



执业资格考试丛书

全国建造师执业资格考试应试指南

流水施工和网络计划技术题解

李世蓉 兰定筠 编著



中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

全国建造师执业资格考试应试指南

流水施工和网络计划技术题解

李世蓉 兰定筠 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

流水施工和网络计划技术题解 / 李世蓉, 兰定筠编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2006

(执业资格考试丛书 全国建造师执业资格考试应试指南)

ISBN 7-112-08146-7

I. 流... II. ①李...②兰... III. 建造师-资格考核-自学
参考资料 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 017279 号

执业资格考试丛书
全国建造师执业资格考试应试指南
流水施工和网络计划技术题解
李世蓉 兰定筠 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京华艺制版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18¼ 字数: 442 千字

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3 500 册 定价: 35.00 元

ISBN 7-112-08146-7
(14100)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

2005年3月,我国举行了第一次全国一级建造师执业资格考试,它标志着我国建造师执业资格制度的实施。在我国建造师考试中,《建设工程项目管理》和各专业工程管理与实务中均要求掌握“流水施工和网络计划技术”,它们是复习和考试中的难点,广大考生掌握和解答它们普遍感到困难,同时,缺少系统地阐述流水施工和网络计划技术的考试辅导书,这更增添了考生复习和考试的困难。

本书是在如下基础上形成的:

(1) 笔者对我国现行行业标准《工程网络计划技术规程》(JGJ 121—99)中双代号网络计划技术对工作的自由时差计算的不足进行了完善,见本书附录一。

(2) 笔者对有施工层的流水施工工期计算进行了阐述,给出了正确计算有施工层的流水施工工期计算公式,见本书第一篇流水施工。

(3) 笔者对流水施工横道计划、双代号网络计划、单代号网络计划、单代号搭接网络计划的转换关系进行了阐述,正确指明了流水施工横道计划转换为网络计划时,应注意搭接关系与搭接时间,见本书第四篇综合案例题中流水施工与网络计划组合的案例题。

(4) 笔者长期从事工程项目管理、流水施工和网络计划技术的研究,长期从事我国建设工程项目的建设与管理实际工作。

本书严格按照《一级建造师执业资格考试大纲》、《二级建造师执业资格考试大纲》和各专业工程管理与实务中“流水施工和网络计划技术”的要求进行写作,并具有如下特色:

(1) 系统简洁地阐述了流水施工和网络计划技术的基本概念、基本原理;

(2) 对网络计划时间参数的计算给出了详细的图上计算过程,简便而易学、易懂;

(3) 结合建造师考试题目类型,阐述流水施工和网络计划技术基本概念、原理的掌握与运用,增强考生解题能力;

(4) 本书题目量大,类型有案例题、单项选择题和多项选择题;每个案例均包括背景、问题、分析与解答,而且分析中包括了解题思路与技巧;

(5) 每章末均有应试小结,增强考生应试能力。

在这里,笔者向自己敬爱的导师和老师:重庆建筑工程学院(现重庆大学B区)毛鹤琴教授、杨劲教授、何万种教授、黄光宇教授表示深深的感谢。

在本书的写作过程中笔者参考了全国建造师和全国监理工程师执业资格考试题,在此向命题者致谢。

希望本书的出版能给广大参加建造师考试的考生带来帮助,笔者将感到无限欣慰,同时,也祝愿工程网络计划技术在我国工程建设领域得到广泛运用和不断发展。

由于本书写作时间紧迫,笔者日常工程建设与管理工作较繁忙,加之笔者水平有限,难免存在不妥或错误之处,恳请读者及专家批评指正。

目 录

第一篇 流水施工	1
1 流水施工概述	3
1.1 流水施工基本概念	3
1.2 本章应试小结	5
2 等节奏流水施工	6
2.1 等节奏流水施工概念及其特点	6
2.2 等节奏流水施工的组织与计算	6
2.3 案例题与解答	14
2.4 本章应试小结	24
3 异节奏流水施工	25
3.1 异节奏流水施工概念及其特点	25
3.2 异节奏流水施工的组织与计算	25
3.3 案例题与解答	31
3.4 本章应试小结	40
4 无节奏流水施工	41
4.1 无节奏流水施工概念及其特点	41
4.2 无节奏流水施工的组织与计算	41
4.3 案例题与解答	50
4.4 本章应试小结	66
习题与答案(适用于一、二级建造师考试)	67
第二篇 网络计划技术	71
5 网络计划技术的基本概念	73
5.1 网络计划类型与网络图	73
5.2 工作、虚工作	74
5.3 工艺关系和组织关系	74
5.4 紧前工作、紧后工作和平行工作	75
5.5 先行工作和后续工作	76
5.6 线路、关键工作和关键线路	76
5.7 本章应试小结	77
6 双代号网络计划	78
6.1 双代号网络图的绘图规则与方法	78
	5

6.2	双代号网络计划时间参数的概念	83
6.3	按标号法确定计算工期和关键线路	85
6.4	按工作计算法计算时间参数	88
6.5	按节点计算法计算时间参数	100
6.6	案例题与解答	109
6.7	本章应试小结	126
7	单代号网络计划	128
7.1	单代号网络图的绘图规则与方法	128
7.2	单代号网络计划时间参数的概念	129
7.3	单代号网络计划时间参数的计算	130
7.4	案例题与解答	140
7.5	本章应试小结	143
8	双代号时标网络计划	144
8.1	双代号时标网络计划的概念与绘制	144
8.2	双代号时标网络计划时间参数的确定	147
8.3	案例题与解答	151
8.4	本章应试小结	151
9	单代号搭接网络计划	152
9.1	搭接关系的种类及表达方式	152
9.2	单代号搭接网络计划时间参数的计算	154
9.3	案例题与解答	161
9.4	本章应试小结	162
10	网络计划的优化	163
10.1	工期优化	163
10.2	费用优化	167
10.3	案例题与解答	174
10.4	本章应试小结	181
	第5、6章习题与答案(适用于一、二级建造师考试)	182
	第7、8、9、10章习题与答案(适用于一级建造师考试)	192
	第三篇 施工进度控制	199
11	施工进度控制	201
11.1	施工进度控制的目标与程序	201
11.2	施工进度计划	201
11.3	施工进度计划实施中的检查、调整与总结分析	202
11.4	实际进度前锋线法	203
11.5	案例题与解答	208
11.6	本章应试小结	211
	习题与答案(适用于一级建造师考试)	212

第四篇 综合案例题 217

 12 流水施工与网络计划组合的案例题 219

 13 与质量、安全相关的案例题 229

 14 与工期、费用相关的案例题 242

 15 与索赔相关的案例题 251

 16 与双代号时标网络计划相关的案例题 267

 17 其他综合的案例题 271

附录 《工程网络计划技术规程》(JCJ 121—99) 中的不足与完善 280

参考文献 283

第一篇

流水施工

一级建造师考试大纲相关条目

- 1A422010 掌握流水施工方法应用
- 1A422011 等节奏流水施工实例
- 1A422012 异节奏流水施工实例
- 1A422013 无节奏流水施工实例

二级建造师考试大纲相关条目

- 2A314010 掌握流水施工方法应用
- 2A314011 节奏流水施工应用
- 2A314012 无节奏流水施工应用

1 流水施工概述

1.1 流水施工基本概念

1.1.1 流水施工概念

流水施工，就是作业人员连续施工，努力使时间和工作面充分利用，以提高效率，最大限度地节约时间。

流水施工，实质是将拟建工程项目中的每一个施工对象分解为若干个施工过程，并按照施工过程组建相应的专业工作队，各专业工作队按照施工顺序依次完成各个施工对象的施工过程，同时，使施工在时间和工作面上充分利用，做到连续、均衡和有节奏地进行，使相邻两个专业工作队能最大限度地搭接作业。

1.1.2 流水施工参数

流水施工参数包括工艺参数、空间参数和时间参数。

(1) 工艺参数

工艺参数，即施工过程个数，主要是指在组织流水施工时，用以表达流水施工在施工工艺方面进展状态的参数。

施工过程，是指进行施工时划分的最小对象。施工过程个数，即施工过程数目，一般用 n 表示，它是流水施工的主要参数之一。例如，房屋建筑工程项目的基础工程施工一般包括挖基槽、铺垫层、砌基础和回填土等施工过程，则其施工过程个数为 4，即 $n=4$ 。

特别注意的是，如果组成流水的施工过程各由一个专业队施工，则施工过程个数和专业队数相等；如果由几个专业队负责完成一个施工过程或一个专业队完成几个施工过程，则施工过程个数与专业队数不相等。一般专业队的总数用 n' 表示。在具体计算流水施工参数时，须特别注意 n 与 n' 有时是不相等的。

(2) 空间参数

空间参数，即施工段数，主要是指在组织流水施工时，用以表达流水施工在空间布置上开展状态的参数。

施工段，是指整体建筑物（群）或构筑物施工时在空间上划分的各个部分。施工段个数，即施工段的数目，一般用 m 表示，它也是流水施工的主要参数之一。划分施工段时要考虑的因素之一是工作面，工作面是指供某专业工种的工人或某种施工机械进行施工的活动空间。施工段划分的基本原则如下：

- 1) 同一专业工作队在各个施工段上的劳动量大致相等。
- 2) 每个施工段内要有足够的工作面，满足合理劳动组织的要求。
- 3) 施工段的界线应尽可能与结构界线相吻合，或设在对建筑结构整体性影响小的部

位,以保证建筑结构的整体性。

4) 施工段的数目要满足合理组织流水施工的要求。施工段数目过多,会降低施工速度,延长工期;施工段过少,不利于充分利用工作面,可能造成窝工。

5) 对于多层建筑物、构筑物或需要分层施工的工程,应既分施工段,又分施工层。

(3) 时间参数

时间参数,是指在组织流水施工时,用以表达流水施工在时间安排上所处状态的参数。时间参数主要包括流水节拍、流水步距和流水施工工期等。

1) 流水节拍

流水节拍,是指一个作业队在一个施工段上完成全部工作的时间。而工作持续时间,是指一项工作从开始到完成的时间。流水节拍一般用 t 表示,是流水施工的主要参数之一,它表明流水施工的速度和节奏性。

同一施工过程流水节拍的确定,主要是依据所采用的施工方法、施工机械以及在工作面允许的前提下投入施工的工人数、机械台数和工作班次等因素进行确定。流水节拍的确定方法包括定额计算法和经验估算法。

(A) 定额计算法

如果已有定额标准,流水节拍的计算公式如下:

$$\begin{aligned} t &= Q / (S \cdot R \cdot N) \\ &= (Q \cdot H) / (R \cdot N) \\ &= P / (R \cdot N) \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中 t ——流水节拍;

Q ——一个施工段的工程量或工作量;

P ——一个施工段的劳动量或机械台班数量;

S ——产量定额;

H ——时间定额;

R ——专业队所投入的人数或机械台数;

N ——专业队的工作班次。

在公式(1-1)中,产量定额与时间定额互为倒数。为便于理解、掌握其计算与运用,可将公式(1-1)明确表示为如下公式:

$$\begin{aligned} \text{流水节拍} &= \text{工程量} / (\text{产量定额} \times \text{人数} \times \text{工作班次}) \\ &= (\text{工程量} \times \text{时间定额}) / (\text{人数} \times \text{工作班次}) \\ &= \text{劳动量} / (\text{人数} \times \text{工作班次}) \\ &= \text{机械台班数量} / (\text{机械台数} \times \text{工作班次}) \end{aligned} \quad (1-2)$$

上述公式(1-1)和公式(1-2)实质是完全相同的。

(B) 经验估算法

对采用新结构、新材料、新工艺和新方法等没有定额可循的工程项目,可以根据以往的施工经验估算流水节拍。

2) 流水步距

流水步距,是指两个相邻的作业队相继投入工作的最小间隔时间。流水步距一般用 K 来表示,是流水施工的主要参数之一。

流水步距的数目取决于参与流水的施工过程数目，如果施工过程数目为 n 个，则流水步距的数目为 $n - 1$ 个。

3) 流水施工工期

流水施工工期，是指施工对象全部施工完成的总时间。流水施工工期一般用 T 来表示，是流水施工的主要参数之一。在进行流水施工组织后，可以通过公式进行计算确定流水施工工期。需注意的是，当绘制完流水施工横道计划后，可以在流水施工横道计划上观察工期长度，即工期值。同时，可以用按流水施工工期计算公式计算得到的工期进行检验已绘制的流水施工进度计划的正确性。

1.1.3 流水施工的组织形式

(1) 流水施工的组织过程

流水施工组织的主要过程是：划分施工过程→划分施工段→组织作业队，确定流水节拍→作业队连续作业→各作业队的工作适当搭接起来。

(2) 流水施工的组织形式

流水施工的组织形式按节奏性可分为节奏流水施工和无节奏流水施工。其中，节奏流水施工包括等节奏流水施工和异节奏流水施工（而异节奏流水施工包括成倍节拍流水施工）。因此，流水施工的组织方式有等节奏流水施工、异节奏流水施工和无节奏流水施工三种。

1.2 本章应试小结

(1) 本章流水施工的基本概念较多，应注意基本概念的内涵。

(2) 流水施工的参数包括工艺参数、空间参数和时间参数，而流水施工的时间参数包括流水节拍、流水步距和流水施工工期等。

(3) 注意掌握流水节拍的定额计算法。

2 等节奏流水施工

2.1 等节奏流水施工概念及其特点

(1) 等节奏流水施工的概念

等节奏流水施工，是指流水组中每一个作业队在各施工段上的流水节拍和各作业队的流水节拍是一个常数。

(2) 等节奏流水施工的特点

在流水组中，每一个施工过程本身在各施工段中的作业时间（流水节拍）都相等，各个施工过程之间的流水节拍也相等，故等节奏流水施工的流水节拍是一个常数。

2.2 等节奏流水施工的组织与计算

2.2.1 等节奏流水施工的组织

等节奏流水施工的组织过程如下：

- (1) 把流水对象（项目）划分为若干施工过程；
- (2) 把流水对象（项目）划分为若干施工段（区）；
- (3) 组建专业队并确定其在每一施工段上的持续时间；
- (4) 各专业队依次、连续地在各施工段上完成同样的作业；
- (5) 各专业队的工作适当地搭接起来。

2.2.2 间歇时间和提前插入时间

间歇时间，是指相邻两个施工过程之间由于工艺或组织安排需要而增加的额外等待时间。间歇时间包括工艺间歇时间（ G ）和组织间歇时间（ Z ）。

提前插入时间（ C ），是指相邻两个专业工作队在同一施工段上共同作业的时间。在工作面允许和资源有保证的前提下，专业工作提前插入施工，可以缩短流水施工工期。

2.2.3 等节奏流水施工的计算

等节奏流水施工的计算内容主要包括：施工过程数目（含专业队总数）、施工段数、流水节拍、流水步距和施工工期。等节奏流水施工的计算可进一步细分如下几类：

- (1) 等节奏流水施工的工期计算；
- (2) 有间隙时间的等节奏流水施工的工期计算；
- (3) 有提前插入时间的等节奏流水施工的工期计算；
- (4) 有提前插入时间和间隙时间的等节奏流水施工的工期计算；

(5) 工期确定的等节奏流水施工的流水节拍计算。

此外，等节奏流水施工也会涉及与异节奏流水施工、无节奏流水施工，以及与工程网络计划技术的搭接或组合的计算，具体参见本书后面相关章节。

2.2.4 等节奏流水施工的工期计算

(1) 等节奏流水施工的工期计算公式

组织等节奏流水施工时，施工过程数目 (n) 与专业队总数 (n') 相等。同时，在没有工艺间隙时间和提前插入时间时，其流水步距 (K) 与流水节拍 (t) 在时间上相等，故等节奏流水施工的工期 (T) 计算公式为：

$$\begin{aligned} T &= (m + n - 1)t \\ &= (m + n - 1)K \\ &= (m + n' - 1)K \end{aligned} \quad (2-1)$$

式中 m ——施工段数目；

n ——施工过程数目；

n' ——专业队总数，它与施工过程数目相等；

t ——流水节拍；

K ——流水步距。

(2) 等节奏流水施工的工期计算步骤

1) 确定施工段数目；

2) 确定施工过程数目或专业队总数；

3) 确定流水节拍、流水步距；

4) 按等节奏流水施工的工期计算公式进行计算。

【案例 2-1】等节奏流水施工的工期计算

(1) 背景

某工程项目的分项工程由支模板、绑扎钢筋、浇混凝土三个施工过程组成，其流水节拍分别为 8 天、8 天、8 天，在平面上划分为 2 个施工段，采用等节奏流水组织施工。

(2) 问题

试确定该等节奏流水施工的工期并绘制流水施工横道计划。

【分析与解答】

分析：本题考核等节奏流水施工的工期计算。

本案例解答如下：

本案例中，施工段数目： $m = 2$

施工过程数目： $n = n' = 3$

流水节拍、流水步距： $K = t = 8$ 天

工期： $T = (m + n - 1)K = (m + n' - 1)K = (2 + 3 - 1) \times 8 = 32$ 天

该工程的等节奏流水施工横道计划见图 2-1。

序号	施工过程	施工进度(天)							
		4	8	12	16	20	24	28	32
1	支模板		①		②				
2	绑钢筋				①		②		
3	浇混凝土						①		②

图 2-1 等节奏流水施工横道计划

2.2.5 有间隙时间的等节奏流水施工的工期计算

有间隙时间的等节奏流水施工的工期计算公式如下：

$$\begin{aligned}
 T &= (m + n - 1)t + \sum G + \sum Z \\
 &= (m + n - 1)K + \sum G + \sum Z \\
 &= (m + n' - 1)K + \sum G + \sum Z
 \end{aligned}
 \tag{2-2}$$

式中 G ——工艺间隙时间；

Z ——组织间隙时间。

其余符号同前。

【案例 2-2】有间隙时间的等节奏流水施工的工期计算

(1) 背景

某工程项目的分项工程由支模板、绑扎钢筋、浇混凝土三个施工过程组成，其流水节拍分别为 8 天、8 天、8 天，在平面上划分为 2 个施工段。因绑钢筋完成后需进行钢筋验收而间歇 1 天后才能浇混凝土，采用等节奏流水组织施工。

(2) 问题

试确定该等节奏流水施工的工期并绘制流水施工横道计划。

【分析与解答】

分析：本题考核有间隙时间的等节奏流水施工的工期计算。

本案例解答如下：

本案例中，施工段数目： $m = 2$

施工过程数目： $n = n' = 3$

流水节拍、流水步距： $K = t = 8$ 天

工艺间隙时间： $\sum G = 1$ 天

组织间隙时间： $\sum Z = 0$ 天

工期： $T = (m + n - 1)K + \sum G + \sum Z$

$$\begin{aligned}
 &= (m + n' - 1) K + \sum G + \sum Z \\
 &= (2 + 3 - 1) \times 8 + 0 + 1 = 33 \text{ 天}
 \end{aligned}$$

该工程的等节奏流水施工横道计划见图 2-2。

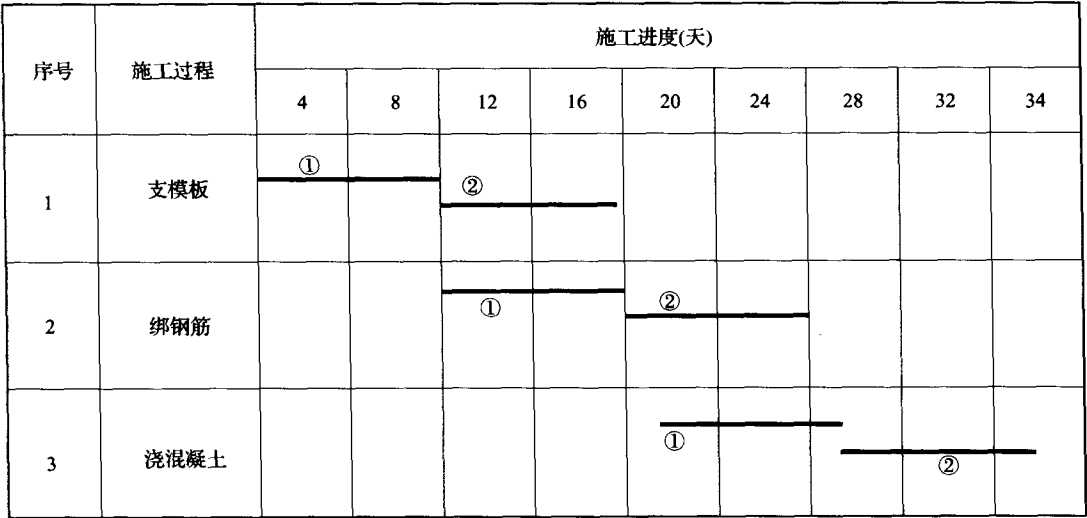


图 2-2 有间隙时间的等节奏流水施工横道计划

2.2.6 有提前插入时间的等节奏流水施工的工期计算

有提前插入时间的等节奏流水施工的工期计算公式如下：

$$\begin{aligned}
 T &= (m + n - 1)t - \sum C \\
 &= (m + n - 1)K - \sum C \\
 &= (m + n' - 1)K - \sum C
 \end{aligned}
 \tag{2-3}$$

式中 C ——提前插入时间。

其余符号同前。

【案例 2-3】 有提前插入时间的等节奏流水施工的工期计算

(1) 背景

某工程项目的分项工程由支模板、绑扎钢筋、浇混凝土三个施工过程组成，其流水节拍分别为 8 天、8 天、8 天，在平面上划分为 2 个施工段，若绑钢筋提前插入 2 天施工，采用等节奏流水组织施工。

(2) 问题

试确定该等节奏流水施工的工期并绘制流水施工横道计划。

【分析与解答】

分析：本题考核有提前插入时间的等节奏流水施工的工期计算。

本案例解答如下：

本案例中，施工段数目： $m = 2$

施工过程数目： $n = n' = 3$

流水节拍、流水步距： $K = t = 8$ 天

提前插入时间: $\sum C = 2$ 天

$$\begin{aligned}\text{工期: } T &= (m+n-1)K - \sum C \\ &= (m+n'-1)K - \sum C \\ &= (2+3-1) \times 8 - 2 = 30 \text{ 天}\end{aligned}$$

该工程的等节奏流水施工横道计划见图 2-3。

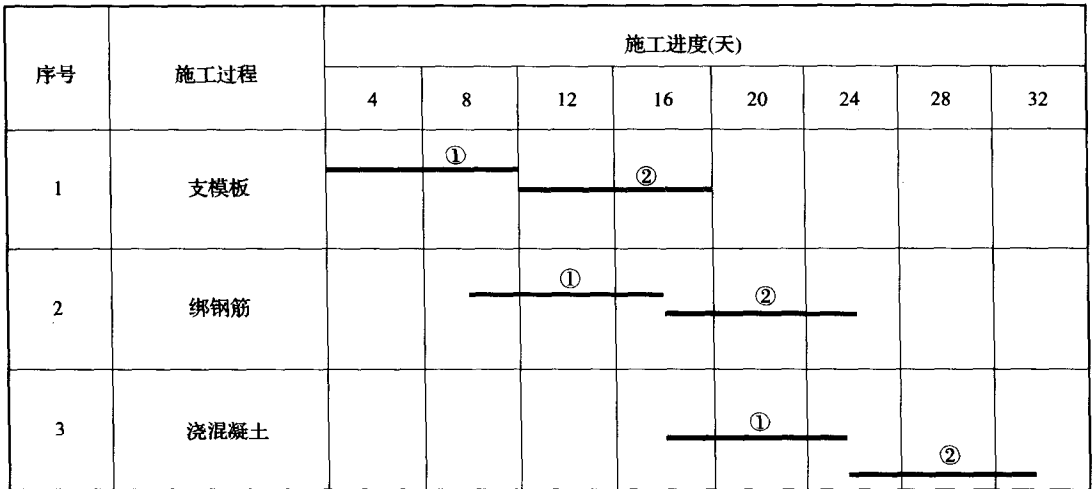


图 2-3 有提前插入时间的等节奏流水施工横道计划

2.2.7 有提前插入时间和间隙时间的等节奏流水施工的工期计算

有提前插入时间和间隙时间的等节奏流水施工的工期计算公式如下:

$$\begin{aligned}T &= (m+n-1)t + \sum G + \sum Z - \sum C \\ &= (m+n-1)K + \sum G + \sum Z - \sum C \\ &= (m+n'-1)K + \sum G + \sum Z - \sum C\end{aligned}\tag{2-4}$$

式中符号同前。

【案例 2-4】有提前插入时间和间隙时间的等节奏流水施工的工期计算

(1) 背景

某工程项目的分项工程由支模板、绑扎钢筋、浇混凝土三个施工过程组成,其流水节拍分别为 8 天、8 天、8 天,在平面上划分为 2 个施工段。绑钢筋提前插入 2 天施工,同时,因绑钢筋完成后需间歇 1 天才能浇混凝土,采用等节奏流水组织施工。

(2) 问题

试确定该等节奏流水施工的算工期并绘制流水施工横道计划。

【分析与解答】

分析: 本题考核有前插入时间和间隙时间的等节奏流水施工的工期计算。

本案例解答如下:

本案例中,施工段数目: $m = 2$

施工过程数目: $n = n' = 3$

流水节拍、流水步距: $K = t = 8$ 天