

Application of BIM Technology in Bridge Engineering in Period of Operating, Managing and Conserving

Jiang Linxiao, Ren Yuan, Ma Shuaizhi

Road and Bridge Engineering, Southeast University, Nanjing, China

Email address:

213133173@seu.edu.cn (Jiang Linxiao), 101011196@seu.edu.cn (Ren Yuan), 213131334@seu.edu.cn (Ma Shuaizhi)

To cite this article:

Jiang Linxiao, Ren Yuan, Ma Shuaizhi. Application of BIM Technology in Bridge Engineering in Period of Operating, Managing and Conserving. *Science Discovery*. Vol. 4, No. 6, 2016, pp. 426-430. doi: 10.11648/j.sd.20160406.23

Received: October 17, 2016; **Accepted:** November 22, 2016; **Published:** December 9, 2016

Abstract: Building Information Modeling is a digital method to reveal the project itself and its function. Countries around the world are devoted to applying BIM technology in more and more projects so as to make the project more visible, make the information more continuous and synchronous, and make the expense of project less after the birth of BIM technology. However, application of BIM technology in bridge engineering is not in the period of popularizing but exploring, including bridge design, construction and operation, management, conservation. In the paper, the author not only contrasts the BIM development between China and other well-developed countries but also expands the methods to apply BIM technology in period of operating, managing and conserving.

Keywords: BIM, Bridge Engineering, Operation, Management and Conservation

BIM技术在桥梁运营管养方面的应用

蒋林笑, 任远, 马帅之

道路桥梁与渡河工程系, 东南大学, 南京, 中国

邮箱

213133173@seu.edu.cn (蒋林笑), 101011196@seu.edu.cn (任远), 213131334@seu.edu.cn (马帅之)

摘要: 建筑信息模型 (Building Information Modeling) 是以数字化的形式对工程项目实体和功能特性进行表达。在BIM被提出的40多年来, 世界各国都致力于将BIM应用到工程项目中, 以期望达到工程良好的可视性、工程资料与信息连续与同步以及工程成本的降低等目的。而BIM在桥梁工程领域的应用目前尚处于探索阶段, 还没有进入桥梁全生命周期内的技术普及阶段。本文中对BIM在中国以及其他工程大国的桥梁工程领域的发展程度进行了分析, 同时对BIM在桥梁工程领域很少涉及到的运营管养方面进行了应用思路的拓展。

关键词: BIM, 桥梁工程, 运营管养

1. 引言

在20世纪70年代, 美国首次提出了BIM技术的概念, 并且开始着手将BIM技术应用到实际的工程中, 首先得到应用的是在建筑行业。随着国际工程学术交流的日渐频繁,

世界上越来越多的国家开始重视BIM技术, 尤其是一些传统的工程大国, 比如美国、英国、日本、中国。现如今, BIM技术已经逐渐被这些世界上的工程大国吸收并应用。

下文将介绍BIM技术在世界工程大国上的发展情况, 并且根据发展情况进行了合理的推断, 罗列出了一些可能的原因。

2. BIM技术在世界上的发展情况

2.1. BIM在发达国家的发展情况

2.1.1. BIM的历史

BIM概念起源于美国。1973年，石油危机席卷全球，美国的各行各业都在考虑如何提高效率而减少对石油的依赖。1975年，“BIM之父”——佐治亚理工学院的Chuck Eastman教授创建了BIM概念。在BIM被提出的20年来，欧洲对BIM的研究也逐渐深入，Nederveen和Tloman教授首先将“建筑产品模型”（Building Product Model）和“产品信息化模型”（Product Information Model）两个概念相融合，率先提出了“建筑信息模型”（Building Information Modeling）。一直到2002年，Autodesk公司收购了Revit公司，并且发布了《BIM白皮书》，“BIM”一词被Jerry Laiserin进一步推广直到今天[1]。BIM的具体历史进程如图1所示。

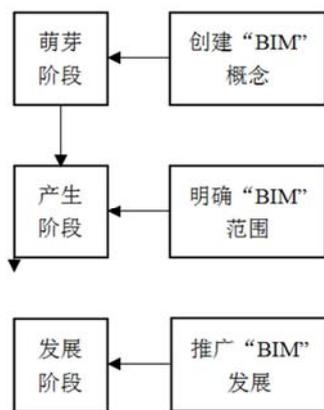


图1 BIM的历史进程。

2.1.2. BIM在美国的发展

美国是最先提出BIM概念的国家，从上世纪70年代开始的萌芽阶段到现在的发展阶段，美国对BIM技术做了大量的科学研究与工程应用。

1994年，美国成立buildingSMART联盟，旨在促进在建筑工程全生命周期过程中，各参与方的信息交流与协同合作。2003年，美国总务署提出了3D-4D-BIM计划，以期望提高建筑工程的效率与数字化水平。2006年，美国陆军工程兵团计划开展为期15年的BIM发展规划，用来提高工程设计以及施工的质量[2]。

2.1.3. BIM在其他发达国家的发展

在英国，BIM技术被政府强制应用于工程中，政府发布了“政府建设战略”，以期在2016年之前，全面实现协同的3D·BIM。

在日本，BIM技术在工程的设计和施工阶段的应用已经很成熟了，专家在探索将BIM技术应用于工程全生命周期的经济性与可行性。

在韩国，政府会对应用BIM技术的工程项目进行设计可视化、施工同步化以及运营管养程序化的专业指导，以鼓励更多的工程项目应用BIM技术。

2.2. BIM在中国的发展情况

相比于发达国家，BIM在中国的推广要略晚一些。在中国，BIM技术成为工程领域最热门的话题之一，也是工程行业最有前景的研究方向之一。在政府的政策支持下，一时间，中国学术界专家、计算机行业从业者、设计单位和施工单位的工程技术人员都对BIM技术展开了研究、讨论以及尝试[3]。

尽管BIM技术在中国引起了不小的反响，但是BIM技术的应用的案例仍然是屈指可数。尽管BIM技术在技术层面上已经有了一些突破，但是要想将BIM技术转化为生产力，为工程项目全生命周期而服务，仍然有很长的路要探索。

2.3. 结论与原因

通过上述BIM技术在世界上的发展情况的对比中可以得出下列结论：

- (1) BIM技术在发达国家的发展应用情况相比于中国更成熟；
- (2) 无论是发达国家还是中国，BIM技术在桥梁工程全生命周期上的应用情况很不理想，普遍情况是BIM技术在桥梁工程设计与施工阶段进行了大量的应用，而在运营管养阶段却很少应用。

分析以上结论，不难发现：

- (1) BIM技术很早发源于美国，经过了二十余年的发展才逐渐推广到中国，中国现在仍然处于BIM技术发展的初级阶段，很显然发达国家的BIM技术更成熟；
- (2) 无论是发达国家还是中国，桥梁工程重于建设，轻于养护。在上世纪六七十年代，欧美等国的公路桥梁等基础设施正处于大建设阶段，有很多新建的桥梁；六十年代后期，随着一些失败的桥梁工程案例的发生，美国工程界开始注重桥梁安全与管理养护的工作。在中国，交通部于1986年开始着手桥梁管理系统的研究，尽管后来研发出来CBMS2008版，但是遗憾的是，目前很少有桥梁管理系统处于正常运行状态，这也正是中国桥梁“重建设轻养护”的具体表现[4]。

3. BIM在桥梁运营管养阶段的应用

一方面，改革开放以来，中国的道路桥梁事业处于大发展的阶段，桥梁建设进入了一个辉煌的时期，并且取得了令人瞩目的成就，中国跻身成为世界桥梁大国[5]。近年来，随着中国桥梁大建设时期接近尾声，桥梁领域的研究重点也陆续地从桥梁设计与施工转变为桥梁新建与养护并重的方向[6]。

另一方面，中国的改革开放引进了世界先进的技术，BIM技术也被推广到中国，随着科学技术的发展和计算机技术在土木交通建筑行业上的应用，一时间，BIM在中国的土木工程行业掀起了一阵热潮，并且可以预测，在未来，BIM技术作为工程可视化、资料同步化和成本更低化的代名词，在中国的土木交通建筑行业将被获得更多的讨论、研究与应用。

综合上面两方面的分析与讨论，不难发现，BIM技术在桥梁运营管养方面的应用具有较高的研究意义与价值。下文将以2016年中国江苏省高等学校大学生实践创新训练计划

项目——“BIM在桥梁运营管养中的应用研究”（项目编号：201610286124X）为例，分别介绍BIM技术在桥梁运营管养方面的应用的需求及效果。

4. 基于“BIM在桥梁运营管养中的应用研究”项目的实例分析

“BIM在桥梁运营管养中的应用研究”项目将BIM应用到桥梁运营管养阶段上，使桥梁本身和运营、管理、养护等过程相结合，建立桥梁4D模型，以期能够更直观地了解桥梁各部位的历史状态与实时状态，及时处理发现的病害，保证桥梁的正常运营。本项目的具体内容是，采用Autodesk Revit、AutoCAD、3DS MAX等软件建立桥梁及其部件的三维模型，并且以此为基础，将桥梁在运营、养护、维修阶段产生的病害情况融合到三维模型中，形成4D的桥梁模型。也就是说，将桥梁上的具有代表性的部件在运营、管理过程中发现的病害情况，以及对病害的维修处理情况等一系列数据融入到桥梁模型中。这样能使桥梁养护人员更容易了解桥梁各构件的历史状态和实时状态，以便于维修和养护策略的优化和实施。

“BIM在桥梁运营管养中的应用研究”项目的具体实现的功能以及每个功能对应的工程目的如图2所示。下文将具体介绍每个功能，并罗列出每个功能实现的图片。

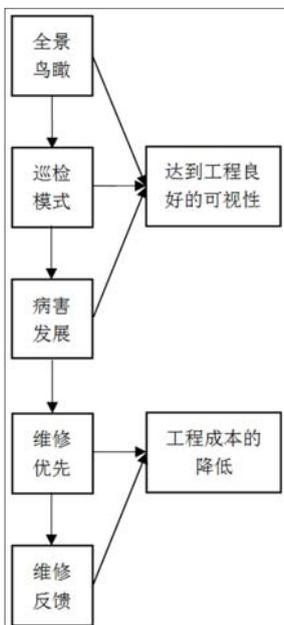


图2 “BIM在桥梁运营管养中的应用研究”项目流程示意图。

4.1. 全景鸟瞰

BIM技术可以实现工程可视化，即在桥梁工程施工完成之前，就可以通过软件模拟出桥梁工程的整体情况以及桥梁所处的地表环境。

Autodesk Revit多用于建筑工程、桥梁工程的设计。Revit专门为BIM而构建，利用工程的可视化，为各行业工程师进行有效的沟通提供了便利。可以利用Revit软件为桥梁建模，再将桥梁模型导入到AutoCAD软件内，与此同时，将

桥梁所处地形图片导入到CAD软件中。通过这样的方式，就可以让各行业人员在桥梁没有施工之前就能了解桥梁工程的整体情况。图3为某悬索桥工程的整体情况示意图，整桥模型由Revit软件制作，模型运行的环境为AutoCAD软件。



图3 某悬索桥工程的整体情况示意图。

4.2. 巡检模式

BIM技术不仅可以实现桥梁工程整体的可视化，还能使桥梁在运营管养阶段的桥梁检查实现可视化，即通过软件模拟出桥梁养护人员进行日常巡查、经常检查以及定期检查工作[7]。图4为某特大桥的桥梁检查任务。

检查类型	检查项目	检查频率	检查单位
日巡查	桥面系	1次/天	养护大队
经常检查	引桥	1次/月	养护大队
	主桥伸缩缝	1次/月	养护大队
	主桥伸缩缝	1次/月	养护大队
	锚碇	2次/月	养护大队
定期检查	引桥	1次/年	养护大队
	主塔	2次/年	养护大队
	鞍座	1次/季	养护大队
	钢箱梁防腐涂装	1次/年	养护大队
	钢箱梁焊缝	1次/年	专业单位
	缆索系统	1-2次/年	专业单位
	地基基础安全监测	1次/年	专业单位
	水下地形测量	1次/年	专业单位
	路面使用性能	1次/年	专业单位

图4 某特大桥的桥梁检查任务。

桥梁养护人员可以使用3DS MAX软件对需要进行桥梁检查的部件进行建模，利用3DS MAX软件自身能够编制动画的功能，制作对需要进行检查的部件进行模拟检查的动画。通过这样的方式，就可以让各行业人员了解桥梁各部件的组成，更重要的是，让桥梁养护人员明确自己的工作。图5为某跨湖大桥的模拟检查桥塔中横梁节点示意图，桥塔模型和养护人员模型均由3DS MAX软件制作，动画的制作环境也是3DS MAX软件。



图5 某跨湖大桥的桥塔模拟检查。

4.3. 病害发展

BIM技术在实现桥梁检查可视化的同时，可以将桥梁检查出的病害情况进行可视化，即通过软件模拟出桥梁部件病害发展的过程。

桥梁养护人员同样可以使用软件对典型常见的病害进行数字化的描述，即先用3DS MAX软件对典型病害产生的部件进行建模，利用3DS MAX软件自身能够编制动画的功能，制作相应病害在部件上发展的动画。通过这样的方式，就可以让各行业人员了解桥梁各部件病害的发展，更重要的是，让桥梁养护管理人员在发现并记录病害的时候有据可依，并且让桥梁病害的记录更加规范，方便检查后输入到桥梁运营管理系统中。图6和图7分别为某特大桥的模拟模数式伸缩缝开裂进而导致伸缩缝中的橡胶条掉落的示意图和悬索桥钢箱梁顶板U肋开裂的示意图，模数式伸缩缝和钢箱梁均由3DS MAX软件制作，动画的制作环境也是3DS MAX软件。



图6 模数式伸缩缝模拟开裂。

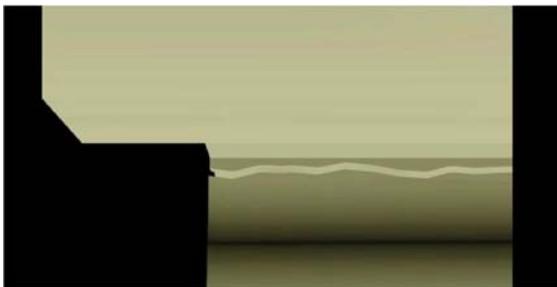


图7 钢箱梁顶板U肋模拟开裂。

4.4. 维修优先

一座桥梁至少要每三年做一次定期检查，定期检查能评定桥梁的使用功能，根据检查结果制订桥梁养护管理计划。桥梁定期检查要求填写桥梁定期检查记录表，但是根据实际情况，一座大桥在找不同的机构进行桥检时，不同机构对桥梁各构件的命名是不统一的，也就是说，同样的一个构件在不同的定期检查记录表中有不同的名称，这就大大增加了养护管理人员对有病害构件的了解难度。BIM技术应用在桥梁运营管养阶段可以降低桥梁检查维修成本，提高检修效率，即可以通过对软件进行简单的二次开发，使软件能够将复杂而抽象的文字病害信息通过更加直观的方式展现出来。

AutoCAD软件为二次开发提供了可能。当桥梁养护人员将一条条文字病害信息输入到AutoCAD中经过二次开发的函数中时，AutoCAD软件能很好地对病害信息进行分类汇总，并且AutoCAD会按照病害数量的多少将不同部件用不同颜色标示出来，从而桥梁养护人员可以很直观地掌握部件病害的多少，从而更容易制订维修方案。图8、图9和图10分别为某悬索桥的主缆、吊索和钢箱梁的病害信息反馈，运行软件为AutoCAD。红色代表部件上病害很严重，急需维修；黄色代表部件有一定的病害，可以过些时候再处理；绿色代表部件基本上没什么问题。

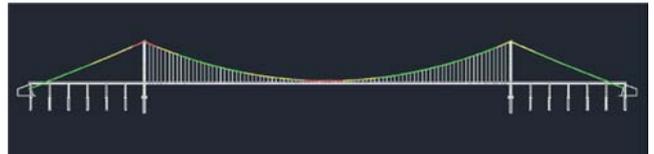


图8 某悬索桥主缆病害信息反馈示意图。

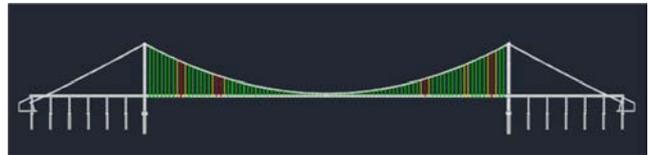


图9 某悬索桥吊索病害信息反馈示意图。



图10 某悬索桥钢箱梁病害信息反馈示意图。

4.5. 维修反馈

BIM技术同样应该可以实现桥梁维修资料的同步性，即维修反馈功能是上一个功能——维修优先——的延续。

桥梁在检查维修之后，桥梁养护人员可以将维修处理的情况输入到AutoCAD中经过二次开发的函数中，AutoCAD软件能很好地将维修处理的信息覆盖到原有检查信息上，并且AutoCAD会按照病害数量的多少重新将不同部件用不同颜色标示出来，从而对桥梁各部件的病害情况进行实时掌握。图11、图12和图13分别为4.4中所述的某悬索桥的主缆、吊索和钢箱梁的病害维修情况反馈，运行软件为AutoCAD。黄色代表部件有一定的病害，可以过些时候再处理；绿色代表部件基本上没什么问题。

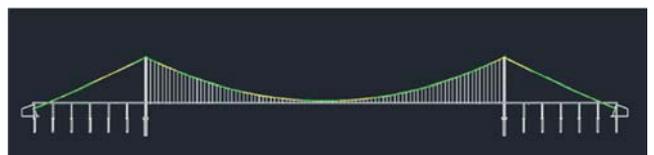


图11 某悬索桥主缆病害维修情况反馈示意图。

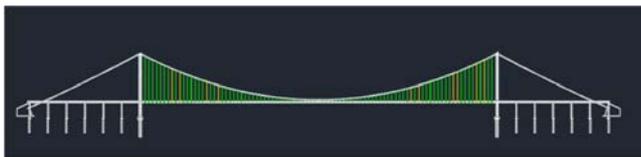


图12 某悬索桥吊索病害维修情况反馈示意图。

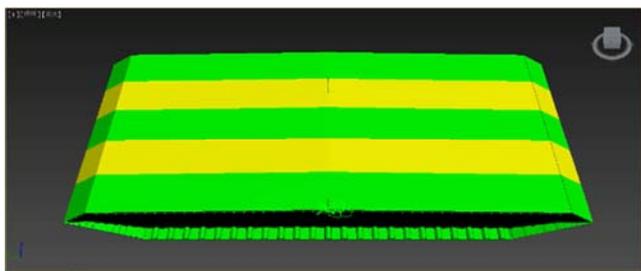


图13 某悬索桥钢箱梁病害维修情况反馈示意图。

5. 结论

本文主要研究了BIM技术在桥梁工程运营管养阶段的应用。本文先简单介绍了BIM技术的诞生、发展以及推广到中国的过程,随着BIM技术的逐渐成熟,“BIM”一词由单一的“Building Information Modeling”演绎出“Bridge Information Modeling”,也就是说,BIM技术由建筑工程领域向桥梁工程领域延伸[8]。然而,在中国的桥梁工程领域“重建设轻养护”思想的影响下,BIM技术更多的应用在了桥梁工程的设计阶段和施工阶段,因此,本文提出了一个全新的观点——“BIM技术在桥梁运营管养方面的应用具有较高的研究意义与价值”。最后,本文以2016年江苏省高等学校大学生实践创新训练计划项目——“BIM在桥梁运营管养中的应用研究”为例,提出了一些将BIM技术应用在桥梁工程运营管养阶段的具体方法,进行了实际模型与程序运行的展示。

现在,“互联网+”时代已经到来,BIM技术的应用将会是土木交通领域的一次重大的改革。正是由于BIM技术对工程的各个阶段都具有良好的适用性,所以BIM技术才会受到越来越多行业内人士的重视,这些业内人士不仅仅包括工程设计人员,更包括业主、施工管理人员和工程养护人员等。随着BIM技术在中国的进一步推广和研究,更多土木交通建筑领域的人才会学习BIM技术,并且将BIM技术运用到工程的方方面面。随着中国桥梁建设逐渐接近尾声,更多桥梁领域的专家会将桥梁工程的重点放在桥梁的运行、养护和维修方面[9]。不难想象,未来将BIM技术与桥梁运营管养方面相结合的研究会越来越多,研究内容也会越来越深入,利用BIM技术解决的问题也会越来越复杂,BIM技术的应用带给桥梁工程的好处也会越来越多[10][11]。相信在科学技术飞速发展的二十一世纪,BIM技术的不断推广与应用定能带动土木交通建筑行业乃至其他工程行业在信息化、数字化的道路上越走越远。

致谢

本文为2016年江苏省高等学校大学生实践创新训练计划项目——《BIM在桥梁运营管养中的应用研究》(201610286124X)的阶段性成果之一。

参考文献

- [1] 李亚君. BIM技术在桥梁工程运营阶段的应用研究[D]. 重庆交通大学建筑与土木工程系. 2015.
- [2] 汪彬. 建筑信息模型(BIM)在桥梁工程上的应用研究[D]. 东南大学交通运输工程系. 2015.
- [3] 洪磊. BIM技术在桥梁工程中的应用研究[D]. 西南交通大学桥梁与隧道工程系. 2009.
- [4] 宋子婧. 公路桥梁建养一体化信息管理研究[D]. 东南大学管理科学与工程系. 2015.
- [5] 杨燕. 我国大跨径公路桥梁建设的概况与发展趋势[J]. 交通标准化. 2005(01).
- [6] 陈广军. BIM技术在项目运维阶段的应用研究[J]. 中州大学学报. 2016(04).
- [7] 解登科. 浅谈桥梁检查与桥梁结构检测[J]. 中国新技术新产品. 2012(23).
- [8] 方宇. 基于BIM的城市大型桥梁安全管理系统架构[J]. 中国科技信息. 2015(24).
- [9] 钱枫. 桥梁工程BIM技术应用研究[J]. 铁道标准设计. 2015(12).
- [10] GU Ning. BIM: expectations and a reality check [EB/OL]. <http://eprints.qut.edu.au/28265>.
- [11] Shanmuganathan. BIM - A global consultant's perspective [J]. Structural Engineer. 2013 (11).

作者简介



蒋林笑(1995-),男,山东济宁人,东南大学道路桥梁与渡河工程系本科生,研究方向: BIM在桥梁领域的应用。