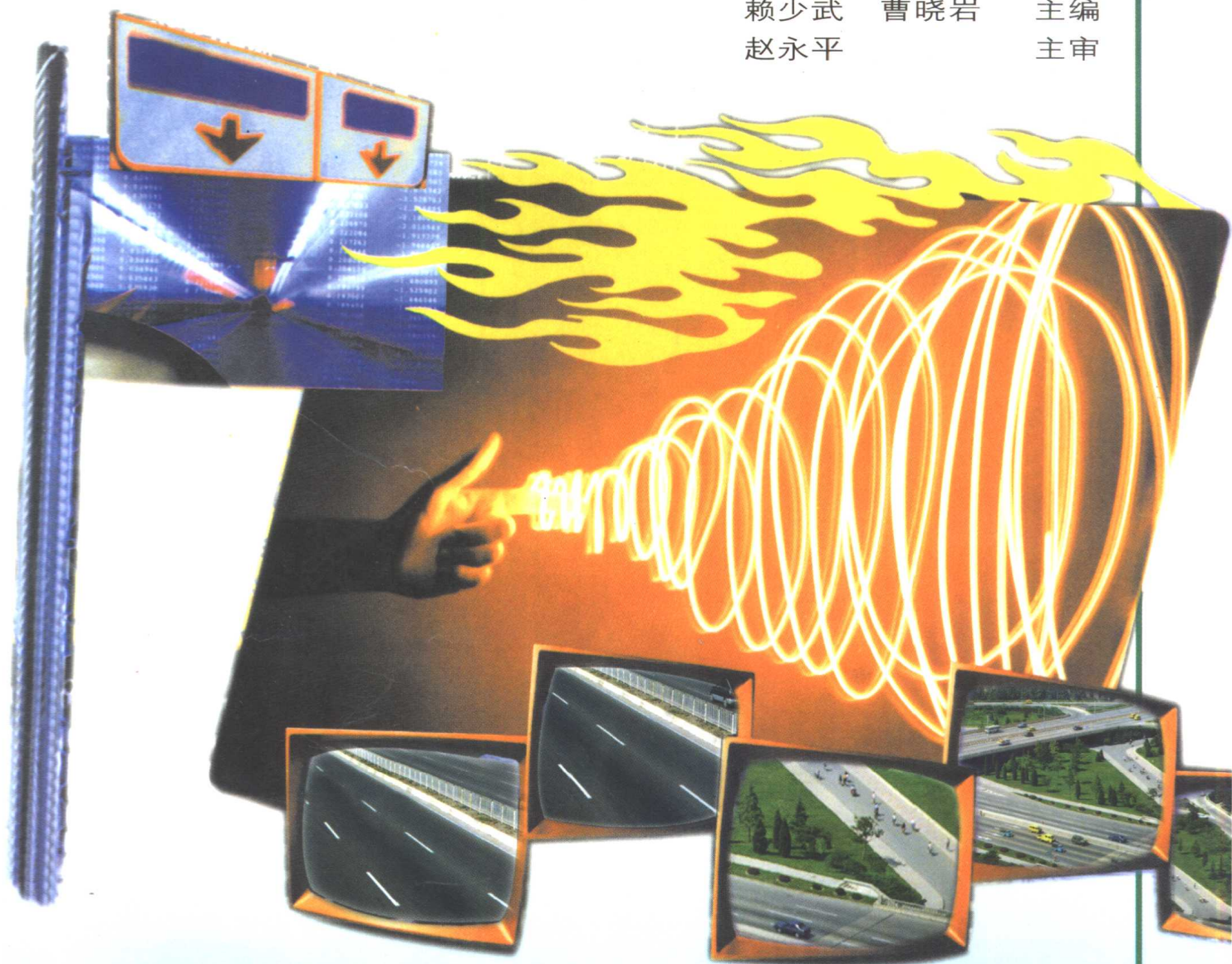


公路工程 施工进度控制

赖少武 曹晓岩 主编
赵永平 主审



人民交通出版社

GongLu Gongcheng Shigong Jindu Kongzhi

公路工程施工进度控制

赖少武 曹晓岩 主编
赵永平 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

公路工程施工进度控制与投资控制和质量控制一样,是项目施工中的重点控制内容之一。它是保证工程按期完成的重要措施。

全书共分五章:进度控制概论、公路工程施工进度计划的编制、网络计划技术、网络计划的优化和控制、工程项目进度计划控制等。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程施工进度控制 / 赖少武, 曹晓岩主编. — 北京:
人民交通出版社, 1999

ISBN 7-114-03302-8

I.公… II.①赖… ②曹… III.道路工程-工程施工-
进度-控制 IV.U415

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 08599 号

公路工程施工进度控制

赖少武 曹晓岩 主编

赵永平 主审

版式设计: 周 园 责任校对: 尹 静 责任印制: 张 凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 9.25 字数: 226 千

1999 年 5 月 第 1 版

1999 年 5 月 第 1 版 第 1 次印刷 总第 1 次印刷

印数: 0 001—3 000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-114-03302-8

U · 02359

本书编写人员

主 编：	赖少武	黑龙江省交通高等专科学校
	曹晓岩	黑龙江省交通高等专科学校
副主编：	郭德池	黑龙江省公路局
	周长军	黑龙江省路桥公司二处
	张 兴	黑龙江省哈同公路公司
参 编：	彭永恒	黑龙江省交通高等专科学校
	盛可鉴	黑龙江省交通高等专科学校
	王百成	黑龙江省交通高等专科学校
	马桂军	黑龙江省交通高等专科学校
	李 树	哈尔滨市公路管理处
	宋朝辉	哈尔滨市公路工程处

前 言

公路工程进度控制是工程项目管理的重要内容之一，因为对于一个公路建设项目能否在预定的时间内交付使用，直接关系到投资效益的发挥和工程质量的保证。鉴于工程进度控制内容技术性和综合性很强，涉及内容广，所以在本书的编写过程中，作者始终遵循理论与实际相结合的原则，力求做到深入浅出，图文并茂，理论阐述精辟，又有可操作性，因此本书具有内容充实，方法新颖和实用性强等特点。

全书共分五章，其内容包括：进度控制概论，公路工程施工进度计划的编制，网络计划技术，网络计划的优化和控制，工程项目进度计划控制等。

本书可作为公路工程大专院校师生学习参考，并可作为工程监理、建设单位，施工单位工程项目管理人员的工作参考书。

本书由黑龙江交通高等专科学校赖少武、曹晓岩主编。具体编写情况是：赖少武编写第一章、第五章；曹晓岩编写第四章；郭德池、张兴、王百成、马桂军、宋朝辉编写第三章；周长军、彭永恒、盛可鉴、李树编写第二章。全书由赵永平主审。

由于作者水平有限，书中的缺点和错误在所难免，恳请各位专家、读者批评指正。

目 录

第一章 进度控制概论	(1)
第一节 工程进度控制的概念	(1)
第二节 工程项目进度控制原理	(2)
第三节 公路工程基本建设项目的组成	(4)
第二章 公路工程施工进度计划的编制	(6)
第一节 公路工程产品的生产特点	(6)
第二节 施工过程的时间组织	(8)
第三节 流水作业参数的计算	(13)
第四节 流水作业分类及工期计算	(18)
第五节 工程进度计划的编制	(24)
第三章 网络计划技术	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 双代号网络计划技术	(39)
第三节 双代号时标网络计划	(61)
第四节 单代号网络计划	(63)
第五节 单代号搭接网络计划	(72)
第六节 流水作业网络计划	(81)
第七节 网络计划技术在实际工程中的应用	(86)
第四章 网络计划的优化和控制	(89)
第一节 网络计划的优化	(89)
第二节 网络计划的控制	(106)
第五章 工程项目进度计划的控制	(110)
第一节 工程项目进度计划的实施、检查和调整过程	(110)
第二节 工程项目实际进度与计划进度的比较方法	(114)
第三节 工程项目进度计划实施过程中的调整	(126)
主要参考文献	(141)

第一章 进度控制概论

第一节 工程进度控制的概念

一、工程进度控制概念

工程项目进度控制与投资控制和质量控制一样，是项目施工中的重点控制内容之一。它是保证工程项目按期完成，合理安排资源供应，节约工程成本的重要措施

工程项目进度控制是指在既定工期内，编制出最优施工进度计划，在执行该计划的施工中，经常检查施工实际进度情况，并将其与计划进度相比较，若出现偏差，便分析产生的原因和对工期的影响程度，找出必要的调整措施，修改原计划，不断地如此循环直至工程竣工验收。

工程项目进度控制的总目标是确保工程项目的既定目标工期的实现，或者在保证施工质量和不因此而增加施工实际成本的条件下，适当缩短施工工期。

工程项目进度控制目标与投资控制目标和质量控制目标三者是对立和统一的关系。在一般情况下，进度快就要增加投资，但工程如提前使用就可能提高投资效益；进度快有可能影响质量，而质量控制严格，则有可能会影响进度，但因质量的严格控制而不致返工，又会加快进度。所以说，这三个目标控制要恰到好处，三个目标是一个系统，应在矛盾中求得目标的统一。

二、影响工程项目进度的因素

由于工程项目的施工特点，尤其是较大和复杂的工程项目，工期较长，影响进度因素较多。编制计划和执行控制施工进度计划时必须充分估计这些因素，才能克服其影响，使施工进度尽可能按计划进行。当出现偏差时，应考虑有关影响因素，分析产生的原因。其主要影响因素有：

1. 有关单位的影响

工程项目的施工单位对施工进度起决定性作用，但是业主、设计单位、运输部门、银行信贷单位、材料设备供应部门、运输部门、水、电供应部门及政府的有关主管部门都可能给施工的某些方面造成困难而影响施工进度。其中设计单位图纸不及时和有错误以及有关部门或业主对设计方案的变动是经常发生和影响施工进度的最大因素。材料和设备不能按期供应，或质量、规格不符合要求，都将使施工停顿。资金不能保证也会使施工进度中断或速度减慢等。

2. 施工条件的变化

施工中工程地质条件和水文地质条件与勘察设计的不符，如地质断层、地下障碍物、软弱地基以及恶劣的气候、暴雨、高温和洪水等都会对施工进度产生影响，造成临时停工或破坏。

3. 技术失误

施工单位采用技术措施不当，施工中发生技术事故；应用新技术、新材料、新结构缺乏经验，不能保证质量等都要影响施工进度。

4. 施工组织管理不利

施工组织不合理，劳动力、施工机械调配不当，施工平面布置不合理等将影响施工进度计划的执行。

5. 意外事件的出现

施工中如果出现意外的事件，如战争、严重自然灾害、火灾、重大工程事故、工人罢工等都会影响施工进度计划。

第二节 工程项目进度控制原理

一、工程项目进度控制的方法、措施和主要任务

1. 工程项目进度控制方法

工程项目进度控制方法主要是规划、控制和协调。

规划是指确定工程项目总进度控制目标和分进度控制目标，并编制其进度计划。控制是指在工程项目实施的全过程中，进行施工实际进度和施工计划进度的比较，出现偏差及时采取措施调整。协调是指协调与施工进度有关的单位、部门和工作队组之间的进度关系。

2. 工程项目进度控制的措施

工程项目进度控制采取的主要措施有组织措施、技术措施、合同措施、经济措施和信息管理措施等。

组织措施主要是指落实各层次的进度控制的人员、具体任务和工作责任；建立进度控制的组织系统；按着工程项目的结构、进度有阶段或合同结构等进行项目分解，确定其进度目标，建立控制目标体系；确定进度控制工作制度，如检查时间、方法、协调会议时间、参加人等；对影响进度的因素进行分析和预测。技术措施主要是采取加快施工进度和技术方法，合同措施是指对分包单位签订施工合同的合同工期与有关进度计划目标相协调。经济措施是指实现进度计划的资金保证措施。信息管理措施是指不断地收集施工实际进度的有关资料进行整理统计并与计划进度比较，定期地向业主及监理工程师提供比较报告。

3. 工程项目进度控制的任務

在公路工程进度控制的过程中，承包人的任务是编制施工进度计划，并在计划执行过程中，通过计划进度与实际进度的比较，定期地、经常地检查和调整进度计划；监理工程师的任务则是审批承包人编制的施工进度计划，并对已批准的进度计划的执行情况进行监督，从全局出发，掌握影响施工进度计划的所有因素的变化情况，对进度计划的执行进行控制；与此同时，业主则应按照合同要求及时提供施工场地和图纸，并尽可能地改善施工环境，为工程顺利进行创造条件。只有通过三方的配合，才能确保工程总目标的实现。

编制进度计划是对进度计划进行控制的前提，没有计划，就谈不上控制。对进度计划的

控制就是将实际值与计划值进行比较，找出其间的偏差，然后进行调整。工程项目进度控制的主要任务是编制施工总进度计划，确定一个控制工期的计划值并控制其执行，按期完成整个工程项目任务；编制单位工程进度计划并控制其执行，按期完成单位工程的施工任务；编制分部分项工程施工进度计划，并控制其执行，按期完成分部分项工程的施工任务等。在编制施工进度计划时，通常要以下列资料为依据：

- (1) 某工程项目承包合同；
- (2) 材料和设备的供货计划；
- (3) 已建成的同类或相似项目的实际工程进度——这是重要的参考资料。

编制施工进度计划是进度控制的主要任务，那么定期的检查和调整进度计划就是工程进度控制的又一任务。当计划开始实施以后，必须经常评价和检查计划的实际执行情况，如果发生延误或变化，则应将执行中的进度计划予以部分或全部地修改或调整。

二、工程项目进度控制原理

1. 动态控制原理

工程项目进度控制是一个不断进行的动态控制，也是一个循环进行的过程，它是从项目施工开始，实际进度就出现了运动的轨迹，也就是计划进入执行的动态。实际进度按照计划进度进行时，两者相吻合；当实际进度与计划进度不一致时，便产生超前和落后的偏差。分析偏差的原因，采取相应的措施，调整原来计划，使两者在新的起点上重合，继续进行其施工活动，并且尽量发挥组织管理的作用，使实际工作按计划进行。但是，在新的干扰因素作用下，又会产生新的偏差。施工进度计划控制就是采用这种动态循环的控制方法。

2. 系统原理

(1) 工程项目计划系统

为了对工程项目实行进度计划控制，首先必须编制工程项目的各种进度计划。其中有工程项目总进度计划、单位工程进度计划、分部分项工程的进度计划、季度和月（旬）作业计划，这些计划组成一个工程项目进度计划系统。计划的编制对象由大到小，计划的内容从精到细。编制时从总体计划到局部计划，逐层进行控制目标分解，以保证计划控制目标的落实。执行计划时，从月（旬）作业计划开始实施，逐级按目标控制，从而达到工程项目整体控制。

(2) 工程项目进度实施的组织系统

工程项目实施全过程的各专业队伍都是遵照计划规定的目标去努力完成一个个任务的。工程项目经理和有关劳动调配、材料设备、采购运输等各职能部门都按照施工规定的要求进行严格管理、落实和完成各自的任務。施工组织各级负责人，从项目经理、施工队长、班组长及其所属全体成员组成了工程项目实施的完整组织系统。

(3) 工程项目进度控制的组织系统

为了保证工程项目进度实施，还有一个项目进度的检查控制系统。从业主、监理工程师到施工单位的公司经理、项目经理直至作业班组都设有专门职能部门或人员负责检查汇报，统计整理实际施工进度的资料，并与计划进度进行比较分析，找出偏差进行调整。当然不同层次的人员负有不同进度控制职责，应分工协作，形成一个纵横连接的施工项目控制组织系统。

3. 信息反馈原理

信息反馈是工程项目进度控制的依据。施工的实际进度通过信息反馈给基层施工项目进度控制的工作人员，在分工的职责范围内，经过其加工，再将信息逐级向上反馈，直到主控制室。主控制室整理统计各方面的信息，经比较分析做出决策，调整进度计划，仍使其符合预定工期目标。若不应用信息反馈原理不断地进行信息反馈，则无法进行计划控制。工程项目进度控制的过程就是信息反馈的过程。

4. 弹性原理

工程项目进度计划工期长、影响进度的原因多，其中有的已被人们掌握，可根据统计经验估计出影响的程度和出现的可能性，并在确定进度目标时，进行实现目标的风险分析。在计划编制者具备了这些知识和实践经验之后，编制工程项目进度计划时就会留有余地，即使是施工进度计划具有弹性。在进行工程项目进度控制时，便可利用这些弹性，缩短有关工作的时间，或者改变它们之间的逻辑关系和搭接关系，使拖延了的工期通过缩短剩余计划工期的方法，仍然达到预期的计划目标。这就是工程项目进度控制中对弹性原理的应用。

5. 封闭循环原理

项目的进度计划控制的全过程是计划、实施、检查、比较分析、确定调整措施、再计划。从编制项目施工进度计划开始，经过实施过程中的跟踪检查，收集有关实际进度的信息，比较和分析实际进度与施工计划进度之间的偏差，找出产生原因和解决方法，确定调整措施，再修改原进度计划，形成一个封闭的循环系统。

6. 网络计划技术原理

在工程项目进度的控制中，利用网络计划技术原理编制进度计划，根据收集的实际进度信息，比较和分析进度计划，又利用网络计划的工期优化，工期与成本优化和资源优化的理论调整计时。网络计划技术原理是工程项目进度控制的完整的计划管理和分析计算理论基础。

第三节 公路工程基本建设项目的组成

公路工程基本建设项目，也称建设项目。它一般是指在一个总体设计或初步设计范围内，由一个或若干个互相有内存联系的单项工程组成，具有一个统一核算、统一管理的建设单位。如一个完整的公路项目，渡口改桥项目等都可以看成一个公路基本建设项目。

一、单项工程

单项工程，又称工程项目。它是建设项目的组成部分，具有独立的设计文件，竣工后可以独立发挥生产能力或效益的工程，例如，某公路中的路线工程和独立大中桥工程。

二、单位工程

单位工程是单项工程的组成部分，其建成后不能独立发挥生产能力或效益。一般是根据业主下达的任务及签订的合同，具有独立设计，独立施工条件，可以单独作为成本计算对象的工程。如路线工程又被划分为路基工程、路面工程、桥涵工程、隧道工程、交通工程等单位工程。

三、分部工程

分部工程是单位工程的组成部分。在单位工程中，按结构部位、路段长度及施工特点或施工任务划分为若干个分部工程。如在路基工程中，又划分为路基土石方工程、排水工程及防护工程等分部工程。

四、分项工程

分项工程是分部工程的组成部分。在分部工程中，按施工方法、材料规格、标准等不同，分为若干分项工程。如路基土石方工程又划分为土方路基、石方路基、软弱地基处理等分项工程。

将公路工程基本建设项目划分为依次隶属的若干档次的目的是为了适应施工组织、计划、管理等工作的需要。

第二章 公路工程施工进度计划的编制

第一节 公路工程产品的生产特点

一、公路工程产品的特点

由于公路产品的使用功能、平面与空间组合、结构形式的特殊性，以及公路产品所用材料的物理力学性能的特殊性，决定了公路产品的特殊性。其具体特点如下：

1. 公路产品在空间上的固定性

任何公路产品都是在选定的路线上建成和使用，与选定路线的土地不可分割，从建造开始直至拆除均不能移动，所以，公路产品的建造和使用地点在空间上是固定的。

2. 公路产品的多样性

公路产品不但要满足各种使用功能的要求，同时也受到地区的自然条件诸因素的限制，使公路产品在规模、结构、构造、形式等诸方面变化纷繁，因此公路产品具有多样性。

3. 公路产品的形体庞大性

公路产品的建成，需要大量的物质资源，占据广阔的平面和空间，因而公路产品的形体庞大。

4. 部分产品结构的易损性

公路工程产品受行车及自然因素的作用，暴露于大自然中的部分以及直接受行车作用的部分经常损坏。

二、公路工程产品生产的特点

由于公路产品地点的固定性、类型的多样性和形体庞大等主要特点，决定了公路产品生产的特点与一般工业产品生产的特点相比具有自身的特殊性。其具体特点如下：

1. 公路产品生产的流动性

公路工程产品地点的固定性决定了产品生产的流动性。一般的工业产品都是在固定的工厂、车间内进行生产，而公路产品的生产是在不同的地区，或同一地区的不同现场，或同一现场的不同单位工程，或同一单位工程的不同单位组织工人、机械围绕着同一建筑进行生产，因此，使公路产品的生产在地区之间、现场之间和单位工程不同部位之间流动。

2. 公路产品生产的单件性

建筑产品地点的固定性和类型的多样性决定了产品生产的单件性。一般的工业产品是在一定的时期里，依统一的工艺流程进行批量生产，而公路产品则是在国家或地区的统一规划内，根据其使用功能，在选定的路线上单独设计和单独施工。即使是选用标准设计，由于公

路产品所在地区的自然、技术、经济条件的不同，也使公路产品的结构或构造、建筑材料、施工组织和施工方法等也要因地制宜加以修改，从而使各公路产品生产具有单件性。

3. 公路产品生产周期长

公路产品的固定性和形体庞大的特点决定了公路产品生产周期长。因为公路产品形体庞大，使得最终公路产品的建成必须耗费大量的人力、物力和财力。同时公路产品的生产过程还要受到工艺流程和生产程序的制约，使各专业、工种间必须按照合理的施工顺序进行配合和衔接。又由于公路产品地点的固定性，使施工活动的空间具有局限性，从而导致公路产品具有生产周期长，占用流动资金大的特点。

4. 公路产品生产的露天作业多

公路产品地点的固定性和形体庞大性的特点，决定了公路产品生产露天作业多。因为形体庞大的公路产品不可能在工厂、车间内直接进行加工，即使公路产品生产达到了高度的工业化水平的时候，也只能在工厂生产其各部分的构件，仍然需要在施工现场内进行总装配后才能形成最终公路产品，因此公路产品的生产具有露天作业多的特点。

5. 公路生产的高空作业多

由于公路产品的形体庞大，决定了公路产品生产具有高空作业多的特点。特别是随着高等级公路的发展，城市立交桥、跨河桥、跨线桥的施工任务日益增多，使得公路产品生产高空作业的特点日益明显。

三、公路施工生产过程

1. 施工生产过程的内容

施工生产过程就是施工中产品产出的过程，是劳动者利用劳动工具作用于劳动对象，按照预定的目标完成社会所需公路产品的过程。施工生产过程由一系列相联系的施工活动组成，为了有效地组织施工生产，必须研究施工生产的内容。

施工生产过程的基本内容首先是劳动过程，劳动过程是一切生产过程存在的基础，其次，施工生产过程还包括自然过程，即施工生产过程的进行还要借助自然的作用。例如，水泥混凝土凝结硬化过程中的养生，油漆涂料的自然干燥等，这种情况下，施工生产过程就是劳动过程与自然过程的结合，是相互联系的劳动过程与自然过程的总和。公路野外生产施工本身，就是劳动过程与自然过程的结合，其施工组织不仅要考虑劳动生产过程，而且还要考虑自然因素对施工的影响。

2. 施工生产过程的分类

根据生产过程所需劳动的性质及其对产品所起的作用，可将公路施工生产过程划分为：施工准备过程、施工过程、辅助施工过程和服务施工过程。

(1) 施工准备过程

是指公路施工开工之前所进行的全部施工技术与组织管理方面的准备工作。其主要内容包括：与设计单位共同做好施工图的会审和交接工作；现场组织机构与职工人员配备；编制实施性施工组织设计；进行施工测量；工地临时工程设施，如临时房屋、仓库、料场、供电、供水、供热、便道、便桥等的规划和设计；组织施工人员、机具陆续进场等。

(2) 施工过程

是直接完成产品而进行的施工活动，例如，修筑路基、铺筑路面、建造桥梁与涵洞、修建隧道与立交工程。

(3) 辅助施工过程

为保证施工过程顺利进行所必须的各种辅助施工活动。其内容为工地水、电、热气等的生产；采石场、采砂场等的生产；金属加工的生产；机械修配厂的生产等。

(4) 服务施工过程

是指为施工过程和辅助施工过程必须进行的各种服务工作，例如，生产和生活物质、料具的供应及运输等。

3. 施工过程中的层次

公路施工过程中，按施工工艺的特点和施工组织的要求，可将施工过程分解为：动作、操作、工序、操作过程、综合过程五个层次。

(1) 动作与操作

动作是指工人在劳动一次完成的最基本的活动。若干个相互关联的动作就组成操作。如“钢筋除锈”这一操作，由拿起钢筋、插入沙盘、来回拖拉、取出钢筋等有关的动作组成。动作和操作并不能完成产品，在技术上也不能独立存在，但它们是制定定额的重要原始资料。

(2) 工序

工序是指在劳动组织上不可分，施工技术上相同的施工过程，它由若干个操作组成。如“水泥混凝土路面面层”就由安装模板、安置钢筋、混凝土摊铺、切缝、养生等工序组成。其中“混凝土摊铺”这一工序就由拌合混凝土，运输混凝土、摊铺、振捣、抹平等操作组成。施工组织往往以工序为对象，工序是最基本的施工组成单位。

(3) 操作过程

操作过程是由几个在技术上相互关联的工序组成，可以相对地独立完成某一种细部工程，上述“混凝土面层”就是一例。对整个路面工程而言，包括路肩、垫层、基层、面层等操作过程。

(4) 综合过程

由若干个在产品结构上密切联系的，能最终获得一种产品的施工过程的总和。

研究施工过程中层次的目的在于：正确划分工序，以便合理组织施工生产，正确编制施工进度计划。

第二节 施工过程的时间组织

公路施工过程的组织，主要是解决时间组织和空间组织两方面问题。施工过程的空间组织，主要解决施工单位的组织机构和人员的配备问题，以及具体工程项目的各种生产、生活、运输、行政等临时设施的空间分布问题。施工过程的时间组织，应是在时间上要求各施工作业单位之间紧密衔接，在满足工艺要求、充分利用工时和施工机具设备的条件下，加快施工进度，尽量缩短工期。本书只对时间组织问题进行介绍，不讨论空间组织问题。

一、时间组织的基本原则及主要任务

1. 时间组织的基本原则

(1) 施工过程的连续性

施工过程的连续性是指产品施工过程的各阶段、各工序的进行在时间上是紧密衔接的，

不发生各种不合理的中断现象，表现为劳动对象始终处于被加工状态，或者在进行检验，或者处于自然过程中。保持和提高施工过程的连续性，可以缩短建设周期，节约流动资金，避免不必要的等待及窝工，从而提高劳动生产率。施工过程的连续性，同生产技术水平有关，采用先进的科学技术，提高机械化、自动化水平，就比较容易实现连续性。同时，它还同施工组织工作的水平有关，施工组织得好，采用先进的施工组织形式，就能提高连续性，相反就会影响施工过程的连续性。

(2) 施工过程的协调性

施工过程的协调性也叫比例性，它是指产品施工各阶段、各工序之间，在施工能力上要保持一定的比例关系。各施工环节的劳动力、生产效率、设备数量等都必须互相协调，不发生脱节和比例失调现象。协调性是保证施工顺利进行的前提，使施工过程中，人力和设备得到充分利用，避免产品在各个施工阶段和工序之间的停顿和等待，从而缩短施工周期。施工过程的协调性在很大程度上取决于施工组织设计的正确性。

(3) 施工过程的均衡性

施工过程的均衡性又称节奏性，是指施工中的各个环节，都应按照施工进度计划的要求，施工负荷保持相对稳定，即在一定的时间内完成相等或相等数量的工作量，不发生时松时紧，前松后紧等现象。均衡施工能充分利用设备和工时，避免由于突击赶工所造成的损失，有利于保证施工质量，降低成本和劳动力、机械设备的调配。

(4) 施工过程的经济性

施工过程的经济性是指施工过程组织除满足技术要求外，还必须讲求经济效益，要用尽可能小的劳动消耗取得尽可能大的施工成果。施工组织的根本在于尽可能降低工程造价，而又不影响工程的进度和质量，所以上述的连续性、协调性和均衡性最终要以是否经济可靠来作为衡量的标准。

合理组织施工过程的上述四个方面是相互制约，互为条件的，在进行施工组织时，必须保证全面符合上述四个方面的要求，不可有所偏废。

2. 时间组织的主要任务

对于公路工程施工生产来说，施工过程时间组织的主要任务是解决具体工程项目施工进度度的组织方式，其中包括施工任务的排序问题和施工作业方法。

二、时间组织的基本类型

公路施工过程的时间组织有三种基本类型：

1. 单段多工序型

是指施工任务不需要或不能划分为若干施工段，只有一个施工段，在一个施工段里包括若干道施工工序的生产过程。这种类型的施工过程的时间组织比较简单，一般只需解决各工序的劳动力、施工机具的配置以及按施工工艺顺序确定总工期等问题。

2. 多段多工序型

是指施工任务可以划分为若干施工段，而且每个施工段又包含多道工序的施工生产过程。此类施工生产过程中的时间组织可以采用顺序作业、平行作业、流水作业等多种方法进行，它们既可单独运用，也可综合运用。

3. 混合型

是指在一项施工任务中，既包含单段多工序又包含多段多工序的施工生产过程。

三、施工组织方法（作业方法）

公路工程施工组织方法（作业方法）一般有三种不同类型，举例说明如下：

设有三个钻孔灌注桩单桩基础工程进行施工安排。将这三个桩基工程划分为三个施工段完成每个施工段（基础）必须经过下述四道工序：①准备工作（筑岛，埋护筒，搭平台）；②钻孔（安装钻机，钻孔）；③清孔（清孔、下钢筋骨架，安装导管）；④水下混凝土灌注（包括整修桩头）。

根据这四道工序建立四个专业队（或组），每道工序按 2d 完成来配备专业队劳力和机具。该基础工程的施工，有下述三种不同的施工组织方法安排：

1. 顺序施工法

顺序施工法，是指完成一个工程项目之后，再接着完成另一个同类工程项目。就此例子而言，就是完成一个桩基础之后，再接着去完成另一个桩基础。其施工进度安排如图 2-1 所示。

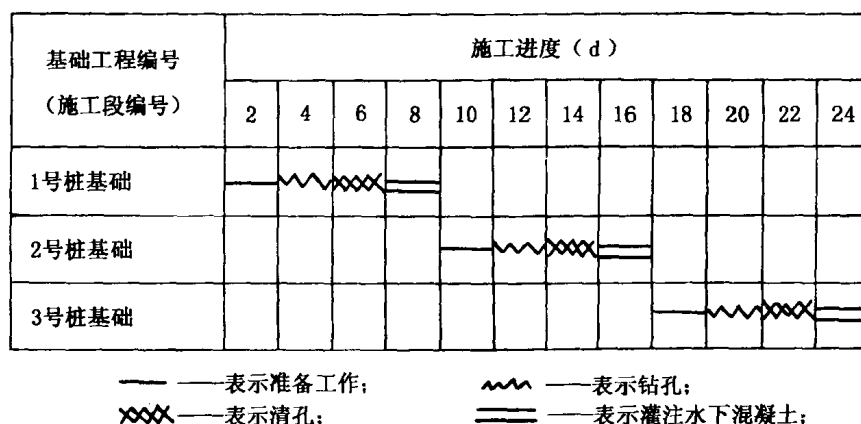


图 2-1 桩基础顺序施工进度安排

顺序施工法的工期可用下式计算：

$$T = mt = m \sum_{i=1}^n t_i \quad (2-1)$$

式中：T——整个基础工程的工期；

m——施工段数；

t——一个基础的施工持续时间；

t_i ——各工序的持续时间；

n——工序数。

显然，这种顺序施工组织方法用于工序相同的多个工程段的施工作业安排是不适宜的。其缺点为：整个工期长；专业队施工不连续，形成窝工；大部分施工段（工作面）空闲；工作面未能充分利用。

2. 平行施工法

平行施工法就是将工程分段或分项目，分别组织施工队同时进行施工的方法。施工段或工程项目有多少个，就组织多少个施工队。就本例而言，平行施工法就是将所有的基础工程同时开工，齐头并进，每个项目均组织三个专业队伍。其平行施工法施工进度安排如图 2-2 所示。

$$\text{工期为：} T = t = \sum_{i=1}^n t_i \quad (2-2)$$

式中字母、符号所代表的意义同前。

平行施工法与顺序施工法比较,虽然缩短了工期,也充分利用了工作面,但投入的劳力、机具为后者的 m 倍,且专业队工作也是不连续的,故也不可取。

上述计算平行作业法施工工期的公式是在各施工段的施工期限相等,而且各道工序的持续时间也相等的条件下得出的。如果有的平行作业法施工不满足上述条件,那么完成全部施工任务的总工期 T 就是施工时间最长的施工段的施工期 t 。

$$\text{即 } T = \max \{t\} \quad (2-3)$$

3. 流水施工法

流水施工法是指将所有施工段按一定的时间间隔,相继投入施工,各专业队按工艺的顺序,依次进入每个施工段,每个专业队则在不同施工段上依次作业的方法。上例桩基工程的流水作业施工进度安排如图 2-3 所示。

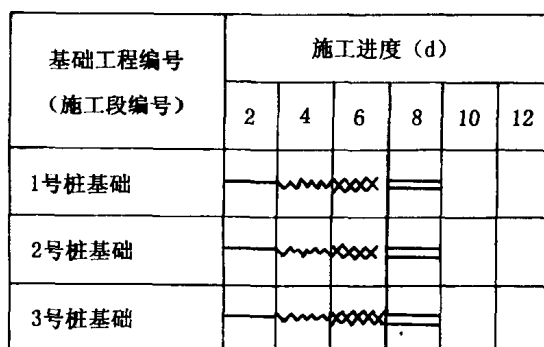


图 2-2 桩基平行施工进度安排

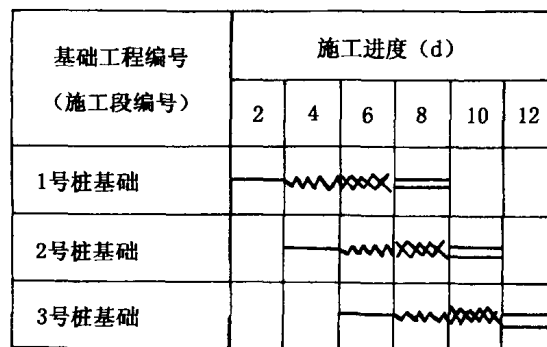


图 2-3 桩基流水施工进度安排

流水作业法的专业队数及其劳力、机具配备与顺序施工法相同,专业队数为平行施工法的 $1/m$;各专业队的工作是连续和有节奏的;各工作面也得到了合理的利用;工期只比平行施工法稍长,而比顺序施工法大大缩短。

通过上面的举例,可以看出:流水作业是顺序施工法和平行施工法相结合的一种搭接施工方法,即相同的工序顺序作业,不同的工序平行作业。它保留了平行施工和顺序施工的优点,消除了它们的缺点。在工序相同的多个施工段的施工安排中,其优越性是显而易见的。

(1) 流水施工的效益

由于流水施工具有连续性、均衡性和节奏性,因而使劳动力得到了较合理的利用,使材料供应比较均衡,机械设备可较充分地发挥作用,这就必然具有较好的经济效益。公路施工的实践也证明了这一点。归纳起来是:

①前后工序衔接紧凑,消灭时间间歇,可加快工程进度,缩短工期。

②由于根据不同的工序建立了不同的专业队(组),而专业队重复循环从事同一工作,工人的操作技术较熟练且能不断提高,为保证工程质量及进一步改进工艺和生产机具奠定了基础,工作效率也会不断提高。

③由于工效提高,劳动量减少,物资供应均衡,工期缩短等原因,因而可以降低工程成本。

(2) 三种作业方法的综合运用

顺序作业法、平行作业法和流水作业法在生产过程中,不仅可以单独运用,而且可以根据具体条件,将三种作业方法加以综合运用。