

Discussion on Flowing Construction

Jiayi Xu

Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang, Hebei, 050043, China

Abstract

Flowing construction is an early, widely used and effective method of scientific organization of construction in building construction. It comes from the flowing operation in industrial production. The difference is that in industrial production, the positions of production workers and equipment are fixed, and products flow from one process to the next on the assembly line. In building construction activities, the location of building products is fixed, and production workers and production machines are used to move and process products in the space of the building, the paper discusses the basic methods of construction organization of flowing construction technology in building construction from different aspects, the pipeline parameters are explained. In building construction, many practices have proved that the organization of flowing construction can make full use of time and operating space, reduce non-productive labor consumption, carry out continuous, balanced and rhythmic construction, thus improving labor productivity, shortening construction period, saving construction costs and reducing project costs.

Keywords

flowing construction; organization; parameters

关于流水施工的探讨

许家易

石家庄铁道大学, 中国·河北 石家庄 050043

摘要

流水施工是一种诞生较早, 在建筑施工中广泛使用、行之有效的科学组织施工的方法。它来源于工业生产中的流水作业, 不同之处在于, 工业生产中, 生产工人和设备的位置是固定的, 产品在流水线上从一个工序流向下一个工序。在建筑施工活动中, 建筑产品的位置是固定的, 生产工人和生产机具等在建筑物的空间上进行移动加工产品, 论文从不同的方面对建筑施工中流水施工技术的施工组织的基本方式、流水参数等进行了阐述。建筑施工中, 许多实践证明, 组织流水施工, 可以充分利用时间和操作空间, 减少非生产性的劳动消耗, 连续、均衡、有节奏地进行施工, 从而提高劳动生产率, 缩短工期, 节约施工费用, 降低工程成本。

关键词

流水施工; 组织; 参数

1 流水施工的基本概念

1.1 施工的组织方式

根据工程项目的施工特点、工艺流程、资源利用、平面及空间布置等要求, 组织施工时有依次施工、平行施工、流水施工等组织方式。下面举例说明三种组织方式的施工效果。

1.1.1 依次施工

依次施工也叫顺序施工, 是一个施工对象完全完成后才开始下一个施工对象的施工。本例中挖土完后做垫层、垫层完后做砖基础、最后回填土, 显然需要 $4 \times 4 \text{天} = 16 \text{天}$ 。

依次施工有两种方式: 一种方式是一个施工段上的所有

施工过程完成后, 紧接着完成下一个施工段上的所有施工过程; 另一种方式是前一施工过程全部完成后, 紧接着后面的一个施工过程, 依次进行。当工程规模有限, 施工工作面有限时可以采用该种作业方式。其中, 依次施工具有以下特点:

- (1) 没有充分利用工作面进行施工, 工期长。
- (2) 如果按专业成立工作队, 则各专业队不能连续作业, 有时间间歇, 劳动力及施工机具等资源无法均衡使用。
- (3) 如果由一个工作队完成全部施工任务, 则不能实现专业化施工, 不利于提高劳动生产率和工程质量。
- (4) 单位时间内投入的劳动力、施工机具、材料等资源

量较少,材料供应较单一,机具设备使用不集中。

(5) 施工现场的组织管理比较简单。

1.1.2 平行施工

平行施工是指全部工程任务的各个相同的施工过程同时开工,同时完工的一种施工组织方式采用平行施工方式。其总工期为4天,由此可知平行施工方式具有以下特点:

(1) 能充分利用工作面进行施工,工期短。

(2) 如果每一个施工对象均按专业成立工作队,则各专业队不能连续作业,劳动力及施工机具等资源无法均衡使用。

(3) 如果由一个工作队完成一个施工对象的全部施工任务,则不能实现专业化施工,不利于提高劳动生产率和工程质量。

(4) 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。

(5) 施工现场的组织、管理比较复杂。

(6) 主要用于工期要求紧,各方面资源供应有保障的大规模建筑群的施工。

1.1.3 流水施工

流水施工是指所有的施工过程按一定的时间间隔依次投入施工,各个施工过程陆续开工、陆续竣工,使同一施工过程的专业队保持连续、均衡施工,相邻专业队能最大限度地搭接施工。流水施工具有以下特点:

(1) 尽可能地利用工作面进行施工,工期比较短。

(2) 各工作队实现专业化施工,有利于提高技术水平和劳动生产率,也有利于提高工程质量。

(3) 专业工作队能够连续施工,同时使相邻专业队的开工时间能够最大限度地搭接。

(4) 单位时间内投入的劳动力、施工机具、材料等资源量较为均衡,有利于资源供应的组织。

(5) 为施工现场的文明施工和科学管理创造了有利条件。

流水施工的实质是对工程项目施工的总生产过程的分解,以劳动力的分工和各个分解的施工过程的搭接和节奏性为基础的连续施工和均衡施工的方法。

2 流水施工的组织条件

2.1 划分施工过程

根据拟建工程的施工特点和要求,把工程的整个建造过程分解为若干个施工过程,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。它是组织专业化施工和分工协作的前提。

2.2 划分施工段

根据组织流水施工的需要,将拟建工程在平面或空间上,划分为劳动量大致相等的若干个施工段。

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。

主要施工过程必须连续、均衡地施工。对工程量较大,作业时间较长的施工过程,必须组织连续、均衡的施工;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,为缩短施工,可安排其间断施工。

不同的施工过程,尽可能组织平行搭接施工。根据不同的施工顺序和不同施工过程之间的关系,在有工作面的条件下,除必要的技术和组织间歇时间,应尽可能地组织平行搭接施工。

3 流水施工的表达方式

流水施工的进度计划可以采用水平图表、垂直图表或网络图表示。

3.1 水平图表

水平图表又称横道图。其水平坐标表示流水施工的持续时间,垂直坐标表示施工过程或专业工作队的名称、编号,带有编号的圆圈表示施工项目或施工段的编号,水平线段表示某一施工过程在所编号的施工段上的持续时间。

3.2 垂直图表

其水平坐标表示流水施工的持续时间,垂直坐标表示施工项目或施工段的编号,斜向指示线表示施工过程的流水开展情况,斜向指示线段的代号表示施工过程或专业工作队名称、编号。水平图表具有绘制简单、流水施工形象的优点。垂直图表能直接地反映出在一个施工段或工程对象中各施工过程的先后顺序和相互配合关系,而且其斜线的斜率还能形象地反映出各施工过程的施工速度的快慢^[1]。

4 流水施工的参数

在组织流水施工时,用以表达各施工过程在时间和空间上的相互依存关系而引进施工进度计划图特征和各种数量关系的参数,这些参数成为流水施工参数。按其性质的不同,

流水施工参数可分为工艺参数、空间参数和时间参数三种。

4.1 工艺参数

工艺参数是用以表达流水施工在施工工艺上的开展顺序及其特征的参数,包括施工过程和流水强度。

施工过程是对某项工作由开始到结束的整个过程的泛称。施工过程的数目一般用 n 来表示,它是流水施工的主要参数之一。根据其性质和特点的不同,施工过程一般分为四类。

制备类施工过程。在组织流水施工过程中,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,如砂浆制备、混凝土搅拌、构配件安装等。这些施工过程一般不占用施工对象的空间,在进度上一般不表示。但当其占有施工对象的空间并影响总工期时,应将其作为施工过程列入进度表,如预制及组装的大型构件。

运输类施工过程。它是将建筑材料、构配件、成品、半成品、制品和设备等运到项目工地仓库或现场使用地点而形成的施工过程。

建筑安装类施工过程。它是在施工对象的空间上,直接进行加工,最终形成施工项目产品的过程,如地下工程、基础工程、主体工程、屋面工程和装饰工程等。

它占有施工对象的空间,影响着工期的长短,必须列入项目施工进度,而且是项目施工进度表的主要内容。

土方和脚手架搭设类。土方开挖和脚手架搭设都具有竖向展开的工艺特性。在时间和空间的展开上与相应的主要施工过程密切相关。当和主要施工过程交替展开时,则归入主要施工过程。当它作为主要施工过程的前导施工过程时,则可作为单一的施工过程,组织流水施工^[2]。

施工过程数 n 的确定与该工程的复杂程度、施工方法等有关。施工过程数 n 要取得适当,不能过多、过细,给计算增添麻烦,也不能太粗、太笼统,失去指导施工的意义。

4.2 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。空间参数包括三种:工作面、施工段和施工层。

4.2.1 工作面

工作面是指某专业工种的工人或某种施工机械进行施工的活动空间。工作面一般用 A 表示。工作面的大小,表明能安排施工人数或机械台班数的多少。每个作业的工人或每台施工机械所需工作面的大小,取决于单位时间内完成的工程

量和安全施工的要求。工作面确定的合理与否直接影响专业工作队的生产效率。

4.2.2 施工段

施工段指工程对象在平面上划分的若干个劳动量相等或大致相等的独立区段,用符号 m 表示。施工段的数目不能太多,太多易使工作面太小,工人工作效率受影响;太少则不能组织流水,容易使工程窝工。因此,在划分施工段时,应遵循以下原则:

(1) 主要专业工种在各施工段所消耗的劳动量大致相等,其相差幅度不宜超过 15%。

(2) 在保证专业工作队劳动组合优化的前提下,施工段划分要满足专业工种对工作面的要求。

(3) 施工段分界线应尽可能与结构自然界限相吻合,如温度缝、沉降缝或单元界限等处。如果必须将其设在墙体中间时,可将其设在门窗洞口处,以减少施工留槎。凡不允许留设施工缝的部位均不能作为施工段的边界。

(4) 施工段数要满足合理流水施工组织要求,即 $m \geq n$ 。

(5) 当房屋有层间关系,分段又分层时,为使各个施工队能够连续施工,要求每层最少施工段的数目应大于或等于施工过程数,即 $m_{\min} \geq n^{[3]}$ 。

4.2.3 施工层

在组织流水施工时,为满足专业工种对操作高度的要求,通常将施工项目在竖向上划分为若干个作业层,这些作业层被称为施工层。

4.3 时间参数

时间参数是在组织流水施工时,表达流水施工在时间排列上所处状态的参数。它主要包括流水节拍、流水步距、平行搭接时间、技术间歇时间、组织间歇时间和工期。

4.3.1 流水节拍

流水节拍是某一施工过程在一个施工段上工作的持续时间,通常以 L 表示。它是流水施工的基本参数之一。流水节拍的大小反映出流水施工速度的快慢、节奏感的强弱和资源消耗量的多少。影响流水节拍大小的因素主要有项目施工时所采用的施工方案,各施工段投入的劳动力人数或施工机械台数、工作班次以及该施工段工程量的多少。流水节拍的确定方式有两种:一种是根据现有能够投入的资源(劳动力、机械台数和材料量)来确定,称为定额计算法;另一种是根据工期要求来确定,称为工期计算法。

4.3.2 流水步距

流水步距是指相邻的两个施工过程（或工作队）相继进入同一施工段进行流水的时间间隔，一般用 $t_{k,j}$ 表示。流水步距的数目取决于参加流水的施工过程数，如施工过程数为 n ，则流水步距的数目为 $n-1$ 个。流水步距的大小取决于相邻两个施工班组在各个施工段上的流水节拍及流水施工的组织方式^[4]。在确定流水步距时，通常要满足以下原则：

（1）要始终保持两个相邻施工过程的先后工艺顺序。

（2）要保持相邻两个施工过程在各个施工段上都能够连续作业。

（3）要保持相邻的两个施工过程，在开工时间上实现最大限度、合理地搭接。

4.3.3 平行搭接时间

在组织流水施工时，有时为了缩短工期，在工作面允许的条件下，如果前一个施工班组完成部分施工内容后，能够提前为后一个施工班组提供工作面，使后者提前进入前一个施工段。两者在同一施工段上平行搭接施工，这个搭接时间称为平行搭接时间或插入时间。

4.3.4 技术间歇时间

在组织流水施工时，除要考虑相邻施工班组之间的流水步距外，有时根据建筑材料或现浇构件等的工艺性质，还要考虑合理的工艺等待间歇时间，这个等待时间称为技术间歇时间，如混凝土浇筑后的养护时间、砂浆抹面和油漆面的干燥时间等。

4.3.5 组织间歇时间

组织间歇时间是指在流水施工中由于施工组织的原因（如

墙体砌筑前的墙身位置弹线、施工人员、机械转移、回填土前的地下管道检查验收等），造成在流水步距以外增加的间歇时间。组织间歇时间用 $t_{k,j}$ 表示。

5 结语

随着中国经济的快速发展，中国建筑行业获得了更多新的发展机遇。流水施工技术是建筑工程施工中的一个非常重要的技术组成部分，它可以在一定程度上提高建筑施工的整体质量和减少建筑施工的工期，因此在很多建筑施工过程中都广泛运用流水施工技术，如何在保证施工质量的前提下加快建筑工程施工的进度，是建筑施工公司的管理者必须面对的问题。流水施工技术这一成熟的施工管理技术通过对建筑工程施工任务划分施工段和按照施工的流水节拍组建高效施工工作组，对施工过程进行合理的规划和管理，为加快工程施工速度提供了解决方案。

参考文献

- [1] 林艳. 浅论流水施工在建筑施工技术中的应用[J]. 商品与质量·建筑与发展, 2014(03):547.
- [2] 王寒冰. 浅析流水施工技术在建筑施工中的应用[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2014(22):254-255.
- [3] 黄焕良. 多角度分析流水施工技术在建筑施工中的应用[J]. 建筑技术开发, 2018(06):69-71.
- [4] 郑广欣, 朱可可. 流水施工技术在建筑工程施工管理中的应用分析[J]. 工程技术: 引文版, 2016(03):172.