

# 道路工程土石方调配与施工进度的动态联合优化

吕宏亮

广西路桥工程集团有限公司道桥分公司 广西南宁 530219

**摘要:** 为解决道路工程路基设计与施工中的土石方调配问题, 根据道路工程土石方调配施工的特点与要求, 建立道路工程土石方调配与施工进度的动态联合优化模型。模型考虑了土石方调配施工过程的动态性、施工进度的局部可调整性, 以及施工作业面的生产强度限制, 将土石方的优化调配与施工进度结合, 实现了道路路基土石方调配的动态优化及与工程进度的联合优化。通过实例分析, 该方法可有效地改善公路路基开挖料的利用率, 降低借料区的弃料量, 降低借料区占用的土地, 有利于保护公路沿线的生态环境, 达到改善经济效益和生态效益的目的。

**关键词:** 土石方调配; 施工进度; 动态优化; 联合优化

## Dynamic joint optimization of earthwork allocation and construction schedule in road engineering

Hongliang Lv

Road and Bridge Branch of Guangxi Road and Bridge Engineering Group Co., Ltd Nanning, Guangxi 530219

**Abstract:** To solve the problem of earth and stone allocation in roadbed design and construction, a dynamic joint optimization model of earth and stone allocation and construction schedule of road engineering is established according to the characteristics and requirements of earth and stone allocation. The model takes into account the dynamic nature of earth and rock allocation construction process, the local adjustability of construction schedule, and the production intensity limitation of construction surface, combines the optimization of earth and rock allocation with the construction schedule, and realizes the dynamic optimization of road subgrade earth and rock allocation and the joint optimization with the project schedule. Through the example analysis, this method can effectively improve the utilization rate of highway subgrade excavation material, reduce the amount of discarded material in the borrowing area, and reduce the land occupied by the borrowing area. It is helpful to protect the ecological environment along the highway and to improve the economic and ecological benefits.

**Keywords:** earthwork allocation; Construction progress; Dynamic optimization; Joint optimization

### 引言:

地基是公路的基础, 而土石方的合理调配是其设计与施工的关键。在工程建设中, 采取最经济的技术、合理的土石方调配, 能减少工程造价, 加速工程建设; 同时, 挖掘料的合理利用, 可以降低料场的开采、弃料, 降低地表、植被等的损害, 对维护高速公路的生态环境起到了积极的作用。因此, 在公路建设中, 土石方的调配问题日益受到关注。

在实际工程中, 提出了土石方调配的方法, 如累积曲线法、调配图法、土石方用量表法、土石方调配法、土石方调配法, 并根据具体项目的土石方调配提出了

一些建议和措施。由于上述方法与措施不具有普遍适用性, 为使土石方调配系统成本最小化, 提出了线性规划模型、大系统分解协调模型等优化模型与算法。这些调剂和优化模式主要是服务于工程设计阶段, 使土石方的数量与静态平衡与最优。但是, 在没有充分考虑土石方调配的动态特性和工程进度的局部可调节性的情况下, 用上述方法进行的调剂方案并不一定是最佳的, 甚至是不可行的。

土石方调配的动态特性是指在公路工程施工中, 按一定的进度进行土石方的调配, 也就是要考虑到“时间维”。在没有考虑项目进度的情况下, 假定B段开挖的

20, 000立方米需要运输到B段进行填筑, 尽管在总的土石方数量和调拨成本方面都达到了最佳, 但是在实际施工中, B段的建设必须在A段之前进行, 这就使得方案无法实施。因此, 在没有考虑项目进度的情况下, 最优配置模式的结果很有可能是无效的。

针对施工进度局部可调性, 将土石方的配比与项目进度相结合, 提出了基于项目进度的整数规划土石方最优调配模式。在此模式下, 以开挖、填筑等工程进度为最优参数。但在公路工程的实际工作中, 为了使土石方的调配达到最优, 可以在一定的限度内进行调整, 所以, 如果在模型中也考虑到挖掘进度等因素, 也就是在允许的情况下, 在允许的范围进行适当的调整, 从而提高开挖的平衡, 从而减少了土石方的调配成本。

另外, 在土石方调配工程中, 每一段工作段可以提供或接收到的土石方的数量, 受到工程机械的数量和效率的制约, 有一个上限。例如, 在一个开挖区域内, 1d的挖掘数量取决于在这一位置布置的挖掘机械。

鉴于上述问题的研究存在上述缺陷, 本论文从土石方调配施工的特性出发, 将土石方调配与施工进度相结合, 同时兼顾施工进度的可调节性及生产力的局限性, 同时将挖填等施工进度也纳入到最优决策中, 建立了土石方调配与施工进度的动态组合优化模型, 使其在道路工程设计和施工中得到推广。

## 1 道路工程土石方调配系统分析

### 1.1 系统组成与土石方调配关系

在公路路基施工中, 由于路基的设计高程与原有的高程不符, 需要开挖、填筑。当开挖时产生的废弃物(如淤泥、腐殖土)、或开挖料超出了填筑要求或开挖料运输至填筑场地不经济时, 应在堆场规划弃土、砂、石; 而当开挖的土石方达不到要求时, 应在已开挖的土石方上设置专门的卸料区。此外, 若挖掘出来的土石, 暂时不能用, 但将来可以用的话, 就只能暂时存放在中转运站。土方、石方通过公路运输通过工地, 土石方的调配。

道路工程土石方调配关系见图1。



图1 道路工程土石方调配关系

总之, 公路工程的土石方调配就是在公路建设中, 开挖、填筑、转料、弃料、开采、运输等各方面的综合,

包括开挖区, 填筑区, 转料区, 借料区, 弃料区, 运输道路等。

根据道路设计规范、现场条件及具体要求确定道路的纵断面及必要的弃料区、借料区、转料区以后, 存在如何施工和调配使土石方系统总费用最低问题, 即土石方的优化调配。

### 1.2 土石方调配系统分析

在土石方调配系统管理工作中, 要结合施工具体情况落实阶段性管理要求, 并且保证相应问题都能得到有效解决, 从而维护管理模式的综合价值, 确保相应应用基础的合理性和规范性, 整合监督机制的综合水平, 确保可以提升控制工作的具体效果。

第一, 施工阶段, 在土石方调配施工阶段, 相关部门要对开挖过程、填筑过程等进行集中管理, 结合工程项目进度实施相应的处理工序, 从而维护施工进度应用管理水平, 保证相应施工项目和管理模块能被约束在规定且能调整的范围, 从而结合网络图落实对应的开工处理。与此同时, 要结合工作面生产率进行综合管理, 有效维护上限数值的应用价值。

第二, 要对开挖区域、填筑区域等进行合理性分段管理, 保证相应问题都能得到有效解决, 确保路基施工项目中任意点都能满足开挖处理和填筑处理的要求, 且相应的土石方量也能在规定的范围, 从而一定程度上保证调配项目有序开展。值得一提的是, 要想满足施工项目设计和施工的具体要求, 就要利用简化模型进行计算分析, 并且对开挖区以及填筑区予以合理性分段控制, 针对填筑量等予以路基监督。

第三, 要对废料区进行合理性分离管理, 在土石方开挖工作体系内, 要结合废料应用要点进行综合分析和判定, 确保能将相应的废料有效运输到适宜区域, 保证土石方调配管理工作能有序开展。另外, 要对数量关系和运距关系等进行集中监督和管理, 保证模型中能有效进行废料区域的划分和处理, 从而建立完整的参数分析体系。并且, 要优化管控相应内容, 保证处理模式都能按照标准化流程有序开展。

### 1.3 土石方调配和施工进度动态联合优化模型

为了有效提升道路设计方案和施工相应操作的合理性, 施工部门要结合施工要点进行土石方调配和施工进度动态联合优化, 在科学化调整土石方调配运输方案的基础上, 确保将开挖速度和填筑进度等作为标准化约束条件, 有效完善系统化费用配置管理, 从而提升动态联合优化的实效性。

首先,要进行系统元素的编号处理。主要分为转料区域、开挖区域、借料区域、废料区域以及填筑区域,要从A-E进行标注,并且也要利用T进行施工时段的标注。

其次,要对已知条件进行约束管理,结合道路的纵断面、借料区以及弃料区等进行综合分析,结合工程设计方案和机械生产率完成施工参数的标定,优化变量管理工作。例如,转料区域已知参数设定为 $q$ ,容量为 $i$ ,在 $t$ 时间段内最大可能装载量就要结合施工机械数量和生产率进行判定,从而分析转料区的工作效率。

再次,决策变量,主要是对开挖区域、废料区域、借料区域以及转料区域进行集中调配,将其设置到填料区域、弃料区域、转料区域等,有效判定土石方量的变化程度,并且完善开挖项目和具体参数的分析效果。值得一提的是,若是从废料区转到填筑区亦或是转料区,就要从借料区域进行数量调配,设定目标函数和约束条件后,结合优化结果满足相应数据要求,完善调配量的管理水平。

最后,目标函数。在对相应问题进行集中分析和约束管理的过程中,要保证目标函数能被控制在规定的数值范围内,实现对整个土石方调配系统的管理,保证费用最小化,且能结合开挖费用、填筑费用和运输费用建立完整的处理控制机制,保证相应内容都能得到有效处理,从而将优化目标设定为调配系统运输费用的基础要求,并且利用公式。

除此之外,也要对约束条件进行综合分析和判定,尤其是对转料区,主要是对生产能力和容量等进行集中约束,以保证相应参数能满足具体要求。

## 2 工程实例应用

根据道路规划方案及地形地质、水文情况,确定了道路路线、借料区、弃料区,并根据工程机械及有关施工参数,选用了传用的传统手工配比方法,并给出了最优模型。调配结果对比见表1

表1 土石方调配结果比较表

指标 <sup>①</sup>	传统方法	动态联合优化模型	
		未考虑 进度调整 <sup>②</sup>	考虑进 度调整
土方开挖量 <sup>③</sup> /m <sup>3</sup>	72 371	72 371	72 371
石方开挖量/m <sup>3</sup>	223 586	223 586	223 586
填筑量/m <sup>3</sup>	257 673	257 673	257 673
弃料量 <sup>④</sup> /m <sup>3</sup>	59 330	50 279	48 320
借料量/m <sup>3</sup>	21 046	11 995	10 036
目标函数值 <sup>⑤</sup> /(m <sup>3</sup> ·km <sup>-1</sup> )	1 288 365	1 206 347	1 165 800

注:①不包括废料部分;②包括废料部分;③未考虑进度调整优化模型是指依据施工进度计划,将上文模

型中的开挖区开挖量、废料区开挖量、填筑区填筑量作为确定值;④针对等量土石方在自然状态、压实状态、自然堆放状态下的不同体积进行了统一换算。

根据表1数据和工程应用情况,结果分析与说明如下。

2.1在考虑到进度调节因素的情况下,优化模型的效果比不考虑调整的方案效果好,而不考虑进度调整的方案效果要好于传统的方案,分别降低了9051、1959立方米和11010立方米的弃料,相应地降低了同样的借料量,并使挖掘料更好地利用了回填土。

2.2考虑进度调整的优化模型和未考虑进度。与常规方法相比,修正后的优化模型的目标函数值减少82018,122565立方米/km,减少了土石方的配制成本。

2.3通过对施工进度调整与无施工进度调整优化模式的对比分析,得出了通过调整开挖、填筑等施工进度,可以更好地协调开挖、填筑、开挖等作业,从而提高开挖材料的利用率,从而减少系统成本。

2.4传统的设计方法没有考虑到施工进度,使得某些配置结果不能用于工程实践,因此,优化后的结果均是可行的,但因篇幅有限,文中并没有对其进行具体的数值分析。

2.5在工程进度调整中,根据工程进度调整的结果,对一些路段进行了开挖、填筑,但仍能达到节点工期的要求。

2.6工程实例表明,该模型能较好地兼顾施工进度、工作面生产率等方面的影响。

2.7通过减少弃料量、借料区挖土量等措施,可以有效地减少借料区的弃料场和土地征用,从而减轻公路建设对周边生态环境的损害。

## 3 土石方调配和施工进度动态联合优化结果

借助相应的优化模型,能有效对相应因素进行调整和控制,减少了土石方调配费用,并且借助优化模型,也对清晖路施工项目进度进行了综合调整,保证了开挖、填筑等环节进度管理的合理性,升级了开挖料的实际利用率。最关键的是,借助调配和施工进度动态联合方案,有效降低了工程项目的整体系统费用,从根本上维护了清晖路施工项目的运行效率,整体计量结果和操作工序完整度都得到了提高。

## 4 结语

土石方的配比是公路工程设计和施工中的一个关键问题,它直接关系到工程进度、造价和沿线生态环境的保护,因此,如何科学、合理的土石方调配是工程施工

单位所追求的目标。

根据公路路基的设计和施工经验,对已有的研究成果进行了归纳和分析,将土石方的最优调配与施工进度相结合,同时兼顾了工期的可调性和施工面的生产强度,建立了一种动态组合的公路工程土石方调配和施工进度的动态优化模型。经工程实践证明,该模型的计算结果符合工程实际,符合工程实际需要,可以推广到公路工程中的土石方调配。本文所建立的公路工程土石方调配与进度动态组合优化模式,可有效地提高路基开挖料的使用率、减少弃料量及借料区的挖掘量、借料区占用的土地、减少弃料占用、减少土地占用、减少对公路生态环境的损害,达到了综合改善的目的。

#### 参考文献:

- [1]张仲勇,叶园校,陈辉,汤妮.道路工程土石方调配与施工进度的动态联合优化研究[J].交通科技,2019(01):113-117.
- [2]柯小环,林思忠,王文建,杨军锋.公路工程土石方跨标段调配的技术措施与协调机制[J].交通科技,2019(01):118-120+124.
- [3]漆天奇.道路工程土石方调配与施工进度的动态联合优化[J].水电与新能源,2014(08):30-34.DOI:10.13622/j.cnki.cn42-1800/tv.1671-3354.2014.08.008.
- [4]张益.公路工程土石方调配中的应用[J].知识经济,2009(11):113+118.DOI:10.15880/j.cnki.zsjj.2009.11.059.