

# 两种零件在多台设备上加工 顺序安排的解法探讨\*

王 柯

(郑州工学院管理系)

**摘 要:** 本文对两种零件在多台设备上加工顺序安排的原有解进行了补充,使原方法在应用上得到了改进和推广。

**关键词:** 甘特图, 生产周期, 加工顺序

零件的加工顺序是由一定的工艺过程所规定的,不同的零件和在不同设备上加工的时间是不一定相同的。零件从一道工序转到下一道工序,如果下道工序不空,就会出现零件等机床的现象;如果下道工序加工完,上道工序尚未完成,则会出现机床等零件的现象。因此,科学地安排零件在机器设备上的加工顺序,不仅有利于零件在各道工序之间加工衔接紧密,缩短零件加工周期,而且有利于设备充分利用,使机器设备空闲时间最少。合理安排零件加工顺序,是一项十分复杂的工作,过去大多凭计划工作人员的经验或者采用试排的方法,随着运筹学的发展和在管理工作中日益增多的应用,已经有可能比较科学地解决加工顺序安排的问题,对于两种产品在多台设备上加工顺序安排的方法,都是采用图解法,用该方法寻求使生产周期最短的加工顺序。但笔者认为此种方法尚有不完善之处,故本文对该解法提出疑问并补充其解法。

## 1 两种零件在多台设备上加工顺序安排的解法质疑

采用图解法时,两种零件在多台设备上加工顺序的安排是以生产周期最短为最优目标的,然而笔者发现这种解法并非一定是生产实际中使零件的生产周期最短的安排方法,故而提出疑问。为便于说明问题,本文结合实例来说明。

**1.1 实例 1,** 已知两种零件 ( $J_1, J_2$ ) 在 A、B、C、D 四种设备上加工,其加工顺序及所需时间如表 1 所示:

如何进行作业计划的安排,使两种产品的生产周期最短?

采用图解法来解,其具体步骤如下:

①用横坐标轴、纵坐标轴分别表示两种零件  $J_1, J_2$  在加工过程中经过的时间;

---

\* 收稿日期: 1989.12.02

②把零件在机床上所需的加工时间按照加工顺序标在轴上。两种零件同时要使用同一台机床的区域即为禁止区，图中以带斜线的区域表示；

③从原点出发，无禁止区时可作  $45^\circ$  斜线，表示两种零件可同时进行加工而互不干扰。如果遇到禁区，则只能沿区域的边线向垂直或水平方向进行（表示仅能进行一种零件的加工）。

表1 加工顺序

产品	内 容	加 工 过 程
$J_1$	设备	A—B—C—D
	时间 (h)	2 5 3 2
$J_2$	设备	D—B—A—C
	时间 (h)	1 4 4 5

④对每一条可能的走向路线，计算它的总时间，加以比较，找出一条耗时最小的走向路线，即为最优方案，由此确定生产周期最短的加工顺序。

按上述步骤，将此例绘制出加工顺序的图解图，如图1示从原点出发，寻找最短折线。本题中只有一条折线： $oa \rightarrow ab \rightarrow bc \rightarrow cd \rightarrow de \rightarrow cf$  其对应的两产品的加工周期：

$$T = 2 + (3) + 5 + (4) + 3 + 2 = 19(h)$$

其加工顺序的甘特图如图2所示，由甘特图算出的加工周期为：

$$T = 2 + (4-1) + 5 + (5-1) + 3 + 2 = 19(h)$$

可见，由折线算出的加工周期同甘特图所求出的加工周期相同，在一般书中均认为这种解法得到的是最短的加工周期。但笔者认为，这并不是实际生产作业安排中的最短时间。如果将加工顺序按图3所示的甘特图安排，则相应的加工周期为：

$$T = 2 + (4-1) + 5 + 3 + 5 = 18(h)$$

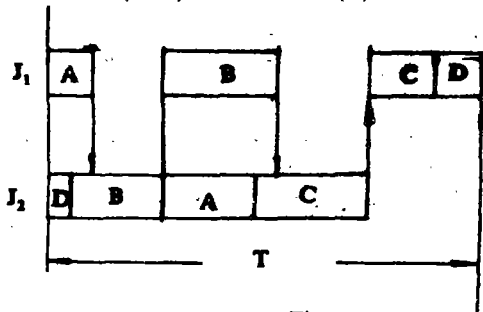


图2

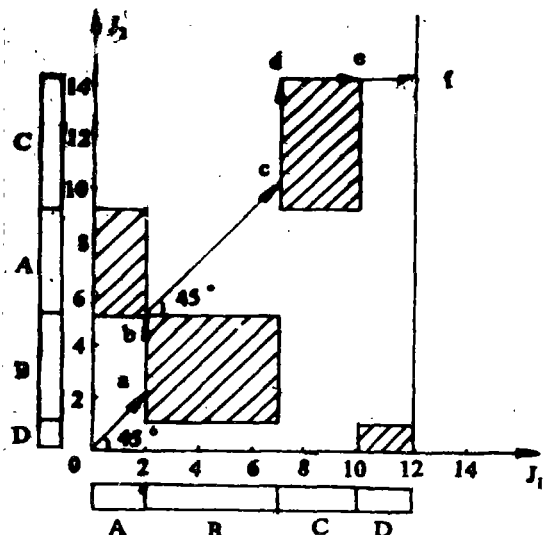


图1 两种零件在多台设备上加工顺序的图解

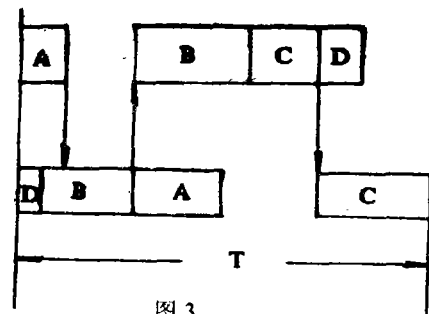


图3

图3并未完全按图解法的步骤进行加工顺序的安排，但这种安排在实际生产中完全可行，因为在C设备上先加工零件  $J_1$  或零件  $J_2$  并不影响零件本身的工艺顺序，且零件的加

工并不发生相互干扰, 而由此所得生产周期却比按解题步骤 (规则) 所得的要短, 可见, 由该图解法所得方案并非是实际生产作业安排中最优的加工顺序。

1.2 实例 2, 现有甲、乙两种零件, 其加工顺序及工时如表 2 示, 求其生产周期最短的加工顺序。

表 2 加工顺序

零件	内 容	加 工 过 程
甲	设备	A—B—C—D—E
	工时 (h)	4 6 5 8 2
乙	设备	A—D—E—C—D
	时间 (h)	14 7 3 6 2

仍按图解法解, 绘出两种零件在五台设备上加工顺序的图解如图 4。

从原点出发, 本题有两条折线 (即两个方案) 若采用折线①, 该方案的加工周期为:

$$T = 4 + 14 + [8 - (14 - 6 - 5)] + 7 + 3 + 6 + 2 = 41(h)$$

对应的加工顺序的甘特图如图 5 示。由甘特图所计算出的加工周期:

$$T = 4 + 6 + 5 + 8 + 7 + 3 + 6 + 2 = 41(h)$$

若采用折线②安排加工顺序, 则其生产周期为:

$$T = 14 + 4 + 6 + 5 + 6 + (8 - 6) + 2 = 39(h)$$

对应的甘特图如图 6 所示, 由甘特图可得加工周期为:

$$T = 14 + 4 + 6 + 5 + 8 + 2 = 39(h)$$

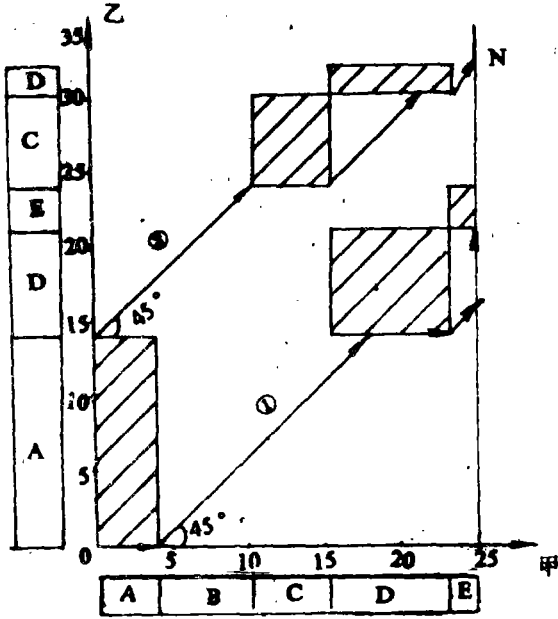


图 4

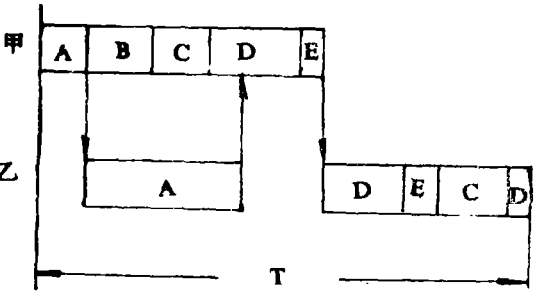


图 5

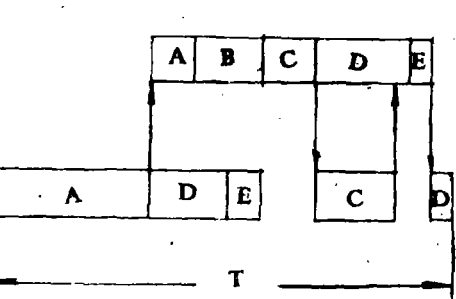


图 6

比较两方案, 采用折线②安排加工顺序时, 加工周期最短, 故最优方案为图 6 所示的加工顺序。其实, 该结论并非正确, 实际生产中若按折线①但不严格按图解法的走向来解的话, 可按图 7 所示甘特图来安排加工顺序, 此时 D 设备上并未发生干扰, 只是零件乙先

加工而已, 这在实际生产中完全可行, 理由同例 1 中的解释。这时的加工周期为:

$$T = 4 + 14 + 7 + 3 + 6 + 2 = 36(\text{h})$$

所得结论: 按折线①安排加工顺序时, 生产周期最短, 为 36 小时。最优的加工顺序是如图 7 所示。

以上所举两例, 可以说明图解法存在不妥之处, 类似于这样的实例, 还可再举。由以上两例可见: 一般书中对两种零件在多台设备上加工顺序的安排之方法, 尚有两点不妥:

①严格按图解法安排加工顺序, 并非实际生产中的最优加工顺序, 即生产周期并非是最短的, 该方法做为寻找最短的生产周期的解法, 应不妥。

②图解法的解题步骤 (或称规则) 第 3 步中, 对于碰到禁区时只能沿水平或垂直方向加工的解法, 笔者认为不完全符合生产实际, 有时可以不按步骤中所说的走向安排, 而实际生产中设备不会发生干扰, 且生产周期最短, 故认为这一步骤的解法不妥。

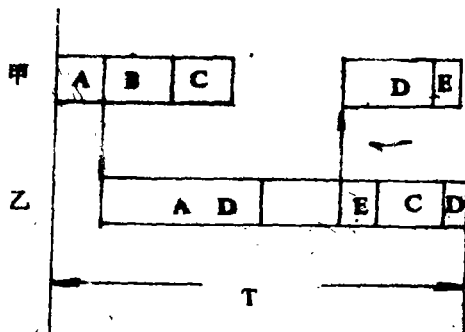


图 7

## 2 两种零件在多台设备上加工顺序安排的解法补充

从图解法的解题过程可看出, 图解法本身隐含着这样一个约束条件: 在安排加工顺序时, 尽量不使设备停歇 (即能开工尽量开工)。在此条件下, 由图解法所确定的加工顺序的生产周期才是最短的, 因此, 在应用时, 笔者认为应该加上上述约束条件, 这样由图解法所求出的加工顺序才是两种产品在多台设备上加工时的最优解, 否则该解法并不严格, 也不符合生产实际。笔者认为: 对于两种产品在多台设备上加工的加工顺序安排, 应分两种情况:

- 2.1 若要求设备尽量不停歇, 且生产周期最短, 则可按一般图解法来安排加工顺序。
- 2.2 若仅要求使生产周期最短, 则可以不按图解法中遇到干扰区时的折线走向来安排生产。当遇到干扰区时, 应先安排加工时间短的零件, 然后接着安排时间长的零件, 这样才可得到最优解, 并符合生产实际。

## 3 结束语

本文对两种零件在多台设备上加工顺序安排的解法进行了探讨, 提出了自己的观点, 这一观点在理论上是对该种解法的补充和完善, 在生产上对生产作业安排有着实践的指导意义, 可针对不同要求来进行生产作业的安排, 以达到充分利用设备, 缩短生产周期, 合理安排生产的目的, 从而提高生产的连续性, 提高企业的经济效益。

(下转第 91 页)

- (3) D.R.Shier and D.E.Whited. Algebraic methods in network reliability, SIAMJ. Appl. Disc. Math., 1987, 8(2), 251-262

## Solution of reliability Equations

Chen Guoxun

(ZhengZhou University)

Yan Jiajie

(ZhengZhou Insti. of Tech.)

**Abstract:** In this paper, we obtain the following two results with the discussion for solution of the equation  $Z=(ZOM)O_{c_s}$ :

(i)  $M^{n-1}$  is a reliability matrix;

(ii) the reliability which is from point  $i$  to point  $j$  is equal to the expansion by operators  $\bigcirc$  and  $\bigcirc$  on  $(j, i)$  complement minor of the matrix  $M$ . Obviously, the method that computation of the reliability is superior to iteration method. And it is very easy to computation on computer.

**Keywords:** communication system, fault, reliability

---

(上接第 126 页)

## The Inquiry about the Method of Sequence dispatching of two Parts Produced in many Equipment

Wang Ke

(ZhengZhou Institute of Technology)

**Abstract:** In this paper, we supplement the original method of sequence dispatching of two parts produced in many equipment. The original method is improved and generalized.

**Keywords:** Gantt chart, Production cycle, Production sequence