

## 第五章

# 丰田改善的原点——IE 手法

- 无效的动作不是工作。
- IE 和合理化就好像地下的基础工程一样,虽然谁都不明白,但是如果没有牢固的基础,建筑物就好像沙子上的楼阁一样。因此,即使其他人不明白 IE 和合理化,也必须建立一个牢固的基础。

大野耐一

丰田汽车工业副社长 昭和五十年~昭和五十三年

(1975 年~1978 年)

新平 船

## 1 何谓 IE 手法

丰田生产方式被系统地总结出来作为生产指南是在昭和四十年代(20世纪60年代)后期。它是丰田经过一系列的改善活动后才建立起来的一种生产方式。在改善活动的过程中,产生了现在被活用的各种各样的丰田独特的用语。

其间,丰田汽车工业从昭和三十年代到昭和五十年代(20世纪50年代到70年代),反复进行IE教育,许多人都学会了IE手法。

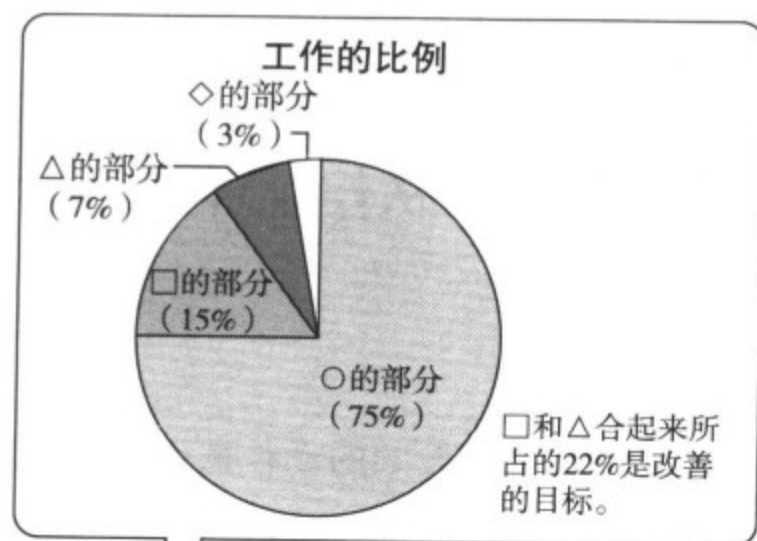
所谓IE是Industrial Engineering(工业工程)的缩写,因为找不到合适的翻译用语,就那样直接叫它IE了。

**IE是仔细看问题的技术。**其内容综合了人、物、设备以及信息,通过IE手法可以建立起最经济的工作系统。之所以不能解决浪费和问题,是因为不能发现浪费和问题。之所以不能发现浪费和问题,是因为看东西时粗心大意。

**IE是仔细看问题的方法,**所以掌握了IE手法,就会发现以前所不清楚的问题。IE的特点如下图所示,把工作逐层细分为工序→作业(单位作业→作业要素)→动作(要素动作:思布利吉),然后消除各项工作中的muri(超负荷的人员或设备)、muda(浪费)、mura(不均衡)。

如下图,分析一下教师的工作。以工序为单位看教师工作时,为了提高教师工作的附加价值,首先有必要增加○部分(课等)所占据的比例。无论怎样移动都不会产生附加价值。在○部分如果没有发现问题,就接着分析单位作业。

◎IE 手法的事例(分析教师工作)



区分单位	工序分析	作业分析		动作分析	
	工程	单位作业	要素作业	要素动作(思布利吉)	运动(主要变数)
内容	在办公室作准备	起立	准备上课	从椅子上站起来	①使用身体部位
	等待上课	点名答到	分发资料	转向黑板	②距离
容	去教室	讲义	点名让读书	向黑板移动	③重量
	上课		在黑板上解说要点	把手伸向粉笔	④动作的困难度
观测方法	到办公室			取粉笔	
	休息	起立		在黑板上写字	
	测试评分				
	听取资料、观察	时钟、VTR 秒表		照相机、VTR 目视	

## 2 提高生产率的第一步从作业研究开始

IE 是以泰勒的时间研究和吉尔布雷斯夫妇的动作研究为起源而发展至今的,并且两者并行发展、互相融合,逐渐被系统化,形成了作业研究。在系统化的过程中,IE 技术的适用范围变得非常广泛,IE 的分析技术和内容也变得高度复杂,要学会它并不是件容易的事。

因此,IE 曾一度随着泡沫经济暂时衰退。但是随着 VRT 等分析仪器的的发展,现在即使不懂专门的 IE 分析技术也能够很容易就发现浪费了。

在此,笔者将以日常在企业活用的手法为中心来说明 IE。大致地整理一下 IE,它由如下图所示的方法研究(调查并分析工序和作业方法、步骤,并对其进行改善)和作业测定(测定作业必需的时间,排除无效时间,设定标准时间)这两方面构成。

### 方法研究

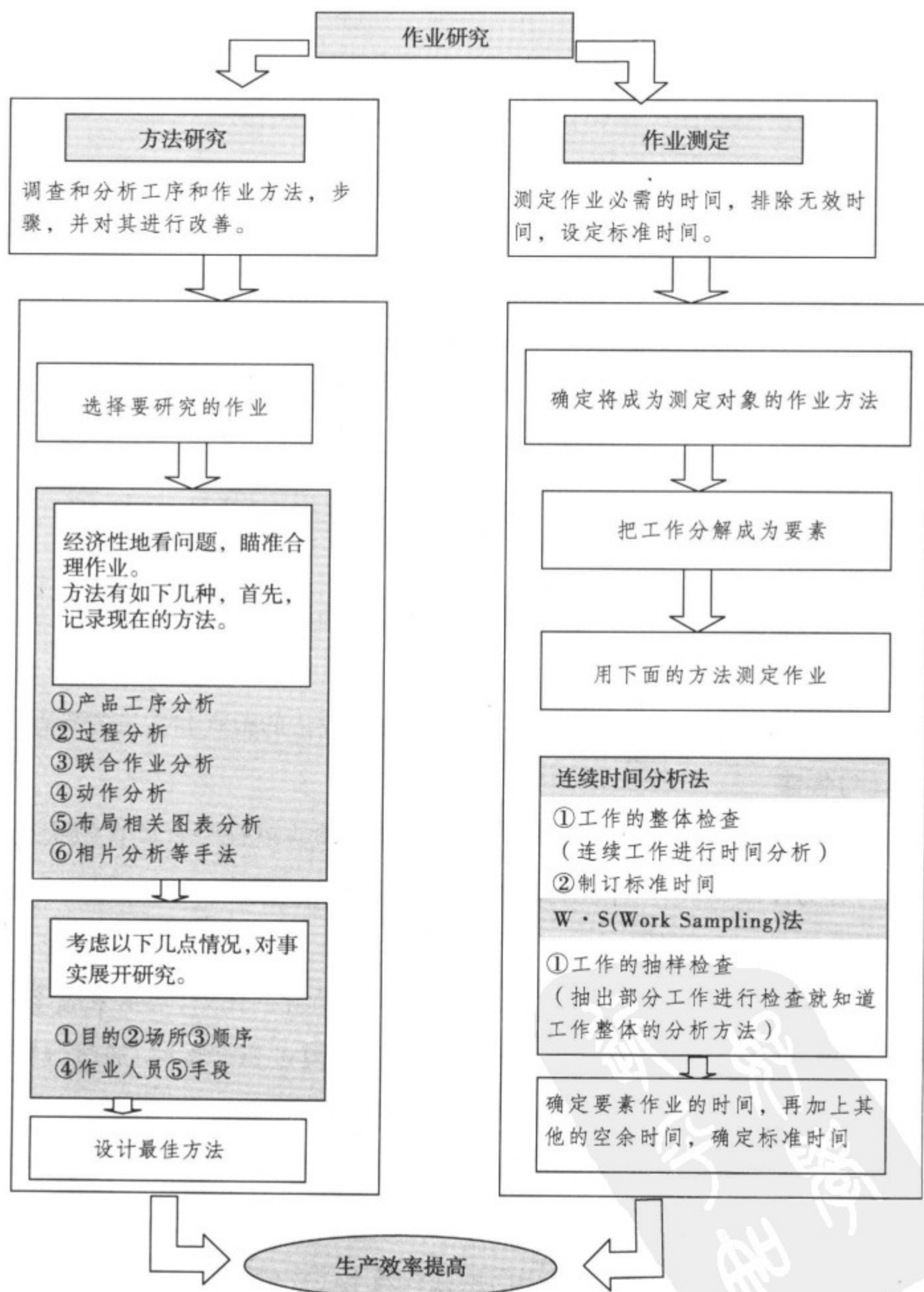
分析有 3Mu [ Muri (超负荷的人员或设备)、Muda (浪费)、Mura (不均衡)] 的工序、作业以及动作,创造经济安全轻松的作业方法。“动作经济原则”是其主要的着眼点。

### 作业测定

以时间为尺度将作业系统和构成要素的工作数值化,以改善和维持为目标。大致分为连续时间分析法和 W · S [工作抽样 (Work Sampling)] 法。

为了便于理解,就像产品的检查包括整体检查和抽样检查一样,可以把工作的整体检查看作连续时间分析法,把工作的抽样检查看作 W · S 法。

## ◎作业研究的概要



### 3 何谓工序分析

在作业方法的研究中,首先必须进行的就工序分析。通过工序分析,调查原材料从被加工到变为成品的过程,制订产品工序分析表。工序分析可以分为加工、搬运、检查、停滞4个部分。

#### (1) 加工

指组装或分解数种零件以及使原材料变形、变质的程序。

#### (2) 搬运

指使物体移动,大致可分为机械搬运和人工搬运。

#### (3) 检查

用测定仪器等与基准进行比较,大致可分为数量的检查和质量检查。

#### (4) 停滞

是指原材料和零部件没有经过加工、搬运和检查就被一直放置的状态。大致可分为停滞(各道工序间的临时等待)和储藏(被指定保存)。缩短停滞期有利于缩短生产周期。

通过工序分析,就可以明确工作场所的实际情况。比如,把本来应该一次就能完成搬运的物品分为好几个地方装卸,反复进行搬运时,通过分析,就能够清楚地发现浪费,有利于布局设计和减少搬运(次数和距离)。

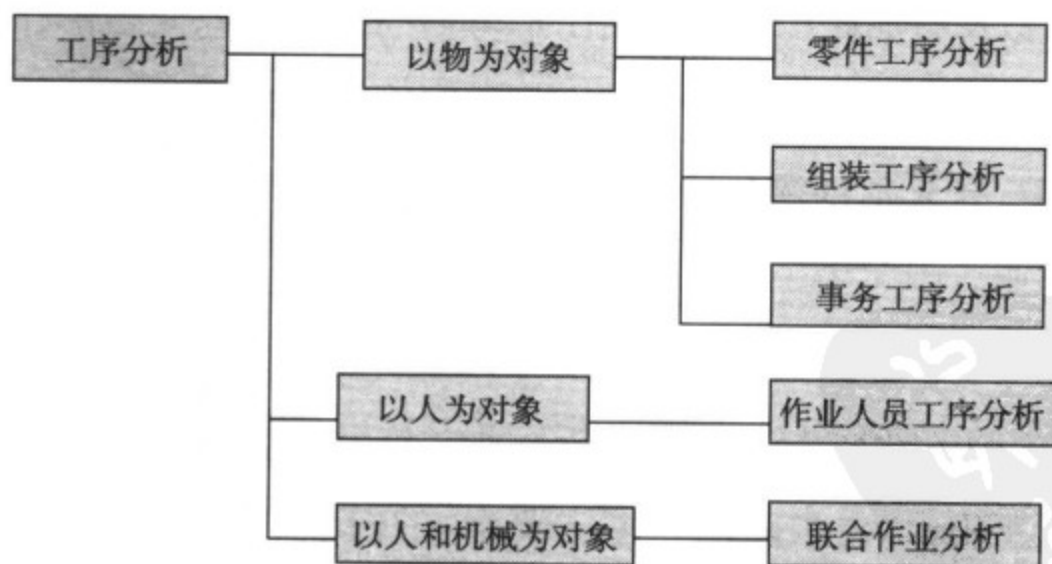
通过前道工序提供的数量和后道工序领取的数量的差把握生产量,就能知晓半成品的数量和半成品存放的时间,有利于减少半成品的数量。把上述分析的4道工序分别附上时间,就会清楚不能产生附加价值的工序所占的比例,就容易锁定作为问题工序要改善的目标了。

## ◎工序分析

项 目	记 号	改善的关键点
加工或作业	○	①简化加工方法 ②缩短加工时间 ③减少加工数量 ④增加加工比例
搬运或移动	□或○	①减少搬运工序 ②减少搬运工时数 ③缩短搬运距离 ④改善作业布局 ⑤减少搬运次数
检查	数量的检查 (调查数量) □	①减少检查工时数 ②明确检查目的 ③研讨检查环境和检查时间
	质量的检查 (检查质量) ◇	④简化检查方法 ⑤研究是否是表面作业
停滞或等待	停滞(各道工序间的临时等待) D	①减少停滞时间 ②减少停滞工序 ③改善储藏方法 ④减少储藏空间
	储藏(被指定保存) △	⑤减少半成品

## 工序分析的对象大致可分为“人”、“物”、“机械”

比如物的场合,如果说作业时间,并不是指人作业的时间,而指材料被加工的时间。



## 4 何谓动作分析

在使用计算机进行工作是理所当然的时代,经常会见到如下的情景:

年轻人正在使用双手快速工作,在他的附近,知识和经验都很丰富的科长却只是使用右手的食指慢慢地敲键盘。过了一会儿,科长的手指头停止了动作,年轻的职员就给他建议:“科长,这里是这样做的!”与年轻人快速轻松地工作相比,年长的人干起来显得非常吃力,不仅慢而且姿势不正确,额头上都渗出了汗。

在做相同的作业时,习惯的人习惯的人的工作速度和正确性都有一定的差异。习惯的人不用看键盘,只是交互式地看资料和计算机显示屏,两只手迅速地敲打着键盘。

现场作业也可以说是如此。习惯的人比不习惯的人工作速度要快好几倍,而且能够正确、轻松地灵活作业。因此,动作分析就是系统性地研究有无不合理、有无浪费、有无不均衡的作业方法和步骤,使不习惯作业方式的人也能够有效地作业。

不能发现问题只不过是看东西时比较粗心大意。如果把作业内容分解成细小的动作,就会形成要素动作,这是分析作业时最小的单位。

由吉尔布雷斯所提出“要素动作”(基本要素)的内容如下图所示,其中第2类、第3类的要素动作有待排除。



## ◎改善要素动作的目标

第1类	第2类	第3类
是要素动作中有用的东西，作业必需的。可以通过缩短时间来进行改善。	容易使第1类作业变慢的要素动作。需要努力排除。	不作业不产生附加价值的要素动作。排除此类要素动作，收效会很大。
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 伸手(空手)</li> <li>· 搬运</li> <li>· 抓取</li> <li>· 定位(确定位置)</li> <li>· 拆卸(分解)</li> <li>· 放手</li> <li>· 确认(检查)</li> <li>· 使用</li> <li>· 组装</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 改变方向</li> <li>· 前置(准备)</li> <li>· 寻找</li> <li>· 选择</li> <li>· 思考</li> <li>· 均衡失调</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>除“思考”以外，其他的通常通过改善布局设置，就能取得成效。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 保持</li> <li>· 可以避免的延误</li> <li>· 不可避免的延误</li> <li>· 疲劳恢复的休息</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>“保持”也可以说是在做工作，但是保持的期间却是一种浪费。通过排除属于第3类的要素动作，会得到很好的效果。</p>

## 用语说明

## 均衡失调

在用左手取下一个零件之前，右手也不能工作的时候，要等待其他身体部位的动作或机械的运作。

## 不可避免的延误

并非作业人员的责任而引起作业中断，是指从延误开始到等待结束时的一段时间。在其他身体部位或机械进行某项作业的期间，一只手或两只手都处于闲置的状态。

## 可以避免的延误

因为作业人员的责任引起的作业中断，是指从正规作业方法中没有的动作开始之时到与正规作业方法没有关系的动作结束时的一段时间。这些都是因为疏忽而产生的不必要的动作，通过作业人员的思考就能得到改善。

## 5 理解动作经济原则,减少动作数量

虽说要进行动作分析以改善作业,但是从何处切入呢?这一点非常重要。改善不仅是改善人的动作,还包含零部件、夹具胎具、机械等的放置方式和布局,必须找出一种能够使人有效率地、经济地、安全轻松地作业的方法。

动作经济原则是吉尔布雷斯从经验中总结出来的“尽量使人以最小限度的疲劳创造最高的效率,从而实现最有效的作业动作的方法”,之后的动作研究者又将其内容进行进一步的补充。

动作经济原则包含如下4个基本原则:

- ①减少动作数量。
- ②同时使用身体的各个部位。
- ③缩短动作距离。
- ④尽量使动作轻松舒适。

可以将上述的各项基本原则进一步分为如下的几项原则:

- ①动作方法原则(关于人体使用的动作经济)。
- ②作业环境原则(关于作业配置的动作经济)。
- ③胎具、机械原则(关于工具和机械设计的动作经济)。

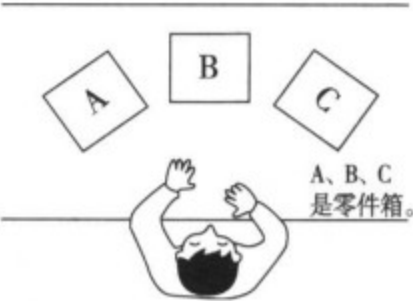
下面笔者将就4个基本原则进行说明。

### 基本原则之一:减少动作数量

消除不必要的动作,减少动作数量。即使是必要的动作也要尽可能地减少,这样工作才会变得轻松,作业速度才会变快。

仔细分析一下不必要的动作,是指那些对于工作目的不起任何作用的动作。

## ◎动作经济原则(1)

基本原则	<b>减少动作数量</b> 不要进行不必要的“寻找”、“搬运”、“选择”、“准备”。	<b>同时使用身体的各个部位</b> 消除一只手的“等待”、“保持”，有可能的话要活用脚，做到手脚并用。
(1) 动作方法原则	①消除不必要的动作(要素动作)； ②减少必要动作的数量； ③组合两个以上的动作； ④减少眼睛的转动。	①两手的动作同时开始、同时结束； ②两手同时反方向或同方向运动。
(2) 作业环境原则	①材料和工具放在作业人员前方的合适位置(不需要寻找等动作)； ②材料和工具按照作业的顺序放置(不需要寻找等动作)； ③材料和工具要保持能够使作业顺利流动的状态。	设计成能够同时使用两手的配置。 
(3) 胎具、机械原则	①利用和创造便于取放材料和零件的容器和工具； ②在使用夹具工具紧固零件时，利用和创造花费动作数量少的夹具工具； ③把两个以上的工具组合成一个； ④尽可能地一次就能进行机械的操作。	①长时间保持某一对象物的时候，利用和创造保持的工具； ②在进行简单的作业和需要力气的作业时，要利用和创造使用脚的工具； ③利用和创造两手能够同时动作的夹具工具。

## 6 利用动作经济原则使作业变得轻松

减少动作数量的着眼点就是要排除在要素动作改善的目标中说明的第2类和第3类动作。

### 基本原则之二——同时使用身体各个部位

仔细观察一下作业,经常都是一只手在进行操作,另一只手很多时候都是处于完全闲置的状态或者只是作为辅助工具在使用。要尽量做到两只手的动作同时开始、同时结束,不要使两只手空闲。如果想办法做到手脚并用,作业会变得更加轻松和快捷。

### 基本原则之三——缩短动作距离

寻找动作中需要时间的要素动作,并缩短动作时间。作为缩短动作时间的着眼点,可以考虑以下内容:

- ①排除步行。
- ②手腕的移动在正常的作业范围。
- ③排除身体的弯曲和站立。
- ④排除身体的转动(横向、向后)。

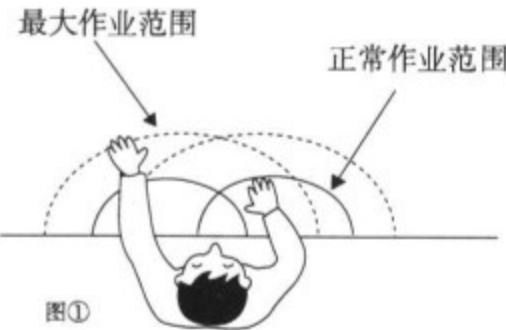
根据以上内容,要尽可能地把材料和工具放在离作业位置近的地方,在正常的作业范围内进行作业,想办法缩短作业时间。

### 基本原则之四——尽量使动作轻松舒适

对于姿势不合理的作业和重物的搬运等,要考虑轻松、省力的工作方法,并且作业台的高度要适合作业人员的身高,进行照明的勒克斯管理(检查、精密作业等)。在持续工作的场合,必须想办法维持工作精神状态,不要

因疲劳而使工作效率和精确度降低。同时,还需要考虑处理噪声、振动、粉尘、气味等的策略,改善工作环境。

◎动作经济原则(2)

基本原则	缩短动作距离	尽量使动作轻松舒适
	减少不必要的大幅度动作。	消除需要很费力气的姿势和动作。
(1) 动作方法原则	<div>①使用最合适的身體部位(有效率的使用范围)动作;</div> <div>②在最短距离范围内进行作业,不要超过最大作业范围。</div>	<div>①尽量毫无限制(调整、注意)地轻松动作;</div> <div>②合理利用重力、惯性力、排斥力、磁力等自然力进行动作;</div> <div>③尽量使动作的方向和动作的变换毫无障碍。</div>
(2) 作业环境原则	<div>①尽可能地缩小作业范围;</div> <div>②材料和工具放在离作业地方近的地方。</div>	<div>①作业台的高度要适合作业人员;</div> <div>②充分注意照明、噪音、振动、粉尘、气味</div>
(3) 胎具、机械原则	<div>①利用重力(倾斜面)和机械动力(排出装置)进行取料送料;</div> <div>②尽量在动作起来最舒适的位置(正常作业范围等)操作机械。</div> <div><div>最大作业范围</div><div>正常作业范围</div><div>图①</div></div>	<div>①确定位置时要考虑到工具和胎具的利用;</div> <div>②工具要轻并且容易抓取;</div> <div>③制造不需要调整的胎具;</div> <div>④操作方向与机械移动的方向要保持一致;</div> <div>⑤引进自动装置和人工智能装置;</div> <div>⑥尽量能够在可以看见的位置以轻松的姿势作业。</div>

## 7 何谓标准时间

在以时间为尺度来计量作业系统及其构成要素的作业,并将被数值化的计量结果作为计划和作业的目标时,时间会因为作业方法和作业人的熟练程度等因素的不同而不同。此时,如果有标准时间,就能轻松地制订出计划。

关于标准时间,可以作如下定义:

- 拥有作业必需的熟练技能的作业人员
- 在所规定的作业条件下
- 以合理的作业方法和作业速度
- 创造出顾客所要求的产品质量
- 完成规定数量的作业需要的时间。

标准时间作为生产经营活动中的各项管理的基准是非常重要的。比如制订日程计划、估算成本、确定订货单价、推算合适的作业人员等。如果不设定标准时间,制定计划时就会粗心大意,就会在某些地方产生浪费。

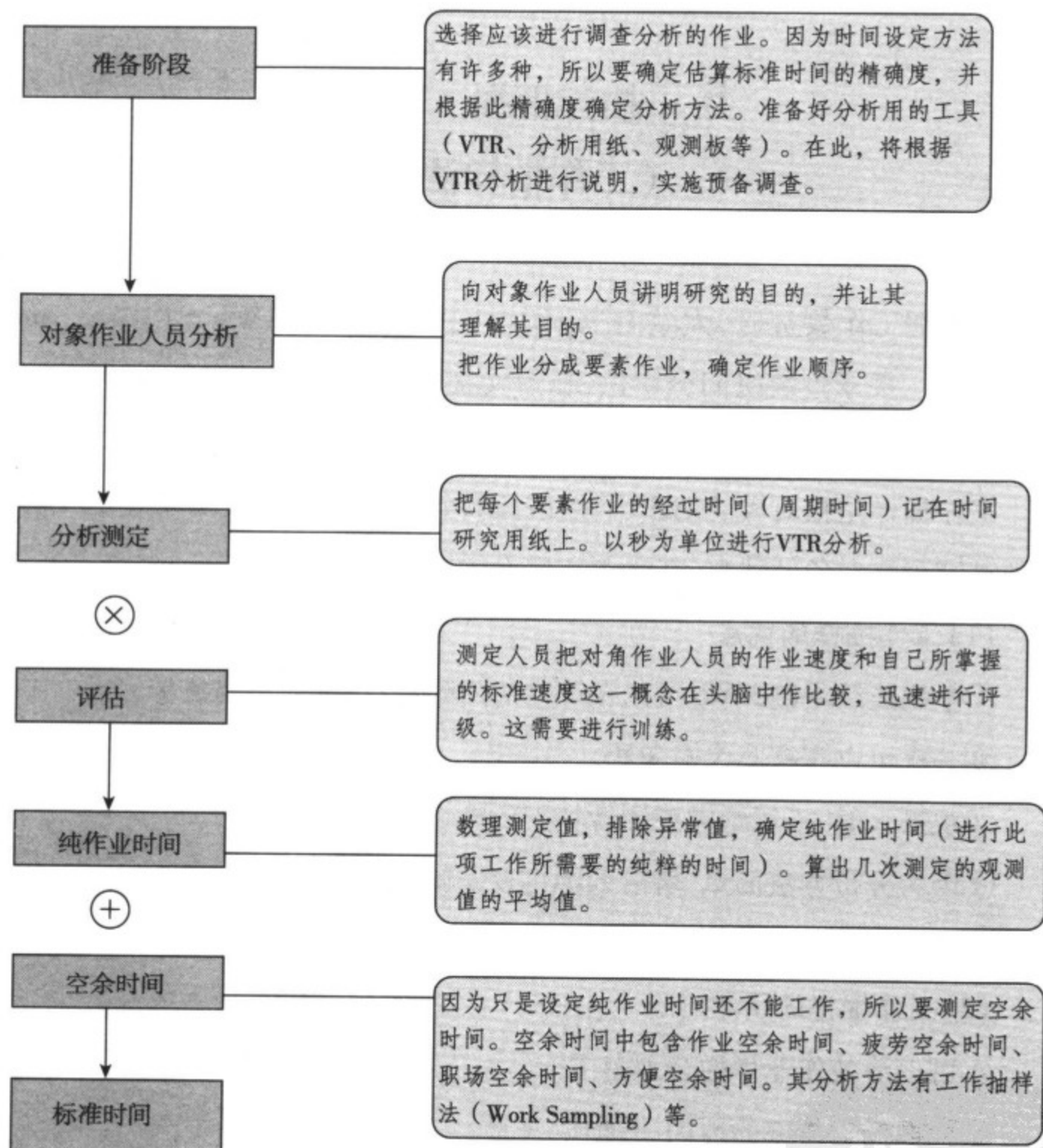
另一方面,要想完全设定标准时间,需要很多的工时数。没有必要对所有的作业都设定相同水平的标准时间。以必要的精度设定重要作业的标准时间也是一种方法。

比如,对于问题工序,进行高精确度的分析,设定标准时间。但是,对于曾分析过的类似的工序和整体工序,以粗略的精确度进行分析就可以了。

如下图所示,这是设定标准时间的基本步骤。标准时间的设定方法有很多种,精确度高的工序需要相当高的技术,所以笔者建议另外学习。



◎标准时间设定的步骤概要



## 8 抽样把握工作 (工作抽样法)

在把握工作数量时,大致有“连续时间分析法”和“W·S(Work Sampling)法”。关于连续时间分析法,在后文会作说明,在此,笔者将叙述一下W·S(工作抽样)法。

工作抽样是指对人的动作、机器的运转等反复进行多次瞬间观测,统计性地推测观测对象的状况,其优点和用途如下。

### (1) 工作抽样的优点

- ①不用连续观测,所以可以在工作的间隙进行观测,不易疲劳。
- ②一次可以观察多个对象物。
- ③观测人时,不用给被观测者特别的意识。
- ④因为分析方法简单,所以谁都可以实施。
- ⑤可以统计性地知道精确度。

### (2) 工作抽样的用途

- ①可以清楚作业量的合理范围。
- ②把握低工作率的原因,并加以改善。
- ③可以求出标准时间和空余时间比率。
- ④有利于研究人和机械的关系。
- ⑤有利于间接作业的标准化。
- ⑥有利于把握职场管理上存在的问题。

下图是用工作抽样法调查了7个作业人员的工作状况,然后与连续时间分析法比较得出的结果。



◎理解工作抽样法



分析手法	工 作	非 工 作
工作抽样法	56/70=0.8    80%	14/70=0.2    20%
连续时间分析法	78.7% (网线部位)	21.3% (空白部位)

## 9 工作抽样的使用方法

工作抽样的步骤:

### (1) 明确分析的目的

明确到底想调查什么,准备数据分析表。

如果想要调查作业是否真正具备附加价值,就有必要事先定义产生附加价值的作业和不产生附加价值的作业。通常,以不同作业项目的作业比例为分析目的。

### (2) 确定要观测的对象和范围

比如,虽然可以把物流仓库的整体都当作对象,但是有问题的对象只是物流仓库的一部分,如果分析整体的话,就会产生分析的浪费。对象是因为目的的不同而变化的。

### (3) 确定要观测的项目

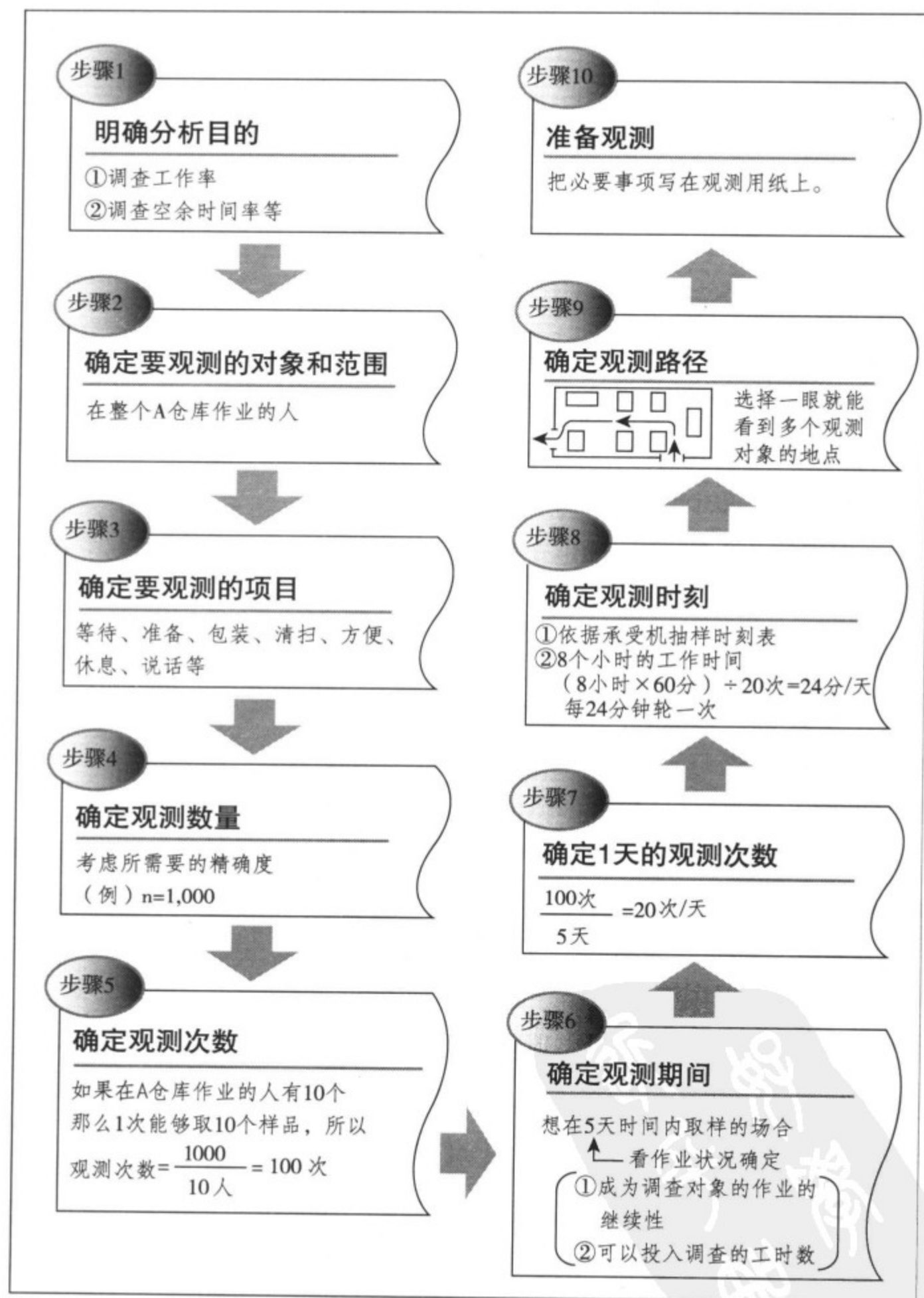
如果想知道 10 个作业人员的不同作业项目的比例,人员的作业就是要观测的项目。

如果要分析机械是否在运转,观测项目就是运转和不运转这两项。

### (4) 确定观测数量

最初抽取 100 ~ 300 个数据,如果想知道目的项目所需要的精确数据的数量,就要进行统计处理,进一步增加分析数据不足的部分。

## ◎工作抽样的步骤



## 10 随机抽样时刻表的使用方法

### (1) 确定观测次数

假如将需要数据数量定为 1000 个,在分析对象的范围内有 10 个作业人员,那么 1 次就能取 10 个数据(样品),要备齐 1000 个数据,就需要观测 100 次( $1000 \div 10 \text{ 人} = 100 \text{ 次}$ )。

### (2) 确定观测时间

观察作业的负荷变动,确定观测(分析)时间和观测(分析)时刻。在此,把观测时间定为 5 天。

### (3) 确定 1 天的观测次数

观测时间已经被定为 5 天。因为需要进行 100 次观测,所以 1 天的观测次数为 20 次( $100 \text{ 次} \div 5 \text{ 天} = 20 \text{ 次/天}$ )。

### (4) 确定观测时刻(依据随机抽样时刻表的场合)

随机抽样时刻表有很多种。下图是 1 天 25 次的随机抽样时刻表的一部分。可以像这样使用,在第一天上标 1,第二天上标 2。下图将使用随机抽样时刻表中的 2。

### (5) 确定观测路径

观测路径要选在一眼就能把握多个观测对象的地点。但是,在仓库里有很多障碍物,要做到一眼看到相当困难。可以事先确定一下路径,按照此路径走下去,对象物就会映入眼帘,把最初看到的项目作业作为数据(样本)记录下来。

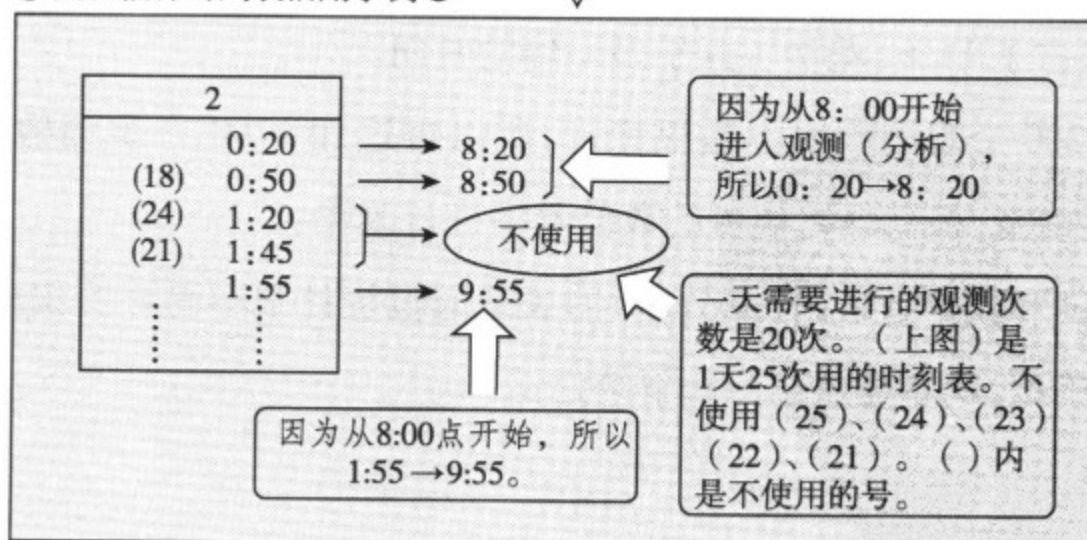
### (6) 准备观测

把必要事项写在观测用纸上,准备进行观测。

## ◎随机抽样时刻表

1	2	3
(19) 0:05	0:20	0:10
0:20	(18) 0:50	(16) 0:35
0:55	(24) 1:20	0:55
(22) 1:10	(21) 1:45	(24) 1:00
(20) 1:20	1:55	1:10
(24) 1:35	2:00	1:45
2:30	2:30	(19) 2:00
3:05	2:40	2:05
(16) 3:10	3:10	(21) 2:45
(25) 3:15	(23) 3:30	2:50
3:25	(22) 3:40	(22) 3:00
(21) 3:45	3:50	3:20
4:00	4:05	3:30
4:10	(16) 4:15	(20) 4:40
(18) 4:35	(17) 4:20	4:45
4:55	(19) 4:25	4:55
5:00	4:30	5:00
(15) 5:05	(15) 4:35	(18) 5:55
(17) 5:35	5:20	(25) 6:00
5:55	5:35	6:05
(23) 6:20	6:15	(23) 6:35
6:45	(20) 6:40	(15) 6:40
6:50	(25) 6:45	7:10
7:10	7:10	7:35
7:25	7:35	(17) 7:50

## ● 随机抽样时刻表活用事例 ●



## 11 在前景不好的职场(物流仓库)的分析事例

关于在仓库发生的“处理货物的浪费”和“事务处理上的浪费”,要想知道到底发生了多少浪费,就必须分析在各项作业中花费了多少时间。

仓库很宽敞,其中有货架和物资材料等障碍物,是不适合做时间分析的场所。此时,可以发挥作用的就是  $W \cdot S$ (工作抽样 Work Sampling)。

虽然 A 仓库有 10 个人在作业,但是在哪项作业中花费了多少时间是不明确的。于是,首先要提前调查都有什么样的作业,把 No. 1(包装:小物)~No. 24(其他)的项目写到下图所示的“物流仓库的工作抽样观测数据表”中。

按照  $W \cdot S$  的步骤,就能得到 200 个数据。看数据的比例,一眼就能看出浪费的作业,如 No. 3 的铲车的空移动(7%),No. 12 的寻找产品(1.5%),No. 16、No. 17 的待工(合计:4.5%)等。

并且,发现 No. 1 的包装(小物)从作业量上来看应该占 6% 左右就可以了,但是却占了 11%,花费了几乎多一倍的时间。

因为 200 个观测数据不是很稳定,所以再追加 1700 个观测数据,提高  $W \cdot S$  的精确度,根据最终认可的数值着手进行改善。

精确度和数据数量(样品数量)的关系通过统计很容易计算出来。如果想了解精确度,笔者建议学习一下统计学。

## ◎物流仓库的工作抽样观测数据

对象职场：A仓库 对象人：物流作业人员10人 调查日期：HXX.XX.XX 分析人：山本									
观察时刻 发生现象	8.20	8.50	9.55	10.00	10.30	10.40	11.10	合计	比例
1.包装（小物）	/	///	/	/	/	//	/	22	11.0
2.包装（小物）	/	/	//	/	/	/	/	18	9.0
3.用铲车移动（空）	//	/		/	/	/		14	7.0
4.用铲车移动（装货）	/	//		/	//	/	/	18	9.0
12.寻找产品				/				3	1.5
13.用保鲜膜包起来				/				4	2.0
14.整理.整顿	/							2	1.0
15.扫除								2	1.0
16.待工（事务所）	/							6	3.0
17.待工（仓库）							/	3	1.5
18.用铲车装货			///	///	/	/		14	7.0
19.用铲车卸货							///	10	5.0
20.说话								2	1.0
21.准备	//							4	2.0
22.休息				/				3	1.5
23.移动		/						2	1.0
24.其他							/	5	2.5
合 计	10	10	10	10	10	10	10	200	100.0%

## 12 如何发现流水作业中的浪费

以流水作业方式进行生产的时候,事先要掌握的就是生产线平衡的思想原则。

所谓流水作业方式就是指把一个作业分成好几个部分,让几个人共同分担进行作业,使每个作业人员都能熟练作业,以求实现生产的效率化的生产方式。

因为是把一个工作分割给几个人,所以需要分析各个作业人员的作业,确定合理的作业顺序和作业时间,尽量使作业对象物能够以一定的速度流通。

生产线平衡是指构成生产线的各道工序所需的时间处于平衡状态,尽可能地与负责各道工序的作业人员的作业时间保持一致,从而消除各道工序之间的时间浪费。

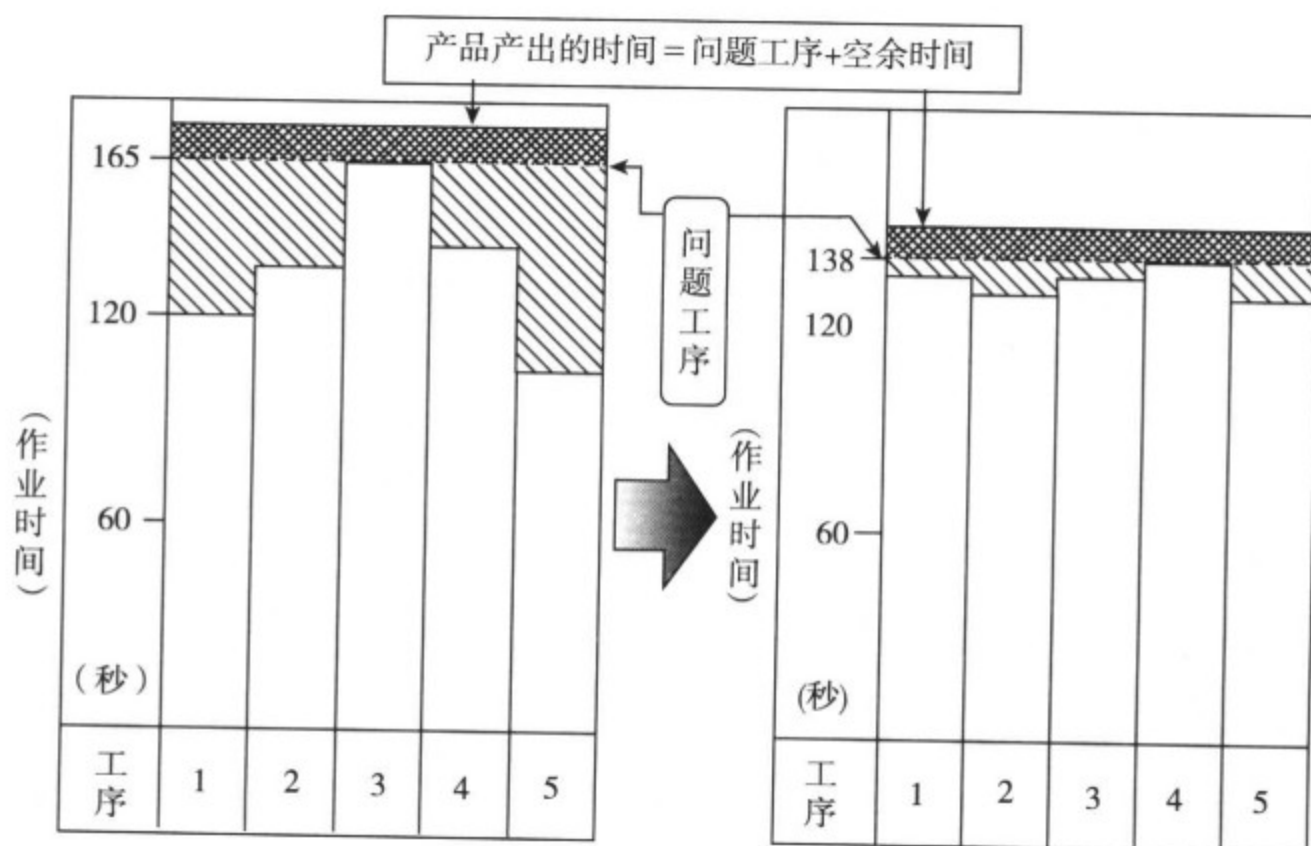
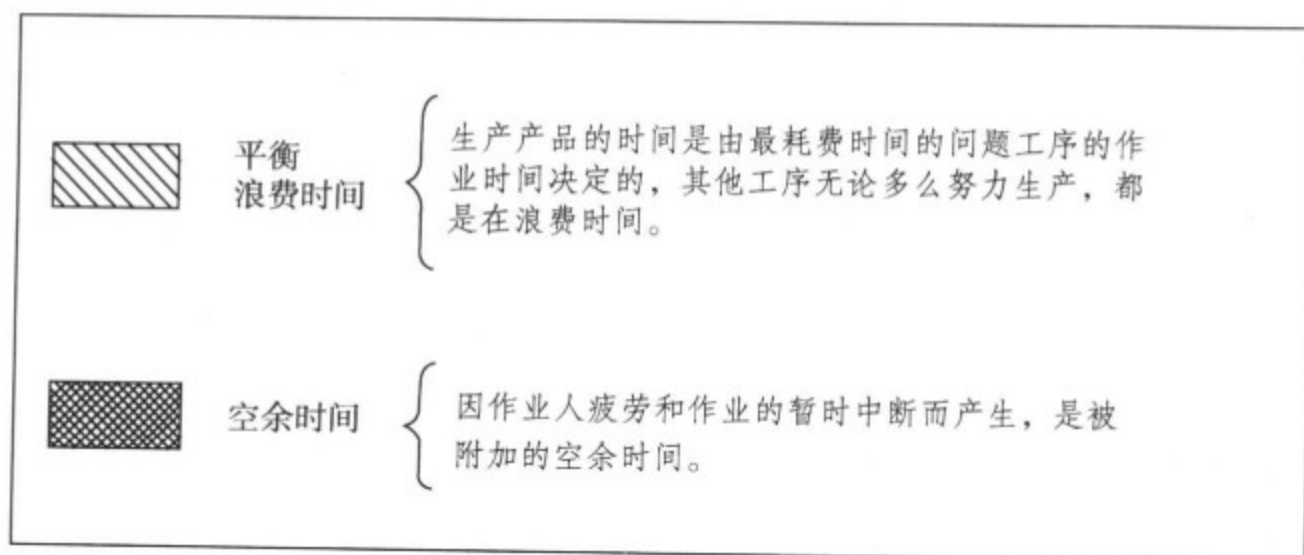
如果生产线不平衡,从工序 2 流转来的半成品停滞在下图(改善前)所示的工序 3,在工序 5 就会发生停工等待。这样,工序 3 的作业人员就会手忙脚乱,负荷不断加重,疲劳感也会变得沉重,作业时极易发生错误。

相反,在工序 5 的作业人员因为时间很充裕,就认为停工等待会影响到其他的作业人员,于是就做了表面作业,生产出很多多余的产品。作业人员最清楚轻松和繁忙的工序,工序间的差异越大,作业人员之间就会积蓄越多的不满。

下图(改善后)是在各道工序均衡地分担了作业量后的例子。作业量被平均化后,通过问题工序(改善前的工序 3 和改善后的工序 4)对比一下,作业时间被缩短了 27 秒。



◎流水作业从学习生产线平衡开始



改善前

因为3工序以外的人都有空余时间，所以进行了表面作业，造成了生产过剩的浪费。

改善后

生产线平衡被改善的例子

首先要学习生产线平衡

## 13 生产线平衡分析方法

### 生产线平衡分析的目的

①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。

②想要找出作业时间最长的问题(瓶颈)工序。

### 生产线平衡分析表的制作步骤

①因为要制作如下图所示的图表,所以要准备图表用纸。

②在横轴上标明工序名称,在纵轴上标明作业时间。

③在各道工序的下面填上作业人员、各道工序所花费的纯作业时间以及其他重要事项。

④在纵轴上标明时间值,以在工序中花费的作业时间最长的工序为标准,制订时间刻度。

⑤在各道工序上记录其所需要的时间,做成柱形图。

⑥在作业时间最长的工序的柱形图上横着画一条长线。

⑦给产出速度(pitch time)(表示生产线的速度,生产一个产品的时间)标上时间的刻度,在其上横着画一条长线。

⑧在上述⑥和⑦画的横线之间和柱形图之间画上斜线。

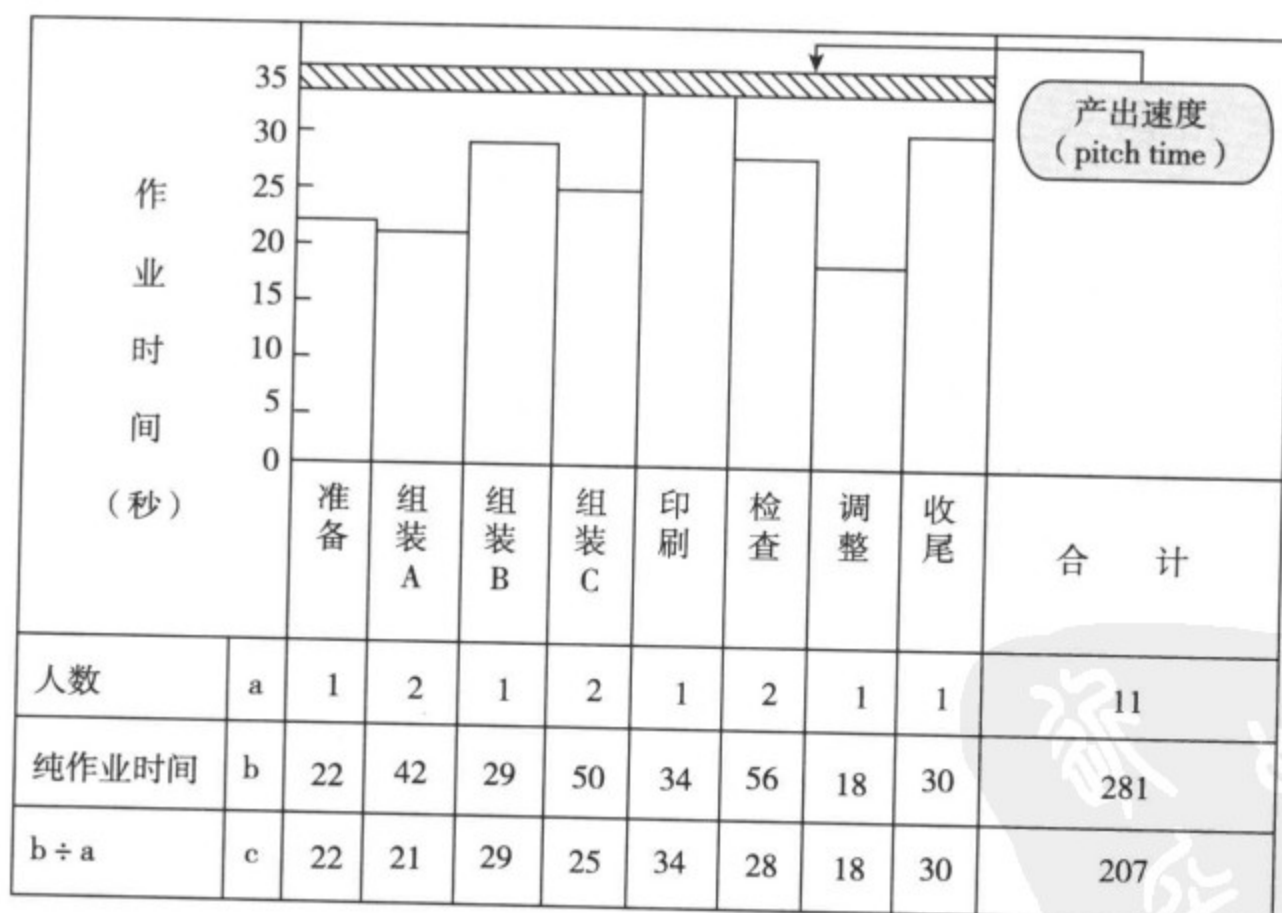
改善后的生产线平衡代表作业实力的现状。作为现状的理想状态,能够以最快的作业速度完成产品的制作时间,与生产节拍不同。但是,要想清除生产线上的浪费,就必须了解生产线平衡这一基本思想。

## ◎生产线分析方法

## (1) 分析生产线平衡的用途

①	提高作业人员和设备的工作率的场合。
②	减少各道工序间的半成品的场合。
③	缩短 1 个产品的生产时间的场合。
④	新采用流水作业方式,建立生产线的场合。
⑤	伴随着对作业、动作、设计布局等进行改善,再次研究生产线平衡的场合。
⑥	发现表面作业时间的场合。
⑦	通过实施均衡的作业分工,来提高士气的场合。

## (2) 生产线平衡分析表事例



## 14 改善生产线平衡的方案

分析并改善生产线平衡的方案包括如下内容:

以生产线作业时间值最长的瓶颈工序为对象,缩短作业时间(下图①)。

### (1) 关于作业时间长的工序的改善方案

①把可以分担的作业分割,分配给其他工序(下图②)。

②增加作业人员(下图③)。

③改善作业(动作分析、动作经济原则、机械化、自动化、设备、夹具的选择等)(下图④)。

④配置技术熟练工。

⑤准备救援人员,工序的负荷变动多的时候,为整个生产线准备可以援助的人。

### (2) 关于作业时间短的工序的改善方案

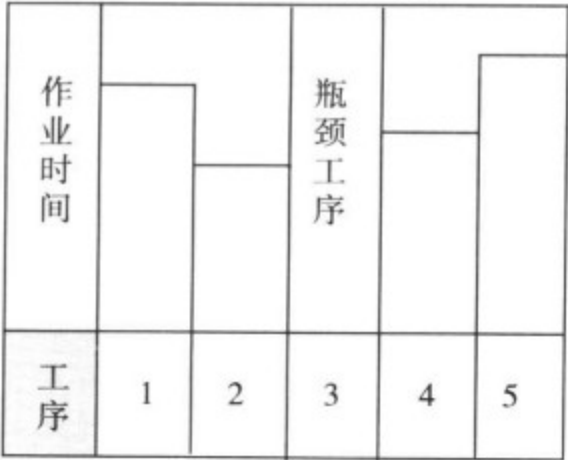
①从其他工序移来一部分作业,增加每个人的作业量(下图②、⑤)。

②把可以分担的作业分割,分配给其他工序,消除此道工序(下图⑤)。

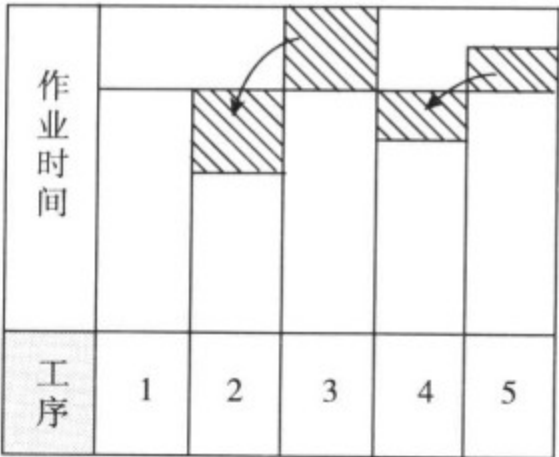
在下图①,瓶颈是工序3,所以最先必须努力缩短工序3的时间。但是,无论怎样缩短工序3的时间,作业时间都不会少于工序5的时间,这样还是会影响整体的效率。接下来,瓶颈就成了工序5,所以还必须缩短工序5的时间。

◎改善生产线的方法

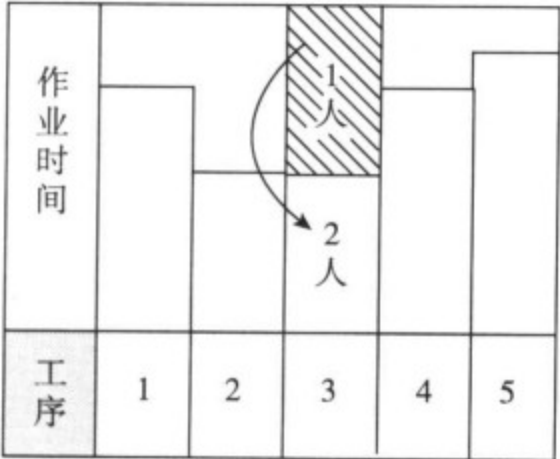
①瓶颈工序为最初的改善对象



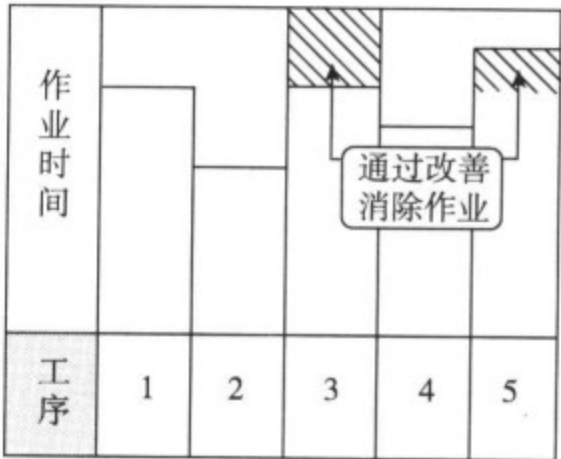
②分割可以分担的作业，分配给其他工序



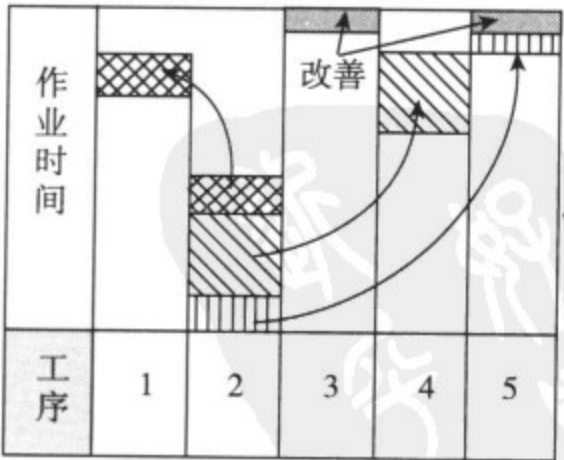
③增加作业人员数量



④改善作业



⑤消除两道工序（分配、改善）



- ①把工序2分配给1、4、5工序后，改善了3、5工序的结果。  
②这样实现了省人化，生产线速度也会加快。



## 用 IE 分析营业行动

IE 就是仔细看问题,把工作逐层细分为工序 $\Rightarrow$ 作业(单位作业 $\Rightarrow$ 要素作业) $\Rightarrow$ 动作(要素动作:思布利吉 Therblig),发现浪费的方法。

笔者决定试着用 IE 的观点来分析一下营业负责人的行动。如果营业负责人一天工作 9 小时,和顾客会面的平均时间为 2 小时,那么会面时间占整体工作时间的 22%。调查一下其他的时间,就能以各自的时间比例把握好资料整理、报价单制作、索赔等报告书和提交资料(日报、月报、差旅费核算)、会议、商谈、移动时间、等待时间等各项作业。

如果想增加与顾客会面的时间,必须改善从分析结果里剔除会面时间后的 78% 的其他时间的作业,排除其中的浪费。首先应该与生产一样,努力增加产生附加价值的作业的比重。

并且还要详细分析与顾客会面的内容。虽然会面时间很长,但是从礼节性的寒暄开始,到体育、政治、家庭的谈话内容很多,而关键的谈判只花费了 5 分钟左右的时间,还不到工作时间的 1%。

这与生产中所说的表面作业很多是一样的。对于营业人员来说,不产生附加价值的作业只不过是浪费时间。

似乎也会听到类似因为人与人的关系,营业不能顺利进展的意见。在生产现场,用 1E 手法进行改善时,当然也会听到一些牢骚和反对。为了使改善成功,就要在职场内充分交流,尽量注意不要在士气低落的时候引进 IE 手法。

