

复杂施工环境下轨道交通项目进度管控方法与应用研究

郭建强

中铁建大桥工程局集团第五工程有限公司 四川成都 610050

摘要: 在当下城市发展建设中, 轨道交通工程项目占有着十分重要的位置, 其为人们出行提供便利的同时, 也带动了城市化进程的不断发 展。本文分析项目进度管控的重难点问题, 并对比了几种常用进度管理方法。考虑轨道交通项目建设过程中时间、资源等不确定因素的影响, 提出适用于复杂施工环境下的轨道交通项目进度管控方法。

关键词: 复杂施工环境; 轨道交通; 项目进度管控

为减少对城市环境、地面交通的影响, 城市轨道交通大部分车站、区间逐渐采用盖挖、半盖挖或全暗挖方式进行设计、施工。在城市轨道交通地下暗挖施工中, 为确保地下暗挖车站或区间施工的材料、设备、人员进出及渣土外运, 须设置施工通道作为进入地下暗挖段的出入道路。施工通道作为整个地下暗挖工程施工的必经道路, 其入口作为工程施工主要场地, 在复杂的城市环境下, 施工通道选择合理的场地、线路、断面, 在整体施工组织、工期推进、成本控制、环境影响、居民零投诉等方面可取得良好的效果。

一、轨道交通工程进度管控重难点

城市轨道交通线路不仅要穿过繁华的城市中心, 应对复杂的地下管线与既有建筑的干扰, 还要考虑来自内部多专业协调、资源合理配置的多种因素影响, 进度管控重难点突出。例如: 某城市轨道交通17号线二期工程具体的进度管理难点主要总结如下:

1. 项目复杂程度高。例如, 城隍庙站施工涉及到污水管、雨水管、燃气管等多种管线搬迁, 车站围护结构与周边建筑物空间有限, 大部分管线紧邻基坑埋设, 涉及多次交通导改。

2. 项目施工组织难度大。轨道交通工程建设是一个综合性的复杂施工过程, 为提高工程效率通常要组织多专业协同交叉施工, 协调组织难度大。例如, 铺轨Ⅰ标多次调整作业方向, Ⅱ标在部分地段铺轨进度指标不能达到正常水平, 严重制约着轨道工程的施工通路。

3. 项目刚性工期要求。政府对地铁项目通常实行刚性工期, 但交叉施工等多种不确定情况导致进度控制难

度大。例如, 因西大街站绿化拆迁时间延误, 控制性管线搬迁工作滞后, 导致盾构进场施工时间延误, 原区间隧道计划节点相应顺延。以上进度管控工作中的重难点问题, 对该工程顺利实施提出严峻挑战。因此, 选择合适的进度管控方法、制定合理的进度计划、实施动态的项目进度管控, 成为该项目顺利推进的有效保障。

二、关键链技术

关键链技术适用于大型复杂项目的进度管控, 它考虑了时间和资源的双重限制, 强调项目进度的整体优化。

1. 关键链技术的实施步骤

基于约束理论的关键链技术与其他进度管控方法相比, 增加考虑了时间和资源约束, 强调制约项目周期的是关键链而非关键路径, 在复杂施工环境下大型工程项目的进度管理中应用前景广阔。关键链技术的实施步骤如图1所示。

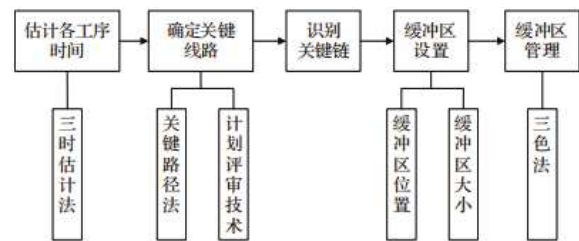


图1 关键链技术实施步骤

(1) 估计工序持续时间。三时估计法利用最乐观、最可能和最悲观3个工序时间估计值, 提高了工序工期估计的精度。为使管理者在项目执行过程中能够时刻保持紧迫感, 关键链工序时间设置为50%完工概率下的估计工期。

(2) 确定关键路线。首先对各个工序进行定义, 采用工作分解结构建立项目整体框架, 并明确各工序之间的逻辑顺序。网络计划技术考虑了影响工期的最长链, 按照工序之间逻辑关系绘制网络图, 可以方便识别项目

作者简介: 郭建强, 男, 汉族, 1978年11月15日, 山西省大同市, 本科学历, 高级工程师, 研究方向: 地下工程, 邮箱: 25351576@qq.com。

的关键路线。

(3) 识别关键链。关键链方法认为在资源约束条件下, 满足工期最长的工序路线才是影响项目进度的关键链。要对资源冲突的工序进行合理调度以满足约束条件, 得出考虑资源约束条件下的总工期最长的关键路线。

(4) 设置缓冲区。关键链法在设置缓冲区时, 通过压缩各工序的安全时间作为不同类型的缓冲区分别设置在链路的不同位置, 以应对资源短缺等不确定因素影响。同时考虑缓冲区的大小, 以免出现工期过紧的问题。

(5) 缓冲区管理。通过将缓冲等分为绿色、黄色和红色区三部分, 针对不同的状态指示灯分别制定应对措施, 方便管理人员判断项目进度, 从而有效把控项目的执行情况。

2. 关键链技术的不足

关键链技术在管理理念上突破了经典的项目管理方法, 但在具体实施过程中工序时间的估计问题、项目缓冲区的设置问题依然存在缺陷:

(1) 合理的工序工期估计是项目进度管控的重点, 也是关键链技术成功应用的前提。但仅仅依赖50%完工概率下的估计工期作为各工序的持续时间, 与项目的实际情况差距比较大。

(2) 关键链技术通过设置缓冲来吸收项目管理中的各种不确定因素, 保障工期进度。但关键链缓冲区大小的设置仍有待进一步研究, 增加考虑内部和外部多种不确定因素的影响是必要的。

三、关键链技术优化

1. 工序工期估计的改进

关键链技术实施的关键是估计工序工期。PERT技术作为传统项目管理方法, 采用乐观时间、最可能时间和悲观时间3个时间值(三时估计法)来描述工序的作业时间, 被广大进度管理者所青睐。借鉴PERT技术在工期估计上的优势, 结合轨道交通项目的特点从多角度进行分析, 运用问卷调查法综合考虑技术人员、专家和项目经理三方估计值, 并对各方权重采用AHP层次分析法进行赋权, 从而提高工序工期估计的准确性。建立如下工序工期估计模型:

(1) 第*i*工序合理工期 D_i 。

$$D_i = t_{i1} \times \alpha_i + e_{i1} \times \beta_{i1} + m_{i1} \times \gamma_i$$

(2) 第*i*工序极限工期 C_i 。

$$C_i = t_{i2} \times \alpha_i + e_{i2} \times \beta_{i2} + m_{i2} \times \gamma_i$$

t_{i2} 表示施工技术人员估计的工序极限工期, 其重要性系数为 α_i ; e_{i2} 表示相关专家估计的工序极限工期,

其重要性系数为 β_i ; m_{i2} 表示项目经理估计的工序极限工期, 其重要性系数为 γ_i 。本文采用AHP层次分析法计算 α_i 、 β_i 、 γ_i 3个参数值, 参数需要满足如下条件: $\alpha_i + \beta_i + \gamma_i = 1$ 且 $0 \leq \alpha_i, \beta_i, \gamma_i \leq 1$ 。

2. 项目缓冲设置改进

设置缓冲区是关键链技术的核心思想, 也是解决工程建设过程中“学生综合症”等因素造成资源浪费问题的关键。根据缓冲区设置位置的不同, 通常分为输入缓冲(Feeding Buffer, FB)、资源缓冲(Resource Buffer, RB)和项目缓冲(Project Buffer, PB)。FB设置在非关键链到关键链的节点处, 这样即使在施工过程中发生非关键链工作延迟, 也可以通过FB进行纠偏, 保证非关键链工期滞后不会对关键链工作造成影响。设置RB并不占用项目工期, 只为预防关键链关键工序因资源不足导致不能按时开工的问题。当紧前工序使用的资源与即将开工的关键工序不一样时, 需设置RB提前准备好相关资源, 保证关键工序能够不受资源约束正常开工。PB的设置最为重要, 它是将各工序的安全时间消除以后, 把关键链上各关键工序的安全时间进行聚合, 并将其设置在项目链路末端作为项目缓冲时间。关于缓冲区大小的设定一直是关键链方法的研究热点, 相关学者分别就关键链方法缓冲区大小的计算进行了优化, 并在实践中取得良好效果。由于项目缓冲和输入缓冲大小的确定方法类似, 当前的研究主要以确定项目缓冲为主。剪切粘贴法和根方差法是最常用的两种计算方法。其中, 剪切粘贴法的工序工期设定较为简单, 它把各工序估计时间的50%作为安全时间。缓冲区大小 $Buffer_{size}$ 计算。 Δt_i 表示工序*i*的安全时间; n 为关键链上各道工序的总数。根方差法考虑到各工序不确定时间的累加特征, 将工序安全时间的50%作为工序工期的标准差, 可避免盲目缩减工序工期造成的缓冲区长度不合适的问题。剪切粘贴法和根方差法作为关键链缓冲区大小计算的经典方法, 为提升项目管理水平做出了重要贡献。但两种方法也存在不足之处, 例如剪切粘贴法估计的缓冲区往往与实际出入过大; 根方差法虽在缓冲区设置精度上进行了改进, 但其计算过程却比较繁琐。本文在前人研究的基础上, 综合考虑可缓冲时间、工期位置权重和不确定风险等因素来设置项目缓冲区。

四、结束语

轨道交通项目施工环境复杂、进度管控难度大, 单一进度管理方法应用具有局限性, 将多种进度管理方法交叉配合使用, 使得进度管控效果更趋合理。在石硐站

施工进度管控实践中,通过对技术人员、专家和项目经理多方调研,综合评估各工序的合理工期与极限工期,使得工期估计更趋合理。在关键链项目缓冲设置时,增加考虑工序的可缓冲时间、工期位置权重和不确定风险因素的影响,得出与实际工期较契合的进度计划。采用改进的关键链方法进行项目进度管控,项目进度管控水平有效提升。但进度计划管理技术的推广应用还要进一步加强工程软件的结合,提升项目进度管控信息化水平。

参考文献:

- [1]周兰萍律师受邀为广州地铁集团作“城市轨道交通项目投融资法律实务”主题培训[J].建筑,2020(24):57.
- [2]黄寅.中心城区复杂环境下轨道交通车站建筑设计方案研究[J].中外建筑,2019(10):132-134.
- [3]南京全国首个“5G+智慧轨道交通项目”实验成功[J].都市快轨交通,2020,33(06):6.
- [4]王静,杨超,王俊,刘海旭.城市轨道交通PPP项目客流预测思路及关键技术研究[J].建设科技,2020(23):111-113+116.DOI:10.16116/j.cnki.jskj.2020.23.025.
- [5]王菁.新工科背景下轨道交通行车组织课程教学改革与探索[J].教育观察,2020,9(46):80-82.DOI:10.16070/j.cnki.cn45-1388/g4s.2020.46.026.