

市政道路施工多目标优化探讨

张志强

赤峰宏天市政工程有限公司 内蒙古赤峰 024000

摘要: 公用配套基础设施是城市正常运转和健康发展的物质基础,对于改善百姓居住环境、提高城市综合运载能力、加快建设高品质现代化城镇具有重大意义。市政道路作为城市配套基础设施的重要组成部分,同样对改善民生、促进城乡协同发展发挥着重要作用。因此,市政道路如何尽快建成投运、节约施工成本、保证施工质量是项目建设者亟需解决的问题。同时,市政道路多在城区内施工,势必会对周边居民的生活工作造成影响,将降低施工污染对居民的影响作为环保目标将是建设现代化城市的中中之重。本文基于此,引入工期、成本、质量、环保四大施工管理目标,以实现项目综合利益最大化为目的。本文围绕市政道路施工管理多目标优化问题展开研究,结合当下市政道路项目施工方与居民因施工污染导致矛盾频发的社会现象,将降低施工污染对周边居民影响作为环保目标,以此设立了工期、成本、质量、环保四大施工管理目标,通过对四大目标的均衡优化,达到工期短、成本低、质量高、污染小的目的。

关键词: 市政道路; 施工管理; 多目标优化

Discussion on multi-objective optimization of municipal road construction

Zhang Zhiqiang

Chifeng Hengtian Municipal Engineering Co., LTD., Inner Mongolia Chifeng 024000

Abstract: Public supporting infrastructure is the material basis for the normal operation and healthy development of the city, which is of great significance to improving the living environment of the people, improving the comprehensive carrying capacity of the city and speeding up the construction of high-quality modern towns. As an important part of urban supporting infrastructure, municipal roads also play an important role in improving people's livelihood and promoting the coordinated development of urban and rural areas. Therefore, how to build and put into operation the municipal road as soon as possible, save the construction cost and ensure the construction quality is an urgent problem for the project builders. At the same time, the construction of municipal roads in the urban area, which is bound to affect the life and work of the surrounding residents. Reducing the impact of construction pollution on the residents as the environmental protection goal will be the top priority in the construction of a modern city. Based on this, this paper introduces four construction management objectives, namely construction period, cost, quality and environmental protection, with the purpose of maximizing the comprehensive benefits of the project. This paper focuses on the multi-target optimization problem of municipal road construction management, and the impact of the construction pollution will reduce the construction pollution on the surrounding residents as the environmental protection goal, setting up the construction period, cost, quality, and achieve the goal of short construction period, low cost, high quality and low pollution.

Key words: municipal road; construction management; multi-objective optimization

市政道路作为服务于人民群众的公用配套基础设施项目,承载了城区内万千居民的工作与生活出行,是城市现代化发展不可或缺的重要组成部分。建设和改造市政道路,对提升居民出行舒适性、带动城市经济增长及建设现代化城市具有重要意义。通过建立多目标优化模型,找到各目标间的平衡点,使市政道路项目建设实现工期短、成本低、质量高、污染少的目标,从而推动我国公用配套基础设施的发展建设。

一、国内外工程多目标优化研究现状

国外在工程建设领域的多目标优化起步较早。二十世纪五十年代到二十世纪末,国外工程多目标优化研究多集中在工期-成本优化或工期-资源优化方面。进入二十一世纪,工程多目标优化的目标从已往的工期-成本均衡优化中逐渐加入了质量、安全等目标。我国在工程多目标优化领域虽然起步较晚,但发展较快。二十一世纪后,逐渐加入了安全、质量以及环保目标。

二、市政道路施工管理与相关理论分析

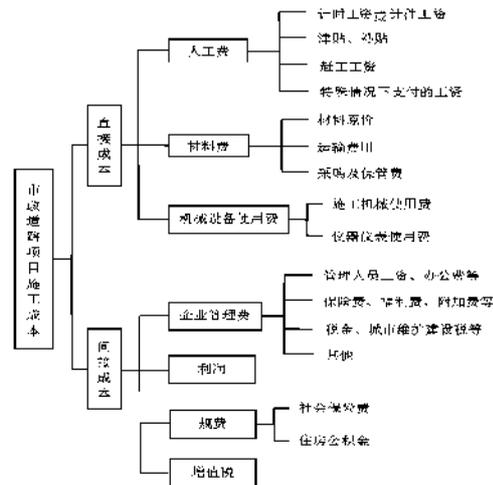
本文所研究的市政道路施工管理包括工期、成本、质量、环保四大目标,这些目标构成了项目的多目标体系,每个目标相互制约、相互影响,改变其中任何一个目标,都要以改变其他目标为前提,如果仅追求某个单一目标,就会导致整个体系协调失衡。下面将对四大目标进行具体阐述。

2.1 工期目标

工程项目的施工工期是指项目从开工到竣工移交所经历的时间,一般由项目业主与施工单位签订合同时协商约定,是项目建设的重要核算指标之一。一般的工期管理方法主要分为两种,一是编制横道图,该方法直观易懂,便于掌握。二是编制网络计划图,该方法能明确的反映各工序之间的逻辑关系及持续时间、成本等参数,并可通过关键路径法求得项目总工期。项目建设者若要对工期进行管理把控,首先需要明确项目的具体施工内容。

2.2 成本目标

市政道路项目的施工成本是指在施工过程中所发生的,按一定成本核算对象归集的生产费用的总和,包括直接费用和间接费用两部分。市政道路项目施工成本构成如下:



在项目准备阶段,项目建设者需对施工内容进行分析,对施工过程中各工序的持续时间以及可能产生的各项费用进行全面、详细的划分和计划,并构成本目标管理体系,落实主体责任以及完善考核制度,规避项目施工阶段所出现的因抢工或延期而造成成本增加的情况。项目建设者必须按照计划对成本进行控制。对实际施工成本进行跟踪、检查、分析。一旦出现偏差,及时找出差异的原因并进行分析,通过合理的措施确保施工成本在合同金额范围内。

2.3 质量目标

根据《市政道路工程施工与质量验收规范》中对市政道路项目施工质量的定义:反映城镇道路工程满足相关标准规定或合同约定的要求,包括其在安全、质量、使用功能、耐久性能、环境保护等方面所有明显和隐含能力的特效总和。市政道路施工质量总体上应按照上部结构层和下部结构层两部分考虑。上部结构层应按道路等级、交通流量进行设计,还需考虑沿线地形地貌,以保证其耐久性。下部结构层在保证质量的同时,需要综合考虑雨污水管道、给排水

管道以及强弱电管道等。对上部结构层和下部结构层再次细分后,不难发现控制项目总体质量就是在施工过程中控制各工序的施工质量,要对各工序的施工质量进行管控

2.4 环保目标

在工程项目建设过程中,在保证安全和质量的前提下,通过科学管理和先进的技术,实现节能、节地、节水、节材和环境保护,即四节一环保,最大限度的节约资源并减少施工作业对环境的影响。由于市政道路施工在城区内进行,多毗邻住宅区及商圈,施工所产生的各种污染,给居民带来了严重的影响,因双方沟通不畅,施工单位与居民矛盾逐步激化,时常导致投诉及阻工情况的发生,不仅延误了工期,还给项目建设带来了极大的经济损失。只有将降低施工污染对居民的影响作为环保目标,通过合理的控制各类施工污染,才能将污染影响降到最低。

三、市政道路施工管理多目标关系分析与量化

基于上文对市政道路施工管理各目标内涵及影响因素的分析,首先根据网络计划图建立工期模型,进而结合工程实际研究工序持续时间与各目标之间的函数关系,以此来建立工期-成本模型、工期-质量模型以及工期-环保模型。同时,结合实际施工情况,探究成本与质量、环保目标之间的关系模型。

3.1 工期模型

根据实际施工情况,为保证质量及节约成本,各工序的持续时间通常不可能无限制的压缩或延长,并且在施工前,项目建设者会根据各工序的施工内容排出相应的施工计划,包含正常工期、极限赶工工期、极限延长工期以及相应的成本。本文的市政道路施工工期目标的计算公式如下:

$$T' = \max_{k \in K} \left(\sum_{i \in k} t_{i,j} \right)$$

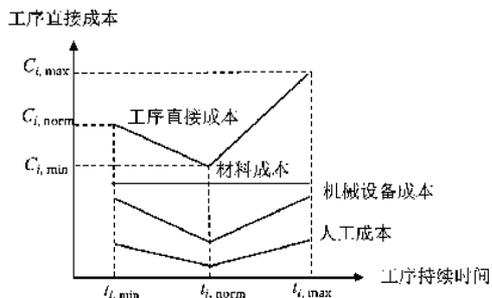
$$t_{i,\min} < t_i < t_{i,\max}$$

其中, T 为项目的总工期, α 为网络计划图中所有路径的集合, k 为网络计划图中的某个路径, $t_{i,j}$ 为路径 k 上第 i 个工序的持续时间, $t_{i,\min}$ 和 $t_{i,\max}$ 分别为第 i 个工序的最短持续时间和最长持续时间。

3.2 工期-成本模型

市政道路施工成本由直接成本和间接成本两大部分组成。同时,项目总成本又由每道工序的成本组成,因此本节先从各工序持续时间与直接成本的关系和各工序持续时间与间接成本的关系两方面入手,进而总结施工工期与施工成本的关系。

工序直接成本由人工、材料、机械设备成本三类构成,且三类成本随工序持续时间的变化规律有所不同。其中,各工序的工程量为固定值,各工序所需材料的量也为固定值,故材料成本不随持续时间的变化而变化,可近似为一条水平线。机械设备及人工成本则与工序持续时间呈现分段特征。在赶工阶段,因增加人工、机械设备及相关措施的投入,人工和机械设备成本与持续时间呈反比特征。在延期阶段,随着时间不断增长,会造成既有的人工、机械设备的闲置以及台班的增加,成本逐渐与持续时间呈现正比特征。工序直接成本则由三者叠加而成,也随持续时间呈现先下降后上升的分段特征,在正常持续时间所对应的工序直接成本则为该工序的最低成本。

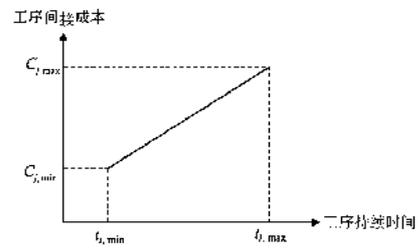


因项目直接成本由每道工序的直接成本叠加而来,从而得到项目直接成本的计算公式如下:

$$C_z = \sum_{i=1}^n C_i$$

其中, n 为项目的工序个数。

工序间接成本由企业管理费以及规费等其他费用组成,随着工序持续时间的延长,企业管理人员的工资及保险费用、差旅费以及各类办公费用也随之增加。因此,本文假定工序持续时间与工序间接成本呈现线性关系。



与直接成本不同的是,间接成本并不是由每道工序的间接成本叠加而来,而是取决于关键路径上各工序的间接成本,即由项目总工期决定。可以得到项目间接成本与工期的函数关系如下所示:

$$C_j = k_3 T$$

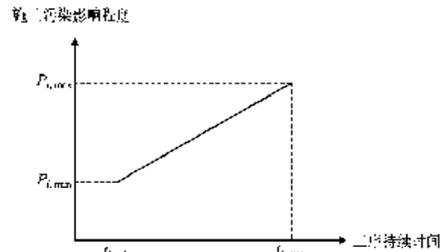
3.3 工期-质量模型

提高工程项目的施工质量一直是国内外众多学者在工程建设领域所追求的目标。作为重要的民生工程,市政道路关系着大众的生活出行,影响着城市的经济发展,其施工质量必须得到项目建设者的重视。市政道路施工时,在不增加技术、经济手段的前提下,各工序的施工质量与持续时间正相关。因此,本文在分析工序时间与施工质量的关系时认为:当缩短工序持续时间,会导致质量下降,在最短持续时间时,质量最小。当持续时间不断延长,工序内各环节可有条不紊的进行,同时保证了相应的等强及养护时间,质量会不断增加。但质量随工序时间的变化规律也存在临界值,一旦超过临界点,再延长持续时间也不会使质量更优,反而会大幅增加项目成本,降低项目的经济效益。基于以上分析,本文假定工序持续时间与施工质量并非线性关系。在质量到达临界点前,随着持续时间的减少,质量下降的幅度越来越大。当质量超过临界点后,随着持续时间的延长,质量的增长越来越缓慢。

3.4 工期-环保模型

本文认为在不使用环保材料以及新能源机械设备的情况下,每道工序的施工污染对周边环境影响的总值不变,且仅与工程量有关,与工序持续时间并无关系。而居民判断污染影响是否持续的唯一标准是施工活动是否还在进行,因此,本文将降低施工污染对周边居民的影响作为环保目标是科学且可行的。

施工周期是衡量施工污染对周边居民影响最主要的因素,随着工序持续时间的延长,施工污染对周边居民的影响程度也会随之增加。基于以上分析,本文假定工序持续时间与施工污染影响程度呈线性关系



因整个项目施工污染影响由每道工序的污染影响叠加而成,从而得到项目施工污染影响程度计算公式如下:

$$P = \sum_{i=1}^n p_i \times t_i$$

其中, n 为工序个数, p_i 为第 i 道工序的施工污染影响指数。

四、结论

随着我国经济快速发展,城市化进程不断加快,市政道路作为连接市域内各功能区、服务人民生活的重要载体,发展速度越来越快。因此,有必要为市政道路精细化施工提供理论支持。本文从市政道路施工管理的工期、成本、质量、环保四个方面出发,通过协调好各目之间的关系,得到符合项目建设者所期望的最优施工管理方案。通过分析已往学者在工程多目标优化领域取得的研究成果,将工程多目标优化引入市政道路施工管理当中。根据项目特点并结合当下施工方,进而开展市政道路施工管理工期-成本-质量-环保多目标优化研究。基于网络计划图,建立了工期模型。结合工程实际,探究了工序持续时间与各目标之间的函数关系,并以此来建立工期-成本模型、工期-质量模型以及工期-环保模型。

参考文献:

[1]陶镜宇. 市政道路施工管理多目标优化研究[D].西南交通大学, 2022.DOI: 10.27414/d.cnki.gxjnu.2022.003131.