

学习目标

1. 知识目标

- (1) 认识绿色建筑。
- (2) 熟悉绿色建筑节能技术。
- (3) 掌握绿色建筑评价方法。

2. 能力目标

- (1) 能正确评价绿色建筑。
- (2) 能熟练识读建筑节能设计专篇图纸。
- (3) 能熟练识读绿色建筑设计专篇图纸。

3. 素养目标

- (1) 树立节能环保意识,养成绿色低碳的日常行为习惯。
- (2) 树立绿色发展理念,坚持可持续发展。
- (3) 培养工程思维、创新思维。
- (4) 树立责任意识,厚植家国情怀。



绿色建筑
学习内容
思维导图

引言

绿色建筑·添彩美丽中国

建设生态文明,是关系人民福祉、关乎民族未来的长远大计。党的十八大首次把“美丽中国”作为生态文明建设的宏伟目标,将生态文明建设纳入中国特色社会主义事业“五位一体”总体布局,生态文明思想逐步确立,绿色发展理念落地生根。

绿色建筑集资源节约和环境保护要求于一身,是建设“美丽中国”的重要载体。遵循“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,近年来绿色建筑持续快速、健康、稳定发展,城乡建设领域基本形成绿色、低碳、循环的建设发展方式。

发展绿色建筑顺应时代潮流,满足社会民生需求。发展绿色建筑需要全民共识和行动,坚定走生态文明之路,真正把“绿色”融入建筑全生命周期,推动城乡建设领域绿色发展,促进人与自然是和谐共生,为建设美丽中国赋能添彩。

1.1 认识绿色建筑

近年来绿色建筑蓬勃发展,逐步从“浅绿”迈向“深绿”,从单体绿色建筑迈向绿色社区、绿色城区、绿色城市。绿色建筑的推广实践有效提高了建筑性能,同时带动了绿色建材、绿色施工以及绿色运维的发展。未来,随着可持续发展战略的持续推进,绿色建筑必将继续迎来更大的发展空间和机遇。

【思考】绿色建筑的内涵是什么?未来绿色建筑的发展方向是什么?

1.1.1 绿色建筑的定义及相关概念

1. 绿色建筑的定义

根据《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2019),绿色建筑是指在全生命周期内,节约资源、保护环境、减少污染,为人们提供健康、适用、高效的使用空间,最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。

2. 绿色建筑的相关概念

1) 近零能耗建筑

根据《近零能耗建筑技术标准》(GB/T 51350—2019),近零能耗建筑是指适应气候特征和场地条件,通过被动式建筑设计最大程度降低建筑供暖、空调、照明需求,通过主动技术措施最大程度提高能源设备与系统效率,充分利用可再生能源,以最少的能源消耗提供舒适室内环境,且其室内环境参数和能效指标符合《近零能耗建筑技术标准》(GB/T 51350—2019)规定的建筑。其建筑能耗水平应较国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2015)和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 26—2010)、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2016)、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2012)降低 60%以上。

2) 超低能耗建筑

超低能耗建筑是近零能耗建筑的初级表现形式,其室内环境参数与近零能耗建筑相同,能效指标略低于近零能耗建筑,其建筑能耗水平应较国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2015)和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 26—2010)、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2016)、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2012)降低 50%以上。

3) 零能耗建筑

零能耗建筑是近零能耗建筑的高级表现形式,其室内环境参数与近零能耗建筑相同,是充分利用建筑本体和周边的可再生能源资源,使可再生能源年产能大于或等于建筑全年全部用能的建筑。

4) 零碳建筑

根据团体标准《零碳建筑认定和评价指南》(T/CASE 00—2021),零碳建筑是指充分利用建筑本体节能措施和可再生能源资源,使可再生能源二氧化碳年减碳量大于或等于建筑

全年全部二氧化碳排放量的建筑,其建筑能耗水平应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》(GB/T 51350—2019)相关规定。

5) 健康建筑

根据中国建筑学会发布的《健康建筑评价标准》(T/ASC 02—2021),健康建筑是指在满足建筑功能的基础上,提供更加健康的环境、设施和服务,促进使用者的生理健康、心理健康和社会健康,实现健康性能提升的建筑。

6) 智慧建筑

根据中国工程建设标准化协会发布的《智能建筑评价标准》(T/CECS 1082—2022),智慧建筑是指基于新一代信息技术的综合应用,构建智慧建筑综合管理平台,实现自动感知、泛在连接、自主学习、自主推断、主动决策等功能,形成人、建筑、环境相互协同,与智慧城市的功能互融,为人们提供安全、健康、低碳、便捷环境的高质量建筑。

根据中国房地产业协会发布的《智慧建筑评价标准》(T/CREA 002—2023),智慧建筑是指利用物联网、云计算、大数据、人工智能等技术,通过自动感知、泛在连接、及时传送和信息整合,具有自学习、自诊断、辅助决策和执行能力,实现安全可靠、绿色生态、高效便捷、经济节约的建成环境。

1.1.2 绿色建筑的发展历程

1. 世界绿色建筑的发展历程

20世纪60年代,美籍意大利建筑师保罗·索勒瑞把生态学和建筑学两个概念综合在一起,提出了著名的“生态建筑”新理念,使人们对建筑的本质有了更新的认识,建筑领域的生态意识逐渐被唤醒。1969年,美国建筑师伊安·麦克哈格出版《设计结合自然》一书,标志着生态建筑学正式诞生。

20世纪70年代,石油危机的爆发使人类意识到能源并非取之不尽,以牺牲生态环境为代价的高速文明发展史是难以为继的。耗用自然资源较多的建筑产业必须改变发展模式,走可持续发展之路。太阳能、地热、风能等各种建筑节能技术应运而生,节能建筑成为建筑发展的先导。

1972年,联合国人类环境会议在瑞典斯德哥尔摩举行,这是世界各国政府共同讨论当代环境问题,探讨保护全球环境战略的第一次国际会议。会议通过了著名的《人类环境宣言》,呼吁各国政府和人民为维护和改善人类环境,造福全体人民,造福后代而共同努力。

1980年,世界自然保护组织首次提出“可持续发展”口号,同时节能建筑体系逐渐完善,并在部分发达国家广泛应用。1987年,联合国环境署发表《我们共同的未来》报告,确立了可持续发展的思想。

20世纪90年代,英国政府率先确立了可持续发展的国家战略。1990年,英国建筑研究所制定了世界上第一个绿色建筑评估体系 BREEAM(Building Research Establishment Environmental Assessment Method)。自此之后,部分发达国家和相关地区相继推出绿色建筑评估体系,推动绿色建筑持续向前发展。

1992年,联合国环境与发展大会在巴西里约热内卢召开,会议通过了《里约环境与发

展宣言》《21世纪议程》《关于森林问题的原则声明》等重要文件,并开放签署了联合国《气候变化框架公约》和《生物多样性公约》,确立了世界各国在可持续发展和国际合作的一般性原则,制定了可持续发展和国际合作的战略措施,标志着可持续发展理念得到世界各国的普遍承认和接受。此次会议是继1972年联合国人类环境大会后国际环境保护史上的又一个里程碑事件。

1997年,联合国气候变化框架公约的第三次缔约方大会在京都召开,世界多个国家和地区签订了《京都议定书》。《京都议定书》为国际合作应对气候变化确立了基本原则,提供了有效框架和规则,国际社会需要共同努力,限制温室气体排放量以抑制全球变暖。

2002年,世界绿色建筑委员会(World Green Building Council, WGBC)正式成立,旨在推动全球范围内的绿色建筑发展和可持续建筑实践。自该组织成立以来,世界各国也相继成立绿色建筑委员会,推出并更新了一系列有关绿色建筑的评价标准体系。

进入21世纪以后,绿色建筑的内涵更加丰富完善,绿色建筑进入高质量发展阶段,成为世界建筑发展的方向。

2. 我国绿色建筑的发展历程

20世纪90年代,“绿色建筑”这一概念开始引入我国。1991年,我国加入《蒙特利尔议定书》;1992—1993年,我国批准并提交了《联合国气候变化框架公约》;1994年,我国发布《中国21世纪议程——中国21世纪人口、环境与发展白皮书》,阐述中国人口、经济、社会、资源、环境的可持续发展战略、政策和行动框架;1998年,我国正式签署了《京都议定书》。多年来,我国政府积极履约,为应对全球气候危机做出了重大贡献。

1) 政策引导与资金支持

我国从“十五”期间开始加大对绿色建筑科技投入,将发展绿色建筑纳入国家和行业发展规划,陆续出台相关政策推动绿色建筑发展。

2004年4月,建设部与科技部发布了国家科技攻关计划重点项目申报指南,启动了“十五”国家科技重大攻关项目——“绿色建筑关键技术研究”。“十一五”到“十四五”期间,与绿色建筑相关的国家科技支撑计划(重点)项目、国家重点研发计划项目相继启动,为我国绿色建筑的发展提供了强有力的技术支撑和引领。

2006年2月,国务院发布《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,“建筑节能与绿色建筑”作为“城镇化与城市发展”重点领域的优先主题,重点研究开发绿色建筑设计技术,建筑节能技术与设备,可再生能源装置与建筑一体化应用技术,精致建造和绿色建筑施工技术与装备,节能建材与绿色建材,建筑节能技术标准。2019年,国家中长期科技发展规划(2021—2035年)编制工作正式启动。

2012年4月,财政部和住房和城乡建设部印发《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》,首次从国家层面提出将对绿色建筑进行财政补贴,从而指导地方政府出台相关的激励政策。

2012年5月,科技部印发《“十二五”绿色建筑科技发展专项规划》。将绿色建筑共性关键技术体系、绿色建筑产业推进技术体系、绿色建筑技术标准规范和综合评价服务技术体系建设作为绿色建筑科技发展的3个技术支撑重点,积极推进相关技术的研发、标准规范的编制修订与工程应用示范。

2013年1月,国务院办公厅转发国家发展改革委、住房和城乡建设部制定的《绿色建筑行动方案》,部署切实抓好新建建筑节能工作、大力推进既有建筑节能改造、开展城镇供热系统改造、推进可再生能源建筑规模化应用、加强公共建筑节能管理、加快绿色建筑相关技术研发推广、大力发展绿色建材、推动建筑工业化、严格建筑拆除管理程序、推进建筑废弃物资源化利用等10项重点任务。2020年7月,住房和城乡建设部等7部门联合印发《绿色建筑创建行动方案》,重点任务包括推动新建建筑全面实施绿色设计、完善星级绿色建筑标识制度、提升建筑能效水平、提高住宅健康性能、推广装配化建造方式、推动绿色建材应用、加强技术研发推广、建立绿色住宅使用者监督机制。

2013年4月,住房和城乡建设部印发《“十二五”绿色建筑和绿色生态城区发展规划》,重点推进绿色生态城区建设、推动绿色建筑规模化发展、大力发展绿色农房、加快发展绿色建筑产业、着力进行既有建筑节能改造、推动老旧城区的生态化更新改造。

2016年2月,中共中央、国务院印发《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,要求牢固树立“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念,贯彻“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针。

2017年3月,住房和城乡建设部印发《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》,部署加快提高建筑节能标准及执行质量、全面推动绿色建筑发展量质齐升、稳步提升既有建筑节能水平、深入推进可再生能源建筑应用、积极推进农村建筑节能5大主要任务,明确了健全法律法规体系、加强标准体系建设、提高科技创新水平、增强产业支撑能力、构建数据服务体系5项举措。

2022年3月,住房和城乡建设部印发《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》,部署提升绿色建筑发展质量、提高新建建筑节能水平、加强既有建筑节能绿色改造、推动可再生能源应用、实施建筑电气化工程、推广新型绿色建造方式、促进绿色建材推广应用、推进区域建筑能源协同、推动绿色城市建设9项主要任务。明确到2025年,城镇新建建筑全面建成绿色建筑,建筑能源利用效率稳步提升,建筑用能结构逐步优化,建筑能耗和碳排放增长趋势得到有效控制,基本形成绿色、低碳、循环的建设发展方式,为城乡建设领域2030年前碳达峰奠定坚实基础。

2) 标准制定与体系完善

2001年9月,《中国生态住宅技术评估手册》出版发行,手册指出绿色生态住宅是中国住宅产业发展的长远目标,明确了绿色生态住宅的评估指标体系。

2003年8月,《绿色奥运建筑评估体系》第一版正式出版发行,根据2008年北京奥运建设项目在规划、设计、施工、验收与运行管理4个阶段不同的特点和要求,分别从环境、能源、水资源、材料与资源、室内环境质量等方面阐述了如何全面提高奥运建筑的生态服务质量并有效减少资源与环境负荷。

2005年10月,建设部与科技部联合发布了《绿色建筑技术导则》,明确绿色建筑指标体系由节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源、室内环境质量和运营管理6类指标组成,旨在加强对我国绿色建筑建设的指导,促进绿色建筑及相关技术健康发展。

2006年3月,建设部发布国家标准《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006),该标准

的出台标志着我国绿色建筑国家标准体系的正式建立,对于促进绿色建筑技术的研发和应用、推动建筑行业的绿色转型和可持续发展具有重要意义。为了适应绿色建筑技术的快速发展、满足新时代绿色建筑高质量发展的需求,该标准于2014年、2019年和2024年进行了3次修订。

目前我国已经建立了适合中国国情的绿色建筑标准体系,涵盖了绿色建筑建造全过程,包括规划设计、施工过程管理、运行维护、更新改造、绩效评价等。在绿色建筑标准的支撑和引领下,我国绿色建筑发展成绩斐然,绿色建筑发展目标清晰、绿色建筑面积持续增加、绿色建筑增量成本大幅下降、绿色建筑标准体系日趋完善。



绿色建筑
标准体系

3) 推广实践与示范引领

2004年9月,建设部设立“全国绿色建筑创新奖”,相继印发《全国绿色建筑创新奖管理办法》《全国绿色建筑创新奖实施细则》《全国绿色建筑创新奖评审标准》。绿色建筑创新奖分工程类项目奖、技术与产品类项目奖。工程类项目奖包括绿色建筑创新综合奖、智能建筑创新专项奖和节能建筑创新专项奖;技术与产品类项目奖是指应用于绿色建筑工程中具有重大创新、效果突出的新技术、新产品、新工艺。该奖每两年评审一次,奖励对象为在住房和城乡建设领域节约资源、保护环境、推进绿色建筑发展方面具有创新性和明显示范作用的工程项目以及在绿色建筑技术研究开发和推广应用方面作出重要贡献的单位和个人。

2005年3月,建设部等8部委联合多个国际组织和外国机构在北京举办“首届国际智能与绿色建筑技术研讨会暨首届国际智能与绿色建筑技术与产品展览会”。首届“全国绿色建筑创新奖”在首届国际智能与绿色建筑技术研讨会闭幕会上揭晓了科技部建筑节能示范楼等40个获奖项目。2024年5月,“第二十届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会”在河南郑州召开,会议主题为“助推绿色建筑高质量发展,引领城乡建设绿色低碳转型”。该会议已成为绿色建筑领域最具权威性和代表性的国际性学术交流峰会和行业展示盛会,为我国绿色建筑技术创新和国际建筑节能产业的健康发展做出了重要贡献。

2007年8月,建设部印发《绿色建筑评价标识管理办法(试行)》。2008年4月,绿色建筑评价标识管理办公室成立,主要负责绿色建筑评价标识的管理工作。2021年1月,住房和城乡建设部制定并印发《绿色建筑标识管理办法》,自2021年6月1日起施行。

2010年7月,中国建筑业协会发布《全国建筑业绿色施工示范工程管理办法(试行)》和《全国建筑业绿色施工示范工程验收评价主要指标》。2012年10月,住房和城乡建设部建筑节能与科技司发布《绿色施工科技示范工程管理实施细则》。2013年6月,《绿色施工科技示范工程技术指标(试行)》发布,并在此后进行了多次修订和完善。通过绿色施工示范工程、绿色施工科技示范工程的建设,促进建筑节能减排,发展绿色建筑,推广绿色施工,充分发挥新技术应用示范工程的引领作用,逐步建立和完善我国建筑业绿色施工管理体系和发展模式。

3. 绿色建筑未来发展的重点

当前,我国在绿色建筑领域已经取得了显著的成绩。发展绿色建筑已成为建筑领域落实“双碳”目标和“健康中国战略”的重要抓手。随着经济发展与社会进步,新技术、新材料不断涌现,也为绿色建筑的发展注入了新的活力和动力。未来绿色建筑必然会向更高效、更低碳、更健康、更智慧的方向高质量规模化发展。

绿色建筑未来发展重点主要体现在以下几个方面。

(1) 降低碳排放强度。《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)中明确要求:新建的居住和公共建筑碳排放强度应分别在2016年执行的节能设计标准的基础上平均降低40%,碳排放强度平均降低 $7\text{kg CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 以上,这是我国首个建筑碳排放的强制性指标。据相关数据统计,近年来全国建筑碳排放强度总体变动幅度较小。未来建筑领域碳排放强度降低任务艰巨,需要持续努力。

(2) 建设健康建筑。随着社会经济的发展和水平的提高,人们对居住环境的健康舒适性要求也越来越高,健康建筑成为绿色建筑深层次发展的需求。与绿色建筑相比,健康建筑对健康相关元素更加聚焦,涵盖的专业领域更广泛,对健康指标的要求更高,用户的可感知性更明显。健康建筑既节能环保,又有利于居住者身心健康,不仅是绿色建筑的丰富和发展,也是建筑功能的完善与更佳展现。

(3) 提高智慧水平。当前科技的飞速进步让人们置身于一个充满变革的时代,数字化、信息化、智能化、数智化以及智慧化等概念如同一股股浪潮,引领着社会、经济、文化等各个领域的深刻转型。智慧建筑是绿色建筑数字化发展的体现,智慧性能提升是绿色建筑的发展重点之一,建筑智慧化逐渐成为绿色建筑的基本要求。

(4) 加强国际合作。建立丰富的国际合作关系,开展交流、共享信息、联动资源,有助于推动建筑行业健康、绿色、可持续发展。近年来,我国绿色建筑的蓬勃发展受到了国际上的高度关注,绿色建筑标准获得国际认可,整体发展水平已经居于世界前列,国际交流日益活跃。

1.2 绿色建筑节能基础知识

能源是人类文明发展的动力,从原始文明、农业文明、工业文明到现代生态文明,能源的开发利用始终与人类文明进程相生相伴、相辅相成。但“水能载舟,亦能覆舟”,能源的开发利用在促进经济社会发展的同时,也带来了诸如能源资源短缺、生态环境破坏等一系列全球性危机。当前,我国正处于工业化、城镇化转型升级的重要阶段,能源资源消耗量较大。建筑领域作为能源资源消耗的主要领域之一,其节能潜力和节能意义重大。

【思考】基于现代生态文明思想和人类命运共同体理念,应当采取什么对策来破解当今世界面临的能源与环境危机?当前我国建筑节能的目标是什么?

1.2.1 建筑节能的内涵与发展

1. 建筑节能的内涵

根据《建筑节能基本术语标准》(GB/T 51140—2015),建筑节能是指建筑规划、设计、施工和使用维护过程中,在满足规定的建筑功能要求和室内环境质量的前提下,通过采取技术措施和管理手段,实现提高能源利用效率、降低运行能耗的活动。

建筑节能的内涵发展大致经历了3个阶段:第一阶段是在建筑中节约能源(energy saving),即尽量减少能源的使用量;第二阶段是在建筑中保持能源(energy conservation),

即尽量减少能源在建筑物中的损失；第三阶段是在建筑中提升能效（energy efficiency improvement），即通过合理地使用能源，提高能源的利用效率。

2. 建筑能耗分析

建筑能耗有广义和狭义之分。广义的建筑能耗包括建筑全生命周期内发生的所有能耗，即建筑全过程能耗，如图 1-1 所示；狭义的建筑能耗一般是指建筑在使用过程中的能耗，即建筑运行能耗。



图 1-1 建筑全过程能耗构成

建筑领域、工业领域和交通领域是全球最主要的三大能源消耗领域，建筑领域终端用能约占全球终端能源消耗量的三分之一，建筑领域碳排放约占与能源相关二氧化碳排放量的三分之一。根据近年来的相关统计数据，我国建筑全过程能耗持续增长，建筑碳排放强度总体保持稳定。建筑全过程能耗在全国能源消费总量中的占比较高，且能耗主要集中在建材生产阶段和建筑运行阶段，施工阶段能耗总量相对较少。

3. 建筑节能的意义

1) 缓解能源压力

当前，我国正处于工业化、城镇化转型升级的重要阶段，社会经济快速高质量发展，能源资源消耗量较大。我国能源资源总量比较丰富，但人均占有量偏低，能源资源相对缺乏，尤其是石油、天然气等化石能源的对外依存度较高。

在建筑领域，一方面，我国既有建筑存量较大，其中部分建筑的能源利用效率较低，建筑能耗高；另一方面，随着人们生活水平的提高，对建筑的品质要求越来越高，建筑全过程能耗稳步上升。加强建筑领域节能工作，对既有建筑进行节能改造、提高新建建筑的节能标准，可以显著减少建筑能耗、提高能源利用效率、降低能源成本，缓解我国能源供给压力，保障国家能源安全。

2) 保护生态环境

建筑在其全生命周期内，包括建材的生产和运输、建筑施工、运行使用及拆除等各个阶段，都要消耗大量的能源。传统建筑消耗的煤炭、石油等化石能源在燃烧过程中会释放大量的二氧化碳等温室气体以及二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等大气污染物，危害人体健康、污染大气环境、加剧全球气候变暖、影响全球生态系统平衡。实施主动或被动式建筑节能措施，可以显著降低建筑能源需求、减少对传统能源的依赖，降低碳排放强度和污染物排放水平，保护生态环境，促进人与自然和谐共生。

3) 提高室内环境质量

建筑节能不仅关乎能源节约和环境保护，还与建筑使用者的生活质量密切相关。科学合理的建筑节能措施可以有效改善室内热环境、光环境和声环境，营造舒适宜人的生活空间，降低使用者的能源消费成本，提升建筑健康性能，促进建筑使用者的身心健康。

4) 促进经济社会可持续发展

可持续发展是一种既满足当代人的需求,又不对满足后代人需求的能力构成危害的健康、公正的发展模式,主要强调经济、社会、人口、资源和环境的协调发展。实施可持续发展战略是应对当前资源环境压力、经济社会协调发展等诸多挑战的必然选择。提高建筑节能标准、推广建筑节能技术、发展绿色建筑可以有效降低建筑对资源的需求和能源的消耗,促进可再生能源在建筑中的应用,减少对环境的负面影响,提升建筑业绿色低碳发展水平,是建筑业贯彻国家可持续发展战略的重大举措。

4. 我国建筑节能发展概况

我国建筑节能是从20世纪70年代末开始起步的,80年代,我国正式明确了建筑节能“分步走”的发展战略,并以标准、规范的形式予以落实,逐步降低建筑能耗,提高建筑节能水平。

根据我国建筑节能发展规划,从1986年起逐步实施节能30%、50%和65%的建筑节能设计标准,即“三步节能”。第一步节能是由北京等地区出台建筑节能标准,以80年代初有代表性的建筑能耗作为基准,将建筑能耗降低30%;第二步节能是在第一步节能的基础上,将建筑能耗再降低30%,达到50%的节能率标准;第三步节能是在第二步节能的基础上,继续降低约30%的能耗,达到65%的节能率标准。

2021年9月,住房和城乡建设部发布了全文强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021),并于2022年4月1日起正式实施。规范中明确规定:新建居住建筑平均能耗水平应在2016年执行节能设计标准的基础上再降低30%,其中要求严寒和寒冷地区居住建筑平均节能率为75%,达到第四步节能的标准。随着建筑节能技术的发展,当前我国部分地区已经率先实施了第五步节能。

【查一查】第五步节能标准是多少?当前你所在地区新建建筑执行的节能标准是多少?

1.2.2 建筑节能的基本途径

1. 建筑规划设计阶段

1) 优化建筑布局与朝向

(1) 合理的建筑布局与朝向能够使建筑物最大限度地利用自然采光,营造良好的室内光环境,降低建筑照明能耗。

(2) 合理的建筑布局与朝向有利于增强建筑自然通风效果,带走室内热量和湿气,改善室内空气质量,减少制冷负荷,降低空调能耗。

(3) 合理的建筑布局和朝向有利于最大限度地利用太阳能资源。例如,被动式太阳能建筑通过建筑布局和朝向的合理设置、内部空间和外部形体的巧妙处理、建筑材料和围护结构构造形式的恰当选择,能够获取大量的太阳辐射能量;主动式太阳能建筑通过各种类型的太阳能利用系统,主动收集利用太阳能,以满足建筑内部能源需求,减少建筑物对传统能源的依赖。

2) 控制建筑体形系数

建筑体形系数是建筑物与室外大气接触的外表面积与其所包围的体积的比值。建筑体形系数的大小直接影响建筑能耗。通过控制建筑体形系数,避免建筑外立面的复杂变化,使建筑物外形更加紧凑规整,能够有效减少通过外围护结构传递的热量,从而降低夏季制冷能耗和冬季供暖能耗。

3) 围护结构节能设计

建筑围护结构的热量损失主要来自墙体、门窗、屋面以及地面,如果围护结构的保温隔热性能不良,会产生大量的热量损失,从而导致建筑制冷能耗和供暖能耗大幅增加。通过节能设计,选用节能型建筑材料(优先选用新型建材、提高绿色建材比例),选择合理的围护结构构造形式,提高围护结构密封性能,可以有效改善围护结构的保温隔热性能,降低建筑能耗。

4) 可再生能源利用

当前大力发展可再生能源,实施可再生能源替代行动,是推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措,是建设生态文明、促进经济社会可持续发展的客观要求。在建筑规划设计阶段,可以从建筑全生命周期角度策划将可再生能源系统与建筑功能有机结合,充分利用太阳能、风能以及地热能等可再生能源,满足建筑施工及运营期间的能源需求,降低对传统能源的依赖,减少能源消耗和碳排放。

2. 建筑施工阶段

1) 推广使用节能施工技术与工艺

推广使用节能施工技术与工艺,能有效降低施工阶段的能源消耗量。例如,采用预制装配式建筑施工技术,可以将大量的建筑构件在工厂预制完成后,集中配送至施工现场进行装配施工,大大减少了现场混凝土浇筑、砌筑等湿作业,不仅能降低现场能源消耗,提高施工效率,还能保证施工质量。

2) 加强施工节能管理

施工过程中严格执行节能管理制度,落实节材与材料资源利用措施、节水与水资源利用措施、节能与能源利用措施、节地与土地资源保护措施、人力资源节约与保护措施以及环境保护措施,定期进行节能效果检查与评价,创新管理和技术手段,引入现代信息技术等都可以显著降低施工阶段的能耗及碳排放。

3. 建筑运行阶段

1) 建立建筑能源管理系统

在建筑物各类能源系统中安装智能计量仪表、传感器等前端信息采集设备,实时收集建筑运行过程中的能源消耗数据、在线监测各类能源的消耗情况。根据能源监测和分析结果,能源管理系统可以制定有针对性的优化控制策略,有效减少能源浪费,提高能源利用效率。

2) 建筑使用者节能行为引导与管理

制定建筑节能管理制度,明确使用者的节能责任和义务,规范使用者的日常用能行为;建立激励机制,鼓励使用者积极参与节能行动;在建筑中提供便捷的节能设施和服务,方便使用者进行节能操作;设置节能宣传标语、发放节能手册、举办节能讲座等节能宣传教育活动,营造浓厚的节能氛围,让使用者了解节能的重要性,熟悉节能措施,提高节能意识,并将节能意识转化为自觉行动,为建设资源节约型、环境友好型社会做出积极贡献。

1.2.3 建筑围护结构节能技术

1. 围护结构能量损失

1) 热量传递的基本方式

自然界中热量传递的3种基本方式包括导热、对流和辐射。导热又称为热传导,是指

温度不同的物体各部分或温度不同的两物体间直接接触时,依靠分子、原子及自由电子等微观粒子热运动而进行的热量传递现象。对流是指流体各部分之间发生相对位移时,冷热流体相互掺混所引起的热量传递过程;对流传热则是指流体流过温度不同的固体壁面时的热量传递过程。辐射是指物体通过电磁波来传递能量的方式,物体会因各种原因发出辐射能,其中因热的原因而发出辐射能的过程称为热辐射。与导热和对流不同的是,热辐射不需要任何物质作媒介,可以在真空中传播。

2) 围护结构能量损失途径

由于室内外空间存在温差,通过建筑物的外围护结构存在热量传递现象。如果热工性能不良,围护结构各个部位都会产生大量的热损失,如图 1-2 所示。

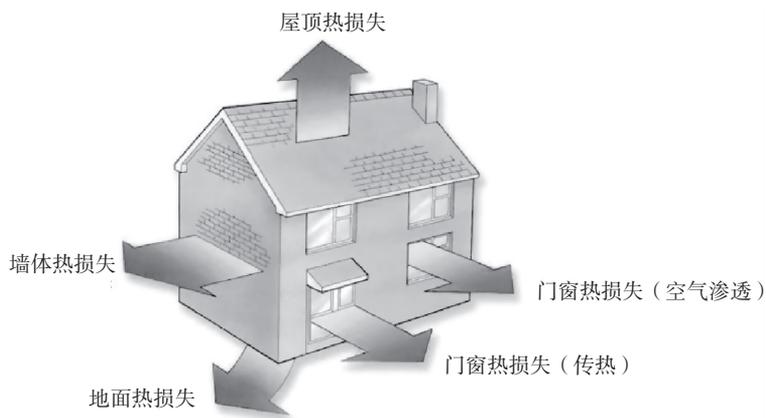


图 1-2 建筑围护结构能量损失途径

从图 1-2 中可以看出,建筑围护结构的能量(热量)损失主要来自以下 4 部分:墙体、门窗、屋顶以及地面。由于建筑使用性质不同、围护结构热工性能要求不同等原因,各部分能量损失所占的比例存在一定差异。建筑节能设计与施工应针对围护结构能量损失的重点部位,采取切实可行的节能技术与措施。

3) 围护结构传热过程分析

以围护结构中的外墙部位为例进行分析,通过围护结构的传热过程如图 1-3 所示,主要分为 3 个阶段。

(1) 围护结构表面吸热:内表面从室内空间吸热(冬季)或外表面从室外空间吸热(夏季),传热方式以辐射、对流为主。

(2) 围护结构本身传热:热量由结构的高温表面传向低温表面,传热方式以导热为主。

(3) 围护结构表面放热:外表面向室外空间放热(冬季)或内表面向室内空间放热(夏季),传热方式以辐射、对流为主。

实际传热过程往往是导热、对流和辐射 3 种基本传热方式综合作用的过程。在围护结构表面吸热和放热过程中,既有结构表面与周围空气之间的导热与对流传热,又有结构表面与周围其他表面间的辐射传热;在围护结构本身的传热过程中,实体材料层传热以导热为主,但由于大多数建筑材料都或多或少含有孔隙,而通过孔隙的传热方式包含导热、对流和辐射,因此围护结构本身的传热过程也是 3 种基本传热方式综合作用的过程。

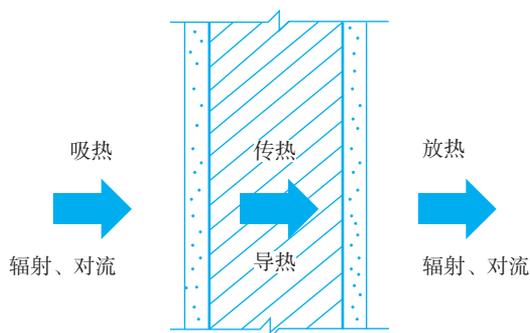


图 1-3 围护结构的传热过程分析

在建筑物室内外环境存在温差,尤其是温差较大的情况下,想要维持建筑物室内的热稳定性,使室内温度在设定的舒适范围内不作大幅度的波动,减少能源能耗,必须尽量减少通过建筑物外围护结构传递的热量。通过减小外围护结构的表面积,选用热导率较小的材料或热阻较大的构件,都能够有效减少通过外围护结构传递的热量。

2. 建筑节能材料选用

建筑材料是构成建筑工程实体的物质基础,建筑材料的选择对建筑节能有很大的影响。根据建筑节能设计要求合理选用节能型建筑材料,不仅能提高建筑的保温隔热性能,降低建筑能耗,从而减少能源消耗和碳排放,还能提高建筑品质,为人们提供绿色低碳、健康舒适的生活环境。尤其是新型建筑节能材料通常采用可再生或可循环利用的原材料制成,有利于节约资源、保护环境,提高资源利用效率。建筑节能材料的类型较多,主要包括新型节能墙体材料、保温隔热材料、节能玻璃等。

1) 新型节能墙体材料

新型节能墙体材料主要包括利用各类工业固体废弃物、建筑垃圾等非黏土资源作为原材料制成的砖、砌块和板材等。相对于黏土实心砖等高耗能传统墙材,新型节能墙体材料一般具有保护土地、低碳环保、节能利废、保温隔热、轻质高强、经济适用、改善建筑功能、增加房屋使用面积等显著优点,其中相当一部分品种属于绿色建材。

墙体材料由传统黏土制品向非黏土制品、单一功能向多功能复合、体小量重向轻质高强、手工操作生产向工业化和标准化生产转变是经济社会发展的必然趋势。推进墙体材料改革,加快发展以工业尾矿、粉煤灰、建筑渣土、煤矸石、冶金和化工废渣等固体废弃物为原料的新型墙材,无疑是保护耕地和生态环境,消纳工业固体废物,促进资源循环利用的重要措施。

(1) 砖类。砖类新型节能墙体材料主要包括:非黏土的烧结保温砖、复合保温砖、烧结多孔砖(图 1-4)、烧结空心砖(图 1-5);蒸压粉煤灰砖、蒸压粉煤灰多孔砖、蒸压粉煤灰空心砖、蒸压灰砂砖、蒸压灰砂多孔砖;承重混凝土多孔砖、非承重混凝土空心砖、装饰混凝土砖、混凝土实心砖等。

(2) 砌块类。砌块类新型节能墙体材料主要包括:蒸压加气混凝土砌块(图 1-6)、蒸压粉煤灰空心砌块、石膏砌块、自保温混凝土复合砌块、装饰混凝土砌块、轻集料混凝土小型

空心砌块、普通混凝土小型砌块(图 1-7)、粉煤灰混凝土小型空心砌块、复合保温砌块、建筑碎料小型空心砌块、烧结保温砌块、烧结多孔砌块、烧结空心砌块等。



图 1-4 煤矸石烧结多孔砖

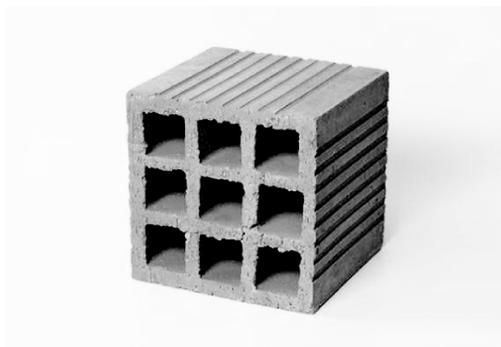


图 1-5 煤矸石烧结空心砖



图 1-6 蒸压加气混凝土砌块

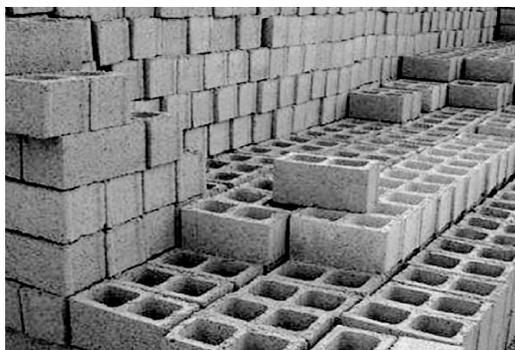


图 1-7 普通混凝土小型砌块

(3) 板材类。板材类新型节能墙体材料主要包括:蒸压加气混凝土板(图 1-8)、钢筋陶粒混凝土轻质隔墙条板(图 1-9)、玻璃纤维增强水泥轻质多孔隔墙条板、玻璃纤维增强水泥外墙板、石膏空心条板、纸面石膏板、纤维增强低碱度水泥建筑平板、建筑用金属面绝热夹芯板(图 1-10)、纤维水泥夹芯复合墙板、纤维增强硅酸钙板(图 1-11)、维纶纤维增强水泥平板等。



图 1-8 蒸压加气混凝土板



图 1-9 钢筋陶粒混凝土轻质隔墙条板



图 1-10 建筑用金属面绝热夹芯板



图 1-11 纤维增强硅酸钙板

2) 保温隔热材料

在建筑工程中,通常把用于控制室内热量外流的材料称为保温材料,把防止室外热量流入室内的材料称为隔热材料。建筑保温隔热材料大多是轻质、疏松、多孔或呈纤维状,其品种较多,按材质可以分为有机保温隔热材料和无机保温隔热材料两大类。

有机保温隔热材料以泡沫塑料为主,泡沫塑料一般是以合成树脂为基料,加入适当的发泡剂、催化剂和稳定剂等辅助材料,经发泡制成,具有轻质、保温、隔热、吸声、防震等性能。常见的泡沫塑料有聚苯乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料、聚乙烯泡沫塑料、脲醛泡沫塑料、酚醛泡沫塑料等。无机保温隔热材料的防火性能、强度及耐久性一般优于有机保温隔热材料,常见的无机保温隔热材料有岩棉、矿渣棉、玻璃棉、陶瓷纤维、膨胀蛭石、膨胀珍珠岩、膨胀玻化微珠、泡沫玻璃等。以下主要介绍其中 8 种。

(1) 聚苯乙烯泡沫塑料。聚苯乙烯泡沫塑料是以聚苯乙烯树脂为基料,加入发泡剂等辅助材料,经加热发泡而成的轻质材料。根据生产工艺的不同,聚苯乙烯泡沫塑料板材可以分为模塑聚苯板和挤塑聚苯板。模塑聚苯板(图 1-12)是由可发性聚苯乙烯珠粒经加热预发泡后在模具中加热成型而制得的具有闭孔结构的聚苯乙烯泡沫塑料板材,包含 033 级和 039 级,简称 EPS 板(expanded polystyrene board)。挤塑聚苯板(图 1-13)是以聚苯乙烯树脂或其共聚物为主要成分,加入少量添加剂,通过加热挤塑成型而制得的具有闭孔结构的硬质泡沫塑料板材,简称 XPS 板(extruded polystyrene board)。

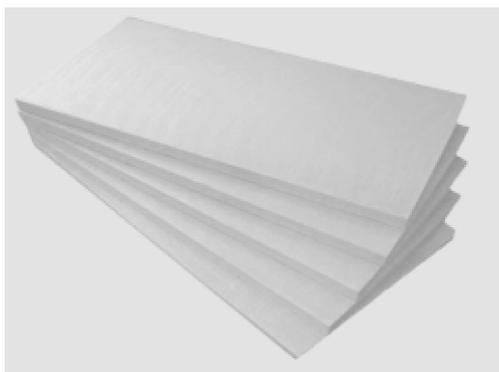


图 1-12 模塑聚苯板(EPS)

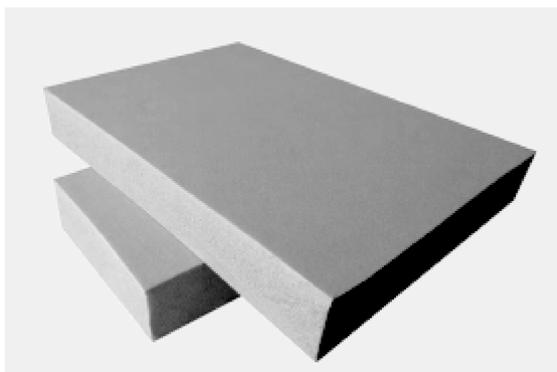


图 1-13 挤塑聚苯板(XPS)

(2) 聚氨酯泡沫塑料。聚氨酯泡沫塑料是异氰酸酯和羟基化合物经聚合发泡制成,按硬度一般可以分为硬质泡沫塑料、软质泡沫塑料和半硬质泡沫塑料等。硬泡聚氨酯是由多亚甲基多苯基多异氰酸酯和多元醇及助剂等反应制成的以聚氨基甲酸酯结构为主的硬质泡沫塑料。以硬泡聚氨酯(包括聚氨酯硬质泡沫塑料和聚异氰脲酸酯硬质泡沫塑料)为芯材,在工厂制成的、双面带有界面层的板材,简称 PUR(polyurethane)板(图 1-14)。

(3) 胶粉聚苯颗粒保温浆料。胶粉聚苯颗粒保温浆料(图 1-15)是由可再分散胶粉、无机胶凝材料、外加剂等制成的胶粉料与作为主要骨料的聚苯颗粒复合而成的,可直接作为保温层材料的胶粉聚苯颗粒浆料,简称保温浆料。



图 1-14 硬泡聚氨酯板



图 1-15 胶粉聚苯颗粒保温浆料

(4) 岩棉。岩棉又称岩石棉,是矿物棉的一种。岩棉是以天然岩石如玄武岩、辉绿岩、白云石、铁矿石、铝矾土等为主要原料,经高温熔化、纤维化而制成的蓬松状短细无机质纤维,具有质轻、不燃(A级)、热导率小、吸声性能好、化学稳定性好、强度高、绝热性能好、工作温度高等优点,广泛应用于建筑和工业装备、管道、窑炉的绝热、防火、吸声和抗震等。岩棉纤维加入适量热固性树脂胶黏剂及憎水剂,经压制、固化和切割等加工过程可制成如图 1-16 所示的岩棉板。图 1-17 所示为插丝岩棉板。



图 1-16 岩棉板



图 1-17 插丝岩棉板

【思考】 建筑材料的燃烧性能等级如何划分? 用于建筑外墙的保温材料,其燃烧性能等级有什么要求?

(5) 矿渣棉。矿渣棉是采用高炉矿渣等工业废渣为主要原料,经熔化、纤维化而制成

的无机质纤维,具有质轻、热导率小、不燃烧、防蛀、价廉、耐腐蚀、化学稳定性好、吸声性能好等特点。

(6) 玻璃棉。玻璃棉是采用石英砂、白云石等天然矿石为主要原料,配以其他化工原料熔制玻璃,并在熔融状态下,借助外力制成纤维状材料。玻璃棉制品有玻璃棉毡、玻璃棉板、玻璃棉带、玻璃棉毯以及玻璃棉保温管等。

(7) 膨胀蛭石。蛭石是一种天然无机矿物质,由云母类矿物经风化而成,具有层状结构。生蛭石片经过高温焙烧后,其体积能迅速膨胀数倍至数十倍,体积膨胀后的蛭石为膨胀蛭石(图 1-18)。膨胀蛭石具有较强的保温隔热能力,可松散铺设,用作绝热、隔声材料,也可与水泥、水玻璃等胶凝材料配合,制成蛭石保温板(图 1-19)。



STP 真空
绝热板



图 1-18 膨胀蛭石



图 1-19 蛭石保温板

(8) 无机轻集料保温砂浆。无机轻集料保温砂浆以憎水型膨胀珍珠岩、膨胀玻化微珠、闭孔珍珠岩、陶砂等无机轻集料为保温材料,以水泥或其他水硬性无机胶凝材料为主要胶结料,并掺加高分子聚合物及其他功能性添加剂而制成的建筑保温干混砂浆。

3) 节能玻璃

玻璃是建筑门窗最常用的镶嵌材料,常见的节能玻璃有吸热玻璃、热反射玻璃、低辐射玻璃、中空玻璃、真空玻璃等类型。

(1) 吸热玻璃。吸热玻璃通常是在普通玻璃原料中加入具有吸热性能的着色剂或在平板玻璃表面喷镀一层或多层金属或金属氧化物薄膜而制成。在保持较高可见光透过率的同时,吸热玻璃能吸收大量红外线辐射能,并将其转化为热能(玻璃本身温度升高),热能又以导热、对流和辐射等方式向室外散发出去,从而减少进入室内的太阳辐射能量,在炎热的季节有利于降低室内温度,减少空调能耗,达到节能的效果。

(2) 热反射玻璃。热反射玻璃是一种对太阳能有较强反射作用的镀膜玻璃,又称为阳光控制镀膜玻璃。其表面镀有一层或多层金属或金属氧化物薄膜,这些膜层对太阳能有一定的反射效果,从而将大部分太阳能吸收和反射出去,减少进入室内的太阳辐射能量。

(3) 低辐射玻璃。低辐射玻璃,简称 Low-E 玻璃,是一种具有较高可见光透过率和良好热阻性能的低辐射镀膜玻璃。在高质量的浮法玻璃基片表面上镀有金属或金属氧化物薄膜的低辐射涂层,使其对远红外线具有双向反射作用,当来自太阳或室内热源的远红外线(热能)撞击低辐射玻璃时,会被反射回原来的空间。低辐射玻璃在夏季能有效减少进入

室内的太阳辐射能,降低制冷负荷;在冬季能有效阻挡室内热量流失,减少供暖能耗,节能效果显著。图 1-20 所示为低辐射玻璃冬季保温示意图。

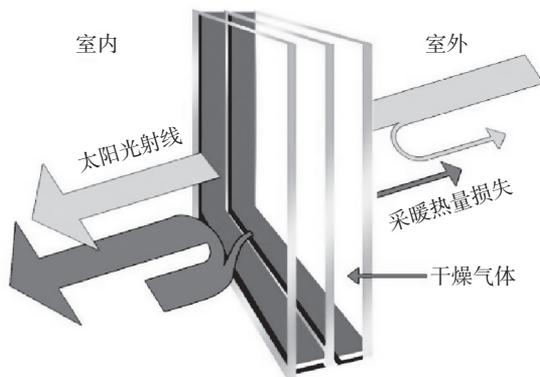


图 1-20 低辐射玻璃冬季保温示意图

(4) 中空玻璃。中空玻璃是将两片或多片玻璃以有效支撑均匀隔开并对周边粘接密封,使各玻璃层之间形成有一定厚度空腔的特殊玻璃制品,其空腔内部可以填充空气或惰性气体,如图 1-21 所示。中空玻璃具有较好的保温隔热以及隔声降噪能力,在建筑节能领域应用广泛。

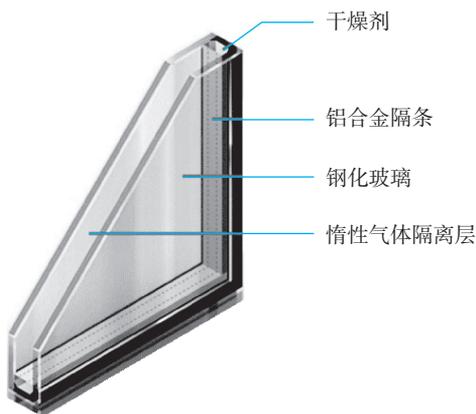


图 1-21 双层中空玻璃



图 1-22 真空玻璃

【思考】某项目选用的外窗类型为:70 系列隔热型材铝合金平开窗 5Low-E+12A+5+12A+5,试分析该窗型中字母和数字的含义。

(5) 真空玻璃。真空玻璃一般是由两片玻璃组合而成,玻璃周边密封,中间以微小支撑物隔开,两片玻璃间隙非常小,抽真空后形成密闭真空层,如图 1-22 所示。真空层阻断了导热和对流传热过程,与传统的单层玻璃、中空玻璃相比具有更好的保温隔热、隔声抗噪和防结露功能。

【知识链接】你听说过气凝胶玻璃吗?气凝胶轻质柔软,既隔热又隔音,且耐高温,将其填充在中空玻璃的空腔内可以制成节能效果显著的气凝胶玻璃。



神奇“蓝烟”
气凝胶

3. 外墙节能技术

外墙是建筑物保温隔热的重要围护构件。提高建筑物外墙的保温隔热能力,通常有两个途径:一是增加外墙的墙体厚度,二是降低外墙的平均传热系数。单纯增加建筑物的外墙厚度,势必会增加外墙的自重以及建筑材料的消耗量;从节能角度出发,可以通过选择热导率小的建筑材料或合理设计墙体构造来降低外墙的平均传热系数。

外墙保温可以有效阻隔室内外热量的传递,减少热桥效应,能够节约能源、降低能耗,改善室内热湿环境。外墙保温构造方案通常包括单设保温层、使用封闭(带铝箔)的空气间层、保温层与承重层合二为一以及复合构造等。外墙保温层可以选择设置在墙体外侧、墙体中间或者墙体内侧。

1) 外墙外保温构造形式

根据《外墙外保温工程技术标准》(JGJ 144—2019),外墙外保温系统构造形式主要包括粘贴保温板薄抹灰外保温系统、胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统、EPS 板现浇混凝土外保温系统、EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统、胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统、现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统等。

(1) 粘贴保温板薄抹灰外保温系统。如图 1-23 所示,粘贴保温板薄抹灰外保温系统应由黏结层、保温层、抹面层和饰面层构成。黏结层材料应为胶黏剂;保温层材料可为 EPS 板、XPS 板和 PUR 板;抹面层材料应为抹面胶浆,抹面胶浆中满铺玻纤网;饰面层可为涂料或饰面砂浆。

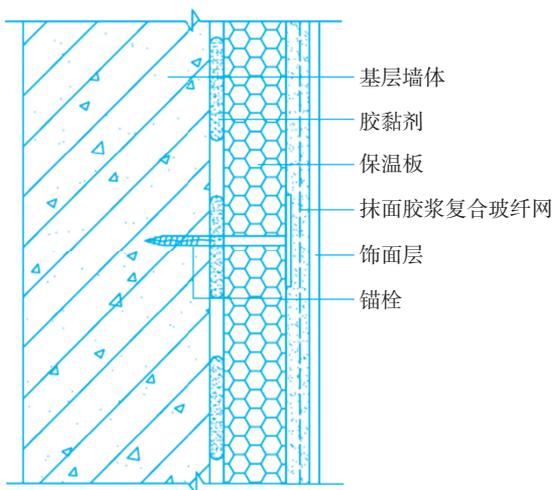


图 1-23 粘贴保温板薄抹灰外保温系统

当粘贴保温板薄抹灰外保温系统做找平层时,找平层应与基层墙体黏结牢固,不得有脱层、空鼓、裂缝,面层不得有粉化、起皮、爆灰等现象。

保温板应采用点框粘法或条粘法固定在基层墙体上, EPS 板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的 40%, 并宜使用锚栓辅助固定。XPS 板和 PUR 板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的 50%, 并应使用锚栓辅助固定。受负风压作用较大的部位宜增加锚栓辅助固定。

保温板宽度不宜大于 1200mm, 高度不宜大于 600mm。保温板应按顺砌方式粘贴, 竖

缝应逐行错缝。保温板应粘贴牢固,不得有松动,墙角处保温板应交错互锁。门窗洞口四角处保温板不得拼接,应采用整块保温板切割成形。

【思考】近年来,部分地区发布了有关禁限使用薄抹灰外墙外保温系统的通知,推广使用建筑保温与结构一体化技术。试分析禁限原因及禁限范围。

(2) 胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统。如图 1-24 所示,胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统由界面层、保温层、抹面层和饰面层构成。界面层材料为界面砂浆;保温层材料为胶粉聚苯颗粒保温浆料,经现场拌和均匀后抹在基层墙体上;抹面层材料应为抹面胶浆,抹面胶浆中满铺玻纤网;饰面层可为涂料或饰面砂浆。

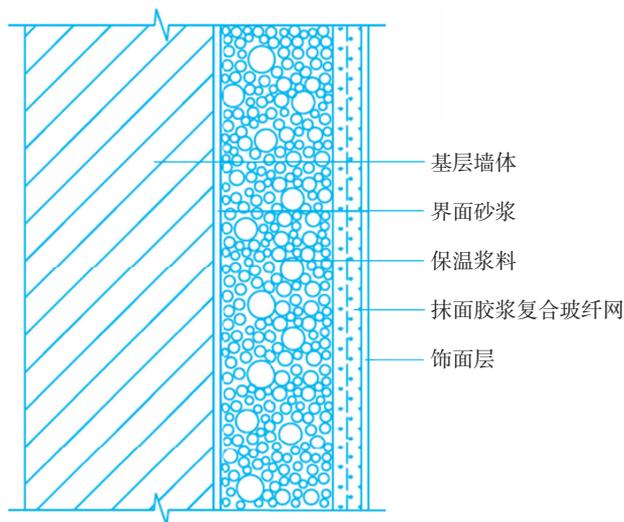


图 1-24 胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统

胶粉聚苯颗粒保温浆料保温层设计厚度不宜超过 100mm,宜分遍抹灰,每遍间隔应在前一遍保温浆料终凝后进行,每遍抹灰厚度不宜超过 20mm。第一遍抹灰应压实,最后一遍应找平,并应搓平。

(3) EPS 板现浇混凝土外保温系统。如图 1-25 所示, EPS 板现浇混凝土外保温系统以现浇混凝土外墙作为基层墙体, EPS 板为保温层, EPS 板内表面(与现浇混凝土接触的表面)开有凹槽,内外表面均应满涂界面砂浆。施工时应将 EPS 板置于外模板内侧,并安装辅助固定件。EPS 板表面应做抹面胶浆抹面层,抹面层中满铺玻纤网;饰面层可为涂料或饰面砂浆。

EPS 板宽度宜为 1200mm,高度宜为建筑物层高,进场前 EPS 板内外表面应预喷刷界面砂浆。水平分隔缝宜按楼层设置;垂直分隔缝宜按墙面面积设置,在板式建筑中不宜大于 30m²,在塔式建筑中宜留在阴角部位。

EPS 板现浇混凝土外保温系统宜采用钢制大模板施工。混凝土墙外侧钢筋保护层厚度应符合设计要求;混凝土一次浇注高度不宜大于 1m;混凝土应振捣密实均匀,墙面及接搓处应光滑、平整;混凝土结构验收后,保温层中的穿墙螺栓孔洞应使用保温材料填塞, EPS 板缺损或表面不平整处宜使用胶粉聚苯颗粒保温浆料修补和找平。

(4) EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统。如图 1-26 所示, EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统以现浇混凝土外墙为基层墙体, EPS 钢丝网架板为保温层,钢丝网架板

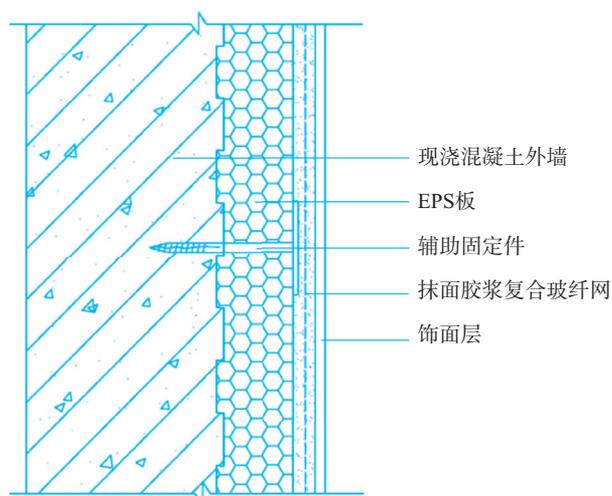


图 1-25 EPS 板现浇混凝土外保温系统

中的 EPS 板外侧开有凹槽。施工时,将钢丝网架板置于外墙外模板内侧,并在 EPS 板上安装辅助固定件。钢丝网架板表面应涂抹掺外加剂的水泥砂浆抹面层,外表可做饰面层。EPS 钢丝网架板每平方米应斜插腹丝 100 根,钢丝均采用低碳热镀锌钢丝。

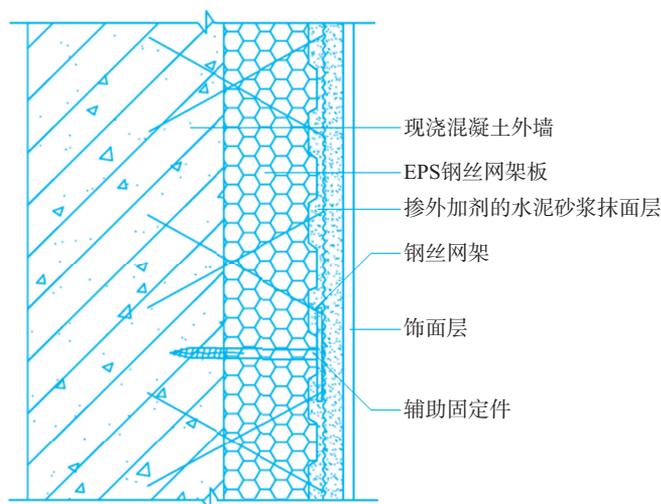


图 1-26 EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统

EPS 钢丝网架板构造设计和施工安装应注意现浇混凝土侧压力影响,抹面层应均匀平整且厚度不宜大于 25mm,钢丝网应完全包覆于抹面层中。

EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统应采用钢制大模板施工, EPS 钢丝网架板和辅助固定件安装位置应准确。混凝土墙外侧钢筋保护层厚度应符合设计要求。辅助固定件每平方米不应少于 4 个,锚固深度不得小于 50mm。板竖缝处应连接牢固。阳角及门窗洞口等处应附加钢丝角网,附加的钢丝角网应与原钢丝网架绑扎牢固。在每层层间预留水平分隔缝,分隔缝宽度为 15~20mm。分隔缝处的钢丝网和 EPS 板应断开,抹灰前应嵌入塑

料分隔条或泡沫塑料棒,外表应用建筑密封膏嵌缝。垂直分隔缝宜按墙面面积设置,在板式建筑中不宜大于 30m^2 ,在塔式建筑中宜留在阴角部位。

(5) 胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统。如图 1-27 所示,胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统由界面砂浆层、胶粉聚苯颗粒贴砌浆料层、EPS 板保温层、胶粉聚苯颗粒贴砌浆料层、抹面层和饰面层构成。抹面层中应满铺玻纤网,饰面层可为涂料或饰面砂浆。

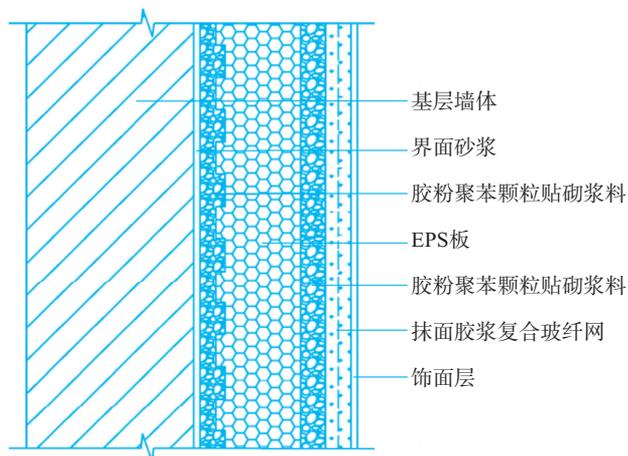


图 1-27 胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统

EPS 板与基层墙体的粘贴面上宜开设凹槽;板材应使用贴砌浆料砌筑在基层墙体上,板间灰缝宽度宜为 10mm ,灰缝中的贴砌浆料应饱满;EPS 板贴砌完成 24h 之后,应采用胶粉聚苯颗粒贴砌浆料进行找平,找平层厚度不宜小于 15mm ;找平层施工完成 24h 之后,应进行抹面层施工。

(6) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统。现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统应由界面层、现场喷涂硬泡聚氨酯保温层、界面砂浆层、找平层、抹面层和饰面层组成,如图 1-28 所示。抹面层中应满铺玻纤网,饰面层可为涂料或饰面砂浆。

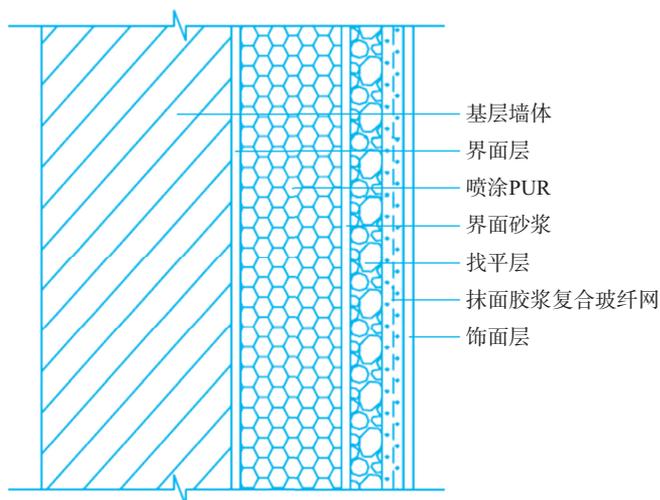


图 1-28 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统

喷涂硬泡聚氨酯时,施工环境温度不宜低于 10°C ,风力不宜大于三级,空气相对湿度宜小于 85% ,不应在雨天、雪天施工。当喷涂硬泡聚氨酯施工中途下雨、下雪时,作业面应采取遮盖措施。

阴阳角及不同材料的基层墙体交接处应采取适当方式喷涂,保温层应连续不留缝。喷涂厚度每遍不宜大于 15mm 。当需进行多层喷涂作业时,应在已喷涂完毕的硬泡聚氨酯保温层表面不粘手后进行下一层喷涂。当日的施工作业面应当日连续喷涂完毕。喷涂过程中应保持硬泡聚氨酯保温层表面平整度,喷涂完毕后保温层平整度偏差不宜大于 6mm 。应及时抽样检验硬泡聚氨酯保温层的厚度,最小厚度不得小于设计厚度。应在硬泡聚氨酯喷涂完工 24h 后进行下道工序施工。硬泡聚氨酯保温层的表面找平宜采用轻质保温浆料。喷涂时应采取遮挡或保护措施,避免建筑物的其他部位和施工场地周围环境受污染,并应对施工人员进行劳动保护。

2) 外墙内保温构造形式

内保温系统(图 1-29)可单独应用于建筑墙体,也可与外墙外保温系统结合使用。采用建筑内外结合保温时,内保温材料和外保温材料不得同时为有机材料。寒冷地区建筑的建筑外墙单独采用内保温系统时,难以满足节能要求,应与外保温系统结合使用;夏热冬冷地区的建筑外墙可以单独采用内保温系统,也可以采用内保温与外保温相结合的系统以满足较高的节能要求;或与装配式建筑中的预制外挂墙板结合使用。



图 1-29 内保温系统

外墙内保温构造形式包括复合板内保温系统、保温板内保温系统、保温砂浆内保温系统、喷涂硬泡聚氨酯内保温系统以及玻璃棉、岩棉、喷涂硬泡聚氨酯龙骨固定内保温系统等多种形式。

4. 门窗节能技术

门窗是建筑外围护结构的开口部位,相对于外墙、屋面和地面等部位,门窗的保温隔热性能较弱。尤其在供暖地区,通过门窗的热损失在建筑物的总热损失中所占的比例较大。因此,增强门窗的保温隔热性能,减少门窗能耗,是改善室内热环境质量和提高建筑节能水平的重要环节。除此之外,门窗还承担着隔绝与沟通室内外两种环境的任务,不仅要求具有良好的保温隔热性能,同时应具有采光、通风、装饰、隔声、防火等多种功能。

门窗节能的主要措施包括以下几种。



外墙自保温



外墙夹心保温

1) 控制窗墙面积比

外门窗的传热系数一般情况下大于外墙的传热系数,因此从节能角度考虑,应尽量减少开窗面积。根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021),居住建筑的窗墙面积比应符合表 1-1 的规定;其中,每套住宅应允许一个房间在一个朝向上的窗墙面积比不大于 0.6。

表 1-1 居住建筑窗墙面积比限值

朝 向	窗墙面积比				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和 A 区
北	≤0.25	≤0.30	≤0.40	≤0.40	≤0.40
东、西	≤0.30	≤0.35	≤0.35	≤0.30	≤0.35
南	≤0.45	≤0.50	≤0.45	≤0.40	≤0.50

2) 选择适宜的窗型

根据窗户的打开方式不同,常见的窗户类型分为平开窗(图 1-30)、推拉窗(图 1-31)以及固定窗等,窗型对门窗的节能效果影响显著。



图 1-30 平开窗



图 1-31 推拉窗

推拉窗采用装有滑轮的窗扇在窗框的轨道上来回滑动启闭,窗扇与窗框之间存在较大的空隙,窗扇上下都会形成比较明显的空气对流,热冷空气的对流形成较大的热损失。即使采用节能效果好的框扇材料也难以达到较好的节能效果,因此推拉窗不属于节能窗型。

平开窗的窗扇和窗框间一般采用性能良好的橡胶做密封压条。窗扇关闭后,密封橡胶压条压得很紧,几乎没有空隙,很难形成对流,避免了对流传热损失。这种窗型的热量损失主要是玻璃、窗框和窗扇型材的热传导和热辐射,这种传热损失比对流损失小很多,因此,平开窗比推拉窗有明显的节能优势。

固定窗的窗框嵌在墙体内,玻璃直接安在窗框上,玻璃周边和窗框的接触部分用密封胶密封,有良好的水密性和气密性,完全消除了空气对流影响,避免了因对流换热导致的热损失。因此,从节能角度考虑,固定窗是节能效果最理想的窗型。但是由于固定窗不能开启,不具备通风功能,一般用于功能性场景或与平开窗等可开启的窗型组合使用。

3) 选择节能门窗材料

建筑门窗一般由门窗框扇材料(型材)、镶嵌材料(玻璃)、五金配件和密封材料等构成。框扇材料的导热面积虽然不大,但如果选材不当,其传热损失较大,会影响门窗整体的节能效果。断桥铝合金(图 1-32)、塑料、木材(图 1-33)、铝木复合(图 1-34)、铝塑复合和玻璃钢等材料制成的框扇材料导热系数均较低,是节能门窗经常使用的框扇材料。这些框扇材料配以镀膜玻璃、中空玻璃等节能型玻璃可以取得显著的节能效果。

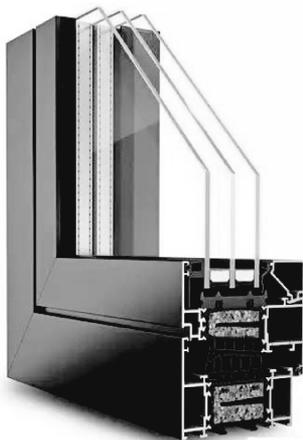


图 1-32 断桥铝合金

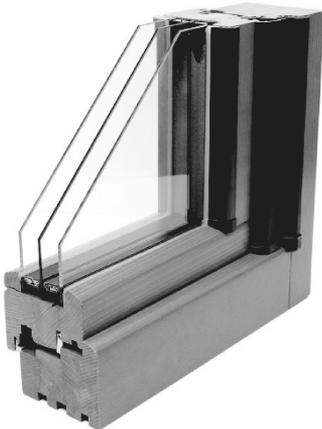


图 1-33 木材



图 1-34 铝木复合

4) 提高门窗的气密性

门窗的气密性是指门窗可开启部分在关闭状态下阻止空气渗透的能力。门窗密封性能不良时,空气会通过门窗缝隙自由流通,导致能量损失。因此,提高门窗的气密性是降低门窗能耗的重要途径之一。

根据《建筑幕墙、门窗通用技术条件》(GB/T 31433—2015),门窗气密性能以单位缝长空渗透量 q_1 或单位面积空气渗透量 q_2 为分级指标,门窗气密性能分级应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 门窗气密性能分级

分级	分级指标值 q_1 [$\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$]	分级指标值 q_2 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	分 级	分级指标值 q_1 [$\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$]	分级指标值 q_2 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]
1	$3.5 < q_1 \leq 4.0$	$10.5 < q_2 \leq 12$	5	$1.5 < q_1 \leq 2.0$	$4.5 < q_2 \leq 6.0$
2	$3.0 < q_1 \leq 3.5$	$9.0 < q_2 \leq 10.5$	6	$1.0 < q_1 \leq 1.5$	$3.0 < q_2 \leq 4.5$
3	$2.5 < q_1 \leq 3.0$	$7.5 < q_2 \leq 9.0$	7	$0.5 < q_1 \leq 1.0$	$1.5 < q_2 \leq 3.0$
4	$2.0 < q_1 \leq 2.5$	$6.0 < q_2 \leq 7.5$	8	$q_1 \leq 0.5$	$q_2 \leq 1.5$

注:第 8 级应在分级后同时注明具体分级指标值。

【查一查】 查找你所在地区民用建筑的外窗气密性能等级要求。

5) 采取建筑遮阳措施

建筑遮阳是建筑节能的一项重要技术措施,主要针对暴露在太阳辐射下的外门窗、屋面、外墙,尤其是透明墙体等外围护结构设置。建筑遮阳能有效地减少太阳辐射,避免阳光

直射和室内过热,改善室内光热环境质量。在炎热地区设置遮阳系统对降低建筑能耗,提高室内的舒适性有显著的效果。

建筑遮阳有绿化遮阳、建筑自遮阳和附加遮阳等方式。

如图 1-35 所示,绿化遮阳是利用攀缘植物的特性在建筑外表面形成有效的保护层,是一种经济节能又美观的遮阳形式。遮阳用的绿色植物还能吸收温室气体,美化城市环境,减少热岛效应。

如图 1-36 所示,建筑自遮阳是利用建筑形体或构件的变化形成对建筑自身的遮挡,使建筑的局部墙体、屋顶或窗户等部分置于阴影区中,减少对太阳辐射能的吸收。



图 1-35 绿化遮阳



图 1-36 建筑自遮阳

附加遮阳主要有外遮阳和内遮阳两种类型,内遮阳是指在窗口内侧设置百叶帘、卷帘、竹帘、布艺窗帘等遮阳设施,避免阳光直射进入室内,达到遮阳、遮光、调光以及调节室内温度的效果。外遮阳是在窗口外侧设置遮阳板、遮阳帘等遮阳设施,附加遮阳板的外遮阳形式主要包括水平遮阳、垂直遮阳、综合式遮阳和挡板式遮阳。如图 1-37 所示,水平遮阳是在窗口上方设置一定宽度的水平方向的遮阳板,能够遮挡从窗口上方照射下来的阳光,适用于南向及偏南向、北回归线以南的低纬度地区的北向及偏北向窗口;垂直遮阳是在窗口两侧设置垂直方向的遮阳板,能够遮挡从窗口两侧斜射过来的阳光,适用于偏东、偏西的南向或北向窗口;综合式遮阳是水平遮阳和垂直遮阳的组合形式,能够遮挡从窗口上方及两侧射入的阳光,适用于南向、东南向及西南向的窗口;挡板式遮阳是在窗口前方离开窗口一定距离设置与窗口平行的垂直挡板,可以有效遮挡高度角较小的正射窗口的阳光,适用于西向、东向及其附近的窗口。

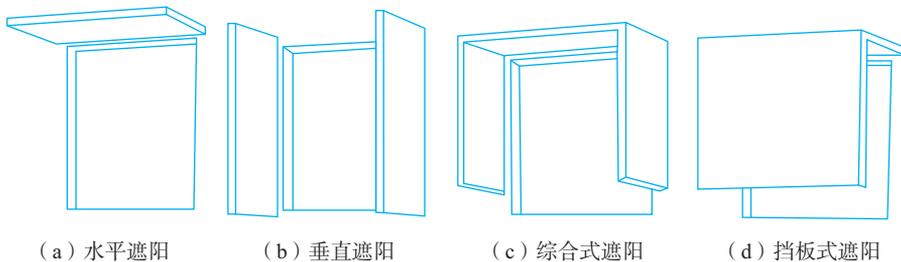


图 1-37 附加遮阳(外遮阳)

5. 幕墙节能技术

建筑幕墙是由面板(玻璃、石材、铝板等)与支承结构体系组成的、可相对主体结构有一定位移能力或自身有一定变形能力、不承担主体结构所受作用的建筑外围护墙。幕墙节能的主要途径包括控制幕墙面积、选择节能幕墙材料、提高幕墙气密性、设置遮阳系统、采用双层幕墙或其他新型节能幕墙等。

双层幕墙,又称呼吸式幕墙、热通道幕墙,主要由内外两道幕墙、遮阳系统和通风装置等组成。内外两道幕墙之间形成一个相对封闭的空间,即热通道,其下部设有进风口,上部设有排风口,可控制空气在其中的流动状态,通道内也可设置百叶等遮阳装置。与传统幕墙相比,双层幕墙在防尘通风、保温隔热、合理采光、隔声降噪、防止结露、安全便利等方面的优势明显。按照通风原理,双层幕墙可以分为自然通风系统(外循环式双层幕墙)和机械通风系统(内循环式双层幕墙)。

1) 外循环式双层幕墙

如图 1-38 所示,外循环式双层幕墙利用“烟囱效应”和“温室效应”原理,可以保证室内“冬暖夏凉”,减少能源消耗。

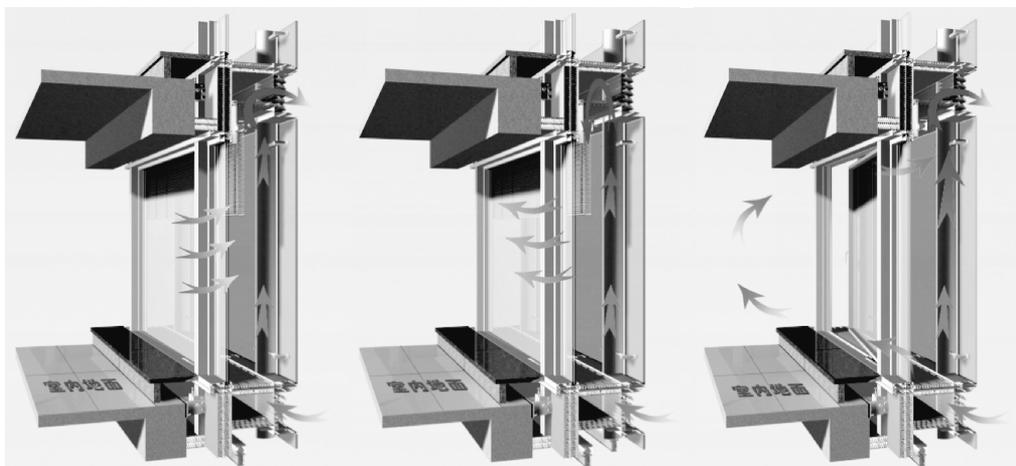


图 1-38 外循环式双层幕墙

夏季,打开双层幕墙中间热通道的通风口,在阳光照射下,通道中空气温度升高自然上浮,形成自下而上的空气流,在“烟囱效应”的作用下带走通道内的热量,从而降低内层玻璃表面的温度,减少室内空调能耗。冬季,关闭热通道两端的通风口,通道中的空气在阳光照射下温度升高,在“温室效应”的作用下,内层玻璃的温度升高,从而减少室内采暖能耗。春秋过渡季节,可根据需要打开内层门窗以及通风装置引入室外新鲜空气,进行通风换气。

2) 内循环式双层幕墙

如图 1-39 所示,内循环式双层幕墙的外层幕墙完全封闭,在靠近室内的幕墙底部设有排风口,在房间的天花板处设有进气口,打开进气和排气系统,空气就会在室内有序流动,室外新鲜空气通过进风系统进入房间,室内污浊空气则通过中间热通道经排风道排出室外。对于室外阳光辐射在热通道空气层中产生的热量,也会直接排出室外。内循环式双层幕墙的空气循环需要依靠机械通风系统,而且通过控制进风量大小,可以控制室内温湿度,

保证室内良好的热湿环境。为了提高节能效果,通道内还可以设置电动百叶和电动卷帘。

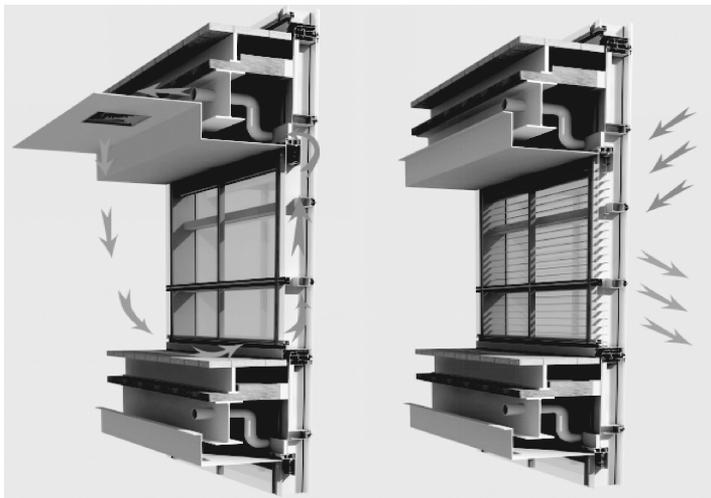


图 1-39 内循环式双层幕墙

6. 屋面节能技术

屋面节能是建筑节能的重要环节,减少通过屋面的热损失,降低屋面能耗对于降低建筑整体能耗意义重大。屋面节能的主要措施包括合理设计屋面构造型式、选用屋面节能材料、加强屋面通风、采用生态型节能屋面等。

1) 屋面保温构造

屋面保温与外墙保温类似,也可以采用外保温、内保温、夹心保温、自保温等多种形式。目前比较常见的是外保温屋面,外保温屋面将保温材料铺设在屋面楼板的外侧,由此保护主体结构不至于受到过大的温度应力,从而保证整个屋面的热工性能。

如图 1-40 所示,常见的屋面保温构造形式有正置式屋面和倒置式屋面两大类。正置式屋面的基本构造层次为结构层、保温层、防水层,其保温层设置在结构层之上、防水层之下,当室内湿气有可能透过结构层进入保温层时,还应在结构层与保温层之间加设隔气层。倒置式屋面的基本构造层次为结构层、防水层、保温层,保温层位于防水层之上,不受防水层保护,因此,倒置式屋面的保温材料应选用憎水性材料。

2) 架空隔热屋面

如图 1-41 所示,架空隔热屋面是在屋面防水层上采用薄型制品架设一定高度的空间,形成可以通风的空气间层。一方面利用通风间层的外层遮挡阳光,避免太阳辐射能直接作用在围护结构上;另一方面利用风压或热压作用下的自然通风,带走层间表面的热量,从而减少室外热作用对室内的影响,提高屋面的隔热能力。

架空屋面常用于夏热冬冷地区和夏热冬暖地区,尤其是在炎热多雨的夏季,架空屋面的隔热效果更为显著。

3) 蓄水隔热屋面

如图 1-42 所示,蓄水隔热屋面一般是在檐口形式为女儿墙的平屋顶上蓄积一定深度的水而形成的。蓄水屋面的隔热原理:一方面,利用水分的蒸发作用以及水面对太阳辐射

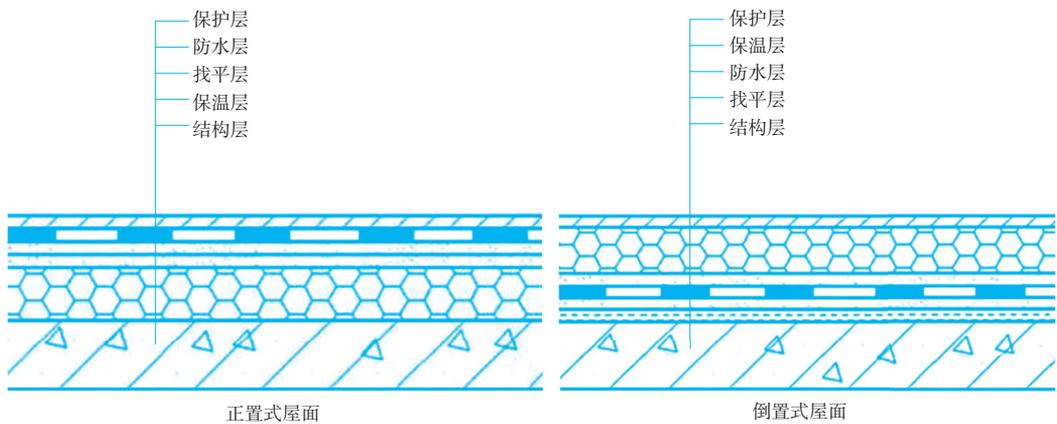


图 1-40 屋面保温构造示意图

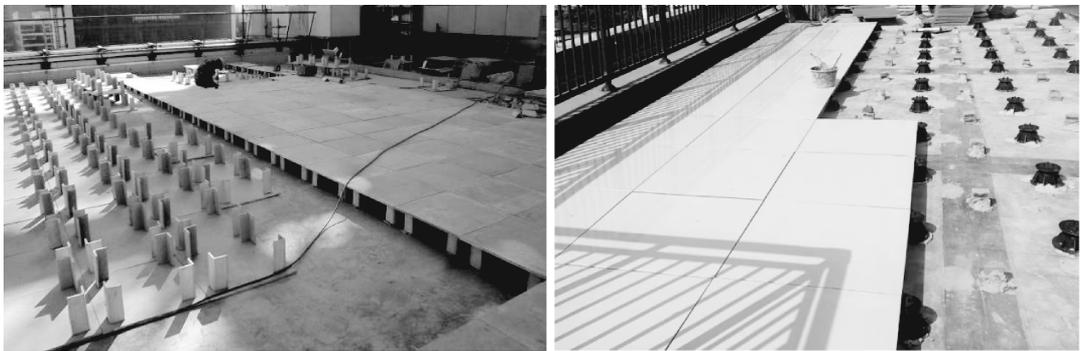


图 1-41 架空隔热屋面

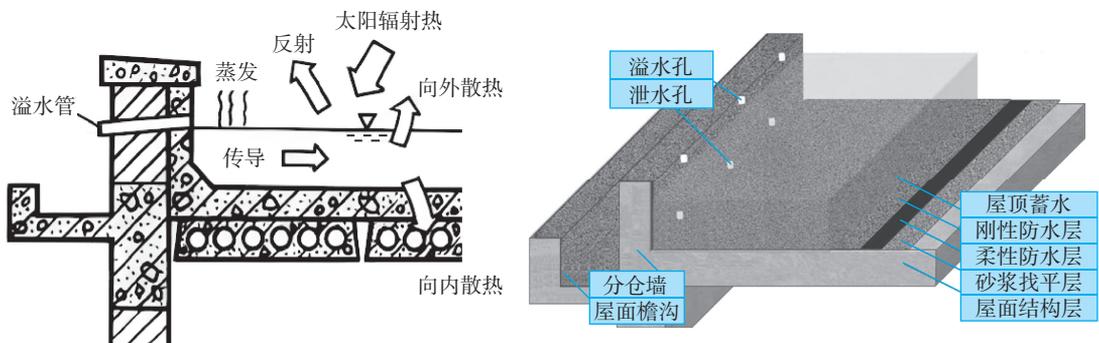


图 1-42 蓄水隔热屋面

能的反射作用,带走大量到达屋面的太阳辐射热量,减少通过屋面传递到室内的热量,降低屋面内表面温度;另一方面,水的比热容较大,蓄热能力强,热稳定性好,能有效延迟和衰减室外综合温度对室内热环境的影响。

如果在水面养殖水浮莲等浮生植物,利用植物的光合作用和植物叶片的遮阳作用,蓄水屋面的隔热效果更显著。另外,蓄水层在冬季也有一定的保温作用。

4) 种植屋面

如图 1-43 所示,种植屋面在传统屋面构造基础上增加了蓄排水层、过滤层和种植土层,利用屋面植被的蒸腾和光合作用,吸收太阳辐射能,达到降温隔热的目的。

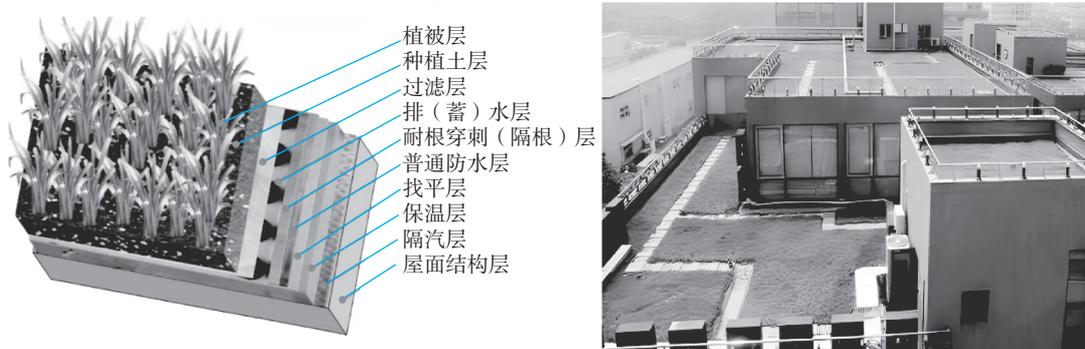


图 1-43 种植屋面

种植屋面可分为覆土种植屋面和无土种植屋面两种类型。覆土种植屋面是在屋面上覆盖一定厚度的种植土壤;无土种植屋面是利用水渣、蛭石、锯末等松散材料代替土壤作为种植层,可以减轻屋面荷载,提高屋面隔热保温效果。种植屋面从种植形式上又可以分为简单式种植屋面和花园式种植屋面。简单式种植屋面仅以地被植物和低矮灌木绿化屋面;花园式种植屋面以乔木、灌木和地被植物绿化,并设有亭台、园路、园林小品和水池、小溪等,可供人们休闲娱乐。种植屋面可有效增加建筑物的隔热性能,降低能耗,同时还能改善城市环境面貌,减少城市“热岛效应”,完善城市生态系统。

7. 楼地面节能技术

楼地面是楼面和地面的统称。楼面是指不直接接触土壤的地板,包括不接触室外空气的层间楼板、不采暖地下室上部的地板、底部架空的地板等。楼面在保证强度、隔声及防开裂渗水的同时,应尽量减少其热量损失。具体节能措施可参考屋面的做法,并根据相关规范执行。

地面是直接接触土壤的,具体划分为周边地面和非周边地面。如图 1-44 所示,周边地面指室内距外墙内表面 2m 以内的地面,其余部分划分为非周边地面。位于室外地面以下的外墙(地下室外墙)应从与室外地面相平的墙壁算起,往下 2m 范围内为周边地面,其余部分划分为非周边地面。周边地面应采取保温措施,以保证其地面热阻满足规范要求。

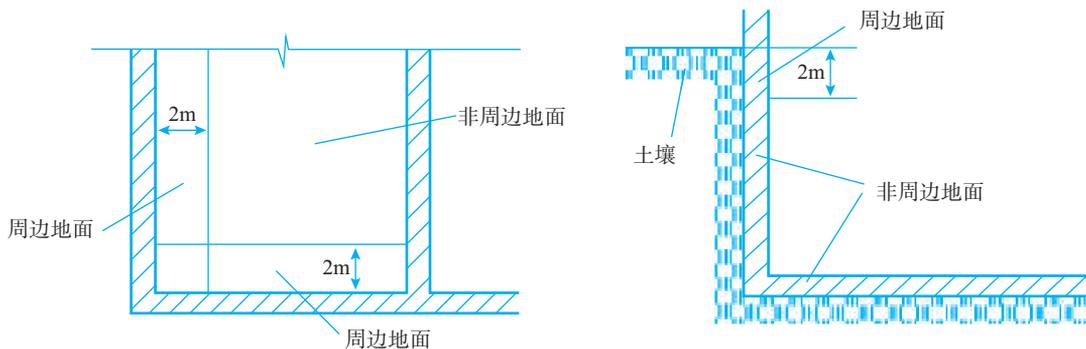


图 1-44 周边地面划分

1.3 绿色建筑评价体系

20世纪90年代以来,世界各个国家和地区相继推出了符合本国国情和地区特点的绿色建筑评价体系,部分具有影响力的评价体系包括英国 BREEAM、美国 LEED、法国 HQE、加拿大 GB Tool、日本 CASBEE、澳大利亚 Green Star、新加坡 Green Mark、德国 DGNB 以及我国《绿色建筑评价标准》(Assessment Standard for Green Building)。绿色建筑评价体系通过定性或定量的评价指标对建筑的各类性能进行评价,是绿色建筑等级认定的核心依据。建立并不断完善绿色建筑评价体系是规范发展绿色建筑的重要手段。

【思考】国内外绿色建筑评价体系有何区别与联系?

1.3.1 国外绿色建筑评价体系

1. 英国 BREEAM

BREEAM(Building Research Establishment Environment Assessment Method)是世界上第一个绿色建筑评价体系,由英国建筑研究院(BRE)于1990年制定。其核心理念是“因地制宜、平衡效益”,兼具国际化和本地化特色。BREEAM体系的评价对象包括新建建筑和既有建筑,评价条目包括九大项,分别为:管理(management)、能源(energy)、健康宜居(health & well being)、水资源(water)、材料(materials)、垃圾(waste)、污染(pollution)、交通(transport)、土地使用和场地生态(land use & ecology)。除此之外,评价条目还包括一个创新项(innovation),鼓励建筑在有条件的情况下努力取得更好的环境和生态效益。需要注意的是,创新项没有权重系数,其他各项权重系数均小于1。

BREEAM体系的认证级别分为5级,分别为:通过(pass) $\geq 30\%$ 、良好(good) $\geq 45\%$ 、优秀(very good) $\geq 55\%$ 、优异(excellent) $\geq 70\%$ 、杰出(outstanding) $\geq 85\%$ 。

2. 美国 LEED

LEED(Leadership in Energy and Environment Design)是由美国绿色建筑委员会(USGBC)建立并推行的。该体系最早发布于1998年,是相对比较成熟、影响力较大的评估标准,商业化应用广泛。

LEED体系提供了一系列的量化测评数据,主要从可持续选址(sustainable sites)、用水效率(water efficiency)、能源和大气环境(energy & atmosphere)、材料和资源(material & resources)、室内环境质量(indoor environmental quality)、设计革新(innovation & design process)等几个方面对建筑进行综合考察,评判其对环境的影响,并根据每个方面的指标进行评分。

根据评分结果,将通过评估的建筑划分为如图1-45所示的4个等级:认证级(certified)、银级(silver)、金级(gold)和铂金级(platinum)。

3. 日本 CASBEE

CASBEE(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)



图 1-45 美国 LEED 体系认证等级

是日本“建筑物综合环境评价研究委员会”最早于 2002 年发布的一种较为简明的绿色建筑评价体系。

CASBEE 体系将评估内容分为 Q(建筑环境品质)和 LR(建筑环境负荷减量)两大部分。建筑环境品质部分包括室内环境(Q_1)、服务性能(Q_2)、室外环境(Q_3)3 个子项,这些子项主要关注建筑物在提供舒适、健康、安全环境方面的表现;建筑环境负荷减量部分包括能源(LR_1)、资源和材料(LR_2)、建筑用地外环境(LR_3)3 个子项,这些子项主要关注建筑物在减少环境负荷、提高资源利用效率方面的表现。CASBEE 体系通过综合评估这两部分得出建筑物的环境效率,即 BEE 值。

CASBEE 体系通常将建筑划分为 5 个等级:优秀(S)、很好(A)、好(B+)、略差(B-)、差(C)。

4. 德国 DGNB

DGNB(Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)是由德国可持续建筑委员会与德国政府共同开发与编制,代表德国最高水平的权威可持续建筑评估体系,于 2008 年正式推出。DGNB 评估体系建立在绿色生态理念与德国先进工业技术体系基础之上,包含绿色生态、建筑经济、建筑功能与社会文化等各方面因素,属于以性能为导向的第二代绿色建筑评估认证体系。

DGNB 评估体系考量的可持续性范围,不仅仅基于普遍应用的“三要素”模式,更是覆盖了可持续建筑相关性能的所有方面。如图 1-46 所示,DGNB 体系结构主要包括环境质量(ENV)、经济质量(ECO)、社会文化功能质量(SOC)、技术质量(TEC)、过程质量(PRO)以及区位质量(SITE)6 个主题的核心模块。前 3 个主题模块在评估中所占权重相等,均为 22.5%;技术质量、过程质量和区位质量作为区别于以往基础“三要素”模式的评估范畴,在体系中占有不同的权重,发挥着补充、整合和联结各主题可持续性的重要作用。在建筑项目的整个生命周期内,获得的分数需要在持续的评估过程中进行修正和更新。

DGNB 评估体系认证等级分为铂金级(platinum)、金级(gold)、银级(silver)和铜级(bronze)4 个等级,如图 1-47 所示。其中,铜级评定仅适用于既有建筑认证或建筑运营认证。

DGNB 评估体系使用加权总得分(百分比)对建筑认证进行分级。计算总得分时,会覆盖所有 6 个核心模块,并考虑其各自权重。加权计算后的总得分达到一定标准即可获得相应的等级证书。需要注意的是,DGNB 致力于促进建筑的全方位可持续发展,针对不同的主题层面都能体现其高质量标准。因此,DGNB 等级认证不仅仅基于加权总得分,项目想要获得某一等级认证时,除了要达到加权总得分的要求外,还必须满足各核心模块中特定

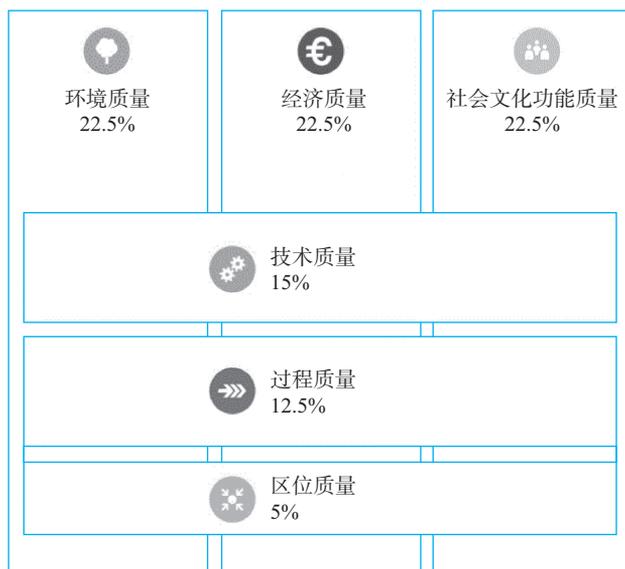


图 1-46 德国 DGNB 体系结构

				
	铂金级	金级	银级	铜级
各级别的加权总得分要求	≥80%	≥65%	≥50%	≥35%
各核心模块最低得分要求	65%	50%	35%	—

图 1-47 德国 DGNB 认证等级划分

的最低得分要求(区位质量除外)。例如,项目要获得铂金级证书,每个核心模块中的得分必须都至少要达到 65%。

1.3.2 我国绿色建筑评价体系

1. 评价标准

2006 年 3 月,《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006)首次发布,为我国绿色建筑的评价提供了明确的标准和依据,标志着我国绿色建筑评价体系的正式建立。该版本用于评价住宅建筑和公共建筑中的办公建筑、商场建筑和旅馆建筑,评价指标体系由节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量和运营管理(住宅建筑)或全生命周期综合性能(公共建筑)6 类指标组成。每类指标包括控制项、一般项与优选项。

为了适应绿色建筑技术的快速发展、满足新时代绿色建筑高质量发展的需求,《绿色建筑评价标准》于 2014 年、2019 年和 2024 年进行了 3 次修订。

2014年版标准的适用范围由原来的住宅建筑和公共建筑中的办公建筑、商场建筑和旅馆建筑扩展至各类民用建筑；评价指标体系在节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量和运营管理6类指标的基础上，增加了“施工管理”类评价指标；此外，为了鼓励绿色建筑技术、管理的提高和创新，还增设了“提高与创新”加分项。

2019年版标准在2014年版标准的基础上，拓展了绿色建筑内涵，增加了绿色建筑基本级，调整了绿色建筑的评价阶段，提高了绿色建筑性能要求，重新构建了绿色建筑评价指标体系，将原来的“节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量、施工管理、运营管理”七大指标体系调整为“安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居”五大指标体系。

2024年局部修订版标准在2019年版标准的基础上进行了局部修订，修订的主要内容包括3个方面：一是与现行强制性工程建设规范相协调；二是强化绿色建筑的碳减排性能要求；三是优化实施效果，与现行相关标准进行协调。

2. 评价原则

(1) 绿色建筑评价应当在建筑工程竣工后进行，绿色建筑预评价应在建筑工程施工图设计完成后进行。

(2) 绿色建筑评价应当遵循因地制宜的原则，结合建筑所在地域的气候、环境、资源、经济及文化等特点，对建筑全生命期内节能、节地、节水、节材、人力资源节约、环境保护等性能进行综合评价。

3. 评价指标

绿色建筑评价指标体系包括五大类，即安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约和环境宜居，每类指标均包括控制项和评分项。其中，控制项是绿色建筑的必要条件，当建筑工程项目满足五大类指标的全部控制项要求时，绿色建筑的等级即达到基本级。除此之外，为了鼓励采用提高、创新的建筑技术和产品建造更高性能的绿色建筑，评价指标体系还统一设置“提高与创新”加分项。

4. 评价等级

1) 评价分值

(1) 绿色建筑评价的分值设定应符合表1-3的规定。

表 1-3 绿色建筑评价的分值设定

项 目	控制项 基础分值	评分项满分值					加分项满分值
		安全耐久	健康舒适	生活便利	资源节约	环境宜居	
预评价	400	100	100	70	200	100	100
评价	400	100	100	100	200	100	100

(2) 绿色建筑评价的总得分应按下式进行计算：

$$Q = (Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_A) / 10$$

式中：Q——总得分；

Q_0 ——控制项基础分值，当满足所有控制项的要求时取400分；

$Q_1 \sim Q_5$ ——评价指标体系的五大类指标(安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居)评分项得分;

Q_A ——提高与创新加分项得分。

2) 评价等级划分

(1) 绿色建筑等级应按由低至高划分为基本级、一星级、二星级、三星级 4 个等级。

(2) 当满足全部控制项要求时,绿色建筑等级应为基本级。

(3) 绿色建筑星级等级应按下列规定确定。

① 一星级、二星级、三星级 3 个等级的绿色建筑均应满足本标准全部控制项的要求,且每类指标的评分项得分不应小于其评分项满分值的 30%。

② 一星级、二星级、三星级 3 个等级的绿色建筑均应进行全装修,全装修工程质量、选用材料及产品质量应符合国家现行有关标准的规定。

③ 当总得分分别达到 60 分、70 分、85 分且应满足表 1-4 的要求时,绿色建筑等级分别为一星级、二星级、三星级。

表 1-4 一星级、二星级、三星级绿色建筑的技术要求

技术要求	星 级		
	一星级	二星级	三星级
围护结构热工性能的提高比例,或建筑供暖空调负荷降低比例	—	围护结构提高 5%,或负荷降低 3%	围护结构提高 10%,或负荷降低 5%
严寒和寒冷地区住宅建筑外窗传热系数降低比例	5%	10%	20%
节水器具用水效率等级	3 级	2 级	
住宅建筑隔声性能	—	卧室分户墙和卧室分户楼板两侧房间之间的空气隔声性能(计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和) ≥ 47 dB,卧室分户楼板的撞击声隔声性能(计权标准化撞击声压级) ≤ 60 dB	卧室分户墙和卧室分户楼板两侧房间之间的空气隔声性能(计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和) ≥ 50 dB,卧室分户楼板的撞击声隔声性能(计权标准化撞击声压级) ≤ 55 dB
室内主要空气污染物浓度降低比例	10%	20%	
绿色建材应用比例	10%	20%	30%
碳减排	明确建筑全生命周期碳排放强度,并明确降低碳排放强度的技术措施		
外窗气密性能	符合国家现行相关节能设计标准的规定,且外窗洞口与外窗本体的结合部位应严密		

注: ① 围护结构热工性能的提高基准、严寒和寒冷地区住宅建筑外窗传热系数降低基准均为现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)的要求。

② 室内氨、总挥发性有机物、PM_{2.5} 等室内空气污染物,其浓度降低基准为现行国家标准《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2022)的有关要求。

1.4 绿色建筑评价内容

绿色建筑评价内容主要包括安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居以及提高与创新等6个方面。

【思考】绿色建筑评价与绿色施工评价均有关于资源节约的评价内容,二者有什么区别?

1.4.1 安全耐久

1. 控制项

(1) 场地应避免滑坡、泥石流等地质危险地段,易发生洪涝地区应有可靠的防洪涝基础设施;场地应无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁,应无电磁辐射、含氡土壤的危害。

(2) 建筑结构应满足承载力和建筑使用功能要求。建筑外墙、屋面、门窗、幕墙及外保温等围护结构应满足安全、耐久和防护的要求。

(3) 外遮阳、太阳能设施、空调室外机位、外墙花池等外部设施应与建筑主体结构统一设计、施工,并应具备安装、检修与维护条件。

(4) 建筑内部的非结构构件、设备及附属设施等应连接牢固并能适应主体结构变形。

(5) 建筑外门窗必须安装牢固,其抗风压性能和水密性能应符合国家现行有关标准的规定。

(6) 卫生间、浴室的地面应设置防水层,墙面、顶棚应设置防潮层。

(7) 走廊、疏散通道等通行空间应满足紧急疏散、应急救援等要求,且应保持畅通。

(8) 应具有安全防护的警示和引导标识系统。

(9) 安全耐久相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《工程结构通用规范》(GB 55001—2021)、《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002—2021)、《建筑与市政地基基础通用规范》(GB 55003—2021)、《组合结构通用规范》(GB 55004—2021)、《木结构通用规范》(GB 55005—2021)、《钢结构通用规范》(GB 55006—2021)、《砌体结构通用规范》(GB 55007—2021)、《混凝土结构通用规范》(GB 55008—2021)、《燃气工程项目规范》(GB 55009—2021)、《供热工程项目规范》(GB 55010—2021)、《建筑环境通用规范》(GB 55016—2021)、《建筑给水排水与节水通用规范》(GB 55020—2021)、《民用建筑通用规范》(GB 55031—2022)、《建筑防火通用规范》(GB 55037—2022)等的规定。

2. 评分项

1) 安全

(1) 采用基于性能的抗震设计并合理提高建筑的抗震性能,评价分值为10分。

(2) 采取保障人员安全的防护措施,评价总分值为15分,并按下列规则分别评分并累计。

① 采取措施提高阳台、外窗、窗台、防护栏杆等安全防护水平,得5分。

② 建筑物出入口均设外墙饰面、门窗玻璃意外脱落的防护措施,并与人员通行区域的遮阳、遮风或挡雨措施结合,得5分。

③ 利用场地或景观形成可降低坠物风险的缓冲区、隔离带,得 5 分。

(3) 采用具有安全防护功能的产品或配件,评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 采用具有安全防护功能的玻璃,得 5 分。

② 采用具备防夹功能的门窗,得 5 分。

(4) 室内外地面或路面设置防滑措施,评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 建筑出入口及平台、公共走廊、电梯门厅、厨房、浴室、卫生间等设置防滑措施,防滑等级不低于现行行业标准《建筑地面工程防滑技术规程》(JGJ/T 331—2014)规定的 B_d、B_w 级,得 3 分。

② 建筑室内外活动场所采用防滑地面,防滑等级达到现行行业标准《建筑地面工程防滑技术规程》(JGJ/T 331—2014)规定的 A_d、A_w 级,得 4 分。

③ 建筑坡道、楼梯踏步防滑等级达到现行行业标准《建筑地面工程防滑技术规程》(JGJ/T 331—2014)规定的 A_d、A_w 级或按水平地面等级提高一级,并采用防滑条等防滑构造技术措施,得 3 分。

(5) 采取人车分流措施,且步行和自行车交通系统有充足照明,评价分值为 8 分。

2) 耐久

(1) 采取提升建筑适变性的措施,评价总分为 18 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 采取通用开放、灵活可变的使用空间设计,或采取建筑使用功能可变措施,得 7 分。

② 建筑结构与建筑设备管线分离,得 7 分。

③ 采用与建筑功能和空间变化相适应的设备设施布置方式或控制方式,得 4 分。

(2) 采取提升建筑部品部件耐久性的措施,评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 使用耐腐蚀、抗老化、耐久性能好的管材、管线、管件,得 5 分。

② 活动配件选用长寿命产品,并考虑部品组合的同寿命性;不同使用寿命的部品组合时,采用便于分别拆换、更新和升级的构造,得 5 分。

(3) 提高建筑结构材料的耐久性,评价总分为 10 分,并按下列规则评分。

① 按 100 年进行耐久性设计,得 10 分。

② 采用耐久性能好的建筑结构材料,满足下列条件之一,得 10 分:对于混凝土构件,提高钢筋保护层厚度或采用高耐久混凝土;对于钢构件,采用耐候结构钢或耐候型防腐涂料;对于木构件,采用防腐木材、耐久木材或耐久木制品。

(4) 合理采用耐久性好、易维护的装饰装修建筑材料,评价总分为 9 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 采用耐久性好的外饰面材料,得 3 分。

② 采用耐久性好的防水和密封材料,得 3 分。

③ 采用耐久性好、易维护的室内装饰装修材料,得 3 分。

1.4.2 健康舒适

1. 控制项

(1) 室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度应符合现行国家标

准《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2022)的有关规定。建筑室内和建筑主出入口处应禁止吸烟,并应在醒目位置设置禁烟标志。

(2) 应采取措施避免厨房、餐厅、打印复印室、卫生间、地下车库等区域的空气和污染物串通到其他空间;应防止厨房、卫生间的排气倒灌。

(3) 给水排水系统的设置应符合下列规定。

① 生活饮用水水质应满足现行国家标准《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)的要求。

② 应制订水池、水箱等储水设施定期清洗消毒计划并实施,且生活饮用水储水设施每半年清洗消毒不应少于1次。

③ 应使用构造内自带水封的便器,且其水封深度不应小于50mm。

④ 非传统水源管道和设备应设置明确、清晰的永久性标识。

(4) 建筑声环境设计应符合下列规定。

① 场地规划布局和建筑平面设计时应合理规划噪声源区域和噪声敏感区域,并进行识别和标注。

② 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标不应低于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》(GB 50118—2010)的规定,并应根据隔声性能指标明确主要建筑构件的构造做法。

(5) 建筑照明应符合下列规定。

① 各场所的照度、照度均匀度、显色指数、统一眩光值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》(GB/T 50034—2024)的规定。

② 人员长期停留的房间或场所采用的照明光源和灯具,其频闪效应可视度(SVM)不应大于1.3。

(6) 应采取措施保障室内热环境。采用集中供暖空调系统的建筑,房间内的温度、湿度、新风量等设计参数应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736—2012)的有关规定;采用非集中供暖空调系统的建筑,应具有保障室内热环境的措施或预留条件。

(7) 围护结构热工性能应符合下列规定。

① 在室内设计温度、湿度条件下,建筑非透光围护结构内表面不得结露。

② 供暖建筑的屋面、外墙内部不应产生冷凝。

③ 屋顶和外墙应进行隔热性能计算,透光围护结构太阳得热系数与夏季建筑遮阳系数的乘积还应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—2016)的要求。

(8) 主要功能房间应具有现场独立控制的热环境调节装置。

(9) 地下车库应设置与排风设备联动的一氧化碳浓度监测装置。

(10) 健康舒适相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》(GB 55016—2021)、《建筑给水排水与节水通用规范》(GB 55020—2021)、《民用建筑通用规范》(GB 55031—2022)等的规定。

2. 评分项

1) 室内空气品质

(1) 控制室内主要空气污染物的浓度,评价总分值为 12 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度比现行国家标准《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2022)规定限值降低 10%,得 3 分;降低 20%,得 6 分。

② 室内 PM_{2.5} 年均浓度不高于 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,且室内 PM₁₀ 年均浓度不高于 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,得 6 分。

(2) 选用的装饰装修材料满足国家现行绿色产品评价标准中对有害物质限量的要求,评价总分值为 8 分。选用满足要求的装饰装修材料达到 3 类及以上,得 5 分;达到 5 类及以上,得 8 分。

(3) 直饮水、集中生活热水、游泳池水、供暖空调系统用水、景观水体等的水质满足国家现行有关标准的要求,评价分值为 8 分。

2) 水质

(1) 直饮水、集中生活热水、游泳池水、供暖空调系统用水、景观水体等的水质满足国家现行有关标准的要求,评价分值为 8 分。

(2) 生活饮用水水池、水箱等储水设施采取措施满足卫生要求,评价总分值为 9 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 使用符合国家现行有关标准要求的成品水箱,得 4 分。

② 采取保证储水不变质的措施,得 5 分。

(3) 所有给水排水管道、设备、设施设置明确、清晰的永久性标识,评价分值为 8 分。

3) 声环境与光环境

(1) 采取措施优化主要功能房间的室内声环境,评价总分值为 8 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》(GB 50118—2010)中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值,得 4 分。

② 达到高要求标准限值,得 8 分。

(2) 主要功能房间的隔声性能良好,评价总分值为 10 分,按表 1-5 的规则分别评分并累计。

表 1-5 主要功能房间隔声性能评分规则

建筑类别	构件或房间名称		评价指标	得分
住宅建筑	卧室含窗外墙		计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $\geq 35\text{dB}$	2
	相邻两户房间之间空气声隔声	隔墙两侧房间之间	计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $\geq 50\text{dB}$ (卧室与邻户房间之间),且计权标准化声压级差与噪声频谱修正量之和 $\geq 50\text{dB}$ (其他相邻两户房间之间)	2
		楼板上下房间之间		2
	卧室和起居楼板撞击声隔声		计权标准化撞击声压级 $\leq 60\text{dB}(55\text{dB})$	2(4)

续表

建筑类别	构件或房间名称		评价指标	得分
公共建筑	外围护结构		计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $\geq 30\text{dB}$	2
	房间之间空气声隔声	隔墙两侧房间之间	比国家民用建筑隔声设计标准规定限值高 3dB 及以上	2
		楼板两侧房间之间		2
	楼板撞击声隔声		比国家民用建筑隔声设计标准规定限值低 5dB (10dB)及以上	2(4)

(3) 充分利用天然光,评价总分为 12 分,并按下列规则评分。

① 住宅建筑室内主要功能空间至少 60% 面积比例区域,其采光照度值不低于 300lx 的小时数平均不少于 8h/d,得 12 分。

② 公共建筑按下列规则分别评分并累计。内区采光系数满足采光要求的面积比例达到 60%,得 4 分;地下空间平均采光系数不小于 0.5% 的面积与地下室首层面积的比例达到 10% 以上,得 4 分;室内主要功能空间至少 60% 面积比例区域的采光照度值不低于采光要求的小时数平均不少于 4h/d,得 4 分。

4) 室内热湿环境

(1) 具有良好的室内热湿环境,评价总分为 8 分,并按下列规则评分。

① 建筑主要功能房间自然通风或复合通风工况下室内热环境参数在适应性热舒适区域的时间比例,达到 30%,得 2 分;每再增加 10%,再得 1 分,最高得 8 分。

② 建筑主要功能房间供暖、空调工况下室内热环境参数达到现行国家标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》(GB/T 50785—2012)规定的室内人工冷热源热湿环境整体评价 II 级的面积比例,达到 60%,得 5 分;每再增加 10%,再得 1 分,最高得 8 分。

③ 当建筑主要功能房间部分时段采用自然通风或复合通风,部分时段采用供暖、空调时,按照上述两条规定分别评分后再按各工况运行时间加权平均计算作为本条得分。

(2) 优化建筑空间和平面布局,改善自然通风效果,评价总分为 8 分,并按下列规则评分。

① 住宅建筑。通风开口面积与房间地板面积的比例在夏热冬暖和温和 B 地区达到 12%,在夏热冬冷和温和 A 地区达到 8%,在其他地区达到 5%,得 5 分;每再增加 2%,再得 1 分,最高得 8 分。

② 公共建筑。过渡季典型工况下主要功能房间平均自然通风换气次数不小于 2 次/h 的面积比例达到 70%,得 5 分;每再增加 10%,再得 1 分,最高得 8 分。

(3) 设置可调节遮阳设施,改善室内热舒适,评价总分为 9 分,根据可调节遮阳设施的面积占外窗透明部分的比例按表 1-6 的规则评分。

表 1-6 可调节遮阳设施的面积占外窗透明部分的比例评分规则

可调节遮阳设施的面积占外窗透明部分比例	得 分
$25\% \leq S_z < 35\%$	3
$35\% \leq S_z < 45\%$	5
$45\% \leq S_z < 55\%$	7
$S_z \geq 55\%$	9

1.4.3 生活便利

1. 控制项

- (1) 建筑、室外场地、公共绿地、城市道路相互之间应设置连贯的无障碍步行系统。
- (2) 场地人行出入口 500m 内应设有公共交通站点或配备联系公共交通站点的专用接驳车。
- (3) 停车场应具有电动汽车充电设施或具备充电设施的安装条件,并应合理设置电动汽车和无障碍汽车停车位。
- (4) 自行车停车场所应位置合理、方便出入。
- (5) 建筑设备管理系统应具有自动监控管理功能。
- (6) 建筑应设置信息网络系统。
- (7) 生活便利相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑与市政工程无障碍通用规范》(GB 55019—2021)、《建筑电气与智能化通用规范》(GB 55024—2022)、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)等的规定。

2. 评分项

- 1) 出行与无障碍
 - (1) 场地与公共交通站点联系便捷,评价总分为 8 分,并按下列规则分别评分并累计。
 - ① 场地出入口到达公共交通站点的步行距离不超过 500m,或到达轨道交通站的步行距离不大于 800m,得 2 分;场地出入口到达公共交通站点的步行距离不超过 300m,或到达轨道交通站的步行距离不大于 500m,得 4 分。
 - ② 场地出入口步行距离 800m 范围内设有不少于 2 条线路的公共交通站点,得 4 分。
 - (2) 建筑室内公共区域满足全龄化设计要求,评价总分为 8 分,并按下列规则分别评分并累计。
 - ① 建筑室内公共区域的墙、柱等处的阳角均为圆角,并设有安全抓杆或扶手,得 5 分。
 - ② 设有可容纳担架的无障碍电梯,得 3 分。
- 2) 服务设施
 - (1) 提供便利的公共服务,评价总分为 10 分,并按下列规则评分。
 - ① 住宅建筑,满足下列要求中的 4 项,得 5 分;满足 6 项及以上,得 10 分。场地出入口到达幼儿园的步行距离不大于 300m;场地出入口到达小学的步行距离不大于 500m;场地出入口到达中学的步行距离不大于 1000m;场地出入口到达医院的步行距离不大于 1000m;场地

出入口到达群众文化活动设施的步行距离不大于 800m;场地出入口到达老年人日间照料设施的步行距离不大于 500m;场地周边 500m 范围内具有不少于 3 种商业服务设施。

② 公共建筑,满足下列要求中的 3 项,得 5 分;满足 5 项,得 10 分。建筑内至少兼容 2 种面向社会的公共服务功能;建筑向社会公众提供开放的公共活动空间;电动汽车充电桩的车位数占总车位数的比例不低于 10%;周边 500m 范围内设有社会公共停车场(库);场地不封闭或场地内步行公共通道向社会开放。

(2) 城市绿地、广场及公共运动场地等开敞空间,步行可达,评价总分为 5 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 场地出入口到达城市公园绿地、居住区公园、广场的步行距离不大于 300m,得 3 分。

② 到达中型多功能运动场地的步行距离不大于 500m,得 2 分。

(3) 合理设置健身场地和空间,评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 室外健身场地面积不少于总用地面积的 0.5%,得 3 分。

② 设置宽度不少于 1.25m 的专用健身慢行道,健身慢行道长度不少于用地红线周长的 1/4 且不少于 100m,得 2 分。

③ 室内健身空间的面积不少于地上建筑面积的 0.3%且不少于 60m²,得 3 分。

④ 楼梯间具有天然采光和良好的视野,且距离主入口的距离不大于 15m,得 2 分。

3) 智慧运行

(1) 设置分类、分级用能自动远传计量系统,且设置能源管理系统实现对建筑能耗的监测、数据分析和管理的,评价分值为 8 分。

(2) 设置 PM10、PM2.5、CO₂ 浓度的空气质量监测系统,且具有存储至少一年的监测数据和实时显示等功能,评价分值为 5 分。

(3) 设置用水远传计量系统、水质在线监测系统,评价总分为 7 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 设置用水量远传计量系统,能分类、分级记录、统计分析各种用水情况,得 3 分。

② 利用计量数据进行管网漏损自动检测、分析与整改,管道漏损率低于 5%,得 2 分。

③ 设置水质在线监测系统,监测生活饮用水、管道直饮水、游泳池水、非传统水源、空调冷却水的水质指标,记录并保存水质监测结果,且能随时供用户查询,得 2 分。

(4) 具有智能化服务系统,评价总分为 9 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 具有家电控制、照明控制、安全报警、环境监测、建筑设备控制、工作生活服务等服务至少 3 种类型的服务功能,得 3 分。

② 具有远程监控的功能,得 3 分。

③ 具有接入智慧城市(城区、社区)的功能,得 3 分。

4) 运营管理

(1) 制订完善的节能、节水的操作规程,实施能源资源管理激励机制,且有效实施,评价总分为 5 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 相关设施具有完善的操作规程,得 2 分。

② 运营管理机构的工作考核体系中包含节能和节水绩效考核激励机制,得 3 分。

(2) 建筑平均日用水量满足现行国家标准《民用建筑节能设计标准》(GB 50555—

2010)中节水用水定额的要求,评价总分为5分,并按下列规则评分。

- ① 平均日用水量大于节水用水定额的平均值、不大于上限值,得2分。
- ② 平均日用水量大于节水用水定额下限值、不大于平均值,得3分。
- ③ 平均日用水量不大于节水用水定额下限值,得5分。

(3) 定期对建筑运营效果进行评估,并根据结果进行运行优化,评价总分为10分,并按下列规则分别评分并累计。

- ① 制订绿色建筑运营效果评估的技术方案和计划,得3分。
- ② 定期检查、调适公共设施设备,具有检查、调试、运行、标定的记录,且记录完整,得3分。
- ③ 定期开展节能诊断评估,并根据评估结果制订优化方案并实施,得4分。

(4) 建立绿色低碳教育宣传和实践机制,形成良好的绿色氛围,并定期开展使用者满意度调查,评价总分为10分,并按下列规则分别评分并累计。

① 每年组织不少于2次的绿色建筑技术宣传、绿色生活引导等绿色低碳教育宣传和实践活动,并有活动记录,得3分。

② 具有绿色低碳生活展示、体验或交流分享的渠道,得3分。

③ 每年开展1次针对建筑绿色性能的使用者满意度调查,且根据调查结果制订改进措施并实施、公示,得4分。

1.4.4 资源节约

1. 控制项

(1) 应结合场地自然条件和建筑功能需求,对建筑的体形、平面布局、空间尺度、围护结构等进行节能设计,且应符合国家有关节能设计的要求。

(2) 应采取措施降低部分负荷、部分空间使用下的供暖、空调系统能耗,并应符合下列规定:应区分房间的朝向细分供暖、空调区域,并应对系统进行分区控制;空调系统的电冷源综合制冷性能系数应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2015)的规定。

(3) 应根据建筑空间功能设置分区温度,合理降低室内过渡区空间的温度设定标准。

(4) 公共区域的照明系统应采用分区、定时、感应等节能控制;采光区域的照明控制应独立于其他区域的照明控制。

(5) 冷热源、输配系统和照明等各部分能耗应进行独立分项计量。

(6) 垂直电梯应采取群控、变频调速或能量反馈等节能措施;自动扶梯应采用变频感应启动等节能控制措施。

(7) 应制订水资源利用方案,统筹利用各种水资源,并应符合下列规定:应按使用用途、付费或管理单元,分别设置用水计量装置;用水点处水压大于0.2MPa的配水支管应设置减压设施,并应满足用水器具最低工作压力的要求;用水器具和设备应满足现行国家标准《节水型产品通用技术条件》(GB/T 18870—2011)的要求。

(8) 不应采用建筑形体和布置严重不规则的建筑结构。

(9) 建筑造型要素应简约,应无大量装饰性构件,并应符合下列规定:住宅建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例不应大于2%;公共建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例不应大于1%。

(10) 选用的建筑材料应符合下列规定:500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例应大于 60%;现浇混凝土应采用预拌混凝土,建筑砂浆应采用预拌砂浆。

(11) 资源节约相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)、《建筑给水排水与节水通用规范》(GB 55020—2021)等的规定。

2. 评分项

1) 节地与土地利用

(1) 节约集约利用土地,评价总分为 20 分,并按下列规则评分。

① 对于住宅建筑,根据其所在居住街坊人均住宅用地指标按表 1-7 的规则评分。

表 1-7 居住街坊人均住宅用地指标评分规则

建筑气候 区划	人均住宅用地指标 A/m^2					得分
	平均 3 层及以下	平均 4~6 层	平均 7~9 层	平均 10~18 层	平均 19 层及以上	
I、Ⅶ	$33 < A \leq 36$	$29 < A \leq 32$	$21 < A \leq 22$	$17 < A \leq 19$	$12 < A \leq 13$	15
	$A \leq 33$	$A \leq 29$	$A \leq 21$	$A \leq 17$	$A \leq 12$	20
Ⅱ、Ⅵ	$33 < A \leq 36$	$27 < A \leq 30$	$20 < A \leq 21$	$16 < A \leq 17$	$12 < A \leq 13$	15
	$A \leq 33$	$A \leq 27$	$A \leq 20$	$A \leq 16$	$A \leq 12$	20
Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ	$33 < A \leq 36$	$24 < A \leq 27$	$19 < A \leq 20$	$15 < A \leq 16$	$11 < A \leq 12$	15
	$A \leq 33$	$A \leq 24$	$A \leq 19$	$A \leq 15$	$A \leq 11$	20

② 对于公共建筑,根据不同功能,公共建筑的容积率按表 1-8 的规则评分。

表 1-8 公共建筑的容积率(R)评分规则

行政办公、商务办公、商务金融、旅馆饭店、 交通枢纽等	教育、文化、体育、医疗、卫生、社会福利等	得分
$1.0 \leq R < 1.5$	$0.5 \leq R < 0.8$	8
$1.5 \leq R < 2.5$	$0.8 \leq R < 1.5$	12
$2.5 \leq R < 3.5$	$1.5 \leq R < 2.0$	16
$R \geq 3.5$	$R \geq 2.05$	20

(2) 合理开发利用地下空间,评价总分为 12 分,根据地下空间开发利用指标按表 1-9 的规则评分。

表 1-9 地下空间开发利用指标评分规则

建筑类型	地下空间开发利用指标		得分
住宅建筑	地下建筑面积与地上建筑面积的比率 R_τ 地下一层建筑面积与总用地面积的比率 R_p	$5\% \leq R_\tau < 20\%$	5
		$R_\tau \geq 20\%$	7
		$R_\tau \geq 35\%$ 且 $R_p < 60\%$	12

续表

建筑类型	地下空间开发利用指标		得分
公共建筑	地下建筑面积与总用地面积的比率 R_{p1} 地下一层建筑面积与总用地面积的比率 R_p	$R_{p1} \geq 0.5$	5
		$R_{p1} \geq 0.7$ 且 $R_p < 70\%$	7
		$R_{p1} \geq 1.0$ 且 $R_p < 60\%$	12

(3) 采用机械式停车设施、地下停车库或地面停车楼等方式,评价总分为 8 分,并按下列规则评分。

- ① 住宅建筑地面停车位数量与住宅总套数的比率小于 10%,得 8 分。
- ② 公共建筑地面停车占地面积与其总建设用地面积的比率小于 8%,得 8 分。

2) 节能与能源利用

(1) 优化建筑围护结构的热工性能,评价总分为 10 分,并按下列规则评分。

① 围护结构热工性能比现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)的规定提高 5%,得 5 分;每再提高 1%,再得 1 分;最高得 10 分。

② 建筑供暖空调负荷降低 3%,得 5 分;每再降低 1%,再得 1 分;最高得 10 分。

(2) 供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)的规定以及国家现行有关标准能效限定值的要求,评价总分为 10 分,按表 1-10 的规则评分。

表 1-10 冷、热源机组能效提升幅度评分规则

机组类型		能效指标	评分要求	
电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组	定频水冷	制冷性能系数(COP)	提高 4%	提高 8%
	变频水冷	制冷性能系数(COP)	提高 6%	提高 12%
	活塞式/涡旋式风冷或蒸发冷却	制冷性能系数(COP)	提高 4%	提高 8%
	螺杆式风冷或蒸发冷却	制冷性能系数(COP)	提高 6%	提高 12%
直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组		制冷、供热性能系数(COP)	提高 6%	提高 12%
单元式空气调节机、风管送风式空调(热泵)机组	风冷单冷型	制冷季节能效比(SEER)	提高 8%	提高 16%
	风冷热泵型	全年性能系数(APF)		
	水冷	制冷综合部分负荷性能系数(IPLV)		
多联式空调(热泵)机组	水冷	制冷综合部分负荷性能系数(IPLV)	提高 8%	提高 16%
	风冷	全年性能系数(APF)		
锅炉		热效率	提高 1%	提高 2%

续表

机组类型	能效指标	评分要求	
房间空气调节器	制冷季节能源消耗效率 (SEER)或全年能源消耗效率 (APF)	2级能效等级限值	1级能效等级限值
燃气供暖热水炉	热效率		
蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	制冷、供热性能系数 (COP)		
得分		5分	10分

(3) 采取有效措施降低供暖空调系统的末端系统及输配系统的能耗,评价总分值为5分,并按以下规则分别评分并累计。

① 通风空调系统风机的单位风量耗功率比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2015)的规定低20%,得2分。

② 集中供暖系统热水循环泵的耗电输热比、空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷(热)比比现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736—2012)规定值低20%,得3分。

(4) 采用节能型电气设备及节能控制措施,评价总分值为10分,并按下列规则分别评分并累计。

① 主要功能房间的照明功率密度值达到现行国家标准《建筑照明设计标准》(GB/T 50034—2024)规定的目标值,得5分。

② 采光区域的人工照明随天然光照度变化自动调节,得2分。

③ 照明产品、电力变压器、水泵、风机等设备满足国家现行有关标准的能效等级2级要求,得3分。

(5) 采取措施降低建筑能耗,评价总分值为10分,并按下列规则评分。

① 建筑设计能耗相比现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)降低5%,得6分;降低10%,得8分;降低15%,得10分。

② 建筑运行能耗相比国家现行有关建筑能耗标准降低10%,得6分;降低15%,得8分;降低20%,得10分。

(6) 结合当地气候和自然资源条件合理利用可再生能源,评价总分值为15分,可再生能源利用率达到10%,得15分;可再生能源利用率不足10%时,按线性内插法计算得分。

3) 节水与水资源利用

(1) 使用较高水效等级的卫生器具,评价总分值为15分,并按下列规则评分。

① 全部卫生器具的水效等级达到2级,得8分。

② 50%以上卫生器具的水效等级达到1级且其他达到2级,得12分。

③ 全部卫生器具的水效率等级达到1级,得15分。

(2) 绿化灌溉及空调冷却水系统采用节水设备或技术,评价总分值为12分,并按下列规则分别评分并累计。

① 绿化灌溉在节水灌溉的基础上采用节水技术,并按下列规则评分:设置土壤湿度感

应器、雨天自动关闭装置等节水控制措施,得6分;50%以上的绿地种植无须永久灌溉植物,且不设永久灌溉设施,得6分。

② 空调冷却水系统采用节水设备或技术,并按下列规则评分:循环冷却水系统采取设置水处理措施、加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱等方式,避免冷却水泵停泵时冷却水溢出,得3分;采用无蒸发耗水量的冷却技术,得6分。

(3) 结合雨水综合利用设施营造室外景观水体,室外景观水体利用雨水的补水量大于水体蒸发量的60%,且采用保障水体水质的生态水处理技术,评价总分为8分,并按下列规则分别评分并累计。

① 对进入室外景观水体的雨水,利用生态设施削减径流污染,得4分。

② 利用水生动、植物保障室外景观水体水质,得4分。

(4) 使用非传统水源,评价总分为15分,并按下列规则分别评分并累计。

① 绿化灌溉、车库及道路冲洗、洗车用水采用非传统水源的用水量占其总用水量的比例不低于40%,得3分;不低于60%,得5分。

② 冲厕采用非传统水源的用水量占其总用水量的比例不低于30%,得3分;不低于50%,得5分。

③ 冷却水补水采用非传统水源的用水量占其总用水量的比例不低于20%,得3分;不低于40%,得5分。

4) 节材与绿色建材

(1) 建筑所有区域实施土建工程与装修工程一体化设计及施工,评价分值为8分。

(2) 合理选用建筑结构材料与构件,评价总分为10分,并按下列规则评分。

① 混凝土结构,按下列规则分别评分并累计:400MPa级及以上强度等级钢筋应用比例达到85%,得5分;混凝土竖向承重结构采用强度等级不小于C50混凝土用量占竖向承重结构中混凝土总量的比例达到50%,得5分。

② 钢结构,按下列规则分别评分并累计:Q355及以上高强钢材用量占钢材总量的比例达到50%,得3分;达到70%,得4分;螺栓连接等非现场焊接节点占现场全部连接、拼接节点的数量比例达到50%,得4分;采用施工时免支撑的楼屋面板,得2分。

③ 混合结构:对其混凝土结构部分、钢结构部分,分别按上述两条的规定进行评价,得分取各项得分的平均值。

(3) 建筑装修选用工业化内装部品,评价总分为8分。建筑装修选用工业化内装部品占同类部品用量比例达到50%以上的部品种类,达到1种,得3分;达到3种,得5分;达到3种以上,得8分。

(4) 选用可再循环材料、可再利用材料及利废建材,评价总分为12分,并按下列规则分别评分并累计。

① 可再循环材料和可再利用材料用量比例,按下列规则评分:住宅建筑达到6%或公共建筑达到10%,得3分。住宅建筑达到10%或公共建筑达到15%,得6分。

② 利废建材选用及其用量比例,按下列规则评分:采用一种利废建材,其占同类建材的用量比例不低于50%,得3分。选用两种及以上的利废建材,每一种占同类建材的用量比例均不低于30%,得6分。

(5) 选用绿色建材,评价总分为12分。绿色建材应用比例不低于40%,得4分;不

低于 50%，得 8 分；不低于 70%，得 12 分。

1.4.5 环境宜居

1. 控制项

- (1) 建筑规划布局应满足日照标准，且不得降低周边建筑的日照标准。
- (2) 室外热环境应满足国家现行有关标准的要求。
- (3) 配建的绿地应符合所在地城乡规划的要求，应合理选择绿化方式，植物种植应适应当地气候和土壤，且应无毒害、易维护，种植区域覆土深度和排水能力应满足植物生长需求，并应采用复层绿化方式。
- (4) 场地的竖向设计应有利于雨水的收集或排放，应有效组织雨水的下渗、滞蓄或再利用；对大于 10hm^2 的场地应进行雨水控制利用专项设计。
- (5) 建筑内外均应设置便于识别和使用的标识系统。
- (6) 场地内不应有排放超标的污染源。
- (7) 生活垃圾应分类收集，垃圾容器和收集点的设置应合理并应与周围景观协调。
- (8) 环境宜居相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》(GB 55016—2021)、《市容环卫工程项目规范》(GB 55013—2021)、《园林绿化工程项目规范》(GB 55014—2021)、《建筑给水排水与节水通用规范》(GB 55020—2021)等的规定。

2. 评分项

1) 场地生态与景观

(1) 充分保护或修复场地生态环境，合理布局建筑及景观，评价总分值为 10 分，并按下列规则评分。

① 保护场地内原有的自然水域、湿地、植被等，保持场地内的生态系统与场地外生态系统的连贯性，得 10 分。

② 采取净地表层土回收利用等生态补偿措施，得 10 分。

③ 根据场地实际状况，采取其他生态恢复或补偿措施，得 10 分。

(2) 规划场地地表和屋面雨水径流，对场地雨水实施外排总量控制，评价总分值为 10 分。场地年径流总量控制率达到 55%，得 5 分；达到 70%，得 10 分。

(3) 充分利用场地空间设置绿化用地，评价总分值为 16 分，并按下列规则评分。

① 住宅建筑按下列规则分别评分并累计：绿地率达到规划指标 105%及以上，得 10 分；住宅建筑所在居住街坊内人均集中绿地面积按表 1-11 的规则评分，最高得 6 分。

表 1-11 住宅建筑人均集中绿地面积评分规则

人均集中绿地面积 $A_g / (\text{m}^2 / \text{人})$		得分
新区建设	旧区改建	
0.5	0.35	2
$0.5 < A_g < 0.6$	$0.35 < A_g < 0.45$	4
$A_g \geq 0.6$	$A_g \geq 0.45$	6

② 公共建筑按下列规则分别评分并累计:公共建筑绿地率达到规划指标 105%及以上,得 10 分;绿地向公众开放,得 6 分。

(4) 室外吸烟区位置布局合理,评价总分为 9 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 室外吸烟区布置在建筑主出入口的主导风的下风向,与所有建筑出入口、新风进气口和可开启窗扇的距离不少于 8m,且距离儿童和老人活动场地不少于 8m,得 5 分。

② 室外吸烟区与绿植结合布置,并合理配置座椅和带烟头收集的垃圾筒,从建筑主出入口至室外吸烟区的导向标识完整、定位标识醒目,吸烟区设置吸烟有害健康的警示标识,得 4 分。

(5) 利用场地空间设置绿色雨水基础设施,汇集场地径流进入设施,有效实现雨水的滞蓄与入渗,评价总分为 15 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体的面积之和占绿地面积的比例达到 40%,得 3 分;达到 60%,得 5 分。

② 衔接和引导不少于 80%的屋面雨水进入设施,得 3 分。

③ 衔接和引导不少于 80%的道路雨水进入设施,得 4 分。

④ 硬质铺装地面中透水铺装面积的比例达到 50%,得 3 分。

2) 室外物理环境

(1) 场地内的环境噪声优于现行国家标准《声环境质量标准》(GB 3096)的要求,评价总分为 10 分,并按下列规则评分。

① 环境噪声值大于 2 类声环境功能区噪声等效声级限值,且小于或等于 3 类声环境功能区噪声等效声级限值,得 5 分。

② 环境噪声值小于或等于 2 类声环境功能区噪声等效声级限值,得 10 分。

(2) 建筑室外照明及室外显示屏避免产生光污染,评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 在居住空间窗户外表面产生的垂直照度不大于表 1-12 规定的最大允许值,得 5 分。

表 1-12 居住空间窗户外表面的垂直照度最大允许值

照明技术参数	应用条件	环境区域		
		E2	E3	E4
垂直面照度 E_v /lx	非熄灯时段	2	5	10
	熄灯时段	0*	1	2

注: * 对于公共(道路)照明灯具产生的影响,此值提高到 1lx。

② 建筑室外设置的显示屏表面平均亮度不大于表 1-13 规定的限值,且车道和人行道两侧未设置动态模式显示屏,得 5 分。

表 1-13 建筑室外设置的显示屏表面平均亮度限值

照明技术参数	环境区域		
	E2	E3	E4
平均亮度/(cd/m ²)	200	400	600

(3) 场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风,评价总分为 10 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 在冬季典型风速和风向条件下,按下列规则分别评分并累计:建筑物周围人行区距地高 1.5m 处风速小于 5m/s,户外休息区、儿童娱乐区风速小于 2m/s,且室外风速放大系数小于 2,得 3 分;除迎风第一排建筑外,建筑迎风面与背风面表面风压差不大于 5Pa,得 2 分。

② 过渡季、夏季典型风速和风向条件下,按下列规则分别评分并累计:场地内人活动区不出现涡旋或无风区,得 3 分;50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa,得 2 分。

(4) 采取措施降低热岛强度,评价总分为 10 分,按下列规则分别评分并累计。

① 场地中处于建筑阴影区外的步道、游憩场、庭院、广场等室外活动场地设有遮阴措施的面积比例,住宅建筑达到 30%,公共建筑达到 10%,得 2 分;住宅建筑达到 50%,公共建筑达到 20%,得 3 分。

② 场地中处于建筑阴影区外的机动车道设有遮阴面积较大的行道树的路段长度超过 70%,得 3 分。

③ 屋顶的绿化面积、太阳能板水平投影面积以及太阳辐射反射系数不小于 0.4 的屋面面积合计达到 75%,得 4 分。

1.4.6 提高与创新

1. 一般规定

(1) 绿色建筑评价时,应按规定对提高与创新加分项进行评价。

(2) 提高与创新加分项得分为各加分项得分之和,当总得分大于 100 分时,应取为 100 分。

2. 加分项

(1) 采取措施进一步降低建筑供暖空调系统的能耗,评价总分为 30 分。建筑供暖空调系统能耗比现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021)的规定降低 20%,得 10 分;每再降低 10%,再得 5 分,最高得 30 分。

(2) 因地制宜建设绿色建筑,评价总分为 30 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 传承建筑文化,采用适宜地区特色的建筑风貌设计,得 15 分。

② 适应自然环境,充分利用气候适应性和场地属性进行设计,得 7 分。

③ 利用既有资源,合理利用废弃场地或充分利用旧建筑,得 8 分。

(3) 采用蓄冷蓄热蓄电、建筑设备智能调节等技术实现建筑电力交互,评价总分为 20 分。用电负荷调节比例达到 5%,得 5 分;每再增加 1%,再得 1 分,最高得 20 分。

(4) 采取措施提升场地绿容率,评价总分为 5 分,并按下列规则评分。

① 场地绿容率计算值,不低于 1.0,得 1 分;不低于 2.0,得 2 分;不低于 3.0,得 3 分。

② 场地绿容率实测值,不低于 1.0,得 1 分;不低于 2.0,得 2 分;不低于 3.0,得 3 分。

(5) 采用符合工业化建造要求的结构体系与建筑构件,评价分值为 10 分,并按下列规则评分:主体结构采用钢结构、木结构,得 10 分。主体结构采用混凝土结构,地上部分预制构件应用混凝土体积占混凝土总体积的比例达到 35%,得 5 分;达到 50%,得 10 分。

(6) 应用建筑信息模型(BIM)技术,评价总分为 15 分。在建筑的规划设计、施工建

造和运行维护阶段中的一个阶段应用,得 5 分;两个阶段应用,得 10 分;三个阶段应用,得 15 分。

(7) 采取措施降低建筑全生命周期碳排放强度,评价分值为 30 分,降低 10%,得 10 分;每再降低 1%,再得 1 分,最高得 30 分。

(8) 按照绿色施工的要求进行施工和管理,评价总分为 20 分,并按下列规则分别评分并累计。

- ① 单位工程单位面积的用电量比定额节约 10%以上,得 4 分。
- ② 采取措施加强建筑垃圾回收利用,建筑垃圾回收利用率不低于 50%,得 4 分。
- ③ 采取措施减少预拌混凝土损耗,损耗率降低至 1.5%,得 4 分。
- ④ 采取措施减少现场加工钢筋损耗,损耗率降低至 1.5%,得 4 分。
- ⑤ 现浇混凝土构件采用高周转率、免抹灰的新型模板体系,得 4 分。

(9) 采用建设工程质量潜在缺陷保险产品或绿色建筑性能保险产品,评价总分为 30 分,并按下列规则分别评分并累计。

① 建设工程质量潜在缺陷保险承保范围包括地基基础工程、主体结构工程、屋面防水工程和其他土建工程的质量问题,得 10 分。

② 建设工程质量潜在缺陷保险承保范围包括装修工程、电气管线、上下水管线的安装工程,供热、供冷系统工程的质量问题,得 10 分。

③ 具有绿色建筑性能保险,得 10 分。

保险承保范围包括地基基础工程、主体结构工程、屋面防水工程和其他土建工程的质量问题,得 10 分;保险承保范围包括装修工程、电气管线、上下水管线的安装工程,供热、供冷系统工程的质量问题,得 10 分。

(10) 采取节约资源、保护生态环境、降低碳排放、保障安全健康、智慧友好运行、传承历史文化等其他创新,并有明显效益,评价总分为 40 分。每采取一项,得 10 分,最高得 40 分。

职业能力训练

一、基本技能练习

1. 单项选择题

(1) 绿色建筑评价应遵循()的原则,结合建筑所在地域的气候、环境、资源、经济和文化等特点,对建筑()内的安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等性能进行综合评价。

- | | |
|----------------|---------------------|
| A. 以人为本;全生命周期 | B. 因地制宜;全生命周期 |
| C. 可持续发展;全生命周期 | D. 可持续发展;竣工验收投入使用阶段 |

(2) 对于三星级绿色建筑,要求其绿色建材的应用比例达到()。

- | | |
|--------|--------|
| A. 10% | B. 20% |
| C. 30% | D. 60% |

- (3) 绿色建筑评价应在()进行。
- A. 建筑工程施工阶段
B. 建筑工程施工图设计完成后
C. 建筑工程竣工后
D. 建筑工程竣工验收阶段
- (4) 建筑节能的主要途径有()。
- A. 增大建筑物外表面积
B. 增大体形系数
C. 减小窗墙面积比
D. 围护结构选择导热系数大的建材
- (5) 被世卫组织列入一级致癌物名单,世界上多数国家已限制或全面禁止使用的材料是()。
- A. 岩棉
B. 石棉
C. 玻璃棉
D. 矿渣棉
- (6) Low-E 玻璃属于()玻璃。
- A. 吸热玻璃
B. 真空玻璃
C. 热反射玻璃
D. 低辐射玻璃
- (7) 下列选项中有关热桥的说法错误的是()。
- A. 外墙周边的钢筋混凝土抗震柱、圈梁、门窗过梁是常见的热桥部位
B. 热桥部分传热系数明显小于主体结构的传热系数
C. 热桥部位热流密集、容易形成传热的桥梁
D. 热桥部位内表面温度较低,容易形成结露现象
- (8) 拌制外墙保温砂浆常用的材料为()。
- A. 玻化微珠
B. 玻璃棉
C. 膨胀蛭石
D. 胶粉聚苯颗粒
- (9) 膨胀蛭石是一种较好的绝热、隔声材料,使用时应注意()。
- A. 防潮
B. 防火
C. 不能松散铺设
D. 不能与胶凝材料配合使用
- (10) 绿色建筑评价指标中的生活便利评分项设置了出行与无障碍、服务设施、智慧运行以及()4类二级指标。
- A. 物业管理
B. 运营管理
C. 室内外热湿环境
D. 场地生态与景观
- (11) 绿色建筑评价指标中,资源节约的控制项要求500km以内生产的建筑材料重量占建筑材料总比重的比例应大于()。
- A. 30%
B. 50%
C. 60%
D. 80%
- (12) 绿色建筑的基本内涵不包括()。
- A. 节能
B. 环保
C. 建设成本低
D. 健康、适用、高效
- (13) ()是近零能耗建筑的高级表现形式,其室内环境参数与近零能耗建筑相同,充分利用建筑本体和周边的可再生能源资源,使可再生能源年产能大于或等于建筑全年全部用能的建筑。

A. A 级

B. A₁ 级C. B₁ 级D. B₂ 级E. B₃ 级

(8) 外墙外保温的水平防火隔离带可采用()材料。

A. 岩棉

B. 复合硅酸盐板

C. 石墨聚苯乙烯板

D. 硬质聚氨酯板

E. 发泡水泥板

(9) 从建筑节能角度考虑,控制建筑体形系数的方法有()。

A. 增设架空层

B. 选择适宜的建筑长宽比

C. 增加建筑层数

D. 建筑立面造型简单规整

E. 建筑体形复杂、错落有致

(10) 根据《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2019),当绿色建筑达到()条件时,该绿色建筑等级可以评定为三星级。

A. 全装修

B. 满足全部控制项要求

C. 总得分达到 85 分

D. 控制项至少 80% 满足要求

E. 每类指标的评分项得分不小于其评分项满分值的 30%

3. 判断改错题

(1) 绿色建筑星级标识认定统一采用国家标准,二星级、一星级标识可采用国家标准或与国家标准相对应的地方标准。 ()

(2) 绿色建筑应在施工图设计阶段提供绿色建筑设计专篇,在交付时提供绿色建筑使用说明书。 ()

(3) 绿色建筑评价指标中的控制项和评分项的评定结果应为达标或不达标。 ()

(4) 根据《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2019),当绿色建筑评价总得分为 86 分时,该绿色建筑等级可以认定为三星级。 ()

(5) 围护结构的热惰性越小,稳定性越好,越有利于节能。 ()

(6) 英国 LEED 体系结构包括环境质量、经济质量、社会文化功能质量、技术质量、过程质量以及区位质量 6 个主题的核心模块。 ()

(7) 根据绿色建筑评价的提高与创新加分项的评分原则,只要在建筑的规划设计、施工建造和运行维护阶段中的任何一个阶段应用建筑信息模型(BIM)技术,即可获得该项评价总分值 15 分。 ()

(8) 已竣工验收的建设工程项目和在建工程项目均可以申报绿色建筑标识。 ()

(9) 种植屋面常用于夏热冬冷地区和夏热冬暖地区,尤其是在炎热多雨的夏季,种植屋面的隔热效果更为显著。 ()

(10) 外循环式双层幕墙利用烟囱效应、温室效应原理,可以保证室内冬暖夏凉,减少能源消耗。 ()

二、能力训练项目

1. 典型绿色建筑案例解析

搜集近年来我国典型的三星级绿色建筑建设项目,分析该项目在前期策划与设计、施工全过程以及投入使用期间各个阶段的节能做法以及采用的创新技术。

2. 建筑节能设计专篇图纸识读

练习识读典型建设项目的建筑节能设计专篇图纸,熟悉建筑节能标准、主要节能材料的选择、建筑围护结构各部分的节能做法和节能参数等。

3. 绿色建筑设计专篇图纸识读

练习识读典型建设项目的绿色建筑设计专篇图纸,熟悉建筑、结构、暖通、给排水以及电气等各专业的“安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居”五类指标以及“提高与创新”加分项的评价方法。



《绿色建筑评价标准》
(GB/T 50378—2019)