

企业与生产运作管理

马登龙

新能源装备与质量工程研究所



十二、生产作业计划与控制

12.1 生产作业管理

12.2 作业计划编制的基础-期量标准

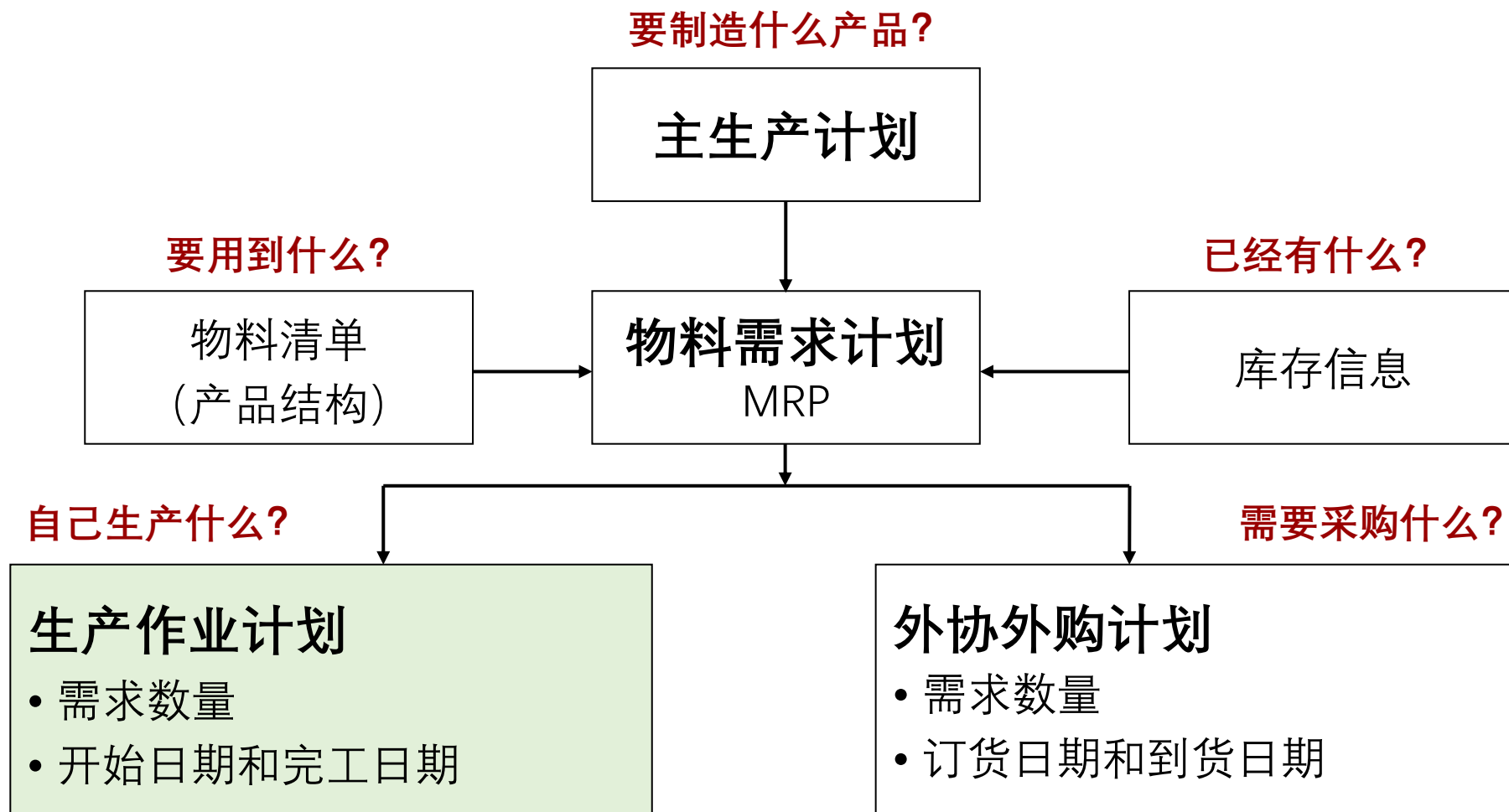
12.3 作业计划排序方法

12.4 生产作业控制





● 生产作业计划





● 生产作业计划

- 生产作业计划是**MRP输出的具体执行计划**，是协调企业日常生产活动的中心环节。
- 它根据**月度生产计划**的要求对每个生产单位（车间、工段、班组等），在每个具体时期（月、旬、周、日、轮班、小时等）内的生产任务作出**详细的安排并规定实现的方法**，从而保证企业按品种、数量、质量、交货期的要求全面完成生产计划。
- 当计划制定好之后在具体实施的过程当中还需要对生产作业过程实施有效的控制，以确定**实际生产和计划的要求相一致**。



● 生产作业管理的内容

➤ 制定作业计划

- ✓ 安排车间各工段、工作中心、班次的作业任务
- ✓ 准备工作的安排、生产现场的能力核算

➤ 生产派工

- ✓ 向车间现场工作地和工人下达生产指令
- ✓ 标准派工、定期派工、临时派工

➤ 作业控制

- ✓ 对生产过程追踪与检查
- ✓ 生产调度和作业统计

➤ 文明生产与现场改善

- ✓ 5S活动、全员生产维护、目视管理与定置管理



● 车间作业管理问题的难度与复杂性

- 车间是生产管理活动最集中的场所，是人、机、物的汇合点。
- 车间作业管理难度大，是一个多约束多反馈的动态随机过程控制问题。
- 车间作业管理问题复杂，矛盾冲突较多，需要临场协调处理。

- ✓ **期**-时间标准，比如生产周期，提前期等；**量**-相关的生产数量标准，如在制品定额量、安全库存量等。
- **生产周期-从原料投入生产到产品完成的时间间隔**

➤ 单工序零件生产周期

$$T_i = \frac{Q \cdot t_i}{S \cdot k} + t_{re}$$

用**天**为时间单位的单工序生产周期公式：

$$T_i = \frac{Q \cdot t_i}{d \cdot S \cdot k} + \frac{t_{re}}{d}$$

T_i : 工序*i*的零件生产周期 (分钟)

Q : 零件批量

t_i : 工序*i*单件零件的加工时间

S : 工序*i*同时工作的工作地数

k : 定额完成系数

t_{re} : 准备与结束生产的时间

d : 每天的生产时间

● 生产周期

➤ 单工序零件生产周期举例

某工厂一道工序生产某一零件，单件生产时间为15min，生产批量为2000件，该工序同时有3个工作地进行生产，每天采用两班工作制，每班工作8h，零件加工的定额完成率为95%，生产准备与结束时间为30min。

该工序完成这一批零件的生产周期是：

$$T = \frac{2\,000 \times 15}{2 \times 8 \times 60 \times 3 \times 0.95} + \frac{30}{2 \times 8 \times 60}$$
$$= 11 \text{ (天)}$$

● 生产周期

➤ 多工序零件生产周期

$$T_J = \rho \sum_{i=1}^m T_i + T_z + T_{tp}$$

T_J :零件的生产周期

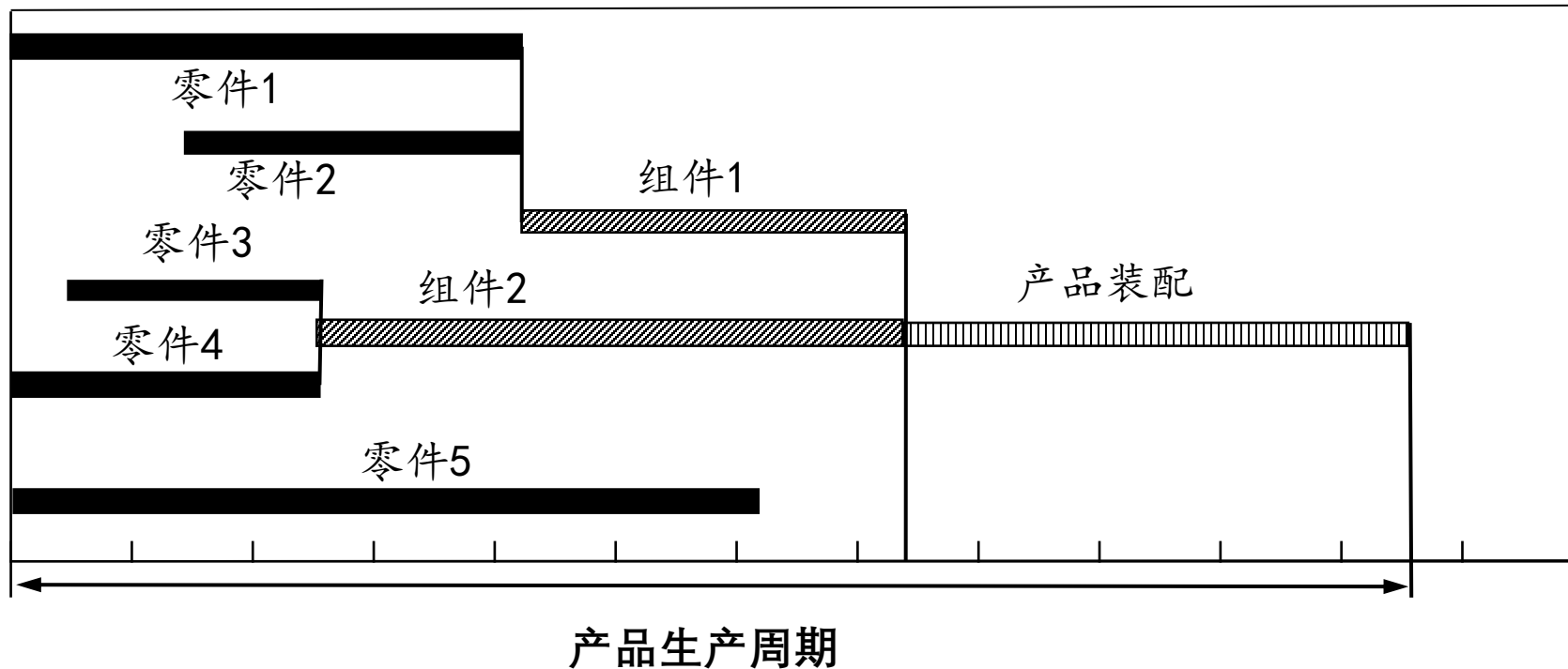
ρ :工序平行系数, (考虑零件在工序之间的移动方式, $0 \leq \rho \leq 1$, 当 $\rho = 1$ 表示顺序移动。

T_z :工序自然过程时间 (如冶金中的冷却过程)

T_{tp} :工序间的运输与等待时间

● 产品生产周期

- 当产品由多个零件装配而成时，产品的生产周期就是零件投入生产到产品装配完成的整个过程的时间。用图表示如下：



● 生产批量

- 成批生产中，不同的产品一次生产的数量是不同的，这种不同的生产数量就是生产批量。
- **生产批量对生产经济效果有很大影响**，批量大，生产周期长，在制品库存多资金积压；但是批量小，经常性换产，会导致时间浪费和换产费用增加。
- 批量确定方法有两种，**一种是最小批量法，另一种是经济批量法**。

● 生产批量

➤ 最小生产批量

✓ 根据生产过程换产时间的大小来确定最小批量：

$$Q_{\min} = \frac{t_{ad}}{\delta \cdot t}$$

t_{ad} ：转批换产时间

δ ：设备调整时间损失系数，一般取0.03 ~ 0.15

t ：单件零件加工时间

✓ 设备调整时间损失系数与不同的生产类型有关

● 生产批量

➤ 经济生产批量

- ✓ 按照成本最小化的方法确定批量，使生产过程换产调整费用与零件存储费用总和最小化。经济批量按下式计算：

$$TC = \frac{Q}{2}i \cdot c + A\frac{N}{Q} \quad \xrightarrow{\text{求导}} \quad Q^* = \sqrt{\frac{2AN}{i \cdot c}}$$

A : 换产设备调整的费用

N : 生产总需求量

c : 单位零件的生产成本

i : 零件存储费用率 (%)



- 作业排序是作业计划的基础
- 单台设备上的作业排序方法：单台设备面对多个加工工件
 - 常用的排序规则：
 - (1) 最短加工时间优先规则；
 - (2) 最短交货期优先规则；
 - (3) 先到先加工加工规则；
 - (4) 最小松动时间加工规则（松动时间=交货期-加工时间）；
 - (5) 临界比率最小优先规则（交货期减去当前日期除以作业时间）；
 - (6) 综合规则（综合使用两种规则）；
 - (7) 后到先加工规则；
 - (8) 随机规则；



- 单台设备上的作业排序方法

- 评价排序规则:

- ✓ 拖期的工件数或拖期时间: **拖期损失最小**
- ✓ 工件在车间的停留时间或在制品量: **停留时间长,则车间在制品量大、资金积压多、成本高。**



● 单台设备上的作业排序方法举例

例：有6个工件需要加工，各工件的加工时间如表1所示。工件编号是工件达到工作地的先后次序，当前日期为1。

表1 工件的加工时间与交货期

工件编号	1	2	3	4	5	6
加工时间	7	8	10	2	5	6
交货期	14	12	20	10	15	18



● 单台设备上的作业排序方法举例

表2 按照先来先加工的规则排序

作业排序	1	2	3	4	5	6
工件编号	1	2	3	4	5	6
加工时间	7	8	10	2	5	6
等待时间	0	7	15	25	27	32
完成时间	7	15	25	27	32	38
交货期	14	12	20	10	15	18
拖期时间	0	3	5	17	17	20

平均拖期时间: $(0+3+5+17+17+20) / 6=10.33$;

平均停留时间: $(7+15+25+27+32+38) / 6=24$



● 单台设备上的作业排序方法举例

表3 按照最短加工时间优先规则排序

作业排序	1	2	3	4	5	6
工件编号	4	5	6	1	2	3
加工时间	2	5	6	7	8	10
等待时间	0	2	7	13	20	28
完成时间	2	7	13	20	28	38
交货期	10	15	18	14	12	20
拖期时间	0	0	0	6	16	18

平均拖期时间: $(0+0+0+6+16+18) / 6 = 6.33$

平均停留时间: $(2+7+13+20+28+38) / 6 = 18$



● 单台设备上的作业排序方法举例

表4 按照交货期优先规则排序

作业排序	1	2	3	4	5	6
工件编号	4	2	1	5	6	3
加工时间	2	8	7	5	6	10
等待时间	0	2	10	17	22	28
完成时间	2	10	17	22	28	38
交货期	10	12	14	15	18	20
拖期时间	0	0	3	7	10	18

平均拖期时间： $(0+0+3+7+10+18) / 6 = 6.33$

平均停留时间： $(2+10+17+22+28+38) / 6 = 19.5$



● 单台设备上的作业排序方法举例

表5 按照最小松动时间优先规则排序

松动时间=交货期-加工时间

作业排序	1	2	3	4	5	6
工件编号	2	1	4	3	5	6
松动时间	4	7	8	10	10	12
加工时间	8	7	2	10	5	6
等待时间	0	8	15	17	27	32
完成时间	8	15	17	27	32	38
交货期	12	14	10	20	15	18
拖期时间	0	1	7	7	17	20

平均拖期时间: $(0+1+7+7+17+20)/6=8.86$

平均停留时间: $(8+15+17+27+32+38)/6=22.83$



● 单台设备上的作业排序方法举例

表6 按照临界比率（交货期减去当前日期除以作业时间） 优先规则排序(当前期为1)

作业排序	1	2	3	4	5	6
工件编号	4	2	1	5	6	3
临界比率	1.375	1.87	1.9	2.8	2.83	4.5
加工时间	8	7	10	5	6	2
等待时间	0	8	15	25	30	36
完成时间	8	15	25	30	36	38
交货期	12	14	20	15	18	10
拖期时间	0	1	5	15	18	28

平均拖期时间： $(0+1+5+15+18+28) / 6=11.16$

平均停留时间： $(8+15+25+30+36+38) / 6=25.33$



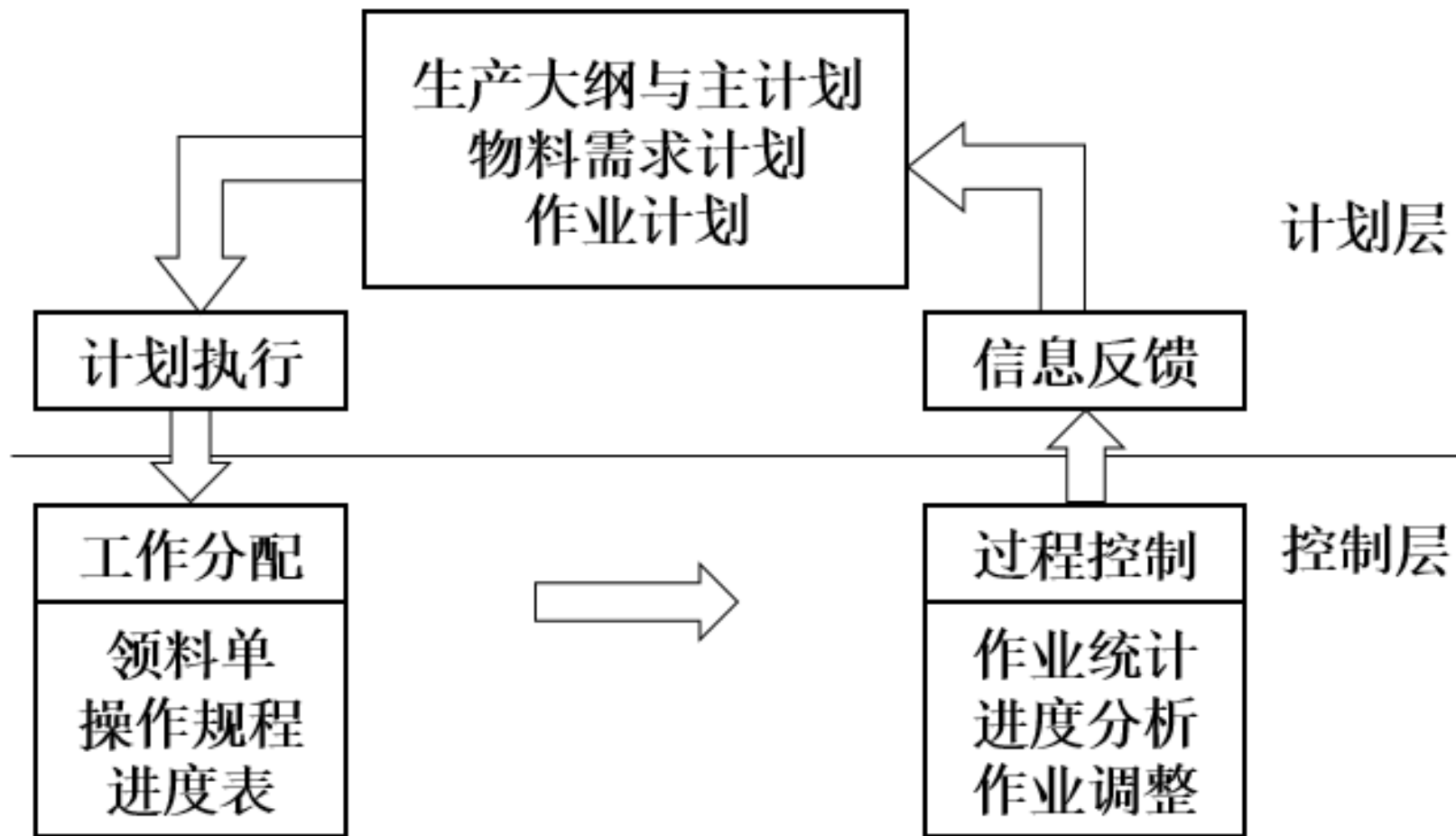
● 单台设备上的作业排序方法举例

表7 各排序规则的结果比较

排序方法	总拖期工件数	平均拖期时间	平均停留时间
先来先加工	5	10.33	24
最短加工时间优先	3	6.33	18
交货期优先	4	6.33	19.5
最小松动时间优先	5	8.86	22.83
临界比率优先	5	11.16	25.55

结论：最短加工时间优先规则在案例中是最好的规则。

● 生产计划与控制系统





- 生产作业控制的原因（计划与进度不同步）
 - 生产环境发生了变化
 - 计划的失误
 - 执行的原因
 - 扰动因素影响



● 生产作业控制的主要过程与内容

- (1) 制定生产作业监控体系
- (2) 监控实际生产过程
- (3) 评估偏差情况
- (4) 采取纠偏措施

● 生产进度控制的重要性：

- 生产进度控制是生产控制的三大核心（**质量控制、成本控制、进度控制，即QCD**）之一。



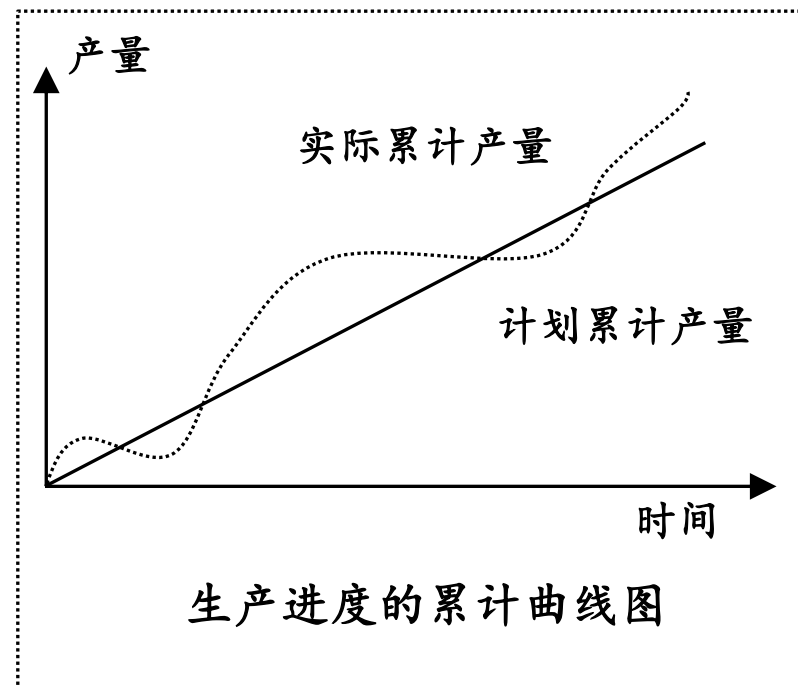
● 生产进度控制的工作步骤

- (1) 生产进度统计：进度统计表、累计进度曲线图
- (2) 进度差异分析：时间进度、产量进度
- (3) 作业调整
 - ✓ 改变作业顺序；
 - ✓ 安排加班；
 - ✓ 向其他生产环节求援；
 - ✓ 利用外协。

● 生产进度控制的工作步骤

➤ 生产进度统计：进度统计表、累计进度曲线图

车间作业进度统计表							单位：台、%				
项目	日期										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
计划日产量	120	120	120	120	120	120	休 息	125	125	125	125
实际日产量	110	115	120	110	125	118		123	125	120	124
日完成率	83.3	95.8	100	91.6	104	98.3		98.4	100	96	99.2
计划累计产量	120	240	360	480	600	720		845	970	1095	1220
实际累计产量	100	215	335	445	570	688		811	936	1056	1180
累计完成率	83.3	89.6	93.1	92.7	95	95.6		95.9	96.5	96.4	96.7





● 生产进度控制的工作步骤

- (1) 生产进度统计：进度统计表、累计进度曲线图
- (2) 进度差异分析：时间进度、产量进度
- (3) 作业调整
 - ✓ 改变作业顺序，交货期紧迫的迁移；
 - ✓ 安排加班；
 - ✓ 向其他生产环节求援；
 - ✓ 利用外协。



● 生产进度控制的注意事项

- 关键零件与关键工序进度的检查与监督；
- 生产过程物资供应，准时供应；
- 生产作业统计工作，反馈及时准确；
- 生产现场管理，维持生产秩序，物流合理化；
- 供需变动趋势，灵活调整。