

BIM 技术在曲面施工放样中的应用与优化

吴起

上海建工四建集团有限公司

摘要: BIM技术不仅仅是一个工具,更是一种综合性的数字化方法,它通过整合建筑设计、施工和运营的全过程信息,为建筑专业人员提供了全新的工作范式。在建筑设计和施工中,曲面结构的应用逐渐成为建筑师们追求创新和个性化的一种表达方式。然而,曲面建筑的复杂性和独特性也使得其在施工过程中面临着更高的挑战。本文聚焦于BIM技术在曲面施工放样中的应用,以期为建筑行业未来数字化发展提供了重要的参考和启示。

关键词: BIM技术; 曲面施工放样; 应用; 优化

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.035

一、BIM 技术的基本原理

建筑信息模型(BIM)技术的基本原理基于创建、管理和共享建筑项目的数字化模型,这一原理涵盖了整个建筑生命周期,从设计和施工到维护和拆除。BIM的关键要素包括三维几何建模、数据关联性、信息共享和协同工作。通过建立一个综合的、包含各种数据的数字模型,BIM技术使得不同利益相关者能够在实时环境中协同工作,提高沟通效率,减少错误,并最终优化整个建筑过程,这种基于数据的综合性方法有助于提高项目的透明度、降低风险,并为可持续设计和施工提供更多可能性^[1]。

二、BIM 技术在曲面施工放样中应用的优势

(一) 施工效率的提升

通过BIM技术,工程团队能够创建高度准确的数字模型,精细呈现曲面结构的复杂性,从而为施工提供了可视化的参考基准,这使得施工人员能够更直观地理解设计意图,减少了由于传统平面图和纸质文档带来的理解误差。

此外,BIM技术的三维建模和参数化设计功能使得曲面施工放样的规划和设计更为灵活和高效。施工团队可以通过实时的协同工作环境共享数据,迅速调整设计,优化放样方案,并及时解决可能出现的问题。这种实时的协同性有助于提高团队协作效率,减少信息传递的时间滞后,从而有效地缩短整个施工周期。

(二) 错误减少与质量控制

通过BIM的三维建模功能,工程团队能够创建精准的数字模型,详细呈现曲面结构的复杂几何特征,有助于在设计和规划阶段识别潜在的问题和冲突,减少了在施工现场发现错误的风险。实时的协同协作环境使得设计团队、施工人员和其他相关利益相关者能够共享和查看项目数据,从而促使全方位的沟通,减少了因信息传递不畅导致的误解和错误。

BIM技术还通过参数化设计的功能为施工提供了更

高的精度和可调性。通过实时的数字建模,工程团队可以精确地预测曲面施工放样的结果,并对设计进行必要的调整,从而有效地避免施工过程中的不匹配和错误,这种先进的模拟和预测能力有助于在项目早期发现并解决潜在的设计问题,从而确保最终的施工结果符合预期标准。质量控制方面,BIM技术提供了全面的数据管理和可视化工具,使得工程团队能够实时监测施工过程,并及时发现和纠正潜在的质量问题。

(三) 资源利用的优化

通过BIM的参数化设计和三维建模功能,工程团队能够精确模拟曲面结构的施工过程,从而实现资源的优化利用。首先,在材料管理方面,BIM技术使团队能够更准确地计算和规划所需的建筑材料,避免过度采购或浪费,从而降低了成本并减少了资源浪费的风险。

其次,BIM技术通过实时的协同协作平台,使得施工团队能够更加灵活地安排人力资源,实现最优化的人员调配。这有助于确保工程团队在关键节点有足够的人手,提高工作效率,同时,在非关键时期避免过度投入资源,实现资源的经济利用。通过数字化的数据管理,BIM技术还能够更精准地监控施工进度,帮助团队更好地规划时间资源,从而提高整体施工效率。

三、BIM 在曲面施工放样中的具体应用

(一) 曲面设计阶段

1. 曲面参数化建模

曲面设计阶段通常涉及处理复杂的几何形状,而BIM技术通过曲面参数化建模的功能,使设计团队能够更加精细地控制曲面的形态和特征。

在曲面参数化建模中,设计团队可以定义和调整曲面的各种参数,例如曲率、角度和曲面曲线等,以便根据项目需求进行实时调整。这种灵活性使设计师能够更好地探索不同设计方案,快速响应变化,并最终找到最合适的曲面形态。BIM技术通过实时的三维建模环境,让设计师能够直观地观察设计变更对整体曲面结构的影响,确保设计在满足审美和功能需求的同时,保持了施工可行性^[2]。

此外,曲面参数化建模也为团队提供了高度的协同性。设计团队成员可以在同一平台上共同参与曲面参数的调整,即便分布在不同地理位置也能实时协作。这种协同工作环境促进了设计团队之间的信息共享和密切合作,有助于在曲面设计阶段迅速达成一致。

2. 模型协同性

在曲面设计阶段,多个设计团队成员可能涉及曲面模型的不同部分或特定方面的设计工作。通过BIM技术,这些设计师能够在同一数字平台上进行协同工作,共享实时的三维模型,这种模型协同性不仅有助于减少

信息孤岛，而且确保了设计团队的整体一致性，防止了可能出现的误差和不一致性。

在模型协同性的支持下，设计团队能够快速响应设计变更，实时检视模型的变化对整体设计的影响。设计师可以在协作环境中即时共享修改，评估不同设计决策对曲面结构的影响，从而更好地实现设计目标。这种实时的互动性使得模型协同性成为设计团队更高效协作的基础。

（二）施工放样阶段

1. 数字化施工放样流程

在数字化施工放样流程中，BIM技术通过曲面参数化建模和三维建模功能，使得曲面结构的几何特征能够得到高度精确的表示，不仅有助于施工人员更清晰地理解设计意图，而且通过数字模型，施工团队能够直观地检视曲面放样的细节，减少了传统平面图所带来的歧义和错误。

此外，数字化施工放样流程还通过实时协同协作平台，使得设计团队和施工团队能够实时共享和更新放样信息。这种协同性有助于及时传递设计变更和调整，减少了信息传递的时间滞后，为施工团队提供了更大的灵活性和响应速度。数字模型的一致性确保了设计和施工的一致性，有效减少了在施工放样过程中可能出现的误差。

2. 现场协调与优化

在现场协调方面，BIM技术通过实时协同协作平台，使得设计团队和施工团队能够即时共享曲面模型和放样信息。这促进了设计团队和施工团队之间的紧密沟通，有助于迅速解决设计变更、工程调整或施工问题，提高了现场决策的效率。通过数字模型的一致性，现场协调得以更好地保证，减少了因信息不同步而导致的误差和冲突。

在优化方面，BIM技术通过数字化施工放样流程为施工团队提供了更多的数据和可视化信息，这使得施工人员能够实时监控施工进度、材料使用情况等关键指标，并根据实际情况进行调整^[3]。通过对资源的实时监测和优化，施工团队能够更有效地规划施工流程，避免浪费，提高资源利用效率。

四、BIM在曲面施工放样中的优化策略

（一）流程优化

1. 数据一体化流程

通过BIM技术，曲面施工放样的数据能够在整个项目生命周期中实现一体化、协同化的流动，这种数据一体化流程通过数字模型的创建和管理，实现了从设计到施工的无缝衔接，为团队提供了更高效、精确的工作流程。

在曲面设计阶段，BIM技术通过曲面参数化建模和三维建模，将设计数据无缝集成，确保了设计团队能够在同一数字平台上共享和访问最新的曲面模型。这消除了信息孤岛，提高了设计协同的效率，有助于快速响应设计变更，保持设计的一致性。

进入施工放样阶段，数据一体化流程使得曲面放样

的信息能够流畅传递给施工团队。设计团队和施工团队可以共享实时的三维模型，确保施工人员能够准确理解设计意图，同时通过数字模型的一致性，降低了在实际施工中可能出现的错误和不一致性。

2. 工作流程的精简

BIM技术通过数字模型的建立，使得曲面施工放样的设计和实施能够在同一数字平台上紧密衔接，从而简化了整个工作流程。首先，在曲面设计阶段，BIM技术通过三维建模和曲面参数化建模，实现了设计数据的直观可视化。这不仅有助于设计团队更迅速地理解曲面结构的复杂性，而且通过数字模型的一致性，简化了设计方案的调整 and 变更过程。设计团队可以更加灵活地进行设计，快速响应变更需求，避免了繁琐的纸质文档传递和解释的过程。

随后，进入施工放样阶段，BIM技术通过数字化的施工放样流程，进一步简化了工作流程。实时协同协作平台使得设计团队和施工团队能够实时共享曲面模型和放样信息，降低了信息传递的时间滞后，加速了决策和反馈的过程^[4]。这种高效的协同性有助于减少工作流程中的瓶颈和延误，提高了整体的施工效率。

通过工作流程的精简，BIM技术也为曲面施工放样的管理提供了更直观、可追溯的工具。实时监测施工进度和资源利用情况，团队能够更加迅速地识别和解决潜在问题，优化工程管理流程，提高项目的整体质量。

（二）精度和可靠性提升

1. 错误减少的策略

BIM技术通过数字建模的方式，创造了高度准确的曲面结构模型，为设计和施工团队提供了一致的数字参考点，从而降低了在整个施工过程中可能出现的错误。在曲面设计阶段，BIM技术通过三维建模和曲面参数化建模，提供了更直观的设计工具，使得设计团队能够更准确地表达复杂的曲面结构。通过数字模型的高精度，设计错误可以在早期阶段被发现和纠正，从而避免在后续的施工放样阶段引入不必要的问题。

进入施工放样阶段，BIM技术通过数字化的放样流程，进一步减少了施工中的错误。实时协同协作平台确保了设计团队和施工团队能够共享最新的曲面模型和放样信息，避免了因信息传递不畅导致的误解和不一致性，这种高度的协同性有助于及时发现潜在的问题，减少施工现场的调整和改动，提高了整体的可靠性^[5]。

此外，BIM技术在施工过程中的实时监测和质量控制功能，也为错误减少提供了有效手段。团队可以通过数字模型的可视化工具，对施工过程进行实时监测，及时发现并纠正潜在的错误，有助于降低纠错成本，提高整体施工的质量水平。

2. 数据一致性的保障

在曲面设计阶段，BIM技术通过曲面参数化建模和三维建模，为设计团队提供了一致的数字平台，确保设计数据在整个项目生命周期内的一致性。这种一致性不仅包括曲面结构的几何特征，还涵盖了设计变更、调整和修正的实时更新，为设计团队提供了精确而动态的设

计环境。

在施工放样阶段，BIM技术通过实时协同协作平台，进一步保障了数据的一致性。设计团队和施工团队可以共享最新的曲面模型和放样信息，从而避免信息传递的滞后和误差。这种数字模型的一致性有助于降低在施工现场可能发生的误解和不一致性，确保所有利益相关者基于同一数据源做出决策。

（三）协同协作策略

1. 跨团队协作的实施

在曲面设计阶段，设计团队可能涉及结构工程师、建筑师、和施工专业人员等不同领域的专家。BIM技术通过数字模型的一体化平台，为这些不同团队提供了一个共享和协作的空间。

在跨团队协作的实施中，BIM技术通过实时协同协作平台，使得设计团队能够共享曲面模型和放样信息，促进了不同领域专家之间的密切合作，这种跨团队的协同性有助于在设计阶段及时发现和解决潜在问题，提高了设计的综合性和全局性。

进入施工放样阶段，跨团队协作的实施通过数字化的放样流程进一步得以延续。设计团队和施工团队可以在同一数字平台上实时协同工作，共同处理曲面结构的复杂性，不仅有助于减少信息传递中可能出现的误解，还能够加速决策流程，确保施工现场能够准确地实施设计意图。

跨团队协作的实施也通过数字模型的一致性，降低了不同团队之间的沟通障碍。团队成员可以直观地共享设计变更和调整，保证所有专业领域的专家都基于相同的信息进行协作。这种协同性有助于提高整个项目团队的效率，为曲面施工放样的成功实施提供了卓越的支持。

2. 实时协作平台的最佳实践

通过实时协作平台，设计团队、结构工程师和施工专业人员能够在同一数字化环境中共同实时工作，实现更加紧密的协同合作。最佳实践中，实时协作平台提供了一个集成的、即时更新的数字模型环境。设计团队可以在这一平台上共享曲面模型和放样信息，而各专业团队能够直观地查看设计变更和调整，从而保持整个团队对项目的一致理解。这种实时协作性质有助于快速响应设计变更，减少了信息传递中可能出现的误解和不一致性，提高了协同效率。

实时协作平台的最佳实践还在跨团队合作和沟通方面发挥了重要作用。通过数字模型的可视化工具，不同专业领域的团队成员能够即时共享设计决策和问题解决方案，确保每个团队成员都能够全面理解整个项目的状态。这种高效的协同性有助于降低不同团队之间的沟通障碍，促进了全团队协同工作的紧密程度。

（四）资源管理优化

1. 材料管理策略

在材料管理策略的实施中，BIM技术通过数字模型的建立，实现了对材料的全面追踪和管理。设计团队和施工团队可以在同一平台上实时查看曲面结构的数字模

型，从而准确了解所需材料的种类、数量和规格。这有助于避免不必要的材料浪费，提高了材料利用率。

另外，BIM技术通过数字化的施工放样流程，为材料管理提供了更多的数据支持。实时协同协作平台使得设计团队和施工团队能够共享放样信息，确保材料使用的一致性。这有助于减少由于信息传递不畅引起的误解，确保在施工现场使用的材料与设计意图一致。

在资源管理优化中，BIM技术还可以通过模拟和分析工具，对材料的使用情况进行预测和优化。团队可以在数字模型中模拟不同材料使用方案，评估其对项目成本和资源利用的影响，从而选择最优的材料管理策略。这种数据驱动的决策有助于降低项目成本，提高整体资源利用效率。

2. 人力资源调配最佳实践

BIM技术为人力资源调配提供了数字化的工具和智能化的支持，从而提高了团队的协同效率和 workflows 的整体优化。最佳实践中，BIM技术通过数字模型的建立，使得设计团队和施工团队能够更加精确地评估项目的人力需求。通过实时协同协作平台，团队成员可以随时查看工作状态、项目进度以及其他相关信息，这有助于更准确地进行人力资源规划和调配，确保项目各阶段的人力配备都能满足实际需要。

在曲面施工放样过程中，BIM技术还可以借助模拟和分析工具，对人力资源的使用情况进行优化。通过数字模型的模拟，团队可以评估不同的人力调配方案，以提高整体效率和减少潜在的瓶颈。这种数据驱动的决策帮助团队更好地理解人力资源在不同阶段的需求，从而更灵活地进行调整和优化。

五、结论

在曲面施工放样中，BIM技术通过数字建模、协同协作等优化策略，实现了高效、精确的放样流程，其应用不仅提升了设计和施工的效率，还降低了错误和资源浪费，推动了项目的可持续发展。BIM为曲面施工放样注入了数字化创新，为建筑领域的未来发展提供了可行的路径。

参考文献

- [1] 周政仁, 刘祥, 刘桐宇. 放样机器人+BIM技术在异形超长曲面模板支撑体系中的应用[J]. 工程技术研究, 2023, 8(19): 51-53.
- [2] 李宇. 基于BIM技术的大扭转双向曲面玻璃幕墙设计与施工[J]. 中国建筑装饰装修, 2021, (03): 38-39.
- [3] 王仑, 王志明, 周鹏等. BIM放样机器人在双曲面弧形飘板施工中的应用[J]. 建筑技术, 2019, 50(08): 933-935.
- [4] 邹欣韬, 华兵兵, 张汉泉. 无规则三维曲面骨架施工技术研究[J]. 福建建筑, 2019, (06): 34-37.
- [5] 陈焱, 夏林娟, 赵俊逸等. BIM技术在曲面三维测量中的运用[J]. 企业技术开发, 2017, 36(07): 27-29.