



T/CECSxxx-202x

中国工程建设标准化协会标准

既有建筑零碳改造技术规程

Technical specification for zero carbon building renovation

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

既有建筑零碳改造技术规程

Technical specification for zero carbon building renovation

T/CECS xxx—202x

主编单位：中国建筑设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

中国XX出版社

202X年 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会（2022）40 号文件《关于印发 2022 年第二批协会标准制订、修订计划的通知》的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 7 章和 1 个附录，主要内容包括总则、术语、基本规定、现状诊断判定、零碳改造设计、零碳改造实施与验收、零碳改造运维及碳抵消管理、附录：既有建筑零碳改造诊断评估表等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由中国建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请中国建筑设计研究院有限公司（寄送地址：北京市西城区车公庄大街 19 号，邮政编码：100044）。

主 编 单 位：中国建筑设计研究院有限公司

参 编 单 位：××××××××××××××

××××××××××××××

××××××××××××××

主要起草人：××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

主要审查人：××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定.....	3
4 现状诊断判定.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 诊断范围.....	4
4.3 诊断流程.....	5
4.4 诊断方法原则.....	5
4.5 现状核查.....	5
4.6 诊断判定原则.....	5
5 零碳改造设计.....	7
5.1 一般规定.....	7
5.2 场地空间.....	8
5.3 建筑功能空间.....	9
5.4 围护结构.....	10
5.5 绿色建材.....	10
5.6 结构及材料.....	10
5.7 机电系统.....	12
5.8 能源供给系统.....	13
6 零碳改造实施与验收.....	14
6.1 一般规定.....	14
6.2 施工组织与质量控制.....	14
6.3 装配式与智能化建造.....	14
6.4 验收评估方法.....	15
7 零碳改造运维及碳抵消管理.....	17
7.1 一般规定.....	17
7.2 建筑能耗与碳排放监测.....	17
7.3 建筑设备智能调控.....	18
7.4 建筑设备与系统运维管理.....	19
7.5 碳抵消管理.....	19
附录 A 既有建筑零碳改造诊断评估表.....	21
用词说明.....	21
引用标准名录.....	25
附:条文说明	21

Content

1	General provisions	1
2	Terms.....	2
3	Basic Requirements	3
4	Current Status Diagnosis.....	4
4.1	General Requirements	4
4.2	Diagnosis Scope	4
4.3	Diagnosis process	5
4.4	Principles of Diagnosis Methods	6
4.5	Status verification.....	6
4.6	Principles of Diagnosis Assessment.....	6
5	Zero Carbon Retrofit Design	7
5.1	General Requirements	7
5.2	Site Space	8
5.3	Building Functional Space	9
5.4	Enclosure Structure	10
5.5	Green Building Materials	11
5.6	Structure and Materials	11
5.7	Mechanical and Electrical Systems.....	12
5.8	Energy Supply System	13
6	Implementation and Acceptance of Zero Carbon Retrofit.....	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Construction Organization and Quality Control.....	14
6.3	Assembly and Intelligent Construction	14
6.4	Acceptance Method.....	15
7	Zero-Carbon Retrofit Operation and Carbon Offset Management.....	17
7.1	General Requirements	17
7.2	Building Energy Consumption and Carbon Emission Monitoring.....	17
7.3	Intelligent Control of Building Equipment.....	18
7.4	Operation and Maintenance Management of Building Equipment and Systems	19
7.5	Carbon Offset Management	19
	Appendix A Diagnosis and Evaluation Form for Zero Carbon Retrofit.....	21
	Explanation of Wording in The Standard	21
	List of Quoted Standard.....	25
	Addition : Explanation of Provisions.....	21

1 总 则

1.0.1 为应对全球气候变化，基于“双碳达标”的国家政策背景，以及既有建筑量大、面广、能耗碳排高的现状问题，针对如何系统化、科学化的进行零碳建筑改造，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于以实现以零碳为目标的既有（公共）建筑改造，内容涵盖诊断判定、设计、实施验收及运维管理阶段。居住建筑使用模式和能耗特性略有不同，改造可参考本规程的规定执行。

1.0.3 既有建筑零碳改造在工程应用中，除应符合本规程外，还应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

仅用于征求意见

2 术 语

2.0.1 既有建筑 existing building

已建成使用的建筑。

2.0.2 建筑碳排放 building carbon emission

建筑物在建材生产、运输、建造、运营和拆除等各个生命周期阶段产生的温室气体排放总量，以二氧化碳当量表示。

2.0.3 零碳改造 zero carbon renovation

通过设计及建设，有效减少既有建筑在建造、运行过程中产生的建筑碳排放，辅以绿色电力交易和碳排放权交易等碳抵消方式，在碳抵消比例不超过 30%的条件下，总体实现改造后年建筑运行碳排放量不大于零的目标。

2.0.4 绿色建材 green building material

在全生命周期内能够降低资源消耗、减少生态环境影响，并具备节能、减排、安全、健康、便利和可循环特性的建材产品。

2.0.5 光伏建筑一体化 building integrated photovoltaic (BIPV)

光伏发电设备作为建筑材料或构件应用于建筑上的形式。

2.0.6 光储直柔技术 The direct-current (DC) and flexible power system with PV generation and energy storage

将光伏发电、储能系统、直流电传输与柔性用电技术结合的一种能源系统解决方案。光伏组件将太阳能转化为电能，储能系统储存多余电量以供高峰时段使用，利用直流电传输减少能量转换损耗，利用柔性用电技术实现用电的高效、智能管理。

2.0.7 碳抵消管理 carbon offset management

指通过绿色电力交易、碳交易等方法来补偿改造后无法减少的二氧化碳排放，以达到建筑的整体零碳目标，并维持建筑改造后运行零碳的管理。

2.0.8 碳排放因子 carbon emission factor

将能源和材料消耗量与其对应的二氧化碳排放系数结合，用于量化建筑物各个阶段活动所产生的碳排放。

3 基本规定

3.0.1 既有建筑零碳改造前应开展现状诊断，对建筑的使用效率、围护结构、用能设备等系统进行诊断，根据现状碳排放诊断结果，形成既有建筑改造的现状诊断评估报告，明确零碳改造的重点和目标。

3.0.2 既有建筑零碳改造应根据现状诊断结果，制定改造方案，内容应包括零碳改造整体及分项目标、设计技术方案、施工组织方案、运维管理方案等。

3.0.3 既有建筑零碳改造应从技术科学性、可靠性、可操作性、经济性等层面进行综合分析，制定选取合理可行的零碳改造方案和技术措施。

3.0.4 既有建筑零碳改造完成后应进行验收评估，验收内容应包括改造目标的实现情况、建筑节能性能、碳排放达标情况等。

3.0.5 既有建筑零碳改造的诊断判定、设计、施工应由具有相关的建筑检测、设计、施工等资质的单位及专业技术人员承担。

仅用于征求意见

4 现状诊断

4.1 一般规定

4.1.1 在进行既有建筑的零碳改造前,应对建筑现状的碳排放进行完整的评估,包括界定诊断范围、确定诊断流程和诊断方法。根据建筑的使用功能、结构类型、地区类型等因素进行分类诊断,制定不同的诊断策略。

4.1.2 应收集下列资料作为诊断分析的基础文件:

- 1 建筑设计施工图、竣工图和技术文件;
- 2 建筑的历年装修改造、房屋修缮及设备改造记录;
- 3 相关设备技术参数和近 1 年至近 3 年的运行记录;
- 4 至少一个运行周期的室内温湿度记录;
- 5 近 1 年至近 3 年燃气、燃油、电、水、热、蒸汽等能源消费账单。

4.1.3 应对建筑围护结构的热工性能、主要用能系统的能耗与运行控制情况、室内热环境状况等进行检测分析,并通过设计验算和全年能耗分析,对拟改造建筑的能耗水平及节能潜力做出评价,以作为零碳改造的依据之一。

4.1.4 应对建筑内设备的运行及监控状况和用能设备的能耗计量情况进行诊断。

4.1.5 建筑碳排放测算方法及过程应符合现行行业标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 及其他地方规范。

4.1.6 应评估采用零碳化技术提升既有建筑节能改造的效果与降低碳排放的潜力,并根据经济技术分析提出零碳改造方案,编制诊断报告。诊断报告应包括系统概况、检测诊断结论、现状问题分析、节能潜力、节能改造过程中零碳技术应用建议和改造方案等内容。

4.1.7 诊断分析采用的方法、设备、仪表等应符合国家相关标准的规定。

4.2 诊断范围

4.2.1 诊断前应当确立碳排放测算的边界,计算范围由时间、空间、碳排放类型方面界定,主要包括以下两个方面:

- 1 直接碳排放:建筑在自然年度内暖通空调、生活热水、炊事的直接使用化石能源带来的碳排放,同时还应包括绿色电力碳抵消。
- 2 间接碳排放:即建筑运行阶段消费电力和热力两大二次能源带来的碳排放。

4.2.2 确定诊断边界后开始对碳排放来源进行分类归纳并记录各项目二氧化碳当量的排放。建筑运营阶段一、二次能源碳排放来源应包括冬季采暖耗能、夏季制冷耗能、照明及插座耗能、动力设备耗能、电梯耗能等。

4.2.3 既有建筑应当进行室内风热环境诊断,判定改造是否需要以改善室内舒适度为目标。包括:

- 1 采用自然通风或复合通风的建筑,建筑主要功能房间室内热环境参数在适应性热舒适区域的时间比例。

2 采用人工冷热源的建筑，主要功能房间达到现行国家标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785 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。

3 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地区达到 12%，在夏热冬冷地区达到 8%，在其他地区达到 5%。

4 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% 等条件进行诊断。

4.2.4 应对既有建筑影响能耗的围护结构进行节能诊断，并按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 的规定计算其热工性能。围护结构的热工计算和检测应包括下列内容：

- 1 屋顶的保温性能、隔热性能；
- 2 外墙的保温性能、隔热性能；
- 3 房间的气密性；
- 4 外窗的气密性；
- 5 围护结构热工缺陷。

4.2.5 应对既有建筑的大型用电设备，如采暖设备、空调设备、电机设备等用能情况和效率进行核查诊断，并对设备各项指标如节能标识、用电功率、使用年限等进行记录和归纳。

4.2.6 应对既有建筑的产热措施应予以考虑，例如太阳能光伏板的铺设位置、功率、设备型号等。

4.3 诊断流程

4.3.1 既有建筑诊断应首先进行资料收集，获取建筑的基本信息、历史能耗数据、围护结构详情以及建筑使用情况等。

4.3.2 既有建筑诊断应对场地、建筑进行现场查勘，着重调查建筑是否存在地下室及其使用状况，外墙材料、构造及现状，屋面类型，空调系统类型、规模及运行状况，供热方式及其效率，承重结构系统的完整性，围护结构系统的性能，室内外热环境状况，设备系统的配置等。

4.3.3 应对既有建筑进行性能检测，包括建筑结构安全性能、围护结构热工性能、气密性、各设备系统的运行状态。

4.3.4 应依据现状情况对既有建筑能耗、环境参数等进行模拟计算，具体包括建立既有建筑模型；对建筑模型进行能耗、室内环境、结构稳定性等模拟分析；根据模拟结果，评估建筑的性能表现。

4.4 诊断方法原则

4.4.1 既有建筑进行零碳改造前，应对建筑物使用条件、使用环境、结构现状等进行现场调查、检测。其工作的范围、内容、深度和技术要求，应满足零碳改造工作的需要。

4.4.2 在对既有建筑进行现场查勘、性能检测时，应按照规定性、真实性、定性与定量相

结合原则，客观、准确地反映建筑实际状况。

4.4.3 建筑能耗及运行阶段碳排放计算应采用计算机软件建立全年能耗计算模型。能耗模拟所采用的室外气象参数应符合现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定，气象台站的选取应遵循直线距离就近且气象条件接近的原则。

4.5 现状核查

4.5.1 应对既有建筑的结构安全进行评估，确保改造工作不影响原有建筑结构安全、消防安全、抗震性能以及防雷性能等。结构安全评估应包括核查建筑内部结构及评估建筑外观两部分。

4.5.2 应对的能耗数据进行收集与分析，包含既有建筑的供暖能耗、供冷能耗、照明能耗等。既有建筑能耗现状调查应采用年总能耗量和年能耗指标，并宜在此基础上分解为分项能耗指标。拟改造建筑能耗验算的计算方法应符合国家现行有关标准的规定。

4.5.3 应对既有建筑室内热环境进行诊断，应采用现场调查和室内热环境状况检测为主、住户问卷调查为辅的方法。既有建筑室内热环境诊断应主要针对供暖、空调季节进行。

4.5.4 应对既有建筑围护结构进行节能诊断，诊断包括下列主要内容：

- 1 屋面、外墙、外窗、外门、地面、楼板、分户墙(居住建筑)的现状；
- 2 屋面、外墙、地面、楼板、分户墙(居住建筑)的构造和各构造层尺寸；
- 3 外窗的型材类型、开启方式、玻璃类型、密封方式；
- 4 外门的构造、材料、密闭方式；
- 5 外挑楼板、变形缝等构造形式和厚度。

4.5.5 应对既有建筑设备系统进行检测，检测内容包括既有建筑的供暖系统、通风和空调系统、给水排水系统、供配电系统，通过评估设备系统的运行状况和节能潜力，为后续改造方案的制定提供依据。

4.6 诊断判定原则

4.6.1 应根据建筑结构安全性是否符合现行国家安全标准以及是否需要更换结构系统进行现状判定，将建筑结构的安全性评估划分为 A、B、C 三个等级。结构系统完整无损，不需要更换结构构件评估等级为 A，局部需要修缮加固评估等级为 B，整栋属于危房，需要更换结构构件评估等级为 C。

4.6.2 围护结构判定应按照全面性、客观性、可行性原则，涵盖围护结构的所有组成部分，确保判定结果的全面性和准确性。判定具体内容应包括：

- 1 屋顶应将上人屋面和不上人屋面分开评估，评估前应确定屋顶的构造组成及各层材

料厚度。评估的主要内容应包括：屋面种类，屋面保温材料性能，屋面是否有结露、霉变现象和是否采用低碳材料四项。评估状态最好为 A，最差为 C。

- 2 外墙部分应将东外墙、西外墙、南外墙和北外墙分开评估，评估前应确定外墙的构造组成及各层材料厚度。评估的主要内容应包括：外饰面做法，外墙表面状态，外墙采用保温形式及质量评价，是否采用低碳材料四项。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 3 外窗评估的主要内容应包括：窗户类型，外窗气密性，外窗保温性能质量评价，窗框材料，密封条状态。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 4 门评估的主要内容应包括：门类型，门气密性，门保温情况。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 5 地面评估前应确定地面的构造组成及各层材料厚度，评估的主要内容为：地面保温情况。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 6 阳台评估的主要内容应包括：结构类型，是否封闭，总体现状。评估状态最好为 A，最差为 C。

4.6.3 室内热环境评估的主要内容应包括：空气温度，空气相对湿度，空气流速，室内通风情况。评估状态最好为 A，最差为 C。

4.6.4: 空调系统评估的主要内容应包括：

- 1 空调容量，能效，运行情况。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 2 通风系统评估的主要内容应包括：通风系统种类，运行可靠性。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 3 热水制备评估的主要内容应包括：热水器类型，运行功率。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 4 照明系统评估的主要内容应包括：照明灯具，控制方式，运行能耗，是否采用低碳材料。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 5 电梯评估的主要内容应包括：总体状态，运行可靠性，运行能耗。评估状态最好为 A，最差为 C。
- 6 可再生能源利用评估的主要内容应包括：能源形式，储能方式。评估状态最好为 A，最差为 C。

4.6.5 运行管理评估的主要内容应包括设备管理系统以及能源管理系统。评估状态最好为 A，最差为 C。

5 零碳改造设计

5.1 一般规定

5.1.1 既有建筑零碳改造设计的目标应包括性能与减排的双提升，即节能、增效、减排。改

造设计应遵循“绿色环保、被动优先、主动优化、经济合理”的原则。

5.1.2 改造设计应尊重原有场地环境、街巷肌理，不得出现过大的体量尺度改变。

5.1.3 改造设计应严格遵循前期评估确定的拆除和增建规模。对原有建筑结构宜少拆除、多利用，拆除产生的废弃材料应尽量在新建筑中重复利用。

5.1.4 改造建筑应采用长寿化设计，建筑设计寿命原则上不应低于 50 年。

5.1.5 改造设计应进行全过程记录，保存完整的设计技术文件，以供未来再次改造时使用。设计文件需要包括低碳设计专项说明，明确项目的碳排放设计目标及实现碳排放目标的主要手段及技术措施。

5.1.6 建筑改造后应达到绿色建筑二星级以上标准。

5.2 场地空间

5.2.1 设计前应进行场地环境评估，评估内容包括生物条件、水文条件和微气候条件。尽量避免在植物种类丰富、生长茂密的区域进行扩建，若确有必要，则应避开重要植物或对植物进行移栽，不对动物主要栖息地以及迁徙路线造成干扰和影响。

5.2.2 场地规划设计应注意用地承载力问题，结合上位规划要求，根据场地条件研究确定合理的开发强度。对于改造后的建筑容积率、绿地率、建筑密度、建筑高度等指标，应从生态和生物气候角度进行研究，设定合理布局及相关指标，确保改造后的场地环境不会恶化。

5.2.3 场地空间改造设计时，应充分考虑对场地环境资源的利用，宜采用以下策略：

1 在北方地区保证日照间距，充分利用太阳能以减少采暖能耗；在南方地区利用天井和冷巷等措施促进通风散热，以减少制冷能耗。

2 利用场地植物资源，降低夏季环境温度。

3 对市政基础设施与建筑进行整合设计，尽量缩短市政管线。

4 关注与相临或相关公共服务设施的关系，缩短步行交通流线。

5.2.4 建筑改造设计前应充分考虑环境微气候条件，合理利用现状地形特征。

1 充分考虑地形与建筑的相互关系，利用地形带来的有利特性，合理利用山谷风、覆土等条件。

2 结合水陆风特点与功能需求，选择对应策略，通常情况下，可结合季节特性对建筑临水界面进行改造，通透的建筑临水界面有利于引入温和水风。

3 保护既有原生植被，避免环境破坏，使建筑融入自然环境。

4 充分分析设计场地及周边既有建成环境的微气候状况。在严寒地区、寒冷地区和夏热冬冷地区，扩建部分宜避开建筑阴影较大的区域；在夏热冬暖地区，可利用既有建筑群形成的风廊等有利条件。在严寒和寒冷地区不宜加剧日照遮挡，在夏热冬暖地区不宜阻挡风廊。

5.2.5 生物气候设计应注意以下问题：

1 植被配置应根据当地气候与地理条件特点以及建筑功能需求，以“适地适树”为宜。

2 自然水体宜保持生态原状，根据场地微气候特点，合理组织与既有自然水体的关系。人工水体布局应充分调查掌握当地气候条件，控制水体规模，通常宜布置于夏季主导风向的上风向。

3 庭院空间应利于调节微气候，根据日照分析合理控制庭院的阴影区域。庭院空间可与建筑外部相联通，开口方向宜与夏季主导风向垂直，开口尺度适当。

5.2.6 场地外部交通组织应根据所处地区气候条件做出针对性设计：

1 根据场地周边环境并遵循城市规划设计要求设置主要出入口，出入口位置应避免对城市交通产生较大的压力。

2 在严寒和寒冷气候地区，主要出入口位置宜位于冬季主导风向背风面。

3 周边有轨道交通站点时，应尽可能建立直接步行联系，需要考虑防风、防雨雪措施。

5.2.7 场地内部交通组织应注意以下问题：

1 合理控制地块尺度和路网密度，缓解周边车行交通压力，提升地块车行和步行可达性；

2 严寒、寒冷气候地区建筑主入口宜设置在零风压区，不应设于建筑北侧，如设置在北侧需要采取防风、防雪措施。

3 寒冷和夏热冬冷气候地区场地内主要道路不宜设于建筑北侧阴影区，减小冬季结冰产生的安全隐患。

4 严寒、寒冷气候地区建筑室外无障碍设计坡道应考虑防冻防滑措施。

5 停车场宜用植草砖代替硬质铺地，寒冷、夏热冬冷地区停车场宜种植落叶乔木，夏热冬暖地区停车场宜种植常绿乔木。

5.3 建筑功能空间

5.3.1 扩建建筑布局尺度、间距应注意以下问题：

1 控制建筑平面的进深，对于原进深小于 20 米的建筑空间，改造后若作为主要使用空间，进深不宜大于 20 米。

2 改造后建筑间距应充分考虑日照及自然风对建筑内部环境的作用，严寒、寒冷、夏热冬冷地区建筑避免新建建筑长期处于日照阴影区和风影区，充分利用自然光热和自然空气流动。

3 改造建筑布局应集约利用场地，有效节约用地。

5.3.2 改造建筑功能空间布局朝向应注意以下问题：

1 在场地允许的条件下，主要功能空间朝向以南北向为宜，充分利用南向日照，并避免东西向太阳辐射热的不利影响。

2 建筑主要功能空间宜垂直于场地主导风向，或有小范围的偏角，有利于利用室外风压驱动内部空气的流动。当日照朝向与主导风朝向冲突时，应根据地方气候的特点和功能需求，确定其优先次序。

3 建筑主要功能空间应避免朝向长期存在的固定噪声源，以免开窗进行自然通风时受噪音干扰。当建筑长边面对噪声源的情况不可避免时，应采取噪声处理措施，并对通风开口进行控制性设计。

4 关注建筑主要功能空间的景观朝向，利用原有或新增植被、水体等生态景观要素进行夏季遮阳、降温，或引导适宜季节的主导风、屏蔽冬季寒风，减少建筑热损失。

5.3.3 建筑使用空间可分为室外开放型空间、室内封闭型空间和室内外选择型空间三种类型。改造设计应按照不同功能需求，充分拓展融入自然的功能空间，合理控制封闭空间的规模。

5.3.4 建筑空间改造时应根据功能特征对性能要素进行差异化选择，利用低性能空间作为气候缓冲区，将普通性能空间置于气候优先位置，高性能空间布置于建筑的内部纵深。

5.3.5 当建筑空间在水平方向调节余地不大时，可在垂直方向调整建筑的空间组织。在冬季寒冷地区，日常使用频率较高空间宜放置于建筑上部以较多地利用太阳能，使用频率较低的空间则放置建筑下部。夏热冬暖地区的建筑可将使用频率低的空间放置于顶部形成阻挡太阳辐射的缓冲空间。

5.3.6 在建筑空间中可植入生态模块，选择盆栽、绿植、流动水体等方式对微环境进行调节。

5.3.7 通过合理的功能组织实现低碳出行，楼梯宜布置在比电梯更醒目的区域，适当增加室外坡道代替踏步，以减少电梯的使用量。

5.3.8 鼓励功能增值使用。以多功能复合使用、灵活可变等方式拓展建筑空间的多样化动态使用，鼓励公共建筑的空间弹性设计：

- 1 加强空间的兼容性和可扩展性,并加强空间的灵活划分,以适应更多使用功能的变化;
- 2 加强建筑空间与建筑结构和设备系统等的集成设计,促进使用空间的灵活划分和功能兼容及扩展,从而控制和压缩建筑规模。

5.3.9 单一空间改造设计中应注意以下问题:

1 ,严寒和寒冷气候地区应适当控制空间高度,谨慎设置高大空间;夏热冬冷和夏热冬暖地区应适当增加空间净高,增强自然通风。

2 大进深建筑中可植入竖向中庭空间,以利用烟囱效应促进垂直拔风。中庭空间顶部和底部开口应注意通风方向。顶部采光设计应兼顾导光和调光功能。

3 主要使用空间应通过窗口门洞等方式,充分利用自然采光和通风;交通空间的节点区域尽量利用自然采光和通风;在自然采光和通风较差的空间区域,可植入气候适应性调节模块达到改善气候性能的目的。

5.3.10 建筑空间设计应考虑时间变化的因素,包括外部自然气候的时态变化及内部建筑使用功能的动态变化。内部空间应可细分为不同区域,落实建筑空间的分时用能。

5.3.11 建筑空间改造中应充分考虑与光伏设备的结合,通过利用光伏玻璃实现遮阳、暖廊等功能空间,提升光伏建筑一体化程度。

5.4 围护结构

5.4.1 建筑围护结构热工设计应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 相关规定要求。

5.4.2 外围护界面的改造应根据室内外环境的差异程度与室内舒适度需求,选择合适的室内外能量交换模式,具体可分为吸纳、过滤、传导、阻隔等四类。不同的气候区域应根据所处特殊自然环境条件,选择适合的交换模式策略。

5.4.3 当建筑入口大堂采用全玻璃幕墙时,全玻璃幕墙中非中空玻璃的面积不应超过该建筑同一立面透光面积(门窗和玻璃幕墙)的15%,并应按同一立面透光面积(含全玻璃幕墙面积)加权计算平均传热系数。

5.4.4 外窗的通风开口面积应符合下列规定:

1 夏热冬冷、温和A区居住建筑外窗的通风开口面积不应小于房间地面面积的5%,夏热冬暖、温和B区居住建筑外窗的通风开口面积不应小于房间地面面积的10%或外窗面积的45%;

2 公共建筑中主要功能房间的外窗(包括透光幕墙)应设置可开启窗扇或通风换气装置。

5.4.5 建筑外门窗的气密性应达到《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T31433 中建筑外门窗气密性6级的要求。

5.4.6 建筑遮阳措施应符合下列规定:

1 夏热冬暖、夏热冬冷地区,甲类公共建筑南、东、西向外窗和透光幕墙应采取遮阳措施;

2 夏热冬暖地区,居住建筑的东、西向外窗的建筑遮阳系数不应大于0.8。

5.4.7 对于气候冬夏差异巨大的地区,宜采用自适应外围护界面以随边界条件变化,在不同能量交换模式中做出相应变化,确保室内环境参数能维持在较高舒适度。

5.4.8 外墙保温改造工程应采用预制构件、定型产品或成套技术,并应具备同一供应商提供配套的组成材料和型式检验报告。

5.5 绿色建材

5.5.1 选用的建筑材料的成分应在产品的说明中明确标识，通常包含下列信息：材料名称、简要说明和使用范围；制造商、供应商、对应的环境政策和环境管理系统；成份声明，标注出目前已知的有害成份，以及达到的环境认证标准。

5.5.2 应尽量选择绿色建材产品，把建筑材料对环境的不利影响减到最少。

5.5.3 应优先选择使用有机材料，主要包括木材、纸张、竹材、茅草、其他植物和动物的自然纤维，如亚麻、椰壳纤维、棉花、羊毛等。这些材料具有固碳作用，并且环境影响很小。

5.5.4 应谨慎使用矿物材料，主要包括石材、玻璃、砖、混凝土、陶粒骨料、岩棉等。如果确有必要采用，应尽量采用再生材料。控制使用金属材料，主要包括钢、铜、铝、锌、铬等，如确有必要应尽量使用铁和钢、再生铝以及特定型号的不锈钢，避免使用铜、铬等重金属材料。

5.5.5 应控制使用粘合剂材料，主要包括水泥、石灰、沥青、石膏、粘土、胶合剂等。

5.5.6 应限制使用合成材料，主要包括塑料、合成橡胶、有机溶剂、有机涂料、油漆等。如果一定要使用，应充分了解其成分，尽量选择环境影响小的品种型号。

5.5.7 应充分利用可再利用材料和可循环材料。

5.6 结构与材料

5.6.1 既有建筑结构改造应进行抗震检测鉴定，并明确改造后的使用功能和后续设计年限。

5.6.2 应采用合理措施提高改造后建筑的耐久性，延长建筑剩余使用寿命。

5.6.3 既有建筑零碳改造应结合改造后的建筑功能，避免破坏原结构承重构件，减少拆除重建的范围。

5.6.4 既有建筑零碳改造应优先采用增强结构整体抗震性能的方案，避免仅从构件角度进行加固。

5.6.5 应按改造后的状态建立计算模型，进行结构分析和抗震鉴定，并对改造过程中的建筑隐含碳排放量进行统计计算。应将隐含碳变化作为结构改造方案评定的标准之一。

5.6.6 老旧砌体结构改造可采用结构加固与外围护结合的技术措施，如砖墙外加配筋混凝土层，可同时作为改造后受力构件和砖墙气密层，提高原砌体结构的耐久性。

5.6.7 屋顶加层改造应尽量减少荷载的增加，宜选择轻质高强结构材料，如木结构、钢结构和索膜结构等结构材料。

5.6.8 既有建筑改造应优选碳排放因子较低的建筑材料，在满足结构安全的条件下，可优选竹木材料或者资源消耗少、可集约化生产及施工的建筑材料作为结构用材。

5.6.9 应遵循因地制宜、就地取材原则，降低建筑材料运输距离，减少建筑材料运输过程中的碳排放。

5.6.10 应通过优化结构设计控制材料的用量，并符合下列要求：

1 在高层和大跨度结构中，应合理采用钢结构、钢与混凝土混合结构及钢与混凝土组合构件；

2 对于由变形控制的钢结构，应首先调整并优化钢结构布置和构件截面，增加钢结构刚度；对于由强度控制的钢结构，应优先选用高强度钢材；

3 在较大跨度混凝土楼盖结构中，合理采用预应力混凝土技术，现浇混凝土空心楼板等技术；

4 高层混凝土结构的墙柱及大跨度结构的水平构件宜采用高强高性能混凝土；受力钢筋宜选用高强度钢筋。

5.6.11 宜优先选用以废弃物为原料生产的利废建筑材料，利废建筑材料应满足相应国家或行业标准要求。

5.6.12 宜充分使用既有建筑拆除和场地清理时产生的可继续利用的材料。

5.7 机电系统

5.7.1 宜采用 LED 光源的高效节能灯具进行原有照明系统的替换。

5.7.2 照明改造应采用智能照明控制系统,通过合理的天然光利用,实现照明控制与使用需求的联动运行。

5.7.3 经技术经济比较后,可结合既有建筑的空间布局及建筑外立面的改造,采用光导照明技术,提高太阳光能源的利用率。

5.7.4 照明系统的改造应充分利用天然采光,综合根据照明能耗和空调能耗来确定照明系统的控制策略。

5.7.5 应结合建筑围护结构的改造合理的设置建筑开口措施,充分利用自然通风缩短全年供冷时长。

5.7.6 建筑的新风系统改造中,宜采用具备根据 CO₂浓度进行新风供给量调节功能的新风系统。

5.7.7 通过对既有建筑空调风系统进行评估,当条件允许时,空调末端系统的改造应符合以下规定:

- 1 全空气空调系统应实现基于 CO₂浓度的新风比可调,并可实现全新风运行模式;
- 2 采用风机盘管、多联式空调机、辐射装置等空调末端的独立机械新风系统应实现基于 CO₂浓度的新风比可调;
- 3 与空调系统配套运行的排风系统改造应能适应新风量的调节。

5.7.8 供暖、空调水系统改造应采取降低管网阻力的措施。

5.7.9 空调冷源的改造应实现全面电气化,不应采用消耗化石能源的冷热源系统方式;空调热源的改造,应综合考虑技术经济性、气象条件、布置位置等因素,宜全面或部分采用电动热泵。

5.7.10 同时具有稳定的供冷和供热需求时,改造时可采用冷凝热回收相关的技术措施。

5.7.11 生活热水供应系统的热源改造应按下列顺序优先采用:

- 1 建筑周边有可利用的余热或废热时,应利用余热或废热;
- 2 经技术经济比较合理时,宜采用空气源热泵或太阳能对化石能源进行替换。

5.7.12 电动压缩式冷水机组改造替换电动机的供电方式应符合下列规定:

- 1 当单台电动机的额定输入功率大于 1200kW 时,应采用高压供电方式;
- 2 当单台电动机的额定输入功率大于 900kW 而小于或等于 1200kW 时,宜采用高压供电方式;
- 3 当单台电动机的额定输入功率大于 550kW 而小于或等于 900kW 时,可采用高压供电方式。

5.7.13 改造中所替换的冷热源设备能效值应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 的规定。

5.7.14 空调机房整体改造后的系统电制冷水冷系统综合制冷性能系数(SCOP)不应低于《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定值。

5.7.15 空调供暖系统的循环水泵改造后的效率不应低于现行国家标准《离心清水泵能效限定值及节能评价》GB19762 规定的节能评价要求。

5.8 能源供给系统

5.8.1 经技术经济分析合理时，既有建筑可对消防水池进行蓄能改造。

5.8.2 综合考虑全年能源消耗量、运行碳排放量和系统投资等因素，合理选择能效、碳排放与经济性综合最优的改造技术方案。

5.8.3 既有建筑改造中应合理利用可再生能源，尽量减少和避免化石类燃料使用，提高建筑用能电气化比例。

5.8.4 现场条件允许时，既有建筑宜采用太阳能光伏系统，并设置相应的储能、配电系统。

5.8.5 能源系统改造时，可根据建筑自身的用能及可再生能源资源情况，采用多能互补的能源改造技术。

5.8.6 建筑供能系统改造时，宜合理采用空气源热泵、地源热泵等各类热泵作为供热热源。

5.8.7 当建筑屋顶存在安装空间时，应设置太阳能光伏发电系统。当建筑屋顶无安装空间时，通过评判，在不影响屋顶既有设备正常运行的条件下，宜采用在屋顶既有设备顶部设置太阳能光伏发电系统。

5.8.8 既有建筑利用地热资源时，应进行可行性研究和环境影响评价，充分考虑地热系统对既有地下管线的影响。

6 零碳改造实施与验收

6.1 一般规定

6.1.1 工程项目改造应实施降碳目标管理，促进设计与施工深度协同，实现改造过程碳排放统筹与计量。

6.1.2 施工单位应按照现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 等相关规定，结合改造项目实际情况，编制零碳绿色改造施工组织设计及专项施工方案，建立健全安全管理体系。

6.1.3 既有建筑零碳改造后的各分部工程质量应按照相关现行国家及地方标准规范的规定及设计要求进行验收。

6.1.4 既有建筑零碳改造竣工验收通过后，应进行零碳改造评估，评估应以单栋建筑为对象。

6.2 施工组织设计与质量控制

6.2.1 施工前应进行零碳改造策划及施工阶段碳排放量测算，制定专项零碳改造方案，明确改造碳排放目标。专项零碳改造方案应包括施工现场内能源供应方案，宜采用清洁能源作为施工现场用能。

6.2.2 工程项目改造应进行施工现场场地布置规划，减少场地内运输能耗及碳排放。

6.2.3 工程项目建造应推进施工现场建筑垃圾减量化，应对施工现场建筑垃圾分类处理和回收利用，建筑垃圾回收再利用率不应低于 50%。

6.2.4 施工现场的生产、生活、办公用房应采用保温隔热、遮阳等被动式措施。

6.2.5 施工现场的生产、生活、办公主要用能设备应符合下列规定：

- 1 应采用节能高效设备；
- 2 应采用节能照明灯具；
- 3 应监控重点能耗设备，对多台同类设备实施群控管理；
- 4 宜提高施工机具、运输设备电气化比例。

6.2.6 施工时应进行施工现场用能及碳排放量统计，统计内容应包括施工现场内工作区、材料堆放区、办公区、生活区等，竣工后应基于实际能源消耗种类及数量进行碳盘查。

6.2.7 建筑施工单位应针对建筑外围护系统、暖通空调系统、可再生能源系统，制定专项施工方案，并应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 相关施工质量控制规定。

6.3 装配式与智能化建造

6.3.1 建筑墙体改造宜采用装配式预制构件，与设计、物流、现场施工进行有效协同与联动。

6.3.2 室内装修改造宜采用装配式装修等干式法施工工艺及集成厨卫等模块化部品部件。

6.3.3 工程项目改造宜采用智能建造方式，提高效率，减少损耗。

6.3.4 室外道路、消防管道、现场围挡及雨水收集利用设施等宜实现永临结合。

6.3.5 建筑施工前应制定材料使用的减量计划，材料损耗宜比额定损耗率降低 50%。

6.3.6 施工临时设施和周转材料应符合下列规定：

- 1 除现场模板外的非实体材料可重复使用率不应低于 70%；
- 2 模板周转次数不应低于 6 次，宜使用铝合金板等新型模架体系；
- 3 办公及生活用房应采用周转次数高的模块化集成房屋。

6.4 验收评估方法

6.4.1 工程竣工验收前，应进行机电系统综合调试和联合试运转测试，并宜引入第三方调试机构进行调试验证，确保满足设计要求。

6.4.2 零碳改造竣工验收前，应对下列内容进行评价：

1 应对建筑气密性进行检测，检测方法检测结果应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 附录 E 的规定。

2 应对围护结构热工缺陷进行检测，受检内表面因缺陷区域导致的能耗增加比值应小于 5%，且单块缺陷面积应小于 0.3 m²。当受检内表面的检测结果满足此规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

3 应对新风热回收装置性能进行检测，并应符合下列规定：

1) 对于额定风量大于 3000m³/h 的热回收装置，应进行现场检测。检测方法检测结果应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 附录 F 的规定。

2) 对于额定风量小于或等于 3000m³/h 的热回收装置应进行现场抽检，送至实验室检测。同型号、同规格的产品抽检数量不得少于 1 台；检测方法应符合现行国家标准《空气-空气能量回收装置》GB/T 21087 的规定，检测结果应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 附录 F 的规定。对于获得高性能节能标识（或认证）且在标识（或认证）有效期内的产品，提供证书可免于现场抽检。

4 应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 对外墙保温材料、门窗等关键产品进行现场抽检，其性能应符合设计要求。对获得高性能节能标识（或认证）且在标识（或认证）有效期内的产品，提供证书可免于现场抽检。

5 若施工阶段影响建筑运行碳排放量的因素发生改变，则应对碳排放指标进行重新核算。

6.4.3 零碳改造工程施工质量验收应符合下列规定：

1 零碳改造方案、设计图纸、设计说明、模拟及计算资料等应完整；

2 材料、设备和配件的性能应符合相关标准的要求，并应提交相应的产品合格证；

3 材料、设备和配件的规格、数量应符合设计要求；技术性能应符合设计和相关标准的要求，并有相应的性能检验报告、进场检验记录和复验报告；

4 施工质量应符合相关标准的要求，并应提供相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；

5 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；

6 设备单机及系统联合试运转和调试记录应完整。

6.4.4 竣工阶段零碳评估的碳排放计算方法应与本规程 4.4.3 条的计算方法保持一致。当施

工阶段影响建筑能耗的因素发生改变时,应采用建筑能耗计算软件对建筑能效指标进行重新计算。

仅用于征求意见

7 零碳改造运行及碳抵消管理

7.1 一般规定

7.1.1 既有建筑零碳改造投入运行前,应针对机电设备及系统的调节与控制制定专项运行管理方案,并编制相应的运行管理手册。

7.1.2 既有建筑进行零碳改造后运行过程中,应以保证室内环境舒适性为前提,降低建筑运行能耗和碳排放量,并在正式投入使用的第一个年度进行建筑设备系统调适。

7.1.3 既有建筑进行零碳改造后运行中,应借助 BIM、人工智能、物联网、云计算等技术与原有运行方式相结合,搭建建筑设备系统智慧运维平台。

7.1.4 建筑能耗与碳排放监测系统由数据采集传感器或远传表具、数据传输系统、建筑能耗及碳排放数据采集软件等组成,数据采集方式应采用远程传输。

7.2 建筑能耗与碳排放监测

7.2.1 零碳建筑能耗监测

1 根据建筑的不同用能需求,对能源消耗进行分类监测和计量,包括电量、燃气量(天然气量或煤气量)、集中供热量、集中供冷量等。

2 能耗监测信息应能记录,记录数据应包括参数和时间标签,数据采集的时间间隔不应超过 1h,记录数据的保存时间不应小于 1 年,并可导出存储。

3 采集的数据信息应能全面、准确地反映建筑运行过程中各类能源消耗情况。采集的信息应便于对建筑能耗和碳排放数据进行归类、统计和分析。能耗监测系统应具备离线采集能力。

4 应通过安装分区、分项的用电、用气、用冷(热)等能源计量装置,采用远程传输等方式及时采集能耗数据,实现重点建筑能耗的在线监测。

5 建筑运行阶段用能监测应满足如下规定:

1) 应实时采集供暖通风与空调系统运行能耗:主要设备(冷水机组、锅炉、循环泵、冷却塔、通风机等)耗电量与耗气量、系统供冷量和系统供热量;

2) 应实时采集给水排水及生活热水系统的运行能耗:主要设备(给水泵、排水泵、生活热水系统锅炉或空气源热泵)的耗电量与耗气量;

3) 应实时采集照明、插座及电梯系统的耗电量;

4) 应独立计量厨房炊事用气量。

7.2.2 零碳建筑碳排放监测

1 建筑运行阶段碳排放计算范围应包括暖通空调、给水排水、生活热水、照明、插座及电梯、炊事等,核算范围应与 7.2.1 条一致。

2 在建筑运行阶段,碳排放量的核算应基于各系统消耗的不同类型的能源量以及对应的碳排放因子来确定,计算方法参见本标准 4.4.3。

7.3 建筑设备智能调控

7.3.1 给水及生活热水系统智能化调控

1 给水及生活热水系统设备应优先采用本地自动控制。楼宇自控系统应能远程监测关键设备的运行状态和故障情况，包括高低水位报警、水泵的进出口压力、运行频率、热水换热器的一、二次侧温度以及电动阀的开度等参数。

2 当采用低位生活水箱变频调速水泵供水时，给水系统应根据工作压力控制水泵运行台数和转速，自动完成给水泵、气压水罐和水泵联合供水方式的转换，当设置大小泵搭配运行时，用水高峰采用主泵供水；夜间小流量时，自动切换至小泵运行。

3 当采用低位生活水箱供水或调贮水池的水位降至低水位时，给水泵自动停止运行；给水泵交替工作，一台水泵发生故障时，备用泵自动投入运行。

4 生活热水系统的热源应优先采用太阳能、空气源热泵等可再生能源。

5 全日集中生活热水系统在循环水泵前回水总管上设置温控阀，由温度控制水泵启停，定时热水供应系统的循环水泵应采用手动控制或定时自动控制。

6 生活热水系统采用太阳能、空气源热泵等可再生能源供热时，应根据热水使用条件和热水供水方式，采用全日自动控制或定时自动控制，辅助热源应根据生活热水系统设定温度自动调节燃料或电力的供给。

7.3.2 供暖通风及空调系统智能化调控

1 冷热源设备应由设备自带控制模块进行自动控制，楼宇自控系统进行冷热源设备群控和冷热水系统运行状态、故障及主要运行参数的监测与控制。

2 空调机组（新风机组）、通风设备由楼宇自控系统对其运行状态、故障及送回风温湿度、室外温湿度、焓值、冷热水温度及压差等运行参数进行监测。

3 根据冷水流量和供回水温差计算系统所需冷量，自动调整冷水机组运行的搭配方式和冷水机组供水温度，当采用一级泵变流量系统时，根据供回水压差控制调节冷水泵运行频率，当采用二级泵变流量系统时，根据二次侧供回水压差控制空调冷水二级泵频率及运行台数。

4 对于设置冷却塔免费供冷系统，根据室外湿球温度控制停开或重新开启冷水机组，当冷却水系统能满足建筑负荷要求时，系统转入冷却塔免费供冷模式。

5 供热热源设置供热量自动控制装置，根据室外气温变化自动改变用户侧供水温度，对用户侧进行质调节；并根据一、二次侧热水供回水温差（压差）自动调节热水循环泵频率及运行台数，对用户侧进行量调节。

6 新风机组根据新风送风温度调节冷水管电动阀开度，根据典型房间空气湿度控制新风加湿设备开关，人员密集场所新风机组设置变频装置时，根据二氧化碳浓度调节新风机组运行频率。

7 严寒和寒冷地区采用集中新风的空调系统时，按照国家现行规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求，当设置集中排风能量热回收装置时，应根据新风、排风的温度或焓值，控制排风机的开启时间。

8 空调机组根据回风温度调节冷水电动阀开度，根据典型房间空气湿度控制新风加湿设备开关，双风机空调机组根据室外焓值，调节新回风比，采用变新风比，焓值控制的方式节能运行。

9 变制冷剂多联机空调系统，应根据建筑使用特点及气候条件，设定合理运行时间表，并宜采用人员感知（或人员分布）传感器与室内控制面板联动，根据人员使用情况，自动调节变制冷剂流量多联机空调系统的运行时间和功率。

7.3.3 照明及电梯系统智能化调控

1 建筑内可利用天然采光的场所，应按照建筑使用条件及天然采光状况分区、分组控制，并应随天然光照度变化采取调光措施，自动调节照度；建筑内门厅、大堂、电梯厅等公共场所，应采取夜间定时降低照度的自动控制装置。

2 在建筑内有可能分隔的场所，照明系统应按每个有可能分隔的场所进行分组控制。

3 电梯运行方式宜采取电梯群控（两台以上）、扶梯自动启停、电梯能量回馈系统等节能措施。

4 电梯系统宜根据人员流动量、到达楼层信息、权限信息等，采用智慧调控算法，对电梯进行优化调度，提高运行效率。

7.4 建筑设备与系统运维管理

7.4.1 建筑运行中应建立建筑设备系统运行的管理体系，包括管理内容、考核目标、应急机制、优化策略等。

7.4.2 建筑运行中应明确建筑设备运行管理的责任主体，包括设备管理部门、使用部门以及维护部门等，确保各主体在节能运行中的职责明确，并建立节能低碳运行奖励与激励机制。

7.4.3 建筑运行中应制定年度运行管理考核计划，定期对节能降碳运行情况进行评估，并根据运行数据动态调整。

7.4.4 建筑运行中应根据季节变化及建筑使用的实际情况，增加和细化调整设备系统的联动功能、运行参数、工作模式、控制逻辑以及报表输出的类型和方式。

7.4.5 每月应检查建筑系统和设备的控制器、内置电池、系统通信、控制逻辑算法、联动功能的工作状态，应每季度监测校正传感器和执行器。

7.4.6 建筑设备系统的运行管理，应通过搭建智慧运维平台的方式实现，平台功能应包括：

1 应搭建建筑运维物联平台，具备与建筑能耗与碳排放监测系统（设备）对接的能力。

2 应具备发送开关控制、参数调整、状态查询等指令到物联网监测设备的功能，并能够根据物联网监测设备的指令实现设备自动控制。

3 应搭建建筑能耗与碳排放综合数据资源库，支持对建筑能耗与碳排放监测数据的统一管理、分类存储、统一服务等。

4 应具备告警和实时通知，具备能源报警定位和快速故障处置功能。

5 应具备关键能耗设备运行效率、运行时长等分析功能，提供不同维度的能源分析报告和数据报表，具备按照区域核算碳排放量的统计功能，并可基于排放量对应生成分区、分项、分时的碳排放监测报告。

6 应能建立能耗、碳排放计算模型，提供不同维度的减碳优化控制策略。

7.5 碳抵消管理

7.5.1 既有建筑零碳改造在运行阶段可以通过引入绿色电力交易和碳排放权交易等碳抵消方式实现零碳目标，碳抵消比例不超过 30%。

7.5.2 绿色电力交易与碳排放权交易的产品应为中国国内相关交易机制签发或在中国境内开发的减排项目。

仅用于征求意见

附录 A 既有建筑零碳改造诊断评估表

项目名称			项目地址		
用地性质			原建设单位（产权单位）		
原设计单位			改造设计单位		
改造实施单位			原建设时间		
拟改造时间			拟完工时间		
1 基本信息					
建筑类型			建筑高度		
建筑面积			建筑层数		
建筑功能			结构类型		
抗震设防烈度		☐ 无 ☐ 6度 ☐ 7度 ☐ 8度 ☐ 9度 ☐ 不清楚			
结构安全性		☐ 一级 ☐ 二级 ☐ 三级			
绿地面积					
2 既有建筑外围护结构信息					
围护结构			面积 (m ²)	传热系数 (W/(m ² ·k))	构造做法
外墙	南外墙				
	北外墙				
	东外墙				
	西外墙				
屋面					
地面					
外窗	南外窗	南外窗 1			
		南外窗 2			
		...			
		南外窗 n			
	北外窗	北外窗 1			
		北外窗 2			
		...			
		北外窗 n			
东外窗	东外窗 1				
	东外窗 2				
	...				
	东外窗 n				
西外窗	西外窗 1				
	西外窗 2				
	...				
	西外窗 n				

	天窗					
气密性 (N50)						
3 既有建筑室内环境设备信息						
空调系统		☐ 分散式房间空调器 ☐ 空气源热泵 ☐ 多联机系统 ☐ 其他				
供热站方式		☐ 城市热力 ☐ 区域锅炉房 ☐ 独立供暖 ☐ 其他				
室内湿环境		夏季室内湿度: 冬季室内湿度:				
室内热环境		夏季室内温度: 冬季室内温度:				
设备系统	空调系统		1 容量 2 能效 3 运行情况			
	通风系统		1 通风系统种类 2 运行可靠性			
	热水制备		1 热水器类型: ☐ 电热水器 ☐ 燃气热水器 ☐ 太阳能热水器 2 运行功率			
	照明系统		1 照明灯具 2 控制方式 3 运行能耗 4 是否采用低碳材料			
	电梯		1 总体状态 2 运行可靠性 3 运行能耗			
4 既有建筑能源消耗统计						
月份	能耗 (kWh/m ²)					
	供暖能耗	空调能耗	生活热水能耗	照明能耗	其他生活能耗	总能耗
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
可再生能源产能量						
总计						
5 既有建筑运行碳排放量统计						
	总碳排放 (kgCO ₂)	单位面积碳排放 (kgCO ₂ /m ² a)				
供冷系统						
供暖系统						

生活热水系统					
照明系统					
其他碳排放					
可再生能源系统					
6 既有建筑诊断信息评价表					
序号	评估条目		主要评估内容	状态 (A/B/C)	
1	围护结构	屋顶	1. 建筑结构安全性是否符合国家安全要求 2. 是否需要更换		
		地面			
		墙面			
			窗户	1. 门类型: 2. 门气密性: 3. 门保温情况:	
			门	1 容量 2 能效 3 运行情况	
2	设备	空调	1 容量 2 能效 3 运行情况		
		热水	1 热水器类型: ☐ 电热水器 ☐ 燃气热水器 ☐ 太阳能热水器 2 运行功率		
		新风机	1 设备性能 2 运行可靠性		
		照明	1 照明灯具 2 控制方式 3 是否采用低碳材料		
		电梯	1 总体状态 2 运行可靠性 3 运行能耗		
4	室内 外环境	室内空气温度	是否满足规范要求		
		室内空气相对湿度			
		室内空气流速			
		室外环境 (绿植、日照间距等)			
注:		1. A (状态完好), B (有缺陷, 但功能未受影响), C (有重大缺陷, 影响功能使用)			

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

仅用于征求意见

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015-2021

《民用建筑热工设计规范》 GB 50176-2016

《公共建筑节能设计标准》 GB 50189

《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736

《民用建筑室内热湿环境评价标准》 GB/T 50785

《建筑工程绿色施工规范》 GB/T 50905

《既有建筑绿色改造评价标准》 GB/T 51141

《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350-2019

《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366-2019

《离心清水泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762

《空气-空气能量回收装置》 GB/T 21087

《建筑幕墙、门窗通用技术条件》 GB/T 31433

《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 26

《居住建筑节能检测标准》 JGJ/T 132

《民用建筑能耗数据采集标准》 JGJ/T 154

《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177

《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346

中国工程建设标准化协会标准

既有建筑零碳改造技术规程

T/CECS xxx—20xx

条文说明

仅用于征求意见

制 定 说 明

本规程《既有建筑零碳改造技术规程》制定过程中，编制组对国内外现行相关标准、出台政策以及实践案例进行了研究，总结了我国既有建筑改造的实践经验，同时梳理了既有建筑零碳改造实践应用先进技术，通过理论研究结合实践项目，形成既有建筑零碳改造全流程技术实施路径等研究成果。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程《既有建筑零碳改造技术规程》时能正确理解和执行条款规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

仅用于征求意见

目 次

1 总则	29
2 术语	30
3 基本规定.....	31
4 现状诊断判定.....	32
4.1 一般规定.....	32
4.2 诊断范围.....	34
4.3 诊断流程.....	37
4.4 诊断方法原则.....	38
4.5 现状核查.....	39
4.6 诊断判定原则.....	40
5 零碳改造设计.....	44
5.1 一般规定.....	44
5.2 场地空间.....	46
5.3 建筑功能空间.....	46
5.4 围护结构.....	48
5.5 绿色建材.....	51
5.6 结构及材料.....	52
5.7 机电系统.....	53
5.8 能源供给系统.....	55
6 零碳改造实施与验收.....	56
6.1 一般规定.....	56
6.2 施工组织与质量控制.....	57
6.3 装配式与智能化建造.....	58
6.4 验收评估方法.....	59
7 零碳改造运维及碳抵消管理.....	60
7.1 一般规定.....	60
7.2 建筑能耗与碳排放监测.....	61
7.3 建筑设备智能化调控.....	61
7.4 建筑设备与系统运维管理.....	63
7.5 碳抵消管理.....	<u>64</u>

1 总则

1.0.1 自二十世纪以来，人类的生产生活活动导致了大量的温室气体排放，全球气温不断上升，为了有效应对气候变暖，2015 年联合国气候变化大会通过了《巴黎协定》，目标是在本世纪将全球平均气温上升幅度控制在工业化时期水平之上 1.5℃ 以内，其中建筑节能首次成为独立议题。

2021 年 3 月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中进一步强调了应对气候变化的重要性，明确指出要深入推进工业、建筑、交通等领域的低碳转型，以支撑 2030/2060“双碳”目标的实现。2022 年 6 月，《住房和城乡建设部、国家发展改革委关于印发城乡建设领域碳达峰实施方案的通知》提出，要推动低碳建筑规模化发展，鼓励建设零碳建筑和近零能耗建筑，并开展绿色低碳社区建设，探索零碳社区的发展模式。

除保证新建建筑的零碳进程外，既有建筑的改造需求也日益迫切。既有建筑因其建成年代、施工工艺、设计标准等方面的差异，通常存在能耗高、设备老化、碳排放较大的问题。相比于新建建筑，既有建筑在设计之初往往未充分考虑节能减排目标，这使得零碳改造具有更加复杂的挑战性。对于既有建筑进行零碳改造，既需要应对结构、设备、材料等方面的技术问题，也需要结合建筑实际使用功能和现状特点，制定科学的改造方案，以提高其能源利用效率和环境表现。既有建筑的零碳改造，将有助于显著减少建筑领域的碳排放，推动建筑行业的革命性变革，从而使建筑建造、运行、维护等各个环节实现更高效、更环保的发展。

本规程的制定，旨在为既有建筑的零碳改造提供全面的技术指南，引导我国建筑行业迈向更低能耗和更低碳排放的未来。

1.0.2 本规程重点聚焦于高碳排放、高能耗的既有公共建筑。公共建筑的能耗特性与居住建筑不同，公共建筑通常存在用能强度高、使用周期不均衡等特点，对整体碳排放的影响较为显著。相比之下，居住建筑虽然数量庞大，但单体能耗相对较低，能耗特性和使用模式也存在差异。因此，本规程重点对公共建筑的零碳改造进行详细规范，而居住建筑改造则可参考本规程进行实施，以因地制宜地实现节能减排目标。

1.0.3 国家现行标准的规定包含《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 等。

2 术语

2.0.4 绿色建材是指在其全生命周期内能够有效降低资源消耗、减少生态环境影响，同时具备节能、减排、安全、健康、便利和可循环等特性的建材产品。绿色建材的概念不仅涵盖了材料本身的环境影响，还涉及从生产到使用及最终处置的全生命周期环境表现，包括生产过程中的原料选取、制造能耗与废弃物排放，使用过程中的能效表现，以及在建筑寿命结束后的可再利用性或可回收性。

2.0.5 光伏建筑一体化是一种将光伏发电设备作为建筑材料或构件直接应用于建筑物的一种建造形式，使光伏系统与建筑设计高度融合。与传统的附加式光伏系统相比，光伏建筑一体化（BIPV）更加注重光伏设备的建筑功能属性，如隔热、遮阳、防风雨等，从而实现建筑功能与光伏发电功能的有机结合。

2.0.7 碳抵消管理包括但不限于购买绿色电力、参与碳市场交易、投资碳汇项目（如植树造林）等形式，以补偿建筑在建造、运行及维护过程中不可避免的碳排放。碳抵消管理不仅是一种技术手段，还是一种战略性管理工具，通过合理规划和运用碳抵消手段，既有建筑可以更高效、更经济地实现零碳改造，确保建筑改造后的碳排放管理符合国家和国际碳中和的标准和目标。

3 基本规定

3.0.1 现状诊断是全面了解既有建筑碳排放与能耗现状的基础性工作,可以对建筑的使用效率、围护结构性能、用能设备等进行系统诊断,提供准确的碳排放数据和能耗表现评估。这一过程有助于发现建筑在运行过程中的能源浪费和碳排放问题,为后续零碳改造的方案制定提供精准的依据,避免盲目施工和资源浪费,提高改造的有效性和可行性。

3.0.3 零碳改造涉及技术科学性、经济性、可操作性、可靠性等多个维度,需要通过多目标分析在这些方面进行平衡,以制定最优的改造方案。技术科学性分析确保改造手段的理论依据与适用性,可靠性分析保证长期运行的稳定性,可操作性评估则保障改造措施能够有效实施,而经济性分析则衡量投资的合理性和长期效益。综合分析通过在技术、经济、可行性和社会效益之间寻找平衡点,确保改造方案科学、合理、切实可行,从而实现节能、减排和经济效益的多重目标。

3.0.4 验收评估将系统检验改造工程是否达到了预定的零碳目标,确保改造后的建筑在能耗和碳排放方面符合设计要求和国家标准。通过对改造成果的客观评价,保证建筑在使用阶段的能源效率与环境效益。此外,验收评估能够为此后的零碳改造项目积累宝贵的经验,通过对改造目标与实际成效的对比和分析,为后续项目的规划与实施提供有力的数据支持。

4 现状诊断测评

4.1 一般规定

4.1.1 明确界定诊断范围有助于全面理解碳排放源。在建筑的全生命周期内，其碳排放涵盖了从生产阶段、运行阶段直至维护阶段的每一个环节。本条提及的既有建筑的碳排放，其范畴被限定在运行阶段所产生的碳排放，并进一步细分为直接碳排放与间接碳排放两大类。确定诊断流程和诊断方法能够保证既有建筑现状评估的科学性和系统性。明确的诊断流程可以避免出现混乱或者重复工作。

1 根据建筑的使用功能进行分类诊断取决于建筑使用功能的差异。居住建筑的碳排放主要集中在日常生活能源消耗（如家庭用电、取暖等），而工业建筑则更多与生产过程中的能源消耗相关。

2 建筑的结构类型会影响其能源性能。钢结构建筑和混凝土结构建筑的热传导性能不同，钢结构建筑可能导热性更强，在寒冷地区其供暖时的热量散失可能更快，导致更多的碳排放。因此在诊断时需要根据结构类型采取不同的策略，对于钢结构建筑可能要重点检查其保温隔热措施的有效性。

3 不同地区的气候条件、能源供应结构等不同。严寒地区、寒冷地区建筑冬季采暖能耗高，而夏热冬冷地区、温和地区、夏热冬暖地区建筑夏季制冷能耗大。同时，一些地区可再生能源资源丰富（如太阳能、风能等），在诊断时可以考虑这些地区的建筑是否有潜力利用本地可再生能源来减少碳排放。在阳光充足的地区，诊断居住建筑时可以评估屋顶安装太阳能板的可行性以减少对传统能源的依赖，从而降低碳排放。

4.1.2 本条详细阐述了在进行既有建筑零碳改造前所需收集的一系列基础性与关键性文件。

1 建筑设计施工图、竣工图和技术文件包含了建筑的原始设计结构、布局、材料使用等基础信息，有助于了解建筑的基本构造、保温隔热性能、采光通风等方面的情况，为零碳改造的诊断分析提供建筑本身结构和性能方面的依据。

2 建筑的历年装修改造、房屋修缮及设备改造记录能够反映建筑在使用过程中的变化情况，比如是否进行过节能改造尝试、哪些部分有结构或功能的调整等，这对于分析建筑当前状态以及确定后续零碳改造方向有重要意义。

3 相关设备技术参数和近 1 年~近 3 年的运行记录可以帮助了解设备的性能、效率以及在实际运行中的能源消耗情况，以便确定设备是否需要升级、更换或者优化运行策略以实现零碳目标。

4 至少一个运行周期的室内温/湿度记录对于评估建筑的热舒适性和能源利用效率很重要。温湿度与建筑的围护结构性能、暖通空调系统的运行效果密切相关，通过分析这些记录可以找出建筑在热湿环境控制方面存在的问题，为零碳改造提供参考。

5 近1年~近3年燃气、燃油、电、水、热、蒸汽等能源消费账单则能直观反映建筑在近期的能源消耗总量和消耗模式，是评估建筑能源利用现状、发现高耗能环节、确定节能潜力的关键数据，有助于制定合理的零碳改造计划。

4.1.3 既有建筑的围护结构热工性能直接影响建筑的热量传递。通过检测，可以明确其保温、隔热等性能的现状，有助于优化改造方案。不同的围护结构热工性能状况需要不同的改造策略。通过准确检测分析，可以为选择合适的材料和改造技术提供参考依据。

既有建筑中的用能系统（如供暖、通风、空调、照明等）是能源消耗的主要部分。检测其能耗情况可以发现哪些系统存在能源浪费现象，以帮助了解用能系统的运行控制情况，有助于优化其控制策略。

室内热环境状况直接关系到使用者的舒适度。检测室内热环境状况可以确定是否满足人体舒适需求。如果室内温度波动过大或者湿度不合适，需要对建筑的保温、通风、空调等系统进行改造，以提高室内舒适度。

4.1.4 不同设备在建筑整体能耗中所占的比重不同，其运行状况对零碳改造的影响也有差异。对于一些高能耗设备，如果其运行监控显示其运行时长过长、频繁启停等问题，那么在零碳建筑改造中就需要重点关注这些设备的更新或者优化策略。某些设备可能已经接近使用寿命，运行监控状况能够为是否更换设备提供依据。如果设备虽然能耗较高但运行监控显示其还有较长的使用寿命且可以通过技术改造提高效率。能耗计量情况能够提供既有建筑中各用能设备具体的能耗数据，有助于准确了解建筑的能耗分布，从而为制定零碳改造方案中的节能目标提供准确依据。

4.1.5 既有建筑碳排放测算应当遵循《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 - 2019。既有建筑的碳排放，其范畴被限定在运行阶段所产生的碳排放，包括供热、制冷、照明等设备的能源消耗对应的碳排放。在运行阶段，要准确统计既有建筑各类能源的实际消耗量，如电力、燃气等。根据不同能源对应的碳排放因子进行计算。同时，考虑既有建筑可能存在的设备老化、效率低下等情况对能耗和碳排放的影响。

4.1.6 系统概况是对既有建筑的全面描述，是后续诊断和分析的基础。了解建筑类型、规模、年代和能源系统等信息，有助于确定建筑的碳排放特征。建筑的规模和年代也会影响其能源效率，老建筑可能采用较旧的技术，能源消耗更高，从而碳排放也更高。能源系统的类型（如集中供暖、电力空调等）直接关系到碳排放的计算和减排策略的制定。

检测诊断结论提供了关于既有建筑能源使用效率和碳排放源的准确信息。通过对能源效率（如 HVAC 系统能效比）和建筑围护结构（如墙体保温性能）等方面的检测，可以明确建筑在哪些方面存在能源浪费和高碳排放问题。这是评估减碳潜力和制定改造方案的关键。存在问题分析应从技术、经济和管理等多方面分析问题，可以全面把握既有建筑在向零碳转型过程中面临的障碍。只有明确存在问题，才能有针对性地提出解决方案。

减碳潜力的评估是衡量既有建筑通过改造能够实现减排效果的重要指标。零碳技术应用

建议为既有建筑的零碳改造提供了具体的技术方向。针对建筑的具体情况，提出合适的技术应用建议，可以确保改造方案的有效性和可行性。

4.1.7 诊断分析采用的方法应符合国家相关标准的规定：

1 清单编制法是一种较为常用的方法。按照国家相关标准，需要全面考虑建筑运行过程中的能源消耗，包括电力、燃气、燃油等。例如，对于电力消耗，要准确统计各类电器设备（如照明系统、空调系统、电梯等）的用电量，根据电力碳排放因子（按照国家规定的标准数值）计算其碳排放。在统计建筑内人员活动产生的碳排放时，要依据国家标准规定的人均活动量、活动类型（如办公、居住等）的碳排放系数进行计算。

2 模拟分析法：利用建筑能耗模拟软件模拟建筑的热工性能、通风性能等，进而分析其对碳排放的影响。在使用时，需要按照国家规定的气象数据标准输入当地的气象参数，如温度、湿度、太阳辐射等。

2 诊断分析采用的设备应符合国家相关标准的规定：

能源计量设备

1 对于电力计量，需要使用符合国家标准精度等级的电表。根据用电规模应安装不同精度等级（如 0.5 级或 1 级）的智能电表，这些电表的安装位置、计量范围等都要遵循相关标准。燃气计量设备要能够准确测量燃气流量，并且具备数据传输功能并符合国家规定的数据格式和传输协议，以便实时获取燃气消耗数据用于碳排放计算。

2 温度传感器要满足一定的精度要求，例如在室内环境监测中，精度可能需要达到±0.5℃。其安装位置也要符合标准，比如在房间的中心位置且避免阳光直射和热源干扰。湿度传感器同样需要符合精度标准，以准确测量室内外湿度，为建筑通风和空调系统的碳排放分析提供数据支持。

3 诊断分析采用的仪表应符合国家相关标准的规定：

二氧化碳浓度仪表在测量建筑室内外二氧化碳浓度时，其测量范围、精度、响应时间等都有国家相关标准规定。在室内空气质量监测中，二氧化碳浓度仪表的精度可能要求在±50ppm 以内，以准确评估建筑通风效果对碳排放的间接影响。

热流计用于测量建筑围护结构的热流量，其测量精度、量程等要符合国家相关标准。在既有建筑零碳改造潜力分析中，准确的热流测量是关键，热流计的正确安装和使用（如安装在围护结构的合适位置、与表面接触良好等）也是按照标准执行的。

4.2 诊断范围

4.2.1 根据《中华人民共和国环境保护法》的规定，建筑碳排放主要有直接碳排放和间接碳排放两类。

1 直接碳排放：即建筑运行阶段直接使用化石能源带来的碳排放，在时间上应是运

行阶段的某个自然年度，在空间上应是由建筑红线内的运行活动，在碳排放类型上应包括暖通、生活热水、炊事。同时还应包括绿色电力碳抵消。

2 间接碳排放，即建筑运行阶段消费电力和热力两大二次能源带来的碳排放；在时间上应包括建筑历次已竣工项目的隐含碳排放，在空间上应包括由建筑边界内建设活动所导致的碳排放，在碳排放类型上包括建材生产与运输阶段碳排放、建造阶段碳排放、拆除阶段碳排放。

4.2.2 确定诊断边界后应开始对碳排放来源进行分类归纳并记录各项目二氧化碳当量的排放。

1 冬季采暖耗能主要包括：建筑耗热量、建筑供暖输配系统能耗（包括管网热损失率和管网水泵能耗）、建筑供暖系统热源能耗和建筑供暖能耗等的计算。《民用建筑能耗标准中供暖指标值的确定方法》

2 夏季制冷能耗主要包括：

冷源系统:冷水机组、冷却水循环泵、冷却塔风机等。

空调水系统:空调冷水循环泵(一次冷水循环泵、二次冷水循环泵)等的能耗。

空调风系统：可以单独设置能耗计量装置的全空气机组、新风机组、空调区域的排风机组和风机盘管、变风量末端等的能耗。

3 照明及插座耗能主要包括：建筑室内照明、公共区域照明、室外景观照明、应急照明以及插座（非汽车）等类型的能耗。

4 动力设备耗能：动力用电是指为建筑物提供各种动力的设备用电的统称。（不包括空调供暖系统和人防系统的用电设备。）一级子项包括：电梯、水泵和通风机的用电。

电梯：包括建筑物中使用的所有电梯(如货梯、客梯、消防梯、扶梯等)及电梯机房专用空调等附属设备的能耗。

水泵：包括除空调供暖系统和消防系统以外的所有水泵，如自来水加压泵、生活热水泵、排污泵、中水泵等的用电。

通风机：包括除空调供暖系统和消防系统以外的所有风机，如车库通风机、可以单独设置能耗计量装置的操作间排风机、卫生间排风机等的用电。

4.2.3 既有建筑的室内热湿环境诊断包括以下几点：

1 室内空气温度：对于居住建筑，冬季室内温度一般不宜低于 18℃，夏季不宜高于 26℃。

2 表面温度：内表面温度不宜过低，以免产生结露现象。

3 室内空气相对湿度：适宜的相对湿度范围一般为 30% - 60%。

4 含湿量：室内空气的含湿量反映了空气中水蒸气的含量，合适范围一般为每千克干空气含 7 克至 12 克水蒸气。

5 室内空气流速：适当的空气流速可以提高人体的热舒适度。一般来说，夏季室内空

气流速宜为 0.2 - 0.5m/s，冬季宜为 0.1 - 0.3m/s。

6 平均辐射温度：冬季室内平均辐射温度宜在 18℃-24℃；夏季室内平均辐射温度宜在 24℃-28℃。

7 热舒适度指标：PMV 值在 -0.5 到 +0.5 之间表示人体感觉较为舒适，PPD 值一般不超过 10%。

4.2.4 既有建筑影响能耗的围护结构节能诊断包括下列内容：

1 屋顶以及外墙的保温性能、隔热性能：包括屋顶的材料性能、构造形式（热桥、气密性）、施工质量、通风隔热等。

2 门窗的气密性遮阳和开启方式。

3 地面的保温材料的导热系数、蓄热性能防潮、防水

4.2.5 应当对既有建筑的大型用电设备如采暖设备、空调设备、电机设备等用能情况和效率进行核查诊断。应对设备各项指标如节能标识、用电功率、使用年限等进行记录和归纳。

1 供暖系统诊断应包括下列内容：

1 调查供暖系统的形式、设备配置、能耗状况和运行情况；

2 分析主要设备能效水平和管网输送效率、水力平衡度、调控能力；

3 供暖系统审计管道保温性能。

4 通风和空调系统诊断应包括下列内容：

5 调查通风和空调系统的形式、设备配置、能耗状况和运行情况；

6 分析主要设备能效水平和调控能力；

7 分析水系统补水率、水力平衡度，风系统平衡度、新风量风机单位风量耗功率；

8 分析分散式空调器的能效。

2 给水排水系统诊断应包括下列内容：

1 对给水、输水、排水系统的设备配置及运行情况进行调研分析设备和系统的能耗和水耗水平、运行状态；

2 对生活热水的热源、设备配置及运行情况进行调研，分析加热方式、设备选型、保温情况的合理性以及能耗水平；

3 调研给水排水系统节水、节电方面存在的问题。

3 供配电系统诊断宜包括下列内容：

1 检测原有供配电设备和线路的压降、热点成像、功率因数等；

2 核查电梯、水泵等公共设施用电设备的自控装置有效性；

3 检测电子设备开关电源、UPS 装置、应急照明蓄电池的运行效能；

4 对低效运行或谐波超标的开关电源应提出替换方案，对蓄电池应提出预防性维护方案。

4.2.6 既有建筑的产能措施如下：

- 1 太阳能光伏发电：光伏发电系统可以与建筑电网连接，实现自发自用、余电上网，为建筑提供清洁电力。
- 2 太阳能热水系统：装太阳能集热器，利用太阳能加热水，为建筑提供生活热水。太阳能热水系统可以与传统的燃气热水器、电热水器等结合使用，降低能源消耗。
- 3 小型风力发电机：在既有建筑屋顶、空地等部位安装小型风力发电机，将风能转化为电能。
- 4 采用地源热泵系统，利用地下浅层地热能为建筑提供供暖、制冷和生活热水。

4.3 诊断流程

4.3.1 建筑基本信息应包括建筑类型、建筑规模、建造年代、建筑技术图纸、原始的建筑设计说明书等。历史能耗数据应包括过去几年（至少 1~3 年）的电力、燃气、水等能源消耗记录、能源费用账单、现有供暖、通风、空调（HVAC）系统的类型、规格、数量和运行参数、照明系统的类型、其他大型耗能设备（如电梯、服务器等）的相关信息，包括设备功率、运行时间等。围护结构资料应包括墙体材料、墙体保温措施、门窗类型、门窗密封性能、玻璃的类型、屋面结构形式、屋面的保温隔热措施等。建筑使用情况资料应包括人员使用信息、人员的行为习惯、各类电气设备的使用频率和使用时间、特殊设备或工艺的使用情况。

4.3.2 在进行现场查勘时、除表观有无地下室、外墙材料、屋面类型、空调系统、供热站方式之外，在查勘承重结构系统时要查勘建筑结构安全性是否符合国家安全要求、是否需要更换结构系统。对于围护结构系统屋顶部分，着重查勘屋面种类、屋面保温材料性能、屋面是否有结露、霉变现象、是否采用低碳材料。外墙部分着重查勘外饰面做法、外墙表面状态、外墙采用保温形式及质量评价、是否采用低碳材料。外窗部分着重查勘窗户类型、外窗气密性、外窗保温性能质量评价、窗框材料、密封条状态、遮阳措施情况、是否采用低碳材料。门扇着重查勘门类型、门气密性、门保温情况。室内热环境方面着重查勘空气温度、空气相对湿度、空气流速、室内通风情况。设备系统中空调系统主要查勘容量、能效、运行情况；通风系统主要查勘通风系统种类、运行可靠性；热水制备系统着重查勘热水器类型及其运行功率；照明系统着重查勘照明灯具、控制方式、运行能耗、是否采用低碳材料。电梯注意查勘其总体状态、运行可靠性、运行能耗。可再生能源利用注意查勘其能源形势及储能方式。

4.3.3 进行性能检测时应通过专业的检测设备和方法，对建筑的结构安全性能、围护结构热工性能、气密性以及设备系统的能源消耗进行准确测量，为后续的模拟计算提供数据支持。结构性能方面，要检测建筑的结构稳定性是否能满足零碳改造后的荷载变化等需求。围护结构热工性能方面，可以通过热流计法等方式来确定围护结构的传热系数，从而评估热量传递情况。同时，还需要检测建筑的气密性，以了解空气渗透量，高气密性有助于减少冬季热量散失和夏季热量传入。

4.3.4 通过模拟计算，可以评估建筑的能效水平、预测改造后的节能效果，并为制定零碳改造方案提供科学依据。

在模拟计算过程中，需要输入建筑的基本信息、围护结构性能参数、设备系统性能参数以及气象数据等，以得到准确的模拟结果。同时，还需要对模拟结果进行详细分析，找出建筑能效提升的关键点和潜在问题，为后续的改造工作提供指导。

碳排放计算方面，先确定当地能源碳排放系数，将模拟出的能源消耗量与之相乘得到既有建筑碳排放。在零碳改造后评估碳排放时，考虑新系统（如地源热泵）的运行效率和电力消耗、建筑材料隐含碳排放等，以全面评估改造对建筑碳排放的影响。

4.4 诊断方法原则

4.4.1 现场调查、检测是后续进行既有建筑零碳改造的前期工作和重要基础，其准确性和科学性决定了后续工作的正确性和合理性。调查、检测的范围、内容、深度和技术要求，应充分支撑后续零碳改造需求。

既有建筑的工程图纸和资料齐全，且不怀疑其真实性 and 有效性时，可仅进行验证性检查和检测；当结构存在资料缺失或失真现象时，应重点以现场详细核查和检测作为依据，保证后续零碳改造的可靠性。

4.4.2 本条文旨在明确对既有建筑进行现场查勘与性能检测的基本原则和要求。

1 规范性：应采用适合既有建筑结构现状和现场作业的检测和监测方法；检测工作应遵守国家、行业和地方相关标准和规范，确保检测过程的合法性和合规性；检测机构应具备相应的资质和认证，检测人员应经过专业培训并持证上岗。

2 真实性：检测人员应如实记录检测过程，不得伪造或篡改检测数据。同时，检测设备和仪器应经过校准和验证，确保其准确性和可靠性。

3 定性定量相结合：定性分析用于描述建筑性能的特点和趋势，如结构的稳定性、耐久性等；而定量分析则通过具体的数值和指标来量化建筑性能，如结构的承载力、变形量等。两者共同构成对建筑性能的全面评价。

检测结束后，应及时对其所造成的结构构件局部破损进行修复。

4.4.3 能耗模拟是指利用先进的计算机技术和数学模型，对建筑物的能源消耗进行全面、系统的模拟和分析。这一过程涉及多个方面，包括建筑的几何形状、朝向、围护结构（如墙体、窗户、屋顶）的材料及性能、内部的设备系统（如空调、照明、通风）的能耗、人员活动规律以及气候条件等。通过输入这些参数，模拟软件能够计算出建筑物在不同季节、不同时段的热负荷需求、照明需求以及相应的能源消耗情况。能耗模拟的应用流程分为模型搭建、参数输入、计算分析三部分。其中参数输入阶段中所采用的室外气象参数应符合现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定。能耗模拟软件可选用 EnergyPlus、eQUEST、

TRNSYS、DeST 等。

4.5 现状核查

4.5.1 本条提及的既有建筑结构安全评估是进行零碳改造的首要步骤,对于确保改造措施的有效性至关重要,明确改造应以满足安全性为基本要求,结构安全评估应符合有关标准《既有建筑维护与改造通用规范》GB50011-2010《建筑抗震设计规范》的相关规定,对于不满足安全性的既有建筑,需先进行结构加固并重新进行核查。

4.5.2 既有建筑能耗现状调查应按现行行业标准《民用建筑能耗数据采集标准》JGJ/T 154 的相关规定执行。通过选用及安装能耗监测设备,如能效测试仪、热成像仪等,确保现场调研数据的准确性和可靠性。详细分析能耗数据,了解能耗的主要构成和高峰期,为后续零碳改造提供明确的数据支撑和改造方向。

4.5.3 既有建筑室内热环境诊断,应按现行标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785-2012、《民用建筑 4.3.1 热工设计规范》GB50176、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T132、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177 等的有关规定执行。

既有建筑室内热环境现状核查宜以建筑物内主要功能房间或区域为对象,也可以单栋建筑为对象。当建筑中 90%以上主要功能房间或区域满足某评价等级条件时,可判定该建筑达到相应等级。

既有建筑室内热环境诊断应包括下列内容:空气温度;空气相对湿度;空气流速;外围护结构内表面温度、热桥及易结露部位的内表面温度;建筑室内通风状况;用户对室内温湿度的主观感受等。冬季供暖季节测量时,不宜在晴天天气条件下进行、且室内外温差不应小于设计温差的 50%。夏季空调季节测量时,应在室内外温差和湿度差不小于设计温差和湿度差的 50%且晴天或者少云天气条件下进行。

4.5.4 通过对既有建筑围护结构的全面现状调查,了解外墙构造形式、传热系数及热工缺陷;屋面构造形式及传热系数;外窗、透光幕墙、屋顶透光部分传热系数、太阳得热系数/遮阳系数及气密性;地下室、外墙、室内、屋面防水安全性及可靠性等实际状况,为后续的安全性和适用性评定以及节能诊断提供基础数据,应按国家现行标准《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022-2021 的规定执行。

4.5.5 建筑设备系统检测

1 供暖系统的检测和评估应符合现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的有关规定,诊断应包括下列内容:

- 1) 调查供暖系统的形式、设备配置、能耗状况和运行情况;
- 2) 分析主要设备能效水平和管网输送效率、水力平衡度、调控能力;

3) 供暖系统审计管道保温性能。

2 通风和空调系统诊断应包括下列内容：

- 1) 调查通风和空调系统的形式、设备配置、能耗状况和运行情况；
- 2) 分析主要设备能效水平和调控能力；
- 3) 分析水系统补水率、水力平衡度，风系统平衡度、新风量风机单位风量耗功率；
- 4) 分析分散式空调器的能效。

3 给水排水系统诊断应包括下列内容：

- 1) 调查水源类型、水压、用途等水源使用情况；
- 2) 对给水、输水、排水系统的设备配置及运行情况进行调研分析设备和系统的能耗和水耗水平、运行状态；
- 3) 对生活热水的热源、设备配置及运行情况进行调研，分析加热方式、设备选型、保温情况的合理性以及能耗水平；
- 4) 调研给水排水系统节水、节电方面存在的问题。

4 供配电系统诊断宜包括下列内容：

- 1) 检测原有供配电设备和线路的压降、热点成像、功率因数等；
- 2) 核查电梯、水泵等公共设施用电设备的自控装置有效性；
- 3) 检测电子设备开关电源、UPS 装置、应急照明蓄电池的运行效能；
- 4) 对低效运行或谐波超标的开关电源应提出替换方案，对蓄电池应提出预防性维护方案。

4.6 诊断判定原则

4.6.1 在诊断判定既有建筑承重结构时，应查阅建筑结构的设计文件和施工记录，确认其符合国家安全标准。对既有建筑承重结构进行检测，应采用无损检测技术，如超声波检测、X射线检测等，同时检查建筑结构的外观和连接部位。

1 A 级判定原则：

- 1 符合现行国家安全标准：**建筑结构的设计、施工和材料选用均符合现行国家安全标准，且经过专业机构的检测和验收，证明其满足安全使用要求。
- 2 结构完整性良好：**建筑结构整体稳定，没有出现明显的裂缝、变形或损坏，各结构构件之间的连接牢固可靠。
- 3 承载能力满足要求：**经过专业计算和分析，建筑结构的承载能力满足设计要求和实际使用需求，能够安全地承受各种荷载。

2 B 级判定原则

- 1 存在安全隐患：**建筑结构局部出现裂缝、变形或损坏，虽然不影响整体稳定性，但

存在安全隐患，需要采取措施进行修缮加固。

2 承载能力略有不足：经过专业计算和分析，建筑结构的承载能力虽然基本满足设计要求和实际使用需求，但在某些局部区域或构件上可能存在不足。

3 不符合现行国家安全标准：建筑结构的设计、施工或使用的材料可能不符合现行国家安全标准。

3 C 级判定原则

1 存在安全隐患：建筑结构整体稳定性受到严重影响，出现大面积裂缝、变形或损坏。

2 多个结构构件的连接出现严重松动或断裂，无法维持建筑的整体稳定性。

3 不符合现行国家安全标准：建筑结构不符合现行国家安全标准，且经过专业评估确认其存在严重安全隐患。

4.6.2 围护结构作为建筑的重要组成部分，其性能直接关系到建筑的安全性、舒适度和能效水平。因此，对围护结构进行科学合理的判定至关重要。判定应基于客观事实和数据进行，避免主观臆断和偏见。评估判定时应参考《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019、《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 等相关标准和规范，确保评估结果的准确性和可靠性。

围护结构各部分的等级判定应按照本条文的详细规定，评估状态最好为 A，最差为 C。当围护结构的各项性能指标均达到或超过相关标准和规范的要求时，其评估状态应判定为 A。这表示围护结构的性能优良，能够有效地满足建筑的安全性、舒适度和能效需求。

虽然本条文中未直接提及 B 等级，但在实际应用中，B 等级通常用于表示围护结构的性能处于中等水平，部分指标可能略低于最优标准，但仍在可接受范围内。对于 B 等级的围护结构，可以考虑进行进一步优化，以提升其整体性能。

当围护结构的某项或多项性能指标未能满足相关标准和规范的要求时，其评估状态应判定为 C。这表示围护结构的性能存在明显缺陷，需要立即采取措施进行改造，以确保建筑的安全性、舒适度和能效水平。

4.6.3 室内热环境是评估建筑内部舒适度的重要指标。空气温度是衡量室内热环境舒适度的关键指标之一，适宜的空气温度能够确保人体感觉舒适。空气相对湿度是指空气中水蒸气含量与相同温度下空气可能含有的最大水蒸气量的比值。空气流速是指室内空气流动的速度。合理的空气流速能够改善室内空气质量，促进空气流通，减少细菌滋生，提高室内环境的舒适度。

根据室内热环境的评估内容，将评估状态划分为三个等级。其中，A 级表示室内热环境性能良好，满足或超过相关标准和规范的要求，人体感觉舒适；C 级表示室内热环境存在明显缺陷，评估指标未能满足相关标准和规范的要求，人体感觉不舒适，需要立即采取措施进行改进；B 级则介于 A 级和 C 级之间，表示室内热环境部分评估指标略低于最优标准，但仍在可接受范围内，人体感觉基本舒适，空气质量基本达标。

对于采用人工冷热源的建筑室内热湿环境，应在满足下列条件时，再进行等级判定：

1 空气温度、空气相对湿度、空气流速等参数满足设计要求，并符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定；

2 采用集中空调时，新风量符合国家现行有关标准的规定。

4.6.4 设备系统具体等级规定

1 空调系统：空调系统的评估主要关注其容量是否满足建筑需求、能效是否高效以及运行情况是否稳定。容量评估旨在确保空调系统能够提供足够的冷热负荷，以满足建筑内部的温度控制需求。能效评估则关注空调系统的能耗情况，以衡量其能源利用效率。运行情况评估则包括温度控制精度、噪音水平、故障率等方面的考察。评估状态分为 A、B、C 三级，其中 A 级表示性能最佳，C 级表示性能最差，需要采取措施进行改进。

2 通风系统：通风系统的评估主要关注其种类是否适宜以及运行是否可靠。通风系统种类的选择应根据建筑类型、使用功能及当地气候条件等因素综合考虑。运行可靠性评估则关注通风系统的风量控制、空气质量、故障率等方面的表现。评估状态分为 A、B、C 三级。

3 热水制备：热水制备的评估主要关注热水器类型是否节能高效以及运行功率是否匹配。热水器类型的选择应根据建筑热水需求、能源供应条件及环保要求等因素综合考虑。运行功率评估则关注热水器的实际运行功率与额定功率的匹配程度，以避免能源浪费。评估状态分为 A、B、C 三级。

4 照明系统：照明系统的评估主要关注照明灯具的类型、控制方式、运行能耗以及是否采用低碳材料。照明灯具的选择应满足建筑使用功能及美观要求，同时考虑能效及环保性。控制方式评估则关注照明系统的智能化、便捷性及节能效果。运行能耗评估则关注照明系统的实际能耗情况。低碳材料的使用则有助于减少照明系统对环境的影响。评估状态分为 A、B、C 三级。

5 电梯：电梯的评估主要关注其总体状态、运行可靠性及运行能耗。总体状态评估包括电梯的外观、运行平稳性等方面的考察。运行可靠性评估则关注电梯的故障率、维修记录及安全性能等方面的表现。运行能耗评估则关注电梯的实际能耗情况。评估状态分为 A、B、C 三级。

6 可再生能源利用：可再生能源利用的评估主要关注能源形式及储能方式。能源形式的选择应根据当地资源条件、技术成熟度及经济性等因素综合考虑。储能方式评估则关注可再生能源的储存效率、稳定性及安全性等方面的表现。评估状态分为 A、B、C 三级，其中 A 级表示可再生能源利用效率高、储能方式先进，C 级则表示利用效率低、储能方式存在明显缺陷。

4.6.5 建筑运行管理的评估主要包括设备管理系统、能源管理系统以及运行维护记录三大方面。在设备管理系统中，评估其系统完善性，即建筑内各类设备（如空调系统、照明系统、给排水系统等）是否已纳入统一的管理系统；考察智能化水平，包括远程监控、自动调节、

故障预警等功能；并分析运行效率，即在保障建筑正常运行的同时，是否实现了能耗的最小化。

能源管理系统方面，评估能耗监测系统是否安装并能实时、准确地记录和分析建筑的能耗数据；考察是否定期进行能源审计以识别能源浪费环节并提出改进措施；分析是否采用了有效的节能策略，如分时电价利用、设备轮换运行等。

A 级表示设备管理系统和能源管理系统完善且智能化水平高，建筑整体运行管理状态优秀；B 级表示基本完善但仍有改进空间；C 级则表示存在明显缺陷，急需进行整改和优化。

仅用于征求意见

5 零碳改造设计

5.1 一般规定

5.1.1 本条提出的四个改造设计原则存在递进关系。绿色环保是设计的首要前提，只有保证建筑改造的环保性，才能实现后续各项改造目标。被动优先和主动优化是关系到建筑碳排放性能的关键，被动式技术不产生额外的运行能耗，自然需要优先选择，主动式技术可以更进一步提升建筑运行效率，可以择优选择。经济性是衡量项目可持续性的标准之一，只有经济合理的设计才有可能得到推广，同时较低的成本也意味着较低的碳排放量。

5.1.2 经过历史时间沉淀形成的街巷肌理往往是适应场地环境的结果，建筑之间的空间关系保证了日照或通风廊道，在改造设计中不应大幅改变这种建筑与环境的关系，以保证维持较好的环境本底。

5.1.3 多项研究表明，新建建筑的隐含碳排放远高于改造建筑，因为最主要的建筑结构材料混凝土和钢的生产和运输过程会产生大量碳排放，节约建筑材料是最主要的降低隐含碳方法，本条条文是对这一方法的具体化。

5.1.4 长寿化设计不能直接降低碳排放，但通过拉长建筑使用年限可以间接降低生命周期内的年均碳排放量。

5.1.5 完善的设计文本不仅有利于项目的建设，也有利于未来建筑再次更新改造，进而降低碳排放。

5.1.6 目前我国各地已规定新建民用建筑应按照绿色建筑一星级以上标准建设，作为低碳改造项目应在此基础上进一步提高要求，达到二星级或三星级标准。

5.2 场地空间

5.2.1 良好的既有场地环境中，植被和土壤本身就具有保温隔热调节温度变化、净化空气以及丰富生物种类等诸多生态功能，丰富的动物种群则可促进植物生长、优化生态环境，它们能够创造出适宜的局部微气候，为建筑实现节能环保提供了先天基础。因此需要采取场地评估措施，对条件良好的场地环境进行保护。场地保护主要包含了两个方面。一方面是关于既有的水土条件，避免坡体坍塌、水土流失等情况；另一方面则是关于既有生物条件，保护动植物的生长和繁衍场地。

5.2.2 如果从节约土地的角度来看，相对提高土地开发强度是合理的，可以提高土地利用效率，但这样也会造成对局部环境压力的增大，对于生态敏感地区不适合进行高强度开发。

5.2.4 建筑场地微气候随地形地貌的变化而产生不同程度的变化。尤其在山地湖塘等复杂环境下，地形的立体变化、水体和场地绿化形态都会产生日照、温度、空气流动等微气候差异，从而构成了与建筑内部性能密切相关的场地微气候前提。这需要建筑师在方案设计中，合理利用现状地形特征，塑造相对舒适的气候环境，降低建筑能耗。

本条文包含了四个方面的内容：

- 1 地质地貌。高低起伏的地形环境，随着其高程、坡向坡度以及起伏组合不同，场地微

气候也往往具有很大的差异性。起伏地形环境中不同的位置也会生成不同的场地微气候。山地地形中，日照条件与山坡关系紧密，坡向和坡度直接影响场地日照的强度。高大的山峰会形成大面积阴影，影响附近山坡场地的日照采光。

山谷风是山地风环境的重要特性。通常，山脊与山谷因受日照不同产生温度差异，从而会形成山谷风。白天，高处山峰受日照较多而温度较高，从而产生自山谷升向山顶的谷风；晚上，因山顶散热快于山谷又会形成自山顶向下的山风。

厚实的土壤因其物理特性可以减少室内外热传递从而形成相对稳定的热环境，但覆土处理使建筑牺牲了部分采光和通风，因而更适用于对自然采光和通风要求相对较少的功能空间。

2 场地水环境。水体由于其热容较大的物理特性，自身温度变化较慢，有助于缓和周围环境的温度变化幅度。在有江河湖海等大面积水体的环境中，因为水面昼夜温度变化小于临近地表，所以会产生“海陆风”或“水陆风”，白天地面温度高空气上升，水面空气流向地面形成水风，夜晚反之形成陆风。

3 原生植被。场地中既有的原生植被往往已经形成了相对完整的生态系统，它们具有保温保湿的生态功能，创造出较为适宜稳定的局部微气候，所以建筑设计需要考虑减少对这种局部微气候的破坏，争取融入其中。此外，特定的树种树群如高大的乔木具有遮阳挡风的功效，这需要建筑设计结合日照与季风特性，合理选址，处理好与既有树群的关系。

4 既有建筑。既有建成环境中，建筑密度、建筑高度、建筑数量、建筑形态、建筑排列与布局等多种物质空间形态因素都在影响场地中的微气候环境，它们会形成建筑阴影区和通风廊道等与场地微气候相关联的空间。这要求建筑设计密切关注既有建筑所创造的微气候条件，根据设计需求选择利用方式。

5.2.5 本条目从生态学角度出发，根据场地与生物气候条件的关系，提出场地设计要点，包含三个方面的内容：

1 植被配置。在低碳建筑设计的语境之下，“适地适树”一方面意味着要根据场地条件选择适宜生长的植物种类，另一方面则是指植物种类特性应当与建筑节能需求相对应。风环境方面，场地若易受风雨侵蚀，建筑上风向的防护类树木可实现树阵挡风；光热环境方面，建筑向阳场地的高大阔叶落叶树可实现夏季遮阳冬季采光。

植被配置宜关注种类的多样性，从而利于生态系统的稳定以及生态功能的发挥，这也意味着植被配置时需要乔灌草多类型多层次搭配，需要注意的是，不同地区各种植被的适宜配置比例是有所不同的。通常宜结合季节主风向与日照，实现冬季防寒挡风和夏季遮阳通风。树种配置宜结合生态功能与视觉效果进行乔、灌、草多层次搭配，丰富植物种群。

2 水体组织。从环境保护和低影响开发的角度，建筑设计需要减少对原有水体的不当改造和开发。水体本身具有缓和环境温度和湿度变化的物理特性，而在场地中布置水体时，水体的位置、面积和形式是影响微环境的重要因素。一般而言，水体建议面积适中，面积过小难以达到保持温湿度的功效，过大不能显著提高其功效显得效率不足；位置通常布置于夏季主导风向上风向利于将凉爽的水汽吹向建筑；水体适度分散则可以覆盖性更高地保持场地的温湿度。

3 开放空间。建筑内布置庭院式空间利于优化建筑整体的微气候环境。建筑与开放空间高宽比与产生的阴影区相关联，从而对光热环境产生影响。尺度适宜的庭院空间一方面可以减少建筑进深增大采光面，另一方面也可以形成拔风效应加强建筑整体通风效果。庭院开口面垂直于夏季主导风向时，最利于引入气流实现通风祛热，而庭院开口的大小则与拔风效果密切相关。多个相互联通的庭院空间利于控制建筑进深与空间尺度，能够加强整体的通风效果。开放空间中的功能性构筑物主要以遮阳功能为主，并可与植被相结合，它们的位置和尺度也影响到建筑整体的微气候环境。可采取多个分散室外活动空间组合的形式，并保持各室外空间之间的连通。根据活动需求，在室外场地布置遮阳构筑物。需要考虑构筑物的位置与体量，避免对建筑通风和采光造成不利影响。

5.2.6 场地外部交通重点处理场地与城市或外部环境的关系，一方面应尽量减小对城市产生的压力，另一方面又应尽量利用城市公共交通体系，以提升公共交通的使用效率。

5.2.7 “地块尺度和路网密度”为上位城市规划或城市设计把控的内容，建筑设计宜在地块内部提出小地块优化建议。小地块的控制是为了避免大街区导致超大体量建筑的出现，既能宏观上改善城市路网密度，提升车行和人行可达性，又有利于小体量建筑的产生。

场地内部交通组织重点关注冬季防寒和夏季防晒的问题。通过优化设计可以提高在恶劣气候条件下的舒适度，鼓励步行交通体验，减少机动交通产生的碳排放。

5.3 建筑功能空间

5.3.1 本条为关于建筑布局尺度、间距的条目。

1 控制建筑进深是为了避免建筑完全靠人工能源支撑内部环境，小进深建筑更有利于被动利用自然能源。

2 对于我国大部分气候带的建筑来说，间距过密会导致遮挡日照和自然风，难以利用自然能源。但对于夏热冬暖地区建筑来说，太阳辐射高，遮阳需求大，可通过减小建筑间距实现遮阳，并形成冷巷，有利于通风散热，。

3 节约用地并不是要新建建筑采用占地和体积最小的大进深体量，而是应在充分利用自然能源和缩减使用功能及功能复合使用的基础上以合理的形体占据适当的场地。

5.3.2 建筑改造功能布局朝向重点关注以下问题：

1 朝向与建筑被动节能有强相关性。南北朝向可以利用南向(北半球)太阳能被动集热，在夏季也能通过水平向遮阳在不影响采光的前提下屏蔽太阳辐射热。采用东西朝向时，太阳高度角较小，会产生不适的眩光并导致室内夏季过热，使用垂直遮阳会影响自然采光，因此东西朝向具有被动节能的劣势。

2 建筑空间朝向垂直于主导风向时通常会有最大的迎风面风压，因此会有充足的自然动力推动室内空气流动。来流风与主朝向有小范围的偏角也易获得尽量大的迎风面风压；若建筑表面平整，来流风与主朝向有较大偏角时无法获得有效的风压推动力；当设置导风墙时可

改善这种不利情况。考虑到自然通风的进风口设计比太阳能利用更容易适应不太理想的朝向，所以当日照朝向和主导风朝向冲突时，一般在寒冷或夏热冬冷地区以日照朝向优先，但在夏热冬暖或终年湿热地区，通风朝向的优先级高于日照朝向。

3 通常需要打开通风口（如打开窗户）以引入自然通风，外部噪音也会一并进入室内。因此引入自然通风的朝向应注意噪声的影响。若建筑朝向面对长期存在的噪声源（如交通干线、生产场所的持续噪音），开窗通风需慎重，应考虑其他方式引入室外新鲜空气。

4 考虑建筑朝向时宜遵守南北朝向的大致原则，在此基础上应充分利用场地原有自然资源的物理环境调节能力并优化其配置，以最大化地使建筑能被动利用自然能源。例如，高大落叶乔木能够在夏季遮阳、冬季不遮蔽阳光，适用布置于建筑的朝阳面；常绿植被能够在冬季适当屏蔽冷风，适于布置于背阴面；开阔的水面能有效降低炎热时节的室外空气温度等。

5.3.3 将建筑使用空间按照所处位置分为这三种类型，其中开放空间和封闭空间都具有较强的局限性，而选择性空间则具有最大的适应性，也是改造建筑空间设计的重点。充分拓展和利用融入自然的开放型空间，可通过下沉庭院、内院、敞厅、敞廊等方式形成室外和半室外的功能空间。强化选择型空间的气候适应性设计，注重分析空间的尺度、朝向、洞口以及与其它空间的相邻关系，以充分利用有利气候因素，避免不利气候因素的影响。控制约束封闭型空间，因使用要求必须封闭的功能空间宜布置于建筑纵深核心部位，避免占据利于联系自然气候的最佳位置。

5.3.4 低性能空间往往具有使用短时长、人员不固定的特征，如楼电梯间、设备间等，可设置在气候条件最不利区域，如北方地区的建筑西北角，成为阻挡室内外恶劣气候的屏障。

普通性能空间通常占据各类公共建筑使用空间的**最大比例**，其空间应布置在利于气候适应性设计的部位。对自然通风和自然光要求较高的空间常置于建筑的外围，对性能要求较低的空间置于朝向或部位不佳的位置。

高性能空间通常依赖设备维持稳定的室内物理环境，应尽量远离室外自然气候环境，因此应尽量设置于地下或不临建筑外围护结构的内部。

5.3.5 建筑空间布局与绿色节能效果之间，除建筑本身朝向与日照获取、太阳能得热的关系外，应考虑建筑单体内部房间的使用频率和方位布置关系。对于改造建筑来说朝向很难改变，而垂直方向上的空间组织则有较大的改造可能。

5.3.6 生态模块可以改善室内微环境，从而降低暖通空调设备的使用。

5.3.7 通过鼓励步行不但能减少电梯能耗，还能促进使用者运动，改善身体健康，减少疾病，间接降低碳排放。

5.3.8 一般建设项目都有其特定的功能预期目标，建筑空间的组织总体上将按照功能使用要求进行，但建筑的实际使用状态都具有不同程度的动态性和增值空间。诸如许多公共建筑中的多功能厅，同一个空间可在不同的时间承担不同的使用功能；以此拓展到更多公共功能的共享、复合及灵活使用；并鼓励创造健康的室内环境。

一般而言，公共建筑的功能动态性比其它建筑类型更强，也需要从更多方面考虑空间设计的弹性。包括空间本身的兼容性、可扩展性；结构的开放性及与设备的集成化；内部的灵

活划分等。

5.3.9 本条为单一空间改造设计中需要注意的要点。

5.3.10 考虑时间变化的因素，是空间组织设计在时间维度上的延展。其外因在于气候的历时变化，内因则在于建筑使用功能的多样性和动态性特征。气候的时律差异、建筑功能及行为差异，及其相互间的关联耦合，客观上提出了建筑气候适应性设计中因时而变的问题。依循上述外部及内部动因，改造空间设计首先需要充分掌握不同地区气候的时态差异特征，继而从空间的分类与组织上提供适应性变化的举措，具体可从以下几个方面进行考虑：

1 自然气候的时态细分：我国现有可获取的时节气候参数普遍有限，基于时节变化的气候监测及信息发布需要改变目前的粗放模式，而转向各气候要素信息的精细化分时量化。

2 空间能耗分类的动态性：公共建筑的空间性能及能耗分类具有动态性，即“低能耗空间、普通能耗空间、高能耗空间”这三类空间有着随时态可相互转化，由此而产生的“可变能耗空间”在空间形态的组织设计中具有现实运用价值。

3 基于“分时用能”的空间组织优化：因时而变的设计理念最终在设计实践中可落实于建筑空间动态组织设计中的分时用能措施。这些措施涉及到与空间使用方式相联系的区域划分，并表现为弹性能耗空间形态及界面设计的灵活性与动态性。

5.3.11 光伏发电是降低建筑碳排放的主要手段。传统的光伏发电采用屋顶附加发电板的方式存在空间浪费问题。通过光伏建筑一体化设计可以充分利用光伏设备形成的空间，减少浪费，进而减少碳排放。

5.4 围护结构

5.4.1 本条所指的具体条文是《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）3.1.1~3.1.12条。

5.4.2 此条文中所指的能源指光能、热能、压力差带来的动能；物质包括空气、粉尘、水分等。利用室内外能量及物质的差异，使用被动式的方式来汲取室内所需的物质能量，排除过剩或不需要的物质能量，对于节能减排是十分必要的。

吸纳是指从外部环境获取所需能量强度。如获取光照、热能、冷气、通风等。具体措施有外墙开敞式设计、双层玻璃幕墙、太阳能屋顶或墙面、特朗伯集热墙等。

过滤是指有选择性地吸纳外部能量类型或能量强度。具体措施有利用低辐射玻璃、透光太阳能玻璃等。

传导是指使外部能量更均匀地散布或有指向性地扩散到内部更深入的位置。建筑立面可整合太阳光反射板、棱镜玻璃面板、导光管、全息玻璃等技术，充分利用材料对于光线的反射或漫反射。

阻隔是指阻断或抵消内外能量交换，具体措施如采用高效保温隔热材料来阻断热交换，采用浅色或反光材料来反射可见光中的热辐射，采用双层屋顶来阻挡阳光直射，采用外部蒸

发冷却系统或垂直绿化系统来阻隔热辐射等。

夏热冬冷气候区适合采用具备功能转化型介质，夏季遮阳通风，冬季采光防风；由于季节性温度变化较大，适合借助储存型介质，如利用覆土进行夏季降温或冬季保暖；在气象变化明显的情况下，可选择被动或系统控制的介质装置。

夏热冬暖气候区分湿热和干热两种。湿热地区宜采用光照阻隔型，用于遮阳，同时使用气流促进型，以利通风祛湿，并做好防潮处理；干热地区昼夜温差大，宜使用光照阻隔型，并以温度缓冲型介质来缓解。

严寒气候区的建筑南立面尽量采用光照促进型，北侧墙面选用热量阻隔或储存型，同时关注建筑室内外过渡空间，如门厅、楼梯间、阳台、地下室、屋顶平台、空中花园的热缓冲区域设计，使其成为良好的温度阻尼区，减少外围护体系热损失，提升室内空间热舒适度。

作为大陆性气候，中国许多寒冷地区也具有冬冷夏热的特点，这就要求建筑表皮在冬季具有密闭、保温特征，而在夏季又有良好的隔热、散热性能。这种季节性和昼夜间的气候变化对建筑表皮做法提出矛盾性要求。宜尽量使用光照促进型，热量阻隔介质，由于冬夏调节频率较低，可采用人工调节控制方式降低成本。

5.4.3 由于功能要求，公共建筑的底层入口大堂往往采用玻璃肋式的全玻璃幕墙，这种幕墙形式无法采用中空玻璃，为保证设计的灵活性，本条仅对底层入口大堂的非中空玻璃幕墙进行规定。目前国内的幕墙工程，主要考虑幕墙围护结构的结构安全性、日光照射的光环境、隔绝噪声、防止雨水渗透以及防火安全等方面的问题，较少考虑幕墙围护结构的保温隔热、冷凝等热工节能问题。为了保证围护结构的热工性能，必须对非中空玻璃的面积提出控制要求，底层大堂非中空玻璃的面积不应超过同一朝向的门窗和透光玻璃幕墙总面积的 15%，并对同一朝向的透光围护结构按面积加权计算平均传热系数。

5.4.4 合理利用自然通风来消除室内余热余湿是建筑节能的有效手段之一，所以房间外门窗有足够的通风开口面积非常重要。随着用户节能意识的提高，使用需求已经逐渐从盲目追求大玻璃窗小开启扇，向追求门窗大开启加强自然通风效果转变。本条文强调南方地区居住建筑应能依靠自然通风改善房间热环境，缩短房间空调设备使用时间，发挥节能作用。房间实现自然通风的必要条件是外门窗有足够的通风开口。为了强化门窗通风的降温和节能作用，本条文规定了外门窗通风开口面积的最低限值。

对于居住建筑，其外窗的面积相对较大，通风开口面积应按不小于该房间地面面积的 10% 要求设计。而考虑到厨房、卫生间等的窗面积较小，满足不小于房间地面面积 10% 的要求很难做到。因此，对于厨房、卫生间的外窗，其通风开口面积应按不小于外窗面积的 45% 设计。夏热冬暖地区以外，限值要求适当予以放宽。

公共建筑一般室内人员密度比较大，建筑室内空气流动，特别是自然、新鲜空气的流动，可以保证空气品质。无论在北方地区还是在南方地区，在春、秋季节和冬、夏季的某些时段普遍有开窗加强房间通风的习惯，这也是节能和提高室内热舒适性的重要手段。外窗的可开启面积过小会严重影响建筑室内的自然通风效果，本条规定是为了使室内人员在较好的室外

气象条件下，可以通过开启外窗或通风换气装置来获得热舒适性和良好的室内空气品质。

5.4.5 建筑气密性指建筑外表皮（包括墙体、屋顶、门窗等）能否防止室内外气流在建筑外表皮处渗透。建筑气密性差的建筑将导致室内空气质量下降、能源浪费，因此，建筑气密性是关乎建筑节能、舒适性和环保性的重要指标之一。由于建筑气密性差导致的冷风渗透在建筑总能耗中的比重越来越高，外门窗由于其可开启性，成为影响建筑气密性的最主要环节，严格控制外门窗的气密性是降低冷风渗透能耗的主要途径。为了保证建筑的节能，要求外窗具有良好的气密性能，以避免夏季和冬季室外空气过多地向室内渗透。本条规定的气密性要求相当于国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》（GB/T31433-2015）中建筑外门窗气密性6级。

5.4.6 通过外窗透光部分进入室内的热量是造成夏季室温过热、空调能耗上升的主要原因，为了节约能源降低运行碳排放，应对窗口和透光幕墙采取遮阳措施。

夏热冬暖、夏热冬冷地区的建筑，窗和透光幕墙的太阳辐射得热夏季增大了冷负荷，冬季则减小了热负荷，因此遮阳措施应根据负荷特性确定。一般而言，外遮阳效果比较好，考虑到建筑冬夏不同的需求，设置可调节的活动遮阳能够最大限度地在冬季利用太阳辐射，在夏季避免太阳辐射的影响，有条件的建筑应提倡活动外遮阳。当设置外遮阳构件时，外窗（包括透光幕墙）的太阳得热系数是外窗（包括透光幕墙）本身的太阳得热系数与建筑遮阳系数的乘积。外窗（包括透光幕墙）的太阳得热系数与建筑遮阳系数按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 有关规定计算。

本条对主要考虑冬季供暖能耗的地区未提出可调外遮阳要求。这一地区供暖能耗在全年建筑总能耗中占主导地位，如果遮阳设施阻挡了冬季阳光进入室内，对自然能源的利用和节能不利。

目前居住建筑外窗遮阳设计中，出现了过分提高和依赖窗自身的遮阳能力轻视窗口建筑构造遮阳设计的趋势，导致大量的外窗普遍缺少窗口应有的防护作用，特别是居住建筑开窗通风时，窗口既不能遮阳也不能防雨，偏离了建筑外遮阳技术规定的初衷。因此，条文规定在夏热冬暖地区，居住建筑东西向外窗在设计时，须满足东西向外窗的建筑遮阳系数不应大于0.8的要求。

5.4.7 承担采光功能的窗其透光材料的可见光透射比直接影响天然采光的效果和人工照明的能耗。在节能标准的要求下，工程中出现了为追求外窗较低的太阳得热系数而大幅降低了窗户透光部分可见光透射比的现象，不利于白天及过渡季利用天然采光。目前，中等透光率的玻璃可见光透射比都可达到0.4以上。综合建筑采光和节能的需要，本条规定了采光窗的透光材料可见光透射比的底线要求。

5.4.8 充足的天然采光有利于居住者的生理和心理健康，同时也有利于降低人工照明能耗。建筑室内的采光性能通常用采光系数进行评价，采光系数的计算较为复杂，通常需要通过专业的采光性能模拟软件模拟计算，而房间的采光系数与窗地面积比关系密切。因此，本条规定了居住建筑的主要使用房间，如：卧室、书房、起居室等的窗地面积比的最低要求。考虑到住宅中，厨房、卫生间常设在内凹部位，朝外的窗主要用于通风，所以不对厨房、卫生间提出要求。

5.4.9 当被动方式无法满足所需的物质能量交换模式的切换频率时,可使用自动化控制系统来控制模式切换。其适应性变化体现在交换程度及速度的变化,也可体现在不同能量类型间进行的转化。使用此种方式时需要考虑控制系统自身碳排、维护成本及稳定性。如可调节百叶,通过改变百叶角度在吸纳、过滤、阻隔之间转化。可调节双层墙面,通过调整内外墙窗扇的开启闭合的组合状态,在吸纳、过滤、阻隔模式间进行切换。落叶绿植墙面,夏季阻隔辐射,冬季落叶吸纳热辐射等。落叶绿植墙面,夏季阻隔辐射,冬季落叶吸纳热辐射等。

5.4.10 本条规定了对墙体节能工程的基本技术要求,即应采用预制构件、定型产品或成套技术,并应由供应方配套提供组成材料。其目的是防止采用不成熟工艺或质量不稳定的材料和产品。预制构件、定型产品为工厂化生产,质量较为稳定;成套技术则经过验证,可保证工程的质量和节能效果。采用成套技术现场施工的外墙保温构造做法,是指由施工图设计文件给出外墙外保温具体做法和要求,由施工单位按设计要求进行施工。由于此时施工单位只能控制材料质量和施工工艺,在施工现场难以对完成的工程实体进行安全性、耐久性和节能效果的检验,为了确保采用该设计完成的节能保温工程满足要求,故规定应由相关单位提供型式检验报告。采用非成套技术或采用不是同一个供应商提供的材料,其材料质量、施工工艺不易保持稳定可靠,也难以在施工现场进行检查,工程的安全性、耐久性和节能效果在短期内更是难以判断,因此不得使用。

5.5 绿色建材

5.5.1 建筑材料的成分标识不仅是环境管理的需要,为设计师选择材料提供依据,也从另一方面证明了材料生产商的专业实力,选用这些厂家的产品有利于提高建筑工程的合规性。

5.5.2 绿色建材产品认证是依据国家有关部门《绿色建材产品认证实施方案》和《关于加快推进绿色建材产品认证及生产应用的通知》等政策文件的要求,由国家统一推行的绿色建材分级认证制度,是按照国务院要求推动绿色产品认证在建材领域率先落地的重要成果。通过认证的建材可以保证较低的环境影响,理应在工程项目中优先选用。

5.5.3 有机材料主要来自于动植物,因此理论上可以再生,也被称为可再生材料,但前提是在环境承载力之内。片面追求经济利益的单一树种人工林或高耗水植物(如桉树)仍然有可能会破坏区域物种多样性,对环境造成不利影响。并且这些有机材料的寿命与使用环境条件关系很大,如果长期处于潮湿环境中极易腐败损毁,当材料腐烂后其固化的二氧化碳仍然会回到大气环境中,因此对这些材料的防腐尤为重要。

5.5.4 矿物材料作为最主要的建筑材料在工程项目中难以避免被使用,大部分矿物材料寿命很长,本身也不会对环境造成不利影响,但是生产这些材料的能耗碳排放量巨大,因此在改造设计中充分利用这类材料的寿命是基本原则。

5.5.5 粘合剂材料都是一次性材料,不可回收再利用,尽管这些材料的环境影响不大,也应尽量控制用量。粘合剂材料的使用情况和建筑设计以及相应的施工工艺密切相关,通过改变构造设计,工厂预制现场拼装代替现场湿作业等方法可以大大减少粘合剂的使用。

5.5.6 尽管新的合成材料性能优异,但往往会挥发有害气体,在自然条件下会老化,寿命比较短,需要定期更换,并且不可回收再利用。但由于寿命较短,造成相关建筑构件与建筑整

体寿命不匹配,定期更换构件需要额外的人工和能耗,还会产生部分建筑垃圾,这都会增加碳排放量,因此在建筑的低碳化改造中应严格控制合成材料的使用量。

5.5.7 可再利用材料是指在不改变材料物质形态情况下可直接再利用,或经简单组合、修复后可直接再利用的材料,如标准钢构件、木梁木柱、砖、石块、粘土等。可循环材料是指需要通过改变物质形态可实现循环利用的材料,如钢筋、铝合金型材、玻璃、石膏、木地板等。可再利用材料和可循环材料可以大大减少生产加工的碳排放,也减少了建筑垃圾的产生,对于降低建筑隐含碳有重要作用。

5.6 结构与材料

5.6.1 本条对既有建筑结构改造后的使用功能和后续设计工作年限进行了规定,如改造后任意改变其用途、使用条件或使用环境,将显著影响结构的安全性和耐久性。

5.6.2 提高改造后建筑的耐久性,如采取适度提高混凝土构件保护层厚度、采用耐候钢等措施,可减少建筑后期的围护投入,降低建筑全寿命周期的碳排放量。

5.6.3 既有建筑零碳改造,应尽量利用原结构承重构件,减少不必要的拆除重建,从而做到物尽其用,减少结构隐含碳排放。

5.6.4 重视结构整体抗震性能,着力于改善结构受力合理性,优化结构方案,避免仅从构件层面进行改造加固,可大量减少结构改造材料用量。

5.6.5 建筑零碳改造设计不仅需满足结构安全的要求,同时需对改造过程中带来的建筑隐含碳变化进行详细计算。应将隐含碳变化作为结构改造方案选择、优化的重要指标。

5.6.6 我国存在大量上世纪 50-80 年代建成的砖混结构住宅,目前已超出或即将超出设计工作年限。采用结构加固与外围护结合的技术措施,可一举两得,减少改造过程中的材料用量从而降低碳排放量。

5.6.7 屋顶加层改造如增加荷载较多,则需要对原有结构的竖向承重构件和基础采取大量加固措施,会产生较多的碳排放。因此建议一方面控制建筑功能的需要,减少荷载的增加,另一方面采取轻质高强的结构材料,如木结构、钢结构和索膜结构等结构材料,减少结构自重的增加。

5.6.8 建筑材料从获取原料、加工运输、成品制作、施工安装、维护、拆除、废弃物处理的全寿命周期中会产生大量碳排放。本条鼓励建筑设计时选用生产过程中碳排放量少、可再生性好的建筑材料,如木材等。在计算建筑材料碳排放量时也必须考虑建筑材料的可再生性。

5.6.9 项目应选用本地化建筑材料,建议项目建筑材料选用上,500km 以内生成的建筑材料重量占材料总重量的比例大于 60%。选择合适的运输方式可以降低建筑材料运输阶段碳排放量,其中铁路和水路运输的碳排放因子较小,而航空运输的碳排放因子最大。

5.6.10 建筑材料用量中绝大部分是结构材料。在设计过程中应根据建筑功能、层数、跨度、荷载等情况,优化结构体系、平面布置、构件类型及截面尺寸的设计,充分利用不同结构材料的强度、刚度及延性等特性,在保证安全耐久的情况下,根据受力特点,通过优化结构设计,选择材料用量少的结构体系,减少材料尤其是不可再生资源的消耗,减少碳排放量。

采用高强混凝土可以减小构件截面尺寸和混凝土用量,增加使用空间;梁、板及层数较低的

结构可采用普通混凝土。

选用高强钢材可减轻结构自重，减少材料用量。在普通混凝土结构中，受力钢筋优先选用 HRB400 级或更高级热轧带肋钢筋；在预应力混凝土结构中，宜使用中、高强螺旋肋钢丝以及三股钢绞线。

5.6.11 利废材料中的废弃物主要包括建筑废弃物、工业废弃物和生活废弃物。在满足使用性能的前提下，鼓励使用建筑废弃物再生骨料制作的混凝土砌块、水泥制品和配制再生混凝土；鼓励使用利用工业废弃物、农作物秸秆、建筑垃圾、淤泥为原料制作的水泥、混凝土、墙体材料、保温材料等建筑材料；鼓励使用生活废弃物经处理后制成的建筑材料。利用废弃物为原料生产的利废建筑材料应同时满足相应的国家或行业标准要求。使用利废建筑材料可有效降低建筑隐含碳排放。

5.6.12 既有建筑改造时拆除和场地清理时产生的尚可继续利用的结构材料的应用，将有效降低材料使用量，可降低建筑改造中的隐含碳排放量。如将改造过程中拆除的主体结构材料运用于围护结构或景观结构中。

5.7 机电系统

5.7.1 LED 灯具具有体积小、耗电量低、光效高、寿命长、发热量低、便于调光调色、易制作成不同的形状的优点，不仅节能减少碳排放，还可以灵活的根据既有建筑的现场进行配置。

5.7.2 在进行照明系统改造时，应采用智能照明系统，当空间内有充足的天然采光时，照明控制系统宜通过和光感器件的连接，进行分区、分组控制人工照明调控，最大程度实现对天然采光的利用。

5.7.3 对于有较好天然采光利用条件的区域，通过全年生命周期的技术性、经济性、减碳性分析，当回收期合理、减碳效应明显时，可考虑设计和安装光导照明系统，将太阳光能源引导到建筑内部，降低照明能耗。

5.7.4 通过引入自然光，不仅可以减少人工照明的使用，降低照明能耗，还能提升室内环境的舒适度。然而在实施过程中，需要综合考虑照明系统与空调系统之间的能耗平衡。合理的控制策略应根据室内温度和光照强度的变化来动态调整，避免过度依赖人工照明或引入过多热量，导致空调系统负荷增加。因此，控制策略应兼顾照明能耗和空调能耗的优化，使两者协同工作，以实现整体节能效果。

5.7.5 既有建筑的通风情况普遍不佳，这主要是由于其设计年代较早，未能充分考虑现代建筑技术和节能环保要求，同时由于性能化设计手段较为匮乏，无法为复杂的建筑通风设计提供有效数据支撑。基于性能化分析手段，通过对既有建筑围护结构的改造和合理设置建筑开口措施，可以有效提升自然通风效果，缩短全年供冷时长，实现节能减排和改善室内环境质量的目标。

5.7.6 许多老建筑采用的定风量模式新风系统，无法根据室内实际的新风需求进行调节，即系统以恒定的风量进行通风，不论室内空气质量和实际需求如何。这种方式在室内人员较少或空气质量较好时，仍保持较高的新风量，造成不必要的能量消耗，增加运行成本和碳排放。导致了大量的能量浪费。

在室内关键区域安装温湿度、CO₂浓度等传感器，实时监测空气质量和人员密度。引入

智能控制系统,根据传感器数据动态调节风量,确保在满足新风需求的同时,最大限度地节约能源。

5.7.7 通过增加新风量,可以有效减少空调系统的能耗。更高的新风换气率能够提高室内空气质量,减少对传统制冷和制热的依赖,从而降低整体能耗。

5.7.8 供暖和空调水系统在建筑中占有重要地位,其能效直接影响建筑的整体能源消耗和运行成本。现有建筑的水系统常常由于设计或施工原因存在管网阻力较大的问题,导致水泵运行效率低下,能耗较高。通过采取措施降低管网阻力,可以提高系统的运行效率,减少能耗,实现节能减排的目标。主要改造措施为:优化局部阻力构件,采用斜三通的方式替换直三通,替换高阻力阀件等。

5.7.9 推进建筑的全面电气化是实现建筑领域双碳目标的重要手段。通过改造空调冷源和热源,减少对化石能源的依赖,可以有效降低碳排放,提升能源利用效率,并符合国家和地方的环保政策和法规要求。

既有建筑若采用了化石能源制冷,如燃气制冷、燃油制冷等,不仅效率较低,还会带来大量的温室气体排放和空气污染。在进行空调冷源改造时,应全面实现电气化,采用电动制冷技术,如电动压缩机冷水机组、磁悬浮冷水机组等,能够显著降低能耗和碳排放。

对于采用燃气、燃油锅炉等化石能源供热的建筑,在改造方案中,应综合考虑系统的初投资、运行维护成本等因素,同时根据项目所在地的气象条件、设备的安装位置和空间要求等因素,评估电动热泵的适用性和运行效率,采用全部替换或部分替换的改造方案,减少燃气、燃油等化石类燃料锅炉的使用。

5.7.10 空调系统在制冷时,会排放大量的冷凝热,这些热量通常被浪费掉,未能被有效利用。建筑物在供冷和供热需求并存的情况下,若未能回收利用冷凝热,则需要额外消耗能源进行供热,导致整体能效低下、运行成本高、碳排放增加。通过改造采用冷凝热回收相关技术,如生活热水的预热等,可以有效利用这部分热量,提高能源利用效率,减少系统能耗,实现节能减排的目的。

5.7.11 生活热水供应系统在建筑能源消耗中占有重要地位,传统的热水供应系统往往依赖于燃气、燃油等化石能源,造成较高的能耗和碳排放。在改造过程中,利用周边的余热或废热(工业余热、数据中心冷却余热、空调系统排热等)为生活热水提供能源,是一种资源高效的做法。不仅能够降低建筑的能源消耗,还能有效利用原本可能被浪费的热能,提高整体能效。此外,当周围没有余热可利用时,综合考虑安装空间、当地的电价气价等因素,经过技术和经济的合理比较,可采用空气源热泵或太阳能等可再生能源来替代传统的化石能源,能够进一步减少对不可再生资源的依赖,同时降低运行成本和环境影响。

5.7.12 大容量离心冷水机组采用 10kV 供电可以降低启动和运行电流,通常可省去 10kV—0.4kV 变压器、配套供电设施及相关损耗。

5.7.13 《冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577-2015、《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级》GB21454-2021 及《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB21455-2019 分别对冷水机组、多联机、分体空调的能效等级做出规定。

5.7.15 本条内容引自《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 第 3.2.16 条。

5.8 能源供给系统

5.8.1 蓄能技术利用峰谷电价差，系统在谷电价时段蓄能运行，尖峰或高峰电价时段放能运行。合理的蓄能系统可以有效降低设备总装机容量，提高设备的利用率。同时有利于平衡电网、错峰运行。

在既有建筑的节能改造过程中，充分利用现有资源进行多功能化改造是提高能源利用效率的重要手段之一。消防水池作为建筑中必备的消防设施，在正常情况下很少被使用，其巨大的蓄水容量具备很大的蓄能潜力，可通过技术经济分析，改造为蓄能设施，以实现资源的高效利用，进一步提升建筑的能源管理水平。

5.8.2 应该根据建筑所在地的能源供应条件、能源政策、能源价格以及建筑可利用的资源（如工业废热、地热能、太阳能、风能等）选择适宜的能源品种和用能形式。

建筑用能系统包括空调通风系统、冷热源系统、照明系统、生活热水系统等，进行用能系统设计时，应根据工程具体情况进行多方案比较分析，以寿命期性能最优为目标，综合考虑能效、经济、环保、安全、运行维护多方面因素，选择最适宜方案。

5.8.3 可再生能源包括太阳能、风能、水能等，其利用不仅减少对化石类燃料的依赖，还能显著降低建筑的碳排放。在既有建筑的改造过程中，应优先考虑并合理利用可再生能源技术，如安装太阳能光伏发电系统、太阳能热水系统、风力发电系统等，应尽量减少和避免使用化石类燃料，如替换传统的燃气锅炉为电热泵供暖系统、采用生物质能源替代传统能源等。通过合理利用可再生能源、减少化石类燃料使用，并提高建筑用能电气化比例，可以显著提升既有建筑的能效和环保水平，实现节能减排和经济效益的双赢。这些措施不仅符合可持续发展的要求，还有助于建筑行业向低碳智能化方向迈进

5.8.4 国务院印发的《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》中明确要求要提高建筑终端电气化水平，建设集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”新型能源系统。

在既有建筑的能源改造中，引入新型能源技术可以有效提升建筑的能源利用效率，光伏系统能够将太阳能转化为电能，减少建筑对传统电网的依赖，降低能源消耗和碳排放。如果同时设置储能和配电系统，建筑可以在阳光充足时储存多余的电能，在用电高峰或光照不足时使用，从而提高能源利用的灵活性和稳定性。

5.8.5 当建筑改造中采用了光伏/光热、风能、空气源/地源热泵等可再生能源利用技术时，应制定多能互补的技术方案及运行调节控制策略，充分利用可再生能源，提高能源系统可靠性和整体能效，降低外部供给能源使用量。

5.8.6 相对于化石能源热源，热泵技术具有高效能源利用、环境友好、稳定可靠、适应性强等优势，能有效降低建筑的能源消耗和碳排放，实现供热的全面电气化。

5.8.7 应充分利用建筑特有的光伏安装条件，合理应用光伏技术，替代常规能源。当建筑屋顶具有足够的安装空间时，应优先考虑设置太阳能光伏发电系统。当建筑屋顶已被各种设备占据的情况下，经技术方案可行性比较，可采用将光伏架设于既有设备顶部的改造思路，一方面增加可再生能源利用率，另一方面顶部光伏可对设备进行保护，避免阳光、雨雪等对屋顶设备的影响。

5.8.8 在考虑利用地热资源进行建筑能源系统改造之前，必须进行详尽的可行性研究。研究应包括地热资源的储量和稳定性评估、地热能源开发技术的成熟度、建筑能源需求匹配分析

等内容。同时既有建筑下存在复杂的地下管线网络，包括供水管道、排水管道、电力电缆等。在设计和实施地热系统时，必须充分评估地热井和管网的布置，避免对既有地下管线造成损坏或干扰。

仅用于征求意见

6 零碳改造实施与验收

6.1 一般规定

6.1.1 当进行全过程零碳建筑改造或项目有需求进行改造阶段碳排放统计、管理时，设计阶段要进行测算，施工阶段要进行能源形式及碳排放统计。在建筑的全生命期内，应使绿色设计贯穿改造过程，与建筑施工深度融合，实现结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统的一体化设计，施工方案在设计阶段前置化，充分应用 BIM 等技术实现高效协同和配合的一体化设计，提升设计质量和效率并减少资源浪费。同时，在施工过程中，按照初步设计确定的技术路线进行深化设计，各专业与构件的上下游厂商加强配合，做好深化设计，完成最终的施工图设计图，减少工程返工、工期延误等导致的资源浪费和施工过程碳排放。

6.1.2 零碳建筑改造过程中施工单位应编制零碳绿色改造施工专项方案，主要包括“四节一环保”的目标、管理措施、技术措施，以及针对性的职业健康安全和文明施工等内容。绿色施工内容遇有重大变更（诸如设计选择的主要节能材料发生实质性变更、关键工序施工工艺改变、施工条件改变等直接影响到绿色施工效果），应及时调整施工专项方案，并经审批后实施。《建设工程质量管理条例》第二十六条规定：“施工单位应当建立质量责任制，确定工程项目的项目经理、技术负责人和施工管理负责人”；第二十三条规定：“施工单位应当设立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员”。《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》也对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程做出了相应规定。因此零碳绿色改造施工过程中，应严格明确各岗位安全生产责任，在施工组织设计中编制安全技术措施，确保施工安全。

6.1.3 既有建筑零碳改造中结构分部工程的加固改造应按照现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的相关规定进行验收；地基基础分部工程加固改造应按照现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的相关规定进行验收；节能改造分部工程应按照现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定进行验收。对于以上质量验收规范、标准未涵盖部分，应依据具体设计方案及技术要求或专门实验结果进行验收。

6.1.4 零碳改造建筑的评估应基于评估对象的功能要求，建筑的降碳目标一般是以单栋建筑为基准设计和确定的，因此相关评估也应基于单栋建筑。但在认定单栋建筑并进行此建筑评估时，可按照保证建筑或功能空间相对独立、空间连贯、功能完整，且有相对独立的暖通空调、给水排水、电力等设备系统，此区域的电、气、热、水耗也能独立计量的原则进行。当建筑由区域热源或区域冷源提供建筑所需冷热量，应能对评估建筑使用的冷水（热水）的进、出口水温和流量进行检测，根据进、出口温差和流量检测值计算得到建筑运行过程中使冷（热）量占区域热源或区域冷源的比例。

6.2 施工组织设计与质量控制

6.2.1 施工前根据施工图和工程量测算改造过程的碳排放量，并结合施工现场及周边环境、

工程实际情况等进行碳减排影响因素分析和环境风险评估,依据分析结果,确定改造过程碳排放目标,制定零碳改造方案、确定碳减排总体路径。施工现场包括工作区、材料堆放区、办公区、生活区等。

6.2.2 为降低场地内运输能耗及碳排放,场地布置应布局紧凑,合理划分施工现场功能分区,便于高效管理,提高工作效率。科学制定基坑开挖与支护施工方案合理调配土方,减少重复挖运,合理布置现场平面,确定土方机械的作业线路运输车辆的行驶路线、弃土地点等,有效减少土方的外运量。合理安排物料的存储和安装位置,使其尽可能靠近工作区域,尽量减少场内周转运输距离和频率充分利用地形进行物料输送,如使用滑梯、输送带等,以减少人力或机械运输。

6.2.3 施工现场建筑垃圾的减量化工作可按照“估算先行、源头减量、分类管理、就地处置、排放控制”的总体原则,明确建筑垃圾减量化目标和职责分工,编制专项方案,提出源头降碳、分类管理、就地处置、循环利用、排放控制等具体要求和措施,并结合工程建造实际情况制定针对性的保障措施。

此外,应加强施工现场建筑垃圾分类处理和回收利用,规范施工现场建筑垃圾分类收集、堆存、中转和资源化处理活动,提高建筑垃圾回收再利用率。其中,建筑垃圾回收再利用率按照下列公式计算:建筑垃圾回收再利用率=建筑垃圾再利用量/建筑垃圾总量 $\times 100\%$, 建筑垃圾总量= Σ [废弃物排放到消纳场及回收站量+建筑垃圾再利用量]。

6.2.4 工程项目建设过程中,施工现场办公与生活用房多为临时建筑,其节能性一直未被重视,然而临时办公和生活用房的碳排放在施工阶段碳排放中占有较高比例。因此,可从提高临时办公和生活用房围护结构保温隔热、遮阳等热工性能,加上其自然通风和自然采光,降低临时用房供冷、供热、照明需求,降低施工阶段临时用房碳排放。

6.2.5 施工现场生产、生活、办公的用能设备是施工阶段主要碳排放源。应建立进场设备准入制度,对进场设备进行能耗评估,严格限制高耗能、落后设备进场。优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备和机具,如选用变频技术的节能施工设备。现场照明应采用 LED 灯等节能光源和灯具。对于高耗能设备应单独配置计量装置,主要能源品种分类统计,并应监控能源利用情况,并采用智能化控制系统,实现多台同类设备的优化控制。工信部发布《推动公共领域车辆电动化行动计划》,推进工程机械电动化,加快工程机械行业向新能源转型。在施工现场,鼓励积极采用电动挖掘机、电动推土机等新能源机械、运输车辆,推广应用电动化、低碳化设备,减少燃油机械设备的使用。

6.2.6 施工阶段是指整个工程施工项目从开工开始到竣工验收为止的阶段。从施工整体的角度出发,施工阶段的碳排放包括施工过程与其相关活动所产生的直接碳排放和间接碳排放。施工改造过程是从施工场地平整(若有)开始,到施工项目竣工为止所包含的土方工程、地基与基础工程、主体结构、建筑屋面、建筑装饰装修等全部施工过程。直接碳排放涉及的排放设施主要有锅炉、食堂灶具、施工机械设备、生产车辆,排放源主要有柴油、汽油、天然气、液化石油气,以及焊接过程使用的乙炔、二氧化碳保护气等。间接碳排放主要指施工现场及生活办公的外购电力、外购热力。在施工过程中应安排专人按月进行碳排放数据的汇总,并保留原始证明材料。

6.2.7 相对于常规改造建筑,零碳建筑围护结构、暖通空调系统、可再生能源系统性能指标要求较高,为提高建筑降碳效果,使其达到设计和运营要求,需要采用更加低碳、先进的施

工工艺和施工技术，且标准要求更加严格。因而需要制定专项施工方案，提供专业化施工工艺和施工质量控制方法，对于采用先进低碳的新工艺、新技术，应制定专项验收要求，对于重要的专项验收要求应在实施前组织专家论证。

在现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 中对建筑围护结构、能源设备和系统施工质量控制已做相应要求，因此，零碳建筑改造施工质量控制要求可参考此标准中相关要求执行。

6.3 装配式与智能化建造

6.3.1 大量实践案例表明，与现浇建造方式相比，采用装配式建造方式能有效地降低建筑物化阶段的碳排放量。既有建筑改造常涉及室内墙体新建、室外墙体保温改造，宜采用预制非承重内墙板、围护外墙保温与结构一体化技术。通过设计、生产、物流、现场施工的有效协同与联动，降低施工现场的材料损耗，减少建筑碳排放量。

6.3.2 装配式装修可减少现场切割及湿作业，减少现场支模和脚手架搭建，提高现场安装效率、降低劳动强度，同时在建造过程中，通过标准化、模块化设计，精细化生产加工，可大大提高部品部件的适配性及工程易造性，不但可以降低施工现场材料损耗，同时可减少返工浪费。

6.3.3 采用基于 BIM、物联网、大数据和 AI 等技术为基础的智能建造，可实现建造过程中的信息化、精细化管理，能够直观掌握工程进度、质量管理和建材应用等情况，提升工程质量安全、效益和品质。鼓励建筑机器人及智能装备、部品部件智能化生产、智能施工管理等智能建造技术在生产、施工、交付等环节的应用，提高工程项目施工质量和效率，减少建材损耗，降低固废排放。

6.3.4 永临结合是将工程施工中的临时设施与永久设施相结合进行一次性施工，让部分永久设施在施工中能够直接使用，在项目建设完成后，经过部分改造或者不改造就可直接投入使用，达到使用功能的目的。永临结合可大大减少临时设备及材料投入，经济节约。

6.3.5 材料是建筑施工的必备内容，为建筑施工提供物质条件，施工过程优化材料使用、减少材料浪费是降碳的关键内容。因此，建筑施工前需要从材料采购、材料使用与管理等方面制定材料使用减量计划，保证材料达到最高的利用率，将损耗率降至最低。

6.3.6 施工中的材料除直接构成工程实体的材料外，还有大量的非实体材料。非实体材料是指在施工中必须使用但又不构成工程实体的施工措施性材料，主要是指周转性材料，如模板、脚手架、支撑等。本规程对周转性材料提出以下要求：

1 提高周转材料的重复利用率，可减少施工阶段由于建材带来的隐含碳排放。

2 提高模板周转率，可减少模板的累计使用量。尤其铝模具有重量轻、强度高、承载能力强、回收率高等优点，此外还可以通过计算机辅助设计，将建筑工程所需的所有模板做成标准化、模数化、系统化的式样，进一步降低模板的使用量。

3 办公和生活临时用房应采用可重复利用的房屋，可重复利用的房屋包括多层轻钢活动板房、钢骨架多层水泥活动板房、集装箱式用房等。可缩短施工周期，钢构件可重复利用，降低成本，安拆方便，利于环保。

6.4 验收评估方法

6.4.1 随着技术的发展,现代建筑的机电系统越来越复杂。机电系统调试分为两个层次,首先是机电系统综合调试和联合试运转,建设单位是机电系统综合调试和联合试运转的组织者,根据工程类别、承包形式,建设单位也可以委托代建公司和施工总承包单位组织机电系统的综合调试和联合试运转。其次,引入第三方调试机构对项目机电系统进行验证调试,从而确保零碳建筑的运行效果,满足设计要求。

6.4.2 竣工验收前应对改造质量进行评价,评价采用性能检测与相关资料的核验结合的方式。

1 建筑气密性能对于实现零碳目标非常重要。良好的气密性可以减少冬季冷风渗透,降低夏季非受控通风导致的供冷需求增加,避免湿气侵入造成的建筑发霉、结露和损坏,减少室外噪声和空气污染等不良因素对室内环境的影响,提高居住者的生活品质。现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 附录 E 给出了检测的具体要求。

2 围护结构热工缺陷检测方法应按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的相关要求进行。

3 新风热回收是零碳建筑必不可少的节能措施,其性能水平直接影响零碳建筑的能耗水平,进而影响最终的碳排放量。为此,需要对新风热回收装置性能进行检测。

4 高性能节能产品是指满足国家相关产品标准且主要节能性能指标达到国际领先水平的产品。对采用获得高性能节能标识(认证)或绿色建材标识(认证)且在有效期内的产品,在评价时,可直接认可其产品性能。

5 若施工阶段建筑围护结构材料、暖通空调和照明设备等影响建筑能耗的因素发生改变,将会对建筑运行阶段碳排放量产生重大影响。为保证评价的真实性和合理性,需要根据新的输入参数,采用零碳建筑碳排放计算软件对建筑碳排放指标重新进行计算。

6.4.3 施工单位应在施工过程中对各个专业分包施工过程资料的正确性、完整性进行全过程监督管理,在分项工程结束后统一上交施工总包管理,并由总包统一组织零碳建筑竣工验收。

6.4.4 实际采购产品与设计参数可能存在不同,如保温材料导热系数、门窗幕墙传热系数、暖通空调能效、照明功率密度检测值等,会影响建筑能耗的计算值,当实际参数与设计参数不一致时,应采用建筑能耗计算软件对建筑能效指标进行重新计算,从而获得最新的碳排放数据。

7 零碳改造运维及碳抵消管理

7.1 一般规定

7.1.1 本条要求在既有建筑零碳改造后投入运行前,充分结合建筑设备系统运行的实际情况、用户需求,在实际运行中通过对建筑设备系统运行历史数据的收集和分析,制定专项的运行维护策略,定期(如每半年)对运行方案的执行情况进行评估,核验实际运行成果与运行管理目标的差距,并及时调整运行策略,包括优化运行流程、加强预防性维护、引入新技术或设备等。

7.1.2 本条明确了建筑零碳改造后的运行,是在保证室内热环境舒适性的前提下进行的,设备系统的运行、调节,不应为了节能降碳而降低服务标准;设备系统调试应以满足设计能效为系统调适目标,通过管理水平提升、建筑设备与系统校正、运行与控制策略优化等途径实现调适目标。当建筑使用功能发生重大改变,或对建筑用能系统进行改造后,应在建筑恢复运行的第一个年度重新启动建筑设备系统综合调适。

7.1.3 随着人工智能、物联网等技术的兴起,运行阶段通过能耗数据分析和深度学习算法,可实现建筑设备系统能耗趋势预测、设备故障预警等功能;同时利用物联网技术,将建筑内设备、传感器等打通,实现数据的实时采集和传输,实时监测建筑内设备的运行状态、能耗情况等并借助人工智能算法制定设备系统对应的控制策略,有助于提升设备系统能效,降低运行成本。同时结合人工智能、物联网技术,配合智慧运维的新技术、新产品(通用感知网关、人员分布传感器、通用设备网关、物联网照明灯光等)利用也越来越广泛。

7.1.5 在近年来中国可再生电力快速发展、全国碳排放权交易市场开启的背景下,利用碳信用抵消(绿色电力交易、碳排放权交易)已产生碳排放的成为越来越多企业承担减排责任的重要方式,也为建筑业主承担减排责任提供了非技术措施的途径,因此碳抵消方式也是实现建筑零碳的必要手段。

7.2 建筑能耗与碳排放监测

7.2.1 本条明确了建筑能耗监测的能源类型、数据采集与存储方式、分项计量要求等。建筑运行能耗监测,通过数据采集、实时监控、能耗分析等功能,帮助建筑管理者精准掌握能耗情况,制定节能策略,是运行阶段实现零碳建筑的重要手段,同时本条第5款也对零碳建筑运行阶段主要设备、电气系统的能耗分项计量原则提出明确要求。

7.3 建筑设备智能调控

7.3.1 当给水系统采用变频调速供水时,泵组的运行工况应在“最大设计流量”和“最小设计流量”区间之内,在运行中应根据给水系统设计流量变化和变频调速泵高效区段的流量范围两者关系确定工作水泵的数量。根据建筑特点,当用户用水量不均且持续时间较长时,在夜间或用水量低谷时,可切换至小流量辅泵运行。

水池(箱)的启泵水位宜取 1/3 贮水池总水深,水位降低至低水位导致淹没水深不足时,会产生空气旋涡漏斗,周边空气被吸入水泵造成水泵汽蚀,对水泵造成损害。给水系统备用泵的设置,可以有效避免供水安全事故,同时水泵在运行中应自动切换交替运行,避免备用泵长期不用导致泵体水滞留变质或锈蚀、卡死等故障。

对热水用水点热水出流时间要求较高(公共建筑不应大于 10s)或热水用水点较多、最远端用水点较远时(大于 3 处或最远用水点距离大于 20m),一般都设置生活热水循环系统,并在生活热水回水管设置温控阀,当回水温度低于 45℃ 时,联动开启热水回水循环泵。

生活热水系统辅助热源供热量一般都按照无太阳能、空气源热泵等热源的情况选择,为了最大限度利用可再生能源,实现建筑零碳运行,生活热水系统应通过自动控制的方式优先利用可再生能源,不足时再启用辅助热源。

7.3.2 冷水(热泵)机组、燃气锅炉、变制冷剂流量多联机等冷热源设备,均自带控制柜,故冷水(热泵)机组出水温度设定、锅炉燃烧器比例调节等均由设备自带控制柜完成,建筑楼宇自控系统完成冷热源设备群控、输配系统、设备末端的控制和运行参数监测。

对于存在较大建筑内区且内区需全年供冷的项目,冷却塔免费供冷能大幅降低冷机的开启时间,是有效的节能降碳运行方式。对于舒适性空调,夏季室内状态点(温度 26℃,相对湿度 60%),最低送风露点温度约为 18℃,在当前空调系统额定送风量以及冬季最不利负荷情形下,送风温度 18℃能够满足舒适性空调室内供冷需求。因此冬季内区送风温度可按 18℃进行设计,根据空调箱厂家提供的表冷器热交换特性数据,对应 18℃送风温度的冷冻水供水温度应在 13℃左右,冷却塔供冷板式换热器温差按照最小 1℃考虑,冷却塔供冷系统在冬季运行时是否能达到上述 12℃的冷却水出水温度,取决于当地的室外湿球温度,一般来讲,额定工况下冷却塔的出水温度比室外空气的湿球温度高 2~3℃,故冷却塔供冷需要结合室外空气湿球温度确定开启时间,最大限度利用自然冷源供冷。

供暖系统供热量通过改变供水温度(质调节)和循环水量(量调节)进行总体调节。通过手动改变供水温度或设置气候补偿装置、循环泵变频控制装置等,使供水水温或流量等参数在保持室内温度的前提下,随室外空气温度的变化随时进行调整,始终保持锅炉房或换热机房的供热量与建筑物的需热量基本一致,达到最佳的运行效率和最稳定的供热质量。除此之外,公共建筑除特殊功能需求(酒店客房、医院病房、养老院等需全天 24h 供暖)外,供暖系统夜间设置值班采暖保证室内温度 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 即可,制定供暖系统分时、分区运行策略,有效降低供暖能耗,实现按需供给。

在多功能厅、会议中心等人员密集场所,由于人员的流动性,同时停留的人数变化较大,新风机组一般设置变频控制装置,根据人员变化手动或自动控制分阶段改变新风风量,其节能效果是较明显的。尤其当单台新风机组的风量超过 10000m³/h,节能效果更佳明显。

按照《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 规定,严寒和寒冷地区集中新风量大于等于 40000m³/h 时,要求设置排风热回收装置,在室外、内空气温度差或焓值差较大的情况下,采用排风热回收有明显的节能效果,因此在运行中也应结合室内外空气参数合理控制排风机的开启时间。

空调机组采用增大新风比尤其是全新风运行模式,优先利用自然冷源供冷,可以有效地改善空调区内空气的品质,大量节省冷却空气所消耗的能量,当空调机组采用双风机时,应根据室外焓值控制,调节新风、回风、排风风阀开度,实现最大限度节能运行。

7.3.3 建筑内可利用天然采光的场所,利用天然采光可在较大程度上满足人们的视觉功能需求,应根据使用需求、空间功能、空间形式、天然采光情况对照明回路进行分区、分组,通过照度感应或按时段的时间表控制来自动实现人工照明的补充,确保在采光充足时关闭相应的灯具或降低照度,避免造成能源的浪费;建筑内的公共照明区域,当空间无人时或夜间时,通过红外、雷达、声波等探测器,降低照度或关闭相应灯具,以实现节能。

照明系统按每个有可能分隔的场所进行分组控制,能保证每个区域的照明系统独立运行,当某个区域需要关闭或调整照明时,不会影响到其他区域的照明状态;通过分组控制,也能根据不同区域的实际使用情况来开启或关闭照明,避免不必要的能源浪费,实现照明系统的精准控制并降低能耗。

两台以上电梯设置群控功能,可以最大限度地减少等候时间,减少电梯运行次数,轿厢内一段时间无预置指令时,电梯通过关闭轿厢照明自动转为节能运行方式;扶梯自动启停、低速运行也是实现节能低碳运行的重要手段。

建筑内各部电梯与扶梯,宜采用智能调度系统,根据人流量和需求进行动态调整和优化运行效率,提升整体运营效率和服务质量。

7.4 建筑设备系统运维管理

7.4.3 室外参数的变化和建筑使用情况的波动会直接影响建筑用能系统的能耗、能效和碳排放,建筑运行人员根据监测的数据应及时对上述因素进行分析及必要的预测,判断用能系统的运行策略是否需要调整、如何调整,以实现降低全年碳排放的目的。具体调整的内容包括但不限于:各系统的联动功能、各系统的运行参数、工作模式、控制逻辑以及监测报表输出的类型和数量,分析图表种类等。

7.4.5 搭建建筑运维物联平台的主要目的是实现建筑能耗与碳排放的智能化监测与管理。平台应具备与建筑能耗与碳排放监测系统(设备)对接的能力,确保数据的实时传输与共享,

并应支持多种通信协议，确保与不同厂商、不同类型的监测设备兼容。

平台应具备发送开关控制、参数调整、状态查询等指令到物联网监测设备的功能，指令的发送应实时、准确，确保对设备的有效控制。平台根据物联网监测设备的反馈指令，根据预设的规则或算法，自动调整设备的运行状态或参数，实现设备的自动控制，以达到节能降耗的目的。

应搭建建筑能耗与碳排放综合数据资源库，用于存储和管理建筑能耗与碳排放监测数据，数据应实现统一管理、分类存储，便于后续的分析和利用。数据资源库应提供统一的数据服务接口，支持数据的查询、下载和分析等功能，为管理人员和决策者提供了便捷的数据获取途径，有助于做出更加科学的决策。

平台应具备关键能耗设备运行效率的分析功能，通过分析设备的运行时长、负荷变化等数据，可以评估设备的运行效率，为优化设备运行策略提供依据。平台应支持按照区域核算碳排放量的统计功能，可基于排放量对应生成分区、分项、分时的碳排放监测报告，为碳排放管理和减排策略的制定提供数据支持。

通过利用采集到的建筑运行数据，结合建筑物理特性（建筑围护结构性能、朝向、面积等）、室外气象参数、人员活动模式等，运用机械学习或人工智能算法，建立能耗与碳排放的计算、预测模型，从而反映设备系统不同工况下的运行特性。运行中减碳优化控制策略从以下三个方面考虑：

- 1 根据能耗和碳排放模型计算和预测结果，对重点用能设备进行智能调度和优化控制，如自动调节冷水机组供水温度、优化调节照明系统亮度和开关时间等。
- 2 制定能源使用计划，合理分配各时段、各区域的能源使用配额，避免能源峰值过高，实现能源使用的平衡与高效，如供暖系统的分时分区控制、照明系统智能控制等。
- 3 通过数据分析识别高能耗行为模式，如员工下班后未关闭电器设备、会议室长时间无人但照明和空调仍在运行等，通过提醒、培训等方式改变用户行为，降低能耗，同时也提出了更高的管理要求。

7.5 碳抵消管理

7.5.1 既有建筑零碳改造往往收到自然资源和气候资源的限制，考虑到应对气候变化的降碳措施具有时空均衡性，所有降碳措施都具有相同的价值，因此允许采用非建筑自身的降碳技术措施抵消建筑本体剩余的碳排放，可以通过绿色电力交易和碳排放权交易实现零碳建筑目标，即建筑净碳排放量为零，同时规定了碳抵消方式降碳的上限，建筑设备系统智能化调控和维护管理等技术手段，应在实现零碳建筑的目标中起主导作用。

7.5.2 为促进国内绿色电力与节能减排的发展，从建筑行业推动全社会碳中和目标的实现，本标准所指既有建筑零碳改造的碳抵消应购买国内相关绿色电力和碳信用产品，或在中国境内开发的减排项目所形成的减排