

简介

工业工程（Industrial Engineering 简称 IE）起源于美国，是从“泰勒”科学管理之原理及基础上发展起来的一门应用性工程专业技术。由于它内容强调综合地提高劳动生产率、降低生产成本、保证产品质量，使生产系统能够处于最佳运行状态而获得最高之整体效益，所以近数十年年来一直受到各国的重视，尤其是那些经历过或正在经历工业化变革的国家或地区，如美国、日本、四小龙及泰国等地方，都将其视为促进经济发展的主要工具，同时相对地 IE 技术在这种环境亦得到迅速的成长。

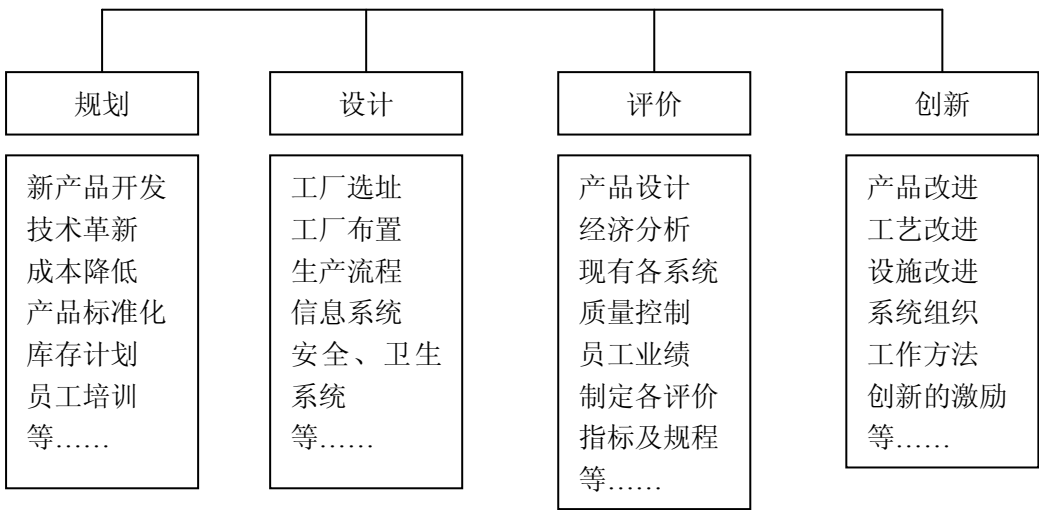
由于工业工程在世界上广泛的传播及发展，使其造成很多不同的定义及说法，此中公认最权威的定义来自美国 工业工程学会（AIIE）早年的表述：

“工业工程是对人、物料、设备、能源和信息所组成的整体系统，进行设计、改善和设置的一门学科。它综合运用数学、物理和社会科学等方面的专业知识和技术，以及工程分析和设计的原理与方法，对该系统所取得的成果进行确认、预测和评价。”

工业工程之目标

目标就是使生产系统投入的要素得到有效利用，降低成本、保证质量和安全、提高生产率，获得最佳效益。

工业工程之功能



工业工程之意识

- 1、成本和效率意识
- 2、问题和改革意识
- 3、工作简化和标准化意识
- 4、全局和整体意识
- 5、以人为中心的意识

掌握 IE 方法和技术是必要的，而树立 IE 意识更重要。

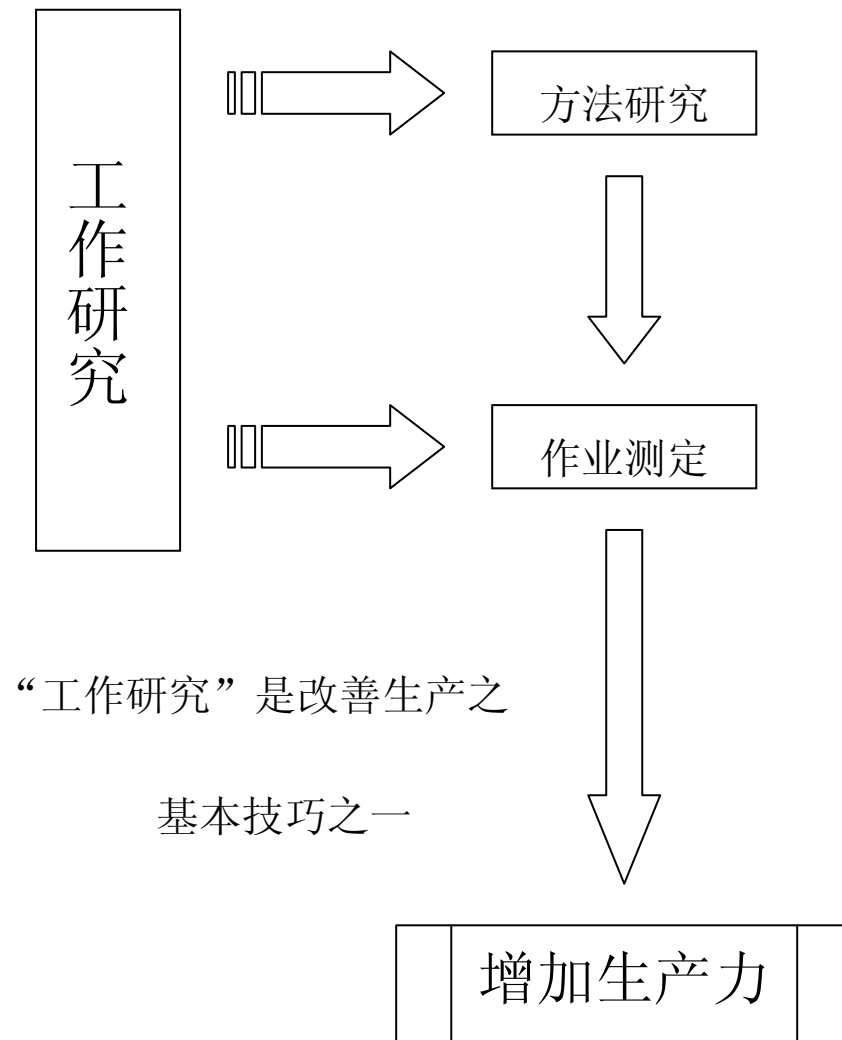
工业工程学科的范畴

工业工程知识领域 17 个分支

- 1、生物力学
- 2、成本管理
- 3、数据处理与系统设计
- 4、销售与市场
- 5、工程经济
- 6、设施规划（含工厂设计、维护保养、物料搬运等）
- 7、材料加工（含工具设计、工艺研究、自动化等）
- 8、应用数学（含运筹学、统计质量控制等）
- 9、组织规划与理论
- 10、 生产规划与控制（含库存管理、运输路线等）
- 11、 实用心理学（含心理学、社会学、工作评价、人事实务等）
- 12、 方法研究和作业测定
- 13、 人的因素
- 14、 工资管理
- 15、 人体测量
- 16、 安全
- 17、 职业卫生与医学

工业工程应用效果 （国外、美日之比较、1、生产率 2、汽车业）

工业工程 之 工作研究



工作研究

工作研究它是传统 IE 中最早使用的一种改善技术，直到现在也是最常见使用的，所以它是 IE 体系中最重要基础技术。工作研究的特点是，在很少或不需投资下使生产率显著提高。

工作研究可分为“方法研究”和“作业测定”，适当的利用这些技术来考察生产和管理的工作，可不断有效的改进工作上的效率及得到经济上的效益。

工作研究使用的两种技术其中有着密切的关系，方法研究着重于改进现有之方法，提高工作效率，其实际效果须要运用作业测定来衡量；作业测定则是努力减少生产中的非增值时间，为作业制定标准时间。而进行作业测定的基础是工作方法合理化和标准化，因此，两者是相辅相成的，其最终目的是提高生产效率。正因它是一种不需要投资或很少投资就能增强提升现有资源产出率的管理技术，所以一直以来都受到工业界的重视重用。

方法研究

对现行或计划中之工作方法进行系统性的记录和仔细的分析考察，使其达到简易及有效的目的，是降低成本，加强生产能力和提高劳动生产效率的一种最受工业界普遍采用的技术。

基本上方法研究的对象可分下列两类，目的都在于改善生产工艺，流程及有关的管理，致力消除工作中的不合理和非增值的环节和步骤，充分利用投入的资源获取最高的效益。

- 1)、以物件为对象的研究---产品生产流程和零件工艺过程，以及有关的管理业务流程研究；
- 2)、以人力为对象的研究---操作者在生产过程中的操作活动研究。

其中范围包括：

- 改善工厂、车间和工作场所的布置、缩短工艺运输的路线
- 改善对原材料、机器设备和劳动力的运用，以较少的资源投入，获得更多的产出
- 减轻劳动强度，避免生产劳动中不必要的体力消耗，节省人力
- 改进工作环境，改善劳动条件

日常生产和管理工作中往往都会发现不少问题须要不断的改善，而选择作为改善的研究对象则应以投入少而收入大的原则来进行，以下四点一般可用作选择的依据。

- 1) 生产过程中形成瓶颈的环节或工序---多工序的生产模式由于缺乏妥善的研究及安排，一般都有发现不平衡而暴露较薄弱的环节。
- 2) 生产过程中成本高昂的工序---通常是由于工序劳动量消耗过大，所用的设备和工具昂贵，耗用的

时间过长及消耗的能源过高所致。

- 3) 生产过程中质量不稳定的工序---产品质量不稳定一般为多方面因素综合所引起，通常可以归纳于操作者、加工设备、原材料的品质和工艺操作方法。
- 4) 生产过程中劳动强度大、劳动条件恶劣、容易发生事故的工序，一般这样的工序都极须要用方法研究做改善。

以上的各项原则均适用于企业技术工作、管理工作及辅助性工作等方面的研究和改进。另方法研究包括流程分析、作业分析和动作分析等三个层次就无必要再继续进行了。

方法研究

的主要分析技术

类别	内 容	方 法
程 序 分 析	产品流程分析	根据制造工程应用的五种活动（加工、搬运、检测、延误、停放）按顺序加以记录，分析，调查及研究其增值和非增值性活动改善的可能性
	加工路线分析	在多品种批量生产中，分析部件或零件的加工顺序，寻找相同或类似的加工路线，便于生产排列组织
	搬运分析	分析物料搬运作业方法及搬运路线，谋求物料搬运的改善
	管理事务流程分析	分析帐票文件传送手续，分析管理消息流程的状态，加以改善
作 业 分 析	工序作业分析	对单人操作的工序，进行细节分析寻求改进工作场地布置和操作方法的可能性
	联合作业分析	分析工组作业条件下，各个操作者之间的协调和配合，以提高工作的作业的效率
	人---机作业分析	分析单人单机，单人多机或多人单机的作业，分析 人和机器设备的相互配合，以提高人---机作业效率
动 作 分 析	单元动作分析	将作业内容划分成动作组合，分析每一个单元动作与其它单元动作的关系，以期达到动作最简化，从而提高工作效率
	瞬时动作分析	用 1 秒或 0.01 分钟拍摄一格的速度，记录操作活动，然后以每一小段时间为基准，分析其动作轨迹，加以改进
	微动作分析	用每分钟拍摄 3840~7680 格的速度，记录操作活动然后作微动作（慢动作）分析以改进操作

方法研究 基本上可解决的问题范围大至整个工厂的布局，小至工人的重复性劳动问题，但在运用时，应依循以下 **程序**：

1. 选择研究对象，将问题弄清
2. 进行直接观察，记录有关的全部过程
3. 运用方法研究中的技术，详细而有规律地将过程进行分析
4. 考虑各种可能出现的因素，寻求出最实用、最经济及最有效的方法

5. 切实建立新的标准工作方法
6. 通过定期检查后，正式推动标准方法的实施

程序分析

完成任何工作所需经过的路线和手续即为程序。

在产品的制造方面：

从原料进厂、入库、领料、加工、装配、检验、存仓、出货都有一定的程序。

这些程序手续愈繁、路线愈长，则耗时耗力愈多，成本便愈高。

如果认真观察和分析任何一项工作，就会发现存在很多无效的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，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。

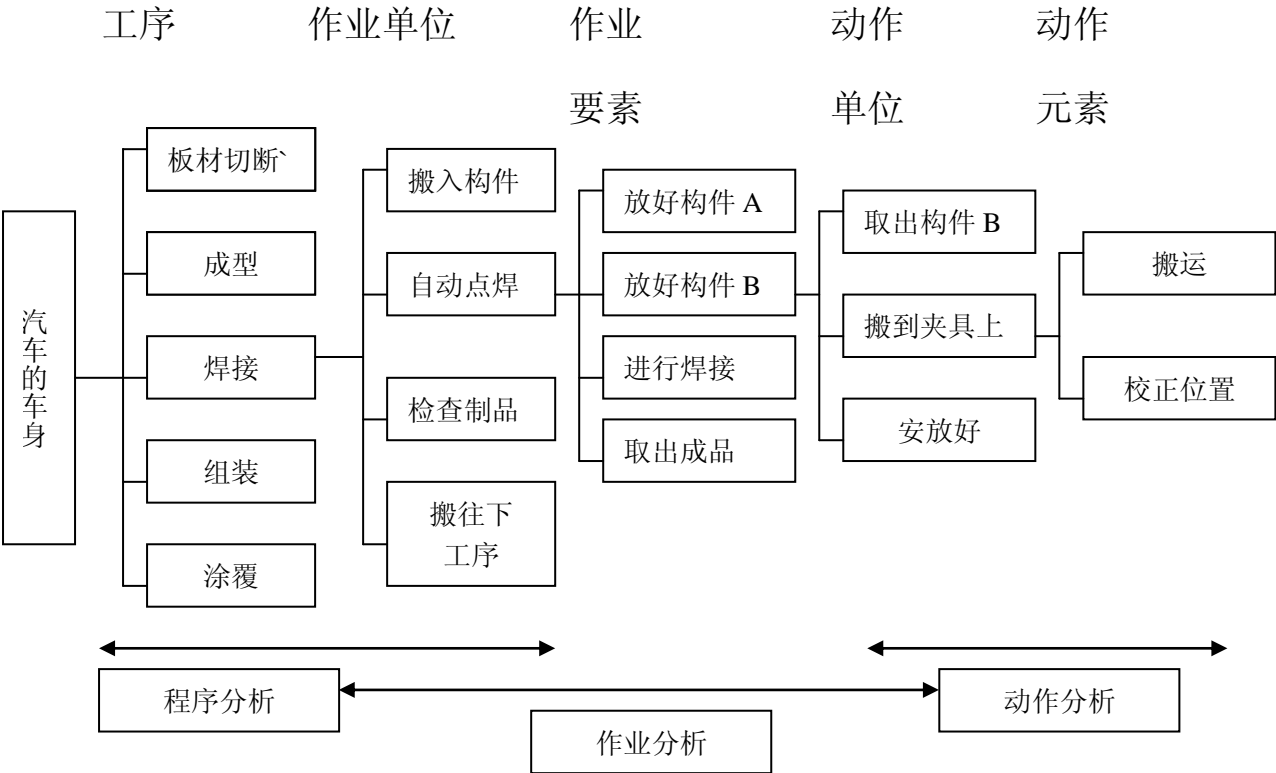
作业分析

研究分析以人为主体的工序。使作业者（人）、作业对象（物）、作业设备（机）三者科学地组织、合理的布置与安排，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。

动作分析

研究分析在进行各种作业时的身体动作，以排除多余动作、减轻疲劳，使作业简便有效，从而制定出最佳的动作程序。

方法研究的分析层次及分析技术



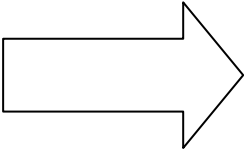
程序分析

程序分析符号

- 表示作业。为工艺过程、方法或工作程序中的主要步骤，如机加工、装配、喷油等
- ⇒ 表示搬运，为工人物料或设备从一处移向另一处
- 表示检验。为对物体的品质或数量及某种作业招待情况的检查
- ⏸ 表示暂存或等待。为事情进行中的等待，如两工序间处于等待的工作、零件、公文待批
- ▽ 表示受控制的贮存。为物料在某种方式下的授权下存仓或出仓，或为了控制目的而保存货品
- ⦶ 表示同一时间性或同一工场由同一人执行作业与检验的工作

程序分析技巧

1. 分析时的六大提问

为什么要		有无其它更
完成什么？ 做这，必要吗？		好的成就？
何处做？ 在此处做？		合适的地方？
何时做？ 在此处做？		合适的时间？
由谁做？ 此人做？		合适的人？
如何做？ 这样做？		合适的方法？

2. 分析时的“ECRS”四大原则

1. 取消（Eliminate）

在经过“完成了什么？”、“是否必要”及“为什么”等问题的提问，而不能有满意答案者皆非必要，即予消除。取消为改善的最佳效果，如取消不必要的工序、操作、动作，这是不需投资的一种改进，是改进的最高原则。

- 取消一切可能被取消的操作或动作；
- 取消工作中不规律性的环节，使动作自然，有利于自动化；
- 取消以手代替工具持物的工作；
- 取消不灵活或反常的动作；
- 取消必须使用肌肉力量维持作业姿势的动作；
- 取消必须使用肌肉力量的操纵，以动力工具去取代；
- 取消必须助动的作业；
- 取消危险的工作；
- 取消所有不必要的闲置环节。

2、合并（Combine）

对于无法取消而又必要者，看是否能和拼，以达到省时简化的目的。如何拼一些工序或动作，或将由多人于不同地点从事的不同操作。改为由一人或一台设备完成。

- 合并突然改变方向的短程小动作，使之成为连续的曲线运动；

- 合并工具
- 合并控制;
- 合并动作。

3、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、办事有序

- 平均分配双手的工作,使双手同时地、对称地动作;
- 平均分配工作于作业组成员;
- 将作业合理排序。

4、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、时间和费用。

- 使用最低级次的动作;
- 减少眼睛移动和凝视的次数;
- 保持在正常的工作区域内操作;
- 缩短动作距离;
- 使手柄、操作杆、足踏板、按钮等都在手足之处;
- 利用动力、反作用力和惯性,尽量减少肌肉的使用;
- 应用最简单和可能的动作组合;
- 减少每一动作的复杂程度。

3、分析时的 5 个方面

1. 作业分析
2. 搬运分析
3. 检验分析
4. 贮存分析
5. 等待分析

实际分析时,应对以上 5 个方面按照提问技术逐一进行分析,然后采用取消、合并、重排、简化 4 大要点进行处理,以寻求到最经济合理的方法。

程序分析的图表

整个制造程序分析：

 工艺程序图

产品或材料的流动分析：

 人型的流程程序图

 物型的流程程序图

布置与路线分析：

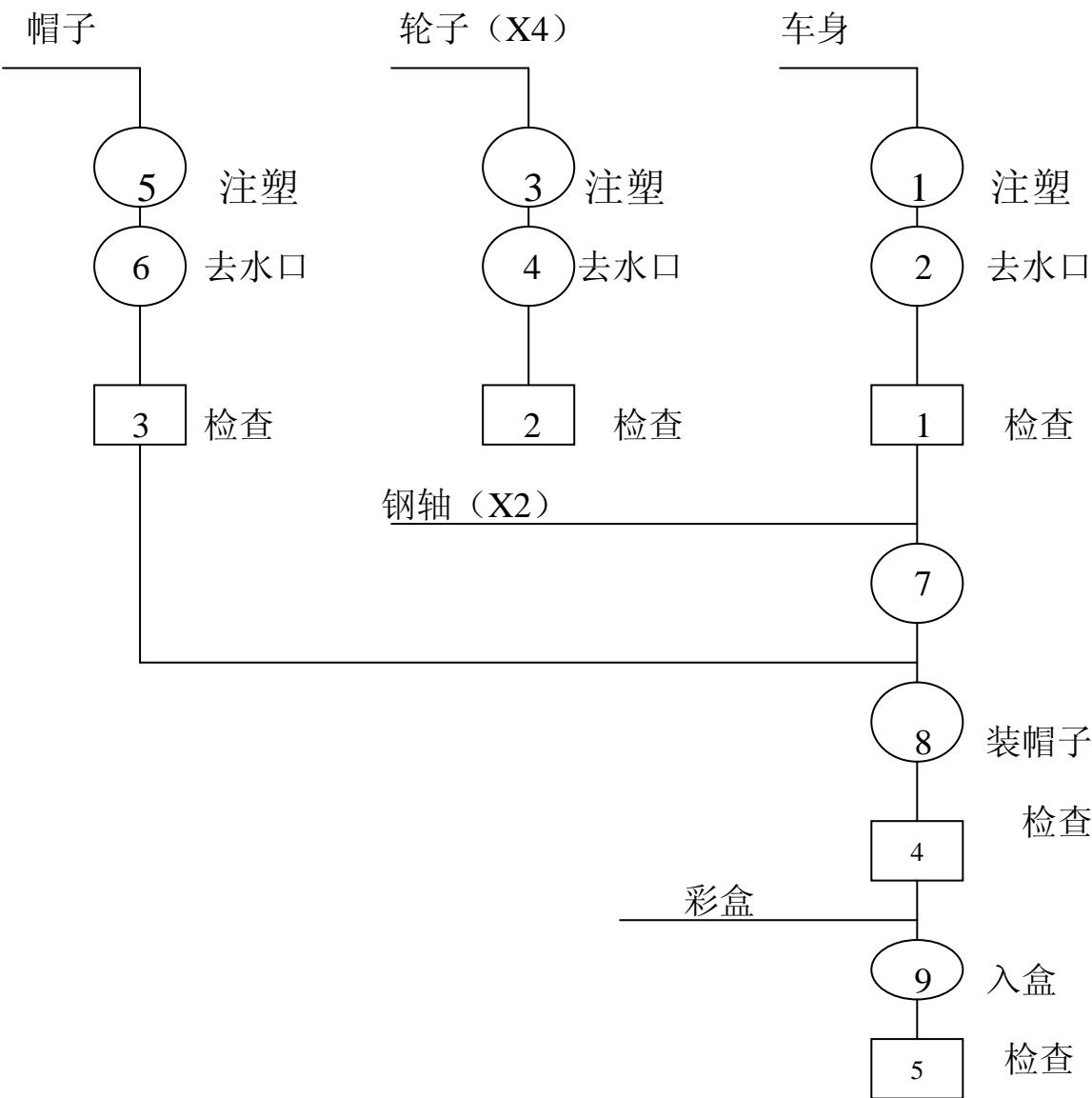
 线路图

工艺程序图

- 仅作出程序中的“作业”及保证作业效果的“检验”两种主要过程。
 含有工艺程序的全面概况，及各工序之间的相互关系。
 还可包含各生产过程的机器设备、工作范围、所需时间及顺序。
 通常主要的分程序置于最右边的一行。
- 材料、零件、半成品均以水平引入图中的垂直线。

工艺程序图例

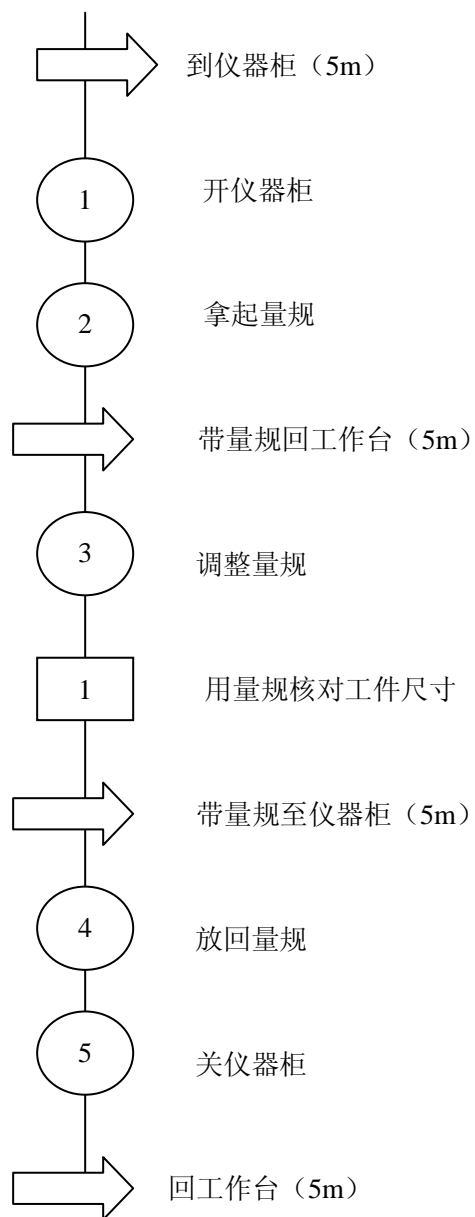
#128 玩具车工艺程序图



流程程序图

- 进一步对整个制造程序作详细的记录
- 由作业、检验、搬运、等待、贮存五种符号构成
- 特别是用于分析搬运距离，等待、贮存等隐藏成本的浪费
- 因较工艺程序图详尽和复杂，，所以常单独对每一主要零件作图
- 可分为物料型及人型两种

人型流程序图例

用量规核对工件尺寸线路图

- 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）和作业者的实际流通路线进行分析
- 常与流程序图配合使用，以达到改进现场布置和移动路线，缩短搬运距离的目的
- 主要用于“搬运”或“移动”路线的分析

作业分析

作业分析的类型

1. 人机操作分析
2. 联合作业分析
3. 双手作业分析

动作分析

动作分析方法

1. 目视动作分析

即以观测的方法寻求改进

2. 动素分析

人完成工作的动作，可由 17 个基本动素构成（见下页动素图表）

3. 影片分析

即用摄影机将各个动作拍下再详细分析

动素图表

序号	动素名称	文字符号	形象符号	定义	符号说明
1	伸手	R		空手移动，接近或离开目的物的动作。 运空	空手或空碟的形状
2	握取	G		利用手指充分控制物体	抓东西的形状
3	移物	M		手持物从一处移另一处的动作。 运实	手里或碟子里有东西的形状
4	放手	RL		从手中放掉东西，称放手或放开	东西从手里或碟子掉下来的形状
5	预定位	PP		物体定位前先将物体安置到预定位置	把两个将要对准的东西接近的形状
6	装配	A		为了两个以上的物件的组合而做的动作	把东西组合起来的形状
7	使用	U		利用器具或装置所做的动作，称使用或应用	USE
8	拆卸	D		对两个以上组合的物体，作分解动作	从组合中去掉物件的形状
9	检验	I		将产品和所制定的标准作比较的动作，叫检查或检验	透视的形状
10	寻找	SH		确定目标物的位置的动作	用眼睛找东西的形状
11	选择	ST		为选取欲抓取目的物的动作	指示选择出来东西的形状
12	计划	PN		在操作进行中，为决定下一步骤所作的考虑	把放在头上进行思考的形状
13	定位	P		将物体放置所需的正确位置为目的而进行动作又称对准	螺旋曲线向心导入的形状
14	持住	H		手握物并保持静止状态，又称拿住	磁铁吸住东西的形状
15	休息	RT		不含有用的动作，而以休息为目的	人坐在椅子上的形状
16	延迟	UD		含有有用的动作，而作业者本身所不能控制的动作	人失控倒下的形状
17	故迟	AD		不含有有用的动作，而作业者本身所可以控制而不去控制的动作	人躺着休息的形状
18	发现	F		东西已找到的瞬间动作。此动素为美国机械工程师学会增加的	

中英对照:

1. 伸手 (Transport Empry) 用 TE 表示)
2. 移物 (Transport Loaded, 用 TL 表示)
3. 握取 (Grasp, 用 G 表示)
4. 装配 (Assemble, 用 A 表示)
5. 使用 (Use, 用 U 表示)
6. 拆卸 (Disassemble, 用 DA 表示)
7. 放手 (Relesase Load 用 RL 表示)
8. 检查 (Inspect, 用 I 表示)
9. 寻找 (Search, 用 Sh 表示)
- 10.选择 (Select,用 St 表示)
- 11.计划 (Plan,用 Pn 表示)
- 12.定位 (Position, 用 P 表示)
- 13.预定位 (Pre—Position, 用 PP 表示)
- 14.持住 (Hold,用 H 表示)
- 15.休息 (Rest,用 R 表示)
- 16.迟延 (Unavoidable Delay, 用 UD 表示)
- 17.故延 (Avoidable Delay, 用 AD 表示)
- 18.发现 (Find, 用 F 表示。这个动素是美国机械工程师学会增加的)

动素性质划分

按对操作的影响, 动素可分为有效动素与无效动素两大类:

1. 有效动素

这类动素能直接推进动作或操作的进行, 是作业活动所必不可少的。可分为两类: 一类是实体性或生理性的动素 (1~5 项), 一类是目标性的动素 (6~8 项)。没有这一类动素, 有目的的动作或操作就无法完成。因此, 对这一类动素, 只能设法缩短其消耗的时间。

2. 无效动素

这类动素不直接关系到动作或操作的进行, 但却是伴随着前一类动素的发生而形成的。又可分为两类: 一类是心理性的或半心理性的动素 (9~13 项), 一类是延迟性的动素 (14~17 项)。这类动素中, 有些是必然存

在的。有些是不必存在的，需要通过分析，予以简化、合并或删除。

进行动作研究时，要对每一项动素进行分析，包括动素的定义、起点、终点、特性和改善的途径。

动素改善的途径，不同的动素可从不同方面进行探索和思考。

1、关于“伸手”和“移物”

- (1) 这些动作可否取消？
- (2) 距离是否适当？
- (3) 是否应用适当的媒介？如手、镊子及输送器等？
- (4) 是否应用了正确的身体部位？如手指、前臂和上臂。
- (5) 能否使用滑道或输送器？
- (6) 输送单位增大是否较有效率？
- (7) 能否用脚操作的装置来输送？
- (8) 输送是否因接下去有较难做的“定位”而缓慢下来？
- (9) 工具放置于使用外的附近是否能够减少输送？
- (10) 经常使用的零件是否放置于使用点附近？
- (11) 能否使用适当的托盘或箱子？操作是否经过正确的排列？
- (12) 前一动作和后一动作是否与此动作互相关联？
- (13) 能否避免突然的转变方向？能否去除障碍物？
- (14) 对于物体的移动是否使用身体最耐久的部位？
- (15) 有无可删除的身体移动？
- (16) 手臂的移动能否同时、对称而依相反的方向进行？
- (17) 能否以滑动代替拾取？
- (18) 眼球的移动是否和手的动作相配合？

2、关于“握取”

- (1) 是否可以一次握取一件以上的物体？
- (2) 能否以触取代替拾取？
- (3) 储物箱的前后能否简化握取的动素？
- (4) 工具或零件能否预对，以便握取容易？
- (5) 能否使用特殊的或其他的工具？
- (6) 能否使用真空磁铁、橡皮指套等？
- (7) 物体是否可以由一只手移至另一只手？
- (8) 工具和夹具的设计是否使零件移动的握取较为容易？

3、关于“对准”

- (1) 对准是否必要？
- (2) 容差是否增大？
- (3) 方形边是否可以避免？
- (4) 能否使用漏斗、衬圈、量规、托架、定位木箱、弹簧、钥匙？
- (5) 能否使用手臂托架来稳定手，以减少对准的时间？
- (6) 握取的物件是否容易对准？
- (7) 能否用脚操作辅助对准？

4、关于“装配”、“拆卸”和“使用”

- (1) 能否使用工具或夹具？
- (2) 能否使用自动仪器或机器？
- (3) 能否使用效率更高的工具？
- (4) 装配或制造程序能否交叉进行？
- (5) 能否使用止楔？
- (6) 当机器在切削时，其他工作能否进行？
- (7) 能否使用动力工具？
- (8) 能否使用凸轮或气动夹具？

5、关于“放手”

- (1) 能否取消此动作？
- (2) 能否使物体自由坠落？
- (3) 能否在运动中放手？
- (4) 能否使用排出器？
- (5) 是否需要小心放置？
- (6) 材料盒是否经过适当设计？
- (7) 在放手的末端，手和运输工具是否在最有利的位置，以便下一个动作的进行？
- (8) 能否使用输送器？

6、关于“选择”

- (1) 是否得当以减少寻找物件的时间？
- (2) 工具和材料是否能标准化？
- (3) 零件和材料是否有适当的标识？
- (4) 排列是否良好，以便选择？例如用托盘预置零件、使用透明容器等？

- (5) 一般零件的排列是否有互换性？
- (6) 零件和材料是否混在一起？
- (7) 亮度是否合适？
- (8) 在上一操作里，是否可以同时把零件预对好？
- (9) 能否用颜色来使零件便于选择？

7、关于“检验”

- (1) 能否取消？
- (2) 能否使用多用途量规或试验器？
- (3) 能否使用压力、振动、硬度或闪光试验器？
- (4) 能否增加照明亮度，或重新安排光源，以减少检验时间？
- (5) 目视检验能否代替机器检验？
- (6) 操作者使用眼镜是否有益？

8、关于“预定位”

- (1) 物体是否在运送中预定位？
- (2) 能否使工具平衡，使其手柄处于直立位置？
- (3) “持住”的装置是否使工具把柄处于适当位置？
- (4) 工具能否悬挂起来？
- (5) 工具能否存放在准备工作的适当位置？
- (6) 能否使用导程？
- (7) 物体的设计能否使其各边相同？
- (8) 能否使用加料管道？
- (9) 能否使用堆筒装置？
- (10) 能否使用旋转夹具？

9、关于“持住”

- (1) 能否使用夹钳、钩子、架子、夹具或其他机械装置？
- (2) 能否使用粘性增大摩擦？
- (3) 能否止楔以免“持住”？
- (4) 如果“持住”不可避免，能否提供手臂扶架？

动作经济原则

A. 关于人体的运用

1. 双手应同时开始并同时完成其动作
2. 除规定的休息时间外，双手不应同时空闲
3. 双臂的动作应该对称，反向并同时进行
4. 手的动作应以最低的等级而能得到满意的结果
5. 物体的运动量应尽可能地利用，但是如果需要肌力制止时，则应将其减至最小的程度
6. 连续的曲线运动，比方向突变的直线运动为佳
7. 弹道式的运动，较受限制或控制的运动轻快自如
8. 动作应尽可能地运用轻快的自然节奏，因节奏使动作流利及自发

B. 关于工作地布置

9. 工具物料应放置在固定的地方
10. 工具物料及装置应布置在工作者前面近处
11. 零件物料的供给，应利用其重量坠送至工作者的手边
12. 坠落应尽量利用重力实现
13. 工具物料应依最佳的工作顺序排列
14. 应有适当的照明，使视觉舒适
15. 工作台及坐椅的高度，应保证工作者坐立适宜
16. 工作椅式样及高度，应能使工作者保持良好姿势

C. 关于工具设备

17. 尽量解除手的工作，而以夹具或脚踏工具代替
18. 可能时，应将两种工具合并使用
19. 工具物料应尽可能放在工作位置上
20. 手指分别工作时，其各指负荷应按照其本能予以分配
21. 设计手柄时，应尽可能增大与手的接触面
22. 机器上的杠杆、十字杆及手轮的位置，应能使工作者极少变动姿势，且能最大地利用机械力。

凡任何工作动作，合乎 22 条经济原则，皆为经济有效的动作。否则，就应改进。动作经济原则有两大功用：即帮助发掘问题和提供建立新方法的方向。下面将对这些**原则进行分析**。

双手的动作应同时而对称

有人曾经做过一个实验，即一只手持两磅半重的物体（1 磅=0.4536kg），在 254mm 的两点间来回移动，到 200 次，手发酸。休息后，再双手各持两磅半重的物体，同时分别来回于 254mm 两点移动，结果到 400 次时，仍未感觉疲劳。所以双手同时对称的动作能适合人体的对称，使动作得以相互平衡不易疲劳。如果只有一只手运动，则身体肌肉必须一方面维持静态，而另一方面保持动态，肌肉无法休息，故易疲劳。

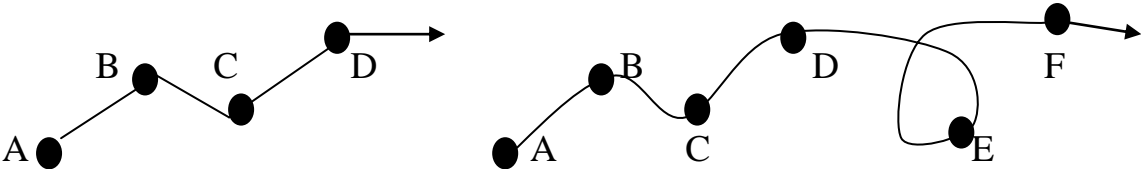
人体的动作等级

关于人体的运用的第 4 条：人体的动作应以尽量应用最低级而能得到满足结果为妥。
工作时人体的动作可分为 5 级（见下表）

级 别	运 动 枢 轴	人 体 运 动 部 位
1	指节	手指
2	手腕	手指及手腕
3	肘	手指、手腕、及小臂
4	肩	手指、手腕、小臂及大臂
5	身体	手指、手腕、小臂、大臂及肩

动作运行的路线和节奏

- 关于人体的运用的第 5 至 8 条均互相关连：
- 1. 工作物运动时，自然产生动能，应尽可能利用这种动能来改进工作。
 - 2. 连续曲线运动，较方向突变的直线运动为佳



- 3. 弹道式运动，较受限制的运动轻快
- 4. 动作应尽可能轻松

工具和物料的放置

动作经济原则第 9、10 及 13 条：即工具和物料应置于固定处及工作者前面近处，并依最佳的工作顺序排列。

1. 工具、物料应置于固定处
2. 工具物料依照较佳的工作顺序排列
3. 工具物料及装置应布置在 工作者前面近处

利用物料的自重

关于第 11 条及第 13 条：零件、物料应尽量利用其重量堕送至工作者前面近处。

适当照明、坐椅及工作台

关于第 14 条、第 15 条及第 16 条；

1. 适当的照明可以改善精细工作的视力疲劳
2. 关于坐椅及工作台

尽量解除手的工作，以夹具或足踏工具代替

工具合并

工具及物料应尽可能预放在工作位置

作业测定

作业测定的定义

作业测定运用各种技术来确定合格工人按规定的作业标准，完成某项工作所需的时间。

合格工人的定义

一个合格工人必须具备必要的身体素质、智力水平和教育程度，并具备必要的技能和知识，使他所从事的工作在安全、质量和数量方面都能达到令人满意的水平。

作业测定的目的

1. 制定作业系统的标准时间

制定实施某项作业所需的标准时间，作为工作的计划、指导、管理及评价的依据

2. 改善作业系统

观察某项作业的全过程，以及测定各单元卒业的所需时间，其数据作为改进工作的依据。

3. 制定最佳的作业系统

实施某项作业有两种以上的方法时，以每种作业方法测定的时间作为比较依据，好中选优，以制定最佳方案。

作业测定的应用

1. 比较各种工作方法的效果。在相同条件下，工时最短的方法是最理想的方法
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作的机器台数
4. 提供编制生产计划和生产进程的基础资料，包括执行工作方案和利用现有生产能力所需要的设备劳力
5. 提供估算标价、销售价格和交货合同的基础资料
6. 确定机器利用率指标和劳动定额，并可作为制定奖励办法的基础
7. 提供劳动成本管理的资料

作业测定的层次

制定标准时间，应首先决定研究工作的层次，分下列四种：

第一层次：动作

人的基本动作测定的最小工作层次。例如：伸手、握取等

第二层次：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

第三层次：作业

通常由两、三个操作集合而成。若将其分解为两个以上的操作，则不能分配给两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）

第四层次：制程

指为进行某种活动所必须的作业的串连。例如喷油、装配、焊接等

时间研究

时间研究的定义

时间研究是一种作业测定技术，旨在决定一位合格适当训练有素的操作者，在标准状态下，对一特定的工

作以正常速度操作所需要的时间。

在标准状态下

系指用经过方法研究后制定的标准的工作方法、标准设备、标准程序、标准动作、标准工具、标准机器的运转速度及标准的工作环境等。

时间研究的工具

1. 秒表
2. 观测板
3. 时间研究表格

时间研究的步骤

1. 收集资料
 - a. 能迅速识别研究内容的资料
 - b. 能正确识别制造的产品或零件的资料
 - c. 能正确识别制造程序、方法、工厂或机器的资料
 - d. 能确识操作者的资料
 - e. 研究的时间
 - f. 有关工作环境的资料
2. 划分操作（单元）

有以下原则：

 - a. 每一单元应有明显易认的起点和终点
 - b. 单元时间愈短愈好，但要研究员能精确测记
 - c. 人工操作单元应与机器操作单元分开
 - d. 尽可能使每一人工单元内的操作动作为基本动作，易于辨认
 - e. 不变单元与可变单元应分开
 - f. 规则单元、间歇性单元和外来单元应分开
 - g. 每一单元应有完整而详细的说明，或记于时间表格内，或记于附页
3. 测时
4. 正常时间
5. 宽放时间

6. 标准时间

何谓评比

评比就是时间研究人员将所观测到的操作者的操作速度，与自己理想中的正常速度作一想象的比较

评 比 正 常=100	操作水平	相当行走速度 Km/h
67	甚慢；笨拙，摸索之动作；操作者似在半睡状态，对操作无兴趣	3.2
100	稳定，审慎，从容不迫，似非按件计酬，操作虽似乎缓慢，但经观察并无故意浪费行为	4.8
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	6.4
167	甚快；操作者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	8
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”，只有少数杰出工人可以做到	9.6

现在管理上公认的在有刺激的情况下比无刺激的情况下速度要快 1/3，即

有刺激的情况下，正常速度=133

无刺激的情况下，正常速度=100

正常时间

正常时间=观测时间 X 评比率 (评比率=评比值/100)

例如：

观测时间为 18s

观测时间为 28.8s

你的评比为 133

你的评比为 83

正常时间=18 *133/100

正常时间=28.8* 83/100

=24s

=24s

评比时注意事项

评比最主要的作用，是将观测的时间修正为---不快不慢，在正常情况下所需的时间

1. 有效操作速度
2. 用力大小
3. 困难操作的评比

4. 需要思考的操作的评比

宽放时间

如果以正常时间为标准，则必然使操作者从早到晚工作，而不能有任何停顿或休息。所以在制定标准时间以前，必须找出操作时以需的停顿或休息，加入正常时间，这才能使操作者稳定的维持正常的操作。这种进一步进行修正的时间称为“宽放时间”

增加宽放时间的原因

1. 操作周程中操作者的疲劳，需要休息
2. 操作者个人的需要，如喝水、上厕所、擦汗、更衣等
3. 操作者听取班长或车间主任的指示，或本人指示助手等，而使本身工作停顿
4. 操作者领取材料、工件、物件及成件、工具的送走等
5. 操作中等待检验、等待机器的维修、保养、等待材料等
6. 操作者从事操作前的准备工作，如清理工作场所、擦拭机器、所需物件的准备和操作中、操作完成后工作场所、机器、物料及工具的清理工作。
7. 操作者从事刀具的刃磨、更换皮带、调整机器等工作

宽放时间的种类

1. 私事宽放

这是考虑操作者生理上的需要，如喝水、上厕所、擦汗、更衣等。每天 8 小时工作，上下午无规定的休息时间时：

- 1) 对于轻松工作，一般为正常时间的 2%~5%
- 2) 对于较重工作（或不良环境）则大于 5%
- 3) 对于举重工作（或天气炎热）定为 7%
- 4) 一般情形多以正常时间的 5%

2. 疲劳宽放

疲劳是指操作者在一段时间的连续工作后，有疲劳感或劳动机能衰退的现象。疲劳还有生理疲劳和心理疲劳之分，但无论那种疲劳都会影响工作效率，所以必须给予“宽放”时间，以恢复疲劳。

但到目前为止，尚无一满意的方法来计算扑老的宽放值，所以一般还是以估计的方法来决定。在一般情况下常以正常时间的百分率表示，如下表。

说明	男	女	说明	男	女
1.基本疲劳宽放时间	4%	5%	5) 空气情况 (包括气候)		
较重的基本疲劳宽放时间	9	11	通风良好, 空气新鲜	0	0
2.基本疲劳宽放时间的可变曾加时间			通风不良, 但无毒气体	5	5
1) 站立工作	2	4	在火炉边工作或其它	5	15
2) 不正常姿势			6) 视觉紧张 (密切注意)		
轻微不方便	0	1	一般精密工作	0	0
不方便 (弯曲)	2	3	精密或精确工作	2	2
很不方便 (躺势展身)	7	7	很精密很精确工作	5	5
3) 用力或使用肌肉 (举伸、推或拉)			7) 听觉紧张 (噪声程度)		
2.5kg	0	1	连续的	0	0
5	1	2	间歇大声的	2	2
7.5	2	3	间歇很大声	5	5
10	3	4	高音大声	5	5
12.5	4	6	8) 精神紧张		
15	6	9	相当复杂的操作	1	1
17.5	8	12	高复杂或需全神贯注的工作	4	4
20	10	15	很复杂的工作	8	8
22.5	12	18	9) 单调---精神方面	0	0
25	14		低度	1	1
30	19		中度	4	4
40	33		高度		
50	58		10) 单调---生理方面	0	0
4) 光线情况			相当长而讨厌	2	1
稍低于规定数值	0	0	十分长而讨厌	5	2
低于规定数值	2	2	非常长而讨厌		
非常不充分	5	5			

3. 程序宽放

是操作中无法避免的延迟所需要的宽放时间。也就是这种宽放为补偿操作者因其从事的操作内强迫等待的时间, 如本来操作两台机器, 但一台机器发生故障, 仅能操作一台时。

4. 特别宽放时间

1) 周期动作宽放时间

如刃磨工具、清洁机器或工厂, 周期检查、发生在一固定间隔或某一定周期之后的动作时间

2) 干扰宽放时间

一人操作多台机器, 当在这台机器操作时, 另一台机器已停止, 等待来操作

3) 临时宽放

对可能发生而不能确定会发生的事件时，给予临时宽放时间，通常规定此类宽放时间不得超过正常时间的 5%

5. 政策宽放时间

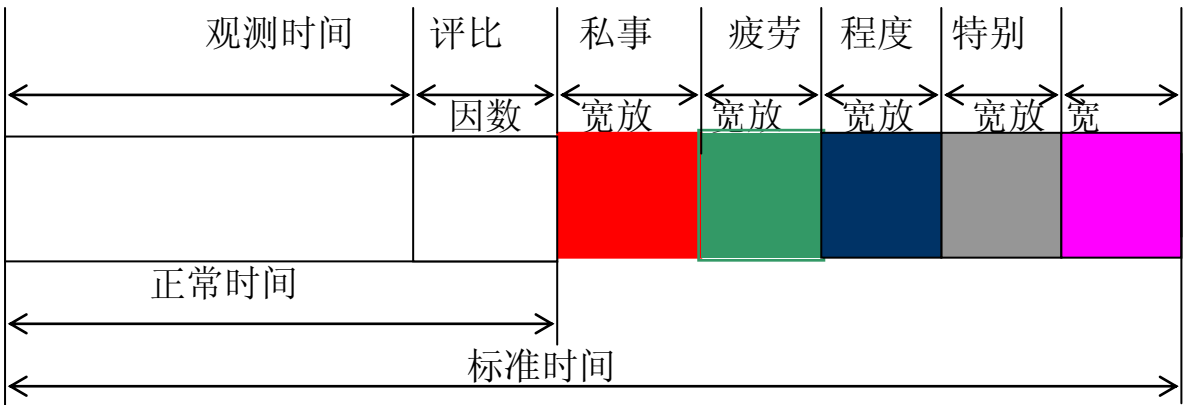
政策宽放并非“时间研究”的一部分，但应用上实际有效。它是作为管理政策上给予的宽放时间。它不但能配合事实上的需要，而且能保持“时间研究”的原则不受破坏。例如因某种原因，某类操作者在市场上的工资已升高，按工厂标准工资已无法雇到此类操作者，则可以将其差额用“宽放时间”给予补偿。其它如材料不良，或机器的机能欠佳时。也都常给予此类宽放，当这些影响因素消失时，这种宽放也就取消。

宽放率

宽放率=（宽放时间/正常时间） 100%

标准时间

标准时间是由最初用秒表测得的时间，经评比率修正为正常时间，然后考虑宽放时间的加入，最后得到标准时间。



标准时间的计算方法

标准时间=正常时间 *（1+宽放率）

例如，某一单元观测时间为 0.8min，评比为 110%，宽放为 5%，

则标准时间=观测时间 * 评比率 *（1+宽放率）

=0.8 * 110/100 *（1+0.05）= 0.88 * 1.05 = 0.924min

需要解决的基本问题

在完成工作时，总存在着如何确定一种可行的、更可取的方法的问题，一般也会伴随而来如何确定素需要的人们的工作时间的问题，不管完成情况是多么不同，也不管涉及的知识领域是多么不同，都必须采用某种程序来设计工作和确定执行该工作所需要的时间总量。

动作与时间研究的基本原理包括三个设想

- ① 执行任何工作任务通常都是很多方法，但是任何一个时候所得

到的知识而论，总有一种方法是优于其它方法的。

- ② 解决问题的科学方法，与未经训练的独创方法相比，是更有成果的较好工作方法。
- ③ 一项操作完成的标准，或者工作的时间值都可确定，使得需要投入的人力于任何组织机构之中，因而造成一种真正的管理上的设计。

换言之，动作与时间研究程序可以说成是以若干设想为基础的，这些设想是：每项工作总有一种“最好方法”（照现在的知识水平来看），科学方法是确定这一最好方法的最可靠方式，以及工作的时间值可用固定的单位来测定，应该注意，“最好的一种方法”这一概念并不排斥拟订一种还要好的方法，当我们的选择基准、知识或能力都已有所改变时，方法自然在变化。

时间研究的实操

时间观测也叫时间研究（Time Study）。它是工作研究中常用的一种重要方法。

对于重复进行的工作，需要设定其标准时间、检讨现行标准时间的正确性、恰当性，对现行的作业方法进行改善时，都会用到它。

要想时间观测能得到好的效果，在进行时间观测之前，对下列事项应先进行了解。

- 1. 产品的制程分割状况及各工序的作业内容；
- 2. 被观测对象的熟练状况；
- 3. 时间观测方法的决定；
- 4. 作业要素的分割；
- 5. 观测中的记录方法。

时间观测的实施步骤

- 1. 准备观测用具。包括秒表、观测板、观测用纸等工具。
- 2. 选定观测对象，与现场的有关人员达成共识。以改善为目的而进行的时间观测，要选取熟练的工人为观测对象。如果以设定标准时间为目的时，则以普通的工人为观测对象。
- 3. 通过标准作业书了解标准的作业方法。

标准作业书主要内容：（1）作业名称（2）工序名称（3）标准作业顺序（4）标准在制品数（5）标准工数（6）产品名称（7）监督人（8）完成日期（9）材料及规格（10）使用机械及作业条件（11）平面布置《略图》（12）工、模具（13）计量测试仪器仪表

（14）作业场地的物理环境条件（15）要素作业及薄弱环节（16）在安全方面应注意的事项

- 4. 将作业分割成要素作业

要素作业就是时间观测所研究的最小对象，可以在不同的工位间进行调整。

例如：在本体处贴上双面胶，并用之固定软片。该作业可以分割成以下要素的组合。

- (1) 从纸上揭下双面胶贴于本体上
- (2) 揭下双面胶的背纸
- (3) 贴软片

分割的一个重要依据是：分割出的要素作业可以拿给不同的人去做，而不会影响作业的连贯性和完整性。

例：拿扳手拧螺丝。这个作业虽然可以分辨出伸手拿扳手、握住扳手、移动到位、将扳手调整到能夹住和扳动螺丝帽，以及拧紧等动作，但根据要素作业分割的依据来判断，这个作业是一个整体，是一个要素作业，不能分割开来在作业周期中所占时间很短的要素作业（如：4DM 以下时——1DM=1/100 分），因较难准确测出有效的数值，观测时也可以和前、后要素作业和二为一进行观测，但记录时应注明。

要素作业开始和终了时刻的特征应在观测纸上写明，以便观测过程的明确化和便于日后的复查，特征的选取应要求容易判断。

正确地划分要素作业有助于对作业进行详细的描述，便于分析要素作业所用时间的长短，便于改善案的制定。

5. 观测次数的决定

时间观测是一种抽样过程，样本大小的适当与否，决定着抽样的可靠性程度，考虑到观测时的工作量和经济性，对于以改善为目的的时间观测，一般应以 15---20 次为佳，较稳定的作业，10 次左右即可。

6. 时间观测的两种基本方法：连续测时法、归零方式。

连续测时方式是整个测时过程中时间在连续不断地走动，从测时的开始一直到观测结束为止。在每一个要素作业的终点，将时间记录下来，连续测时法是一种最普通应用的测时方法。在运用连续测时法进行观测时，偶尔的遗漏某一要素作业的时间，也不会影响到观测的总时间，因为秒表在不停地走动。连续测时法对于在要素作业较短的循环作业较为适应。

归零法是每一个要素作业结束时，秒表的时间数值要归到零。这可直接得到每个要素作业所费的时间。由于每一个要素作业结束后要归零，故对于要素作业时间较短的循环作业不太适应，一般在要素作业时间较长的循环作业测时中用到它。

7. 时间观测中应注意：

- (1) 测时人员应选择好站立位置。一般站在被观测者的侧后方 1 米左右及不干扰其正常操作的地方。
- (2) 如果测时人员偶有疏忽，未在要素作业终止时记录秒表读数或作业者因外来因素的影响未按规定的顺序作业时，观测者应重新测定时间。

8. 资料整理、剔除异常。

由于在观测过程中工人未按标准作业顺序作业、观测人员的记录错误或疏忽，外来因素的干扰，造成一部分观测数值失真，为求得测时的准确性，必须剔除异常值。

9. 速率的评定

我们都知道：对于同一工作、同一人，在不同的时刻观测时会有不同的结果，所以时间观测结果与被观察的对象本身有较大的关系。

例：当她心情愉快时，她会做的较快；反之，她可能做的很慢。这就存在着一个对作业者的速度进行平定的问题，一般把 94.5%到 99.7%的人都能达到或超过的速度定为正常速度。一位经过培训合格的、能够任该项操作且又有充分经验的操作者，在正常标准的工作环境中，不快不慢地进行就可达到。

常有的确定速率的方法有：综合评定法、西屋评定法和客观评定法。

- (1) 综合评定法：是美国工业工程师（K.L.Morrow）于 1946 年提出来的一种方法。这种方法是先求出工作中某些要素的实际观测的时间值与预定动作时间标准的比值，即：

$$\text{工作要素评定系数} = \frac{\text{要素预定动作时间数据}}{\text{要素的平均观测时间}}$$

然后求出要素平均评定系数，以该平均值作为该项工作所有要素的评定系数。

- (2) 西屋评定法：是劳里、梅纳德和斯蒂基默顿为西屋电气公司研究的一种方法，故称为西屋法，又称为 L.M.S 速率评定法。这种方法是将熟练、努力、工作环境和一致性作为评定工作的主要因素，每个因素分为若干等级，并赋予固定系数值，再乘以秒表观测时间的平均时值，则可求得该项工作要素正常时间值。即：

$$\text{正常时间} = \text{观测时间} * \text{评定系数}$$

- (3) 客观评定法：是蒙代尔研究出来的一种评定方法。这种方法把速度的评定工作归纳为两种判断：A：被观察的操作速度；B：作业的困难程度；以简化研究人员的评定工作。客观评定法的基础，是不需要判断作业困难程度的影响，只需归纳成客观项目，用能观察到的现象为基础。因此，在评定中唯一需要作出判断的现象，是被观察到的操作速度。

SEIKO（精工）秒表使用说明（略）

速度评定法

评定是一种判断或评价的技术，其目的是将实际操作时间，调整至“标准速度”的基础上。秒表测时人员在对操作者进行观测时，要同时进行两项测量：

- (1) 操作者完成一项要素作业的时间；
- (2) 操作者完成要素作业的速度。

第一项测量是纯客观的测量，时间由秒表上的读数取得，在时间观测一节中已作了介绍，第二项测量即测量速度，所谓测量速度，就是观测者根据有关标准速度的概念评估作业者的作业速度。这样做就产生了一个问题：什么是标准速度，观测人员怎样进行测量？

标准速度是指一位经培训合格的能够胜任该项操作且又有充分经验的操作者，在正常标准的工作环境下，积极努力地进行工作的速度。一般把 94.5%到 99.7%的人都能达到或超过的速度定为标准速度。（按照这种速度工作，操作者每个工作日的体力消耗和疲劳度不会超过有关部门规定的范围）。

以下是公认的以正常标准速度作业的例子：

例1. 步行：1 小时走 4.83 公里，即 1 分钟走 80.5 米；

例2. 分发扑克牌：将 52 张扑克牌一张一张地轮着分发到 4 个地点的时间为 0.5 分。

例3. 插头的实验：将随便堆放着的 30 只插头，用两只手插入配电盘插孔内，插完了的标准速度为 0.410 分（距离 18 厘米）

评定速度的方法有许多种，常用的有速度评定法、西屋评定法、客观评定法和综合法。

我们学习的重点是速度评定法，即用评定录像训练观测者，使其形成评定的基准，并将之和作业者的动作速度进行比较，按其比率来修正观测时间值的一种方法。将标准速度定为 100%，比标准速度快 25%的作业者，其实绩就评定为 125%。如果比标准速度慢 10%，那么，他的实绩评定为 90%，为此，观测者要经常训练自己，将评定的基准印记在脑海里，这种方法现在最为通用。

在进行速度评定法的训练时，要注意：

- （1）目前在广泛使用的、比较有权威的评定录像有美国管理促进协会（SAM）所开发的和现在使用的日本能率协会（JMA）所开发的两个版本。

在这些评定录像的画面中，对作业部品的尺寸、重量、动作距离等都作了说明（其评定值是先以 WF 法对作业进行详细的分析后，再以 WF 法 100%的速度为基准来进行确定的）。

- （2）速度评定法训练的目的不单是使观测者的评定比率与正确比率相吻合，而且还要使观测者体会速度评定的基准及掌握速度评定法的要领。
- （3）观测者在进行速度评定法训练时，不要盲目猜测。例如：不要认为评定录像中一定含有标准速度的画面；也不要认为同样速度的画面会有可能反复的出现；太快或太慢的速度不会出现等。观测者一定要根据自己对标准速度的认识来进行评定。
- （4）若不了解作业的内容，就不便进行作业的评定，所以在速度评定法训练以前，先要根据每盘录像最初的画面理解各画面所说明的作业的内容。
- （5）本教材所附的是在速度评比法训练时所用的评定数据表。

在 JMA 评定录像中每一盘录像带（含有三种不同的作业，以不同的速度重复 5 次），使用一张评定数据表。

- （6）评定训练画面出现的顺序是：第 1 种作业的第 1 个画面（记作 1—1）；第 2 种作业的第 1 个画面（记作 2---1）、第 3 种作业的第 1 个画面（记作 3---1）；接着是第 1 种作业的第 2 个画面（1---2）、第 2 种作业的第 2 个画面（2---2）、---（2---5）、（3—5）。

(7) 比率值的记入：

在各个画面之后，会有“请记入你的观测值”的画面出现，这时请将你的评定结果记入评定数据表中相应的位置里。

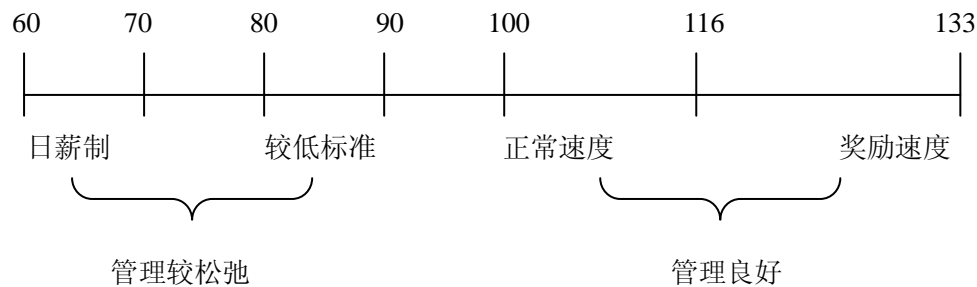
在每盘录像带的最后会给出正确比率值的表，将正确的评定比率值填入评定数据表中的正确比率栏里，以便与你的评定比率值做以比较。

(8) 将评定的结果用图表示

将你的评定比率值作为 Y 轴的坐标，以对应的正确评定比率值作为 X 轴的坐标，会得到 5 个点，分别在图上描出来，如果其均落在正确答案 10% 的范围内，说明你对评定的基准掌握的较好，否则，你还要继续练习。

附 1：动作速度代表工厂水平

在人们之间，虽然每个人都有适合于自己的动作速度，但是从工业企业所固有的动作速度来看，可以存在如图所示的 2 倍左右的差值。



动作速度变化图

这就意味着，在较好的工厂与较差的工厂之间，仅从人的动作速度来看，就存在有两倍之差，适合人体的速度是从正常速度 100 到奖励速度（116~133）之间，而且，在短时间内能维持一个比该速度更快的速度，不至于产生疲劳仍能坚持工作，所以就是快了也并不是提高生产强度了。也就是说，使动作减慢的原因该是：

- 设备、工装夹具、模具不好；
- 来料有问题；
- 设计不佳、图纸不明确；
- 工作环境不适合；
- 工作分配不均、指导.培训不充分；
- 工作不熟练、缺乏干劲等----

通过管理上的改善可以减少这些原因。

以走路为例，走路的速度同样可以认为，因道路凸凹不平或因道路施工，因刮风、下雨，或因道路拥挤，或由于时间充足就晃晃荡荡地走以及由于身体疲倦等原因使步行速度放慢等等，所以动作速度之所以

附 3:

作业速度评比表

职场名: 观测者 日期:

编号		1		编号		2		编号		3	
作业		部品の插入作业		作业		盖子取付作业		作业		排气扇的安装	
基准		100%		基准		100%		基准		100%	
序号	观测值 A	正确值 B	A/B	序号	观测值 A	正确值 B	A/B	序号	观测值 A	正确值 B	A/B
1— ¹				2-- ¹				3-- ¹			
1— ²				2-- ²				3-- ²			
1— ³				2-- ³				3-- ³			
1— ⁴				2-- ⁴				4-- ⁴			
1— ⁵				2-- ⁵				5-- ⁵			
\overline{X}		R		\overline{X}		R		\overline{X}		R	

工作抽样

工作抽样的概念

它是在一段较长时间内，以随机方式对调查对象进行间断的观测，并按预定的目的理、分析所调查的资料，得出需要的结果。

工作抽样的优点

1. 节省及费用时间
是秒表时间研究费用的 5%至 50%
2. 可以在许多天或星期内进行观测，因而可以减少每天或每星期之间差异的影响，也可在任何时间中断，任何时间再继续，而不影响结果
3. 即使是不太熟悉资料收集方法的人，所提供的结果仍有意义
4. 如果仅是为了工作改善，则不需要受过训练的人来承担

工作抽样的缺点

1. 对于调查分布在距离较远的各车间许多工人和机器来说，由于观测者要把许多花在走路上，有时也是不经济的
2. 由于无法将作业细分，所以只适用于第三、四层次的工作

学习曲线

学习曲线表现一种现象，就是当周程次数增加时，周程时间亦随著减少。

学习 在这里主要是指以下两方面：

1. 一个工作者不断重复地进行一项工作
2. 一间公司大量地生产某一种产品

学习公式

学习进度一般来说都可用以下之公式表示

$$Y=K X^{-A}$$

Y=第 X 次周程时间

K=第一次的周程时间

X=周程次数

A=学习速度常数，其数值视该工作的复杂程度和操作者的素质等

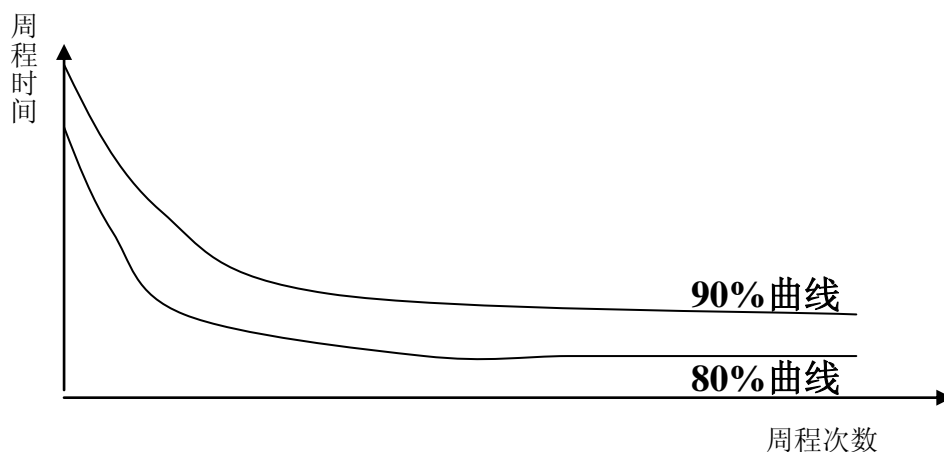
学习公式之特性

学习公式其中一个很有用的特性是每次 X（周程次数）加倍时，Y（周程时间）会以一固定的百分比减少。例如，所谓一个 90% 学习曲线，就是每当 X 的值加倍时，Y 的值变为之前的百分之九十。假如第一周程时间是 10 分钟，可得出如下表之结果

周程次数 (X)	周程时间 (Y)
1	10 分钟
2	9.0
4	8.1
8	7.3
16	6.6
32	5.9
64	5.3
128	4.8

学习曲线

根据上面学习进度之公式，可得出如下之学习曲线。从下图可见学习之速度在开始很快，之后随著周程次数的增加而减慢。在很多情况下，学习都会持续一段颇长的时间，这事实对于制定生产标准和大量生产时的成本降低有很重要的影响。



影响学习进度的因素

A. 工作的复杂性

- 1. 周程长短
- 2. 犹疑动作
- 3. 事前训练

B. 工作者的能力

- 1. 年龄

在年龄约 18 至 35 岁，学习速度是较为平均的，之后很多人都在这方面开始衰退。

- 2. 过往的学习需求量

有研究证明出如果人们因年长而在过往停止学习，他们的学习能力会减退，即对于新工作需要更长的学习时间。

- 3. 人的神经系统和生理能力

一个人的神经系统随著年龄衰退。年青时有较好神经系统的人会衰退较慢。一个人的生理能力也会随著年龄衰退，但到年龄较晚才开始，同时衰退速度通常对工作表现影响不大。所以有很多人年纪愈大便开始倾向一些体力工作多于一些高资讯量处理的工作。

人怎样学习

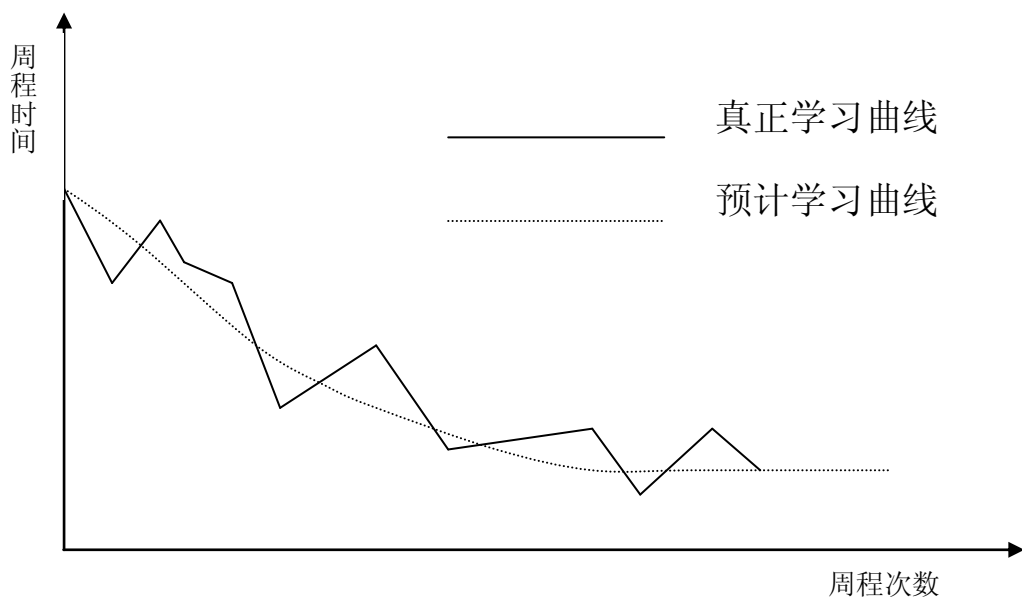
虽然有很多影响人学习速度的因素，但一个人或一组人的学习速度仍不难估计的，因为一般工作的学习速度范围，都在 88%至 92%学习曲线之间。如果有年纪较大的工作者，便可能需要选择较大的百分比数字。

对于一些事前的工作方法讲解和训练，称为“入门学习”，这种学习是在工作者对其工作几乎一无所知，很需要有外力的协助时。

从观察和量度证实，如没有正式工作指示，依靠工作者从试误中学习，入门学习时间是最长的。

虽然学习曲线指出人们的学习速度是很流线型的，但真正的可能如下图。

OJT 与 TWIJI 的运用



生产线平衡法

现行非常普遍的流水生产作业模式和工作区域作业模式均著重于工序与工序之间的时间配合，因它是影响整体生产效率的主要因素之一，如生产线上的各个工序都能互相配合无间，我们称之为生产线平衡，而这生产线定能获得一定的效益，但如各工序间不能相互配合，拥有不少等候的时间，这情况我们则称之为生产线不平衡，生产线之平衡与否，一般都是由下列之因素造成：

- 1) 工序之选定操作方法
- 2) 工序之排列方法
- 3) 员工之工作态度
- 4) 员工对操作的熟练程度
- 5) 物料之质量

等待是一种非增值的动作，亦是工业工程中主张尽量避免的一种浪费，生产线平衡法就是将这等待的时间尽可能缩短或排除，以期达到减少浪费继而提高生产之效益。

下列之三个例子将清楚介绍本文所述之生产线平衡法：

例一：缩短生产节拍

例二：节减人手（一人）

例三：节减人手（二人）

除了以上之例子外，生产线平衡还有不少其它的作法，而其使用的弹性亦非常高，在一般运用时须将现场生产之状况及须求放入考虑之内。

以下是一个例子用来介绍关于生产线平衡的一些概念。

一间玩具公司新推出一款男玩具.公仔本身和他的衣服在装配线外制造。现需要设立一条专为该公仔穿衣服的装配线。

工程部已经将整个工作分为 13 个工作单元，如下表

工作单元	时间 (0.01min)
1.穿内裤	10
2.穿内衣	11
3.穿左袜	9

4.穿右袜	9
5.穿长裤	22
6.穿衬衫	42
7.穿左鞋	26
8.穿右鞋	26
9.穿腰带	30
10.放物件入裤袋	20
11.打领带	63
12.穿外套	32
13.带帽	6
总工时	306

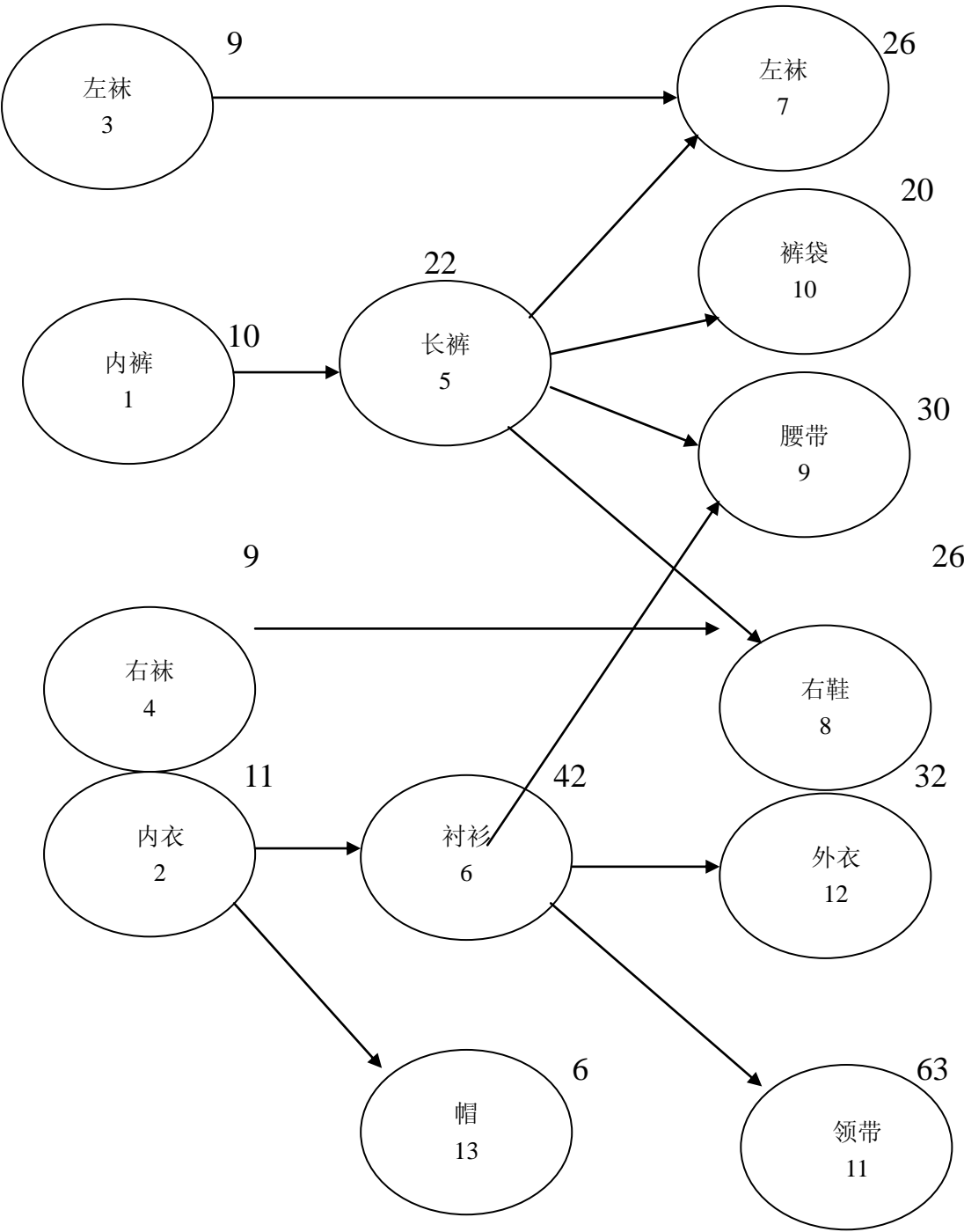
前列图

前列图将各工作单元有系统地顺序排列，在绘制前列图之先要确定每个工作单元的前列单元，即进行该工作单元使必须先完成的工作单元。如下表“6.穿衬衫”是“12.穿外套”的前列单元，而“2.穿内衣”虽然要在“12.穿外套”进行前完成，但因隔了一重，所以不算是它的前列单元。

工作单元	时间 (0.01min)	前列单元
1.穿内裤	10	/
2.穿内衣	11	/
3.穿左袜	9	/
4.穿右袜	9	/
5.穿长裤	22	1
6.穿衬衫	42	2
7.穿左鞋	26	1, 5
8.穿右鞋	26	4, 5
9.穿腰带	30	5, 6
10.放物件入裤袋	20	5
11.打领带	63	6
12.穿外套	32	6
13.带帽	6	2
总工时	306	

依此可作出男玩具公仔穿衣的前列图（见下页）

男玩具公仔穿衣的前列图



流水线平衡改善

流水线生产是指产品按严格的制程，顺序地通过各个工作地，并按照统一的生产速度（节拍）完成所有作业，连续的、重复的生产过程。

流水线生产的最主要优点是能够大量生产同一标准产品，生产的效率高、成本低，产品的竞争能力强，但如果不用心地去管理它，其产生的损失可能远比其它生产方式为大，且不觉察。故应尽力去避免它。

流水线生产一般具有如下特征：

1. 在一条流水线上固定地生产一种或若干种产品，而在流水线的每个工作地上固定地、重复地完成此项作业。
2. 流水线上各工作地是按照产品制程顺序排列，加工对象如同流水一样，连续地从一个工作地流向另一个工作地。
3. 流水线上所用工作地都按照同一节拍进行生产，各工作地之间的能力是平衡的和比例的。

概括地说，流水线生产具有单一性、重复性、顺序性、连续性、平衡性和比例性的特征

（一）有关流水线生产的几个重要参数：

1. TP(Pitch time)——节拍，也叫周期时间、是指产品从流水线上生产出来的时间间隔，故也称间隔时间或循环时间，节拍是流水线重要参数，它决定了流水线的生产速率和生产 能力，并对生产效率有很大的影响。

$$TP = \frac{\text{流水线开动时间}}{\text{生产计划量} * (1 + \text{不良率})}$$

2. CV. (速度) ----输送带速度

一般在生产线上每隔 30CM 就会做一个标记，其用途在于作业员一定要把东西放于该点上，以便依 TP 的要求完成作业。

$$CV = \text{间隔标记距离} / TP$$

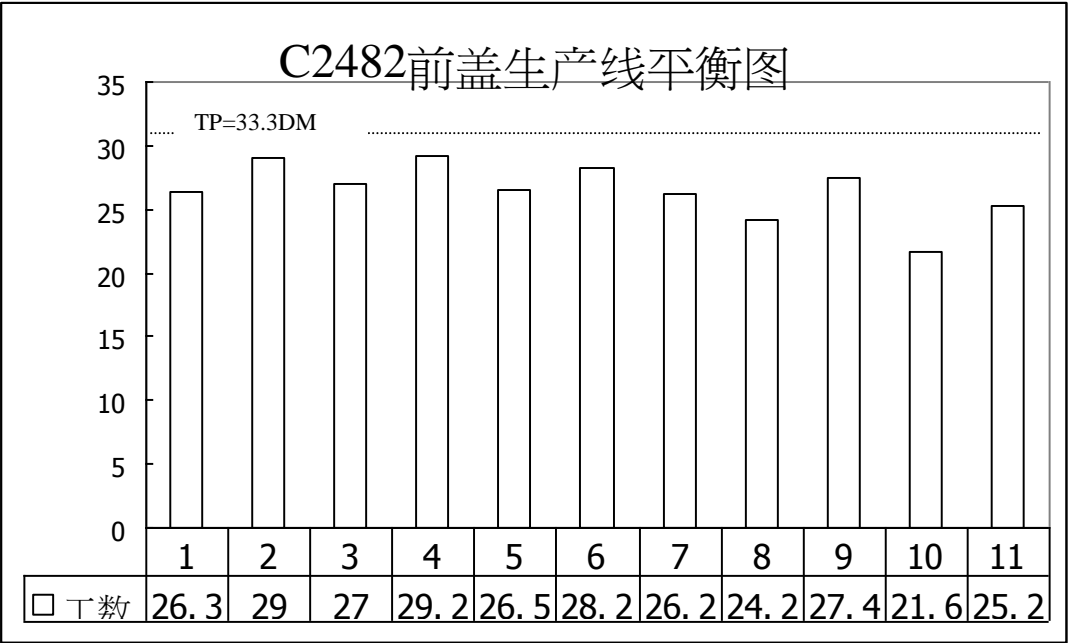
3. Tmax----瓶颈工位的作业时间。

即为整条流水线上所有工位中，作业时间最长的那一个工位所用的时间，当 Tmax>TP 时，瓶颈工位会有堆积，所以，Tmax 决定整条流水线的速度。

4. 平衡损失，因各个工位作业时间不同而造成的损失。

（二）流水线平衡表示法

生产线平衡，一般使用生产流动平衡图来表示，纵轴表示时间，横向则依工程顺序表示，并划出其标准时间，划法可使用曲线图或柱状图。如下图：



（三）流水线平衡分析

对生产中的流水线进行分析时，依下述步骤进行：

1. 对流水线的工程顺序给予确定，并填入表内。
2. 测算各工程的正味工数，以 DM(Decimal Minute) 为单位记入表内。
注：1DM=0.01 分=0.6 秒
3. 根据各工程的正味工数画出平衡图。
4. 在瓶颈工程顶点横向划一条线。
5. 计算出节拍时间，在平衡图上根据节拍时间画一条虚线。
6. 计算平衡损失

$$\text{平衡损失} = \text{瓶颈工数} \times \text{总人数} - \text{总工数}$$

如上图=29.2*11—291.2=30.0（DM）

7. 编成损失=（TP—瓶颈工数）*总人数

如上图=（33.3—29.2）*11=45.1（DM）

8. 流水线平衡效率

$$\text{流水线平衡效率} = \frac{\text{总工数}}{\text{瓶颈工数} \times \text{总人数}} = \frac{291.2}{29.2 \times 11} = 90.7\%$$

9. 流水线平衡损失率=1—生产线平衡率=1-90.7%=9.3%

10. 流水线编成损失率=（TP-瓶颈工数）*总人数/总工数=15.5%

（四）流水线平衡的改善

流水线平衡的改善可以依下面几项来进行：

1. 不平衡的检讨与改善

(1) 如何减少耗时最长工序（瓶颈工位）的作业时间。

- 作业分割

将此作业的一部分分割出来移至工时较短的作业工序。

- 利用或改良工具、机器。
- 将手工改为工具，或半自或全自动机器，或在原有工具、夹具做改善，自可提升产量，缩短作业工时。
- 提高机械效率

研究如何把现有的机器产能提升

- 提高作业者的技能运用工作教导，提升作业者技能。
- 调换作业者

调换效率较高或熟练作业人员

- 增加作业者

上面的几项都做了，还未达到理想，可能就得考虑增加此一工序人员了。

2. 从作业方法改善

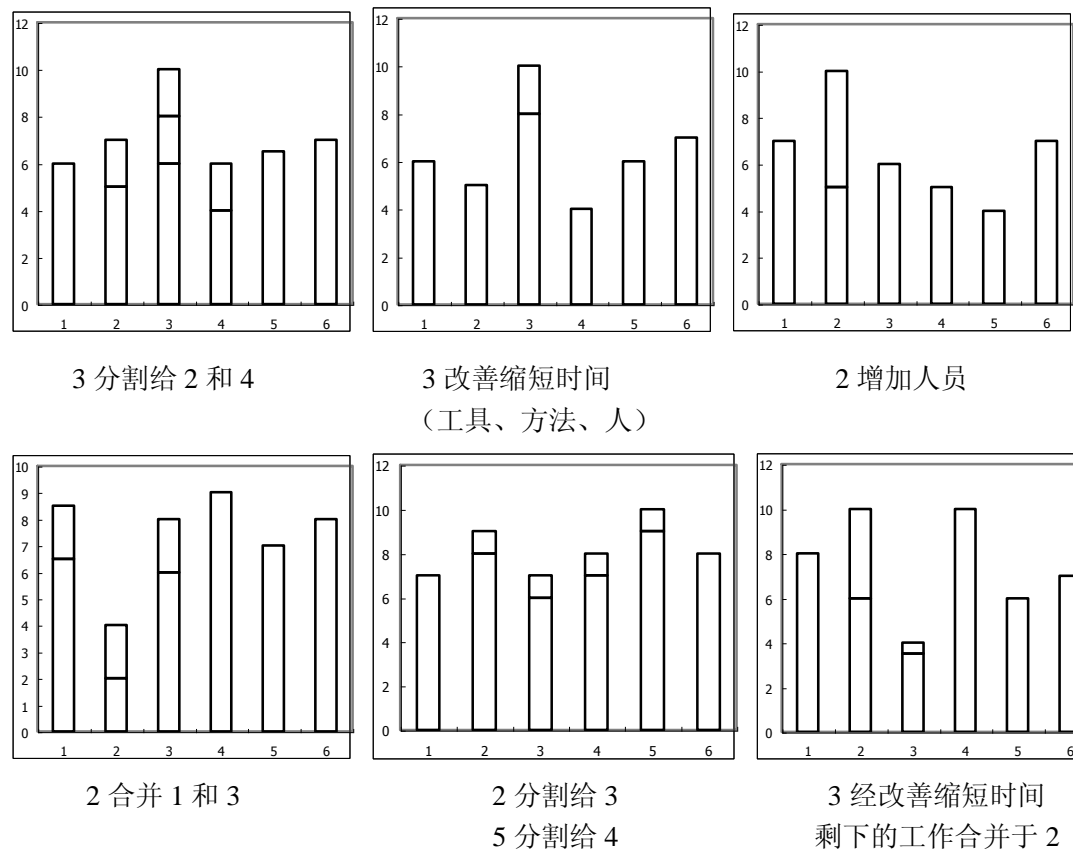
运用改善四要法（工作简化法）进行作业方法改善。

- [取消]不必要的动作
- [合并]微小的动作
- [重排]作业工序或动作
- [简化]复杂的动作

3. 流水线平衡时，除了时间因素外，尚需要作如下考虑：

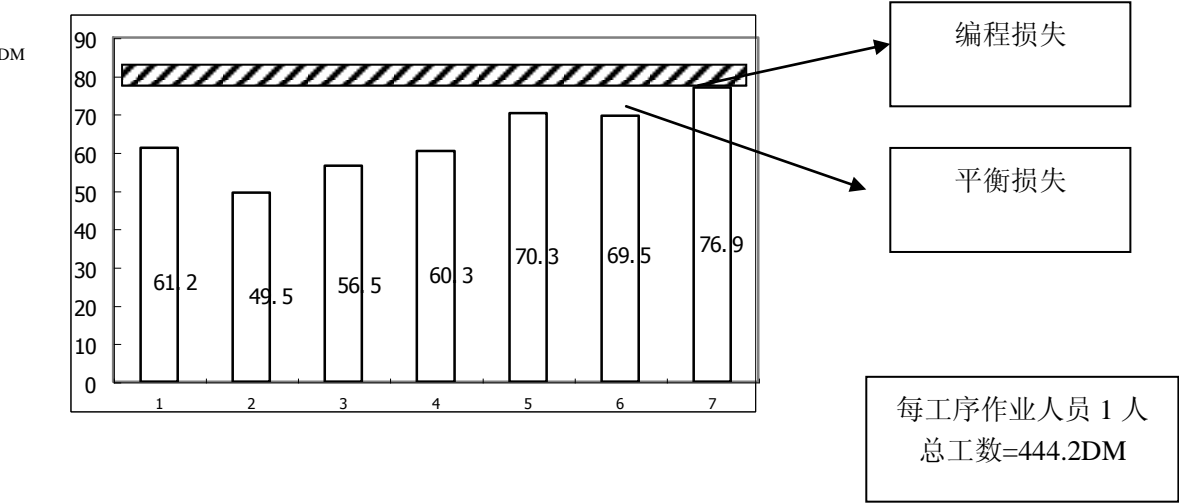
- 需要同样工具或机器的作业，要素可分为配在使用同一专用设备的工作地。
- 使用同样的作业要素应尽量分配在同一工作地。
- 分配作业要素时不要使任一工作地堆放大量的零配件。
- 不干净的作业就尽量不分配在同一工作地。
- 不相容的工作尽量不分在同一工作地。
- 必要时可对关键性作业，利用增配操作人员数，或改用高效的工具以缩短其作业要素时间，提高平衡效率。

平衡改善方法范例



(五) 生产线平衡与配置实例

C2533 (基板) 组立编程表 (改善前)

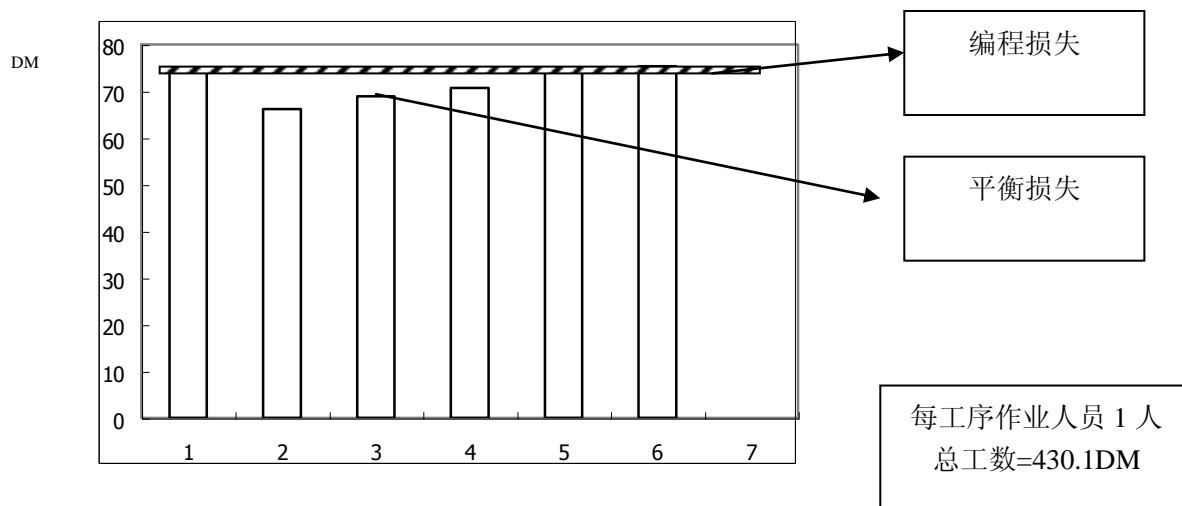


依上面配置人力计算:

- 当日目标产量为 610 台, $TP=475*100/610=77.9DM$
- 平衡损失=瓶颈工数*总人数-总工数= $76.9*7-444.2=94.1 (DM)$
- 编成损失= $(TP-瓶颈工数)*总人数=(77.9-76.9)*7=7.0 (DM)$
- 流水线平衡效率= $\frac{总工数}{瓶颈工数*总人数} = \frac{444.2}{76.9*7} = 82.5\%$

5. 流水线平衡损失率=1-生产线平衡率=1-82.5%=17.5%
6. 流水线编成损失率= (TP—瓶颈工数) *总人数/总工数
 $= (77.9-76.9) *7/444.2=1.6\%$

C2533 (基板) 组立编程表 (改善后)



计算如下:

1. 当日目标产量为 610 台, $TP=475*100/610=77.9DM$
2. 平衡损失=瓶颈工数*总人数-总工数= $75.3*6-430.1=21.7DM$
3. 编程损失= (TP-瓶颈工数) *总人数= $(77.9-75.3) *6=15.6DM$
4. 流水线平衡率=总工数/ (瓶颈工数*总人数) = $430.1/ (75.3*6) =95.2\%$
5. 流水线平衡损失率=1-流水线平衡率=1-95.2%=4.8%
6. 流水线编成损失率= (TP—瓶颈工数) *总人数/总工数
 $= (77.9-75.3) *6/430.1=3.6\%$

物料表 (BOM) 及途程表 (Routing)

物料表(Bill of Materials)

物料表上列有生产成品所需的各分件, 各分件之编号及名称、所需的数量 (包含预计之废品率)、用于那一个制程、和各分件的来源 (自制或外购) 均有标示, 完成品的数量及名称也在表中说明。

物料表的用途

- 1) 物料表的主要功用是给予物料控制部门能以准确有效地计划生产物料之订购及数量，使物料成本能有一个适当的控制。
- 2) 物料表可给予市场或营业部作新产品相关的估价之用。

途程表 (Routing Sheet)

生产/工业工程师在了解各种作业程序后，必须决定一个最经济有效的程序，更须找出一种记录此资料的方法，以便日后的需用。其中的方法之一就是建立一个途程表。

途程表主要在表明各操作的顺序，并分别加以说明及附记各种必须的加工资料。一张途程表是工厂生产命令的集合体，用于说明如何制造产品。在操作程序中每一半制品（自制）至成品都需要一份途程表，此正确资料的表示方式各有不同，但最重要的原则是能提供资讯，包括机器编号、工具号码、设备换模时间、调机时间、和实际运转时间（标准时间）及所需人数等，以便付之生产。途程表也是一张在工场分配工作的生产命令。

物料搬运及存放

物料，半成品或成品从一地点移至另一地点称为搬运，搬运的方法、形式及所利用的工具共很多种，应用于不同的环境，不同的时间、条件和不同的需要。一般企业在生产过程中，或多或少都要将搬运的时间及方法考虑在内，也可以说搬运是生产过程中不可缺少的一环，但在工业工程的角度来看，物料搬运被视为一种非增值的浪费，而在贯彻实行增强生产力的宗旨上，各类形的浪费都要努力想法避免或减少。既然搬运是生产运作中不可避免的但却又要尽量减少的时候，相关的理论及技术很自然地就发展起来了。

不同的物料搬运及贮存方法，如能在生产运作方面适当地运用，可使效率及质量获得最大的效益，从而使企业的运作成本得以控制减轻。

物料搬运

物料运输系统的设计最主要的目的是：

- 在生产运作需求物料的时候能有效不断提供所需的物料
- 减低物料运输费用
- 改善厂房设备的使用率
- 改善工作方面的安全条件

- 增进生产运作的效率
- 提高生产力

物料搬运的原则

1. 认清形势---在设计前先仔细研究，把现行的方法及问题、环境、财务能力等各方面的限制了解清楚，再订立新方法的条件及目标
2. 计划---综合各基本条件、运作模式，及考虑一切在搬运及贮存方面将可能突发的事情
3. 系统---将搬运及贮存的活动从经济角度着眼渗入生产的系统里，包括收货、检查、存放、加工、装配、包装、货仓、船务及运输等
4. 运送重量单位---越大越好，但须考虑有关之限制
5. 空间利用---有效地利用每一平方的空间
6. 标准化---将搬运之方法及设备尽量统一
7. 人类工程学---在方法及设备的设计当中，须考虑及认识工人的能力和各项限制
8. 能源---设计之系统对能源的耗用，在经济效益上须作慎重的考虑
9. 生态---尽量使用对生态环境产生最低影响的方法及设备
10. 机械化---尽量使搬运之方法机械化以提升效率及经济效益
11. 弹性---使用的方法及设备，尽量能在不同的运作条件下进行不同的工作
12. 简化---运用“消除”、“减少”或“结合”的方法在搬运及贮存的系统上排除多余的程序及动作
13. 地心吸力/重力---利用地心吸力的原理将物料移动，此中须考虑各方面的限制，如安全、物品损坏和损失等
14. 安全---根据条例和过往的经验，考虑搬运的方法和设备的设计以满足安全的要求
15. 电脑化---将搬运及贮存的系统电脑化以改善物料及资讯的控制
16. 系统流向---在搬运及贮存的系统上综合物料和数据的流向使其划一
17. 布置---在搬运及贮存的设计层面上，考虑各种不同的运作及设备分布，选择最有效和效率最高的结合
18. 成本---从经济角度作比较，利用“运送重量单位”的成本价值量度不同系统的效益
19. 保养维修---为所有的搬运设备，设立保养维修的计划和执行步骤
20. 更新---从经济效益的角度上，建立设备更新的方法及系统

在决定使用何种搬运方法去应和生产运作之前，可**先把以下的几点先行清楚考虑：**

- 是否可从工作位置方面入手作出改进而省却所须要的搬运
- 尽量避免重复类似的搬运
- 搬运的路程尽可能不要过长及将路线尽量统一
- 搬运所应用的工具或器具属流动性，容易掌握及尽量统一
- 搬运所使用盛载物件的容器是否合适
- 搬运所预计须要的时间不宜太长
- 搬运的东西不要太重或太零碎（须妥善包扎）
- 搬运过程是否对某个生产运作构成影响
- 搬运的人员是否须要具备特殊的体格或技能
- 搬运所使用的方法及工具是否安全
- 加设搬运所导致的金钱消耗

总括来说，在建立搬运系统的时候，基本上可从以下几个大方向来考虑：

是否会影响

- 生产效率，从而影响交货期
- 货品之质量
- 生产运作之成本
- 生产运作之安全性
- 员工工作的士气

运送重量单位

运送的重量单位是指物料或货品从某一地点移往另一地点时每单一行程所能载带之数量和重量。

- 通常是较大而不能单以人力移送
- 运送的重量单位越大，运送物料或货品的成本越低（作每件考虑）
- 决定运送的重量单位时，须考虑用作付运设备的限制和员工体力的负荷

在决定运送重量单位前须考虑





- 运作时的成本和将物料或货品从运输容器中取出的成本

- 运输设备和空间的要求
- 运输容器的重量
- 使用后之容器回转问题
- 运输设备使用的灵活性（在使用过程中，一般只能照顾单一方向）

物料搬运系统

物料搬运系统的选择，因不同的因素变化而导致有很多不同的选择，在决定那一个系统较为合适的时候，可利用以下介绍的方程式作为选择的基础。

物料搬运基本记号

区别	记 号	变 化 内 容	物料之状态
移动		物料位置的变化	动
装卸		物料支持方法的变化	
加工		物料形状的变化	不动
停滞		物料无变化	

将生产线重新安排，缩短每个工作岗位之间的距离，可以有效地减少半成品的搬运，从而改善其所造成的浪费，一般短距离的可用人手搬运法，而距离较遥远的则普遍使用手动或机动铲车作搬运的工具，不论是用人手搬运或是用铲车作搬运，它都须要利用一些容器来盛载所搬运的物件，而这容器的设计和运用，亦须要一定的考究。

容器设计及包装方法

容器的作用是为了盛载物件并保护其不受到或减轻可能受到的损害，由于容器的使用在搬运作业中担当了一个非常重要的角色，它对产品的质量保证有直接的影响，它的设计相对受到一定的重视。在设计过程中，应注意以下几点：

- 1) 容器之大小，本身重量及其载货后之重量，会否对生产构成影响
- 2) 容器能否令盛载之物件在搬运或存放时不受到任何伤害
- 3) 容器之强度，存放时之堆积能力
- 4) 容器在市场上之购买是否容易或可否自行制造
- 5) 容器之价格，是否合乎经济原则

容器的使用一般都是以半成品为多，而成品则多以包装好的形式作搬运，包装的方法设计与上述容器的设计大致相同，都著眼以最经济的角度设计出实际适合应用保护物品的方法。包装物料以咭通纸箱最为普遍，其次为彩盒，内裹作保护性质的物料多为发泡胶，胶袋或咭通纸板等，而纸箱或彩盒的大小及强度在包装设计时均应已在考虑之列。

存放区及存放方法

存放区的位置决定在于此存放区是作何种性质的用途，物料，半成品或是成品之存放？如是物料或半成品之存放区则以接近生产区域为最理想，在搬运的路程、时间、讯息的传递及不合格品之翻工都较为方便快捷，成品存放区的位置以接近生产区域或成品仓库均可。不论物料、半成品或成品的存放均以容易取放为原则，另存放的数量及时间亦应设立系统作为限制而系统之设立则须视乎本身之生产模式以作配合。

-----全文完-----