

现场IE改善

INDUSTRIAL ENGINEERING

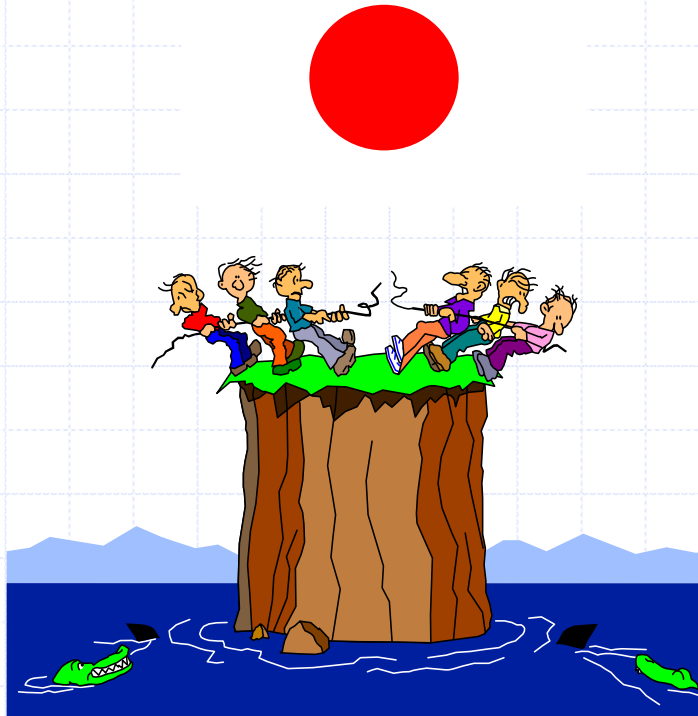
主讲：李老师

第一篇

工业工程概述

案例分析:

◆ 为什么日本的本田和日产在美国取得成功?



答案:日本比美国更重视IE

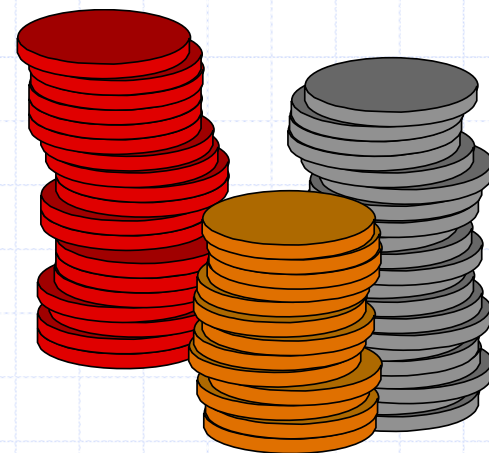
◆ IE能够提高生产率!

众所周知，日本是一个国小、人多、资源缺乏的国家。二次大战后，厂房、道路、桥梁都受到严重破坏，经济面临全面崩溃，全年1/3时间停产，加上600万日军和移民拥回而失业人数激增。

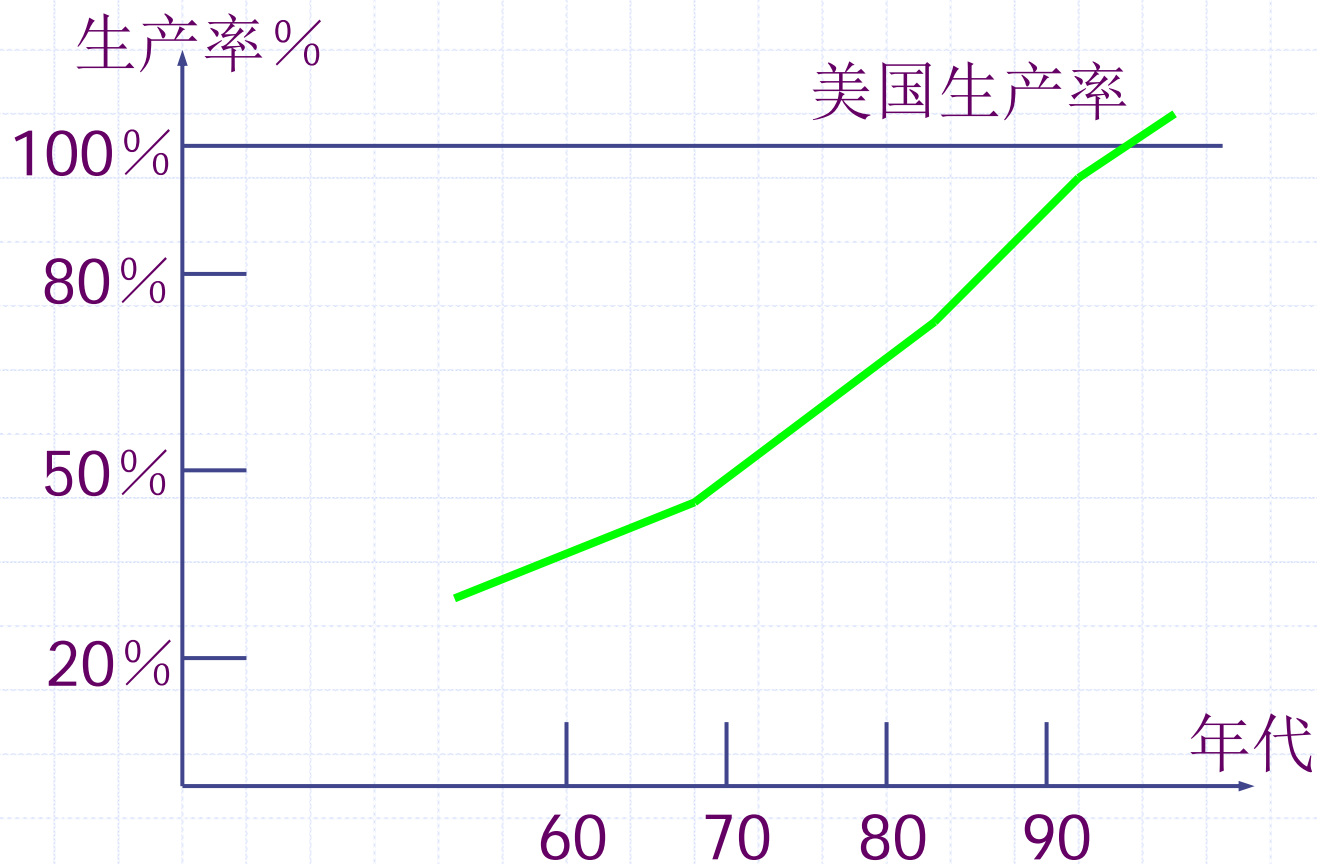
IE助日本迅速崛起

◆ IE产生大量财富！

再看今天的日本：面积不到38万平方公里，人口不过1.5亿多，但国民生产总值占世界国民生产总值的10%，据2004年的统计，日本国民的人均生产总值为2.187万美元，居世界第二位。

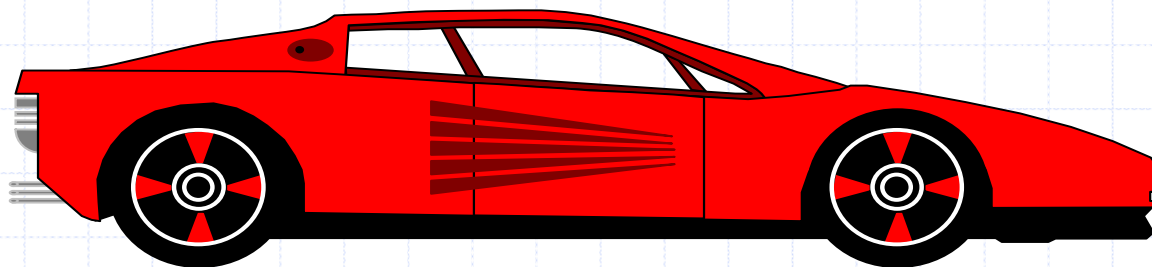


日本生产率的变化



以汽车为例

	美国用工量	日本用工量
装配一辆汽车	33个	14个
制造一辆车身	9.5小时	2.9小时
制造一发动机	6.8小时	2.8小时

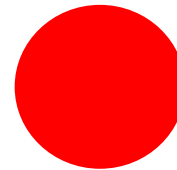
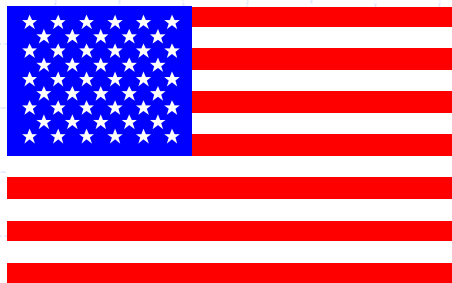


什么是工业工程?

◆ 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大战的力量，就是美国有IE。

—— 朱兰博士

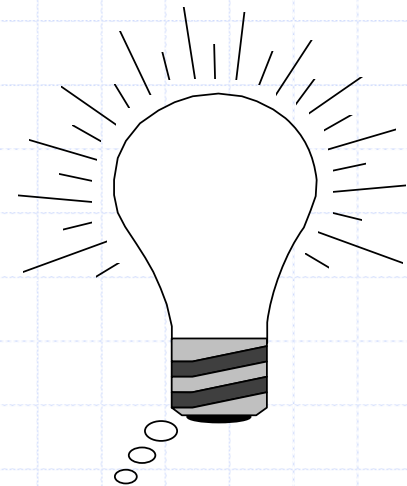
◆ IE发源于美国，发扬光大于日本。



什么是IE?

◆ IE----Industrial Engineering

◆ 工业工程，简称IE，是世界上公认的能杜绝各种浪费，有效地提高生产率和经济效益的把技术与管理有机地结合起来的一门边缘学科。



工业工程之定义：

- ◆ 工业工程：综合运用数学、物理和社会科学等方面的专门知识和技术、以及工程分析和设计的原理与方法，为把生产要素（人员、物料、设备、能源和信息等）组成更富有生产力的整体系统所从事的规划、设计、评价和创新的科学活动。同时为科学管理提供决策依据。
- ◆ IE是改善效率、成本、品质的方法科学。

工业工程之目标：

- ◆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:

规划	设计	评价	创新
新产品开发	工厂选址	产品设计	产品改进
技术革新	工厂布置	经济分析	工艺改进
成本降低	生产流程	现有各系统	设施改进
产品标准化	信息系统	质量控制	系统组织
库存计划	安全系统	员工业绩	工作方法
员工培训	卫生系统	制定评价 指标及规程	创新激励 (管理创新 体制创新 技术创新)
.....

工业工程之意识:

- ◆成本和效率意识;
- ◆问题和改革意识;
- ◆工作简化和标准化意识;
- ◆全局和整体意识;
- ◆以人为本的意识

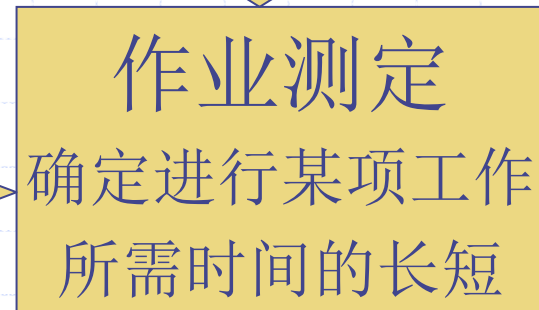
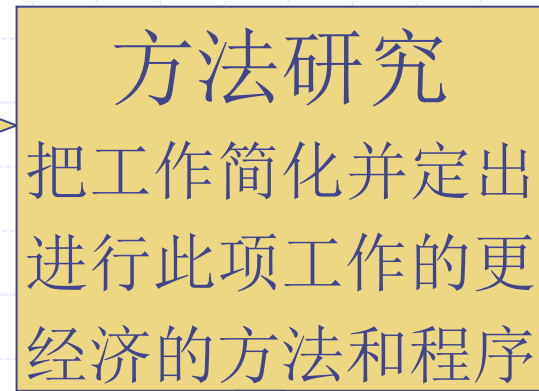
现代IE的八大支柱：

- ◆ 工作研究(基础工业工程)
- ◆ 设施规划与物流分析
- ◆ 生产计划与控制
- ◆ 工程经济
- ◆ 质量管理与可靠性技术
- ◆ 人机工程学
- ◆ 管理信息系统
- ◆ 现代制造系统

第二篇

工业工程之工作研究

工作研究



“工作研究”是改善
生产力的基本技巧之一

工作研究的范畴

1 方法研究----用以确定最佳的作业方法的一系列研究技术，包括：

(1) 程序分析----对整个生产过程或一项管理工作的全面分析。

(2) 作业分析----对同一工作上的工作进行分析。

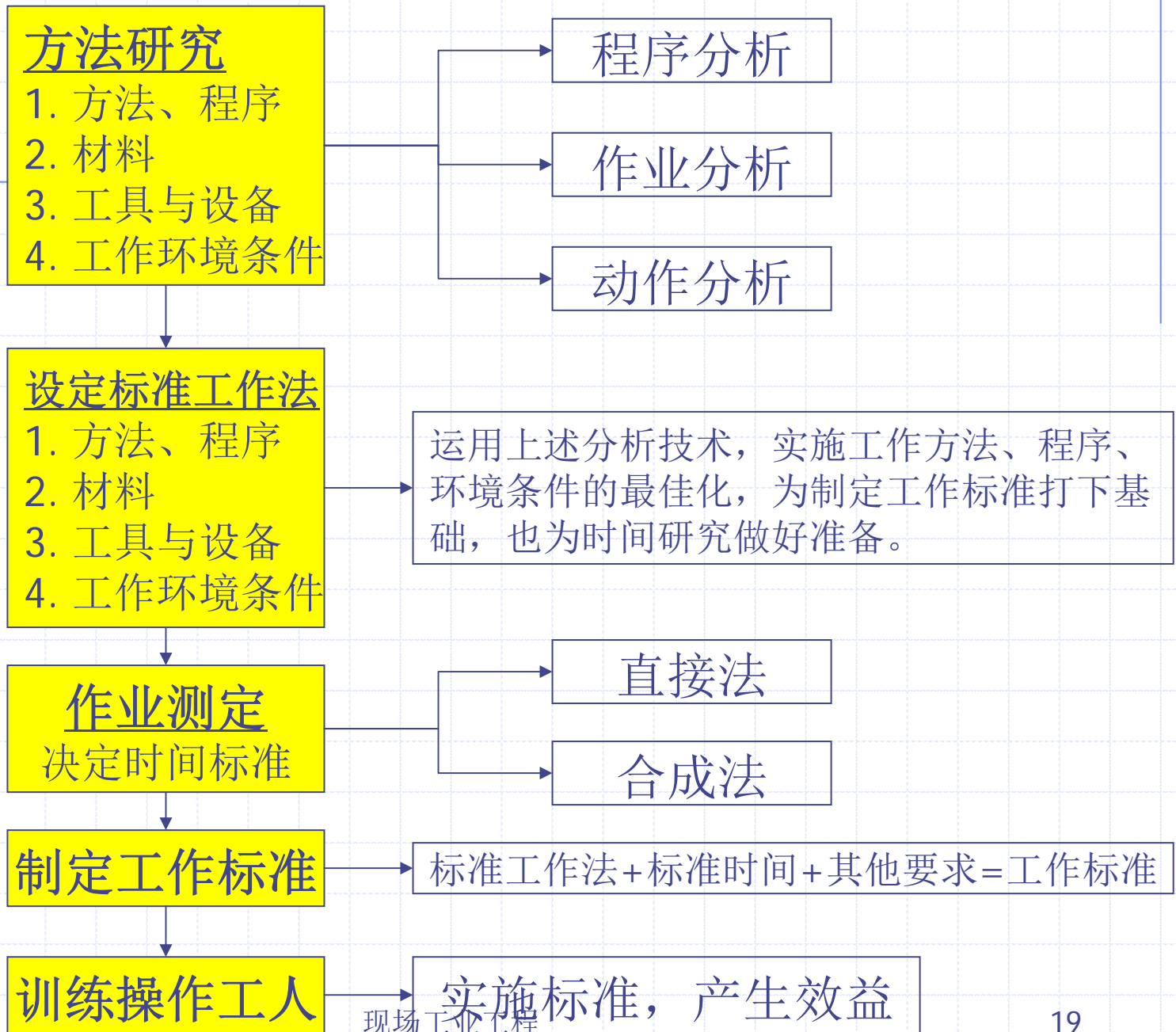
(3) 动作分析----将过程分解为基本单元直到手指的动作分析。

工作研究的范畴

2 作业测定----用以确定按上述的标准方法进行作业时所需时间的测定技术，包括：

- (1) 秒表测时法
- (2) 工作抽样法
- (3) 预定标准时间法 (PTS)
- (4) 标准资料法

工作研究与工作标准的关系



第三篇

工业工程之方法研究

方法研究的定义和特点

◆定义：运用各种分析技术，对工作方法进行分析、设计和改进、寻求最经济合理的工作方法并使之标准化的一系列活动。

◆特点：

- 1 指导思想-----挖掘企业内部潜力
- 2 着眼点-----系统整体优化
- 3 求新意识
- 4 致力于工作的标准化

方法研究的改善范围

- ◆ 改善工厂、车间和工作场所的布置，缩短工艺和运输的路线
- ◆ 改善对原材料、机器设备和劳动力的运用，以减少资源投入，获得更多产出
- ◆ 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

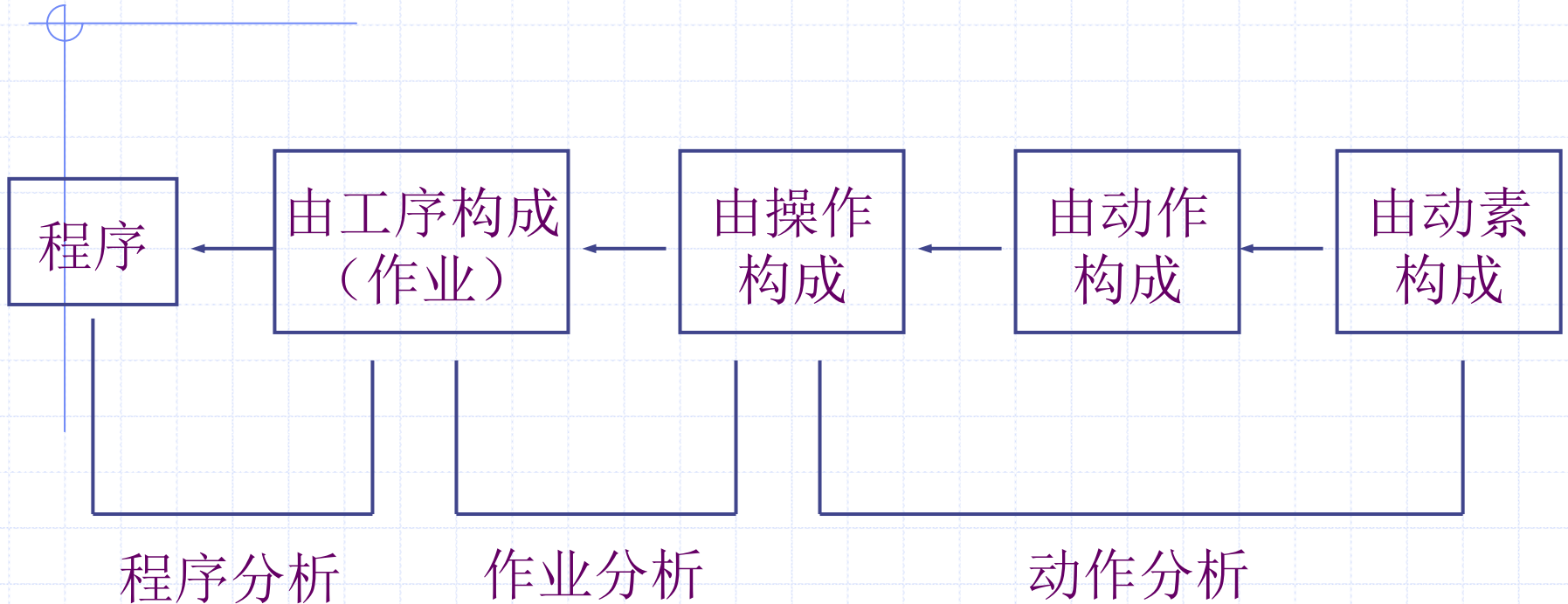
生产过程中的改善点

- ◆ 瓶颈环节或工序
- ◆ 成本高昂的工序
- ◆ 质量不稳定的工序
- ◆ 劳动强度大、劳动条件恶劣的工序
- ◆ 容易发生事故的工序

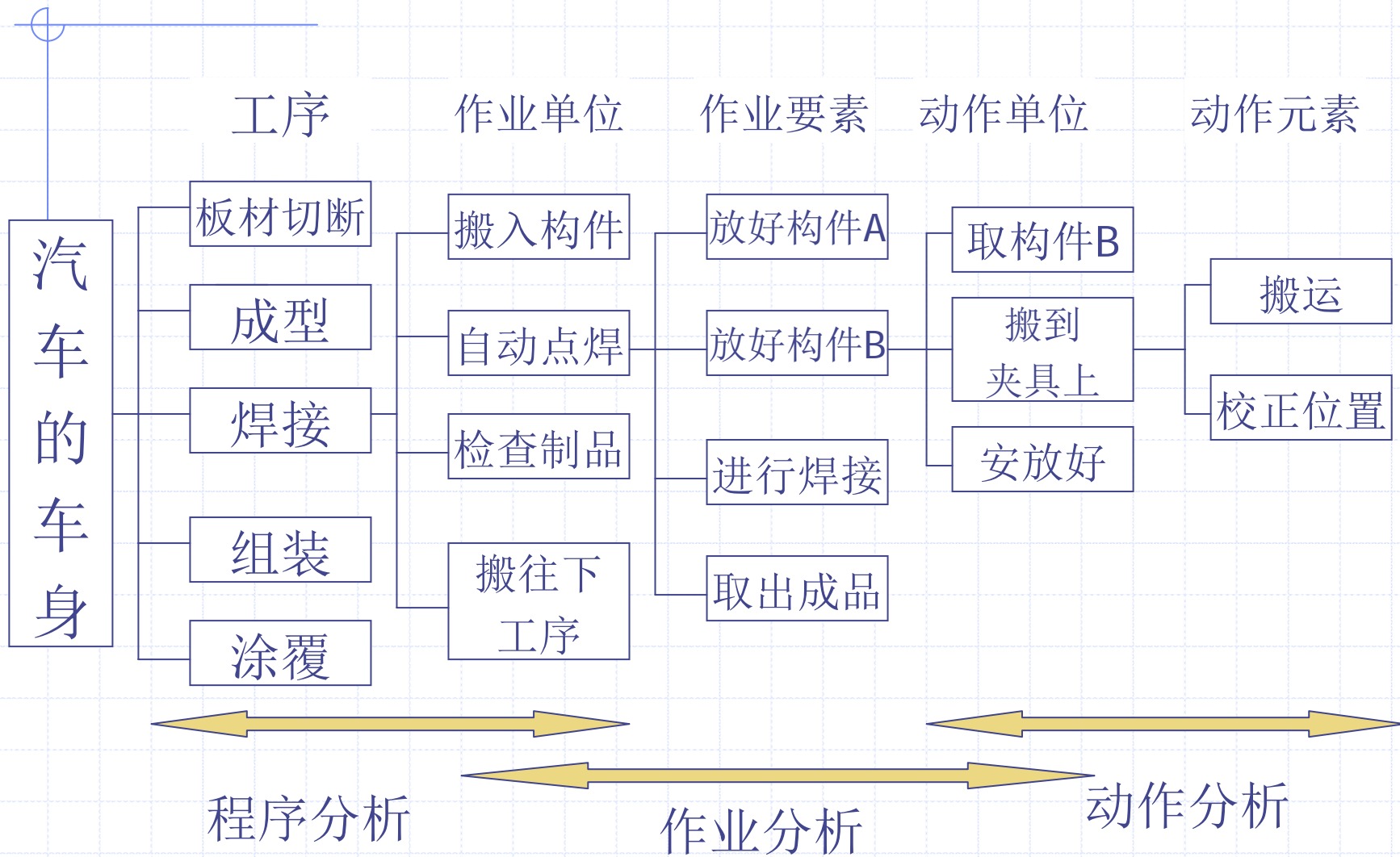
主要分析技术

类别	分析方法	内容	备注
程序分析	工艺程序图	对整个制造程序或工序的分析	
	流程程序图	产品或材料的流程的分析	
	线路图	布置与经路分析	
作业分析	人机作业分析	闲余能量分析	
	联合作业分析		
	双手作业分析		
动作分析	动素分析		
	影像分析	快速摄影动作分析	
		VTR分析	
	动作经济原则		

分析层次及分析技术



分析层次及分析技术（举例）



程序分析

程序分析符号



表示作业



表示搬运



表示检验



表示暂存或等待



表示受控制的贮存



表示同一时间或同一工场由同一人执行
作业与检验的工作

程序分析

程序分析技巧一(5W2H)

What?

When?

Why?

Who?

Where?

How to do?

How much?

程序分析

程序分析技巧二 (E C R S)

取消 (eliminate)

合并 (combine)

重排 (rearrange)

简化 (simplify)

程序分析

程序分析的五个方面

作业分析

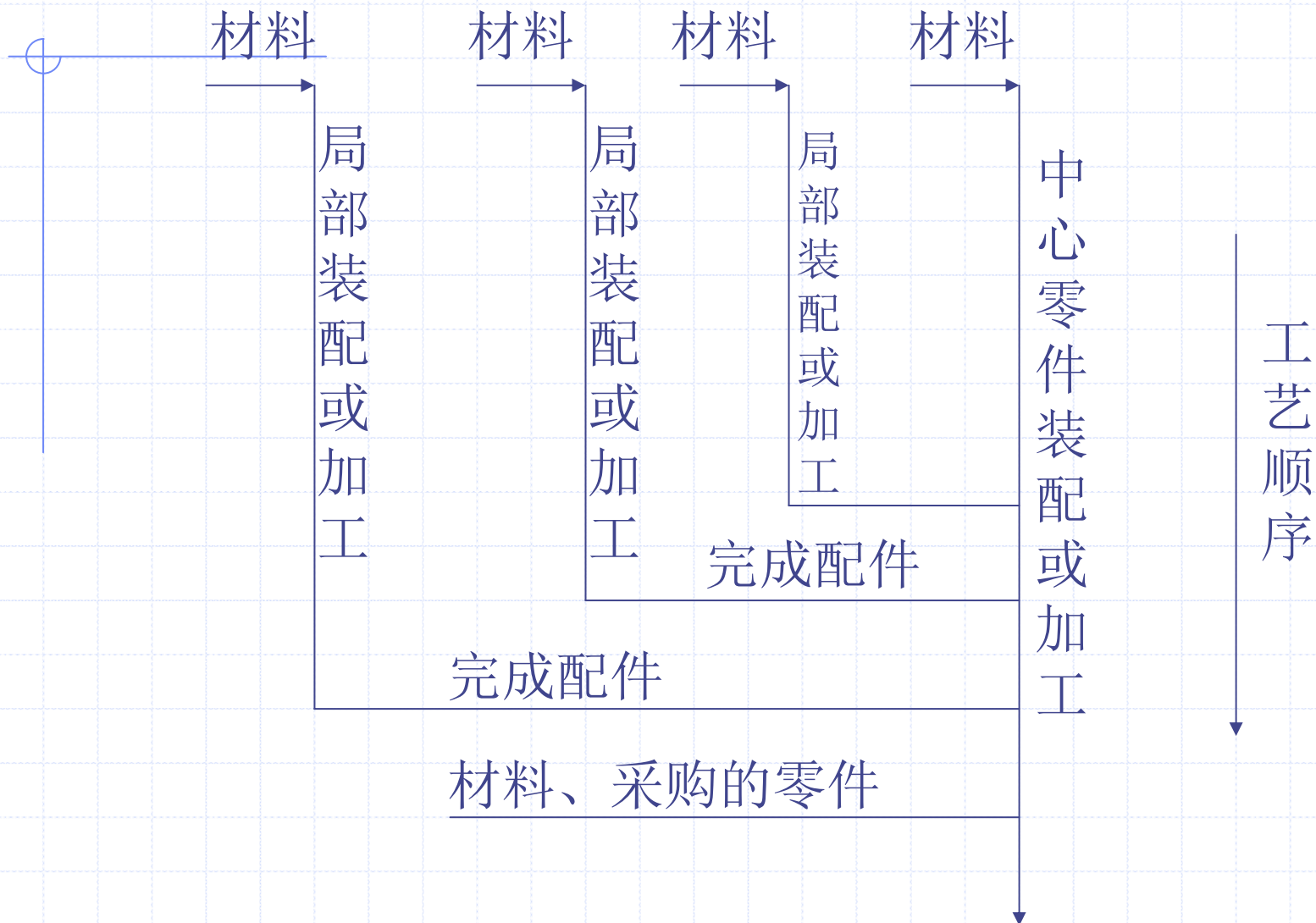
搬运分析

检验分析

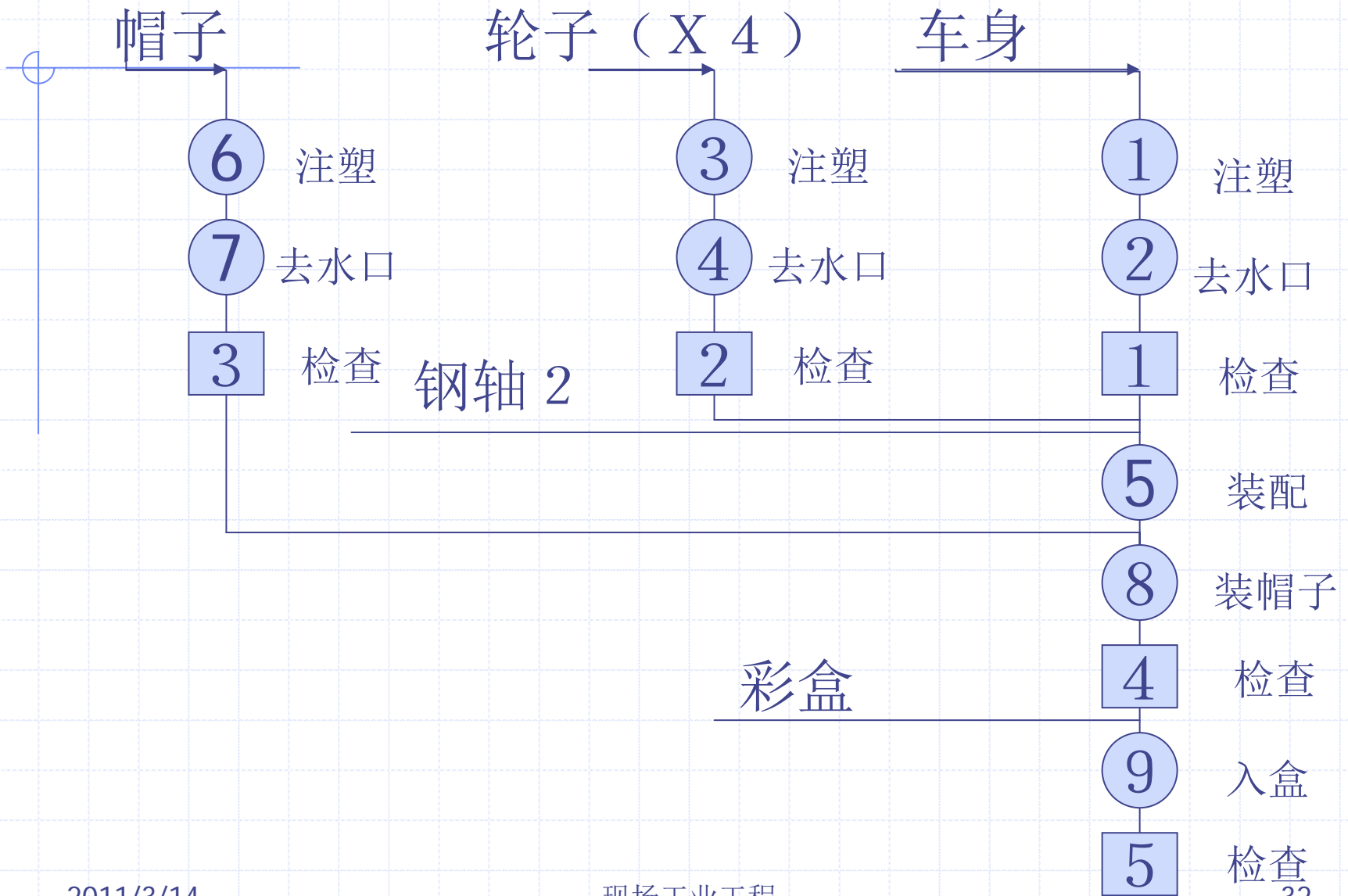
贮存分析

等待分析

工艺程序图结构



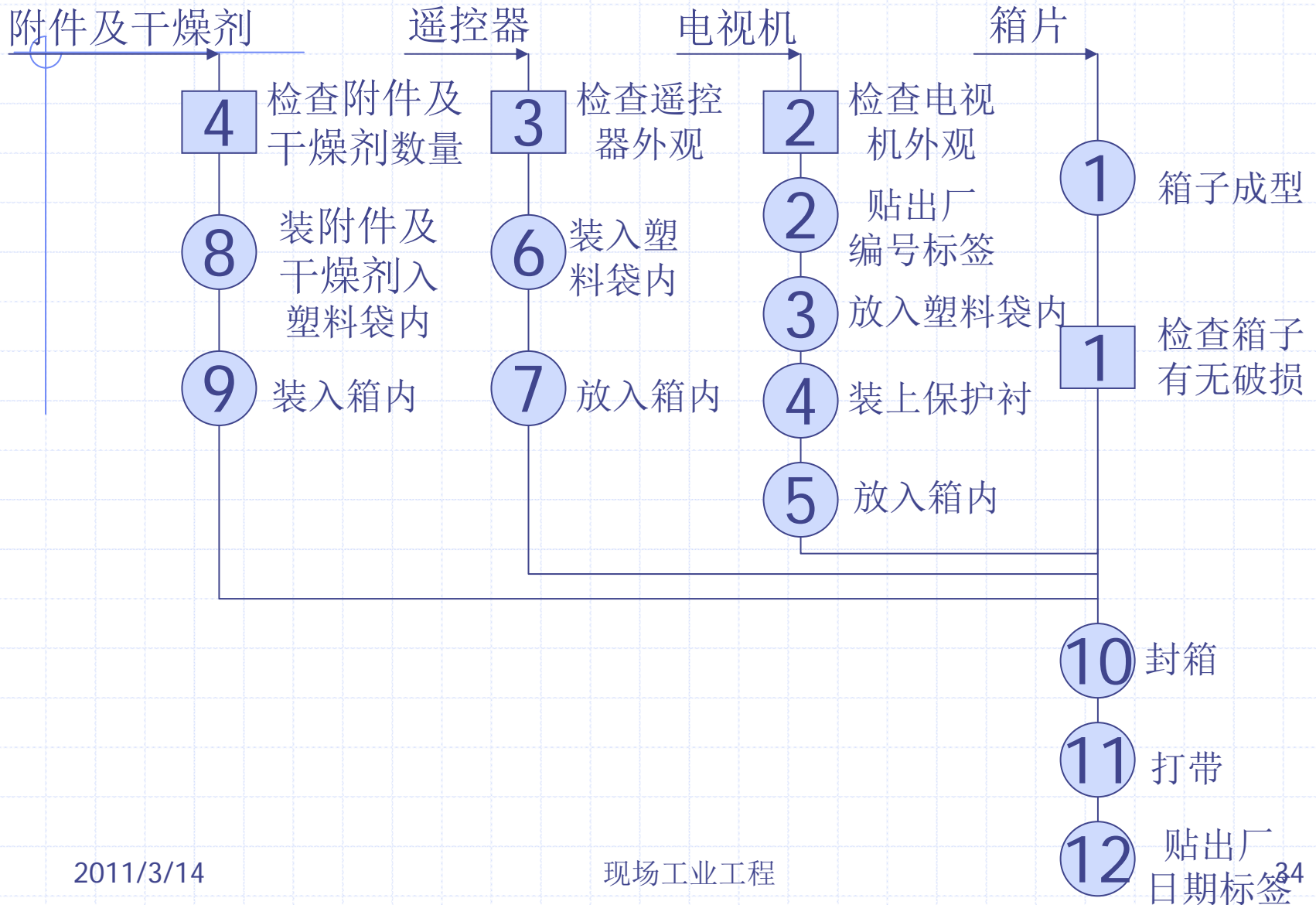
工艺程序图



电视机及遥控器装箱工艺程序图（练习）

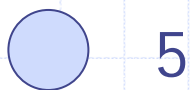


电视机及遥控器装箱工艺程序图（练习）



流程程序图

现时方法统计



5

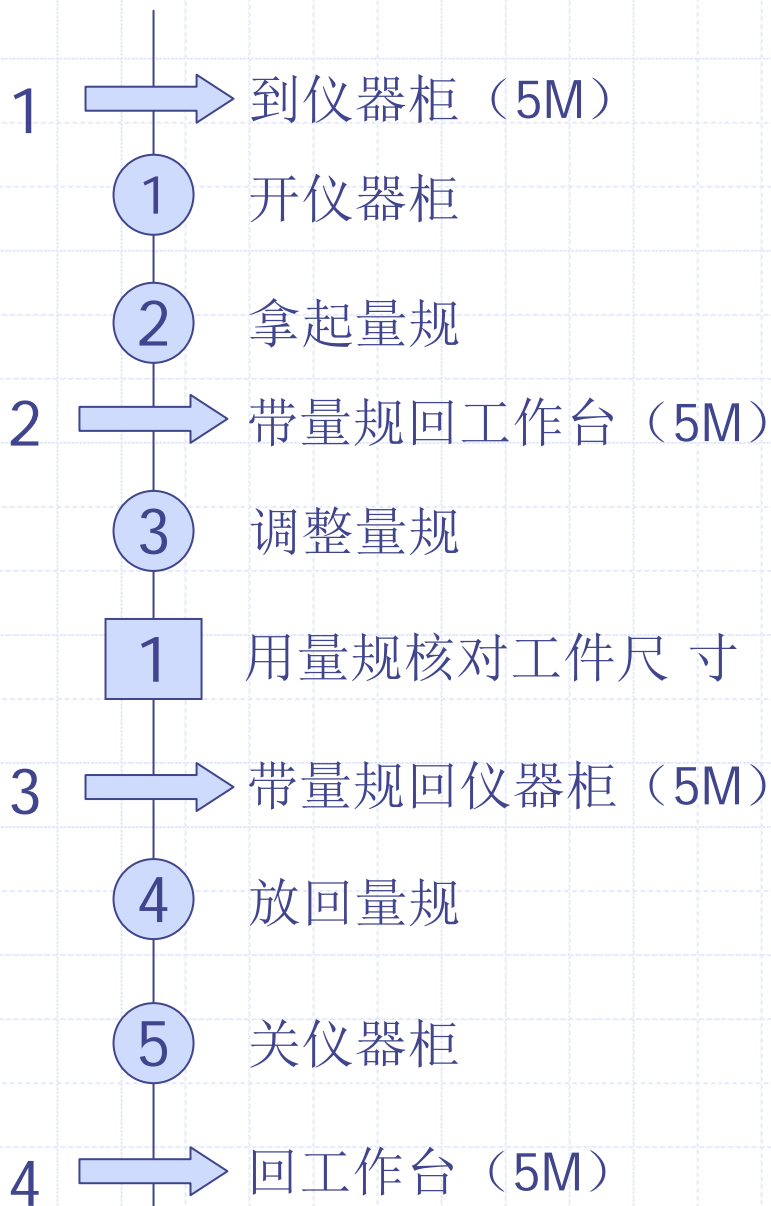


1



4 (20M)

用量规核对工件尺寸
(人型流程程序图)



作业流程分析的具体做法

1. 展开预备调查

预备调查的主要内容：

- 制品的产量（计划、实绩）
- 制品的内容、品质的标准
- 检查的标准
- 设备的配置
- 工程的种类
- 使用的原料

2. 制作作业流程图

实例：“别针制作”的作业流程分析表[表7.7.xls](#)

3. 测定各工序的必须项目，填入相应数值

参考作业流程分析测定项目参考表

作业流程分析测定项目参考（表7.8）

工程	作业名 (为什么)	作业者 (何人)	机械、设备 (使用何物)	场所 (在何处)	时间 (耗时多少)	方法 (如何做)
加工	使作业内容 具体化	职务各称、 人数、作业 者姓名等	机械名称、 设备名称、 模具名称、 台数等	具体地点	加工时间、 产量等	加工内容、 次序
搬运	使搬运内容 具体化	职务各称、 人数、作业 者姓名等	搬运设备之 同上项目	从哪里 到哪里	搬运时间	依次搬运的 人数、装货 、卸货的方 法等
检查	使检查内容 具体化	职务各称、 人数、作业 者姓名等	检查设备、 仪器、工具 等	检查的具 体地点	检查时间	检查方法、 判定标准、 不良品的处 理方法
停滞	停滞的状态 (暂时放 置，保管， 等待出货，等 的明确化)	保管人之同 上项目	保管设备、 保管场所等	具体保管 场所	停滞时间	容器的放置 方法、产品 的摆放方式 等。

4.对测定结果进行整理

整理表（表7.9）

项目	工程数量	时间(分)	距离(M)	人数(人)
加工	2	75		2
搬运	5	22	85	10
检查	3	25		6
停滞	3	130		3
合计	13	122	85	21

5.改善方案制订、实施与评估

参考改善的着眼点表[表7.10.xls](#)

改善后的“别针制作”的
作业流程分析表[表7.11.xls](#)

整理表（表7.12）

项 目	工程数量	时间(分)	距离(M)	人数(人)
加 工	2	75		2
搬 运	4	17	65	8
检 查	2	25		4
停 滞	1	0		0
合 计	9	117	65	14

作业流程分析实例

改善前后比较 (表7.13)

工程	工程数			时间(分)			距离(M)			人数(人)		
	改善前	改善后	效果	改善前	改善后	效果	改善前	改善后	效果	改善前	改善后	效果
加工	2	2	0	75	75	0				2	2	0
搬运	5	4	1	22	17	5	85	65	20	10	8	2
检查	3	2	1	25	25	0				6	4	2
停滞	3	1	2	(130)	(0)	(130)				3	0	3
合计	13	9	4	122	117	5	85	65	20	21	14	7

6.改善内容的标准化

课堂讨论：作业流程分析

- ◆以公司产品加工为例进行作业流程分析；
- ◆以组为单位讨论；
- ◆画出表格并对比、整理、分析；
- ◆选一个代表上台说明分析内容；
- ◆集体评价，评出一个优胜小组。
- ◆时间：20分钟

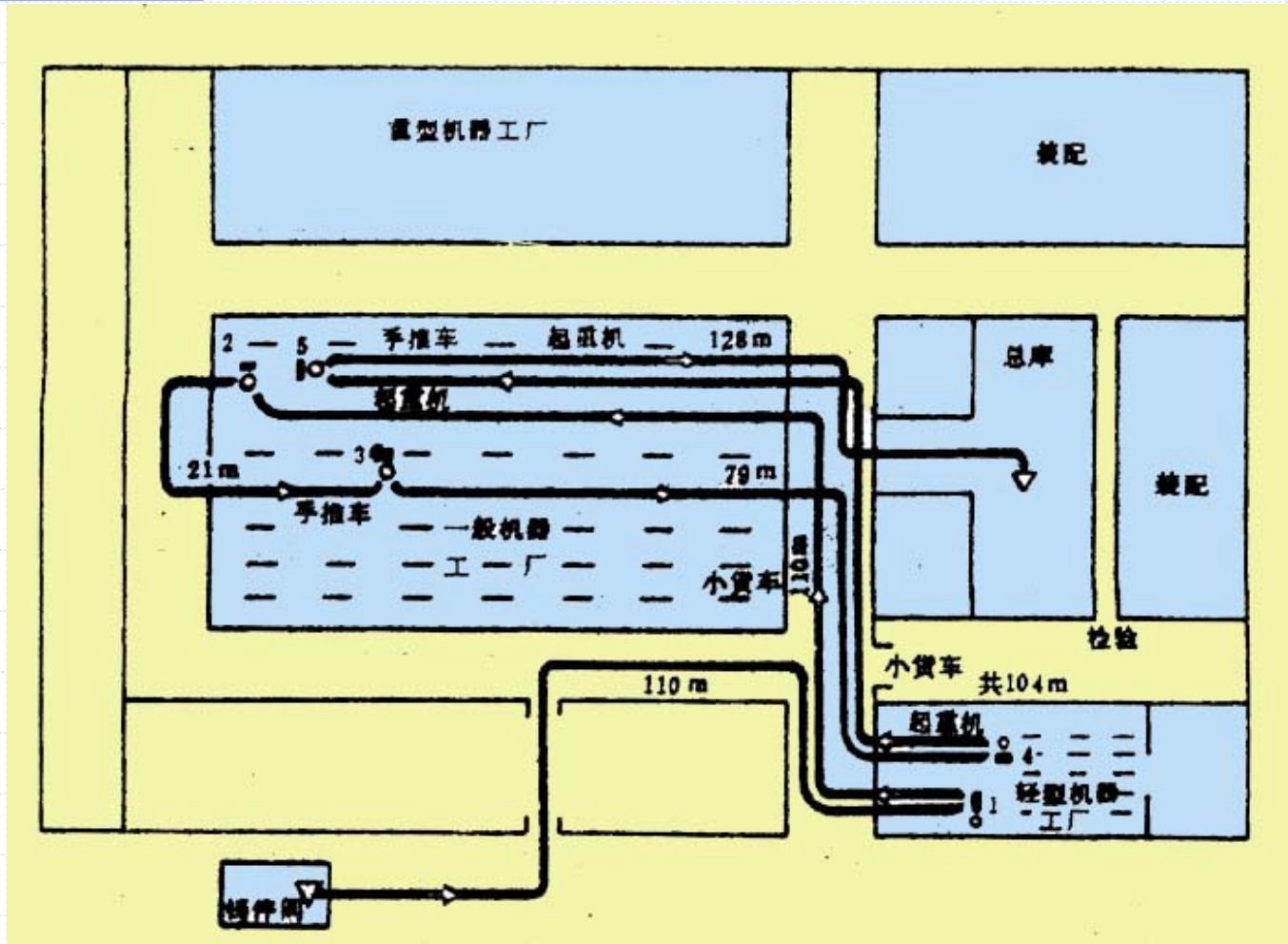
线路图

◆线路图：

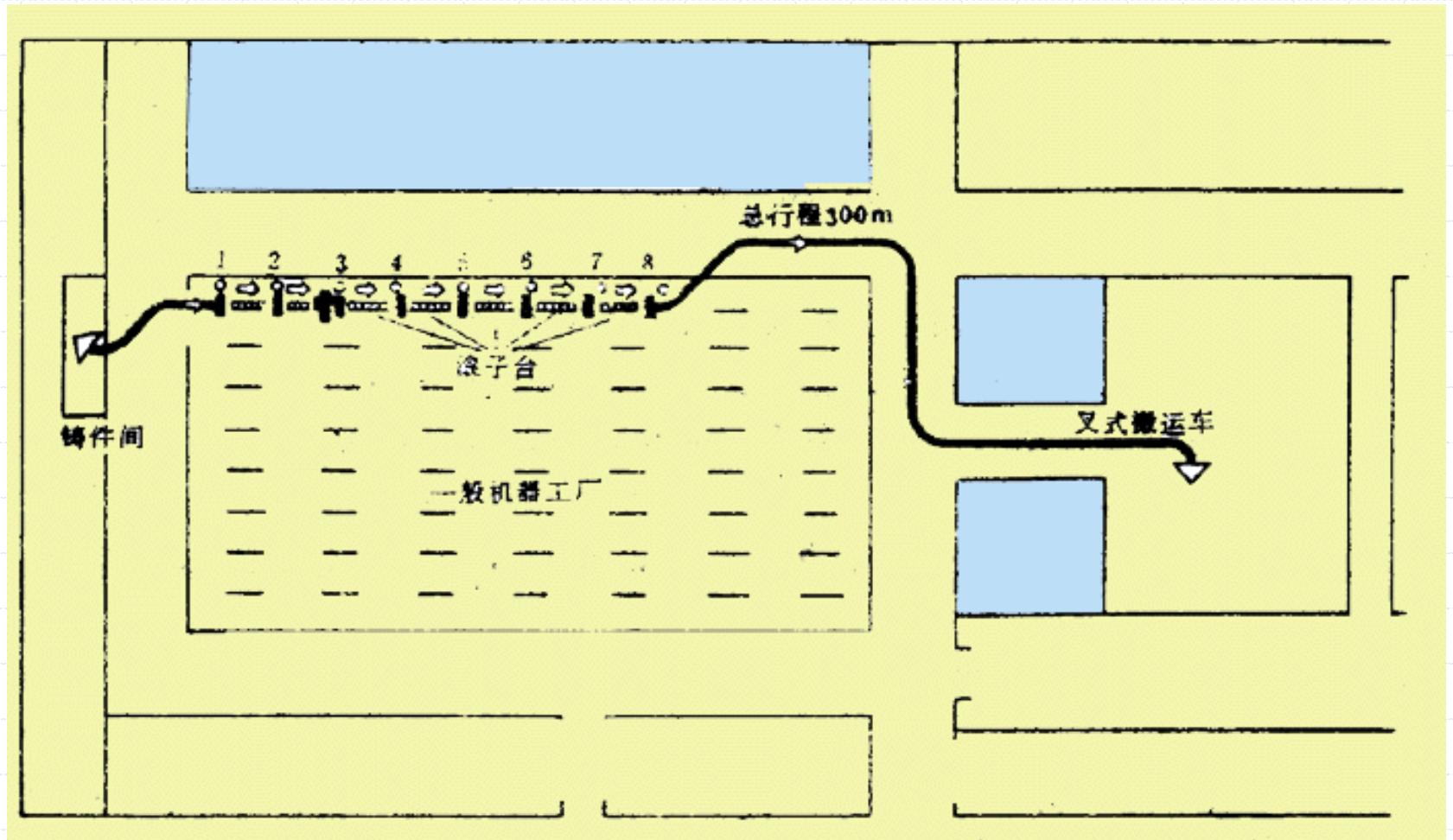
以作业现场为对象，对现场布置及物料（包括零件、产品、设备）和作业者的实际流通路线进行分析，达到**改进现场布置和移动路线、缩短搬运距离**的目的。

◆主要分析“**搬运**”或“**移动**”路线

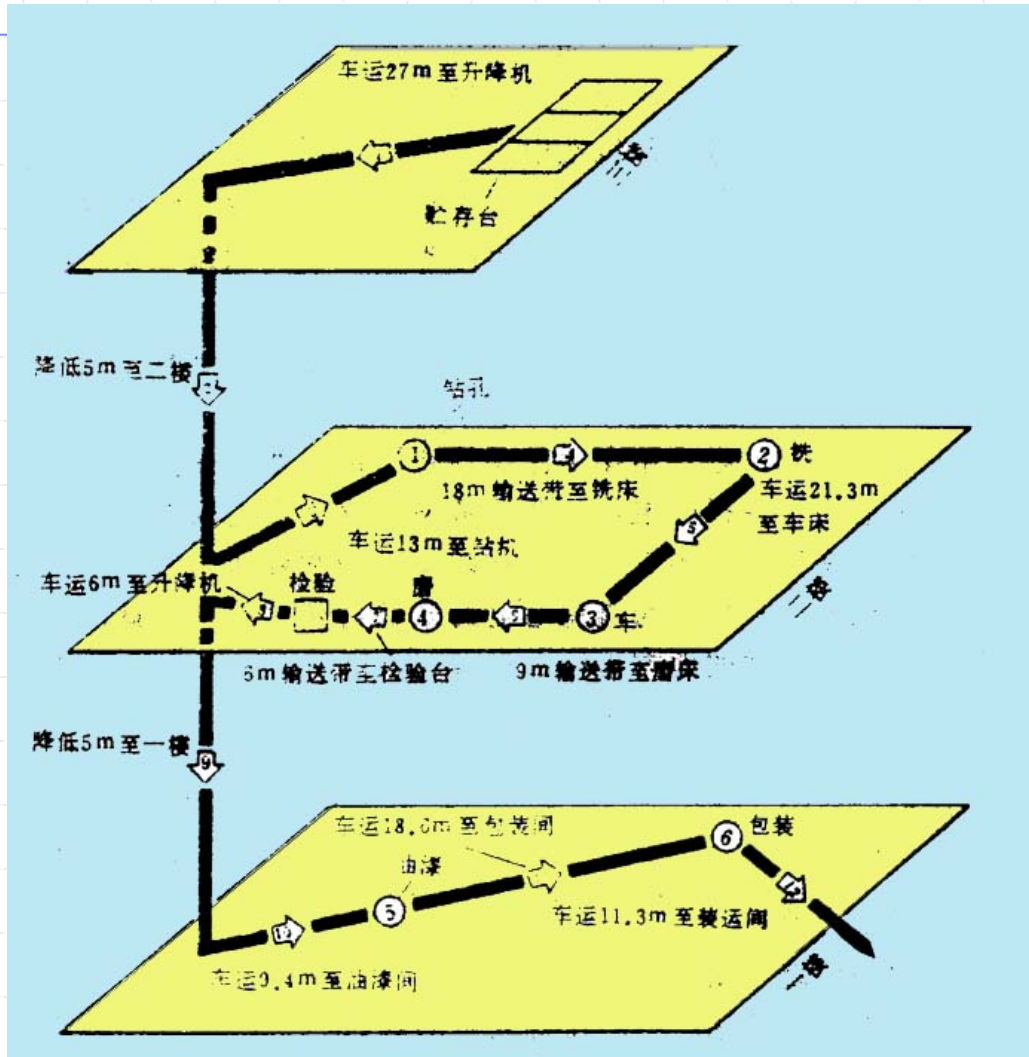
一零件的加工线路图 (1)



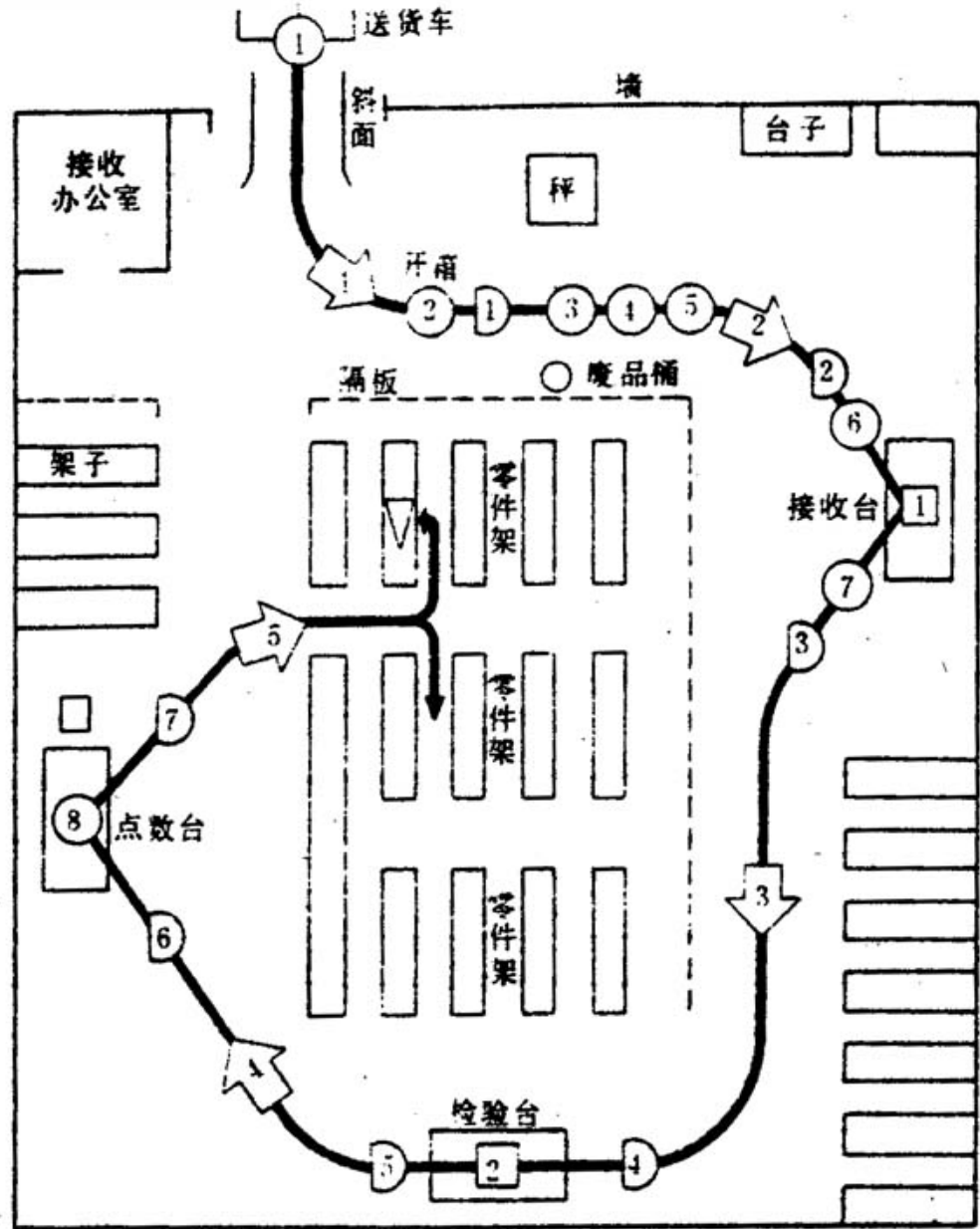
一零件的加工线路图（2）



立体线路图

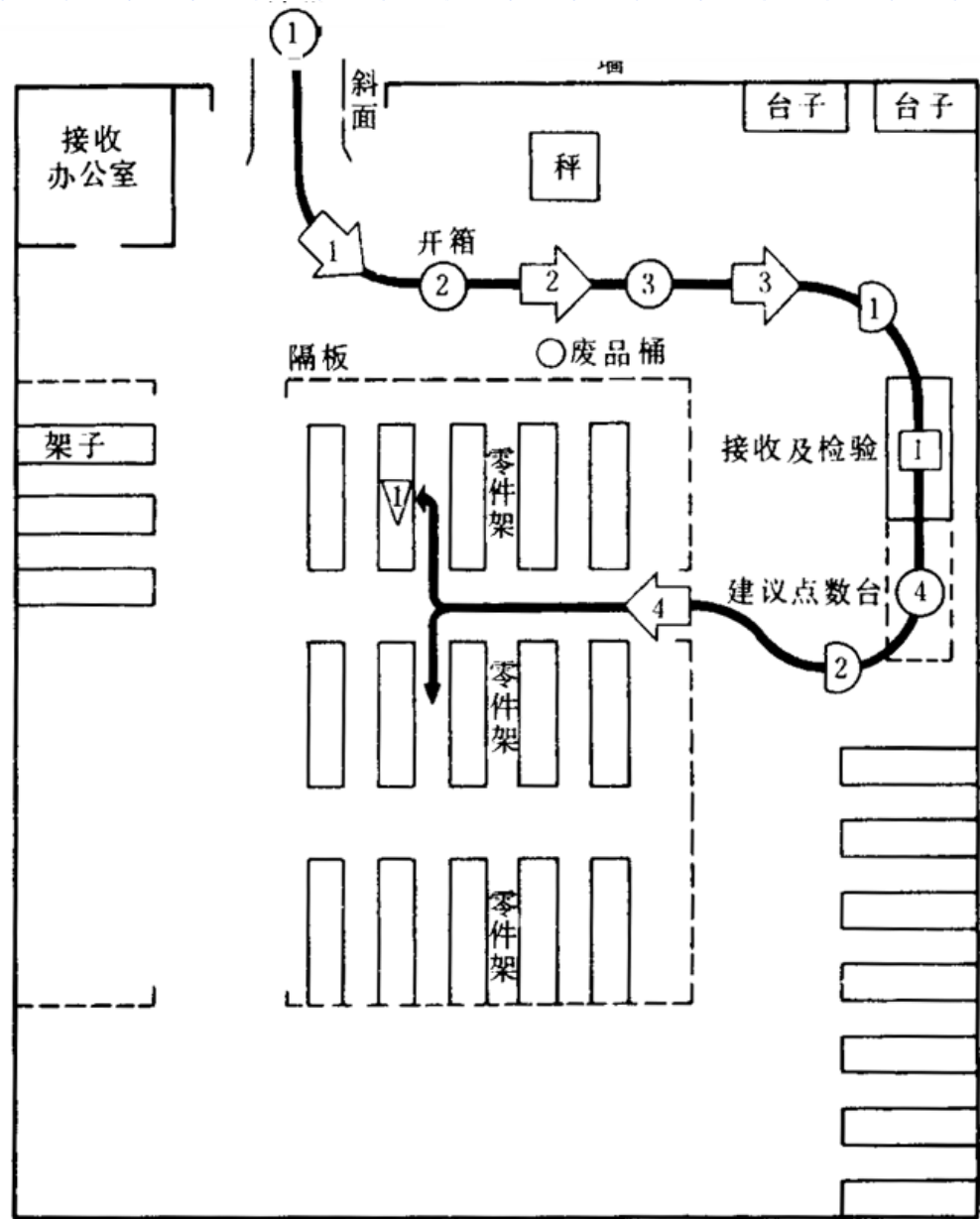


线路图 实例(1)

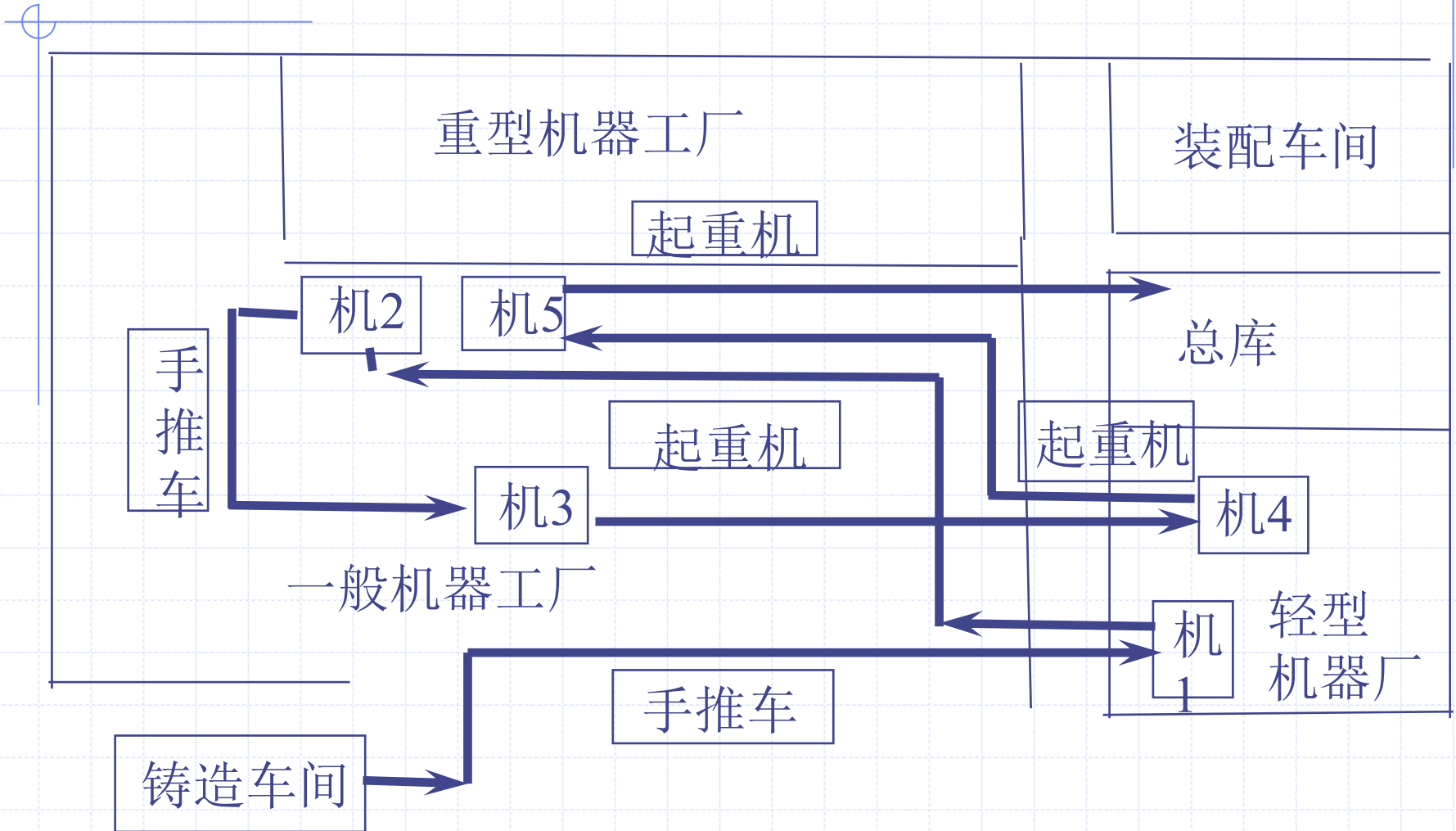


线路图 实例(1)

改进

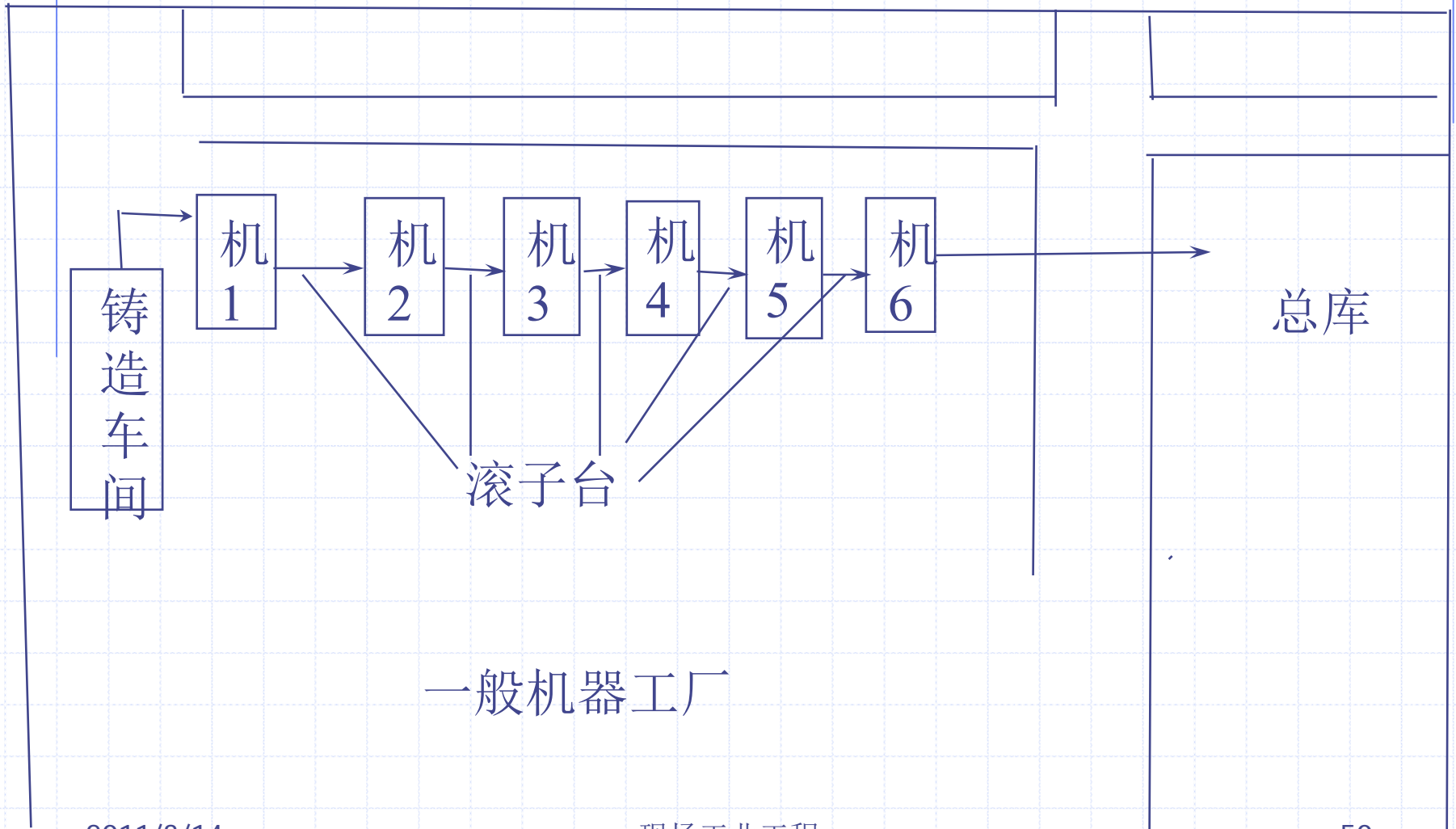


线路图实例（2）



线路图实例（2）

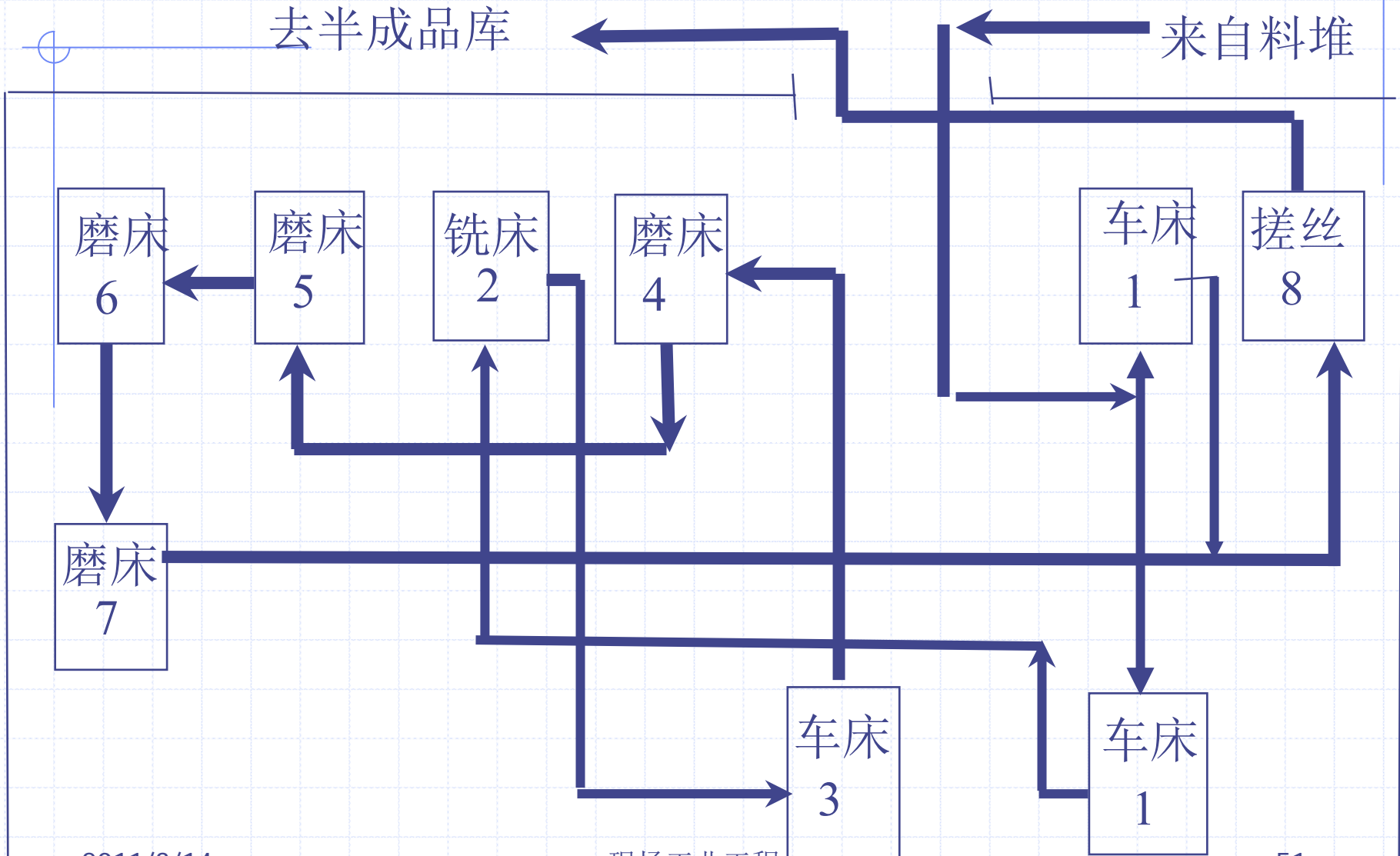
改进：



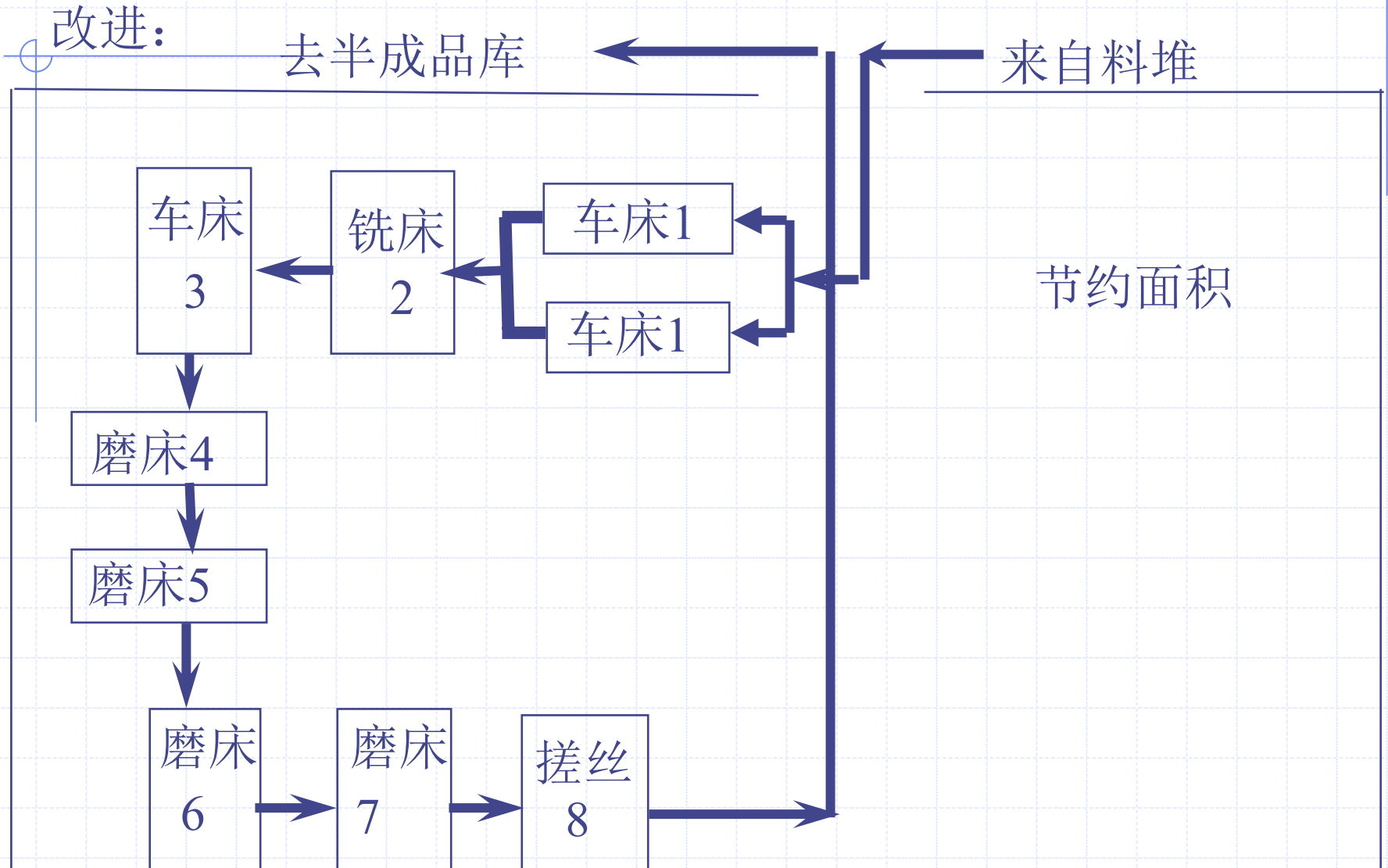
线路图实例 (3)

去半成品库

来自料堆



线路图实例 (3)



课堂作业：线路图运用练习

- ◆以每天行走为例绘制线路图；
- ◆改善前后进行比较；
- ◆以组为单位，队长组织小组讨论；
- ◆每组提交一份方案；
- ◆时间15分钟。

作业分析

◆ 定义：

通过对以人为为主的工序的详细研究，使操作者、操作对象、操作工具三者科学地组合，合理地布置和安排。

◆ 分类：

人机作业分析
联合作业分析
双手作业分析

人机作业分析

◆ 人机作业分析的定义

是应用于机械作业的一种分析技术，以记录和考察操作者和机器设备在同一时间内的工作情况，寻求合理的操作方法，使人和机器的配合更加协调，以充分发挥人和机器的效率。

◆ 人机作业分析的特征

1. 一般用于分析一人操作一台机器或一人操作多台机器的情况；
2. 借助于人机作业图进行分析。

人机作业图

◆ 人机作业图的构成

- 1.表头部分：包括作业名称，开始动作，结束动作，编号，图号，日期等（表头内容可依具体情况而制定）
- 2.图表部分
 - 1) 选取适当的比例尺，如以1cm代表1min。
 - 2) 用垂直竖线分开人与机器并把人放在最右边栏内。
 - 3) 分别在人与机器栏内，用规定的符号表示人（或机器）工作或空闲，并依作业程序由上而下记录。
- 3.统计部分：统计内容包括操作周程，人、机在一周程内的工作时间和空闲时间，以及人、机利用率。

人机作业图

例1：某工人操作一台车床，作业程序及时间值为：
装夹工件：0.5min，
车削：2.0min，
卸下零件：0.3min，
去毛刺并检查尺寸：0.5min，
该车床能自动加工，绘制此作业的人机作业图。

注：人、机的工作时间  用表示；
人、机的空闲时间  用表示。

车削的人机作业图

作业名称: <u>车削零件</u>		编号:	图号:	日期:
开始动作: <u>装夹零件</u>		结束动作: <u>卸下零件</u>	研究者:	
人		时间 min	机	
装夹工件		0.5	空闲	
空闲		2	车削	
卸下零件		0.3	空闲	
去毛刺并检查尺寸		0.5		
统计	周程	工作时间	空闲时间	利用率
	人	3.3	1.3	2
机	3.3	2	1.3	$2/3.3=61\%$

人机作业图

例2：某工人操作两台铣床，作业程序及时间值为：
装夹工件：0.5min，
铣削：1.0min，
卸下零件：0.2min，
两台铣床加工同一种零件，能自动加工和停机
绘制此作业的人机作业图。

注：人、机的工作时间  用表示；
人、机的空闲时间  用表示。

铣削的人机作业图

产品：B12铸件 工作：铣平面 图号：B12/1 日期：
 速度：80r/min 走刀量：380mm/min 研究者：

人		铣床1		铣床2	
装铣1	0.5	空闲	0.5	铣削	0.5
卸铣2	0.2	铣削	1.0	空闲	0.7
装铣2	0.5				
空闲	0.3			铣削	0.5
卸铣1	0.2	空闲	0.2		
统 计	周程	工作时间	空闲时间	利用率	
	人	1.7	1.5	0.2	$1.5/1.7=88\%$
	铣床1	1.7	1	0.7	$1/1.7=59\%$
	铣床1	1.7	1	0.7	$1/1.7=59\%$

联合作业分析

◆ 联合作业分析的定义

在生产现场中，常有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，称为联合作业。对该作业中各个对象的各种不同动作的相互关系所进行的分析，称为联合作业分析。

◆ 联合作业分析的特征

1. 联合作业分析是对一组工人（两个或两个以上）所进行的分析；
2. 借助于联合作业图进行分析。

联合作业分析

◆ 联合作业分析的目的

1. 发掘空闲与等待时间；
2. 使工作平衡；
3. 减少周期时间；
4. 获得最大的机器利用率；
5. 合适的指派人员与机器；
6. 决定最合适的方法。

联合作业图

◆ 联合作业图的构成

1. 联合作业图也由表头、图表、统计三部分组成。
2. 画法与人机作业图基本一致；
唯一不同之处：

联合作业图中机器在最左栏；
而人机作业图中人在最左栏。

联合作业图

例1：某车间用吊车搬运零件，每天由工人甲和工人乙负责将零件装入集装箱，装满后，由吊车搬运到车间出口处暂存，吊车每次只能搬运一箱，来回一次需5min,而一人装满一箱零件需10min,现行方法如下：

第一次5min： 吊车运送工人乙装的NO2集装箱
工人甲装NO1集装箱
工人乙等待

第二次5min： 吊车等待
工人甲继续装NO1集装箱
工人乙装NO2集装箱

第三次5min： 吊车运送工人甲装的NO1集装箱
工人甲等待
工人乙继续装NO2集装箱

绘出该项作业的联合作业图。

联合作业图

工作名称：装运零件

方法：现行

研究人：

日期：

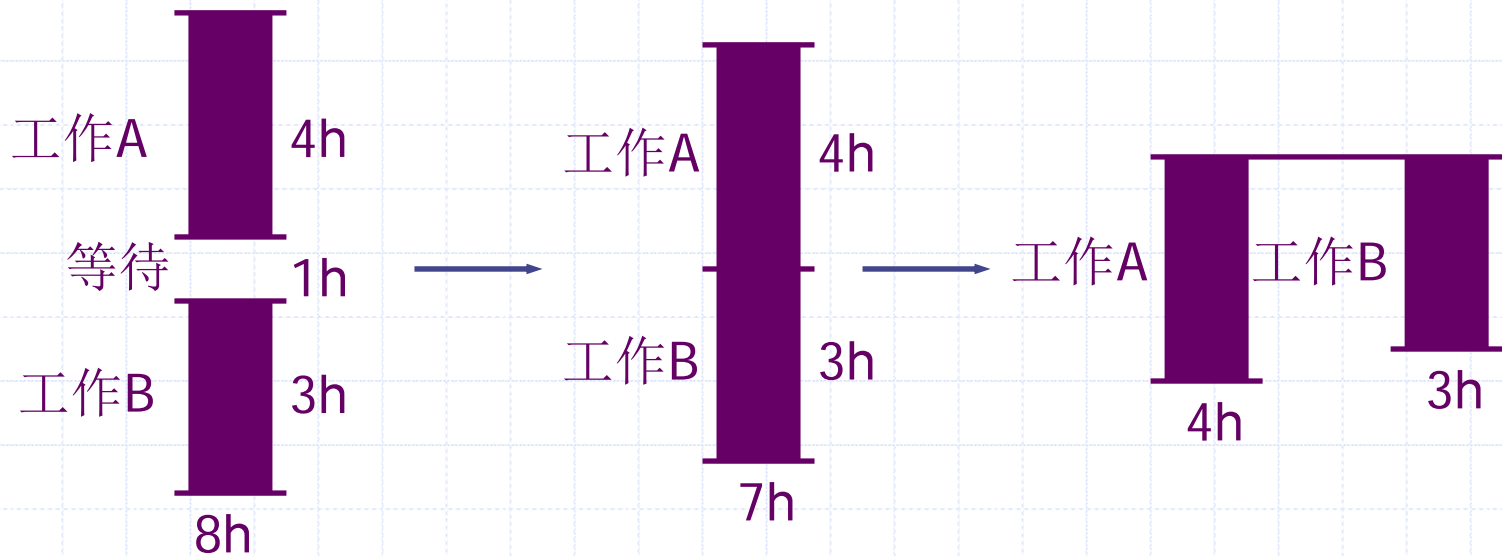
吊车		工人甲		工人乙	
运送NO2	5	装NO1	10	空闲	5
空闲	5			装NO2	10
运送NO1	5	空闲	5		
统 计		周程	工作时间	空闲时间	利用率
	吊车	15	10	5	$10/15=67\%$
	工人甲	15	10	5	$10/15=67\%$
	工人乙	15	10	5	$10/15=67\%$

时间单位：min

联合作业分析

◆ 联合作业分析的基本原则：

人与机的动作如能同时完成为最佳



◆ 联合作业分析的目的：如何设法将各个对象的工作进行调配，一方面取消空闲或等待时间，另一方面，则是缩短周期。

联合作业分析

◆由记录图可以看出：

人、机的等待时间较多，采用“5W2H”提问技术进行分析并用“ECRS”原则进行改进。

◆改善方法：

工人甲、乙合装一箱，省去等待集装箱回来的时间。

◆改良后：

工人甲、乙、吊车均不用等待，15min可装运3箱，即周程由原来的15min降至10min。

联合作业图

工作名称：装运零件

方法：改良

研究人：

日期：

工作名称： <u>装运零件</u> 方法： <u>改良</u> 研究人： 日期：					
吊车		工人甲		工人乙	
运送NO2	5	装NO1	5	装NO1	5
运送NO1	5	装NO2	5	装NO2	5
统 计		周程	工作时间	空闲时间	利用率
	吊车	10	10	0	10/10=100%
	工人甲	10	10	0	10/10=100%
	工人乙	10	10	0	10/10=100%

时间单位：min

双手作业分析

◆ 双手作业分析的定义

生产现场的某些作业（如大多数装配作业），主要是靠工作人员的双手完成。调查、了解如何利用双手进行实际的操作，称为联合作业分析。

◆ 双手作业分析的特征

1. 双手作业分析的主要对象是操作者的双手；
2. 借助于双手作业图进行分析。

双手作业分析

◆ 双手作业分析的作用

1. 研究双手的动作及其平衡；
2. 发掘“独臂”式的操作；
3. 发现伸手、寻找以及笨拙而无效的动作；
4. 发现工具、物料、设备等不合适的放置位置；
5. 使动作规范化。

双手作业图

◆ 双手作业图的作用

以双手为对象，记录其动作，表示其关系，并可指导操作者如何有效地运用双手，从事生产性的工作，提供一种新的动作观念，找出一种新的改善途径。

◆ 双手作业图的画法

- 1.先在左上角记录有关资料。如：工作名称、开始状态、结束状态、研究人、研究日期等。
- 2.在右上角画工作场所平面布置简图，表示操作对象、操作工具、操作者的相互位置关系。

双手作业图

◆ 双手作业图的画法

3. 图的中间分别记录左右手动作。用下列符号：

O：表示操作，即握取、放置、使用、放手等动作。

→：表示搬运，即手的移动动作。

D：表示等待，即手的延迟、停顿。

▽：表示持住，即手持住工件，工具或材料的动作。

注意：左右手的同时动作应画在同一水平位置，并且要多次核对左右手的关系，使记录准确无误。

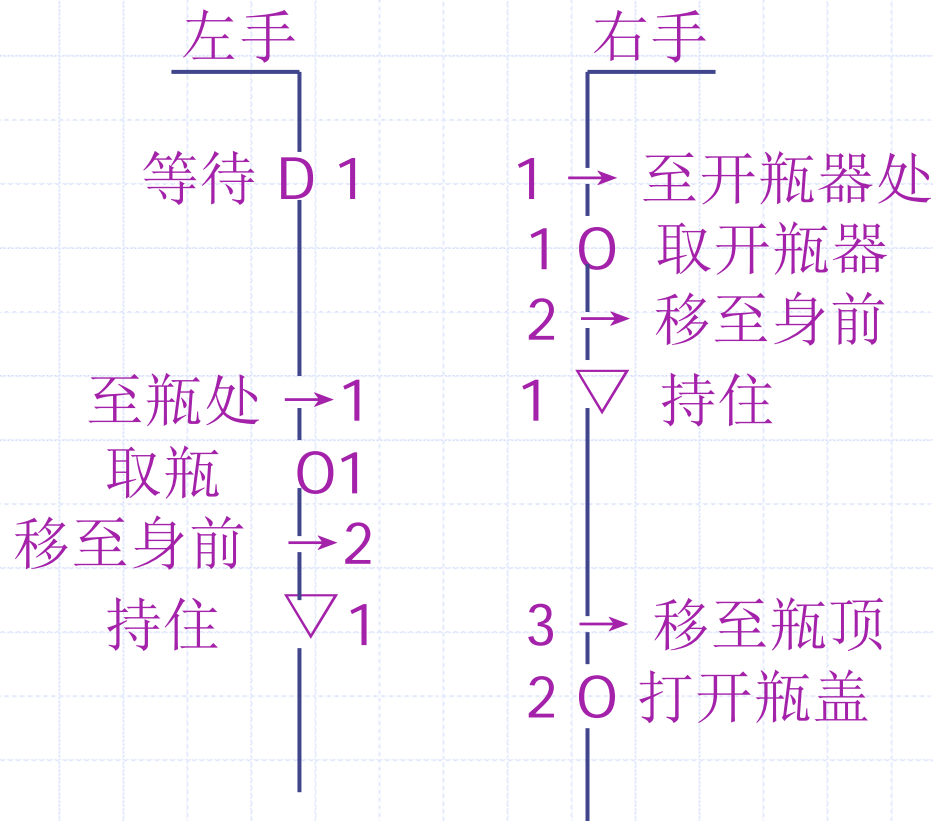
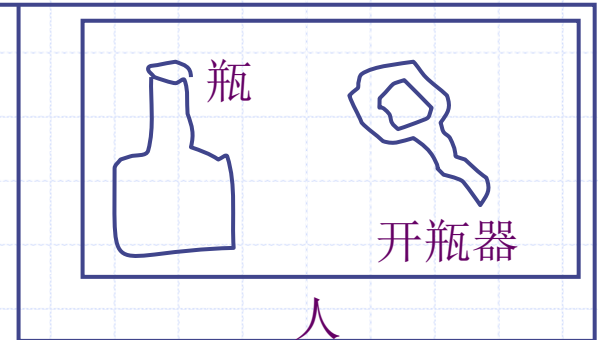
4. 记录完左右手动作后，应将左右手的动作分别进行统计，统计资料可放在左右手动作的右方或右下方。

双手作业图

- 例：绘制用开瓶器开启瓶盖的双手作业图。
其动作为：先伸出右手，取开瓶器，移至身前，持住开瓶器；然后伸出左手，取瓶，移至身前，持住瓶，右手移至瓶顶，打开瓶盖。

双手作业图

工作：用开瓶器开启瓶盖
 开始：双手空的——用品在桌上
 结束：打开瓶盖



统计		
左		右
1	0	2
2	→	3
1	▽	1
1	D	
5		6

方法应用练习：作业分析

- ◆以小组为单为自选任何一种作业分析工具进行练习；
- ◆说明工作内容并画图表示；
- ◆统计分析；
- ◆选一个代表上台发言；
- ◆集体点评，评出一个优胜小组；
- ◆时间：20分钟

动作分析

动作分析的种类和特征

方法		目的	分析对象	优点	缺点
目视动作观察法	动素分析法	人体各部位的活动是否存在浪费和不合理之处？详尽找出动作所存在的问题。	在固定的作业现场反复实施的持续时间较短的作业，如： <ul style="list-style-type: none"> • 生产线 • 装配作业 	<ul style="list-style-type: none"> • 能用最小的单位分析动作，详尽找出动作存在的问题。 • 通过观察和分析可以逐步培养出动作意识 	要理解和熟练掌握18个动素的记号和内容必须经过必要的专业培训。
影像动作观察法	慢速摄影动作分析法	容易找出操作者动作和物流的瓶颈之处，大致掌握长时间作业的运行状态。	在固定的作业现场实施的不规则的持续较长时间的作业，如： <ul style="list-style-type: none"> • 站立步行作业 • 协同作业 	<ul style="list-style-type: none"> • 通过摄影，突出人的动作、物流中存在的问题 • 可对持续时间长的作业进行摄影，通过计算摄影张数，记录作业的时间值。 	<ul style="list-style-type: none"> • 由于胶卷需要冲洗显影，故分析需要时间 • 在某种程度上必须熟悉装置的操作 • 整套装置费用高
	VTR分析法	反复观察作业过程，进行正确的分析，允许多人参与作业改善的讨论	适合于摄像的几乎所有类型的作业	<ul style="list-style-type: none"> • 通过对作业实施过程的摄像，可立即在放像机上再现作业过程，操作简单 • 通过反复摄影可进行详细的分析 	整套装置的费用高

动素分析

序号	名称	记号	代号	序号	名称	记号	代号
1	伸手		TE	10	寻找		SH
2	握取		G	11	发现		F
3	移物		TL	12	选择		ST
4	定位		P	13	思考		PN
5	装配		A	14	预置		PP
6	拆卸		DA	15	拿住		H
7	使用		U	16	迟延		UD
8	放开		RL	17	故延		AD
9	检查		I	18	休息		R

动素性质划分

- ◆ 有效动素：伸手、握取、移物、定位、装配、拆卸、使用、放手和检查等9种。
- ◆ 辅助动素：寻找、发现、选择、思考和预置等5种。
- ◆ 无效动素：拿住、迟延、故延和休息等4种。

动作经济原则概述

- ◆ 生产三要素： 人、机器和物料
- ◆ 动作三要素： 动作方法、作业现场布置和工夹具与机器
- ◆ 动作意识：
 - (1) 明白合理动作与不合理动作的区别；
 - (2) 明确动作错误的原因，判断合理动作；
 - (3) 全身心地投入动作研究，思考合理动作方法、作业配置和工夹具。

动作经济四项基本原则

- ◆ 减少动作数量
- ◆ 双手同时动作
- ◆ 缩短动作距离
- ◆ 轻快动作

动作经济原则 (1)

基本原则	I. 减少动作数量	II. 双手同时动作	III. 缩短动作距离	IV. 轻快动作
要点 动作要素	是否进行多余的搜索、选择、思考和预置?	某一只手是否处于空闲等待或拿住状态?	是否用过大的动作进行作业?	能否减少动素数?
1 动作方法	1) 取消不必要的动作 2) 减少眼的活动 3) 合并2个以上的动作	1) 双手同时开始同时完成动作 2) 双手反向、对称同时动作	1) 用最适当的人体部位动作 2) 用最短的距离进行动作	1) 尽量使动作无限制轻松地进行 2) 利用重力和其他力完成动作 3) 利用惯性力与反弹力完成动作 4) 连续圆滑地改变动作方向

动作经济原则 (2)

基本原则 要素 动作要点	I. 减少动作数量	II. 双手同时动作	III. 缩短动作距离	IV. 轻快动作
	是否进行多余的搜索、选择、思考和预置？	某一只手是否处于空闲等待或拿住状态？	是否用过大的动作进行作业？	能否减少动素数？
2 作业现场布置	1) 将工具物料放置在操作者前面固定位置处 2) 按作业顺序排列工具 3) 工具物料的放置要便于作业	1) 按双手能同时动作布置作业现场	1) 在不妨碍动作的前提下作业区域应尽量窄	1) 采用最舒适的作业位置高度

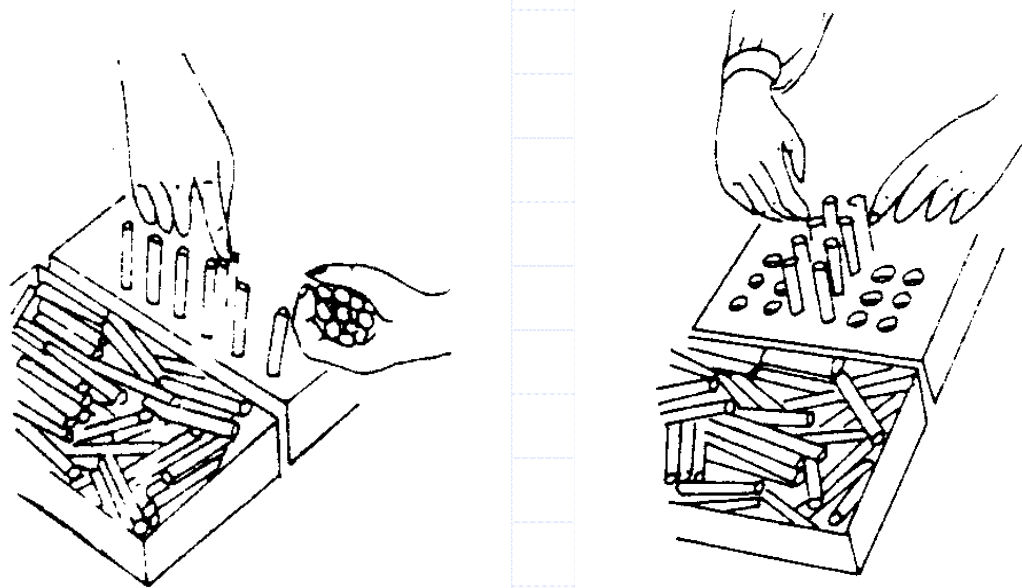
动作经济原则 (3)

基本原则

要素	I. 减少动作数量	II. 双手同时动作	III. 缩短动作距离	IV. 轻快动作
要点	是否进行多余的搜索、选择、思考和预置?	某一只手是否处于空闲等待或拿住状态?	是否用过大的动作进行作业?	能否减少动素数?
3 工夹具与机器原则	<ol style="list-style-type: none"> 1) 使用便于抓取零件的物料箱 2) 将两个以上的工具合为一件 3) 采用动作数少的联动快速夹紧机构 4) 用一个动作操作机器的装置 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 利用专用夹持机构长时间拿住目的物 2) 用使用足的装置完成简单作业或要使力的作业 3) 设计双手能同时动作的夹具 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 利用重力或机械动力送进或取出物料 2) 机器的操作位置要便于用身体最适当的部位操作 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 利用夹具或滑轨限定动作经路 2) 抓握部的形状要便于抓握 3) 在可见的位置通过夹具轻松定位 4) 使操作方向与机器移动方向一致 5) 用轻便操作工具

动作经济原则应用（1）

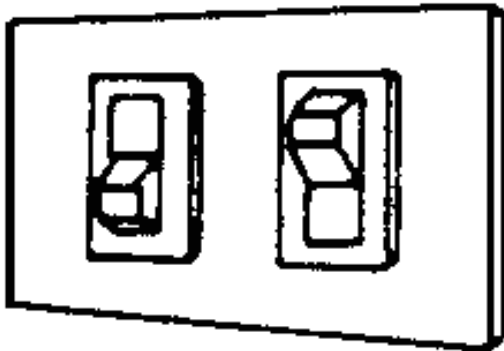
1、双手的动作应同时而对称



动作经济原则应用（2）

2、人体的动作应以尽量应用最低等级而得到满意结果为妥

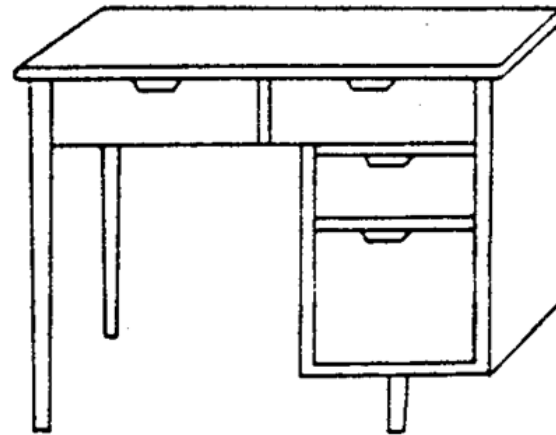
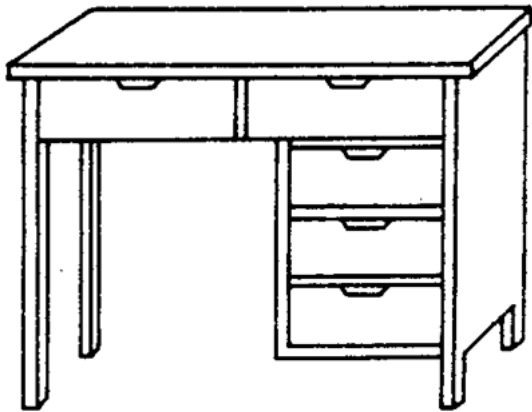
1) 电灯开关



动作经济原则应用（3）

2、人体的动作应以尽量应用最低等级而得到满意结果为妥

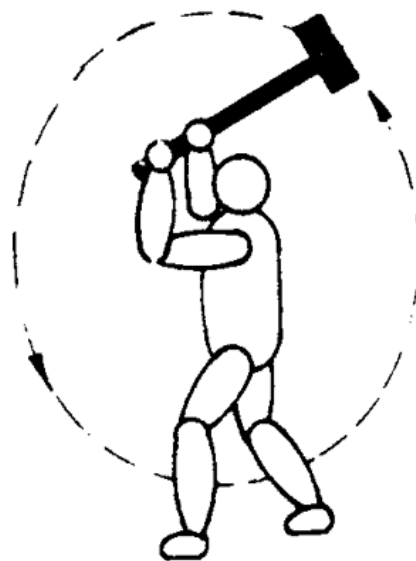
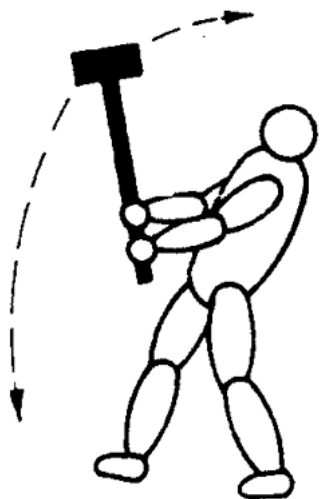
2) 办公桌的设计



动作经济原则应用（4）

3、尽可能利用物体的动能

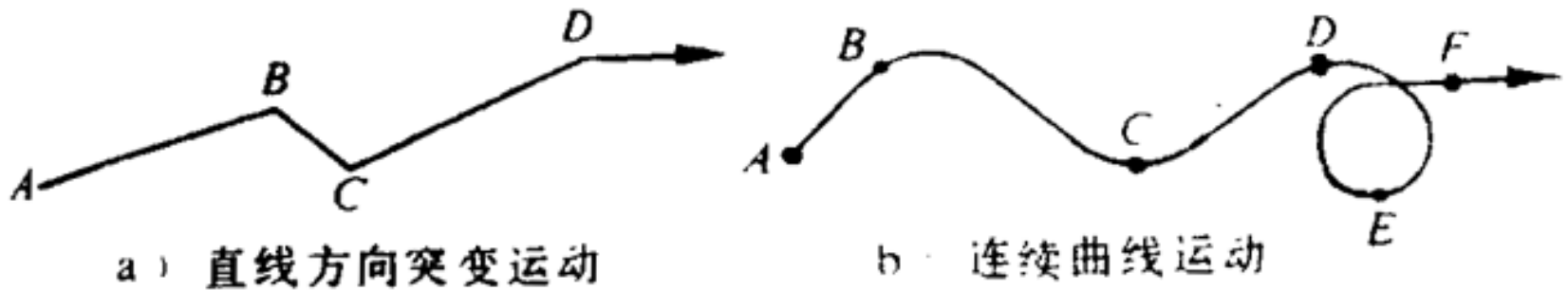
1) 工作物运动时，自然产生动能



动作经济原则应用（5）

3、尽可能利用物体的动能

2) 连续曲线运动，较方向突变的直线运动为佳

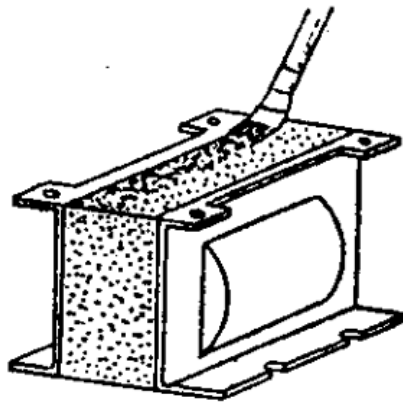


动作经济原则应用（6）

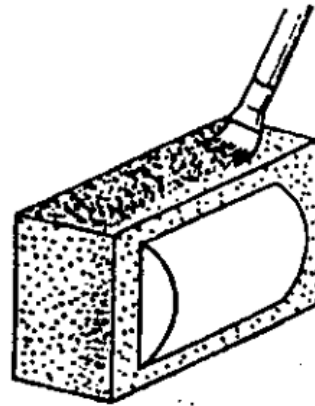
3、尽可能利用物体的动能

3) 动作应尽可能使用轻松自然的节奏

变压器涂漆



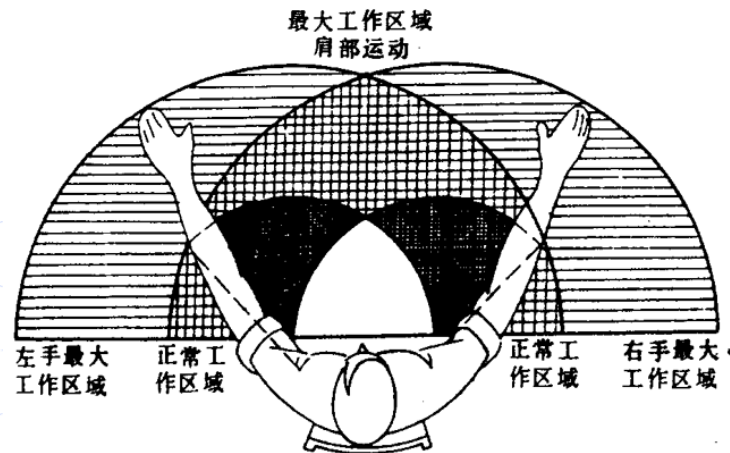
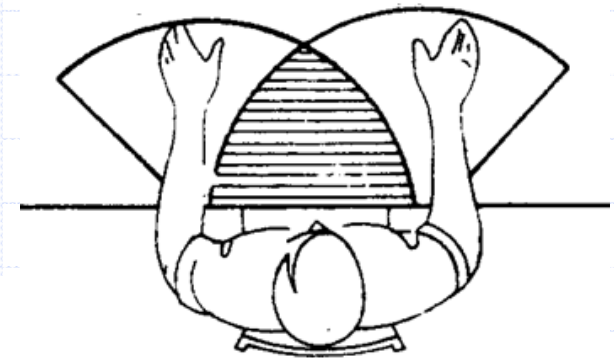
改善前



改善后

动作经济原则应用（7）

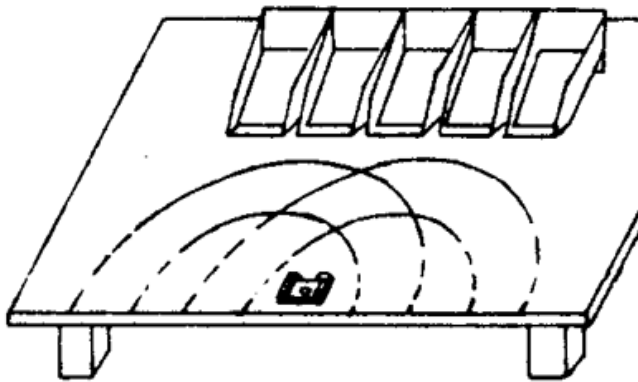
4、工具、物料应置于固定处所及工作者前面近出、并依最佳的工作顺序排列



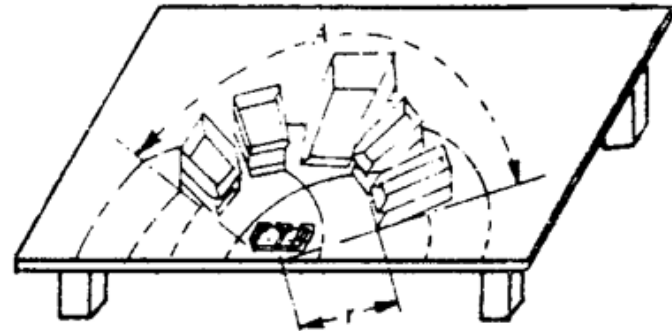
动作经济原则应用（8）

4、工具、物料应置于固定处所及工作者前面近出、并依最佳的工作顺序排列

1) 工具、物料应置于固定处所（避免寻找、如开汽车）



不合理方案

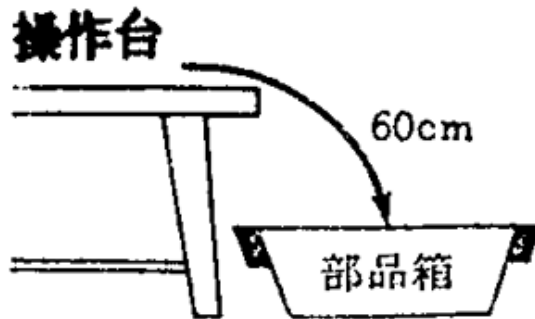


合理方案

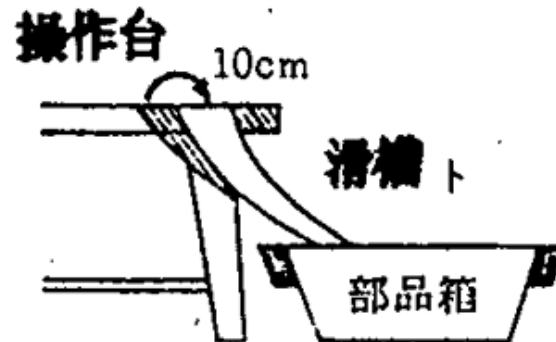
动作经济原则应用（9）

5、零件、物料应利用重力坠送至工作者前面近处

1) 完工的工件也可利用重力滑槽坠送至适当位置



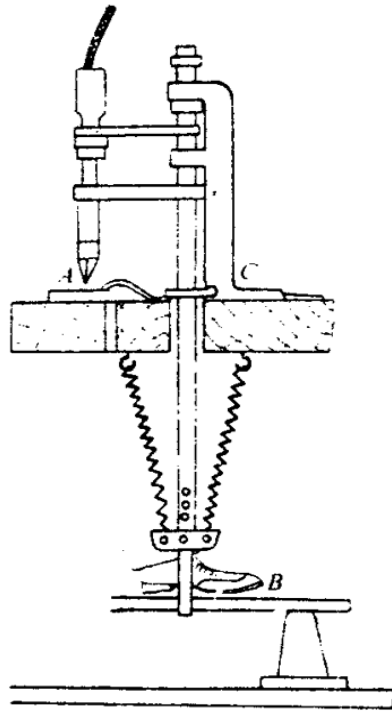
改善前



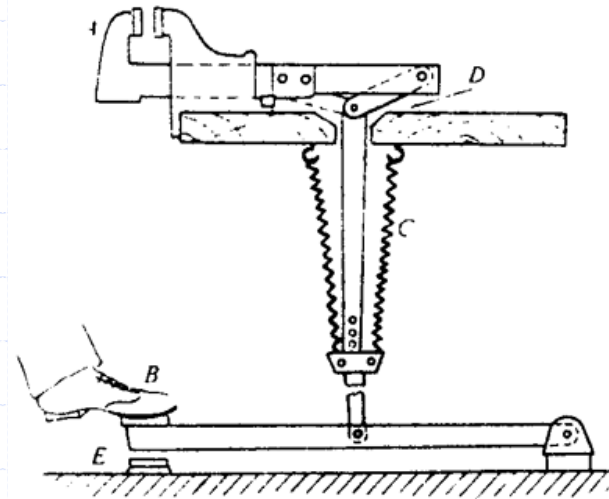
改善后

动作经济原则应用（10）

6、尽量解除手的工作，而以夹具或足踏工具代替



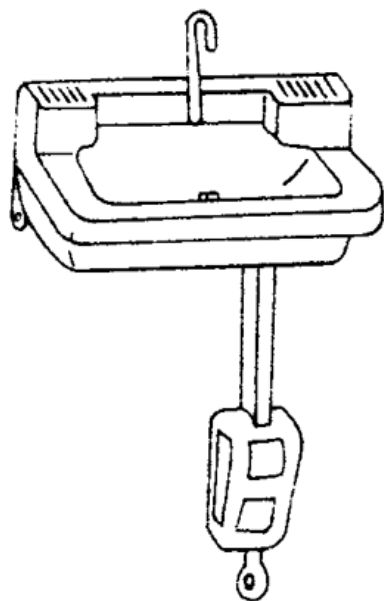
脚踏操纵的焊接烙铁



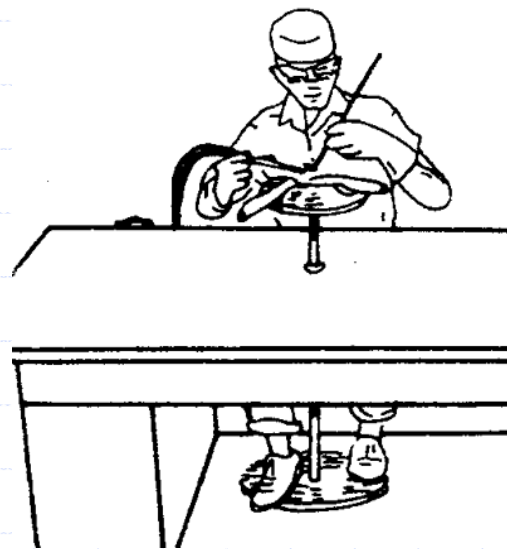
脚踏操纵的台式虎钳

动作经济原则应用（11）

6、尽量解除手的工作，而以夹具或足踏工具代替



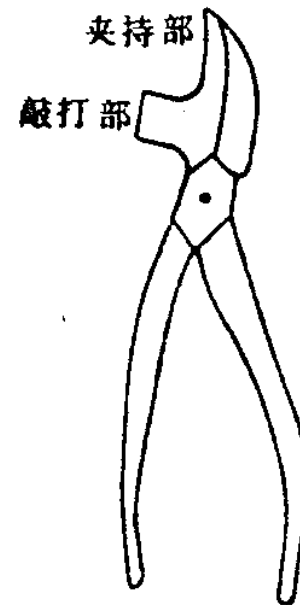
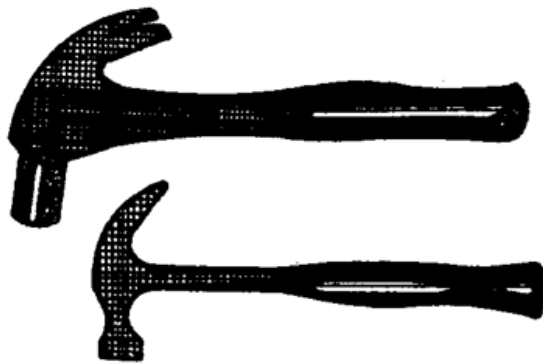
脚踏卫生设备



用脚操纵的转盘

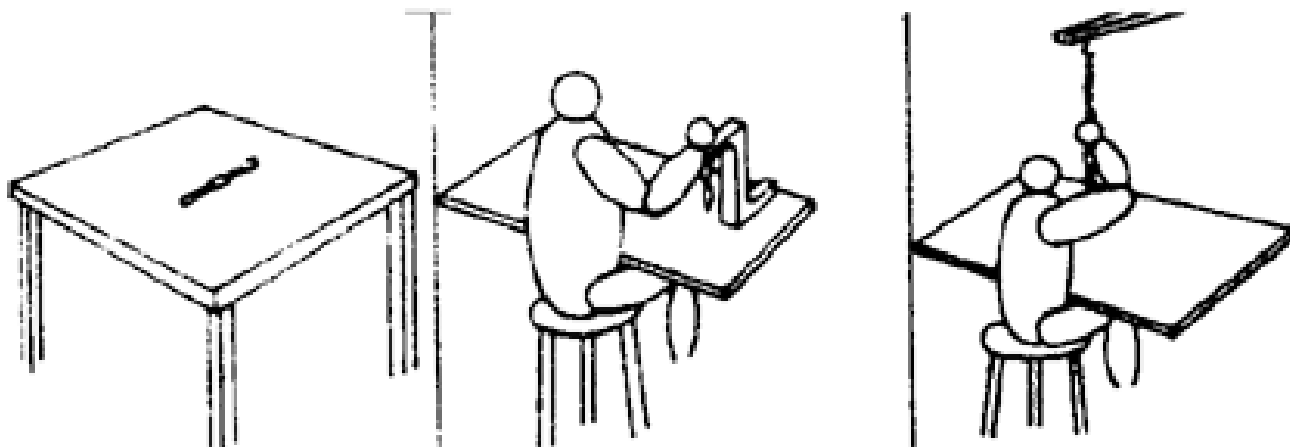
动作经济原则应用（12）

7、将两种或两种以上工具合并为一



动作经济原则应用（13）

8、工具及物料预放在工作位置（事前定位）



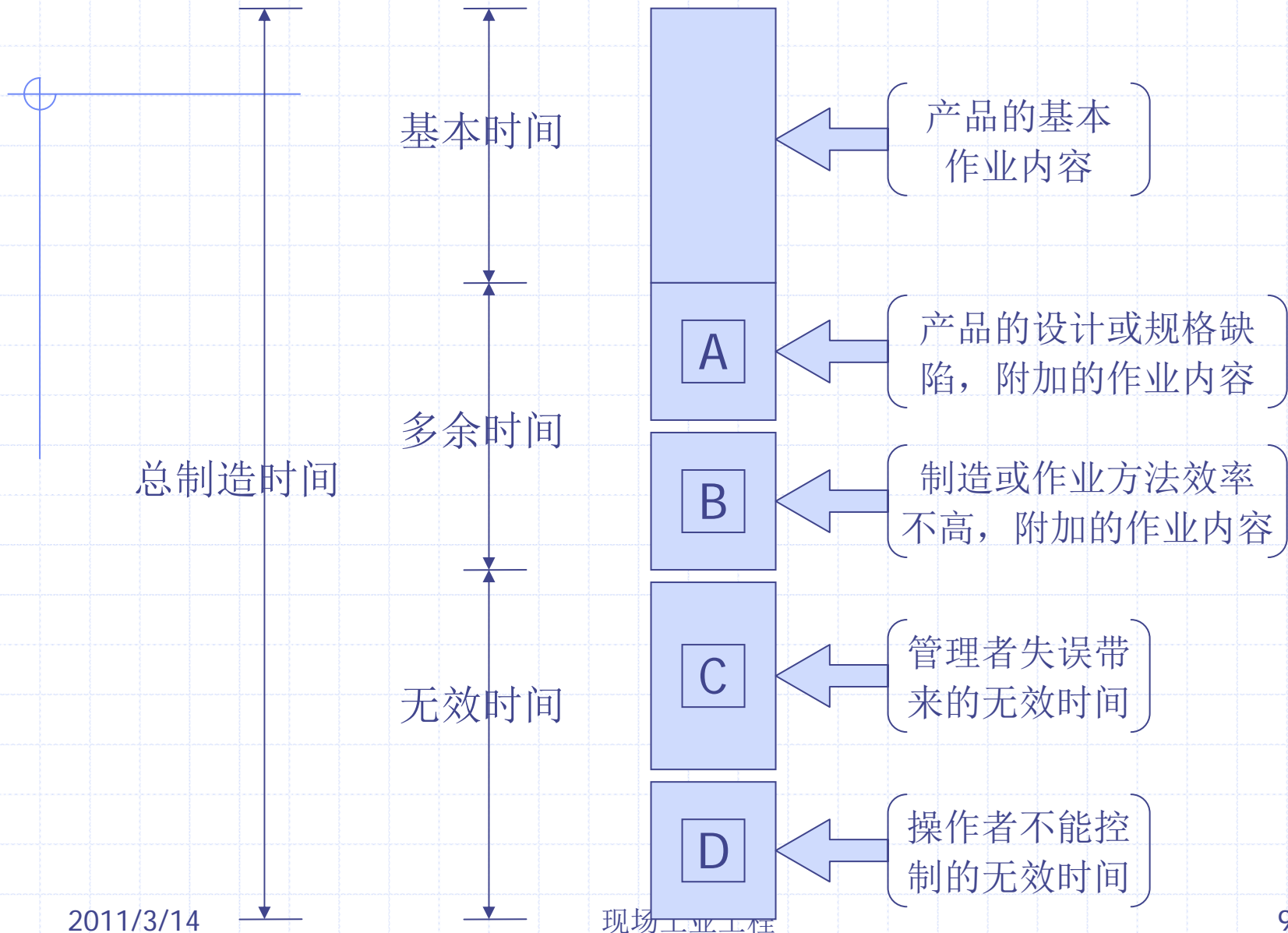
动作经济原则应用练习

- ◆以组为单位讨论、练习；
- ◆每组至少列举10个动作经济原则，并举例说明如何应用；
- ◆选代表发言；
- ◆集体点评；
- ◆评出一个优胜小组；
- ◆时间：20分钟

第 四 篇

工业工程之作业测定

制造时间的组成



作业测定的定义及目的

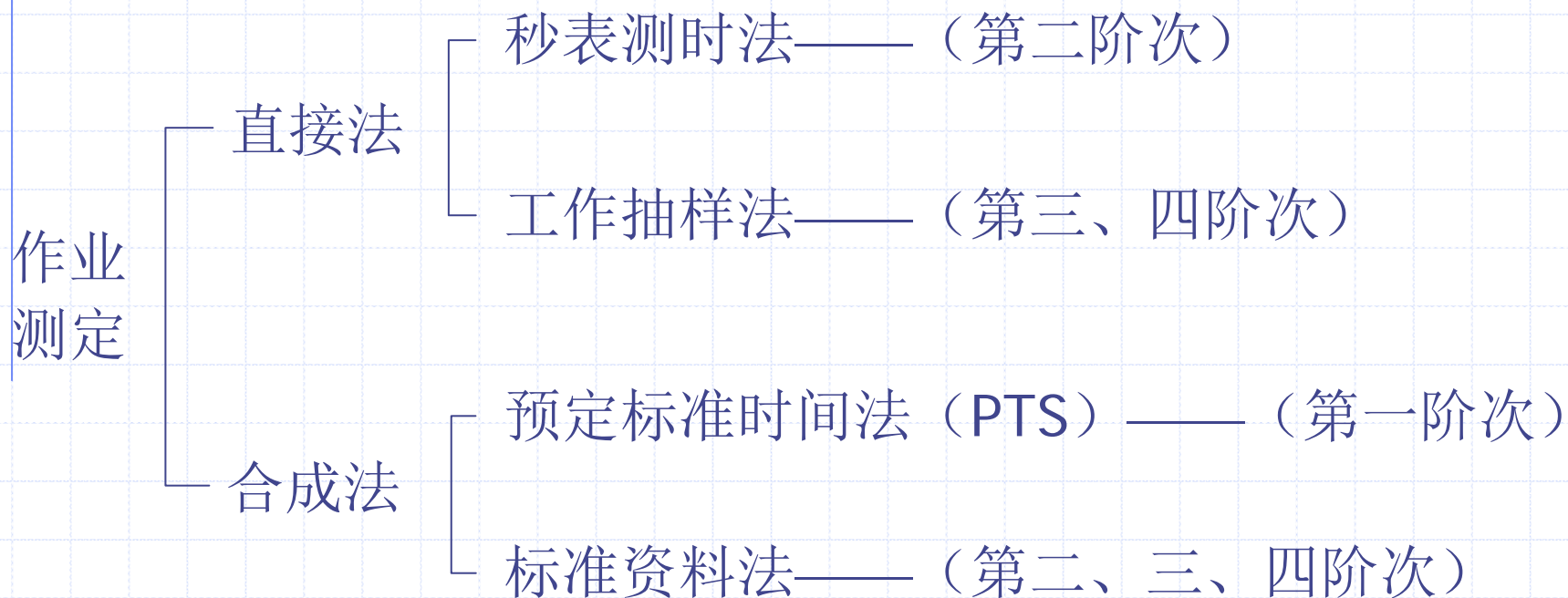
◆ 定义：运用各种技术来确定合格工人，在标准状态下，对一种特定的工作，以正常速度操作所需时间的一种方法。

注意（合格工人/标准状态 /正常速度）

◆ 目的：

- （1）制定作业系统的标准时间
- （2）改善作业系统
- （3）制定最佳的作业系统

作业测定的主要方法



作业测定阶次：

第一阶次：动作

第三阶次：作业

第二阶次：单元

第四阶次：制程

时间研究

◆标准时间：在适宜的操作条件下，用最合适的操作方法，以普通熟练工人的正常速度完成标准作业所需的劳动时间。

◆时间研究的工具：

- 1 秒表
- 2 观测板
- 3 时间研究表格

时间研究八步骤

1. 选择研究的作业

明确目的

2. 选择操作者

选择“合格工人”

3. 收集和记录资料

将资料填入记录表格的表头或首页

4. 将作业划分为单元

明确划分目的、单元类型及划分原则

5. 测时

测时方法有：归零法；累积测时法；
周程测时法；连续测时法

6. 计算正常时间

正常时间=观测时间*评比系数

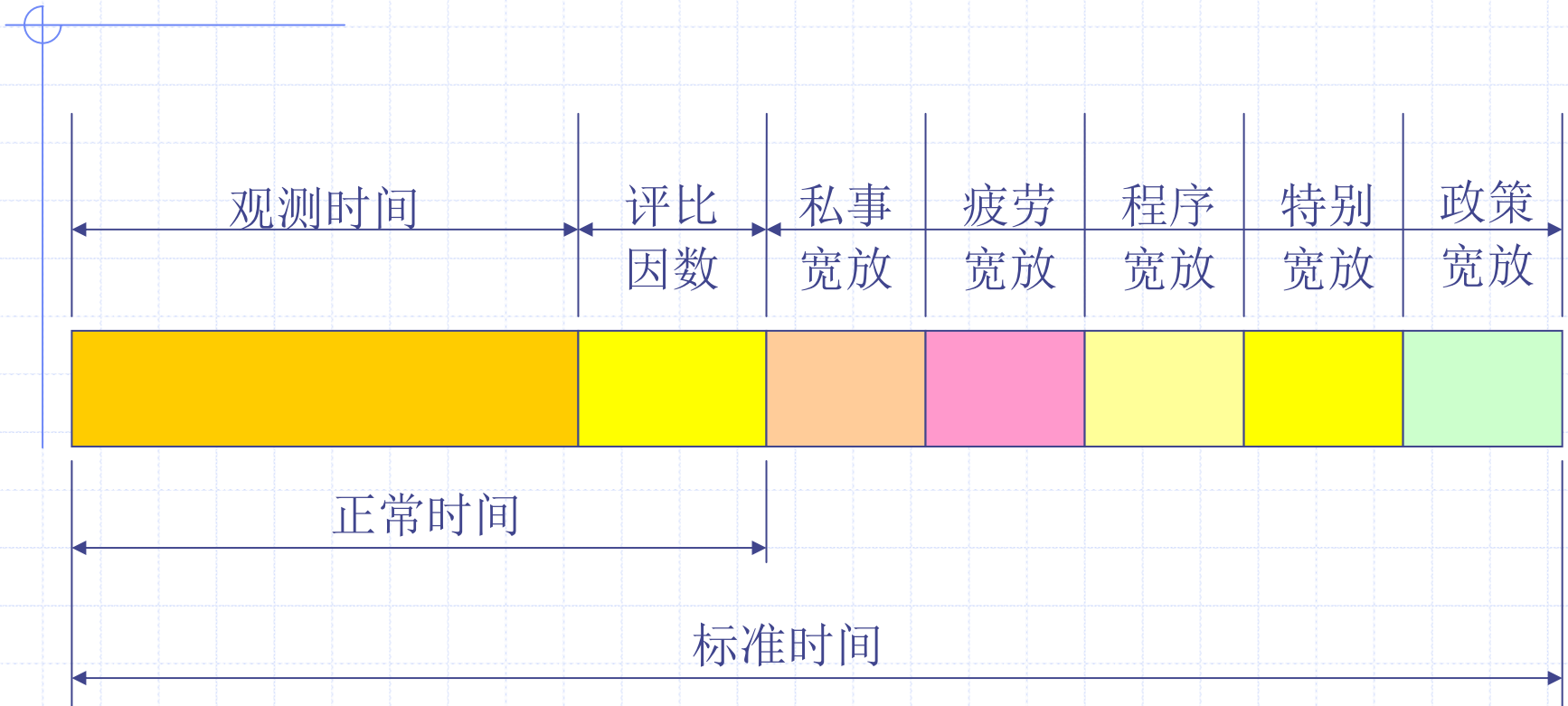
7. 确定宽放时间

明确宽放时间种类

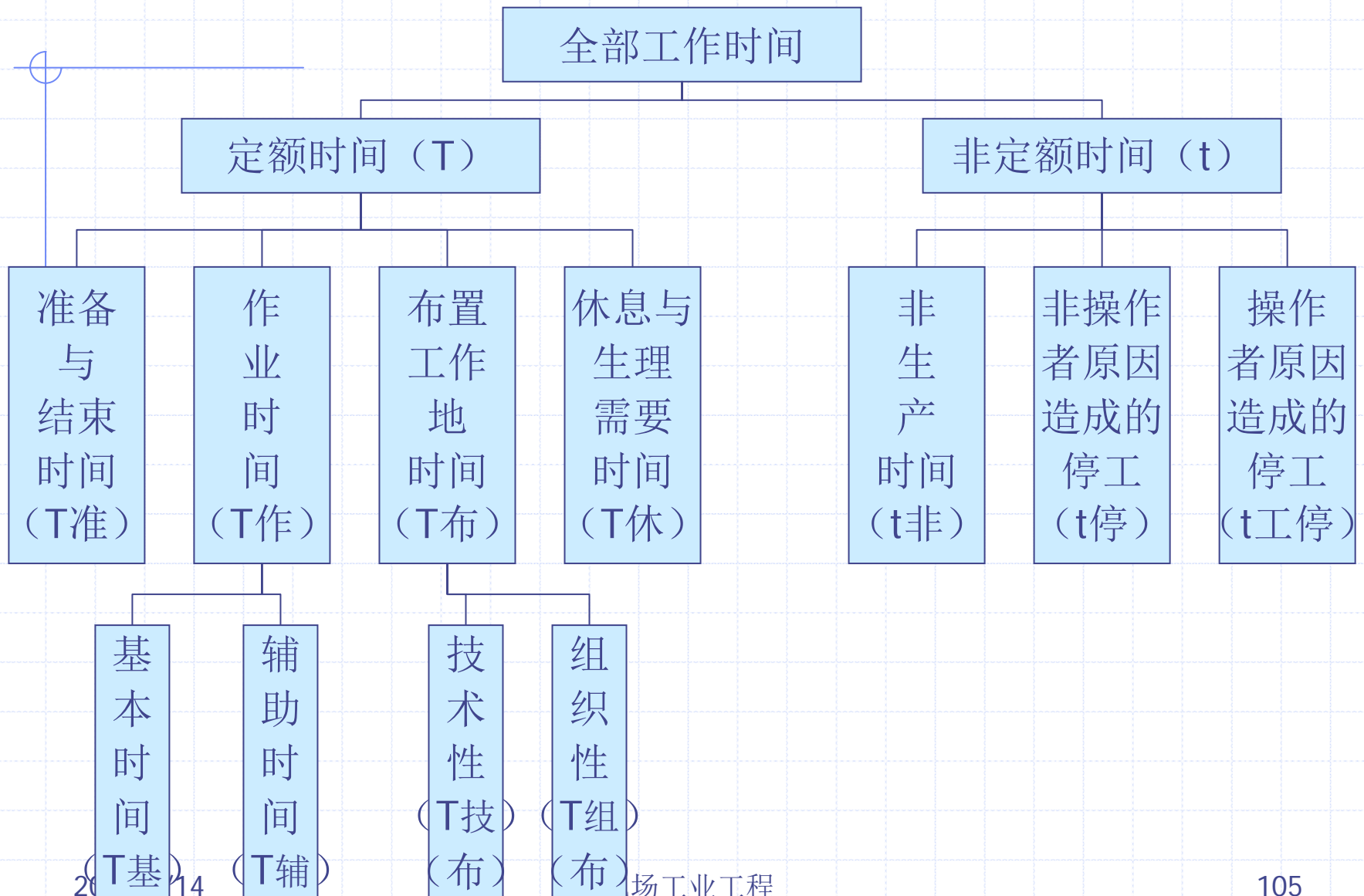
8. 计算标准时间

标准时间=观测时间*评比系数+宽放时间
现场工业工程=正常时间+（1+宽放率）

标准时间的构成



工时消耗分类



评比方法

- ◆ 评比：即是作业测定人员将所观测到的操作者的操作速度，与自己理想中的理想速度（正常速度）作一想象的比较。
- ◆ 评比实际是一种判断或评价技术，其目的在于把实际操作时间，调整到“合格适当”的操作者的“正常速度”上来。
- ◆ 根据评比定义可知，作业测定人员必须能在自己头脑中建立一个理想的速度，然后再根据这个理想速度去评比操作者动作的快慢。

评比

评比 正常=100	操纵水平	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，对操纵无兴趣	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	8.0
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

计算正常时间

正常时间 = 观测时间 * 评比率 (评比率 = 评比值 / 100)

例如:

观测时间为18s

你的评比为133

正常时间 = $18 * 133 / 100$
= 24s

观测时间为28.8s

你的评比为83

正常时间 = $28.8 * 83 / 100$
= 24s (结果相同)

评比时注意:

- 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

◆增加宽放时间的原因：

- 1 操作者疲劳
- 2 操作者个人的需要
- 3 听取指示或指示助手
- 4 领取材料、物件和工具等
- 5 等待检验、机器维修、保养和待料等
- 6 操作前的准备工作
- 7 刀具刃磨、更换皮带、调整机器等

宽放时间

◆ 宽放时间的种类

私事宽放

疲劳宽放

程序宽放

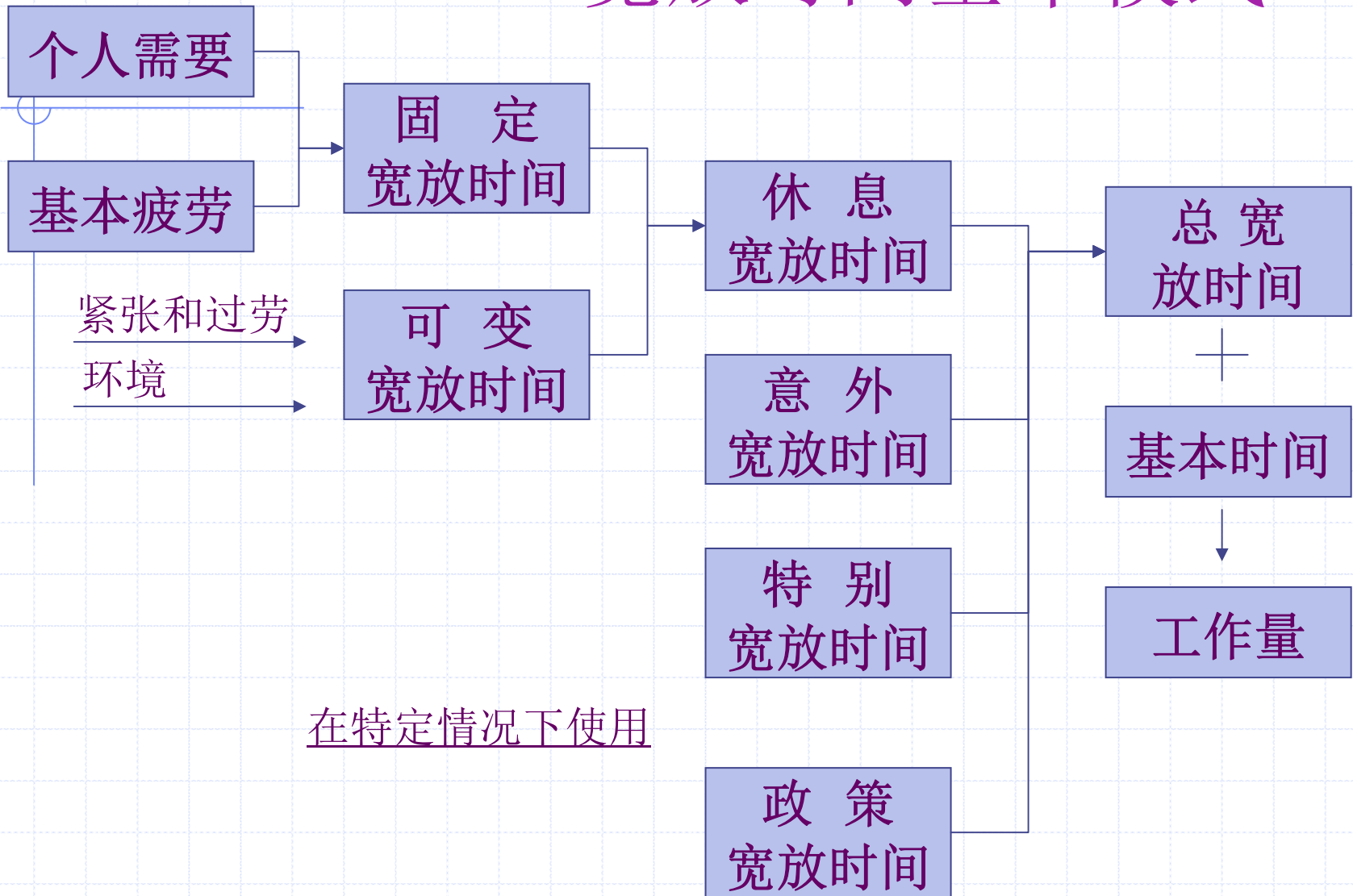
特别宽放

政策宽放

◆ 宽放率

$$\text{宽放率 (\%)} = \left(\frac{\text{宽放时间}}{\text{正常时间}} \right) * 100\%$$

宽放时间基本模式



计算标准时间

◆ 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

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{观测时间} * \text{评比率} * (1 + \text{宽放率}) \\ &= 0.8 * 110/100 * (1 + 0.05) \\ &= 0.88 * 1.05 \\ &= 0.924\text{min}\end{aligned}$$

第五篇

工业工程之生产线平衡

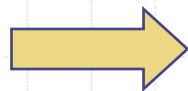
Line Balancing的定义

- ◆ 是对生产的全部工序进行平均化，调整作业负荷，以使各作业时间尽可能相近的技术手段与方法
- ◆ 促成一个流生产及“cell production”

Line Balancing

作业时间	25	20	29	25	19
秒	20	18			
10					
工序	1	2	3	4	5

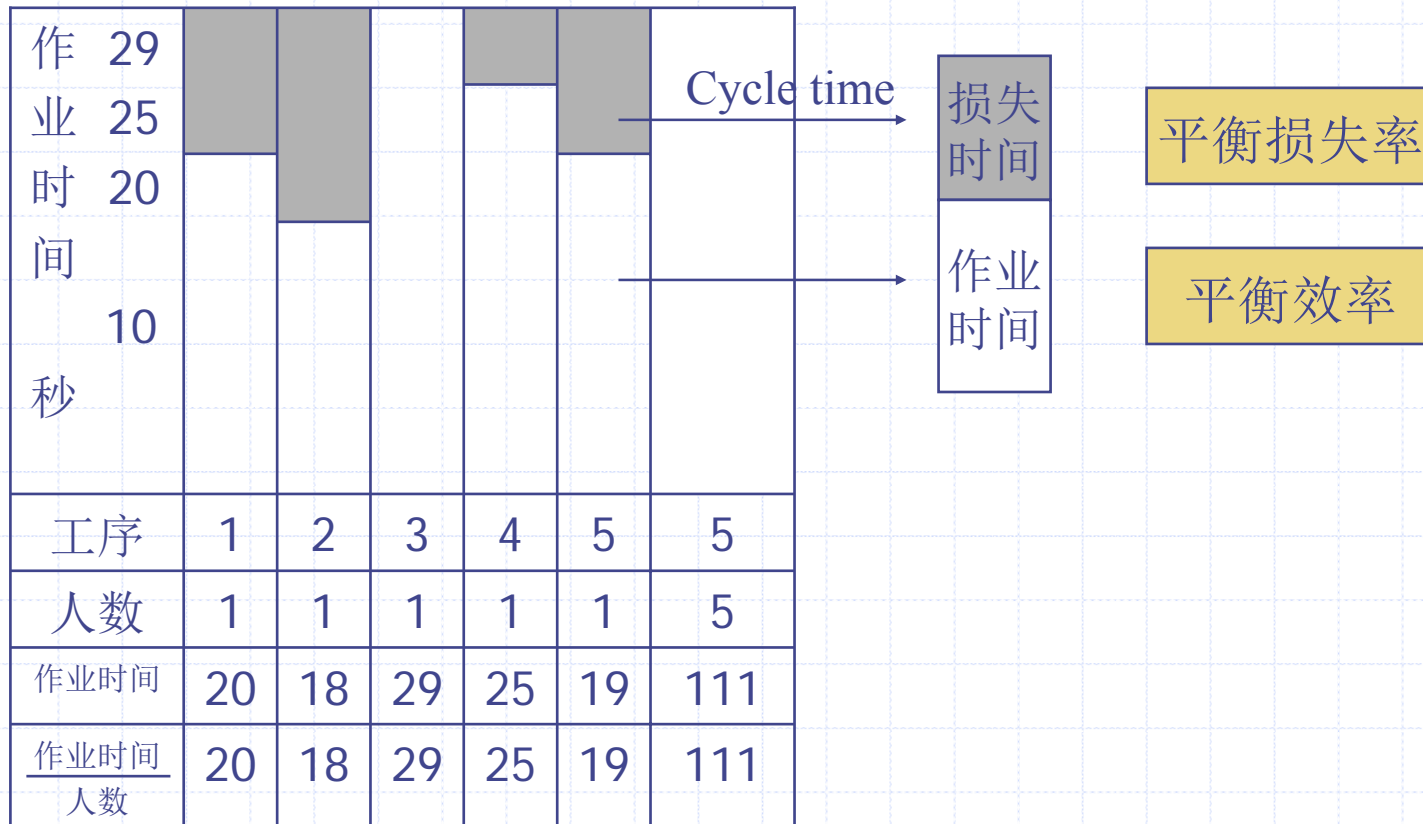
改善前



作业时间	25	20	22	25	25	19
秒	20					
10						
工序	1	2	3	4	5	

改善后

Line balancing 图示



生产线平衡率计算

$$\text{平衡率} = \frac{\text{各工序时间总和}}{\text{人数} * \text{CT}} * 100 = \frac{\sum t_i}{\text{人数} * \text{CT}} * 100$$

$$\text{上例：平衡率} = \frac{\sum t_i}{\text{人数} * \text{CT}} * 100 = \frac{111}{5 * 29} * 100 = 76\%$$

生产线平衡损失率计算

$$\text{平衡损失率} = 1 - \text{平衡率}$$

$$\text{上例：平衡损失率} = 1 - 76\% = 24\%$$

影响生产线平衡的因素

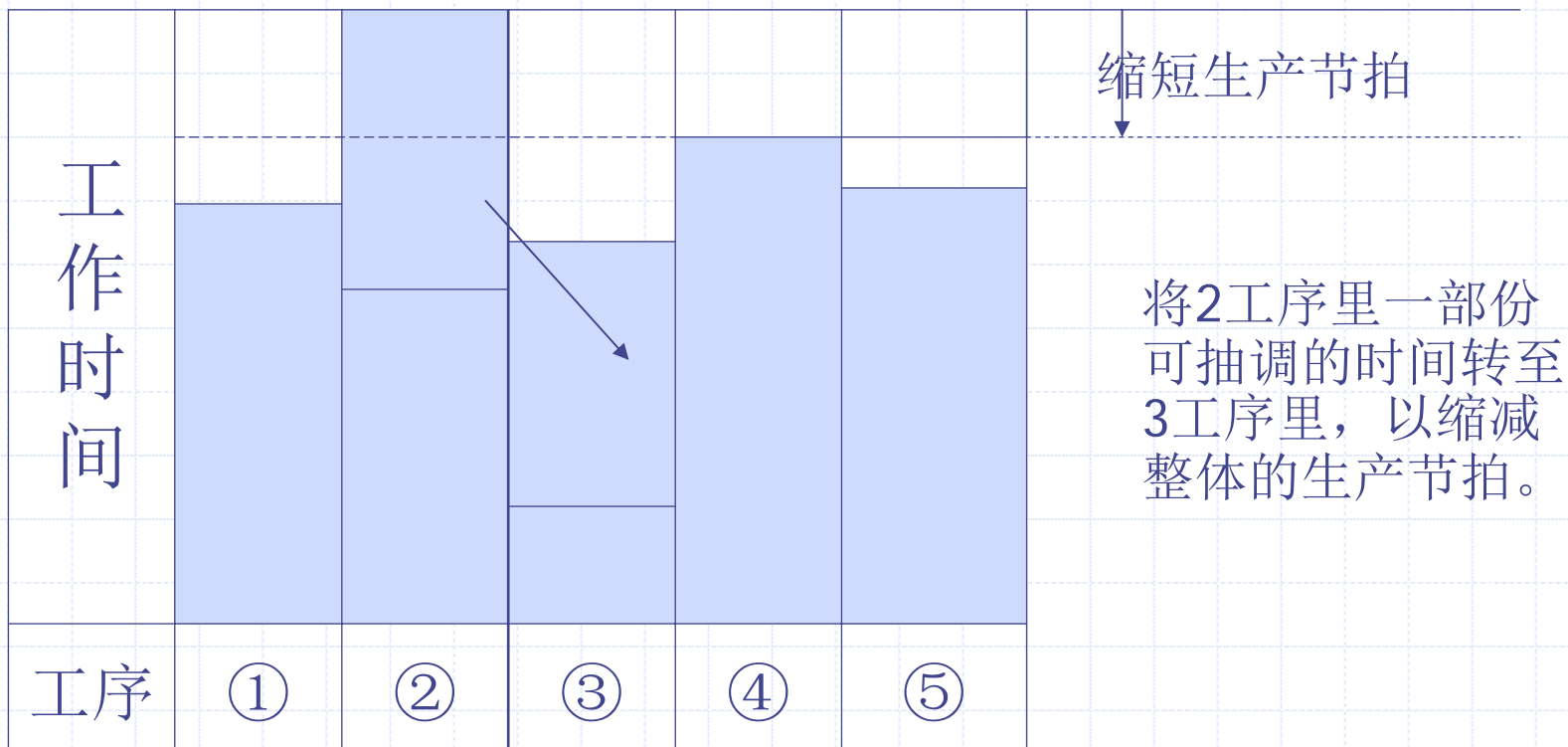
1. 工序之选订操作方法
2. 工序之排列方法
3. 员工之工作态度
4. 员工对操作的熟练程度
5. 物料之质量

Line balancing的改善原则方法

- ◆ 首先改善瓶颈工序
- ◆ 将瓶颈工序的作业内容分担给其它工序
- ◆ 增加各作业员，提高平衡率
- ◆ 合并相关工序，重新排布生产工序
- ◆ 分解作业时间较短的工序，把该工序安排到其它工序中去

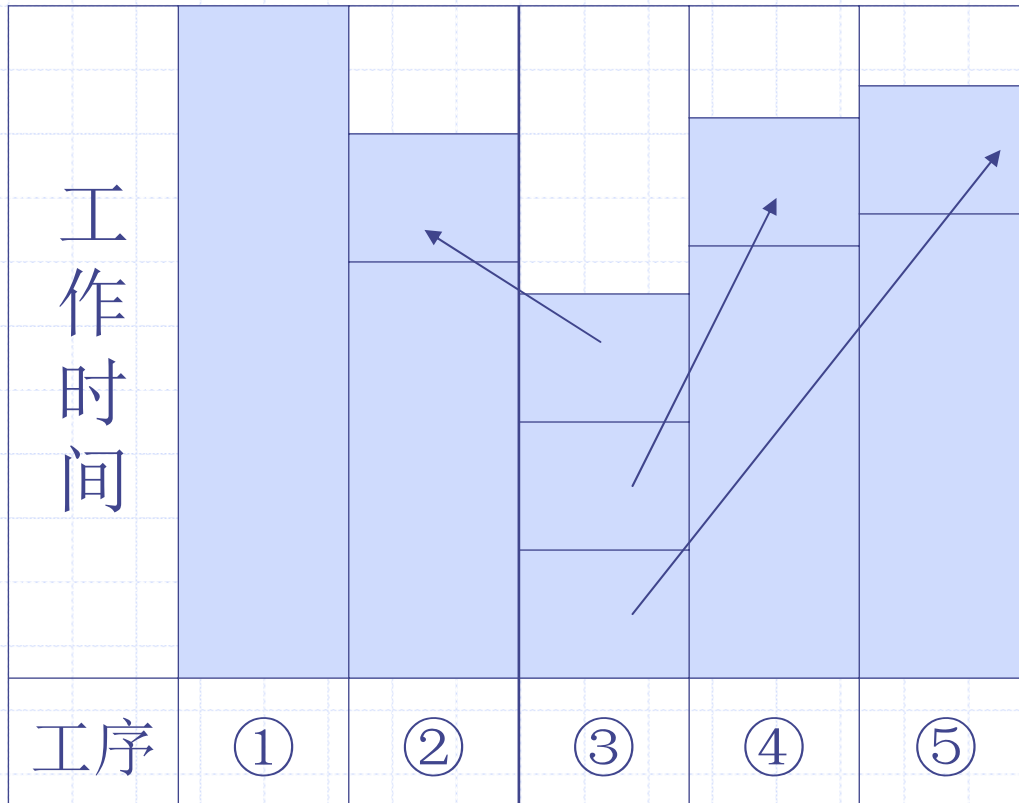
生产线速率平衡（例一）

效益：缩短生产节拍（维持人手不变）



生产线速率平衡（例二）

效益：节减人手一个（维持生产节拍不变）

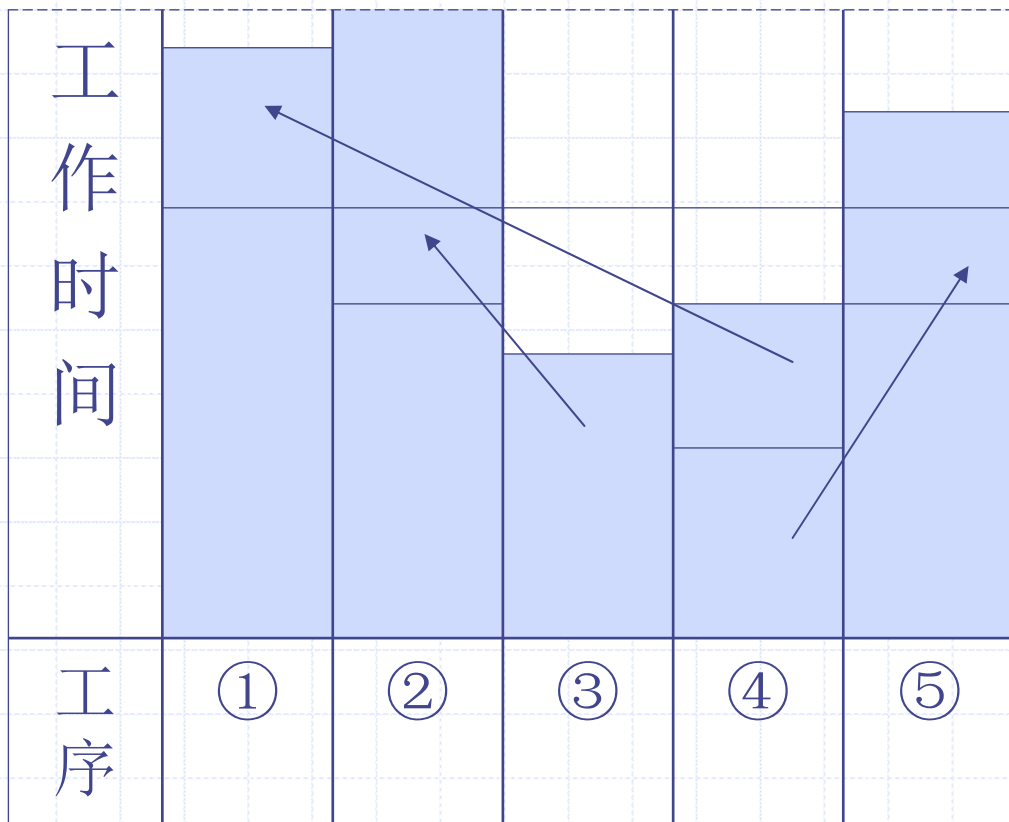


将3工序里的工作时间分配至2，4及5之工序内，从而3工序里的人手可调配至其它生产线去。

可行性：须2，4及5工序内均有足够时间接受额外工作

生产线速率平衡（例三）

效益：节减人手二个（须加长生产节拍）



↑ 因生产需求量降低
而可延长生产节拍

将3, 4工序的工作时间分配至1, 2及5之工序里，从而3, 4工作岗位之人手可调配至其它生产线去。

注意：当减至三个工作岗位时，其中部份工作会带来时间上之延误，此时生产线之组长应以援手协助。

讨论：生产线常见问题

- ◆ 生产线不顺畅，down line;
- ◆ 堆料多，不平衡;
- ◆ 节拍不稳，不协调;
- ◆ 换线频繁，耗时多;
- ◆ 其它.....

第六篇

工业工程之

稼动分析

天下有贼吗？

- ◆ 天下有贼吗？
- ◆ 有贼：时间是贼。



现场管理者经常茫茫碌碌，觉得时间不够用，可工作的效果却不尽如人意，**抓住时间之贼，才能提高稼动效率！**

天下有很多贼

我们公司有以下现象吗？

- ◆ 上班铃响后，要经过十几分钟的准备（领材料、开动机器、等烙铁热起来、人员就位等），生产才能开始；
- ◆ 生产线上有几位员工请假，补充进来的新人作业很不熟练，造成整条生产线的产量下降；；
- ◆ 生产过程中，不断出现品质问题、机器故障、材料来不及等意外；

天下有很多贼

我们公司有以下现象吗？

- ◆ 好不容易生产正常了，某位作业人员上洗手间又造成了生产线的停止；
- ◆ 某种型号的产品生产完毕，要切换成另一种产品，又要忙碌上一阵子才能走上正轨；
- ◆ 工艺安排不合理，造成生产平衡损失很大；

天下有很多贼

我们公司有以下现象吗？

- ◆ 临近下班或休息时，生产线总是提前几分钟停下来；
- ◆ 因为某个大人物要来工厂参观，组织员工进行大扫除；
- ◆ 公司最近有一些政策变动，要召集大家开会进行宣传；
- ◆

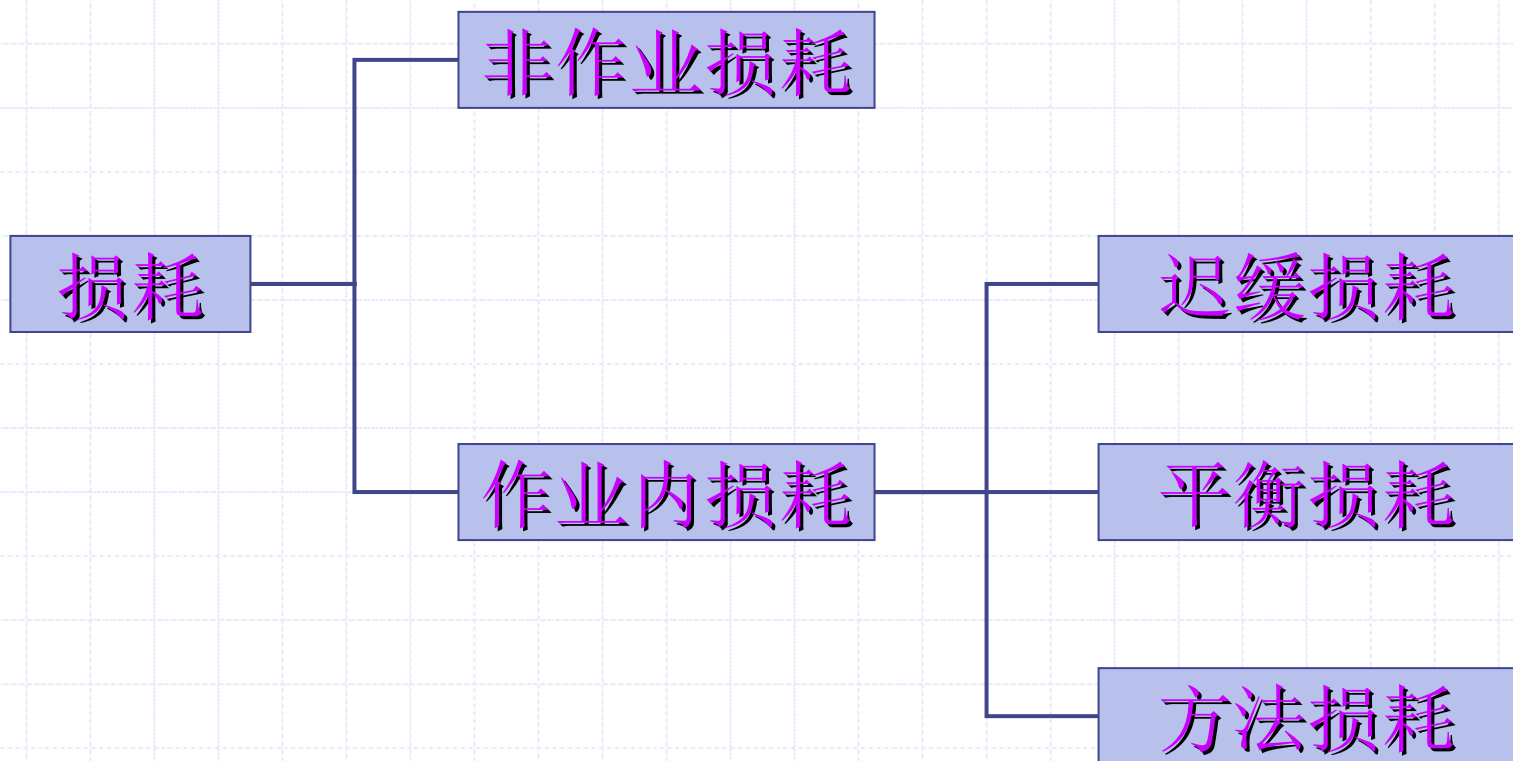
天下为何如此多贼？

- ◆时间损耗太多；
- ◆时间在不创造价值的事情上消磨掉了。

试想一下：

难道你在购买产品时，会因为某件产品被多搬了一百米或者被返修过而愿意多花一分钱吗？

损耗分类



稼动分析

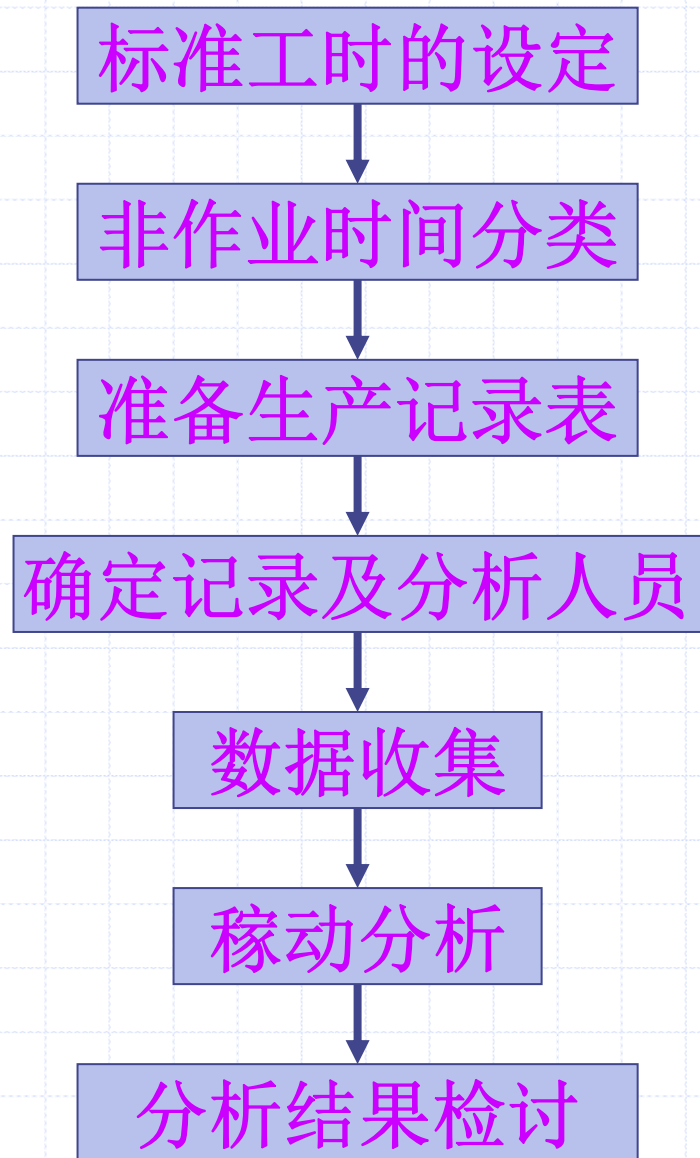
1. 勤务时间
2. 稼动率与能率
 - 1) 稼动率

稼动率 = (总勤务时间 - 非作业时间) / 总勤务时间

- 2) 能率

能率 = (总勤务时间 - 非作业时间) / (产量 × 标准时间)

稼动分析步骤



稼动分析步骤

1 标准工时的设定

标准工时表

工程 产品	附属 加工	组装	总装	包装	合计

稼动分析步骤

2 非作业时间分类

	一级分类	二级分类	编号
非作业时间	例行	会议	N01
		休息	N02
		扫除	N03
	供应	内部	N11
		外部	N12
	品质	返修	N21
		调查	N22
	设备	故障	N31
		保养	N32
		更换	N33
	计划	切换	N41
		订单不足	N42
		准备	N51
		外因	N61
		其他	N71

稼动分析步骤

3 准备生产情况记录表

生产情况记录表

部门:		记录人:		时间:
起始时间	结束时间	事件内容	影响人数	归类

稼动分析步骤

- 4 确定记录及分析人员
- 5 数据收集
- 6 稼动分析

稼动分析案例

◆背景资料:

A公司的总装课的生产线K1共有人员26人，其中有一人负责材料供应及临时空缺填补的工作，实际在线人员25人。其生产的产品的标准工时，某天的生产情况记录和产量如下表所示，根据提供的数据进行稼动分析。

标准工时表

工程 产品	附属 加工	组装	总装	包装	合计
MP108	0.72	2.85	4.75	1.64	9.96
WS228	0.53	2.64	5.62	1.49	10.28
ML153	0.48	2.46	4.88	1.76	9.58
SK900	0.82	2.60	6.05	1.65	11.12
WB583	0.60	3.20	5.54	1.86	11.2

生产结果表

产品型号	生产数量
MP105	650
WS228	1600

生产情况记录表

部门：1#		记录人：王小二		时间：2005年4月 1日	
起始时间	结束时间	事件内容	影响人数	归类	
8:00	8:05	早会	25	N01	
8:05	8:10	生产准备	25	N51	
9:55	10:05	工间休息	25	N02	
10:30	10:50	由MP105转为 生产WS228	25	N41	
11:00	11:05	WS228品质不 稳定调查	8	N22	
13:00	13:05	生产准备	25	N51	
14:00	14:20	超声波融合机 故障	10	N31	
14:55	15:05	工间休息	25	N02	
18:00	21:00	加班	25		

稼动分析

1) 总勤务时间

$$\begin{aligned}\text{总勤务时间} &= 25 \times (8 + 3) \times 60 \\ &= 16500 \text{分钟}\end{aligned}$$

2) 非作业时间

$$\begin{aligned}\text{非作业时间} &= 25 \times (5 + 5 + 10 + 20 + 5 + 10) \\ &\quad + 8 \times 5 + 10 \times 20 \\ &= 1615 \text{分钟}\end{aligned}$$

3) 实际作业时间

$$\begin{aligned}\text{实际作业时间} &= 16500 - 1615 \\ &= 14885 \text{分钟}\end{aligned}$$

稼动分析

4) 稼动率

$$\begin{aligned}\text{稼动率} &= \text{实际作业时间} / \text{总勤务时间} \\ &= 14885 / 16500 \\ &= 90.2\%\end{aligned}$$

5) 标准作业时间

$$\begin{aligned}\text{标准作业时间} &= 650 \times 4.75 + 1600 \times 5.62 \\ &= 12079.5 \text{分钟}\end{aligned}$$

6) 能率

$$\begin{aligned}\text{能率} &= \text{标准作业时间} / \text{实际作业时间} \\ &= 12079.5 / 14885 \\ &= 81.15\%\end{aligned}$$

稼动分析

7) 综合效率

$$\begin{aligned}\text{综合效率} &= \text{稼动率} \times \text{能率} \\ &= 90.2\% \times 81.15\% \\ &= 73.19\%\end{aligned}$$

分析结果:

稼动率、能率、综合效率都偏低。

稼动分析

能率过低原因分析：

- 生产速度迟缓吗？
- 生产平衡程度如何？
- 工艺安排是否合理？
- 标准工时的确定苛刻吗？

总结

- ◆ IE的定义、目标、功能、意识等

- ◆ 方法研究：

 - 程序分析

 - 作业分析

 - 动作分析（动作经济原则）

- ◆ 作业测定

 - 标准时间

- ◆ 生产线平衡

- ◆ 稼动分析