

BIM+公路隧道土建结构养护管理系统设计

徐 洪¹ 姜海龙² 胡学亮³ 尹新刚⁴

1. 中路高科交通检测检验认证有限公司 北京市 100088; 2. 山东高速集团有限公司 山东济南 250098;

3. 山东高速集团有限公司 山东济南 250098; 4. 中路高科交通检测检验认证有限公司 北京市 100088

摘 要: 当前我国已成为世界上公路隧道规模最大、数量最多、地质条件和结构形式最复杂、发展速度最快的国家,截至2018年年底,全国现有公路隧道1.8万座。随着隧道运营时限的不断增加隧道相关的重大险情事故时有发生。本文依托于《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)为基础与BIM技术相融合,设计隧道土建结构综合养护管理系统,为隧道的运营养护及运营提供有力依据。

关键词: 公路隧道; 隧道养护; 建筑信息模型 (BIM)

Abstract: At present, China has become the country with the largest scale, the largest number, the most complex geological conditions and structural forms, and the fastest development speed in the world. By the end of 2018, there are 18000 highway tunnels in China. With the increasing time limit of tunnel operation, tunnel related major dangerous accidents occur from time to time. Based on the technical specification for highway tunnel maintenance (JTG H12-2015) and BIM Technology, this paper designs a comprehensive maintenance management system for the civil structure of the tunnel, which provides a strong basis for the safe maintenance and operation of the tunnel.

1 引言

随着我国公路隧道行业的不断发展,隧道养护相关工作已经积累了丰富的经验,但隧道养护过程中对于人力需求、病害确认、维修方法及检修频次等要求仍然不够规范。《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)的实施对于公路隧道养护提供有效依据,近年来信息化水准的提升对隧道养护管理和技术提供新的发展方向。本文依据规范中对隧道巡检及土建结构评定要求,并结合BIM融合技术设计养护管理系统,以实现公路隧道智慧管养。

2 BIM 技术应用

BIM技术在我国历经十余年的发展已经在各行业得到认可。近期交通运输部、科学技术部联合制定了《交通领域科技创新中长期发展规划纲要(2021—2035年)》,纲要中将提升基础设施高质量建养技术水平作为主要任务之一,明确了加强在役基础设施智慧维养技术研究。

BIM技术的越发成熟推动着传统的公路隧道养护与之快速融合,相较于以往的二维隧道养护管理系统,BIM可视化养护管理系统能够给管养单位提供更加直接的病害展示和土建结构技术状况。BIM技术与隧道养护管理的结合应用主要体现在设备设施管理和运维管理两方面^[1],隧道现场巡检养护可依托于数字化手段对巡检数据进行规范化录入管理,同时对于采集的数据可结合BIM模型实现数模综合展示,保证了数据及时性和有效性,减小人力物力的投入,提升整体运营水准。

3 系统架构设计

系统整体架构设计依托于BIM可视化平台,在BIM系统

的基础上实现隧道基本信息及分项信息管理、隧道巡检任务管理、隧道土建结构巡检管理、隧道土建结构技术状况评定及隧道土建可视化信息展示功能,系统总体架构如图1所示。

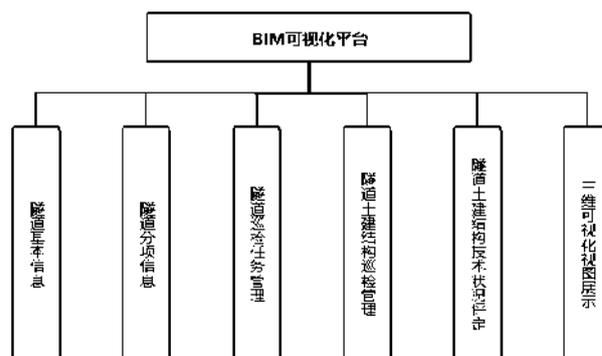


图1 系统总体架构

系统基于B/S架构进行开发,并且在建模过程中按照主要分项实行LOD300次要分项实行LOD200的标准进行模型轻量化设计^[2],在满足正常养护需要的同时提升了系统的可靠性和稳定性,提升用户体验。

4 系统功能设计

4.1 隧道基本信息

隧道基本信息功能主要是对隧道的静态信息进行管理。与《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21-2011)中的桥梁基本信息卡片不同,隧道规范中并没有相关的内容要求,因此系统在创建隧道时参考桥梁卡片模式进行创建。

隧道土建结构技术状况评定是按照各分项进行区段划分来评定的,因此在隧道创建的过程中引入区段的概念,

并且各区段的编码体系需与BIM模型编码体系进行相关映射。巡检模块的功能也需要通过隧道区段进行病害信息的定位和录入。

4.2 巡检任务管理

《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)中对于隧道的巡检有明确的说明, 土建结构的养护工作应包括日常巡查、清洁、结构检查与技术状况评定、保养维修和病害处治等内容。系统中设计的巡检功能有日常巡查和结构检查下的经常检查、定期检查和应急检查。

结构检查需要通过检查任务来做驱动, 管养人员通过隧道的实际特点设置隧道检查范围和检查人员, 在任务期限内巡检人员到现场进行巡检和病害信息的记录。由于日常巡查检查频次较多, 采用任务下发功能会给管养人员及巡检人员带来不便, 因此日常巡查只做外业记录功能。

4.3 隧道巡检管理

隧道土建巡检内容和方式与隧道机电设施和其他工程设施有很大的差别。根据隧道评定相关的内容反推巡检模式可以发现, 隧道的巡查记录需要按照隧道分段结构来进行, 隧道分段BIM模型如图2所示, 每一项的检查内容中需要包含相应分项的技术状况值。为了更好的对病害实际情况进行记录, 系统还需具备完善的病害性态库和评定标准库。

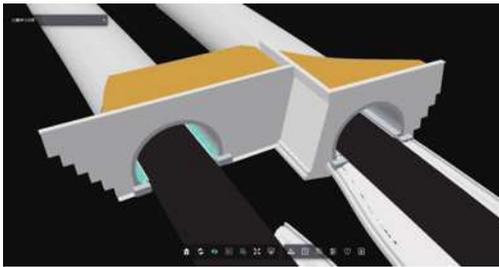


图2 隧道分段结构示意图

巡检中记录的详细内容一般为文字信息和图片信息, 为了更好的在BIM平台中应用病害在记录的过程中需要明确到具体的某一段下的分项中, 这样在后期模型上可以通过点击事件进行病害详细信息的查看。

4.4 隧道病害管理

隧道病害管理是隧道在巡检过程中所记录的病害信息汇总, 在病害管理功能中可以对病害的详细信息进行查看与分类标记。同时病害信息可通过特定的条件选择进行可视化图表展示, 为管养人员对隧道土建结构后期病害的维修处治做依据。

4.5 隧道土建结构技术状况评定

《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)中公路隧道总体技术状况的评分分别由土建结构技术状况、机电设施技术状况和其他工程设施技术状况经计算得来, 如图3所示。且隧道总体技术状况评分权重值说明中土建结构的

权重分别为高速公路、一级公路为60, 二级及二级以下公路为70。可见土建结构对于隧道总体技术状况评分影响较为主要, 因此本系统当前阶段只设计了土建结构技术状况评定功能。

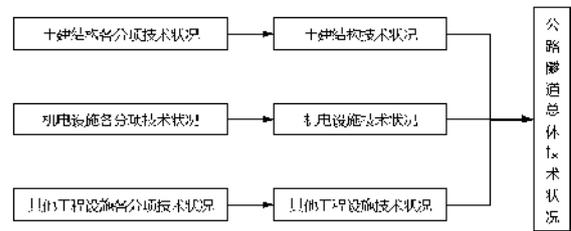


图3 公路隧道技术状况评定

隧道土建结构技术评定方法参考规范使用的最差分段法^[3], 即将隧道按照里程分成段落, 再对段落中的各分项进行检查, 记录各分项的状况值, 取各分项最大状况值 $JGCI_i = \max(JGCI_{ij})$, 通过公式进行计算:

$$JGCI = 100 \cdot \left[1 - \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n \left[JGCI_i \times \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right] \right]$$

式中: w_i ——为分项权重;

$JGCI_i$ ——为分项状况指, 值为0~4。

在系统设计的过程中对于各分项的权重可以根据实际需要进行灵活的调整^[4]。最终获得的分数根据土建结构技术状况评定分类界限值进行匹配就可得到隧道土建结构技术状况评定类别。在BIM模型中可对各分项技术状况评定信息进行可视化展示。

5 总结

隧道土建结构技术状况评价虽然只是隧道整体评判的一部分, 但是对于隧道管养人员来说应该是最重要的环节, 系统功能通过巡检和评定等数据来源结合隧道BIM模型可以给管养人员最直观的判断。未来将BIM技术与隧道机电设施和其他工程设施进行结合, 再加上其他系统的辅助决策可以更好的对隧道进行合理化评判。

参考文献:

- [1]万世付, 仇文革, 黄琦茗, 等. BIM技术在隧道工程全生命周期的应用研究[J]. 现代隧道技术, 2020, 57(z1): 63-69. DOI:10.13807/j.cnki.mtt.2020.S1.009.
- [2]程方圆, 姚国明, 奎永才, 等. 集成GIS/BIM的公路隧道数字化管理研究及应用[J]. 隧道建设(中英文), 2019(12).
- [3]曹民, 林志, 陈思, 等. 公路隧道技术状况评定方法研究[J]. 华东公路, 2017(3): 31-35.
- [4]张素磊, 张顶立, 陈淮, 等. 运营隧道衬砌结构技术状况的评定方法研究[J]. 北京交通大学学报, 2013, 37(4): 19-23, 29. DOI:10.3969/j.issn.1673-0291.2013.04.004.