

基于BIM技术的山地光伏方阵阴影效应研究与优化方法

王 岷 郭伟勋

中国安能集团第一工程局有限公司 广西 南宁 530000

摘要：本论文以基于BIM技术的山地光伏方阵阴影效应研究与优化方法为主题，旨在解决阴影对光伏电站发电性能的影响问题。首先，论文详细介绍了阴影效应的原理和影响因素，包括地形、太阳高度角和方阵布局等。其次，论文提出了阴影效应的数学模型和仿真方法，以准确预测阴影对光伏电池模块的输出电流和电压的影响。在此基础上，论文详细描述了基于BIM技术的山地光伏方阵阴影效应的优化方法，包括阴影分析与预测方法、布局优化和运维优化方法以及光伏发电地块布板数量与总装机容量关系分析。总之，本论文的研究成果对于提高山地光伏电站的发电效率和运维管理水平具有重要意义。

关键词：BIM技术；山地光伏方阵；阴影效应；研究；优化方法

引言

光伏发电作为一种清洁、可再生的能源形式，具有巨大的发展潜力和重要性。随着全球对环境保护和可持续发展的日益关注，光伏发电在能源领域的地位逐渐提升。光伏发电系统通过将太阳能转化为电能，减少了对传统化石能源的依赖，降低了温室气体排放，对于应对气候变化和能源安全具有重要意义^[1]。

然而，光伏发电系统在实际运行中面临着一些挑战。其中之一就是阴影效应对光伏电池模块输出的影响。当光伏电池模块被阴影遮挡时，会导致部分电池模块的输出电流和电压发生变化，从而影响光伏发电系统的整体性能。因此，研究和优化光伏电站中阴影效应的影响，对于提高光伏发电系统的效率和稳定性具有重要意义。

1 BIM 技简介

BIM技术（BuildingInformationModeling）是一种基于数字化建模的综合性建筑信息管理技术。它通过将建筑物的各个组成部分以及相关的属性信息整合到一个统一的数字模型中，实现了建筑项目全生命周期的信息共享和协同管理^[2]。

在光伏领域，BIM技术可以应用于光伏电站的设计、施工和运维过程中，提供全面而准确的信息支持。利用BIM技术，可以建立光伏电站的三维模型，并将光伏电池模块的位置、倾角、方向等信息与模型进行关联。通过模拟光照条件和阴影效应，可以准确预测光伏电池模块的输出电流和电压变化，为光伏电站的设计和优化提供科学依据。此外，BIM技术还可以实现光伏电站的实时监测和运维管理，提高光伏发电系统的运行效

率和可靠性^[3]。

2 山地光伏方阵的特点

山地光伏方阵的布局和结构与平地光伏方阵存在一些不同。由于山地地形的不规则性和起伏，山地光伏方阵的布局通常需要根据地形进行调整。光伏模块的安装角度和方向也需要根据山地地形进行调整，以最大限度地捕捉太阳辐射能^[4]。此外，山地光伏方阵的支撑结构也需要考虑地形的变化，以确保光伏模块的稳固安装。

山地地形对光伏发电有着重要的影响。首先，山地地形会导致光伏方阵的阴影遮挡问题。由于山地地形的起伏，光线在山地之间会产生阴影，这会导致部分光伏模块被遮挡，降低了光伏方阵的总体发电效率。其次，山地地形还会导致太阳辐射的不均匀分布。由于山地的阻挡作用，太阳辐射在山地上的分布存在一定的不均匀性，这会导致光伏方阵不同部位的发电能力差异较大。

3 山地光伏方阵的阴影效应分析

阴影效应是指当光线被物体遮挡时，阴影对光伏电池模块的发电性能产生的影响。阴影效应的主要原理是阴影区域的光照强度会降低，从而导致光伏电池模块的输出电流和电压发生变化。阴影效应的影响因素包括阴影的位置、大小、形状以及光照条件等。

阴影对光伏发电的影响主要通过两个机制实现：电流降低和电压降低。当部分电池模块被阴影遮挡时，被遮挡的电池模块会产生较低的电流，从而导致整个光伏电池模块的总输出电流降低。此外，阴影还会导致光伏电池模块中的电压降低，因为被遮挡的电池模块会成为整个模组中的负载，从而引起电压降低。

为了准确地分析和模拟山地光伏方阵的阴影效应，可以使用数学模型和仿真方法。数学模型可以基于光照

强度、阴影位置和形状等因素，建立阴影对光伏电池模组输出电流和电压的数学关系。常用的数学模型包括电流-电压特性曲线模型和等效电路模型等。仿真方法可以通过计算机模拟阴影对光伏电池模组的影响，可以使用基于BIM技术的光伏电站施工运维一体化平台进行仿真分析，以评估不同阴影条件下的发电效率和性能损失。

4 基于 BIM 技术的山地光伏方阵阴影效应的优化方法

4.1 阴影分析与预测

建立光伏电站的三维模型。利用BIM技术，将光伏电站的各个组件，包括光伏电池模组、支架结构、逆变器等进行建模，并将其组合成一个完整的三维模型。这个模型可以精确地表示光伏电站的布局和组件之间的空间关系。

阴影分析算法。基于建立的山地地形模型和光伏电站的三维模型，使用阴影分析算法进行阴影分析。这些算法可以根据光照条件、地形高程、遮挡物位置等因素，计算出不同时间段和季节的阴影分布情况。通过这些分析结果，可以确定哪些部分的光伏电池模组会受到阴影的遮挡。

阴影预测。基于历史数据和气象预报等信息，可以预测未来一段时间内的光照条件。结合阴影分析算法得到的阴影分布情况，可以预测未来光伏电池模组的阴影情况。这样可以提前做好规划和调整，以减少阴影对光伏发电的影响。

4.2 布局优化

通过布局优化，可以最大限度地减少阴影对光伏电站发电量的影响，提高光伏电站的发电效率和经济性。

在布局优化过程中，首先需要进行阴影分析，通过BIM技术对山地光伏方阵进行三维建模，并模拟太阳光的照射情况。通过光线追踪算法，可以得到每个光伏电池模组在不同时间段的阴影情况，包括阴影的位置、大小和持续时间等。

接下来，可以采用优化算法来寻找最佳的布局方案。常用的优化算法包括遗传算法、粒子群算法等。这些算法可以根据光伏电站的设计要求和地形特征，通过迭代计算找到最优的布局方案。优化的目标是最大化光伏电池模组的接收太阳辐射能量，同时尽量减少阴影遮挡对光伏电站发电量的影响。

在优化过程中，可以考虑以下因素：

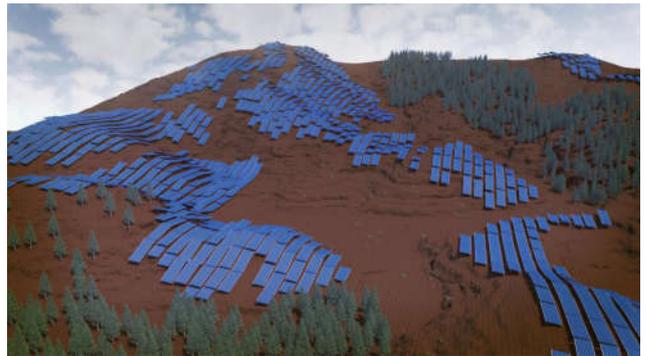
光伏电池模组的朝向和倾斜角度。通过调整光伏电池模组的朝向和倾斜角度，可以最大化太阳辐射能量的接收，并减少阴影的影响。

光伏电池模组之间的间距和排列方式。通过调整光

伏电池模组之间的间距和排列方式，可以减少阴影的遮挡，并提高光伏电站的整体发电效率。

地形特征和阴影分布。考虑地形的高低变化以及阴影的分布情况，可以更准确地确定最佳的布局方案。

通过布局优化，可以在设计阶段就考虑阴影效应，并采取相应的措施来减少阴影对光伏电站发电量的影响。这样可以提高光伏电站的发电效率，降低能源成本，并增加可再生能源的利用率。



组件布局优化

4.3 运维优化

首先，运维优化方法通过建立光伏电站的数字孪生模型，实现对光伏电站设备的远程监控。通过BIM技术，可以实时获取光伏电站各个设备的运行状态、发电量、温度等数据，并将其传输到中央监控系统中进行分析和处理。这样，运维人员可以随时监测光伏电站的运行情况，及时发现设备故障或异常情况，并采取相应的措施进行修复，以避免发电量的损失。

其次，运维优化方法还可以通过BIM技术进行故障诊断。基于数字孪生模型，可以模拟光伏电站设备的运行情况，并与实际数据进行对比分析。当光伏电站出现故障时，可以通过BIM技术对故障进行定位和诊断，快速找出故障原因，并制定相应的维修计划。这样可以大大缩短故障处理的时间，提高光伏电站的可靠性和可用性。

最后，运维优化方法还可以结合阴影分析结果制定合理的清洁计划。通过BIM技术对光伏电站的阴影效应进行分析和预测，可以确定每个时间段光伏电池模组受阴影影响的程度。根据阴影分析结果，可以合理安排清洁工作，及时清除光伏电池模组表面的灰尘和污垢，以提高光伏电池的发电效率。

5 光伏发电地块布板数量与总装机容量关系分析

本数据分析报告旨在对光伏发电地块的布板数量和总装机容量进行分析。根据提供的数据，我们将对每个地块的增加布板数量、面积和总装机容量进行计算和比较。

地块	面积(亩)	布板数量(组)	总装机容量(兆瓦)
地块2	109.47	592	8.97
地块3	123.87	749	11.35
地块4	124.48	646	9.79
地块5	37.09	147	2.23
地块6	263.41	1310	19.85
地块9	90.65	466	7.06

根据对以上数据的分析,我们可以得出以下结论:地块的面积与总装机容量之间存在着明显的正相关关系,这意味着较大面积的地块通常拥有更高的总装机容量,因为有更多的空间来安装光伏组件。地块6凭借其巨大的面积(263.41亩)和卓越的总装机容量(19.85兆瓦)在整个光伏发电项目中扮演着关键的角色,为总装机容量做出了重要贡献。此外,地块2、地块3和地块4的面积和总装机容量相对接近,为项目提供了可观的装机容量,分别在8.97兆瓦到11.35兆瓦之间。最后,即使面积较小,地块5和地块9仍然具备一定的装机容量,分别为2.23兆瓦和7.06兆瓦,显示了光伏发电在有限面积下的潜力和效益。这些结论强调了地块面积与总装机容量之间的密切关系,以及不同地块在项目中的重要性。



光伏组件安装

6 结语

本论文以基于BIM技术的山地光伏方阵阴影效应研究与优化方法为主题。通过阴影效应的数学模型和仿真方法,准确预测光伏电池模组的输出受阴影影响程度。提出阴影分析与预测方法,通过BIM技术实现光伏方阵阴影情况的分析和预测,为光伏电站设计提供科学依据。介绍基于BIM技术的光伏电站施工运维一体化平台应用,包括远程监控、故障诊断和维修计划优化。结合阴影分析结果制定合理清洁计划,提高光伏电站发电效率和运维管理水平。本论文对山地光伏电站的可持续发展和运营具有重要意义。未来研究可进一步探索其他优化方法,提高光伏电站整体性能,并结合实际案例验证,推动光伏行业发展。

参考文献

- [1]王嘉媛.光伏发电技术的现状与展望[J].电子技术,2023,52(04):307-309.
- [2]刘子寒,白博阳,高鹏,刘亦白.BIM技术的发展简介与前景展望[J].科技风,2023(17):82-84.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202317027.
- [3]杨光.基于BIM的光伏电站工程质量控制分析[J].电子技术,2022,51(03):188-189.
- [4]肖运启,张美玲,郭治昌,杨锡运.山地光伏电站固定式组件安装角度优化方法[J].太阳能学报,2020,41(05):329-335.DOI:10.19912/j.0254-0096.2020.05.045.