

$$= \frac{\sum_{k=1}^N (c - ST(k))}{Nc} \times 100$$

**优先图或先后关系图** (Precedence diagram) 优先图是执行每个作业元素  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 可能顺序的一种直观表示法。它给出一个制品装配过程的可能步骤之间明晰的内在逻辑关系。图中通常以圆圈表示作业元素, 圆圈上面的数字表示该作业元素时间, 圆圈之间画有箭头, 表示这些作业元素之间有先后关系, 无箭头连结的表示无先后关系。

**优先矩阵** (Precedence matrix) 对于作业元素之间的先后关系可以用优先图来表示, 但是对计算机来说, 这种图形难以处理。将优先图数量化, 使之易于处理。这样就产生了优先矩阵。对于装配线上含有  $n$  个作业元素的制品, 它的优先矩阵为  $n \times n$  方阵  $P$ 。

$$P = (p_{ij})_{n \times n}$$

其中优先矩阵的元素  $p_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$ ) 取决于第  $i$  个作业元素与第  $j$  个作业元素的先后关系。

### 3. 2. 2 装配线平衡的步骤

在装配线的设计中, 平衡通常针对以下两个目标:

- (1) 给定生产线的节拍, 求最小工作地数;
- (2) 给定工作站数, 求最小的节拍。

在下面的平衡中, 我们是针对目标 (1) 的。平衡的步骤有:

1. 指定作业元素之间的相互关系, 即画出优先关系图;
2. 决定生产线的节拍 ( $C$ ), 计算公式为:

$$C = \frac{AR}{Q}$$

其中  $AR$  为计划期内的有效生产时间,  $Q$  为计划期  $AR$  内的计划产量;

3. 计算理论上的最小工作地数 ( $N_t$ ), 满足节拍时间的约束, 公式为

$$N_t = \lceil \frac{T}{C} \rceil$$

其中  $T$  为所有作业元素的作业时间的和, 即装配完成一个制品的总作业

时间  $T = \sum_{i=1}^N t_i$ ,  $t_i$  为第  $i$  个作业元素的时间,  $i=1,2,\dots,N$ ,  $[x]$  表示不

小于  $x$  的最小整数;

4. 选择分派作业元素至工作站的主要规则, 同时规定一条附则, 以备满足主要规则的作业元素不唯一时, 进而采用;

5. 每次分派一项作业元素至一工作站, 直到这一工作站的作业元素的作业时间总和等于节拍, 或者直到由于作业元素的作业时间以及由于作业元素的优先关系的限制而找不到这样的作业元素为止。如此循环进行, 直到把所有的作业元素被分配完。

6. 估算生产线的平衡效率  $E$ , 利用公式

$$E = \frac{T}{N_a \times C}$$

其中  $E$  为平衡效率,  $N_a$  为实际的工作站数。或者利用另外一个等价的指标平衡延迟率 (BD)。

$$BD = 1 - E$$

7. 如果对此平衡效率不满意, 利用其它决策法则对此重新进行平衡。

### 3. 2. 3 装配线平衡的算例

一种型号产品装配工序情况如下:

表 3-1 3.2.4 算例中工序优先关系及作业元素时间

工序号	工序作业时间(秒)	紧前工序
1	1	—
2	5	—