

BIM 技术在水利工程中的应用研究

董吉慧

河南省水利第一工程局, 河南 郑州 450000

[摘要]随着互联网和信息技术的发展, 建设工程事业也变成了以信息化为基础的事业。因此, 从建筑产业早期概念设计到维护管理阶段, 持续性的周期系统管理的必要性已经大放异彩。可以说, 从 1980 年初介绍 AutoCAD 时开始, 就引进了数值设计。由于数值设计的引入, 工程设计领域具有较高的精度、提高生产效率、节约成本、提高质量、提高可靠性、标准化等许多效果。近年来, BIM(Building Information Modeling) 迅速扩散。BIM 技术与传统的数值设计技术相比, 在数学上进行了准确的、专业性的理解, 如果通过与地形空间信息体系的对接, 应用于水利建设领域, 将带来堤坝地理空间设计的发展。在水利建设领域应用 BIM 技术, 即基于地理空间信息技术的水利建设 BIM 构建和利用, 可以感受到研究的迫切性。本研究以水利工程的堤坝结构为对象, 以地形空间信息技术为基础的水利建设 BIM 构建的层标准化建议, 进行理论考察与研究动态分析及 BIM 引进后得出的优缺点和问题点的彻底解析。此外, 还分析了目前国内外使用的主要 BIM 技术的功能和特点, 并提出了有效的水利 BIM 建设的层标准化方案。并谋划了基于地形空间信息技术的 BIM 的利用方案。

[关键词]水利建设工程; BIM 技术; 空间信息体系; GIS 与 BIM

DOI: 10.33142/ec.v5i7.6375

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Application of BIM Technology in Hydraulic Engineering

DONG Jihui

He'nan No.1 Hydraulic Engineering Bureau, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: With the development of Internet and information technology, construction engineering has become an information-based enterprise. Therefore, from the early conceptual design to maintenance and management stage of the construction industry, the necessity of continuous periodic system management has been brilliant. It can be said that numerical design has been introduced since the introduction of AutoCAD in early 1980. Due to the introduction of numerical design, the field of engineering design has many effects, such as high precision, improving production efficiency, saving cost, improving quality, improving reliability, standardization and so on. In recent years, BIM (building information modeling) has spread rapidly. Compared with the traditional numerical design technology, BIM Technology has an accurate and professional understanding in mathematics. If it is applied to the field of water conservancy construction through the connection with topographic spatial information system, it will bring the development of dam geospatial design. The application of BIM Technology in the field of water conservancy construction, that is, the construction and utilization of water conservancy construction BIM based on geospatial information technology, can feel the urgency of research. This study takes the dam structure of water conservancy project as the object, and the layer standardization suggestions of water conservancy construction BIM based on topographic spatial information technology, carries out theoretical investigation and research dynamic analysis, as well as a thorough analysis of the advantages, disadvantages and problems obtained after the introduction of BIM. In addition, it also analyzes the functions and characteristics of the main BIM Technology used at home and abroad, and puts forward an effective layer standardization scheme for water conservancy BIM construction. It also plans the utilization scheme of BIM based on terrain spatial information technology.

Keywords: water conservancy construction project; BIM Technology; spatial information system; GIS and BIM

随着信息化技术和高端科技的发展, 建设产业逆时代化、复杂化。GIS 和 BIM 的关联建设研究也不足, 在 GIS 与 BIM 一体融合和利用方面, 对目的和利用性有各种各样的见解和意见。过去, 由于 2DCAD 引进时图层标准化方案尚未完善, 每个发射机构和每个建设主体都使用不同的层体系, 导致信息的混迭发生。过去遇到的问题为了不重复点, 需要对 BIM 层系统进行标准化。本研究通过 BIM 相关理论与先行研究的考察, 找出 BIM 的动向和问题点, 并分析 BIM 相关软件。此外, 在水利建设领域的 BIM, 特别是

以堤坝构造为对象的基于地形空间信息体系的 BIM 构建的以对象为中心的层标准化方向。

此外, 为了在水利工程领域引进 BIM 设计的结构定义。通过对有效地形空间信息技术的关联, 对基于对象 ID 体系的地理空间 BIM 层标准化方案进行了全面介绍, 通过水利建设的 BIM 设计方法与传统设计方法的比较分析, 提出了 BIM 设计方法的要点和今后可能出现的问题及改进点, 并谋划了未来进行的地形空间信息技术和水利建设 BIM 的关联引进研究的方案。

1 GIS 和 BIM 的概念

1.1 GIS

1.1.1 GIS 概念

随着人类文明和社会的不断发展和复杂化,各种信息必须迅速、准确地处理的必要性开始兴起。为了成功实施国土规划、水利建设规划、资源开发计划等各种规划,正确收集与这些相关的各种信息,进行对照分析的过程,成为规划整体运作和主要决策中成败的关键。为了满足这些欲望,利用计算技术进行资料处理系统,为了综合的处理土地、资源、环境以及相关的各种信息。

地理空间信息系统是指在人类社会基础的空间环境中发生的问题(自然现象、人文现象)的位置资料与其相关的属性资料,通过计算设备输入、储存、搜索、更新等信息,通过适当的操作、处理和分析,输出所需的信息。提供的信息体系。也就是说,通过处理与空间信息相关的属性信息的软件,将地理空间信息和社会基础设施及系统所追求的目的的体制信息分为空间数据和属性数据进行数据库化,通过将地理信息系统(GIS)地理要素与空间信息相关的属性信息进行数据库化,从而提供综合环境。

GIS的资料是空间资料的利用点、线、面形态的图型资料和图形资料组成。形状材料是为对象赋予绝对位置或相对位置,以便进行空间分析。属性信息或图形资料是对象物的自然、人文、社会、经济及环境特征等特征信息。这些属性信息必须与空间信息相关联,才能对高效地形进行空间分析。引入GIS后,您可以充分利用现有的手动任务所伴随的诸多限制。因此,可以简化业务,组织资源,利用GIS作为高效的决策支持系统。

1.1.2 三维空间信息技术

二维信息是测量X、Y轴的移动量,为二维空间定义目标;三维信息通过测量X、Y、Z轴的移动量,在三维空间之间定义目标。这意味着三维信息将空间对象或空间区域扩展到X、Y和Z轴定义的三维空间。三维概念将空间定义为具有长度、宽度和深度值。在地球科学中,完全三维的意义在于,地球上所有点都可以通过X、Y、Z坐标值获得。此外,将高度值存储在二维点、直线和面上的属性信息称为2.5维或2维+1维。这样,在X、Y的二维值中存储高度值时,曲面不会重叠。三维GIS是一种概念,除了将分布在三维空间中的空间对象从计算机建模成三维外,还包括三维空间分析功能。三维GIS的元素包括第三元数据结构、三维数据构建和对对象恢复、三维环境中的可视化和导航、三维分析和编辑。

1.2 BIM

快速发展的IT技术,再加上建筑产业领域的建设生产全过程,为了将数字技术转变为以数字技术为基础的产业结构,付出了很大的努力。在建筑的设计领域,我们首先引进了CAD系统,实现了以数字技术为基础的产业结构的变化,但是2D CAD生成的数字数据只包含内容贫乏、

有限的建筑信息,在相关领域有限地利用数字数据。导致工作反复执行,导致空气上升等许多问题。

为了克服这些基于2D的CAD问题,基于三维的构建信息建模(BIM)的概念逐渐发展,使得基于三维对象的构建信息建模(BIM)概念不断扩展,从而可以综合管理几何形状信息,以及建筑中的所有信息。美国、欧洲等建筑先进国家已经在建筑领域应用了BIM,取得了很大的效果,为了提高水利建设领域的竞争力,在各个层面制定了BIM应用制度、政策以及标准方案等。

从早期概念设计到维护阶段,BIM可将综合管理工具定义为在水利建设的整个生命周期中生产、管理不同领域应用的所有信息,并输出各种图书资料。提供将几何形状和属性信息关联起来进行管理的环境,为所有参与项目的参与者提供系统化的信息,以便协作目前,许多机构和组织将BIM定义为“建筑信息模型”的意义和构建信息建模的过程意义相同。

2 水利建设的BIM技术的优点分析

在建设工程行业,BIM技术可以支持和提高许多业务。尽管BIM在建筑业中的使用与传统的2D技术模型或基于文件的实务相比仍处于初期阶段,但BIM目前在整个建筑业中具有显著的进步。BIM的2D技术具有无可比拟的可扩展性和灵活性,以最大优点参数为基础的建筑建模工具可以同时更改建筑物的形状和属性信息,并提取建筑信息并协同使用。如果BIM现在得以实现,它将在更短的时间内,促进更一体化的设计和建设流程,以更低的价格建造更高质量的建筑。在下文列出的BIM优点中,有些目前尚未应用,但通过开发BIM的各种技术,我们列出了在建筑行业应用BIM时遇到的不同阶段的商店,以展示其期望的整体变化。

2.1 在计划过程中的优点

2.1.1 运用概念的妥当性设计优点

在水利建设工程施工之前,必须对场地和安全性等各个方面作出判断,以判断工程规模和达到所需质量水平的设计方案能否在预算和时间表内到位,从而决定项目是否实施。如果这些问题有一定的确定性并能够回答的话,发布者可以期待实现他们的目标,从而开展事业。例如,在设计上花费足够的时间和成本进行工作。因此,如果利用BIM与粗略的设计模型全部成本数据库结合,在项目初期进行概算,则通过向承包商提供成本业绩信息、生产力信息和其他报价相关程度,为业主提供业务快速反馈,将极大降低项目风险,从而具有价值和帮助。

2.1.2 提高工程的性能与质量

在制作详细的工程设计模型之前,如果以先进的概念模型的探讨,可以更仔细地研究建筑是否满足要求功能和可持续性的要求。此外,在施工的初期阶段,通过利用设计方案全部BIM进行分析、模拟和评估,可以更好地提高建筑的整体质量。

2.2 在设计过程中的优点

2.2.1 更快、更精确的设计视觉化和变更的对策

BIM 软件生成的 3D 模型不需要使用多个 2D 图形创建,而是直接设计获得。如此生成的模型在设计某一阶段时,模型的可视化可以自动控制所有图纸的尺寸的一致。设计更改发生时,设计中 3D 模型将自动反映并更新参数规则中的更改,因此 3D 模型将保持惯性,从而避免出现施工问题。因此,施工阶段产生的设计错误会减少,降低工期的负担,减少当事人管理设计变更的必要性。

2.2.2 不同设计领域的协作

BIM 使各种设计领域的并发工作成为可能。拥有图纸,可以协作,但通过 BIM 全通的 3D 模型或数据库连接的多个 3D 模型,同一工程的不同领域协作比进行 BIM 全通的 3D 模型或数据库的协作更加困难和耗时。因此,使用 BIM 可以缩短设计时间,减少设计错误和缺失部分。此外,可以更快地挖掘设计问题,从而快速应用替代方案,使设计能够继续改进。这样做比在实际设施计算完成后应用价值工程效率更高,在公共方面效率更高。

2.2.3 设计意图审查与设计阶段期间工程比例提取

利用 BIM,从早期开始,3D 视觉化成为可能,可以提取空间的面积和材料的数量,因此可以比早期更精确的工程。在设计初期阶段,工程比例主要按每面积单位工程费计算,随着设计进行,当数量信息更详细时,利用这些信息,可以得出更精确、更详细的工程比例。在设计的最终阶段,您可以基于 BIM 模型内角对象的数量进行报价,从而产生更精确的最终工程比例。因此,BIM 完全利用后,可以基于与工程费用相关的更多信息来作出设计决策,而不是传统的基于文档的系统。

2.2.4 提高律性和可持续性

BIM 模型和能量分析工具,在早期设计阶段来评估可用性。在设计最后阶段,传统的 2D 设计方法将单独进行能量分析,这样,工程施工的能效就会降低,从而减少修改机会。但是,利用 BIM,在设计阶段可以连接 BIM 模型和不同类型的分析工具,提高建筑质量提供了很多机会。

2.3 施工阶段的优点

2.3.1 设计与施工计划的一致

要确定场地在施工期间的变化,需要利用 BIM 来模拟工艺,将设计中的 3D 模型与施工中的工程规划进行整体关联。通过这些图形模拟,了解建筑是如何施工的,并可以针对包括潜在问题在内的许多部分(大地、人力、空间和安全等)进行对比。

2.3.2 设计错误及遗漏的发现

由于所有设计图都是从三维虚拟建筑模型获得一致的,因此可以防止由于二维图形之间的不一致而导致的设计错误。此外,通过比较所有设计的系统,可以系统地审查不同系统之间是否存在物理干涉和余留空间的干扰,其他种类的错误也可以轻松进行查看。在实际施工现场发生

干扰之前,设计人员与施工人员之间的协作可能会加强,减少设计缺失等设计错误。通过这些优势,防止工程延误,加快施工进度,降低施工成本等优势,使整个建设项目团队能够更顺利地完成任务。

2.3.3 对设计和施工问题的快速反应

在施工阶段发生设计变更时,如果变更内容与 BIM 模型相反,则变更内容会自动更新到其他对象中预先定义参数方法。结构体、设备等模型在对彼此有无问题进行及时审核后,可以更新及变更,准确反映模型及相应的所有视图。利用 BIM 系统,无须经过耗时的纸质图纸业务处理过程,即可对设计变更中的修改进行全部分享、可视化,通过评估并解决问题,设计更改可以更快进行。

2.4 维护管理的优点

2.4.1 比起其他设施的物维护

BIM 拥有建筑物的许多信息,包括建筑的所有系统的 3D 形状和施工图、设计图和材料信息。运用这些分析资料,在维护建筑物全部的同时,从更换或维修设备或部件中选择以前的机械设备、控制系统、其他采购等分析资料,用于建筑业主的决策。建筑物完工后,所有系统都可以使用它来验证它是否工作正常。

2.4.2 与建设工程运营管理系统的整合

在施工阶段,最终的 BIM 模型通过提供状态空间和系统的准确信息,成为建筑运营管理的有用基础资料。这些材料使 BIM 模型能够自然地建筑物提供实时控制系统,并为建筑物的远程运营管理传感器提供界面,从而更有效地管理建筑物。

3 水利建设的 BIM 技术与 BIM 软件

3.1 水利建设的 BIM 现状

BIM 是一个通过三维客体、参数等技术综合管理系统,在建设生命周期期间发生的不同形态的信息。三维对象可以根据项目扩展信息,并包含重复的、重复的重新生产和消灭信息,以及针对跑者、设计师、施工者和维护者连续、持续地利用的信息。

与水利建设工程相比,国内 BIM 的应用趋势大多以建筑工程为对象。原因包括广域现场和非典型土工在内的水平作业中心水利建设设施的 BIM 应用有制约,水利建设领域由于施工阶段的产业结构较大,而不是设计端盖。但是,在水利建设结构的设计中,也需要包括结构分析等工程要素的设计并梁的审核与分析方法全部的技术反馈,另外,通过设计信息的审查,可以提前分析工程干涉和工期研究要素,使设计与施工一致,基于流程的综合信息体系。

在水利建设 BIM 引进的情况下,虽然还处于示范应用水平,但预计未来扩大时,基于 BIM 技术设计的必要性将增大。特别是,对于能够反映不同阶段特性和生命周期的水利建设 BIM 构建,首先需要分层进行水利建设 BIM 应用的标准化。

3.2 BIM 软件

BIM 设计的典型软件包括 Archi-CAD、Bentley 的产

品、Autodesk 的 Revit 等，相互之间存在着差异。

表 1 优缺点对比

区分	优点	缺点
Revit	具有多种对象库 与其他应用程序兼容 可双向更新图纸和模型 同时作业	大容量是性能低下 参数化规则的限制 不支持复杂曲面
Bentley 系统	覆盖所有领域的各种建模 支持浮渣曲面建模，提供定制 对象 可生成浮渣的参数化几个图形 使用与大型水利建设项目	系统操作困难 与其他应用程序相比 对象扩展能力交叉 不兼容
Archi-CAD	具有简单的接口 具有各种对象库 支持设施管理领域 可管理项目分离	具有参数化建模功能 中的一些限制 容量大时性能降低

3.3 BIM 设计方法与 2D、CAD 设计方法的比较

在水利建设工程领域应用 BIM 设计时，与传统的设计方法相比，提高了计划-设计-施工过程中实际结构的理解度和设计速度，在时间上有效性更高。此外，在设计阶段，可以通过模拟来验证在设计或施工过程中可能出现的问题，从而节省时间和成本，并具有生命周期，因此可以使用 BIM 数据进行维护。

4 以地形空间信息技术为基础的 BIM 水机建设技术的标准化

4.1 堤坝结构的定义和分层系统

堤坝构造物包括港口运输事业等从事港口相关事业的业务用设施，旅客运输经营者的业务用设施，以及接受旅客便利提供设施等的综合旅客设施，港口运营和管理等海洋观测设施等。

以下的显示堤坝设施的分类。港口设施中最重要的基本水利建设结构可以说是堤坝的基本设施，基本设施分为水域设施、外围设施、溪流设施等。

表 2 堤坝设施的分类

区分	堤坝设施
基本设施	航道、船坞站等水域设施
	防沙堤、导流渠、闸门等外围设施
	桥梁、道路、铁路、升降闸等交通设施
	防洪墙、泄压口、等引流设施
功能设施	游客观览用的照明、保管箱等游客服务设施
	船只补给站、紧急应急站等应急设施
	南水北调工程的供水设施
	利用水能产生电能的供电设施
流域设施	流域博物馆、水生态学习场，水利体验馆等水利文化教育设施
	展望台、散步路、河岸绿地、造景设施等水利公园设施
	人工湿地、人工沙滩等再生人工设施

4.2 图层标准化与比较

随着 BIM 的适用性的扩大，各 BIM 技术应用领域都介绍了设计师，但是图层系的标准化方法还远未到。在本研究中，我们将以现有构建的图层体系进行标准化，并指明方向。目前的 BIM 设计，由于技术实力和程序的限定性，比起实现设计的目的，仅限于形态实现。因此，在实际设计应用阶段，不仅仅是使用 BIM 设计，而是传统的二维设计。在图层标准化中，首先考虑的是二维和三维设计图层的划分。在本研究中，在原有图层体系的小分类之后，在二维的情况下，用 2 维、3 维的情况来表示区分。

BIM 与二维 CAD 不同，它以三维对象为主，因此需要基于三维对象的管理。因此，第二个考虑事项是授予四个数字对象代码，例如标准图层，用于在地形空间信息系统中使用的数值地图。根据每个小分类的标准，对共同使用但用作不同代码的自定义要素进行标准化，从 0001 到 9999 分配四位代码。

4.3 基于地理空间信息技术的 BIM 应用方案

4.3.1 建设项目管理

在水利建设事业管理阶段，利用 BIM 才能进行信息整合和分析，与建设忠诚周边计划或周边环境的关系等地形分析是很困难的。在这种情况下，如果采用 GIS 和 BIM 融合模型，就可以利用彼此间的优势来解决其局限性。在规划阶段、设计阶段，通过获取位置信息，进行经济性分析、地形分析、土方量和数量产出、现有基础设施及便利性、基于建设成本的设计方案评估等。此外，在施工阶段，对材料的采购和施工河流进行系统的分析与管理，通过模拟的场地影响、工艺优化、成本最小化等，都将成为可能。而且，在设计阶段和施工阶段，使用其他 BIM 软件时，将 GIS 作为关联环节，在发生设计变更等问题时，可能比发生设计变更等问题更迅速。传统的连续采集和生命周期支持 (PMIS) 和项目管理信息系统 (PMIS) 没有统一的标准过程，其利用率也不足，但如果通过 GIS 和 BIM，那么这些组件也会得到真正的应用。

4.3.2 维护和防灾

最近，随着更长久的生命周期、对环境和能源的先思考方式的设计和施工法的强调，建筑的维护及防灾的重要性也变得更加模糊。通过观察维护和防灾阶段的利用率，通过 GIS 和 BIM 的信息保持数据的质量，可以准确解析河流内部的能量释放，以及通过信息网提供数据。此外，如果发生异常的时候，则立即报告、防灾人员和装备的疏散最短路径产出和实时时间化，有可能减少对生命和财产的损失。

4.3.3 三维虚拟城市服务

目前正在实施基于 GIS 的工程建设的网络服务，通过网络提供各种水利建设规划项目。通过网络服务，市民可以了解当前水利工程及周边土地现状等信息。但到目前为

止,它仍然处于起步阶段。在这种情况下,基于地理空间信息技术构建 BIM 将成为实施三维虚拟建设服务的关键技术。因此,除了关于简单地形和地理的信息外,任何关于基础设施或各种水利工程的属性信息都很容易被确认和理解。

5 结束语

综上所述,在本研究中,基于地形空间信息体系的堤坝结构物水利建设 BIM 构建模型的标准化得到了以下结论:

首先,基于地形空间信息体系的水利建设 BIM 的构建的第一步,是以现有的标准化层体系为基础。考虑水利工程构造物与地形信息体系的渊源,提出了 4 位数数字客体编码的层标准化方案。其次,本研究提出了图层构成方案,将之前构建的 2 维 CAD 的层构成与以线为主构成的二维 CAD 层形成相反,以 BIM 的山斜面、坝基、河流的三维对象为主,因此层的数量也可以减少。

规划-设计-施工-维护阶段具有持续性的周期,同时可以确认地形空间信息体系和 BIM 的关联构建的必要性,以增加其利用率。而且,在目前的 BIM 设计中,由于技术实力和项目的限制性,可以确认其仅限于形式实施,而不是设计实施。

目前 BIM 设计进行的釜山国际客运站建设工程中,由

于 BIM 技术图层的标准构件,使用了与二维 CAD 相同的层,难以实现二维和三维的区分,无法反映 BIM 的特性。在构建基于对象代码的图层(反映 BIM 特性)时,可以减少多面层的数量,在与二维图层和未来地形空间信息系统建立关联时,可以有效地共享地理空间信息。

地形空间信息体系与 BIM 关联后,建设管理事业管理阶段在水利建设工程中的地区规划、地形分析、维护及防灾阶段,通过信息网进行限定的解析和数据提供,三维虚拟服务提供整个水利建设工程基础设施或各种设计的简便属性信息等。展望未来,我们认为需要为地形空间信息技术和 BIM 的构建,在周期阶段相互关联的图纸、数量等要素,并对使用 UFID 的必要表现和方法进行研究。

【参考文献】

[1]韩奎.BIM 技术在水利工程中的应用研究[J].建材与装饰,2019(3):297-298.

[2]吴巍巍.BIM 技术在水利工程中的应用研究[J].科技资讯,2018(5):59-60.

作者简介:董吉慧(1978.10-)女,毕业院校:华北水利水电学院,所学专业:技术经济,当前就职单位:河南省水利第一工程局,职称级别:工程师。