

Civil3D在土石坝设计中的初步应用与实践

苑全力

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着信息技术和计算机图形学的迅猛发展，BIM（Building Information Modeling）技术在水利工程设计中得到了广泛应用。Civil3D，作为BIM技术的重要实现工具之一，以其强大的三维建模、动态数据关联和精确的工程量计算能力，显著提升了水利土石坝设计的精度和效率。本文初步探讨Civil3D在水利土石坝设计中的初步应用与实践，分析其功能特点、操作流程以及带来的设计变革，旨在为水利工程设计人员提供有价值的参考。

关键词：Civil3D；水利土石坝设计；BIM技术；三维建模；动态数据关联

引言

水利土石坝是水利工程中的核心构筑物，其设计质量对于整个工程的安全性、稳定性和经济性具有决定性的影响。传统的二维设计方法在某些方面已经难以满足现代水利工程设计的复杂性和精度要求。Civil3D的引入，以其强大的三维设计能力和数据动态关联性，为水利土石坝设计带来了新的技术革新。

1 Civil3D 的功能特点

一是三维建模与可视化：Civil3D提供了强大的三维建模功能，设计师可以创建真实感极强的三维土石坝模型。这种可视化的设计方式使得设计师能够更直观地观察和评估设计效果，在设计阶段即可发现潜在的问题并进行优化。二是动态数据关联与更新：Civil3D中的设计元素之间建立了动态数据关联。当设计师修改一个设计参数时，所有相关的设计图纸和工程量都会自动更新，从而极大地提高了设计的灵活性和效率。三是精确的工程量计算：Civil3D内置了强大的工程量计算功能。设计师可以利用这一功能快速、准确地计算出土石坝的土方开挖量、填筑量等关键数据，为工程造价预算和施工方案选定提供有力支持。

2 Civil3D 在水利土石坝设计中的初步应用与实践

2.1 工程项目介绍

新疆TX水库位于帕米尔高原东部，是一座以调蓄沉沙为主的小型水库，轴线全长686.5m，坝型为土工膜斜墙砂砾石坝，正常蓄水位为3208.70m，总库容19.12万 m^3 ，死水位为3201.83m，对应死库容为4.92万 m^3 ，其中坝体、库盘防渗采用复合土工膜的防渗结构，为方便后期清淤，在四面围坝的西侧设置上坝车道，在四面围坝的东侧设置下坝清淤车道，清淤车道进入库盘的坡度为1：10，库盘底板为现浇砼板，库盘整体坡度为1：100。本次以此项目为例，介绍Civil3D在土石坝设计中的初步应用与实践。

2.2 地形曲面建模

地形曲面建模是水利土石坝设计的关键初始步骤，它为整个设计过程奠定了坚实的基础。Civil3D的地形建模工具在这方面展现出了卓越的性能，使得设计师能够迅速且精确地创建出地形的三维曲面模型。这一功能的实用性在于它能够真实地反映土石坝建设区域的地形特征。设计师通过导入原始的地形数据，如等高线、高程点等，Civil3D便能根据这些数据自动构建出一个连续、光滑的地形曲面^[1]。这一曲面不仅精确地呈现了地面的起伏变化，还能展示出地貌的细节特征。在土石坝设计的初步阶段，地形曲面建模的重要性不言而喻。它帮助设计师全面、直观地了解建设区域的地形条件，为后续的设计决策提供有力的支持。设计师可以根据地形曲面模型，合理规划土石坝的位置、轴线方向和坝体高度，确保土石坝与周围环境的和谐共存。Civil3D的地形曲面建模功能在水利土石坝设计中发挥着举足轻重的作用。它不仅提高了设计的精确性和效率，还为设计师提供了一个全面、直观的地形分析工具，使得土石坝设计更加科学、合理。通过充分利用这一功能，设计师能够确保土石坝设计的可行性和安全性，为后续的施工和运营奠定坚实的基础。此次创建的地形曲面见下图1所示：



图1 土石坝地形曲面

2.3 前期部件的创建与参数化设计

在水利土石坝设计的初步阶段，Civil3D的部件编辑器成为了一个不可或缺的工具。这一功能允许设计师根

据项目的实际需求,创建出一系列特殊且精确的部件,这种高度的自定义能力,不仅满足了设计的个性化需求,更在提升设计质量的同时,有效地控制了成本。坝体是土石坝设计的核心部分,其稳定性和耐久性直接关系到整个工程的安全。通过Civil3D的部件编辑器,设计师可以根据地质勘查数据和设计要求,精确地定义坝体的形状、尺寸等^[2]。此外,参数化设计的引入,使得设计师能够轻松地对坝体进行各种调整和优化,以适应不同的工程环境和运行条件。

2.4 坝体布置设计

坝体布置设计是水利土石坝设计中的核心环节,对于确保土石坝的安全性、稳定性和功能性至关重要。在Civil3D中,这一设计过程得以高效且精准地实现,得益于其强大的三维建模和分析工具。设计师在进行坝体布置设计时,首要任务是综合考虑多种因素,包括地质构造、水文特性、环境影响以及土石坝的预期功能。Civil3D的“路线”与“道路”功能在这一环节中发挥了关键作用。通过这些功能,设计师能够进行坝轴线的平面设计,精确地绘制出坝体的基础轮廓。在确定坝轴线

的平面设计后,坝体的纵断面设计随即展开。这一步骤主要涉及到坝顶高程的设定,这是根据设计洪水位、正常蓄水位等关键参数来计算的。Civil3D的纵断面图工具为设计师提供了便捷的途径,可以清晰地展示出坝体的剖面形态,并允许设计师进行精确的调整和优化。坝顶高程的确定至关重要,它不仅影响着土石坝的防洪能力,还直接关系到坝体的结构安全和稳定性。过高或过低的坝顶高程都可能导致不良后果,如洪水漫坝、结构失稳或资源浪费。因此,设计师必须充分利用Civil3D的分析功能,进行多方案的比较和评估,以找到最优的坝体布置设计方案。此次以该项目为例用Civil3D进行了三面围坝和四面围坝的坝型比选,比选过程与结果如下:

(1) 方案一:三面围坝方案。坝线呈梯形布置,坝线长588.6m,经过整理过的库盘坡度为1/13.02,图2所示。

(2) 方案二:四面围坝方案。坝线呈梯形布置。坝线长686.5m,经过整理过的库盘坡度为1/100,图3所示。

根据前述两个坝线布置方案,以挖方量与土石坝填筑量的平衡分析、库容为要求,确定库盘挖深。



图2 三面围坝坝体三维曲面图



图3 四面围坝坝体三维曲面图

2.5 横断面出图及工程量自动计算

Civil3D软件中的横断面装配功能,为水利土石坝设计带来了前所未有的便捷与精确性。这一功能允许设计师根据土石坝的设计数据,迅速而准确地生成横断面图纸^[3]。这些图纸详尽地展示了土石坝各个横截面的形态和结构,为施工提供了清晰的指导。使用Civil3D的横断面装配功能时,设计师只需输入相关的设计参数,软件便能自动完成复杂的计算和绘图工作。这不仅极大地提高了出图效率,还确保了图纸的精确性和专业性。生成的横断面图纸清晰明了,能够准确反映土石坝各个部分的尺寸、形状等信息,为施工团队提供了有力的技术支持。更为出色的是,Civil3D还能根据设定的参数自动计

算出工程量^[4]。这其中包括土方开挖量、填筑量等关键数据,这些都是工程造价预算和施工方案选定的重要依据。设计师无需再进行繁琐的手工计算,只需通过软件设定参数,便可迅速获取准确的工程量数据。在水利土石坝设计中,工程量的准确计算至关重要。它直接关系到工程造价的预算、施工进度安排以及施工质量的控制。根据前述两个坝线布置方案,此次利用Civil3D生成的挖方量与填筑量的平衡分析为要求进行比较,两者挖方量与填筑量都相差不大。综合分析,本着节省投资的原则,在三面围坝和四面围坝的坝线布置比选中,选择四面围坝方案如图4所示。

名称	边界	中点垂距	松散系数	压实系数	样式	二维面积[...]	挖方(已调整)[...]	填方(已调整)[...]	净值(已调整)(立方米)	净值图表
三面围坝挖填方量			1.000	1.000	标准	57816.57	107456.56	104751.46	2705.11<挖方>	
四面围坝挖填方量			1.000	1.000	标准	54544.07	111188.11	102968.40	8219.71<挖方>	

图4 Civil3D三面围坝与四面围坝挖填方量计算表

2.6 设计与施工的衔接

在水利土石坝的设计和施工过程中，设计与施工之间的衔接是至关重要的。Civil3D作为一款强大的设计软件，不仅在设计阶段发挥着重要作用，而且在设计与施工的衔接上也展现出了其独特的优势。Civil3D的设计成果具有高度的兼容性和可导出性。设计师在完成土石坝设计后，可以轻松地将设计成果导出为多种施工所需的图纸和数据格式。这些图纸和数据不仅精确反映了设计师的意图，而且符合施工团队的实际需求，从而确保了信息的准确传递。此外，Civil3D还支持与其他工程设计和管理软件集成。这意味着设计师可以直接将Civil3D中的设计数据导入到施工管理软件中，进一步简化了设计与施工之间的数据转换过程。这种无缝的衔接大大提高了工作效率，减少了因数据转换而产生的误差。Civil3D在设计与施工的衔接方面表现出了显著的优势。其设计成果的导出功能和与其他软件的集成能力，使得设计师、施工团队和其他利益相关者能够实现高效、准确的沟通和协作。

结语

Civil3D作为一款服务于基础设施行业的BIM设计软件，在水利土石坝设计中展现出了显著的优势和实践价值。其强大的三维建模功能、动态数据关联特点以及精确的工程量计算能力都为水利工程设计带来了革命性的变化。未来随着BIM技术的进一步发展和普及，Civil3D在水利工程设计中的应用将会更加广泛和深入，为水利工程建设事业提供更强大的技术支持。

参考文献

- [1]刘聪元,刘文岩.基于Civil 3D的水利水电工程三维地形建模技术研究[J].人民长江,2023,54(S2):148-152.
- [2]陈瑞华,唐良川.Civil 3D在某工程坝址、坝型比选中的应用[J].云南水力发电,2023,39(01):102-104.
- [3]程国锋,丁靖琼.Civil 3D参数化重力坝建模在水利工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2017,45(06):135-137.
- [4]于佳.AutoCAD Civil 3D在水利工程中的应用[J].吉林水利,2015,(03):45-47.