



建筑工程简明计算手册丛书

建筑施工 组织设计计算手册

JIANJIU ZHISHI
JIAOZHI SHEJI JISUAN SHOUCE

主编 梁敦维

④山西科学技术出版社
SHANXI SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

·建筑工程简明计算手册丛书·

建筑施工组织 设计计算手册

主编 梁敦维

参编 谢珍兰 倪文胜 梁丽焰

山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工组织设计计算手册 / 梁敦维主编 . —太原：山西科学技术出版社，2006 . 1

(建筑工程简明计算手册丛书)

ISBN 7-5377-2589-6

I . 建... II . 梁... III . 建筑工程—施工组织—设计—工程计算—技术手册 IV . TU721-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 125540 号

·建筑工程简明计算手册丛书·

建筑施工组织设计计算手册

梁敦维 主编

*

山西科学技术出版社出版 (太原建设南路 15 号)

新华书店经销 太原兴晋科技印刷厂印刷

*

开本：787 × 1092 1/32 印张：4.5 字数：131 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月太原第 1 次印刷

印数：1-3000 册

*

ISBN 7-5377-2589-6

T·399 定价：15.00 元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与印厂联系调换。

前　　言

《建筑工程简明计算手册丛书》是从建筑工程施工现场工程技术人员及技术操作人员实际工作需要出发，本着简明、实用、够用和好用的原则，紧扣现行标准、规范和规程，经优化筛选，将施工现场最常用、最基本的施工计算汇编成册，便于工程技术人员及技术操作人员查阅使用。

丛书包括《土方与地基基础工程计算手册》、《混凝土工程计算手册》、《结构吊装工程计算手册》、《建筑施工组织设计计算手册》、《建筑工程预算计算手册》等五本。

《建筑施工组织设计计算手册》收录了编制施工组织设计常用的计算资料，内容包括：建筑流水施工、工程网络计划、施工暂设设施、工程施工资源等。

本书内容精炼，是建筑工程施工组织的常用工具书，在编制标前施工组织设计和中标后施工组织设计、进行施工准备和组织施工等各项工作中的应用广泛。

目 录

一、建筑流水施工	.....	(1)
(一) 流水参数计算	.....	(3)
(二) 等节拍专业流水施工计算	.....	(9)
(三) 异节拍专业流水施工计算	.....	(12)
(四) 无节奏专业流水施工计算	.....	(14)
 二、工程网络计划	.....	(20)
(一) 双代号网络计划时间参数计算	.....	(20)
(二) 单代号网络计划时间参数计算	.....	(33)
(三) 双代号时标网络计划时间参数计算	.....	(39)
(四) 单代号搭接网络计划时间参数计算	.....	(43)
(五) 网络计划优化计算	.....	(50)
 三、施工暂设设施	.....	(66)
(一) 施工用房屋需用量计算	.....	(66)
(二) 施工运输设施计算	.....	(77)
(三) 工地供水计算	.....	(83)
(四) 工地供电计算	.....	(92)
(五) 工地供热计算	.....	(101)
(六) 工地供压缩空气计算	.....	(109)

四、工程施工资源	.....	(115)
(一) 劳动力需要量计算	.....	(115)
(二) 主要材料、构件和半成品需要量计算	.....	(129)
(三) 施工机械需要量计算	.....	(129)

一、建筑流水施工

一个施工项目划分成若干个施工区段进行施工时,可以采用依次施工、平行施工和流水施工三种组织施工方式,其特点如图 1-1 所示。

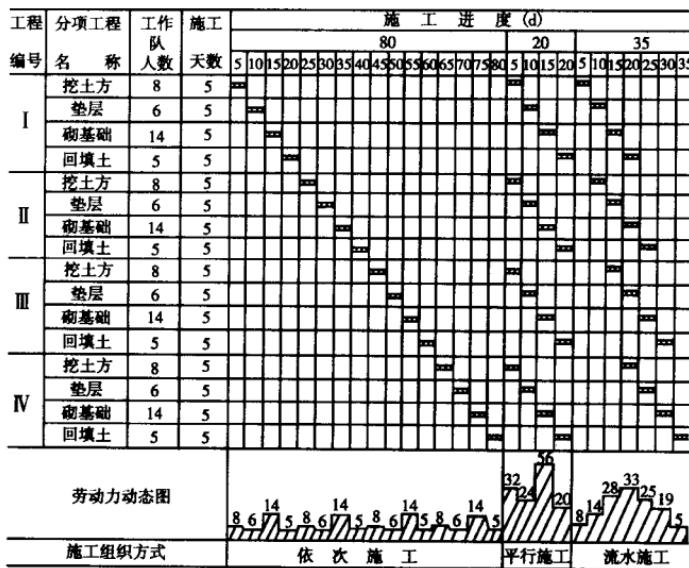


图 1-1 施工组织方式

流水施工组织方式是将施工项目划分成若干个施工过程,也就是划分成若干个工作性质相同的分部、分项工程或工序。同时,将施工项目在平面上划分成若干个劳动量大致相等的施工段;在竖向上划分成若干个施工层,并按照施工过程分别组建相应专业的工作队。各专业工作队按照一定的施工顺序施工,完成第一个施工段上的施工任务后,在专业工作队的人数、使用的机具和材料不变的情况下,依次连续地投入到第二、第三个施工段,直到最后一个施工段的施工,在规定的时间内,完成同样的施工任

务。不同的专业工作队在工作时间上最大限度地、连续地投入到第一、第二、第三个施工层，保证施工项目的施工全过程在时间、空间上，有节奏、连续、均衡地进行下去，直到完成全部施工任务。

流水施工的表达方式主要有横道图和网络图两种。横道图表达方式分为水平指示图表和垂直指示图表两种；网络图表达方式分为双代号网络图和单代号网络图。

在流水施工水平指示图表（图 1-2）的表达方式中，横坐标表示流水施工的持续时间，纵坐标表示开展流水施工的施工过程、专业工作队的名称、编号和数目，呈梯形分布的水平线段表示流水施工的开展情况。

在流水施工垂直指示图表（图 1-3）的表达方式中，横坐标表示流水施工的持续时间，纵坐标表示开展流水施工所划分的施工段编号， n 条斜线段表示各专业工作队或各施工过程开展流水施工的情况。

施工过程 号	施工进度(d)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
I	①	②	③	④				
II	K	①	②	③	④			
III	K	①	②	③	④			
IV	K	①	②	③	④			
V			K	①	②	③	④	
$(n-1) \cdot K$				$T_1 = m t_1 = m \cdot K$				
$T = (m+n-1) \cdot K$								

图 1-2 水平指示图表

施工段 编号	施工进度(d)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
m								
:			I	II	III	IV	V	
2								
1								
	K	K	K	K				
$(n-1) \cdot K$				$T_1 = m t_1 = m \cdot K$				
$T = (m+n-1) \cdot K$								

图 1-3 垂直指示图表

图中 T ——流水施工计划总工期；

T_1 ——一个专业工作队或施工过程完成其全部施工段的持续时间；

n ——专业工作队数或施工过程数；

m ——施工段数；

K ——流水步距；

t_i ——流水节拍，本图中 $t_i = K$ ；

I、II……——专业工作队或施工过程的编号；

①②③④——施工段的编号。

(一) 流水参数计算

1. 工艺参数

在组织流水施工时,用以表达流水施工在施工工艺上开展顺序及其特征的参数。即在组织流水施工时,将施工项目的整个过程所划分的各施工过程的种类、性质和数目的总称。工艺参数包括施工过程和流水强度。

(1) 施工过程:在组织流水施工时,用以表达流水施工在工艺上开展层次的有关过程,统称施工过程。如图 1-1,将地基与基础工程划分为挖土方、垫层、砌基础和回填土四个施工过程。施工过程数目一般用 n 表示,根据工艺性质不同,可分为制备类、运输类和砌筑安装类三种。施工过程所包括的范围可大可小,划分的程度可粗可细。施工过程数目主要依据项目施工进度计划在客观上的作用、采用的施工方案、项目的性质和发包人对项目工期的要求等进行确定。

(2) 流水强度:某施工过程在单位时间内所完成的工程数量,称为该过程的流水强度。流水强度一般用 V_i 表示,按下式计算:

① 机械操作流水强度:

$$V_i = \sum_{i=1}^x R_i \cdot S_i \quad (1-1)$$

式中 V_i ——某施工过程 i 的机械操作流水强度;

R_i ——投入施工过程 i 的某种施工机械台数;

S_i ——投入施工过程 i 的某种施工机械产量定额;

x ——投入施工过程 i 的施工机械种类数。

② 人工操作流水强度:

$$V_i = R_i \cdot S_i \quad (1-2)$$

式中 V_i ——某施工过程 i 的人工操作流水强度;

R_i ——投入施工过程 i 的专业工作队的工人数;

S_i ——投入施工过程 i 的专业工作队的平均产量定额。

2. 空间参数

在组织流水施工时,用以表达流水施工在空间布置上所处状态的参数,称为空间参数。空间参数主要有:工作面、施工段和施工层等。

(1) 工作面:指某专业工种的工人在从事施工生产加工过程中所必须具备的活动空间。其大小是根据相应工程单位时间内的产量定额、工程操作规

程和安全规程等要求来确定。有关工种的工作面可参见表 1-1。

主要工种工作面参考数据表

表 1-1

工作项目	每个技工的工作面	说明
砖基础	7.6m/人	以 1 $\frac{1}{2}$ 砖计 2 砖乘以 0.8 3 砖乘以 0.55
砌砖墙	8.5m/人	以 1 砖计 1 $\frac{1}{2}$ 砖乘以 0.71 2 砖乘以 0.57
毛石墙基	3m/人	以 60cm 计
毛石墙	3.3m/人	以 40cm 计
混凝土柱、墙基础	8m ³ /人	机拌、机捣
混凝土设备基础	7m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土柱	2.45m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土梁	3.20m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土墙	5m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土楼板	5.3m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土柱	3.6m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土梁	3.6m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土屋架	2.7m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土平板、空心板	1.91m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土大型屋面板	2.62m ³ /人	机拌、机捣
混凝土地坪及面层	40m ² /人	机拌、机捣
外墙抹灰	16m ² /人	
内墙抹灰	18.5m ² /人	
卷材屋面	18.5m ² /人	
防水水泥砂浆屋面	16m ² /人	
门窗安装	11m ² /人	

(2) 施工段:是为了有效地组织流水施工,通常把施工项目在平面上划分成若干个劳动量大致相等的施工段。施工段的数目通常用 m 表示。施工段的划分应遵循下列原则:

① 主要专业工作队在各个施工段上的劳动量要大致相等,其相差幅度不宜超过 10% ~ 15%。

② 在保证专业工作队劳动组合优化的前提下,施工段大小要满足专业工程对工作面的要求。

③ 对多层或高层建筑,施工段的数目要满足流水施工组织的要求,即 $m \geq n$,以保证专业工作队能够连续施工。若某些施工过程需要考虑技术间歇等,则可按下式确定每层的最少施工段数:

$$m_{\min} = n + \frac{\sum Z}{K} \quad (1-3)$$

式中 m_{\min} —— 每层需划分的最少施工段数;

n —— 施工过程或专业工作队数;

$\sum Z$ —— 某些施工过程要求的技术间歇时间的总和;

K —— 流水步距。

④ 施工段分界线应尽可能与结构的自然界限(如沉降缝、伸缩缝、单元界线等)相一致。如果必须将分界线设在墙体中间时,应将其设在门窗洞口处。

⑤ 对于多层施工项目,既要在平面上划分施工段,又要在竖向上划分施工层,以利于有节奏、连续、均衡地流水施工。

(3) 施工层:指在组织流水施工时,为了满足专业工种对操作高度和施工工艺的要求,将拟建工程项目在竖向上划分为若干个作业层,这些作业层称为施工层,一般用 j 表示。其划分要按施工项目的具体情况,根据建筑物的高度、楼层来确定。如砌筑工程的施工层高度一般为 1.2m,室内抹灰、木装饰、油漆玻璃和水电安装等,可按楼层进行施工层划分。

3. 时间参数

在组织流水施工时,用以表达流水施工在时间排列上所处状态的参数,称为时间参数。其包括:流水节拍、流水步距、平行搭接时间、技术间歇时间和组织管理间歇时间等。

(1) 流水节拍:在组织流水施工时,每个专业工作队在各个施工段上完

成相应的施工任务所需要的工作持续时间,称为流水节拍,通常用 t_i 表示。

影响流水节拍数值大小的因素主要有:项目施工时所采取的施工方案、各施工段投入的劳动力人数或施工机械台数、工作班次以及该施工段工程量的多少。为避免工作队转移时浪费工时,流水节拍在数值上最好是半个班的整倍数。其数值的确定,可按下列方法进行:

①定额计算法:是根据各施工段的工程量、能够投入的资源量(工人数、机械台数和材料量等)进行估算的方法,按下式计算:

$$t_i = \frac{Q_i}{S_i \cdot R_i \cdot N_i} = \frac{P_i}{R_i \cdot N_i} \quad (1-4)$$

或 $t_i = \frac{Q_i \cdot H_i}{R_i \cdot N_i} = \frac{P_i}{R_i \cdot N_i} \quad (1-5)$

式中 t_i ——某专业工作队在第 i 施工段的流水节拍;

Q_i ——某专业工作队在第 i 施工段要完成的工程量;

S_i ——某专业工作队的计划产量定额;

H_i ——某专业工作队的计划时间定额;

P_i ——某专业工作队在第 i 施工段需要的劳动量或机械台班数量;

$$P_i = \frac{Q_i}{S_i} \quad (\text{或 } Q_i H_i)$$

R_i ——某专业工作队投入的工作人数或机械台数;

N_i ——某专业工作队的工作班次。

②经验估算法:是根据以往的施工经验进行估算。一般先估算出该流水节拍的最长、最短和正常(即最可能)三种时间,然后据此求出期望时间作为流水节拍,故称为三种时间估算法。一般按下式计算:

$$t_i = \frac{a + 4c + b}{6} \quad (1-6)$$

式中 t_i ——某施工过程在某施工段上的流水节拍;

a ——某施工过程在某施工段上的最短估算时间;

b ——某施工过程在某施工段上的最长估算时间;

c ——某施工过程在某施工段上的正常估算时间。

这种方法多适用于采用新工艺、新方法和新材料等没有定额可循的工程。

③工期计算法：对某些施工任务在规定日期内必须完成的工程项目，往往采用倒排进度法。即先根据工期倒排进度，确定某施工过程的工作持续时间，然后确定某施工过程在某施工段上的流水节拍。若同一施工过程的流水节拍不等，则用估算法；若流水节拍相等，则按下式计算：

$$t = \frac{T}{m} \quad (1-7)$$

式中 t ——流水节拍；

T ——某施工过程的工作持续时间；

m ——某施工过程划分的施工段数。

当施工段数确定时，流水节拍大，则工期相应的就长。因此，从理论上讲，总是希望流水节拍越小越好。但实际上由于受工作面的限制，每一施工过程在各施工段上都有最小的流水节拍，其数值可按下式计算：

$$t_{\min} = \frac{A_{\min} \cdot \mu}{S} \quad (1-8)$$

式中 t_{\min} ——某施工过程在某施工段的最小流水节拍；

A_{\min} ——每个工人所需最小工作面；

μ ——单位工作面工程量含量；

S ——产量定额。

由式 1-8 算出数值，应取整数或半个工日的整倍数，根据工期计算的流水节拍，应大于最小流水节拍。

(2) 流水步距：在组织流水施工时，相邻两个专业工作队相继投入施工的合理时间间隔，称为流水步距，通常以 $K_{j,j+1}$ 表示。确定流水步距的原则是：

① 满足相邻两个专业工作队，在施工顺序上的相互制约关系。

② 保证各专业工作队都能连续作业。

③ 保证相邻两个专业工作队，在开工时间上最大限度地、合理地搭接。

确定流水步距的方法很多，主要有图上分析法、分析计算法和潘特考夫斯基法等。潘特考夫斯基法也称为“大差法”，简称累加数列法。其计算步骤如下：

① 根据专业工作队在各施工段上的流水节拍，求累加数列。

② 根据施工顺序，对所求相邻的两累加数列错位相减。

③根据错位相减的结果,确定相邻专业工作队之间的流水步距,即相减结果中数值最大者。

(3)平行搭接时间:在组织流水施工时,有时为缩短工期,在工作面允许的条件下,使后者提前进入前一个施工段,两者在同一施工段上平行搭接施工的施工期称为平行搭接时间,通常用 $C_{j,j+1}$ 表示。

(4)技术间歇时间:在组织流水施工时,需要考虑的合理的工艺等待间歇时间,称为技术间歇时间。如混凝土浇注后的养护时间、砂浆抹面和油漆面的干燥时间等,通常用 $Z_{j,j+1}$ 表示。

(5)组织间歇时间:在流水施工中,由于施工技术或施工组织的原因,造成的间歇时间,称为组织间歇时间。如墙体砌筑前的墙身位置弹线、施工人员、机械转移、回填土前的地下管道检查验收等等,通常用 $G_{j,j+1}$ 表示。

【例 1-1】 某项目由四个施工过程组成,分别由 A、B、C、D 四个专业工作队完成,在平面上划分成四个施工段,每个专业队在各施工段上的流水节拍如表 1-2 所示,试确定相邻专业工作队之间的流水步距。

表 1-2

施工段 流水节拍(d)	施工段			
	①	②	③	④
工作队				
A	4	2	3	2
B	3	4	3	4
C	3	2	2	3
D	2	2	1	2

【解】 (1)求各专业工作队的累加数列:

$$A: \begin{matrix} 4 & 2 & 3 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 4 & 6 & 9 & 11 \end{matrix}$$

$$B: \begin{matrix} 3 & 4 & 3 & 4 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 7 & 10 & 14 \end{matrix}$$

$$C: \begin{matrix} 3 & 2 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 3 & 5 & 7 & 10 \end{matrix}$$

$$D: \begin{matrix} 2 & 2 & 1 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 2 & 4 & 5 & 7 \end{matrix}$$

箭头表示累加顺序。

(2) 错位相减:

$$\begin{array}{r} \text{A与B} \\ \begin{array}{r} 4, \quad 6, \quad 9, \quad 11 \\ -) \quad \quad 3, \quad 7, \quad 10, \quad 14 \\ \hline 4, \quad 3, \quad 2, \quad 1, \quad -14 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{B与C} \\ \begin{array}{r} 3, \quad 7, \quad 10, \quad 14 \\ -) \quad \quad 3, \quad 5, \quad 7, \quad 10 \\ \hline 3, \quad 4, \quad 5, \quad 7, \quad -10 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{C与D} \\ \begin{array}{r} 3, \quad 5, \quad 7, \quad 10 \\ -) \quad \quad 2, \quad 4, \quad 5, \quad 7, \\ \hline 3, \quad 3, \quad 3, \quad 5, \quad -7 \end{array} \end{array}$$

(3) 求流水步距: 流水步距等于错位相减所得结果中数值最大者。

$$K_{A,B} = \max\{4, 3, 2, 1, -14\} = 4d$$

$$K_{B,C} = \max\{3, 4, 5, 7, -10\} = 7d$$

$$K_{C,D} = \max\{3, 3, 3, 5, -7\} = 5d$$

(二) 等节拍专业流水施工计算

等节拍专业流水是指在组织流水施工时,所有的施工过程在各个施工段上的流水节拍彼此相等($t_1 = t_2 = \dots = t_{n-1} = t_n = t$, t 为常数),流水步距彼此也相等,而且等于流水节拍($K_{1,2} = K_{2,3} = \dots = K_{n-1,n} = K = t$, t 为常数)的流水施工组织方式,也称为固定节拍流水、全等节拍流水或同步距流水。等节拍专业流水施工的组织和计算步骤:

1. 确定项目施工起点流向并分解施工过程(n)。
2. 确定施工顺序并划分施工段(m)。

施工段数目 m 的确定:

(1) 无层间关系或无施工层时, $m = n$ 。

(2) 有层间关系或有施工层时,若无技术间歇和组织间歇,取 $m = n$;有技术间歇和组织间歇,取 $m > n$ 。当取 $m > n$ 时,每层施工段空闲数为 $m - n$,一个施工段空闲的时间为 $t = k$,则每层的空闲时间为:

$$(m - n) \cdot T = (m - n) \cdot K \quad (1-9)$$

如果取一个楼层内各个施工过程间的技术间歇、组织间歇时间之和为 $\sum Z_1 = \sum Z_{j,j+1}^n + \sum G_{j,j+1}^n$, 楼层间技术间歇、组织间歇时间为 Z_2 。若每层的 $\sum Z_1$ 均相等,且 Z_2 也相等,施工段上除 $\sum Z_1$ 和 Z_2 外无空闲,则:

$$(m-n) \cdot K = \sum Z_1 + Z_2 \quad (1-10)$$

整理得每层的施工段数为：

$$m = n + \frac{\sum Z_1}{K} + \frac{Z_2}{K} \quad (1-11)$$

当 $\sum Z_1$ 和 Z_2 不完全相等时，应取各层中最大的 $\sum Z_1$ 和 Z_2 ，得每层的施工段数为：

$$m = n + \frac{\max \sum Z_1}{K} + \frac{\max Z_2}{K} \quad (1-12)$$

3. 按等节拍专业流水要求计算流水节拍数值 t_i 。

4. 确定流水步距 ($K = t$)。

5. 计算流水施工的工期。

(1) 不分施工层时，可按下式计算：

$$T = (m+n-1) \cdot K + \sum Z_{j,j+1} + \sum G_{j,j+1} - \sum C_{j,j+1} \quad (1-13)$$

式中 T ——流水施工总工期；

m ——施工段数；

n ——施工过程数；

K ——流水步距；

j ——施工过程编号， $1 \leq j \leq n$ ；

$\sum Z_{j,j+1}$ ——所有技术间歇时间总和；

$\sum G_{j,j+1}$ ——所有组织间歇时间总和；

$\sum C_{j,j+1}$ ——所有平行搭接时间总和。

(2) 分施工层时，可按下式计算：

$$T = (m+r+n-1) \cdot K + \sum Z_1 - \sum G_{j,j+1} \quad (1-14)$$

式中 r ——施工层数；

$\sum Z_1$ ——第一个施工层中各施工过程之间的技术间歇与组织间歇时间之和；

$$\sum Z_1 = \sum Z_{j,j+1}^1 + \sum G_{j,j+1}^1$$

$\sum Z_{j,j+1}^1$ ——第一个施工层的技术间歇时间；

$\sum G_{j,j+1}^1$ ——第一个施工层的组织间歇时间；

注：本式中两层及两层以上的 $\sum Z_1$ 和 Z_2 均已包括在式中的 $m+r+t$ 项内， $k=t$ ，如图 1-5。

6. 绘制流水施工指示图表。

【例 1-2】 某工程由四个施工过程组成,划分成五个施工段,流水节拍均为 5d,无技术、组织间歇,拟组织等节拍专业流水,试确定流水步距,计算工期,并绘制流水施工进度表。

【解】 已知 $n = 4$ 、 $m = 5$ 、 $t_i = t = 5$

(1) 确定流水步距: $K = t = 5$ d

(2) 计算工期: $T = (m + n - 1) \cdot K = (5 + 4 - 1) \times 5 = 40$ d

(3) 绘制流水施工进度图,如图 1-4 所示。

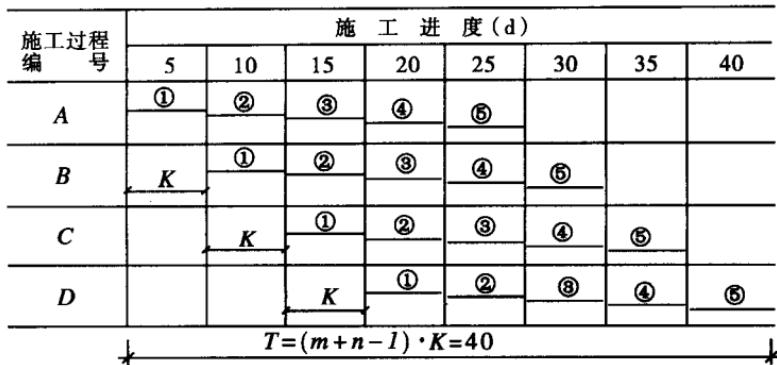


图 1-4 等节拍专业流水施工进度图

【例 1-3】 某项目由四个施工过程组成,划分两个施工层,拟组织等节拍专业流水施工,施工过程 II 完成后需养护 2d 下一个施工过程才能施工,且层间技术间歇为 2d,流水节拍均为 2d。为了保证工作队连续作业,试确定施工段数,计算工期,绘制流水施工进度表。

【解】 已知 $n = 4$ 、 $\sum Z_1 = 2$ d、 $Z_2 = 2$ d、 $t = 2$ d。

(1) 确定流水步距: $K = t = 2$ d

(2) 确定施工段数: $m = n + \frac{\sum Z_1}{K} + \frac{Z_2}{K} = 4 + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} = 6$ 段

(3) 计算工期:

$$\begin{aligned} T &= (m \cdot r + n - 1) \cdot K + \sum Z_1 - \sum C_{j,j+1} \\ &= (6 \times 2 + 4 - 1) \times 2 + 2 - 0 = 32\text{d} \end{aligned}$$

(4) 绘制流水施工进度图,如图 1-5 所示。