

面板堆石坝智能土石方平衡设计

陈燕¹, 王乘¹, 孙役², 燕乔²

(1. 华中科技大学工程计算与仿真研究所, 湖北 武汉 430074; 2. 水布垭工程建设公司, 湖北 宜昌 443002)

摘要:介绍土石方调配的任务识别、进度安排和资源分配方法。任务识别包括建筑场地划分、计算开挖量和填筑量、创建任务对象、创建任务包和任务包排序等过程, 以无空间冲突优先、最短运距优先和任意规则为任务包进度安排规则, 采用空间冲突率和总运距对任务包排序规则进行评估, 在资源分配中确定了由6个因素构成的投标值等式。智能土石方平衡设计的关键是生成实时有效的最优调配方案。

关键词:土石方平衡; 面板堆石坝; 任务识别; 进度安排; 资源分配

中图分类号: TP521

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2004)04-0020-02

面板堆石坝的物料需求大, 常常是多料源、多料种上坝, 而且与施工进度密切相关, 是涉及空间和时间的很复杂的动态问题。它牵涉到施工装备的配置、道路系统的布置、施工场地的征用、施工进度的协调等诸多方面, 直接影响工程建设进度、投资、质量三大目标的实现。如清江水布垭工程, 坝高超过200 m, 土石方开挖和填筑工程量大, 对填筑料质量要求高, 做好土石方平衡调配规划对保证坝体填筑质量、节省工程投资意义重大^[1,2]。在国家“八五”攻关课题中曾结合有关工程设立了土石方平衡调配规划子题, 清江水布垭工程建设中也将此课题列为施工关键研究课题之一。近年来有关单位就此课题开展了大量研究工作, 取得了一些成果, 但由于问题的复杂性, 以及原有成果在研究方法、问题认识上的局限性, 这一问题没能得到很好地解决, 成果无法达到实际应用水平。因此, 本文针对面板堆石坝的土石方调配和施工信息管理提出了智能土石方设计方法, 并就任务识别、进度安排和资源分配进行分析。

1 任务识别

任务识别是确定在什么地方用什么方式做什么事情, 在面板堆石坝智能土石方平衡设计中就是在建筑场地周围识别和分配开挖量与填筑量, 并使运输成本最小。任务识别进度安排过程为: 建筑场地划分→计算开挖量和填筑量→创建任务对象→创建任务包→任务包排序。在执行任务时, 场地被划分成许多工作区域, 然后, 通过比较空间拓扑结构得到每个区域的开挖量和填筑量。接下来, 创建任务对象并描

述任务特点。相互联系的任务对象组成一个任务包。任务包可以看作单独的小项目, 完成物料的综合处理, 并通过排序规则决定任务包的优先权。安排任务进度后, 最后对机械设备和道路等资源进行分配。

1.1 建筑场地划分

常用的数据结构是二维空间的递归树状结构。通过递归运算法则, 建筑场地可被划分成很多工作区域, 又称工作单元或子节点。

划分建筑场地后, 每个单元的开采和填筑量通过比较当前和预期拓扑结构获得。每个单元包含节点号码、节点颜色、坐标、物料特性、开采和填筑量、松散系数、弃渣系数以及其上级节点、同级节点和下级节点的相关信息。

1.2 任务对象

任务对象中有相关任务、质量需求、土石方操作和运行状态等信息。选定了工作单元后, 需创建任务对象, 并确认土石方操作的类型。

1.3 任务包

任务包由很多相关的任务对象组成, 包括1个来源地和至少1个目的地。任务包中有传输的土石方量和位置信息。

定义任务包是为了加强土石方调配的信息管理, 以便更好地计划和执行任务。每个任务包可能包含4种类型的信息: ①任务能进行的最早起始时间; ②任务能够按时完成的最迟起始时间; ③完成项目所必需的时间; ④项目完成的最后期限。

图1中有5种类型的任务包, 可以模拟开挖、填筑、开采、弃渣和转运等一系列操作。

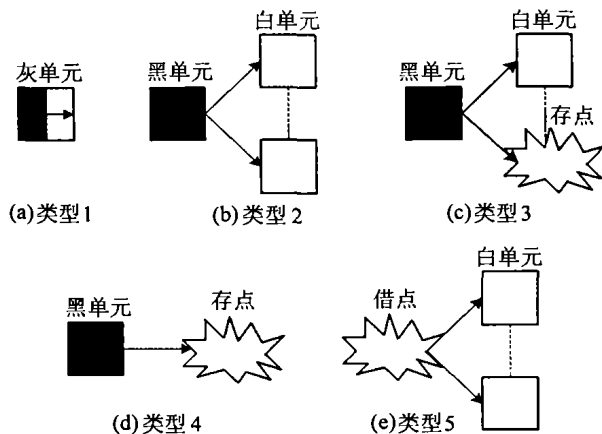


图1 5种类型任务包

针对面板堆石坝填筑,设定黑单元为开挖建筑物或开采料场,白单元为坝体或围堰,借点或存点为中转场。坝体填筑时遵循下述原则:①建筑物开挖料直接上坝(类型1或类型2);②建筑物开挖剩余有用料存入中转场(类型3或类型4);③某时刻建筑物开挖料不能满足填筑需求时,从中转场中转上坝(类型5);④当中转场的料仍不能满足填筑需求时,从料场开采直接上坝(类型1或类型2);⑤弃料转入弃渣场(类型1或类型2)。

2 任务进度计划

任务进度计划的主要目标是实时地确定任务包的最优顺序,以便实现总费用最小和设备利用率最高。

2.1 任务包进度安排规则

任务包进度安排规则描述了任务包排序规则,能解决两组或多组设备的空间冲突问题,从而更加有效地进行土石方调配。

a. 无空间冲突优先。通过降低空间冲突来提高生产力,并排列任务包次序。如需进一步排序,将实施最短运距优先法则。

b. 最短运距优先。如果几个任务包在上一规则中有相同的权限,将选择离源对象最近的任务包。当几个任务包在最短运距优先规则中仍有相同的权限,将采用任意规则。

c. 任意规则。随机地使用设备。

2.2 对任务包排序规则的评估

有两个主要评估规则:①空间冲突率;②总运距。它们与生产力和工期紧密相连。

空间冲突率是有空间冲突的任务包在所有被激活的任务包中所占的百分比,无空间冲突率体现了进度安排的功效。如果空间冲突率大,土石方操作的工期将延长。

运距是两个对象之间的距离。总运距越小,土石方操作能越快完成,因为执行1个任务包后,设备组能够更快地开始新任务。如果排序规则不当,也将导致项目工期的延长。

3 资源分配

为了实现有效地土石方调配,智能土石方调配过程不应该是静止的,因为环境会随时发生变化。

任务执行过程可与仿真系统连接起来^[3],以便有效地利用资源和有效地执行任务。假设1个任务包有1个源对象和2个目标对象,1个源对象和其中1个目标对象之间运距为600m,该源对象与另外1个目标对象之间的运距为300m。当运距为600m时,挖掘机、运输机和推土机的最佳数量分别为1,4,1^[4]。在完成600m运距的土石方操作后,设备数量会根据仿真结果发生改变,于是有1个或2个运输机释放出来,释放出的设备可被其他任务包选用^[5]。设备的选择由几个因素决定:

$$B_i = W_1 E_i + W_2 H_i + W_3 (1 - M_i) + W_4 (1 - R_i) + W_5 P_i + W_6 (1 - F_i)$$

式中: B_i 为设备*i*的竞价值; $W_1 \sim W_6$ 为权因子; E_i 为设备*i*的效率评估值; H_i 为设备*i*的经济运距评估值; M_i 为设备*i*的移动运距评估值; R_i 为设备*i*的开挖阻力评估值; P_i 为设备*i*的生产力评估值; F_i 为设备*i*的故障率评估值。当某设备的竞价值越高时,选用该设备越经济。

4 结 语

本文介绍了面板堆石坝智能土石方调配平衡的任务进度计划和资源分配计划。在任务识别中提出了工作单元、任务对象和任务包的概念。为了给任务包排序,提出了任务包进度安排规则的两个主要评价标准:空间冲突率、总运距。资源分配中确定了6个因素,由这6个因素构成了投标值等式。智能土石方调配平衡在理论研究方面还要依赖多种技术的综合,如人工智能、全球定位系统、传感技术、无线通讯技术等。土石方调配涉及因素众多,如何及时有效地建立调配方案是值得进一步研究的问题,同时,应结合工程应用进行更深入的研究,以推动这些新技术的发展。

参考文献:

- [1] 申明亮,倪锦初. 料物平衡方法研究与软件开发[J]. 人民长江, 2001, 32(4): 25 ~ 31.
- [2] 王仲何,曹志宇,曾祥虎. 水布垭水电站工程土石方平衡与规划[J]. 水力发电, 2002(10): 45 ~ 48.
- [3] Kim Sung-Keun, Russell J S. Framework for an intelligent earth-work system[J]. Automation in Construction, 2003(12): 15 ~ 27.
- [4] 傅志安,凤家骥. 混凝土面板堆石坝[M]. 武昌:华中理工大学出版社, 1993. 244 ~ 248.
- [5] Wang Xinhao, Stauffer B. Application of GIS for environmental impact analysis in a traffic relief study[J]. Computer, Environment, and Urban Systems, 1995, 19(4): 275 ~ 286.

(收稿日期:2003-11-05 编辑:熊水斌)