

绿色建筑理念在建筑结构设计中的应用

邓绪锐

新疆峻特设计工程有限公司, 新疆 阿克苏 843000

[摘要]绿色建筑理念给建筑结构设计赋予了节材、节能、环保、耐久等诸多方面的标准, 结构安全同绿色目的存在协同之处。研究表明, 再生混凝土自保温承重砌块有经济、环保、节能、高强、隔声等特点, 其抗压强度设计值略小于规范中混凝土多孔砖砌体的抗压强度设计值。装配式复合墙结构是采用工业化建造方式的生态节能型建筑结构体系, 内填砌块可以因地制宜选用植物纤维生土基材料、再生 EPS 轻骨料混凝土等循环再利用材料。BIM 技术可以对方案能源模拟分析、材料生命周期评价以及建筑运行监测进行模拟分析, 从而提高建筑的可持续性。将绿色节能思想运用到建筑结构优化当中, 从局部细节、阶段性以及结构与整体之间协调等几个方面给出设计对策, 可以改善空间集约化利用的程度, 削减能耗和材料的消耗。目前绿色结构设计还存在着理念落实不到位、成本控制难、标准体系不健全等状况, 要从设计优化、技术融合和机制保证这三个方面共同推进。

[关键词]绿色建筑; 结构设计; 绿色建材

DOI: 10.64635/ja.2026.1210

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Application of Green Building Concepts in Building Structural Design

Deng Xukun

Xinjiang Junte Design Engineering Co., Ltd., Aksu, Xinjiang 843000, China

Abstract: Green building concepts have introduced multiple requirements into building structural design, including material conservation, energy efficiency, environmental protection, and durability, and structural safety is inherently coordinated with green development goals. Studies show that recycled concrete self-insulating load-bearing blocks have advantages such as economy, environmental friendliness, energy efficiency, high strength, and sound insulation, while their design value of compressive strength is slightly lower than that of concrete perforated brick masonry specified in current codes. Prefabricated composite wall structures are ecological and energy-saving building structural systems based on industrialized construction methods. Their infill blocks can be selected according to local conditions, using recyclable materials such as plant-fiber raw-soil-based materials and recycled EPS lightweight aggregate concrete. BIM technology can be used to conduct simulation and analysis of scheme energy performance, material life-cycle assessment, and building operation monitoring, thereby improving building sustainability. Applying green and energy-saving concepts to building structural optimization and proposing design strategies from local details, phased implementation, and coordination between structural components and the overall building can improve the intensive use of space and reduce energy and material consumption. At present, green structural design still faces problems such as insufficient implementation of concepts, difficulty in cost control, and an incomplete standard system. Therefore, it should be advanced through design optimization, technological integration, and institutional support.

Keywords: green building; structural design; green building materials

引言

由于资源环境约束越来越严重, 建筑行业作为能源消耗和碳排放的主要领域, 也存在着转型升级的紧迫性。绿色建筑理念重视建筑同自然环境的和谐共处, 在整个生命周期里努力达成资源节约和环境保护的目的。建筑结构是

建筑的主体骨架, 建筑结构设计好坏直接影响到建筑的资源消耗量以及环境影响程度。但是传统的结构设计一般把结构的安全性和经济性放在第一位考虑, 对于节能环保要素的重视程度不够。怎样把绿色建筑理念系统地融入到结构设计的各个环节当中, 从而达到结构功能、资源消耗

和环境效益三者之间的多目标优化，这是目前建筑行业亟待解决的问题。本文从绿色建筑理念和结构设计融合的基础入手，系统论述绿色结构设计的主要应用领域，分析支撑绿色结构设计的关键技术，针对目前存在的问题提出优化策略，为绿色结构设计的理论研究和工程实践提供一定的参考。

1 绿色建筑理念与结构设计的融合基础

1.1 绿色设计原则对结构设计的新要求

将绿色建筑理念融入设计当中之后，结构的设计就要遵照新的设计准则。传统的结构设计是以承载能力和正常使用为主要目的，绿色设计原则在此基础上又增加了资源节约、环境保护和生态友好的要求。就绿色设计原则而言，在保证安全性和适用性基础上，结构设计要尽量减小材料的消耗量，选用可再生或者可循环利用的结构材料，减少高耗能、高污染建材的使用比例。结构设计还要考虑到施工过程中对环境的影响，利用优化结构布置、节点构造等方式为绿色施工技术的实施创造条件。另外结构体系要有一定的适应性和可改造性，从而延长建筑的使用寿命，减少拆除重建造成的资源浪费。这些要求一起形成了绿色结构设计的主要原则体系。

1.2 结构安全、耐久与绿色目标的协同关系

结构安全性和绿色目标不是互相排斥的对立关系，而是一种互相促进的协同关系。提高结构耐久性属于实现绿色目标的主要途径之一。结构耐久性提高之后，建筑在寿命周期内所需要的维护和修理次数变少，从而使得后期运

营阶段的材料消耗和能源消耗得到控制。从全寿命周期角度来讲，适当加大结构的安全储备，在初始建造阶段会带来一些额外的支出，不过可以有效地延长建筑的服役年限，从而降低单位时间内所消耗的资源以及碳排放量。因此结构安全、耐久性和绿色目标在长期上是一致的。实际设计时要依照建筑重要等级和预期使用年限来合理选定结构安全等级和耐久性要求，不能因为过于保守的设计而造成资源的浪费，也不能因为耐久性不够而使建筑过早地报废。

2 绿色理念下建筑结构设计的关键应用

2.1 高强、再生与环保材料的选用

材料选择是绿色结构设计的开端。高强高性能材料的应用可以达到构件截面小型化的效果，在减小材料用量的同时也减轻了结构自重，从而减少了基础工程的规模。目前工程实践中高强钢筋、高强混凝土、高性能钢材等已被广泛使用，具有较好的节材效果。更重要的是再生材料的开发和应用给绿色结构设计开辟了新的途径。利用建筑废渣灰、铸造旧砂再生粉尘制备高强轻质建筑材料，所生产的轻集料有较好的工程性能。再生材料的使用一方面可以解决天然骨料资源不足的问题，另一方面也可以消纳大量的建筑废弃物，有很好的环境效益。在材料选择时还要考虑材料的本地化程度，尽量使用产地离施工现场较近的材料来减少运输过程中的能耗和碳排放。为了直观比较各种绿色结构材料的主要性能指标，现将常用的材料主要特性整理如下表 1 所示。

表 1 常用绿色结构材料关键性能对比

材料类型	代表材料	抗压/强度等级	再生/环保特性	主要适用部位
高强材料	HRB500 高强钢筋	屈服强度 500MPa	相同荷载下节材 30%~40%	梁、板、柱主筋
高强材料	C80 高强混凝土	抗压强度 80MPa	减小构件截面，减轻自重	高层建筑柱、剪力墙
再生材料	再生混凝土砌块	MU10-MU20	消纳建筑垃圾，替代天然骨料	非承重填充墙、基础垫层
再生材料	再生 EPS 轻骨料混凝土	LC15-LC25	利废、保温、轻质	复合墙体内填砌块
环保材料	植物纤维生土基砌块	MU5-MU10	可再生资源，低能耗生产	村镇建筑承重墙
环保材料	高强轻集料（废渣灰制备）	筒压强度≥6.0MPa	利用工业固废，节能降耗	轻骨料混凝土结构

该表包含了高强材料、再生材料和环保材料三个类别，每个类别下都给出了典型的代表、力学性能指标、绿色特性以及结构适用范围。根据工程具体受力要求和绿色目标等级，参照表格做科学选材。总体上来说，高强材料适合控制截面尺寸的高层或者大跨度结构，再生材料适合于成本敏感、绿色评级要求高的项目，环保材料在乡村建设以及生态保护区建筑中有着特殊的优势。合理地组合使用不同种类的绿色材料，在保证结构安全的前提下达到最好的环保效益和经济效益。

2.2 节能型与装配式结构体系设计

结构体系选择决定建筑能耗和施工环境影响。节能型结构体系依靠改善结构热工性能来削减建筑运行阶段的采暖和制冷消耗。节能型低碳装配式建筑可以有效地减少建筑工程对环境造成的负面影响，从而实现国家提出的双碳目标，同时装配式建筑还可以降低工程施工成本，控制工程质量，是建筑行业的发展方向^[1]。装配式结构体系具有明显的绿色属性，在绿色属性上具有天然的优势，主要构件在工厂预制完成，现场施工以装配作业为主，大大减

少了湿作业量和施工废弃物的产生量。装配式复合墙结构体系属于典型的绿色结构方案,预制构件的标准化程度高,现场安装速度较快,施工噪声、扬尘污染都较低。在体系的选择上要结合建筑的规模、功能定位和地区的特色,在装配式混凝土结构、钢结构、木结构等体系中选择合适的体系。

2.3 结构节材设计与资源高效利用

结构节材设计是绿色建筑理念在结构设计上最直接的体现。节材不是单纯地减少材料的用量,而是在保证结构安全的前提下,用最优的设计来实现材料的最高利用率。从设计路径上讲,节材设计可以从结构体系选型、构件布置优化、截面尺寸调整和配筋精细化这四个方面来开展^[2]。从体系选型的角度来说,应该根据建筑的高、宽、所处的环境以及使用目的等来选取受力效率好的结构形式,大跨度空间一般采用桁架而不是实腹梁,可以大大减少钢材用量。构件布置上要遵循“力流最短”原则,使构件的轴线与主要传力途径相重合,防止由于传力迂回而造成材料浪费。从截面设计上来说,应该使用变截面构件来使材料分布和内力相适应。配筋设计上要根据实际受力情况来确定配筋数量,不能因为过大而加大配筋。把绿色节能思想融入到建筑结构改良当中,从局部细节、阶段性的、结构同整体协调等角度提出设计办法,在提升空间集约化利用率的同时削减能耗和材料使用。资源高效利用还包括废弃物循环利用,把混凝土块破碎成再生骨料,钢结构构件检测合格后直接回用,实现材料的梯级利用。经由系统的节材规划和资源回收措施,在保证结构性能的同时达成经济与环境双方面收益。

3 绿色结构设计的关键技术支撑

3.1 BIM 技术驱动的绿色结构优化

BIM 技术给绿色结构的设计赋予了强大的整合信息、协同分析的平台。传统的设计模式中结构、建筑、设备等各个专业的设计是独立进行的,信息传递效率低,设计冲突多,不能达到多目标的协同优化^[3]。BIM 技术的应用使各个专业可以基于同一个信息模型进行协同设计,结构设计的修改会立即传送给其它专业,从而防止出现信息孤岛和重复工作的情况。BIM 技术对于绿色智能建筑结构设计来说有着广阔的前景,BIM 能够提高设计的协同性,实现建筑全生命周期高效信息管理,从而推动绿色智能建筑发展。在绿色设计分析上,选取某建筑工程,利用 BIM 技术进行导入地区气象资料分析建筑最佳朝向,对建筑围护结构材料的热工属性进行模拟分析,得出室内热环境优化

方案。BIM 模型所包含的几何信息和属性信息可以直接用来进行能耗模拟、日照分析、采光计算等绿色性能评价,设计人员不需要重复建模就能得到定量分析结果,大大提高了绿色设计的效率和准确性。

3.2 结构节能协同与绿色施工技术

结构设计同建筑节能的协同,是达成绿色目的的关键部分。传统的结构构件和围护结构是由不同的专业人员来设计的,在结构设计中缺少对两者之间的协调工作,容易造成热桥效应或者构造冲突。绿色结构设计要使结构设计与建筑专业进行充分交流,在保证结构安全的基础上,改善梁柱节点的构造形式,削减热桥部位的面积,给保温层连续铺设创造条件。绿色建筑重视建筑同自然环境的协调,削减能源耗费,利用资源,从设计、施工、功能等各方面体现环保。建筑工程中使用的绿色建筑材料及结构设计,如保温装饰一体板、LOW-E 节能系统窗等,在评价分析之后,这些材料和设计有利于节能环保,符合绿色建筑的要求。绿色施工技术对于结构设计也有相应的配合要求。采用预制装配式施工方案时,结构构件的拆分设计要和施工吊装能力相适应,构件连接节点的构造应便于现场快速安装和质量检验。

4 绿色结构设计的问题与优化策略

4.1 当前绿色结构设计中的主要问题

绿色结构设计在工程实践当中还存在着一些问题。首先就是设计理念落实不到位的问题。部分设计人员对于绿色建筑理念的认识还停留在概念上,没有将它变成具体的参数和操作指南,使绿色目标在结构设计中无法实现。其次就是技术集成能力欠缺。绿色结构设计包含材料科学、施工技术、建筑物理等多学科领域知识,目前结构设计人员的知识结构比较单一,不能完成跨学科综合优化的任务。再次就是数据支撑不足的问题。绿色设计决策依靠大量的定量分析数据,例如材料的碳排放因子、构件的全寿命周期成本等等,国内有关数据库的建立还不到位,设计人员在没有可靠数据支撑的时候很难做出合理的决策。

4.2 结构设计优化与保障机制建议

针对以上问题应该从技术和制度两方面一起着手解决。从技术路径上讲,应该创建分阶段的绿色结构设计改善流程。方案设计阶段以结构选型和体系优化为主,通过多方案比选来确定绿色性能最好的结构方案;初步设计阶段主要对构件的合理布置、截面优化进行考虑,在满足受力要求的基础上使材料用量最小化;施工图设计阶段主要对节点构造进行精细化设计,为绿色施工和节能运营创造

条件。面向预制叠合围护结构的早期设计阶段,提出一种结合跨学科指标的自动化设计方法,建立力-碳耦合评价模型,作为高强低碳设计的目标体系,采用参数化建模和改进遗传算法相结合的方式,建立自动化设计生成与优化流程。量化驱动的设计方法给绿色结构设计赋予了新的技术范式。从制度保障角度来说,要创建起完备的绿色结构设计标准规范体系,明确各类结构设计的绿色性能指标要求,创建起绿色结构设计的审查和评价机制,把绿色指标纳入到施工图审查当中,加强绿色结构设计人才的培育,在高校课程体系以及职业继续教育里加入相关的内容,提高从业人员的绿色设计能力。

5 结语

绿色建筑理念在建筑结构设计中得到应用,是建筑结构设计由单一的安全目标向安全、绿色、耐久多目标协同方向转变的过程。本文从融合基础、关键应用、技术支撑、优化策略这四个方面论述绿色结构设计的理论框架及实践途径。研究表明,绿色材料的选择、装配式结构体系、BIM 技术驱动的优化、结构节能的协同这四个方面的绿色

结构设计是主要的应用方向,目前存在的主要问题有理念落实不到位、技术集成能力弱、数据支撑缺乏,需要从技术路径优化和保障机制的完善两个方面共同推进。伴随着绿色建筑评价标准不断更新,数字化设计技术也得到了深入的应用,绿色结构设计必然会朝着更加精细化、智能化、系统化的发展方向前进,给建筑行业绿色转型提供强有力的技术支持。

【参考文献】

- [1]刘文坤,陈宇申,徐明,等.再生混凝土自保温承重砌块砌体抗压性能试验研究[J].工业建筑,2014,44(01):84-89.
- [2]刘慧娟,宋长衡.基于 BIM 技术的绿色建筑节能设计优化研究[J].山西建筑,2025,51(02):20-23+81.
- [3]冯凯德.绿色建筑技术在建筑工程中的应用研究[J].陶瓷,2024(05):169-171+199.

作者简介:邓绪锟(1994.04—),毕业院校:长安大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:新疆峻特设计工程有限公司,就职单位职务:建筑结构设计,职称级别:中级。