

柔性生产方式

-----在相机生产领域实施CELL生产方式介绍

2004年9月

一、柔性生产方式的起源

1. 十九世纪前

市场特点：需多供少

——手工作坊

特点：产量低，品质不能保证，
技能要求高



进入20世纪，顾客需求量增大，
对品质要求高

变革

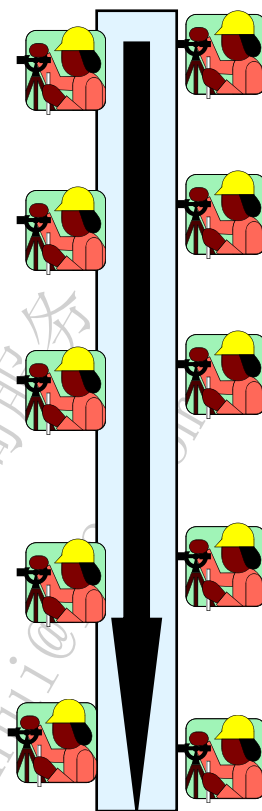
一、柔性生产方式的起源

2. 十九世纪~二十世纪:

市场特点: 供需两旺

——以流水线为主体
的大规模生产

特点: 产量大, 品质提高



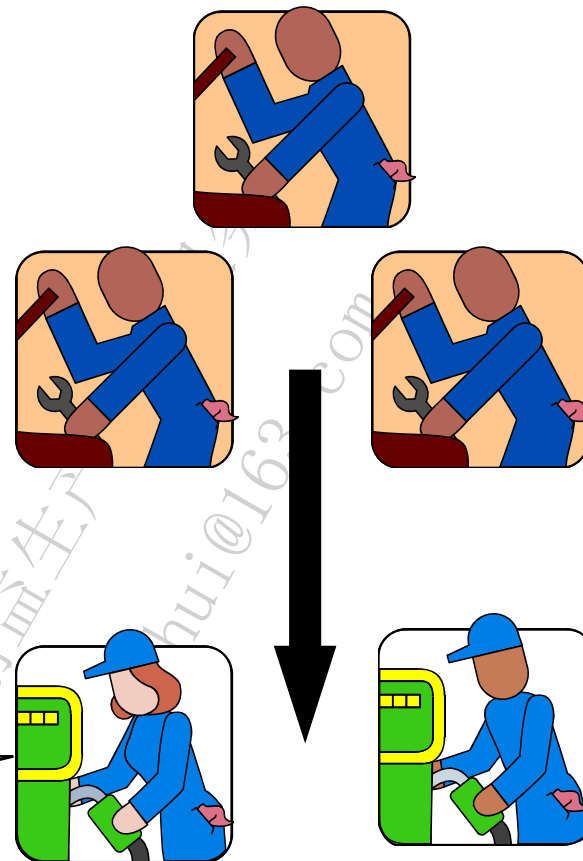
一、柔性生产方式的起源

3.二十一世纪（发达国家从20世纪90年代开始，中国从21世纪初开始）

市场特点:多品种,小批量,变化快

---柔性生产方式

特别是数码产品



二、流水线生产方式的简介

A. 术语介绍

1. 作业名词

工程	单位作业	要素作业	动作
打螺丝工位	将A部品和B部品并在一块	拿来A部品	将手伸向A部品 (R) 抓A部品 (GR) 改变A部品的方向 (PP)
		与B部品对在一起	递到B处 (M) 与B对在一起 (Asy) 离开A部品 (RI)
		拿起电批	将手伸向螺丝刀 拿起电批
	将A和B用螺丝打在一起	用电批取螺丝	将电批移至螺丝处 将螺丝和手批对位 拿起螺丝
		将螺丝对好螺丝孔	将其移至螺丝孔 对好螺丝孔位
		打螺丝	按下电批的按钮 按压电批
			松开电批的按钮 拿起电批
			放开电批

二、流水线生产方式的简介

A. 术语介绍

2、PT（Pitch time）——节拍，拉线生产时，为了在规定时间内完成必要的产量，所预定的各工程的每台产品的生产时间。

$$\text{节拍PT} = \frac{\text{生产线开动时间}}{\text{生产计划量} * (1 + \text{不良率})}$$

按照节拍时间将作业尽可能均匀地分配给每一个作业员，同时将流水线线速调整为节拍速度，通过传送带的流动控制生产速度。

二、流水线生产方式的简介

A. 术语介绍

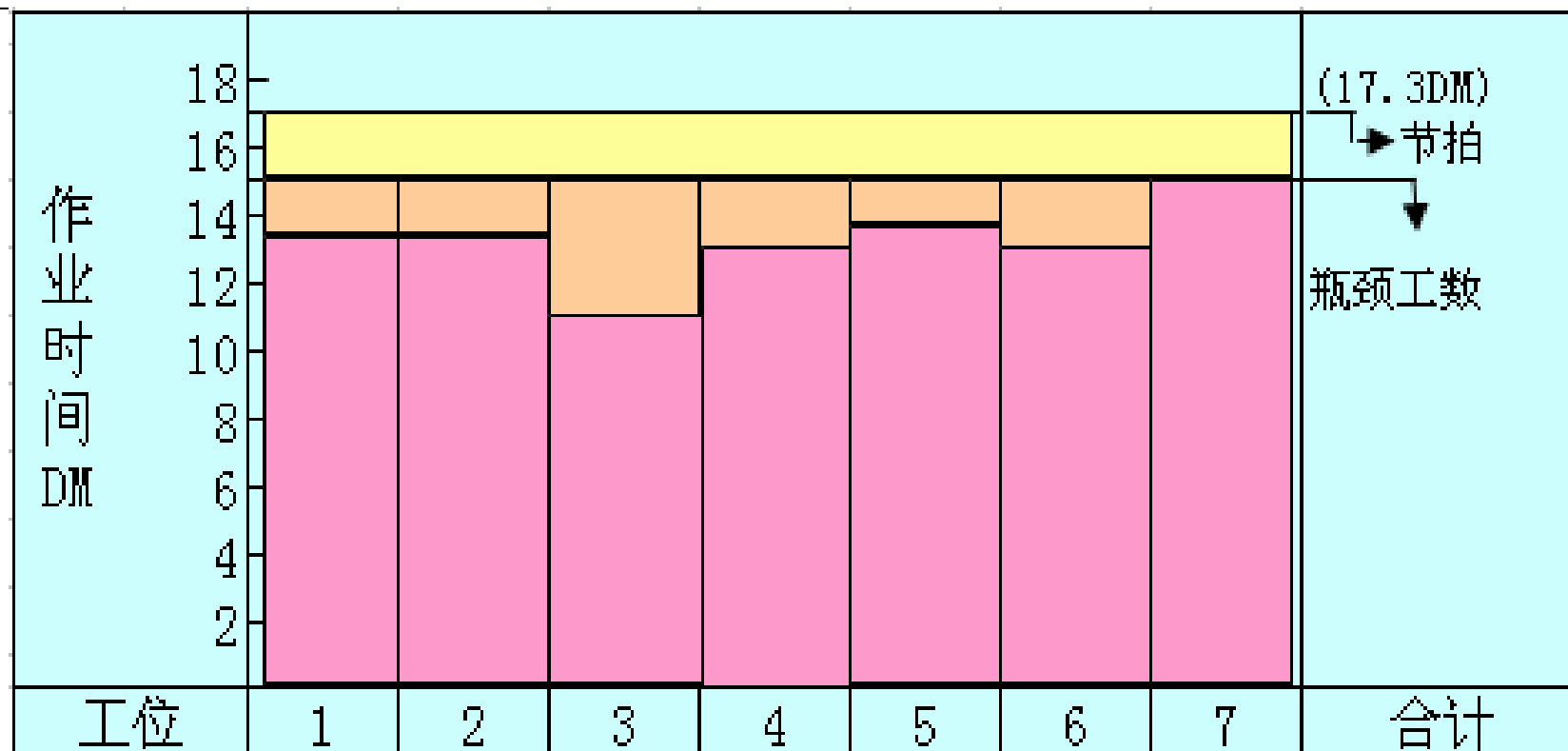
3、拉线平衡—在组装工程、零件加工工程等
的作业流程中，每个工程的作业时间参差不
不齐的状态。

- .单位作业不可连续划分
- .作业者的差别
- .改善的进行
- .作业状态的不稳定
- .其他异常因素

二、流水线生产方式的简介

A. 术语介绍

4、平衡图—按照作业流程排列各工位的作业时间，比较研究这些时间的平衡用的图表。



二、流水线生产方式的简介

A. 术语介绍

5、瓶颈工数 (T_{\max}) — 整条拉线上所有工位中,作业时间最长的那一个工位所用的时间。

(T_{\max} 决定整条拉线的速度。)

6、拉线平衡效率=
$$\frac{\text{总工数}}{\text{瓶颈工数} \times \text{总人数}}$$

(平衡效率越接近100%效果越好。)

二、流水线生产方式的简介

A. 术语介绍

7、L/T，英文Lead time，中文为流程时间。

广义上指客户对某产品下定单至订单完成（交至客户方）为止的总耗时时间

狭义上（指生产现场）指第一个零部件进入工场开始至该产品完成出荷为止的时间，含单品在库时间、半成品在库时间、成品在库时间

二、流水线生产方式的简介

B. 流水线优点:

- ①流水线适用于大批量, 单一品种的生产
- ②一条生产线上的搬运、移动通过机械设备完成
- ③生产统制性高, 即容易控制生产速度
- ④每个作业者承担少量作业, 重复次数多, 故教育容易, 训练时间短
- ⑤局部会产生较高效率

二、流水线生产方式的简介

C. 流水线的缺点:

- ①设备投资大,日常运行维护费用高
- ②流水线生产必须在一定产量前提下,如产量发生变化,则需重新设置生产线和员工教育
- ③多品种小批量生产时,需投入的设备、空间更大
- ④当产品构成复杂时,反而制约各组件的运送
- ⑤员工只承担小部分作业,缺乏人性化
- ⑥仕挂多,Lead Time长,生产流动资金投入大
- ⑦因其生产统制性高,故拉线条件的变化不能及时反映成效果

三、生产方式变革的动因

20世纪后期,顾客需求个性化突出



变革

三、生产方式变革的动因

1、生产方式比较

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
项目	投资费用	技能要求	品质	生产品种	产能	效率	产品成本	人性化	在库	生产方式	设备	维护保养
手工作坊	低	高(全能)	低	少	低	低	高	高	低	一个流	多用	低
流水线	高	低(单能)	高	单一	高	高	低	低	大量	批量大量	专用	高

三、生产方式变革的动因

2、企业面临的市场环境

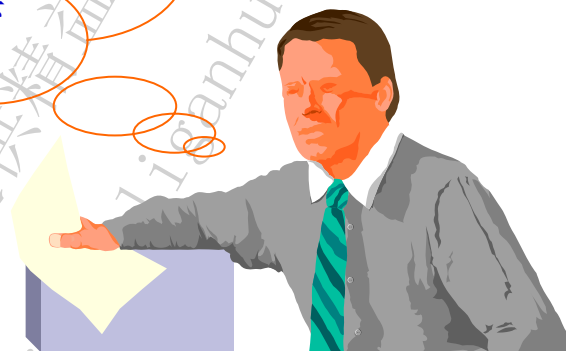
年代	市场	产品追求	市场变化	竞争程度	代表生产方式
20世纪前	卖方市场	无	慢	低	手工作坊
20世纪	卖方→买方	拥有	逐步加快	激烈	流水线
20世纪末以来	买方市场	个性化	越来越快	非常激烈	?

三、生产方式变革的动因

2、企业面临的市场环境

企业以满足市场和顾客的需求为宗旨

今后要在激烈的竞争中
胜出，我们要拥有面向
未来的生产理念以及实
现它的技法



三、生产方式变革的动因

3、生产理念的探索

- ①. 为了适应市场的变化，使企业在激烈的竞争中生存和发展，各国IE人员作了大量的探索，其中最为著名的是丰田公司提出的：

Just In Time

七 种 浪 费

三、生产方式变革的动因

3、生产理念的探索

②. 如何理解 “Just In Time ”

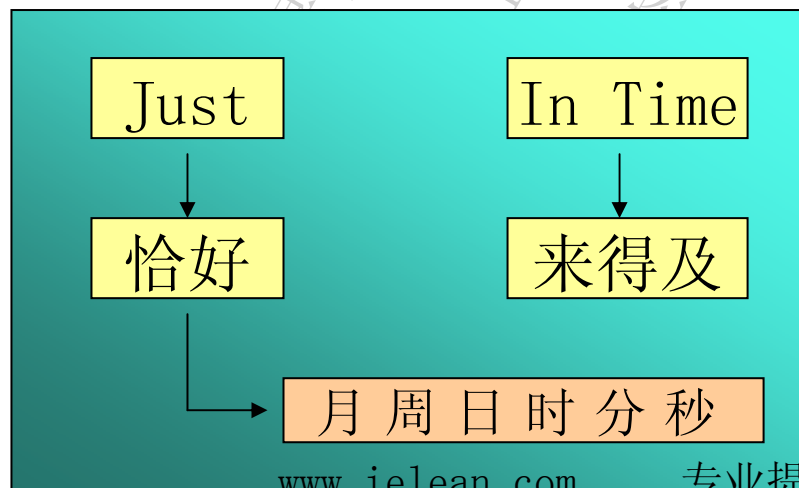
以市场和顾客为中心，必要的东西，在必要的时候，生产必要的数量。

三、生产方式变革的动因

3、生产理念的探索

②. 如何理解 “Just In Time ”

Just in time不单单只是为了遵守交货而进行的生产，而是贯穿于整个销售、设计、管理以及制造现场和购买、外注的每一个环节，并让整个运营动的企业每一环节造成的一切浪费都浮于表面，不断进行改革、改善活动，彻底排除浪费的思想。



三、生产方式变革的动因

3、生产理念的探索

②. 如何理解 “Just In Time ”

有什么单位的纳期，就有什么单位的损耗存在。

要消除损耗和浪费，就必须重新分析现在所有业务范围内存在的“just”，加以细分重新设定。

三、生产方式变革的动因

3、生产理念的探索

③. 7种浪费

- 制造过多的浪费.....所做超出所需
- 等待的浪费.....工作不能按时进行或工作量少
- 搬运的浪费.....所处的位置发生变化，物本身不变
- 作业自身的浪费.....与精度无关的加工
- 在库的浪费.....制造体系上的原材料、仕挂、完成品
- 动作的浪费.....不产生附加价值的动作
- 作出不良的浪费.....修理、调整、废弃

三、生产方式变革的动因

3、生产理念的探索

③. 7种浪费

➤ 只有附加价值作业才能创造附加价值，
而浪费则是减少附加价值的行为。

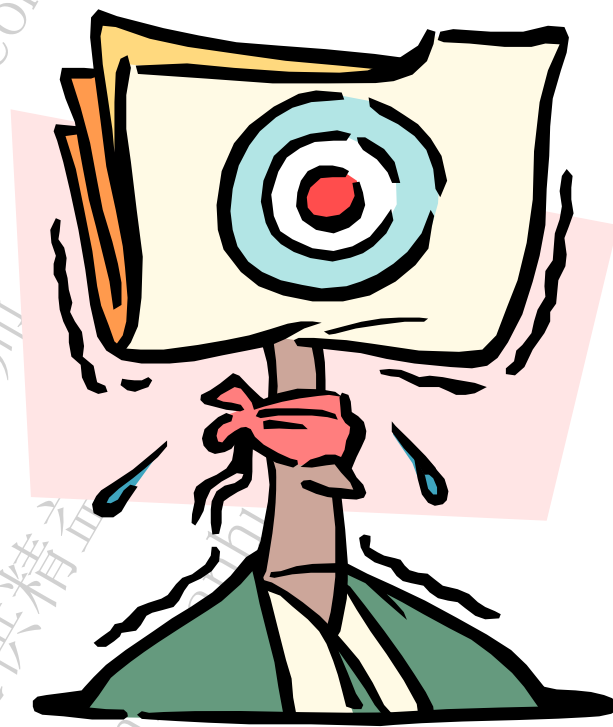
三、生产方式变革的动因

4、制造现场的变革

- ①由二战后的市场供不应求转为社会的个性化需求，生产现场由大量的库存生产转为小批量的适应个人特色的零星生产。
- ②市场竞争的日趋激烈，成本意识日渐强化促使各制造现场改变自己的生产方式以适应顾客的需求。
- ③成本的低减也强烈要求企业加速资金周转率，减少资金占用率，提高市场竞争能力。
- ④市场的需求要求制造现场的生产方式灵活对应。

问题一、

好的生产方式
应有什么
特点？



四、柔性生产方式

1、柔性的观点

柔性具有 **范围**、**时间**、**费用** 三方面的含义：

- ❖ 可生产的产品范围广，产品获得效益高。
- ❖ 产品的转换时间快，产品推出市场时间早。
- ❖ 柔性设备使用寿命长,投资小。

满足了这三方面的要求，我们就说这个生产系统**柔性大**。

四、柔性生产方式

2、柔性生产线的构想

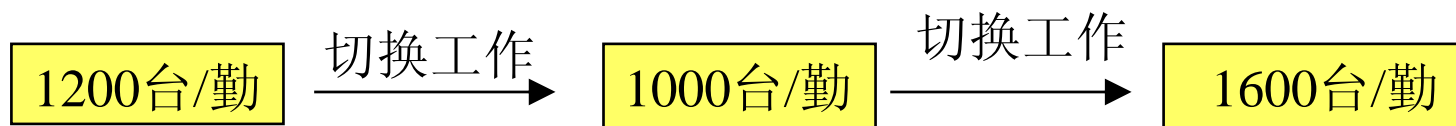
①一个流生产

比较项目	一个流	流水线	理 由
生产周期	短	长	不会发生工程等待，批量等待
在庫量	少	多	无滞留品
质量问题	可以及时对应	对应时间长	因无滞留品所以对应快
各种浪费	显现化	潜在化	流动时的等待，滞留品皆可视， 无从箱中取放的暂时放置
工程空间	小	大	不需要放置滞留品和仕挂品
设备能力不足	马上可以明白	不明白	等待和滞留皆可视

四、柔性生产方式

2、柔性生产线的构想

②产量变动对应



流水线

100	100	100
100	100	100
100	100	100
100	100	100



100	100	100
100	100	100
100	100	100
100		



100	100	100	100
100	100	100	100
100	100	100	100
100	100	100	100

柔性拉线

四、柔性生产方式

2、柔性生产线的构想

③品种变动对应



流水线

100P	100P	100P
100P	100P	100P
100P	100P	100N
100N	100N	100N
100D	100D	100D
100D	100D	100D

无需切换工作
不留库存

柔性拉线

四、柔性生产方式

3、柔性生产的布局形式

实现柔性生产的手段方式可能有很多，依照前述的构想，通过建立一个最小生产单位的基本单元，称之为“CELL”，中文意思“细胞”，日语发音“セル”，将这个CELL进行复制，实现柔性生产。

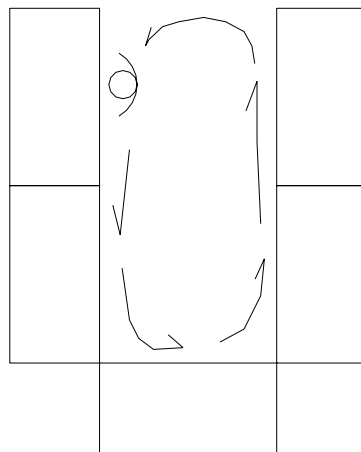
依生产产品种类不同，各公司的Cell布局形式也不相同，并且还在不断发展创新中，下面只对我们布局中采用的几种布局形式进行说明。

四、柔性生产方式

3、柔性生产的布局形式

a. 一人完结方式

一个人进行全部工位的作业，这是最小单位的Cell，基本布局形式是：

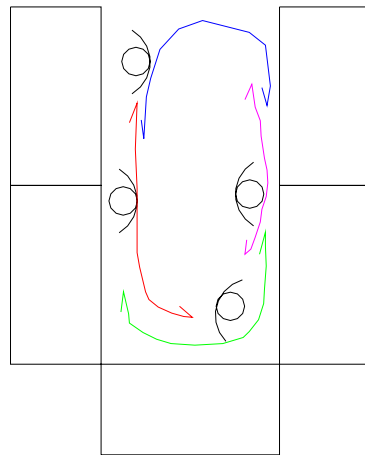


四、柔性生产方式

3、CELL的布局形式

b. 工程分割方式

将工位分割，分配给几个作业员，基本布局形式是：

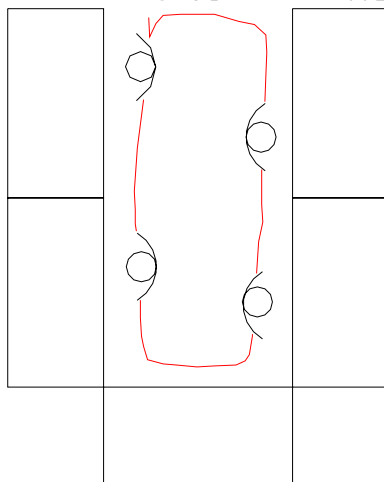


四、柔性生产方式

3、CELL的布局形式

c. 多人巡回方式

投入几个人来进行一个同样的生产，此时每个人就相当于一个cell，
基本布局形式是：



四、柔性生产方式

4、布局形式的比较

方式	一人完结方式	工程分割方式	多人巡回方式
特征	<p>优点:</p> <ul style="list-style-type: none">• 工位间无仕挂（作业员数=仕挂数）• 工位内不需要取平衡• 作业员有责任感• 工位物流周期=作业时间• 可实现从一个到量产 <p>缺点:</p> <ul style="list-style-type: none">• 要求对全工位作业熟练（全能工）• 如不统筹管理，易按照自己的速度作业• 需要与拉线数对应的设备、检具和治具	<p>优点:</p> <ul style="list-style-type: none">• 作业组合自由，容易取得平衡• 较一人方式能够在必要的位置安排多能工（自身工位与前后的部分）• 统筹最初和最终工位又同一作业员来担当（可以解决没有物品投入、不良多等异常） <p>缺点:</p> <ul style="list-style-type: none">• 易产生平衡损失• 由作业员判断需不需要前后工程支援（作业员动作复杂）• 生产发生变动时需改变作业编程	<p>优点:</p> <ul style="list-style-type: none">• 工位间不需要仕挂• 工位内不需要取平衡• 责任明确，有利于提高品质• 通过人员的增减对应生产量的变动 <p>缺点:</p> <ul style="list-style-type: none">• 需要多能工，教育时间长• 作业速度由动作慢的作业员决定• 易按照作业员自己的速度来做

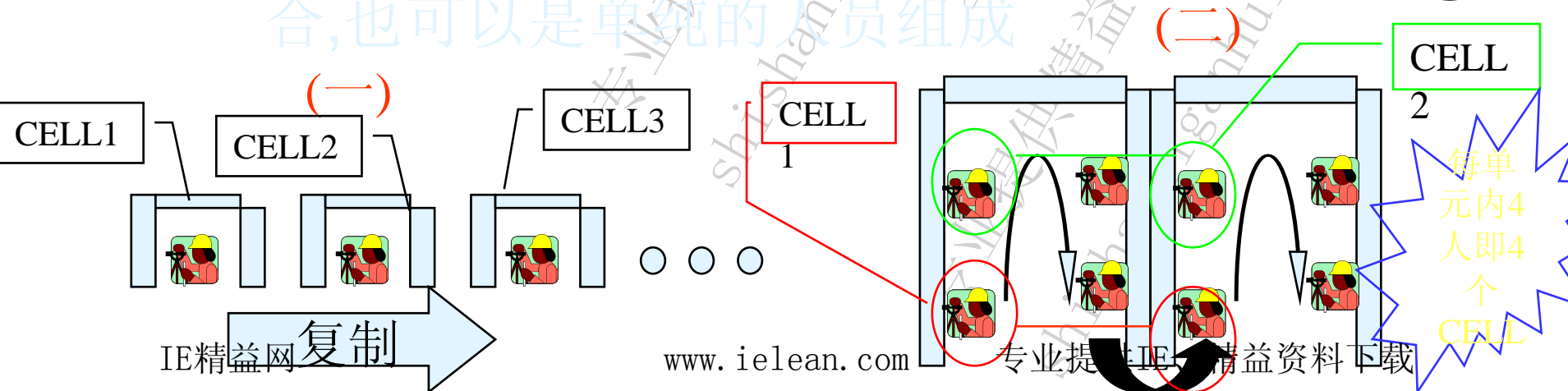
五、柔性生产方式的种类

1.CELL生产方式

-----选定一个最小单位生产量(CELL)
进行工序设定,然后根据市场变化
复制该CELL,以同样方式进行生产.

相机生产采用的是CELL生
产方式,且
CELL也是由
人员组成

注:CELL可以是人员与生产资料的组
合,也可以是单纯的人员组成



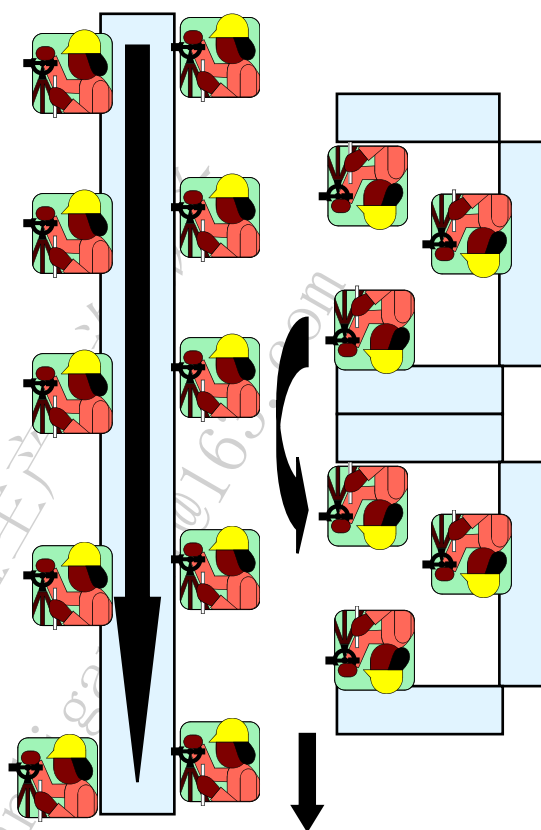
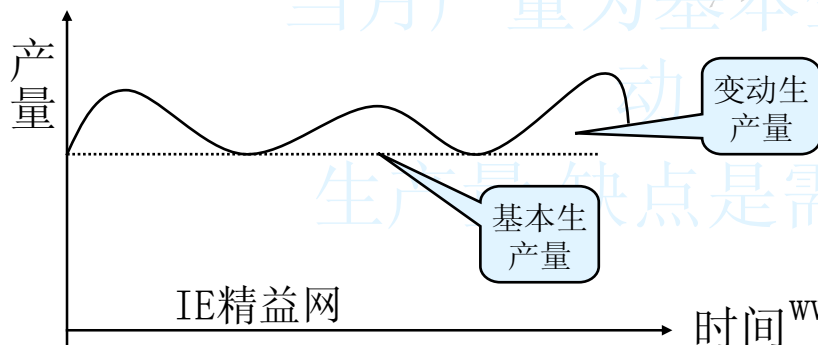
五、柔性生产方式的种类

2. 固定、变动共存的柔性生产线

----- 将未来市场的最低需求量采用固定生产线,而对于变动量则采用柔性生产线来对应

注:市场最低需求量也为基本生产量,

当月产量为基本生产量加上变动生产量



生产量

基本生
产量

变动生
产量

专业提供IE、精益资料下载

www.ielean.com

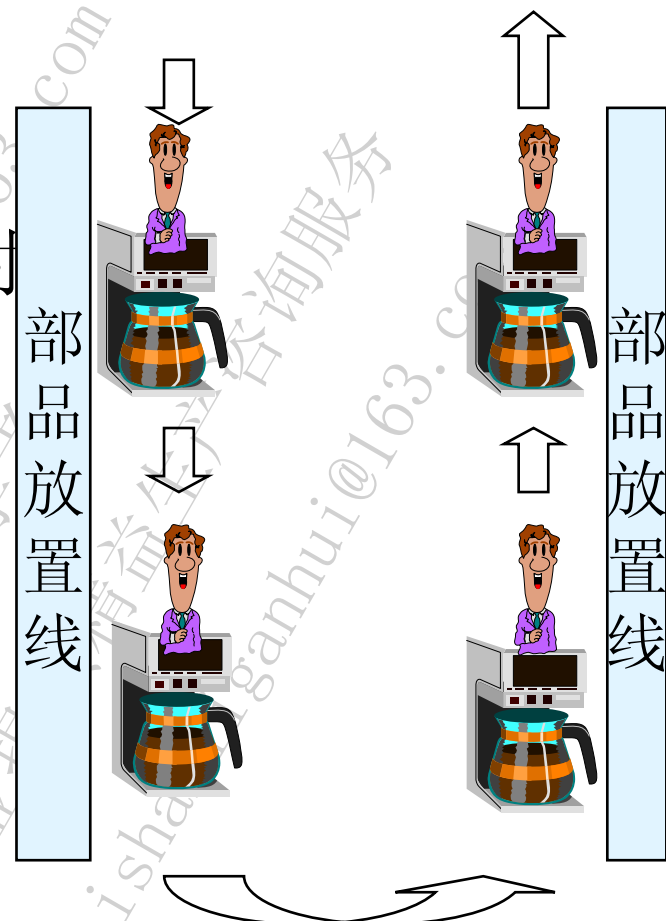
五、柔性生产方式的种类

3.小推车式柔性生产线

-----将生产资料按作业顺序相对固定,作业员以小推车带着作业对象依序边作业边移动

注:产量变化时,只需增加作业员或单人产量即可达成

适用于体积较大、作业技能要求相对简单的产品（如打印机、复印机等）



六、CELL生产方式的特征

1、实施“一个流生产”

(1)仕挂少(每人一台)

(2)Lead Time短

(3)机型切换快速、准确、灵活

(4)可以减少产品的中间取放

六、CELL生产方式的特征

2、生产同期化

- ✓ 各部组、加工同时生产同时停止
- ✓ 信息反映快，对应速度快
- ✓ 在库少，**Lead Time**短
- ✓ 批量移动少、搬运少

六、CELL生产方式的特征

3、单元内巡回作业

- 员工责任心增强
- 个人能力可以体现
- 作业技能可以相互学习，取长补短
- 平衡损失减少
- 速度可由作业最快的作业员决定

六、CELL生产方式的特征

4、多能化，少人化

- 员工技能多能化，个人能力可以体现
- 提高作业员的成就感
- 促进改善
- 对应订单变化能力提高

七、相机生产的特征

1. 相机本身特点

- 产品小,零部件体积小
 - (有别于打印机等)**CELL**生产方式运用比较成功的为佳能打印机)
- 结构复杂
 - 相对于打印机(打印机为几个大组件组合而成),相机往往在一条线上完成全部组装

七、相机生产的特征

2. 相机生产过程特点

- 组装工种多
 - 有手工组装、电批、镊子、焊接、接着、检查、镜片清洁、设备调整等
- 不良项目及检查工位多
 - 不良项目涉及电子、光学、机械、外观
- 调整及检查设备多
 - 镜框检查、画像检查、机能检查等

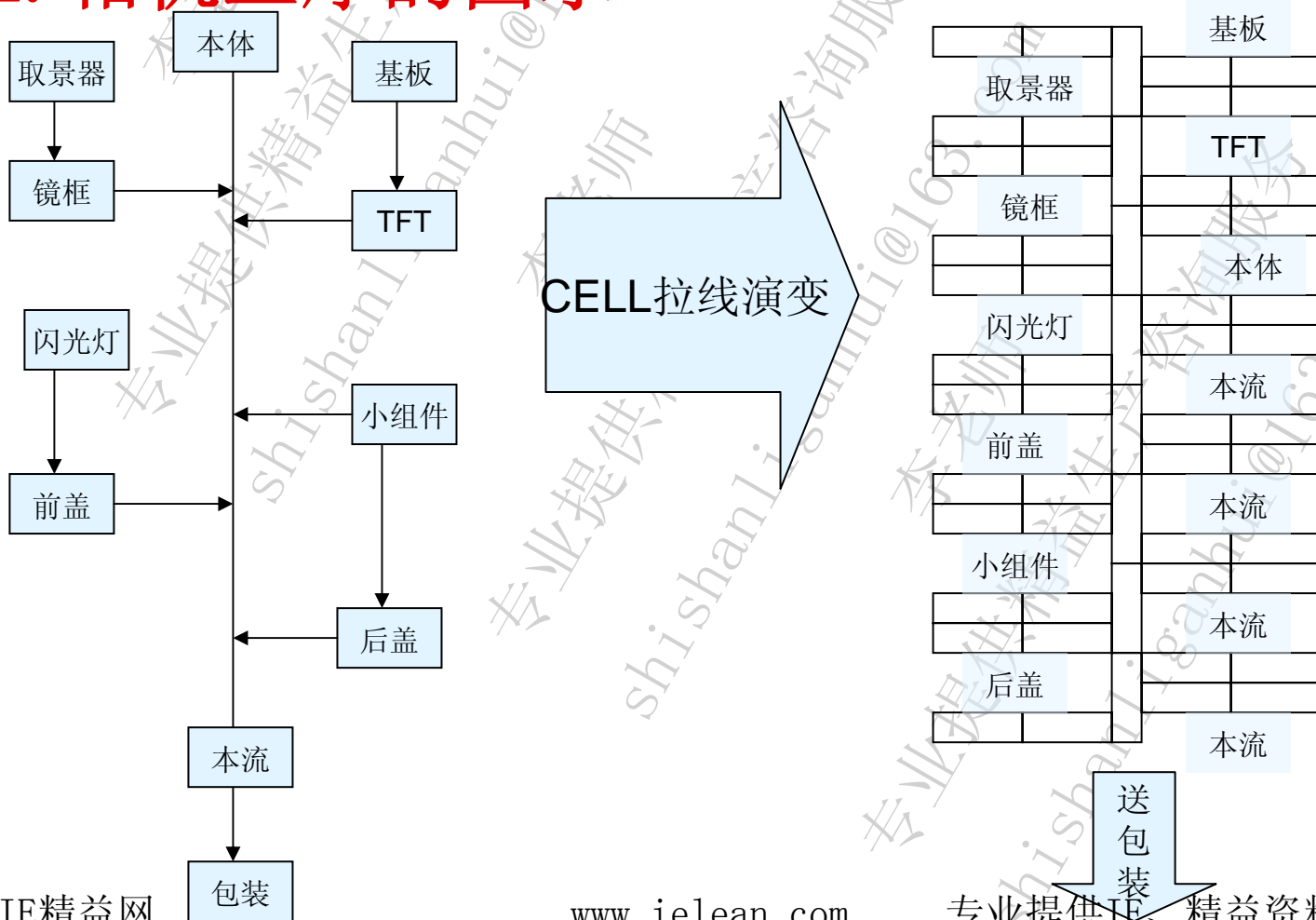
七、相机生产的特征

3. 相机行业的特点

- 单机种寿命短
 - 一般银盐传统相机有**2至5年**的市场生命周期，而数码相机只有半年至**2年**的寿命
- 机种间差别大
 - 机种变化，因组装流程式不同，一般情况下生产线需重置

七、相机生产的特征

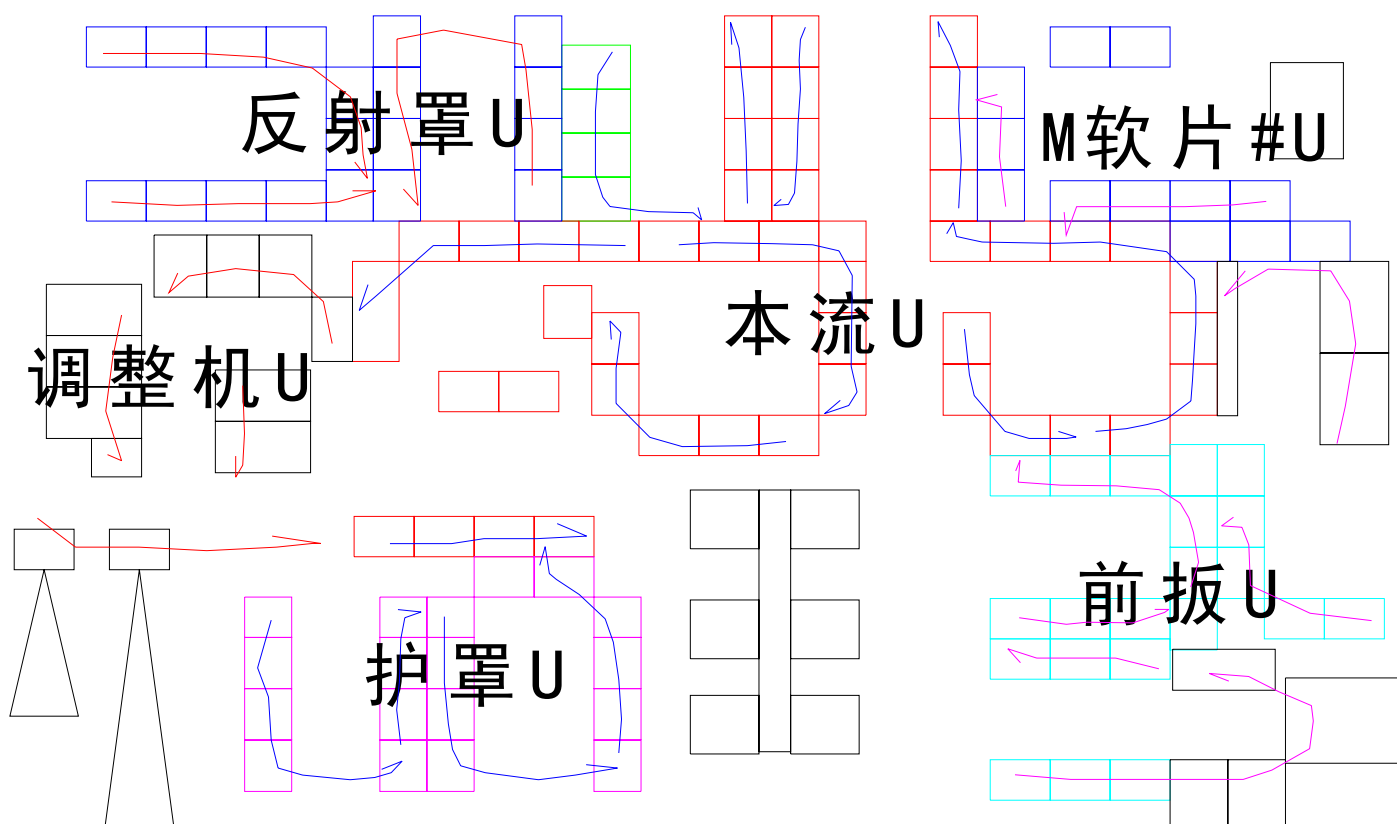
4. 相机工序的图示



八、KBU CELL化实施过程

1、第一阶段：花瓣型布局（2001.8-2002.2）

C2528 CELL拉线布局



八、KBU CELL化实施过程

1、第一阶段：花瓣型布局（2001.8～2002.2）

实施结果：

- 1.仕挂金额较流水线减少40.5%
- 2.面积利用提升36.5%。
- 3.LeadTime短缩62.2%。
- 4.非现流机种残留减少70.2%。

问题点：

- 1.U间平衡损失大(编成效率91%)
- 2.效率难于可持续提高
- 3.拉线变化困难
- 4.产量不易变动(变动级差大)
- 5.学习时间长，立上速度慢

八、KBU CELL化实施过程

2、第二阶段：理论总结（2002.3～2002.4）

项目	分析
运行模式	各U人员固定, 存在瓶颈, 效率低
产量变动对应	首先要求各U人数相等, 不等则要重编成, 且变动级差大
立上时作业速度慢对应	单纯在U内加人会破坏整体平衡
效率提高对应	效率提高时不可体现, 除非重新编成
新编拉对应	完全打乱, 电气重新布置, 拉线非常不整齐

八、KBU CELL化实施过程

2、第二阶段：理论总结（2002.3～2002.4）

U间平衡理论介绍

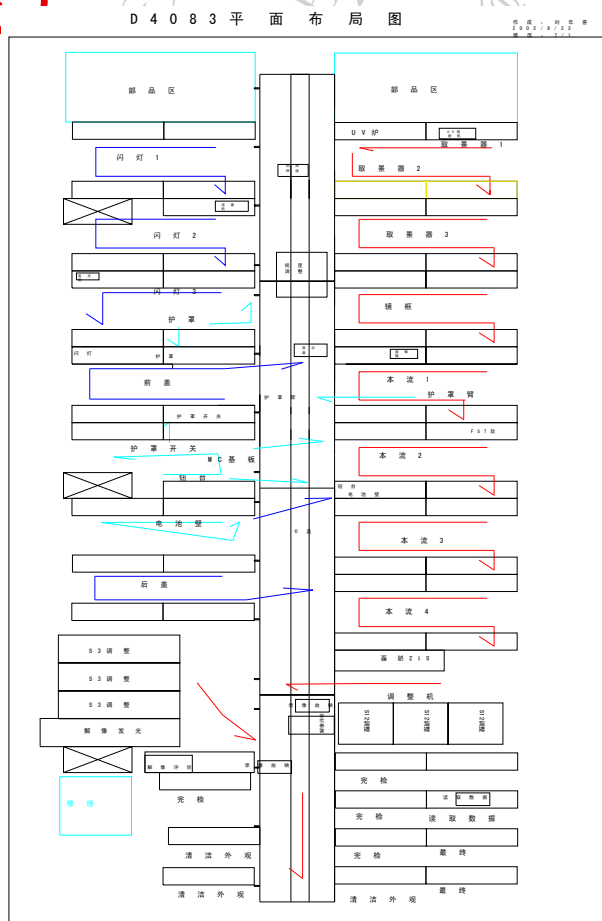
- ✓ 编程效率提高
- ✓ U间平衡损失减少

	理论人数	立上人数	平衡人数	
U1	3.6人	4人	3人	} 另加 3名 多能工
U2	4.8人	5人	4人	
U3	3.4人	4人	3人	
U4	5.6人	6人	5人	
U5	3.5人	4人	3人	
合计	20.9人	23人	21人	

减少2
人，提
效9.0%

八、KBU CELL化实施过程

3、第三阶段：非字型布局（2002.5～现在）



项目	分析
运行模式	基本人员固定, 多能工在各U 间支援, 不存在瓶颈
产量变动对应	不要求, 可随意变动, 基本可实现无差别产能变动
立上时作业速度慢对应	可按需要增加多能工, 速度达成后减少多能工
效率提高对应	提高时可体现, 只须减少多能工或U 内人员
新编拉对应	基本形状不变, 即使机种大只需在旁加作业台

八、KBU CELL化实施过程

3、第三阶段：非字型布局（2002.5～现在）

优点：

- 1.效率提升5%，且可持续提高
- 2.面积生产性提高10%，相对于流水线提高50%
- 3.拉线整齐，物流明晰
- 4.有利于多能工培养

八、KBU CELL化实施过程

3、第三阶段：非字型布局（2002.5～现在）

No.	项目	现状	说明	评价
1	CELL形态	非字型布局、二字形布局	较花瓣状布局外形美观，整齐，道路畅通。	○
2	一个流	人静止作业，通过手传递部组品	人与人之间、U与U之间易堆积仕挂；工位与工位间传递也造成工数浪费，工位间不易取平衡。	△
3	巡回	一般定期交换岗位作业，个别U采取巡回作业方式	U内作业员间无法相互激励，多能工培养速度慢；固定作业，减少了作业员改善积极性。	△
4	计划变动对应	<ul style="list-style-type: none"> 人员增减对应 拉线重排 	拉线重排时平均需花2天时间，人工成本、乙材、耗材等使用量大。	△
5	L/T	排拉时使各部组品就近传递减少了中间仕挂堆积，L/T大幅缩短	非字型、二字型拉线形状较固定，物流传递有设计不到位情况。	○
6	少人化	大多数情况通过IE人员改善	由于不巡回，不能通过作业员发现U内影响效率提升问题，全员参与改善不彻底。	△
7	情报传递	CELL间、部组品间品质情报传递速度快	生产同期化，情报传递快	○
8	U间平衡	多能工U间支援	新机种人员宽放对应	○
9	品质保证	品质保证课为主的品质保证体系	全员参与	○

八、KBU CELL化实施过程

3、第三阶段：非字型布局 (2002.5~现在)

主要问题

1. 实际作业不旋转，每个工作站必须取平衡，作业效率只能维持在流水线水平

对应:通过小加工或作业的简单移动保持U间相对平衡

2. 批量加工、批量转移存在

对应:尽量保持同期化,不能保证的优先对应L/T长的部品或金额大的部品

八、KBU CELL化实施过程

3、第三阶段：非字型布局 (2002.5~现在)

主要问题

3. 缺乏切实可行的效率激励机制；

对应:通过团队建设或目标式管理来推动

4. 拉线的布局移动时间及其它损耗大；

对应:拉线相对固定,换机种或变动(效率改善、产量变动)时采用通用拉线模式

5. 生产计划变动快，实际拉线布局对应迟缓（一周）

对应：推动员工多能化，各人须胜任本单元内的所有作业

九、CELL拉线布局的通用流程

项目立项



准备



项目分析

- 目标、方法（创新点）、愿景、人员、日程

- 总括表
- 工程分析图
- 工数一览表
- 设备能力一览表
- 立上、改善日程，计划产量

- 生产方式、拉线数量
- 人员预测（外招需提前一个月）
- 设备能力、需要数量
- 不良率
- 场地
- 作业台、架及材料（提前两周）

九、CELL拉线布局的通用流程

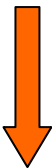
布局、编程



准 备



项目总结



项目总结

- 遵守cell编程原则
- CAD Layout
- 工作站划分及作业内容一览表
- 课内论证检讨、修改
- 排拉说明、调整（现场）

- Cell拉线运行方法
- 目标达成法

- 跟踪、改善、达成

- 立上效率
- 面积生产性
- Leadtime
- 仕挂
- 等等

十、CELL拉线布局的评价标准

No.	项目	内 容	细 则
1	物流	<ul style="list-style-type: none"> • 生产同期化。 • 一个流生产。 • 部组完整性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 各部组品传递距离是否最近。（伸手可及） • 重点部组品传递过程有否停滞。
2	品质	<ul style="list-style-type: none"> • 生产同期化。 • 一个流生产。 • 部组完整性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 重点岗位如CCD#、F#等周边无影响生产品质的作业（焊接、人员频繁移动、吹气等）。 • 有无重要部组品的批量移动。（大量不良的隐患）
3	成本	<ul style="list-style-type: none"> • U间支援。 • 编程。 • 宽放系数。 • 面积生产性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 布局是否利于U间支援。 • 是否按照小机种编程。 • 宽放确定的依据。（作业熟练度、编程效率损失、不良率等） • 宽放系数12%~20%。 • 面积生产性（参考1.8~2.0m²/人）。
4	效率	<ul style="list-style-type: none"> • 巡回作业（追兔式）。 • 逆时针旋转。 	<ul style="list-style-type: none"> • 布局是否按巡回作业布局。 • 同一个CELL内是否有两个方向的物流同时存在（必要性）。 • 工作站编排与瓶颈控制。
5	5S安全	<ul style="list-style-type: none"> • 拉线外型美观，布线合理。 • 消防通道。 	<ul style="list-style-type: none"> • 布局整齐、美观。 • 电气安排符合5S要求。 • 通道合理，流畅。
6	发展	<ul style="list-style-type: none"> • 理论创新。 	<ul style="list-style-type: none"> • 针对CELL不足，改善对策。 • 新理论、新方法导入。

附.

面积生产性说明

1. 目的:

- 评价生产场地的利用效率。
- 面积预测。
- 生产人员预测。

2. 定义:

指在单位时间里，单位面积可完成的作业工数量。

3. 计算式:

$$\text{面积生产性} = \frac{\text{产量 (台)} \times \text{标准工数 (min / 台)}}{\text{场地面积 (m}^2\text{)} \times \text{作业时间 (H)}} = \text{(min/m}^2\cdot\text{H)}$$

4. 数据源:

产量: 计划日产量

标准工数: 该机种核定的生产工数

场地面积: 该机种的实际占有面积

作业时间: 日工作时间

附.

要员生产性说明

1. 目的:

- 评价生产现场的效率。
- 要员数量预测。
- 与面积生产性同, 为生产条件预测的重要依据。

2. 定义:

指在单位时间里, 每人可完成的作业工数量(或作业台数)。

3. 计算式:

$$\text{要员生产性} = \frac{\text{产量 (台)}}{\text{总要员数} \times \text{作业时间 (日)}} = \quad (\text{台/人} \cdot \text{日})$$

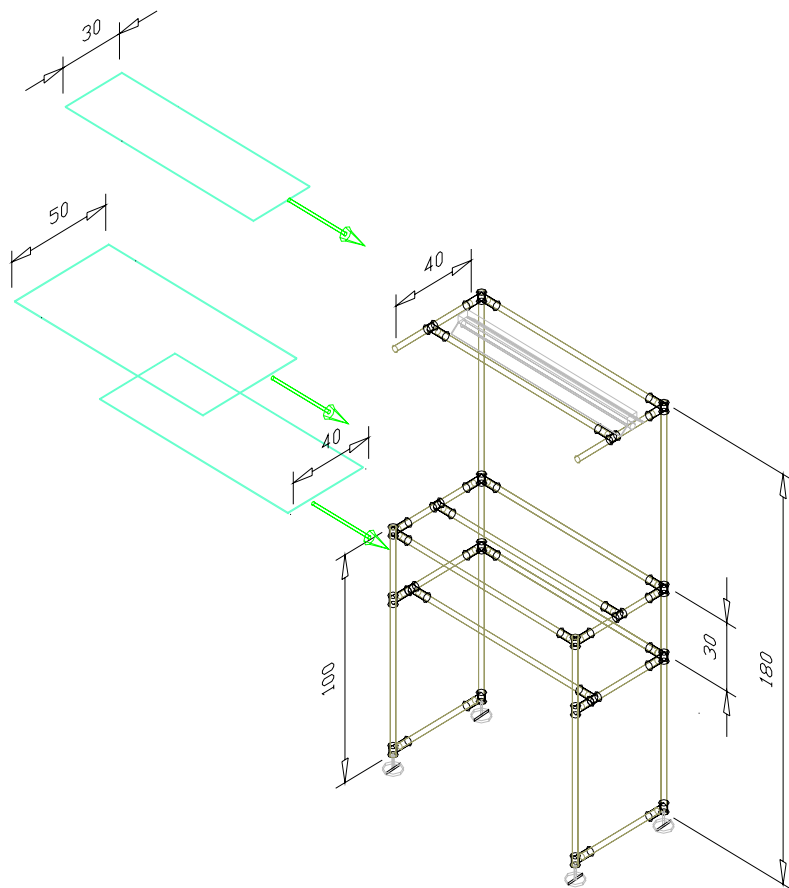
4. 数据源:

产量: 计划日产量(24小时内)

场地面积: 该机种的全部要员(现场班长以下)

作业时间: 以日为单位

十一、Cell标准作业台



标准作业台说明:

管材 $0.4 \times 9 = 3.6\text{m}$
 $0.9 \times 6 = 5.4\text{m}$
 $1.0 \times 2 = 2.0\text{m}$
 $1.8 \times 2 = 3.6\text{m}$
 合计 14.6m

ST钢板 $100 \times 30\text{cm}$ 一块
 $100 \times 40\text{cm}$ 一块
 $100 \times 50\text{cm}$ 一块

一通 12对
 二通 8对
 地脚 4个
 帽 6个
 勾 $6+9+8=23$ 个

十二、KBU柔性生产方式的发展

制造现场的变革

1. 作业方式和思想需要改变（例如：批量移动转为一个流）
2. 仕挂量的观念改变，“0”库存的实施
3. 作业员作业周期时间延长即人员多能化的实施
4. 作业人才的储备
5. 作业激励机制的建立和完善
6. 基层管理人员的管理技能提高，要求能及时适应生产的快速变动
7. 新柔性生产方式的探索

讲座结束
谢谢大家