

doi: 10.11830/ISSN.1000-5013.201705015



城市快速路建设工期影响因素识别与对策

詹朝曦¹, 王玉芳², 祁神军¹, 张进金³, 陈伟¹

- (1. 华侨大学 土木工程学院, 福建 厦门 361021;
2. 厦门工学院 土木工程系, 福建 厦门 361021;
3. 厦门市建设局, 福建 厦门 361001)

摘要: 针对城市快速路建设工期延期的现状和影响因素识别复杂的难题,在梳理城市快速路建设工期基本理论的基础上,构建城市快速路建设工期影响因素的等级全息模型(HHM),以厦门城市快速路建设为实证,通过专家访谈,初步分析城市快速路建设工期的影响原因;进而提出城市快速路建设工期的影响因素清单;采用专家权威度系数模型,对风险清单进一步计算和筛选.最后,从可控和不可控层面提出城市快速路建设工期控制的应对策略.

关键词: 城市快速路; 建设工期; 影响因素; 等级全息模型; 专家权威度系数

中图分类号: TU 9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2017)06-0818-06

Influencing Factors Identification of Urban Expressway Construction Duration and Strategies of Duration Control

ZHAN Zhaoxi¹, WANG Yufang², QI Shenjun¹,
ZHANG Jinjin³, CHEN Wei¹

- (1. College of Civil Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;
2. Department of Civil Engineering, Xiamen Institute of Technology, Xiamen 361021, China;
3. Xiamen Construction Bureau, Xiamen 361001, China)

Abstract: In order to discuss the complex factor influencing construction duration of urban expressway, the hierarchical holographic modeling (HHM) framework was proposed and used to identify the factors. The HHM model was set up on the basis of the principles of construction duration assessment and the current development of urban expressway. In the case study of Xiamen City, the potential contributory factors for the construction duration of urban expressway were investigated via expert interviews, a list of contributory factor was given, the list evaluated and screened further the factors using expert authority coefficient model. The strategies of duration control are put forward according to the controllability and uncontrollability aspects.

Keywords: urban expressway; construction duration; influencing factors; hierarchical holographic model; expert authority coefficient model

城市快速路作为城市道路交通的重要组成部分,其建设工期成为关注的焦点,建设工期一旦延误,影响城市快速路的交付使用,进而影响城市经济的发展.因此,合理确定建设工期是快速路建设管理的难题,而识别快速路建设工期影响因素是城市快速路建设工期合理规划的关键.目前建设工期的研究,主要集中在以下 3 个方面的内容.1) 施工工期的影响因素界定.针对道路工程^[1]、高速公路^[2]、隧道工程^[3-5]及地铁工程^[6]等不同工程,从经济、技术、质量等方面研究合理施工工期的影响因素,而对城市快速路项目建设工期的研究则较少.2) 参建主体对工期的影响.影响工期的主体包括业主、设计单位、监理单位及施工单位^[7].学者对主体影响工期的认识观点不一.3) 系统边界及范围对工期的影响.正确划分边界有利于深入界定工期的影响因素,将工期的影响因素分为系统内因素^[8]和系统外因素^[9],并适当取舍,以避免工期的影响因素模型臃肿^[10].虽然国内外学者在工期影响因素方面的研究并不少,但几乎没有对城市快速路工期影响进行相应研究.基于此,本文以厦门快速路为实证,运用等级全息模型(HHM)框架体系法、专家访谈法及专家权威度系数法,构建城市快速路建设工期影响因素评估体系.

1 城市快速路建设工期影响因素初选集

1.1 城市快速路建设工期的含义

城市快速路,即在城市内修建的、中央分隔的、全部控制出入的、控制出入口间距及形式的、具有单向双车道或以上的多车道的,并设有配套的交通安全与管理设施的城市道路.城市快速路是城市中车速快、行程长、运输量大、连续通行的汽车交通干道,兼有快捷公路和城市主干路的双重功能.城市快速路的建设工期是立足政府,一个城市快速路建设项目或独立的单项工程在建设过程中所耗用的时间总量,即包括前期阶段、建设阶段和竣工验收阶段.

1.2 建设工期影响因素 HHM 框架的设计

HHM 作为一个系统的、全方位的辨识风险来源的模型,在近二十年来逐步被应用到风险辨识领域^[11].城市快速路具有施工工艺的复杂性、多技术的交叉性和施工环境的特殊性等特点,使项目工期风险识别变得复杂.如果仅从单一的视角分析问题,会使问题简单化,不够全面.

因此,基于 HHM 模型,从可控和不可控两个维度,对城市快速路的工期影响因素进行全面的识别.构建城市快速路工期影响因素 HHM 框架模型,如图 1 所示.各层次含义解析,如表 1 所示.

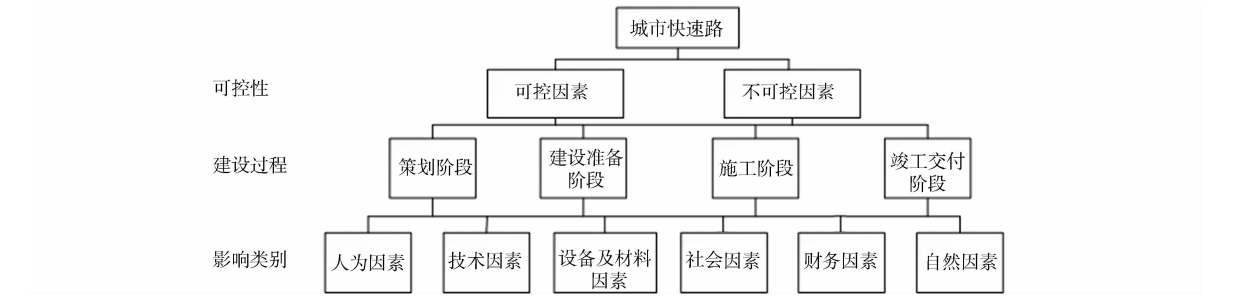


图 1 城市快速路建设工期影响因素 HHM 框架

Fig. 1 HHM framework of influencing factors of urban expressway construction duration

表 1 城市快速路建设工期影响因素的含义

Tab. 1 Meaning of influencing factors of urban expressway construction duration

层级	子系统	含义
可控性	可控因素	人为的可以控制和改变的内部因素和外部因素,如前期方案论证、前期报批报建、标段划分及勘察设计等
	不可控因素	非人为的不可控制和改变的外部因素,如地震、台风等
建设过程	策划阶段	城市快速路项目的定位、可行性分析及勘察设计
	建设准备阶段	土地出让权取得、资金筹集、勘察设计和招投标及前期报批报建
	施工阶段	建设单位组织总承包商、专业承包商、材料设备供应商、监理单位、代建单位及设计单位按照施工规范完成城市快速路的建设内容
	竣工交付阶段	建设单位组织施工、监理、勘察及设计等有关单位依据验收规范和要求验收

续表

Continue table

层级	子系统	含义
影响类别	人为因素	参建主体的过失、疏忽及恶意等不当行为引起快速路预期目标不能实现
	技术因素	设计失误或设计变更、施工方案选择不当,四新应用不成熟或者施工工艺落后、安全措施不当等
	设备及材料因素	建材、构(配)件和设备不符合工程规格、质量及安全要求,或供应不及时
	社会因素	特殊节假日、重大活动,以及因征地拆迁引起的利益纠纷
	财务因素	建设资金不足或未能及时拨付工程款、项目超支、承包商的能力等
	自然因素	复杂的地形条件、地质条件、水文条件、气候条件,以及周边环境等

1.3 快速路建设工期影响因素识别

目前,为进一步完善城市快速公交系统,厦门市正大力推进两环八射的城市快速路建设,已建成的快速路总长 119.1 km,在建 126.4 km,拟建 86.8 km. 从已完工程的建设情况来看,快速路项目建设工期在不同程度上存在延期现象. 经对快速路建设的工程管理人员和专家进行访谈发现,影响厦门城市快速路项目建设工期的因素错综复杂. 主要原因体现在前期准备不充分、征地拆迁问题突出、地下管线复杂和施工阶段的施工组织设计的不合理等,如表 2 所示.

表 2 城市快速路建设工期影响的主要原因

Tab. 2 Main reasons for urban expressway delay

序号	主要问题	原因描述
1	前期准备不充分	准备期短,开工急,城快速路工程通常由政府出资建设,出于减少工程建设对城市日常生活的干扰这一目的,对施工周期的要求又十分严格,工程只能提前,不准推后,施工单位往往根据工期,倒排进度计划,难免缺乏周密
2	征地拆迁问题突出	城市快速路项目的建设往往是边拆边建,征地拆迁如果进展缓慢,无法及时提供作业面,施工单位进场后无法开展施工,长时间无法施工导致施工单位懈怠
3	地下管线复杂	城市快速路建设过程当中,当遇到供热、给水、煤气、电力及电信等管线位置不明的情况时,盲目施工极有可能挖断管线,造成重大的经济损失和社会影响,导致工程延期
4	施工阶段的施工组织设计不合理	施工组织、专项施工方案,以及工程款拨付计划等设置不合理都将直接导致工期延误. 此外,雨季施工、材料、机械及设备进场不及时、图纸供应不及时、利益相关主体的协调也是影响工期的的重要原因

1.4 城市快速路建设工期影响因素的 HHM 框架

根据城市快速路建设工期影响因素的 HHM 分析框架和快速路建设工期影响原因的基本含义,从可控性角度建立城市快速路建设工期影响因素清单.

1) 可控因素. 建设工期可按工作内容划分为前期阶段、建设实施阶段和竣工交付使用阶段. 前期阶段,主要有方案论证不足、项目报批缓慢、标段划分不合理、勘察不详及施工准备不足 5 项影响因素;建设实施阶段,主要有设计进度安排不合理、设计缺陷、组织管理协调不力、甲供(控)材料不及时、建设资金不足、施工进度缓慢、合同纠纷、合同终止及总承包单位主动违约 9 项影响因素;竣工交付使用阶段则有竣工资料整理拖延和验收整改拖延等影响因素.

2) 不可控因素. 包括环境影响因素和其他影响因素,其中,环境影响因素,分别是自然环境的不利影响、周边环境的不利影响、军事管线设施限制、征地拆迁不力及地下管线迁移不力 5 项;其他影响因素,则有社会性原因、突发事故和不可抗力 3 项.

2 城市快速路建设工期影响因素筛选

2.1 专家权威度系数模型

专家权威度系数^[12]是指专家在该领域的权威程度,其值为依据专家的理论分析系数、实践经验系数、业内同行的了解系数、直觉系数及熟悉程度综合计算而得. 根据被调查专家的背景资料计算其权威度系数,权威度系数越大,表明专家有较强的可信度和权威性,其意见的参考价值就越大. 专家权威度系数的参数说明,如表 3 所示.

表 3 专家权威度系数的参数说明
Tab. 3 Parameter description of expert authority coefficient

参数	参数含义	赋值基本规则
C_{A1}	理论分析系数	根据专家的学历来赋值,即本科为 0.2,硕士及以上为 0.3,其他为 0.1
C_{A2}	实践经验系数	根据专家的职称来赋值,分别按高级为 0.5,中级为 0.4,初级为 0.3,其他为 0 进行赋值
C_{A3}	业内同行的了解系数	根据专家近 5 年从事工作所属的行业来赋值,所从事的行业越接近于城市快速路,其分值越高,反之越低.其中,桥梁、市政及道路取 0.10,房建取 0.05,其他为 0
C_{A4}	直觉系数	根据专家本身的对问题的直接判断进行赋值,只要问卷没有出现明显的错误,即可得分 0.1,出现无效问卷时直接赋值 0
C_s	熟悉程度	专家对所研究对象的熟悉程度,按从事行业工作的年限取值,其中,20 年以上取 0.9,15 年以上取 0.7,10 年以上取 0.5,5 年以上取 0.3,5 年以下取 0.1

根据表 3 中各参数的含义及赋值所遵循的基本规则,直接计算出系数 C_A ,即

$$C_A = C_{A1} + C_{A2} + C_{A3} + C_{A4}.$$

(1)

通常认为专家的权威程度与预测精度呈一定的函数关系,预测精度随着专家权威程度的提高而增加.一般情况下,专家权威度系数大于 0.7,表明该专家的权威性得到认可,可以采用其认为的数值.计算公式为

$$C_r = (C_A + C_s)/2.$$

(2)

2.2 影响因素筛选模型

1) 问卷筛选.根据专家权威度系数模型,计算被调研专家的权威度系数,对于权威度系数小于 0.7 的问卷予以剔除,保留权威度系数大于 0.7 的问卷.

2) 影响因素筛选.根据有效问卷专家的权威度系数,计算各专家的权威度系数权重 W_j .在专家权威度系数的权重 W_j 的基础上,影响因素的均值 M_j 为

$$M_j = \sum W_j \cdot P_{i,j}.$$

(3)

式(3)中: $P_{i,j}$ 为第 i 各专家对第 j 个影响因素所给出的分数. M_j 的取值越大,说明第 j 各指标的重要程度越高.变异系数 V_j 为

$$V_j = \delta_j \cdot W_j.$$

(4)

式(4)中: δ_j 为第 j 个影响因素的标准差; V_j 反映单位均值上的离散程度,即不同专家对同一影响因素的意见的协调程度,反映单位均值上的离散程度,常用在两个总体均值不等的离散程度的比较上.该值越小,说明专家意见协调程度就越高.

根据文献[12],当 M_j 小于 3.5 时,认为第 j 个影响因素的重要性程度不足;当 V_j 数超过 0.25 时,认为第 j 个影响因素的专家意见离散程度过高,应进一步分析或者重新考虑这个影响因素.

2.3 影响因素的计算与筛选

影响因素的计算和筛选共分两轮.

第一轮:调研对象包括参与快速路建设的相关单位工程管理人员和高校教授专家,采用电子邮件和实地走访两种形式,共收回 31 份问卷.根据式(1),(2)计算出专家权威度系数,筛选出 22 份有效专家的问卷.经过平均值、标准差和变异系数的计算,剔除了施工准备不足、设计进度安排不合理、甲供(控)材料不及时、建设资金不足、施工进度缓慢、合同纠纷、合同终止,以及总承包单位主动违约 8 项影响因素.

第二轮:将第一轮问卷修改优化后,再次发放和回收,并根据专家权威度系数进一步计算出各影响因素的平均值、标准差和变异系数,结果如表 4 所示.

由表 4 可知:第二轮筛选中,专家对大部分影响因素的意见集中较高.根据指标筛选规则,应剔除自然环境不利影响、社会性原因、不可抗力,以及突发事故 4 项影响因素.虽然竣工资料准备不全、验收整改拖延均值和变异系数均不符合标准,但专家认为项目竣工验收阶段极其重要,也是影响城市快速路建设工期的关键,故予以保留.

此外,专家指出不可控因素中社会性原因、突发事故及不可抗力虽然发生的可能性非常小,但一旦发生,造成的损失是不可估量的,故在实际工程中仍需保持警惕,做好防控工作.

表 4 影响因素的第二轮筛选过程

Tab. 4 Second round of the screening process of influencing factors

影响因素	前期方案 论证不足	前期报 批缓慢	标段划分 不合理	勘察不详	设计缺陷	组织管理 协调不力	竣工资料 整理拖延	验收整 改拖延
M_j	4.414	3.550	2.753	3.584	3.595	3.562	2.253	2.090
δ_j	0.883	0.945	1.070	0.887	1.276	0.887	1.118	0.912
V_j	0.200	0.266	0.389	0.247	0.355	0.249	0.496	0.436
影响因素	征地拆 迁不力	地下管线 迁移不力	军事管线 设施限制	自然环境的 不利影响	周边环境的 不利影响	社会性 原因	不可抗力	突发事件
M_j	4.442	4.278	3.842	3.043	3.519	2.120	3.386	2.580
δ_j	0.821	0.851	1.056	1.146	0.827	1.137	1.142	1.231
V_j	0.185	0.199	0.275	0.377	0.235	0.536	0.337	0.477

2.4 建设工期影响因素最终评估体系

根据专家权威度模型的计算和分析,剔除不合理的影响因素,最终得出城市快速路建设工期影响因素评估体系,如表 5 所示.

表 5 城市快速路建设工期影响因素评估体系

Tab. 5 Evaluation system of influencing factors of urban expressway construction duration

因素分类	影响因素	因素解释
可控因素	前期方案 论证不足	对快速路项目整体的自然环境、宏观经济环境及政策环境调研不足,导致的工期延误;对建设规模、投资规划、建设周期、技术方案、建设条件、征地拆迁方案、管线改造方案、地下文物、地质水文条件及气候影响的论证不足,导致的工期延误
	前期报批缓慢	项目建议书、选址意见书、可行性研究报告、环境影响评价、土地使用权证、土地规划许可证、设计审批及施工许可证等前期手续报批缓慢,影响项目的启动时间
	标段划分不合理	施工段划分过多引起的衔接问题和施工段划分过少不能同步施工问题导致工期延误
	勘察不详	水文地质资料不准确,地下文物资料不准确,勘查单位技术不足或工作不到位导致了水文地质及地下文物,以及地下管线勘查不详造成的工期延误
	设计缺陷	设计人员缺乏同类工程的设计经验,设计不科学、不合理、有错或有漏,以及设计变更等导致的工期延误
	组织管理 协调不力	项目与当地居民的沟通协调不力、参建主体之间的沟通协调不力、参建主体能力差、承发包单位协调不当,以及政府主管部门对项目不利的干预导致的工期延误
	竣工资料 整理拖延	竣工验收材料和备案材料计划不合理导致的工期延误
不可控因素	验收整改拖延	对竣工验收中发现的质量问题整改计划不合理导致的工期延误
	征地拆迁不力	征地拆迁遇到阻碍、边拆迁边建设,以及拆迁后拆迁户利益纠纷导致的工期延误
	地下管线 迁移不力	项目范围内城市供水、排水、燃气、热力、电力、通信、广播电视、工业等管线及其附属设施因迁移不及时造成的工期延误
	军事管线 设施限制	对军用管线的保护所增加的工程量造成的工期延误
	自然环境的 不利影响	极端气候、复杂水文地质等自然环境对工期的延误
	周边环境的 不利影响	与铁路、立交桥等交叉施工,施工时间及工作面的限制对工期的延误

3 城市快速路建设工期管理应对策略

综合分析城市快速路建设工期影响因素,按城市快速路建设过程的前期阶段、施工阶段和竣工交付使用阶段的不同特征,从可控和不可控角度,针对性地提出城市快速路建设工期相应的管理对策.

1) 建设前期阶段. 城市快速路建设前期的充分调研、科学合理的决策和设计,能有效预防建设过程中的不合理的影响,极大地提高建设效率,预防建设工期延期. 首先,建设前期所涉及的可控性影响因素可通过更加周密而科学的论证以化解建设工期风险. 其次,不可控影响因素错综复杂,应尽可能本着合作共赢的态度深入协调相关工作. 征地拆迁涉及多方主体的经济利益,需要多方协作,通过制定合理共识的拆迁补偿安置方案,方能快速推进拆迁进度. 对于征地拆迁、地下管线迁移及军事管线设施,应事先进行详细的排查和资料的收集,并提出多套可行的应急预案.

2) 施工阶段. 项目实施阶段影响因素繁杂、利益主体众多. 其中, 利益主体的影响是最直接、最复杂的, 应做好组织协调工作, 展开施工过程的监督管理工作. 对于现场施工条件可能造成的不利影响应预先估计, 如恶劣天气、自然环境及周边环境条件变化等的影响. 同时, 尽可能选择资质优良的代建公司和经验丰富管理人员, 确保项目组织协调顺利.

3) 竣工验收阶段. 竣工验收是城市快速路项目完成的标志, 是全面考核项目建设成果、检验设计和工程质量的关键环节. 在验收前应统筹规划, 编制可行的验收计划, 充分调动建设单位和施工单位的积极性, 确保验收工作及时、高效地展开. 此外, 也可在合同中严格规定竣工整改拖延的惩罚条款, 依据合同规定管控竣工整改时间. 对于竣工资料的整理, 则须做好平时信息资料的收集、归档及整理, 并严格地提出验收资料编制要求, 确保竣工资料的完整性及规范性.

4 结束语

城市快速路工程是一个多维度、多层次、多界面及多子系统的复杂系统, 且建设工期的影响因素复杂化、多样化. 如何全面且准确地识别城市快速路建设工期的各种风险因素, 成为此项研究中亟待解决的首要问题. 因此, 创新性地尝试将专家权威度系数法与等级全息建模相结合, 基于可控和不可控两个维度, 构建了涵盖 13 个影响因素的城市快速路建设工期影响因素评估体系, 并提出相应的策略, 为城市快速路建设工期的风险管理提供一定的理论指导.

参考文献:

- [1] 韩尚宇, 李红, 洪宝宁. 道路工程施工阶段工期风险计算方法与应用[J]. 岩土工程学报, 2013(增刊 1): 264-268.
- [2] HANNO H, KAWADA N. Construction of the long-distance urban tunnel with large-section shield tunnel method: Metropolitan expressway central circular shinjuku route[J]. コンクリート工学=Concrete Journal, 2003, 41(1): 38-42.
- [3] 洪坤, 赵梦琦, 钟登华, 等. 基于极差分析法的引水隧洞施工工期多因素灵敏度分析[J]. 水利水电技术, 2015, 46(1): 65-69.
- [4] PENNINGTON P E T W, RICHARDS P E D P. Understanding uncertainty: Assessment and management of geotechnical risk in tunnel constructio[C]//GeoRisk 2011: Geotechnical Risk Assessment and Management, Atlanta; [s. n.], 2011: 552-559. DOI:10.1061/41183(418)54.
- [5] WANG Sizhuan. The new subway construction risk management practice and research[J]. Journal of Surgical Research, 2013, 186(2): 494. DOI:10.1016/j.jss.2013.11.057.
- [6] 王天梁. 地铁明挖车站工期影响因素及工期策划[J]. 中国科技信息, 2016(15): 33-34. DOI:10.3969/j.issn.1001-8972.2016.15.009.
- [7] BAO Haijun, PENG Yi, ABLANEDO-ROSAS J H, *et al.* An alternative incomplete information bargaining model for identifying the reasonable concession period of a BOT project[J]. International Journal of Project Management, 2015, 33(5): 1151-1159. DOI:10.1016/j.ijproman.2014.12.004.
- [8] 蒋慧杰, 吴慧博, 夏立明, 等. 高速公路施工进度风险评价[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2012, 18(2): 87-93. DOI:10.3969/j.issn.1008-5831.2012.02.014.
- [9] 项勇, 任宏. 工程项目工期风险因素影响分析: 基于贝叶斯网络理论和非叠加原理[J]. 技术经济与管理研究, 2015(2): 3-7. DOI:10.3969/j.issn.1004-292X.2015.02.001.
- [10] KECI J. A user-oriented implementation of risk breakdown structure in construction risk management[J]. 土木工程与建筑: 英文版, 2014, 144(5): 529-537.
- [11] 向鹏成, 常微. 基于 HHM 的跨区域重大工程项目风险因素识别[J]. 世界科技研究与发展, 2015, 37(1): 67-72. DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2015.01.014.
- [12] STEURER J. The Delphi method: An efficient procedure to generate knowledge[J]. Skeletal Radiology, 2011, 40(8): 959-961. DOI:10.1007/s00256-011-1145-z.

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 方德平)