

IE 應用及瓶頸改善方法

实用工业工程

IE= Industrial Engineering



永续经营之根本

所谓管理，是指利用拥有的资源，建立过程控制，完成增加价值的转换（或称新的价值）过程。



产品价值 \geq 资源 + 管理成本

永续经营之根本——持续获得利润

四类成本改善方法

类 别	责任归属
战略型成本变革	经营层、高层管理者
系统型成本革新	中高层管理者、经营层
成本改善技法	工人、中低层管理者
运动型降低成本	经营层与全体员工

IE工业工程法、VA价值
分析法、QC统计手法

中国工业工程咨询网 www.ilmcc.cn 收集整理

JIT精益生产、TQM全面质
量管理、SCM供应链管
理、6 σ 、MRP（ERP）

什么是工业工程（IE）

工业工程(**Industrial Engineering**), 是对人员、物料、机器设备、信息所组成的集成系统进行设计、改善和实施的学科. 它综合运用数学、物理学和社会科学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, 对该系统所取得的成果进行确定、预测和评价。”

——美国工业工程师学会(**AIIE**)

什么是工业工程（IE）

- **IE**从事于设计、改革和设置关于人员、材料和机器设备的综合使用及消耗的详细分析，以求提高企业生产效率、利润率和经济效果。

——美国百科全书

IE是通过对人员、材料、机器设备组成的系统设计和改进，从而提高生产率并降低成本的技术

——日本**IE**研究会

IE作業範疇--认识企业是如何烧钱

- 企业常见8大浪费

库存的浪费
制造太多的浪费
不良修理的浪费
搬运的浪费
停滞的浪费
管理的浪费
动作的浪费
过分加工的浪费



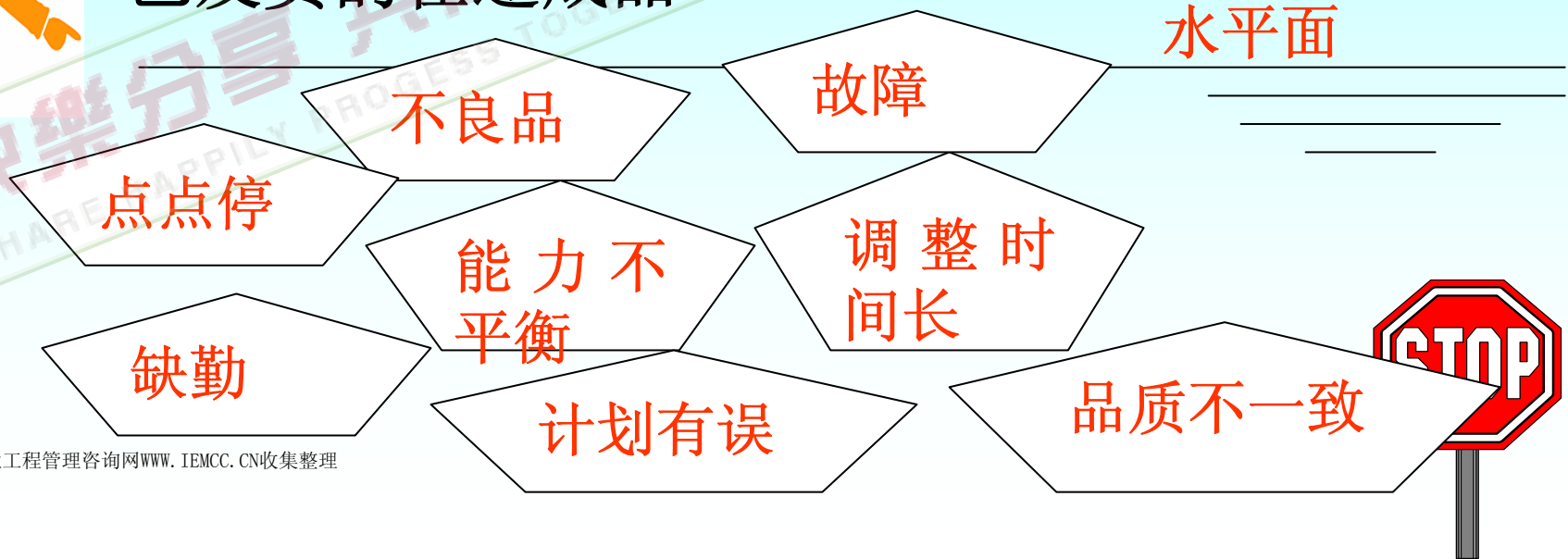
观念上：库存是企业负资产

- 辛辛苦苦一年才有10%纯利。
- 库存与在制品的金额占年度营业额30%以上，财务报表上是资产，但经营管理人员要将其认为是负资产

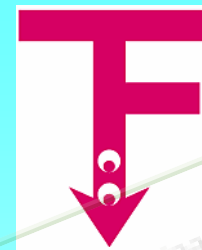
库存是万恶之源

以下全是库存浪费

- 零部件、材料的库存
- 半成品的库存
- 成品的库存
- 已向供应商订购的在途零部件
- 已发货的在途成品



制造太多的浪费



- 制造量 > 市场需要：是浪费
- 前工序生产（投入）量 > 后工序用量
- 过分强化个体的计件制，往往注意了局部利益，而忽略了全体效益

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

搬运的浪费

搬运是一种不产生附加价值的动作。搬运的损失，

分为放置、堆积、移动、整列等动作浪费。

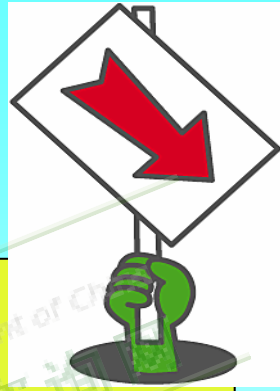
1) 物品移动所要的空间浪费

2) 时间的耗费

3) 人力、工具的占用

4) 搬运的物损

停滞（等待）的浪费



- 生产线的品种切换；
- 每天的工作量变动很大，当工作量少时，便无所事事；
- 时常因缺料而使机器闲置；
- 因上游工序发生延误，导致下游工序无事可做；
- 机器设备时常发生故障；
- 生产线未能取得平衡
- 有劳逸不均的现象
- 材料虽已备齐，但制造通知单或设计图并未送来，导致等待。

动作的浪费

传统生产方式是粗放式管理，各工序存在大量在制品，即使动作稍慢，对生产也不会有太大的影响，就不会潜心研究动作浪费造成的效率低下问题。



两手空闲的浪费

一只手空闲的浪费

动作中途停顿的浪费

动作幅度太大的浪费

拿的动作中途变换的浪费

步行的浪费

动作角度太大的浪费

动作之间配合不连贯的浪费

不懂技巧勉强动作的浪费

掂脚尖勉强动作的浪费

弯腰动作的浪费

重复动作的浪费

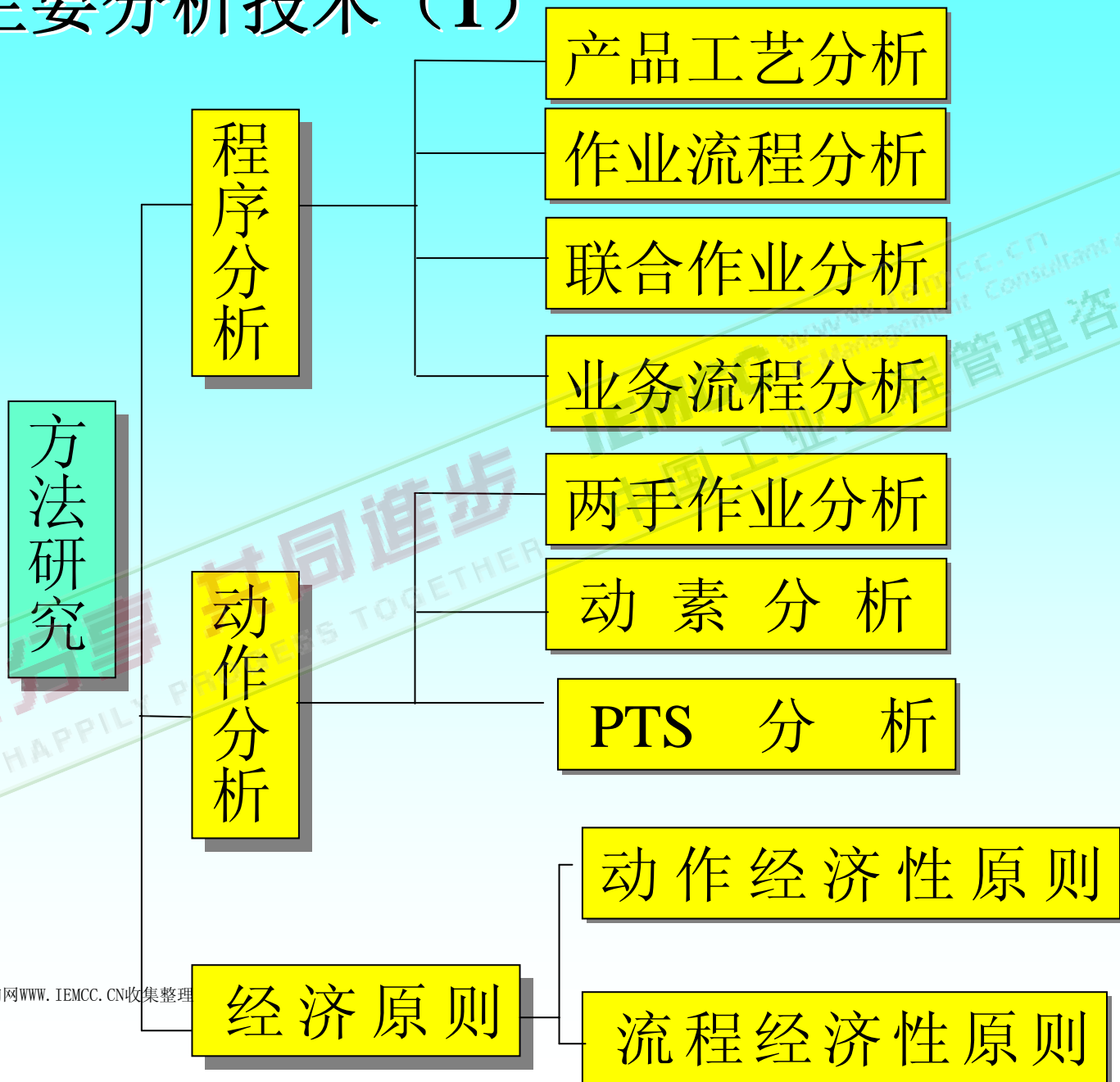
管理浪费

- 所有的事后管理与补救管理
- 救火式管理
- 重复管理等

快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

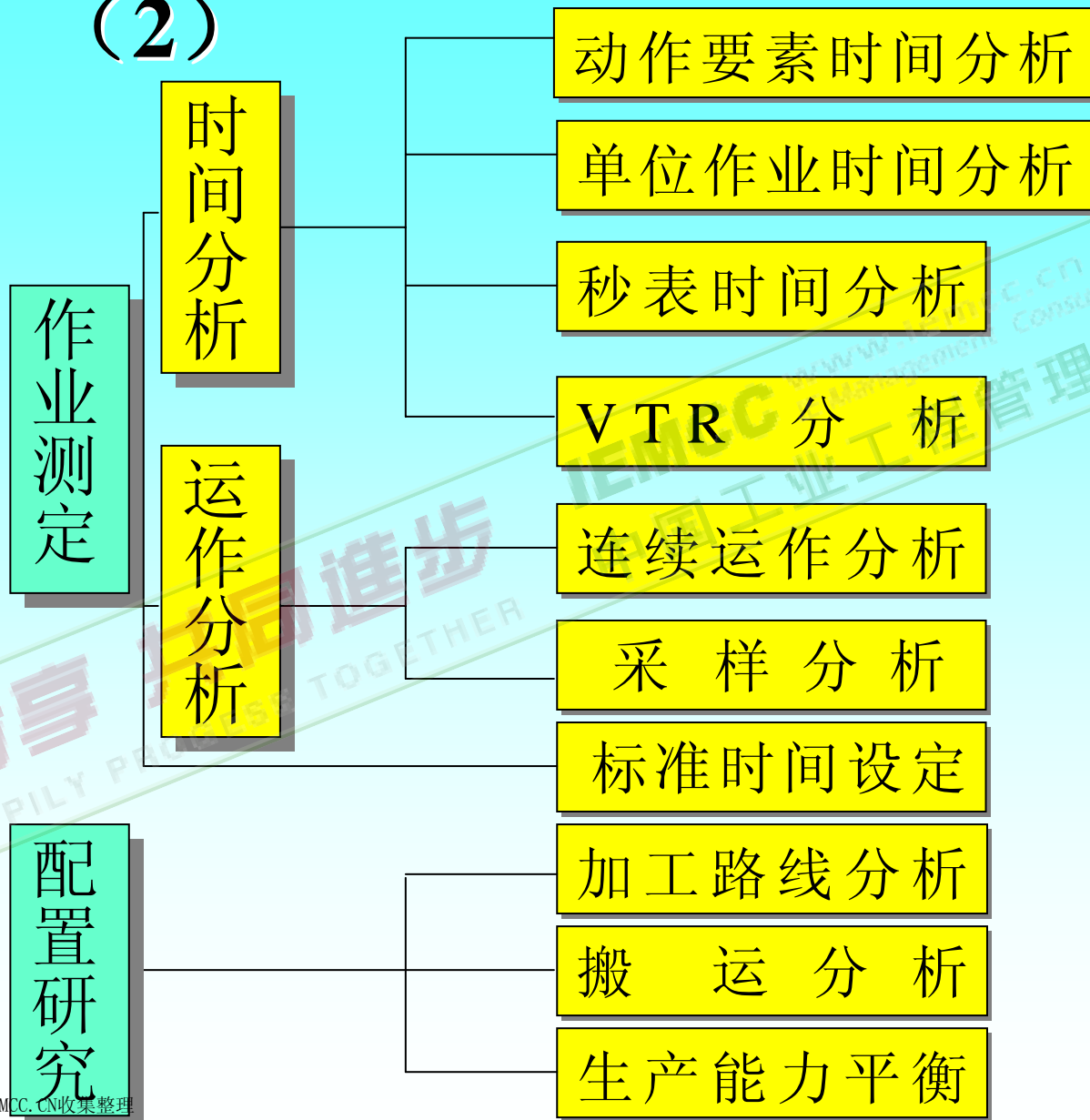
IEMCC
www.iemcc.cn
IE Management Consultant of China
中国工业工程管理咨询网

IE的主要分析技术（1）



IE的主要分析技术

(2)



标准资料

标准时间设定方法

生产工艺标准

工序设定标准

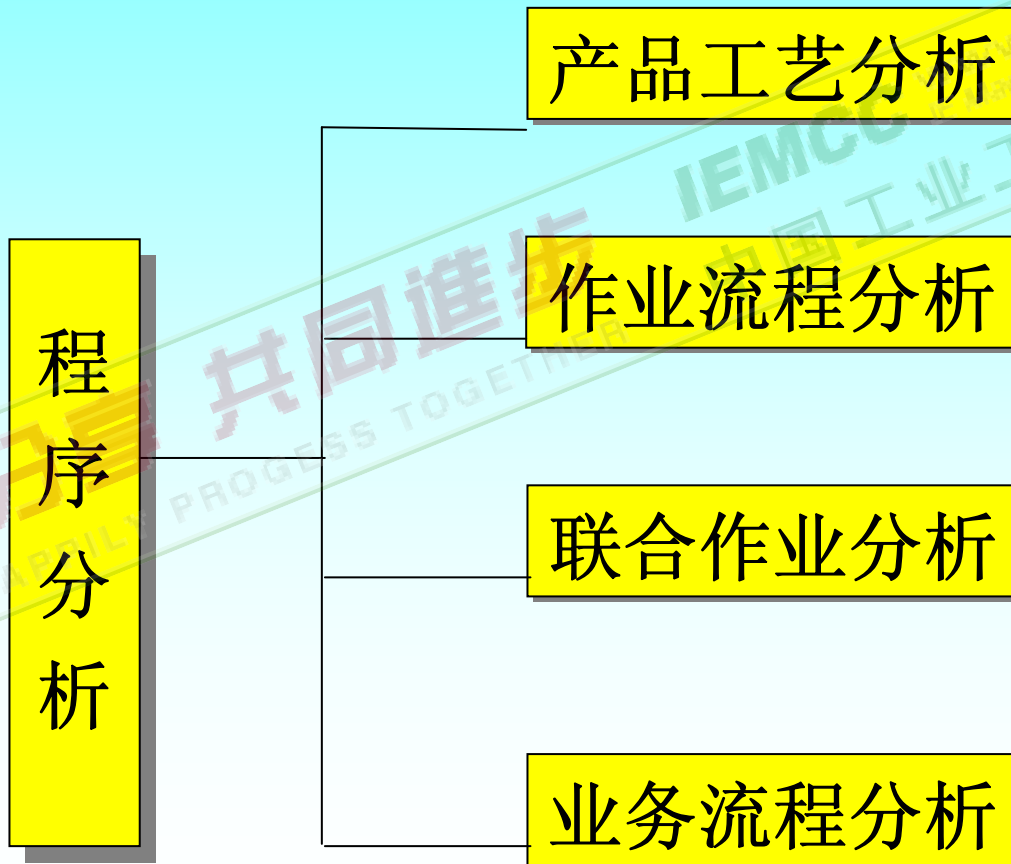
效率计算标准

为标准成本计算提供数据

程序分析

- 把工艺过程中的物流过程及人的工作流程以符号形式进行记录、设计的方法,通过它可以反映工序整体的状态,从而有效的掌握现有流程的问题点,并研究制定改善对策,以提高现有流程效率.

4大类程序分析




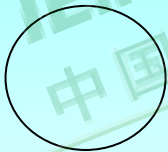
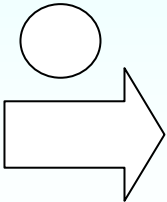
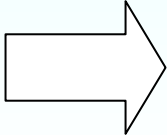
四大类生产工序

- 加工（组装）工序
- 检查工序
- 搬送（运输）工序
- 停滞（储存）工序

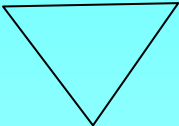
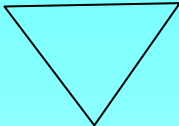
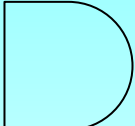



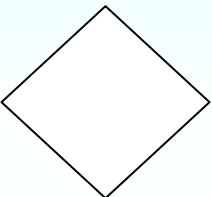
快樂分享 共同進步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

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

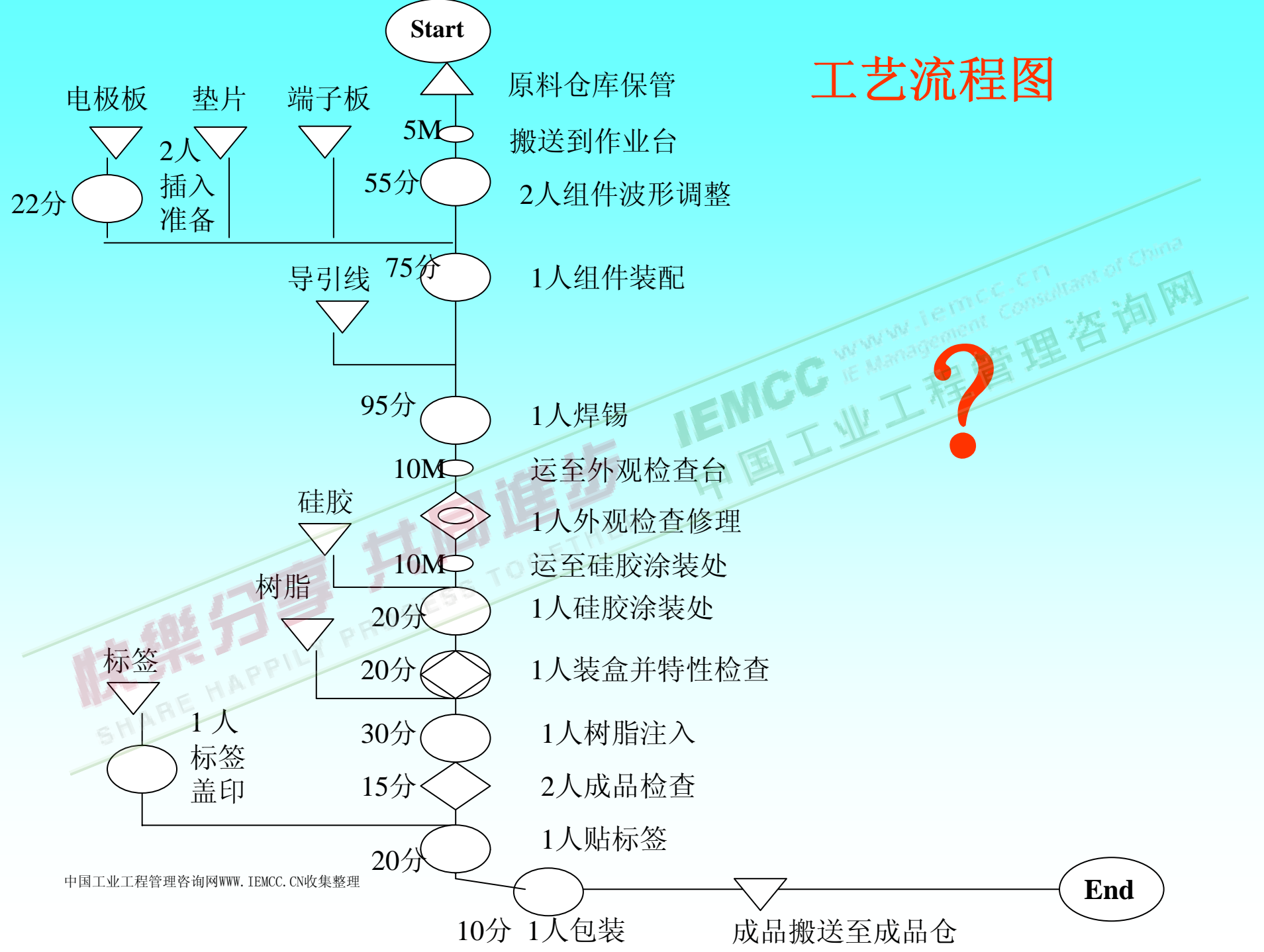
工序图示符号

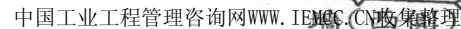
序号	工序名称	符号名称	日本 (JIS 的 规定)	美国 (ANSE 的 规定)	符号表示的内容
1	加工	加工			表示原料、零件或产品，依其作业目的而发生物理或化学变化状态
2	搬运	搬运			表示原料、零件或产品由某位置移动另一位置的状态，日本符号圆的大小为加工符号的1/2-1/3。

工序图示符号2

3	停滞	贮存			表示原料、零件或产品，不在加工或检查状态而是处于贮存或停留状态（预定的下一工序未能立即发生而产生的暂时的、不必要的停留）
		停滞			
4	检查	数量检查			表示对原料、零件或产品做数量检验或对其加以测定并将其结时与基准比较，以判定合格与否的质量检验。
		质量检查			

工艺流程图





5W1H法

5W1H	问题	改善方向
1.Why	目的是什么？	去除不必要及目的不明确的工作
2.Where	在什么地方执行？	有无其它更合适的位置和布局
3.When	什么时候做此事？	有无其它更合适的时间与顺序
4.Who	由谁来做？	有无其它更合适的人
5.What	做什么？	可否简化作业内容
6.How	如何做？	有无其它更好的方法

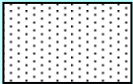


联合作业分析

- 经常有一人操作数台设备或多人共同进行一项作业，或者多人共享多台设备，这时为避免时间上的等待或干涉而对其进行效率改善的IE方法即联合作业分析。

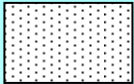


快樂分享 共同进步
SHARE HAPPILY PROGRESS TOGETHER

联合作业分析用符号

（无统一标准）

作业者		
	单独	与机械及其它作业者无时间关系的操作.
	联合	机械与人共同作业,相互制约作业时
	等待	由于机械或其它人的作业,造成作业者的等待

机械

	自动	与操作者无关,自动工作的状态
	手动	准备,安装,取下及手动,等作业者的活动,对机械的时间制约.
	等待	由于作业者的操作造成的机械停转,空转

ECRS原则

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

联合作业—负荷余力分析

- 3种负荷余力:

- 1、设备负荷能力（生产能力）

- 2、操作人员负荷能力

- 3、操作者可同时操作机器数量——

联合作业重点分析内容

业务流程分析

- 明确各部门日常业务所承担的责任与权利，形成清晰明确的流程。
- 对流程所用的数据与处理时间进行分析，
通过共享、取消、合并、重组与简化，形成即简洁、同时又相互管理执衡的流程。

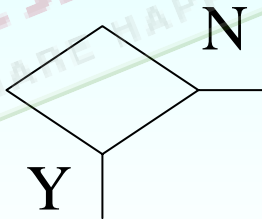
业务流程梗概图



处理过程中心业务

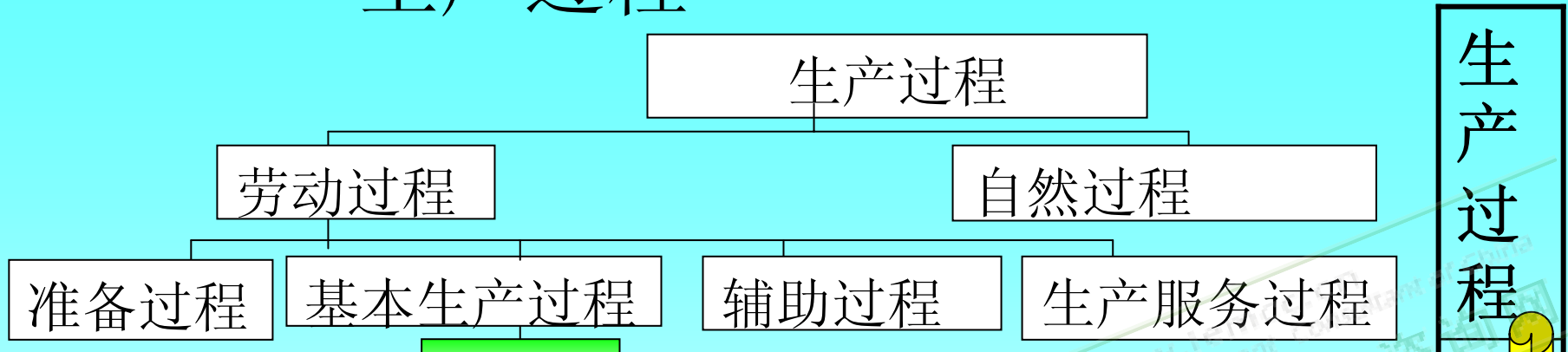


可选择过程



检查、判断或决策

生产过程



生产过程

程序分析是从大处着眼，用流程图记录与分析生产作业过程。

动作分析在宏观上确定了合理的程序之后，针对人体动作的细微之处的工时浪费等，寻求解决办法。尤其对重复性简单劳动循环中，减少工时浪费、降低劳动强度具有明显效益。

动作



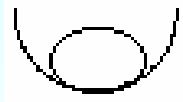

动作单元（动素）

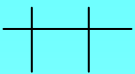




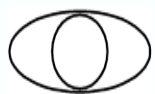
动作





动作分析

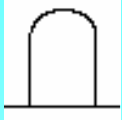
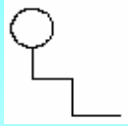

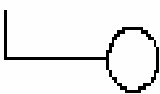
- 动作分析或称动作研究是对生产活动中的全部作业动作进行观测分析，研究人的各种动作浪费，从而寻求省力、省时、安全、经济的作业方法。是IE基础手法之一。

动素分析--- 十八种动素

N O	名称	英文及缩写	符号	符号说明	分类	定义
1	伸手	Transport Empty (TE)		手 中的 无 形 物 状	A	空手移动,伸向目标,又 称空运
2	抓握	Grasp (G)		手 握 的 物 形 品 状	A	手或身体的某些部位 充分控制物体
3	移物	Transport Loaded (TL)		手 中 放 品 有 物 的 的 形状	A	手或身体部移动物品 的动作又称运实
4	装配	Assemble (A)		装 配 的 形状	A	将零部件组合成一件 物体的动作

5	拆卸	Disassemble (DA)		从装配物品 拆离物品的 形状	A	将装配物进行分离和 拆解的动作
6	使用	Use (U)		U字形	A	利用器具或装置所做的 动作,称使用或应用
7	放手	Release Load (RL)		从手中掉的 下物品的 形状	A	握取的相反动作,放 开控制物的动作
8	检查	Inspect (I)		透 镜 的 形状	A	将目的物与基准进行 品质,数量的比较的 动作
9	寻找	Search (SH)		眼 睛 寻 找 物 品 的形状	B	通过五官找寻物体的 动作
10	发现	Find (F)		找 到 物 品 的 眼 睛形状	B	发现寻找目的物的瞬 间动作

1 1	选择	Select (ST)		指定选的 指挥箭头 箭状形状	B	多个物品中选择需要物品的五官动作
1 2	思考	Plan (PN)		放手头的 手部的思考 的形状	B	作业中决定下一步工作的思考与计划
1 3	预定位	Pre- Position (PP)		保龄球的 立直球的 形状	B	物体定位前先将物体定置到预定位置,又称预定
1 4	定位	Position (P)		物品放的 在手端的 在前端的 形状	B	将物体放置于所需的正确位置为目的而进行的动作,又称对准

15	保持	Hold (H)		磁石吸住物体的形状	C	手握物保持静止状态, 对称拿住
16	休息	(Rest) (R)		人坐于椅上形状	C	为消除疲劳而停止工作的状态
17	迟延	Unavoidable Delay (UD)		人倒下的形状	C	不可避免的停顿
18	耽搁	Avoidable Delay (AD)		人睡觉的形状	C	可以避免的停顿

标准时间（Standard Time=ST）

标准时间5个必要条件：

- 1、方法：按照明确的作业方法与使用固定设备
 - 2、条件：在明确作业条件（例如环境）
 - 3、熟练度：进行操作的人具备中等偏上的熟练度与必要的技能
 - 4、劳动强度与速度：没有在肉体上、精神上不利的影响
 - 5、品质要求：达到规定的品质要求
- 在上述条件下完成单位作业量所需要的时间。

国际上通行标准时间算法——PTS法

预定动作时间标准法（**Predetermined Time System**），简称**PTS法**。

- 按照动作的性质将其分解成基本的动素（动作），同时事先明确其时间值，然后在将人所

不需通过实际操作观测只要确定了工作的“动作内容”，即可通过标准数据表，在办公室简单计算就可以确定工作（产品）的标准时间。

新产品人员计划、成本核算、价格决策都有重要作用

常用的三种PTS方法

PTS法名称	英文	发明时间	原创人
动作时间 分析MTA	Motion Time Analysis	1924	西格 secur
工作因素 法 (WF)	Work Factor system	1934	奎克 J.H.Quick 谢安 shea 柯勒 Koehler
模特法 (MOD)	Modular Arrangement of Predetermined Time Standard	1966	海 特 博 士 G.C.Heyde
标准资料 法	Standard Data	自主制订 上述方法 的总结	历史经验

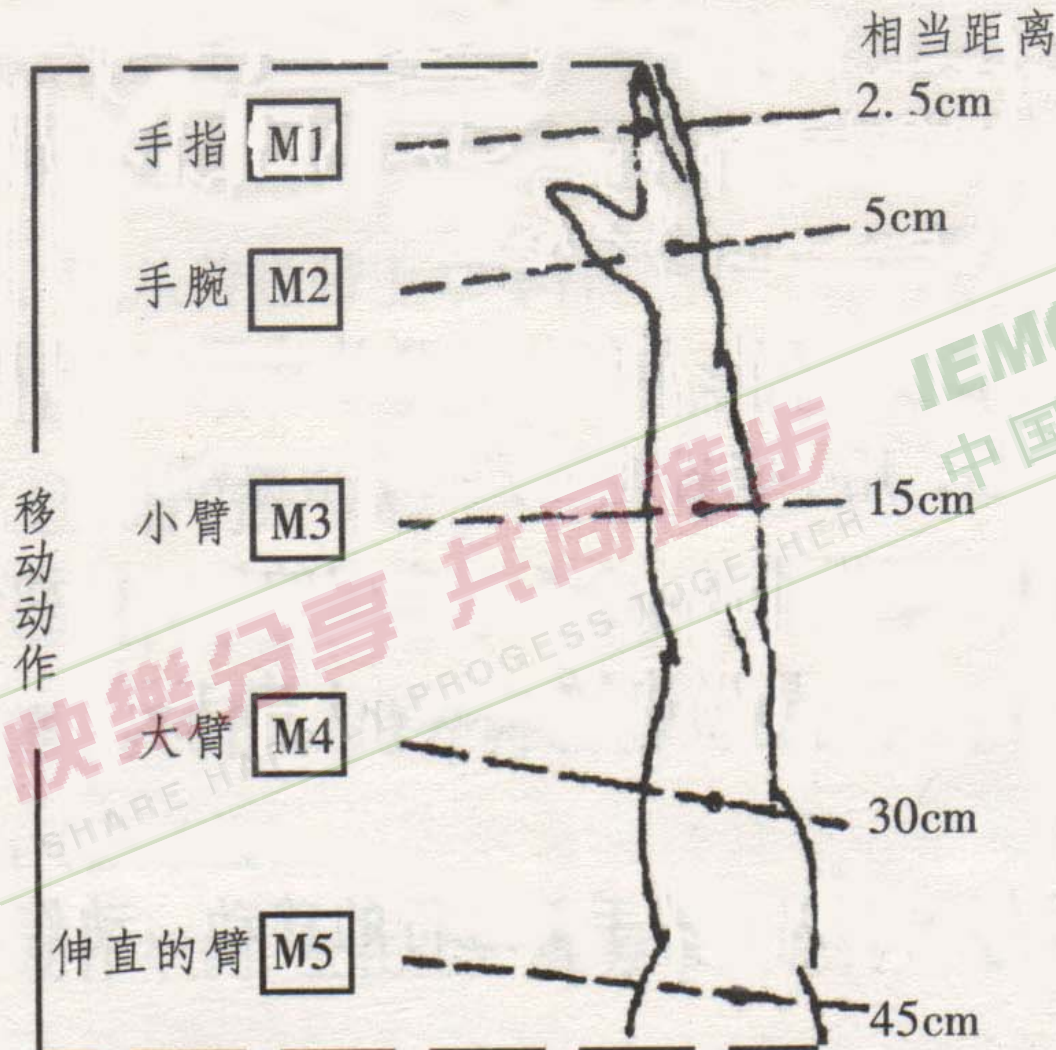
模特法MOD

- 将人的基本动作分为21种，
- 不同人做同一动作（作业条件相同）所需时间基本相同（ $\leq 10\%$ ）。
- 人身体不同部位做动作时，其动作所用时间值互成比例关系
- 人的级次最低、速度最快、能量消耗最小的手指动作的时间消耗值，作为它的时间单位

$$1\text{MOD}=0.129\text{ S}$$

- 模特法的21种动作都以手指动作一次(移动距离2.5cm)的时间消耗值为基准

上肢的移动动作M



手指M1—2.5CM
手腕M2—5CM
小臂M3—15CM
大臂M4—30CM
伸直臂（含肩部）
M4—45CM

反射式动作

M1/2

M1

M2

M3

同时动作

同时动作	一只手的终结动作	一只手的终结动作
可能	GO PO G1	GO PO G1
可能	GO PO G1	G3 P2 P5
不可能	G3 P2 P5	G3 P2 P5

两手同时作业的时间值：

时间值以用时较长的一方为准

MOD法辅助符号

No	名称	符号	内 容	例
1	延 时	BD	表示一只手进行动作，另一种处于停止状态，不给予时间	右手 M 左手 BD
2	保 持	H	表示用手拿着或抓着物体一直不动的状态，主要指扶持与固定的动作不给时间	左手 H 右手 P2
3	有效 时间？	UT	指人的动作以外，机械或其他工艺要求发生的，非动作产生的固有附加时间，需要准确测	仪表测试时间

事例：PCB板触点拖锡作业分析

动作描述 (左手)	分析式表达式	MOD数	分析式表达式	动作描述 (右手)
取PCB置于面前	M3G1M3	7	H	握住烙铁
拿住PCB	H	4	M2P2	放烙铁到拖锡位
拿住PCB	H	0: UT =0.78	UT=0.78	拖一个锡点
拿住PCB	H	15	M3M2P2 (M1) ×5M3	清洁烙铁头
转动PCB检查锡位	R2E2D3	7	H	握住烙铁
总模特数=33	其他时间=0.78		标准时间=33×0.129+ 0.78=5.04秒	

放宽与余裕问题

- 模特法的MOD=0.129秒已经包含了生理放宽的余裕时间

两种标准时间观念:

1、用模特法得出的时间=标准时间ST

≈实际时间（主流）

2、用模特法得出的时间×（1+放宽率）

=标准时间ST

=实际时间（非主流）

标准时间ST与工序设定

- 如果一天正式运行时间27900秒
- 某产品一天需要生产100台
- 则生产线节拍（线速），即每个工序必须多少秒才合理？

$$\text{节拍} = 27900 / 100 = 279 \text{秒}$$

效率是经常可变

第一种：效率90%，则：每个工序标准作业时间约：
 $X \approx 279 \times 90\% = 251.1 \text{秒}$

第二种：每个工序标准作业时间约：
 $X \approx 279 \text{秒}$ 效率=100%

标准资料法简介

- 通过时间研究对各种操作项目(例贴标签打螺丝)建立时间数据和经验值，或实验值（例如设备动作时间）
- 标准资料法，就是运用数据库中已经存储标准时间值，迅速而又经济地制订同类（或类似）作业的标准时间的方法
- 常见为标准资料=PTS法+经验值（实验值）

事例:用PTS统计出标贴作业ST

No	名 称	尺寸mm	时间AU	备注
1	高压注意标贴	100×80	16	B
2	高压注意标贴	30×40	14	B
3	UL标识铭板	10×15	15	B
4	CSA标识铭板	10×20	15	B
5	接地标识标贴	10	11	A
6	危险标识标贴	50×70	15	B
7	危险标识标贴	30×70	14	B

事例：设备实验值

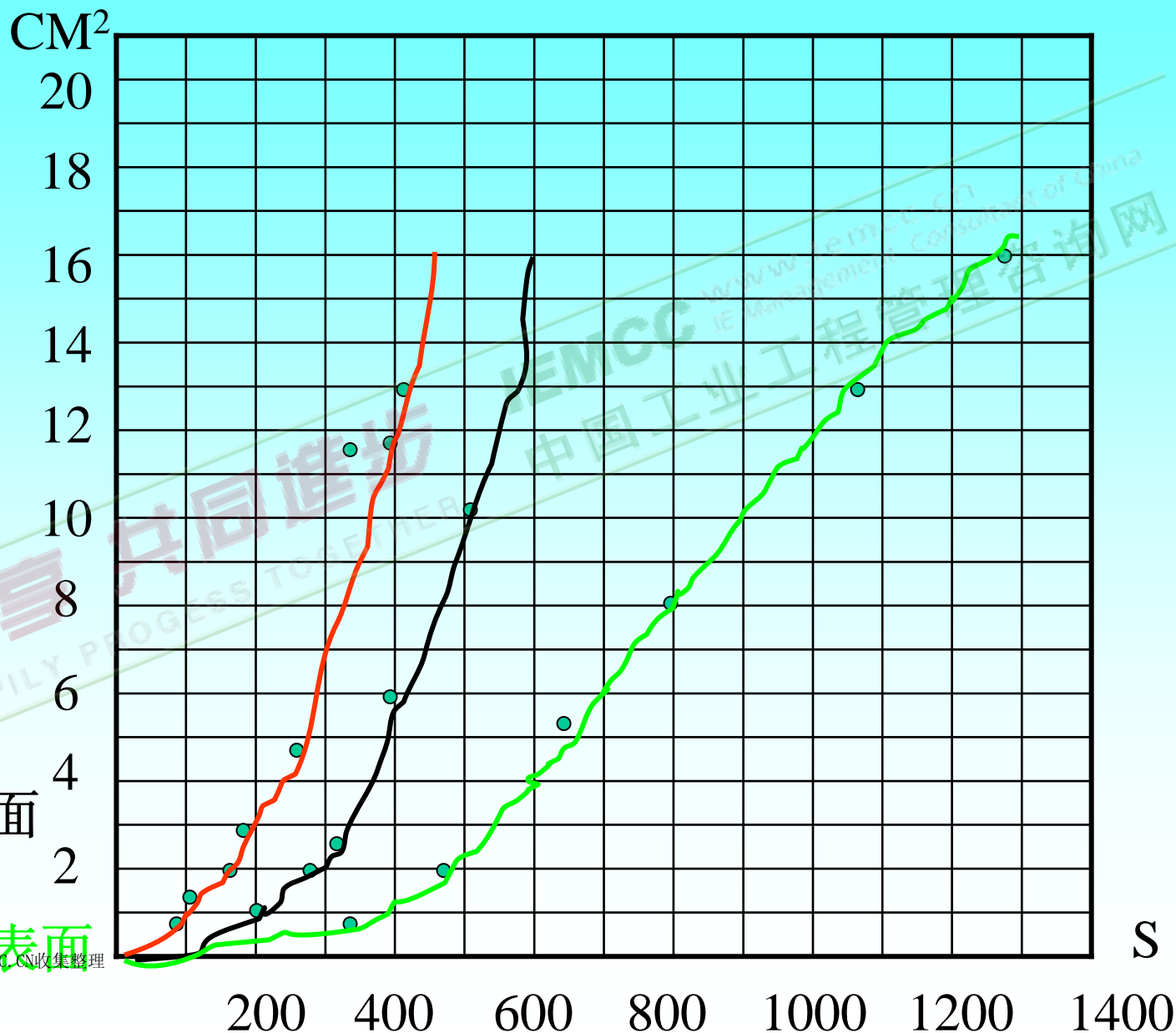
- 公式法:车削外径时，机动时间的计算公式为：

$$T = \left[(L+Y) / N \times S \right] \times I(1+K)$$

- T——机动时间；
- L——加工长度；
- Y——超出切入试切长度；
- N——主轴转数；

事例：实验的经验图表

擦拭面积



数据表与电脑数据库管理

		孔径（mm）				
		5	6	8	10	11
孔深 mm	3	3秒	3.6秒	4.2秒	4.8秒	5.4秒
	5	3.6	4.2	4.8	5.4	6.6
	6	4.2	4.8	5.4	6.6	7.8
	8	4.8	5.4	6.6	7.8	9.0
	10	5.4	6.6	7.8	9.0	10.8

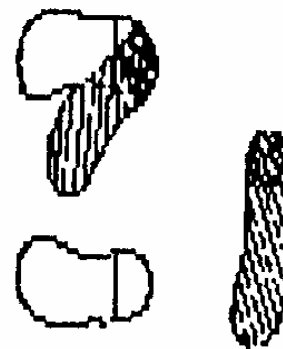
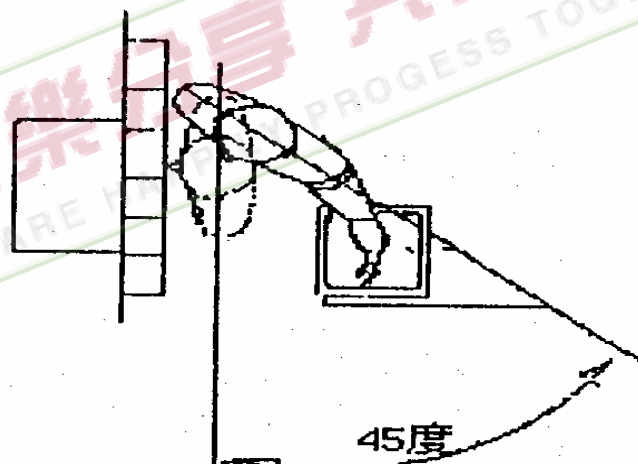
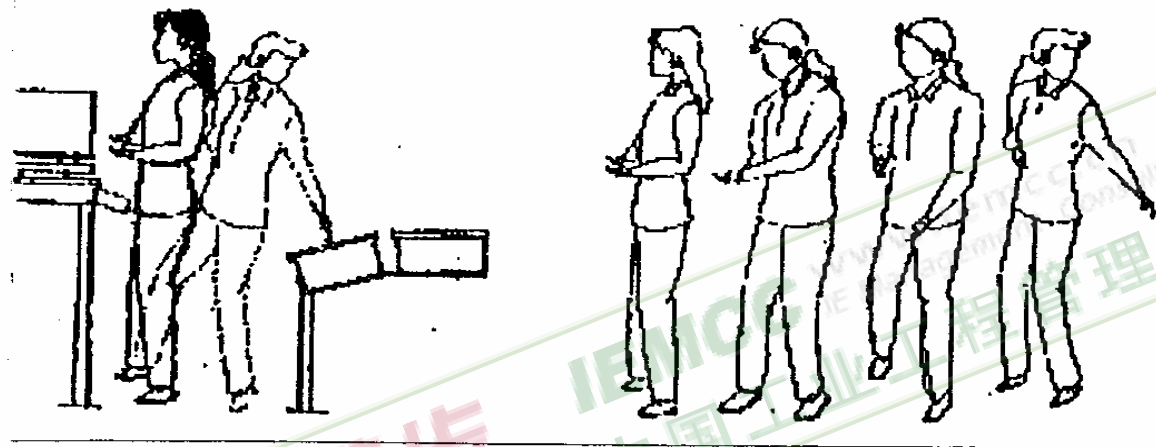
动作经济性原则

- 4个最基本的动作经济性
- (1) 减少动作数
- (2) 同时进行动作
- (3) 动作的距离缩短
- (4) 动作舒适

经济动作范围



动作范围大



步行浪费

两手空闲的浪费

一只手空闲的浪费

动作中途停顿的浪费

动作幅度太大的浪费

拿的动作中途变换的浪费

步行的浪费

动作角度太大的浪费

动作之间配合不联贯的浪费

不懂技巧勉强动作 的浪费

掂脚尖勉强动作的浪费

弯腰动作的浪费

重复动作的浪费

流程经济性原则

产品工艺流程线路

1. 路线最短原则
2. 禁止孤岛加工
3. 禁止局域路线分离
4. 减少停滞的原则
5. 禁止重复的停滞
6. 禁止交叉
7. 禁止逆行

生产线

8. 减少物流前后摇摆
9. 减少无谓移动
10. 去除工序间隔
11. I/O一致原则
12. 物料上下移动减少

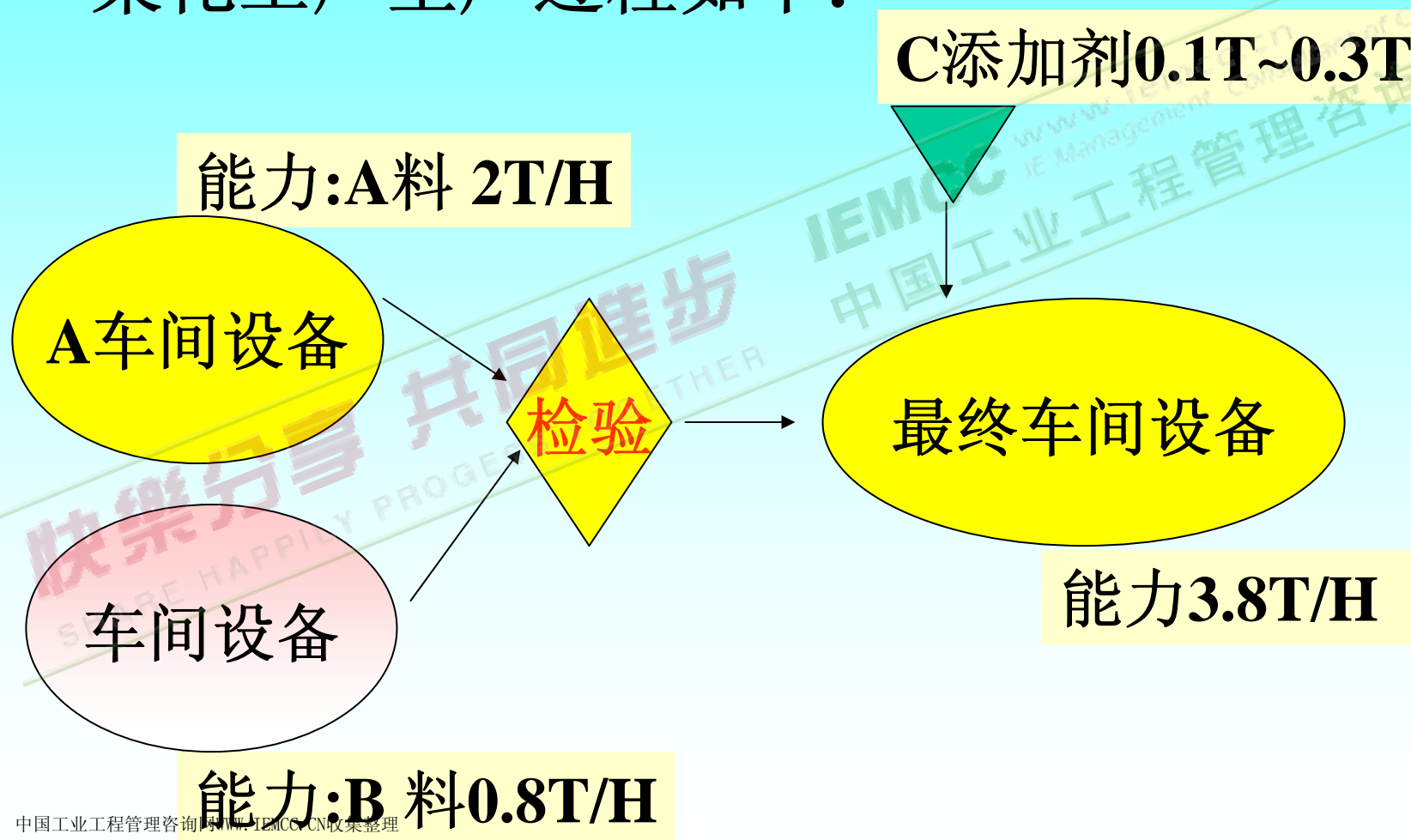
作业流程

- 1.线路最短原则
- 2.去除间隔的原则
- 3.与产品工艺一致原则
- 4.I/O一致的原则
- 5.禁止逆行的原则
- 6.零等待的原则

生
产
线

最终产品= A:B:C \approx 2:1:0.1~0.3

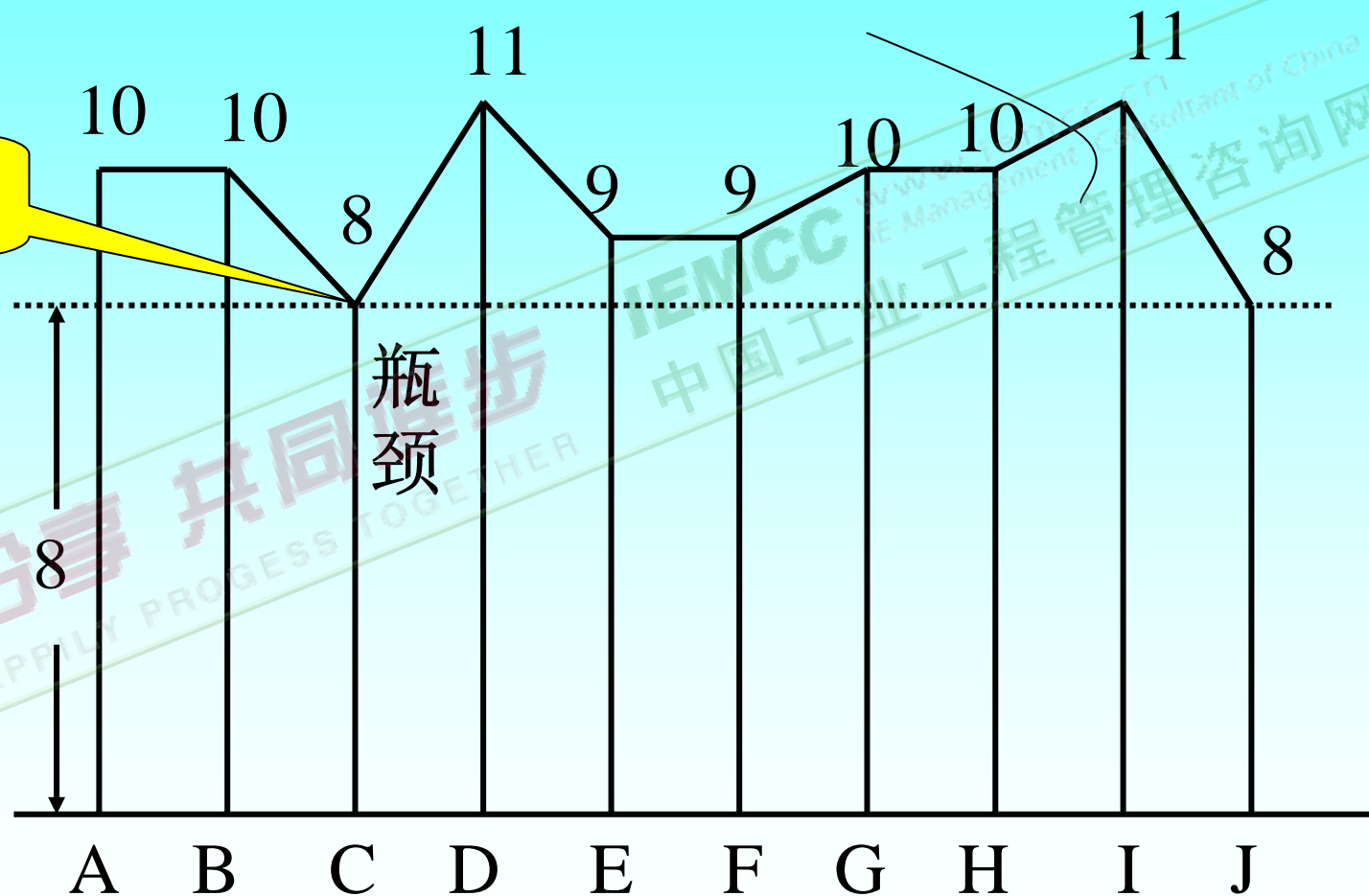
- 某化工厂生产过程如下：



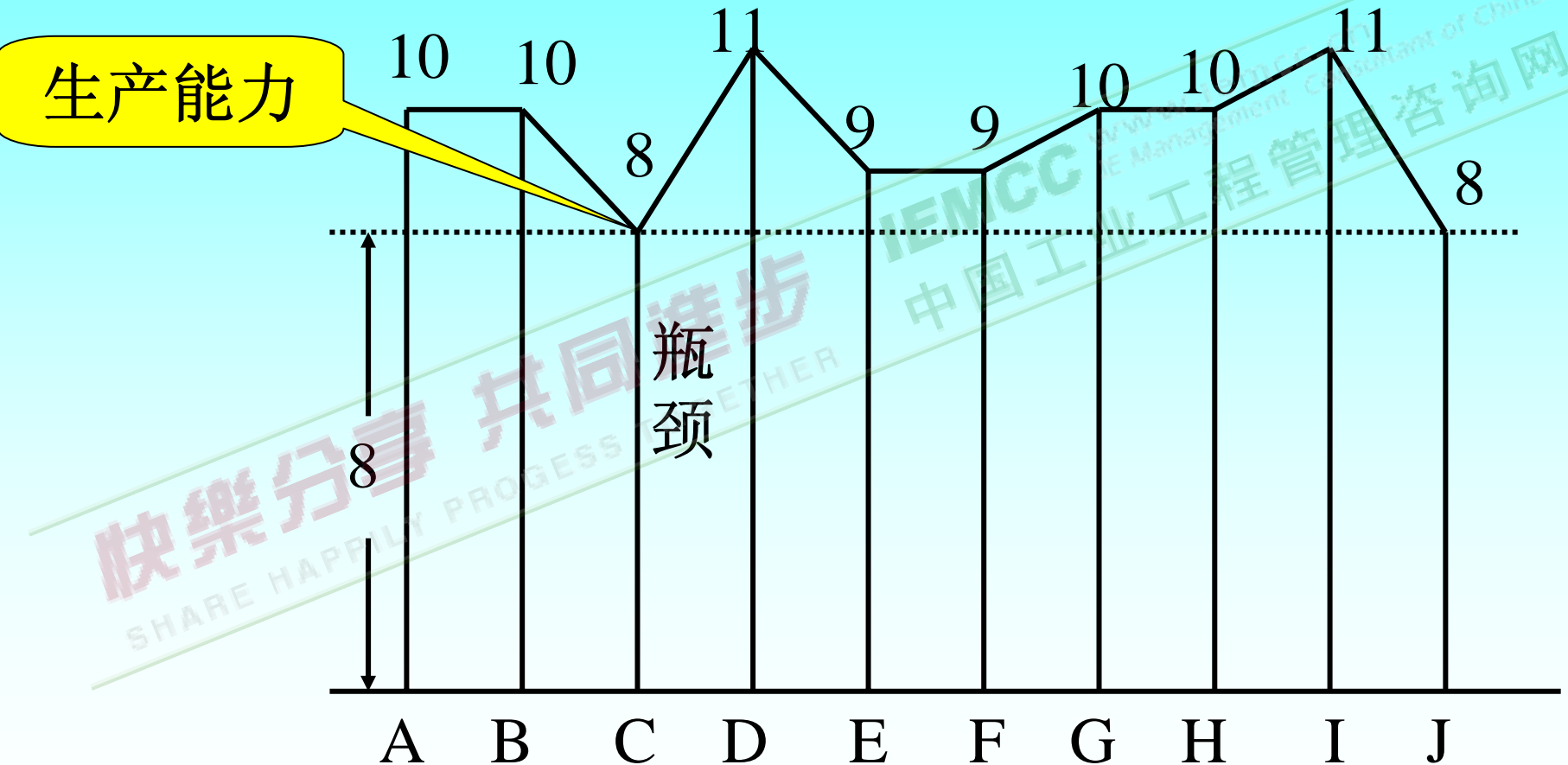
平衡生产（能力匹配）

不平衡时的库存、损耗

生产能力



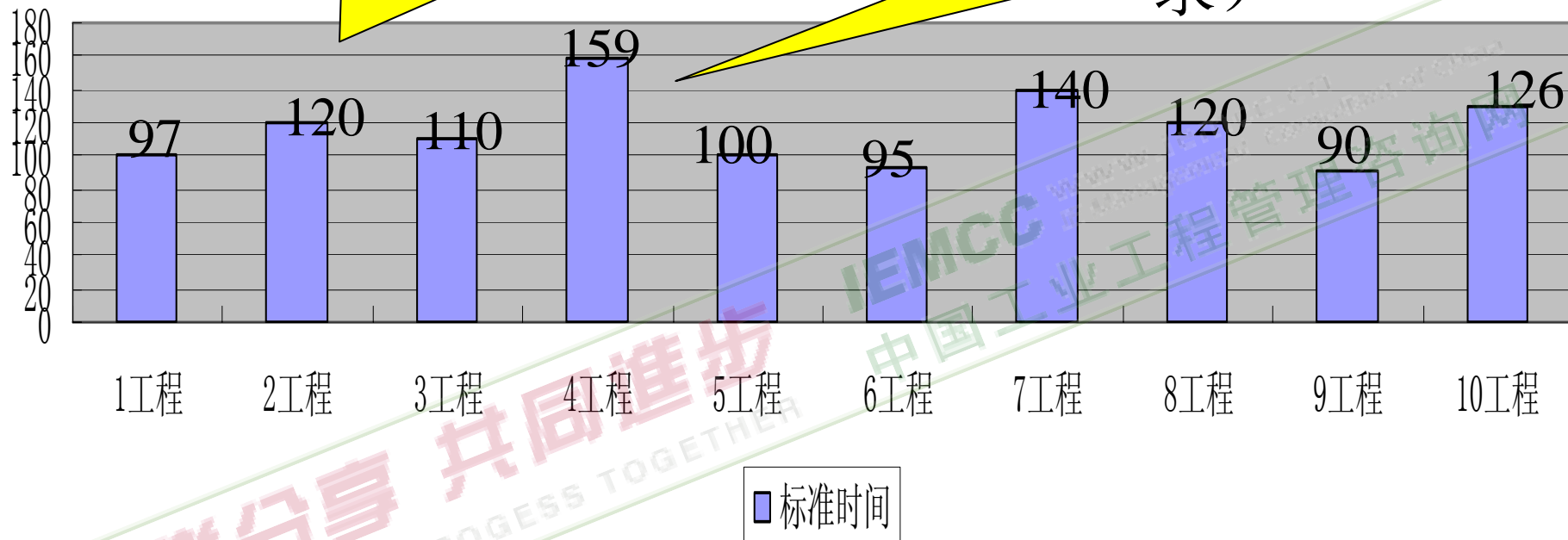
生产潜在能力=各工序能力之和/工序数
(10+10+8+11+9+9+10+10+11+8) /10=9.6



流水线平衡率

流水线生产效率?

线速160秒（客户需求）



$$\begin{aligned}\text{线速(节拍)} &= \text{运行时间} / \text{需要生产量} = 27900 \text{秒} / 175 \text{台} \\ &= 159.4 = 160 \text{秒}\end{aligned}$$

流水线平衡度

$$\begin{aligned}&= \{ 1 - \text{【(最大值—最小值)/整段平均时间】} \} \times 100\% \\ &= \{ 1 - \text{【(159—90)/1157/10】} \} \times 100\% = 40.4\%\end{aligned}$$

流水线生产效率

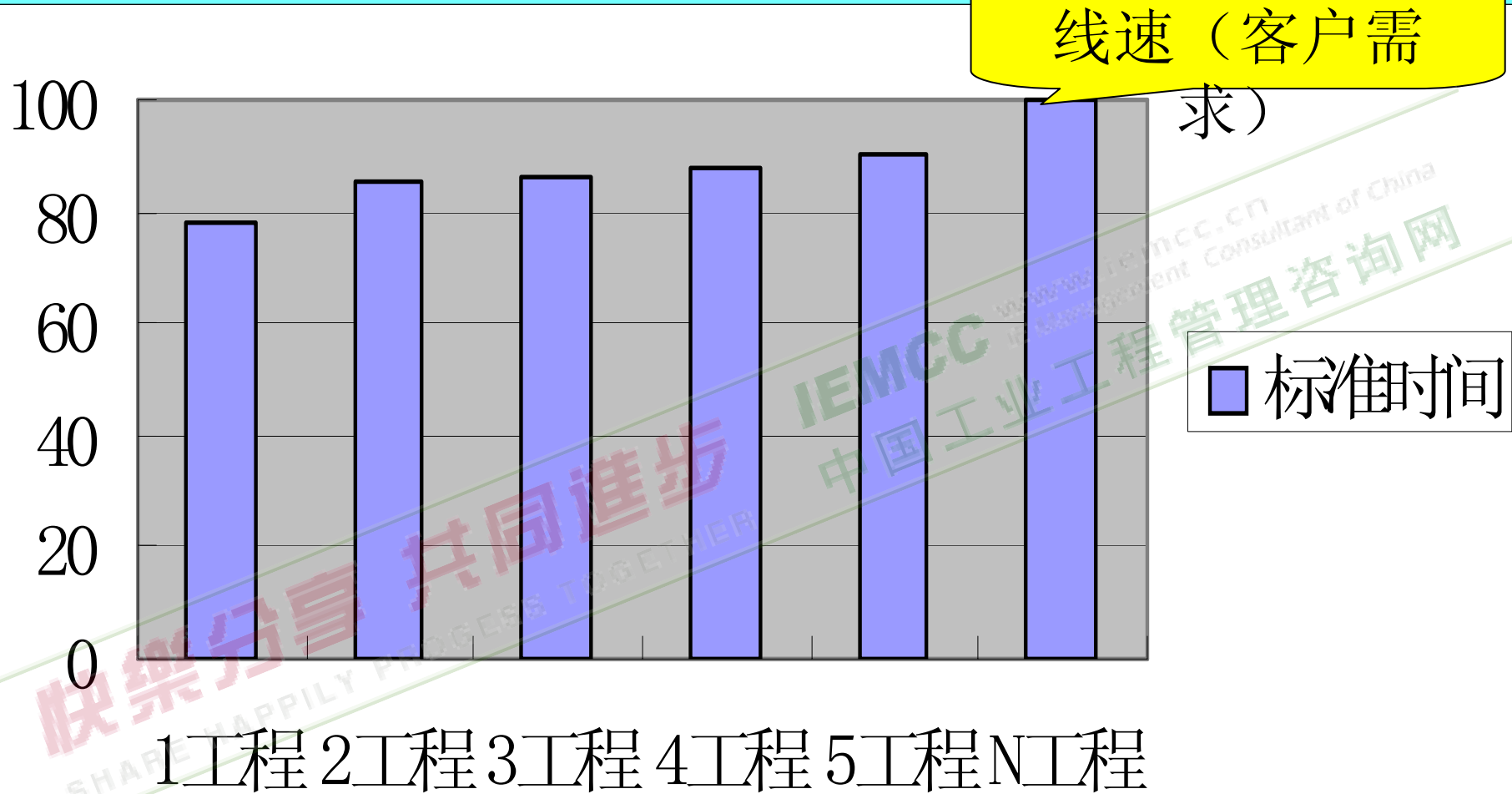
流水线生产效率:

$$\begin{aligned} & \text{各工序标准时间总和} / \text{〔线速} \times \text{人数(工程数)〕} \times 100\% \\ & = (97 + 120 + 110 + 159 + 100 + 95 + 140 + 120 + 90 + 126) / (160 \times 10) \\ & = 1157 / 1600 \times 100\% \\ & = 72.3\% \end{aligned}$$

理论上能改善余度:

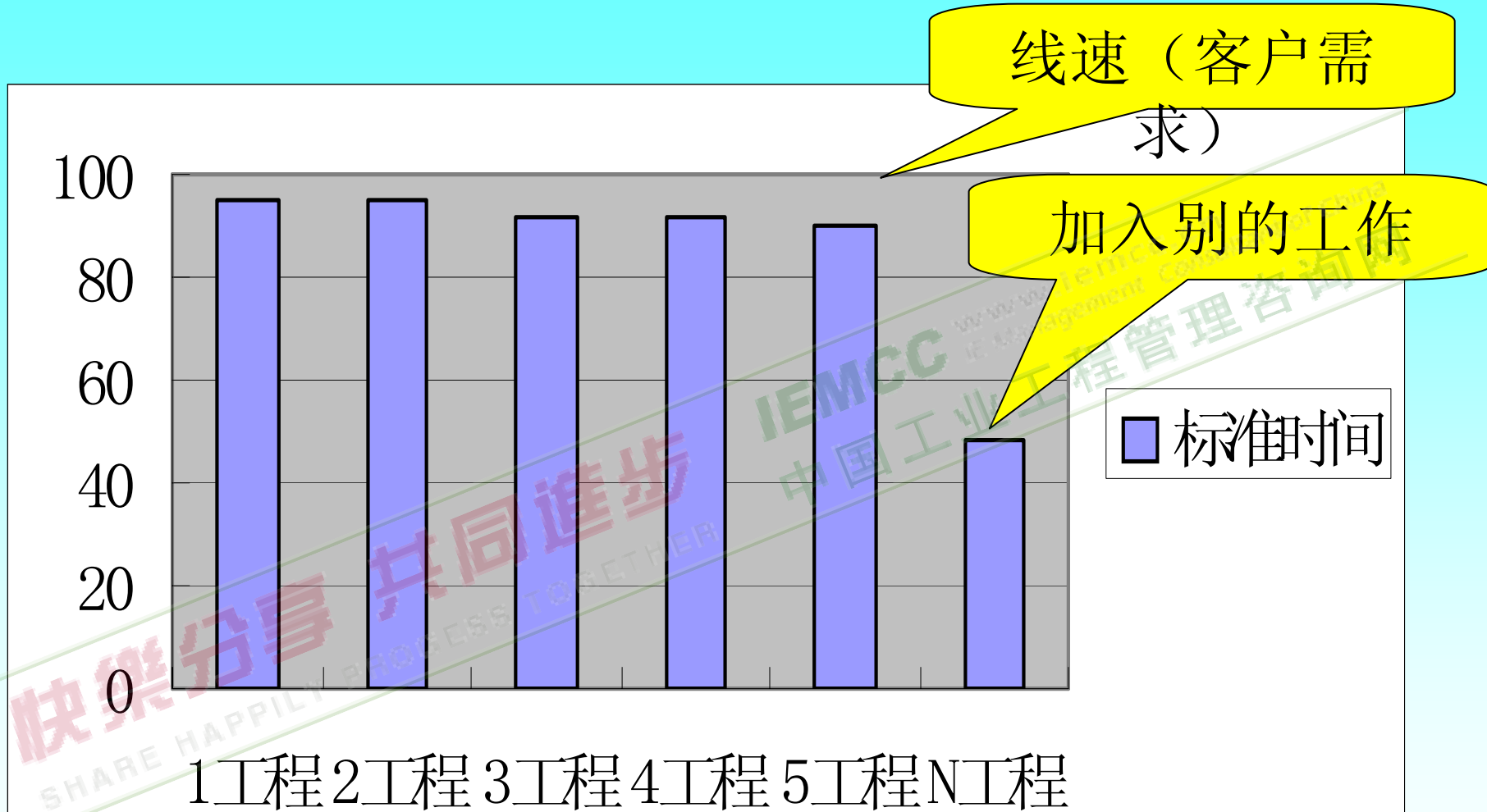
$$\begin{aligned} & (1 - \text{流水线生产效率}) \times \text{人数(工程数)} \\ & = (1 - 72.3\%) \times 10 \\ & = 2.77 \text{人(工程数)} \end{aligned}$$

不好的平衡



生产线速的时间，并不是让前面工程有充裕的时间，让最后一个工位没有充裕的时间

向前边对齐的平衡



前面工程开始安排紧一点，只让最后一个工程有充裕的时间，这叫“向一边对齐”。

平衡改善对象：勉强、不足、不均

- 勉强（无理）：超过能力界限的超负荷状态
- 不足（浪费）：勉强有能力，但未给能力不均给予充足的工作量的浪费,未達适量饱和状态
- 不均；在超负荷和未饱和状态的状态（即差异状态）

瓶颈工序改善方法

- 在有效的使用现有劳动力、机械设备及材料情况下，短时间内获得优良品质的增产法或提升效率的方法。

第一阶段：作业分解 -----全部操作项目明细化



第二阶段：对每个项目明细化进行自问5W1H法



第三阶段：新方法按ECRS原则展开



第四阶段——新方法的实施

第一阶段：作业分解 -----全部操作项目明细化

- 搬送作业、机械作业、手作业全部项目明细化



分解记录注意事项

动作及其项目尽可能细化，明细要具体、简洁的书写

◎	×
走到... ..	去取.....
转动螺丝刀	用螺丝刀
检查零件划伤	检查零件
等10秒	等一会儿

摘要的思考方法和抓取方法

项目明细	摘 要	
	○	×
打紧	有损伤	好象不损伤
拿起箱子	30KG 用 2 人，拿着困难	好象不会落下
拿铁锤	难柄易滑	牢固

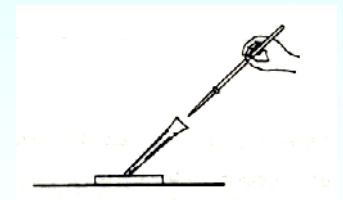
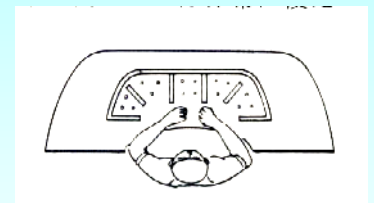
第二阶段：对每个项目明细化进行自问5W1H法

5W1H	问题	改善方向
1.Why		不必要及目的不明确 作
2.Where		其它更合适的位置和
3.When		其它更合适的时间与
4.Who	由谁来做？	有无其它更合适的人
5.What	做什么？	可否简化作业内容
6.How	如何做？	有无其它更好的方法

2、同时进行以下9个自问：

材料、机械、设备、道具（工具、夹具、计测器）设计、配置、动作、安全、整理、整顿

3、应用动作经济性原则、流程经济性原则 作为着眼点与实施手段 在做什么？（ 5.What ） 如何做？（ 6.How ）



第三阶段：新方法按**ECRS**原则展开

1. 除去不要的项目明细（E）
2. 尽可能结合项目明细（C）
3. 将项目明细以好的顺序重编排组合（R）
4. 将重编排组合明细简单化（S）

ECRS4原则：

取消(**Eliminate**)、合并(**Combine**)

重排列(**Rearrange**)、简单化(**Simplify**)

注意点

◎将动作经济性原则、流程经济性原则
落实到具体作业上。

◎经常会发生添置道具（工具、夹具、计测器）

◎写出书面改善方案与图纸

5.考虑借助他人的力量

6.记录新方法的项目明细

第四阶段——新方法的实施

- 1.使上司理解新方法
- 2.使部下理解新方法
- 3.要征求到安全、品质、产量、价格的
相关者的认可。
- 4.推进新方法工作，比较改善前后效果，一
直使用到下一次的改善
- 5.承认他人的功绩

课程总结

- 程序分析
- 动作分析，动作/流程经济原则
- 标准时间
- 生产平衡
- 作业改善

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

愿携手共进!

moshow.net

搜集、加工 by cool@163.net



中国工业工程管理咨询网WWW. IEMCC. CN收集整理