



“十四五”职业教育国家规划教材

土木工程概论（第四版）
 建设工程法规（第四版）
 土木工程力学（第三版）
 土木工程力学学习指导（第二版）
 房屋建筑构造（第四版）
 基础工程施工（第二版）
 砌体结构工程施工（第二版）
 建筑设备（第三版）
 建筑工程施工组织（第二版）
 建筑工程施工准备（第三版）
 建筑工程安全技术与管理（第三版）

BIM技术应用（第二版）
 BIM建模与信息应用（第二版）
 建筑工程计量与计价（第四版）
 建筑工程计量与计价实训（工作手册式）
 安装工程计量与计价实训教程（第二版）
 钢筋计算与翻样（第三版）
 水利工程BIM技术
 钢结构焊接技术（第二版）
 装配式建筑概论（第三版）



“十四五”职业教育江苏省规划教材 江苏省高等学校重点教材

建筑力学
 建筑识图与绘图（第三版）
 测量技术（第二版）
 建筑材料与检测
 钢结构与施工（第三版）
 建筑设备识图与施工工艺（第二版）
 建筑工程定额与计价

给排水工程CAD
 装配式构件生产
 路基路面工程
 桥涵工程施工技术
 城市综合管廊工程
 安全防范技术应用与系统设计



住建部土建类学科专业“十三五”规划教材 人力资源和社会保障部规划教材

AutoCAD建筑设计与绘图（第三版）
 地基与基础工程施工（第二版）
 建筑施工组织与项目管理

建筑节能技术
 道路工程材料与检测

高等职业教育土建类“十五五”新形态教材

工程造价原理（第二版）
 工程造价基础
 建筑工程定额与计价
 市政工程计价
 安装工程计量与计价

结构工程识图与钢筋翻样
 建设工程招投标与合同管理（第三版）
 建筑识图与构造
 ◆ **建筑工程施工组织**
 智能建造施工技术

责任编辑 朱彦霖
 装帧设计 朱 兰



ISBN 978-7-305-29998-8
 9 787305 299988 >
 定价:36.00元

建筑工程施工组织

主 编 纵 岗 王 耀 谷 伟 铭



南京大学出版社

◆ 高等职业教育土建类“十五五”新形态教材 ◆

建筑工程 施工组织

主 编 纵 岗 王 耀 谷 伟 铭

南京出版社

内容简介

本书结合高职教育的特点,根据现行国家相关规范、标准和技术规定,参考了国内建筑施工企业先进的施工组织方法,并融入了执业资格考试要求,实现了教学、实践与考证的三维贯通。内容具体全面,各学习模块后还附有多种题型的练习题和执业资格考试真题,助力读者即学即练,巩固提升。

全书系统阐述了建筑工程施工组织的主要内容,包括建筑施工组织概述、施工准备工作、流水施工基本原理、工程网络计划技术、施工进度控制等知识。

本书主要适用于高职院校建筑工程技术、工程造价、建设工程管理等土建类专业的课程教学,也可作为相关专业及岗位培训教材,还可作为土建工程有关技术、管理人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程施工组织 / 纵岗, 王耀, 谷伟铭主编. — 南京 :
南京大学出版社, 2026. 1. — ISBN 978 - 7 - 305 - 29998 - 8
I. TU721
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2026K1E793 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
书 名 建筑工程施工组织
JIANZHU GONGCHENG SHIGONG ZUZHI
主 编 纵 岗 王 耀 谷伟铭
责任编辑 朱彦霖 编辑热线 025 - 83592655
照 排 南京开卷文化传媒有限公司
印 刷 南京新世纪联盟印务有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 11.5 字数 252 千
版 次 2026 年 1 月第 1 版
印 次 2026 年 1 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 29998 - 8
定 价 36.00 元
网 址 : <http://www.njupco.com>
官方微博 : <http://weibo.com/njupco>
官方微信号 : NJUYUNSHU
销售咨询热线 : (025)83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

前言

Preface

“建筑工程施工组织”是一门涉及面广、综合性强的专业课程,注重职业素养与能力的培养,是建筑工程技术专业群的核心课程。

本书作为此核心课程的配套教材,以“够用、实用”为基准,以培养符合行业需求的高素质技术技能人才为目标,密切关注建筑行业发展趋势,将新技术、新规范、新方法融入教学内容。在课程思政方面,本书落实立德树人根本任务,有机融入了有助于引导大学生坚定理想信念、端正价值取向、担当社会责任的素材与案例,旨在全面提升学生分析问题、解决问题的能力。针对高职层面建筑工程技术相关岗位的能力要求,全书对建筑工程施工组织的知识进行了重构与整合,系统划分成五个学习模块,使教学内容更加贴近工程实际,从而显著增强了课程的适用性与实践性。本书内容及推荐学时安排如下。

内 容	学 时
模块一 建筑施工组织概述	4—6
模块二 施工准备工作	8—12
模块三 流水施工基本原理	12—16
模块四 工程网络计划技术	16—18
模块五 施工进度控制	8—12
总 计	48—64

本书由盐城工业职业技术学院纵岗、王耀、谷伟铭担任主编,由盐城工业职业技术学院丁金画、张静、李莉,江苏千和装配式建筑科技股份有限公司陈跃担任副主编。本书具体编写分工如下:纵岗编写模块一和模块二,王耀编写模块三和



附件,谷伟铭编写模块四,丁金画和张静共同编写模块五,李莉、陈跃参与了书中案例的编写。全书由纵岗和王耀负责统稿和审定。

本书在编写过程中参考了大量专业文献和资料,在此谨向有关文献的作者和资料的整理者致以诚挚的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者
2025年12月

南京大学出版社

模块一 建筑施工组织概述	001
任务 1 建设项目、基本建设程序及施工程序	002
1.1.1 建设项目及其组成	002
1.1.2 基本建设程序	003
1.1.3 建筑施工程序	008
任务 2 建筑产品特点及其施工特点	009
1.2.1 建筑产品特点	009
1.2.2 建筑产品施工特点	009
任务 3 建筑施工组织设计概述	011
1.3.1 施工组织设计的概念及作用	011
1.3.2 施工组织设计的分类	011
1.3.3 施工组织设计的内容	013
1.3.4 施工组织设计的编制原则及依据	015
1.3.5 施工组织设计的编制步骤	016
 模块二 施工准备工作	 021
任务 1 施工准备工作概述	022
2.1.1 施工准备工作的意义	022
2.1.2 施工准备工作的要求	023
2.1.3 施工准备工作的分类	024
2.1.4 施工准备工作的内容	025



任务 2 技术资料的准备	026
2.2.1 熟悉与会审图纸	026
2.2.2 编制施工组织设计	028
2.2.3 编制施工图预算与施工预算	028
任务 3 人员组织的准备	029
2.3.1 管理人员的配备	029
2.3.2 施工队伍的设置	029
2.3.3 技术人员的培训	029
2.3.4 管理制度的建立	030
任务 4 施工物资的准备	030
2.4.1 建筑材料的准备	030
2.4.2 构(配)件和制品的加工准备	030
2.4.3 施工机具的准备	031
2.4.4 生产设备的准备	031
任务 5 施工现场的准备	031
2.5.1 拆除障碍物	031
2.5.2 做好“三通一平”	031
2.5.3 测量放线	032
2.5.4 搭设临时设施	032
2.5.5 施工机具进场、安装及调试	033
2.5.6 材料、构配件、半成品进场存储	033
任务 6 季节性施工的准备	034
2.6.1 冬季施工准备	034
2.6.2 雨季施工准备	035
2.6.3 夏季施工准备	036
任务 7 施工准备工作计划的编制	038
模块三 流水施工基本原理	044
任务 1 流水施工概述	045

3.1.1	施工组织的方式	045
3.1.2	流水施工的技术经济效果	047
3.1.3	流水施工的组织条件	048
3.1.4	流水施工的表达方式	049
任务 2	流水施工的主要参数	050
3.2.1	工艺参数	050
3.2.2	空间参数	051
3.2.3	时间参数	053
任务 3	流水施工的组织方式	056
3.3.1	有节奏流水施工	056
3.3.2	无节奏流水施工	060
模块四	工程网络计划技术	069
任务 1	工程网络计划技术概述	070
4.1.1	网络计划技术的基本原理	070
4.1.2	网络计划的分类	070
4.1.3	网络计划技术的特点	070
任务 2	双代号网络计划及其参数的计算	071
4.2.1	双代号网络图的组成	071
4.2.2	双代号网络图的绘制	073
4.2.3	双代号网络图时间参数的计算	084
任务 3	单代号网络计划及其参数的计算	094
4.3.1	单代号网络图的组成	094
4.3.2	单代号网络图的绘制	094
4.3.3	单代号网络图时间参数的计算	095
任务 4	双代号时标网络计划及其参数的判定	098
4.4.1	双代号时标网络计划的特点	098
4.4.2	双代号时标网络计划的绘制	098
4.4.3	双代号时标网络计划时间参数的判定	101



任务 5 网络计划的优化	103
4.5.1 工期优化	103
4.5.2 费用及资源优化	109
模块五 施工进度控制	121
任务 1 施工进度控制概述	122
5.1.1 施工进度控制的概念	122
5.1.2 影响施工进度的因素	122
5.1.3 施工进度控制的措施	123
任务 2 施工进度计划的比较	125
5.2.1 横道图比较法	125
5.2.2 S 曲线比较法	128
5.2.3 香蕉形曲线比较法	130
5.2.4 前锋线比较法	130
5.2.5 列表比较法	132
任务 3 施工进度计划的调整	132
5.3.1 分析进度偏差的影响	132
5.3.2 调整施工进度计划	133
附件 1 自测练习卷(一)	142
附件 2 自测练习卷(二)	152
附件 3 自测练习卷(三)	162
参考文献	175



参考答案

模块一 建筑施工组织概述

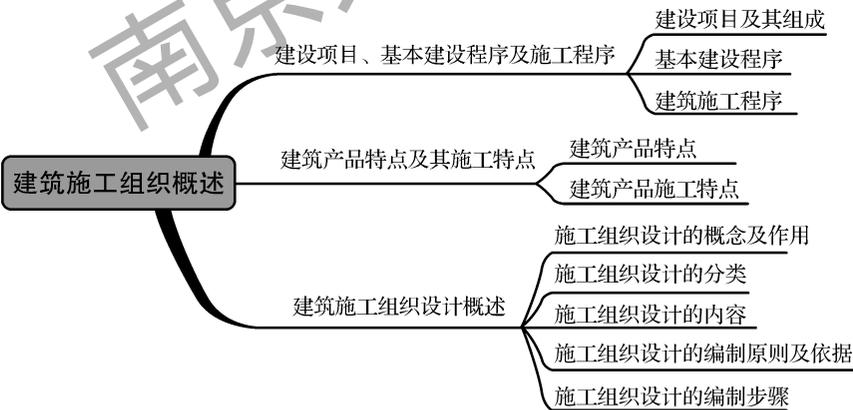


学习目标

知识目标	能力目标	素质目标
<ol style="list-style-type: none">1. 了解建设项目的概念、组成。2. 了解建筑产品及其施工特点。3. 熟悉施工组织设计的概念、作用及分类。4. 掌握基本建设程序及施工程序。5. 掌握施工组织设计的内容及编制步骤。	<ol style="list-style-type: none">1. 能够准确判定施工组织设计的类别。2. 能够初步设计施工组织设计的内容。	<ol style="list-style-type: none">1. 具有遵纪守法的职业精神。2. 具有自主学习的进取精神。



思维导图



引例

2009年6月27日清晨5时35分,上海闵行区梅陇镇“莲花河畔景苑”一栋在建的13层楼倒塌。倒塌的7号楼整体向南倾倒,倒塌后,其整体结构基本没有遭到破坏,甚至其玻璃都完好无损,大楼底部的桩基则基本完全断裂。网友戏称为“楼脆脆”。请思考一下发生这种情况与建筑产品的哪个特点有关。



► 任务 1 建设项目、基本建设程序及施工程序 ◀

► 1.1.1 建设项目及其组成

1. 建设项目的概念

建设项目是指有独立计划和总体设计文件,并能按总体设计 requirements 组织施工,工程完工后可以形成独立生产能力或使用功能的工程项目。在工业建设中,一般以拟建的工业企业为一个建设项目,如一个制药厂、一个客车厂等;在民用建设中,一般以拟建的公共建筑或民用设施为一个建设项目,如一所学校、一所医院等。

建设项目可按不同标准进行分类。

(1) 按项目规模的大小,可分为大型建设项目、中型建设项目、小型建设项目。

(2) 按建设项目的性质,可分为新建建设项目、扩建建设项目、改建建设项目、恢复建设项目、迁建建设项目等。

(3) 按建设项目的投资主体,可分为国家投资建设项目、地方政府投资建设项目、企业投资建设项目、合资企业以及各类投资主体联合投资建设项目。

(4) 按建设项目的用途,可分为生产性建设项目和非生产性建设项目。

2. 建设项目的组成

建设项目的规模和复杂程度各不相同。一般情况下,将建设项目按其组成内容从大到小划分为若干个单项工程、单位工程、分部工程、分项工程和检验批,如图 1-1 所示。

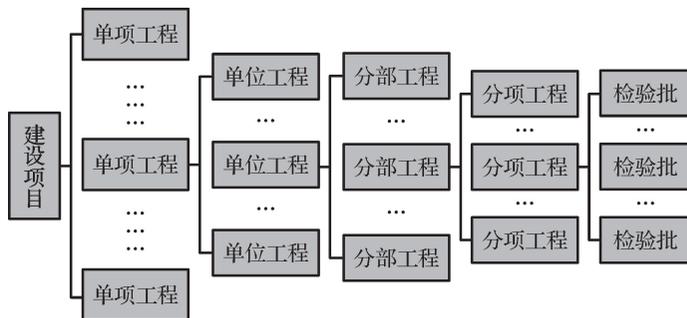


图 1-1 建设项目的划分

(1) 单项工程

一个单项工程是具备独立的设计文件,可以独立施工,竣工后可以独立发挥生产能力或效益的一组工程项目。一个建设项目可由一个或几个单项工程组成。单项工

程体现了建设项目的主体建设内容,其施工条件往往具有相对的独立性。例如:工业建设项目中各个独立的生产车间、办公楼,民用建设项目中学校的教学楼、食堂、图书馆等。

(2) 单位工程

具备独立施工条件(单独设计,可以独立施工),并能形成独立使用功能的建筑物或构筑物为一个单位工程。单位工程是单项工程的组成部分,一个单项工程一般是由若干个单位工程所组成。一般情况下,单位工程是一个单体的建筑物或构筑物。

(3) 分部工程

组成单位工程的若干个分部称为分部工程。分部工程的划分应按专业性质、工程部位确定。例如:一幢房屋的建筑工程,可以划分为土建工程分部和安装工程分部,而土建工程分部又可划分为地基与基础、主体结构、建筑装饰装修和建筑屋面四个分部工程。

(4) 分项工程

组成分部工程的若干个施工过程称为分项工程。分项工程应按主要工种、材料、施工工艺、设备类别等进行划分。如主体混凝土结构分部工程可以划分为模板、钢筋、混凝土、预应力、现浇结构、装配式结构等分项工程。

(5) 检验批

检验批是指按相同的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的,由一定数量样本组成的检验体。一个分项工程可由一个或若干个检验批组成,检验批可根据施工及质量控制和专业验收需要按楼层、施工段、变形缝等进行划分。

特别提示

检验批是建筑工程质量验收的基础,分项、分部及单位工程的验收均是在检验批验收合格的基础上逐级进行的。确保检验批的质量合格,是保证分项工程质量的前提;进而为分部工程和单位工程的质量合格奠定基础。为有效防控质量隐患,必须首先抓好检验批的质量控制。

1.1.2 基本建设程序

基本建设程序是建设项目在整个施工过程中必须遵循的先后顺序,即建设项目从设想、选择、评估、决策、设计、施工、竣工验收到投入生产整个建设过程中的各项工作过程及其先后次序。这个先后次序是建设工程实践经验的科学总结,是建设项目科学决策和顺利进行的重要保证。我国项目的基本建设程序划分为以下几个阶段,如图 1-2 所示。



建设项目及其基本建设程序

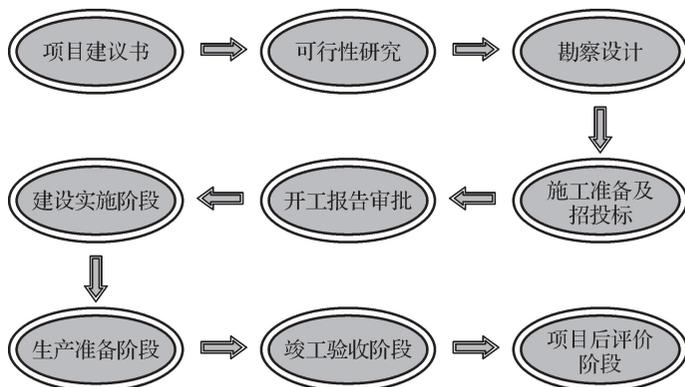


图 1-2 基本建设程序

1. 项目建议书阶段

项目建议书是由投资者对准备建设项目提出的轮廓性设想和建议文件,供政府主管部门决策参考,以确定是否进行下一步的工作。

项目建议书的内容一般应包括以下 5 个方面:

- (1) 建设项目提出的必要性和依据。
- (2) 建设项目的拟建规模和建设地点的初步设想。
- (3) 项目所需资源情况、建设条件、协作关系等的初步分析。
- (4) 对投资估算和资金筹措的初步设想。
- (5) 对经济效益和社会效益的估计。

特别提示

项目建议书经批准后,才能进行可行性研究。项目建议书并不能作为项目的最终决策,仅是为可行性研究提供依据和基础。

2. 可行性研究阶段

可行性研究是项目的决策核心,是在项目建议书被批准后,对项目在技术上和经济上是否可行所进行的科学分析和论证。其目的是从技术、工程和经济等方面论证建设项目是否适当。

国家规定的可行性研究报告的基本内容如下:

- (1) 项目提出的背景和依据。
- (2) 建设规模、产品方案、市场预测和确定的依据。
- (3) 技术工艺、主要设备、建设标准。
- (4) 资源、原材料、燃料供应、动力、运输、供水等协作条件。
- (5) 建设地点、平面布置方案、占地面积。

- (6) 项目设计方案、协作配套工程。
- (7) 环保、防震等要求。
- (8) 劳动定员和人员培训。
- (9) 建设工期和实施进度。
- (10) 投资估算和资金筹措方式。
- (11) 经济效益和社会效益。

3. 勘察设计阶段

(1) 现场勘察

对地形、地貌、地质构造等一系列地质条件进行勘察,并提供不良地质现象的地质资料、危害程度分析及整治建议,特别是涉及边坡开挖稳定的评价报告,提出明确的判断、结论和防治方案。

(2) 编制设计任务书

根据批准的项目建议书和可行性研究报告,编制设计任务书。设计任务书是编制设计文件的主要依据。设计任务书的内容一般包括:建设目的和依据;建设规模;水文地质资料;主要技术指标;抗震方案;完成设计时间;建设工期;投资估算额度;达到的经济效益和社会效益等。

(3) 编制设计文件

设计任务书报有关部门批准后,建设单位就可委托设计单位编制设计文件。

设计分阶段进行,对于技术复杂而又缺乏经验的建设项目,分三个阶段设计,即初步设计、技术设计和施工图设计。一般建设项目均按两阶段设计,即初步设计和施工图设计。对于技术简单、方案明确的小型建设项目,可采用一阶段设计,即施工图设计。

初步设计阶段编制初步设计总概算,经有关部门批准后,即作为拟建项目工程投资的最高限额。技术设计阶段编制修正设计总概算,经批准后则作为编制施工图设计和施工图预算的依据。施工图设计阶段编制施工图预算,用以核实施工图预算造价是否超过批准的初步设计总概算,超过就要修正初步设计内容。

4. 施工准备及招投标阶段

开工之前,必须完成施工准备工作,主要包括以下5个方面:

- (1) 施工现场的征地、拆迁。
- (2) 完成施工用水、电、通信、路和场地平整等工程。
- (3) 必需的生产、生活临时建筑工程。
- (4) 组织招标设计、咨询、设备和物资采购等。
- (5) 组织建设监理和工程招标投标,并择优选定建设监理单位和施工承建队伍。

施工准备工作开始前,项目法人或其代理机构须依照有关规定,向主管部门办理报建手续,项目报建须交验工程建设项目的有关批准文件。在工程项目进行项目报建登



记后,方可组织施工准备工作。

5. 开工报告审批阶段

确定中标企业、签订施工合同后便进入开工审批阶段。开工报告是基本建设程序中十分重要的一个环节,具备开工条件的项目,按项目管理权限,首先报送行业归口管理部门审查,经审查合格后,由各级计划行政主管部门批准开工。

项目开工必须具备的9项基本条件如下:

- (1) 项目法人已经设立。
- (2) 项目初步设计及概算已经批复。
- (3) 项目资金和其他建设资金已经落实,资金来源符合国家有关规定,承诺手续完备,并经审计部门认可。
- (4) 项目施工组织设计大纲已经编制完成。
- (5) 项目主体工程(或控制性工程)的施工单位已经通过招标选定,施工承包合同已经签订。
- (6) 项目法人与项目设计单位已签订设计图纸交付协议。
- (7) 项目施工监理单位已通过招标选定。
- (8) 项目征地、拆迁和施工场地“三通一平”(水通、电通、路通和场地平整)工作已经完成,有关外部配套生产条件已签订协议。
- (9) 项目建设需要的主要设备和材料已经订货,项目所需的建筑材料已落实来源和运输条件,并已备好连续施工3个月的材料用量。需要进行招标采购的设备、材料,其招标组织机构已落实,采购计划与工程进度相衔接。

特别提示

“四通一平”是指路通、电通、水通、电信通和场地平整。“七通一平”是指路通、给水通、排水通、热通、电通、电信通、蒸汽及煤气通、场地平整。

6. 建设实施阶段

该阶段进行主体工程的建设实施,项目法人按照批准的建设文件,组织工程建设,保证项目建设目标的实现。建设实施阶段,行业主管部门的主要职责有以下6项:

- (1) 监督建设单位按计划实施。
- (2) 帮助和协调解决工程建设过程中遇到的各种困难与问题。
- (3) 监督工程建设质量,特别是关键工程和隐蔽工程的施工质量。
- (4) 监督建设资金的使用,及时纠正违规违纪行为。
- (5) 参与单位工程、分部工程的验收和阶段验收,发现工程质量问题及时处理。

(6) 督促项目法人或建设单位加强工程档案资料管理,健全各项规章制度。

7. 生产准备阶段

生产准备应根据不同类型的工程要求确定,一般应包括以下主要内容:

(1) 生产组织的准备。建立生产经营的管理机构并制定相应的管理制度。

(2) 招收和培训人员。按照生产运营的要求,配备生产管理人员,并通过多种形式的培训,提高人员素质,使之能满足运营要求。生产管理人员要尽早介入工程的施工建设,参加设备的安装调试,熟悉情况,掌握生产技术和工艺流程,为顺利衔接基本建设和生产经营阶段做好准备。

(3) 生产技术的准备。生产技术的准备主要包括技术资料的汇总、运行技术方案的制定、岗位操作规程的制定和新技术的准备。

(4) 生产物资的准备。生产物资的准备主要是落实投产运营所需要的原材料、协作产品、工器具、备品备件和其他协作配合条件的准备。

(5) 公共服务设施的准备。主要包括文化娱乐、生活服务等设施的准备。

(6) 及时具体地落实产品销售合同协议的签订工作,提高生产经营效益,为债务的偿还和资产的保值增值创造条件。

8. 竣工验收阶段

竣工验收是工程建设过程中的最后一环,是全面考核基本建设成果、检验设计和工程质量的重要步骤,也是基本建设转入生产或使用的标志。

工程竣工验收应具备以下 7 个条件:

(1) 完成建设工程设计和合同规定的各项内容。

(2) 有工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场报告。

(3) 有完整的技术档案和施工管理资料。

(4) 有勘察、设计、施工、监理等单位签署的质量合格文件。

(5) 建设单位已按合同支付工程款,并有工程款支付证明。

(6) 有施工单位签署的工程保修书。

(7) 有规划行政主管部门、住房和城乡建设主管部门、环保部门等出具的认可文件或者准许使用文件。

9. 项目后评价阶段

项目建成投产使用后,进入正常生产运营和使用过程一段时间后(一般为 2~3 年),可以进行项目总结评价工作,编制项目后评价报告。项目后评价报告的基本内容应包括:生产能力或使用效益实际发挥效用情况,产品的技术水平、质量和市场销售情况,投资回收、贷款偿还情况,经济效益、社会效益和环境效益情况,其他需要总结的经验及教训。



1.1.3 建筑施工程序

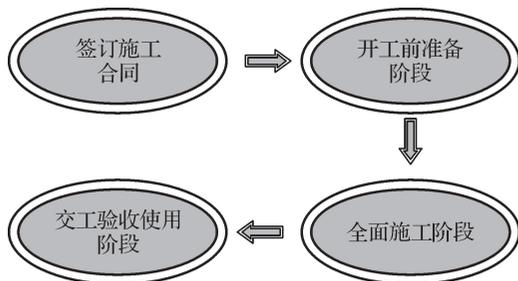


图 1-3 建筑施工程序

1. 签订施工合同阶段

(1) 进行工程摸底,了解工程概况、特点、期限,调查建设地区的自然环境和外部设施等。

(2) 确定本企业对本工程的承包范围,同建设单位进行施工图交接和施工交底。

(3) 编制施工组织总设计,编制施工图预算及施工预算。

(4) 同建设单位签订施工合同,明确各自的经济技术责任。

2. 开工前现场准备阶段

(1) 组织施工先遣人员进场。

(2) 场地控制网的测量。

(3) 场地平整和道路修建。

(4) 供水、供电、通信、排水等设施的修建。

(5) 大型临时工程设施的准备与修建。

(6) 物资准备,包括施工机械、工器具的准备。

(7) 施工队伍的集结和后勤的准备。

项目具备开工条件后,提出开工报告,经审查批准后,即可正式开工。

3. 全面施工阶段

(1) 设立现场指挥机构。

(2) 做好技术资料和物资供应。

(3) 加强技术管理,保证工程质量。严格按照施工规程和操作规程施工,执行隐蔽工程验收、中间交工和质量检查制度。

(4) 建立例会制度,了解施工中发生的问题并及时解决。

4. 交工验收阶段

(1) 竣工验收前,应根据施工验收规范逐项进行预验收,设备安装工程应做好单机

或局部试运转记录。

- (2) 编制好竣工图及各项测试文件。
- (3) 做好各项工程核定,汇总编制总决算。
- (4) 在交工验收时,交齐各项原始资料及竣工资料,签发验收证书。

▶ 任务2 建筑产品特点及其施工特点 ◀

▶▶ 1.2.1 建筑产品特点

建筑产品具有如下几个特点。

1. 固定性

建筑产品包括各种建筑物和构筑物,它们都是在选定的地点上进行建造和使用的,与选定地点的土地不可分割,从建造开始直至拆除均不能移动。

2. 多样性

建筑产品一般是由设计和施工部门根据建设单位(业主)的委托,按特定的要求进行设计和施工的,使建筑产品在规模、结构、构造、形式、基础和装饰等诸方面变化纷繁,因此建筑产品的风格各异。

3. 体积庞大

建筑产品是生产与生活的场所,要在其内部布置各种生产与生活必需的设备和用具,因而与其他工业产品相比,建筑产品体积庞大,占有广阔的平面与空间。

4. 建设成本高

建筑产品在其生产过程中耗用了大量的材料、人力、机械及其他资源,不仅实物形体庞大,而且造价颇高,动辄数百万、数千万、数亿元人民币,特大的工程项目其工程造价可达数十亿、数百亿元人民币。

▶▶ 1.2.2 建筑产品施工特点

建筑产品施工具有如下几个特点。

1. 流动性

在建筑产品的生产中,工人及其使用的机具和材料等不仅要随着建筑产品建造地点的不同而流动,而且还要在建筑产品的不同部位流动生产。施工企业要在不同地区进行机构迁移或流动施工。

► 任务3 建筑施工组织设计概述 ◀

► 1.3.1 施工组织设计的概念及作用

1. 施工组织设计的概念

施工组织设计是以施工项目为对象编制的,用以指导施工的技术、经济和管理综合性文件。

施工组织设计是规划和指导拟建工程从施工准备到竣工验收全过程的综合性技术经济文件。由于受建筑产品及其施工特点的影响,每个工程项目开工前必须根据工程特点与施工条件编制施工组织设计。

2. 施工组织设计的作用

施工组织设计就是对拟建工程的施工提出全面的规划、部署、组织、计划的一种技术经济文件,作为施工准备和指导施工的依据。它在每项工程中都具有重要的规划作用、组织作用、指导作用,具体表现在以下几个方面:



施工组织概述

(1) 施工组织设计是对拟建工程施工全过程合理安排,实行科学管理的重要手段和措施。

(2) 施工组织设计是统筹安排施工企业投入与产出过程的关键和依据。

(3) 施工组织设计是协调施工中各种关系的依据。

(4) 施工组织设计为施工的准备工作的、工程的招投标以及有关建设工作的决策提供依据。

通过编制施工组织设计,可以全面考虑拟建工程的具体施工条件、施工方案、技术经济指标,从而在人力和物力、时间和空间、技术和组织上,做出一个全面合理的计划安排,为施工的顺利进行做充分的准备,预防和避免工程事故的发生,为施工单位切实地实施进度计划提供坚实的基础。根据以往工程实践经验,合理地编制施工组织设计,能准确反映施工现场实际,节约各种资源,在满足建设法规规范和建设单位要求的前提下,有效地提高施工企业的经济效益。

► 1.3.2 施工组织设计的分类

施工组织设计是一个总的概念,其编制的深度与广度根据工程项目的类别、工程规模、编制阶段、编制对象和范围的不同而有所差异。可按施工组织设计阶段、编制对象和范围的不同进行分类。



1. 按施工组织设计阶段的不同分类

(1) 标前设计

投标前编制的施工组织设计(简称标前设计)是以投标和签订工程承包合同为服务范围的,在投标前由经营管理层编制,它的主要目的是使投标书有竞争力,以实现中标。

(2) 标后设计

签订工程承包合同后编制的施工组织设计(简称标后设计)是以施工准备至施工验收阶段为服务范围的,在签约后、开工前,由项目管理层编制,用以指导整个项目的施工。

2. 按编制对象和范围的不同分类

施工组织设计按编制对象和范围的不同可分为施工组织总设计、单位工程施工组织设计、分部(分项)工程施工组织设计。

(1) 施工组织总设计

施工组织总设计是针对特大型工程、由多个单位工程组成的群体建筑或住宅小区(含相应的市政工程和辅助设施)编制的有关施工组织的综合性指导文件,它是对整个建设工程或建筑群的全面规划和总的战略性部署,是指导全局施工的文件。

施工组织总设计一般在初步设计或扩大初步设计被批准之后,由总承包企业的总工程师负责,会同建设、设计和分包单位的工程师共同编制。

施工组织总设计主要是为施工单位进行全场性施工准备工作和组织物资技术供应提供依据。它还可确定设计方案的施工可行性和经济合理性提供依据,为建设单位和施工单位编制计划提供依据。施工组织总设计的编制应突出“规划性和控制性”的特点。

特别提示

施工组织总设计要突出施工部署和施工方案;而单位工程施工组织设计要突出施工方案和施工方法。

(2) 单位工程施工组织设计

单位工程施工组织设计是以一个单位工程为编制对象,是一个将建筑物或构筑物的蓝图转化为实物的总文件,内容包含施工全过程的部署、施工方案和施工方法的选定、进度计划及相关资源计划的安排、各种组织保障措施提出,是指导项目施工全过程的管理性文件。其中,施工方案和施工方法是施工组织设计的核心,将直接关系到施工过程的施工效率、质量、工期、安全和技术经济效果。

(3) 分部(分项)工程施工组织设计

分部(分项)工程施工组织设计也叫分部(分项)工程施工作业设计,它是以分部(分

项)工程为编制对象,用以具体指导其分部(分项)工程施工全过程的各项施工活动的技术、经济和组织的实施性文件。一般对于工程规模大、技术复杂、施工难度大或采用新工艺、新技术施工的建筑物或构筑物,在编制单位工程施工组织设计之后,经常需对某些重要但缺乏施工经验的分部(分项)工程再深入编制专项施工方案,如基坑支护与降水工程、土方开挖工程、高大模板工程、起重吊装工程、脚手架工程、拆除爆破工程等。分部(分项)工程施工组织设计的内容具体、详细、可操作性强,是直接指导分部(分项)工程施工的依据。

特别提示

单位工程施工组织设计一般在施工图设计完成之后、拟建工程开工之前,在工程项目部技术负责人的领导下进行编制。分部(分项)工程施工组织设计一般与单位工程施工组织设计的编制同时进行,并由单位工程的技术人员负责编制。

表 1-1 三类施工组织设计的区别

施工组织设计种类	编制对象	编制时间	编制单位、人员	作用
施工组织总设计	建设项目或群体工程	初步设计或扩大初步设计被批准后	总承包单位的技术负责人	指导整个建设项目或建筑群施工,属于全局性、规划性的控制性的技术经济文件
单位工程施工组织设计	单位工程	施工图会审后	项目部技术负责人	指导单位工程施工,较为具体,属于实施性技术经济文件
分部(分项)工程施工组织设计	分部(分项)工程	单位工程施工组织设计编制后	项目部技术人员或分包方技术员	指导具体专业工程的作业,属于实施操作型的技术经济文件

1.3.3 施工组织设计的内容

因施工组织设计的编制对象范围不同,施工难易程度、施工单位组织管理水平不同,不同阶段编制的施工组织设计的作用也不同,施工组织设计的内容也不尽相同。但一般包括以下几个方面的主要内容。

(1) 工程概况

工程概况概要说明本工程性质、规模、建设地点、承建方式、建筑与结构特点、分期分批交付使用的期限、建设单位的要求和可提供的条件;本地区气候、地形、地质、水文和交通运输情况;施工力量、施工条件、资源供应情况等,并找出本工程的主要施工特点(难点)。

(2) 施工部署与施工方案

施工部署与施工方案选择依据工程概况及特点分析,依据施工合同、协议书或招标



文件以及本施工企业对工程管理目标的要求,制定工期、质量、安全、文明施工、消防、环境保护等工程目标。根据工程需要设置项目管理组织机构,选择和配备项目管理人员,对主要管理人员的岗位职责做出规定。

结合可供投入的各项资源情况,全面部署施工任务,确定施工总顺序和流向;选择主要工种工程的施工方法和施工机械;确定各分部分项工程的施工顺序;对拟建工程可供选用的几种施工方案进行定性、定量的分析,以选出最佳施工方案。

(3) 施工进度计划

施工进度计划是施工方案在时间上的体现和安排。编制施工进度计划应采用先进的计划理论和方法(如流水施工、横道图、垂直图、网络图等),合理确定施工顺序和各工序的作业时间,使工期、成本和资源的利用达到最佳结合状态,即资源均衡、工期合理、成本低廉。

(4) 施工准备工作计划

施工准备工作计划通过明确施工准备工作的内容、起止时间、具体负责人等,以保证施工准备工作按时、高效、全面地完成。

(5) 资源配置计划

资源配置计划包括劳动力、施工机械、运输设备、主要建筑材料、构件和半成品的需要量计划。

(6) 施工平面图

施工平面图设计的目的是解决施工现场平面和空间安排等问题,即把投入的各种资源(如材料、构件、机械、运输等)和生产、生活所需临建设施和场地,进行科学合理的布置,以保证整个现场有组织、有秩序、有计划地文明施工。

(7) 施工管理计划

根据施工合同和施工企业管理目标,确定组织施工的各项目标(工期、质量、成本、安全等),并制订实施性控制方法和管理措施。

上述施工组织设计内容中,施工方案、施工进度计划和施工现场平面图三项内容最为关键。它们分别在技术组织、时间、空间三大方面对工程施工所涉及的各种资源进行了规划,被称为施工组织设计的“三要素”,简称“一案”“一图”“一表”。

特别提示

“一案”指施工方案,“一图”指施工现场平面图,“一表”指施工进度计划表。



即学即练 1-2

某建筑公司作为总承包商承接了某单位迁建工程项目的施工任务。工程项目包括办公楼、住宅楼、综合楼各一栋及室外工程,其中办公楼设计了地下二层停车场,并设有

大型设备层,地下室底面标高-17.5 m,地下情况复杂,施工困难。关于该公司编制的施工组织设计,请回答下列问题。

(1) 单位工程施工组织设计的内容应当包括工程概况、施工方案与施工方法、施工进度计划、施工准备工作、各项资源需要量计划、施工平面图、主要技术组织措施及()。

- A. 主要施工机具
B. 主要技术经济指标
C. 主要建筑材料
D. 劳动力安排

(2) 公司针对整个迁建工程项目编制的施工组织设计属于()。

- A. 单位工程施工组织设计
B. 分部(分项)工程施工作业设计
C. 施工组织总设计
D. 施工规划

(3) 公司针对综合楼所编制的施工组织设计属于()。

- A. 单位工程施工组织设计
B. 分部(分项)工程施工作业设计
C. 施工组织总设计
D. 施工规划

(4) 公司针对办公楼的深基坑施工,应当编制()。

- A. 单位工程施工组织设计
B. 分部(分项)工程施工作业设计
C. 施工组织总设计
D. 施工规划

1.3.4 施工组织设计的编制原则及依据

1. 施工组织设计的编制原则

(1) 严格执行基本建设程序,认真贯彻党和国家关于基本建设方面的有关方针、政策和规定。

(2) 遵循建筑施工工艺及其技术规律,坚持合理的施工程序和施工顺序。

(3) 采用流水施工方法、工程网络计划技术和其他现代管理方法,组织有节奏、均衡和连续的施工。

(4) 科学地安排冬季和雨季施工项目,保证全年施工的均衡性和连续性。

(5) 认真执行工厂预制和现场预制相结合的方针,不断提高施工项目建筑工业化程度。

(6) 充分利用现有的施工机械和设备,扩大机械化施工范围,提高施工项目机械化程度;不断改善劳动条件,提高劳动生产率。

(7) 尽量采用先进的施工技术,科学地制定施工方案;严格控制工程质量,确保安全施工;努力缩短工期,不断降低工程成本。

(8) 尽可能减少施工设施,合理储存建设物资,减少物资运输量;科学地规划施工平面图,减少施工用地。



2. 施工组织设计的编制依据

- (1) 建设单位的意图和要求,如工期、质量、预算要求等。
- (2) 工程设计文件,包括说明书、设计图纸、工程数量表、施工组织方案意见、总概算等。
- (3) 施工组织设计对本单位工程的工期、质量和成本的控制要求。
- (4) 调查研究资料。
- (5) 有关定额(劳动定额、物资消耗定额、机械台班定额等)及参考指标。
- (6) 现行的有关技术标准、施工规范、规则及地方性规定等。
- (7) 有关技术新成果和类似建设工程项目的资料和经验。

1.3.5 施工组织设计的编制步骤

- (1) 计算工程量。
- (2) 确定施工方案。
- (3) 组织流水作业,排定施工进度。
- (4) 计算各种资源的需要量并确定供应计划。
- (5) 平衡人工、材料物资和施工机械的需要量并修正进度计划。
- (6) 设计施工平面图,使生产要素在空间上的位置合理、互不干扰,

加快施工进度。



施工组织设计的
内容及编制方法

小结

建设程序是指拟建建设项目在建设过程中各项工作必须遵循的先后次序,一般可分为决策、实施和使用三个阶段,其主体是建设单位。

建筑产品的使用功能、平面和空间组合、结构和构造等特殊性和建筑材料的品种繁多和材料物理性能的特殊性,决定了建筑产品的特性。

建筑施工组织设计是规划和指导拟建工程项目从施工准备到竣工验收全过程的一个综合性的技术经济文件,是沟通工程设计和施工之间的桥梁。

思考练习题

一、单项选择题

1. ()是指建造、购置和安装固定资产的活动及与此相关联的其他工作。
 - A. 建筑施工
 - B. 基本建设
 - C. 基本建设项目
 - D. 施工生产
2. 凡是按照一个总体设计组织施工,建成后具有一个完整的系统,可以独立地形



- C. 单项工程 \geq 单位工程 \gt 分部工程 \gt 分项工程
D. 单项工程 \gt 单位工程 \geq 分部工程 \gt 分项工程 \gt 检验批
13. 标前施工组织设计追求的主要目标是()。
- A. 施工效率和效益
B. 中标和经济效益
C. 履行合同义务
D. 施工效率和合同义务
14. 以一个建筑物或构筑物为对象而进行各项施工准备,称作()。
- A. 全场性施工准备
B. 单位工程施工准备
C. 分部工程作业条件准备
D. 施工总准备
15. 现场生活和生产用的临时设施,应按()要求进行搭设。
- A. 施工组织设计
B. 施工图纸
C. 施工现场
D. 安全文明

二、多项选择题

1. 建筑产品与其他工业产品相比具有显著的特点,这些特点包括()。
- A. 固定性
B. 流动性
C. 多样性
D. 高成本性
E. 复杂性
2. 基本建设是指()的活动及与此相关联的其他工作。
- A. 建造固定资产
B. 维修固定资产
C. 购置固定资产
D. 安装固定资产
E. 购置流动资产
3. 施工组织设计根据编制对象范围的不同可分为()。
- A. 施工组织总设计
B. 单位工程施工组织设计
C. 分部(分项)工程施工组织设计
D. 施工工艺及方案设计
E. 单项工程施工组织设计
4. 在下列工程中,需要编制分部(分项)工程施工组织设计的有()。
- A. 安居工程住宅小区
B. 希望小学工程
C. 某工厂新建烟囱工程
D. 采用新技术的装饰装修工程
E. 大跨度屋面结构采用的无黏结预应力混凝土工程
5. 需要编制专项施工方案的工程包括()。
- A. 砌筑工程
B. 绑扎钢筋工程
C. 起重吊装工程
D. 拆除、爆破工程
E. 给水排水工程

三、简答题

1. 什么是建筑施工组织设计?
2. 什么叫基本建设项目? 一个建设项目由哪些内容组成?

3. 我国现行的基本建设程序一般分为哪几个阶段? 各阶段的主要内容是什么?
4. 建筑施工程序可划分为哪几个步骤?
5. 试述建筑产品及其施工的特点。
6. 建筑施工组织设计的作用有哪些? 如何分类?
7. 建筑施工组织设计的编制原则与依据各有哪些?

四、案例分析

总承包商甲承接了一高档商务楼,该工程为相邻的两栋钢筋混凝土框架—剪力墙结构的高层建筑。两栋楼首层及以下相连,两层以上分为 A 座、B 座两栋独立建筑。施工企业乙承接了 A 座的土建工程,施工企业丙分包了 A 座、B 座的桩基础施工。

1. 三家企业施工组织设计的对象有何不同?
2. 三家企业在施工前分别需要编制什么文件? 有何不同?

执业资格考试真题

一、单项选择题

1. (二级建造师)下列施工现场文明施工措施中,正确的是()。
 - A. 现场施工人员均佩戴胸卡,按工种统一编号管理
 - B. 市区主要路段设置围挡的高度不低于 2 m
 - C. 项目经理任命专人为现场文明施工第一责任人
 - D. 建筑垃圾和生活垃圾集中一起堆放,并及时清运
2. (二级建造师)单位工程施工组织设计应由()主持编制。
 - A. 项目负责人
 - B. 项目技术负责人
 - C. 项目技术员
 - D. 项目施工员
3. (二级建造师)根据《建设工程项目管理规范》要求,分部分项工程实施前,应由()向有关人员进行安全技术交底。
 - A. 项目经理
 - B. 项目技术负责人
 - C. 企业安全负责人
 - D. 企业技术负责人
4. (二级建造师)某住宅小区建设中,承包商针对其中一栋住宅楼施工所编制的施工组织设计,属于()。
 - A. 施工组织设计
 - B. 单位工程施工组织设计
 - C. 单项工程施工组织设计
 - D. 分部工程施工组织设计
5. (二级建造师)建设活动中各项工作必须遵循的先后顺序称为()。
 - A. 基本建设程序
 - B. 建筑施工程序
 - C. 建筑施工顺序
 - D. 建筑施工流程



二、多项选择题

1. (二级建造师)施工组织设计的编制原则包括()。

- A. 重视工程施工的目标控制
- B. 合理布置施工现场
- C. 提高施工的工业化程度
- D. 提高施工的连续性和均衡性
- E. 采用国内外最先进的施工技术

2. (二级建造师)项目经理部建立施工安全生产管理制度体系时,应遵循的原则有()。

- A. 贯彻“安全第一,预防为主”的方针
- B. 必须符合有关法律、法规及规程的要求
- C. 建立健全安全生产责任制度和群防群治制度
- D. 遵循安全生产投入最小
- E. 必须适用于工程施工全过程的安全管理和控制

南京大学出版社

模块二 施工准备工作

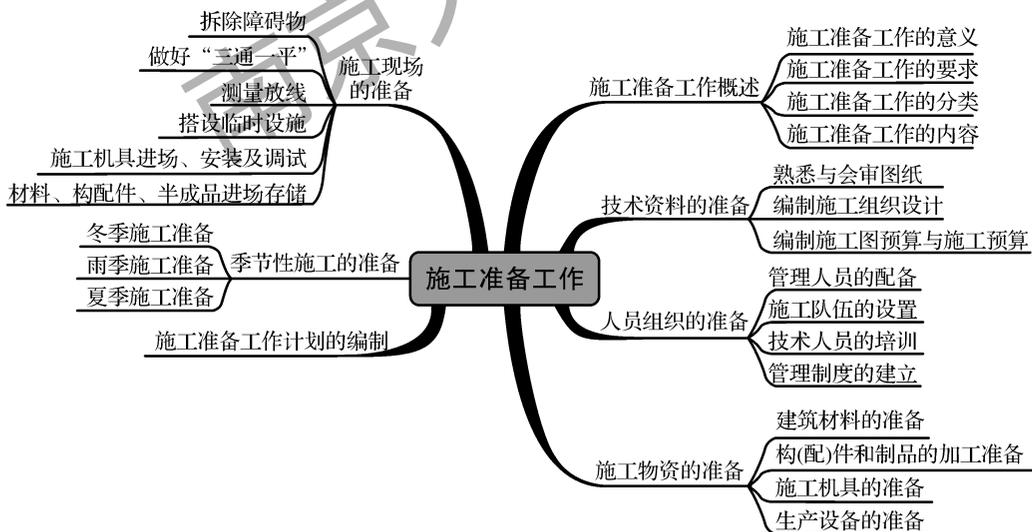


学习目标

知识目标	能力目标	素质目标
1. 了解施工准备工作的意义、分类、要求、内容及其与施工组织之间的关系。 2. 掌握各项施工准备工作的内容。	能够根据施工准备工作的内容和要求编写工程施工准备工作计划。	1. 具有“凡事预则立，不预则废”的意识。 2. 养成“兵马未动，粮草先行”的习惯。



思维导图



引例

“天上不会掉馅饼”，做任何事情如果不精心准备、不付诸努力，就难以获得成功。同样，如果没有充足的准备，机遇很可能从手边悄然“溜走”。



因此,一个建设项目,在大量施工人员、设备抵达现场进行施工之前,施工单位就应该组织相关的技术人员尽可能地提早介入,到现场仔细勘查,收集现场及其周围的相关资料和原始数据,对建设地区现场进行详尽的调查分析。同时施工单位收到设计图纸以后,也应该立刻会同本单位的相关技术人员,根据实际情况,对设计图纸进行审查和熟悉。

俗话说“兵马未动,粮草先行”,在开始施工前,设备和材料的准备工作也是十分重要的。《中华人民共和国建筑法》第五十九条明确指出:“建筑施工企业必须按照工程设计要求、施工技术标准和合同的约定,对建筑材料、建筑构配件和设备进行检验,不合格的不得使用。”因此,对于设备和材料都需要严把“四关”,即通常所说的采购关、检验关、运输保险关和使用关。

随着建设项目的增多和施工技术的不断发展,现在的工程普遍呈现出建设规模大、投资金额高、施工周期长的特点,对施工单位的资金要求也越来越高,因此在施工准备阶段就要对工程有一个全面客观的认识,并制定周密的资金计划,保证工程在正常推进过程中具备充足的资金保障,以维持其持续稳定实施。

施工人员包括施工项目组织机构的管理者和具体施工的操作者,在施工准备阶段就应该根据实际工程的需要,优选施工管理人员和施工操作人员,组建起一支政治素质过硬、技术水平高、适应能力强的施工队伍,以满足当今工程建设中不断变化的新形势的需要。

任务1 施工准备工作概述

2.1.1 施工准备工作的意义

1. 遵循建筑施工程序

施工准备是建筑施工程序的一个重要阶段。现代工程施工是十分复杂的生产活动,其技术规律和社会主义市场经济规律要求工程施工必须严格按建筑施工程序进行。只有认真做好施工准备工作,才能取得良好的建设效果。

2. 降低施工风险损失

施工生产受外界干扰及自然因素的影响非常大,因而施工中可能遇到的风险也多。只有充分做好施工准备工作,采取积极预防措施,增强应变能力,才能有效地降低风险损失。

3. 创造工程开工和顺利施工的条件

工程项目施工中不仅需要耗用大量材料,使用各种机械设备,组织安排各工种人

力,还需处理广泛的社会关系,解决各种复杂的技术问题,协调各种配合关系,因而需要通过统筹安排和周密准备,才能使工程顺利开工,并保证开工后能连续顺利地施工且得到各方面条件的支持。

4. 提高企业经济效益

认真做好施工准备工作,能够调动各方面的积极因素,合理组织资源调配,提高工程质量,降低工程成本,从而提高企业的经济效益和社会效益。

实践证明,施工质量准备工作的质量将直接影响建筑产品生产的全过程。重视和做好施工准备工作,积极为工程项目创造一切有利的施工条件,有利于工程顺利开工并取得施工的主动权;反之,如果违背施工程序,忽视施工准备工作,或工程仓促开工,必然在工程施工过程中产生各种问题,甚至造成重大的经济损失。

2.1.2 施工准备工作的要求

1. 编制施工准备工作计划

施工准备工作要编制详细的计划,列出施工准备工作的具体内容、完成时间、负责人等。由于各项准备工作之间有相互依存的关系,单纯的计划难以表达清楚,因此可同时编制施工准备工作网络计划,明确并找出关键工作。利用网络图进行施工准备期的调整,尽量缩短时间。

施工准备工作计划应当在施工组织设计中予以安排,作为施工组织设计的基本内容之一,同时注重施工过程中的统筹安排。

2. 施工准备工作应有组织、有计划、分阶段、有步骤地进行

(1) 建立施工准备工作的组织机构,明确落实相应人员的管理。

(2) 编制施工准备工作计划表,保证施工准备工作按计划落实。

(3) 将施工准备工作按工程的具体情况划分为开工前、地基基础工程、主体工程、屋面与装饰装修工程等时间区段,分期、分阶段、有步骤地进行。

3. 建立严格的施工准备工作责任制与检查制度

(1) 施工准备工作责任制。由于施工准备项目多、范围广,有时施工准备工作的期限比正式施工期限还要长,因此必须有严格的责任制。要按计划将责任明确到有关部门甚至个人,以保证按计划要求的内容及完成时间进行工作。同时明确各级技术负责人在施工准备工作中应负的领导责任,以便推动和促使各级领导认真做好施工准备工作。

(2) 检查制度。对施工准备工作,应定期进行检查,主要检查施工准备工作计划的执行情况,发现薄弱环节应及时加以改进。如果没有完成计划所要求的,应进行分析,找出原因,扫除障碍,协调施工准备工作进度或调整施工准备工作计划。检查的方法可



采用实际与计划对比法,或采用相关单位、人员分割制,检查施工准备工作情况,当场分析产生问题的原因,提出解决问题的方法。

4. 施工准备工作应做好以下4个方面的结合

(1) 设计与施工相结合。设计与施工两方面的积极配合,对加速施工准备是非常重要的。双方互通情况、全力协作,为准备工作的快速、准确创造有利条件。

设计单位出图时,尽可能按施工程序出图。对规模较大的工程和特殊工程,首先提供建筑总平面图、单项工程平面图、基础图,以便于及早规划施工现场,提前进行现场准备工作。对于地下管道较多的工程,先出主要的管网图及交通道路的施工图,以利于现场尽快实现“三通一平”,便于材料进场和其他准备工作的开展。

(2) 室内准备与室外准备相结合。室内准备与室外准备应同时进行,相互创造条件。室内准备工作要抓紧熟悉施工图纸和进行图纸会审,编制施工组织设计、设计概算、施工图预算等。室外准备工作要加紧对建设地区的自然条件和技术经济条件进行调查分析,尽快为室内准备工作提供充足的技术资料。同时要统筹推进现场准备工作、现场平面布置工作及临时设施设置等工作,做到施工组织设计确定一项,现场便相应落实一项,以争取时间。

(3) 土建工程与专业工程相结合。在明确施工任务,拟定施工准备工作的初步规划以后,应及时通知水电设备安装等专业施工单位及材料运输部门,组织相关人员研究初步计划,协调各方面的行动,使准备工作规划更切合实际;各有关单位都要心中有数,并及时做好必要准备,以利于相互配合。

(4) 前期准备与后期准备相结合。由于施工准备工作周期长,有一些是开工前做的,有一些是在开工后交叉进行的。因此,既要立足于前期的准备工作,又要着眼于后期的准备工作,统筹安排好前、后期的准备工作,把握好时机,及时做好近期的施工准备工作。

2.1.3 施工准备工作的分类

1. 按工程项目施工准备工作的范围不同分类

按工程项目施工准备工作的范围不同,施工准备工作一般可分为全场性施工准备、单位工程施工条件准备和分部(分项)工程作业条件准备3种。

(1) 全场性施工准备。它是以一个建筑工地为对象进行的各项施工准备。该准备工作的目的、内容都是为全场性施工服务的,它不仅要为全场性的施工活动创造有利条件,而且要兼顾单位工程施工条件的准备。

(2) 单位工程施工条件准备。它是以一个建筑物或构筑物为对象进行的施工条件准备工作。该准备工作的目的、内容都是为单位工程施工服务的,它不仅为该单位工程在开工前做好一切准备,而且要为分部(分项)工程做好施工准备工作。

(3) 分部(分项)工程作业条件准备。它是以一个分部(分项)工程或冬雨季施工为对象进行的作业条件准备。

2. 按拟建工程所处的施工阶段的不同分类

按拟建工程所处的施工阶段不同,施工准备工作一般可分为开工前的施工准备和开工后的施工准备两种。

(1) 开工前的施工准备。它是在拟建工程正式开工之前所进行的一切施工准备工作,其目的是为拟建工程正式开工创造必要的施工条件。它既可能是全场性的施工准备,又可能是单位工程施工条件的准备。

(2) 开工后的施工准备。它是在工程开工之后,每个施工阶段正式开工之前所进行的施工准备工作,其目的是为施工阶段正式开工创造必备的施工条件。例如,混合结构的民用住宅的施工,一般可分为地下工程、主体工程、装饰工程和屋面工程等施工阶段,根据每个施工阶段的施工内容不同,所需要的技术条件、物资条件、组织要求和现场布置等方面也不同,因此在每个施工阶段开工之前,都要认真做好相应的施工准备工作。

综上所述,施工准备工作不仅应在拟建工程开工之前全面落实,还需伴随着工程施工的推进,在开工后也要持续做好。施工准备工作既要有阶段性,又要有连续性,因此施工准备工作必须有计划、有步骤、分期和分阶段地组织实施,并且要贯穿于工程整个生产过程的始终。

特别提示

满足以下条件才可以领取施工许可证。

- (1) 已经办理该建筑工程用地批准手续。
- (2) 依法应当办理建设工程规划许可证的,已经取得建设工程规划许可证。
- (3) 需要拆迁的,其拆迁进度符合施工要求。
- (4) 已经确定建筑施工企业。
- (5) 有满足施工需要的资金安排、施工图纸及技术资料。
- (6) 有保证工程质量和安全的具体措施。

建设行政主管部门应当自收到申请之日起七日内,对符合条件的申请颁发施工许可证。

2.1.4 施工准备工作的内容

施工准备工作的内容通常包括 5 个方面,如图 2-1 所示。



施工准备工作

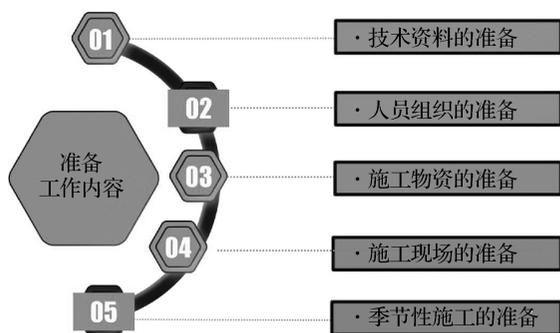


图 2-1 施工准备工作的内容

任务 2 技术资料的准备

技术资料的准备工作是施工准备工作的核心,对于指导现场施工准备工作、保证建筑产品质量、加快工程进度、实现安全生产、提高企业效益具有十分重要的意义。

技术资源准备工作主要包括熟悉、审查施工图纸和有关设计资料,编制施工组织设计、施工图预算和施工预算等。

2.2.1 熟悉与会审图纸

1. 熟悉图纸

熟悉设计图纸,领会设计意图,掌握工程特点及难点,找出图纸设计中的错误、矛盾,以及交代不清楚、设计不合理等问题,尽可能将这些问题及时提出来,在施工作业之前解决。

阅读图纸时,应重点熟悉掌握以下内容。

(1) 基础部分。核对建筑、结构、设备施工图中关于基础留洞的位置及标高、地下室排水方向、变形缝及人防出口做法、防水体系的包圈及收头要求等。

(2) 主体结构部分。各层所用的砂浆、混凝土强度等级,墙、柱与轴线的关系,梁、柱的配筋及节点做法,悬挑结构的锚固要求,楼梯间的构造,设备图和土建图上洞口尺寸及位置的关系。

(3) 屋面及装饰方面。屋面防水节点做法、结构施工时为装饰施工提供的预埋件和预留洞口、内外墙和地面等材料及做法。

在熟悉图纸的过程中,发现问题应做出标记和记录,以便在图纸会审时提出。

2. 会审图纸

图纸会审一般由建设单位组织,设计、施工及监理单位参加。会审时,先由设计单

位进行图纸交底,然后各方提出问题,经过充分协商,统一意见,形成图纸会审纪要,由建设单位正式行文,参加会议的各单位盖章,作为与设计图纸同时使用的技术文件。

(1) 图纸会审的目的

图纸会审的目的如下:

① 使施工单位和各参建单位熟悉设计图纸,了解工程特点和设计意图,找出需要解决的技术难题,并制定解决方案。

② 解决图纸中存在的问题,减少图纸的差错,将图纸中的质量隐患消灭在萌芽之中。

(2) 图纸会审的内容

① 是否无证设计或越级设计,图纸是否经设计单位正式签署。

② 地质勘探资料是否齐全。

③ 设计图纸与说明是否符合当地要求。

④ 设计地震烈度是否符合当地要求。

⑤ 几个设计单位共同设计的图纸相互间有无矛盾,专业图纸之间、平立剖面图之间有无矛盾,标注有无遗漏。

⑥ 总平面与施工图的几何尺寸、平面位置、标高等是否一致。

⑦ 防火、消防是否满足要求。

⑧ 建筑结构与各专业图纸本身是否有差错及矛盾,结构图与建筑图的平面尺寸及标高是否一致,建筑图与结构图的标示方法是否清楚,是否符合制图标准,预埋件是否标示清楚,有无钢筋明细表或钢筋的构造要求在图中是否标示清楚。

⑨ 施工图中所列各种标准图册施工单位是否具备。

⑩ 材料来源有无保证,能否代换;图中所要求的条件能否满足;新材料、新技术的应用是否有问题。

⑪ 地基处理方法是否合理,建筑与结构构造是否存在不能施工、不便于施工的技术问题,或容易导致质量、安全、工程费用增加等方面的问题。

⑫ 工艺管道、电气线路、设备装置、运输道路与建筑物之间或相互间有无矛盾,布置是否合理。

⑬ 施工安全、环境卫生有无保证。

⑭ 图纸是否符合监理大纲所提出的要求。

特别提示

图纸会审时,建设单位要派人做好会审记录;提出的问题和建议,由设计单位负责解答或处理。会审后整理会审纪要,参加会审的单位表示同意的,由建设单位和施工单位盖章后送交设计单位,经设计单位签章,送有关施工单位据以施工。会审纪要要注明会审时间、主持单位、参加单位以及参加人员,作为建设单位工程技术资料存档。



2.2.2 编制施工组织设计

施工组织设计是指导拟建工程从施工准备到施工完成的组织、技术、经济的综合性技术文件,是编制施工预算、实行项目管理的依据,是施工准备工作的主要文件。施工组织设计对施工的全过程起指导作用,既要体现基本建设计划和设计的要求,又要符合施工活动的客观规律,从而对建设项目、单项及单位工程的施工全过程起到部署和安排的双重作用。

根据建筑施工的技术经济特点,对建筑施工方法、施工机具、施工顺序等因素有不同的安排,所以,每个工程项目都需要分别编制施工组织设计,作为组织和指导施工的重要依据。

施工单位必须在施工约定的时间内完成中标后施工组织设计的编制与自审工作,并填写施工组织设计报审表,报送项目监理机构。

总监理工程师应在约定的时间内组织专业监理工程师审查,提出审查意见后,由总监理工程师审定批准,需要施工单位修改时,由总监理工程师签发书面意见,退回施工单位修改后再报审,总监理工程师应重新审定,已审定的施工组织设计由项目监理机构报送建设单位。

施工单位应按审定的施工组织设计文件组织施工,如需对其内容做较大变更,应在实施前将变更内容书面报送项目监理机构重新审定。

对规模大、结构复杂或属新结构、特种结构的工程,专业监理工程师提出审查意见后,由总监理工程师签发审查意见,必要时可与建设单位协商,组织有关专家会审。

2.2.3 编制施工图预算与施工预算

施工图预算是招投标中确定标底和报价,建设单位拨付工程价款和进行工程结算,确定人工、材料、机械消耗量并编制施工组织设计,以及与施工单位签订承包合同的依据。

施工预算是企业内部控制各项成本支出,加强施工管理的依据;是衡量工人劳动生产率,计算工人劳动报酬的依据;也是签发施工任务书、限额领料、进行经济活动分析等的依据。

在设计交底和图纸会审的基础上,施工组织设计经监理工程师批准后,预算部门即可着手编制单位工程施工图预算和施工预算,以确定人工、材料和机械费用的支出,并确定人工数量、材料消耗数量及机械台班使用量。施工图预算是按施工图纸设计计算工程量。施工预算是按现场施工工艺及技术要求计算得出的工程量,是施工方控制施工成本的一个技术手段。

▶ 任务3 人员组织的准备 ◀

▶▶ 2.3.1 管理人员的配置

总公司根据工程的施工要求、工程规模、工期、质量等方面的要求,设立一个领导小组,现场组建项目经理部,对工程进行项目管理。项目经理部配备有完整的管理人员及有经验的、素质稳定的施工班组,组成一支高效、精干、强执行力的施工队伍,按基础、主体结构、装饰装修等不同阶段,对各施工班组分别考虑和安排。为保证施工质量,提高效率,便于核算,各作业班组须保持人员相对稳定,并由项目部统一安排、统筹调度。项目组织结构如图2-2所示。

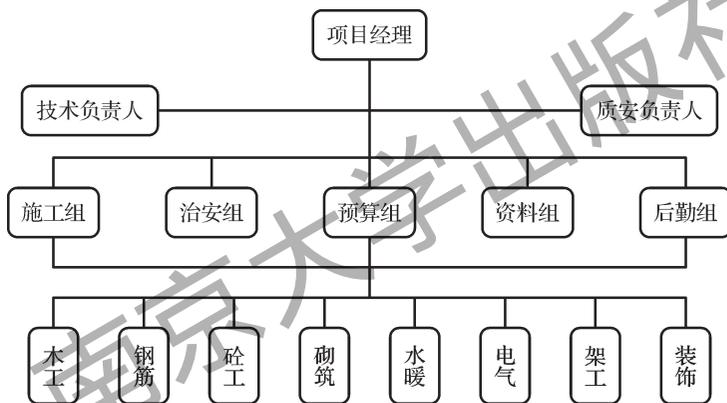


图 2-2 项目组织结构

▶▶ 2.3.2 施工队伍的设置

根据工程特点,选择恰当的劳动组织形式,如模板工、钢筋工、混凝土工、瓦工、木工、架子工、防水工、杂工、水暖工、电工等。土建施工队伍是混合队伍形式,其特点是人员配备少,工人以本工种为主兼做其他工作,工序之间搭接比较紧凑,劳动效率高。例如,砖混结构的主体阶段主要以瓦工为主,配有架子工、木工、钢筋工、混凝土工及机械工;装修阶段则以抹灰工为主,配有木工、电工等。对于装配式结构,则以结构吊装为主,配备适当的电焊工、木工、钢筋工、混凝土工、瓦工等。对于全现浇结构,混凝土工是主要工种,由于采用工具式模板,操作简便,因此不一定配备木工,只要有一些熟练的操作人员即可。

▶▶ 2.3.3 技术人员的培训

技术人员培训需注意以下几点:



- (1) 针对工程施工难点,组织工程技术人员和工人队伍中的骨干力量,进行类似工程的考察学习。
- (2) 做好专业工程技术培训,提高对新工艺、新材料使用操作的适应能力。
- (3) 强化质量意识,抓好质量教育,增强质量观念。
- (4) 施工班组实行优化组合、双向选择、动态管理,最大限度地调动作业人员的积极性。
- (5) 认真全面地进行施工组织设计的落实和技术交底工作。
- (6) 切实抓好施工安全、防火和文明施工等方面的教育。

2.3.4 管理制度的建立

工地的各项管理制度是否健全,直接影响各项施工活动的顺利进行。因此,必须建立、健全工地的各项管理制度。

工地各项管理制度一般包括:技术质量责任制度、工程技术档案管理制度、施工图纸学习与会审制度、技术交底制度、各部门及各级人员的岗位责任制、职工考勤、考核制度、工程材料和构件的检查验收制度、工程质量检查与验收制度、材料出入库制度、安全操作制度、机具使用保养制度等。

任务4 施工物资的准备

施工物资准备工作主要包括建筑材料的准备、构(配)件和制品的加工准备、施工机具的准备、生产设备的准备。

2.4.1 建筑材料的准备

建筑材料的准备主要是根据施工预算和施工进度计划要求进行分析,按材料名称、规格、使用时间、材料储备定额和消耗定额进行汇总,编制出材料需用量计划,为组织备料、确定仓库、场地堆放所需的面积和组织运输等提供依据。

特别提示

建筑材料中的“三材”通常指钢材、水泥、木材。

2.4.2 构(配)件和制品的加工准备

根据施工预算提供的构(配)件、制品的名称、规格、质量和消耗量,确定加工方案和供应渠道以及进场后的储存地点、储存方式,编制出其需用量计划,为组织运输、确定堆场面积等提供依据。

2.4.3 施工机具的准备

根据采用的施工方案,安排施工进度,确定施工机械的类型、数量和进场时间,确定施工机具的供应办法和进场后的存放地点及方式,编制建筑安装机具的需用量计划,为组织运输、确定堆场面积等提供依据。

2.4.4 生产设备的准备

按照拟建工程生产工艺流程及工艺设备的布置图提出工艺设备的名称、型号、生产能力和需用量,确定分期分批进场时间和保管方式,编制工艺设备需用量计划,为组织运输、确定堆场面积提供依据。

任务5 施工现场的准备

2.5.1 拆除障碍物

施工现场内的所有障碍物,都应在开工前清除。清除工程一般由建设单位完成,也可委托给施工单位完成。清除工作开始前,必须要摸清情况,尤其是原有障碍物复杂、资料不全时,应采取相应的措施,防止发生事故。

(1) 施工现场内的一切地上、地下障碍物,都应在开工前清除。

(2) 对于房屋,一般把水源、电源切断后即可进行拆除。若采用爆破的方法时,必须经有关部门批准,需要由专业的爆破作业人员来实施。

(3) 架空电线(电力、通信)、地下电缆(包括电力、通信)的拆除,要与电力部门或通信部门联系并办理有关手续后方可进行。

(4) 自来水、污水、煤气、热力等管线的拆除,都应与有关部门取得联系,办好手续后由专业公司来完成。

(5) 场内的树木须报请园林部门批准后方可砍伐或移植。

(6) 拆除障碍物后,留下的杂物应清除出场外。运输时,应遵守交通、环保部门的有关规定,运土的车辆要按指定的路线和时间行驶,并采取封闭运输车或在渣土上洒水等措施,以免渣土飞扬而污染环境。

2.5.2 做好“三通一平”

(1) 平整施工场地。施工现场的平整工作是按建筑总平面图进行的,首先通过测量,计算出挖土及填土的数量,设计土方调配方案,再组织人力或机械进行平整工作。如拟建场地内有旧建筑物,则须拆迁房屋,同时要清理地面上的各种障碍物,如树根、废弃基础



等。除此之外,还要特别注意地下管道、电缆等情况,对其采取可靠的拆除或保护措施。

(2) 通路。施工现场的道路是组织大量物资进场的运输动脉。为了保证建筑材料、机械、设备和构件早日进场,必须先修通主要干道及必要的临时性道路。为了节省工程费用,应尽可能利用已有的道路或结合正式工程的永久性道路。为防止施工时损坏路面并加快修路速度,可以先做路基,施工完毕后再做路面。

(3) 通水。施工现场的水通包括给水和排水两个方面。施工用水包括生产与生活用水,其布置应按施工总平面图的规划进行安排。施工给水设施应尽量利用永久性给水线路;临时管线的铺设,既要满足生产用水点的需要和使用方便,又要尽量缩短管线。施工现场的排水也是十分重要的,尤其在雨季,排水有问题,会影响运输和施工的顺利进行。因此,要做好有组织的排水工作。

(4) 通电。施工现场的电通是根据各种施工机械用电量及照明用电量,计算选择配电变压器,并与供电部门联系,按施工组织设计的要求,架设好连接电力干线的工地内外临时供电线路及通信线路。应注意对建筑红线内及现场周围不准拆迁的电线、电缆,加以妥善保护。此外,还应考虑到因供电系统供电不足或不能供电时,为满足施工工地的连续供电要求,配备备用发电机等设备。

2.5.3 测量放线

建筑工程施工测量放线的目的是将图纸上设计的建筑物的位置、形状和高程标定在施工现场的地面上,并在施工过程中指导施工,使工程严格按照设计的要求进行建设。建筑工程施工测量工作不仅是工程建设的基础,而且是保证工程质量的关键。

(1) 施工时应根据建设单位提供的由规划部门给定的永久性坐标和高程,按建筑总平面图上的要求,进行现场控制网点的测量,妥善设立现场永久性标准,为施工全过程的测量放线创造条件。

(2) 在测量放线前,应做好检验校正仪器、校核红线桩(规划部门给定的红线,在法律上起着控制建筑用地的作用)与水准点、制定测量放线方案(如平面控制、标高控制、沉降观测和竣工测量等)等工作。如发现红线桩和水准点有问题,应提请建设单位处理。

(3) 建筑物应通过设计图中的平面控制轴线来确定其轮廓位置,测定后提交有关部门和建设单位验线,以保证定位的准确性。

2.5.4 搭设临时设施

为了保障施工安全和现场秩序,应对指定的施工用地的周界进行封闭式管理,围挡的形式和材料应符合所在地部门管理的有关规定和要求。在主要出入口处设置标牌,用以标明工程名称、施工单位、工地负责人等。各种生产、生活必须用的临时设施,包括各种仓库、混凝土搅拌站、预制构件场、机修站,各种生产作业棚、办公用房、宿舍、食堂、文化生活设施等,均应按批准的施工组织设计规定的数量、标准、面积、位置等要求组织修建。

(1) 临时围墙和大门。临时围墙在满足当地施工现场文明施工要求的情况下,沿施工临时征地范围边线用硬质材料围护,高度不低于 1.8 m,并按企业形象设计(CI)标准作适当装饰及宣传。大门设置以方便通行、便于管理为原则,一般设钢制双扇大门,并设固定岗亭,便于门卫值勤。

(2) 生活及办公用房。生活及办公用房按照施工总平面布置图的要求搭建,现一般采用盒子结构、轻钢结构、轻体保温活动房屋结构形式,其既广泛适用于现场建多层建筑,又坚固耐用,便于拆除周转使用。

(3) 临时厕所。临时厕所应按当地有关环卫规定搭建,厕所需配化粪池。污水排放应办理排污手续,可利用市政排污管网排放。无管网可利用时,化粪池的清理及排放可委托当地环卫部门负责管理。

(4) 临时食堂。临时食堂的搭建须符合当地卫生、环保规定,并同步落实污水排放控制和清洁燃料使用要求,一般均设置简易有效的隔油池,使用煤气、天然气等清洁燃料,不得使用煤炭时,应采用低硫煤并使用由环保部门批准搭建的无烟回风灶来解决大气污染问题。

(5) 生产设施。生产设施包括搅拌机棚、塔式起重机基础、各类加工车间及必需的仓库、棚的搭建及临时水、电线路埋设,要严格按照总平面图的布置和构造设计规定搭建,遵守安全和防火规范的标准及装表计量的要求。

(6) 场区道路。施工道路布置既要因地制宜又要符合有关规定要求,尽可能是环状布置。道路宽度应满足消防车通行需要,构造应满足单车最大承重要求。场地应设雨水排放明沟或暗沟解决场内排水。一般情况下,道路路面和堆料场地均作硬化处理。

2.5.5 施工机具进场、安装及调试

按照施工机具需用量计划,分期分批组织施工机具进场,根据施工总平面布置图,将施工机具安置在规定的地点或存储的仓库内。对于固定的机具要进行就位、搭防护棚、接电源、保养和调试等工作。对所有施工机具,都必须在开工前进行检查和试运转。



施工总平面图

2.5.6 材料、构配件、半成品进场存储

按照材料、构(配)件、半成品的需用量计划组织物资、周转材料进场,并依据施工总平面图规定的地点和指定的方式进行存储和定位堆放。同时,按进场材料的批量,依据材料试验、检验要求,及时采样并提供建筑材料的试验申请计划,严禁不合格的材料存储在现场。

特别提示

房地产开发需要五证齐全,所谓的“五证”是指国有土地使用证(现为不动产权证书)、建设用地规划许可证、建设工程规划许可证、建筑工程施工许可证、商品房预售许可证,其中建设工程规划许可证和建筑工程施工许可证很重要。



▶ 任务6 季节性施工的准备 ◀

建筑工程施工受季节性影响较大,因此在冬季、雨季、夏季施工中,必须做好季节性施工准备工作,以保证顺利完成施工任务。

▶▶ 2.6.1 冬季施工准备

1. 冬季施工的特点

(1) 冬季持续低温、温差大、强风、反复冰冻,易造成工程质量事故,是工程质量事故的多发期。

(2) 冬季施工发现质量事故呈滞后性。

(3) 冬季施工对技术要求高,能源消耗多,施工费用会增加。

2. 冬季施工的准备工作的准备工作

(1) 编好施工组织设计,将不宜在冬季施工的分项工程安排在冬季前后完成。由于冬季气温低、施工条件差、技术要求高,还可能增加施工费用,因此,应尽量安排增加费用少、受自然条件影响小的施工项目在冬季施工,如打桩、结构吊装、室内管道安装、室内装饰等。对有可能增加较多费用且又不能保证施工质量的项目则应安排在其他季节施工。

(2) 落实好各种热源的供应工作。搭建加热用的锅炉房、搅拌站,铺设管道,对锅炉进行试火试压,对各种加热的材料、设备要检查其安全可靠。

(3) 做好临时设施的保温防冻工作。对排水管道白灰膏等材料采取保温措施,防止冻结。及时清扫积雪,防止道路积水成冰,保证运输畅通。

(4) 做好冬季的测温工作。冬季昼夜温差变化大,为了保证工程施工质量,应时常观测气温的变化,防止砂浆、混凝土在凝结硬化前因受到冰冻而被破坏。

(5) 做好室内施工项目的保温工作。在冬季到来之前,先完成供热系统的施工,安装好门窗玻璃等设施,以保证室内其他项目能顺利施工。

(6) 做好施工设备、工具、材料的必要储备工作。为了节约冬季费用,在冬季到来之前,做好冬季施工混凝土、砂浆及掺外加剂的试配试验工作,确定施工配合比。根据实物工程量提前做好组织有关设备、工具、外加剂、保温材料和测温材料进场的工作。

(7) 做好完工部位的保护工作和停止施工部位的安排和检查。例如,基础完成后,及时回填土至基础同一高度;沟管要盖板;砌完一层砖后,将楼板及时安装完成;室内装修抹灰要一层一室一次完成,避免分块留尾;室内装饰力求一次完成,如必须停工,则应停在分层分格的整齐部位;楼地面要保温防冻等。

(8) 加强安全教育,强化安全意识。开展安全教育,严防火灾发生,落实防火安全

技术措施,经常检查落实情况;保证各热源设备的完好使用;做好职工培训及冬季施工的技术操作和安全施工的教育,确保工程施工质量,避免安全事故的发生。

3. 冬季施工的措施

(1) 当室外平均气温低于 $+5^{\circ}\text{C}$,最低气温低于 -3°C 时,各分项工程均应按冬季施工要求施工,确保混凝土(以下简称砼)在受冻前的强度不低于设计强度标准值的30%。

(2) 在砼中掺入早强剂提高砼的早期强度,增强砼的抗冻能力。

(3) 备足一定数量塑料薄膜和石棉被等覆盖物,用于覆盖新浇砼。

(4) 延长砼构件的拆模时间,利用模板蓄热保温。

(5) 冬季施工中须用的材料应事先准备,妥善保管;使用的砂、石中不得含冰、雪等结块;须用热水拌和砼时,热水温度不得大于 80°C 。

(6) 钢筋焊接时应尽可能避开低温天气,以防接头冷却太快产生液断,闪光对焊采用玻璃棉覆盖保温约3~5分钟,电渣压力焊采用延长拆除焊接盒时间的办法进行保温。

(7) 冬季施工期间,应注意收听天气预报,施工作业尽量安排在天气相对较暖的时间进行。

(8) 对已浇筑的砼要指定专人负责现场测温工作,并做好测温记录,测温时间为浇筑后6小时、12小时、18小时、24小时,严密监视气温变化,以便及时采取措施,防止砼被冻坏。

2.6.2 雨季施工准备

1. 雨季施工的特点

(1) 雨季施工具有突然性。这就要求提前做好雨季施工的准备工作和防范措施。

(2) 雨季施工带有突击性。因为雨水对建筑结构和地基基础有冲刷或浸泡作用,会造成严重的破坏,所以必须迅速及时地防护已完工程,避免发生质量事故。

(3) 雨季往往持续时间较长,从而影响工期。

2. 雨季施工的准备工作的准备工作

(1) 做好雨季施工项目的综合安排。为了避免雨季出现窝工浪费,应合理安排雨季施工,对于不宜在雨季施工的项目,如基础地下工程、土方工程、室外及屋面工程,应提前或穿插安排,力争避开雨季,多留些室内工作在雨季施工。

(2) 做好防洪排涝和现场排水工作。应了解施工现场的实际情况,采取防洪排涝的有关措施;在施工现场,应修建各种排水沟渠,准备好抽水设备,防止现场积水。

(3) 做好运输道路的维护。雨季到来之前,应检查道路边坡的排水,适当提高路面,防止路面凹陷,保证运输道路的畅通。

(4) 备好材料的必要库存。为了节约施工费用,在雨季到来之前,应做好材料的必要库存,储备足够数量的材料。



(5) 做好机具设备的保护。对施工现场的各种机具、电器,应加强检查,尤其是脚手架、塔吊、井架等地方,要采取防护措施,防止倒塌、雷击、漏电等现象的发生。

(6) 加强安全教育,强化安全意识。强化职工雨季施工的安全意识,防止各种事故的发生。

3. 雨季施工的措施

(1) 砌筑工程:砖在雨季必须集中堆放,不宜浇水砌墙时应干湿合理搭配,如大雨必须停工时,砌砖收工时在顶层砖上覆盖一层平砖,避免大雨冲刷灰浆,砌体在雨后施工,须复核已完工砌体的垂直度和标高。

(2) 砼工程:模板隔离层在涂刷前要及时掌握天气预报以防隔离层被雨水冲掉,遇到大雨时,应停止浇筑砼,已浇部位应加以覆盖。

(3) 抹灰工程:

① 室外抹灰应避免雨天施工,施工安排应至少考虑未来 1~2 天的天气变化情况,对已施工的墙面应注意防止雨水污染。

② 室内抹灰宜在做完屋面后进行。

③ 雨天不宜做罩面油漆。

(4) 所有的机械棚要搭设牢固,防止倒塌漏雨。机电设备,采取防雨、防淹措施,安装接地安全装置。

(5) 材料仓库应加固,保证不漏雨,不进水。

(6) 根据施工现场的情况,在建筑物四周做好排水沟,开挖沉淀池,通过水泵排入总下水道内。

(7) 如遇暴雨和雷雨,应暂停施工,尤其是塔吊遇到六级以上大风或雷雨时应停止作业。

2.6.3 夏季施工准备

1. 夏季施工的特点

夏季施工最显著的特点就是环境温度高、雷雨天气较多,所以要科学编制夏季施工方案,认真做好各项准备工作。

2. 夏季施工的准备工作的

(1) 编制夏季施工项目的施工方案。根据夏季施工的特点,对于安排在夏季施工的项目,应编制夏季施工方案并采取技术措施。如对于大体积混凝土,必须合理选择浇筑时间,做好测温 and 养护工作,以保证大体积混凝土的施工质量。

(2) 现场防雷装置的准备。各类建(构)筑物、场所和设施安装的雷电防护装置,应当符合国家有关防雷标准和国务院气象主管机构规定的使用要求,并由具有相应资质的单位承担检测。新建、改建、扩建建设工程雷电防护装置的设计、施工,可由取得相应

建设、公路、水路、铁路、民航、水利、电力、核电、通信等专业工程设计、施工资质的单位承担。新建、改建、扩建建筑物、场所和设施的雷电防护装置应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

(3) 施工人员防暑降温的准备。施工单位在安排施工作业任务时,要根据当地的天气特点尽量调整作息时间,避开高温时段。施工单位要确保施工现场的定量饮用水供应和饮品的清洁卫生。当进行密闭空间作业时,要避开高温时段进行,必须进行时要采取通风等降温措施。

3. 夏季施工的措施

- (1) 砖块要充分湿润,铺灰长度相应减小。
- (2) 屋面工程应安排在下午3点钟以后进行,避开高温时间。
- (3) 对已浇筑的砼及时用草袋覆盖,并设专人浇水养护。
- (4) 高温季节做好防暑降温工作,适当调整休息时间,避开高温施工。
- (5) 做好防台防汛工作,遇有六级以上台风,禁止高空作业。



即学即练 2-1

施工准备工作是指为了保证工程顺利开工和施工活动正常进行而事先做好的各项准备工作。关于施工准备工作的内容,请回答下列问题。

(1) 对劳动力与生活条件的调查属于施工准备工作中的()。

- | | |
|---------------|-----------|
| A. 原始资料的调查与研究 | B. 技术资料准备 |
| C. 施工现场准备 | D. 资源准备 |

(2) 原始资料的调查与研究除对项目特征与要求的调查、交通运输条件的调查、劳动力与生活条件的调查之外,还包括()。

- | | |
|----------------|---------------|
| A. 房屋设施的调查 | B. 机械设备与建筑材料的 |
| C. 水电气供应条件的调查 | D. 社会劳动力的调查 |
| E. 建设地区自然条件的调查 | |

(3) 技术资料准备的内容主要包括()。

- | | |
|-------------|-----------------|
| A. 图纸会审 | B. 编制施工预算和施工图预算 |
| C. 建立测量控制网 | D. 编制施工组织设计 |
| E. 编制专项施工方案 | |

(4) 季节性施工准备工作主要包括()。

- | | |
|-----------|-----------|
| A. 春季施工准备 | B. 夏季施工准备 |
| C. 秋季施工准备 | D. 冬季施工准备 |
| E. 雨季施工准备 | |



► 任务 7 施工准备工作计划的编制 ◀

施工准备工作计划通常以表格形式列出,如表 2-1 所示,一般包括以下内容:

- (1) 施工准备工作的项目。
- (2) 施工准备工作的内容。
- (3) 对各项施工准备工作的要求。
- (4) 各项施工准备工作的负责单位和负责人。
- (5) 各项施工准备工作的完成时间。
- (6) 其他需要说明的地方。

表 2-1 施工准备工作计划

序号	施工准备工作项目名称	准备工作内容及要求	主办单位	协办单位	完成时间	备注
1						
2						
3						
...						

建设单位、设计单位和施工单位之间需要协调工作,密切配合,建立健全施工准备工作的责任制度和检查制度,使施工准备工作有组织、有计划地进行。

小结

本模块主要阐述了施工准备工作的意义,提出了施工准备工作的要求,对施工准备工作进行了分类。施工准备工作的内容作为重点内容,主要包括技术资料的准备、人员组织的准备、施工物资的准备、施工现场的准备及季节性施工的准备。学习完模块二,同学们应该掌握如何编制施工的准备工作计划。

思考练习题

一、单项选择题

1. 施工组织设计是()的一项重要内容。
 - A. 施工准备工作
 - B. 施工过程
 - C. 投产使用阶段
 - D. 竣工验收

2. ()是施工准备的核心,指导着现场施工准备工作。
- A. 施工人员的准备 B. 施工现场的准备
C. 季节性施工的准备 D. 技术资料的准备
3. 施工图纸的会审一般由()组织并主持会议。
- A. 建设单位 B. 施工单位
C. 设计单位 D. 监理单位
4. 施工现场准备工作由两个方面组成,一是由()应完成的施工现场准备工作,二是由施工单位应完成的施工现场准备工作。
- A. 设计单位 B. 建设单位
C. 监理单位 D. 行政主管部门
5. 现场搭设的临时设施,应按照()要求进行搭设。
- A. 建筑施工图 B. 结构施工图
C. 施工总进度计划图 D. 施工总平面布置图
6. 工程项目是否按目标完成,很大程度上取决于承担这一工程的()。
- A. 施工人员的身体 B. 施工人员的素质
C. 管理人员的学历 D. 管理人员的态度
7. 工程项目开工前,()应向监理单位报送《工程开工报审表》及开工报告、证明文件等,由总监理工程师签发工程开工令,并报()。
- A. 建设单位,施工单位 B. 设计单位,施工单位
C. 施工单位,建设单位 D. 施工单位,设计单位

二、多项选择题

1. 施工准备工作按工程项目施工准备工作的范围不同分为()。
- A. 全场性施工准备 B. 单项(或单位)工程施工条件准备
C. 分部分项工程作业条件准备 D. 开工前的施工准备
E. 各施工阶段前的施工准备
2. 施工准备工作的内容一般可以归纳为以下哪几个方面?()
- A. 人员组织的准备 B. 技术资料的准备
C. 施工现场的准备 D. “三通一平”
E. 物资的准备
3. 物资的准备主要包括()。
- A. 基本建筑材料的准备 B. 劳动力的准备
C. 建筑安装机具的准备 D. 模板和脚手架的准备
E. 拟建工程所需构(配)件、半成品的加工准备
4. 施工现场的准备工作的准备工作包括()。
- A. 清除障碍物 B. 建立测量控制网



C. 做好“三通一平”

D. 搭建临时设施

E. 劳动力准备

三、简答题

1. 试述施工准备工作的意义。
2. 简述施工准备工作的主要内容。
3. 施工准备工作的要求有哪些？
4. 技术资料准备工作包括哪些内容？
5. 会审施工图纸包括哪些内容？
6. 施工现场的准备工作包括哪些内容？
7. 物资准备工作应如何进行？
8. 冬季施工准备工作应如何进行？
9. 雨季施工准备工作应如何进行？
10. 夏季施工准备工作应如何进行？
11. 如何做好人员组织准备工作？
12. “三通一平”包括哪些内容？

四、案例分析

某市职业院校为扩大招生,启动新校区建设。其中1#教学楼为5层框架结构,建筑面积8 000 m²,合同工期300天。建设单位为该职业院校,施工单位为A建筑公司。项目已完成招投标,确定了项目经理部,计划于2024年6月1日举行开工仪式。

项目经理王工是一位有经验的工程师,但公司管理层为了“抢工期、树形象”,不断催促他尽快进入实质性施工阶段。迫于压力,王工团队在施工准备阶段进行了一系列“简化操作”:① 技术准备方面:项目部仅组织了少数技术人员粗略地阅读了施工图纸,未进行正式的图纸会审,自认为结构形式简单,不会存在太大问题。对于建设单位提供的地勘报告,也只是简单存档,未组织深入分析和现场核对。② 现场准备方面:为了给大型设备进场创造条件,项目部仅用一天时间就完成了场地内部分区域的初步平整,但未对施工区域精确建立测量控制网,亦未对控制网开展复测工作。临时设施(办公室、工人宿舍、材料仓库)的规划布局随意,未考虑与后续施工的流水段划分、消防通道、排水系统的关系。③ 资源准备方面:材料员根据一份粗略的预算清单,开始大量订购钢筋、水泥等主要材料,但未制定详细的月度、周度材料需求计划。部分劳务班组是通过熟人介绍,未经严格考察和筛选就已签订合同。④ 手续办理方面:项目部的精力主要放在与建设单位的沟通上,对于向政府主管部门申请《施工许可证》的工作,认为“可以边干边办”或“开工后再补”。

开工仪式后第三天,当挖掘机准备进行基础土方开挖时,一系列问题集中爆发:

(1) 挖掘机在开挖第一个独立基础时,触碰到了—条图纸上未标明的废弃市政管线,导致局部停水,并险些造成安全事故。

(2) 测量员发现,根据图纸放线,教学楼的一个角点与规划红线距离存在严重偏差,必须重新定位。

(3) 首批进场的钢筋因现场规划混乱,无处堆放,只能临时堆放在基坑边缘,既影响了施工,又带来了滑坡隐患。

(4) 政府建设行政主管部门进行现场检查,因未能出示《施工许可证》,下达了《停工整改通知书》。

项目被迫全面停工,原本“抢”出来的时间全部损失,还面临着安全风险、工期延误和经济处罚。公司管理层对王工提出了严厉批评。

请分析以下问题:

1. 请列出建筑工程施工准备阶段通常应包括的四个主要方面。
2. 根据案例描述,指出 A 建筑公司在施工准备的以上四个方面分别存在哪些具体问题?
3. 本次停工事件中,触碰不明管线和测量定位偏差,分别是因为忽略了施工技术准备中的哪两项关键工作? 这两项工作的具体内容和目的是什么?
4. 如果你是临危受命的新项目经理,在复工前,你将如何重新规划和组织施工准备工作? 请针对案例中暴露出的问题,提出至少四条具体的整改措施。
5. 谈谈你对“边干边办”施工许可证这种想法的看法。从法律法规和项目管理风险两个角度,分析这种做法会带来哪些严重后果。

执业资格考试真题

一、单项选择题

1. (二级建造师)关于建设工程施工现场文明施工措施的说法,正确的是()。
 - A. 施工现场要设置半封闭的围挡
 - B. 施工现场设置的围挡高度不得低于 1.5 m
 - C. 施工现场主要场地应硬化
 - D. 专职安全员为现场文明施工的第一责任人
2. (二级建造师)根据建设工程文明工地标准,施工现场必须设置“五牌一图”,其中“一图”是指()。
 - A. 施工进度横道图
 - B. 大型机械布置位置图
 - C. 施工现场交通组织图
 - D. 施工现场平面布置图
3. (二级建造师)施工现场文明施工“五牌一图”中,“五牌”是指()。
 - A. 工程概况牌、管理人员名单和监督电话牌、消防保卫牌、安全生产牌、文明施工牌
 - B. 工程概况牌、管理人员名单和监督电话牌、现场平面布置牌、安全生产牌、文明



施工牌

- C. 工程概况牌、现场危险警示牌、现场平面布置牌、安全生产牌、文明施工牌
D. 工程概况牌、现场危险警示牌、消防保卫牌、安全生产牌、文明施工牌
4. (二级建造师)下列施工现场文明施工措施中,正确的是()。
- A. 市区主要路段设置围挡的高度不低于 2 m
B. 现场施工人员均佩戴胸卡,按工种统一编号管理
C. 项目经理任命专人为现场文明施工第一责任人
D. 建筑垃圾和生活垃圾集中一起堆放,并及时清运
5. (二级建造师)下列施工现场防治水污染的做法中,正确的是()。
- A. 乙炔发生罐产生的污水,用专用容器集中存放,然后倒入沉淀池处理
B. 将有毒有害废弃物作土方回填,避免污染水源
C. 化学药品采用封闭容器,集中露天存放
D. 100 人以上的临时食堂,污水经排水沟直接排入城市污水管
6. (二级建造师)下列施工现场文明施工措施中,属于组织措施的是()。
- A. 现场按规定设置标志牌
B. 结构外脚手架设置安全网
C. 建立各级文明施工岗位责任制
D. 工地设置符合规定的围挡
7. (二级建造师)下列施工现场的环境保护措施中,正确的是()。
- A. 在施工现场围挡内焚烧沥青
B. 将有害废弃物作为深层土方回填
C. 将泥浆水直接有组织排入城市排水设施
D. 使用密封的圆筒处理高空废弃物
8. (二级建造师)下列施工现场环境保护措施中,属于大气污染防治处理措施的是()。
- A. 工地临时厕所、化粪池采取防渗漏措施
B. 禁止将有毒、有害废弃物用于土方回填
C. 易扬尘处采用密目式安全网封闭
D. 机械设备安装消声器
9. (二级建造师)下列施工现场作业行为中,符合环境保护技术措施和要求的是()。
- A. 将未经处理的泥浆水直接排入城市排水设施
B. 在大门口铺设一定距离的石子路
C. 在施工现场露天熔融沥青或者焚烧油毡
D. 将有害废弃物用作深层土回填

10. (二级建造师)关于施工现场文明施工和环境保护的说法,正确的是()。

- A. 施工现场主要场地应硬化
- B. 集体宿舍与作业区隔离,人均床铺面积不小于 1.5 m^2
- C. 沿工地四周连续设置高度不低于 1.5 m 的围挡
- D. 施工现场要实行半封闭式管理

二、多项选择题

1. (二级建造师)施工现场文明施工应符合的要求有()。

- A. 施工现场应在划定的区域内焚烧沥青
- B. 施工场地规划合理,符合环保、市容、卫生要求
- C. 有健全的施工组织管理机构和指挥系统,岗位分工明确
- D. 有严格的成品保护措施和制度,材料按平面布置堆放整齐
- E. 施工作业符合消防和安全要求

2. (二级建造师)关于施工现场配电系统设置的说法,正确的有()。

- A. 配电系统应采用配电柜或配电箱、分配电箱、开关箱三级配电方式
- B. 分配电箱与开关箱的距离不得超过 30 m
- C. 开关箱与其控制的固定式用电设备的水平距离不宜超过 3 m
- D. 同一开关箱最多只可以直接控制 2 台用电设备
- E. 固定式配电箱的中心点与地面的垂直距离应为 $0.8\sim 1.6\text{ m}$

模块三 流水施工基本原理

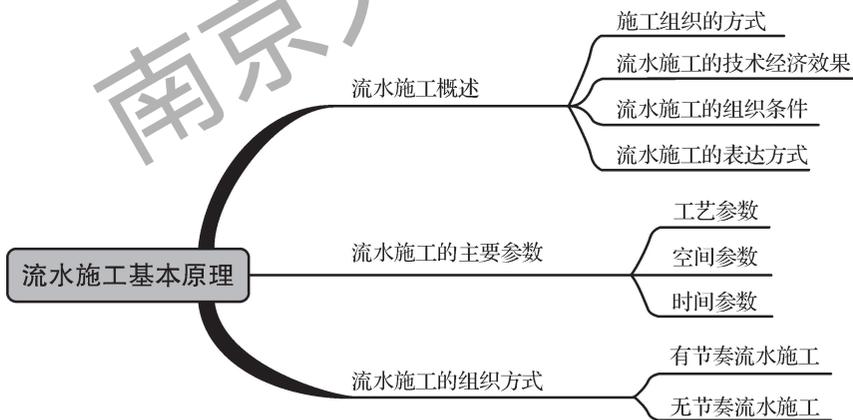


学习目标

知识目标	能力目标	素质目标
1. 熟悉流水施工的基本概念及特点。 2. 掌握流水施工的三类基本参数。 3. 掌握流水施工的组织方式。	1. 能够组织小型单位工程和分部工程的流水施工。 2. 能够准确绘制不同流水施工的横道图。	1. 追求精益求精、一丝不苟的工匠精神。 2. 具有行业及专业自信,坚定科技兴国的信心。



思维导图



引例

有10幢同类型房屋组织施工。若组织依次施工,则工期太长;若组织平行施工,虽然工期大幅度缩短,但施工所需的班组、机具、设备、材料等会成倍增加,造成组织安排和施工管理困难,增加工程成本。那么,有没有哪种施工组织方式能在既缩短工期又不大量增加资源消耗的情况下,更科学、合理地完成工程任务呢?

任务 1 流水施工概述

建筑工程流水施工是将建筑工程划分为几个施工段,组织若干个班组(或工序),按照一定的施工顺序、一定的时间间隔,依次从一个施工段转移到另一个施工段,使同一施工过程的施工班组能够连续、均衡地工作,不同的施工过程尽可能平行搭接施工。

3.1.1 施工组织的方式

在建筑工程施工中,可以采用依次施工、平行施工和流水施工等组织方式。对于相同的施工对象,当采用不同的作业组织方法时,其效果也各有不同。下面以【工程案例 3-1】加以说明。



工程案例 3-1

现有 2 栋同样的建筑进行同样的基础开挖工程,每栋建筑作为一个施工段,已知每个分部工程包括 4 个分项工程,分别为:挖土(10 人)、做垫层(15 人)、砖基础(10 人)、回填土(5 人),各班组所需时间为 3 天,分别采用依次施工、平行施工、流水施工方式对其组织施工,分析各施工的特点。

【解析】

1. 依次施工:前一个工程完工以后,后一个工程才开始施工。

工程编号	分项工程	人数	施工天数	3	6	9	12
1	挖土	10	3	▬			
	垫层	15	3		▬		
	砖基础	10	3			▬	
	回填土	5	3				▬

图 3-1 依次施工

1 栋建筑需要 12 天,2 栋建筑需要 $12 \times 2 = 24$ 天,共需要 40 名工人。

特点:

- (1) 不能充分利用工作面,工期比较长。
- (2) 各工作队及材料供应无法保持连续状态,工人有窝工。
- (3) 不利于提高工程质量和劳动生产率。
- (4) 单位时间内投入的资源比较少。

适用范围:施工场地较小,资源供应紧张,工期比较长的工程。



2. 平行施工:2 栋建筑同时开工,同时完工,各个专业班组互不干扰。

工程编号	分项工程	人数	施工天数	3	6	9	12
1	挖土	10	3	▬			
	垫层	15	3		▬		
	砖基础	10	3			▬	
	回填土	5	3				▬
2	挖土	10	3	▬			
	垫层	15	3		▬		
	砖基础	10	3			▬	
	回填土	5	3				▬

图 3-2 平行施工

2 栋建筑共需要 12 天,共需要 $40 \times 2 = 80$ 名工人。

特点:

- (1) 充分利用工作面,工期短。
- (2) 不能实现专业化施工,不利于提高生产率。
- (3) 专业施工队伍无法连续作业。
- (4) 单位时间内投入的资源比较集中,临时设施投入过多。
- (5) 现场管理、协调、调度比较困难。

适用范围:工期较紧张,大规模建筑群多个单项工程同时施工,资源有保障。

3. 流水施工:平面上划分若干个施工段,竖向上划分若干施工层,按照顺序依次连续施工。

工程编号	分项工程	人数	施工天数	3	6	9	12	15
1	挖土	10	3	▬				
	垫层	15	3		▬			
	砖基础	10	3			▬		
	回填土	5	3				▬	
2	挖土	10	3		▬			
	垫层	15	3			▬		
	砖基础	10	3				▬	
	回填土	5	3					▬

图 3-3 流水施工

2 栋建筑共需要 15 天,共需要 40 名工人。

特点:

- (1) 充分利用工作面,工期较短。
- (2) 能实现专业化施工,提高生产率。
- (3) 专业施工队伍可连续作业。
- (4) 单位时间内投入的资源均衡,利于资源供应的组织与管理。
- (5) 为现场创建文明施工、科学管理提供了条件。

适用范围:工期要求紧张或大规模建筑群。

3.1.2 流水施工的技术经济效果

流水施工是依次施工和平行施工的综合,它体现了两种施工组织方式的优点,克服了它们的缺点。三种施工组织方式的比较见表 3-1。

表 3-1 施工组织方式的比较

施工组织方式	工期	生产效率	有无窝工现象	资源强度和均衡性	综合成本
依次施工	长	低	有	低、不均衡	较低
平行施工	短	低	有	高、不均衡	高
流水施工	适中	高	无	适中、均衡	较低



即学即练 3-1

建筑工程组织依次施工时,其特点包括()。

- A. 没有充分地利用工作面进行施工,工期长
- B. 如果按专业成立施工班组,则各施工班组不能连续作业
- C. 施工现场的组织管理工作比较复杂
- D. 单位时间内投入的资源量较少,有利于资源供应的组织
- E. 相邻两个施工班组能够最大限度地搭接作业

流水施工具有显著的技术经济特征,具体可归纳为以下几点:

- (1) 由于流水施工的连续性,减少了专业工作的间隔时间,达到了缩短工期的目的,可使拟建工程项目尽早竣工,交付使用,产生投资效益。
- (2) 便于改善劳动组织,改进操作方法和施工机具,有利于提高劳动生产率。
- (3) 专业化的生产可提高工人的技术水平,使工程质量得到相应提高。
- (4) 工人技术水平和劳动生产率的提高,可以减少用工量和施工暂设建造量,降低工程成本,提高利润水平。



(5) 可以保证施工机械和劳动力得到充分、合理的利用。

(6) 由于工期短、效率高、用人少、资源消耗均衡,可以减少现场管理费和物资消耗,实现合理的储存与供应,有利于提高项目经理部的综合经济效益。



即学即练 3-2

建筑工程施工通常按流水施工方式组织,其特点之一是()。

- A. 单位时间内所需用的资源量较少
- B. 相邻专业施工班组的开工时间能够最大限度地搭接
- C. 施工现场的组织、管理工作简单
- D. 同一施工过程的不同施工段可以同时施工

3.1.3 流水施工的组织条件

1. 划分施工过程

将拟建工程的整个建造过程分解为若干个施工过程。划分施工过程的目的是对施工对象的建造过程进行分解,以便逐一实现局部对象的施工,从而使施工对象整体得以实现。只有合理分解才能组织专业化施工和有效协作。

2. 划分施工段

根据组织流水施工的需要,将拟建工程在平面上或空间上尽可能地划分为劳动量大致相同的若干个施工段。

3. 每个施工过程组织独立的施工班组

在一个流水组中,每个施工过程尽可能组织独立的施工班组,其形式可以是专业班组,也可以是混合班组。这样可使每个施工班组按施工顺序,依次、连续、均衡地从一个施工段转移到另一个施工段进行相同的操作。

4. 主要施工过程必须连续、均衡地施工

主要施工过程是指工程量较大、作业时间较长的施工过程。对于主要施工过程,必须连续、均衡地施工;对于其他次要的施工过程,可考虑与相邻的施工过程合并,如不能合并,为缩短工期,可安排间断施工。

5. 不同施工过程尽可能组织平行搭接施工

根据施工顺序,不同的施工过程,在有工作面的条件下,除必要的技术和组织间歇时间外,应尽可能组织平行搭接施工。

3.1.4 流水施工的表达方式

流水施工的表达方式主要有横道图、垂直图及网络图三种。

1. 横道图

在横道图中,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及专业工作队的名称、编号,呈梯形分布的水平线段表示流水施工的开展情况。横道图的具体形式见图 3-1、图 3-2、图 3-3。

横道图具有绘制简单、流水施工形象直观的优点。

2. 垂直图

在垂直图中,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,各斜线段表示各专业工作队或施工过程开展流水施工的情况。应该注意的是,垂直图中垂直坐标的施工对象编号是由下而上编写的。垂直图表的具体形式如图 3-4 所示。



横道图的绘制方法



图 3-4 流水施工的垂直图

垂直图表能直观地反映出一个施工段中各施工过程的先后顺序和相互配合的关系,而且可由其斜线的斜率形象地反映出各施工过程的流水强度。

3. 网络图

网络图的种类很多,每一类又有多种不同的表达形式。网络图的具体表达方式详见模块四的内容。



▶ 任务 2 流水施工的主要参数 ◀

在组织项目流水施工时,用以表达流水施工在工艺流程、空间布置和时间排列等方面开展状态的参数,称为流水施工参数。其主要包括工艺参数、空间参数和时间参数三类。

▶▶ 3.2.1 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,称为工艺参数。工艺参数主要包括施工过程和流水强度。

1. 施工过程

组织建设工程流水施工时,根据施工组织及计划安排需要将计划任务划分成的子项称为施工过程。施工过程是对建筑产品由开始建造到竣工整个建筑过程的统称。施工过程的数目用“ n ”或“ N ”来表示,施工过程划分的数目多少和粗细程度一般与下列因素有关。

(1) 施工计划的性质和作用

对于长期计划及建筑群体规模大、工期长的工程施工控制性进度计划,其施工过程的划分可以粗略一些、综合性强一些。对于中小型单位工程及工期较短的工程实施性计划,其施工过程划分可以细致一些、具体一些,一般可划分至分项工程。对于月度作业性计划,有些施工过程还可以分解为工序,如顶棚抹灰、贴釉面砖等工程。

(2) 施工方案的不同

对于一些相同的施工工艺,应根据施工方案的要求,将它们合并为一个施工过程,也可以根据施工的先后将其分为两个施工过程。对于不同的施工方案,其施工顺序和施工方法也不同,例如,框架主体结构采用的模板不同,其施工过程划分的个数就不相同。

(3) 劳动组织与劳动量的大小

结合本施工单位工种划分及班组组成情况,凡是同一时期由同一个施工队进行施工的施工过程可以合并在一起,否则应该分列。当劳动量小的施工过程组织流水施工有困难时,可与其他施工过程合并。如果施工过程劳动量较大,就要单独作为一个施工过程。

(4) 施工过程的内容和工作范围

施工过程具体可分为三类:① 制备类施工过程,是指为了提高建筑产品的装配化、

工厂化、机械化和生产能力而形成的施工过程,如砂浆、混凝土、构配件、制品和门窗框扇等的制备过程;② 运输类施工过程,是指将建筑材料、构配件、成品、制品和设备等运送到项目工地仓库或现场使用地点形成的施工过程;③ 建筑安装类施工过程,是指在施工对象空间上直接进行加工,最终形成建筑产品的过程,如地下工程、主体工程、结构安装工程、屋面工程和装饰工程等施工过程。

特别提示

如果流水施工的每一个施工过程各由一个专业施工班组施工,则施工过程数 n 与专业施工班组数相等,否则两者不相等。

2. 流水强度

流水强度,就是指每一施工过程在单位时间内完成的工程量。一般用字母 V 表示。

(1) 机械操作流水强度可按式(3-1)计算。

$$V_i = \sum_{i=1}^x R_i S_i \quad (3-1)$$

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) 人工操作流水强度可按式(3-2)计算。

$$V_i = R_i S_i \quad (3-2)$$

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 的施工班组人数;

S_i —投入施工过程 i 的施工班组产量定额。

3.2.2 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。空间参数主要包括工作面、施工段和施工层。

1. 工作面

工作面是指某专业工种的工人在从事建筑产品施工生产过程中所必须具备的活动空间。工作面的确定是根据相应工种单位时间内的产量定额、建筑安装工程操作规程和安全规程等要求确定的。工作面确定的合理与否,将直接影响专业施工班组的生产效率。主要工种的合理工作面见下表 3-2。



表 3-2 主要工种的工作面数据

工作项目	每个技工的工作面	说明
砖基础	7.6 m/人	以 1.5 砖计, 2 砖乘以 0.8, 3 砖乘以 0.55
砌砖墙	8.5 m/人	以 1 砖计, 1.5 砖乘以 0.71, 2 砖乘以 0.57
混凝土设备基础	7.0 m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土柱	2.45 m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土梁	3.20 m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土墙	5.0 m ³ /人	机拌、机捣
现浇钢筋混凝土楼板	5.3 m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土柱	3.6 m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土梁	3.6 m ³ /人	机拌、机捣
预制钢筋混凝土屋架	2.7 m ³ /人	机拌、机捣

2. 施工段

为了有效地组织流水施工,通常把施工对象在平面上划分成若干个劳动量大致相等的施工段落,即施工段,用符号“ m ”或“ M ”表示。

(1) 施工段划分的原则

- ① 同一专业施工班组在各个施工段上的劳动量应大致相等。
- ② 每个施工段内要有足够的工作面,以保证相应数量的工人、机械的生产效率,满足合理劳动组织的要求。
- ③ 施工段的界限应尽可能与结构界限(如沉降缝、伸缩缝、抗震缝等)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。
- 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。各专业施工班组依次完成第一施工层中各施工段的任务后,再转移到第二施工层的施工段上作业,依此类推。

(2) 施工段数(m)与施工过程数(n)的关系

- ① 当 $m=n$ 时,工作队连续施工,施工段上始终有施工的班组,工作面能被充分利用,无停歇现象,也不会产生工人窝工现象,是理想的流水施工。
- ② 当 $m>n$ 时,工作队仍能连续施工,虽然有停歇的工作面,但不一定是不利的,有时还是必要的,如利用这些停歇时间做养护、备料、弹线等工作。
- ③ 当 $m<n$ 时,工作队不能连续施工,会出现窝工现象,这对一个建筑物的装饰工程组织流水施工是不适宜的。

3. 施工层

在组织工程项目流水施工时,为了满足专业施工班组对操作高度的要求,通常将拟

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。施工层的划分一般根据建筑物的楼层高度来确定。

3.2.3 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,主要包括流水节拍、流水步距、技术间歇时间、组织间歇时间、提前插入时间和工期等。

1. 流水节拍

流水节拍是指在组织流水施工时,某个专业施工班组在一个施工段上的施工时间。专业施工班组在第 i 个施工段上的流水节拍一般用 t 来表示。流水节拍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。流水节拍小,其流水速度快,节奏紧凑。

2. 流水步距

流水步距是指组织流水施工时,相邻两个施工过程(或施工班组)相继开始施工的最小间隔时间。流水步距一般用 $K_{i,i+1}$ 来表示,其中 $i(i=1,2,\dots,n-1)$ 为施工过程或施工班组的编号。如果施工过程数为 n 个,则流水步距的总数为 $n-1$ 个。

一般情况下可用式(3-3)来确定流水步距。

$$K_{i,i+1} = \begin{cases} t_i + (t_j - t_d) & (t_i \leq t_{i+1}) \\ Mt_i - (M-1)t_{i+1} + (t_j - t_d) & (t_i > t_{i+1}) \end{cases} \quad (3-3)$$

式中: t_j 为技术与组织间歇时间; t_d 为相邻两个施工过程之间的搭接时间。

3. 技术间歇时间

由于施工工艺的要求,某施工过程在某施工段上必须停歇的时间间隔称为技术间歇时间(通常以 G 表示)。例如,混凝土浇筑后,必须经过一定时间的养护,使其达到一定的强度,才能进行下一道工序;门窗底漆涂刷后,必须经过一定的干燥时间,才能涂刷面漆等,这些都属于技术间歇时间。

4. 组织间歇时间

由于施工组织原因而造成的间歇时间称为组织间歇时间(通常以 Z 表示)。例如,质量验收与安全检查花费的时间。

5. 提前插入时间

有时为了缩短工期,在工作面允许的条件下,在同一施工段中,当前一个工作队完成部分施工任务后,后一个工作队可以提前进入,两者形成平行搭接施工,这个搭接的时间称为提前插入时间(通常以 C 表示)。



6. 工期

流水施工的工期是指从第一个专业工作队投入流水施工开始,到最后一个专业工作队完成流水施工为止的整个持续时间。流水施工的工期按式(3-4)计算。

$$T = \sum K_{i,i+1} + T_N \quad (3-4)$$

式中: T —工期;

$\sum K_{i,i+1}$ —各流水步距之和;

T_N —最后一个施工过程的持续时间之和。

特别提示

由于一项建设工程往往包含有许多流水组,故流水施工工期一般均不是整个工程的总工期。



工程案例 3-2

某分部工程划分为4个施工段,划分A、B、C、D四个施工过程,各施工过程的流水节拍分别为 $t_A=3$ 天、 $t_B=3$ 天、 $t_C=4$ 天、 $t_D=2$ 天,B过程完成后需有2天的技术间歇时间,求各施工过程之间的流水步距、分部工程的工期,并绘制施工进度图。

【解析】

1. 确定各施工过程之间的流水步距:

(1) 工作过程A、B之间的流水步距

$$t_A = t_B = 3 \text{ 天}, t_j = 0, t_d = 0$$

所以, $K_{A,B} = t_A + t_j - t_d = 3 + 0 - 0 = 3$ 天

(2) 工作过程B、C之间的流水步距

$$t_B < t_C, t_j = 2 \text{ 天}, t_d = 0$$

所以, $K_{B,C} = t_B + t_j - t_d = 3 + 2 - 0 = 5$ 天

(3) 工作过程C、D之间的流水步距

$$t_C > t_D, t_j = 0, t_d = 0$$

所以, $K_{C,D} = Mt_C - (M-1)t_D + t_j - t_d = 4 \times 4 - (4-1) \times 2 + 0 - 0 = 10$ 天

(4) 确定分部工程工期 T

$$\begin{aligned} T &= \sum K_{i,i+1} + T_N = K_{A,B} + K_{B,C} + K_{C,D} + mt_D \\ &= 3 + 5 + 10 + 4 \times 2 = 26 \text{ 天} \end{aligned}$$

(5) 绘制施工进度图

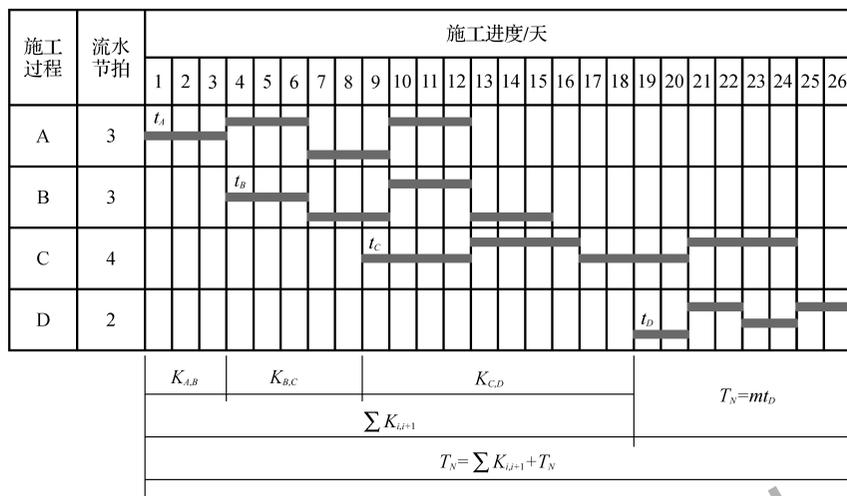


图 3-5 施工进度图



工程案例 3-3

某工程划分为 A、B、C、D、E 五个施工过程，划分为 6 个施工段，流水节拍分别为： $t_A=3$ 天， $t_B=5$ 天， $t_C=3$ 天， $t_D=4$ 天， $t_E=2$ 天。问题：1. 确定流水步距；2. 计算总工期；3. 绘制施工进度图。

【解析】

1. 确定各施工过程之间的流水步距：

(1) 工作过程 A、B 之间的流水步距：

$$t_A=3 \text{ 天}, t_B=5 \text{ 天}, t_j=0 \text{ 天}, t_d=0 \text{ 天}, t_A < t_B$$

$$K_{A,B}=t_A+t_j-t_d=3+0-0=3 \text{ 天}$$

(2) 工作过程 B、C 之间的流水步距：

$$t_B=5 \text{ 天}, t_C=3 \text{ 天}, t_j=0 \text{ 天}, t_d=0 \text{ 天},$$

$$t_B > t_C$$

$$K_{B,C}=Mt_B-(M-1)t_C+t_j-t_d=6 \times 5-(6-1) \times 3+0-0=15 \text{ 天}$$

(3) 工作过程 C、D 之间的流水步距：

$$t_C=3 \text{ 天}, t_D=4 \text{ 天}, t_j=0 \text{ 天}, t_d=0 \text{ 天},$$

$$t_C < t_D$$

$$K_{C,D}=t_C+t_j-t_d=3+0-0=3 \text{ 天}$$

(4) 工作过程 D、E 之间的流水步距：

$$t_D=4 \text{ 天}, t_E=2 \text{ 天}, t_j=0 \text{ 天}, t_d=0 \text{ 天},$$

$$t_D > t_E$$

为等节奏流水施工。

(1) 等节奏流水施工的特点

- ① 各个施工段上的流水节拍均相等。
- ② 相邻施工过程流水步距相等,且等于流水节拍。
- ③ 专业工作队数等于施工过程数,一个施工过程对应一个专业工作队。
- ④ 各专业工作队在各施工段上能够连续作业,施工段没有空闲时间。

(2) 等节奏流水施工的工期

$$T = (m + n - 1)t + \sum G + \sum Z - \sum C$$

式中: $\sum G$ 为所有的技术间歇时间之和;

$\sum Z$ 为所有的组织间歇时间之和;

$\sum C$ 为所有的提前插入时间之和。



工程案例 3-4

某分部工程有 A、B、C、D 四个分项工程(施工过程),它们在平面上划分为 4 个施工段,各分项工程在各个施工段上的流水节拍均为 3 天,B、C 两个工序之间需要技术间歇时间 2 天。计算工期并绘制施工进度图。

【解析】

1. 确定计算总工期

$$T = (m + n - 1)t + \sum G + \sum Z - \sum C = (4 + 4 - 1) \times 3 + 2 + 0 - 0 = 23 \text{ 天}$$

2. 绘制流水施工横道图

施工过程	流水节拍	施工进度/天																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
A	3	■	■	■		■	■	■		■	■	■												
B	3				■	■	■		■	■	■		■	■	■									
C	3								■	■	■		■	■	■		■	■	■					
D	3												■	■	■		■	■	■		■	■	■	
		$K_{A,B}$			$K_{B,C}$			$K_{C,D}$			mt													
		$(n-1)t + \sum G$																						
		$T = (m+n-1)t + \sum G - \sum C = 23$																						

图 3-8 施工进度图



工程案例 3-5

某分部工程有 A、B、C、D 四个分项工程(施工过程),它们在平面上划分为 3 个施工段,各分项工程在各个施工段上的流水节拍均为 3 天,B 工序提前插入 1 天,C 工序提前插入 1 天,D 工序可提前插入 2 天,计算工期并绘制施工进度图。

【解析】

1. 确定计算总工期

$$\begin{aligned}
 T &= (m + n - 1)t + \sum G + \sum Z - \sum C \\
 &= (3 + 4 - 1) \times 3 + 0 + 0 - 1 - 1 - 2 \\
 &= 14 \text{ 天}
 \end{aligned}$$

2. 绘制流水施工横道图

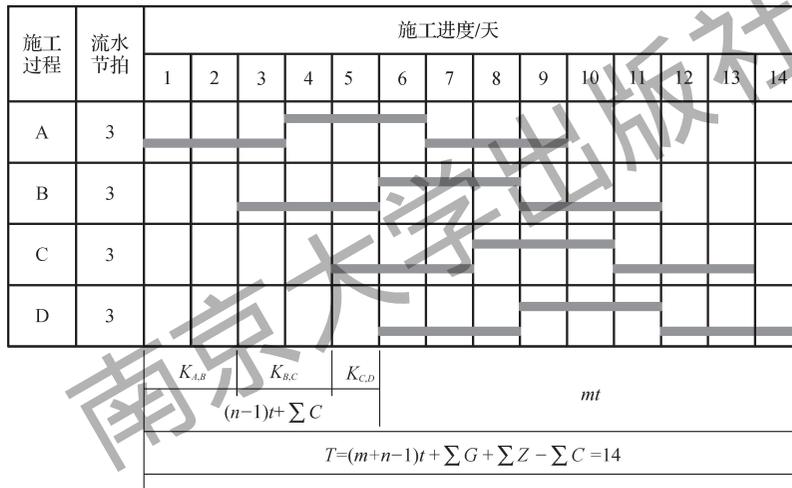


图 3-9 施工进度图

2. 异节奏流水施工

异节奏流水施工是指同一施工过程在各施工段上的流水节拍彼此相等,不同施工过程之间流水节拍不一定相等的流水施工方式。异节奏流水施工又分为成倍节拍流水施工和不等节拍流水施工。

(1) 成倍节拍流水施工

如果每个施工过程在各个施工段的流水节拍不相同,某些施工过程的流水节拍成为其他施工过程流水节拍的倍数,则称为成倍节拍流水施工。

成倍节拍流水施工的特点:

- ① 同一施工过程在各个施工段上的流水节拍均相等,不同施工过程的流水节拍均

不相等,成倍数关系。

- ② 相邻施工过程流水步距相等,等于流水节拍的最大公约数。
- ③ 专业工作队数大于施工过程数。
- ④ 各个专业工作队在施工段上能够连续作业,施工段没有空闲。

成倍节拍流水施工的组织步骤:

- ① 确定施工起点流向,划分施工段。
- ② 分解施工过程,确定施工顺序。
- ③ 确定每个施工过程的流水节拍。
- ④ 令流水步距 $K_{i,i+1}$ 为流水节拍的最大公约数。
- ⑤ 确定专业工作队数目 $b_i = t_i / t_{\min}$ 。
- ⑥ 确定专业工作队数目总和 $N' = \sum b$ 。
- ⑦ 确定总工期。

$$T = (M + N' - 1)t_{\min} + \sum G + \sum Z - \sum C$$



工程案例 3-6

某工程有支模板、绑钢筋和浇混凝土 3 个分项工程(施工过程),它们在平面上划分为 6 个施工段,上述 3 个分项工程在各个施工段上的流水节拍依次为 6 天、4 天、2 天,试编制工期最短的流水施工方案。

【解析】

按照成倍节拍流水施工编制流水施工方案。

1. 确定流水节拍的最大公约数

$$t_{\min} = \text{最大公约数}\{6, 4, 2\} = 2$$

2. 令流水步距

$$K_{i,i+1} = t_{\min} = 2$$

3. 确定专业工作队数目

$$b_i = t_i / t_{\min}$$

$$b_1 = t_1 / t_{\min} = 6 / 2 = 3$$

$$b_2 = t_2 / t_{\min} = 4 / 2 = 2$$

$$b_3 = t_3 / t_{\min} = 2 / 2 = 1$$

4. 确定专业工作队数目总和

$$N' = b_1 + b_2 + b_3 = 6$$



5. 计算总工期

$$\begin{aligned}
 T &= (M + N' - 1)t_{\min} + \sum G + \sum Z - \sum C \\
 &= (6 + 6 - 1) \times 2 \\
 &= 22 \text{ 天}
 \end{aligned}$$

6. 绘制流水施工进度图



图 3-10 施工进度图

(2) 不等节拍流水施工

不等节拍流水施工是指组织流水施工时,如果同一个施工过程在各个施工段上的流水节拍相等,而不同的施工过程流水节拍不一定相等。

不等节拍流水施工的特点:

- ① 同一施工过程的流水节拍相等,不同施工流水节拍不一定相等。
- ② 相邻施工过程的流水步距不一定相等。
- ③ 每个专业工作队能够连续施工,施工段可能有空闲。
- ④ 专业工作队数等于施工过程。

不等节拍流水施工的组织步骤:

- ① 确定施工起点流向并分解施工过程。
- ② 划分施工段。
- ③ 计算流水节拍。
- ④ 计算流水步距。
- ⑤ 计算工期。

3.3.2 无节奏流水施工

实际工程中,各个施工过程在各施工段上的工作量不相等,因此,大多数的流水节拍彼此不相等,不能组织等节拍或者成倍节拍、不等节拍的流水施工。在这种情况下,可以

利用流水施工的基本概念,在保证施工工艺、满足施工顺序要求的前提下,按照一定的计算方法,确定相邻专业施工班组之间的流水步距,使其在开工时间上最大限度地、合理地搭接起来,形成每个专业施工班组都能连续作业的流水施工方式,称为无节奏流水施工。

(1) 无节奏流水施工的特点

- ① 各个施工过程在各施工段上的流水节拍不全相等,变化无规律。
- ② 流水步距与流水节拍之间存在某种函数关系,流水步距多数也不相等。
- ③ 专业工作队数等于施工过程。
- ④ 每个专业工作队能够连续作业,施工段可能有空闲。

(2) 无节奏流水施工的组织步骤

- ① 确定施工起点流向,分解施工过程。
- ② 确定施工顺序,划分施工段。
- ③ 计算各施工过程在各个施工段上的流水节拍。
- ④ 按一定的方法确定相邻两个专业工作队之间的流水步距。
- ⑤ 计算流水施工的计划工期。

(3) 无节奏流水施工的时间参数计算和流水施工图

方法:最大差法(累加数列法)。

计算步骤如下:

- ① 将每一个施工过程在各施工段的流水节拍依次累加,求得各施工过程流水节拍的累加数列;
- ② 将相邻施工过程流水节拍累加数列中的后者错后一位,相减后求得一个差数列;
- ③ 在错位相减的结果中,取数值最大者为相邻两个施工过程进入第一施工段的时间间隔,即流水步距。



工程案例 3-7

某项目经理部拟承建一工程,该工程有 A、B、C、D、E 五个施工过程,各施工过程的流水节拍及施工段见下表,规定:施工过程 B 完成后需要 2 天的技术间歇时间,施工 D 完成后需要 1 天的组织间歇时间,允许过程 A、B 之间搭接施工 1 天,计算流水步距、工期及绘图。

表 3-3 流水节拍表

施工过程	1	2	3	4	5
A	3	2	2	4	3
B	1	3	5	3	1
C	2	1	3	5	2
D	4	2	3	3	1
E	3	4	2	1	2



【解析】

1. 计算流水步距

(1) 求 $K_{A,B}$

$$\bar{K}_{A,B} = \max \begin{matrix} 3 & 5 & 7 & 11 & 14 & 0 \\ & 1 & 4 & 9 & 12 & 13 \\ \hline \{3 & 4 & 3 & 2 & 2 & -13\} \end{matrix} = 4 \text{ 天}$$

(2) 求 $K_{B,C}$

$$\bar{K}_{B,C} = \max \begin{matrix} 1 & 4 & 9 & 12 & 13 & 0 \\ & 2 & 3 & 6 & 11 & 13 \\ \hline \{1 & 2 & 6 & 6 & 2 & -13\} \end{matrix} = 6 \text{ 天}$$

(3) 求 $K_{C,D}$

$$\bar{K}_{C,D} = \max \begin{matrix} 2 & 3 & 6 & 11 & 13 & 0 \\ & 4 & 6 & 9 & 12 & 13 \\ \hline \{2 & -1 & 0 & 2 & 1 & -13\} \end{matrix} = 2 \text{ 天}$$

(4) 求 $K_{D,E}$

$$\bar{K}_{D,E} = \max \begin{matrix} 4 & 6 & 9 & 12 & 13 & 0 \\ & 3 & 7 & 9 & 10 & 12 \\ \hline \{4 & 3 & 2 & 3 & 3 & -12\} \end{matrix} = 4 \text{ 天}$$

2. 计算工期

$$\begin{aligned} T &= \sum K_{i,i+1} + \sum G + \sum Z - \sum C + T_N \\ &= (4 + 6 + 2 + 4) + (2 + 1) - 1 + (3 + 4 + 2 + 1 + 2) \\ &= 30 \text{ 天} \end{aligned}$$

3. 绘制施工进度图

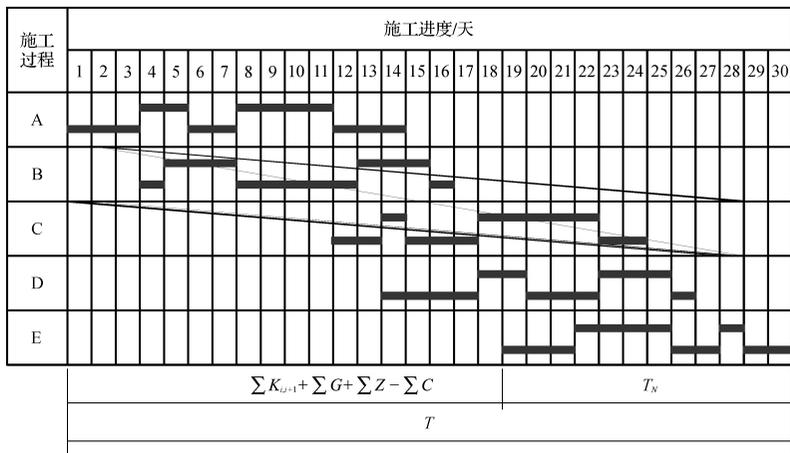


图 3-11 施工进度图

小结

表 3-4 流水施工组织方式的比较

组织方式		节拍特征	$K_{i,i+1}$ 的确定	工期 T 的确定	
有节奏流水施工	等节奏	等节拍等步距流水施工 $t_i = t = \text{常数}$	$K_{i,i+1} = K = t = \text{常数}$	$T = (m+n-1)t + \sum G + \sum Z - \sum C$	
	异节奏	成倍节拍流水施工	各流水节拍为最小流水节拍的整数倍	$K_{i,i+1} = t_{\min}$	$T = (M+N'-1)t_{\min} + \sum G + \sum Z - \sum C$
		不等节拍流水施工	不同施工过程流水节拍不全相等且不成倍	根据公式(3-3)计算	$T = \sum K_{i,i+1} + T_N$
无节奏流水施工		同一施工过程在各施工段上的流水节拍不全相等	累加数列, 错位相减, 取大值	$T = \sum K_{i,i+1} + T_N$	

思考练习题

一、单项选择题

- 工程项目最有效的科学组织方法是()。
 - 平行施工
 - 顺序施工
 - 流水施工
 - 依次施工
- 在组织流水施工时,用来表达流水施工在施工工艺方面进展状态的参数通常包括()。
 - 施工过程和流水强度
 - 流水节拍和流水步距
 - 施工段
 - 流水过程和流水步距
- 某工程有五个施工过程,各组织一个专业工作队,在5个施工段上进行等节奏流水施工,流水节拍为3天,其中第三、第五工作队分别间歇了2天、1天,则该工程的总工期为()天。
 - 25
 - 30
 - 35
 - 40
- 某分部工程有两个施工过程,各分为4个施工段组织流水施工,流水节拍分别为3天、4天、3天、3天和2天、5天、4天、3天,则流水步距和流水施工工期分别为()天。
 - 3, 20
 - 4, 20
 - 3, 21
 - 4, 21



- A. 3 和 16
B. 3 和 17
C. 5 和 18
D. 5 和 19
5. 建设工程组织依次施工时,其特点不包括()。
- A. 没有充分地利用工作面进行施工,工期长
B. 如果按专业成立施工班组,则各施工班组不能连续作业
C. 施工现场的组织管理工作比较复杂
D. 单位时间内投入的资源量较少,有利于资源供应的组织
6. 建设工程组织平行施工时,其特点不包括()。
- A. 充分地利用工作面进行施工,工期短
B. 如果每一个施工对象均按专业成立施工班组,则各施工班组不能连续作业,劳动力及施工机具等资源无法均衡使用
C. 施工现场的组织管理工作比较复杂
D. 单位时间内投入的劳动力、施工机具、材料等资源量成倍增加,不利于资源供应的组织
7. 在组织施工的方式中,占用工期最长的组织方式是()方式。
- A. 依次施工
B. 平行施工
C. 流水施工
D. 搭接施工
8. 在流水施工中,施工段属于()。
- A. 空间参数
B. 工艺参数
C. 时间参数
D. 一般参数
9. 某施工过程在单位时间内所完成的工程量,称为()。
- A. 流水强度
B. 流水节拍
C. 已完工实物量
D. 劳动量
10. 建设工程组织流水施工时,相邻两个专业工作队相继开始施工的最小间隔时间称为()。
- A. 技术间歇时间
B. 流水步距
C. 流水节拍
D. 组织间歇时间
11. 下列属于流水施工工艺参数的是()。
- A. 施工过程
B. 施工段
C. 流水节拍
D. 流水步距
12. 某流水施工过程,施工段 $m=4$,施工过程 $n=6$,施工层 $r=3$,则流水步距的个数为()个。
- A. 6
B. 5
C. 4
D. 3

二、多项选择题

- 流水施工计划的表达形式有()。
 - 横道图
 - 垂直图
 - 网络图
 - 香蕉形曲线
 - S形曲线
- 流水施工使工程施工连续、均衡有节奏地进行,可以起到的作用有()。
 - 降低工程造价
 - 缩短结算时间
 - 缩短工程工期
 - 减少工程索赔
 - 提高工程质量
- 组织依次施工时,如果按专业成立专业工作队,则其特点有()。
 - 各专业工作队不能在各段连续施工
 - 没有充分利用工作面进行施工
 - 完成施工任务所消耗的资源总量较多
 - 施工现场的组织管理比较复杂
 - 不利于提高劳动生产率和工程质量

三、简答题

- 什么是依次施工、平行施工和流水施工?
- 简述流水施工的概念并说明流水施工的特点。
- 说明流水参数的概念、种类并解释其含义。
- 施工段数与施工过程数的关系是怎样的?
- 无节奏流水施工的流水步距如何确定?

四、案例分析题

1. 某分部工程划分为 A、B、C、D 四个施工过程,每个施工过程又分为四个施工段,流水节拍均为 3 天,在第二个施工过程结束后有 2 天的技术间歇时间。若组织等节奏流水施工,请回答下列问题。

- 各施工过程之间的流水步距为()天。
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- 总工期为()天。
 - 21
 - 22
 - 23
 - 24

2. 一个四层砖混结构的主体结构工程分砌墙、浇圈梁、楼板安装三个施工过程,它们的流水节拍均为 6 天,圈梁需 3 天养护。若组织等节奏流水施工,请回答下列问题。

- 各施工过程之间的流水步距为()天。
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
- 组织流水施工时将其划分为()个施工段。
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5



(3) 总工期为()天。

- A. 111 B. 110 C. 109 D. 108

3. 某工程项目由 I、II、III 三个施工过程组成,分三个施工段组织流水施工,流水节拍分别为 2 天、4 天、3 天。若组织异步距异节奏流水施工,请回答下列问题。

(1) I 与 II 之间的流水步距为()天。

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

(2) II 与 III 之间的流水步距为()天。

- A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

(3) 总工期为()天。

- A. 8 B. 11 C. 14 D. 17

4. 某分部工程有 A、B、C、D 四个施工过程,平面上划分为四个施工段,已知流水节拍分别为 $t_A=3$ 天、 $t_B=5$ 天、 $t_C=3$ 天、 $t_D=4$ 天。若组织异步距异节奏流水施工,请回答下列问题。

(1) A 与 B 之间的流水步距为()天。

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

(2) B 与 C 之间的流水步距为()天。

- A. 11 B. 12 C. 13 D. 14

(3) C 与 D 之间的流水步距为()天。

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

(4) 总工期为()天。

- A. 17 B. 21 C. 25 D. 33

5. 某工程划分为 A、B、C、D、E 五个施工过程,划分为六个施工段,流水节拍分别为 $t_A=3$ 天、 $t_B=5$ 天、 $t_C=3$ 天、 $t_D=4$ 天、 $t_E=2$ 天。

问题:

(1) 确定流水步距。

(2) 计算出总工期。

(3) 绘制进度计划图。

6. 某工程由 4 个分项工程组成,它在平面上划分为 4 个施工段,各分项工程在各个施工段上的持续时间见表 3-5,分项工程 II 完成后,其相应施工段至少有 2 天技术间歇时间,分项工程 III 完成后应有 1 天组织间歇时间。

问题:

(1) 确定流水步距。

(2) 计算出总工期。

(3) 绘制进度计划图。

表 3-5 某工程各分项工程在各个施工段上的持续时间

分项工程名称	持续时间/天			
	①	②	③	④
I	3	2	2	4
II	3	4	2	3
III	4	2	3	1
IV	3	3	2	3

执业资格考试真题

一、单项选择题

- (二级建造师)关于横道图进度计划中有关时间表示的说法,正确的是()。
 - 最小的时间单位是天
 - 横道图不能表示出停工时间
 - 时间单位可以是工作日
 - 横道可表示工作最迟开始时间
- (二级建造师)关于横道图进度计划的说法,正确的是()。
 - 横道图的一行只能表达一项工作
 - 工作的简要说明必须放在表头内
 - 横道图不能表达工作间的逻辑关系
 - 横道图的工作可按项目对象排序
- (二级建造师)关于横道图进度计划的说法,正确的是()。
 - 各项工作必须按照时间先后进行排序
 - 不能将工作简要说明直接放在横道上
 - 可用于计算资源需用量
 - 每个施工过程在各个施工段上的工程量相等

二、多项选择题

- (二级建造师)关于横道图进度计划的说法,正确的有()。
 - 能直接显示工作的开始和完成时间
 - 计划调整工作量大
 - 便于进行资源优化和调整
 - 可将工作简要说明直接放在横道上
 - 可进行时间参数的计算
- (二级建造师)等节奏(无技术组织间歇并搭接施工)流水施工的特点是()。
 - 同一施工过程在各施工段上的流水节拍都相等
 - 不同施工过程之间的流水节拍互为倍数



- C. 专业工作队数等于施工过程数
 - D. 流水步距彼此相等
 - E. 专业工作队连续均衡作业
3. (二级建造师)无节奏流水施工时的特点包括()。
- A. 各施工过程在各施工段的流水节拍不尽相等
 - B. 相邻专业工作队的流水步距不尽相等
 - C. 各施工过程在各施工段的流水节拍全相等
 - D. 有些施工段上可能有空闲时间
 - E. 专业工作队数等于施工过程数

南京大学出版社

模块四 工程网络计划技术

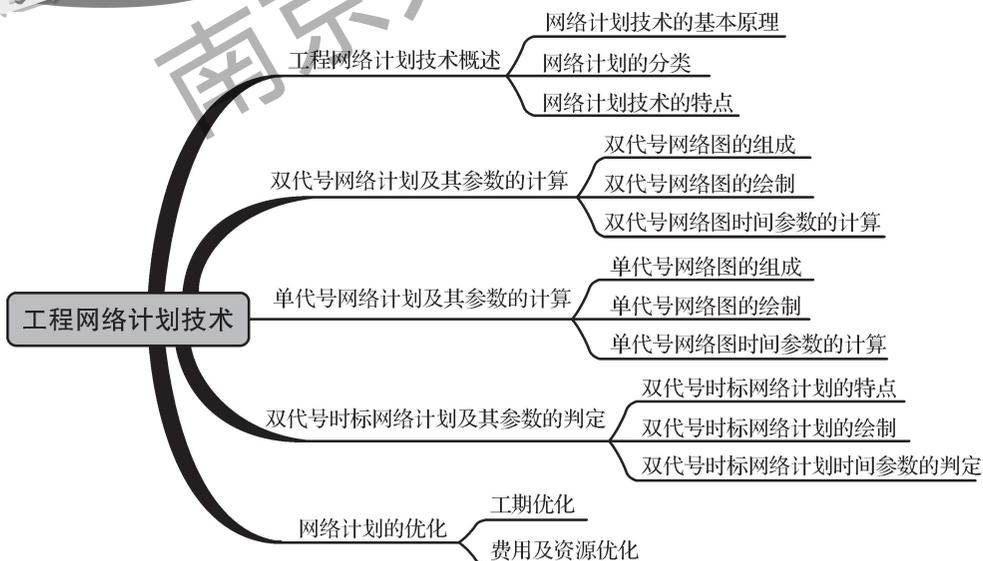


学习目标

知识目标	能力目标	素质目标
1. 掌握双代号网络图的绘制及其参数的计算。 2. 掌握单代号网络图的绘制及其参数的计算。 3. 掌握时标网络图的绘制及其参数的判定。	1. 能够根据逻辑关系正确绘制网络计划图。 2. 能够正确计算网络计划的各项时间参数。 3. 能够进行网络计划的调整和优化。	1. 培养追求探索的精神,树立为行业发展增添动能的意识。 2. 树立职业责任感,追求精益求精的工匠精神。



思维导图



引例

网络计划技术,是指用于工程项目计划与控制的一项管理技术。它是 20 世纪 50



年代末发展起来的,依其起源有关键线路法(CPM)与计划评审技术(PERT)之分。

1958年美国海军特种计划局,在研究“北极星”导弹计划时,应用了网络分析与网络计划方法,但它注重于对各项工作安排的评价和审查,这个计划即为PERT。鉴于这两种方法的差别,CPM主要应用于以往在类似工程中已取得一定经验的承包工程,而PERT更多地应用于研究与开发项目。

网络计划方法20世纪60年代开始在我国得到推广和应用。目前已广泛地应用于各个部门、各个领域,特别是在工程建设领域,无论是在项目的招标、投标,还是在项目的规划、实施与控制等各个阶段,都发挥着重要作用,逐渐成为项目的核心技术及重要组成部分。

▶ 任务1 工程网络计划技术概述 ◀

▶▶ 4.1.1 网络计划技术的基本原理

网络计划技术的基本原理是:首先根据工作间的相互关系及其先后顺序绘制工程项目施工进度计划网络图;其次通过计算找出网络图中的关键工作及关键线路;最后通过不断调整、改善施工进度网络图,选择最优的方案付诸实施。在网络计划实施过程中,通过有效的监督与控制,确保工程项目按合同条件顺利完成。

▶▶ 4.1.2 网络计划的分类

按照不同的分类原则,可以将网络计划分为不同的类型。

- (1) 按性质的不同分为非肯定型网络计划和肯定型网络计划。
- (2) 按绘制符号的不同分为双代号网络计划和单代号网络计划。
- (3) 按有无时间坐标分为时标网络计划和非时标网络计划。
- (4) 按网络图最终目标的多少分为单目标网络计划和多目标网络计划。
- (5) 按网络图的应用对象不同分为局部网络计划、单位工程网络计划和综合网络计划。
- (6) 按工作搭接特点分为流水网络计划、搭接网络计划和普通网络计划。

▶▶ 4.1.3 网络计划技术的特点

优点:

- (1) 能全面且明确地反映出各项工作之间开展的先后顺序和它们之间相互制约、相互依赖的关系。
- (2) 可以进行各种时间参数的计算。

(3) 能在工作繁多、错综复杂的计划中找出影响工程进度的关键工作和关键线路,便于管理者抓住主要矛盾,集中精力确保工期,避免盲目施工。

(4) 能够从许多可行方案中选出最优方案。

(5) 保证自始至终对计划进行有效的控制与监督。

(6) 利用网络计划中反映出的各项工作的时间储备,更好地调配人力、物力,以达到降低成本的目的。

(7) 可以利用计算机进行计算、优化、调整与管理。

缺点:

(1) 进度状况不能一目了然,绘图的难度和修改的工作量都很大。

(2) 在计算劳动力、资源消耗量时,与横道图相比较困难。

▶ 任务2 双代号网络计划及其参数的计算

▶▶ 4.2.1 双代号网络图的组成

双代号网络图是用节点和箭线表示工作及其关系的网络模型。每一项工作用一条箭线及两个节点来表示,每个节点都有号码,箭线前后两个节点的号码即代表该箭线所表示的工作,因此称为双代号网络图。双代号网络图由三个要素组成:工作、节点和线路。

1. 工作

(1) 工作的概念

工作,又称为工序、活动,指能独立存在,需要消耗一定时间和资源,能够定义名称的活动;或表示某些活动之间的相互依赖、相互制约的关系,而不需要消耗时间、空间、资源的活动。

工作,可以是项目、单项工程、分项工程或者某一道工序。

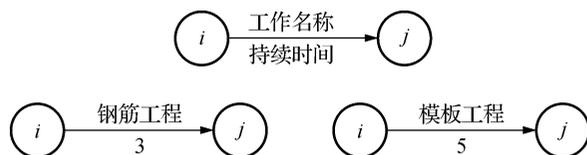


图 4-1 双代号网络图工作表示方法

(2) 工作的分类

实工作:既占用时间,又消耗资源的工作。

虚工作:仅表示逻辑关系,不占用时间且不消耗资源,用虚箭线表示。



虚工作的作用:建立应有的逻辑关系、断开本没有逻辑关系的工作联系、区分同时开始或完成的多项工作。

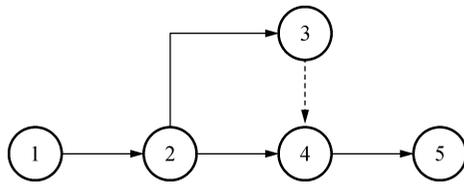


图 4-2 双代号网络图节点示意图

2. 节点

(1) 节点的概念

在箭线的出发和交汇处画圆圈,标示前一项工作的结束和后一项工作的开始。

(2) 节点的种类

节点的种类有起点节点、开始节点、完成节点、中间节点、终点节点。

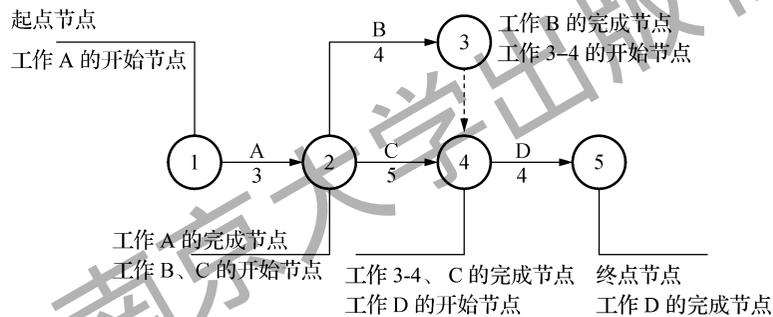


图 4-3 双代号网络图节点种类示意图

3. 线路

从起点节点开始,沿箭头方向连续通过一系列箭头与节点,最后到达终点节点所经过的路径称为线路。

线路主要分为两种:关键线路、非关键线路。

关键线路:网络图中持续时间最长的线路。关键线路上的工作称为关键工作。

关键线路性质:线路时间代表整个网络计划的计划总工期,工作都是关键工作,没有时间储备,至少存在一条关键线路,经过优化后可能变为非关键线路。

非关键线路:除关键线路以外的线路都是非关键线路。

非关键线路性质:线路时间代表整个网络计划该线路计划工期,工作都是非关键工作,有时间储备,经过优化后可能变为关键线路。

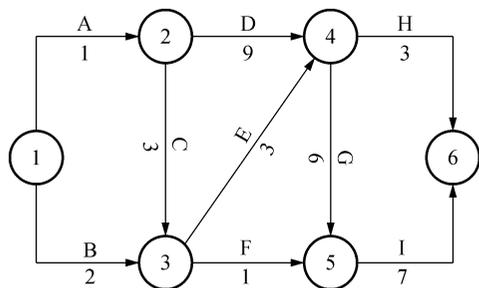


图 4-4 双代号网络示意图

第一条线路: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 6 = 13$ 天

第二条线路: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 6 = 10$ 天

第三条线路: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 = 20$ 天

第四条线路: $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 6 = 8$ 天

第五条线路: $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 = 18$ 天

第六条线路: $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6 = 10$ 天

第七条线路: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 = 23$ 天

第七条线路持续时间最长,为关键线路,其余线路为非关键线路。

4. 术语

双代号网络图常见术语有紧前工作、紧后工作、平行工作、先行工作、后继工作、起始工作、结束工作。

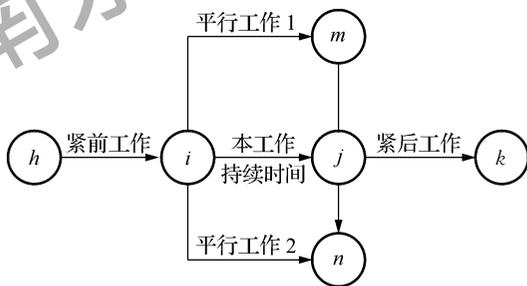


图 4-5 双代号网络图常见术语

4.2.2 双代号网络图的绘制

1. 双代号网络图的绘制规则

(1) A、B 两项工作依次进行。

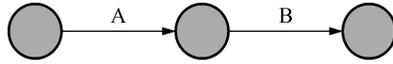


图 4-6 双代号网络图绘制规则 1

(2) A、B、C 三项工作同时开始。

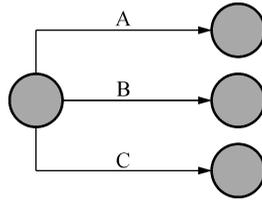


图 4-7 双代号网络图绘制规则 2

(3) A、B、C 三项工作同时结束。

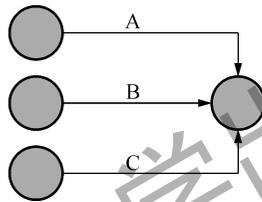


图 4-8 双代号网络图绘制规则 3

(4) A、B、C 三项工作, A 完成后, B、C 开始。

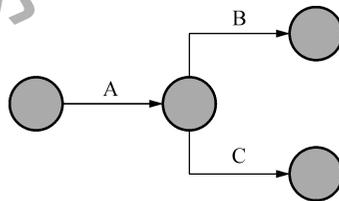


图 4-9 双代号网络图绘制规则 4

(5) A、B、C 三项工作, A、B 完成后, C 开始。

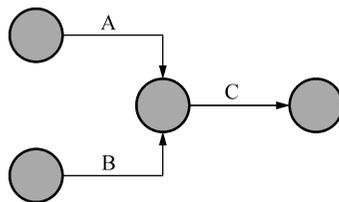


图 4-10 双代号网络图绘制规则 5

(6) A、B、C、D 四项工作，A、B 完成后，C、D 开始。

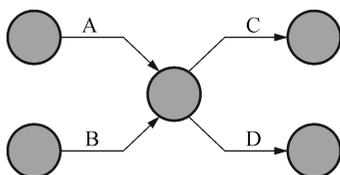


图 4-11 双代号网络图绘制规则 6

(7) A、B、C、D 四项工作，A 完成后 C 开始，A、B 完成后 D 开始。

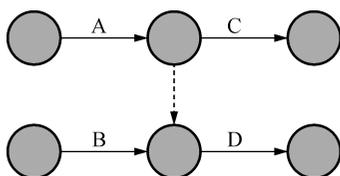


图 4-12 双代号网络图绘制规则 7

(8) A、B、C、D、E 五项工作，A、B 完成后 C 开始，B、D 完成后 E 开始。

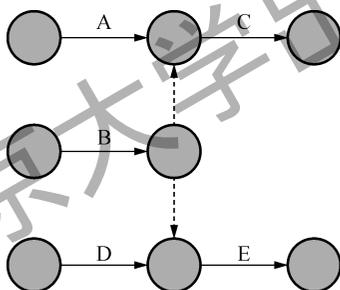


图 4-13 双代号网络图绘制规则 8

(9) A、B、C、D、E 五项工作，A、B、C 完成后 D 开始，B、C 完成后 E 开始。

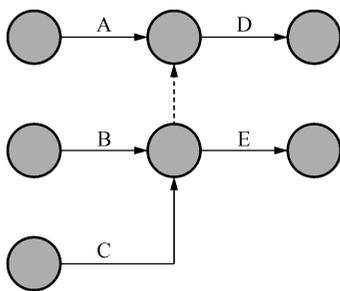


图 4-14 双代号网络图绘制规则 9



(10) A、B 两项工作分三个施工段，流水施工。

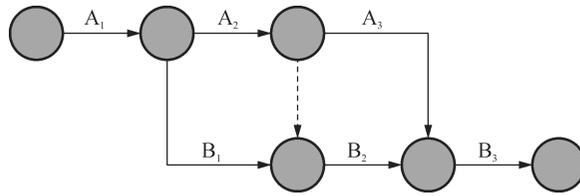


图 4-15 双代号网络图绘制规则 10

(11) 严禁出现循环路线。

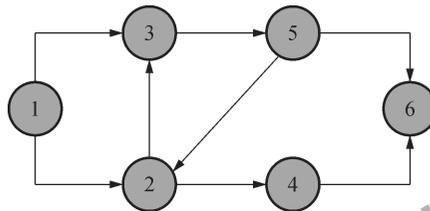


图 4-16 双代号网络图绘制规则 11

(12) 双代号网络图中只有一个起始节点，只有一个终点节点。

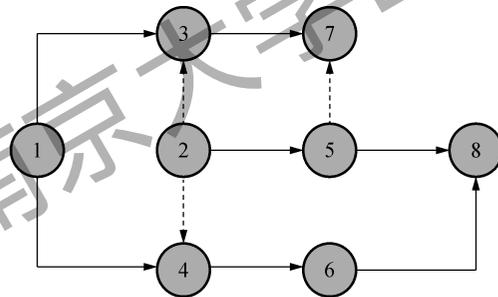


图 4-17 双代号网络图绘制规则 12

(13) 双代号网络图中，严禁出现带双向箭头或无箭头的连线。



图 4-18 双代号网络图绘制规则 13

(14) 双代号网络图中，严禁出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线。

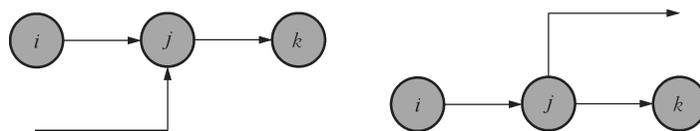


图 4-19 双代号网络图绘制规则 14

(15) 双代号网络图中,严禁在箭线上引入或引出箭线。

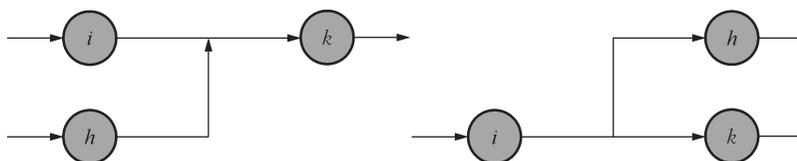


图 4-20 双代号网络图绘制规则 15

(16) 双代号网络图中,一条线路只代表一项工作。

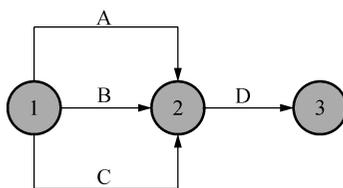


图 4-21 双代号网络图绘制规则 16

(17) 绘制网络图时,箭线不宜交叉(图 4-22a);当交叉不可避免时,可用过桥法(图 4-22b)或指向法(图 4-22c)。

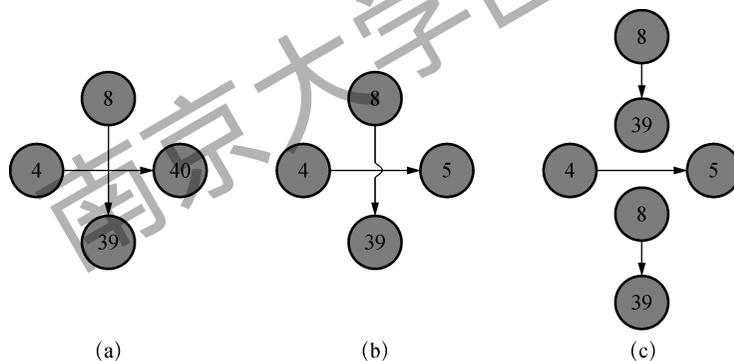


图 4-22 双代号网络图绘制规则 17

(18) 当双代号网络图的某些节点有多条外向箭线,可采用母线法绘制。

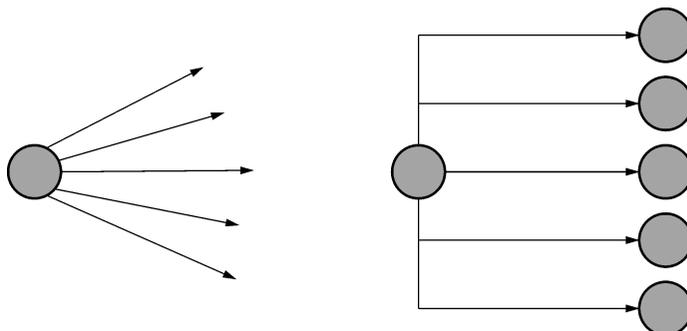


图 4-23 双代号网络图绘制规则 18



2. 双代号网络图的绘制方法

(1) 起始节点:

绘制没有紧前工作的工作,使它们具有相同的开始节点,即起始节点。

(2) 终点节点:

绘制没有紧后工作的工作,使它们具有相同的结束节点,即终点节点。

(3) 其他节点:

先将所有紧前工作箭线绘制出来,然后根据有几项紧前工作进行绘制。

只有一项紧前工作:

当所绘制的工作只有一项紧前工作时,将该工作直接画在其紧前工作的结束节点之后。



双代号网络图的
绘制方法



工程案例 4-1

已知各工作之间的逻辑关系如表 4-1,试绘制其双代号网络图。

表 4-1 【工程案例 4-1】工作间的逻辑关系

工作	A	B	C	D
紧前工作	—	—	A、B	B

【解析】

1. A、B 两项工作没有紧前工作,A、B 同时开始。

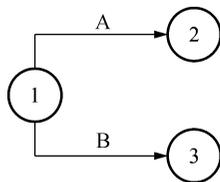


图 4-24 【工程案例 4-1】的网络图绘制步骤一

2. C 工作的紧前工作是 A、B,但是 B 工作又是 D 工作的紧前工作,绘制工作 C。

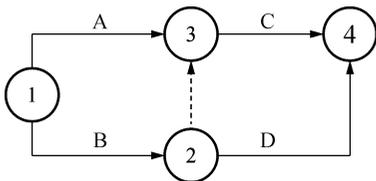


图 4-25 【工程案例 4-1】的网络图绘制步骤二



工程案例 4-2

已知各工作之间的逻辑关系如表 4-2, 试绘制其双代号网络图。

表 4-2 【工程案例 4-2】 工作间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F
紧前工作	—	—	—	A、B	A、B、C	D、E

【解析】

1. A、B、C 三项工作没有紧前工作, A、B、C 同时开始。

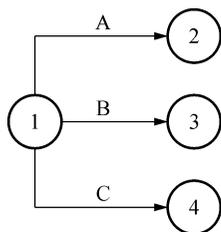


图 4-26 【工程案例 4-2】的网络图绘制步骤一

2. D 工作的前工作是 A、B, 绘制工作 D; 同理绘制工作 E、F。

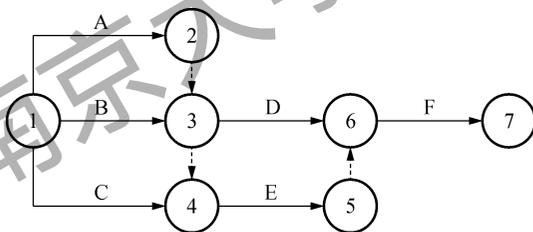


图 4-27 【工程案例 4-2】的网络图绘制步骤二

3. 优化网络图, 尽量减少不必要的箭线和编号。

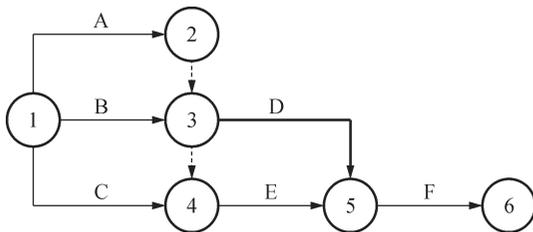


图 4-28 【工程案例 4-2】的网络图绘制步骤三



有多项紧前工作：

① 如果在其紧前工作中存在一项只作为本工作前工作的工作，则将本工作直接画在该紧前工作结束节点之后，然后用虚线将其他紧前工作的箭头节点与本工作的箭尾节点相连，以表示逻辑关系。

② 如果在其紧前工作中存在多项只作为本工作前工作的工作，先将这些紧前工作的结束节点合并，再从合并后的节点开始，画出本工作。

③ 如果不存在情况①、②，则将本工作箭线单独画在其紧前工作箭线之后的中部，然后用虚工作将紧前工作与本工作相连。



工程案例 4-3

已知各工作之间的逻辑关系如表 4-3，试绘制其双代号网络图。

表 4-3 【工程案例 4-3】工作间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F
紧前工作	—	A	A	B	B、C	D、E

【解析】

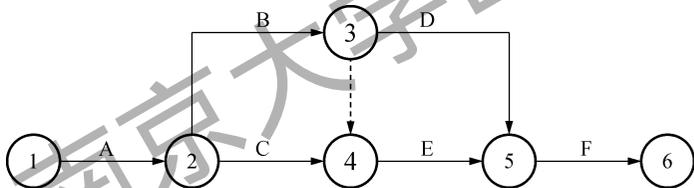


图 4-29 【工程案例 4-3】的双代号网络图



工程案例 4-4

已知各工作之间的逻辑关系如表 4-4，试绘制其双代号网络图。

表 4-4 【工程案例 4-4】工作间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F
紧前工作	—	A	A	A	B、C	B、D、E

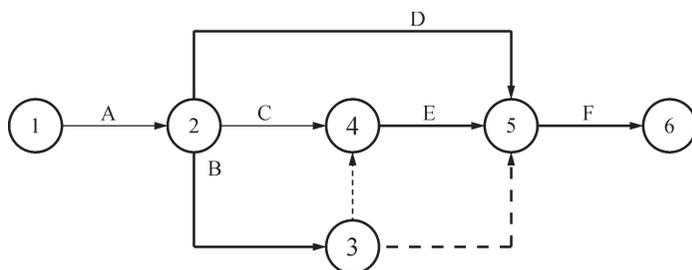
【解析】


图 4-30 【工程案例 4-4】的双代号网络图

3. 双代号网络图的编号

双代号网络图节点编号的目的是赋予每项工作一个代号,便于对网络图进行时间参数的计算。

(1) 双代号网络图节点编号的原则

① 箭头节点编号必须大于箭尾节点编号,所以节点编号顺序为:箭尾节点编号在前,箭头节点编号在后。

② 所有的节点编号不能重复出现,编号可以按自然顺序进行,也可以非连续编号。

(2) 双代号网络图节点编号的方法

网络图节点编号的方法一般有两种,即水平编号法和垂直编号法。

① 水平编号法

水平编号法就是从起点节点开始由上到下逐行进行编号,每行自左向右按顺序编号。

② 垂直编号法

垂直编号法就是从起点节点开始自左向右逐列编号,每列根据编号规则的要求进行。


工程案例 4-5

某工程有九项工作组成,它们之间的网络逻辑关系如下表所示,试绘制双代号网络图。

表 4-5 九项工作间的逻辑关系

工作名称	前导工作	后续工作	持续时间/天
A	—	B、C	3
B	A	D、E	4
C	A	F、D	6
D	B、C	G、H	8



续表

工作名称	前导工作	后续工作	持续时间/天
E	B	G	5
F	C	H	4
G	D、E	I	6
H	D、F	I	4
I	G、H	—	5

【解析】

(1) 第一步:

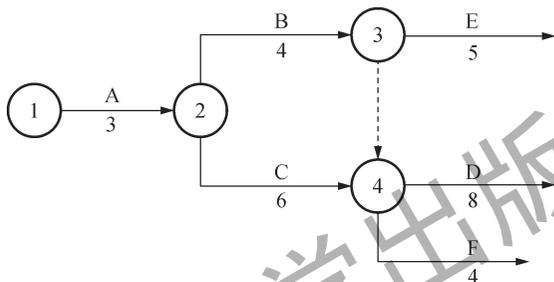


图 4-31 【工程案例 4-5】的网络图绘制步骤一

(2) 第二步:

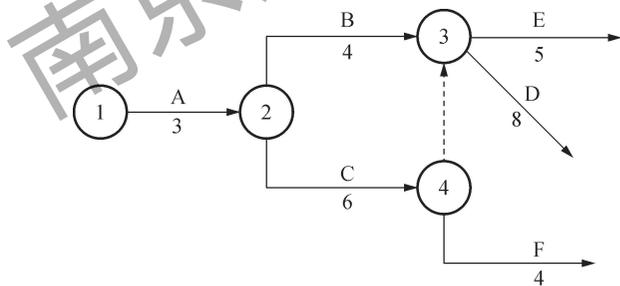


图 4-32 【工程案例 4-5】的网络图绘制步骤二

(3) 第三步:

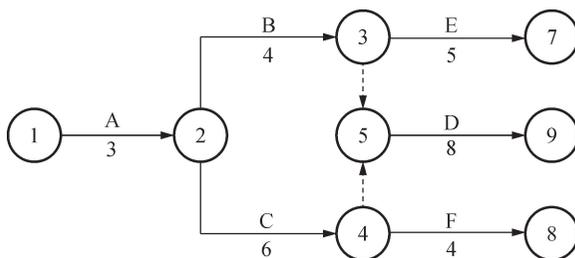


图 4-33 【工程案例 4-5】的网络图绘制步骤三

(4) 第四步:

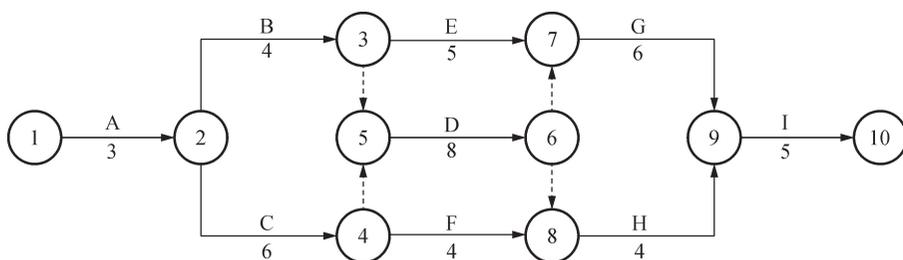


图 4-34 【工程案例 4-5】的网络图绘制步骤四



工程案例 4-6

已知工作之间的逻辑关系如表所示,试绘制双代号网络图,并给节点编号。

表 4-6 工作之间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F	H	I	K
紧前工作	—	—	—	A、B、C	B、C	C	E	E、F	E、D

【解析】

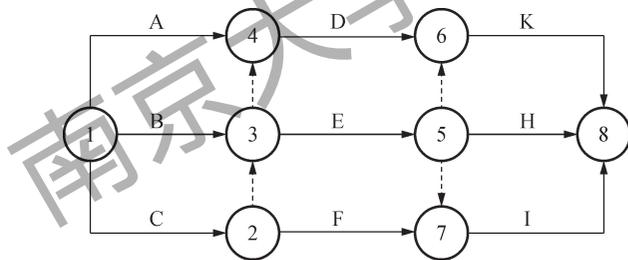


图 4-35 【工程案例 4-6】的双代号网络图



工程案例 4-7

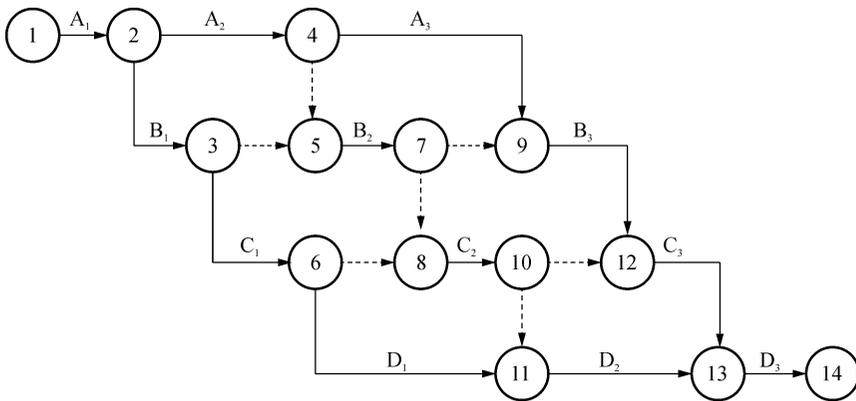
现有 A(挖土)、B(垫层)、C(基础)、D(回填土)四项工作分三个施工段,已知各工作之间的逻辑关系如表 4-7,绘制双代号网络图。

表 4-7 工作间的逻辑关系

工作	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃
紧前工作	—	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂ 、B ₁	A ₃ 、B ₂
工作	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃
紧前工作	B ₁	B ₂ 、C ₁	B ₃ 、C ₂	C ₁	C ₂ 、D ₁	C ₃ 、D ₂



【解析】



绘制双代号网络图一习题练习

图 4-36 【工程案例 4-7】的双代号网络图

4.2.3 双代号网络图时间参数的计算

在掌握网络图的绘制方法之后,需要对网络图中的时间参数进行计算。计算网络时间参数的目的是:

- (1) 确定关键工作、关键线路,对关键线路进行优化。
- (2) 明确非关键工作的机动时间。
- (3) 确定总工期。
- (4) 为网络计划优化提供时间概念。

1. 网络计划时间参数的概念及符号

网络计划时间参数是指网络计划、工作及节点所具有的各种时间值。

网络计划时间参数主要包括最早时间、最迟时间、时差、工期等。

表 4-8 网络计划时间参数

参数	名称	符号	英文
工期	计算工期	T_C	Computer Time
	要求工期	T_R	Require Time
	计划工期	T_P	Plan Time
节点时间参数	最早时间	ET_i	Earliest Time
	最迟时间	LT_i	Latest Time

续表

参数	名称	符号	英文
工作时间参数	持续时间	D_{i-j}	Day
	最早开始时间	ES_{i-j}	Earliest Starting Time
	最早完成时间	EF_{i-j}	Earliest Finishing Time
	最迟开始时间	LS_{i-j}	Latest Starting Time
	最迟完成时间	LF_{i-j}	Latest Finishing Time
	总时差	TF_{i-j}	Total Float Time
	自由时差	FF_{i-j}	Free Float Time

(1) 工期

计算工期 T_C : 根据时间参数计算出来的工期。

要求工期 T_R : 任务委托人提出的指令性工期。

计划工期 T_P : 按照要求工期及计算工期确定的作为实施目标的工期。

(2) 节点时间参数

最早时间: ET_i 以该节点为开始节点的各项工作的最早开始时间。

最迟时间: LT_i 以该节点为完成节点的各项工作的最迟完成时间。

(3) 工作时间参数

持续时间 D_{i-j} : 工作从开始到完成的时间;

最早开始时间 ES_{i-j} : 各紧前工作完成后, 本工作有可能开始的最早时刻;

最早完成时间 EF_{i-j} : 各紧前工作完成后, 本工作有可能完成的最早时间;

最迟开始时间 LS_{i-j} : 不影响总工期的前提下, 工作必须开始的最迟时刻;

最迟完成时间 LF_{i-j} : 不影响总工期的前提下, 工作必须完成的最迟时刻。

工作总时差 TF_{i-j} : 在不影响总工期的前提下, 本工作可以利用的机动时间;

自由时差 FF_{i-j} : 在不影响紧后工作最早开始时间的前提下, 本工作可以利用的机动时间。

2. 网络计划时间参数的计算方法

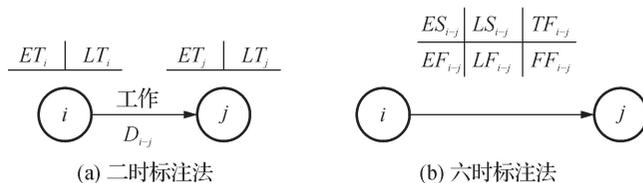


图 4-37 双代号网络图的标注方法



(1) 节点计算法

先计算网络计划中节点的最早时间和最迟时间,再计算各项工作的时间参数和计算工期,用二时标注。

① “最早时间”的计算

表示该工作的紧前工作全部完成,从该节点出发的紧后工作最早能够开始的时间,从前向后计算。

a. 起点节点(开始节点): ET_i

一般将起点节点的最早开始时间 ET_i 等于 0:

$$ET_i = 0 \quad (i = 1) \quad (4-1)$$

b. 其他节点的最早时间:

当节点 j 只有一条内向箭线时:

$$ET_j = ET_i + D_{i-j} \quad (4-2)$$



图 4-38 一条内向箭线的最早时间节点计算方法

当节点 j 有多条内向箭线时:

$$ET_j = \max(ET_i + D_{i-j}) \quad (4-3)$$

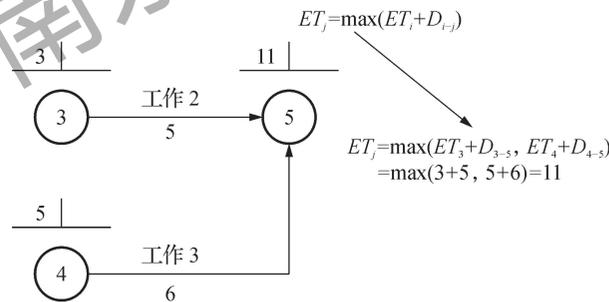


图 4-39 多条内向箭线的最早时间节点计算方法

c. 计算工期 T_C :

$$T_C = ET_N \quad (4-4)$$

ET_N : 终点节点的最早完成时间。

② “最迟时间”的计算

从各节点出发的工作在保证计划工期的前提下,最迟必须开始的时间,从后向前计算。

a. 终点节点(结束节点):

一般将终点节点的最迟开始时间 LT_N 等于计划工期 T_P :

$$LT_N = T_P \quad (4-5)$$

b. 其他节点的最迟时间:

当节点 i 只有一条外向箭线时:

$$LT_i = LT_j - D_{i-j} \quad (4-6)$$

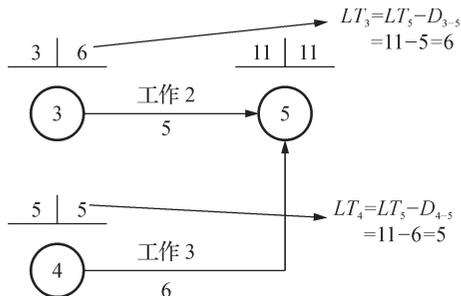


图 4-40 一条外向箭线节点的最迟时间计算方法

当节点 i 有多条外向箭线时:

$$LT_i = \min(LT_j - D_{i-j})$$

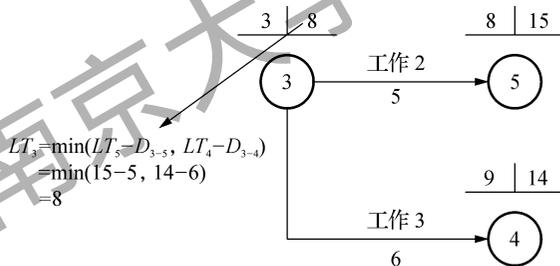


图 4-41 多条外向箭线节点的最迟时间计算方法



双代号网络图参数
计算一二时标注



工程案例 4-8

试按节点法计算图中所示某双代号网络计划的各项时间参数。

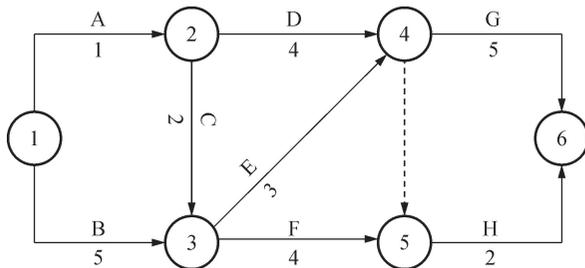


图 4-42 【工程案例 4-6】的双代号网络图



【解析】

计算 ET_j , 令 $ET_1=0$, 可得:

$$ET_2 = ET_1 + D_{1-2} = 0 + 1 = 1$$

$$ET_3 = \max \begin{cases} ET_2 + D_{2-3} \\ ET_1 + D_{1-3} \end{cases} = \max \begin{cases} 1 + 2 \\ 0 + 5 \end{cases} = 5$$

$$ET_4 = \max \begin{cases} ET_2 + D_{2-4} \\ ET_3 + D_{3-4} \end{cases} = \max \begin{cases} 1 + 4 \\ 5 + 3 \end{cases} = 8$$

$$ET_5 = \max \begin{cases} ET_3 + D_{3-5} \\ ET_4 + D_{4-5} \end{cases} = \max \begin{cases} 5 + 4 \\ 8 + 0 \end{cases} = 9$$

$$ET_6 = \max \begin{cases} ET_4 + D_{4-6} \\ ET_5 + D_{5-6} \end{cases} = \max \begin{cases} 8 + 5 \\ 9 + 2 \end{cases} = 13$$

计算 LT_i , 令 $LT_6=ET_6=13$, 可得:

$$LT_5 = LT_6 - D_{5-6} = 13 - 2 = 11$$

$$LT_4 = \min \begin{cases} LT_6 - D_{4-6} \\ LT_5 - D_{4-5} \end{cases} = \min \begin{cases} 13 - 5 \\ 11 - 0 \end{cases} = 8$$

$$LT_3 = \min \begin{cases} LT_5 - D_{3-5} \\ LT_4 - D_{3-4} \end{cases} = \min \begin{cases} 11 - 4 \\ 8 - 3 \end{cases} = 5$$

$$LT_2 = \min \begin{cases} LT_3 - D_{2-3} \\ LT_4 - D_{2-4} \end{cases} = \min \begin{cases} 5 - 2 \\ 8 - 4 \end{cases} = 3$$

$$LT_1 = \min \begin{cases} LT_3 - D_{1-3} \\ LT_2 - D_{1-2} \end{cases} = \min \begin{cases} 5 - 5 \\ 3 - 1 \end{cases} = 0$$

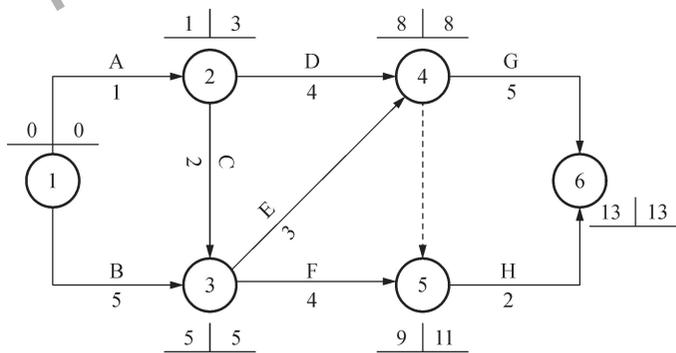


图 4-43 【工程案例 4-8】的时标图

(2) 工作计算法

以网络计划中的工作为对象, 直接计算各项工作的时间参数, 包括最早开始、最早

完成、最早开始、最早完成、自由时差、总时差及总工期,用六时进行标注。

① 最早开始时间和最早完成时间的计算

$$ES_{i-j} = ET_i \quad (4-7)$$

$$EF_{i-j} = ES_{i-j} + D_{i-j} \quad (4-8)$$

② 最晚开始时间和最晚完成时间的计算

$$LS_{i-j} = LF_{i-j} - D_{i-j} \quad (4-9)$$

$$LF_{i-j} = LT_j \quad (4-10)$$

③ 工作总时差的计算

$$TF_{i-j} = LS_{i-j} - ES_{i-j} = LF_{i-j} - EF_{i-j} = LT_j - ET_i - D_{i-j} \quad (4-11)$$

④ 自由时差的计算

$$\begin{aligned} FF_{i-j} &= \min(ES_{j-k} - EF_{i-j}) \\ &= \min(ES_{j-k} - ES_{i-j} - D_{i-j}) \\ &= ET_j - ET_i - D_{i-j} \end{aligned} \quad (4-12)$$

⑤ 关键工作、关键节点和关键线路的确定

关键工作:总时差最小的工作。

当计划工期=计算工期,总时差最小值=0;

当计划工期>计算工期,总时差最小值>0;

当计划工期<计算工期,总时差最小值<0。

关键节点:关键线路上的节点。关键工作两端必为关键节点,但两端为关键节点的不一定是关键工作。

关键线路:将关键工作首尾相连组成的线路。关键线路上有可能有虚工作。



双代号网络图参数
计算一六时标注



工程案例 4-9

试按节点计算法和工作计算法分别计算图中所示某双代号网络计划的各项时间参数。

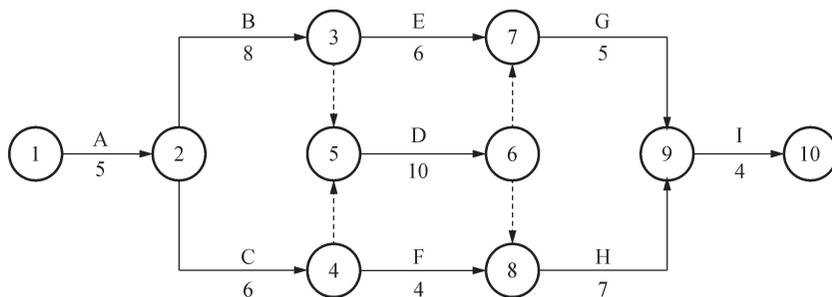


图 4-44 【工程案例 4-9】的双代号网络图



【解析】

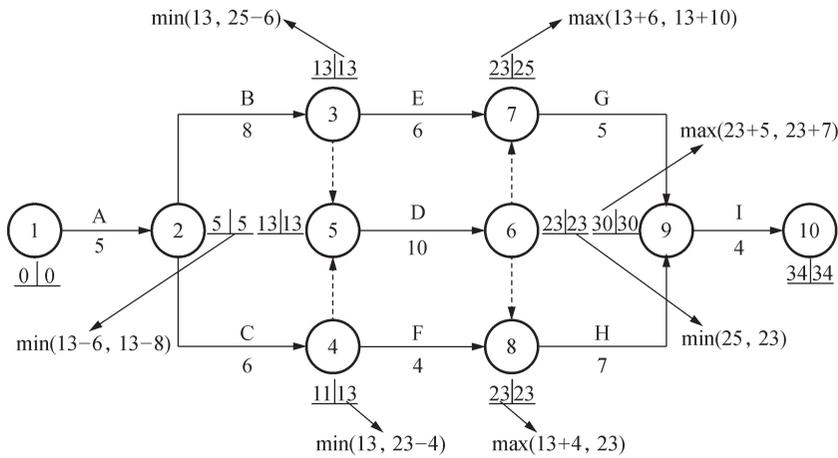
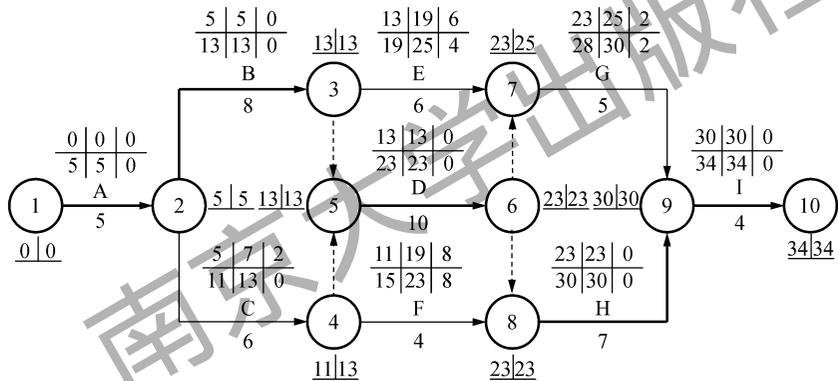


图 4-45 节点算法计算的节点时间参数



关键线路为①→②→③→⑤→⑥→⑧→⑨→⑩。

图 4-46 工作算法计算的工作时间参数



工程案例 4-10

某网络计划的有关资料如表 4-9 所示,试绘制双代号网络图,并计算各项工作的时间参数,判定关键线路。

表 4-9 各项工作间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
持续时间	2	3	5	2	3	3	2	3	6	2
紧前工作	—	A	A	B	B	D	F	E、F	C、E、F	G、H

【解析】

(1) 绘制双代号网络图

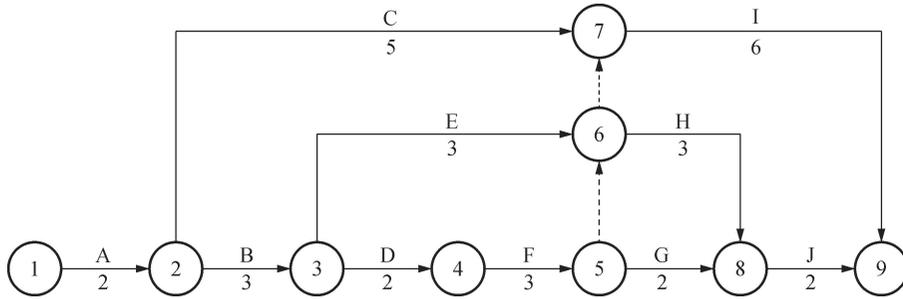


图 4-47 【工程案例 4-10】的双代号网络图

(2) 计算工作的时间参数

令： $ET_1=0, LT_9=ET_9$ 。

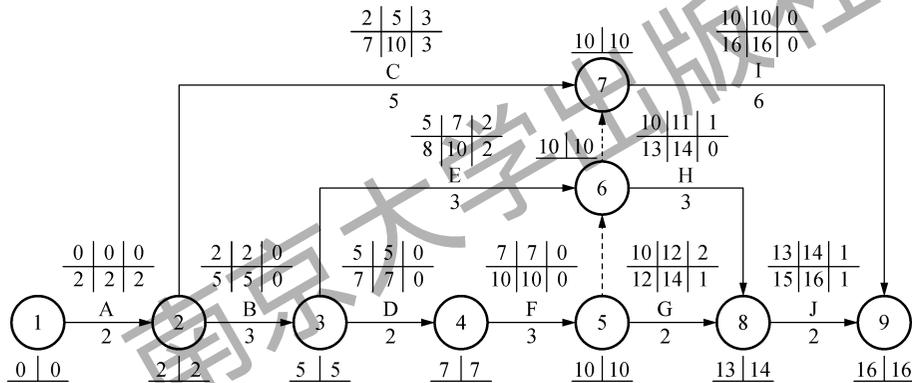


图 4-48 【工程案例 4-10】的工作时间参数

(3) 判定关键线路： $① \rightarrow ② \rightarrow ③ \rightarrow ④ \rightarrow ⑤ \rightarrow ⑥ \rightarrow ⑦ \rightarrow ⑨$ 。



工程案例 4-11

计算图示双代号网络图的各项时间参数。

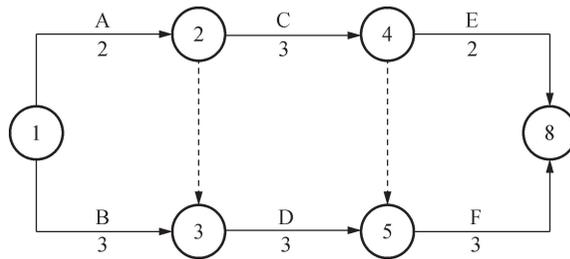


图 4-49 【工程案例 4-11】的双代号网络图



【解析】

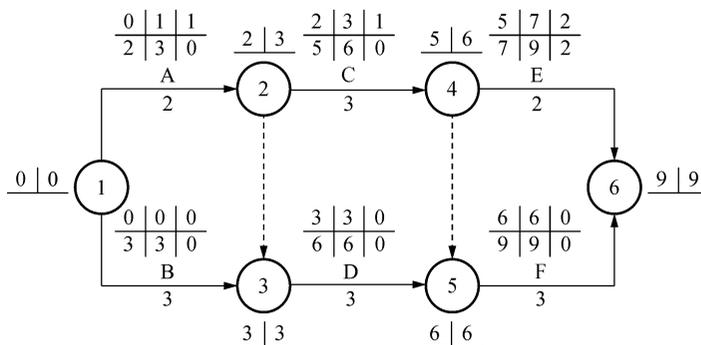


图 4-50 【工程案例 4-11】双代号网络图的时间参数



工程案例 4-12

计算图示双代号网络图的各项时间参数。

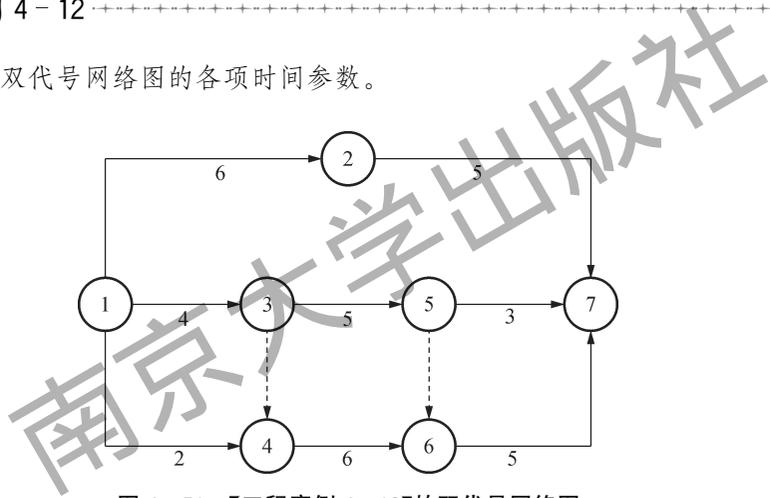


图 4-51 【工程案例 4-12】的双代号网络图

【解析】

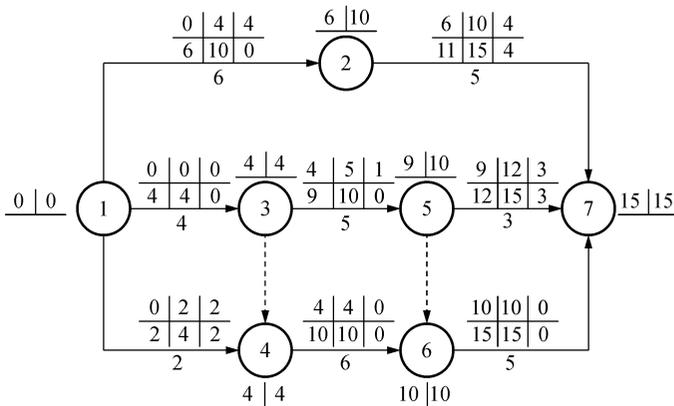


图 4-52 【工程案例 4-12】双代号网络图的时间参数



工程案例 4-13

已知工作之间的逻辑关系如表所示,试绘制双代号网络图,并计算时间参数。

表 4-10 【工程案例 4-13】的工作关系逻辑

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
持续时间	2	3	5	2	3	3	2	3	6	2
紧前工作	—	A	A	B	B	D	F	E、F	C、E、F	G、H

【解析】

(1) 第一步,绘制双代号网络图。

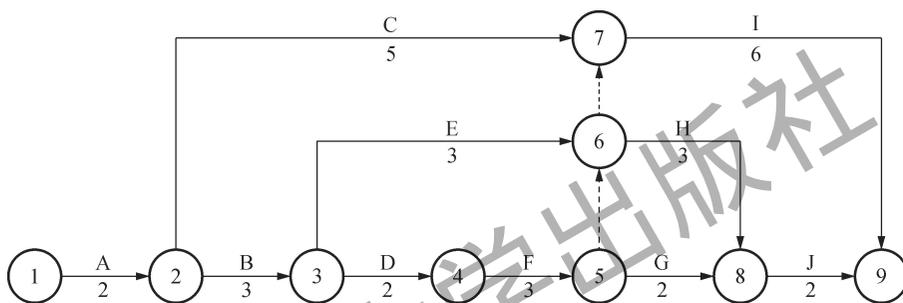


图 4-53 【工程案例 4-13】的双代号网络图

(2) 第二步,计算时间参数。

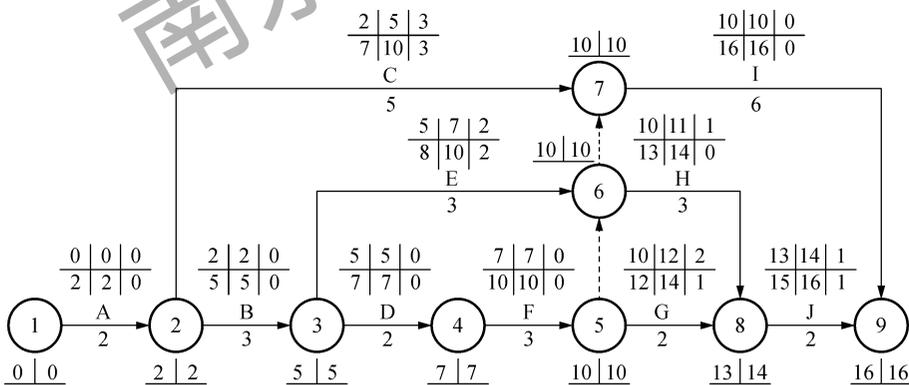


图 4-54 【工程案例 4-13】的时间参数



▶ 任务3 单代号网络计划及其参数的计算 ◀

▶▶ 4.3.1 单代号网络图的组成

单代号网络图由节点和箭线组成,箭线符号表示相关活动之间的顺序,节点则表示工作。

单代号网络图绘制简便,逻辑关系明确,没有虚箭线。单代号网络图更适合用计算机进行绘制、计算、优化和调整。

1. 节点及其编号

在单代号网络图中,节点及编号表示一项工作。节点用圆圈或矩形表示,且必须编号,由于编号只有一个,因此称“单代号”。节点编号标注在节点内,可连续编号可间断编号,但严禁重复编号,一个工作必须有唯一的节点和编号。

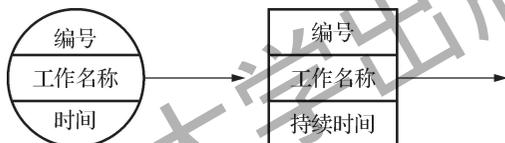


图 4-55 单代号网络图节点的表示方法

2. 箭线

单代号网络图中箭线表示紧邻工作之间的逻辑关系,箭线水平投影的方向应自左向右表示工作的进行方向。

箭线的箭尾节点编号应小于箭头节点的编号。单代号网络图中不设虚箭线。

▶▶ 4.3.2 单代号网络图的绘制

绘制原则、绘制方法与双代号网络图基本相同。从左向右,只有紧前工作都绘制完成后,才能绘制本工作,当出现多个起点节点或多个终点节点时,增加虚拟起点节点或者终点节点,并与起点或终点相连,形成符合绘图规则的完整项目网络图。



工程案例 4-14

某工程分为三个施工段,施工过程及其延续时间为:砌围护墙及隔墙 12 天,内外抹灰 15 天,安铝合金门窗 9 天,喷刷涂料 12 天。拟组织瓦工、抹灰工、木工和油漆工四个专业队组进行施工。试绘制单代号网络图。

【解析】

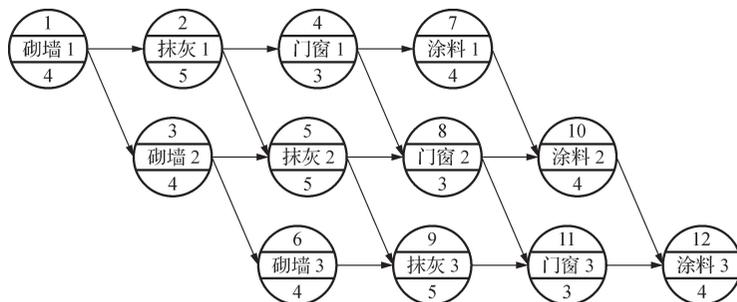


图 4-56 【工程案例 4-14】的单代号网络图

4.3.3 单代号网络图时间参数的计算

1. 单代号网络图时间参数的计算方法

单代号网络计划时间参数的计算方法与双代号网络计划时间参数相同。

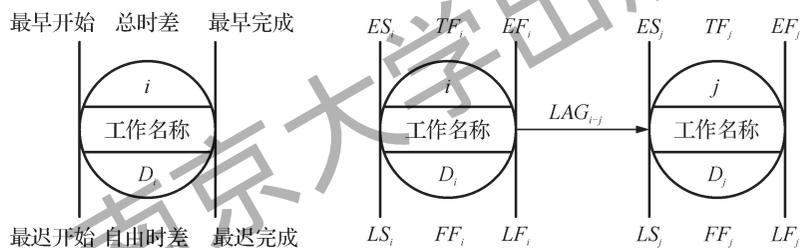


图 4-57 单代号网络图时间参数的标注

(1) 相邻两项工作之间的时间间隔(自由时差)

其紧后工作的最早开始时间与本工作最早完成时间的差值:

$$LAG_{i-j} = ES_j - EF_i \quad (4-13)$$

(2) 确定网络计划的计划工期

计划工期等于计算工期:

$$T_C = EF_N \quad (4-14)$$

(3) 工作的总时差

从网络计划的终点节点开始,逆向计算。

① 终点节点:

$$TF_N = T_P - T_C \quad (4-15)$$

② 其他节点:

其总时差等于本工作与其各紧后工作之间的时间间隔加上该紧后工作的总时差之



和的最小值。

$$TF_i = \min(LAG_{i-j} + TF_j) \quad (4-16)$$

(4) 工作的自由时差

① 终点节点:计划工期与本工作最早完成时间之差。

$$FF_n = T_p - EF_n \quad (4-17)$$

② 其他节点:本工作与紧后工作时间间隔的最小值。

$$FF_i = \min(LAG_{i-j}) \quad (4-18)$$

(5) 最迟完成时间和最迟开始时间

① 最迟完成时间:本工作的最早完成时间与其总时差之和。

$$LF_i = EF_i + TF_i \quad (4-19)$$

② 最迟开始时间:本工作的最早开始时间与其总时差之和。

$$LS_i = ES_i + TF_i \quad (4-20)$$

2. 单代号网络图关键线路的确定

(1) 利用关键工作确定

关键工作的总时差最小(在计算工期等于计划工期时,通常总时差为零)。将这些总时差最小(或为零)的关键工作首尾相连,所构成的线路即关键线路。这是最常用且根本的方法。

(2) 利用相邻工作的时间间隔确定

此方法适用于单代号网络图。在单代号网络中,从起点节点开始,将时间间隔为零的相邻工作依次连接起来,直至终点节点,由此形成的线路即为关键线路。

(3) 通过比较线路总持续时间确定

此方法无需计算时间参数,直接计算网络图中所有可能线路的总持续时间。其中总持续时间最长的线路即为关键线路。该方法原理直观,但适用于线路数量较少的简单网络图。



工程案例 4-15

根据表 4-11 各项工作之间的逻辑关系,绘制单代号网络图并计算其时间参数。

表 4-11 各工作之间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F	G	H
持续时间	2	3	5	2	3	3	2	3
紧后工作	C、D	E	F	F、G	F、H	G、H	—	—

【解析】

(1) 绘制单代号网络图

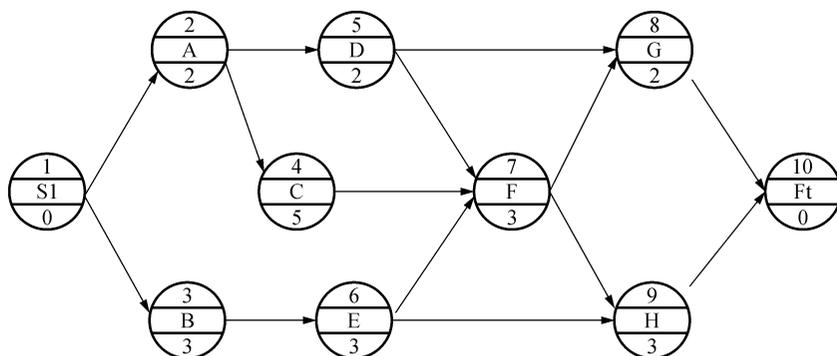


图 4-58 【工程案例 4-15】的单代号网络图

(2) 计算时间参数

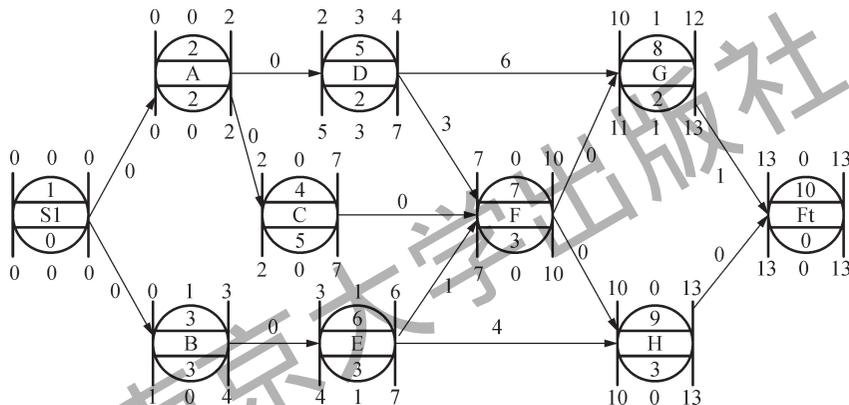


图 4-59 【工程案例 4-15】单代号网络图的时间参数

特别提示

双代号网络图与单代号网络图的不同之处如下表。

表 4-12 双代号网络图与单代号网络图的比较

双代号网络图	单代号网络图
1. 两个节点一个箭线代表一个施工过程	1. 一个节点代表一个施工过程
2. 实箭线反映消耗一定的资源	2. 箭线不反映消耗一定的资源
3. 箭线反映施工过程之间的逻辑关系	3. 箭线反映施工过程之间的逻辑关系
4. 有时会出现虚箭线	4. 不会出现虚箭线
5. 节点不需要消耗时间和资源	5. 节点内消耗资源



▶ 任务4 双代号时标网络计划及其参数的判定 ◀

双代号时标网络计划就是在一般网络图上加注时间坐标,它所表达的逻辑关系与原网络计划完全相同,但箭线的长度不能任意画,应与工作的持续时间相对应。

▶▶ 4.4.1 双代号时标网络计划的特点

双代号时标网络计划具有如下的特点。

(1) 时标网络计划兼有网络计划与横道计划的优点,它能够清楚地表明计划的时间进程。

(2) 时标网络计划能在图上直接显示出各项工作的开始与完成时间、工作的自由时差及关键线路。

(3) 由于时标网络在绘制时受到时间坐标的限制,因此很容易发现绘图错误。

(4) 工程对劳动力、材料、施工机具等资源的需用量可以直接标注在时标网络图上,这样既便于绘制资源消耗的动态曲线,又便于有计划地分析和控制资源的使用量。

(5) 由于箭线受到时间坐标的限制,因此当情况发生变化时,对网络计划的修改比较麻烦,往往需要重新绘图。

▶▶ 4.4.2 双代号时标网络计划的绘制

1. 双代号时标网络计划绘制的基本要求

在绘制双代号时标网络计划图时,应遵循以下基本要求。

(1) 代表工作的箭线长度在时间坐标表上的水平投影长度,应与其所代表的持续时间相对应。

(2) 节点的中心线必须对准时标的刻度线。

(3) 在箭线与其结束节点之间有不足部分时,应用波形线表示。

(4) 在虚工作的开始节点与其结束节点之间,垂直部分用虚箭线表示,水平部分用波形线表示。

(5) 绘制时标网络图应先绘制出无时标网络图(逻辑网络图)草图,然后按间接绘制法或直接绘制法绘制。

2. 双代号时标网络计划绘制的方法

时标网络计划一般按工作的最早开始时间绘制。其绘制方法有间接绘制法和直接绘制法。

(1) 间接绘制法

间接绘制法是先计算网络计划的时间参数,再根据时间参数在时间坐标上进行绘

制的方法。其绘制步骤如下：

- ① 先绘制网络计划草图,计算工作最早时间并标注在图上。
- ② 绘制时标网络计划的时标计划表。
- ③ 在时标表上,按最早开始时间确定每项工作的开始节点位置(图形尽量与草图一致),节点的中心线必须对准时标的刻度线。
- ④ 绘制时一般应先绘制出关键线路和关键工作,然后再绘制出非关键线路和非关键工作。
- ⑤ 按各工作的时间长度画出相应工作的实线部分,使其水平投影长度等于工作时间,由于虚工作不占用时间,所以应以垂直虚线表示。
- ⑥ 用波形线把实线部分与其紧后工作的开始节点连接起来,以表示自由时差。
- ⑦ 标出关键线路。将时差为零的箭线从起点节点到终点节点连接起来,并用粗箭线、双箭线或彩色箭线表示,即形成时标网络计划的关键线路。

(2) 直接绘制法

直接绘制法是不计算网络计划时间参数,直接在时间坐标上进行绘制的方法。其绘制步骤和口诀如下：

- ① 时间长短坐标限:箭线的长度代表着具体的施工时间,受到时间坐标的限制。
- ② 曲直斜平利相连:箭线的表达方式可以是直线、折线、斜线等,但是布图合理。
- ③ 箭线到齐补节点:工作的开始节点必须在该工作的全部紧前工作都画出后,定位在这些紧前工作最晚完成的时间刻度上。
- ④ 画完节点补波线:某些工作的箭线长度不足以达到其完成节点时,用波形线补足。
- ⑤ 零线尽量拉垂直:虚工作的持续时间为零,应尽可能让其成为垂直线。
- ⑥ 否则安排有缺陷:如果出现虚工作占据时间的情况,其原因一般是工作面停歇或者施工作业班组没有连续施工。



工程案例 4-16

双代号网络计划见下图,请用直接绘制法绘制其时标网络计划。

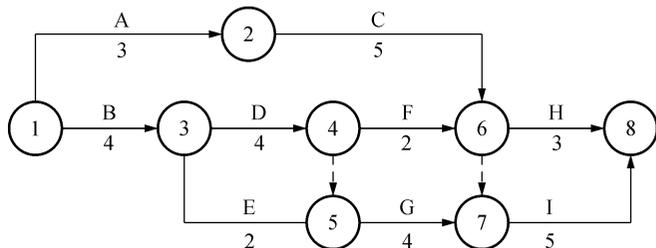


图 4-60 【工程案例 4-16】的双代号网络图



【解析】

(1) 将起点节点定位在时间坐标的起始刻度线上。

(2) 按工作的持续时间绘制起点节点的外向箭线。

将节点①定位在时间坐标的起始刻度线“0”的位置上,从节点①分别绘出工作 A 和 B,如下图所示。

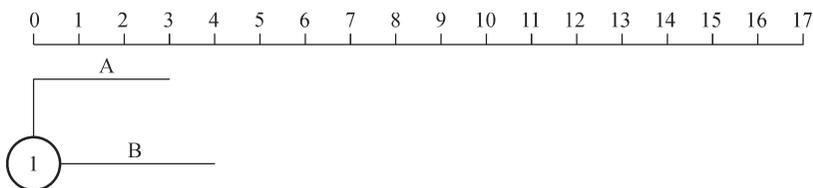


图 4-61 【工程案例 4-16】直接绘制法第一步

(3) 除起点节点外,其他节点必须在其所有内向箭线绘出后,定位在这些箭线中最迟的箭线末端。其他内向箭线的长度不足以到达该节点时,须用波形线补足,箭头画在波形线与该节点的连接处。

(4) 用上述方法从左至右依次确定其他各个节点的位置,直至绘出终点节点。

由于节点②只有一条内向箭线,所以节点②直接定位在箭线 A 的末端;同理,节点③直接定位在箭线 B 的末端,如下图所示。

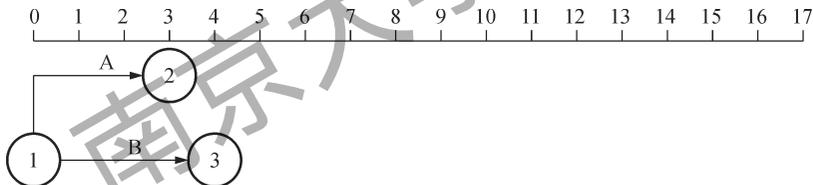


图 4-62 【工程案例 4-16】直接绘制法第二步

(5) 绘制 D 工作,并将节点④定位在箭线 D 的末端;节点⑤的位置需要在绘出虚工作④→⑤和工作 E 之后,定位在工作 E 和虚工作④→⑤中最迟的箭线末端,即时刻“8”的位置上。此时,箭线 E 的长度不足以到达节点⑤,用波形线补足,如下图所示。

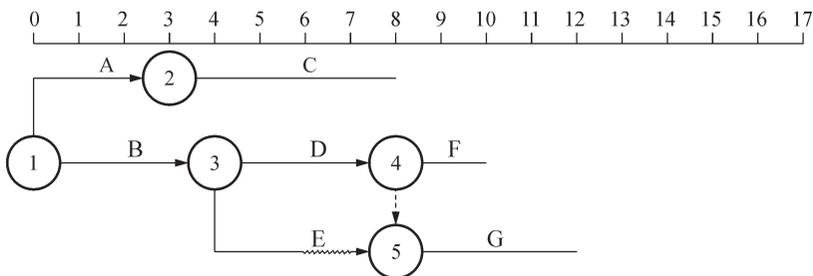


图 4-63 【工程案例 4-16】直接绘制法第三步

(6) 用同样的方法依次确定节点⑥、⑦、⑧的位置,完成时标网络图的绘制,如图4-69和图4-70所示。

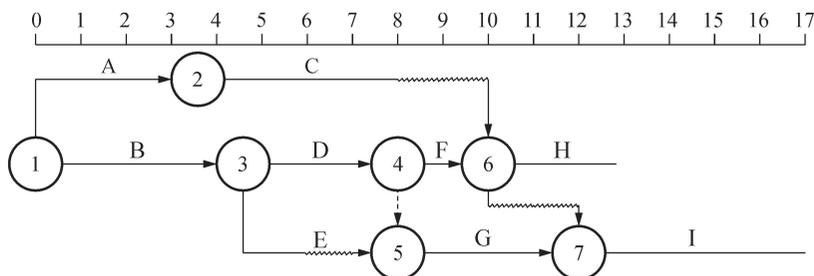


图 4-64 【工程案例 4-16】直接绘制法第四步

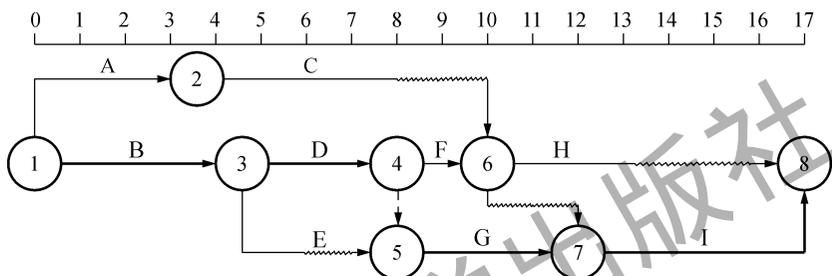


图 4-65 【工程案例 4-16】直接绘制法第五步

4.4.3 双代号时标网络计划时间参数的判定

1. 关键线路的判定

在双代号时标网络图中,自终点节点逆箭线方向朝起点节点观察,自始至终未出现波形线的线路为关键线路。

2. 工期的判定

网络计划的计算工期应等于终点节点所对应的时标值与起点节点所对应的时标值之差。

3. 相邻工作间时间间隔的判定

除以终点节点为完成节点的工作外,工作箭线中波形线的水平投影长度表示工作与其紧后工作之间的时间间隔。

4. 六个时间参数的判定

(1) 最早时间参数:最早开始时间和最早完成时间。

工作箭线左端节点中心所对应的时标值为该工作的最早开始时间。当工作箭线中不存在波形线时,其右端节点中心所对应的时标值为该工作的最早完成时间;当工作箭线中存在波形线时,工作箭线实线部分右端点所对应的时标值为该工作的最早完成时间。



(2) 总时差

工作总时差的判定应逆着箭线从终点节点开始进行。以终点节点为完成节点的工作,其总时差应等于计划工期与本工作最早完成时间之差。其他工作的总时差等于其紧后工作的总时差加本工作与该紧后工作之间的时间间隔所得之和的最小值。

(3) 自由时差

以终点节点为完成节点的工作,其自由时差应等于计划工期与本工作最早完成时间之差。事实上,以终点节点为完成节点的工作,其自由时差与总时差必然相等。其他工作的自由时差就是该工作箭线中波形线的水平投影长度。但当工作之后只紧接虚工作时,则该工作箭线上一定不存在波形线,而其紧接着的虚箭线中波形线水平投影长度的最短者为该工作的自由时差。

(4) 最迟时间参数:最迟开始时间和最迟完成时间。

工作的最迟开始时间等于本工作的最早开始时间与其总时差之和。工作的最迟完成时间等于本工作的最早完成时间与其总时差之和。



工程案例 4-17

某分部工程双代号时标网络计划如下图所示。

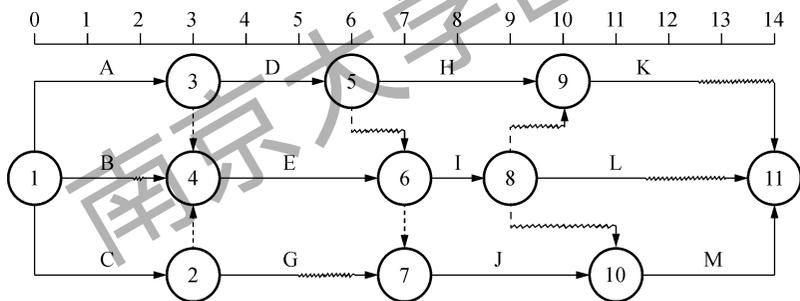


图 4-66 【工程案例 4-17】的时标网络图

问题:

- (1) 工作 A 的总时差和自由时差分别为多少?
- (2) 工作 D 和工作 I 的最迟完成时间分别为多少?

【解析】

(1) 工作 A 本身没有波浪线且其紧后工作连有实工作 D,因此其自由时差为零。

工作 A 到结束节点⑪共有 5 条线路。分别为:

线路 1→3→5→9→11 的总时差为 2 天。

线路 1→3→5→6→8→9→11 的总时差为 4 天。

线路 1→3→5→6→8→11 的总时差为 4 天。

线路 1→3→5→6→8→10→11 的总时差为 3 天。

线路 1→3→5→6→7→10→11 的总时差为 1 天。

以上 5 条线路中总时差最小为 1 天,即工作 A 的总时差为 1 天。

(2) 根据工作的总时差确定最迟完成时间,工作 D 的总时差为 1 天,因此工作 D 最迟完成时间为第 7 天。工作 I 的总时差为 2 天,因此工作 I 的最迟完成时间为第 11 天。

任务 5 网络计划的优化

如果关键线路工期长,非关键线路自由安排时间较多,就需要根据工程特点进行调整和优化,对人力、材料、机械及时间进行合理安排,降低工期和造价。

网络计划的优化,包括工期优化、费用优化及资源优化。

工期优化:工期不满足要求工期时,通过压缩关键工作的持续时间以满足要求工期目标的过程。

费用优化:寻求工程总成本最低时的工期安排,或按照要求工期寻求最低成本的计划安排的过程。

资源优化:为完成一项计划任务寻求所需投入的人力、材料、机械和资金目标综合最优的过程。

4.5.1 工期优化

1. 工期优化的步骤

不改变网络计划中各项工作之间逻辑关系的前提下,通过压缩关键工作的持续时间来达到优化目标。

当出现多条关键线路时,必须将各条关键线路的总持续时间压缩成相同数值,否则,不能有效缩短工期。

- (1) 确定计算工期及关键线路。
- (2) 按照要求工期计算应缩短的时间(ΔT)

$$\Delta T = T_C - T_R \quad (4-21)$$

式中, T_C :计算工期; T_R :要求工期。

- (3) 选择应缩短持续时间的关键工作

- ① 缩短不影响质量安全的工作。
- ② 缩短有充足备用资源的工作。
- ③ 缩短增加费用最少的工作。

- (4) 将选定的关键工作的持续时间压缩至最短,重新确定计算工期及关键线路。



若被压缩的工作称为非关键工作,则延长持续时间使之成为关键工作。

- (5) 重复以上步骤,直至工期满足要求。
- (6) 所有工作压缩到极限以后仍不能满足要求,对技术方案、组织方案进行调整。

2. 工期优化应注意的问题

- ① 资源是否过度分配。
- ② 工序安排是否出现变化。
- ③ 成本是否上升且超过预算。
- ④ 是否需要通过增加资源,资源是否具备可利用性。
- ⑤ 是否出现其他关键工作或多条线路,是否增加项目风险。



工程案例 4-18

某工程项目进度计划网络图如下所示,原计划工期是 170 天,在第 75 天进行进度检查时发现,工作 A 全部完成,工作 B 刚刚开始。

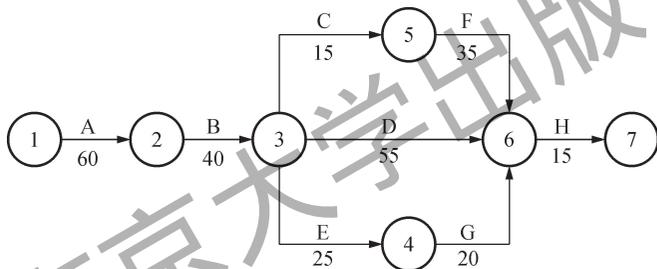


图 4-67 【工程案例 4-18】的进度网络图

表 4-13 【工程案例 4-18】的各工作相关参数

工作名称	最大可压缩时间	持续时间/天
A	10	200
B	5	200
C	3	100
D	10	300
E	5	200
F	10	150
G	10	120
H	5	420

问题:

- (1) 为保证工期为 170 天,调整工期,列出过程。

- (2) 计算赶工费用。
- (3) 调整后的关键线路。

【解析】

(1) 为保证工期为 170 天,调整工期。

① 找出正常情况下的关键线路:A→B→D→H。

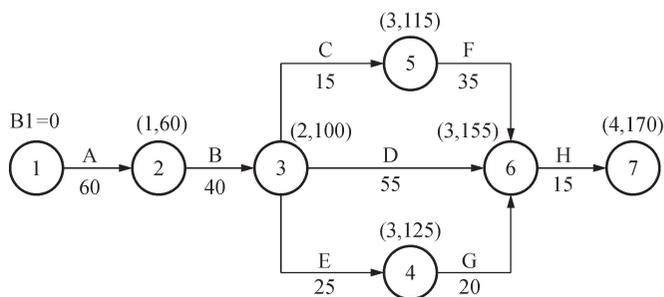


图 4-68 【工程案例 4-18】调整工期过程一

② 找出进度检查后的关键线路:A→B→D→H。

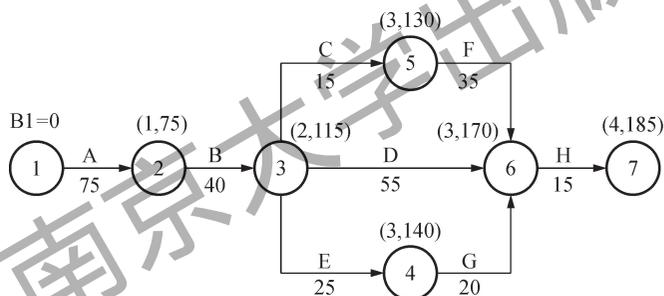


图 4-69 【工程案例 4-18】调整工期过程二

③ 在 B、D、H 三个工作中,赶工费用最低的工作为 B,B 工作可以压缩 5 天,赶工费用 $5 \times 200 = 1\ 000$ 元。

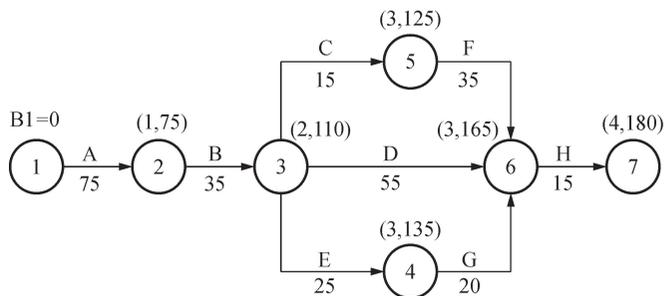


图 4-70 【工程案例 4-18】调整工期过程三

总工期 180 天,关键线路为:A—B—D—H。



④ 剩余的关键工作中,工作 D 的赶工费用最低,对 D 工作进行工期压缩,D 工作可以压缩十天,考虑 C、F、E、G 工作,只能压缩 5 天,赶工费用 $5 \times 300 = 1500$ 元。

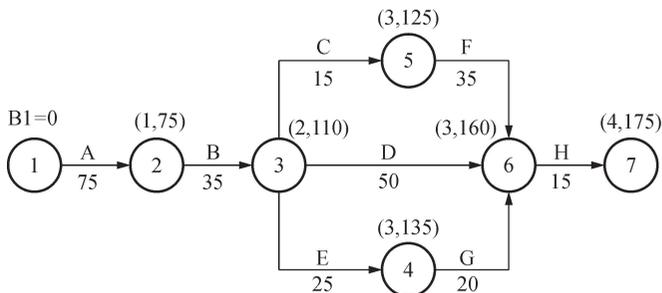


图 4-71 【工程案例 4-18】调整工期过程四

总工期 175 天,关键线路为:A—B—D—H,A—B—C—F—H。

⑤ 剩余的工作中,存在三种压缩方式,同时压缩 C、D,或者同时压缩 E、D,压缩 H 工作。压缩 C、D 赶工费最低,C 压缩 3 天,D 压缩 3 天,赶工费用 $3 \times 100 + 3 \times 300 = 1200$ 元。

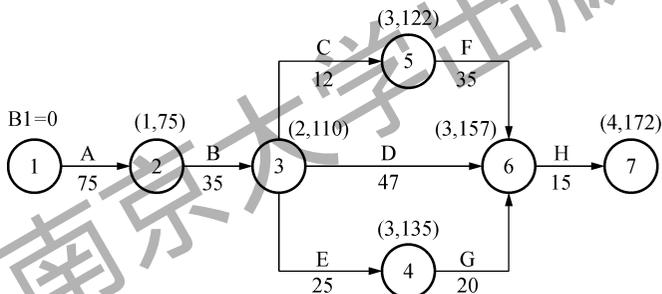


图 4-72 【工程案例 4-18】调整工期过程五

总工期 172 天,关键线路为:A—B—D—H,A—B—C—F—H。

⑥ 剩余的工作中,压缩 H 工作赶工费最低,压缩 2 天,赶工费用 $2 \times 420 = 840$ 元。

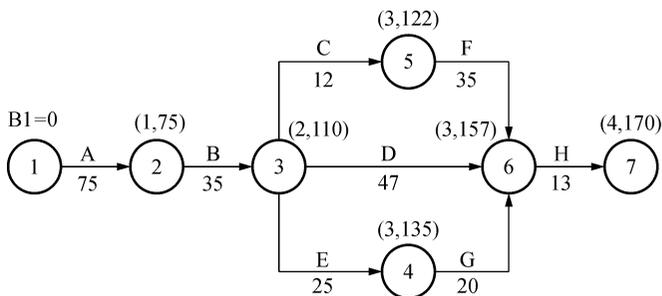


图 4-73 【工程案例 4-18】调整工期过程六

总工期 170 天,关键线路为:A—B—D—H,A—B—C—F—H。

(2) 所需投入的赶工费为:1 000+1 500+1 200+840=4 540 元。

(3) 总工期 170 天,关键线路为:A—B—D—H,A—B—C—F—H。



工程案例 4-19

已知网络计划如下图,要求工期为 11 天,试用非时标网络计划对其进行优化(优选系数小的工作先考虑)。

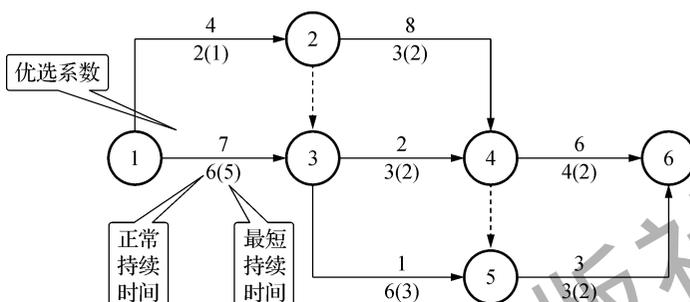


图 4-74 【工程案例 4-19】的网络计划图

【解析】

- (1) 计算并找出初始网络计划的关键线路、关键工作。
- (2) 求出应压缩的时间 $\Delta T = T_C - T_R = 15 - 11 = 4$ 天。
- (3) 确定各关键工作能压缩的时间。

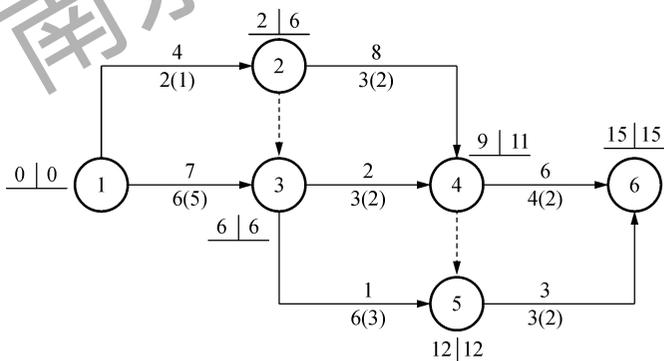


图 4-75 【工程案例 4-19】的网络计划优化过程一

- (4) 选择关键工作压缩作业时间,并重新计算工期 T'_C 。第一次:选择工作③—⑤,压缩 2 天,成为 4 天;工期变为 13 天,③—④和④—⑥也变为关键工作。

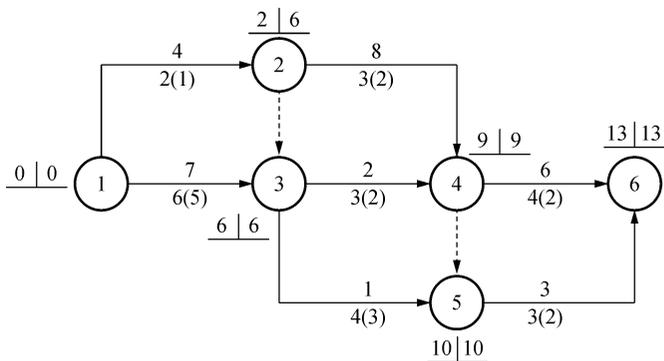


图 4-76 【工程案例 4-19】的网络计划优化过程二

(5) 选择关键工作压缩作业时间,并重新计算工期 T'_c 。第二次:选择工作③—④和③—⑤,同时压缩 1 天,③—④成为 2 天,③—⑤成为 3 天。工期变为 12 天,关键工作没有变化。

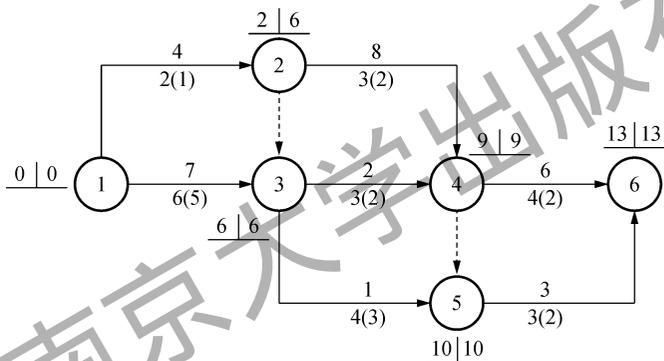


图 4-77 【工程案例 4-19】的网络计划优化过程三

(6) 选择关键工作压缩作业时间,并重新计算工期 T'_c 。第三次:选择工作①—③,压缩 1 天,成为 5 天;工期变为 11 天,关键工作没有变化。

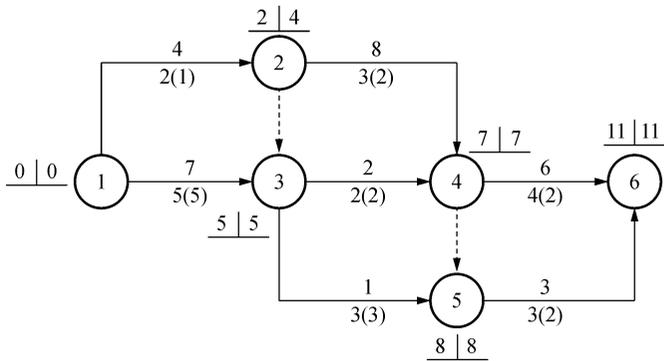


图 4-78 【工程案例 4-19】的网络计划优化过程四

4.5.2 费用及资源优化

1. 费用优化

费用优化又称工期成本优化,是指寻求工程总成本最低时的工期安排,或者按要求工期寻求最低成本的计划安排的过程。

2. 资源优化

资源指为完成一项计划任务所需投入的人力、材料、机械、资金等。合理安排工作进度,避免出现资源需求高峰及低谷。通过改变工作的开始时间及完成时间,使资源的分布符合优化目标,解决资源的供需矛盾、实现资源均衡利用。

通常情况下,网络计划的资源优化分为两种,即“资源有限,工期最短”的优化和“工期固定,资源均衡”的优化。

小结

本模块主要让学生通过学习,掌握双代号和单代号网络图的绘制与时间参数的计算,以及双代号时标网络图的绘制与时间参数的判定,并能对网络计划进行工期优化。

思考练习题

一、单项选择题

- 以下关于双代号网络图的说法正确的是()。
 - 箭尾节点数字可以大于箭头节点数字
 - 可以出现循环线路
 - 可以出现虚工作
 - 可以出现多个结束节点
- 以下关于双代号网络图的说法错误的是()。
 - 实工作用实箭线表示
 - 虚工作用虚箭线表示
 - 实工作既占用时间也占用资源
 - 虚工作占用时间但不消耗资源
- 以下关于关键线路的说法错误的是()。
 - 关键线路上的工作是关键工作
 - 网络图中关键线路只有一条



- C. 关键线路没有时间储备
D. 网络图肯定有关键线路
4. 已知某工程网络计划中工作 A 的自由时差为 2 天,总时差为 6 天,现实际进度影响总工期 2 天,在其他工作均正常的前提下,工作 A 的实际进度比计划进度拖延了()天。
A. 4 B. 6 C. 8 D. 10
5. 在工程网络计划中,关键工作是()的工作。
A. 自由时差为零 B. 总时差最小
C. 两端节点为关键节点 D. 总时差最大
6. C、D 两项工作的最早开始时间分别为 6 d 和 7 d,它们的持续时间分别为 9 d 和 10 d,则它们共同紧后工作 E 的最早开始时间为()。
A. 15 d B. 16 d C. 17 d D. 18 d
7. 某工程计划中 B 工作的持续时间为 5 天,总时差为 9 天,自由时差为 3 天。如果 A 工作实际进度拖延 12 天,则会影响工程计划工期()。
A. 3 天 B. 4 天 C. 5 天 D. 10 天
8. 双代号网络图中,某节点 J 的最早时间为 7 天,以其为终点节点的工作 I—J 的总时差 TF 为 8 天,自由时差 FF 为 3 天,则该节点的最迟时间为()。
A. 10 天 B. 11 天 C. 12 天 D. 13 天
9. 关于双代号网络图中终点节点和箭线关系的说法,正确的是()。
A. 既有内向箭线,又有外向箭线 B. 只有外向箭线,没有内向箭线
C. 只有内向箭线,没有外向箭线 D. 既无内向箭线,又无外向箭线
10. 关于双代号网络计划的工作最迟开始时间的说法,正确的是()。
A. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最大值
B. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最小值
C. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最大值减去持续时间
D. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最小值减去持续时间
11. 下列有关双代号网络图的说法,正确的是()。
A. 工作、节点编号和箭线是构成双代号网络图的三要素
B. 双代号网络图中箭线表示工作间的逻辑关系
C. 箭线的长短在无时间坐标条件下与工作时间长短无关
D. 箭线只能绘成直线
12. 某 A 项工作有两项紧后工作 D 和 E,D 的最迟完成时间为 20 天,持续时间为 13 天;E 的最迟时间为 25 天,持续时间为 15 天。则 A 工作的最迟完成时间为()天。
A. 20 B. 15 C. 10 D. 7
13. 关于自由时差和总时差,下列说法中错误的是()。

- A. 自由时差为零,总时差必定为零
B. 总时差为零,自由时差必为零
C. 不影响总工期的前提下,工作的机动时间为总时差
D. 不影响紧后工序最早开始的前提下,工作的机动时间为自由
14. 某工程计划中 A 工作的持续时间为 5 天,总时差为 8 天,自由时差为 4 天。如果 A 工作实际进度拖延 13 天,则会影响工程计划工期()。
- A. 3 天 B. 4 天 C. 5 天 D. 10 天
15. 建设工程进度网络图与横道图相比,其主要优点是能够()。
- A. 明确表达各项工作之间的逻辑关系
B. 直观表达工程进度计划的计算工期
C. 明确表达各项工作之间的搭接时间
D. 直接表达各项工作的持续时间
16. 双代号网络图中,虚工作(虚箭线)表示工作之间的()。
- A. 时间间歇 B. 搭接关系 C. 逻辑关系 D. 自由时差
17. 双代号网络图中节点是箭线之间的连接点,网络图中既有内向箭线,又有外向箭线的节点称为()。
- A. 中间节点 B. 起点节点 C. 终点节点 D. 交接节点
18. 已知某双代号网络图中工作 M 的自由时差为 3 天,总时差为 6 天。通过检查分析,发现该工作的实际进度拖后,且影响总工期 2 天。在其他工作均正常的前提下,工作 M 的实际进度拖后()。
- A. 1 天 B. 4 天 C. 8 天 D. 9 天
19. 当网络图中某一非关键工作的持续时间拖延 Δ ,且大于该工作的总时差 TF 时,网络图总工期将()。
- A. 拖延 B. 拖延 $\Delta+TF$ C. 拖延 $\Delta-TF$ D. 拖延 $TF-\Delta$
20. 在双代号网络图中,如果生产性工作 M 和 N 之间的先后顺序关系属于工艺关系,则说明它们的先后顺序是由()决定的。
- A. 劳动力调配 B. 原材料供应 C. 工艺过程 D. 资金需求
21. 工作自由时差是指()。
- A. 在不影响总工期的前提下,该工作可以利用的机动时间
B. 在不影响其紧后工作最迟开始时间的前提下,该工作可以利用的机动时间
C. 在不影响其紧后工作最迟完成时间的前提下,该工作可以利用的机动时间
D. 在不影响其紧后工作最早开始时间的前提下,该工作可以利用的机动时间
22. 当网络计划的计划工期小于计算工期时,关键工作的总时差()。
- A. 等于零 B. 大于零 C. 小于零 D. 小于或等于零
23. 工作 D 有三项紧前工作 A、B、C,其持续时间分别为 $A=3$ 天、 $B=7$ 天、 $C=5$



天,其最早开始时间分别为 $A=4$ 天、 $B=5$ 天、 $C=6$ 天,则工作 C 的自由时差为()天。

- A. 0 B. 5 C. 1 D. 3

24. 已知在双代号网络图中,某工作有四项紧后工作,它们的最迟开始时间分别为 17 天、20 天、22 天和 25 天。如果该工作的持续时间为 6 天,则其最迟开始时间为()天。

- A. 11 B. 14 C. 16 D. 19

25. 在单代号网络图中,设工作 H 的紧后工作有 I 和 J,总时差分别为 3 天和 4 天,工作 H、I 之间的时间间隔为 8 天,工作 H、J 之间的时间间隔为 6 天,则工作 H 的总时差为()天。

- A. 5 B. 8 C. 10 D. 12

26. 在双代号时标网络图中,以波形线表示工作的()。

- A. 逻辑关系 B. 关键线路 C. 总时差 D. 自由时差

27. 在工程网络计划的执行过程中,发现某工作的实际进度比其计划进度拖后 5 天,影响总工期 2 天,则该工作原来的总时差为()天。

- A. 2 B. 3 C. 5 D. 7

28. 某工程进度计划中工作 A 的持续时间为 5 天,总时差为 10 天,自由时差为 4 天。如果工作 A 的实际进度拖延 14 天,则会影响工程计划工期()天。

- A. 9 B. 8 C. 10 D. 4

29. 已知某工作 $i-j$ 的持续时间为 5 天,其节点 i 的最早时间为 19 天,最迟时间为 22 天,则该工作的最早完成时间为()天。

- A. 18 B. 22 C. 24 D. 39

二、多项选择题

1. 在工程网络计划中,关键工作是()的工作。

- A. 自由时差为零 B. 总时差最小 C. 两端节点为关键节点
D. 关键线路上 E. 持续时间最长

2. 在工程双代号网络计划中,某项工作的最早完成时间是指其()。

- A. 开始节点的最早时间与工作总时差之和
B. 开始节点的最早时间与工作持续时间之和
C. 完成节点的最迟时间与工作持续时间之差
D. 完成节点的最迟时间与工作总时差之差
E. 完成节点的最迟时间与工作自由时差之差

3. 已知网络计划中工作 M 有两项紧后工作,这两项紧后工作的最早开始时间分别为第 15 天和第 18 天,工作 M 的最早开始时间和最迟开始时间分别为第 6 天和第 9 天。如果工作 M 的持续时间为 9 天,则工作 M()。

- A. 总时差为 3 天
B. 自由时差为 0 天
C. 总时差为 2 天
D. 自由时差为 2 天
E. 与紧后工作时间间隔分别为 0 天和 3 天
4. 关于关键线路和关键工作的说法,正确的有()。
- A. 关键线路上相邻工作的时间间隔为零
B. 关键线路上各工作持续时间之和最长
C. 关键线路可能有多条
D. 关键工作的总时差一定为零
E. 关键工作的最早开始时间等于最迟开始时间
5. 当计算工期超过计划工期时,可压缩关键工作的持续时间以满足要求。在确定缩短持续时间的关键工作时,宜选择()。
- A. 缩短持续时间而不影响质量和安全的工作
B. 有多项紧前工作的工作
C. 有充足备用资源的工作
D. 缩短持续时间所增加的费用相对较少的工作
E. 单位时间消耗资源量大的工作
6. 与网络图相比,横道图进度计划法的特点有()。
- A. 适用于手工编制计划
B. 工作之间的逻辑关系表达清楚
C. 能够确定计划的关键工作和关键线路
D. 调整工作量大
E. 适应大型项目的进度计划系统
7. 在各种计划方法中,()的工作进度线与时间坐标相对应。
- A. 形象进度计划
B. 横道图
C. 双代号网络图
D. 单代号搭接网络图
E. 双代号时标网络图
8. 在双代号网络图绘制过程中,要遵循一定的规则和要求。下列表述中,正确的是()。
- A. 一项工作应当对应唯一的一条箭线和相应的一个节点
B. 箭尾节点的编号应小于其箭头节点的编号,即 $i < j$
C. 节点编号可不连续,但不允许重复
D. 无时间坐标的双代号网络图的箭线长度原则上可以任意画
E. 一张双代号网络图中必定有一条以上的虚箭线
9. 网络图中工作之间的逻辑关系包括()。
- A. 工艺关系
B. 组织关系
C. 生产关系
D. 技术关系



E. 协调关系

10. 在工程网络图中,关键线路是指()的线路。
- A. 双代号网络图中无虚箭线
 - B. 双代号时标网络图中无波形线
 - C. 单代号网络图中工作时间间隔为零
 - D. 双代号网络图中持续时间最长
 - E. 单代号网络图中自由时差为零的工作连起来
11. 当计算工期不能满足要求工期时,需要压缩关键工作的持续时间以满足工期要求。在选择缩短持续时间的关键工作时宜考虑()。
- A. 缩短持续时间对质量影响不大的工作
 - B. 缩短持续时间所需增加的费用最少的工作
 - C. 有充足备用资源的工作
 - D. 持续时间最长的工作
 - E. 缩短持续时间对安全影响不大的工作

三、简答题

1. 什么是逻辑关系?虚工作的作用是什么?举例说明。
2. 双代号网络图绘制规则有哪些?
3. 一般网络计划要计算哪些时间参数?简述各参数的符号。
4. 什么是总时差?什么是自由时差?两者有何关系?
5. 什么是关键线路?对于双代号网络计划和单代号网络计划如何判断关键线路?
6. 简述双代号网络计划中工作计算法的计算步骤。
7. 简述单代号网络计划与双代号网络计划的异同。
8. 双代号时标网络计划有什么特点?
9. 简述网络计划优化的分类。
10. 双代号网络图的构成要素包括哪些?
11. 简述双代号网络图的绘制原则。
12. 简述工作总时差和自由时差的含义及其区别。
13. 双代号网络图的时间参数有哪些?
14. 简述单代号网络图的绘制规则。
15. 简述双代号时标网络图的绘制方法。

四、绘图题

1. 已知各项工作之间的逻辑关系如下表所示,试绘制双代号网络图。

表 4-14 工作之间的逻辑关系表

工作	A	B	C	D	E	F	G	H
紧前工作	—	—	A	A	B,C	B,C	D,E	D,E,F

2. 已知各项工作之间的逻辑关系如下表所示,试绘制双代号网络图。

表 4-15 工作之间的逻辑关系表

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I
紧前工作	—	A	A	B	B,C	C	D,E	E,F	H,G
紧后工作	B,C	D,E	E,F	G	G	H	I	I	—

3. 已知各项工作之间的逻辑关系如下表所示,试绘制双代号网络图,并计算各项工作的时间参数,判定关键线路。

表 4-16 工作之间的逻辑关系表

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
持续时间	2	3	5	2	3	3	2	3	6	2
紧前工作	—	A	A	B	B	D	E	E,F	C,E,F	G,H

4. 某工程有九项工作组成,它们的持续时间和网络逻辑关系见下表,试绘制双代号网络图,并计算节点时间参数。

表 4-17 某工程的工作持续时间与网络逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I
紧前工作	—	—	—	A,B,C	B	C	C	B	D,H,G
持续时间	4	6	6	5	8	3	5	4	9

5. 某工程由九项工作组成,它们的持续时间和网络逻辑关系见下表,试绘制双代号网络图,并计算工作时间参数。

表 4-18 某工程的工作持续时间与网络逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I
紧前工作	—	—	A	A	C	C	D,F	G,E	B,G
持续时间	5	5	6	7	10	3	4	4	2

6. 某工程有九项工作组成,它们的持续时间和网络逻辑关系见下表,试绘制双代号网络图,并计算工作时间参数。



表 4-19 某工程工作的持续时间与网络逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I
紧前工作	—	A	A	B、C	B	C	D、E	D、F	H、G
持续时间	3	4	6	8	5	4	6	4	5

五、案例题

1. 如下图所示为某工程双代号网络图,把它改绘成时标网络图,计算每一项工作的最早时间、最迟时间、总时差和自由时差,并确定出关键线路。

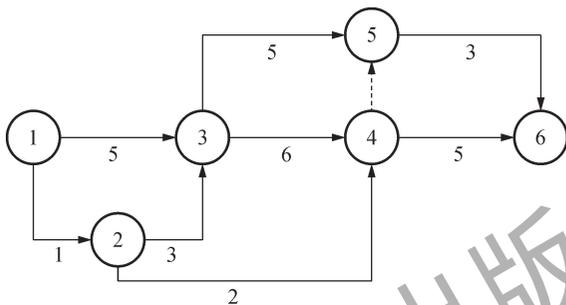


图 4-79 某工程双代号网络图

2. 某装修工程各工序的逻辑关系及工作持续时间如下表所示。

表 4-20 各工序名称及持续时间

工程代号	工序名称	紧前工作	紧后工作	持续时间/天
A	天棚粉刷 1		B、C	2
B	天棚粉刷 2	A	D、E	3
C	墙面粉刷 1	A	E、F	2
D	天棚粉刷 3	B	G	2
E	墙面粉刷 2	B、C	G、H	3
F	地面 1	C	H	1
G	墙面粉刷 3	D、E	I	2
H	地面 2	E、F	I	1
I	地面 3	G、H		1

问题:(1) 依据上表绘制双代号网络图,并计算时间参数。

(2) 双代号网络计划关键线路应如何判断? 确定该网络计划的关键线路并在图上用双线标出。

(3) 按最早时间绘出该网络图的时标网络计划。

执业资格考试真题

一、单项选择题

1. (二级建造师)若工作 A 持续 4 天,最早开始时间第 2 天,有两个紧后工作:工作 B 持续 1 天,最迟第 10 天开始,总时差 2 天;工作 C 持续 2 天,最早第 9 天完成。则工作 A 的自由时差是()天。

- A. 0 B. 1 C. 2 D. 3

2. (二级建造师)某项目网络计划如下图所示(时间单位:天),关于 D 工作的说法,正确的是()。

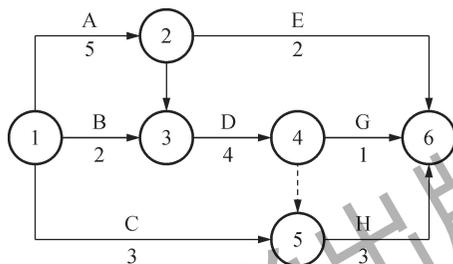


图 4-80 某项目网络计划图

- A. 工作 D 只能出现在关键线路上
 B. 工作 D 只能出现在非关键线路上
 C. 工作 D 可以出现在非关键线路上
 D. 工作 D 总时差不为零

3. (二级建造师)网络计划中,某项工作的最早开始时间是第 4 天,持续 2 天,两项紧后工作的最迟开始时间是第 9 天和第 11 天,该项工作的最迟开始时间是第()天。

- A. 7 B. 6 C. 8 D. 9

4. (二级建造师)某双代号网络计划如下图所示(时间单位:天),其计算工期是()天。

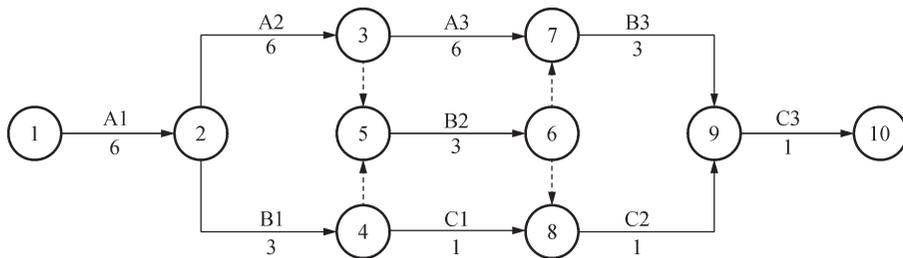


图 4-81 某双代号网络计划图

- A. 12 B. 14 C. 22 D. 17



5. (二级建造师)某工作有2个紧后工作,紧后工作的总时差分别是3天和5天,对应的间隔时间分别是4天和3天,则该工作的总时差是()天。

- A. 6 B. 8 C. 9 D. 7

6. (一级建造师)某双代号时标网络计划如下图所示,工作F,工作H的最迟完成时间分别为()。

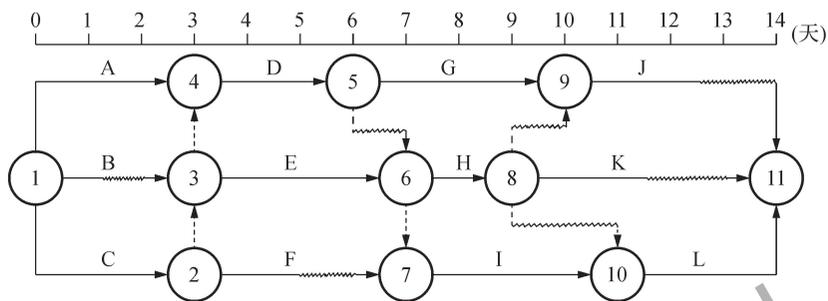


图 4-82 某双代号时标网络计划图

- A. 第 8 天,第 11 天 B. 第 8 天,第 9 天
C. 第 7 天,第 11 天 D. 第 7 天,第 9 天

7. (二级建造师)某单代号网络图如下图所示,其逻辑关系表述正确的是()。

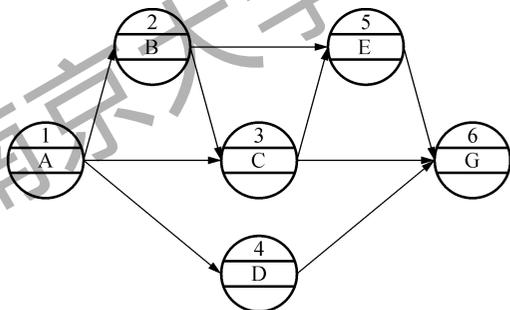


图 4-83 某单代号网络计划图

- A. 工作 B 完成后,即可进行工作 E
B. 工作 C 完成后,即可进行工作 G
C. 工作 E、D 均完成后,才能进行工作 G
D. 工作 B、C 均完成后,才能进行工作 E
8. (一级建造师)关于双代号时标网络计划的说法,正确的是()。

- A. 时间坐标系方向可以垂直向上
B. 节点中心必须对准相应时标位置
C. 可以用水平虚箭线表示虚工作
D. 时间坐标必须是日历坐标体系

二、多项选择题

1. (一级建造师)关于双代号网络计划中线路的说法,正确的有()。

- A. 长度最短的线路称为非关键线路
- B. 一个网络图中可能有一条或多条关键线路
- C. 线路中各项工作持续时间之和就是该线路的长度
- D. 线路中各节点应从小到大连续编号
- E. 没有虚工作的线路称为关键线路

2. (二级建造师)某双代号网络计划如下图,关键线路有()。

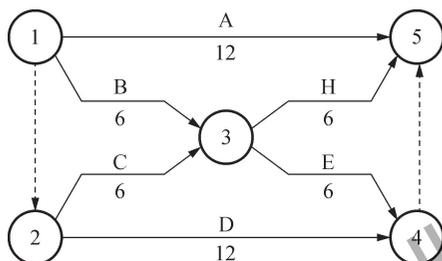


图 4-84 某双代号网络计划图

- A. 2—3—5 B. 1—5 C. 1—3—4 D. 2—3—4 E. 1—3—5

3. (二级建造师)关于工程网络计划中工作最迟完成时间计算的说法,正确的有()。

- A. 等于其所有紧后工作最迟完成时间的最小值
- B. 等于其所有紧后工作间隔时间的最小值
- C. 等于其所有紧后工作最迟开始时间的最小值
- D. 等于其完成节点的最迟时间
- E. 等于其最早完成时间与总时差的和

4. (二级建造师)网络计划中工作的自由时差是指该工作()。

- A. 最迟完成时间与最早完成时间的差值
- B. 所有紧后工作最早开始时间的最小值与本工作最早完成时间的差值
- C. 与所有紧后工作间波形线段水平长度和的最小值
- D. 与所有紧后工作间间隔时间的最小值
- E. 与其所有紧后工作自由时差与间隔时间和的最小值

5. (一级建造师)某工程双代号网络计划如下图所示,已标出各项工作的最早开始时间(ES_{i-j})、最迟开始时间(LS_{i-j})和持续时间(D_{i-j})。该网络计划表明()。

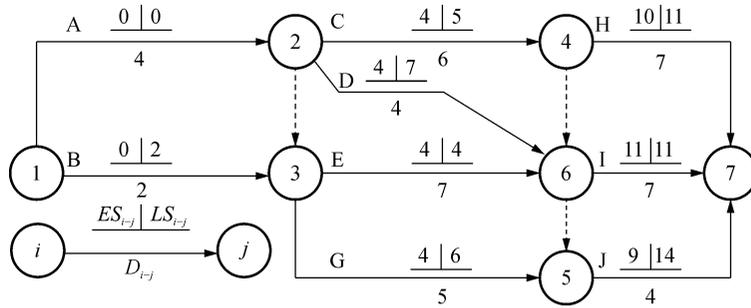


图 4-85 某工程双代号网络计划

- A. 工作 C 和工作 E 均为关键工作
- B. 工作 B 的总时差和自由时差相等
- C. 工作 D 的总时差和自由时差相等
- D. 工作 G 的总时差、自由时差分别为 2 天和 0 天
- E. 工作 J 的总时差和自由时差相等

南京大学出版社