

# 超低能耗建筑和绿色建筑的融合发展

文 / 舒建辉 马鞍山市市政管理处

**摘要：**超低能耗建筑和绿色建筑是现代建筑设计中的两大重要理念，二者在政策支持、定义外延、评价方式及节能性等方面存在差异。本文首先对比分析了超低能耗建筑与绿色建筑的特点，并探讨了两者在融合发展的策略。研究表明，通过结合超低能耗建筑的高效节能特性和绿色建筑的环保理念，可以实现建筑物更高的能效水平和更佳的环境效益。文章还提出了促进两者融合的具体措施，包括技术创新、标准制定和公众意识提升等，为推动建筑节能可持续发展提供了理论依据。

**关键词：**超低能耗建筑；绿色建筑；融合发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.118

## 引言

随着全球气候变化问题日益严重，节能减排已成为各国政府和社会各界关注的焦点。在此背景下，超低能耗建筑和绿色建筑作为两种重要的建筑类型，逐渐受到广泛关注。超低能耗建筑强调通过优化设计和技术手段大幅降低建筑物的能源消耗；而绿色建筑则注重从全生命周期的角度出发，综合考虑建筑物对环境的影响。尽管两者各有侧重，但在实现建筑行业可持续发展目标方面具有共同点。因此，探讨超低能耗建筑与绿色建筑的融合发展，对于提高建筑物的整体性能，减少碳排放，促进生态文明建设具有重要意义。本文将从政策层面、定义外延、评价方式及节能性等多个角度进行比较分析，并提出具体的融合发展策略。

## 一、超低能耗建筑与绿色建筑的比较

### （一）政策层面

在政策层面上，超低能耗建筑和绿色建筑均获得了广泛的支持与推动。多个国家和地区出台了相关政策法规，鼓励开发商和设计师采用先进的技术和材料来降低建筑物的能源消耗和环境影响。例如，在欧洲，一些国家制定了严格的建筑节能标准，要求新建建筑必须达到一定的能效水平。这些标准不仅限于新建筑，还包括既有建筑的改造升级，旨在全面提升建筑物的整体能效。此外，还推出了一系列激励措施，如财政补贴、税收优惠等，以促进超低能耗建筑的应用和发展。在中国，同样发布了多项法律法规和指导文件，以支持绿色建筑和超低能耗建筑的发展。例如，《民用建筑节能条例》明确规定了新建建筑应遵循的节能设计规范，并对既有建筑提出了节能改造的要求。此外，还有《绿色建筑评价标准》等一系列技术指南，为绿色建筑的设计、施工和运营提供了详细的参考依据。这些政策文件不仅涵盖了建筑设计阶段的技术要求，还涉及了建筑材料的选择、施工过程中的质量控制以及后期的运营管理等多个方面。除了国家层面的政策支持外，地方也出台了不少具体的实施办法。比如，一些省、市推出了绿色建筑专项资金，用于奖励符合特定标准的项目；还有一些地区通过简化审批流程、提供用地优惠等方式，吸引更多的投资进入

这一领域。这些政策措施不仅有助于引导市场行为，也为建筑行业的转型升级提供了有力保障。总体来看，无论是超低能耗建筑还是绿色建筑，都受到了来自不同层次政策的积极推动和支持，这为两者的融合发展创造了良好的外部环境<sup>[1]</sup>。

### （二）定义和外延

超低能耗建筑是指通过优化建筑设计、选用高效设备以及利用可再生能源等方式，使建筑物在整个使用周期内的能耗远低于传统建筑的一类建筑。其核心在于最大限度地减少一次能源的使用，同时确保室内舒适度不受影响。为了实现这一目标，超低能耗建筑通常会采用高效的保温隔热材料、智能控制系统以及太阳能光伏板等先进技术。此外，还会注重自然采光、通风等被动式设计策略，进一步降低对人工照明和空调系统的依赖。因此，超低能耗建筑不仅仅关注能源效率，还强调使用者的健康和生活质量。相比之下，绿色建筑的概念更为广泛，涵盖了从选址规划到拆除重建的全过程。绿色建筑不仅关注能源效率，还涉及水资源管理、材料选择、室内空气质量等多个方面，旨在实现建筑物与自然环境的和谐共生。具体来说，绿色建筑强调在全生命周期内尽可能减少对自然资源的消耗和环境污染。为此，绿色建筑会在选址时考虑周边环境的影响，优先选择有利于生态保护的地点；在设计阶段则注重资源的有效利用，如采用再生材料或本地材料以减少运输成本和碳排放；在施工过程中严格控制污染物的排放，确保施工现场的清洁卫生；而在运营维护期间，则通过智能化管理系统提高设施设备的运行效率，降低能耗和水资源浪费。由此可见，超低能耗建筑是绿色建筑的一个子集，但两者在具体实施过程中可能存在交叉和重叠之处。例如，某些绿色建筑项目可能会引入超低能耗建筑的先进技术和理念，以提升自身的能效水平；而一些超低能耗建筑也可能融入更多绿色建筑元素，如雨水收集系统或生态屋顶等，从而更好地满足环境保护的需求。总之，尽管两者各有侧重，但在追求可持续发展目标方面具有高度一致性，共同致力于创造更加环保、健康的居住空间。超低能耗建筑与绿色建筑的关系如图1所示。

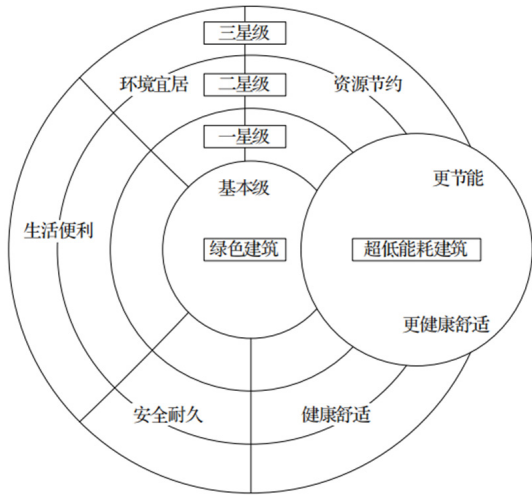


图1 超低能耗建筑与绿色建筑的关系

### (三) 评价方式对比

超低能耗建筑主要通过计算建筑物的实际能耗指标来进行评估，如单位面积年耗电量、供暖需求等。这类评价方法较为直观，能够准确反映建筑物的能效水平。然而，它往往忽略了建筑物对环境的其他影响因素。例如，虽然一座建筑可能达到了极低的能耗标准，但如果其建设和运营过程中产生了大量废弃物或使用了不可持续的材料，那么整体环境效益仍然有限。因此，单纯依靠能耗指标难以全面评价一个项目的综合性能。与此不同的是，绿色建筑评价体系通常采用多维度指标，综合考量建筑物的生态足迹、资源利用率、健康舒适度等各方面表现。国际上常用的LEED认证体系就是一个典型的例子，该体系包含了一系列详细的评分标准，涵盖了能源与大气、水效率、材料与资源、室内环境质量等多个领域。通过这种综合性评价方式，可以更全面地揭示建筑物的环境友好程度。例如，LEED认证不仅考核建筑物的能耗情况，还会评估其用水量、废物处理能力、室内空气质量等因素，确保项目在各个方面都能达到较高的环保标准。此外，一些国家和地区也开发了自己的绿色建筑评价体系，如中国的《绿色建筑评价标准》。这些本土化标准结合了当地的实际情况和技术特点，更具针对性和适用性。它们不仅借鉴了国际先进经验，还在某些方面进行了创新和发展。例如，中国标准特别强调了建筑的文化遗产和社会责任，鼓励项目融入地域文化特色，并积极回馈社区。总之，相比于超低能耗建筑的单一能耗评价，绿色建筑评价体系更加注重综合性和系统性，力求全方位提升建筑物的环境绩效<sup>[2]</sup>。

### (四) 节能性对比

1. 绿色建筑对应的节能。绿色建筑在节能方面主要遵循传统节能建筑的标准，通常通过围护结构规定性指标和采暖能耗限值双控作为判定标准。其他措施则作为规范的补充，但不直接参与能耗计算。以安徽居住建筑节能标准为例，其采用逐时累计负荷法来评估建筑全年累计采暖能耗。对于一栋16层的典型住宅，按照安徽省75%节能标准下的围护结构传热系数限值，通过稳态

计算法得出耗热量指标。以此作为75%节能基准能耗，假设供暖节能率为80%，则优化后的耗热量指标应为 $7.2\text{W}/\text{m}^2$ 。为了确保各类住宅都能达到80%以上的节能率，需对围护结构的传热系数进行进一步优化。根据优化后的传热系数，再针对不同类型的住宅进行具体计算，确保每种类型的实际节能率都能达到或超过80%的目标。这种做法不仅提升了建筑物的整体节能效果，也为实现更高标准的节能目标提供了科学依据。

2. 超低能耗建筑的节能。超低能耗建筑在节能方面的考量更为全面，全年能耗不仅包括采暖能耗，还涵盖了制冷、新风、照明、生活热水和电梯能耗；零能耗建筑甚至涉及炊事和插座能耗。居住建筑的能效指标包括建筑能耗综合值、供暖年耗热量、供冷年耗冷量、建筑气密性和可再生能源利用率等；公共建筑的能效指标则涵盖建筑综合节能率、建筑本体节能率、建筑气密性和可再生能源利用率等方面。因此，超低能耗建筑的节能指标覆盖了更广泛的能耗计算范围，相比绿色建筑更加全面。例如，在寒冷地区，超低能耗建筑不仅要考虑传统的供暖需求，还需关注制冷、新风系统及其他日常能耗，如照明和生活热水。此外，建筑气密性和可再生能源利用率也是衡量超低能耗建筑节能性能的重要因素。这些综合性的指标有助于全面评估建筑的能源效率，并推动建筑向更低能耗的方向发展。

3. 计算的边界条件。在设计标准上，传统节能建筑与超低能耗建筑存在显著差异。传统节能建筑设计标准中，围护结构相关指标被作为约束性指标；而超低能耗建筑则以室内环境参数和能效指标作为约束性指标，采用的是性能化设计方法，围护结构、能源设备和系统的性能参数作为推荐性指标。同时，两者在室内温度、湿度和热扰的设置上也有所不同。以75%节能居住建标准为例，传统节能建筑的边界计算条件设定为室内温度 $18^\circ\text{C}$ ，换气次数 $0.5\text{次}/\text{h}$ ，建筑物耗热量指标 $3.8\text{W}/\text{m}^2$ ；相比之下，超低能耗建筑的采暖主要计算边界条件为室内计算温度 $20^\circ\text{C}$ ，特别是在冬季最低控制温度比传统节能建筑高出 $2^\circ\text{C}$ ，人均新风量为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，并且特别考虑了新风热回收等因素。以安徽省某超低能耗建筑为例，在采用高效空调供暖设备与高效新风热回收系统（回收效率不低于60%）后，与参照建筑对比，节能率可达50%。这表明，超低能耗建筑在设计时更加注重提高室内舒适度的同时，也实现了更高的能源利用效率。

4. 寒冷地区的详细对比分析。在寒冷地区，超低能耗建筑与传统绿色建筑的具体差异尤为明显（如表1所示）。超低能耗建筑通过优化围护结构传热系数、提升室内环境参数以及引入先进的能源管理系统，不仅大幅降低了采暖能耗，还在制冷、新风和其他日常能耗方面表现出色。与此同时，超低能耗建筑的设计标准更加严格，要求更高的室内温度和更好的气密性，从而确保了更高的居住舒适度和更低的总体能耗。

表 1 寒冷地区不同节能标准的对比分析

对比项	偏重项	判断依据	外墙保温	屋面保温	门窗 K	热桥	供暖与非供暖分隔	新风热回收	气密性	计算软件
公共建筑节能设计标准	施工图节能设计	规定性指标、强制性指标（规定不过可权衡计算）	60~80mm 厚岩棉板	约 60~80mm XPS 保温板	2.4~3.0 W/m <sup>2</sup> K	无机轻集料保温砂浆	20mm 无机保温砂浆	宜	门窗幕墙气密性	PKPM
居住建筑节能设计标准	施工图节能设计	规定性指标、强制性指标（规定不过可权衡计算）	60~80mm 厚保温	约 60~80mm XPS 保温板	1.5~2.0 W/m <sup>2</sup> K	无机轻集料保温砂浆	20mm 无机保温砂浆	宜	门窗幕墙气密性	PKPM
超低能耗建筑技术标准	注重全过程节能与舒适度的落地把控	室内环境参数及能效指标	150~250mm 厚保温	150~200mm XPS/高密度 SEPS 保温板	0.8~1.2 W/m <sup>2</sup> K 左右	保温板全包/断桥热桥构件	住宅 20mm 无机保温砂浆	全热回收≥70% 或显热回收效率≥75%	整个建筑高气密性	IBE/ DEST/ PHPP 等

## 二、超低能耗建筑和绿色建筑的融合发展策略

### （一）技术要点

一是做好设计源头把控，引进国际先进设计理念，合理开展设计，把控建筑物体形系数，避免因系数增加导致能耗指标增加，合理设置建筑物布局，利用空间设计，形成自然通风效果，选用高性能外墙保温材料，同时通过控制窗墙比、提高门窗气密性做好门窗节能设计，屋顶通过绿植、蓄水、设置通风隔热层等方式降低屋顶温度，设计中结合现场条件对太阳能光热、光伏、地源热泵、空气能等可再生能源应用尽用。二是加强新型建筑材料研发，开发出更多高性能、低成本的保温隔热材料，以满足不同类型建筑的需求。随着建筑行业对节能环保要求的不断提高，传统的保温材料已难以满足日益严格的能效标准。因此，研发新型保温材料成为提升建筑能效的关键。例如，气凝胶作为一种超轻质、高热阻的材料，具有极佳的保温效果；而相变材料则能在特定温度范围内吸收或释放热量，有助于稳定室内温度。这些新材料不仅能显著降低建筑物的能耗，还能减少墙体厚度，提高空间利用率。此外，还应注重材料的成本控制和可回收性，确保其在大规模应用中的经济性和环保性。三是加大对智能化系统投入，推广智能家居、楼宇自动化等先进技术，提高建筑物的运行效率和服务质量。智能化系统可以通过集成多种传感器和控制系统，实现对建筑物内环境参数（如温度、湿度、光照）的实时监测和自动调节。例如，智能温控系统可以根据室内外温度变化自动调整空调和采暖设备的工作状态，避免能源浪费；智能照明系统则能根据人员活动情况自动开关灯光，最大限度地利用自然光。通过引入这些先进技术，不仅可以大幅降低建筑物的运营成本，还能为用户提供更加便捷舒适的居住体验。同时，智能化系统的应用也有助于收集和分析大量数据，为进一步优化建筑设计提供科学依据。此外，积极探索太阳能、风能等可再生能源的应用，构建分布式能源系统，既能有效降低建筑物的碳排放，又能增强能源供应的安全性和稳定性<sup>[3]</sup>。

### （二）标准制定

当前，国内外已经存在多种建筑评价标准，但各自侧重点不同，缺乏一个全面覆盖两者特点的综合标准。为此，有必要整合现有资源，制定一套既符合国情又接轨国际的评价体系，明确各项指标的具体要求，确保各类建筑都能按照统一标准进行建设和评估。同时，还需加强对标准执行情况的监督和管理，建立健全的质量控

制机制，并对已投入使用的绿色建筑、超低能耗建筑在使用过程中的能耗数据进行监测及检测，防止出现“假绿”、“伪低耗”的现象。只有这样，才能真正推动超低能耗建筑和绿色建筑的协调发展，提升整个建筑行业的技术水平。

### （三）公众意识提升

应加大宣传力度，普及相关知识，让更多人了解超低能耗建筑和绿色建筑的优势与意义。通过举办讲座、展览等形式，可以向社会各界介绍最新的科技成果和发展趋势，激发公众的兴趣和参与热情。例如，组织专家进行专题讲座，详细解释这两种建筑的技术特点和实际效益；举办建筑科技展览，展示先进的建筑材料和技术设备，让参观者亲身体验其优越性。此外，还可以利用社交媒体平台、新闻媒体等多种渠道，广泛传播相关信息，扩大社会影响力。学校教育中也应增加相关内容，从小培养学生的环保意识和责任感。将超低能耗建筑和绿色建筑的理念融入课程体系，不仅可以提高学生环境保护的认识，还能激发他们对未来建筑设计的兴趣。例如，在中小学开设专门的建筑科学课程，介绍可持续建筑的基本概念和技术手段；在大学设立相关专业或选修课，培养学生的设计能力和创新思维。通过系统的教育，可以使新一代更加关注和支持环保建筑的发展。

### 结语

综上所述，超低能耗建筑和绿色建筑虽然在政策支持、定义外延、评价方式及节能性等方面存在一定差异，但在实现建筑行业可持续发展目标方面具有共同点。通过技术创新、标准制定和公众意识提升等策略，可以有效地促进两者的融合发展，创造出更加节能环保、舒适健康的居住环境。未来，随着科技的进步和社会的发展，超低能耗建筑和绿色建筑必将在更多领域展现出更大的潜力，为人类创造更加美好的生活空间。最终，这不仅有助于提升建筑物的功能性和美观性，也为城市的可持续发展和社会和谐稳定做出了贡献。

### 参考文献

- [1] 路宾, 宋业辉, 曹勇, 等. 我国绿色建筑运行维护存在的问题及对策 [J]. 建筑科学, 2015, 31 (8) : 46-50.
- [2] 王丞. 我国绿色建筑和低碳建筑评价体系的发展比较及优化建议 [J]. 建筑科学, 2023, 39 (2) : 235-244.
- [3] 王春喜, 崔国游, 李莹莹. 近零能耗建筑的特殊性分析 [J]. 建筑节能 (中英文), 2023, 51 (5) : 120-123.