

5. The similarity matrix R is restructured. All elements above the diagonal line are deleted because of symmetry. The elements on the diagonal line are replaced with the classified object numbers O_i .

6. The λ -cutting matrix R_λ is constructed by choosing a confidence level λ .

7. The λ -cutting matrix R_λ is restructured. All “1” entries are replaced by the node number “*”, and all “0” entries in R_λ are ignored.

8. Clustering grouping is performed in R_λ . The node “*” determines the longitude line and the latitude line on the diagonal line, and the samples connected by the same node become a group.

9. According to the clustering results, the effectiveness evaluation index V_{XB} is calculated. When the rationality of the results is not appropriate, steps (6–9) are repeated by choosing different confidence levels λ .

10. The dominant discontinuity sets are determined based on the clustering results.

Identifying discontinuity sets and determining dominant discontinuity properties are fundamental for rock mass stability evaluation. Clustering analysis with multiple discontinuity properties has a stronger significance than considering only orientation, which better reflects the comprehensive contributions of discontinuity properties to the deformations and strengths of rock masses. Therefore, this paper proposes a new method for clustering discontinuities with multiple properties based on an improved netting algorithm.

In the new method, ten discontinuity properties are considered clustering factors. Meanwhile, a novel weighting method is used to weigh each property, combining the advantages of subjective and objective weighting methods. The results obtained by the proposed method are unique and repeatable. The initial number of sets and the initial clustering centers are not needed in advance; all data are considered potential clustering centers simultaneously. This reduces the subjectivity of human intervention and achieves global optimization. In addition, a distinctive advantage is that the proposed method could effectively filter the noise data to improve the accuracy of the clustering results, and the rejection rate was approximately 26 %. Moreover, the proposed method is believed to be a potentially useful tool for rapidly obtaining dominant discontinuity sets in rock engineering.

UDK 69.003.13

BIM 技术与可持续发展的融合-绿色建筑

李睿 (Li Rui)

白俄罗斯国立大学(School of Business of Belarusian State University)

e-mail: rui.li.bsu@outlook.com

Summary. *Green building is one of the important contents of sustainable development, and the research and application of BIM technology plays an important role in realizing the life cycle of green building, this paper analyzes the integration of BIM technology and sustainable development – green building and explores the significance of BIM technology to the sustainable development of green buildings.*

21 世纪以来, 建筑业成为中国国民经济的支柱产业。中国建筑业快速发展, 建造能力不断增强, 产业规模不断扩大, 带动了大量关联产业, 对经济社会发展、城乡建设和民生改善做出了重要贡献。与此同时, 建筑行业的迅猛发展, 消耗了巨大的自然资源, 淡水、可耕地、天然材料、不可再生能源等日益枯竭, 带来温室气体、污染物等的排放量大幅增加。在中国, 建筑的总能耗已经占到全社会总能耗的 25.5% 左右, 建筑造成的恶劣空气质量也危及到了公众日常生活与健康。为应对能源危机、人口增长等问题, 绿色、低碳等可持续发展理念逐渐深入人心, 而以有效提高建筑物资源利用效率、降低建筑对环境的影响为目标的绿色建筑成为全世界的关注重点。环境友好型绿色建筑成为世界各国建筑发展的战略目标。

随着国家政策文件的出台, 为行业贯彻实施创新驱动发展战略, 培育和发展工程建设领域“新技术、新产业、新模式、新业态”, 促进工程建设行业转型升级, 推动绿色城镇化、

数字城市和智慧城市建设提供了政策支撑。其中，BIM 技术作为建筑业的新技术、新理念和新手段，在已成为受到业界广泛关注和认可的绿色建筑可持续发展实施系统性方案，是推进绿色建筑可持续发展——降低建筑业资源消耗、减少建筑垃圾排放、消除环境污染、实现节能减排的重要举措。

可持续发展 (Sustainable development) 的概念：1987 年以布伦特兰夫人为首的世界环境与发展委员会 (WCED) 发表了报告《我们共同的未来》。这份报告正式使用了可持续发展概念，并对之做出了比较系统的阐述，产生了广泛的影响。有关可持续发展的定义有 100 多种，但被广泛接受影响最大的仍是世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》中的定义。该报告中，可持续发展被定义为：“能满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。它包括两个重要概念：需要的概念，尤其是世界各国人们的基本需要，应将此放在特别优先的地位来考虑；限制的概念，技术状况和社会组织对环境满足眼前和将来需要的能力施加的限制。”涵盖范围包括国际、区域、地方及特定界别的层面，是科学发展观的基本要求之一。中国政府编制了《中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》，首次把可持续发展战略纳入中国经济和社会发展的长远规划。1997 年的中共十五大把可持续发展战略确定为中国“现代化建设中必须实施”的战略。可持续发展主要包括社会可持续发展，生态可持续发展，经济可持续发展。

BIM 的含义：建筑信息模型 (Building Information Modeling) 或者建筑信息管理 (Building Information Management) 是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为基础，建立起三维的建筑模型，通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。它具有信息完备性、信息关联性、信息一致性、可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性八大特点。从 BIM 设计过程的资源、行为、交付三个基本维度，给出设计企业的实施标准的具体方法和实践内容。BIM 不是简单的将数字信息进行集成，而是一种数字信息的应用，并可以用于设计、建造、管理的数字化方法。这种方法支持建筑工程的集成管理环境，可以使建筑工程在其整个进程中显著提高效率、大量减少风险。

绿色建筑的概念：绿色建筑不是指一般意义上的建筑绿化，而是指人类为了应对快速发展的经济给环境带来的巨大压力，在建筑方面提出的一个概念，希望在居住的更加健康、舒适和安全的同时能够高效节约资源、能源、土地、水、材料，从而降低对环境的影响。20 世纪 60 年代，美籍意大利建筑师保罗·索勒瑞首次将生态与建筑合称为“生态建筑”，这是“绿色建筑”的起源。在 1992 年举行的联合国环境与发展大会上，与会者第一次比较明确地提出“绿色建筑”的概念。

中国的绿色建筑起源于上世纪 80 年代，那时候中国一直推广的是建筑节能的概念，到 2005 年左右，绿色建筑概念被引入中国并广泛传播。根据中国《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2006) 给出的定义，绿色建筑是指在全寿命期内，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。这个概念一直沿用至今。与普通建筑相比，绿色建筑在建筑的各个环节都会融入绿色的理念，是集绿色建筑研发、咨询设计、绿色建材、绿色施工、销售、绿色建筑运营、建筑废弃物报废回收为一体的闭口循环建筑产业链环。

目前，世界上已经有近 30 个国家或地区推出了建筑节能、绿色建筑以及可持续建筑的设计标准，让建造绿色节能、可持续性的建筑切实落地。例如，英国皇家测量师学会定义有效利用资源、减少污染物排放、提高室内空气及周边环境质量的建筑即为绿色建筑。美国国家环境保护局定义绿色建筑是在全生命周期内（从选址到设计、建设、运营、维护、改造和拆除）始终以环境友好和资源节约为原则的建筑。中国《绿色建筑评价标准》定义绿色建筑为在全生命周期内，最大限度节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

从各国对绿色建筑的定义不难看出，绿色建筑提倡将节能环保的理念贯穿于建筑的全生命周期；主张在提供健康、适用和高效的使用空间的前提下节约能源、降低排放，在

较低的环境负荷下提供较高的环境质量；提倡在技术与形式上需要体现环境保护的相关特点，即合理利用信息化、自动化、新能源、新材料等先进技术。

BIM 技术与绿色建筑全生命周期发展理念相吻合，作为建筑业的新技术、新理念和新手段，BIM 技术势必对绿色建筑的发展起到重要的推动作用，引导建筑业传统思维方式、技术手段和商业模式的全面变革，引发建筑业全产业链，全面整合与再造。在中国，依据 BIM 技术数字建模与仿真的特点，BIM 技术将成为绿色建筑科学规划和持续发展的基石，其作用主要体现在以下几个方面：

一是 BIM 技术与绿色建筑可持续目标在时间维度的一致性。BIM 技术致力于实现全生命周期内不同阶段的集成管理；而绿色建筑的开发、管理涵盖建造、使用、拆除、维修等建筑全生命周期。时间维度对应为两者的结合提供了便利。

二是 BIM 技术与绿色建筑可持续目标在核心功能的互补性。绿色建筑可持续目标的达成需要全面系统地掌握不同材料、设备的完整信息，在项目全生命周期内协同、优化，从而节约能源、降低排放，BIM 技术为其提供了整体解决方案。

三是 BIM 技术与绿色建筑可持续目标在应用平台的开放性。绿色建筑需借助不同软件来实现建筑物的能耗、采光、通风等分析，并要求与其相关的应用平台具备开放性。BIM 平台具备开放性的特点，允许导入相关软件数据进行一系列可视化操作，为其在绿色建筑中的应用创造了条件。

结语：BIM 技术与可持续发展融合的绿色建筑在中国的应用非常广泛，绿色建筑理念是推动中国现阶段城市低碳环保发展的重要途径与措施。大力发展绿色建筑技术，引进数字手段，丰富绿色建筑设计内容，不断助力城市的建设，实现中国城市建设的可持续发展。

UDK 69.003.13

BIM 技术在建筑项目管理施工阶段中的运用探究

梁成业(Liang Chengye)

白俄罗斯国立大学(School of Business of Belarusian State University)

e-mail: Leoncy1118@gmail.com

Summary. BIM in the construction phase of the project information can be parameterized to ensure that the construction of the project data and information to achieve automated statistical analysis, BIM application in the construction phase, including technical disclosure, site layout, engineering calculation and so on to improve the construction project management quality and efficiency of management.

从施工阶段的角度而言，目前 BIM 技术能够在该阶段发挥重要作用，主要实现的信息化工作内容有图纸会审、场地布置、施工模拟、碰撞检查、三维技术交底、工程造价管理等，这些内容围绕着施工阶段的进度管理、质量管理、安全管理、成本管理等核心内容，为项目的顺利建设项目提供了重要的数据信息。



图 1 BIM 技术在施工环节运用内容

设计图纸会审 建设工程施工中的图纸会审环节通常是以专业人员通过审核纸质图纸或二维平面图纸之后，结合专业经验发现可能会在施工中出现的问题，通过会审的方式探讨需要明确和解决的问题。这就需要相关人员需要具备有充分的技术经验的空间想象能力，并且