

超低能耗建筑设计标准（公共建筑）

Design standard for ultralow energy buildings (public buildings)

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会发布

上海市工程建设规范

超低能耗建筑设计标准（公共建筑）

Design standard for ultralow energy buildings (public buildings)

DG/TJ08-xxxx-xxxx

xxxx-xxxx

主编单位：华东建筑集团股份有限公司

上海建筑设计研究院有限公司

批准部门：

实施日期：

202x 上海

前言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发<2022 年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划>的通知》（沪建标定[2021]829 号）的要求，由华东建筑集团股份有限公司、上海建筑设计研究院有限公司联合相关单位，经广泛调查研究，认证总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.建筑设计；5.供暖通风与空气调节设计；6.电气设计；7.给水排水设计。

本标准在执行过程中如有意见或建议，请反馈至华东建筑集团股份有限公司《超低能耗建筑设计标准》（公共建筑）编制组（地址：上海市黄浦区中山南路 1799 号 6 楼；邮编 200011；E-mail: qy11109@ecadi.com）或上海市建筑建材业市场管理总站（地址：上海市小木桥路 683 号；邮编：200032；E-mail: shgcbz@163.com），以供今后修订时参考。

主编单位：华东建筑集团股份有限公司

上海建筑设计研究院有限公司

参编单位：

参加单位：

主要起草人：

主要审查人：

目次

1 总则	5
2 术语	7
3 基本规定	10
3.1 一般规定	10
3.2 室内环境指标	10
3.3 建筑能效指标	11
4 建筑设计	13
4.1 一般规定	13
4.2 气候响应设计	13
4.3 围护结构热工设计	15
4.4 建筑热桥处理	18
4.5 建筑气密性设计	22
5 供暖通风与空气调节设计	25
5.1 一般规定	25
5.2 冷热源系统设计	25
5.3 输配系统与末端系统设计	30
5.4 监测、控制与计量	32
6 电气设计	34
6.1 一般规定	34
6.2 照明与电梯节能设计	34
6.3 太阳能光伏发电系统设计	36
6.4 建筑能源与环境管理系统设计	39
7 给水排水设计	42
7.1 一般规定	42
7.2 生活热水设计	42
7.3 太阳能热水系统设计	46
附录A 建筑能效指标计算方法	48
A.1 一般规定	48
A.2 计算边界	49
A.3 计算方法	56
附录B 外窗设计选型及热工性能	60
附录C 部品材料技术要求	62
本标准用词说明	64
引用标准名录	65

1 总则

1.0.1 为贯彻国家和上海市有关法律法规和方针政策，推进城乡建设领域碳达峰行动，提升建筑室内环境品质和建筑质量，降低建筑用能需求和碳排放量，规范超低能耗公共建筑设计，制定本标准。

【条文说明】建筑领域是全社会能源消耗和碳排放的重要来源。相关研究显示，建筑领域运行阶段碳排放量占社会碳排放总量的比重达到 20%以上，推进建筑领域的节能减排是实现“碳达峰-碳中和”国家战略的重要工作之一。发展超低能耗建筑，是降低建筑领域能耗增长速度、压低建筑领域碳排放峰值的关键措施。近年来，上海市通过编制技术导则、出台激励政策、制定管理办法、鼓励试点示范等措施，推动了超低能耗建筑的规模化发展。2022 年 11 月上海市住房和城乡建设管理委员会、上海市发展和改革委员会联合发布《上海市城乡建设领域碳达峰实施方案》，明确提出到 2030 年新建民用建筑全面执行超低能耗建筑标准。为更好的指导规模化发展背景下的超低能耗建筑设计，实现上海市超低能耗建筑的高质量发展，在总结当前超低能耗建筑工程实践经验并考虑政策和技术形式变化的基础上，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于上海市新建、改建和扩建的超低能耗公共建筑节能设计。

【条文说明】公共建筑类型多样，包括办公、酒店、商业、教育、医疗、体育、文化、交通等多种功能。不同功能类型的公共建筑在节能设计上存在共性的特征，也存在个性的差异。本标准针对公共建筑提出实施超低能耗建筑的共性要求，相关指标和措施的确定考虑了不同类型公共建筑的适用性和可行性。特殊类型公共建筑因自身条件限制在执行本标准存在困难时，可组织专项论证。

1.0.3 超低能耗公共建筑设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和上海市现行有关标准的规定。

【条文说明】本标准对超低能耗公共建筑的技术指标和应采取的节能措施作出了规定，但公共建筑节能涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准，并做出了节能规定，同时超低能耗公共建筑仍应满足现行上海市工程建设规范《公共建筑节能设计标准》DGJ08-107 要求。因此，在进行超低能耗公共建筑节能设计时，

除应符合本标准外，尚应符合国家和上海现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 超低能耗公共建筑 ultra low energy public building

适应气候特征和场地条件,通过被动式建筑设计最大幅降低建筑供暖、空调、照明需求,通过主动技术措施最大幅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本标准规定的公共建筑,其建筑能耗水平应较国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 降低 40%以上。

【条文说明】超低能耗建筑的定义包括节能水平和技术路线。关于超低能耗建筑的节能水平,需要和我国 1986~2016 年建筑节能 30%、50%、65%三步走进行合理衔接。根据《上海市超低能耗建筑技术导则(试行)》以及国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 确定的原则,超低能耗建筑的能耗水平应较 2016 年所执行的标准(国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015)再降低 50%以上。考虑到国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的实施,以及国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 相关条文的废止,本标准在保持超低能耗建筑节能水平不变的前提下,以国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 作为基准进行超低能耗建筑相应能效指标的界定。而实现超低能耗的核心技术体系则由被动式建筑节能设计、主动式用能设备能效提升以及可再生能源建筑应用组成。

2.0.2 性能化设计 performance oriented design

以建筑室内环境参数和能耗指标为性能目标,利用建筑模拟工具,对设计方案进行逐步优化,最终达到预定性能目标要求的设计过程。

2.0.3 建筑能耗综合值 building energy consumption

在设定计算条件下,单位面积年供暖空调、照明、生活热水和电梯终端能耗量与可再生能源系统发电量,利用一次能源换算系数统一换算到标准煤当量后两者的差值。

【条文说明】建筑能耗综合值为换算到标准煤当量的建筑能源消耗量,体现了建筑对化石能源的消耗和对环境的影响程度。本标准中的建筑能耗范围并非建筑全部能耗,而是限定在供暖空调、照明、生活热水和电梯,其中新风系统的能耗纳

入供暖空调能耗中。上述范围内的能耗是公共建筑能耗的主要组成部分，可量化计算且设计可控性强。其他如插座等能耗与建筑的实际使用方式等相关度较大，均为建筑设计不可控因素且在设计阶段准确计算存在一定难度，在本标准中不考虑。

2.0.4 建筑综合节能率 building energy saving rate

基准建筑和设计建筑的建筑能耗综合值差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

2.0.5 建筑本体节能率 building energy efficiency improvement rate

在设定计算条件下，设计建筑不包括可再生能源发电量的建筑能耗综合值与基准建筑的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

2.0.6 可再生能源利用率 utilization ration of renewable energy

供暖空调、照明、生活热水、电梯系统中可再生能源利用量占其能量需求量的比例。

【条文说明】可再生能源利用率表征建筑用能中可再生能源利用量的比例，是评估超低能耗建筑中可再生能源利用程度的指标。本标准中可再生能源利用率涉及的能源类型范围，包括可再生能源发电、地源热泵、空气源热泵、太阳能热利用和生物质能，相应的计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

2.0.7 基准建筑 reference building

计算建筑本体节能率和建筑综合节能率时，用于计算符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求的建筑能耗综合值的建筑。

2.0.8 防水隔汽材料

对建筑外围护结构室内侧的缝隙进行密封，防止空气渗透并兼具防水及难透汽性能的材料。

2.0.9 防水透汽材料

对建筑外围护结构室外侧的缝隙进行密封并兼具防水及允许水蒸气透出功能的材料。

2.0.10 光储直柔 solar DC system with energy storage for flexibility improvement

配置建筑光伏和建筑储能，采用直流配电系统，且用电设备具备功率主动响应功能的新型建筑供配电系统。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 公共建筑设计应遵循“被动优先，主动优化”的原则，通过被动式设计降低建筑冷热需求，提升主动式能源系统能效，并合理利用可再生能源，实现建筑超低能耗。

【条文说明】国内外的经验表明，在建筑迈向更低能耗的方向上，基本技术路径是一致的，即通过被动式建筑设计、主动式高性能能源系统及可再生能源系统应用，最大限度减少化石能源消耗。基于本市的气候特征和生活习惯，超低能耗建筑的技术路径，应强调建筑遮阳、自然通风和天然采光、围护结构保温隔热等被动式设计措施，优先使用能效等级更高的系统和设备，同时充分挖掘建筑本体的可再生能源应用潜力，对能耗进行平衡和替代。

3.1.2 公共建筑设计应采用性能设计方法，以室内环境和能耗指标为约束目标，通过性能化设计合理确定技术策略。

【条文说明】超低能耗建筑强调建筑能耗目标控制，设计达标判定并不是单纯以具体措施的落实为依据，而是要求能耗结果达标。因此，有别于传统建筑节能设计采用的指令性（规定性）设计方法，超低能耗建筑应采用性能化设计方法，面向建筑性能总体指标要求，综合比选不同的建筑方案和关键部件的性能参数，通过不同组合方案的优化比选，制定适合具体项目的超低能耗技术方案。

3.2 室内环境指标

3.2.1 公共建筑主要功能房间室内热湿环境设计参数应符合表 3.2.1 规定：

表 3.2.1 建筑主要功能房间室内热湿环境设计参数

室内热湿环境参数	制冷	供热
温度（℃）	≤26	≥20
相对湿度（%）	≤60	≥30

注：冬季室内相对湿度不参与设备选型和能效指标计算

【条文说明】健康舒适的室内环境是超低能耗建筑的基本前提，超低能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平。本条提出的温度和相对湿度参数主要用于供暖空调工况设计计算和设备选型，并不代表室内全年均需满足该指标，从节能

角度不宜盲目追求过高的舒适度和温湿度保证率。本条中的“主要功能房间”是指对应功能建筑中人员长期停留的房间，如办公建筑的办公室、会议室，商业建筑的商铺，酒店建筑的客房等。有特殊环境控制要求的其他区域，如泳池、数据机房等区域的热湿环境设计参数按实际需要设定。

3.2.2 公共建筑室内新风量设计指标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》GB50736 的规定。

3.2.3 公共建筑室内天然采光与自然通风设计指标应符合下列规定：

1.按照现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50333 规定有采光需求的功能空间，75%区域采光系数应满足标准要求；

2.办公、酒店、学校类建筑，75%的功能空间在过渡季典型工况下室内自然通风换气次数达到 2 次/h。

【条文说明】天然采光和自然通风符合本市居民生活习惯，契合地域气候特征，有助于提升室内环境品质和降低建筑供暖空调、照明能耗，因此本标准将天然采光与自然通风性能将纳入超低能耗公共建筑的约束性指标。由于公共建筑类型多样，并非全部功能建筑均适合进行天然采光和自然通风，因此本条对需要进行天然采光和自然通风设计的功能范围进行明确，其中天然采光的设计要求针对的是现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50333 中有采光系数要求的建筑；自然通风设计要求针对办公、酒店和学校类建筑。

3.2.4 天然采光与自然通风的计算应符合现行行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449 的规定。

【条文说明】自然通风计算时的室外风环境气象参数，应按照上海市工程建设规范《建筑风环境气象参数标准》DG/TJ08-2328 选取。

3.3 建筑能效指标

3.3.1 超低能耗公共建筑能效指标应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 超低能耗公共建筑能效控制指标

类别	指标	基准建筑
建筑本体节能率	≥15%	国家标准《建筑节能与可再

建筑综合节能率		$\geq 40\%$	生能源利用通用规范》 GB55015-2021
可再生能源利 用率	建筑高度 $\geq 100\text{m}$	$\geq 6\%$	/
	建筑高度 $< 100\text{m}$	$\geq 10\%$	/

【条文说明】能效指标是判别建筑是否达到超低能耗建筑标准的约束性指标。本标准提出的超低能耗公共建筑能效指标包括建筑本体节能率、建筑综合节能率、可再生能源利用率三部分，需要同时满足要求。

建筑能效指标确定的原则和方法如下：

1.提升建筑能效。超低能耗建筑的节能水平，应较现有建筑节能水平大幅度提高。公共建筑类型多样，不同功能类型的用能特点和强度差异较大，现阶段针对不同功能类型公共建筑提出绝对值形式能耗指标的条件尚不充分，因此本标准采用相对值的方式对公共建筑的节能水平进行约束，在规模化推广超低能耗公共建筑时保证标准实施的可行性。

2.引导建筑本体节能。建筑本体节能率是不包括可再生能源时的建筑节能水平，反映了被动式设计措施和主动式设备能效提升的作用效果。从实现超低能耗建筑的技术路线来看，建筑本体有条件也有责任实现一定的节能目标，不应该将降低能耗的责任全部由可再生能源承担。

3.响应地域政策。可再生能源是建筑领域实现双碳目标的重要措施，上海近年来已将可再生能源建筑应用纳入强制政策范围，因此上海市超低能耗建筑已有良好的可再生能源应用基础条件。为呼应本市政策特点并进一步引导可再生能源利用，设立可再生能源利用率指标，相关指标是以政策要求为基础根据典型模型测算确定。

3.3.2 建筑本体节能率、建筑综合节能率、可再生能源利用率的计算应符合本标准附录A的规定。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 公共建筑应以气候特征和场地条件为引导进行建筑方案设计，充分利用天然采光、自然通风、建筑遮阳以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计方式降低建筑用能需求。

【条文说明】上海市属于夏热冬冷地区，建筑设计需要兼顾夏季隔热与冬季保温并为过渡季通风营造条件。被动式建筑设计是值得大力推广的设计理念，可以在建筑设计的源头降低建筑用能需求，为建筑节能目标的实现提供良好的建筑本体条件。天然采光、自然通风、建筑遮阳以及适度的围护结构保温措施，是上海市公共建筑开展被动式设计的重点。

4.1.2 公共建筑应对围护结构保温、热桥、气密性构造节点开展专项设计。

【条文说明】为实现更好的围护结构热工和气密性能，超低能耗公共建筑对围护结构保温、热桥控制、气密性等构造节点提出更高的精细化设计要求，在建筑设计中应对构造节点进行专项设计。

4.2 气候响应设计

4.2.1 建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候。夏季增强自然通风、减少热岛效应，冬季增加日照，避免冷风对建筑的影响。

【条文说明】建筑群的规划设计与建筑节能关系密切。超低能耗公共建筑设计应在规划阶段考虑如何利用自然能源，冬季增加得热和减少热损失，夏季减少得热并加强通风。在具体策略上，冬季需要控制建筑遮挡以加强日照得热，并通过建筑群空间布局分析，营造适宜的风环境，降低冬季冷风渗透；夏季增强自然通风，通过景观设计，减少热岛效应。当主入口由于场地和功能需要设置在不利朝向时宜设置避风门斗或缓冲区，减少冬季冷风渗透。

4.2.2 具有自然通风需求的建筑功能空间，应通过建筑与构造设计，有组织地进行过渡季与夏季的自然通风，宜采取下列措施：

- 1.合理布置建筑平面及通风口形成通风路径；
- 2.设有中庭的建筑，宜在中庭顶部设置通风天窗、通风塔等构造；

3.宜采用挑檐、导风墙、捕风窗、拔风井、通风道、自然通风器、太阳能拔风道、无动力风帽等诱导风流的措施。

【条文说明】自然通风可以提高使用者的舒适感，并有利于健康。当室外气象条件良好时，加强自然通风还有助于缩短空调设备的运行时间，降低空调能耗。能否获得足够的自然通风，与通风开口面积的大小和房间体积密切相关。公共建筑宜采用模拟计算的方式进行自然通风效果评价，对过渡季典型工况下主要功能房间平均自然通风换气次数，可采用区域网终模拟法或计算流体力学（CFD）的计算方法，具体计算过程应符合行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449。

4.2.3 具有天然采光需求的建筑功能空间，应通过建筑设计营造良好的自然采光效果，宜采取下列措施：

- 1.合理控制主要功能区域的空间进深；
- 2.侧面采光时宜通过加设反光板、棱镜玻璃等采光设施改善进深较大区域的采光；
- 3.大跨度或大进深的建筑宜采用采光中庭、采光竖井或导光管系统；
- 4.地下空间宜采用采光天窗、下沉庭院或导光管系统。

【条文说明】充足的自然采光有利于使用者的生理和心理健康，同时也有利于降低人工照明能耗。各种光源的视觉试验结果表明，在同样照度的条件下，天然光的辨认能力优于人工光，从而有利于人们工作、生活、保护视力和提高劳动生产率。因此，在满足房间功能要求的情况下，优先利用天然采光是照明设计的首要原则。利用天然光的途径有多种，建筑一方面可以通过建筑平面的组织、窗户的设置、庭院的设置等方式合理直接引入天然光，另一方面可以通过采光设施（采光设施一般指导光管、反光板、反光镜、集光装置、棱镜窗等装置）间接引入天然光。

4.2.4 公共建筑隔热设计宜采取下列措施：

- 1.建筑形体设计宜通过体形转折、内凹、挑檐、外廊等形成自遮阳效果；
- 2.外墙外表面宜采用浅色饰面或隔热反射涂料；
- 3.宜结合建筑立面设计设置垂直绿化；
- 4.屋面隔热宜采取双层通风屋面、屋顶绿化、坡屋顶、反射隔热涂料等方式。

【条文说明】建筑隔热设计是夏热冬冷地区减少夏季空调负荷的重要技术措施。

宜通过建筑形体设计、建筑外表面设计、屋顶设计等方式来提升建筑隔热性能。通过建筑体形转折、内凹、挑檐、外廊等增加建筑自遮阳效果，减少热辐射进入室内；外墙外表面采用浅色饰面或隔热反射涂料可减少外墙吸收辐射热量；结合建筑立面设计垂直绿化，在增加景观资源、改善区域微气候的同时，提高围护结构保温隔热性能；屋面隔热可采取双层通风屋面、屋顶绿化、坡屋顶、反射隔热涂料等方式。其中双层通风屋面是指在屋面上层再安装一层建筑材料，进行屋面防晒隔热，使顶楼层不会受太阳辐射而温度过高，提高最顶楼层舒适度；增设坡屋顶也属于一种双层通风屋面。

4.2.5 公共建筑的窗墙比设计，应在满足功能和采光需求的基础上，控制各向窗墙比，相关指标应满足本地区公共建筑节能设计标准相关规定。

【条文说明】窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也受到建筑日照、采光、自然通风等室内环境要求的制约。外窗和屋顶透光部分的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高越不利于建筑节能。不同朝向的开窗面积，对于不同因素的影响不同。因此在超低能耗公共建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求。超低能耗建筑的各朝向窗墙面积比不应超过节能设计标准规定的限值要求。

4.3 围护结构热工设计

4.3.1 公共建筑非透光围护结构各部位传热系数应根据性能化设计原则，以本标准 3.3.1 条 建筑能效指标为目标经计算确定，并应符合表 4.3.1 的规定。。

表 4.3.1 非透光围护结构传热系数限值

围护结构部位	传热系数K (W/(m ² ·k))
屋面	≤0.3
外墙	≤0.6
底面接触室外空气的架空或外挑楼板	≤0.6
供暖空调房间与非供暖空调房间之间的隔墙、楼板	≤1.5

注：外墙传热系数取平均传热系数，应计入结构性热桥的影响，计算方法应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定。

【条文说明】围护结构热工性能提升是建筑本体节能的重要措施，也是超低能耗建筑的主要特征之一。本条提出非透光围护结构热工性能参数限值，是基于如下考虑：

1.性能提升。超低能耗建筑作为更高标准的节能建筑，其围护结构热工性能指标应较现行公共建筑节能设计标准要求有提升，以改善节能和环境水平。本条所提出的非透光围护结构热工性能水平，均较上海市工程建设规范《公共建筑节能设计标准》DGJ 08-107 有不同程度的提升。

2.适度保温。相关研究显示，在上海地区的气候特征下，提升外墙的保温性能，对降低冬季供暖负荷和能耗作用明显，对降低夏季空调负荷和能耗并不突出，尤其是对于内热较大的公共建筑，外墙保温对降低夏季空调负荷的效果有限甚至会有负面影响。因此本标准提出适度保温的原则，外墙传热系数指标与严寒及寒冷地区超低能耗建筑要求仍有明显区别，并与居住建筑有所区分。

4.3.2 公共建筑透光围护结构热工性能指标应根据性能化设计原则，以本标准 3.3.1 条建筑能效指标为目标经计算确定，并应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 透光围护结构热工参数限值

围护结构部位		传热系数 K (W/(m ² ·k))	综合太阳得热系数 SHGC (东西向及南向/北向)
外窗（包括透光幕墙）	窗墙比≤0.5	≤1.5	≤0.25/0.30
	窗墙比>0.5	≤1.4	≤0.20/0.25
屋顶透光部分（屋顶透光部分面积≤20%）		≤1.5	≤0.25

【条文说明】外窗作为建筑围护结构的重要组成，在当前玻璃、型材技术革新的背景下，可以为建筑节能发展提供更重要的助力。本条提出的透光围护结构热工性能指标，包括整窗传热系数和综合太阳得热系数，其指标较上海市工程建设规范《公共建筑节能设计标准》DGJ08-107 要求进一步提升，体现了超低能耗建筑的节能要求提升。综合太阳得热系数为外窗（含透光幕墙）本身的太阳得热系数和外遮阳构件的遮阳系数乘积，当采用外置或中置活动遮阳时视为满足本条关于太阳得热系数要求。

4.3.3 公共建筑供暖空调房间外墙主体部位传热系数不应大于非供暖空调房间外墙主体部分传热系数。

【条文说明】本标准 4.3.1 条提出的外墙传热系数指标为全楼平均值，实际建筑因装配式设计、围护结构设计等差异，在不同部位可能会采取不同的基层墙体和保温措施，从而导致全楼不同部位的传热系数差异。为保证保温设计的合理性，规避依靠非供暖空调房间外墙拉低外墙平均传热系数的做法，本条提出主体部位保温设计应遵循的均衡性原则。

4.3.4 公共建筑外墙保温体系的选择应符合下列规定：

- 1.应根据基层墙体类型和外立面类型选择适宜的保温体系；
- 2.外立面采用幕墙体系时，宜采用单元式幕墙方式；
- 3.外立面采用装配式墙板体系时，宜采用保温与墙板一体设计。
- 4.外保温或一体化保温无法满足传热系数要求时，可采取内外组合保温方式。

【条文说明】公共建筑的结构体系和立面形式多样，适用的外墙保温体系有多种方式，在实施超低能耗建筑目标时应根据基层墙体类型和外立面类型选择适宜的保温体系。单元式幕墙、保温与墙板一体设计均具有良好的保温安全性，应优先考虑使用。

4.3.5 建筑外立面采用不透明构件作为开启扇时，开启扇部分应满足外墙传热系数限值。

【条文说明】建筑外立面采用不透明构件作为开启扇的做法，在上海市公共建筑项目中应用趋多。当非透光开启扇无法满足外墙传热系数限值时，非透光开启扇的传热系数应符合透光幕墙的传热系数要求，并按透光面积计入窗墙比。

4.3.6 建筑外围护结构上的通风百叶应采用可控制启闭的保温百叶；通过百叶进、排风的设备管道，应与百叶周边窗框紧密结合，管道应采取保温措施，保温层热阻不应小于 $1.00(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ ；通风井道与相邻供暖空调房间之间隔墙，传热系数应 $\leq 0.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

4.3.7 公共建筑主要功能房间的东、南、西向外窗（包括透光幕墙）应设置遮阳措施，并符合下列规定：

1.可采用活动遮阳、固定遮阳、调光玻璃等措施进行遮阳，优先考虑活动遮阳；

2.采用外置活动遮阳时，应满足抗风压性能和材料耐久性的规定，与外墙保温系统相连处应采用构造措施防止形成结构性热桥；

3.采用中置活动遮阳时，机械耐久性能应达到现行行业标准《内置遮阳中空玻璃制品》JG/T255 中 4 级以上。

【条文说明】在上海市的气候下，遮阳是重要的节能措施。本条是对遮阳措施应用进行规范和引导。

1.可实现外窗遮阳的方式有多种，包括活动遮阳、固定遮阳、调光玻璃等，从标准角度均可进行应用，从上海市夏热冬冷的气候特点考虑，建议优先采用活动遮阳装置。

2.采用外置活动遮阳时需要关注抗风压性能，应以保证安全性为前提；同时外置活动遮阳装置固定需要采用构造措施防止形成结构性热桥。

3.中置活动遮阳将遮阳片设置于中空玻璃内部，如出现损坏或故障不易维修，因此有必要提高其机械耐久性要求。现行行业标准《内置遮阳中空玻璃制品》JG/T255-2020 将其机械耐久性分为 5 级，本条要求达到 4 级以上。

4.4 建筑热桥处理

4.4.1 超低能耗公共建筑围护结构保温系统应根据不同主体结构形式进行构造设计和专项计算，建筑施工图应包含保温范围图示。

【条文说明】公共建筑围护结构主体有多种结构体系，按结构材料可分为钢筋混凝土结构、砖混结构、钢结构、木结构等，按结构形式可分为框架结构、剪力墙结构、框剪结构及其他特殊结构，不同结构体系所对应的外墙、屋面保温构造形式和外窗做法可能有所差异，因此应当结合建筑结构特点来选择相应的保温构造形式，并对该种结构体系下的各种热桥部位进行细化处理。例如，主体钢结构工程中外墙保温应连续不间断，且室内侧无结露风险；钢构件之间、钢构件与墙板、楼面板之间应有可靠连接并采取热桥处理措施。

超低能耗建筑的热桥处理应遵循以下原则：

（1）预留原则：外墙、屋面结构性热桥部位应为热桥处理预留尺寸空间，以便进行合理的构造设计以阻断或削弱热桥；贯穿围护结构的孔洞、开口，应适当扩

大尺寸为热桥保温填充预留足够的空间；

(2) 避让原则：不同类型的热桥部位应尽量相互避让、远离，避免形成集中的保温隔热缺口，放大热桥的不利影响；

(3) 表面积最小原则：热桥部位应尽量平整规则，处理时应尽量减小接触室内外的散热面积，避免额外增加的体形凹凸变化。

4.4.2 外墙热桥处理应符合下列规定：

1. 外围护结构的保温层应连续完整；
2. 保温层采用锚栓时，宜采用断热桥锚栓固定；在满足安全设计的前提下宜减少锚栓布置数量；
3. 在外墙上固定导轨、龙骨、支架、装饰构件等可能导致热桥的部件时，应在外墙上设置具有断热桥作用的锚固件，或采用减少接触面积、增加隔热间层、使用非金属材料等措施；
4. 当外墙采用幕墙系统时，幕墙龙骨不宜占用保温层位置或打断保温层，否则应在龙骨处加强保温措施；
5. 外墙热桥部位宜按工程防水要求采取必要的防水措施。

【条文说明】本条对外墙易出现的主要热桥部位做出了明确要求和处理措施指导。

1. 外墙突出构件宜采用完全包裹的方式，其保温层宜与相邻墙面、屋面保温层连续设置。
2. 普通锚栓相对保温层导热系数更大，热桥效应明显，应采用能有效减小或阻断锚钉热桥效应的断热锚栓。使用不锈钢锚栓时尾盘应采用非金属材料包覆处理。
4. 传统的非透明幕墙系统中保温填充在每樘幕墙两个龙骨之间，故保温层被龙骨打断；超低能耗建筑要求对龙骨部位的热桥进行处理，如对龙骨用保温材料填充或包覆；宜将龙骨部位的热桥影响计入外墙加权平均传热系数中。

4.4.3 屋面热桥处理应符合下列规定：

1. 外墙采用外保温系统时，屋面保温层应与外墙保温层连续；
2. 采用分层保温材料时，应分层错缝铺贴，各层应有粘结固定；
3. 采用正置式保温的屋面，结构层上、保温层下应设置隔汽层；采用倒置式保温的屋面，保温层靠近室外一侧应设置防水层，防水层应延续到女儿墙顶部盖板内；

4. 金属屋面、木屋面等轻质屋面，应在保温层靠室外侧设置防水层、结构层下方设置隔汽层；

5. 对女儿墙、设备基础、屋面构架、管井、出入口台阶等突出屋面的结构体，应采用保温材料包覆，其保温层应与屋面、墙面保温层连续。女儿墙顶部、土建风道出风口顶部宜设置金属盖板，金属盖板与结构连接部位应采取避免热桥的措施；设备基础处与设备支撑件应做断热处理；

6. 穿屋面管道、落水管与预留洞口之间应预留保温空间，穿屋面管道应设置套管进行保护；套管（或屋面结构主体）与管道间应填充保温材料，并做好密封防水措施。

【条文说明】本条对屋面易出现的主要热桥部位做出了明确要求和处理措施指导。

1. 屋面与外墙连接处一般为保温薄弱部位，并且热桥长度大、对围护结构影响大。对于屋面和外墙保温层无法连续的情况，应进行附加保温处理，必要时进行内表面结露验算；其热桥传热系数宜计入外墙加权平均传热系数中。

3. 对于降水丰沛的上海地区，屋面渗漏水是建筑工程中最常见的质量问题之一。超低能耗建筑对保温性能要求高，屋面保温浸水后其保温隔热性能将显著降低，因此对于保温较厚的屋面，宜在保温上方增设一道防水层，以加强屋面整体的保温防水性能。同时，考虑施工过程导致的屋面保温积水浸水问题，建议保温层下方设置至少一道防水层，或具有防水作用的隔汽层，并在保温层积水排尽后再施工保温层上方的防水层。

4. 金属屋面、木结构屋面等轻质屋面，由于结构自身无法阻挡水汽穿透，故应在保温层下方设置隔汽层；

5. 女儿墙和风道出风口的顶部常年受雨水冲刷，为避免面层老化开裂导致雨水下渗至保温层，建议采用金属盖板等更为可靠的防护面层；如设置混凝土压顶，则压顶部分也需采取热桥处理措施。

6. 管洞口设置套管有利于控制施工质量，确保管洞口尺寸稳定，便于安装管道。对于预埋套管，一般与混凝土主体结构同步施工完成，故保温填充在套管与管道之间；对于后置套管，保温可设置在套管与主体结构之间，但必须做好套管与主体结构、套管与管道之间的密封和防水措施。

4.4.4 外门窗、透明幕墙及其遮阳设施热桥处理应符合下列规定：

1. 外门窗应综合考虑节能、防水和安全因素选择安装方式，对于外墙外保温系统宜采用外平内嵌式安装，对于外墙内保温系统宜采用内嵌外齐平式安装；外门窗与主体结构连接处应采取断热桥措施，并应做好防水密封处理；

2. 采用附框的门窗系统应采用节能型附框，不应采用钢附框；带窗洞预制外墙宜在窗洞位置预埋节能附框；附框材料的导热系数不应大于 $0.2 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

3. 外门窗洞口内侧边应设置保温层并与外墙保温形成连续整体，保温层厚度不应小于 20mm ；

4. 外窗洞口宜设置金属窗台板对保温层进行保护。金属窗台板与窗框之间应有结构性连接，并采取密封措施；金属窗台板两端及底部与外墙保温层的接缝处应采取密封措施；

5. 透明幕墙上的局部非透明部分应采用断热构造或设置保温层，其热工性能不应低于透明幕墙部分的热工性能，否则应按面积加权计入幕墙整体传热系数计算中；

6. 外门窗或幕墙外遮阳构件宜与主体结构进行可靠连接，连接件与主体结构之间应采取断热措施。

【条文说明】本条对外门窗幕墙部位易出现的主要热桥做出了处理措施指导。

1.对于窗墙系统，研究表明外门窗安装方式与热桥效应显著相关，外窗的安装位置尽量靠近外墙保温层，可减小门窗安装热桥。从安全性和防水角度考虑，上海地区外窗较少采用完全外挂式安装，外门窗多为居中安装，由此带来门窗洞口侧边保温薄弱、产生热桥，因此应针对外墙不同保温系统，选择更靠近保温层的安装位置。

2.研究表明，增设节能附框并将附框嵌入主体结构中，可减小外门窗安装部位的热桥效应。节能附框具有定位、固定、隔热的作用，节能附框产品性能要求应满足《建筑门窗附框技术要求》GB/T 39866-2021。节能附框宜嵌入或半嵌入主体结构中，并应与主体结构牢固固定，门窗与附框和主体结构应有可靠连接，确保安全性。

3.外门窗洞口侧边包括室外侧的侧边和室内侧的侧边，外墙外保温、内保温系统均需将保温翻折到门窗洞口内，以避免洞口部位产生明显热桥。

4.窗台板与窗框和外墙保温层之间宜采用硅酮密封胶和预压膨胀密封带密封。金

属窗台板宜采用工业化生产构件，并做好防锈处理。

5.对于玻璃幕墙系统，遇到结构梁、楼板或其他需采用非透明幕墙的部位，该部位一般按照外墙热工性能指标进行要求；对于局部较小的非透明幕墙板块，可并入幕墙整体传热系数中计算。

4.4.5 露台、连廊、设备平台、雨棚、挑檐等出挑构件与主体结构的连接应控制热桥效应，热桥处理应符合下列规定：

1.结构性悬挑、延伸等宜采用与主体结构部分断开的方式；

2.当外墙结构性悬挑、延伸构件与主体结构无法断开时，应对与室外空气接触的主要板面进行保温处理，热桥部位保温层热阻与所在位置外墙主断面保温层热阻的比值应大于 0.35。

【条文说明】本条对主要类型的热桥部位做出了明确和处理措施指导。超低能耗建筑热桥的处理方式主要有以下三种：

（1）减少热桥：通过用保温材料包裹热桥部位，形成连续完整的保温层，减少热桥面积或数量，热桥部位保温性能一般与主体结构部位相近；

（2）削弱热桥：包裹热桥的保温材料性能低于主体结构，或者当热桥无法用保温材料完全包裹时，热桥部位附加保温材料，可加强热桥部位保温隔热性能，使室内表面温度分布差异减小，达到削弱热桥的效果；

（3）阻断热桥：通过用断热桥专用部件或构造，将可能产生热桥的构件与主体结构断开，阻断热量经由非保温材料直接传导的路径，达到缓解热桥效应的作用。热桥部位的保温厚度可通过二维或三维热桥模拟计算确定，对于无法满足热桥保温热阻要求的部位以及其他保温显著薄弱部位，应进行内表面结露验算，当热桥部位仍有结露风险时，应进一步加强保温并重新验算。

4.5 建筑气密性设计

4.5.1 建筑围护结构的气密层设计应符合下列规定：

1 划分气密性单元时，宜将建筑整体作为一个气密性单元；

2 气密层应连续完整，包绕整个气密区域，建筑设计施工图中应明确标注气密层位置及构造做法；

3 由不同材料、不同围护结构构成的气密层连接处，应采取气密搭接等气密措施；

4 气密性设计应以建筑整体气密性的控制作为设计目标，应对气密层围护结构、门窗构件、洞口的气密性设计予以重点考虑。

【条文说明】建筑物气密性是影响建筑供暖能耗和空调能耗的重要因素，对实现超低能耗建筑目标来说，由于其极低的能耗指标，由单纯围护结构传热导致的能耗已较小，这种条件下造成气密性对能耗的比例大幅提升，因此建筑气密性能更为重要。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，减少室外噪声和室外空气污染等不良因素对室内环境的影响，提高使用者的生活品质。建筑围护结构气密层应连续并包围整个气密区域。

气密层是由防水隔（透）汽材料、抹灰层、气密性部件等形成的防止空气渗漏的连续构造层。常规的钢筋混凝土构造、砌体构造结合不低于 15mm 的连续抹灰层、具有气密性能的门窗、气密膜等均可作为气密层，且不同材料连接缝隙及墙体拐角等部位应采取防开裂措施。

4.5.2 装配式结构构件拼缝部位应采取气密性保障措施。

4.5.3 钢结构体系中构件之间、钢构件与墙板、楼面板的拼缝应采取耐久性密封措施。

4.5.4 外窗气密性能不应低于 8 级，幕墙气密性能不应低于 4 级，外门气密性能不宜低于 6 级，

【条文说明】对超低能耗建筑来说，在正常的设计和施工条件下，外门窗的气密性对建筑整体的气密性影响较大，做好外门窗的气密性是实现建筑整体气密性目标的基础之一。当建筑出入口采用旋转门、自动平移门、地弹门等自身不具有气密性的外门时，宜通过设置门斗、双层门等设计或构造形式加强气密性。

4.5.5 外窗（包括透明幕墙）与结构墙体之间的缝隙应采用耐久性良好的密封材料密封。采用防水隔（透）汽材料时，应满足下列要求：

1.防水隔（透）汽材料与门窗框粘贴宽度不应小于 15mm，粘贴应紧密，无起鼓漏气现象；

2.防水隔（透）汽材料与基层墙体粘贴宽度不应小于 50mm，粘贴密实，无起鼓漏气现象；

3.防水隔（透）汽材料不应直接粘贴在保温层上；

4.防水隔（透）汽材料表面应使用适当厚度的材料进行隐蔽覆盖。

【条文说明】本条针对防水隔（透）汽材料的应用提出设计要求。粘贴防水隔汽（透汽）材料时，应将防水隔汽（透汽）材料粘贴于门窗框上，此部位较为平整，且容易实现，要求粘贴最小宽度为 15mm；防水隔汽（透汽）材料与基层墙体粘贴时宜出现褶皱、粘贴不牢等问题，因此要求 50mm 的粘贴宽度，材料自身搭接长度为 50mm；防水隔汽材料粘贴时，应在门窗型材角部留出余量，避免出现由于防水隔汽材料余量不足导致的与门窗洞口侧墙无法粘贴密实等问题。防水隔（透）汽膜施工环境温度宜在 0℃以上。

4.5.6 建筑设计应避免电梯井道穿越气密性单元边界，若必须穿越，宜采取封闭电梯厅等具有气密分隔作用的设计或气密性加强的构造措施。

4.5.7 外围护结构各类贯穿性洞口应采取气密性加强措施，穿气密层的机电系统管线交接部位应采用耐久性良好的密封材料密封。

【条文说明】围护结构洞口、管线、管道贯穿处等部位不仅仅是容易产生热桥的部位，同时也是容易产生空气渗透的部位，其气密性的节点设计应配合产品和安装方式进行设计和施工。

4.5.8 开关、插座、接线盒、消火栓等在有气密要求的填充墙体设置时，应采取气密性加强措施。

【条文说明】开关、插座、接线盒、消火栓等在有气密要求的填充墙体安装时，应先在孔洞内涂抹石膏，再将其推入孔洞，保障与墙体嵌接处的气密性。

5 供暖通风与空气调节设计

5.1 一般规定

5.1.1 经技术经济分析合理时，宜采用可再生能源等低碳能源技术。

5.1.2 供暖、通风、空调及循环水泵等用能设备宜优先选用变频控制。

【条文说明】变频控制可以提升不同负荷情况下系统的运行效率

5.1.3 应根据空调负荷特征，选取适宜的除湿技术措施，避免出现热湿比变化条件下传统冷却除湿方法带来的新风再热情况。

5.1.4 集中空调系统的制冷机房宜采用高效制冷机房。

【条文说明】对于以电驱动压缩式冷水机组为冷源的空调制冷机房，在满足末端冷负荷需求的前提下，宜综合考虑负荷匹配度、系统用能合理性等各方面因素，运用恰当的控制方式与人员管理制度，合理地控制系统中各设备及参数，以实现系统高效运行。

5.2 冷热源系统设计

5.2.1 空调与供暖系统冷、热源的选择,应根据建筑规模、用途、能源供应条件和价格等,结合上海市的能源和环保政策等综合因素,按下列原则经综合论证确定:

- 1 应优先采用可供利用的废热、工厂和电厂余热作为供暖或空调的热源;
- 2 在资源条件具备和在技术经济论证合理的情况下,宜优先利用浅层地温能等可再生能源;
- 3 空调用电负荷峰谷时段与电价的峰谷时段接近,并经技术经济比较合理时,可采用蓄冷空调系统;
- 4 各房间或区域负荷特性差异较大,且全年长时间需要同时供冷、供热时,宜采用水环热泵空调系统;
- 5 当同时需要供冷、供热时,宜选用热泵类设备作为空调冷、热源,可采用多联式空调(热泵)机组、空气源热泵等类型产品,以充分利用热泵类机组的复合功能性及调节灵活性。

5.2.2 对常年具有生活热水需求的建筑,当采用电动蒸汽压缩循环冷水机组,且其它生活热水措施预热能力不足时,宜采用具有冷凝热回收功能的冷水机组。

【条文说明】《公共建筑节能设计标准》DGJ 08-107 中，采用电动蒸汽压缩循环冷水机组时,宜采用具有冷凝热回收功能的冷水机组。对于超低能耗建筑，太阳能热水、空气源热泵、冷水机组冷凝热等均可以作为生活热水预热措施，同时冷凝热回收措施会降低冷水机组 COP，因此需经过技术经济分析确定采用冷凝热回收功能的冷水机组的合理性。

5.2.3 锅炉的额定热效率,不应低于表的规定。

表 5.2.3-1 燃天然气锅炉名义工况下的热效率 (%)

锅炉类型及燃料种类		锅炉热效率 (%)
燃气锅炉	燃气	96

5.2.4 采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组时,其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数(COP)或综合部分负荷性能系数 (IPLV) 应达到现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中的一级能效要求。

5.2.5 采用多联式空调(热泵)机组时,其能源效率等级应达到现行《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级》GB21454 一级能效要求，其在名义制冷工况和规定条件下的能效不应低于表 5.2.5-1、5.2.5-2 的数值。

表 5.2.5-1 水冷多联式空调（热泵）机组制冷综合部分负荷性能系数（IPLV）

名义制冷量 CC (kW)	制冷综合部分负荷性能系数 IPLV
CC≤28	7.00
CC>28	6.80

表 5.2.5-2 风冷多联式空调（热泵）机组制冷综合部分负荷性能系数（APF）

名义制冷量 CC (kW)	全年性能系数（APF）
CC≤14	5.20
14<CC≤28	4.80
CC>28	4.50

【条文说明】对于超低能耗建筑，多联式空调（热泵）机组的 IPLV 及 APF 按照 1 级提出要求，并对部分类型提升能效要求。

5.2.6 采用房间空调器时，其能效等级应达到现行《房间空气调节器能效限定值

及能效等级》GB21455 的一级能效要求,在额定工况条件下,其全年性能系数(APF)和制冷季节能效比 (SEER) 不应低于表 5.2.6 的规定值。

表 5.2.6 房间空气调节器能效限值

名义制冷量 CC (kW)	热泵型房间空气调节器 全年性能系数 (APF)	单冷式房间空气调节器制 冷季节能效比 (SEER)
CC≤4.5	5.00	5.80
4.5<CC≤7.1	4.50	5.50
7.1<CC≤14.0	4.20	5.20

5.2.7 采用名义制冷量大于 7100W 电机驱动的单元式空气调节机、风管送风式空调(热泵)机组时，其能效等级应达到现行《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576 及《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479 的一级能效要求，其在名义制冷工况和规定条件下的能效应符合下列规定：

- 1 采用电机驱动压缩机、室内静压为 0Pa(表压力)的单元式空气调节机能效不应低于表 5.2.7-1~表 5.2.7-3 的数值；
- 2 采用电机驱动压缩机、室内静压大于 0Pa(表压力)的风管送风式空调 (热泵) 机组能效不应低于表 5.2.7-4~表 5.2.7-6 中的数值。

表 5.2.7-1 风冷单冷型单元式空气调节机制冷季节能效比 (SEER)

名义制冷量 CC (kW)	制冷季节能效比 SEER ((Wh/Wh))
7.0<CC≤14.0	4.50
CC>14.0	3.60

表 5.2.7-2 风冷热泵型单元式空气调节机制冷季节能效比 (APF)

名义制冷量 CC (kW)	制冷季节能效比 SEER ((Wh/Wh))
7.0<CC≤14.0	3.50
CC>14.0	3.40

表 5.2.7-3 水冷单元式空气调节机制冷综合部分负荷性能系数 (IPLV)

名义制冷量 CC (kW)	制冷综合部分负荷性能系数 IPLV ((W/W))
7.0<CC≤14.0	4.00

CC>14.0	4.50
---------	------

表 5.2.7-4 风冷单冷型风管送风式空调机组制冷季节能效比 (SEER)

名义制冷量 CC (kW)	制冷季节能效比 SEER ((Wh/Wh))
CC≤7.1	4.20
7.1<CC≤14.0	4.00
14.0<CC≤28.0	3.80
CC>28.0	3.20

表 5.2.7-5 风冷热泵型风管送风式空调机组全年性能系数 (APF)

名义制冷量 CC (kW)	全年性能系数 APF ((Wh/Wh))
CC≤7.1	3.80
7.1<CC≤14.0	3.60
14.0<CC≤28.0	3.40
CC>28.0	3.00

表 5.2.7-6 水冷风管送风式空调机组制冷综合部分负荷性能系数 (IPLV)

名义制冷量 CC (kW)	全年性能系数 APF ((Wh/Wh))
CC≤14.0	4.20
CC>14.0	4.00

5.2.8 区域供冷系统电冷源综合制冷性能系数不应低于表 5.2.8 的数值

表 5.2.8 区域供冷系统电冷源综合制冷性能系数性能系数

类型	名义制冷量 CC (kW)	电冷源综合制冷性能系数 SCOP (W/W)
水冷螺杆式	CC≤528	3.7
	528<CC≤1163	4.1
	CC>1163	4.4
水冷离心式	CC≤528	4.2
	528<CC≤1163	4.5

	CC>1163	4.6
--	---------	-----

5.2.9 冷水(热泵)机组的单台容量及台数的选择,应能适应空调负荷全年变化规律,满足季节及部分负荷要求。

5.2.10 空气源热泵冷、热水机组的选用应符合下列要求:

- 1 具有融霜控制,融霜时间总和不应超过运行周期时间的 20%;
- 2 冬季室外空调计算温度时的机组运行性能系数不应低于 2.00;
- 3 对于同时供冷、供暖的建筑,宜选用热回收式热泵机组。

5.2.11 空气源空调机组的室外机设置应符合下列要求:

- 1 应设置在通风良好、安全可靠的地方,且应避免其噪声、气流等对周围环境的影响;
- 2 应远离高温或含腐蚀性、油雾等有害气体的排风;
- 3 侧排风的室外机排风不应与当地空调使用季节的主导风向相对;
- 4 应确保进风与排风通畅,在排出空气与吸入空气之间不发生明显的气流短路。

5.2.12 地源热泵系统的设计应用应符合下列规定

1.应根据建筑负荷特点,对现场条件、能源政策、节能性和经济性等进行分析,与常规空调系统冷热源方案系统进行全年能耗和运行费用对比,对采用地源热泵系统进行工程可行性分析;

2.应根据建筑负荷特点,对建筑全年冷、热负荷特性进行分析,确定合理的地源热泵系统配置方案。宜根据负荷情况与其他空调冷热源组成复合式冷热源系统;

3.对于建筑面积小于等于 5000m² 时,可采用地源热泵作为空调系统的单一冷热源,埋管侧或地表水换热器应按夏季最大释热量进行设计。办公建筑建筑面积大于 5000m² 时,应采用复合式地源热泵系统,埋管侧或地表水换热器应按冬季最大取热量进行设计,夏季不足部分可采用冷却塔+冷水机组、空气源热泵等辅助冷源供冷。

5.2.13 多联式空调系统设置应符合下列要求:

- 1 在同一系统中,具有同时需要供冷和供热的空调区域时,宜选择热回收型

机组；

2 应根据室外机与室内机之间、室内机之间的高度差和配管长度计算夏季供冷量修正系数,该修正系数不应小于 0.85;修正后对应制冷工况下满负荷时机组的能效比(EER)不应低于 2.80。

5.3 输配系统与末端系统设计

5.3.1 空调风系统设计应符合下列要求:

1 空调风机选型时，风机效率不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB19761 规定的通风机能效等级的 2 级，宜达到 1 级；

2.宜选用直流无刷风机盘管机组；

3 采用上送风气流组织形式时,宜加大夏季设计送风温差，并应符合下列规定：

1)除采用置换通风方式外,送风高度不大于 5m 时,送风温差不宜小于 5℃ ;送风高度大于 5m 时,送风温差不宜小于 10℃；

2)建筑空间高度不小于 10m且体积大于 10000 m³时,宜采用辐射供暖供冷或分层空气调节系统；

4 输送经冷热处理后的空调风系统，不应采用土建风道。若必须采用时，应采取必要的防漏风及绝热措施；

5 空调风系统的作用半径不宜过大。风量大于 10000m³ /h时,风道系统单位风量耗功率(W_s)不宜大于表 5.3.1 的规定。风道系统单位风量耗功率(W_s)应按下列式计算：

$$W_s=P/(3600 \times \eta_{CD} \times \eta_F)$$

式中: W_s 风道系统单位风量耗功率[W/(m³/h)]；

P 空调机组或风机箱的余压,或通风系统风机的全压(P_a)；

η_{CD} 电机及传动效率,统一取0.855；

η_F 风机效率(%），按照设计图中标注的效率选择。

表 5.3.1 风道系统单位风量耗功率限值 W_s [W/(m³/h)]

系统形式	W_s 限值
机械通风系统	0.22

新风系统	0.19
办公建筑定风量系统	0.22
办公建筑变风量系统	0.23
商业、酒店建筑全空气系统	0.24

5 公共建筑中的高大空间如大堂、候车(机)厅、展厅等处,宜采用辐射供暖方式,或采用辐射供暖作补充,宜进行 CFD 模拟确定空调效果。

5.3.2 全空气空调系统节能设计应符合下列要求:

- 1 除塔楼部分外的全空气空调系统应具有可变新风比功能,所有全空气空调系统的最大总新风比应不低于 50%;
- 2 服务于人员密集的大空间和全年具有供冷需求的区域的全空气定风量或变风量空调系统,可达到的最大总新风比宜不低于 70%;
- 3 空调排风系统的风量应与空调新风量变化相适应;
- 4 全空气变风量空调系统其空气处理机组的风机,应采用变频自动调节风机转速的方式。

【条文说明】原设计规范中,服务于人员密集场所的单台风量大于 10000m³/h 的空调机组,宜采用变速风机,对于超低能耗建筑,在技术经济条件合理的情况下,均宜采用变速风机,因此对于变速风机的要求统一在一般规定中提出要求。

5.3.3 新风系统节能设计要求:

- 1 人员密度相对较大且人员数量变化较大的区域,应采用新风需求控制,可根据区域内的二氧化碳浓度调节空调系统的新风量;
- 2 风机盘管加集中新风的空调系统应具备采用不同新风量的条件。

5.3.4 集中空调系统排风能量回收的设置原则:

- 1 送风量不小于 3000m³/h 直流式空调系统,经技术经济比较合理时,应设置排风能量回收装置;
- 2 新风量不小于 5000m³/h,且新风与排风的温度差不小于 8℃ 的空调系统,宜设置排风能量回收装置;
- 3 有人员长期停留,且不能设置集中新风、排风系统的空调房间,宜在各空调区(房间)分别安装带热回收功能的双向换气装置。

【条文说明】超低能耗建筑中应根据经济分析情况合理设置排风能量回收装置。

5.3.5 空气-空气能量回收装置的设计应满足下列要求:

- 1 排风量/新风量比值(R)宜在 0.75~1.33 以内;
- 2 排风热回收装置的交换效率(在标准规定的装置性能测试工况下,R=1)应达到表 5.3.5 的规定;
- 3 需全年运行的空调系统中的热回收装置,应设旁通风管;
- 4 宜具备自动运行控制功能,可设定旁通控制运行策略及风量调节控制。

表5.3.5 排风热回收装置的交换效率

类型	交换效率 (%)	
	制冷	制热
焓效率	>55	>60
温度效率	>65	>70

【条文说明】根据实际工程情况,对于公共建筑,排风热回收装置的交换效率较难进一步提升,本文采用《热回收新风机组》GB/T 21087-2020 中对于热交换装置的交换效率限值作为设计标准的最低要求。

5.3.6 在选配空调冷热水系统的循环水泵时,循环水泵效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 规定的节能评价值。应计算循环水泵的耗电输冷(热)比 $EC(H)R - \alpha$,并应标注在施工图的设计说明中。空调冷热水系统耗电输冷(热)比应按《公共建筑节能设计标准》DGJ08-107 进行计算,并宜降低 20%以上。

5.4 监测、控制与计量

5.4.1 风量的控制与工况的转换,宜采用以下方式:

- 1 采用可调新风比运行的系统,宜根据室内外焓差值的比较,实现增大新风比或新风量的控制;
- 2 在人员密度相对较大且变化较大的房间,宜采用新风需求控制。根据室内CO₂浓度检测值,实现最小新风比或最小新风量控制;

5.4.2 以排除房间余热为主的通风系统,应设置通风设备的温控装置。

5.4.3 地下停车库的通风系统，应根据车库内的 CO 浓度进行通风量需求控制。

5.4.4 公共建筑的计量应符合下列要求：

1 锅炉房、热力站和制冷机房的燃料消耗量、耗热量、耗电量、供热量、供冷量及补水量应设置计量装置；

2 采用集中冷源和热源时，在每栋公共建筑的冷源和热源入口处或需要独立计量的用户单元，应设置冷量和热量计量装置；

3 锅炉房、热力站和制冷机房的循环水泵的用电量宜设置计量表；

4 公共建筑内部归属不同使用单位的各部分，宜分别设置冷量和热量计量装置；

5 能量计应满足《热量表》CJ 128 的规定，计量精度达到 2 级及以上，误差不大于 5%；能量计必须具有监测接口或数据通讯接口，应符合《基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范》GB/T19582 标准开放协议或符合《户用计量仪表数据传输技术条件》CJ/T 188 的规定；

6.能量计应具有断电数据保护功能，当电源停止供电时，能量计应能保存所有数据，恢复供电后，能够回复正常计量功能；

7 超低能耗建筑与非超低能耗建筑应分别计量。

6 电气设计

6.1 一般规定

6.1.1 照明灯具、电梯等电气设备应采用节能型产品。

【条文说明】照明和电梯是建筑用电一大重要占比，通过 LED 等节能型灯具和电梯变频控制、能量回馈技术等的应用，降低建筑能耗。

6.1.2 应设置太阳能光伏发电系统，并与建筑一体化设计。

【条文说明】2023 年 2 月，上海市印发《关于推进本市新建建筑可再生能源应用的实施意见》，对上海市的太阳能光伏系统做出了明确的实施意见。光伏建筑一体化是将太阳能光伏发电方阵作为建筑材料或构件安装在建筑的围护结构外表面来提供电力。由于光伏方阵与建筑的结合不占用额外的地面空间，有利于光伏发电系统在城市中广泛应用。

6.1.3 公共建筑应设置建筑能源与环境监控系统，并具备实时监测、分析、自动调节等功能。

【条文说明】2021 年 9 月 8 日，住房和城乡建设部发布国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的公告，批准该规范为国家标准，对新建建筑做出碳排放要求并强制执行。对建筑产生和消耗的各类能源进行计量、监测是进行建筑碳排放管理的基础。建筑室内环境参数是衡量建筑环境舒适度的重要指标，也是影响建筑运行策略的重要因素，监测建筑运行阶段的能源消耗和碳排放的同时，也需对建筑室内环境舒适度进行监测或定期数据反馈。能源和环境监测系统应具有分析管理功能，对建筑室内外环境和建筑各项能耗进行记录和分析，调整节能策略，充分发掘节能潜力。

6.2 照明与电梯节能设计

6.2.1 在满足照度、照度均匀度等照明指标的基础上，室内照明功率密度值应达到现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 规定限值的 80%以下。

【条文说明】照明功率密度是指单位面积上一般照明的额定功率（包括光源、镇流器或变压器等附属用电器件），是照明节能的重要评价指标，随着近年来高效

节能照明光源的发展，本标准对超低能耗建筑的室内照明功率密度提出了更高的要求。此外，在降低照明能耗的同时，应保障视觉健康，照度、照度均匀度等设计应满足现行国家标准的要求。

6.2.2 照明光源应优先选用发光二极管(LED)灯；除特殊要求外，其他光源、镇流器的能效不应低于相应能效标准的节能评价要求；

【条文说明】LED 照明光源近年来发展迅速，是发光效率最高的照明光源之一，已在绿色建筑、超低能耗建筑中得到广泛应用。在已有照明节能成效的基础上，应进一步推广使用光效更高、寿命更长的 LED 照明产品，在保障视觉健康和照明质量的前提下实现照明节能。

6.2.3 宜采用智能照明调光控制系统，并且符合下列规定：

- 1.照明控制应结合建筑使用情况及自然采光情况，进行分区、分组控制；
- 2.走廊、楼梯间、门厅、电梯厅及停车库等公共场所的照明，应采用集中开关控制或就地感应控制，也可根据需求纳入智慧照明系统；
- 3.当设置电动遮阳装置时，照度控制宜与其联动；
- 4.当采用自然光导光装置时，应具备照度调节功能；
- 5.对于人员长期停留空间，应设置有就地控制装置，以满足使用者的个性习惯与个体差异性要求。

【条文说明】智能照明控制系统的应用，不仅便于集中管理、减少人为浪费，而且可以通过自动调光充分利用自然采光，进一步降低照明能耗。在具有自然采光的区域，照明设计及照明控制应与之结合，根据采光状况和建筑使用条件，对人工照明进行分区、分组控制（如办公室、教室、会议室等），其目的就是在充分利用天然光的同时，也不影响此区域正常使用。走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、停车库等场所，无人主动关注照明的开、关，可采用就地感应控制，包括红外、雷达、声波等探测器的自动控制装置，通过自动开关或调光实现节能控制。大型公共建筑的公用照明区域，根据建筑空间形式和空间功能进行分区分组，当空间无人时，通过降低照度，以实现节能。但值得注意的是，对于医院病房楼、中小学校及其宿舍、幼儿园（未成年人使用场所）、老年公寓、旅馆等场所，因病人、儿童、老年人等人员在灯光明暗转换期间易发生踏空等安全事故，因此不宜采用就地感应控制。此外，也可采用集中控制或智能控制系统，促进场所安全及节能。

6.2.5 应选用节能型电梯，且应符合下列规定：

- 1.当设有两台及以上电梯集中排列时，应具备群控功能；
- 2.电梯无外部召唤，且电梯轿厢内一段时间无预设指令时，应自动关闭轿厢照明及风扇；
- 3.宜采用变频调速拖动方式或带能量回馈的 VVVF 驱动；
- 4.自动扶梯、自动人行步道应具备空载时暂停或低速运转的功能；
- 5.电梯能效等级不应低于《电梯自动扶梯和自动人行道的能量性能第 2 部分 电梯的能量计算与分级》GB/T30559.2 规定的 B 级能效要求，宜达到 A 级能效要求。

【条文说明】建筑中电梯是重要的用能设备，选择电梯时宜合理确定电梯的载重、运行速度、台数等配置方案和信号控制等管理方案，提高运行效率。当两台及以上电梯集中设置时，应具备群控功能，优化减少轿厢行程。当电梯无外部召唤时，且电梯轿厢内一段时间无预设指令时，应自动关闭轿厢照明及风扇，降低轿厢待机能耗。采用变频调速拖动以及能量回馈装置，可进一步降低电梯能耗。当没有带能量回馈装置的电梯运行在发电状态时，产生的能量一般通过电阻以发热的形式消耗。能量回馈装置将电梯在发电运行阶段产生的电量储存起来，供电梯照明、通风等配套负载使用，从而降低电梯拖动系统能耗。从经济效益上考虑，推荐在楼层较高、梯速较高、电梯使用频次高的建筑中使用具有能量回馈功能的电梯。

6.3 太阳能光伏发电系统设计

6.3.1 光伏发电系统应符合下列要求：

- 1.应与建筑主体统一规划、同步设计、同步施工、统一验收；
- 2.光伏发电系统宜进行建筑一体化设计；
- 3.光伏发电应优先自发自用，宜并网运行；

【条文说明】本条提出光伏发电系统的设计要求：

1.目前我国太阳能热水、光伏的安装使用总量居世界第一，但大多作为建筑的后置部件在建筑建成后才购买安装，由此造成了对建筑安全和城市景观的不利影响，也造成资金和资源的浪费，为解决这一问题，需要将可再生能源系统严格纳入建筑建设的规定程序，按工程建设的要求，统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。（统一是指统一考虑，不一定同时验收，对于可再生能源系统可以具

备验收条件以后进行二次验收)。

2.太阳能利用与建筑一体化是太阳能应用的发展方向，应合理选择太阳能应用一体化系统类型、色泽、矩阵形式等，在保证光伏效率的前提下，尽可能做到与建筑物的外围护结构从建筑功能、外观形式、建筑风格、立面色调等协调一致，使之成为建筑的有机组成部分。太阳能应用一体化构件作为建筑围护结构时，其传热系数、气密性、太阳得热系数等热工性能应满足相关标准的规定；建筑光伏系统组件安装在建筑透光部位时，应满足建筑物室内采光的最低要求；建筑物之间的距离应符合系统有效吸收太阳辐射的要求，并降低二次辐射对周边环境的影响；系统组件的安装不应影响建筑通风换气的要求。

3.从切实利用可再生能源电力，同时减少对外部电网冲击的角度，超低能耗建筑更鼓励自发自用，灵活利用柔性控制，充分消纳建筑光伏发电系统的电力。而从供电稳定性的角度，并网光伏系统可以确保建筑供电的稳定性。

6.3.2 光伏组件初始发电效率应满足以下要求：

1.晶硅组件应不低于 18%；

2.薄膜组件不低于 12%。

【条文说明】本条的主要目的是对光伏组件发电效率进行约束。现有光伏电池按照电池材料的不同大致以分为三类，第一类为传统的晶体硅太阳电池，如单晶硅电池、多晶硅电池；第二类为薄膜太阳电池，如碲化镉电池、铜铟镓硒电池；第三类为钙钛矿、石墨烯等新型太阳电池，总体还处于实验室阶段。（注：以上分类及电池类型名称来自《2018 年中国光伏技术发展报告》）。经多年的发展，光伏电池发电效率在不断提高。2023 年 2 月，上海市印发《关于推进本市新建建筑可再生能源应用的实施意见》，对采用太阳能光伏系统的光伏组件初始发电效率做出了明确的规定，本标准与实施意见要求保持一致。

6.3.3 太阳能光伏发电系统设计时，应给出系统装机容量，模拟光伏年发电量；非水平布置或有遮挡的光伏组件阵列应依据其组件采光面的太阳辐照对系统装机容量作相应修正。

【条文说明】实际运行中，光伏组件安装角度、遮挡等因素都会影响光伏系统发电量。因此，为准确测算发电量，应进行逐时模拟计算，计算过程中除倾角、方位角、逆变效率、温度修正、寿命衰减等因素外，还应考虑入射角变化、阴影遮

挡对发电量的影响，作相应修正。

6.3.4 建筑宜采用光储直柔（PEDF）技术，并应符合下列要求：

- 1.具备与电网友好互动的接口；
- 2.采用光储直柔技术建筑的用电设备应具备用电功率调节功能；
- 3.至少设置储电、蓄热、蓄冷等其中一种储能设施，实现不同储能形式灵活应用，提升光伏发电就地消纳比例；
- 4.宜设置双向柔性充电桩；
- 5.变换器宜采用模块化的形式，转换效率应满足以下要求：
 - （1）非隔离型变换器的最高效率不宜低于 97%；
 - （2）单向隔离型变换器的最高效率不宜低于 96%；
 - （3）双向隔离型变换器的最高效率不宜低于 94%。

【条文说明】

1.住房和城乡建设部《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》提出“建设以‘光储直柔’为特征的新型建筑电力系统，发展柔性用电建筑”。光储直柔（PEDF）技术是配置光伏和储能，采用直流供配电系统，以实现柔性用电为目的的新型建筑能源系统。由于直流供配电系统便于通过直流母线实现建筑光伏、储能和不同类型负载的接入，为光伏和储能的接入以及建筑柔性用电提供有利保障。光储直柔技术可根据电网调度要求，以直流母线电压调节为手段，以满足用户需求为前提，通过调节光伏、储能和负载，实现电力供需匹配及与电网友好交互。

2.具备功率主动响应（APR）功能的用电设备，可以根据直流母线电压的变化调节自身功率，从而提高直流供配电系统的用电柔性，为用电负荷优化、参与电力需求响应等提供便利。不同于采用通信方式的集中控制方法，光储直柔技术利用变化的直流母线电压向系统中的所有设备传递调节需求，设备据此自主参与调节，调节方法具有通用性和兼容性，实施更为便捷。

3.超低能耗建筑的可再生能源发电比例较高，需要采取措施提升可再生能源的就地消纳比例，提升自给率与自耗率，减少对外部电网的冲击，帮助电网实现更加灵活、韧性、经济的供电。因此，建议光伏发电系统装机容量与总用电功率的比值超过 50%的单体建筑或单独供电区域，采用可再生能源微网系统，灵活利

用储能、用能设备的柔性调节潜力，以特定目标协同控制供配电网中储能、用能设备，提升建筑负荷调节能力及可再生能源就地消纳比例。本条文所指储能设备包括：1、各类型的电化学储能电池；2、充放电功率可调节的电动汽车充电桩和换电设施；3、电驱动的冰蓄冷或水蓄冷/蓄热系统。上述三种储能形式都是光储直柔系统中调节能力的可靠来源。光储直柔系统柔性调节资源还包括建筑本体的蓄冷蓄热和运行功率可调节、可时移的用电电器，但上述柔性调节资源的实际调节能力还受制于设备本身的使用规律、用户的调节意愿和调节成本等多方面的限制。因此，调节的不确定性和难度相对较大，本条文没有包含在内，但在柔性调节能力的测试中可包含此部分调节能力。

4.在光储直柔系统的各类设备中，充电桩为大功率设备且具有显著的调节潜力，对系统功率平衡和电压稳定影响较大。为提高建筑的用电柔性，应该充分发挥充电桩的功率调节功能。通过建设充放一体的电动车充电桩，有利于将电动车作为分布式储能设施，对可再生能源电力进行更好的消纳和利用，进而提高建筑整体可再生能源应用比例。

5.采用模块化的变换器具有维护和调试简便、维护效率高等特点，相比非模块化设计的变换器，能够有效缩减维护时间，降低因设备故障造成的影响。根据《T/CABEE030-2022 民用建筑直流配电设计标准》对变换器的效率做出要求。变换器效率与变换器拓扑结构(隔离或非隔离，单向或双向)、控制方式以及电压和功率关系很大，本条规定主要依据直流配电系统常用变换器产品现有技术水平，并综合考虑经济性等因素确定。变换器最高效率一般出现在 70%额定功率附近，但变换器很多时候会在轻载条件下工作，此时效率会有所降低。为提高系统整体运行效率，需要对变换器轻载条件下的效率做出一定的要求。

6.4 建筑能源与环境管理系统设计

6.4.1 应设置建筑能源和环境监测管理系统，并应符合下列规定：

1.应根据建筑核算单元和用能形式进行分类分项计量、监测和记录，计量和监测精度，数据采集周期应符合现行上海市工程建设规范《公共建筑用能监测系统工程技术标准》DGJ08-2068 要求；能耗分类应覆盖建筑内所用的能源种类；

2.当采用可再生能源时，应对其单独进行计量；

3.当采用储能系统时，应对其蓄放的能量进行计量；

4.宜对室外温湿度、太阳辐照度等气象参数进行监测；

5.宜对公共建筑使用人数进行统计。

【条文说明】本条的主要目的是支撑建筑智能化系统对发电、储电、用电系统柔性调节与不同区域或用户的用冷、用热、用电量计量功能的实现。对于不同类型的建筑，核算单元不尽相同，对于公共建筑可以是整栋建筑，也可以是不同功能划分的区域，也可以根据使用主体进行划分。多能互补系统在保证用户需求的基础上，优先采用可再生能源，并以常规能源作为补充，突破采用单一能源类型的局限性，可提高系统可再生能源利用效率。

6.4.2 节能控制宜以主要房间或功能区域为控制单元，实现暖通空调、照明和遮阳的整体集成和优化控制，并宜具有下列功能：

1.在一个系统内集成并收集温度、湿度、空气质量、照度、人体在室信息等与室内环境控制相关的物理量；

2.包含房间的遮阳控制、照明控制、供冷、供热和新风末端设备控制，相互之间优化联动控制；

3.在满足室内环境参数需求的前提下，以降低房间综合能耗为目的，自动确定房间控制策略，或根据用户指令执行不同的控制方案。

【条文说明】空调、照明和遮阳的整体集成和优化控制，能进行多维度节能减排，当某个空间未进行遮阳动作时，环境照度提高，照明功率可降低，实现照度不变，照明能耗降低，与此同时太阳光会带来热量，提高空调的运行能耗；此时需进行整体能耗评估，再进行优化、控制遮阳开启率，达到最大化节能效果。

6.4.3 当有多种能源供给时，应根据系统能效对比等因素进行优化控制。采用可再生能源系统时，应优先利用可再生能源。

【条文说明】太阳能、空气能等可再生能源系统往往受太阳辐照、室外温湿度等环境条件影响，导致无法稳定、可靠地响应用户需求。多能互补系统在保证用户需求的基础上，优先采用可再生能源，并以常规能源作为补充，突破采用单一能源类型的局限性，可提高系统可再生能源利用效率。多能互补系统设计时需要因地制宜，与建筑功能需求相匹配，选择能效比较优系统供能满足用户需求，实现节能运行。

6.4.4 太阳能光伏发电系统应对发电量、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳总辐照量进行监测和计量。

【条文说明】按照《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 的要求，采用太阳能系统时，应对室外温度和太阳总辐照量等参数进行监测。

6.4.5 建筑能源与环境监控系统宜具备建筑碳排放管理功能，实时计算建筑运行的碳排放量，并对其分析、展示，并对建筑运行提供合理调控反馈。

【条文说明】2021 年 9 月 8 日，住房和城乡建设部发布国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的公告，批准该规范为国家标准，对新建建筑做出碳排放要求并强制执行。为分析建筑运行阶段的碳排放水平，分类分项碳排放量，各系统和设备运行碳排放是否合理，及时发现运行问题并提出改进措施，以实现建筑节能降碳目标，设计阶段做好碳排放管理系统的规划，对碳排放管理系统的各项功能提出要求，为建筑运行碳排放的跟踪、信息的披露提供基础。

7 给水排水设计

7.1 一般规定

7.1.1 生活热水制备应优先使用太阳能、空气能等可再生能源，并采用高效设备。

7.1.2 生活热水供应系统应在满足使用要求水量、水质、水温和水压的条件下节约能源、节约用水。

【条文说明】生活热水能耗已成为城镇居民家庭能源消费中仅次于取暖的第二大能源消费活动，应优先采用太阳能、空气能热水系统，满足生活热水需求。应根据当地气候、自然资源条件和用户负荷规律，合理设计太阳能热水和空气能热水系统，充分利用可再生能源，降低建筑碳排放。

7.2 生活热水设计

7.2.1 集中热水供应系统的热源，宜利用余热、废热、太阳能或其他可再生能源作为热水供应的热源。集中生活热水供应系统热源应符合下列规定：

1 除有其他用蒸汽要求外，不应采用燃气或燃油锅炉制备蒸汽作为生活热水的热源或辅助热源；

2 除下列条件外，不应采用市政供电直接加热作为生活热水系统的主体热源：

- 1) 按 60℃计的生活热水最高日总用水量不大于 5m³，或人均最高日用水量定额不大于 10L的公共建筑；
- 2) 无集中供热热源和燃气源，采用煤、油等燃料受到环保或消防限制，且无条件采用可再生能源的建筑；
- 3) 利用蓄热式电热设备在夜间低谷电进行加热或蓄热，且不在用电高峰和平段时间启用的建筑。

3 当以燃气锅炉作为生活热水热源时，其锅炉额定工况下热效率应符合表 7.2.1-1 的规定。

表 7.2.1-1 燃气锅炉额定热效率

锅炉类型及燃料种类		锅炉热效率%
燃油燃气锅炉	天然气	96

4 当采用空气源热泵热水机组制备生活热水时，热泵热水器在名义工况和规

定条件下，性能系数（COP）不应低于表 7.2.1-2 规定的数值，并应有保证水质的有效措施。

表 7.2.1-2 热泵热水机性能参数（COP）（W/W）

制热量（kW）	热水机型式		普通型
H<10	一次加热式、循环加热式		4.60
	静态加热式		4.20
H≥10	一次加热式		4.40
	循环加热	不提供水泵	4.40
		提供水泵	4.30

【条文说明】

1. 热源的选择有助于从源头上降低热水能耗，本条对集中生活热水供应系统热源的选择提出要求。用常规能源制蒸汽再进行换热制生活热水，是高品位能源低用，应该杜绝。此外，本规范秉承不鼓励电直接供热的原则，除较小规模的系统或其他能源条件受限、可以用峰谷电、电力政策有明确鼓励的条件外，都不得采用市政供电直接加热做集中生活热水系统主体热源。
2. 本条对燃气锅炉的能效提出要求，选用设备应满足现行国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500-2020 规定的 1 级能效要求。

表 1 室燃燃烧锅炉额定工况下能效等级

燃料品种	能效等级	锅炉热效率 %
天然气	1 级	96
	2 级	94
	3 级	92

3. 本条对空气源热泵热水机组的能效提出要求。现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 将热泵热水机能源效率分为 1、2、3、4 三、5 个等级（表 2），1 级能源效率最高。对于本市超低能耗公共建筑，要求制热量 H<10kW 的，采用达到 1 级能效的热泵热水机；制热量 H≥10kW 的，要求采用达到 2 级能效的热泵热水机。

表 2 热泵热水机（器）能源效率等级指标

制热量	型式	加热方式	能效等级 COP（W/W）
-----	----	------	---------------

			1	2	3	4	5
H<10	普通型	一次加热式、循环加热式	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		静态加热式	4.20	4.00	3.80	3.60	3.40
	低温型	一次加热式、循环加热式	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00
H≥10	普通型	一次加热式	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		循环加热	不提供水泵	4.60	4.40	4.10	3.90
			提供水泵	4.50	4.30	4.00	3.80
	低温型	一次加热式	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
		循环加热	不提供水泵	3.90	3.70	3.50	3.30
			提供水泵	3.80	3.60	3.40	3.20

此外，选用空气源热泵热水机组制备生活热水时应注意热水出水温度，在节能设计的同时还要满足现行国家标准对生活热水的卫生要求。一般空气源热泵热水机组热水出水温度低于 60℃，为避免热水管网中滋生军团菌，需要采取措施抑制细菌繁殖。如定期（每隔 1 周一 2 周）采用 65℃ 的热水供水 1 天，抑制细菌繁殖生长，但必须有用水时防止烫伤的措施，如设置混水阀等，或采取其他安全有效的消毒杀菌措施。

7.2.2 局部热水供应系统的热源，在技术经济比较合理时，宜优先采用太阳能。当采用户式燃气热水器或供暖炉为生活热水热源时，其设备能效应符合表 7.2.2-1 的规定；当采用户式电热水器时，其能效等级应达到 1 级，符合表 7.2.2-2 的规定。

表 7.2.2-1 户式燃气热水器和供暖热水炉（热水）的热效率

类型	热效率（%）	
户式燃气热水器	η_1	≥98
	η_2	≥94
户式燃气供暖热水炉（热水）	η_1	≥96
	η_2	≥92

表 7.2.2-2 电热水器能效等级

户式电热水器	能效等级	24h 固有能耗系数	热水输出率
	1	≤0.6	≥70%

【条文说明】本条对户式燃气热水器和供暖热水炉（热水）的效率作出规定，现行国家标准《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665 将热水器和供暖热水炉（热水）热效率分为 1、2、3 三个等级（表 3），1 级效率最高。本市超低能耗公共建筑要求采用达到 1 级能效等级的户式热水器和供暖热水炉（热水）。

表 3 热水器和采暖炉能效等级

类型		最低热效率值 $\eta/\%$			
		能效等级			
		1 级	2 级	3 级	
热水器		η_1	98	89	86
		η_2	94	85	82
采暖炉	热水	η_1	96	89	86
		η_2	92	85	82
	采暖	η_1	99	89	86
		η_2	95	85	82

对于户式电热水器，国家标准《储水式电热水器能效限定值及能效等级》GB 21519 — 2008 规定的能效等级数据见表。电热水器能效等级分为五级，1 级表示能源效率最高，本市超低能耗公共建筑要求采用达到 1 级能效等级的电热水器。

表 4 电热水器能效等级

能效等级	24h 固有能耗系数	热水输出率
1	≤ 0.6	$\geq 70\%$
2	≤ 0.7	$\geq 60\%$
3	≤ 0.8	$\geq 55\%$
4	≤ 0.9	$\geq 55\%$
5	≤ 1.0	$\geq 50\%$

7.2.3 生活热水供应系统的循环水泵应采用变频调速水泵，其效率宜达到现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 中规定的 1 级能效。

【条文说明】循环水泵是给水排水系统的重要用能设备，应按现行国家标准《清

水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 的有关规定，查图、表，计算泵规定点效率值、泵能效限定值和节能评价值。

7.2.4 在技术经济合理的条件下，地源热泵系统应兼顾生活热水需求，宜选用热回收型地源热泵机组。

【条文说明】中央空调系统设置余热回收装置，可通过换热装置或高温源热泵，有效回收利用低品位热量，全部或部分取代锅炉供应热水，提高中央空调系统的能源综合利用效率，进一步降低建筑能耗。

7.3 太阳能热水系统设计

7.3.1 有热水需求的公共建筑，宜设置太阳能热水系统。

【条文说明】2023 年 2 月，上海市印发《关于推进本市新建建筑可再生能源应用的实施意见》，要求公共建筑屋顶安装太阳能光伏的面积比例不得低于 30%，并同时满足可再生能源综合利用量的要求。在满足太阳能光伏安装面积的前提下，若屋顶仍有空间，鼓励采用太阳能生活热水系统。

7.3.2.太阳能热水系统应设辅助热源及加热设施，并应符合以下规定：

1.辅助加热不应使用电热设备直接加热，宜采用空气源热源；

2.应在保证充分利用太阳能集热量的条件下，根据不同的热水供水方式控制辅助热源的运行。

【条文说明】为保证民用建筑中的热水系统可以全天候运行，通常将太阳能热水系统与使用辅助能源的加热设备联合使用，共同构成带辅助热源的太阳能热水系统。上海地区的太阳能热水系统适宜选择集中集热、分散供热或分散集热、分散供热的方式。考虑到节能收益、管理要求以及收费等问题，太阳能集热系统宜分栋设置。系统采用直接还是间接式系统，应根据水质要求、换热条件以及经济性等综合确定。

7.3.3.太阳能热水系统应与建筑物同步设计、同步施工，太阳能建筑一体化设计施工应符合相关标准的规定。

【条文说明】目前我国太阳能热水、光伏的安装使用总量居世界第一，但大多作为建筑的后置部件在建筑建成后才购买安装，由此造成了对建筑安全和城市景观的不利影响，也造成资金和资源的浪费，为解决这一问题，需要将可再生能源系

统严格纳入零碳建筑建设的规定程序,按工程建设的要求,统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。(统一是指统一考虑不一定同时验收,对于可再生能源系统可以具备验收条件以后进行二次验收)。

7.3.4 太阳能热水系统设计效率不应低于现行国家标准规定的 2 级, 并应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 太阳能热水系统集热效率 η (%)

类型	集热效率 η (%)
太阳能热水系统	$\eta \geq 50$

【条文说明】本条的主要目的是对太阳能热水系统能效提出更高要求,以充分利用可再生能源,降低常规能源消耗,促进超低能耗目标实现。集热系统效率是衡量太阳能集热系统将太阳能转化为热能的重要指标,受集热器产品热性能、蓄热容积和系统控制措施等诸多因素影响。如果没有做到优化设计,就会导致不能充分发挥集热器的性能,造成系统效率过低,从而既浪费宝贵的安装空间,又制约系统的预期效益。国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801-2013 中对太阳能热水系统集热效率提出了级别划分指标,共分为 3 级,1 级最高,本标准规定超低能耗建筑的相应指标应达到国家规定的 2 级。

附录 A 建筑能效指标计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 建筑能耗计算软件应具备下列功能：

- 1 采用逐时动态计算方法，具备全年 8760 小时逐时负荷计算功能。
- 2 能计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、渗漏热损失以及新风供应形成的负荷，能计算新风热回收对建筑能耗的影响。
- 3 计算中能考虑建筑围护结构热惰性对负荷的影响；
- 4 能计算新风对建筑负荷的影响；
- 5 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 6 能计算建筑供暖空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统利用量；
- 7 可设置渗漏换气量或换气次数；
- 8 可分别设置逐时工作日和节假日室内人员数量、照明功率、电气设备功率、室内温度、供暖和空调系统运行时间；
- 9 软件可以输出全年逐时负荷以及全年能耗数据。

A.1.2 建筑能耗计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定选取；
- 2 供暖空调负荷计算范围应包括围护结构传热、太阳辐射得热、建筑内部散热散湿、建筑渗漏通风和处理新风的显热和潜热负荷；处理新风的冷热负荷应扣除从排风中回收的冷热量；
- 3 空调工况下当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，应利用自然通风，不计算建筑的供冷需求。
- 4 供暖通风空调系统能耗计算时应能考虑部分负荷及间歇使用的影响。
- 5 照明能耗的计算可考虑天然采光和自动控制的影响。
- 6 应计算可再生能源利用量。

7 建筑能耗综合值计算范围为供暖空调、照明、生活热水以及电梯能耗，可计入可再生能源替代量，并以一次能源形式表述；各种能源种类与一次能源的转换系数应符合本附录表 A.1.2 中的规定；

表 A.1.2 不同能源种类的一次能源系数

能源类型	换算单位	一次能源换算系数
标准煤	$\text{kWh}_{\text{一次}}/\text{kgce}_{\text{终端}}$	8.14
天然气	$\text{kWh}_{\text{一次}}/\text{m}^3_{\text{终端}}$	9.85
热力	$\text{kWh}_{\text{一次}}/\text{kWh}_{\text{终端}}$	1.22
电力	$\text{kWh}_{\text{一次}}/\text{kWh}_{\text{终端}}$	2.35
生物质能	$\text{kWh}_{\text{一次}}/\text{kWh}_{\text{终端}}$	0.20
可再生能源发电	$\text{kWh}_{\text{一次}}/\text{kWh}_{\text{终端}}$	2.35

A.2 计算边界

A.2.1 计算设计建筑能耗指标应符合下列规定：

1 建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能、建筑构造尺寸、建筑围护结构传热系数、做法、外窗（包括透光幕墙）太阳得热系数、窗墙面积比、屋面开窗面积应与建筑设计文件一致。

2 建筑功能区除设计文件明确为非空调区外，均应按设置供暖和空气调节计算；空气调节和供暖系统运行时间按表 A2.1-1 设置。

表 A2.1-1 建筑日运行时间

类别		系统工作时间
办公建筑	工作日	8:00~18:00
	节假日	—
酒店建筑	全年	1:00~24:00
学校建筑	工作日	8:00~18:00
	节假日	—
商场建筑	全年	9:00~21:00
影剧院	全年	9:00~21:00
医院建筑	全年	8:00~18:00

3 房间人员密度、设备功率密度按表 A.2.1-2 设置,照明功率密度值应与建筑设计文件一致。

表 A.2.1-2 不同类型房间人员、设备、照明内热设置

建筑类型	房间类型	人均占地面积 m^2	设备功率密度 W/m^2	照明功率密度(基准建筑取值) W/m^2
办公建筑	办公室	10	13	9
	密集办公室	4	20	15
	会议室	3.33	5	9
	大堂门厅	20	0	5
	休息室	3.33	0	5
	设备用房	0	0	5
	库房、管道井	0	0	0
	车库	100	15	2
酒店建筑	酒店客房(三星以下)	14.29	13	7
	酒店客房(三星)	20	13	7
	酒店客房(四星)	25	13	7
	酒店客房(五星)	33.33	13	7
	多功能厅	10	5	13.5
	一般商店、超市	10	13	9
	高档商店	20	13	14.5
	中餐厅	4	0	9
	西餐厅	4	0	6.5
	火锅店	4	0	8
	快餐店	4	0	5
	酒吧、茶座	4	0	8
	厨房	10	0	6
	游泳池	10	0	14.5
	车库	100	15	2
	办公室	10	13	8
	密集办公室	4	20	13.5
	会议室	3.33	5	9
	大堂门厅	20	0	9
	休息室	3.33	0	5
	设备用房	0	0	5
	库房、管道井	0	0	0

	健身房	8	0	11
	保龄球房	8	0	14.5
	台球房	4	0	14.5
学校建筑	教室	1.12	5	9
	阅览室	2.5	10	9
	电脑机房	4	40	15
	办公室	10	13	8
	密集办公室	4	20	13.5
	会议室	3.33	5	8
	大堂门厅	20	0	10
	休息室	3.33	0	5
	设备用房	0	0	5
	库房、管道井	0	0	0
	车库	100	15	2
商场建筑	一般商店、超市	2.5	13	10
	高档商店	4	13	16
	中餐厅	2	0	9
	西餐厅	2	0	6.5
	火锅店	2	0	5
	快餐店	2	0	5
	酒吧、茶座	2	0	8
	厨房	10	0	6
	办公室	10	13	8
	密集办公室	4	20	13.5
	会议室	3.33	5	8
	大堂门厅	20	0	10
	休息室	3.33	0	5
	设备用房	0	0	5
	库房、管道井	0	0	0
影剧院	影剧院	1	0	11
	舞台	5	40	11
	舞厅	2.5	30	11
	棋牌室	2.5	0	11
	展览厅	5	20	9
医院建筑	病房	10	0	5
	手术室	10	0	20
	候诊室	2	0	6.5

	门诊办公室	6.67	0	6.5
	婴儿室	3.33	0	6.5
	药品储存库	0	0	5
	档案库房	0	0	5
	美容院	4	5	8

4 人员在室率、照明使用时间、设备使用率按照现行行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449 设置。

5 人均新风量按照实际设计指标选取，新风开启率按照人员在室率计算。

6 建筑渗漏通风热损失计算时，常压换气次数取 0.3 次/h。

7 当设计建筑采用活动遮阳装置时，供暖季、供冷季和过渡季的遮阳系数按表 A.2.1-3 计算。

表 A.2.1-3 活动遮阳装置遮阳系数 SC 的取值

活动遮阳形式	控制方式	供暖季/过渡季	供冷季
外置活动遮阳	手动控制	0.80	0.40
	自动控制	0.80	0.35
中置活动遮阳	手动控制	0.80	0.50
	自动控制	0.80	0.45

8 排风热回收装置计算热效率值，应取额定工况下热回收效率的 90%参与负荷计算。

9 供暖空调、照明、生活热水、电梯、可再生能源系统的系统形式和能效应与设计文件一致。

A.2.2 基准建筑能耗指标计算应符合下列规定：

1 建筑的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造与设计建筑一致；

2 建筑空气调节和供暖系统的运行时间、室内温度、房间人均占有的使用面积、人员新风量、电器设备功率密度应与设计建筑一致；照明功率密度值应按照表 A2.1-2 确定。

3 基准建筑围护结构热工性能和冷热源性能应按国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定值选取，未规定的参数应按照其余国家现行标准进行设置。

4 按照设计建筑实际朝向建立基准建筑模型，并将建筑依次旋转 90°、180°、270°，将四个不同方向的模型负荷计算结果平均值作为基准建筑负荷。

5 基准建筑无活动遮阳装置，其窗墙面积比按表 A.2.2-1，对于表中未包含的建筑类型，基准建筑窗墙比与设计建筑一致；

6 基准建筑渗漏通风热损失计算时，常压换气次数取 0.3 次/h；

7 基准建筑的供暖空调系统形式应依据设计建筑的系统形式按照表 2.2-2 确定。

A.2.2-1 基准建筑窗墙面积比信息表

建筑类型	窗墙面积比 (%)
办公建筑 (面积≤10000m ²)	40
办公建筑 (面积>10000m ²)	50
酒店建筑 (房间数<75 间)	30
酒店建筑 (房间数≥75 间)	40
商场建筑	30
医院建筑	35
学校建筑	30

A.2.2-3 基准建筑供暖、空调系统形式

系统分类	设计建筑	基准建筑	基准建筑系统参数
冷源	离心式冷水机组	离心式冷水机组	能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	螺杆式冷水机组	螺杆式冷水机组	能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	离心式+螺杆式冷水机组	离心式+螺杆式冷水机组	台数与实际设计方案相同，能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定的限定值
	水源/地源热泵	螺杆式冷水机组	能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值

系统分类	设计建筑	基准建筑	基准建筑系统参数
	风冷热泵	风冷热泵	能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	吸收式制冷机组	吸收式制冷机组	能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	单元式空调机组、多联式空调（热泵）机组或风管送风式空调（热泵）机组	单元式空调机组、多联式空调（热泵）机组或风管送风式空调（热泵）机组	台数与实际设计方案相同，其效率应满足国家现行相关标准的单元式空调机组、多联式空调（热泵）机组或风管送风式空调（热泵）机组空调系统的要求
	集中冷源	离心式/螺杆式冷水机组	能效值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
热源	燃油锅炉	燃油锅炉	锅炉额定热效率满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	燃气锅炉	燃气锅炉	锅炉额定热效率满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	风冷热泵	燃气锅炉	锅炉额定热效率满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	地源热泵	燃气锅炉	锅炉额定热效率满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值
	单元式空调机组、多联式空调（热泵）机组或风管送风式空调（热泵）机组	单元式空调机组、多联式空调（热泵）机组或风管送风式空调（热泵）机组	台数与实际设计方案相同，其效率应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定的限值
	集中热源	燃气锅炉	锅炉额定热效率满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021 规定的限定值

系统分类	设计建筑	基准建筑	基准建筑系统参数
冷热水输配系统	一级泵系统	一级泵系统（定频）	冷热水输送系统的耗电输（冷）热比应按《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 规定的限定值公式计算确定
	二级泵系统	二级泵系统（定频）	冷热水输送系统的耗电输（冷）热比应按《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 规定的限定值公式计算确定
风处理和输送系统	定风量全空气系统	定风量全空气系统	单位风量耗功率应按《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 的规定确定
	变风量全空气系统	定风量全空气系统	单位风量耗功率应按《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 的规定确定
	风机盘管+新风系统	风机盘管+新风系统	新风量\新风比、风机耗功率按照《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 的规定确定
	辐射末端+新风系统	风机盘管+新风系统	新风量\新风比、风机耗功率按照《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 的规定确定

A.2.3 公共建筑能耗指标应以建筑面积为基准。

A.2.4 公共建筑生活热水能耗计算应符合下列规定：

1 热水使用人数与天数，应与建筑人员密度和使用天数相一致，基准建筑与设计建筑相同；

2 人均热水用量指标应依据现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB50555 的中位值选取，基准建筑与设计建筑相同；

3 热水供水温度取 60℃，冷水温度按照逐月平均冷水温度设定；

4 基准建筑的热水供应方式为燃气热水，燃气热水装置热效率取 85%，设计建筑根据工程设计热水供应方式和效率进行计算。

5 设计建筑采用空气源热泵热水装置时，热水能耗计算用的空气源热泵热水机能效应取年平均值。

A.2.5 公共建筑电梯能耗计算应符合下列规定：

1 基准建筑电梯驱动系统为变频调速驱动系统，设计建筑的电梯驱动系统根据实际设计选取；

2 平均运行距离、最大运行距离、年启动次数等影响电梯能耗的其他参数应保持基准建筑与设计建筑一致。

A.3 计算方法

A.3.1 建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E = E_E - \frac{E_r \times f_i}{A} \quad (\text{A.3.1})$$

式中：

E ——建筑能耗综合值， $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

E_E ——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值， $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

A ——建筑面积， m^2 ；

E_r ——可再生能源发电量（ kWh ）。

f_i —— i 类型能源的一次能源系数，按本标准表 A.1.2 条的规定；

A.3.2 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E_E = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f_i + E_e \times f_i}{A} \quad (\text{A.3.2})$$

式中：

E_E ——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值， $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

A ——建筑面积， m^2 ；

E_h ——供暖系统的能源消耗， kWh ；

E_c ——供冷系统的能源消耗， kWh ；

E_l ——照明系统的能源消耗， kWh ；

E_w ——生活热水系统的能源消耗， kWh ）。

E_e ——电梯系统的能源消耗（ kWh ）。

A.3.3 建筑本体节能率计算时，设计建筑的建筑能耗综合值不包括可再生能源发电量，并应按下式计算：

$$\eta_e = \frac{E_R - E_E}{E_R} \times 100\% \quad (\text{A.3.3})$$

式中：

η_e —设计建筑本体节能率, %;

E_E —设计建筑不含可再生能源发电的建筑综合能耗值, kWh/(m²·a)

E_R —基准建筑的建筑能耗综合值, kWh/(m²·a)

A.3.4 建筑综合节能率应按下式计算:

$$\eta_p = \frac{E_R - E_D}{E_R} \times 100\% \quad (\text{A.3.4})$$

式中:

η_p —设计建筑综合节能率, %;

E_D —设计建筑的建筑能耗综合值, kWh/(m²·a)

E_R —基准建筑的建筑能耗综合值, kWh/(m²·a)

A.3.5 供暖系统及供冷系统的能源消耗计算应符合下列规定:

1.主机能耗应根据建筑逐时冷热负荷、供暖空调设备的额定工况效率以及变工况的效率曲线进行计算;采用房间空气调节器时可采用额定工况性能系数(COP)进行计算;

2.风机能耗应根据单位风量耗功率计算;

3.水泵能耗应根据耗电输冷(热)比计算。

A.3.6 照明系统的能源消耗应根据各功能房间设计照明功率密度及照明运行时间表进行逐时累加计算。

A.3.7 生活热水能耗应根据热水系统形式采用如下方式计算:

$$E_w = \sum_{i=1}^{12} \frac{L_i \times d_i \times \rho_r \times C_p \times (t_r - t_{l,i}) \times f \times (1 - S_{w,i}) \times 10^{-3}}{Q_{DW} \times \eta_i} \quad (\text{A.3.7-1})$$

式中:

E_w —公共建筑生活热水系统能耗,以等效电表示, kWh_{等效电};

L_i —第*i*个月平均日热水用量, L/d, 根据热水用量指标和平均使用系数计算;

d_i —第*i*月天数, 天;

ρ_r —热水密度, kg/m³;

C_p —水的定压比热, kJ/(kg·°C), 一般取 4.187kJ/(kg·°C);

t_r —热水温度, °C, 取 60°C;

$t_{l,i}$ —第*i*个月冷水温度, °C, 按表 A.3.7 选取;

f —能源换算系数，燃气取 $4.75\text{kWh}_{\text{等效电}}/\text{Nm}^3$ ，电力取 $1\text{kWh}_{\text{等效电}}/\text{kWh}$

$S_{w,i}$ —第 i 个月太阳能提供生活热水比例，采用太阳能热水系统时根据式 A.3.7-2 计算，其他热水形式取 0；

Q_{DW} —燃料单位发热量，燃气取 $38931\text{kJ}/\text{Nm}^3$ ，电力取 $3600\text{kJ}/\text{kWh}$ ；

η_i —热水设备效率，热泵热水为平均 COP，电热水和燃气热水为热效率，太阳能热水系统为辅助热源对应的设备效率，应根据设计值输入计算。

表 A.3.7 上海市逐月平均冷水温度

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
冷水温度, °C	3.6	6.4	7.4	14.2	19.5	23.0	27.2	26.7	22.7	17.6	12.4	6.3

当采用太阳能热水系统时，太阳能提供生活热水比例应采用下式计算：

$$S_{w,i} = \frac{I_i \times A_c \times \eta_{cd} \times (1 - \eta_L)}{L_i \times d_i \times \rho_r \times C_p \times (t_r - t_{l,i}) \times 10^{-6}} \quad (\text{A.3.7-2})$$

式中：

I_i —太阳能集热器所在平面在第 i 月所接收到的太阳辐射总量， MJ/m^2 ；

A_c —太阳能集热器面积， m^2 ；

η_{cd} —基于太阳能集热器总面积计算的平均集热效率，应根据设计要求选取；

η_L —贮热水箱和管道的热损失率，取 15%；

A.3.8 电梯能耗可按照国家标准《电梯技术条件》（GB/T 10058-2009）附录 A 中的算法进行计算；

A.3.9 太阳能光伏年发电量可采用专用软件计算，或采用下式计算：

$$E_r = \sum_{i=1}^{12} \frac{I_i}{3600} \times A_r \times W_r \times \eta_r \times k_i \quad (\text{A.3.9})$$

式中：

E_r —太阳能光伏年发电量， kWh ；

I_i —太阳能光伏板所在平面在第 i 月所接收到的太阳辐射总量， MJ/m^2 ；

A_r —太阳能光伏板面积， m^2 ；

W_r —太阳能光伏板单位面积额定发电功率， W/m^2 ；

η_r —太阳能光伏发电系统效率，取 0.8；

k_i —太阳能光伏板发电效率修正系数，取 0.95；

A.3.10 可再生能源利用率应按下列式计算：

$$REP_p = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + E_r \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_e \times f_i} \quad (A.3.5)$$

式中：

REP_p ——可再生能源利用率，%；

EP_h ——供暖系统中可再生能源利用量，kWh

EP_c ——供冷系统中可再生能源利用量，kWh

EP_w ——生活热水系统中可再生能源利用量，kWh

Q_h ——年供暖耗热量，kWh

Q_c ——年供冷耗冷量，kWh

Q_w ——年生活热水耗热量，kWh

A.3.11 供暖系统中可再生能源利用量计算应符合下列规定：

1. 供暖系统中可再生能源利用量的计算范围包括地源热泵供暖、空气源热泵供暖、太阳能供暖以及生物质供暖；

2. 地源热泵供暖系统的可再生能源利用量，应为地源热泵供暖量与地源热泵机组耗电量的差值；

3. 空气源热泵供暖系统的可再生能源利用量，应为空气源热泵供暖量与空气源热泵机组耗电量的差值；

A.3.12 生活热水系统中可再生能源利用量计算应符合下列规定：

1. 生活热水系统中可再生能源利用量的计算范围包括地源热泵热水系统、空气源热泵热水系统、太阳能热水系统以及生物质热水系统；

2. 地源热泵热水系统的可再生能源利用量，应为地源热泵系统的生活热水供热量与地源热泵机组耗电量的差值；

3. 空气源热泵热水系统的可再生能源利用量，应为空气源热泵系统的生活热水供热量与空气源热泵机组耗电量的差值；

A.3.13 供冷系统中可再生能源利用量计算范围包括太阳能供冷系统，其供冷量全部计入可再生能源利用量。

附录 B 外窗设计选型及热工性能

B.0.1 外窗传热系数可参考表 B.0.1 选用。

表 B.0.1 建筑外窗传热系数参考表

型材 类型	典型型材配置		典型玻璃配置		整窗传热 系数 $W/(m^2 \cdot K)$
	型材系列	框传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	玻璃规格	玻璃传热 系数 $W/(m^2 \cdot K)$	
隔热 铝合 金型 材	75 内平开系列（隔热条 高度 34mm）	1.7	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.4
	75 内平开系列（隔热条 高度 34mm）	1.7	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.3
	80 内平开系列（隔热条 高度 39mm）	1.5	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.2
	85 内平开系列（隔热条 高度 44mm）	1.4	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.2
	95 内平开系列（隔热条 高度 54mm）	1.2	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.1
塑料 型材	70 内平开系列（5 腔室）	1.3	5+12A+5+12A+5low-e	1.3	1.4
	70 内平开系列（6 腔室）	1.1	5+12A+5+12A+5low-e	1.2	1.3
	75 内平开系列（7 腔室）	1.0	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.2
	80 内平开系列（7 腔室）	1.0	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.0
玻纤 增强 聚氨 酯型 材	65 内平开系列（悬臂带 腔体）	1.1	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.4
	72 内平开系列	1.1	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.4
	80 内平开系列	0.95	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.3
	80 内平开系列	0.95	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.1
	95 内平开系列	0.8	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	0.9
铝合 金聚 氨酯 复合 型材	75 内平开系列	1.0	5+12A+5+12A+5low-e	1.3	1.3
	75 内平开系列	1.0	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.2
	75 内平开系列	1.0	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.0
谷纤 维型 材	65 内平开系列（5 腔室）	1.4	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.3
	75 内平开系列（6 腔室）	1.1	5+12Ar+5+12Ar+5low-e	1.1	1.2
	75 内平开系列（6 腔室）	1.1	5+12Ar+5low-e+12Ar+5low-e	0.9	1.1

注：

- 1.上表按照 1520mm*1520mm 外窗（1 扇固定/1 扇开启）进行配置，当窗型和尺寸变化时，应重新进行热工计算或检测确定；
- 2.上表中选型玻璃间隔条均为高性能暖边间隔条；

3.同种玻璃规格因光学性能不同会出现不同的传热系数，本表中的 low-e 玻璃均为高透玻璃，玻璃传热系数仅代表一种可能，实际选型玻璃传热系数可根据光学参数的需求变化；

4.厚度为 6mm 玻璃可参照本表数值。

B.0.2 外窗(含透明幕墙)太阳得热系数应依据现行上海市工程建设规范《公共建筑节能设计标准》DGJ 08-107 的规定方法计算。

附录 c 部品材料技术要求

C.0.1 门窗洞口采用防水透汽膜和防水隔汽膜作为气密性材料时，其性能应具备良好的可抹灰性，与砂浆保持好的粘接牢度，材料自身应具有较强的自剥离强度，不易自分层。性能指标应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1-1 防水隔汽膜和防水透汽膜的性能指标（打胶型）

项目		性能指标		试验方法
		防水隔汽膜	防水透汽膜	
最大抗拉强度，N/50mm	纵向	≥450	≥450	GB/T7689.5-2013
	横向	≥80	≥130	
断裂伸长率，%	纵向	≥20	≥20	GB/T7689.5-2013
	横向	≥100	≥80	
不透水性		1000mm，20h 不透水		GB/T328.10
水蒸气当量空气层厚度 S_d ，m		≥30	≤3	GB/T17146
透气率，mm/s		≤1.0		GB/T5453
180° 剥离强度，kN/m		≥0.4		GB/T2790

表 C.0.1-2 防水隔汽膜和防水透汽膜的性能指标（自粘型）

项目		性能指标		试验方法
		防水隔汽膜	防水透汽膜	
最大抗拉强度，N/50mm	纵向	≥200	≥250	GB/T7689.5-2013
	横向	≥80	≥130	
断裂伸长率，%	纵向	≥20	≥20	GB/T7689.5-2013
	横向	≥80	≥80	
不透水性		1000mm，20h 不透水		GB/T328.10
水蒸气当量空气层厚度 S_d ，m		≥18	≤3	GB/T17146
透气率，mm/s		≤1.0		GB/T5453
180° 剥离强度，kN/m		≥0.4		GB/T2790

c.0.2 外门窗安装用节能附框可采用木塑附框、钢塑复合附框、玻纤增强塑料附框、玻纤增强聚氨酯附框等类型，节能附框的性能指标应符合现行国家标准《建

筑门窗附框技术要求》GB/T39866 的规定，并应满足型材截面宽度方向热阻 $\geq 0.28(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$ 的要求。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”

引用标准名录

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015
2. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
3. 《建筑采光设计标准》GB 50333
4. 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
5. 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
6. 《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
7. 《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级》GB21454
8. 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB21455
9. 《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576
10. 《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479
11. 《通风机能效限定值及能效等级》GB19761
12. 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762
13. 《基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范》GB/T19582
14. 《电梯自动扶梯和自动人行道的能量性能第 2 部分电梯的能量计算与分级》
GB/T30559.2
15. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
16. 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
17. 《电梯技术条件》GB/T 10058
18. 《建筑门窗附框技术要求》GB/T 39866
19. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449
20. 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346
21. 《内置遮阳中空玻璃制品》JG/T255
22. 《户用计量仪表数据传输技术条件》CJ/T 188
23. 《热量表》CJ 128
24. 《公共建筑节能设计标准》DGJ08-107
25. 《公共建筑用能监测系统工程技术标准》DGJ08-2068