

铁路工程施工组织设计

路仲希 编著

中国铁道出版社

1988年·北京

前 言

本书是在铁道部第二勘测设计院安排和支持下，根据有关资料，在总结经验的基础上，结合现行有关规章制度进行编制的。着重介绍新建铁路施工组织设计的基础理论，组成内容和工作方法，并结合以往工作实践，附有部分实例，可作为设计、施工单位编制施工组织设计的参考，亦可作为学校教学或业务培训的参考。

本书第一、二章经铁道部基建总局褚家哲同志审阅，第三章经铁道部第二工程局董文明同志审阅，并提出修改意见；第二章第三节施工方案比选中的实例及施工进度图的实例在编制中承蒙铁道部第二勘测设计院谢进范同志的协助，在此表示衷心感谢！

由于编者水平所限，书中错漏之处在所难免，深切地希望读者批评指正。

编 者
1985年3月

内 容 简 介

铁路工程施工组织设计是设计部门与施工部门经常需要编制的重要技术经济文件。本书对于施工组织设计的概念、分类、编制程序、编制方法等问题做了比较细致的介绍。

本书可供各类设计单位及施工单位从事施工组织设计及概预算编制工作的同志参考，也可供各专业的工程技术人员、领导人员和大专院校的教师和学生参考。

铁路工程施工组织设计

路仲希 编著

中国铁道出版社出版

责任编辑 刘启山 封面设计 王毓平

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：16.5 插页：2 字数：400千

1988年1月 第1版 第1次印刷

印数：0001—6500册 定价：3.30元

目 录

第一章 概 论	1
第一节 什么是施工组织设计	1
一、施工组织设计的意义、性质及作用.....	1
二、编制施工组织设计的基本原则.....	2
第二节 施工组织设计的分类	2
一、设计单位编制的施工组织设计.....	2
二、施工单位编制的施工组织设计.....	3
第三节 编制施工组织设计时应考虑的几个问题	3
一、新建铁路基本建设内容.....	3
二、施工组织方法的选择.....	6
三、施工综合机械化.....	10
四、工厂化施工.....	13
第二章 设计单位编制施工组织设计的工作	16
第一节 编制程序	16
第二节 编制的依据和阶段	17
一、编制依据.....	17
二、编制阶段.....	18
第三节 编制方法	19
一、施工调查.....	19
二、施工组织设计方案的比选.....	25
三、施工区段划分.....	46
四、施工顺序、施工进度及期限.....	46
五、材料供应计划.....	58
六、大型临时辅助建筑物.....	78
七、附属企业.....	149
八、主要劳动力、材料、成品及施工机具数量的计算.....	152
九、施工进度图编制.....	157
十、施工总平面布置示意图.....	174
第四节 施工组织设计文件组成与内容	177
一、新建铁路初步设计施工组织设计方案意见.....	177
二、新建铁路技术设计施工组织设计.....	178
三、改建铁路与增建第二线初步设计施工组织设计方案意见.....	179
四、改建铁路与增建第二线技术设计施工组织设计.....	181
五、新建与改建铁路独立枢纽初步设计施工组织设计方案意见.....	182

六、新建与改建铁路独立枢纽技术设计施工组织设计	184
附图：施工进度图	
施工总平面布置示意图	
第三章 施工单位编制施工组织设计的工作	186
第一节 编制程序	186
第二节 编制对象与分工	186
一、编制对象	186
二、分 工	187
第三节 编制原则和依据	188
一、编制原则	188
二、编制依据	188
第四节 编制内容及方法	189
一、设计文件审查与鉴定	189
二、施工准备	190
三、指导性与综合性施工组织设计	213
四、实施性施工组织设计	225
第五节 实施、修正与总结提高	253
一、实施与修正	253
二、总结提高	254
三、存在问题	254
四、改进意见	255
参考文献	255

第一章 概 论

第一节 什么是施工组织设计

一、施工组织设计的意义、性质及作用

铁路工程施工组织设计是组织施工，指导施工活动，保证铁路基本建设工作正常进行的重要技术经济文件；是围绕一个工程项目或某一单项工程，规划整个施工进度、各施工环节相互关系的战略性或战术性布署。编制和在贯彻过程中不断完善施工组织设计是合理组织施工，保证施工企业经营管理顺利进行的一项重要措施。

铁路基本建设的特点是线路长、工程大、面广而分散，是一项十分复杂的生产活动。一条铁路施工，是由很多工程组成的，随着地形、地质、水文、气象、交通、工期等条件的不同，而构成错综复杂的施工顺序、施工方法、运输方法、机具配备等不同的施工方案。除了基本作业活动以外，还要组织安排准备作业、辅助作业（临时工程）、附属企业、材料运输以及生活福利设施的修建等工作，就增加了施工活动的复杂性。要正确地处理人与物、空间与时间、天时与地利、工艺与设备、使用与维修、专业与协作、供应与消耗等各种矛盾，必须要有严密的组织与计划，必须根据各项具体的技术、经济条件，从全局出发，从许多可能的方案中选出比较合理的方案，对施工各项活动做出全面布署，这就需要施工组织设计来解决。只有这样，才能全面地、有计划地、合理地把参加施工的全部人力和物力科学地组织起来，建立良好的施工秩序，保证人尽其才，物尽其用，多、快、好、省地完成铁路基本建设任务。

施工组织设计把整个施工技术作业过程的所有各个环节都联系到一定的技术作业链条中，在集中统一领导下，合理确定各项技术作业间的关系，确定在什么时候，按什么顺序，用什么方法及工具来完成施工任务。如组织得好，可使工地上的工人、机具、材料能够各得其所，以最少的消耗、最快的速度，取得最好的效果；如组织得不好或没有施工组织设计，就会打乱施工顺序，违反操作规程，互相牵扯、干扰，甚至造成停工、窝工，降低工程质量，延误施工期限，造成人力、物力、财力的巨大浪费。

施工组织设计除安排和指导施工外，又是体现设计意图，督促检查工作及编制概、预算的依据。一经批准成立，即为国家制订铁路基本建设修建计划，安排投资和施工力量的依据。因此，施工组织设计必须具备下列性质：

（一）合理性 确定的原则和事项即符合当前施工队伍的技术水平和装备能力，又具备一定的先进水平，通过努力是可以达到的。

（二）严肃性 一经鉴定成立，即具有法定效力，必须严格执行，不得任意违背，如遇特殊情况必须变更时，须提出理由报请原批准单位审查批准后方得修改。

（三）实践性 编制的原则和依据不是一成不变的，应贯彻从实际出发，认真调查研究的工作方法。施工组织设计应随着工人熟练程度及劳动生产率的提高，施工方法的改善，新工具、新设备的出现而不断改变，它与长期不变的结构设计是不同的。

二、编制施工组织设计的基本原则

编制施工组织设计应贯彻执行党和国家的方针政策，其基本原则如下：

(一) 坚持基本建设程序，从实际出发，在保证质量的前提下，正确处理需要与可能，局部与全局的关系。

(二) 集中力量打歼灭战。在首先考虑关键工程的同时，集中力量分段施工，加速工程进度，缩短建设周期，根据国家计划要求，按时或提前完成铁路基本建设任务。做到修一段，通一段，用一段，尽快发挥投资效益。

(三) 支援工农业，节约用地，注意水土保持与环境保护。

(四) 贯彻增产节约原则，在保证工程质量、施工安全、施工期限的前提下，为工人创造不断提高劳动生产率的条件。节约劳力，节约原材料，节约能源，降低造价。一般不搞预铺、预架工程（指铺轨、架桥）。如有条件，临时工程可与永久工程结合起来考虑。

(五) 全面合理地统筹安排施工，对影响通车或交付运营的关键工程，应采取有效的措施。对一般工程的衔接及站后配套工程亦应妥善安排，尽可能组织均衡生产。

(六) 深入实际、深入群众，认真调查研究，作好施工方案的比选。

(七) 施工机械化。为了提高劳动生产率，减轻工人的劳动强度，应根据施工单位的机械配备情况及逐年增加设备的计划，对机械化施工作出合理的布署及安排，并向施工综合机械化逐步迈进。

(八) 施工工厂化。结合结构设计的定型化和标准化，尽量采用集中预制拼装构件，将工地繁重的劳动，变为工厂中的机械化操作，以提高工程质量，加速施工进度。

(九) 常年不间断施工。除充分利用有利季节安排施工外，应采取措施消除因冬雨季停工而引起的劳动力、机具、材料使用等方面的不平衡现象。

(十) 改革施工工艺，积极、慎重地采用和推广新技术、新方法、新材料、新设备。

(十一) 因地制宜，就地取材。合理布置开采和利用当地建筑材料（如砂、石、道碴、砖、瓦、石灰等），避免远运，节约投资。

为了提高施工组织设计的质量和工作效率，除应本着以上的基本原则编制外，并应经常吸取国内外先进经验，同时亦应采用新的工作方法或先进的计算手段（如用经济数学方法及电算等）。

第二节 施工组织设计的分类

一、设计单位编制的施工组织设计

由设计单位编制的铁路工程施工组织设计是设计文件的组成部分之一。它随不同的设计阶段而有不同的编制深度和内容，它是编制概算或修正概算及由施工单位进一步编制施工组织设计的依据。按照不同的施工对象，它有新建铁路、改建铁路与增建第二线，新建与改建铁路独立枢纽施工组织设计之分（见表1—1）。

施工组织设计分类简明表

表 1—1

阶段 类别 编制 单位	建设 类别	新建铁路	改建铁路与 增建第二线	新建与改建 铁路独立枢纽
		设计单位	初步设计阶段的施工组织设计方案意见 技术设计阶段的施工组织设计	
施工单位	工程局编指导性施工组织设计 工程处编综合性施工组织设计 工程段(队)及重点工程编实施性施工组织设计			

二、施工单位编制的施工组织设计

由施工单位不同级别的组织机构编制出不同性质的施工组织设计，是指导施工，安排施工计划和编制施工预算的依据。主要有三种：工程局一级的指导性施工组织设计；工程处一级的综合性施工组织设计；工程段（队）及重点工程的实施性施工组织设计（见表 1—1）。

第三节 编制施工组织设计时应考虑的几个问题

一、新建铁路基本建设内容

新建铁路基本建设内容，包括整个建设项目施工过程中所有环节在内，其总的作业内容，是由下列三部分组成：

- (一) 准备作业；
- (二) 辅助作业；
- (三) 基本作业。

准备作业与辅助作业，都是为基本作业服务的，本身不构成永久建筑物，只是在竣工决算时，将其费用摊入永久建筑物的成本内。准备作业不要与准备时期的作业相混淆，因准备时期的作业，包括准备作业，辅助作业，甚至有少量的基本作业在内（临时工程利用永久建筑物时，需提前修筑）。

(一) 准备作业

系指线路施工必要的准备工作，应安排适当的期限及力量于基本作业开工前完成，以保证基本工程的顺利进行。对短小的支线、专用线可以一次完成；对长大干线，应按基本作业分段施工的先后顺序，可以分期、分段进行。

(二) 辅助作业

辅助作业，主要是为铁路基本建设施工而修建的临时工程。辅助作业一部分应在基本作业开工前完成，另一部分可与基本作业同时进行。由于全部辅助作业所占投资比重较大，因此，施工组织设计，应在保证基本作业施工的同时，合理安排辅助作业，尽量减少其种类及数量。在满足工程需要的条件下减少临时建筑物的工程量，对降低工程造价具有重要的意义。

1. 合理安排辅助作业，减少临时建筑物的工程量，要在施工组织设计中具体地反映出

来。应考虑下列各点:

- (1) 提高铁路基本建设的机械化和工厂化施工水平, 可使临时工程相应地减少。
- (2) 在铁路基本建设施工中, 应根据施工对象和条件, 考虑采用建筑安装列车和组织流动的专业工程队, 以减少临时房屋工程数量。
- (3) 采用能多次倒用并能容易而迅速地转运、安装和拆卸的拆装式房屋(活动房屋)。
- (4) 充分地利用原有的建筑物满足施工需要, 减少临时工程。
- (5) 广泛地使用移动式设备。
- (6) 对某些临时建筑物, 可集中在车站或工程集中的地点修建, 以便考虑综合、统一使用。
- (7) 在满足施工需要的基础上, 正确地并尽可能准确地计算临时建筑物的需要量。
- (8) 提高劳动生产率, 加速施工进度。

2. 辅助作业的主要内容

按其使用性质可分为: 大型临时设施和过渡工程; 临时房屋及小型临时设施两类。现分述如下:

(1) 大型临时设施和过渡工程

1) 大型临时设施

根据建设项目的具体情况, 由施工组织设计确定项目及数量, 其主要内容:

- ①铁路便线、便桥: 指为施工运料修建的便线、便桥(包括临管)。
- ②铁路岔线(包括场内线): 指通往成品厂、材料厂、道碴场(包括砂、石场)、轨节拼装场、存梁场的岔线; 机车转向用的临时三角线和架梁岔线; 独立特大桥的吊机走行线; 以及重点桥、隧等工程专设的运料岔线等。
- ③汽车运输便道: 指通行汽车的运输干线及其通往隧道、大桥、机械化施工的重点土石方等重点工程和大型成品厂、材料厂、砂石场、钢梁拼装场等的引入线。
- ④为施工服务的通行汽车的渡口、码头、浮桥、吊桥、天桥、栈桥、地道。
- ⑤临时通信干线: 指为施工所需的临时通信干线(包括由接轨点最近的交换所为起点, 修建的通信干线, 不包括由于干线到工地的或施工地段沿线各处、段、队所在地的引入线、场内配线和地区通信线路)。
- ⑥临时集中发电站、变电站(包括升压站和降压站)和临时电力干线(指供电电压在6 kV及以上的高压供电线路),
- ⑦临时给水干管路: 指在特殊缺水地区, 为较集中地解决工程用水而铺设的干管路。
- ⑧临时轨节拼装场、钢梁拼装场、大型道碴场、成品厂等的场(厂)地土石方及圬工。
- ⑨独立特大桥施工用的临时支墩和大型钢结构制造场等。
- ⑩铁路便线、便桥和汽车便道的养护费。
- ⑪修建大型临时设施而发生的租地、青苗损失补偿以及拆迁等。

2) 过渡工程

由于即有线技术改造、扩建复线等工程的施工, 需要确保既有线(或车站)运营工作的安全和不间断地进行, 同时为了加速建设进度, 需要尽可能地减少运输与施工之间的互相干扰和影响, 从而对部分既有线工程设施, 必须进行的施工过渡方案设计, 所采取的过渡措施, 以保证运输和施工任务的顺利完成。例如, 为维持既有线的安全和不间断的运营而增设

的临时性便线、便桥和其他建筑物及设备，以及由此引起的租用土地、青苗补偿及拆迁建筑物等，均属此项。凡属于小临范围的工程，在过渡工程中不应列入。

在安排大临或过渡工程时，均应结合具体情况，充分考虑利用旧料和临时借用本建设项目正式工程的材料，尽可能减少临时工程的投资。在计算费用时，凡已包括在施工机具器材购置费内的项目，如各种施工、运输辅助机具和临时通信、信号、电力、给水等所需的各种机具设备、管线、通信、运输器材、轻便轨、钢铁结构及构件、钢模板及支撑（按固定资产管理）以及附属企业所需设备等的购置费，不应重列。

（2）临时房屋及小型临时设施

1）临时房屋

施工及施工运输（包括临管）所需修建的临时生活及居住房屋（包括职工家属房屋及探亲房屋），文化教育及公共房屋（如三用堂、广播室等）和生活及办公房屋（如发电站、空压机房、成品厂、材料厂、仓库、堆料棚、临时站房、货运室等），均属此项。在计算费用时，除包括上列房屋的修建费外，还包括下列费用：

①活动房屋和帐篷的购置费，搭设、移拆的工料费及维修费等。

②根据铁道部下达的任务计划安排，决定更换施工单位或规定停建复工的项目，原有临时房屋及设施的一次整修费，租用路外房屋在迁入前的一次整修费用，以及不属施工管理费项下支付的路外房屋租赁费和日常维修费，利用正式房屋在使用完毕时的整修费用。

临时房屋费用，占基建投资总额比重较大（约占5%左右），合理修建临时房屋，对降低工程造价具有重大意义。施工组织设计在安排施工时，应予考虑。

2）小型临时设施

小型临时设施项目繁多，凡大型临时设施内容以外的均属本项，如：

①通往中小桥、涵洞等工程和处、段、隧、料库、车库所在地的运输便道引入线（包括汽车、马车、架子车道）；工地范围内和所在地的场内运输便道、轻便轨道、工地塔吊走行线、工地施工便桥；由于线到工地或施工处、段、队所在地的地区通信引入线、电力线和地区给、配水管路等。

②为施工或维持施工运输（包括临管）而修建的临时建筑物，如临时给水（水井、水塔、管路等）、临时供电、临时通信（指地区线路及引入部分）、临时信号、临时整备设备（给煤、砂、油，清灰等设备）、临时站场设备（包括客货运设备）。以及在通车地段为修建桥涵所需的扣轨梁、吊轨梁、军用梁等（包括枕木垛、木排架）的架立、移拆的全部费用。

除上列项目外，因修建临时房屋及小型临时设施而租用土地、青苗损失补偿以及拆迁建筑物等，而发生的费用，均应列入。

临时房屋及小型临时设施，设计单位不作设计，其修建标准及修建面积的计算，由施工单位考虑，详见第三章。

（三）基本作业

基本作业，为铁路基本建设工程中的主要部分，建成后作为固定资产移交的项目。如：

1. 路基（包括挡墙）；
2. 桥涵；
3. 隧道及明洞；
4. 轨道；

5. 通信;
6. 信号;
7. 电力;
8. 电力牵引供电;
9. 房屋;
10. 运营生产设备及建筑物。

通常根据施工先后又以“站前”和“站后”来划分：1—4项为站前工程，5—10项为站后工程。

基本作业大体又可分为两大类：一类为相互关联者，即必须按一定顺序或交叉进行施工。如修筑路基、桥梁、隧道、铺轨、铺碴及路基加固等（详见第二章第三节施工顺序）。另一类为彼此不相关联或关联较少者，如房屋建筑、给水、通信设备的修建等。

二、施工组织方法的选择

(一) 几种施工组织方法的比较

在铁路施工过程的实践中，有三种基本施工组织方法：顺序作业法、平行作业法和流水作业法。其中以流水作业法最为经济合理。为说明流水作业法的优越性，现以四座小桥的下部建筑为例，阐明每种方法的特点以资比较。为了简化起见，假定各桥的工程数量相等，比较范围只限于施工时间的长短与所需劳动力数量间的相互关系。现分别比较如下：

1. 顺序作业法

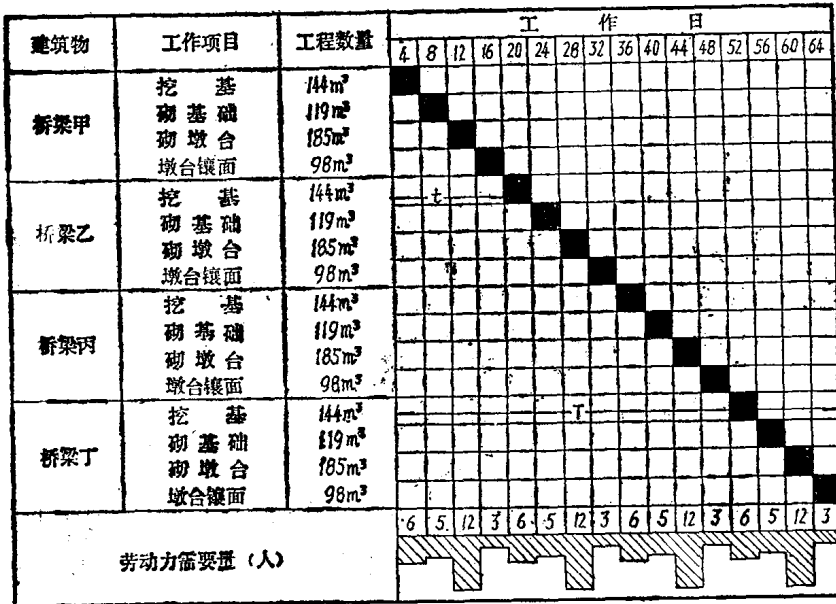


图 1—1 顺序作业法施工进度图

此法规定在前一建筑物全部竣工之后，才能对每一后续建筑物进行施工(如图 1--1)。

由于每座桥工程数量相等，在其他条件都相同的情况下，施工时间亦相等，均为16个工作日。其施工总期限可用下式表示：

$$T = N \cdot t$$

式中 T ——全部工程的施工总期限 (工作日) ;
 t ——每一建筑物的施工时间 (工作日/座) ;
 N ——建筑物的数目 (座) 。

总期限 $T = 4 \times 16 = 64$ (工作日) 。

从以上顺序作业法中可以看出, 在劳动力使用上人数虽少, 但出工人数不平衡。每个专业组工人不能连续工作, 而出现周期性的间断情况, 施工总期限最长。同时又引起材料、机具等不正常、不均衡的使用, 故此法不宜采用。

2. 平行作业法

此法规定同时完成全部建筑物工程, 并同时规定在每个建筑物的范围内, 各项工作按一定的技术作业程序来完成 (如图 1-2)

由于各桥的工程数量和施工人数相等, 而又同时开工和竣工, 因此, 全部桥梁的施工总期限不随桥梁座数为转移, 而是等于每座桥的施工时间, 即 $T = t = 16$ (工作日) 。

平行作业法, 因每个建筑物施工为平行作业, 施工总工期最短, 所需劳动力数量最大, 造成出工人数最大的不平衡。只有在任务要求紧迫, 施工期限短促的情况下才采用。



图 1-2 平行作业法施工进度图

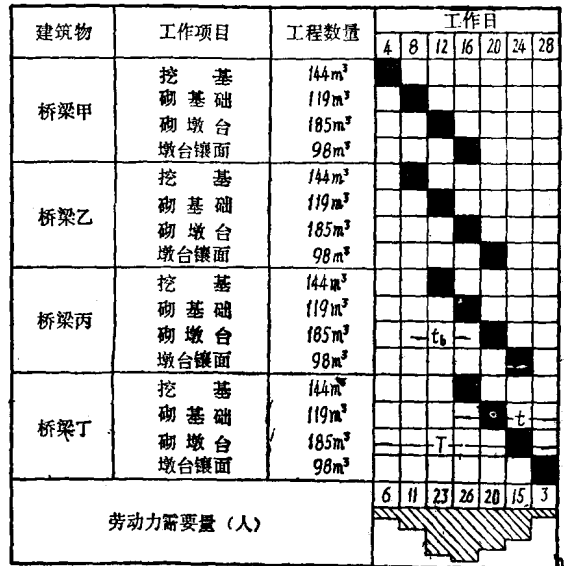


图 1-3 流水作业法施工进度图

3. 流水作业法

此法与上述顺序作业法和平行作业法不同, 它是保持每个专业工班按一定的技术作业程序, 在适当的期限内以适当的人工、材料及机具的消耗进行不间断的施工。如挖基工班完成第一座桥的挖基工程后, 即转入第二座桥的挖基工程, 直至整个单位流水组全部完成为止。余类推。全部建筑物的施工总期限随“流水步距”的时间而变 (见图 1-3)。以下式表示:

$$T = t + t_0(N-1) \quad (1-2)$$

式中 t_0 ——流水步距 (工作日) ;

其余符号同前。

从图 1—3 可以看出每座桥的工期为 16 工作日，流水步距为 4 工作日。四座桥的总期限为 $T = 16 + 4(4 - 1) = 16 + 12 = 28$ (工作日)。

在正常的施工条件下，流水作业法是最经济合理的施工组织方法。它能使专业工班不间断地工作。劳动力没有显著的变动，出工人数逐渐增加，在一定时间内稳定在适宜的水平上，然后再逐渐减少。这是最合理地组织劳动力，有效地使用生产资源（机具、材料等）的施工组织方法。它能在最适宜的期限用较少的劳动力及资源完成施工任务。

流水作业法，可用于一个工点，也可用于多数同类型的建筑物施工，在修建通信线路、给水、桥隧建筑物、沿线房屋以及铺轨等工程上功效尤为显著。随着施工技术和施工机械的不断发展及装配式结构定型化和工厂化的采用，也为建筑施工的流水作业法提供了有利条件。

(二) 单位流水的计算

进行单位流水计算时，通常需要确定出每一个建筑物的施工时间和流水步距。

1. 每个建筑物施工时间的计算

施工时间可用公式 (1—2) 变换来表示即：

$$t = T - t_0(N - 1) \tag{1-3}$$

由公式 (1—3) 可以看出，每个建筑物的施工时间是随全部建筑物的施工总期限和建筑物数量为转移的。如遇某种情况需变动 T 和 N 时，则需延长或缩短每个建筑物的施工时间 t 。

在上述例子中，一座桥的施工时间为 16 工作日，采用流水作业法进行四座桥施工总期限为 28 工作日。假如总期限改为 60 工作日，则一座桥施工时间 $t = 60 - 12 = 48$ 工作日。

反之，如果总期限 T 不变，而把单位流水中的建筑物数量 N 增加为 7 座，则一座桥的施工时间 $t = 28 - 4 \times 6 = 4$ 工作日。

一个建筑物的施工时间，是与施工技术作业程序、劳动组织、机械化程度、劳动定额、施工方法以及工人技术熟练程度等互相关联的，不是任意可以决定的，必须统筹考虑、合理安排，并通过计算、分析才能选定。因为一个建筑物全部施工过程是由各个不同类型的分组工程组成的，它的施工时间亦即各个分组专业工班所完成各部结构工程时间的总和。这种分组的工作过程称为工作循环。每个建筑物工作循环的多少，应视工程结构类型和具体情况而定。如上例，桥梁下部建筑的施工过程，分为挖基、砌基础、砌墩台、墩台镶面四个工作循环。每一循环工作，都是由具备一定技术水平及装备能力的专业工班来完成。

为了保持单位流水的节奏性及劳动力使用上的均衡性，必须使每一个循环时间保持一定的比例关系。但实际上，同一建筑物的工作循环，因为其中所包含的工作，在类别、数量和劳动量上均不相同，往往需时各异。如何选定适当的工作循环时间，往往出现下列情况：

(1) 采用最繁重的工作循环时间。一个建筑物的所有工作循环时间，一律采用最繁重工作循环时间时，则其余不太繁重的工作循环就会拉得时间过长，使参与工作的人数减少，工作面不能充分利用，导致工期延长。

(2) 采用不太繁重的工作循环时间时，担任繁重工作循环的工人人数就要增加，可能超过工地范围所能容纳的人数，造成相互妨碍、干扰，降低工作效率。

(3) 采用最不繁重的工作循环时间为单元，不太繁重和最繁重的工作循环时间，可以采用单元的倍数，使其保持一定的比例关系。施工经验证明，选用此法较为有利。

2. 工作循环时间的计算

工作循环时间可用下式计算

$$t_z = \frac{W}{Pq} \quad (1-4)$$

式中 t_z ——工作循环时间；

W ——工作循环中的工作量；

P ——适当的出工人数，其值为 $P = \frac{F}{f}$ (F ——场地面积； f ——每个工人平均所占面积)；

q ——劳动生产率。

将 P 代入 (1-4)

$$\text{则} \quad t_z = \frac{W \cdot f}{q \cdot F} \quad (1-5)$$

由公式 (1-5) 可以定出各种工作循环的时间，然后再进行适当的调整，使其成为等数或倍数比例后，就可求得一个建筑物的施工时间 t ，它是该建筑物施工过程中各项工作循环时间之和。

3. 流水步距 t_b 的确定

在单位流水中，每一后续建筑物加入流水的时间间隔，为流水步距。确定流水步距是单位流水计算中的一个重要组成部分。由公式 (1-2) 可得 t_b 的关系式如下：

$$t_b = \frac{T-t}{N-1} \quad (1-6)$$

从公式 (1-6) 可以看出，流水步距是与施工总期限 T 和单位流水中建筑物数量 N 以及一个建筑物的施工时间 t ，都有密切关系。

若 T 和 N 已确定，流水步距就随 t 而变化，亦即视第一个工作循环时间 t_z 而定，因为参加施工的专业工班，必须首先完成第一个建筑物相应的工作循环之后，才能转移至第二个建筑物去。

如果单位流水中均为同类型建筑物，而且各种工程的工作循环时间均相等，则流水步距将等于一个工作循环的时间，即 $t_b = t_z$ 。

如果工作循环时间不同，流水步距则采用工作循环中最短的时间。在这种情况下，循环时间就应等于或倍于流水步距，可通过调整工班组织人数来达到这一要求。应当注意，如果某一个工作循环不等于、也不倍于流水步距而采用任一数值时，就会使整个单位流水遭到破坏。

流水步距的数值，对单位流水中的全部建筑物施工总期限 T 影响很大。现举例说明如下：假定某一单位流水中有20座单层、同类型的房屋工程，每座房屋的施工时间为50天，流水步距 t_b 为10天，则

$$T = 50 + 10 \cdot (20 - 1) = 50 + 190 = 240 \text{ (天)}。$$

若把 t 缩短 $4/5$ ，则

$$T = 10 + 10 \cdot (20 - 1) = 10 + 190 = 200 \text{ (天)}。$$

施工总期限减少40天，即减少16.7%。

若 t 不变而将 t_b 减少一半，则

$$T = 50 + 5 \cdot (20 - 1) = 50 + 95 = 145 \text{ (天)}。$$

施工总期限减少95天，即减少40%。由此可见，流水步距的减少对施工总期限影响很大。

从流水步距这个特点可以看出，每一个后续建筑物加入流水的时间间距越小，则接近于

平行作业法的程度越大，而全部建筑物的施工总期限越趋近于一个建筑物的施工时间。因此，流水步距不能任意减少，以避免劳动力数量急剧增加而出现不平衡现象。适当的流水步距，在具体设计中，应通过比较选取最优数值。解决这个问题应从劳动力均衡使用系数来考虑。劳动力均衡使用系数用下式表示：

$$K_p = \frac{P_{cp}}{P_{max}} \quad (1-7)$$

式中 K_p ——劳动力均衡使用系数，

P_{cp} ——平均出工人数；

P_{max} ——最高出工人数。

当 $K_p \geq 0.75$ 时，相应的流水步距为最适当的数值。 K_p 之倒数，又称平行流水作业系数，在绘制施工进度图时应用。

在绘制一条新建铁路施工进度图时，往往施工总期限是确定了。对沿线小型桥隧等建筑物，在满足正线铺轨期限的条件下，可组织若干个单位流水组进行施工。如果某个单位流水组的施工期限超过了正线铺轨期限时，可考虑减少该单位流水组中建筑物的数量 N 来解决。若以 N_1 表示减少后的建筑物数量，其他数量保持不变，则

$$N_1 = \frac{T-t}{t_b} + 1 \quad (1-8)$$

对大、中型桥梁，除基底工程比较复杂，须单独加以解决而不列入单位流水的范围外，其余均可采用流水作业法组织施工，将收到良好的效果。

三、施工综合机械化

(一) 施工机械化的意义

铁路修建的过程是一项繁重而复杂的施工过程。开展机械化施工是节约劳动力、减轻劳动强度、加速铁路建设、提高工程质量的重要途径。如用人工装土方，每个工每班（8小时）可装 $15m^3$ ，改用 $1m^3$ 挖土机装车，每个工每班可装 $150m^3$ ，提高生产率10倍。又如用机械化替人力搅拌混凝土能提高强度10%；用机械代替人力捣固混凝土能提高强度25%。

施工机械与施工方法，都是完成施工任务的手段，施工机械化又是保证实现先进施工方法的必要条件。施工方法改进了，施工机械也要随着改进。随着科学技术的发展，施工方法日新月异，施工机械也要随之不断推陈出新。如桥梁钻孔桩基础的出现，就需要与之相适应的钻孔桩机械来施工。又如引进了钻孔台车和喷锚支护设备，使隧道施工走向全断面开挖和喷锚支护，改变了原分部开挖和木支撑的施工方法。可见，施工方法和施工机械是相辅相成的、互相促进的。因此正确的施工组织设计，在研究确定施工方法的同时，必须选择适当的施工机械来完成施工任务。

(二) 施工综合机械化

所谓综合机械化，就是在施工过程中所有工作，包括材料运输、准备和整理工作在内，都采用适当的机械来施工。也就是说，除主要的基本工作采用机械施工外，其他辅助工作和准备工作等亦采用配套的机械来完成，这是铁路施工发展的方向。随着我国四个现代化不断发展，铁路建筑施工必然由人力、半机械化向综合机械化的方向不断发展。但当前由于我国建筑机械生产水平和机械化施工队伍，尚不能满足施工需要，与施工综合机械化的要求尚有一定的差距。目前各施工队伍的机械配备和技术水平不一致，故施工能力各不相同。在编

制施工组织设计时，应结合施工队伍的具体情况，来研究确定施工机械化程度和施工方法。

在综合机械化全套机械设备中，有主要机械和辅助机械之别。在不同工程中，保持主要和辅助机械生产率之间的正确比例，是合理组织综合机械化施工的重要条件。所谓主要机械，就是在该项综合机械化施工过程中，完成基本工作采用的机械，除主要机械外所有其他机械均为辅助机械，它必须根据主要机械的生产率加以选配。选配的原则是在保证主要机械充分发挥其效率的前提下，使选用的辅助机械亦能发挥其最大效率。

路基土方工程综合机械化施工，主要机械是挖土机、铲运机等。其他参加施工的机械均随挖土机或铲运机的生产率而配备。在施工作业循环过程中，如果某一项作业没有机械化，就会影响整个工程机械化施工效率。如某一土方工程用挖土机挖装、汽车运土、人力卸车时，则挖土机等待车辆装车时间约占整个等待时间的48%；当采用自卸汽车卸车时，则等待时间将减少到10%以内。

在隧道全断面开挖施工中，有开挖、清碴、支护、衬砌四条作业线，每完成一个循环即显示一次进度。开挖作业线上的机械为主要机械，其他作业线应按开挖机械的生产率来选配机械。在成昆线隧道全断面开挖施工中，由于受清碴作业线中运输车辆生产能力的限制（由于斗车容积小，空、重车倒换费时多，装碴机不能连续作业），要在规定时间内完成一个循环，须把凿岩台车的炮眼钻进深度限制为2 m左右，不能充分发挥开挖作业线上的钻孔能力，降低了整个工程的施工进度。当采用了容积大的槽式列车运碴后，减少了调车次数，增加了装碴机作业时间，提高了运输能力，满足了开挖生产率的需要，从而加速了施工进度。

采用机械铺轨时，主要机械是铺轨机，根据铺轨机的生产率就可确定运输及轨节拼装场内所用机械的类型和数量。

线路铺碴时，把道碴铺入线路上的铺碴机为主要机械，其他如运碴等辅助机械，应按铺碴机的生产率来配备。

在任何一项复杂的建筑、安装工程采用综合机械化施工前，施工组织设计应首先选择主要机械，并据此选定辅助机械的类型和数量。从而即确定了该项工程施工过程中所必需的全套机械。

在具体选择一项工程的主要机械时，一般应按下列条件进行：

1. 在规定的期限内完成指定的工作量；
2. 充分利用主要机械的生产率；
3. 主要机械和辅助机械与运输工具之间最好的配合运用；
4. 全套机械的最低使用费用；
5. 选择已在实践中行之有效，生产能力最高的成套机械。

（三）机械化施工的发展与展望

1. 发展概况

建国初期，我国在铁道建筑施工中以人力为主，后来逐步发展为半机械化（即在控制工期的重点或个别工程中采用机械施工）。随着施工技术和施工机械的发展，铁路施工机械化水平不断提高，由人力、半机械化施工逐渐向综合机械化施工的方向迈进。如土石方工程，装卸、运输、混凝土、安装、铺轨、铺碴以及开采砂石料等繁重体力劳动，逐步转向机械操作。但由于地区及施工单位的不同，机械化施工的发展并不平衡，甚至出现较大差异。现以隧道为例，介绍其发展情况如下：

我国自1889年在台湾省台北至基隆铁路线上修建我国第一座隧道起至1949年六十年间共

建成标准轨距隧道238座；平均每座长370m，几乎都是采用人工凿眼、人工出碴修建的。新中国成立后，隧道建设取得了较大的成就，现有隧道4386座全长2009km，占世界首位。五十年代中修建宝成线时，全长2363m的秦岭隧道采用手持凿岩机钻眼、人工装碴、电瓶车牵引、轨道运输，单口月成洞45m。五十年代末修建川黔线凉风垭隧道，全长4270m，采用手持凿岩机钻眼、机械装碴、电瓶车牵引、轨道运输，单口月成洞76m。六十年代中期，在西南铁路大会战中，采用了风动气腿式凿岩机(多机同时钻眼)、铲斗后卸式装碴机装碴、电瓶车牵引、矿车运输等一整套轻型机械，使隧道掘进速度大幅度增加，如成昆线官村坝等20座隧道单口平均月成洞超过100m。其中，全长6107m的官村坝隧道单口平均月进度达到152m。1966年在成昆线引进、试验和推广了凿岩台车进行全断面一次开挖。凿岩台车是主要机械设备，有两种类型：一种是由日本引进的液压钻臂式凿岩台车；另一种是仿瑞典的梯架式凿岩台车。另外还设计制造了全断面梯架式电钻台车。配套使用的辅助机械有：铲斗式装碴机、液压传动内燃机车、电瓶车、大容积(2.5~4.25m³)侧卸式斗车和槽式列车等一整套机械设备，先后在深溪沟等15座隧道使用，单口平均月进度100m左右，最高达到200.58m。七十年代中期，在四川省广元至旺苍专用线普济隧道(IV类围岩 $f=3$)进行全断面机械开挖、喷锚支护的科研试点、采用铁道部第二工程局制造的凿岩台车(三层18台风钻)钻眼；出碴采用装碴机和铁道部科学研究院西南研究所与铁道部第二工程局设计制造的8.5m³梭式矿车配套使用；喷锚支护和衬砌采用铁道部第二工程局仿制的混凝土喷射机、坑道混凝土搅拌车及机械手进行全断面喷射混凝土等大型施工机械，改进了施工方法，提高了进度。虽由于洞内涌水泡软基底，轨道养护困难，影响了施工进度，但仍达到单口月成洞104.2m。八十年代初京广复线新建大瑶山双线隧道(全长14.295km)学习国外先进经验，采用新奥法施工，引进了瑞典的四臂全液压凿岩台车(钻眼开挖)；日本的全断面衬砌模板台车、混凝土喷射三联机、混凝土输送泵(喷锚支护和衬砌)；美国的2.7m³装碴机(装碴)；意大利的20t自卸汽车(运碴)等一整套大型机械设备。自1982年实行三条综合机械化作业线施工以来，大大加快了隧道掘进速度，取得了在隧道修建中进行综合机械化施工的新经验。据1984年1~9月该隧道施工统计资料：单口平均月成洞140m；进口连续5个月实现150m成洞；出口最高成洞217.68m。如进一步提高技术管理水平，单口平均月成洞有可能达到200m。这标志着我国隧道综合机械化施工的新水平。

其他工程的施工机械随着时代的前进、科学技术的发展亦有不同程度的发展，在此不一列举。

2. 展 望

铁路工程施工实现综合机械化是发展方向。在操作方面还应不断向自动化发展。过去我们在这方面做了不少工作，在实践中亦取得了一些宝贵经验，为今后的发展创造了有利条件。为了使今后的工作做得更好，尚需注意以下几点：

(1) 施工机械的供应首先应立足于国内，其次要有目的、有选择地引进国外先进施工技术和机械设备，做到花钱少、作用大。

(2) 施工综合机械化，要求施工中每条作业线上的机械性能及生产能力要配套。过去在这方面注意得不够，使主要机械不能发挥应有的效能，施工速度受到一定限制。如京广复线大瑶山隧道施工引进了四臂全液压凿岩台车加速了钻眼速度，开创了隧道工程快速施工的新纪元，但由于装药技术与机械设备未能配套，采用人工装药需时长，成为开挖作业循环的控制工序，延长了开挖作业循环时间，影响了整个隧道的掘进速度，应采取措施。随着新结构