

GOI CHENG
XIANGMU GUANLI

公路工程项目管理

李宽 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

公路工程项目管理

李 宽 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程项目管理 / 李宽编著. — 武汉: 华中科技大学出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-5680-3642-9

I. ①公… II. ①李… III. ①道路工程-项目管理 IV. ①U415.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 001510 号

公路工程项目管理

李 宽 编著

GONGLU GONGCHENG XIANGMU GUANLI

出版发行: 华中科技大学出版社 (中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园
出版人: 阮海洪

电话: (027) 81321913
邮编: 430223

责任编辑: 杨 森
责任校对: 吕梦瑶

责任监印: 秦 英
装帧设计: 王淑聪

印 刷: 廊坊市博林印务有限公司
开 本: 787 mm×1092 mm 1/16
印 张: 10.5
字 数: 204 千字
版 次: 2018 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
定 价: 28.00 元



投稿热线: (010) 64155588 - 8034

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

公路工程施工项目属于一次性工程,其特点是规模大、变动因素多、施工单位流动性强、行业竞争激烈,这些特性要求必须加大项目的管理工作,使公路施工企业按照项目管理要求设置施工组织机构,组建施工队伍,对工程项目实施过程组织。同时,又要保证工程进度、质量、劳动、机械、材料、成本、安全、环境、资料、竣工验收等方面能相互协调,并得到很好的控制,以保证项目顺利完成。

同时,新技术、新工艺、新设备、新材料的不断涌现,对公路工程人员的要求越来越高。公路工程基层施工组织中的技术人员的业务水平和管理能力的高低,已经成为公路工程项目能否有序、高效、高质量完成的关键。针对这种情况,我们编写了《公路工程项目管理》,以方便公路工程人员使用。

本书强调教材的全面性、系统性、实用性和可操作性,突出各章节的独立性。以《建设工程项目管理规范》为依据,在内容安排上按照公路工程施工项目管理流程,对项目管理各要素:组织、进度、质量、招投标、合同、成本、安全等逐一进行详细讲解,力求逻辑清晰、简单易懂、便于操作。

全书共分为十一章,由李宽独立编稿,由魏文彪、张跃等同志整理、统稿。主要内容包括公路工程施工组织设计的编制、公路工程施工总平面布置图的内容和设计原则、公路工程进度管理、公路工程质量、公路工程施工招标投标管理、公路工程造价管理、公路工程施工成本管理、公路工程施工合同管理、公路工程施工现场管理、公路工程材料计划管理与成本控制、公路工程安全管理。各章节单独分页,其内容既前后呼应、相互联系,又自成体系、相对独立;既可供读者全面、系统地学习,又便于读者有针对性地查阅与选学。

在编写过程中承蒙有关高等院校、建设主管部门、建设单位、工程咨询单位、设计单位、施工单位等方面的领导和工程技术、管理人员,以及对本书提供宝贵意见和建议的学者、专家的大力支持,在此向他们表示由衷的感谢!书中参考了许多相关教材、规范、图集文献资料等,在此谨向这些文献的作者致以诚挚的敬意。

由于作者的时间仓促、水平有限,书中难免出现疏漏不妥之处,敬请读者批评指正并提出宝贵意见和建议。

编著者

2017年11月1日

目 录

第一章 公路工程施工组织设计的编制	1
第一节 公路工程施工组织的特点	1
第二节 公路工程施工组织设计的编制特点	2
第二章 公路工程施工总平面布置图的内容和设计原则	6
第一节 公路工程施工总平面布置图的内容	6
第二节 公路工程施工总平面布置图的设计原则	6
第三章 公路工程进度管理	8
第一节 公路工程进度计划的编制特点	8
第二节 公路工程进度控制管理	12
第三节 工程施工进度计划实施	14
第四章 公路工程质量控制	26
第一节 公路工程质量控制的常用方法	26
第二节 公路工程质量缺陷处理方法	32
第三节 路基工程质量检验	34
第四节 路面工程质量检验	35
第五节 桥梁工程质量检验	37
第六节 隧道工程质量检验	43
第七节 质量检验评定	44
第五章 公路工程施工招标投标管理	48
第一节 公路工程施工招标投标管理要求	48
第二节 公路工程施工招标条件与程序	54
第三节 公路工程施工投标条件与程序	56
第六章 公路工程造价管理	59
第一节 公路工程工程量清单计价的应用	59
第二节 投标阶段合同价的确定	63

第三节	公路工程计量管理	66
第四节	公路工程预算单价分析方法	70
第七章	公路工程施工成本管理	81
第一节	公路工程施工成本计划的编制	81
第二节	公路工程施工成本目标的控制	84
第三节	公路工程施工成本核算与分析	88
第八章	公路工程施工合同管理	92
第一节	公路工程的合同体系结构	92
第二节	公路工程施工合同的履行与管理方法	94
第三节	公路工程分包合同管理	95
第四节	公路工程施工进度款的结算	97
第五节	公路工程竣工决算文件的编制	99
第六节	公路工程合同价款支付的相关规定	101
第七节	合同纠纷	105
第九章	公路工程施工现场管理	112
第一节	项目部驻地建设	112
第二节	预制场地布设	115
第三节	拌和站设置	119
第十章	公路工程材料计划管理与成本控制	123
第一节	材料计划的管理	123
第二节	材料成本核算及控制	124
第十一章	公路工程安全管理	127
第一节	公路工程安全管理的范围	127
第二节	公路工程安全管理的原则	141
第三节	公路工程安全隐患排查与治理	143
第四节	安全专项方案与应急救援预案的编制	145
第五节	公路工程临时用电安全要求	149
第六节	特种设备安全控制要求	157
参考文献	161

第一章 公路工程施工组织设计的编制

第一节 公路工程施工组织的特点

由于公路施工自身的特点，使得公路工程施工组织设计与房屋建筑工程、水利工程等土建工程的施工组织设计有所不同。

1. 线性分布工程、施工流动性大，使得公路工程施工组织设计工作量大

公路是沿地面延伸的线性人工构筑物。由于它的线性特点，使施工流动性大，临时工程多，施工作业面狭长，施工组织与管理的工作量大，也给施工企业员工的生活安排带来困难。工程数量分布不均匀。大、中型桥梁、隧道、高填深挖路段的路基土石方工程等，往往是控制工期的集中工程。小桥及涵洞、路面工程、交通工程及沿线设施、环境绿化等，可视为线性分布工程。

2. 工程类型繁多

公路线形及构造物形式受地形、地质、水文等自然条件的影响，又因公路等级和使用要求而异。因此，公路工程类型多种多样，标准化难度大，必须个别设计，施工组织亦需个别进行。就是同一地区相同技术等级的公路，也不可能采用同样的施工组织，这是因为施工时的技术条件（物资供应、机具设备、技术水平等）、自然条件（季节、气候等）和工期要求等不尽相同的缘故。

3. 工程形体庞大，施工周期长

公路结构物与其他土建工程一样，具有形体庞大的特点，加之公路工程的线性特征，使这一特点对施工的影响更为严重。首先是同一地点要依次进行多个分部工程作业，使施工周期长，特别是集中的土石方工程、大桥工程等处，在较长时间内占用和消耗大量的人力资源与物资，直到整个施工周期结束，才能得到直接使用的产品；其次是施工各阶段、各环节必须有机地组成整体，在时间上不间断，空间上不闲置，才能有正常的施工秩序，否则将导致延迟工期，造成人力、物力和财力的大量浪费。

4. 施工组织考虑因素多

公路工程施工需要时间（工期）、占用空间（场地）、消耗资源（人工、材料、机具等）、需要资金（造价）、选择施工方法、确定施工方案等。公路施工又有其自身的客观规律性，比如，任何一段公路必须先进行路基施工，后进行路面施工，隧道施工只能是先掘进，后衬砌，这是不能违反的。另一方面，公路施工

的各个环节，以及与外部条件之间又存在有机的联系，比如，同一座钢筋混凝土梁式桥，用现浇法施工时，必须先施工下部结构，后施工上部结构；而用预制法施工时，下部结构的现场施工与上部结构的预制可以同时进行，两者的工期有很大的差别。因此，公路施工需要具备哪些基本条件，如何按照施工的客观规律来考虑工期的安排、场地的布置、资源的消耗等，就成为公路施工组织设计必须认真解决的问题。

第二节 公路工程施工组织设计的编制特点

1. 路基工程施工组织设计的编制特点

路基工程施工组织设计重点考虑：确定施工方法和土方调配；编制施工进度计划；确定工地施工组织；规定各工程队施工所需的机械数量。

(1) 土方调配。根据路基横断面计算出土石方的“断面方数”，经复核后，即可进行土石方调配。调配时需考虑技术经济条件，尽量在经济合理的范围内移挖作填，使路堑和路堤中土石方数量达到平衡，减少废方与借方。在全部土石方合理调配后，即可得出路基土石方施工方数。

在平原地区的路基施工中，路基填方为主导工序，土方调配应重点处理好摊铺、碾压以及与桥涵施工的关系，做到分段施工，使工作面得到充分利用。

(2) 施工方法的选择。按照土的种类、土方数量、运距、施工机械等具体条件，并根据工程期限和各种施工方法的技术经济指标来决定施工方法，正确地选用土方机械，并据以进行土方调配。土方调配与施工方法的选择两者密切相关，互为影响，必须同时考虑，最后的调配结果应与所选用机械的经济运距相适应。

(3) 施工进度计划的编制。施工方法和土方调配决定以后，即可计算得出路基工程的施工方数，然后根据所采用的施工定额求出劳动力的工日数和施工机械的台班数量。其次根据路基工程的施工期限安排工地的施工日期和施工程序，求出需要的工人人数和机械台数，最后确定工人和机械的劳动组织，并决定其转移的次序，保证在规定期限内完成路基施工任务。

(4) 工地施工组织。现场施工，应根据施工进度计划所安排的施工方法、施工期限、施工程序来进行。每一施工工地应按照所规定的施工程序，将路基土石方专业施工队所承担的施工地段具体按各种土方施工机械（如推土机、铲运机、挖掘机等）所施工的地段划分为施工分段，该施工分段将开挖路堑与填筑路堤的地点规划在一段，成为完整的挖、运、填、压的工作循环。

对于高填深挖大量集中的重点土石方工程，须详细进行所选定的不同施工方法的开挖设计与填筑设计，并绘制每一施工循环的平面布置略图。此外还应编制工人和机具的供应计划，以及筹划所需的机具修理、水电供应和施工所需的其他

办公与生活用品的供应组织，以保证工程的顺序开展。

2. 路面工程施工组织设计的编制特点

除了与总体施工组织设计内容基本相同外，还要根据路面工程的自身特点，在确定施工方案和进度计划时，充分考虑：

(1) 路面各结构层的质量检验和材料准备以及试验路段。

在施工组织时要进行各个结构层的质量检验，可参见施工技术管理部分。路面材料选择采购、场外运输、试验路段的铺筑以便获取数据，这也是施工组织应注意的问题。

(2) 按均衡流水法组织施工。

路面工程各结构层之间的施工采用的是线性流水作业方式。在编制施工组织设计的进度计划时应考虑到路面工程施工的工序之间的逻辑关系，注意各结构层的施工可以采用搭接流水方式以加快施工进度。因此，我们要分析各结构层之间的施工进度（速度），根据施工速度选择搭接类型 [前道工序速度快于后道工序时选用开始到开始（STS）类型，否则用完成到完成（FTF）类型]，并根据各结构层施工速度和所需要的工作面大小计算出搭接时距，同时还要考虑到各结构层可能需要技术间歇时间的影响，以及路面各结构层的质量检验所需的时间等。

(3) 路上与基地统筹兼顾。

(4) 路面施工的特殊技术要求。

路面的各种结构层有其特殊的技术要求以及各种“缝”的施工要求和注意事项。特别是对于沥青结构层和水泥混凝土结构层的技术要求以及设备的配置与施工时间的关系。

(5) 布置好堆料点、运料线、行车路线。

由于路面用料数量很大，以及对于各结构层的平整度有一定的要求，所以对于堆料地点、运料路线以及机械的行驶位置都应予以适当的规定，即做好工地布置。

(6) 主要施工机械的数量和规格。

拌和设备的生产能力与材料的初凝时间或者温度要求相适应，从而决定机械的数量和规格等。例如，所需的机械设备有：摊铺集料设备、拌和设备（路拌）、整形设备、碾压设备、养护设备。应注意时间上是否能衔接上。

(7) 劳动力、其他设备、材料供应计划。

3. 桥涵工程施工组织设计的编制特点

(1) 桥涵施工组织设计分类不同，内容有浅有深。

(2) 桥梁工程包括：基础及下部构造、上部构造、防护工程、引道工程等分部工程，每项分部工程又分为若干分项工程，如基础及下部构造分为明挖基础、桩基、管柱、承台、沉井、桩的制作、钢筋加工安装、墩台安装等分项工程。

(3) 桥涵工程施工方法与施工顺序在结构设计时已大体决定。例如，桥梁主

体工程包括下部工程、上部建筑以及附属工程（河床加固、锥体护坡等）。例如桥墩（台）的施工顺序为：挖基、立模板、基础片石混凝土、基础回填土、墩（台）身混凝土、绑扎钢筋、墩（台）帽钢筋混凝土、锥坡填土、浆砌片石护坡。又如涵管的施工顺序为：挖基、砌基础、安装管节、砌洞口、防水层、进出口铺砌、回填土。

（4）桥梁下部的桥墩施工时，如果设备或者模板数量有限可采用流水施工方式组织施工。对于采用流水施工时应注意流水施工的相关时间参数：流水节拍、流水步距、技术间歇等。当很多个墩流水施工时，表示其流水关系显得工作（工序）太多和过于繁杂，如果采用以下两种简化表示，应注意原本各工作（工序）之间衔接的逻辑关系，经过简化成为墩与墩的关系时，墩与墩的逻辑关系就变成搭接关系；或者多个墩相同工序合并为一个工作，就简化成为相同墩的不同工作之间的逻辑关系，此时的逻辑关系也变成搭接关系。

4. 隧道工程施工组织设计的编制特点

除了与总体施工组织设计内容基本相同外，还要根据隧道工程施工的自身特点，重点考虑如下内容：

（1）洞口场地平面布置。

以洞口为中心的施工场地总布置应注意结合工程规模、工期、地形特点、弃渣场和水源等情况，本着因地制宜，充分利用地形、合理布置、统筹安排的原则进行并应符合下列要求。

1) 以洞口为中心布置施工场地。施工场地应事先规划，分期安排，并减少与现有道路交叉和干扰。

2) 铺道运输的弃渣线、编组线和联络线，应形成有效的循环系统。

3) 长隧道洞外应有大型机械设备安装、维修和存放的场地。

4) 机械设备、附属车间、加工厂应相对集中。仓库应靠近公路，并设有专用线。

5) 合理布置大堆材料（砂石料）、施工备用品及回收材料堆放场地位置。

6) 生活服务设施应集中布置在宿舍、保健和办公用房附近。

7) 运输便道、场区道路和临时排水设施等，应统一规划，做到合理布局，形成网络。

8) 危险品库房按有关安全规定办理。

（2）不同岩层段的开挖和出渣方案及方法。

编制山岭公路隧道施工组织设计的进度计划时，确定掘进循环进尺应注意下列问题：

1) 掘进需考虑的有关因素：围岩级别、机具设备、隧道月掘进进尺要求。

2) 在有大型机具设备的条件下进尺的选择：软弱围岩开挖时，爆破开挖一次进尺不能过大，应控制在一定的范围内。一般中硬度及以上的完整围岩时，可

采用深孔爆破，适当增加进尺以提高进度。坚硬完整的围岩时，应根据周边炮眼的外插角及允许超挖量确定其进尺。

3) 钻爆作业设计。

4) 风、水、电等临时设施的设计：在编制隧道施工组织设计时，可选用的机械通风方式有风管式、风墙式、巷道式。

5) 弃渣场设计。

6) 劳动力组织与计划。

7) 施工机具设备配置与劳动组织。

8) 施工监测分析系统的设计与组织。

5. 交通工程机电系统施工组织设计的编制特点

除了与其他分项施工组织设计内容基本相同外，还要根据交通工程施工的自身特点，充分考虑如下内容：土建、管道、房建施工进度状况；施工顺序及工艺；机电设备的测试；各系统的调试及联动调试；缺陷责任期内的服务。

6. 安全、环保施工组织设计的编制特点

除了与其他分项工程的施工组织设计内容基本相同外，还要根据安全、环保工程施工的自身特点，重点考虑如下内容：

(1) 包装、运输、保管方案和方法；

(2) 安装的方案和方法；

(3) 精度和质量控制措施；

(4) 对前期工程的防护措施。

第二章 公路工程施工总平面布置图的内容和设计原则

第一节 公路工程施工总平面布置图的内容

施工平面布置图包含的内容根据工程内容和施工组织的需要而定，一般应包括：

- (1) 原有地形地物；
- (2) 沿线的生产、行政、生活等区域的规划及其设施；
- (3) 沿线的便道、便桥及其他临时设施；
- (4) 基本生产、辅助生产、服务生产设施的平面布置；
- (5) 安全消防设施；
- (6) 施工防排水临时设施；
- (7) 新建线路中线位置及里程或主要结构物平面位置；
- (8) 标出需要拆迁的建筑物；
- (9) 划分的施工区段；
- (10) 取土和弃土场位置；
- (11) 标出已有的公路、铁路线路方向和位置与里程及与施工项目的关系，以及因施工需要临时改移的公路的位置；
- (12) 控制测量的放线标桩位置。

第二节 公路工程施工总平面布置图的设计原则

施工平面布置是一项综合性的规划课题，在很大程度上取决于施工现场的具体条件，必须通过方案的比较和必要的计算与分析才能决定。施工平面布置图应遵循以下设计原则：

- (1) 在保证施工顺利的前提下，充分利用原有地形、地物，少占农田，因地制宜，以降低工程成本；
- (2) 充分考虑水文、地质、气象等自然条件的影响，尤其要慎重考虑避免自然灾害（如洪水、泥石流）的措施，保护施工现场及周围生态环境；

(3) 场区规划必须科学合理，应以生产流程为依据，并有利于生产的连续性；

(4) 场内运输形式的选择及线路的布设，应力求材料直达工地，尽量减少二次倒运和缩短运距；

(5) 一切设施和布局，必须满足施工进度、方法、工艺流程、机械设备及科学组织生产的需要；

(6) 必须符合安全生产、保安防火和文明施工的规定和要求。

公路工程施工总平面布置图

图例

本图例适用于公路工程施工总平面布置图。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。

图例

本图例适用于公路工程施工总平面布置图。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。

(附注：图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。)

本图例适用于公路工程施工总平面布置图。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。

图例

本图例适用于公路工程施工总平面布置图。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。图例中规定的符号、代号、名称、颜色、线型、粗细等，均应符合《公路工程施工总平面布置图编制规程》(JTJ 299-2004)的有关规定。

第三章 公路工程进度管理

第一节 公路工程进度计划的编制特点

一、公路工程进度计划的主要形式

1. 横道图

公路工程的进度横道图是以时间为横坐标,以各分部(项)工程或工作内容为纵坐标,按一定的先后施工顺序,用带时间比例的水平横线表示对应工作内容持续时间的进度计划图表。公路工程中常常在横道图的对应分项的横线下表示当月计划应完成的累计工程量或工作量百分数,横线上方表示当月实际完成的累计工程量或工作量百分数。

2. S 曲线

S 曲线是以时间为横轴,以累计完成的工程费用的百分数为纵轴的图表化曲线。一般在图上标注有一条计划曲线和实际支付曲线,实际线高于计划线则实际进度快于计划,否则就慢;曲线本身的斜率也反映进度推进的快慢。有时,为反映实际进度另增加一条实际完成线(支付滞后于完成)。在公路工程中,常常将 S 曲线和横道图合并于同一张图表中,称为“公路工程进度表”,既能反映各分部(项)工程的进度,又能反映工程总体的进度。

3. 垂直图(也称斜条图、时间里程图)

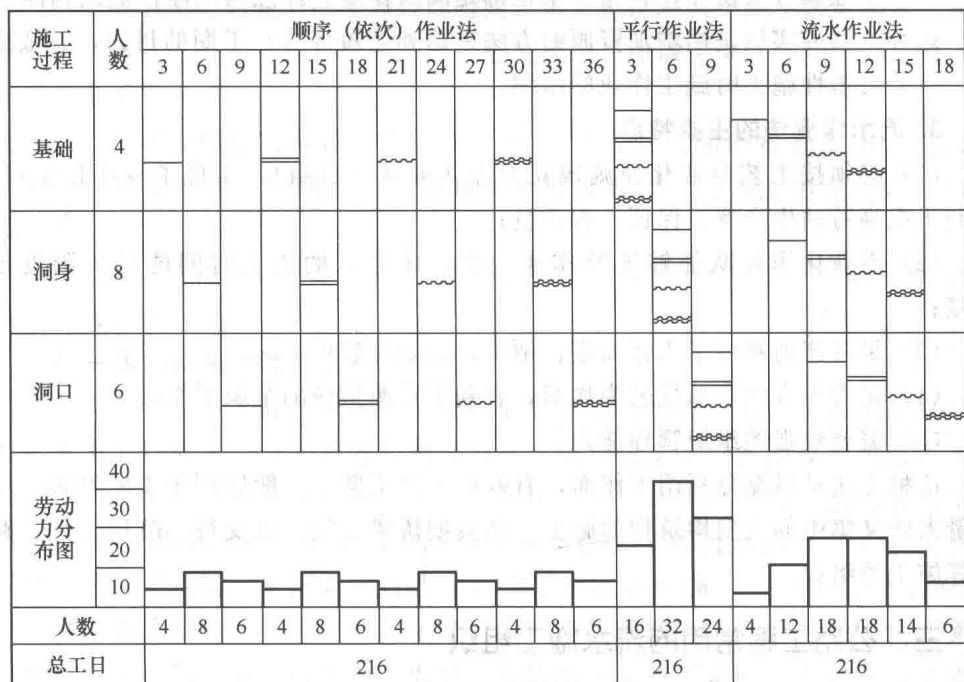
垂直图是以公路里程或工程位置为横轴,以时间为纵轴,而各分部(项)工程的施工进度则相应地以不同的斜线表示。在图中可以辅助表示平面布置图和工程量的分布。垂直图很适合表示公路、隧道等线形工程的总体施工进度。斜线越陡进度越慢,斜线越平进度越快。

4. 斜率图

斜率图是以时间(月份)为横轴,以累计完成的工程量的百分数为纵轴,将分项工程的施工进度相应地用不同斜率表示的图表化曲(折)线。事实上就是分项工程的 S 曲(折)线,主要是作为公路工程投标文件中施工组织设计的附表,以反映公路工程的施工进度。

二、公路施工过程组织方法和特点

公路施工过程基本组织方法有顺序作业法、平行作业法、流水作业法。以4座涵洞施工为例归纳总结其各自特点,如图3-1所示。



图例: — 单线为第1座涵洞; = 双线为第2座涵洞; ~ 单波浪线为第3座涵洞; = 双波浪线为第4座涵洞

图 3-1 三种基本施工组织方法比较图

1. 顺序作业法(也称为依次作业法)的主要特点

- (1) 没有充分利用工作面进行施工,(总)工期较长;
- (2) 每天投入施工的劳动力、材料和机具的种类比较少,有利于资源供应的组织工作;
- (3) 施工现场的组织、管理比较简单;
- (4) 不强调分工协作,若由一个作业队完成全部施工任务,不能实现专业化生产,不利于提高劳动生产率;若按工艺专业化原则成立专业作业队(班组),各专业队是间歇作业,不能连续作业,材料供应也是间歇供应,劳动力和材料的使用可能不均衡。

2. 平行作业法的主要特点

- (1) 充分利用了工作面进行施工,(总)工期较短;

(2) 每天同时投入施工的劳动力、材料和机具数量较大，材料供应特别集中，所需作业班组很多，影响资源供应的组织工作；

(3) 如果各工作面之间需共用某种资源时，施工现场的组织管理比较复杂，协调工作量大；

(4) 不强调分工协作，各作业单位都是间歇作业，此点与顺序作业法相同。

这种方法的实质是用增加资源的方法来达到缩短（总）工期的目的，一般适用于需要突击性施工时施工作业的组织。

3. 流水作业法的主要特点

(1) 必须按工艺专业化原则成立专业作业队（班组），实现了专业化生产，有利于提高劳动生产率，保证工程质量；

(2) 专业化作业队能够连续作业，相邻作业队的施工时间能最大限度地搭接；

(3) 尽可能地利用了工作面进行施工，工期比较短；

(4) 每天投入的资源量较为均衡，有利于资源供应的组织工作；

(5) 需要较强的组织管理能力。

这种方法可以充分利用工作面，有效地缩短工期，一般适用于工序繁多、工程量大而又集中的大型构筑物的施工，如大型桥梁工程、立交桥、隧道工程、路面等施工的组织。

三、公路工程常用的流水施工组织

1. 公路工程常用的流水参数

(1) 工艺参数：施工过程数 n （工序个数），流水强度 V ；

(2) 空间参数：工作面 A 、施工段 m 、施工层；

(3) 时间参数：流水节拍 t 、流水步距 K 、技术间歇 Z 、组织间歇、搭接时间。

2. 公路工程流水施工分类

(1) 按节拍的流水施工分类。

1) 有节拍（有节奏）流水。

等节拍（等节奏）流水，所有的流水节拍相同且流水步距=流水节拍，是理想的流水施工；

异节拍（异节奏）流水，可进一步分为成倍流水（等步距异节拍）和分别流水（异步距异节拍）。

2) 无节拍（无节奏）流水：流水节拍一般不相同，用累加数列错位相减取大差的方法求流水步距。

(2) 按施工段在空间分布形式的流水施工分类：流水段法流水施工；流水线

法流水施工。

3. 路面工程的线性流水施工组织

一般路面各结构层施工的速度不同,从而持续时间往往不相同。组织路面流水施工时应注意的要点:

(1) 各结构层的施工速度和持续时间。要考虑影响每个施工段的因素,水泥稳定碎石的延迟时间、沥青拌和能力、温度要求、摊铺速度、养护时间、最小工作面的要求等。

(2) 相邻结构层之间的速度决定了相邻结构层之间的搭接类型,前道工序的速度快于后道工序时选用开始到开始搭接类型;否则选用完成到完成搭接类型。

(3) 相邻结构层工序之间的搭接时距的计算。 $\text{时距} = \text{最小工作面长度} / \text{两工序中快的速度}$ 。

4. 通道和涵洞的流水段施工组织

在实际的公路通道和涵洞施工中,全等节拍流水较少见,更多的是异节拍流水和无节拍流水。对于通道和涵洞的流水组织主要是以流水段方式组织流水施工,而流水段方式的流水施工往往会存在窝工(资源的闲置)或间歇(工作面的闲置)。根据流水施工的组织原理,异步距异节拍流水实质上是按无节拍流水组织,引入流水步距概念目的就是为了解除流水施工中存在的窝工现象。消除窝工和消除间歇的方法都采用累加数列错位相减取大差的方法,构成累加数列的方法,当不窝工的流水组织时,其流水步距计算是同工序各节拍值累加构成数列;当不间歇(即无多余间歇)的流水组织时,其施工段的段间间隔计算是同段各节拍值累加构成数列;错位相减取大差的计算方法,两种计算方法相同。

(1) 不窝工和无节拍流水工期 = 流水步距和 + 最后一道工序流水节拍的和 + 技术间歇和。

(2) 无多余间歇的无节拍流水工期 = 施工段间间隔和 + 最后一个施工段流水节拍的和 + 技术间歇和。

(3) 有窝工并且有多余间歇的无节拍流水工期,一般通过绘制横道图来确定。如果是异节拍流水时往往是不窝工或者无多余间歇流水施工中的最小值,此时一般是无多余间歇流水工期最小。

5. 桥梁工程流水施工组织

多跨桥梁的桥梁基础或桥梁下部结构施工由于受到专业设备数量的限制,不宜配备多台,因此只能采取流水施工。桥梁的流水施工也是属于流水段法流水施工,应注意尽可能组织成有节拍的形式。工期计算与通道涵洞相同。