在其他动作停止场合进行的动作 往: 往复动作, 即往复一次回到原来的状态
				M2: 手腕动作	
				M3: 小臂动作	
				M4: 大臂动作	
				M5: 伸直手臂	
		终结动作	反复多次的反射动作	M _{0.5} , M1, M2, M3	
			触摸动作 抓捏动作	G0: 碰、接触	
				G1: 简单地抓	
				G3: (注)复杂地抓	
	其他动作	放置动作	放置动作	P0: 简单放置	
				P2: (注1) 复杂地抓	
				P5: (注2) 装配	
		下肢动作	下肢动作	F3: 踏板动作	
				W5: 走步动作	
		附加因素	附加因素	L1: 重量因素	
		其他动作	其他动作	E2: (独)目视	
				R2: (独)校正	
				D3: (独)单纯地判断和反应	
				A4: (独)加压动作(按下)	
				C4: 旋转动作	
				B17: (往)弯体动作	
				S30: (往)坐立	

人体各部位动作一次最少平均时间

动作部位	动作情况		动作一次最少平均时间/S
手	抓取动作	直线的	0.07
		曲线的	0.22
	旋转动作	克服阻力	0.72
		不克服阻力	0.22
脚	直线的		0.36
	克服阻力		0.72
腿	直线的		0.66
	脚向侧面		0.72 - 1.45
躯干	弯曲		0.72 - 1.62
	倾斜		1.26

◆ 拧螺母的动作

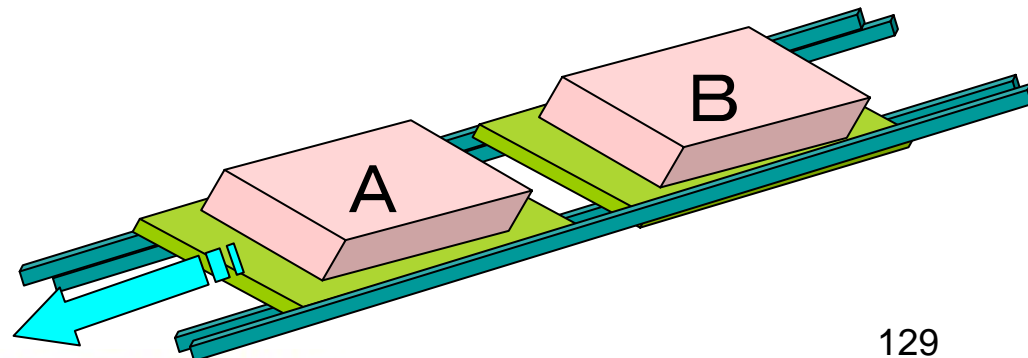
左手	记号	右手	记号	MOD数
拿着螺栓	H	抓螺母	M3G1	4
拿着螺栓	H	把螺母对准螺栓	M3P5	8
拿着螺栓	H	回转螺母	M1G0M1P0	2
拿着螺栓	H	继续拧入	(M1G0M1P0)X10	20

生产线平衡法

生产线是一种先进的生产组织形式；它是按照产品（零部件）生产的工艺顺序排列工作地，使产品（零部件）按照一定的速度，连续地和有节奏地经过各个工作地依次加工，直到生产出成品。

特征：

- 1.工作地专业化程度高；
- 2.工艺过程是封闭的，工作地按顺序排列，劳动对象在工序间作单向移动；
- 3.每道工序的工作地的在制品数量和各道工序的加工时间比例相一致；
- 4.每道工序都按统一的节拍进行生产；



考虑生产线布置时追求的目标：

品质方面

优先使用不会产生次品，
或者有异常时能自动停止
的设备，并设置质控环节；

产量方面

使用弹性高、
易增减产量的设备，
优先采用单线流动小型设备；

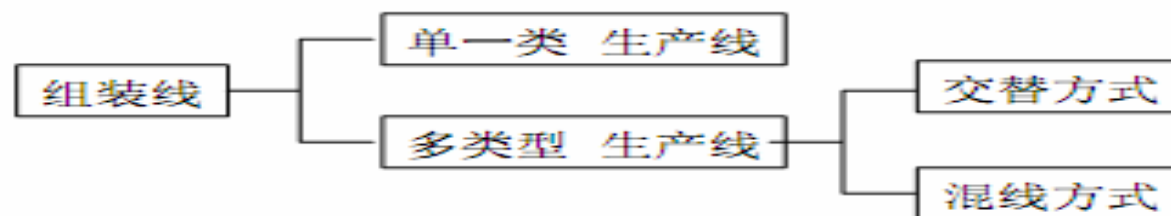
成本方面

按照产距时间配置人员，
非定员制生产，
使用最少空间生产；

单一 生产线(专用生产线): 生产的种类只有1种, 容易配置, 管理也容易;

多类型生产线

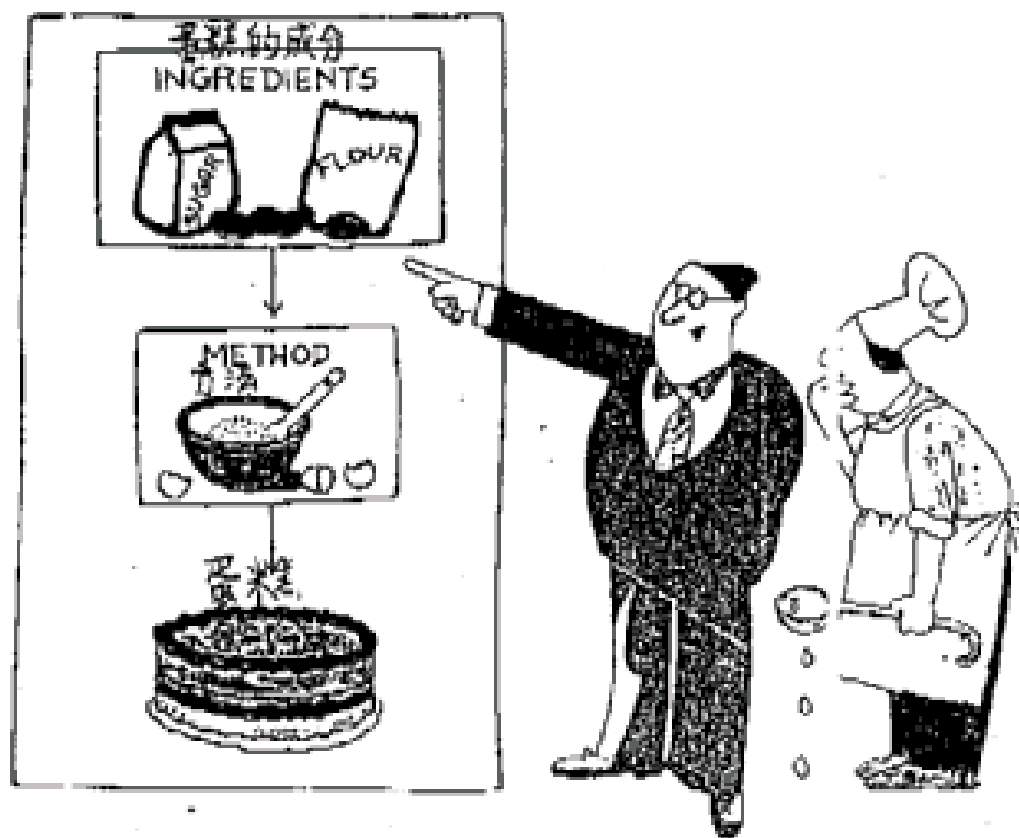
- 生产线交替方式: 只在生产的种类变化时改变工程编成, 在产品流的过程与单一种类相同, 但生产的种类多时交替引起的浪费多, 并且大部分生产线的作业者数是固定的, 因此发生不同产品的生产性的差异;
- 混合生产线方式: 是混合生产多种类的方式, 有库存及在制品比较少、交替引起浪费很少的优点, 但如果因生产计划的变更改变种类的混合比率时, 生产线均衡度瓦解, 使编成方法复杂困难;



产出的速度取决于时间最長
长的工位，称之 ；



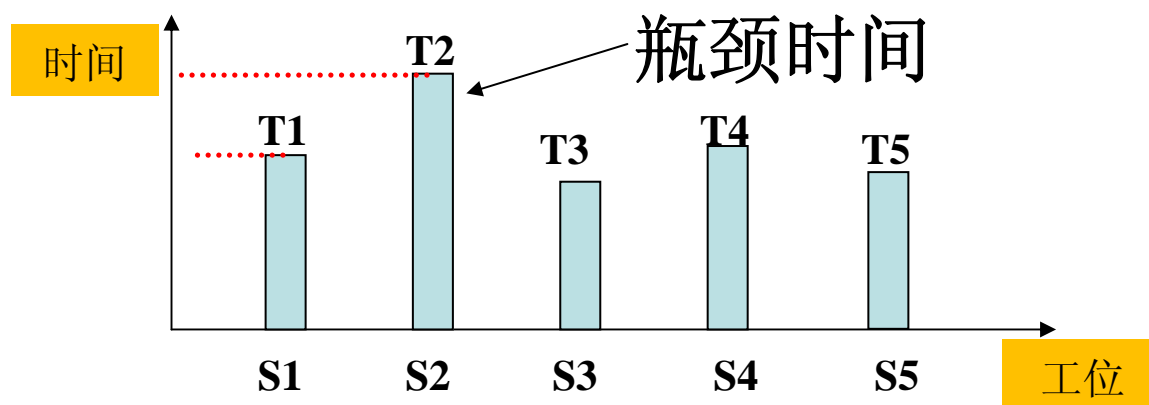
一个加工过程由什么组成？



平衡率：

用于衡量流程中各工位节拍符合度的一个综合比值；

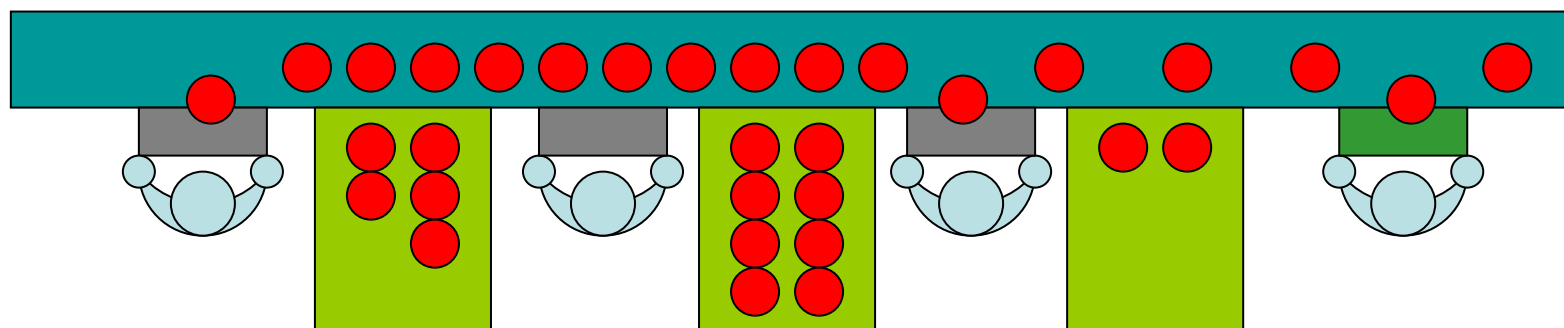
$$\text{平衡率} = \frac{\text{-----}}{\text{瓶颈时间} \times \text{工位数}} \times 100\%$$



单件标准时间 = $T1+T2+T3+T4+T5$ (流程中各工位所有动作标准时间之和)

例

能力需求：100件/H



项 目	工序1	工序2	工序3	工序4
能力	100件/H	90件/H	80件/H	95件/H
达成率	100%	90%	80%	95%
效率	个别效率合格	个别效率高	个别效率低	个别效率低

Step 1: 改善工作准备

- ① 选择产品，了解流程；
- ② 时间测量：时间记录表、测量工具等
- ③ 掌握现状：

设定产能、实际产能、人均产能(单机台产能)、操作效率、OPE、
损失分析、品质分析、改善前Load Chart等；



举例：产品A线时间损失分析

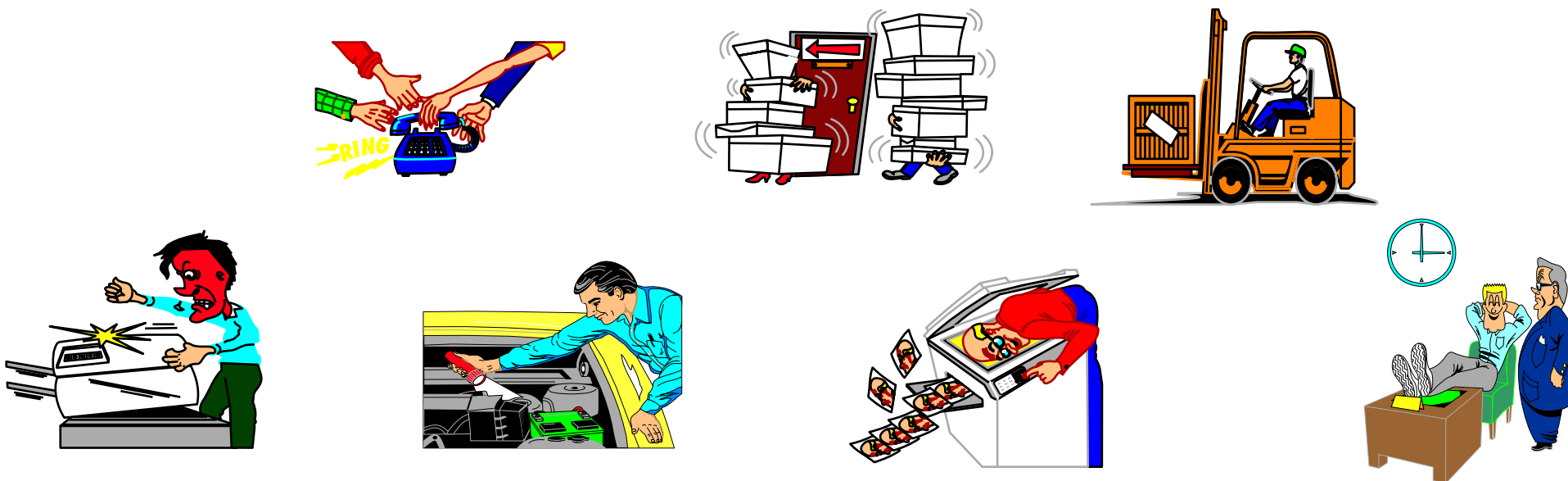
1. 基本数据：

实际产量	3017台	单件标准时间	340 秒
投入时间	9 小时	实测时间	377 秒
工人数	40人	瓶颈时间	10 秒
设定产量	3240台		

Step 2: 消除生产浪费

① 七大浪费消除

[不良品浪费/动作浪费/过程浪费/过量生产浪费/库存/移动浪费/等待浪费]



② 制作浪费改善前/后比较图，报告中经验分享；

Step 3: 方法研究改善

① 程序分析

[四大原则/五大内容/六大步骤]

② 操作分析

[人机操作/联合操作/双手操作]

③ 动作分析

[动素分析/动作经济原则]

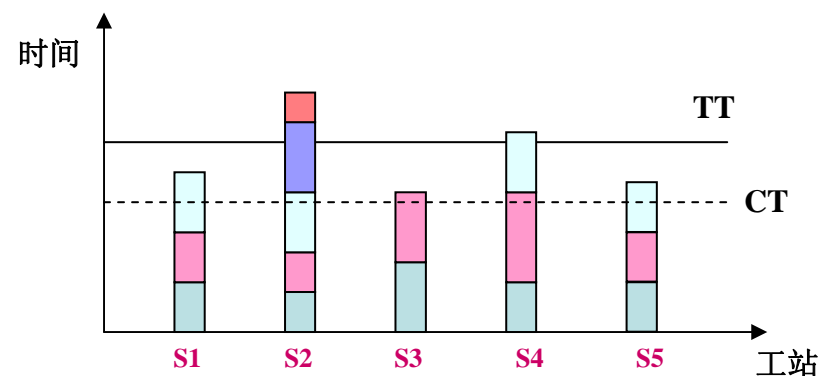


Step 4: 负荷表平衡

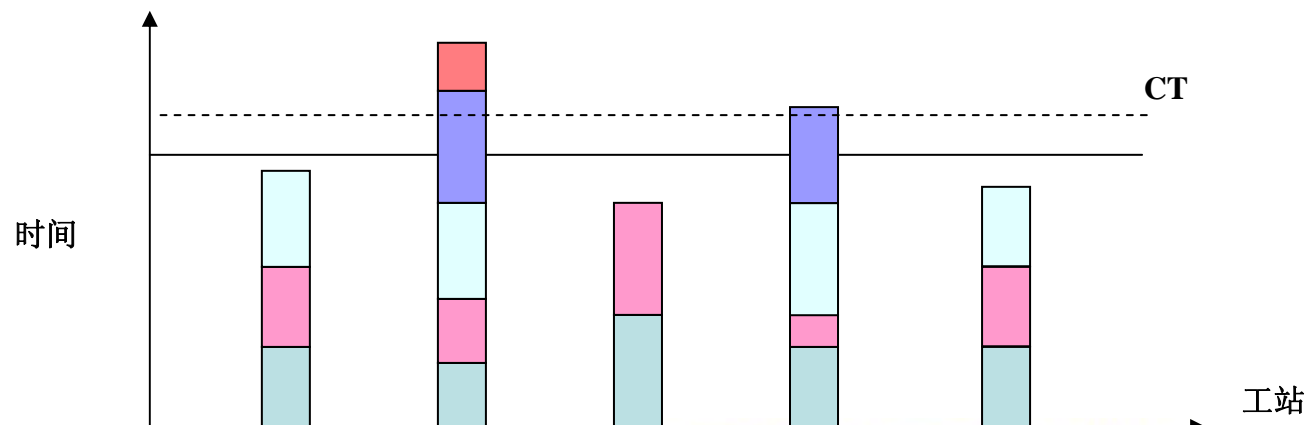
- ① 根据需求计算节拍时间[$TT = \text{有效工作时间} / \text{需求量}$]
- ② 若 $TT \geq CT$: 将CT设为上限, 重排



还有什么方法



- ③ 若T略小于CT: 将CT设为上限, 消除瓶颈

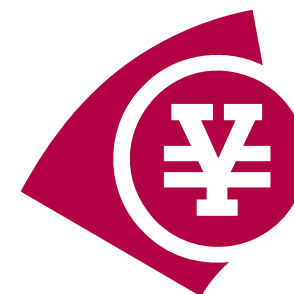


Step 5: 建立新的模拟流程

Step 6: 实施新的模拟流程

Step 7: 改善总结报告:

Step 8: 标准化



- 电风扇装配由下列任务组成：

任务	时间(Mins)	任务描述	紧前任务
A	2	装配外框	无
B	1	安装开关	A
C	3.25	装配马达架	无
D	1.2	将马达架装入外框	A, C
E	0.5	安装扇叶	D
F	1.2	安装格栅	E
G	1.3	安装电缆	B
H	1.4	测试	F, G

这家工厂每周5天工作制，每天上班8小时，都有相应的班前会15分钟，上下午各10分钟休息，下班前设有15分钟的5S时间和10分钟的返工返修时间：

1. 根据已知信息画出流程图;
2. 确定生产线最大产出工序, 并计算产出量;
3. 假定每天需要100台, 节拍应设多少?
4. 如以上需求, 那么理论上的工位是多少?
5. 如以上需求, 工序如何进行组织?
6. 请计算平衡率;

标准工作

标准工作的定义:

- 标准工作用来平衡生产流程中的工作内容, 以达到一个与客户需求相当的特定的日产出率
- 立足于消除浪费
- 为生产线设计奠定了基础

标准工作的目的:

- 过程以文件化表达
- 操作规范
- 培训支持
- 减少过程的变更
- 减少出错的可能性
- 描述当前的最佳方法
- 明确指出均衡工作量和满足客户需求之间的关系
- 必须使用持续改进过程

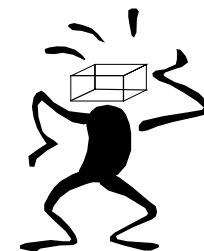
标准工作，并非经过设计的工作标准： 工作标准：

□ 为什么做这些？

- 确定公平的报酬和劳动力成本
- 工作的基础

□ 问题

- 通常只设定一次
- 存在许多浪费
- 单台成本的思想
- 不与需求挂钩



标准工作，并非经过设计的工作标准：

标准工作：

- ▣ 来自现场 - （工程师、操作工共同制定）
 - 着眼经验丰富的操作工
 - 立足消除浪费
 - 不是静态的，随着客户需求的变化而改变
 - 建立团队协作 vs. 个人激励
 - 提供了标准化的工作方法
 - 持续的改进过程

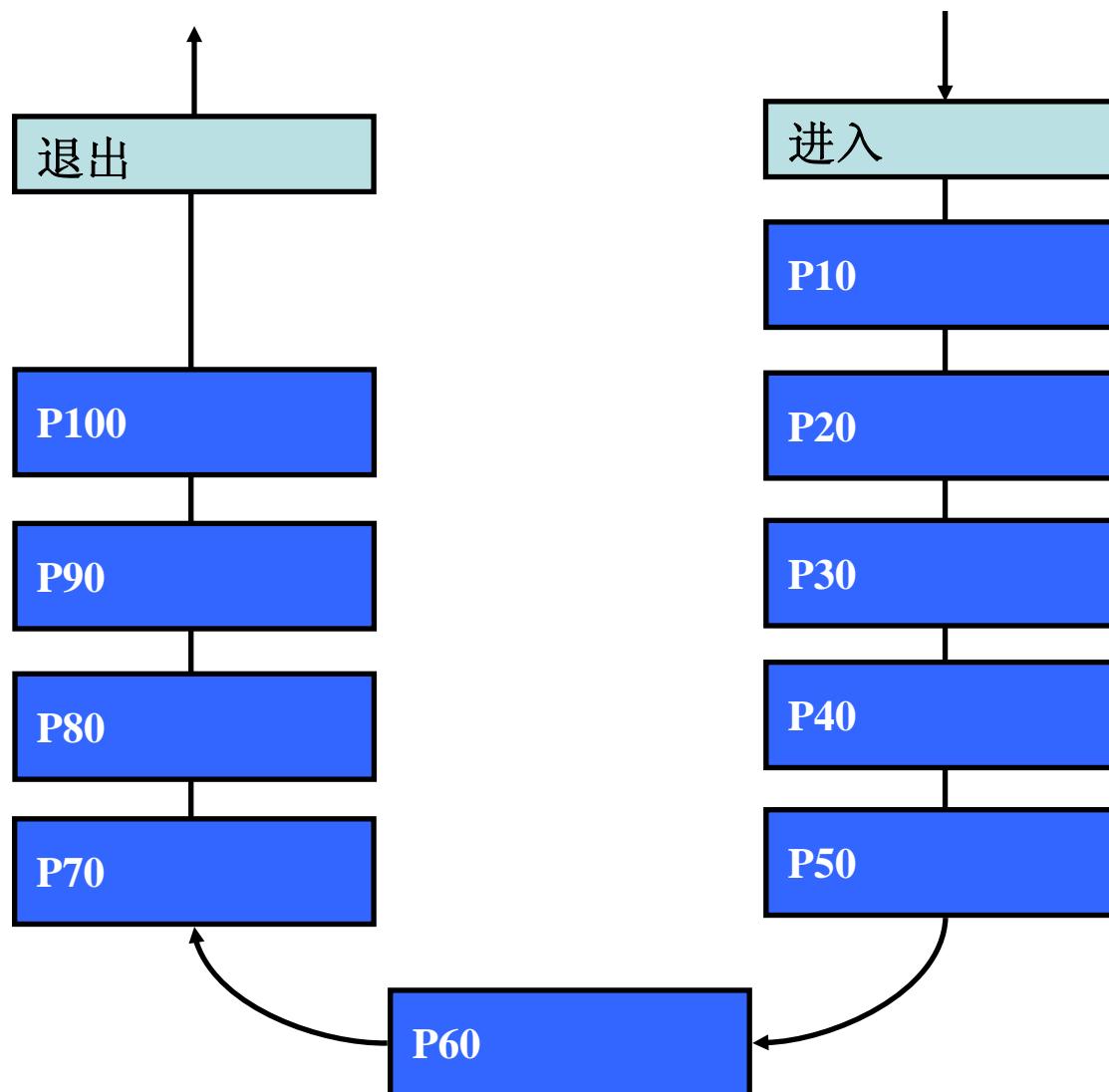


标准工作:

- 周期/节拍时间
- 流程次序
 - 过程次序
 - 工作次序
- 标准在制品



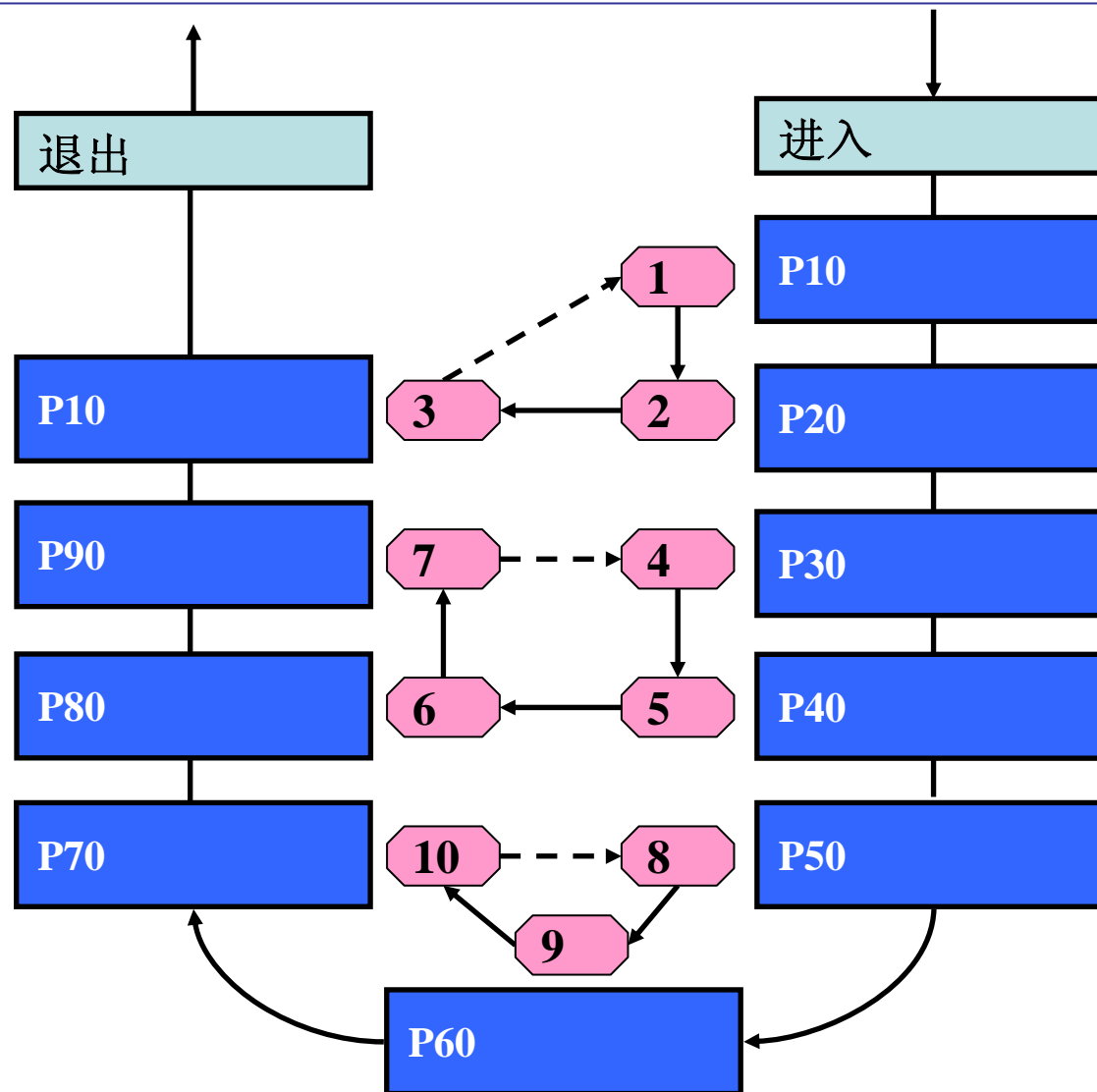
流程



操作

好处

- 操作工之间最少的库存
- 提高了操作的可视度
- 简化了物资管理
- 提升了质量
- 人力的增加或减少较为简单
- 加强了沟通

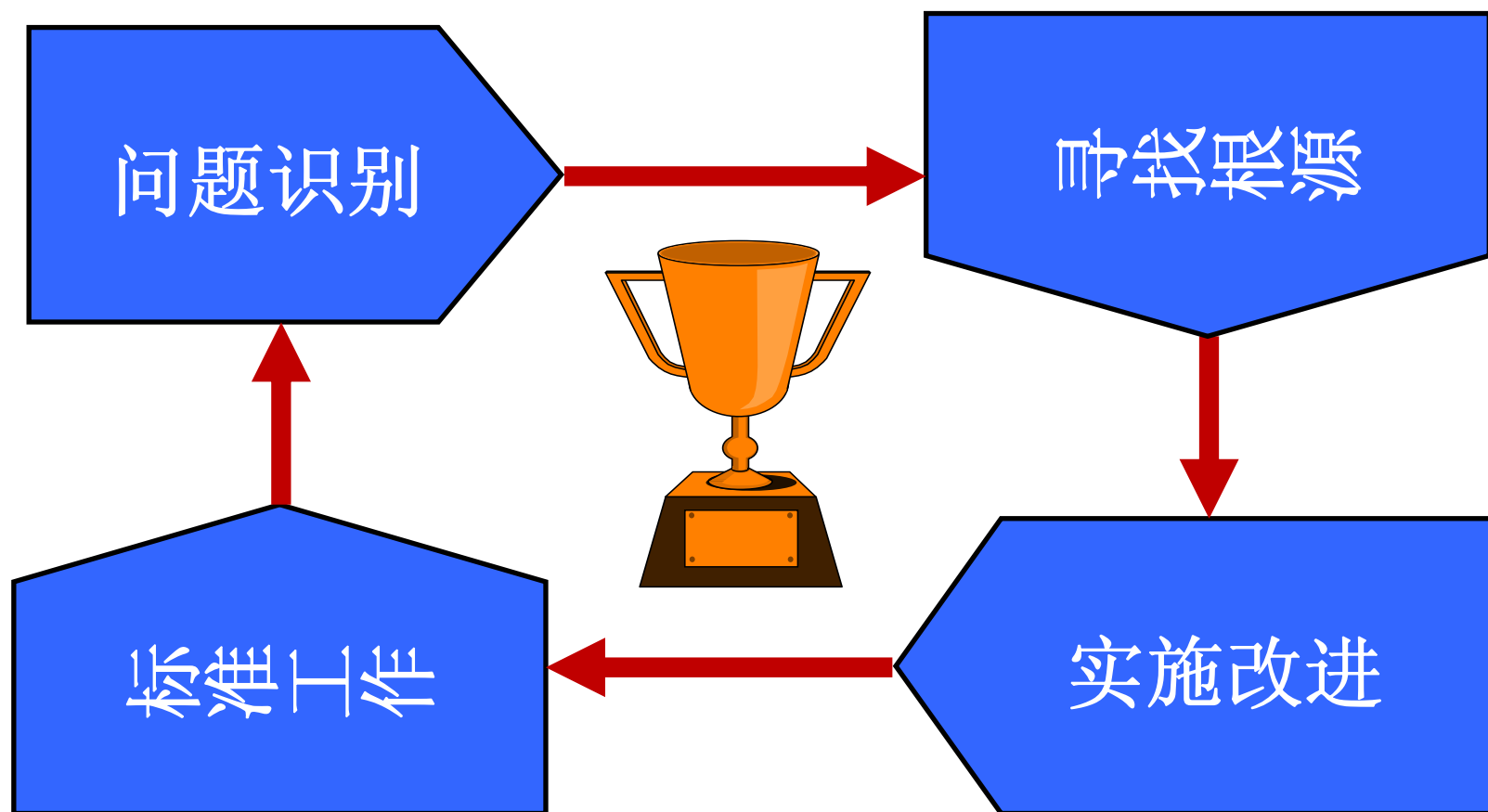


标准在制品

定义：明确的在制品（WIP）

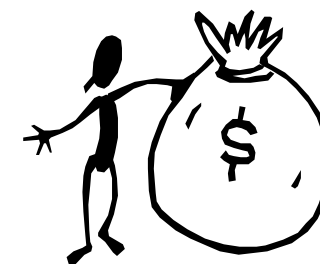
- 每个操作工只有一件，以保证“流动”
- 在每台机床的位置只有一件
- 工序之间要求冷却和干燥的零件数量尽可能少
- 设备更换（换模）阶段的缓冲

持续改进环



通过标准工作进行持续改进

- 首先着眼操作工
- 改进布局
- 优化生产成本
- 降低在制品库存
- 减少质量缺陷
- 提高生产能力
- 减少占用空间



标准工作的工具

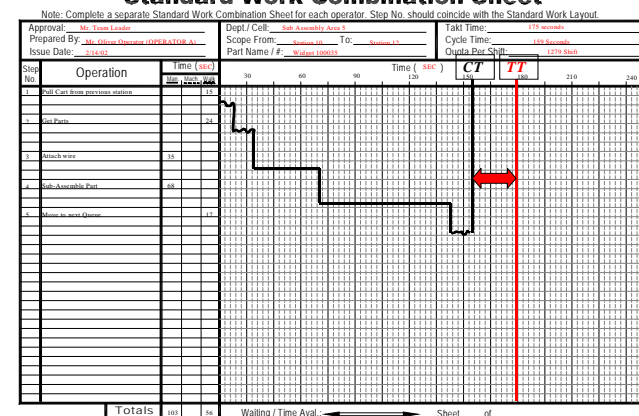
- 时间观测表
- 标准工作组合表
- 工作量图
- 过程能力表
- 标准工作表
- 工艺单

Process Flow Analysis Chart 流程分析图

Summary (总结)		Present Occurrences		Proposed Occurrences		Difference		Other (其他)	
Operations / 作业名称	Minutes	Occurrences	Minutes	Occurrences	Occurrences	Minutes	Occurrences	Line / Cell / 产线/工位	Process Name / 工序名称
Transport / 搬运									
Transport / 搬运									
Delay / 等待									
Store / 存放									
Complete / 结束									
Total Distance (英尺) 总距离									
Number of Occurrences 发生次数									

DETAILS OF PRESENT OR PROPOSED METHOD 当前或建议方法		Notes (备注)									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Standard Work Combination Sheet



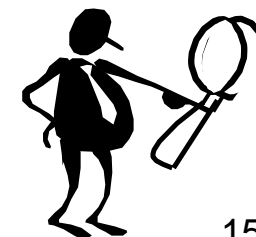
实施标准工作的步骤

- 1、收集各个型号的当前需求数据
- 2、确定生产需求数量的允许时间
- 3、建立节拍时间
- 4、收集当前的工作内容时间
- 5、填好标准工作组合表，并建立工作量图
- 6、通过区分增值和非增值的活动来消除浪费
- 7、重新分配工作内容来达到节拍时间，并重画工作量表
- 8、建立标准的在制品
- 9、核实新的工作内容时间，如有必要，再次重新分配
- 10、制定每个工序的工艺单来使标准方法得以文件化
- 11、不断重复以上过程



在过程中，观察各个工序的实际时间，以同节拍时间进行比较

- 时间观察 *并非* 对设定的速率进行时间研究
- 时间观察 *是* 对每个工序画微缩图的工具，使 *浪费得以确认*、减少或消除
- 观察工序的一个或多个循环
- 将工作任务分解成最小的可衡量的元素，将极小的工作组合起来
- 根据可变性和周围的长短采取多重时间的测量
- 认为最低的重复时间是正确的，因为很明显它浪费最少
- 记录下工序多次循环的积累时间
- 观察完成后，计算单独的工作任务时间



- 理解当前过程的局限性

- 避免对客户作出过度的承诺
- 更好的应付需求高峰阶段
- 掌握提高能力的方法

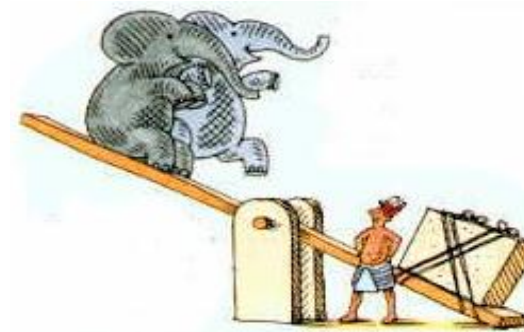
- 了解你的灵活能力

- 了解转向小批生产时，由于准备时间，

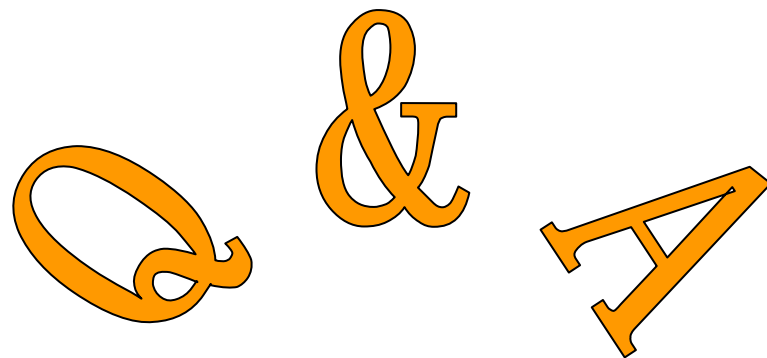
停工时间和过程无能力而造成的影响

- 提高客户满意程度
- 预测将来的需求
 - 知道何时需要增加能力
- 奠定持续改善的基础

为什么进行能力分析？



案例分享



谢谢大家!