

深圳市睿弼成企业管理咨询有限公司



现场工业工程

INDUSTRIAL ENGINEERING

主讲：李老師



第一篇

工业工程概述

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

使用**IE**方法，是效率改善的最佳途径。

只有公司的中基层主管能训练掌握**IE**方法，公司的改善才能持之以恒地维持下去。

工业工程之定义：

- ◆IE是Industrial Engineering的简称。
- ◆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!

快乐分享 共同进步
SHARE HAPPINESS TOGETHER

IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

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

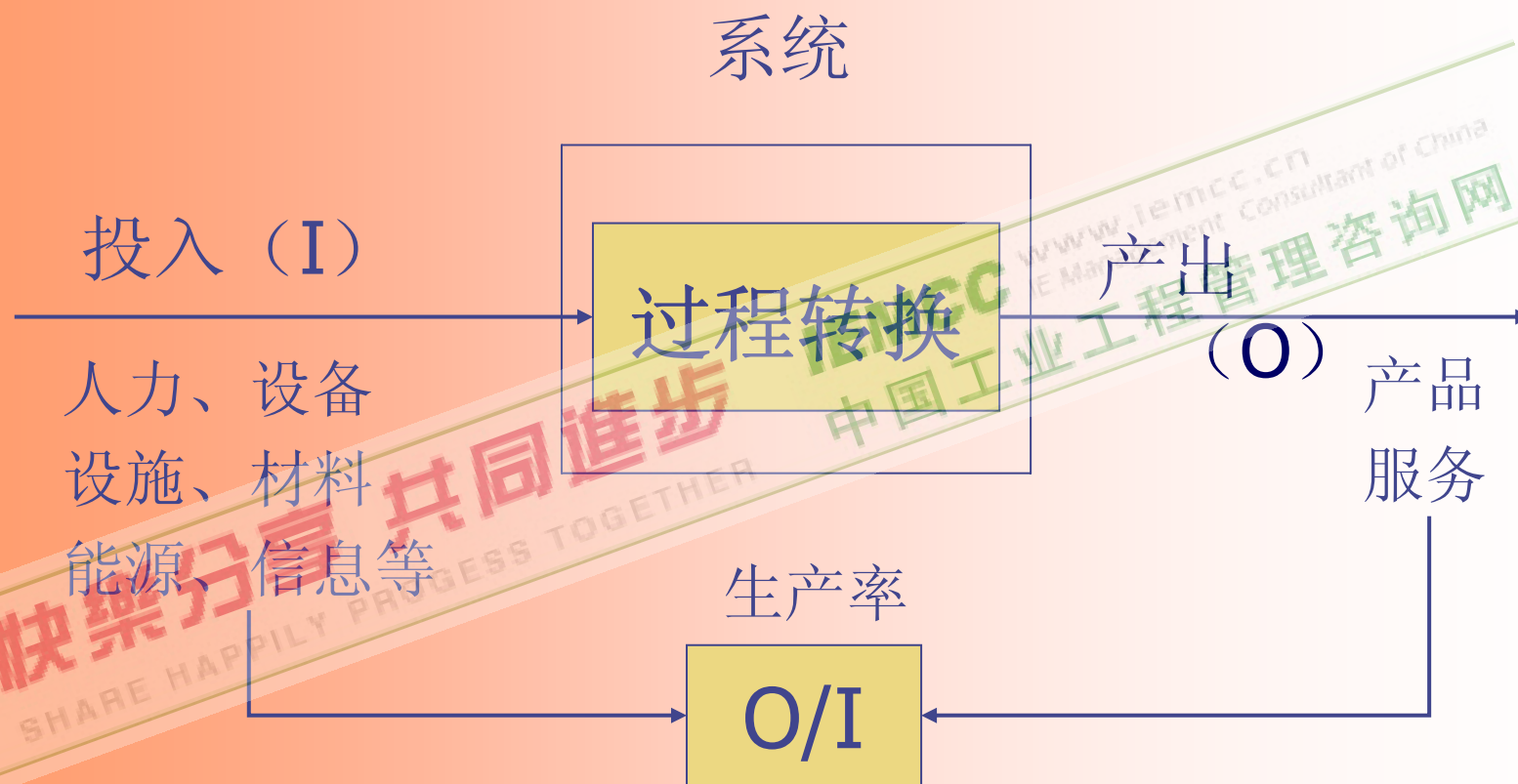
现代IE的八大研究方向:

- ◆ 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

快樂分享 共同進步
SHARE YOUR PROGRESS TOGETHER

IEMCC www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

生产的含义:



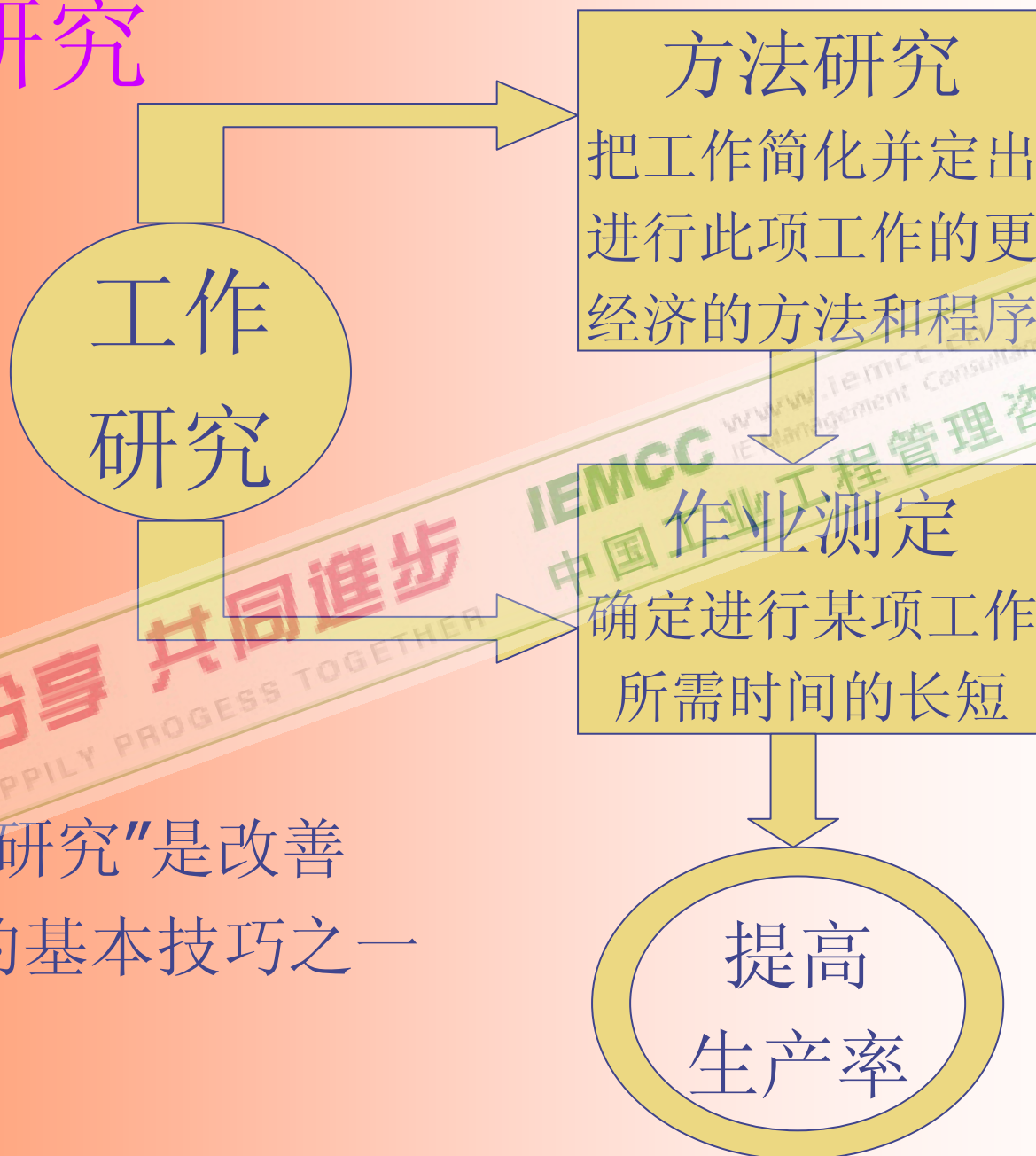
第二篇

工业工程之工作研究

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY
PROGRESS TOGETHER

IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

工作研究

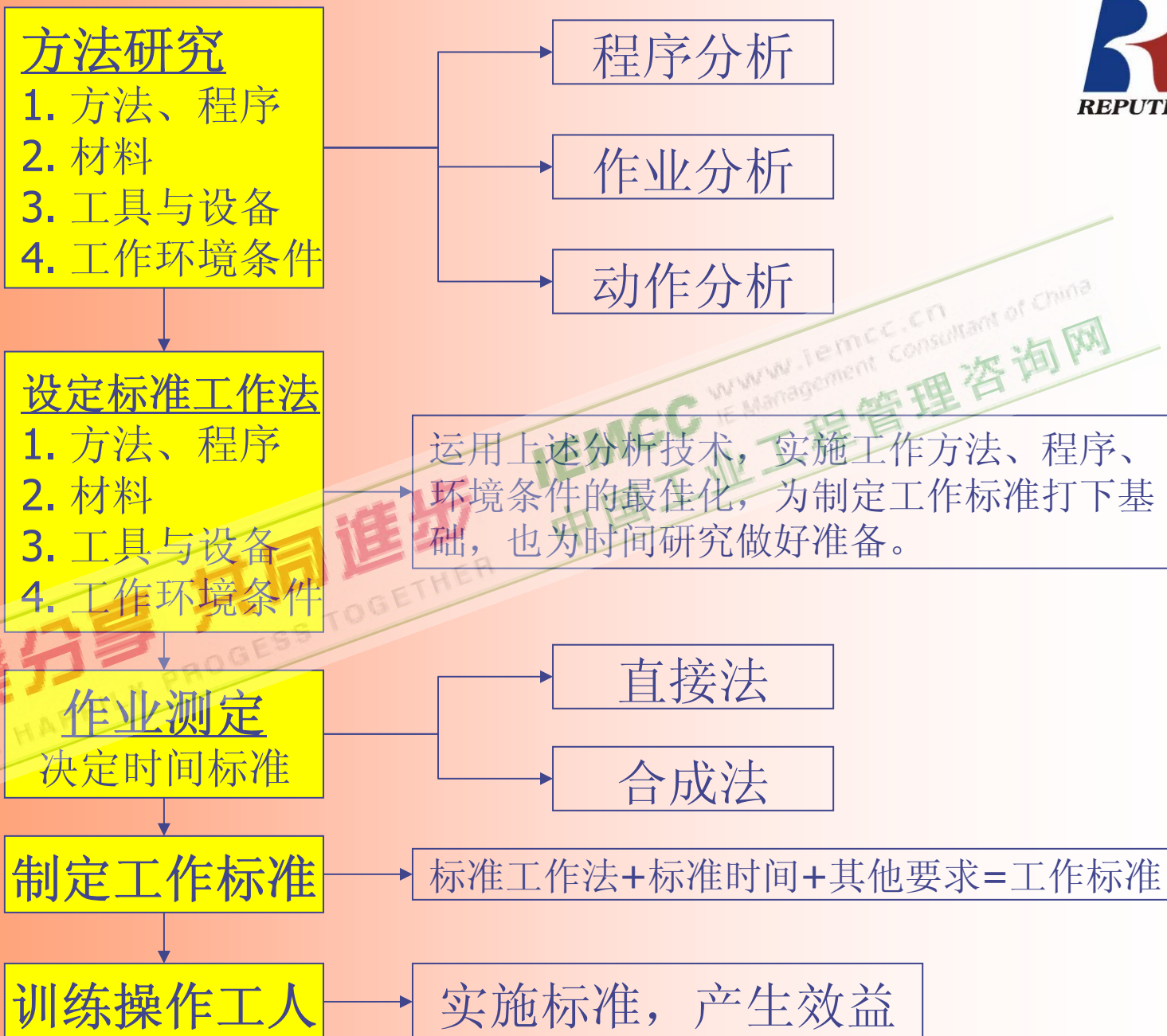


“工作研究”是改善
生产力的基本技巧之一

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----对同一工作地上的工作进行分析。
 - (3) 动作分析----将过程分解为基本单元直到手指的动作分析。
- 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



工作研究实施八步骤

1. 选择研究对象（考虑经济、技术、人等因素）
2. 直接观察现行方法，记录有关的全部事实
3. 仔细分析所记录的事实并进行改进
4. 制定最经济的方法
5. 评选新方案
6. 计算标准作业时间
7. 建立新方法
8. 实施与维持新方案

第三篇

工业工程之方法研究

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

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

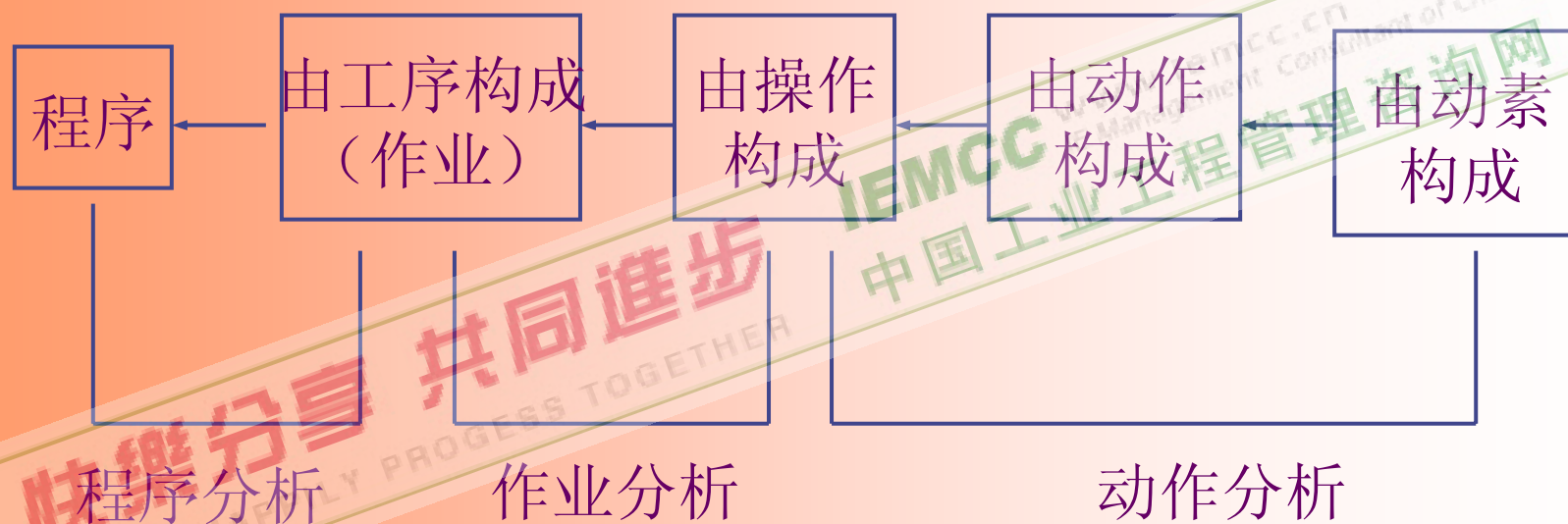
生产过程中的改善点

- ◆ 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

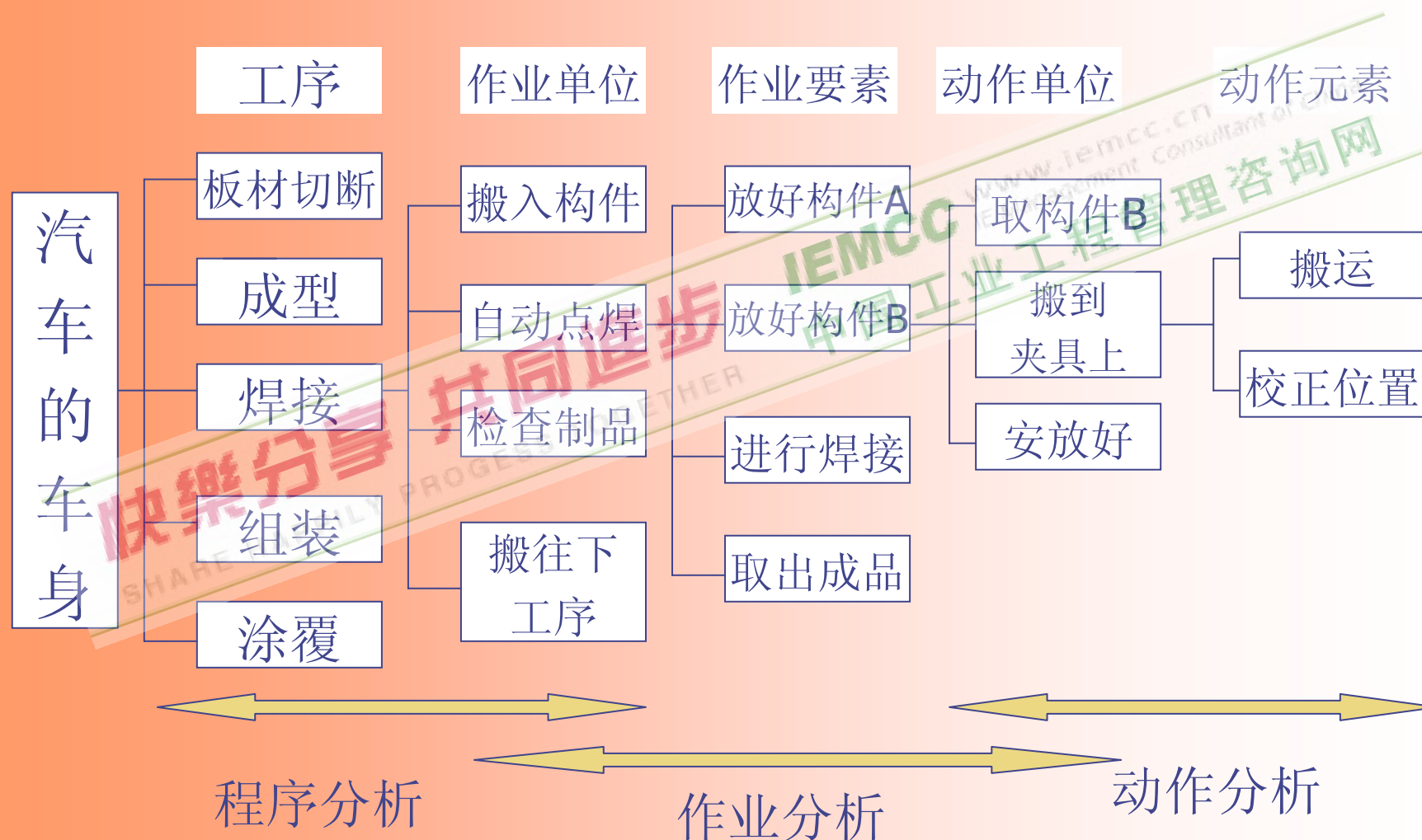
主要分析技术

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	
	线图、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?

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
www.IEMCC.cn
Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

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

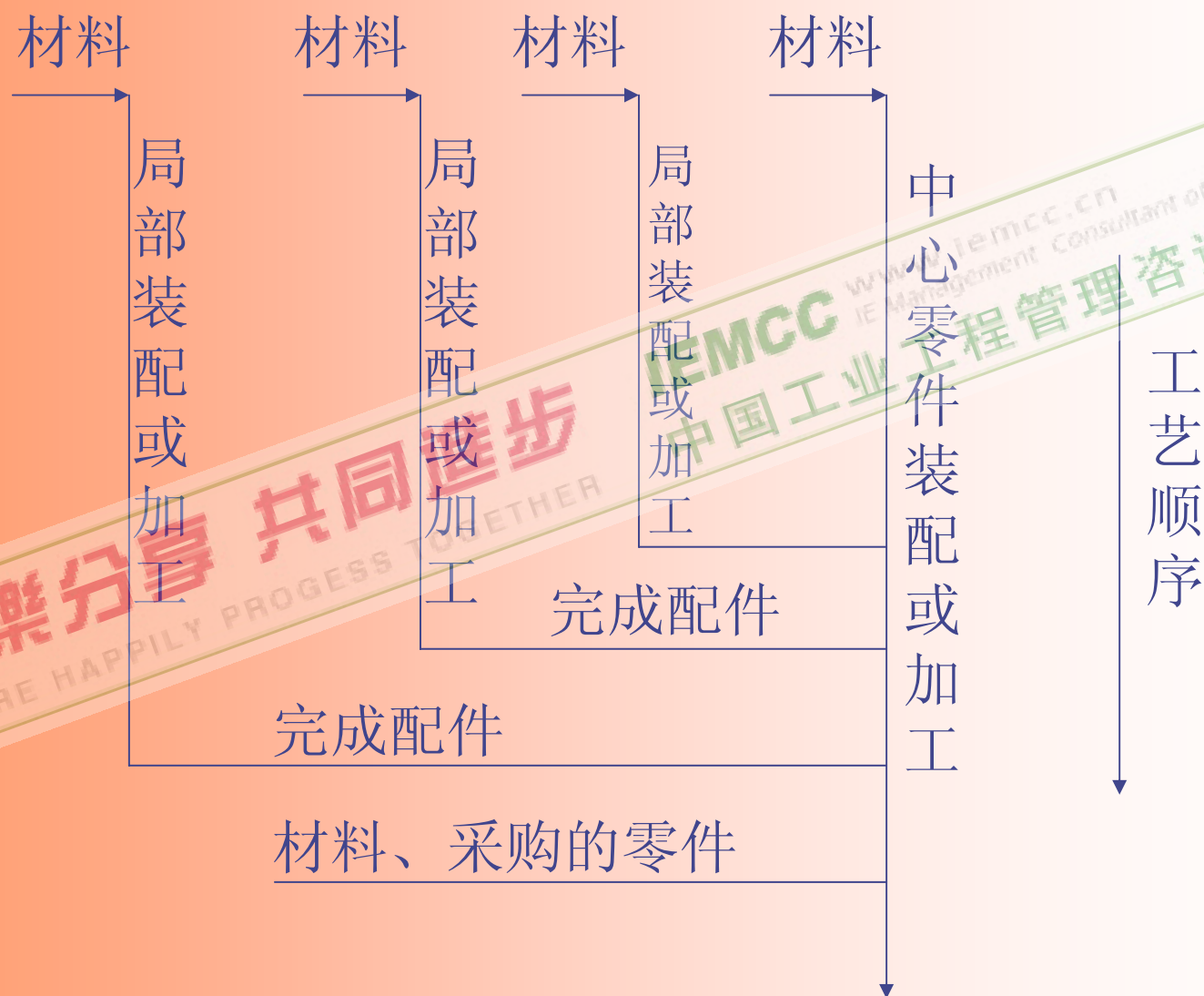
贮存分析

等待分析

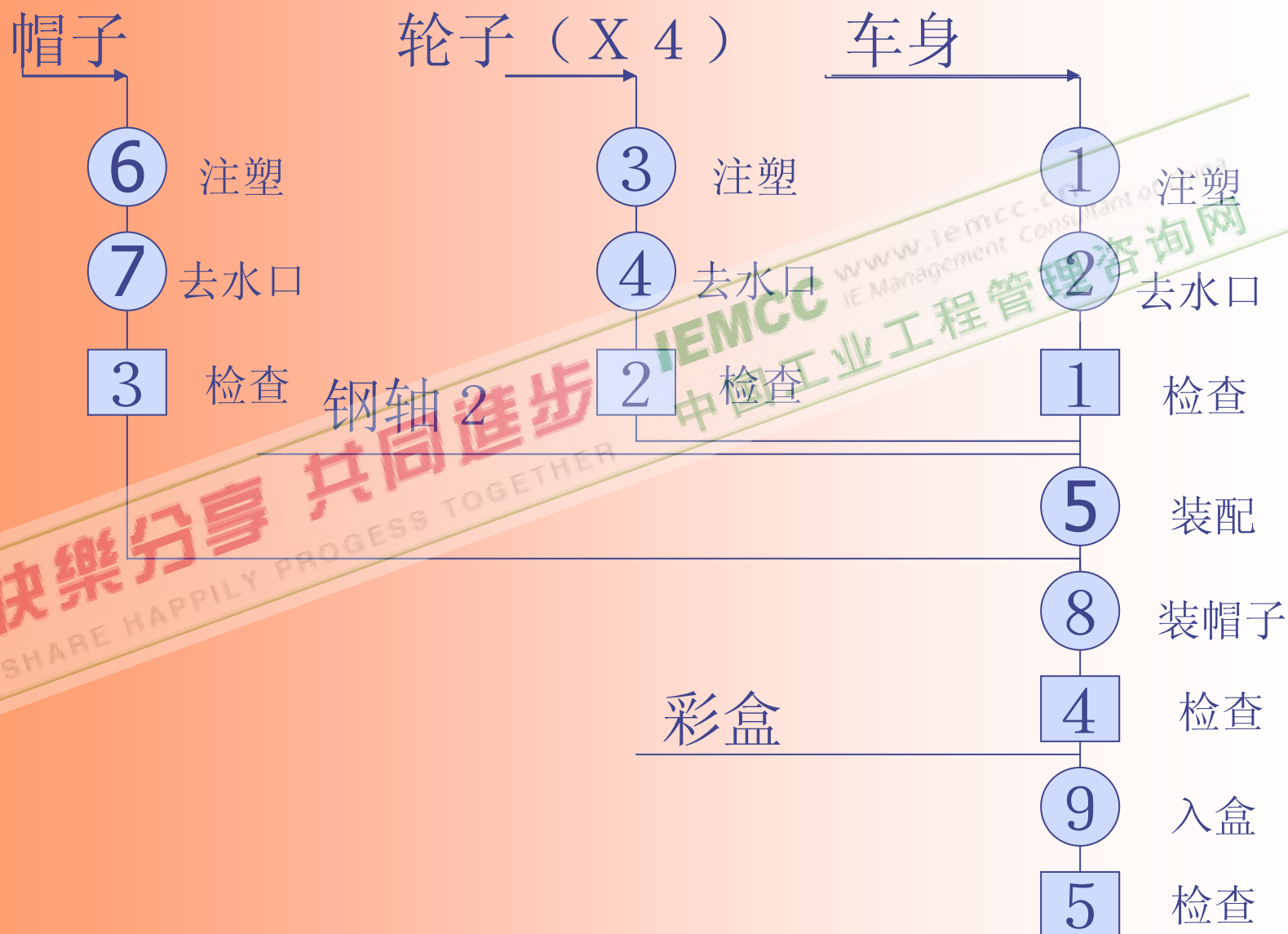
快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC.COM.CN
Industrial Engineering Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

工艺程序图结构



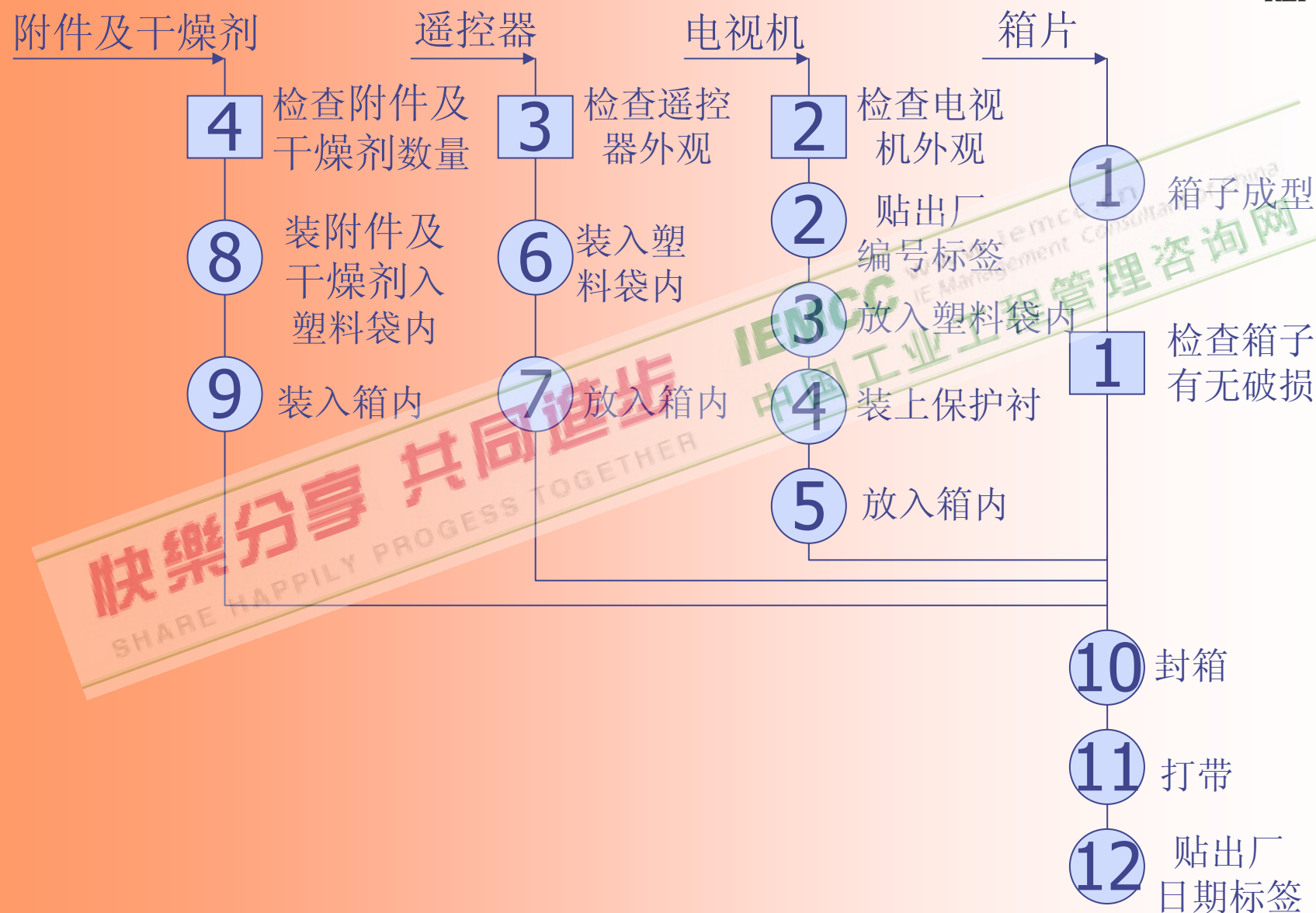
工艺程序图



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)





流程图程序图表格

工作名称：____编号：____ 开始：____ 结束：____ 研究者：____日期：____ 审阅者：____日期：____			统 计				
			项别	次数	时间	距离	
			加工 O				
			检查 ∩				
			搬运 →				
			等待 D				
			贮存 ∇				
工 作 说 明	距离 (m)	时间 (min)	工 序 系 列				
			加工	检查	搬运	等待	贮存
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇
			O	∩	→	D	∇

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。

作业
流程
分析
实例

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

作业 流程 分析 实例

5.改善方案制订、实施与评估

参考改善的着眼点[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

- ◆ 自选一款产品进行作业流程分析；
- ◆ 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

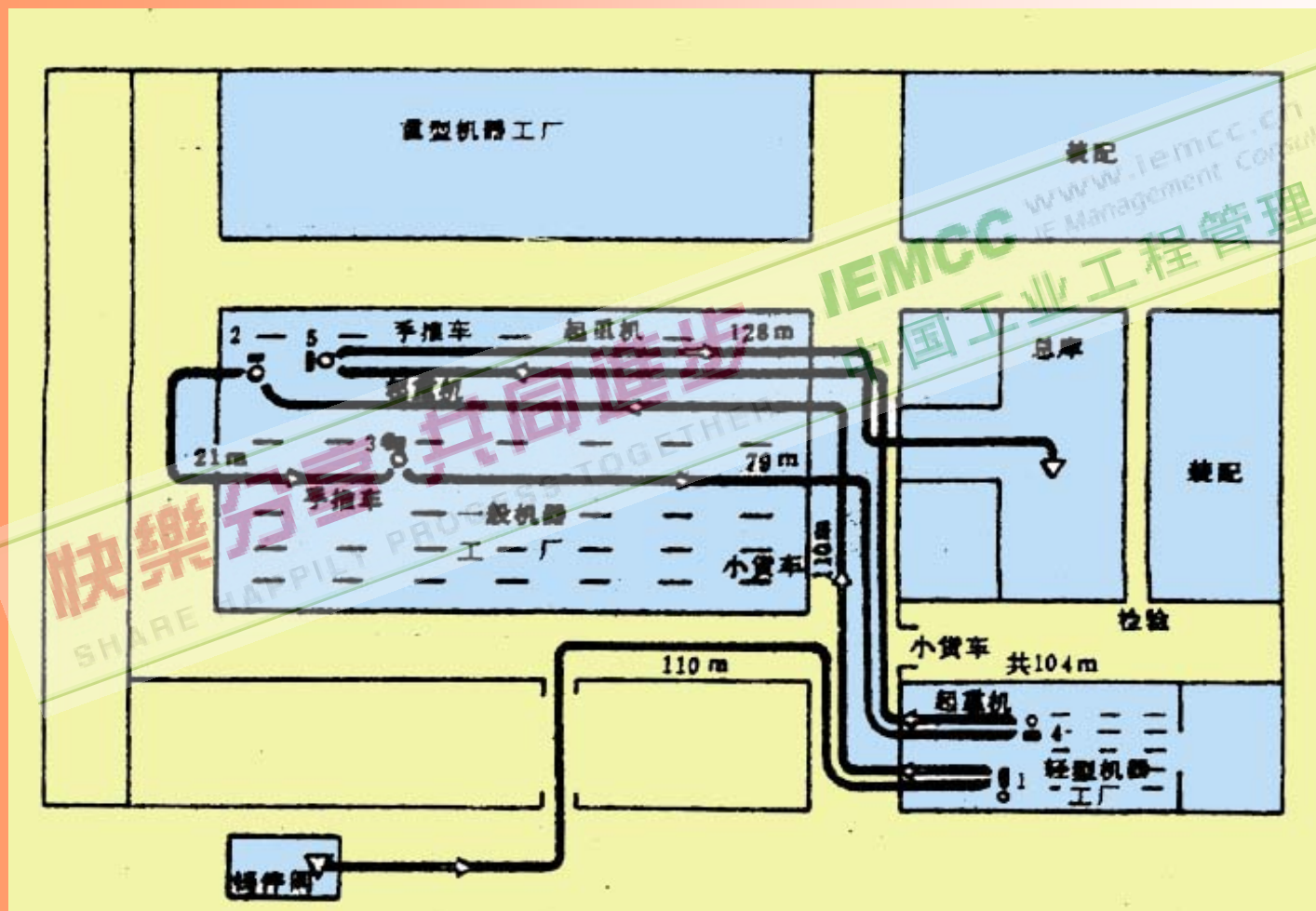
线路图

◆线路图：

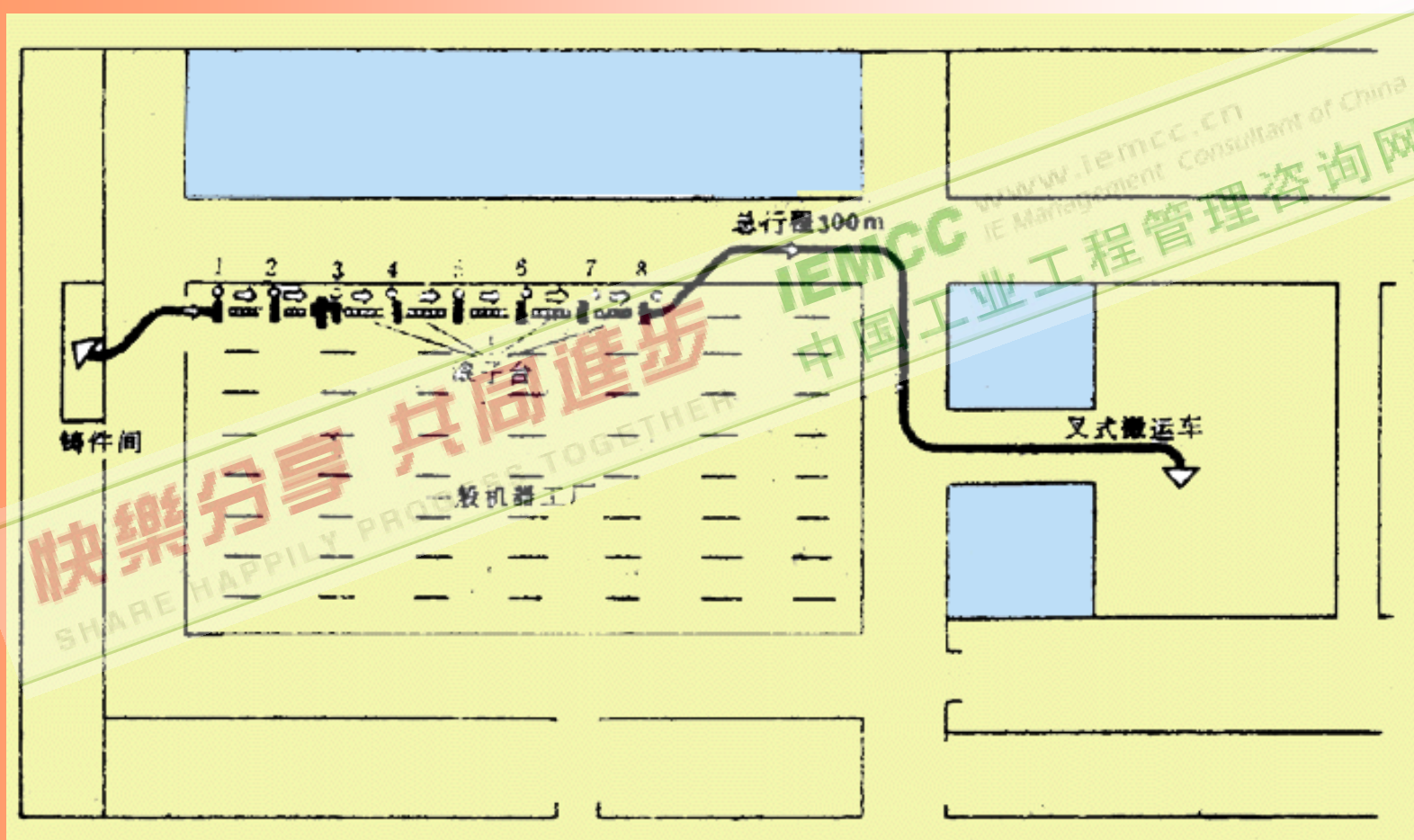
以作业现场为对象，对现场布置及物料（包括零件、产品、设备）和作业者的实际流通路线进行分析，达到**改进**现场布置和移动路线、缩短搬运距离的目的。

◆主要分析“搬运”或“移动”路线

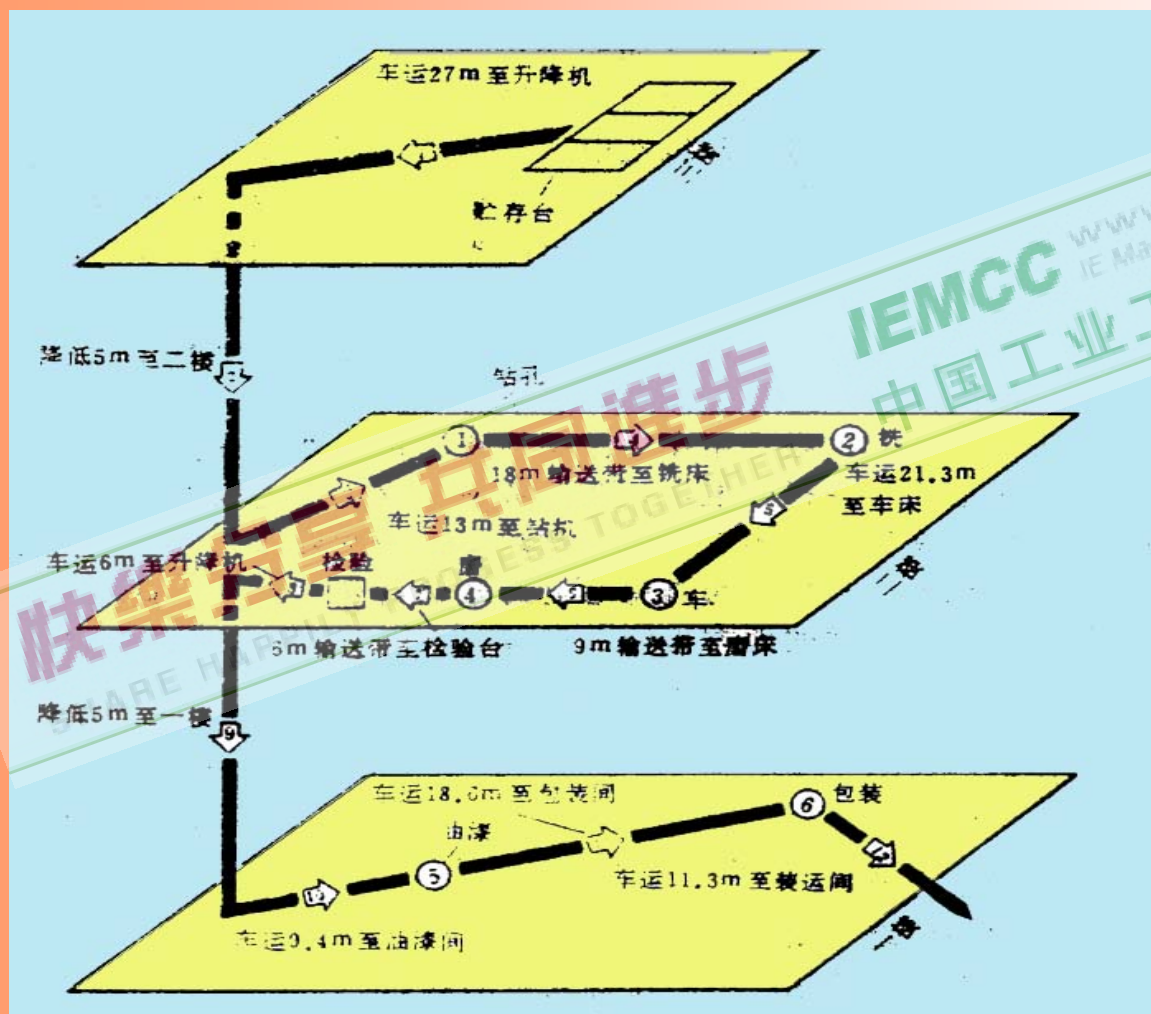
一零件的加工线路图 (1)



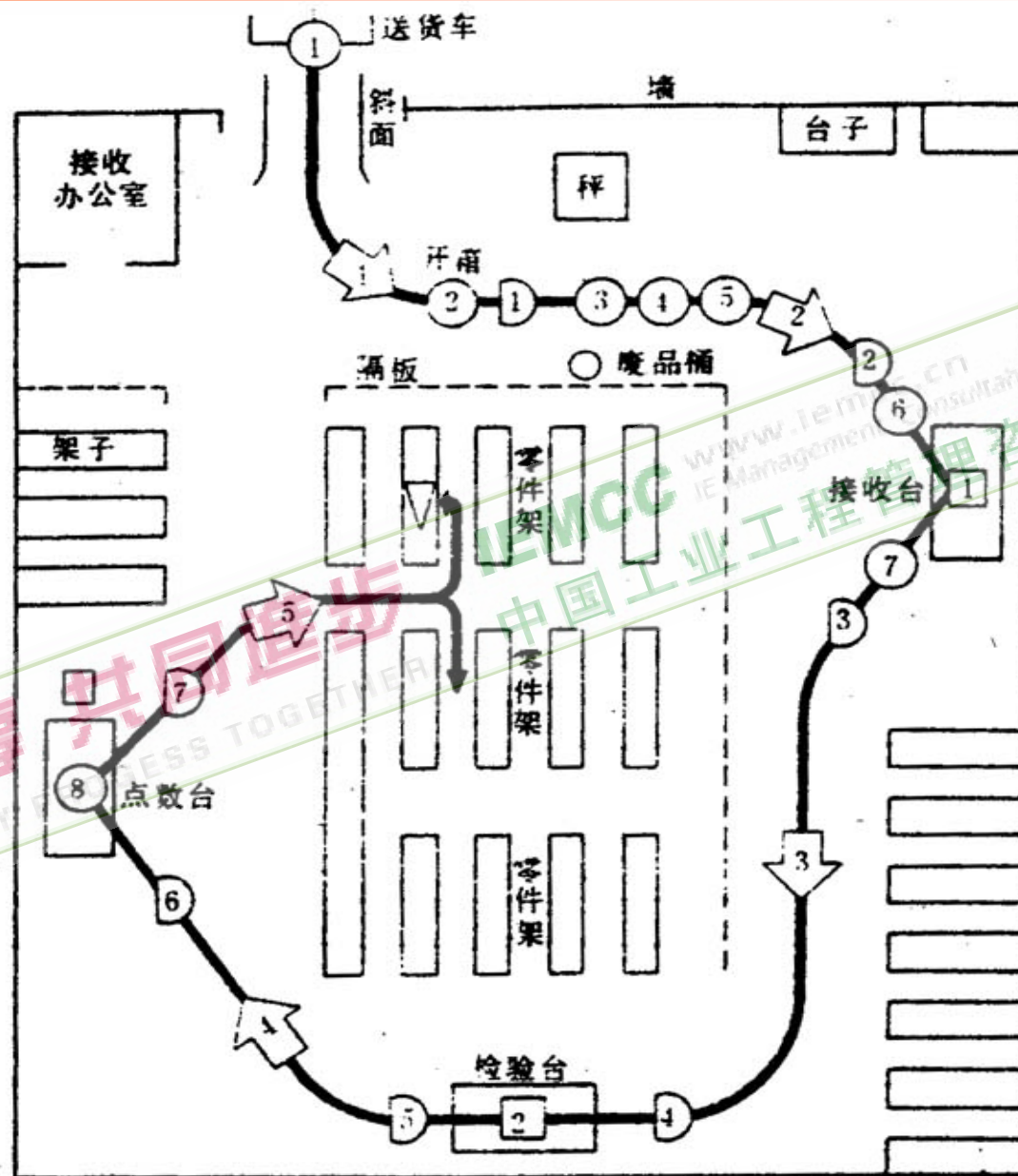
一零件的加工线路图（2）



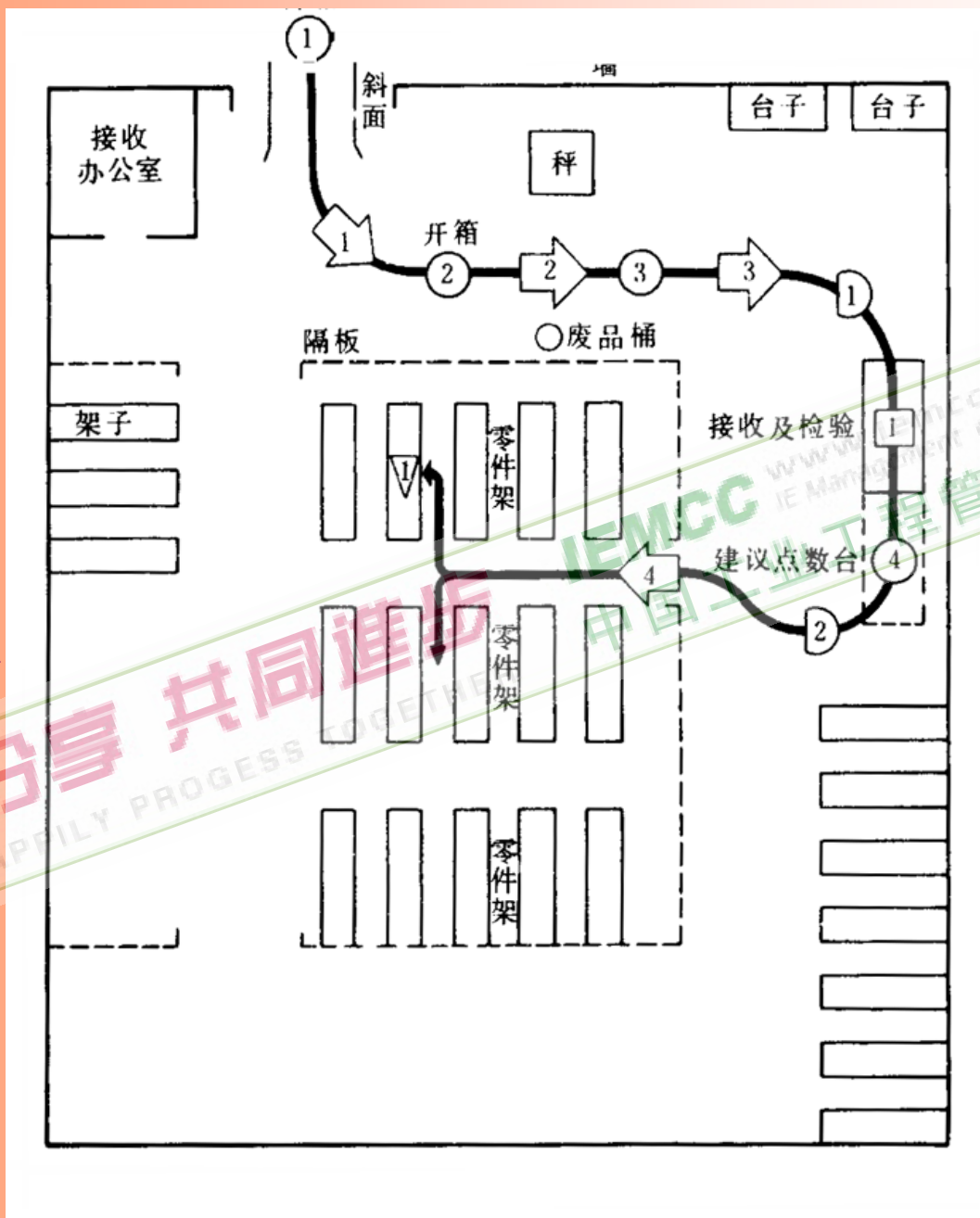
立体线路图



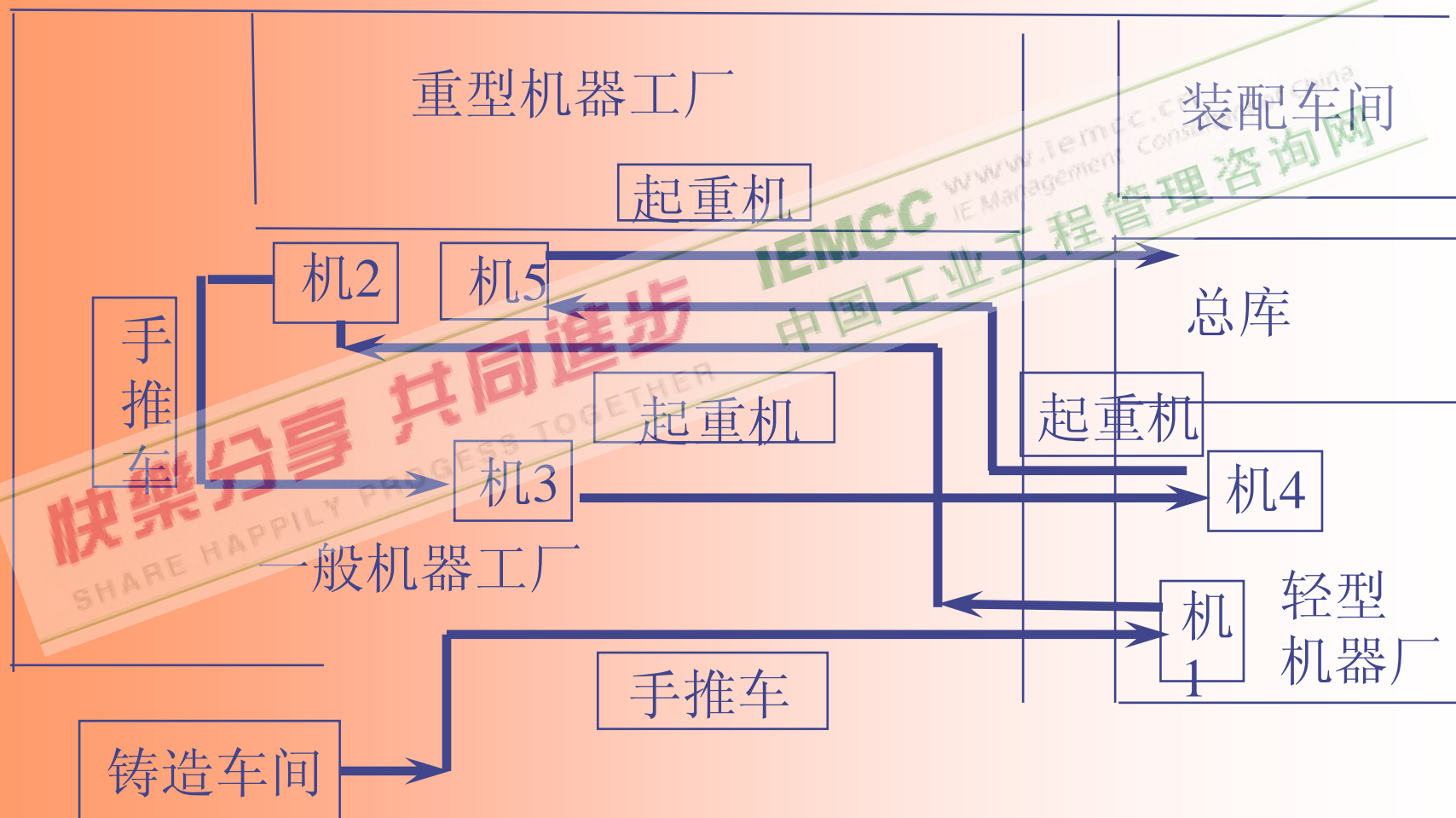
线路图实例(1)



线路图实例改进(1)

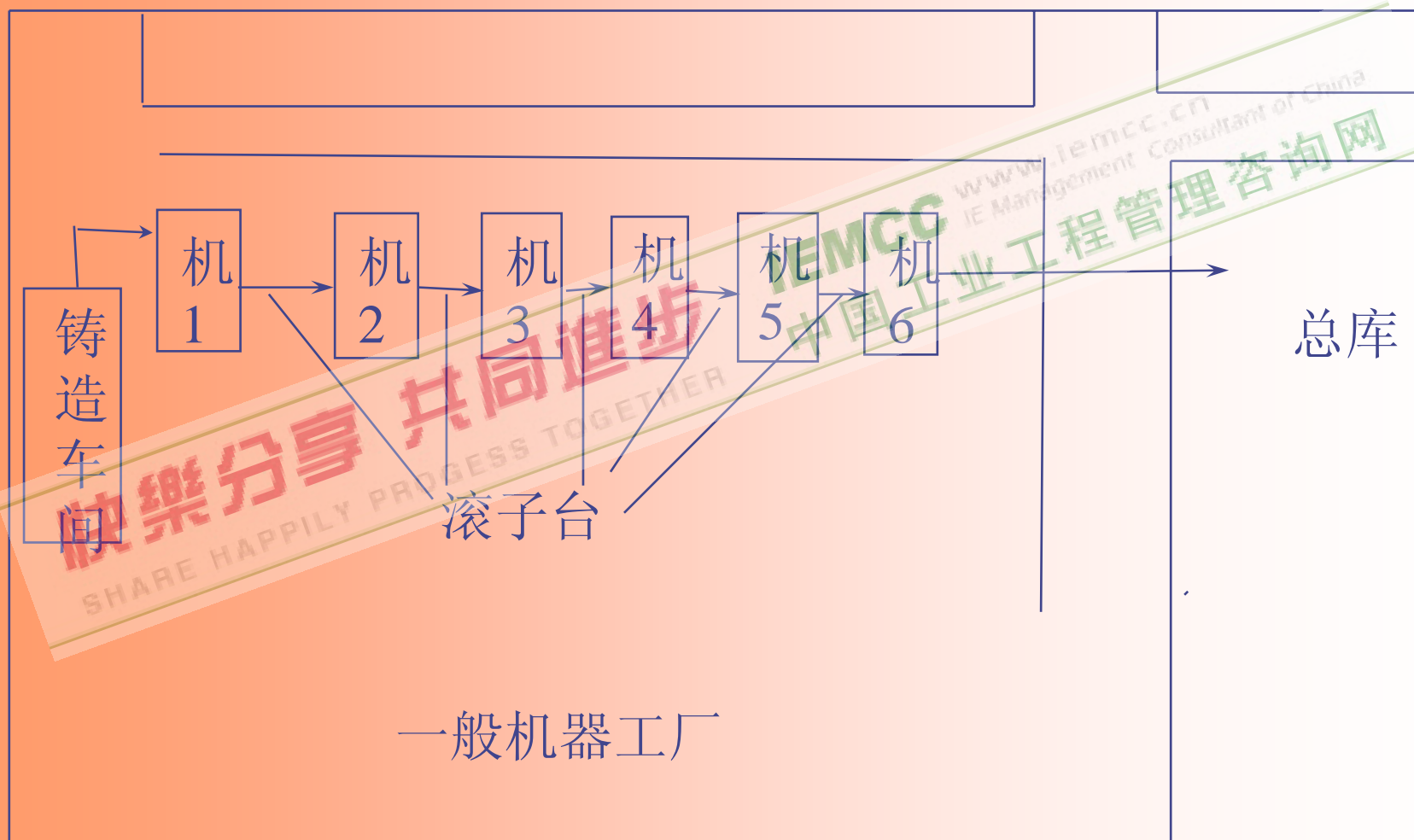


线路图实例（2）



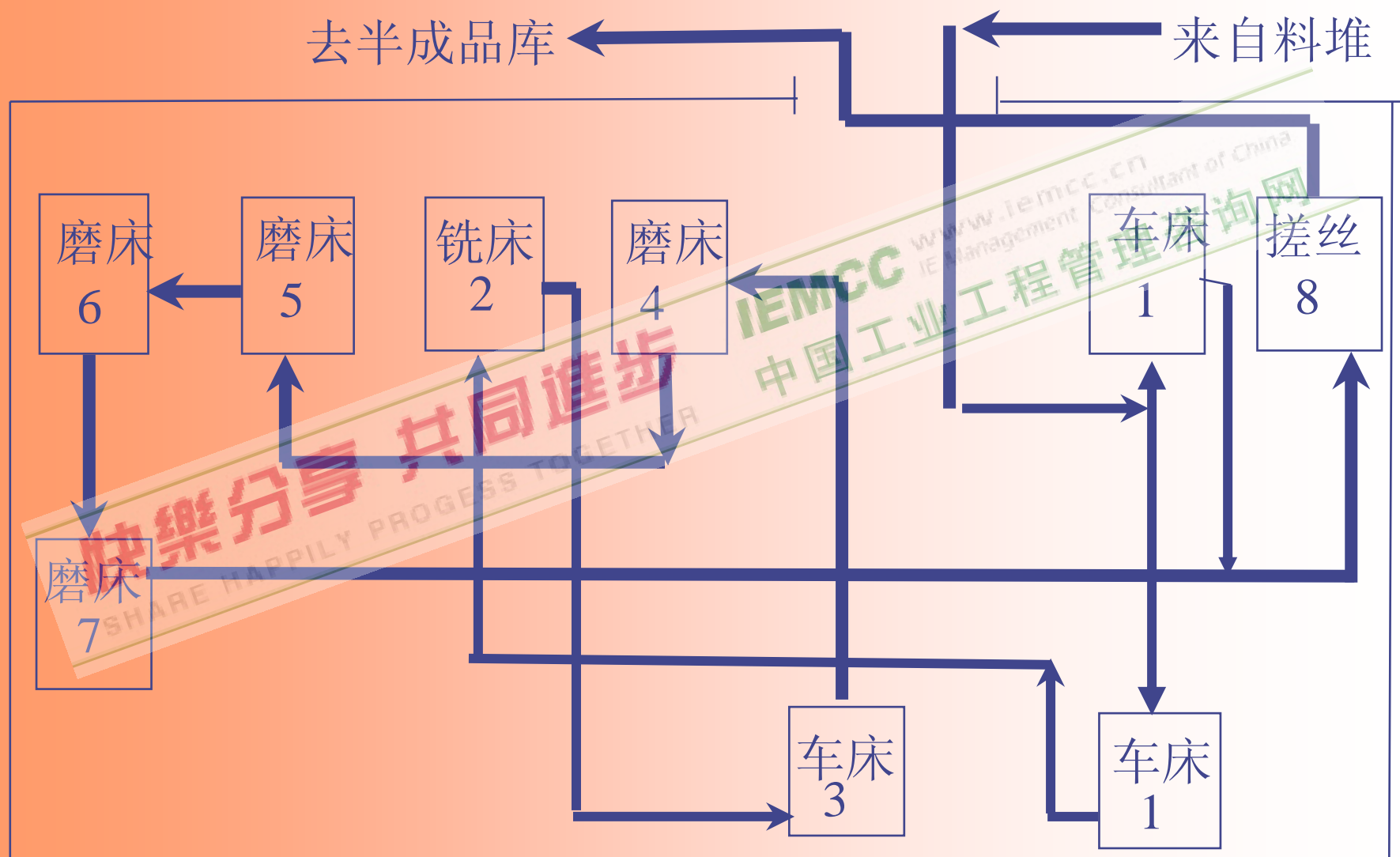
线路图实例（2）

改进：



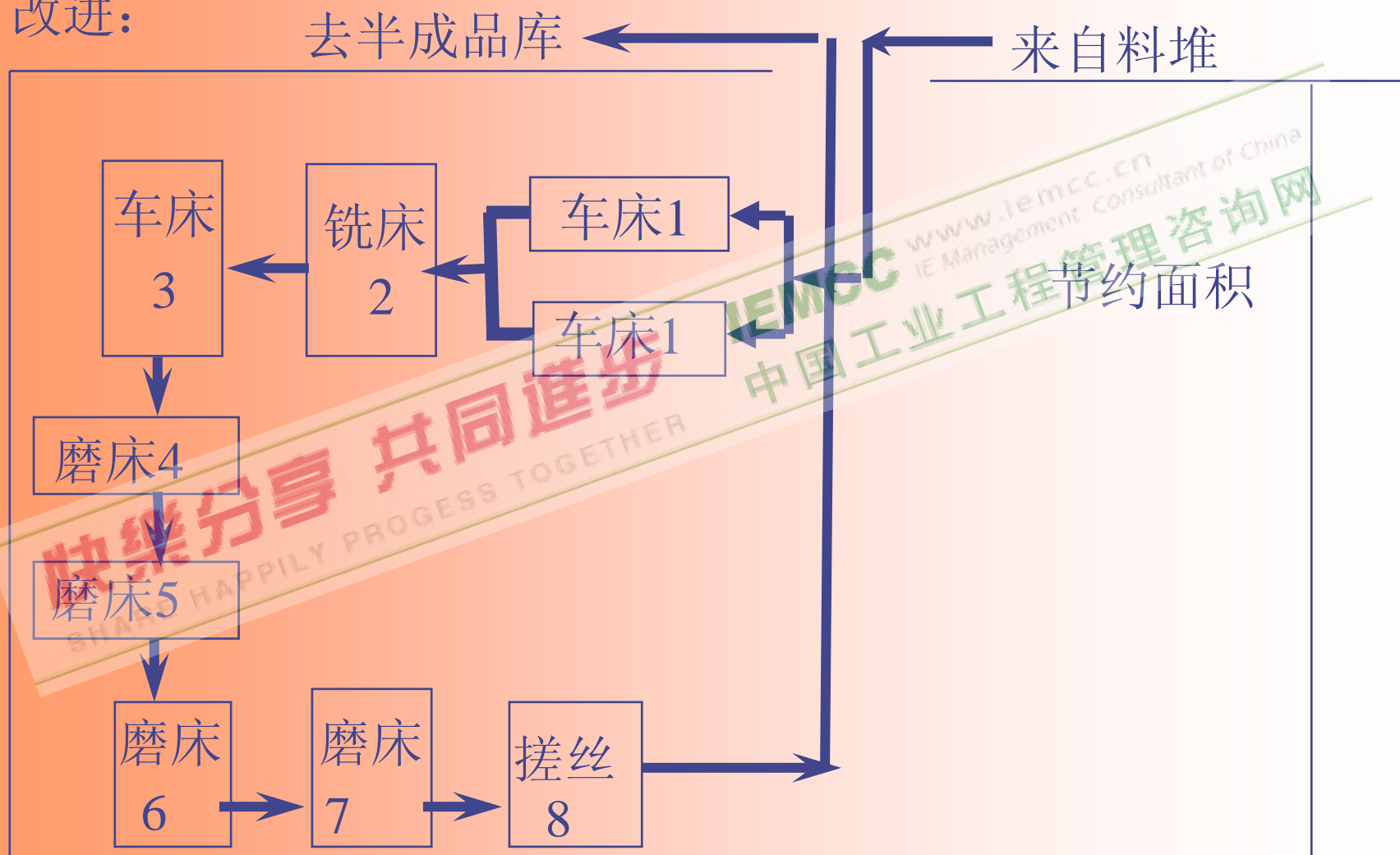
去半成品库

■ 来自料堆



线路图实例（3）

改进:



课堂作业：线路图运用练习

- ◆自选加工内容绘制线路图；
- ◆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	1.3/3.3=39%	
	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N02集装箱

工人甲装N01集装箱

工人乙等待

第二次5min：吊车等待

工人甲继续装N01集装箱

工人乙装N02集装箱

第三次5min：吊车运送工人甲装的N01集装箱

工人甲等待

工人乙继续装N02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:

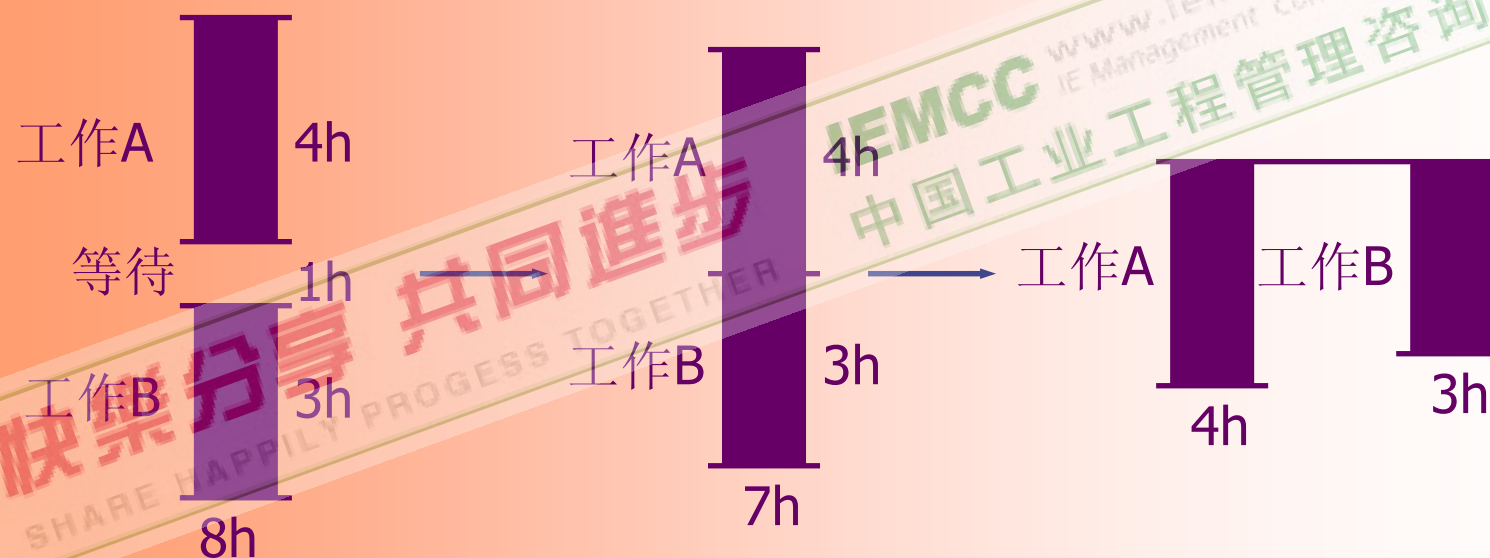
工作名称： <u>装运零件</u>					
方法： <u>现行</u>		研究人：		日期：	
吊车		工人甲		工人乙	
运送NO2	5	装NO1	10	空闲	5
空闲	5			装NO2	10
运送NO1	5				
统 计	周程	工作时间	空闲时间	利用率	
	吊车	15	10	5	10/15=67%
	工人甲	15	10	5	10/15=67%
	工人乙	15	10	5	10/15=67%

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: <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.图的中間分別記錄左右手動作。用下列符號：

O：表示操作，即握取、放置、使用、放手等動作。

→：表示搬運，即手的移動動作。

D：表示等待，即手的延遲、停頓。

▽：表示持住，即手持住工件，工具或材料的動作。

注意：左右手的同時動作應畫在同一水平位置，並界要多次核對左右手的关系，使記錄準確無誤。

4.記錄完左右手動作後，應將左右手的動作分別進行統計，統計資料可放在左右手動作的右方或右下方。



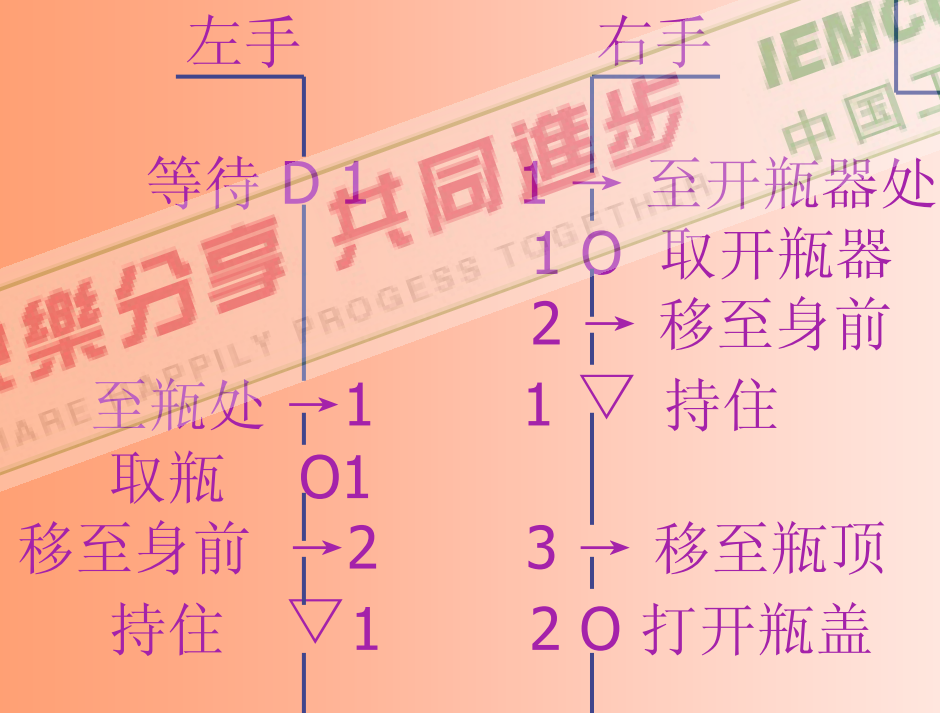
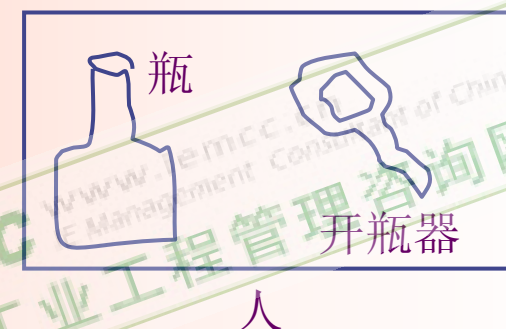
双手作业图

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。

快樂分享 共同进步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

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

动作分析

动作分析的种类和特征

方法		目的	分析对象
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
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
	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

动作分析

动作分析的种类和特征

优点	缺点
<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	<p>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。</p>
<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
<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	<p>整套装置的费用高</p>

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

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

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	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?
动作要素				
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（1）

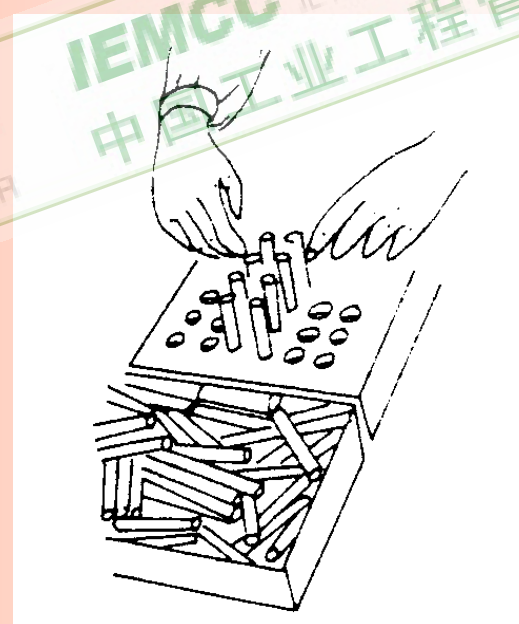
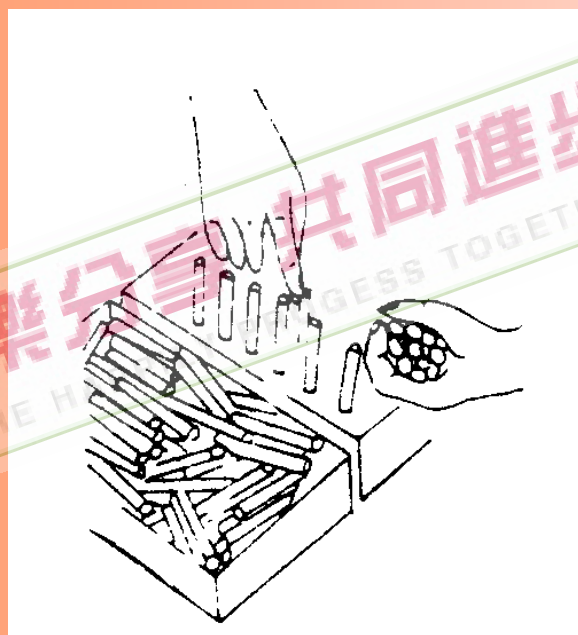
基本原则	I.减少动作数量	II. 双手同时动作	III.缩短动作距离	IV.轻快动作
要点 动作要素	是否进行多余的搜索、选择、思考和预置？	某一只手是否处于空闲等待或拿住状态？	是否用过大的动作进行作业？	能否减少动素数？
2 作业现场布置	1)将工具物料放置在操作者前面固定位置处 2)按作业顺序排列工具 3)工具物料的放置要便于作业	1)按双手能同时动作布置作业现场	1)在不妨碍动作的前提下作业区域应尽量窄	1)采用最舒适的作业位置高度

动作经济原则 (2)

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?
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)

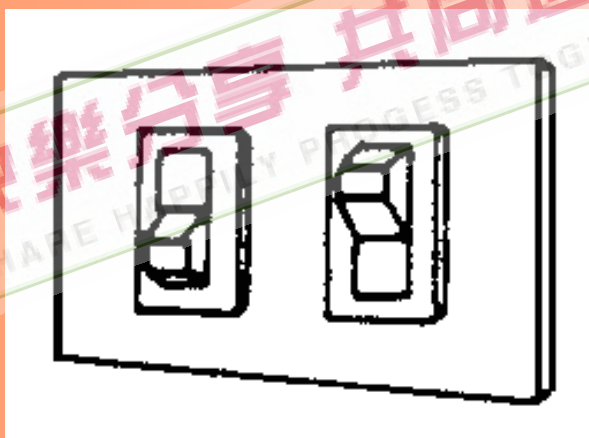
1、双手的动作应同时而对称



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

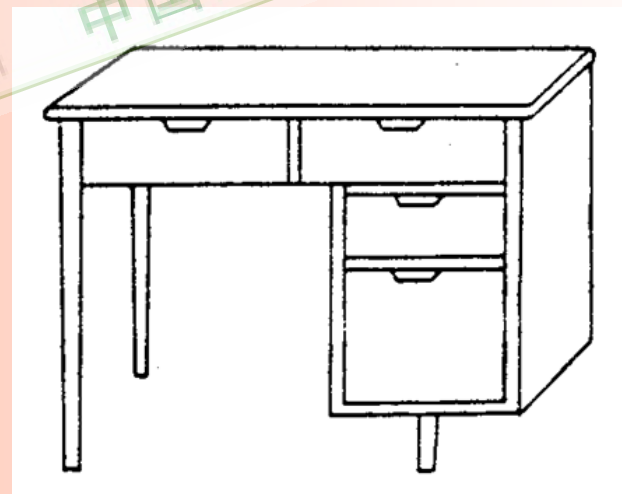
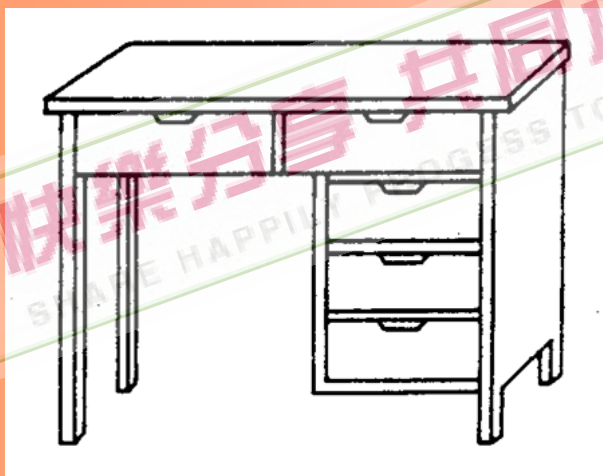
1) 电灯开关



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

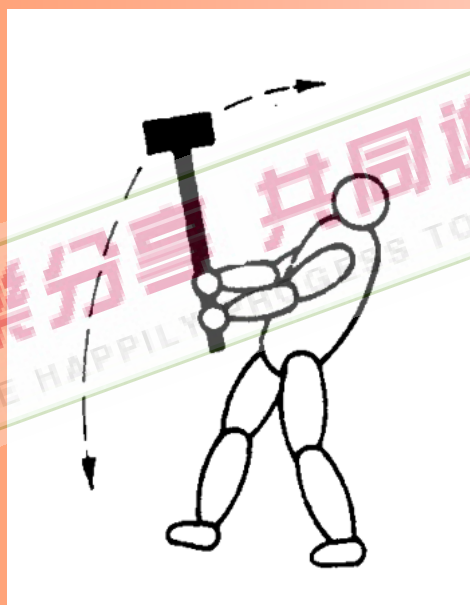
2) 办公桌的设计



动作经济原则应用（4）

3、尽可能利用物体的动能

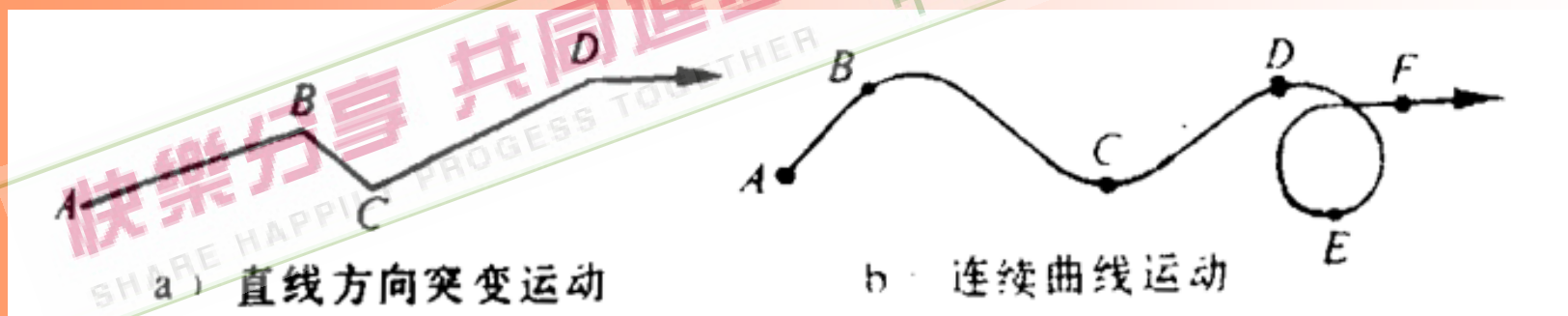
1) 工作物运动时，自然产生动能



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

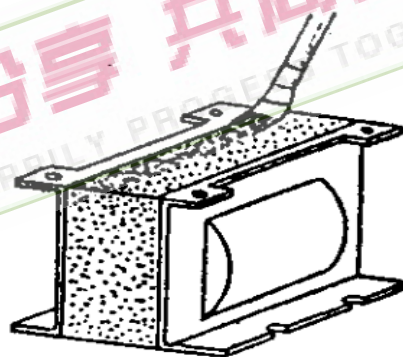


动作经济原则应用（6）

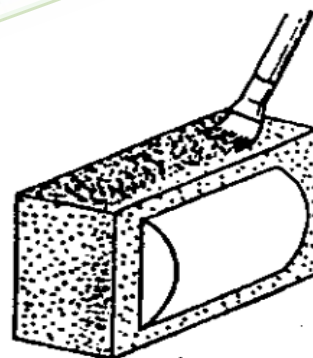
3、尽可能利用物体的动能

3) 动作应尽可能使用轻松自然的节奏

变压器涂漆



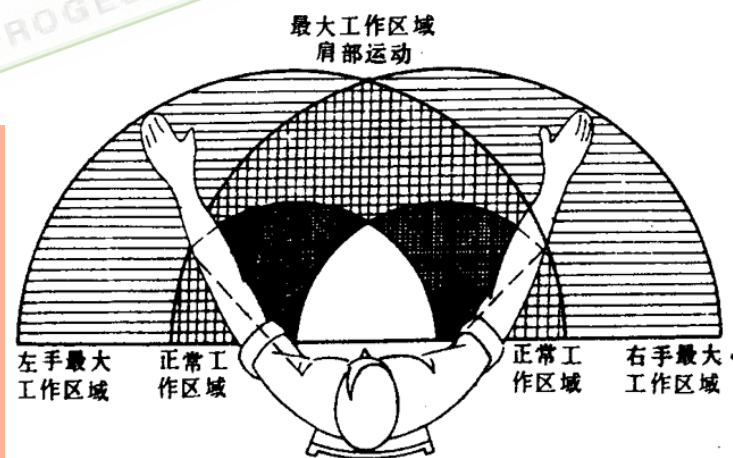
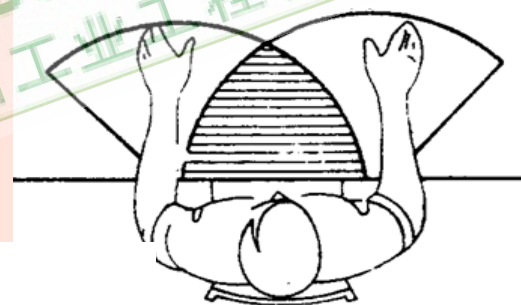
改善前



改善后

动作经济原则应用（7）

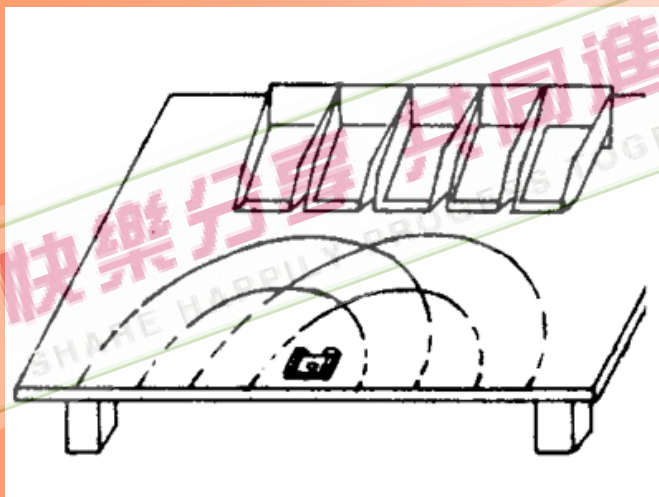
4、工具、物料应置于固定处所及工作者前面近出、并依最佳的工作顺序排列



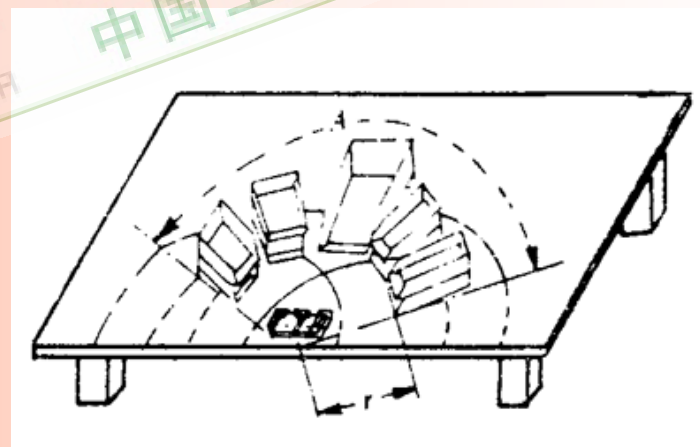
动作经济原则应用（8）

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

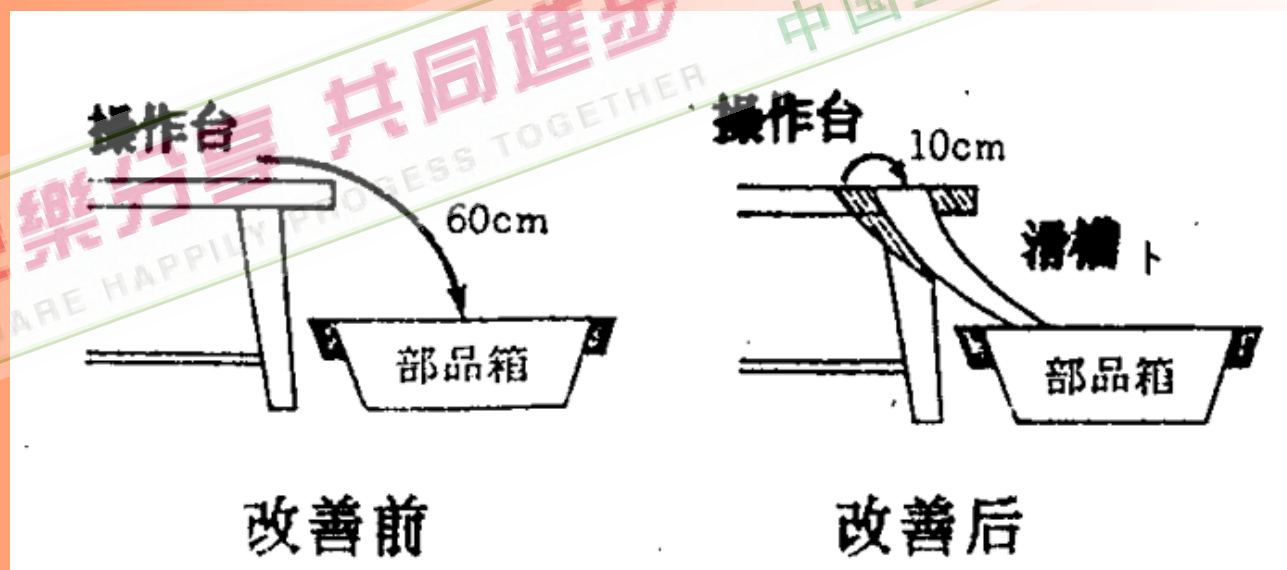


合理方案

动作经济原则应用（9）

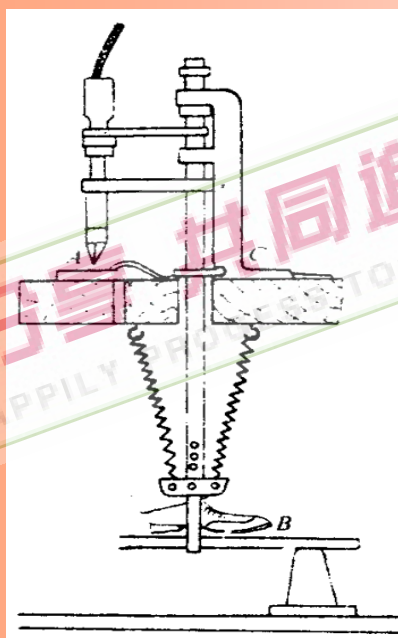
5、零件、物料应利用重力坠送至工作者前面近处

1) 完工的工件也可利用重力滑槽坠送至适当位置

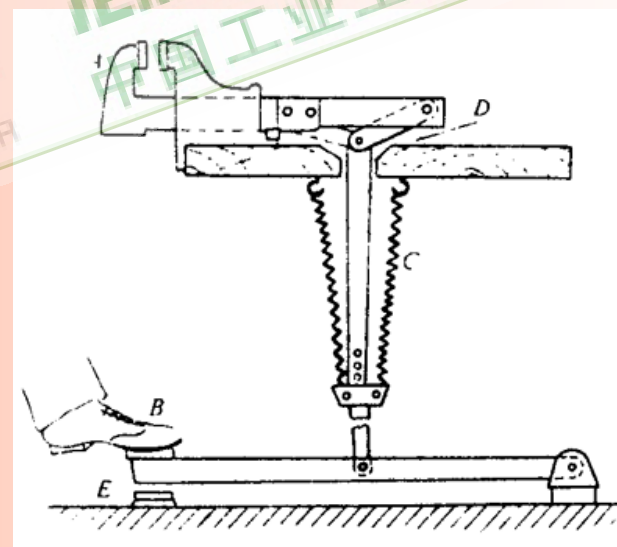


动作经济原则应用（10）

6、尽量解除手的工作，而以夹具或足踏工具代替



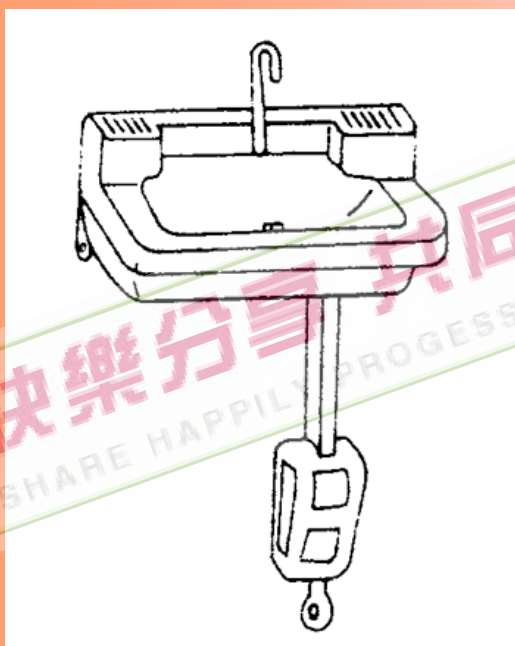
脚踏操纵的焊接烙铁



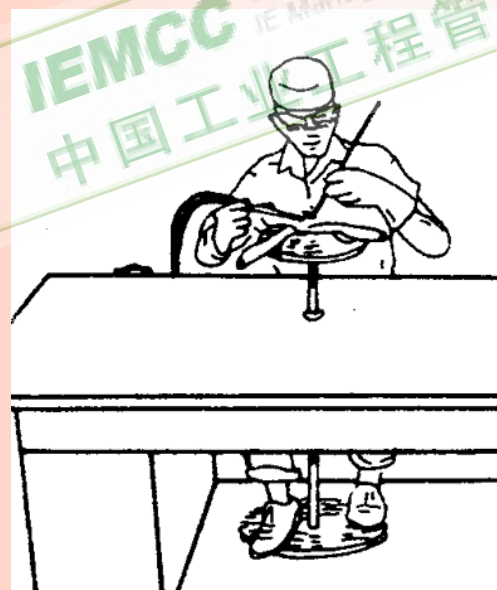
脚踏操纵的台式虎钳

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

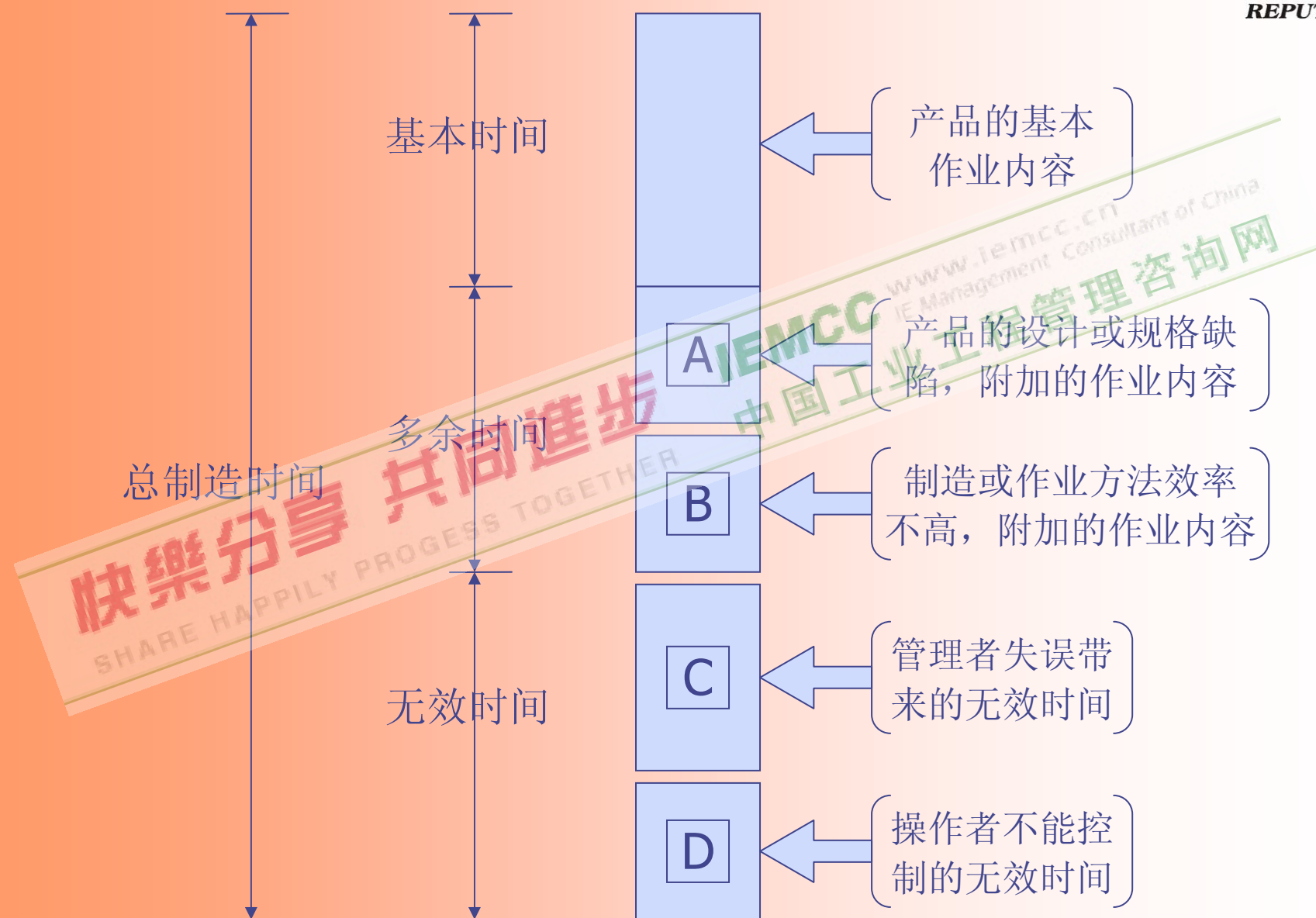
第四篇

工业工程之作业测定

快乐分享 共同进步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
中国工业工程管理咨询网
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China

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。

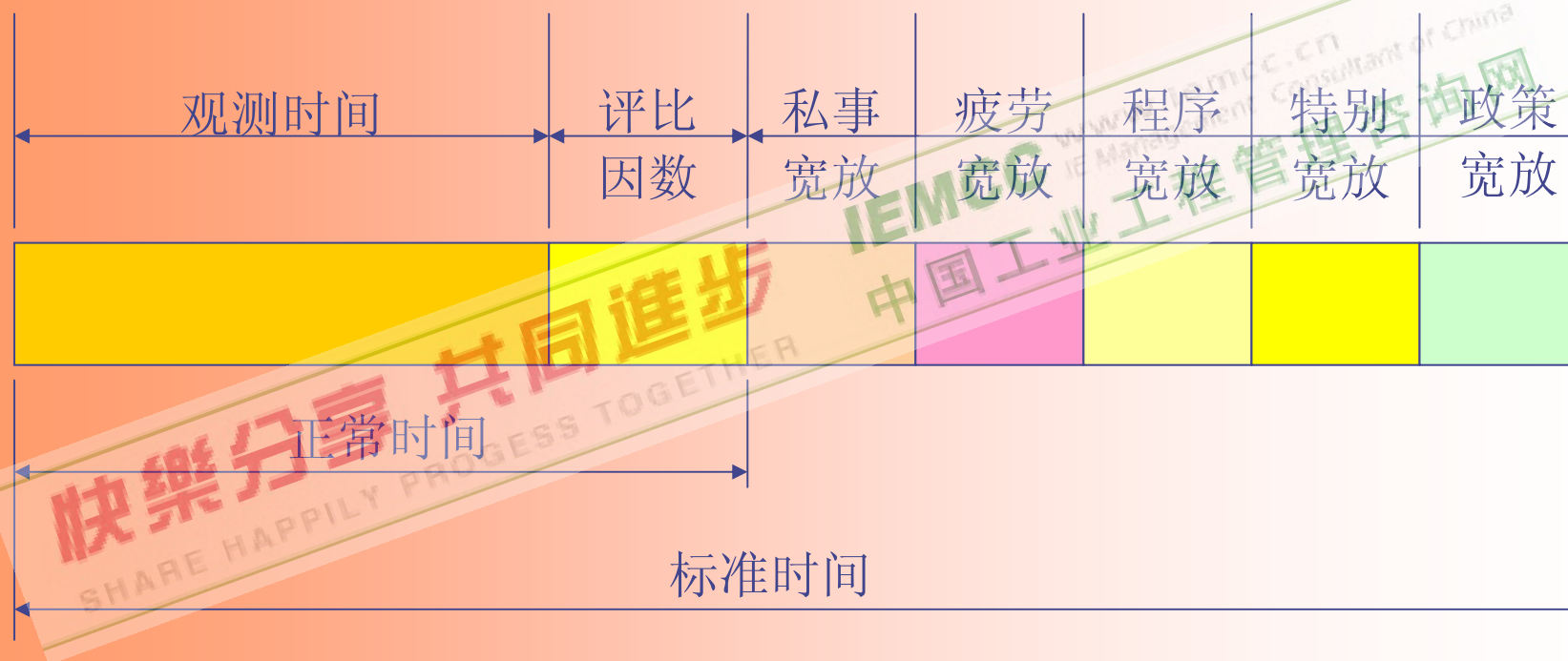
◆时间研究的工具：

- 1 秒表
- 2 观测板
- 3 时间研究表格

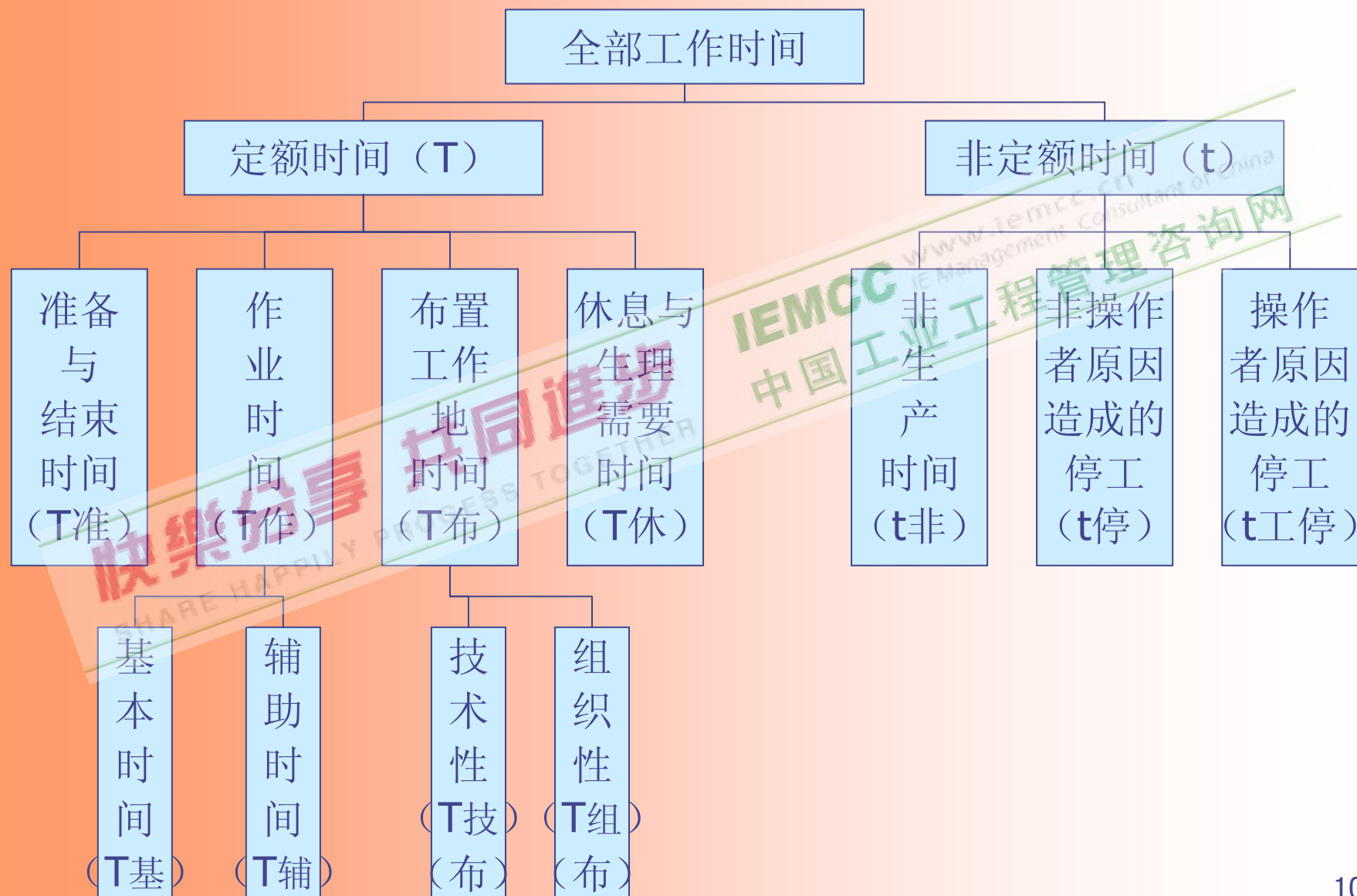
时间研究八步骤



标准时间的构成



工时消耗分类



标准时间与工时定额的关系

- ◆ 标准时间的侧重点在于找出规定条件下，按标准的操作方法进行工作时所消耗的时间，它对应于某一标准作业只有一个唯一的量值。
- ◆ 工时定额的侧重点是“规定一个额度”，所以即使同一作业，由于用途不同，可能有不同量值的定额值。

（1）标准时间是制定工时定额的依据；

（2）工时定额是标准时间的结果；

注意：“现行定额”是标准时间，而“计划定额”与“目标定额”则与标准时间有差异。

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

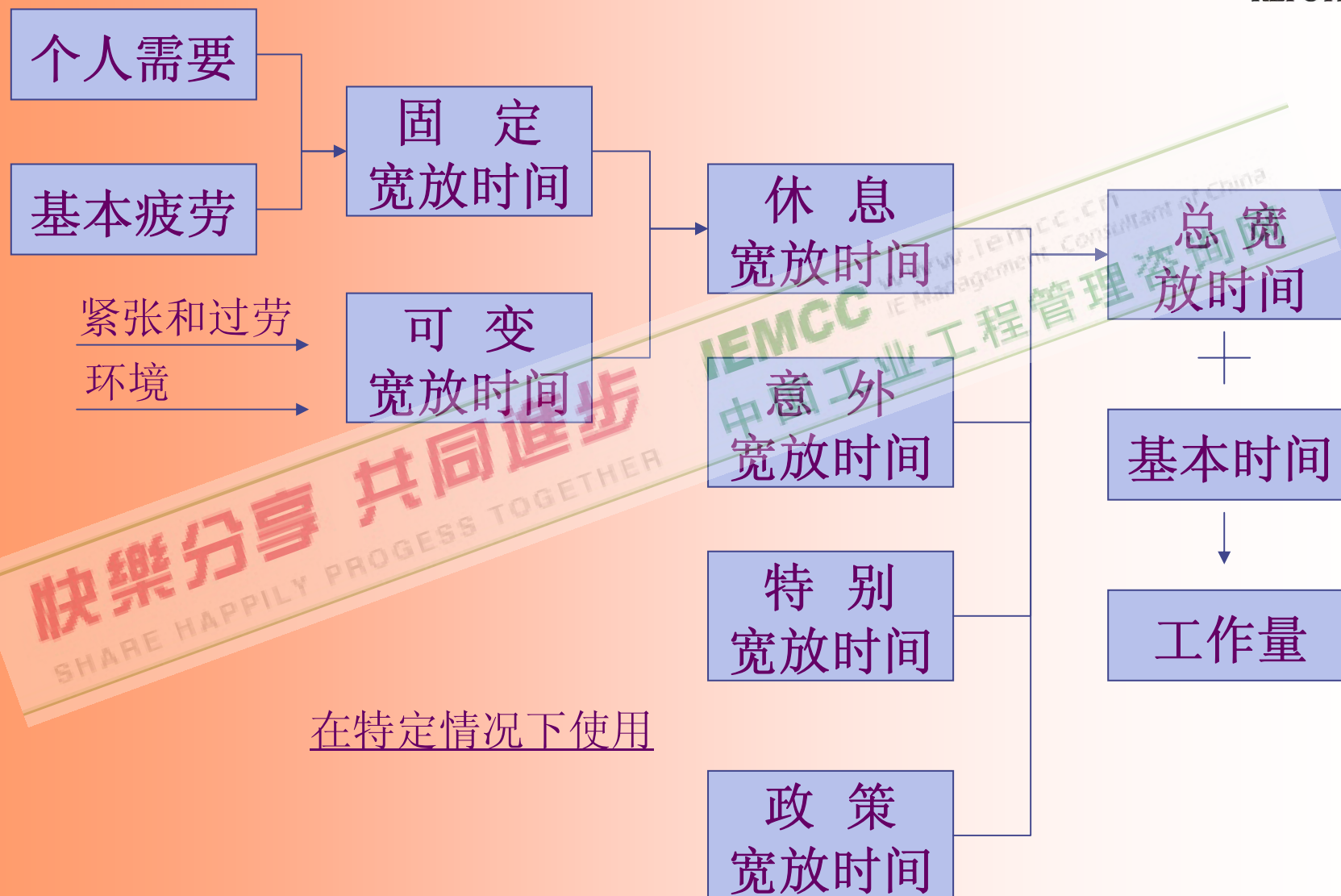
特别宽放

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

标准时间 = 观测时间 * 评比率 * (1 + 宽放率)

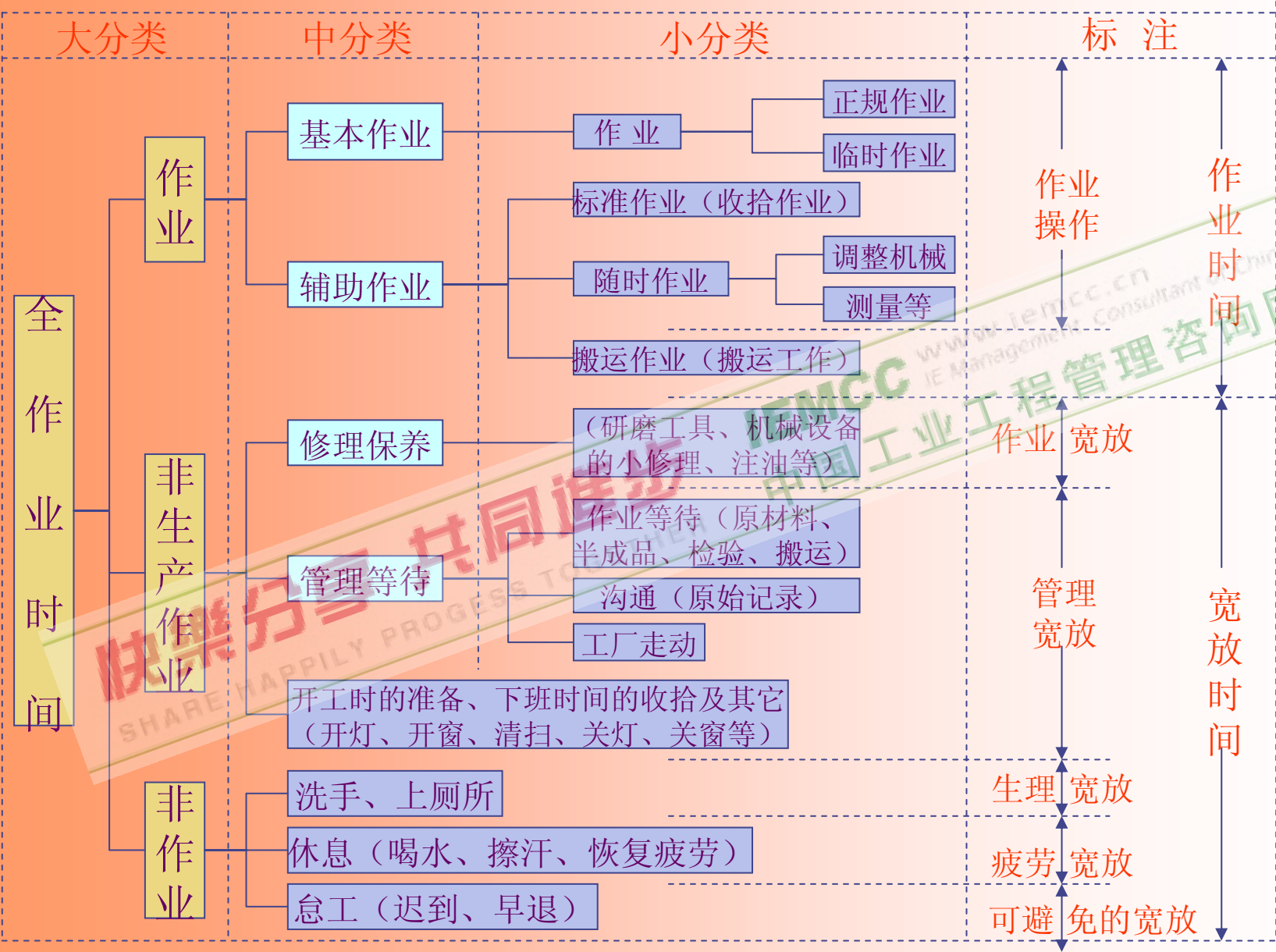
$$= 0.8 * 110 / 100 * (1 + 0.05)$$

$$= 0.88 * 1.05$$

$$= 0.924 \text{min}$$

工作抽样

- ◆概念：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，并按预定的目的整理、分析所调查的资料，得出需要的结果。
- ◆优点：
 - 1) 节省费用和时间
 - 2) 可间断，无须连续
 - 3) 适用面广，无须专业培训
- ◆缺点：
 - 1) 距离较远的车间，路上花时间多
 - 2) 作业无法细分，只适用于第三、四层次的工作



机器工作分类表

第五篇

工业工程之学习曲线

快乐分享 共同进步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

学习曲线概述

◆含义：

又称为熟习曲线，是指在大量生产周期中，随着生产产量的增加，单件产品的制造工时逐渐减少的一种变化曲线。

◆学习主要指以下两方面：

- (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

◆学习公式 $Y=K*X^{-A}$

X=周程次数

Y=第 X 次的周程时间

K=第 一次的周程时间

A=学习速度常数（其数值视乎该项工作的复杂程度和操作者的素质等）

◆学习公式之特性

周程次数 (X)	周程时间 (Y) 分钟
1	10
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

周程时间

熟能生巧

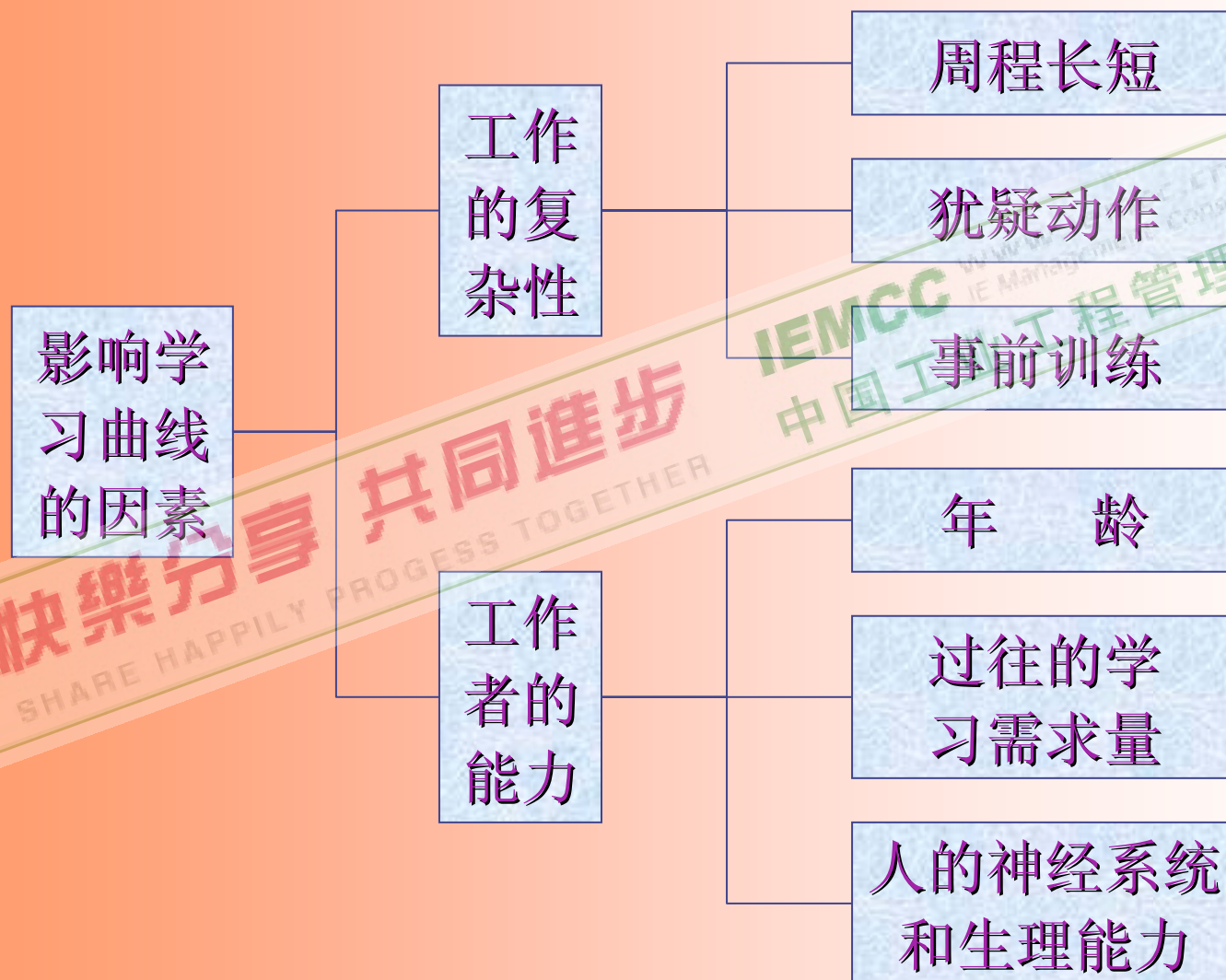
快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

90%学习曲线

80%学习曲线

周程次数

影响学习曲线的因素



人怎样学习



学习曲线应用

例如：对一条学习速率为**95%**的曲线，如果生产第一件产品需**10**个工时，生产第二件产品只需**9.5**个工时，生产第四件只须**9.025**个工时，以此类推，求：

- 1) 生产第**51**件产品的工时为多少？
- 2) 设产品的标准时间为**7**小时，要生产多少件产品才能达到标准时间？



学习曲线应用

练习：某企业生产某产品**1000**件，累计平均工时为每件**50h**，学习速率为**80%**。

现准备再生产**2500**件，求需要多少工时才能完成？

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
中国工业工程管理咨询网

第六篇

工业工程之生产线平衡

快乐分享 共同进步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
中国工业工程管理咨询网
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China

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

改善前

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

改善后

Line balancing图示

作业时间 29 25 20 10 秒						
工序	1	2	3	4	5	5
人数	1	1	1	1	1	5
作业时间	20	18	29	25	19	111
作业时间 人数	20	18	29	25	19	111

Cycle time

损失时间
作业时间

平衡损失率

平衡效率

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

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPY PRESS TOGETHER

IEMCC www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程咨询网

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）

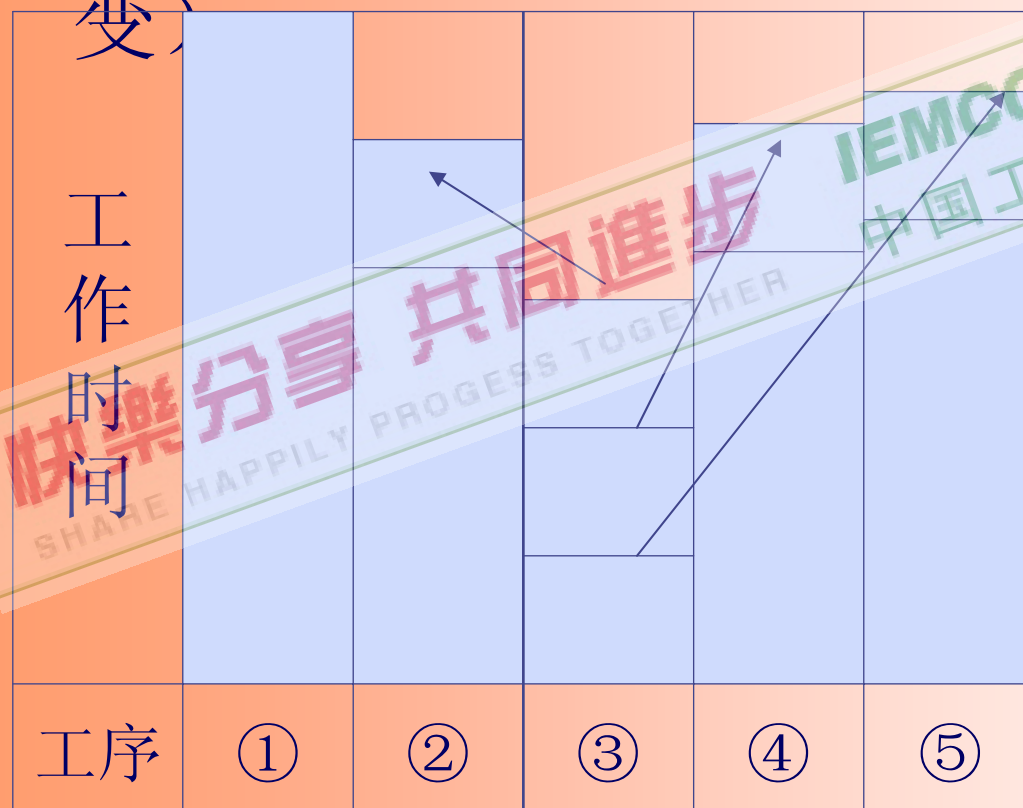
工作 时间					
工序	①	②	③	④	⑤

缩短生产节拍

将2工序里一部份
可抽调的时间转至
3工序里，以缩减
整体的生产节拍。

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）

工 作 时 间					
工 序	①	②	③	④	⑤

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，其中部份工作或会带来时间上之延误，此时生产线之组长应以援手协助。

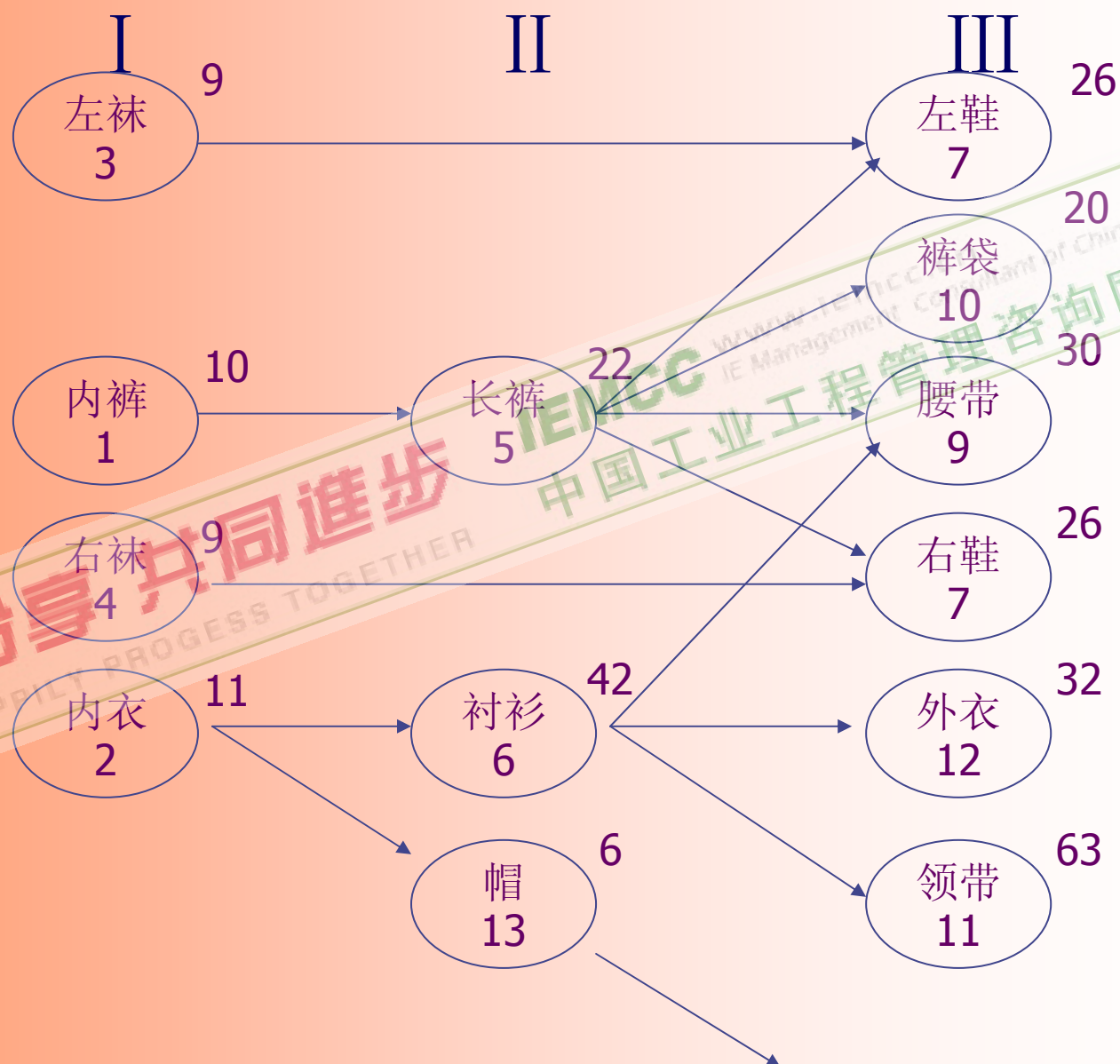


生产线平衡例子

	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	3, 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	

前列图

阶段



案例讨论：生产线平衡

- ◆ 每组自选生产线平衡案例研究讨论；
- ◆ 画出改善前后的生产线并对比；
- ◆ 计算平衡率和平衡损失率；
- ◆ 选一个代表说明改善方法；
- ◆ 集体点评；
- ◆ 时间：15分钟

第七篇

工业工程之搬运布置

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

搬运改善的目标

统计表明，对于多数工厂而言：

- ◆ **制造费用的25%—40%用于搬运；**
- ◆ **工程所需时间的40%属于搬运和滞留时间；**
- ◆ **安全事故的80%是在搬运过程发生的；**
- ◆ **搬运使不良品增加了20%。**

搬运改善的着眼点

- ◆整理整顿;
- ◆操作改善;
- ◆摆放的方法;
- ◆消除空洞搬运;
- ◆搬运的舒适化和安全化;
- ◆尽量使用自然力和机械进行搬运。

搬运注意事项:

- ◆搬运通路上不应有障碍物;
- ◆消除搬运通路的凹凸不平;
- ◆消除斜坡, 或降低坡度;
- ◆搬运重心在支撑面内, 且尽量低;
- ◆减少急停和转弯

搬运活性指数

状态	说明	处理的工作				操作之次数	活性指数
		集中	立起	举起	移动		
任意放置	任意地放置于地面上、台上、棚架上	0	0	0	0	4	0
集中	集中放置于容器、箱子、袋子；或者捆扎起来	x	0	0	0	3	1
附有枕木	放置于搬运台、枕木上、装货台上面，可以很快的取起来	x	x	0	0	2	2
车上	放置于车子上面	x	x	x	0	1	3
移动中	放置于移动中的输送带，或者射出口上面	x	x	x	x	0	4

搬运改善常用方法

1. 提高搬运活性

- 改善设计，使物品容易搬运
- 把物品尽量集中
- 减少再操作

2. 自动化

- 利用重力
- 利用机械
- 提高机械移动率

3. 改善搬运路线

- 减少通路的逆行和转弯
- 合理地缩短工作站之间的距离

- 做好机械设备的布置

4. 提高安全性

- 消除费力的搬运，减轻搬运疲劳
- 搬运作业标准化
- 提高机械移动率

搬运分析

◆搬运分析的基本记号

项目	记号	变化的内容	材料的状态
移动	○	材料位置的变化	动
处理	□	材料支持方法的变化	
加工	o	材料形状的变化	不动
停滞	▽	材料没有变化	

搬运分析

◆放置记号

项目	记号	状态
零星的放置	▽	随便零星地放在地上，台上的状态
整理妥当	▽	放入容器，或者捆扎好的状态
下面有垫物	▽ ┐	放置于搬运台的状态
车上	▽	装在车上的状态
移动中	○ ┐ ┐	在运输带或其它的自动传送装置上移动的状态



搬运分析




◆动力记号

动力区分	人工控制	记号
人力	要	
机械力	需要操纵	
	不需操纵	
重力	要监视	
	不要监视	


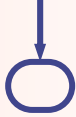


搬运分析

移动线

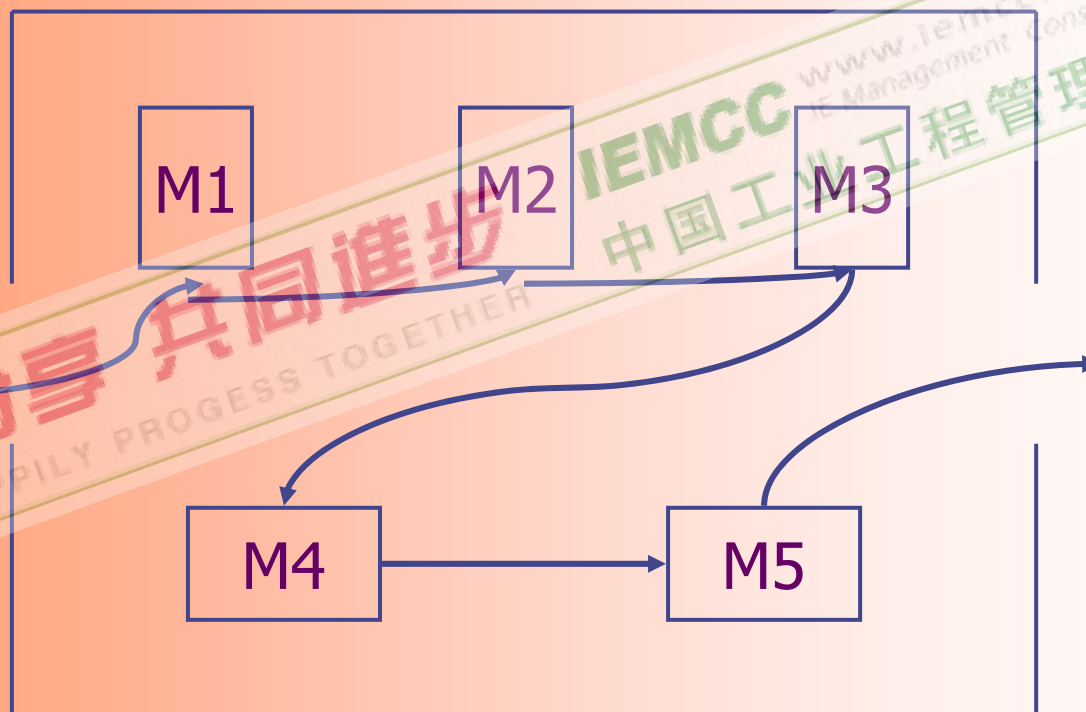
移动主体	线型	颜色
材料	 实线	黑
人	 虚线	红
搬运工具	 点线	蓝

其它记号

项目		记号
处理	抬起	
	卸下	

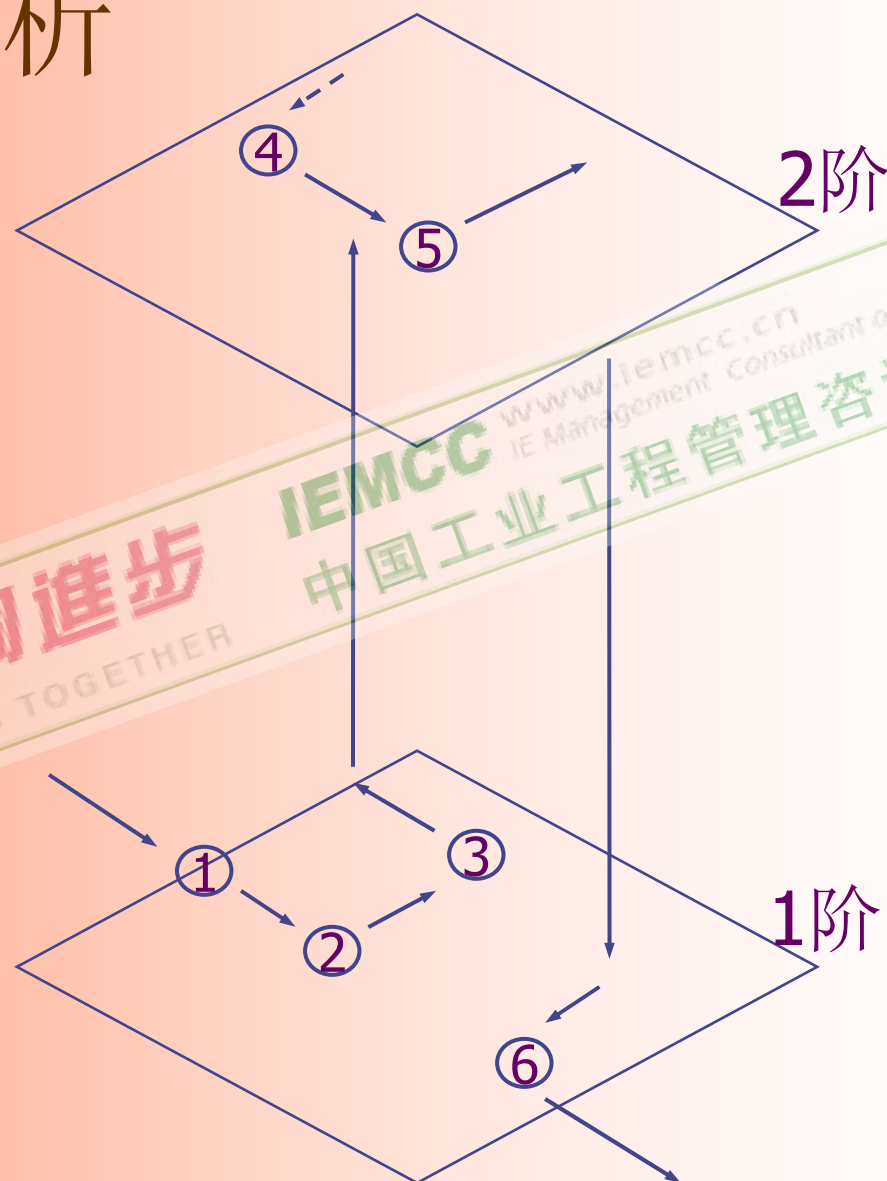
搬运通路分析

◆平面流动图



搬运通路分析

◆ 立体流动图



快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

IEMCC
中国工业工程管理咨询网
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China

讨论：如何搬运？

- ◆列出自己公司搬运的项目和距离；
- ◆分析搬运的合理性；
- ◆归纳出搬运过程中的问题；
- ◆如何改善？
- ◆选一个代表发言；
- ◆集体点评，评出一个优胜小组；
- ◆时间：15分钟

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

- ◆ 学习曲线

- ◆ 生产线平衡

- ◆ 搬运布置