CECS CECS×××

中国工程建设协会标准

公共机构超低能耗建筑技术标准

**Technical standard for Ultra-low energy building**

**of public institutions**

（征求意见稿）

**20×× 北京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会发布的《关于印发2017年第一批工程建设协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2017]014号）文件要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准共分8章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、技术指标、被动式建筑技术、用能系统、可再生能源利用、监测与管理。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013）。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主要起草人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc22305014)

[2 术语 3](#_Toc22305015)

[3 基本规定 7](#_Toc22305016)

[4 技术指标 13](#_Toc22305017)

[5 被动式建筑技术 19](#_Toc22305018)

[5.1规划设计 19](#_Toc22305019)

[5.2建筑设计 19](#_Toc22305020)

[5.3围护结构热工性能 22](#_Toc22305021)

[5.4 围护结构构造 27](#_Toc22305022)

[6 用能系统 30](#_Toc22305023)

[6.1 一般规定 30](#_Toc22305024)

[6.2 能源系统优化 32](#_Toc22305025)

[6.3 用电设备 33](#_Toc22305026)

[7 可再生能源利用 35](#_Toc22305027)

[7.1 一般规定 35](#_Toc22305028)

[7.2 太阳能热利用 37](#_Toc22305029)

[7.3 太阳能光伏系统 50](#_Toc22305030)

[7.4 地源热泵系统 57](#_Toc22305031)

[7.5 空气源热泵 62](#_Toc22305032)

[7.6 生物质能 67](#_Toc22305033)

[7.7 可再生能源耦合利用 68](#_Toc22305034)

[8 监测与管理 69](#_Toc22305035)

[8.1 能耗监测 69](#_Toc22305036)

[8.2 控制调节 69](#_Toc22305037)

[8.3 运行管理 70](#_Toc22305038)

[附录A 能耗指标计算方法 76](#_Toc22305039)

[附录B 公共机构超低能耗建筑能耗值 82](#_Toc22305040)

[附录C　最经济平衡点温度计算方法 83](#_Toc22305041)

[附录D 建筑运行能耗评价比对 87](#_Toc22305042)

[本标准用词说明 93](#_Toc22305043)

[引用标准名录 94](#_Toc22305044)

**Contents**

1 General Provisions ················································································································1

2 Terms and Definition ························································································· 3

3 General Requirements ·········································································································· 6

4 Technical Parameters ·········································································· 12

5 Passive Technology for Buildings···························································································18

 5.1 Planning and Design ·························································································· 18

 5.2 Architectural design······················································································· 18

 5.3 Building Envelope Thermal Performance ············································································21

 5.4 Building Envelope Structure······················································································· 26

6 Energy Use System················································································ 29

 6.1 General Rules ·························································································· 29

 6.2 Energy system Optimization······················································································· 30

 6.3 Electric equipment······················································································· 31

7 Renewable Energy Application··································································································34

 7.1 General Rules ················································································································· 34

 7.2 Solar Thermal Application ························································································· 36

 7.3 Solar PV System················································································ 49

 7.4 Ground source heat pump system························································································56

 7.5 Air Source Heat Pump ························································································· 61

 7.6 Biomass energy················································································ 66

 7.7 Renewable Energy Coupling················································································ 67

8 Monitoring and management·····································································································68

 8.1 Energy consumption Monitoring ··························································································68

 8.2 Control adjustment············································································································68

 8.3 Operation Management······································································································69

Appendix A Calculating methods of energy criteria································································75

Appendix B Energy consumption value of Ultra-low energy buildings in public institutions····· ···················81

Appendix C Calculation method of the most economical equilibrium point temperature······ ·················· 82

Appendix D Building operation energy benchmarking································································ 87

Explanation of Wording in This Code···························································································93

List of Quoted Standards································································································94

1. 总则
	* 1. 为贯彻国家有关法律法规和方针政策，提升改善公共机构的建筑室内环境，提高能源利用效率，推动可再生能源建筑应用，引导建筑物不断提升节能水平，推动公共机构进一步降低建筑能耗，制定本标准。

【条文说明】

我国正处在城镇化快速发展时期，经济社会快速发展和人民生活水平不断提高，导致能源和环境矛盾日益突出，建筑能耗总量和能耗强度上行压力不断加大。实施能源资源消费革命发展战略，推进城乡发展从粗放型向绿色低碳型转变，对实现新型城镇化，建设生态文明具有重要意义。

 我国建筑节能经过30余年的努力，取得了举世瞩目的进展。公共机构作为全部或者部分使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织，其建筑功能多为承担办公、公共服务、文化博览、交通枢纽等功能，是城市服务和市民互动的场所。公共机构节能是树立政府公信力的重要环节。公共机构在提供公共服务和维持自身运转时，需要消耗大量的物质资源和人力资源，所使用的资金全部或部分来自于纳税人，公共机构必须用有限的能源资源投入，最大限度地为公民、为社会服务。公共机构始终是社会各界关注的焦点，公共机构带头节能，不仅可以直接节约能源、有效推动节能新技术和新产品的推广应用，而且能够起到良好的示范作用，可以有效地带动全社会的节约工作，用节约资源的消费理念引导消费方式的变革，逐步形成文明、节约的消费行为模式。同时，由于公共机构建筑的运行管理环节可控性更强，因此，对公共机构超低能耗建筑在运行优化、能耗监测和公示等方面可以相对于一般超低能耗建筑提出更高的要求。

现阶段，我国建筑节能已完成“三步走”战略，开启新阶段的工作。公共机构作为建筑节能工作中的重要执行群体，有义务做出表率，从建筑设计建造标准和运行管理水平方面提升要求，发挥示范作用，切实降低社会能源消耗、降低能源费用支出、促进节能技术进步、践行资源节约的基本国策。

* + 1. 本标准适用于新建、扩建、改建和改造的公共机构超低能耗建筑的设计、施工、运行和评价。

【条文说明】

扩建是指保留原有建筑，在其基础上增加另外的功能、形式、规模，使得新建部分成为与原有建筑相关的建筑；改建是指对原有建筑的功能或者形式进行改变，而规模和占地面积均不改变的建筑。

我国地域广阔，各地区气候差异大，室内环境标准偏低，建筑特点以及人们生活习惯，都与发达国家相比存在差异。通过借鉴国外经验，结合我国已有工程实践，提炼示范建筑在规划、设计、施工、运行等环节的共性关键技术，提出符合中国国情的超低/近零能耗建筑的控制目标和技术体系，以及设计、施工、验收、运行和评价技术要点，更好地指导我国超低/近零能耗建筑推广，为我国2020-2050年建筑节能工作提供支撑和引导。

* + 1. 公共机构超低能耗建筑的设计、施工质量控制与验收、运行和评价除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】

本标准主要本标准内容侧重超低能耗公共机构建筑的设计要求，以及能源系统运行管理和可再生利用，评价主要是可再生利用单项评价和能耗评价。其他节能建筑的一般做法应满足强制性节能标准的规定。地方政府有特殊要求的，除强制性节能标准外，还应满足绿色建筑、近零能耗建筑相关标准的规定。

1. 术语

**2.0.1** 公共机构 public institution

全部或者部分使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织。

**2.0.2** 超低能耗建筑ultra-low energy building

适应气候特征和自然条件，通过被动式技术手段，大幅降低建筑供暖供冷需求，提高能源设备与系统效率，以更少的能源消耗提供舒适室内环境的建筑，其全年供暖、空调与照明能耗应较2016年建筑节能设计标准降低50%以上。

【条文说明】

“低能耗建筑”（low energy building/house）指在特定时期内，其建筑能耗比2016年建筑节能标准能耗降低25%~30%的建筑物。我国严寒寒冷地区城镇新建居住建筑节能75%标准（2018版）已经实施，相对于现阶段整体情况，此标准即属于“低能耗建筑”标准，“超低能耗建筑”表示暖通空调与照明能耗控制目标较2016年建筑节能设计标准降低50%以上的建筑物。

**2.0.3** 性能化设计方法performance-based design

以建筑室内环境参数和能耗指标为性能目标，利用能耗模拟计算软件，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。

**2.0.4**建筑气密性building air tightness

建筑物在封闭状态下阻止空气渗漏的能力。可表征建筑物或房间在正常密闭情况下的无组织空气渗透量。通常采用压差实验检测建筑气密性，以换气次数N50，即室内外50pa压差下换气次数来表征建筑气密性。

【条文说明】

建筑物的气密性能关系到室内热环境质量、空气品质、建筑的隔声以及防火性能，对建筑能耗的影响也至关重要。我国新建建筑对住宅建筑门窗幕墙的气密性作了规定，但并未对建筑物整体气密性能提出要求。建筑物整体气密性能与所采用外窗自身的气密性、施工安装质量以及建筑物的结构形式有着密切的关系，其中，精细化施工与保证良好气密性有直接关系。

气密性能需要在建筑建成后利用压差法或示踪气体法等方法进行实际测试，但良好的设计实现建筑气密性的基础。设计阶段，设计师应该整体考虑建筑的气密性，尤其对关键节点的气密性的保证进行专项设计，以保证建筑物整体气密性的实现。

**2.0.5** 可再生能源利用率utilization ratio of renewable energy

供暖、通风、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】

充分利用可再生能源是实现超低能耗的重要手段之一，考虑到建筑自身建筑特性和所在地自然资源的差别，可再生能源利用的形式多种多样，强调因地制宜。本标准中的可再生能源利用率包含的能源类型范围有所扩大，并以一次能源的形式计算可再生能源利用率。

**2.0.6**建筑综合节能率building energy saving rate

设计建筑和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。

**2.0.7**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。

**2.0.18** 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《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012相关要求的建筑能耗综合值的建筑。

**2.0.8**参照建筑reference building

进行围护结构热工性能权衡判断时，作为计算满足标准要求的全年供暖、空调和照明能耗用的基准建筑。

【条文说明】

参照建筑是一个达到本标准要求的节能建筑，进行围护结构热工性能权衡判断时，用其全年供暖、空调、照明和可再生能源能耗作为标准来判断设计建筑的节能水平是否满足本标准的要求。

参照建筑的形状、大小、朝向以及内部的空间划分和使用功能与设计建筑完全一致，其围护结构热工性能等主要参数应符合2016年执行的建筑节能设计标准的规定性指标。其中公共建筑为《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015。

**2.0.9**温度交换效率sensible heat exchange efficiency

显热回收装置在对应风量下，新风进、出口温差与新风进口、排风进口温差之比，以百分数表示。

**2.0.10**焓交换效率enthalpy exchange efficiency

全热回收装置在对应风量下，新风进、出口焓差与新风进口、排风进口焓差之比，以百分数表示。

**2.0.11** 建筑能源系统调适commissioning and recommissioning

通过对建筑物能源系统及与其联动控制的建筑构件、中控系统进行调试、性能验证、验收和季节性工况验证等工作实施全过程管理，以确保建筑的用能系统实现设计意图并满足用户的实际使用要求的工作程序和方法。

**2.0.12** 常规能源有效替代率 conventional energy effective replacement rate

建筑可再生能源系统产生的能量被用户有效利用量占用户实际用热量（热水、热量或冷量）或用电量的比例。

**2.0.13** 太阳能有效利用率 solar effective utilization ratio

太阳能集热器获得的热量被用户热水、供暖或空调系统中有效利用量占集热系统获得的热量比例。

**2.0.14**太阳能热利用系统热损比 heat loss ratio of solar thermal system

太阳能热水、供暖或空调系统散热量与用户实际用热量之比。

**2.0.15** 吨热水能耗 energy consumption per ton water

太阳能热水系统用户每使用一吨热水所消耗的常规能源量。

**2.0.16** 系统费效比 cost benefit ratio of the system

建筑可再生能源系统全生命期内的净增量投资与系统的总节能量之比。

**2.0.17** 单位减排成本 cost per kilogram CO2 emission reduction

建筑可再生能源系统全生命期内的净增量投资与系统的总二氧化碳减排量之比。

**2.0.18** 光电转换效率 photoelectric conversion efficiency

标准测试条件下（AM1.5、组件温度25℃、辐照度1000W/m2）光伏组件最大输出功率与照射在该组件上的太阳光功率的比值。

**2.0.19** 光伏组件衰减率 photovoltaic module decay rate

光伏组件运行一段时间后，在标准测试条件下（AM1.5、组件温度25℃、辐照度1000W/m2）最大输出功率与投产运行初始最大输出功率的比值。

1. 基本规定

**3.0.1**本标准第4章规定的室内环境参数及建筑能耗指标应为约束性指标，围护结构、能源设备和系统等技术性能指标和措施应为推荐性指标。

【条文说明】

健康、舒适的室内环境是提升建筑能效的基本前提。超低能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平。

本标准提倡性能化设计方法，即以建筑室内环境参数和能耗指标为性能目标，利用能耗模拟计算软件，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。因此，本标准第4章规定的室内环境参数和能耗控制指标为最根本的约束性指标，必须满足；其他关于围护结构、能源设备和系统等具体措施的技术指标均为推荐性，可以通过性能化设计进行优化和突破。

**3.0.2**公共机构超低能耗建筑应根据气候条件，通过被动式技术手段降低建筑用能需求，通过主动式能源系统和设备的能效提升降低建筑（暖通空调、给水排水、照明及电气系统）能源消耗，通过可再生能源系统使用对建筑能源消耗进行平衡和替代。

【条文说明】

综合来看，在建筑物迈向更低能耗的方向上，基本技术路径是一致的，即通过建筑被动式、主动式设计和高性能能源系统及可再生能源系统应用，最大幅度减少化石能源消耗。建筑物节能技术路径，应主要以此考虑以下三个步骤：

（1）建筑用能需求降低。在以供暖为主的建筑中，通过使用保温隔热性能更高的非透明围护结构、保温隔热性能更高的外窗、无热桥的设计与施工等技术，提高建筑整体气密性，达到供暖需求的降低。在以供冷为主的建筑中，通过使用遮阳技术、自然通风技术、夜间免费制冷等技术，降低建筑物在过渡季和供冷季的供冷需求。这些不使用主动能源系统，可以降低建筑冷热需求的技术，统称为被动式技术。

超低能耗建筑规划设计应在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面，体现超低能耗建筑的理念和特点，并注重与气候的适应性。严寒和寒冷地区冬季以保温和获取太阳得热为主，兼顾夏季隔热遮阳要求；夏热冬冷和夏热冬暖地区以夏季隔热遮阳为主，兼顾冬季的保温要求；过渡季节能实现充分的自然通风；

（2）能源系统和设备效率提升。 建筑物大量使用能源系统和设备，其能效的持续提升是建筑能耗降低的重要环节，应优先使用能效等级更高的系统和设备。

（3）通过可再生能源系统使用对建筑能源消耗进行平衡和替代。充分挖掘建筑物本体表皮、周边区域的可再生能源应用潜力，对能耗进行平衡和替代。如建筑物节能目标为实现零能耗，但难以通过本体表皮和周边区域的可再生能源应用达到能耗控制目标，也可通过外购可再生能源达到目标，但需以建筑物本身能效水平已经达到超低能耗为前提。

**3.0.3**超低能耗建筑的设计、施工及运行应以能耗指标为约束目标，采用性能化设计方法、精细化施工方法和智能化运行模式。

【条文说明】

 超低能耗建筑设计方法强调以能耗目标为导向，面向最终使用效果的性能化设计方法。作为推荐性的更高标准，不同于现行节能建筑设计标准，超低能耗建筑设计达标判定不以具体建筑体型系数、窗墙比、主要围护结构性能指标值、冷热源设备系统性能系数、新风系统热回收效率值等性能指标的参考取值范围是否达到标准条文要求为依据。设计中无论是否采用以及如何采用本标准列举的推荐技术措施，都应采用专用模拟判定工具，比选不同方案的技术经济特征，在规定的室内环境条件下，满足本标准规定的各项技术指标要求。

超低能耗建筑应采用更加严格的施工质量标准，保证精细化施工，并进行全过程质量控制；外围护结构和气密层施工完成后应进行建筑气密性检测，并达到本标准气密性指标要求。

针对超低能耗建筑具体特点，实施智能化运行。同时，强调人的行为作用对节能运行的影响，编制运行管理手册和用户使用手册，培养用户节能意识并指导其正确操作，实现节能目标。

超低能耗建筑规划、设计、施工、监理、检测和运行管理人员应参加必要的专项培训，全面转变传统理念，具备并提升相应技术水平。

**3.0.4**公共机构超低能耗建筑的能耗指标计算应符合本标准附录A的规定，设计和评价过程应使用爱必宜（IBE）软件进行计算。

【条文说明】

采用性能化方法进行设计的建筑，能耗计算是设计和评价的核心，因此必须保持方法、默认参数和计算工具的一致性。通常而言，建筑能耗的计算结果受软件和技术人员的影响较大，不同软件、以及不同人员采用相同软件的计算结果的一致性较差，这也是业内对性能化判断方法的主要顾虑。因此标准通过统一的设计和评价计算工具，并对数据一致化和规范化保证评估认证计算结果的准确性和权威性。

由标准主编单位自主开发的爱必宜IBE计算工具。该工具与国际公认的动态能耗计算软件TRNSYS（版本：V16.01）和energyplus计算结果的对比表明，案例的计算负荷误差在8%以内，具有良好的一致性和准确性。可直接从[www.ibetool.com](http://www.ibetool.com)下载使用。

软件针对超低能耗建筑性能化设计和评价的工作需求，采用国际标准化组织标准ISO-13790并结合中国建筑特点开发。软件采用月平均方法计算，计算速度快；通过默认数据库和友好的软件界面提高软件的易用性。能够计算建筑全年累计冷热负荷、暖通空调系统能耗、生活热水系统、照明系统以及可再生能源系统的能耗，计算范围覆盖建筑生命周期内的运行能耗的主要部分，同时考虑超低能耗建筑对气密性、无热桥、性能化设计等要求。软件依据本标准的性能要求对建筑进行评估并生成符合评价要求的报告。保证本标准评价计算结果的权威性。软件具有如下特征：

（1）一致化原则；建筑能耗计算中涉及大量参数，设计师通常难以获得完整准确的信息，导致计算结果一致性差。软件通过凝练算法、并提供包含主要计算信息的完整数据库，完美解决建筑能耗计算中遇到的实际数据问题，因此在系统性能参数设置上，尽量遵循准确统一的原则，极大地实现不同工程师计算结果的一致性。保证了计算和评估结果的一致性。

（2）ISO 标准体系与我国建筑标准体系相结合；该软件同时面向建筑设计、施工工作人员，以及建筑节能科研人员，能耗计算设置尽量减少复杂难以获得的数据的输入。软件界面友好，参数设置基本不涉及过于复杂的专业术语，方便业内人员使用。

（3）涵盖建筑所有用能产能系统；该软件内设能源系统能够基本涵盖目前建筑常用用能产能系统，同时提供默认参数和用户自定义参数两种设定模式，以增强软件的灵活性和适应能力。

（5）计算便捷快速；软件依据ISO 13790采用全年逐月计算方法，一个完整的计算周期里包含12个计算点，极大地缩短了软件的计算时间，计算时长减少90%以上。

（5）直接输出计算报告；软件在完成计算周期后，以PDF文档的形式直接输出包括建筑主要信息和计算结果并满足评价要求的计算报告，方便用户查看整体计算情况，并保证计算报告的不可修改性，同时减少整理计算结果的繁冗工作量。

**3.0.5**公共机构超低能耗建筑应进行全装修，并应防止装修对建筑围护结构及其气密性的损坏和对气流组织的影响。室内装修宜采用获得绿色建材标识（认证）的材料部品。

【条文说明】

 在室内装修过程中有可能发生对围护结构造成破坏的情况，将导致气密性损坏，进而影响室内环境并导致建筑能效性能下降，因此，要求建筑在建造过程中应进行全装修，将建造和装修工程统一一次性完成。绿色建材评价标识是指依据绿色建材评价技术要求，对建材产品进行评价，确认其等级并进行信息性标识的活动，建筑材料的污染物散发影响长期影响室内环境，考虑到超低能耗建筑高气密性特点，其室内装修宜采用获得绿色建材标识（认证）的材料部品。

**3.0.6** 超高超大、功能复杂、类型特殊的公共机构超低能耗建筑，除应符合本标准各项规定外，应组织专家对设计及施工方案进行专项论证。

【条文说明】

一栋大型的成功的节能示范建筑会产生广泛的社会影响，提升公众认知，对同类型建筑起到榜样作用，对建筑政策会产生积极推动。如美国苹果总部，其总建筑面积26万平方米，可以容纳1.2万名员工同时办公，以零能耗为建设目标，为美国和加州建筑节能政策提供了技术支撑。现有国际和国内超低能耗、超低能耗公共建筑的工程经验主要集中在建筑面积20000平米以下，超高超大类型的公共建筑工程经验少，同时超高超大的建筑物其功能复杂、室内环境要求高、能源系统复杂、能耗构成差异大，我国目前对超高超大建筑的超低能耗、超低能耗设计经验不足。本标准规定的原则和方法均统一适用于超高超大建筑，但应具体问题具体分析，因此，应组织专家对建筑设计方案进行专项论证。

**3.0.7** 公共机构超低能耗建筑应采用性能化设计方法。性能化设计应采用协同设计的组织形式。

【条文说明】

超低能耗建筑设计是以最大限度的降低建筑能源消耗为目标，在建造成本、时间限制、技术可行性、持有成本、建筑耐久性、设计建造水平等约束下，进行优化决策的设计过程。

超低能耗建筑设计应以目标为导向，以“被动优先，主动优化”为原则，结合不同地区气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，采用性能化的设计方法，因地制宜地制订超低能耗建筑技术策略。

区别于传统建筑节能的指令性（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品的性能参数，通过不同组合方案的优化比选，制订适合具体项目的针对性技术路线，实现全局最优。

性能化设计与指令式设计的差异见表6。

表6 性能化设计与指令式设计的差异

|  |  |
| --- | --- |
| 性能化设计 | 指令性设计 |
| 面向建筑性能，给出满足性能目标的参数和指标要求 | 直接从规范中选定设计参数 |
| 关心设计、建造及运行全过程 | 主要关心建筑设计 |
| 所提供的措施主要是能证明合适的，就允许采用，为设计提供创造空间 | 原则上采用规范中所规定的方法或措施 |
| 强调建筑整体有机集成 | 重视细节，轻视整体 |

性能化设计强调协同设计与组织，传统设计组织以建筑师作为总协调人员，作为与开发单位进行项目沟通的渠道，结构、暖通、给排水、电气、景观等专业团队分工合作的形式。而对于协同设计而言，首先需要设立设计协调人的角色来协调整个设计进程，建筑、各专业、成本、业主、建设方形成一个协同设计工作小组，对整个项目进行全面把控。每个工作小组成员由其工作团队进行支持。在协同设计小组外，应由使用者代表、社区代表、政府代表、分系统分包商、物业运营人员代表、供应商、房地产经纪公司、绿色建筑专家、建筑模拟专家等组成相关方小组，共享项目设计进度信息，提供设计信息输入。

**3.0.8** 性能化设计应根据标准规定室内环境参数和能耗指标要求，利用能耗模拟计算软件等工具，优化确定超低能耗建筑的设计方案。

【条文说明】超低能耗建筑的性能化设计基本原则

性能化设计方法是贯穿超低能耗建筑设计的全过程，其核心是以性能目标为导向的定量化设计分析与优化，确定的性能参数是基于计算结果，而不是从规范中直接选取。

为实现超低能耗目标，建筑师应以气候特征为引导进行建筑方案设计，在设计前充分了解当地的气象条件、自然资源、生活居住习惯等，借鉴传统建筑的被动式措施，根据不同地区的特点进行建筑平面总体布局、朝向、体形系数、开窗形式、采光遮阳、室内空间布局等适应性设计；在此基础上，通过性能化设计方法优化围护结构保温、隔热、遮阳等关键性能参数，最大限度地降低建筑供暖供冷需求；结合不同的机电系统方案、可再生能源应用方案和设计运行与控制策略等，将设计方案和关键性能参数带入能耗模拟分析软件，定量分析是否满足预先设定的超低能耗目标以及其他技术经济目标，根据计算结果，不断修改、优化设计策略和设计参数等，循环迭代，最终确定满足性能目标的设计方案。建筑能耗指标计算方法应符合本标准附录A的规定。

性能化设计方法框图如图1所示。



图1 性能化设计方法框架图

**3.0.9** 性能化设计流程，宜符合下列要求：

 1 设定室内环境参数和技术指标；

2 确定初步设计方案；

3 利用能耗模拟计算软件等工具进行初步设计方案的定量分析及优化；

4 分析优化结果并进行达标判定。当技术指标不能满足所确定的目标要求时，应修改初步设计方案重新进行定量分析及优化直至满足所确定的目标要求；

5 确定最终设计方案；

6 编制性能化设计报告。

【条文说明】超低能耗建筑的性能化设计流程

超低能耗建筑的性能化设计是与建筑设计流程相协调的，本条重点明确了性能化设计的流程，其中定量化设计分析与优化是其主要内容。

**3.0.10** 定量分析及优化应进行建筑和设备的关键参数对建筑负荷及能耗的敏感性分析，并在敏感性分析基础上，结合建筑全寿命期的经济效益分析，进行技术措施和性能参数的优化选取。

【条文说明】性能化设计的敏感性分析要求

不同于传统设计方法，性能化设计方法是以定量分析为基础。在通过关键指标参数的敏感性分析，获得对于不同设计策略的参数域下，对关键参数取值进行寻优，确定满足项目技术经济目标的优选方案。

关键参数对建筑负荷和能耗的敏感性分析是指在某项参数指标取值变化时，分析其变化对建筑负荷和能耗的定量影响。被动式设计的建筑关键参数包括：窗墙比、保温性能与厚度参数、遮阳性能参数、外窗导热性能和辐射透过性能参数等；主动式设计的设备关键参数包括：热回收装置效率、冷热源设备效率、可再生能源设备性能参数等。对于不同建筑形式和功能，不同参数对建筑负荷和能耗的影响大小也不同。通过对关键参数的定量敏感性分析，可以有效协助建筑设计关键参数的选取。敏感性分析也是进一步进行全寿命期综合定量分析的基础。

对于简单项目或常规项目，可基于设计师的经验、专家咨询等，选取满足目标要求、可能性较大的多个方案，通过进行技术经济比选确定较优方案。对于复杂项目或非常规项目，当相关参数维度增加后，技术方案的组合方式也很多，通过设计师及专家经验很难获得所需要的最优方案，这时应采用优化设计软件，使用多参数优化算法等，自动寻优选取方案。建筑方案和技术策略评价时，要考虑到建筑全寿命期成本，综合平衡初投资和运行费用。

1. 技术指标

**4.0.1**公共机构超低能耗建筑的主要房间室内热湿环境参数应符合表4.0.1规定。

表4.0.1公共机构超低能耗建筑主要房间室内热湿环境参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 室内热湿环境参数 | 冬季 | 夏季 |
| 温度（℃） | ≥20 | ≤26 |
| 相对湿度（%） | ≥30① | ≤60 |

**注：**①冬季室内湿度不参与设备选型和能耗指标的计算。

【条文说明】

健康、舒适的室内环境是建筑环境的基本前提。公共机构超低能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平。室内热湿环境参数主要是指建筑室内的温度、相对湿度，这些参数直接影响室内的热舒适水平和建筑能耗。

根据国内外有关标准和文献的研究成果，当人体衣着适宜、保暖量充分且处于安静状态时，室内温度20℃比较舒适，18℃无冷感，15℃是产生明显的冷感的温度界限。冬季热舒适（-1≤PMV≤1）对应的温度范围：18~24℃。基于节能和舒适的原则，本着提高生活质量、满足室内舒适度的条件下尽量节能，将冬季室内供暖温度设定为20℃，在北方集中供暖室内温度18℃的基础上调高2℃。

超低能耗建筑具有很好的气密性并利用新风热回收系统实现全热交换，在冬季室内外温差较大的地区比普通建筑在保持室内相对湿度方面具有明显优势，可以有效避免冬季由于冷风渗透造成的室内空气相对湿度的降低。实际调查结果表明，北方冬季超低能耗建筑的室内湿度一般都在30%以上。冬季空调集中加湿耗能较大，因此根据超低能耗建筑的优势，冬季不设置空气加湿系统。本条表中所列冬季室内湿度为舒适度要求，不参与设备选型和能耗指标的计算。

超低能耗建筑优先使用被动式技术营造健康和舒适的建筑室内环境。在过渡季，通过自然通风及高性能的外墙和外窗遮阳系统保证室内环境；冬季通过供暖系统保证冬季室内温度不低于20℃，相对湿度不低于30%；夏季，当室外温度高于28℃或相对湿度高于70%时以及其它室外环境不适宜自然通风的情况下，主动供冷系统将会启动，使室内温度不高于26℃，相对湿度不高于60%。全年处于动态热舒适水平，大部分时间处于热舒适Ⅰ级。突出以人为本，且不盲目追求过高的舒适度和温湿度保证率。

本条中的“主要房间”是指建筑中人员长期停留的房间，包括卧室、起居室、办公室等，其他人员短期停留的空间如走廊、电梯厅、地下车库等公共区域的热湿参数应按照实际需求设定，并应满足现行相关标准的规定。

**4.0.2** 公共机构超低能耗建筑的新风量应满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50376的规定。

【条文说明】

室内空气质量是室内主要环境影响因素。病态建筑综合症（Sick Building Syndrome，SBS）和建筑相关疾病（Building-related illness，BRI）以及化学物质过敏症（Multiple Chemical Sensitivity，MCS）的出现使人们认识到提高建筑新风量是构建健康建筑（Health Building，HB）的必然选择，特别是SARS危机之后，增加新风量更成为应对SARS的主要技术措施。同时，美国ASHRAE标准62还特别规定不允许用空气净化器完全替代室外新鲜空气，新风对于改善室内空气品质，减少病态建筑综合症具有不可替代的重要作用。因此，合理确定超低能耗建筑新风量对改善室内空气环境和保证室内人员的健康舒适具有重要的现实意义。

高密人群建筑即人员污染所需新风量比重高于建筑污染所需新风量比重的建筑类型。按照目前我国现有新风量指标，计算得到的高密人群建筑新风量所形成的新风负荷在空调负荷中的比重一般高达20%～40%，对于人员密度超高建筑，新风能耗通常更高。一方面，人员污染和建筑污染的比例随人员密度的改变而变化；另一方面，高密人群建筑的人流量变化幅度大，出现高峰人流的持续时间短，受作息、节假日、季节、气候等因素影响明显。因此，该类建筑应该考虑不同人员密度条件下对新风量指标的具体要求；并且应重视室内人员的适应性等因素对新风量指标的影响。为了反映以上因素对新风量指标的具体要求，该类建筑新风量大小参考ASHRAE Standard 62.1的规定，对不同人员密度条件下的人均最小新风量做出规定。通常会议室在舒适度要求上要比大会厅高，但只从健康要求角度考虑，对新风要求二者没有明显差别。会议室包括中小型会议室和大型会议室，在具体设计中，中小型会议室的人均新风量要大于大型会议室。

对于置换送风系统，由于其新鲜空气与室内空气混合机理与其他空调系统不同，其新风量的确定可以根据本条得到的新风量再结合置换通风效率进行修正后得到。

目前建筑室内空气污染物的种类增多和强度多变，包括人员污染物和建筑污染物（建材和设备）；室外空气污染的加剧造成新风品质下降，导致室内空气品质很难提高。常规的居住建筑不设置机械新风系统，主要通过开窗进行自然通风。开窗通风是简便易行的获取新风的方式，也是超低能耗建筑在室外环境参数适宜的条件下推荐使用的被动式的消除室内余热余湿、提升室内空气品质的手段。在供冷供热季节，通过开窗通风获得新风的方式其效果无法保证，一方面由于需要维持室内热环境要求，开窗时间不能过长，因而新风量通常难以达到要求，另一方面在我国空气污染较为严重的地区，当室外重度雾霾发生时，通过直接开窗获得新风反而引起室内环境的恶化。

建筑通过自然送风和机械通风两种方式结合向室内提供充足健康的新鲜空气。超低能耗建筑应具备良好自然通风能力，当室外空气参数适宜通风时，自然通风可向室内提供充足的空气，保证室内良好的空气品质。当室外空气不适宜通风时，如室外温度过高或过低、雾霾严重，超低能耗建筑的机械通风系统可向室内提供充足健康的新鲜空气，保证全年室内良好的空气品质。

在人员密集的公共场所，如会议室等，在运行中有时也会通过监测室内二氧化碳浓度进行新风量控制。设计新风量指标是综合考虑人员污染和建筑污染对人体健康的影响确定的。室内二氧化碳的来源主要是人员的呼吸产生的二氧化碳。因此当使用室内二氧化碳浓度作为新风量指征时，意味着仅考虑了人员污染的情况。我国《室内空气中二氧化碳卫生标准》GB/T17094-1997规定：室内空气中二氧化碳卫生标准值小于等于0.10%（2000mg/m3）。这个浓度值折算为百万分之一体积浓度为1000ppm。但该标准中并未根据室内环境的不同功能及人员暴露时间进行进一步区分说明。根据欧洲标准EN 15215-2007《建筑物选址室内空气质量、热环境、照明和声学的能量性能设计和评估用室内环境输入参数》，室内环境要求分为四个等级：优异、优等、可接受、差，对应的室内二氧化碳控制值见表3。本标准参照其“优等”水平作为人员长期停留区域的要求，参照其“可接受”水平作为人员短期停留的区域要求。本条所指人员长期停留区域，指卧室、起居室、办公室、会议室等，人员短期停留区域指走廊、电梯厅、地下车库等人员短期停留的公共区域。

表3 欧洲标准中二氧化碳超出室外浓度值控制目标（EN 15215-2007）

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 对应二氧化碳超出室外\*浓度值（ppm） |
| I—优异Excellent | 350 |
| II—优等Good | 500 |
| III—可接受Satisfactory | 800 |
| IV—差Poor | ＞800 |

\*室外二氧化碳浓度值一般为350-450ppm。

在我国超低能耗建筑中，对于人员密集场所二氧化碳的体积浓度控制可参照表4的数值。

表4 人员密集场所室内二氧化碳体积浓度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 适用场所 | 室内二氧化碳体积浓度PPM |
| 人员长期停留区域 | 900 |
| 人员短期停留区域 | 1200 |

近年来，空气中的细颗粒物（PM2.5）造成的污染引起全社会的高度关注。空气中的细颗粒物（PM2.5）指环境空气中空气动力学当量直径小于等于2.5微米的颗粒物。越小的颗粒物对人体健康危害越大。直径10微米的颗粒物通常沉积在上呼吸道，而直径2微米以下的细颗粒物可深入到支气管和肺泡，其携带的有毒有害物质会直接影响肺的通气功能，诱发人体疾病，威胁人体健康。因此，随着人们对细颗粒物（PM2.5）影响人体健康认识的逐渐深入，室内细颗粒物（PM2.5）浓度已成为室内环境质量的重要 指标之一。

我国《环境空气质量标准》GB3095-2012在室外基本监控项目中增设了PM2.5年均、日均浓度限值，要求居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区PM2.5年平均值不超过35μg/m3，24小时平均值不超过75μg/m3。《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309-2013中规定室内PM2.5日平均质量浓度宜小于75μg/m3。欧洲标准中，PM2.5年暴露平均浓度为10μg/m3，日平均浓度为10-40μg/m3。美国ASHRAE标准《可接受的室内空气质量通风标准》ASHRAE 62.1-2013中建议PM2.5质量浓度为15μg/m3，这与世界卫生组织（WHO）对PM2.5确立的第三个过渡期目标值大致相当。

**4.0.3**公共机构超低能耗建筑的室内允许噪声级应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中室内允许噪声级高要求标准的规定。

【条文说明】

我国现行国家标准《声环境质量标准》GB3096-2008按照区域的使用功能特点和环境质量要求，将声环境功能区分为五种类型，其中要求最高的为康复疗养区等特别需要安静的区域昼间等效声级限值为50dB（A），夜间等效声级限值为40dB（A）。现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010中对高要求住宅的卧室、起居室（厅）内允许的噪声级为卧室昼间允许噪声级为40 dB（A），夜间允许噪声级为30dB（A）。室内噪声不仅和建筑所处的声功能区、周边噪声源的情况有关，而且和建筑物本身的隔声设计密切相关。超低能耗建筑采用高性能的建筑部品，应具有较好的隔声能力。根据国内外的标准和现有隔声技术情况，确定了超低能耗建筑应具备较高水平的室内声环境。

超低能耗建筑通过技术手段控制室内自身的声源和来自室外的噪声，室内噪声源一般为通风空调设备、电器设备等；室外噪声源则包括来自建筑外部的噪声（如周边交通噪声、社会生活噪声、工业噪声等），设计过程中应计算外墙、楼板、分户墙、门窗的隔声性能验证建筑室内的声环境是否满足要求。

**4.0.4**公共机构超低能耗建筑能耗指标及气密性指标应满足表**4.0.4**要求。

表4.0.4公共机构超低能耗能耗指标及气密性指标

|  |  |
| --- | --- |
| 建筑综合节能率（%） | ≥50% |
| 建筑本体性能 | 建筑本体节能率（%） | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷 | 夏热冬暖 | 温和地区 |
| ≥25% | ≥20% |
| 气密性指标换气次数N50④ | ≤1.0 | —— |
| 可再生能源利用率（%） | ≥10% |

注：1 节能率和可再生能源贡献率的计算方法见附录A；

 2 超低能耗公共机构建筑的能耗值可参考附录B。

【条文说明】

公共机构建筑涉及办公建筑、学校建筑、医院建筑、影剧院、体育场馆、博物馆、科技馆、交通枢纽等多种类型建筑，建筑功能复杂、用能特征差异大，不同气候区不同类型的公共机构建筑的建筑节能路线侧重点不同，因此必须更强调气候的适应性，针对建筑使用特征，因地制宜制定合理的公共机构超低能耗建筑技术路线。

被动式技术是公共机构建筑实现超低能耗的基础，但在一些气候区的一些建筑类型其节能效益已经有限，因此技术上以被动式技术为基础，以主动式技术和可再生能源利用为主。因此超低能耗公共机构建筑以相对节能率和可再生能源利用率作为约束性性能指标，而不约束负荷。

在设计的过程中，应充分利用建筑方案和设计中的被动式措施降低建筑物的负荷，例如在以空调为主的气候区采用舒展、架空、利于通风的建筑形式，在以供暖为主的气候区采用紧凑的建筑形式；因地制宜利用遮阳装置和采光性能优异的遮阳型玻璃，在不影响使用和舒适度的前提下，适度增加不需要供暖和空调室内室外过渡区域和公共区域的面积等。

建筑能耗形成机理复杂，影响建筑能耗的因素众多，通常国际上公认的实现降低建筑的技术路径分为三类，首先采用被动式技术和提升围护结构性能降低建筑的供暖空调能量需求，包括优秀的建筑设计、自然通风、非透明围护结构（外墙、屋面）的热工性能、透光围护结构（外窗）的热工性能及光学性能、遮阳装置等；其次，提高建筑能源系统的能效，包括提高新风热回收效率、提升输配系统设备（水泵、风机）的效率、提升建筑冷热源（锅炉、冷水机组）系统的能效来降低建筑物的能源消耗；第三，增加可再生能源系统的能源供应。在常规的建筑理念中，可再生能源系统一般作为建筑能源系统的补充，其产能量受建筑所在地域的资源和地理环境限制，系统形式也较为多变。

不同气候区不同类型的超低能耗公共机构类建筑能耗强度差别很大，按照地区和功能要求超低能耗公共机构建筑的绝对能耗强度在实际执行过程中难度较大，也不便于推广，在研究和调研的基础上，吸收了借鉴了美国、欧盟、日本等国家的成功经验，并沿用我国建筑节能设计标准中相对节能率计算方法，针对公共机构建筑以基于参照建筑的相对节能率作为超低能耗建筑的技术指标，避免了技术指标过于复杂的问题，并提高了技术指标的适用性和有效性。同时在附录中提供终端能耗和一次能源消耗量作为工程实践的参考。

已有工程实践表明，体量较小、功能简单（例如小型政府办公建筑）的公共机构建筑的超低能耗目标比较易于达成，随着建筑体量的增加和功能的多样化，建筑冷负荷强度变大，单位建筑面积可利用场地内的可再生能源资源变小，实现超低能耗建筑难度加大，此时在充分降低建筑自身能量需求的前提下，建筑需要更多的可再生能源以达到超低能耗的目标，在建筑设计时，应充分考虑多种技术方案，通过综合比较确定最优的技术路线。

现阶段，例如航站楼、候车楼、短时间使用的体育场馆等类型的建筑实现超低能耗建筑的难度很大，需要通过详细的技术经济分析，确定其实现超低能耗的可行性和合理性。

建筑的标准能耗是在设计阶段，在标准气象条件和运行工况下计算的理论建筑能耗，评价建筑的理论能源消耗的数据，建筑实际能耗受实际气象条件、使用方式、人均使用面积、使用时间、室内环境参数等多种因素影响，导致建筑标准能耗和实际使用能耗存在一定差距。

1. 被动式建筑技术

5.1规划设计

**5.1.1**根据不同地区的气候特征，主要建筑或主要功能用房宜南北朝向布局，降低夏季东西向用房的得热。

【条文说明】

主要建筑南北朝向布局或主要功能用房朝南北向布局，尽量避免夏季西向日晒，主要是由于太阳高度角和方位角的变化规律，使建筑在冬季能够最大限度地利用日照，增加太阳辐射得热量，并避开冬季主导风向，减少建筑外表面热损失。同时，建筑物南北朝向布局，可在夏季能够最大限度地减少太阳辐射得热，降低空调能耗。

**5.1.2**规划布局应有利于夏季室外气流的引导，营造适宜的微气候，应进行建筑群体空间微气候专项优化设计。

【条文说明】

建筑规划布局应有利于夏季建筑群体之间的微风气流引导，建筑群体间气流组织不畅会严重地阻碍空气的流动，对于室外散热和污染物消散非常不利，会严重影响人们在室外活动时的舒适感。同时，采用有利于夏季、过渡季微风气流引导的建筑规划布局，能够降低热岛效应，对于建筑节能也十分重要，可以减少夏季的空调能耗，提高空调设备的工作效率。

5.2建筑设计

**5.2.1** 公共机构建筑按建筑面积和空调系统设置类型分为甲类建筑和乙类建筑，并应符合下列规定：

1.甲类建筑应为单幢建筑面积大于或等于20000m2，且全面设置中央空气调节系统的建筑，或单幢建筑面积小于20000m2且大于或等于5000m2，且设置中央空调的重要公共机构建筑。

2.乙类建筑应为除甲类公共机构建筑外的其他公共机构建筑。

**5.2.2**严寒、寒冷地区公共机构建筑体形系数、建筑外窗（包括透明幕墙）的窗墙面积比应符合下列规定。

1.建筑体形系数应符合表5.2.2的规定。

表5.2.2 严寒和寒冷地区公共机构建筑体形系数

|  |  |
| --- | --- |
| 单栋建筑面积A（m2） | 建筑体形系数 |
| 300<A≤800 | ≤0.50 |
| A＞800 | ≤0.40 |

2.窗墙面积比应通过性能化设计方法通过优化分析计算确定，建筑各个朝向的透明幕墙的面积不大于50%。

3.甲类建筑单一立面的窗墙面积比不超过70%，且屋顶透光部分与屋顶总面积比不超过20%；乙类建筑单一立面窗墙面积比均不超过60%，且屋顶透光部分与屋顶总面积比不超过20%。

【条文说明】

 严寒、寒冷地区建筑体形对建筑采暖能耗的影响很大。建筑体形系数越大，单位建筑面积对应的外表面面积就越大，相应建筑物各部分围护结构传热系数和窗墙面积比不变条件下，传热损失就越大。提出体形系数要求的目的，是为了减少建筑冬季的热损失。一般来说建筑单位面积对应的外表面积越小，外围护结构的热损失越小，因此，从降低建筑能耗的角度出发，应该将体形系数控制在一个较低的水平。

 窗墙面积比越大，供暖和空调能耗也越大。因此，从降低建筑能耗的角度出发，必须限制节能建筑窗墙面积比值。窗墙面积比的优化分析既要从全年气候特点出发考虑窗墙面积比对建筑供热供冷需求的影响，同时应兼顾开窗面积对自然通风和采光效果的影响。

 由于公共建筑形式多样化和使用者需求的提高，许多公共建筑设计有室内中庭，希望在建筑的内区有一个通透明亮，具有良好的微气候及人工生态环境的公共空间。因此，在屋面上开天窗的建筑越来越多。屋顶上开设天窗，能够为建筑带来充足采光、自然空气以及广阔视野，改善居住建筑功能，将给予它们更长的使用寿命，以及提高它们的使用价值，为我们创造更加明亮的生活空间。

 对天窗面积和天窗热工性能也要有一定的要求，因为天窗面积太大，或天窗热工性能差，建筑物能耗会加大，对节能是不利的，因此对天窗的面积和热工性能要予以控制。

**5.2.3**夏热冬冷、夏热冬暖地区建筑外窗（包括透明幕墙）的窗墙面积比、遮阳系数等指标应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的有关规定。

【条文说明】

夏热冬冷、夏热冬暖地区夏季东西朝向和水平面太阳辐射强度可高达600~1000W/m2以上，阳光直射到室内，窗和透明幕墙的太阳辐射得热使夏季增大了空调负荷，冬季则减小了采暖负荷。同时还会产生眩光影响日常工作和学习。所以，应采取适宜的遮阳措施，防止直射阳光的不利影响，如窗外侧遮阳卷帘、百叶等活动式的外遮阳，能兼顾冬夏，根据建筑受太阳辐射的得热情况进行调节。

5.2.4夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区的建筑南向、西向、东向外窗（包括透光幕墙）应设置外遮阳设施。

【条文说明】

在夏季，太阳辐射是导致公共机构建筑室内环境过热和空调能耗的主要原因。甚至在冬季，个别朝向房间也有可能出现过热现象。建筑群体之间的相互遮阳的遮阳效果可通过场地规划日照分析进行测算。

建筑遮阳设施应与建筑立面造型和门窗洞口构造一体化设计，应结合建筑外窗和透光幕墙的装饰和构造设计，根据朝向合理设置水平、垂直、挡板或百叶等遮档太阳辐射的构件。

活动式外遮阳能够兼顾建筑冬夏两季对阳光的不同需求，展开或关闭后可以有效地遮挡进入外窗（透明幕墙）的太阳辐射，可以方便快捷的控制透过窗户的太阳辐射热量，从而降低能耗和提高室内热环境的舒适性。双层幕墙中安装的活动百叶可以视为活动外遮阳。

5.2.5建筑的空间组织和门窗洞口的设置应有利于过渡季和夏季自然通风以及所需功能空间的天然采光，应进行自然通风和天然采光专项优化设计。

【条文说明】

公共建筑种类繁多，节能专项优化设计和分析（不包括权衡判断）是一种以控制建筑整体能耗为目标的性能化设计方法和过程。根据不同地区的气候条件和建筑功能及使用特点，利用科学的计算方法和软件，进行技术经济的优化和分析或方案对比，使其可以充分发挥和提高节能技术的作用和效益。

1.自然通风和天然采光的专项优化设计和分析是充分利用自然条件的被动式设计方法，应优先采用；在建筑设计中，建筑空间布局、剖面设计和门窗洞口的设置应有利于夏季和过渡季节自然通风，减小自然通风的阻力，并有利于组织穿堂风。可采取诱导气流、促进自然通风的措施，如导风墙、拔风井等以促进室内自然通风的效率。通风方式与对应的空气流速符合表2-1-15的指标要求。

表2-1-15 空气流速指标与通风要求

|  |  |
| --- | --- |
| 通风方式 | 空气流速 |
| 机械通风 | 1.夏季空调室内空气流速不大于0.3m/s；2.冬季采暖室内空气流速不大于0.2m/s； |
| 自然通风 | 空气流速在0.3m/s～0.8m/s之间； |

2.天然采光一方面可以提高建筑室内的环境质量，另一方面也可以降低建筑的照明能耗。在公共机构建筑规划和设计时，应进行天然采光专项优化设计和分析模拟，有利于合理采用天然采光措施。

天然采光技术还可指利用导光管、采光天窗、采光窗井等。导光管是通过室外的采光装置捕获室外的自然光，并将其导入系统内部，然后经过光导装置反射并强化后，由漫射器将自然光均匀导入室内有效利用自然光的装置。不但地下室可以采用，地面以上没有外窗的大进深功能空间（例如：商业场所和走道等）也可以使用，且节能潜力更大。

反射高窗是在窗的顶部安装一组镜面反射装置，阳光射到反射面上经过一次反射，到达房间内部的天花板，利用天花板的漫反射作用，反射到房间内部。反射高窗可减少直射阳光的进入，充分利用天花板的漫反射作用，使整个房间的照度和照度均匀度均有所提高。

**5.2.6**严寒、寒冷地区公共机构建筑应采取减少冬季冷风渗透的措施，北、东、西朝向人员出入频繁的外门应设置门斗、双层门、空气幕或旋转门等减少冷风渗透的措施。夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区建筑的外门应采取保温隔热措施。

【条文说明】

公共机构的性质决定了它的外门开启频繁。在冬季，外门的频繁开启造成室外冷空气大量进入室内，导致采暖能耗增加和室内热环境的恶化。设置门斗、前室或其它减少冷风渗透的措施可以避免冷风直接进入室内，在节能的同时，提高建筑的热舒适性。

5.3围护结构热工性能

**5.3.1**严寒、寒冷和夏热冬冷地区，围护结构保温性能的确定应遵循性能化设计原则，通过能耗模拟计算进行优化分析后确定。应选用高性能保温材料，采用热惰性大的重质墙体和复合墙体结构。不同地区围护结构平均传热系数（K）和透光围护结构太阳得热系数参考值见表5.3.1.

表5.3.1-1 非透光围护结构平均传热系数（K）参考值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K（W/m2 K） | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 | 夏热冬暖地区 | 温和地区 |
| 外墙、屋面 | ≤0.20 | ≤0.25 | ≤0.35 | ≤0.40 |
| 地面 | ≤0.25 | ≤0.35 | —— |

表5.3.1-2外窗（包括透光幕墙）传热系数（K）和太阳得热系数（SHGC）值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性能参数 | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 | 夏热冬暖地区 | 温和地区 |
| 传热系数K（W/(㎡·K)） | ≤1.2 | ≤1.5 | ≤2.2 | ≤2.8 | ≤2.2 |
| 太阳得热系数SHGC | 冬季 | ≥0.45 | ≥0.45 | ≥0.40 | -- | -- |
| 夏季 | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.15 | ≤0.15 | ≤0.30 |

注：太阳得热系数为包括遮阳构件（不含内遮阳构件）的综合太阳得热系数。

【条文说明】

对外墙保温方式和材料的选择，对构造热桥的处理、对透光围护结构玻璃和型材的配置以及对围护结构隔热和防潮的专项设计和分析可以提高建筑围护结构的性价比和节能效果；注重保温性能的同时，超低能耗建筑还应采用热惰性大的重质复合墙体结构，提高围护结构的隔热性能。围护结构热惰性越大，建筑物内表面温度受外表面温度波动影响越小。

本条参数为建筑设计参考值，最终方案应按性能化设计优化结果确定。

**5.3.2**外门窗应有良好的气密、水密及抗风压性能。依据国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106，其气密性等级不应低于8级、水密性等级不应低于6级、抗风压性能等级不应低于9级。严寒、寒冷地区透光幕墙的气密性能应达到现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086规定的3级。

【条文说明】

 透光围护结构保温性能，必须对幕墙围护结构的保温隔热、冷凝等热工性能进行明确的规定，由于透明幕墙的气密性能对建筑能耗也有较大的影响，为了达到节能目标，本条文对透明幕墙的气密性作了明确的规定。根据现行国家标准《建筑幕墙》GB/T21086-2007，建筑幕墙开启部分气密性3级对应指标为1.5≥qL[m3/(m·h)]＞0.5，建筑幕墙整体气密性3级对应指标为1.2≥qA[m3/(m2·h)]＞0.5。

应提高透光和非透光幕墙整体保温性能,为提升透明幕墙的保温性能，应根据所设定的幕墙隔热保温、遮阳控光、避免光污染、隔声和自然通风等性能要求以及分格装饰要求，选择其窗体多腔体铝型材断面构造、埋件、转接件、五金配件及锁具隔热构造、自然通风间层（器）或开启扇构造、幕墙复合遮阳设施构造、多层多腔复合玻璃的选择以及构件导水构造等。

非透光幕墙板与保温材料之间设有空气层空隙，可形成缓冲功能的空腔，如运用恰当能够大幅提高建筑围护结构的传热系数，提高保温性能。同时，非透明幕墙对于保温层和墙体的防水导水至关重要，应设置防水层和幕墙导水构造，避免雨水渗漏造成保温层的破坏。

**5.3.3** 当公共建筑入口大堂采用全玻幕墙时，全玻幕墙中非中空玻璃的面积不应超过同一立面透光围护结构面积的10%，且应按同一朝向立面透光面积（含全玻幕墙面积）加权计算平均传热系数。

【条文说明】

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宜超过同一朝向的门窗和透明玻璃幕墙总面积的10% ，并可按同一朝向的门窗玻璃幕墙按面积计权计算平均传热系数。如一高层幕墙建筑：底层非中空幕墙面积为10% 的同一朝向面积，一般幕墙玻璃取低辐射的中空玻璃K=1.6（构造6+15A+6 ，辐射率e=0.1，空气），幕墙的传热系数K=2.1（断热铝合金框K=3.4，窗框比=20%）；底层单玻 10厚，K=6 左右；计算朝向（单玻部分 10% ）平均传热系数K=2.1×0.9+6×0.1=2.5；符合窗墙比50%以下的甲类建筑的要求。

**5.3.4**  夏热冬冷、夏热冬暖地区建筑屋面（包括植被绿化屋面）、外墙外表面材料太阳辐射吸收系数小于0.5。

【条文说明】

建筑屋面、外墙外表面材料太阳辐射吸收系数直接影响围护结构外表面综合温度和围护结构的热稳定性，建筑屋面、外墙外表面材料太阳辐射吸收系数越小，越有利于降低屋面、外墙外表面综合温度，从而提高了其隔热性能。

在我国夏热冬冷和夏热冬暖地区，采用蒸发屋面和植被绿化屋面一种生态型的被动蒸发降温技术措施，具有优良的保温隔热性能。

**5.3.5**严寒和寒冷地区公共机构建筑围护结构热工性能应分别符合表表5.3.5中相关规定：

表5.3.5-1 严寒和寒冷地区A、B区甲类公共机构建筑围护结构热工性能限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 围护结构部位 | 体形系数≤0.30 | 0.30＜体形系数≤0.50 |
| 传热系数 *K*[W/(m2·K)] |
| 屋面 | ≤0.2 | ≤0.18 |
| 外墙(包括非透光幕墙) | ≤0.27 | ≤0.25 |
| 底面接触室外空气的架空或外挑楼板 | ≤0.27 | ≤0.25 |
| 地下车库与供暖房间之间的楼板 | ≤0.36 | ≤0.36 |
| 非供暖楼梯间与供暖房间之间的隔墙 | ≤0.86 | ≤0.86 |
| 单一立面外窗(包括透光幕墙) | 窗墙面积比≤0.20 | ≤2.1 | ≤2 |
| 0.20＜窗墙面积比≤0.30 | ≤2.0 | ≤1.9 |
| 0.30＜窗墙面积比≤0.40 | ≤1.8 | ≤1.7 |
| 0.40＜窗墙面积比≤0.50 | ≤1.6 | ≤1.5 |
| 0.50＜窗墙面积比≤0.60 | ≤1.4 | ≤1.3 |
| 0.60＜窗墙面积比≤0.70 | ≤1.3 | ≤1.2 |
| 0.70＜窗墙面积比≤0.80 | ≤1.2 | ≤1.1 |
| 窗墙面积比＞0.80 | ≤1.1 | ≤1 |
| 屋顶透光部分(屋顶透光部分面积≤20%) | ≤1.57 |
| 围护结构部位 | 保温材料层热阻 *R*[(m2·K)/W] |
| 周边地面 | ≥1.54 |
| 供暖地下室与土壤接触的外墙 | ≥1.54 |
| 变形缝（两侧墙内保温时） | ≥1.68 |

表表5.3.5-2 严寒和寒冷地区C区甲类公共机构建筑围护结构热工性能限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 围护结构部位 | 体形系数≤0.30 | 0.30＜体形系数≤0.50 |
| 传热系数 K [W/(m2·K)] |
| 屋面 | ≤0.2 | ≤0.18 |
| 外墙(包括非透光幕墙) | ≤0.27 | ≤0.25 |
| 底面接触室外空气的架空或外挑楼板 | ≤0.27 | ≤0.25 |
| 地下车库与供暖房间之间的楼板 | ≤0.36 | ≤0.36 |
| 非供暖楼梯间与供暖房间之间的隔墙 | ≤0.86 | ≤0.86 |
| 单一立面外窗(包括透光幕墙) | 窗墙面积比≤0.20 | ≤2.1 | ≤2 |
| 0.20＜窗墙面积比≤0.30 | ≤2.0 | ≤1.9 |
| 0.30＜窗墙面积比≤0.40 | ≤1.8 | ≤1.7 |
| 0.40＜窗墙面积比≤0.50 | ≤1.6 | ≤1.5 |
| 0.50＜窗墙面积比≤0.60 | ≤1.4 | ≤1.3 |
| 0.60＜窗墙面积比≤0.70 | ≤1.3 | ≤1.2 |
| 0.70＜窗墙面积比≤0.80 | ≤1.2 | ≤1.1 |
| 窗墙面积比＞0.80 | ≤1.1 | ≤1 |
| 屋顶透光部分(屋顶透光部分面积≤20%) | ≤1.57 |
| 围护结构部位 | 保温材料层热阻 R[(m2·K)/W] |
| 周边地面 | ≥1.54 |
| 供暖地下室与土壤接触的外墙 | ≥1.54 |
| 变形缝（两侧墙内保温时） | ≥1.68 |

表5.3.5-3 严寒和寒冷地区乙类公共机构建筑屋面、外墙、楼板热工性能限值

|  |  |
| --- | --- |
| 围护结构部位 | 传热系数 K[W/(m2 ·K)] |
| 严寒 A、B 区 | 严寒 C 区 | 寒冷地区 |
| 屋面 | ≤0.24 | ≤0.31 | ≤0.38 |
| 外墙(包括非透光幕墙) | ≤0.34 | ≤0.38 | ≤0.45 |
| 底面接触室外空气的架空或外挑楼板 | ≤0.38 | ≤0.42 | ≤0.5 |
| 地下车库和供暖房间与之间的楼板 | ≤0.5 | ≤0.63 | ≤0.9 |

表5.3.5-4 严寒和寒冷地区乙类公共机构建筑外窗(包括透光幕墙)热工性能限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 围护结构部位 | 传热系数 K[W/(m2·K)] | 太阳得热系数 SHGC |
| 外窗(包括透光幕墙) | 严寒A、B 区 | 严寒C区  | 寒冷地区 | 寒冷地区 |
| 单一立面外窗(包括透光幕墙) | ≤1.6 | ≤1.76 | ≤2.0 | —— |
| 屋顶透光部分(屋顶透光部分面积≤20%) | ≤1.6 | ≤1.76 | ≤2.0 | ≤0.31 |

【条文说明】

本条文所列参数为严寒和寒冷地区超低能耗公共机构设计时参数选择的最低值。如果按性能化设计优化计算的结果出现部分构件参数不符合本条限值的情况，应按本条文限值采用。

5.4 围护结构构造

**5.4.1** 外窗（门）洞口交接处应提高其构造节点的保温和防水性能，保证窗墙洞口热桥部位的内表面温度不低于设计状态下的室内空气露点温度。

【条文说明】

为减少窗墙之间的缝隙，可通过设置具有保温隔热性能的附加型材等构造措施，使门窗框的加工尺寸与门窗洞口尺寸一致，提高其窗框和洞口尺寸对应的准确度，尺寸偏差不大于5mm；为增加外窗台处节点的保温和防水性能，避免雨水渗漏造成保温层的破坏，外窗台处应设置金属成品窗台板，该窗台板可采用整块热镀锌钢板轧制而成，与门窗框及窗洞口接触的部位采用连续上翻的隔水构造，窗台板外檐采用下翻的排水构造，其与窗框之间的缝隙采用双组份硬泡聚氨酯密封；外窗与墙体内侧安装缝隙处均应粘贴防水隔汽膜，外侧应粘贴防水透汽膜；门窗框与门窗洞口周边的缝隙采用发泡聚氨酯密封。

**5.4.2 应**提高管线（道）穿墙、穿楼板构造节点、设备管道和排风（烟）道构造节点保温性能。

【条文说明】

应提高管线（道）穿墙、穿楼板构造节点保温性能，在结构楼板或墙面施工时，管线（道）穿墙或穿楼板时应将预留孔（穿墙套管）与管线套管之间的缝隙采用岩棉或聚氨酯发泡剂封堵，并在端部采用耐候密封胶进行密封，最后采用抗裂水泥砂浆内置耐碱玻纤网格布一道密封抹平。

应提高设备管道和排风（烟）道构造节点保温性能，伸出屋面外的管道应采取外保温措施或采用具有保温性能(100厚聚氨酯发泡）预制排气管，预埋套管与设备管道（包括屋面雨水管道和女儿墙预留洞口之间的缝隙）之间的缝隙采用气干性聚氨酯发泡填充，并在表面用抗裂耐碱玻纤网格布和抗裂砂浆做抹面处理。对于室内的成品设备管道和排风（烟）道外管道或墙面应粘贴保温板或包裹玻璃棉等保温材料。

**5.4.3应**提高墙体及地面内各类设备管线铺设的构造节点保温和隔声性能。

【条文说明】

应提高墙内电气线路构造节点保温和隔声性能，开关和插座接线盒不得置于外墙，以防止破坏外墙保温性能；电气接线盒和电气预埋管线在敷线后，需用玻璃胶或聚氨酯发泡剂封堵，封堵长度不小于2cm；在相邻房间同一墙体的背向开关和插座接线盒的净距不小于300mm。

**5.4.4** 外墙出挑构件及女儿墙等热桥部位保温层应连续。外墙与屋面热桥部位以及外墙出挑构件热桥部位的热阻与外墙主断面热阻的比值大于0.60。

【条文说明】

对女儿墙等突出屋面的结构体，其双侧和顶面均应设置与外墙同性能的保温层，使屋面和墙面保温层得以连续，避免出现结构性热桥。其顶盖（金属）处应设置保护其保温层的盖板，以防雨水渗漏；盖板（金属）与结构体连接部位，应采取避免热桥的构造措施。

屋面保温层的防水层应延续到女儿墙顶部盖板内，使保温层和防水层得到可靠防护；屋面结构层上，保温层下应设置隔汽层；屋面隔汽层设计及排气构造设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的规定；

应提高外墙出挑构件整体保温性能，外墙出挑构件是建筑中容易产生热桥的部位。把外墙出挑构件与外墙断开，采用悬挑梁作为板体的结构支撑构件。这样可以使外墙外保温连续设置（仅有露台梁与主体结构连接），从而大幅度地减少主体结构热桥。同时，阳台顶板、地面和封边板处应粘贴保温板，形成封闭连续的保温层。

可在屋面铺设隔热降温涂料，其具有明显的降温效果，融反射、辐射和隔热三种降温机理于一体。可将屋面表面温度大幅度降低，极大降低建筑夏季制冷能耗，同时具有优良的耐候性、耐水性、耐玷污性和耐洗刷性。

**5.4.5**应提高非供暖空间和供暖空间之间的隔墙、供暖层下和地下室非供暖空间的顶板及变形缝，供暖地下室与土壤接触的外墙的热工性能，并宜满足本标准表5.3.5要求。

【条文说明】

应提高地下室整体保温性能，严寒和寒冷地区，无地下室的建筑首层地面应采取保温措施，设有地下室的建筑除应在建筑首层地面采取保温措施外，还应在地下室顶板粘贴保温板；为隔断地下室穿墙管道与墙体之间的热桥，管道除应严格做好防水处理外，所有穿外墙的管道与套管之间的净距不小于100mm，以便聚氨酯发泡保温层有足够的厚度来防止穿墙管道与地下外墙之间发生热传递。

**5.4.6** 外墙的各类设备设施和雨落管的龙骨、支架等可能导致热桥的部件安装处，均应采取防热桥构造处理。应在外墙上预埋断热桥的锚固件，增设隔热间层及使用非金属材料。

【条文说明】

 提高构件安装构造节点保温性能，为消除与外墙连结的金属构件与墙体接触部位所产生的热桥，凡是与外围护结构接触的各类设备设施支架、雨落管支架等节点部位，均必须做防热桥处理。技术措施：金属支架与墙体之间加两层15mm 厚的塑钢隔热板，作为防热桥垫板。

1. 用能系统

6.1 一般规定

**6.1.1**供冷供热系统冷热源应综合考虑经济技术因素进行性能参数优化和方案比选，并应符合下列规定：

1 严寒地区分散供暖时，宜采用燃气供暖炉；当集中供暖时，宜以市政供热、地源热泵、工业余热或生物质锅炉为热源，并采用低温供暖方式。有峰谷电价的地区，可利用夜间低谷电蓄热供暖；

2 寒冷地区宜采用地源热泵或空气源热泵；

3 夏热冬冷地区和夏热冬暖地区宜采用空气源热泵、地源热泵或多联机系统，宜采用如磁悬浮机组等更高能效的供冷系统；

4 优先利用可再生能源，减少一次能源的使用。

【条文说明】供暖供冷系统方案选择和性能参数优化原则

供热供冷系统选择对能耗和投资有显著影响。系统优化是一个多变量的非线性规划问题，具有多目标、多准则的特性，需要对冷热源类型和与其搭配的末端组合进行综合评判。因此，需要充分考虑各类适用系统的性能和投资的相互制约关系，依据所选取的判断准则，综合分析各影响因素间的相对关系，进行供暖供冷系统方案比选。可供的优选方法包括方案比较法、灰色物元法、层次分析法等。具体比选时应以仿真分析为手段，获取全工况、变负荷下的预期能耗指标，考虑初投资、全寿命期运行费用、环境影响、操作管理难易程度等多方面因素。

由于超低能耗建筑冷热源系统输入能量变小，从集中系统转向更为灵活的分散系统形式，更有利于分区调节和降低运行能耗、节省运行费用。

超低能耗建筑应对供热供冷系统应进行性能参数优化设计，性能参数优化可包括冷热源机组的性能系数、输配和末端系统形式、热回收机组的热回收效率等关键影响因素。在能源需求一定的情况下，需要平衡好机组性能系数提高带来的系统初投资和能耗及运行费用节约的关系，根据经济性评价原则，指导系统最优设计。

**6.1.2** 供热供冷系统设计应符合下列规定：

1 应优先选用高能效等级的产品，并注重系统能效的提高；

2 应有利于直接或间接的利用自然冷热源；

3 应考虑多能互补集成优化；

4 应可根据建筑负荷灵活调节；

5 应兼顾生活热水需求，并尽可能利用太阳能供应热水。

【条文说明】供热供冷系统设计要求

采用高能效等级设备产品有很好的节能效果，所以在超低能耗建筑中应采用采用高能效等级用能设备，除符合国家相关节能标准要求外，还应匹配具体建筑项目的部分负荷下高能效要求，从而优化全年能耗。另外关注设备能效的同时，需要注意提高系统能效，实现真正的节能。

建筑供暖供冷应优先利用可再生能源，减少一次能源的使用。可再生能源主要包括太阳能、地源热泵及空气源热泵等。太阳能系统应优先采用太阳能热水系统，满足采暖或生活热水需求。采用太阳能光伏系统，可直接进一步降低建筑能源消耗。

系统设计时应考虑利用自然冷热源，进一步降低超低能耗建筑的主动冷热源供冷供热量。如在合适条件下，利用室外冷空气或地下冷水满足室内供冷需求。

为加强能源梯级利用，更好的利用能源品位。超低能耗建筑宜按照不同资源条件和用能对象建设一体化集成功系统，实现多能源协同供应和综合梯级利用，实现太阳能、热泵与常规能源系统的集成及优化运行。

如采用天然气热电联供相比于直接燃烧供热更高的一次能源效率，以及基于可再生能源或低品位热源的“低温供热、高温供冷”的高效功能方式等。

供热系统选择时，除满足供暖和新风处理要求外，应兼顾生活热水需求，并尽可能利用太阳能供应热水。

**6.1.3**应根据其冷热负荷特征，选取适宜的除湿技术措施。

【条文说明】

应根据其冷热负荷特征，对其除湿问题进行专项设计，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冻除湿方法带来的新风再热情况。可替代的技术措施包括液体除湿、固体吸附式除湿、转轮除湿和mo5法除湿等。

**6.1.4**应设置新风热回收系统，新风热回收系统设计应考虑全年运行的合理性及可靠性。

【条文说明】新风热回收系统设置原则

设置高效新风热回收系统，通过回收利用排风中的能量降低建筑供暖供冷需求及供暖供冷系统容量，实现建筑超低能耗目标，是超低能耗建筑的主要特征之一。超低能耗建筑由于通过其良好的围护结构及气密性等设计，可有效地降低建筑的冷热负荷及全年能耗。冬季供暖时依靠建筑内的被动得热，其供暖需求可进一步降低，这使得仅仅使用高效新风热回收系统，不用或少用辅助供暖系统成为可能。

高效新风热回收系统通过排风和新风之间的能量交换，回收利用排风中的能量，进一步降低供暖供冷需求，是实现超低能耗目标的必要技术措施。

新风机组能量回收系统设计时，应进行经济技术分析，选取合理技术方案。新风机组宜设置旁通模式，可实现当室外空气温度低于室内温度时，进行直接利用新风系统进行通风满足室内供冷需求。

工程应用中对卫生间排风有回收后排放和直接排放两种方式，设计时应根据卫生间排风的使用时间、对节能的量化分析和热回收装置结构特点，综合考虑确定。

6.2 能源系统优化

**6.2.1** 公共机构超低能耗建筑宜优先使用多能互补系统。

【条文说明】公共机构超低能耗系统优先采用多能互补系统主要基于以下三点：

超低能耗建筑的本质为降低建筑使用能源消耗，降低建筑使用过程中能源部分运行费用。多能互补系统能最大限度的发挥各种资源的优势，采用能源互补耦合的方式，最大程度的降低能源消耗和运行费用。

公共机构类建筑较普通公共建筑一般建筑体量较大，负荷强度也较大，使用时间一般也较长。多能互补系统能发挥各种能源的优势，优化资源配置。

多能互补系统中，高能效的资源一般成本投入较大，一般能效的资源多数成本相对较小，若全部按照极端负荷配置较高能效资源系统投资较大。尤其对于超低能耗类项目，负荷不论是强度还是延续时间都明显较小，多能互补系统能保证在不明显降低系统能效的前提下大规模降低项目一次投资。

**6.2.2** 在多能互补系统设计前，应对周边资源情况有较为详细的调研，对关键指标应获取一定周期的动态数据。

【条文说明】

多能互补系统应用的核心为发挥各种能源的互补优势，综合利用，深度融合。设计多能互补系统前，应对公共机构周边资源情况有较为详尽的调研，获取关键量化数据。应重点获取与项目相关的电力、燃气、市政以及浅层地温能资源、太阳能资源等可再生资源数据，为方便后续低能耗建筑能源方案制定，应获取相关动态数据，进而科学合理的确定多能互补方案中设备配置和运行策略，确保超低能耗指标的实施。

**6.2.3** 对于公共机构超低能耗建筑中的多能互补系统应采用动态负荷模拟计算软件进行全年逐时负荷计算，应重点结合建筑负荷特点，进行系统能耗和运行费用费用分析，经综合比较后确定系统配置和运行策略。

【条文说明】

对于多能源系统，结合动态负荷数据制定合理方案是能源系统高能效的关键。对于以降低运行能耗为目标的超低能耗建筑项目，动态建筑负荷数据就更为重要。提高系统能效是超低能耗建筑的关键技术途径，因此应结合建筑负荷特点，进行多能源系统的优化配置，进行多方案动态比选，必要时进行系统仿真，得出系统运行逐时数据，求解系统最优化配置和运行策略。

**6.2.4**多能互补系统设计方案应重点突出互补性和可再生能源利用。

【条文说明】

多能互补系统在超低能耗建筑中应用应重点突出各种能源的互补性，应实现多能种间“1+1>2”的产出效果，这主要取决于机组与负荷的匹配，即针对不同用户的负荷情况，通过分析全年负荷变化情况来选择系统各装置的机组容量，并对选定的机组配置方案进行优化分析，尽量提高能源利用率。

同时多能互补系统应最大限度的利用可再生能源，可再生能源的深度利用也是超低能耗指标实现的重点途径。因此，在方案确定时，应发挥多能源系统优势，在不显著降低经济性的前提下，优先利用可再生资源，重点提升可再生能源利用比例。

**6.2.5** 公共机构超低能耗建中多能互补系统建成后应对关键数据监测，应基于监测数据逐年进行后评估并得出系统运行优化建议。

【条文说明】

根据目前多能互补项目运行的经验来看，由于系统形式相对复杂且运行中边界条件多变，设计阶段的很多预设前提往往难以实现。在实际运行过程中，应重点搜集系统关键运行数据，逐年对运行数据展开分析，优化现有运行方案，逐步降低系统运行能耗。对于超低能耗类项目更是如此，根据国内目前采用多能互补系统的超低能耗建筑项目的经验来看，个别项目在优化运行后，建筑能效在较好的前提下仍然可以提升20%以上。公共机构类项目，能源系统优化运行的潜力价值更大。

而且，一般来说，对于超低能耗建筑这类重点关注能耗指标的项目，能源系统的运行优化应该是一个长期的过程，即应逐年监测和优化运行。

6.3 用电设备

**6.3.1** 应选择高效节能光源和灯具，宜选择LED光源，且其色容差、色度等指标应满足国家相关标准要求。

【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，建议在超低能耗建筑设计时选用,但是目前发光二极管灯在性能稳定性、一致性方面还存在一定的缺陷，超低能耗建筑应在保障视觉健康的同时降低照明能耗，在光源颜色的选取上应满足《建筑照明设计标准》GB50034-2013要求。

**6.3.2**应采用智能照明控制系统。

【条文说明】照明控制系统要求。

公共机构超低能耗建筑宜采用智能照明控制系统，实现低能耗运行。智能照明控制系统中应设置包含但不限于照度、人体存在等感应探测器。针对走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、卫生间、停车库等公共区域场所的照明，应优先选择就地感应控制，其次为集中开关控制，以保证安全需求。针对大房间、开放式办公房间、报告厅、多功能、多场景场所的照明，进行智能照明控制，照明设备应根据人员状态自动调整灯具开关状态，同时根据室内功能需求及环境照度参数，自动调节灯具亮度值，以满足环境设计标准。

**6.3.3** 电梯系统应采用节能的控制及拖动系统：当设有两台及以上电梯集中排列时，应具备群控功能；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；宜采用变频调速拖动方式，高层建筑电梯系统可采用能量回馈装置。

【条文说明】

电梯能耗是在建筑能耗的主要组成部分。公共机构超低能耗建筑不宜选用电梯能效等级低于3级的电梯。选择电梯时，应合理确定电梯的型号、台数、配置方案、运行速度、信号控制和管理方案，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耗回馈装置，可进一步降低电梯能耗，从经济效益上考虑，推荐在楼层较高、梯速较高、电梯运行频率较高的超低能耗建筑中使用。

1. 可再生能源利用

7.1 一般规定

**7.1.1** 公共机构超低能耗建筑的用能应通过对当地环境资源条件和技术经济的分析，结合国家相关政策，优先选择合适的可再生能源。

【条文说明】

7.1.1 可再生能源利用法律法规要求。

《中华人民共和国可再生能源法》第二条规定：可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。由于太阳能、浅层地热能在建筑中应用的比较普遍，本标准中重点对太阳能热利用、太阳能光伏系统和地源热泵系统的相关要求技术要求进行规定。

《民用建筑节能条例》第四条规定：国家鼓励和扶持在新建建筑和既有建筑节能改造中采用太阳能、地热能等可再生能源。在具备太阳能利用条件的地区，有关地方人民政府及其部门应当采取有效措施，鼓励和扶持单位、个人安装使用太阳能热水系统、照明系统、供热系统、采暖制冷系统等太阳能利用系统。第二十条规定：对具备可再生能源利用条件的建筑，建设单位应当选择合适的可再生能源，用于采暖、制冷、照明和热水供应等。

在进行公共机构超低能耗建筑设计时，应根据《中华人民共和国可再生能源法》和《民用建筑节能条例》等法律法规，在对当地环境资源条件的分析与技术经济比较的基础上，结合同家与地方的引导与优惠政策，优先选择合适的可再生能源用于采暖、制冷、照明和热水供应等。

**7.1.2** 公共机构超低能耗建筑可再生能源系统的建设，应遵循安全、适用、经济、绿色的原则。

【条文说明】

 本条规定了公共机构超低能耗建筑可再生能源系统的规划设计的基本原则。

根据《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（2016年2月6日）的要求，建筑规划设计中应贯彻“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针。可再生能源系统的建筑应用作为建筑的组成部分，应该服从建筑规划设计的要求。

“安全”是指可再生能源建筑应用需满足建筑结构承重要求，同时满足防冻、防雷、防雹、防过热、抗风、抗震和电气安全。“适用”是指可再生能源的选择要因地制宜，满足用户使用需求，同时要满足设备安装、运行维护的要求。“经济”是指可再生能源系统的全寿命期成本最低。“美观”是指可再生能源系统的规划设计要与建筑主体工程统一规划，与周围环境相协调，体现地方文化特色之美。“绿色”是指可再生能源系统的建设过程中要满足节能、节水、节地、节材和环保的要求。

**7.1.3** 公共机构超低能耗建筑可再生能源系统的建设，应与建筑主体工程统一规划、同步设计、同步施工、同步验收，与建筑工程同步投入使用。

【条文说明】

可再生能源系统的规划、设计、施工及验收的基本技术要求。

《民用建筑节能条例》第二十条规定：对具备可再生能源利用条件的建筑，建设单位应当选择合适的可再生能源，用于采暖、制冷、照明和热水供应等；设计单位应当按照有关可再生能源利用的标准进行设计。建设可再生能源利用设施，应当与建筑主体工程同步设计、同步施工、同步验收。

在规划设计阶段将可再生能源资源利用纳入建筑工程的规划设计统筹考虑，有利于实现多种能源资源的优化配置和综合高效利用，从源头降低能源资源消耗。

**7.1.4** 公共机构建筑的可再生能源系统应设置监测、计量与控制装置。

【条文说明】

公共机构建筑可再生能源监测与计量要求。

《公共机构节能条例》第十四条规定：公共机构应当实行能源消费计量制度，区分用能种类、用能系统实行能源消费分户、分类、分项计量，并对能源消耗状况进行实时监测，及时发现、纠正用能浪费现象。

公共机构建筑设置可再生能源系统监测、计量及控制装置，可以实时监测可再生能源系统的产能、运行效率及运行状态参数，为可再生能源系统的节能、环境效益评估和优化运行管理提供条件。

**7.1.5** 公共机构超低能耗建筑可再生能源系统的规划、设计、施工、验收与运行管理，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】

本标准与现行国家、行业标准的衔接。

可再生能源系统的规划、设计、施工、验收与运行管理中，各环节已有许多相关的国家、行业标准规范，在公共机构可再生能源系统建设过程中仍应遵守，尤其是相应的强制性条文。当各标准要求不一致时，按照要求标准高的执行。相关标准包括但与限于以下标准：《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801、《建筑给水排水设计规范》GB50015、《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364、《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713、《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495、《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787、《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203、《建筑太阳能光伏系统设计与安装》16J908-5、《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》（CECS 418:2015）、《光伏系统并网技术要求》GB/T19939、《光伏发电工程验收规范》（GB/T 50796-2012）、《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366等。

**7.1.6** 公共机构超低能耗建筑可再生能源的应用应当充分考虑地区的适用性条件，选择合理的能源形式。同等条件下太阳能与空气源热泵应当作为优先的能源形式，在农村地区可采用生物质燃料进行供暖。

【条文说明】

我国幅员辽阔，不同地区气候环境与资源条件差异较大。例如，《民用建筑设计通则》中将我国建筑气候区划分为7个主气候区、20个子气候区。而根据年辐照量的不同，我国的太阳能资源可划分为四类地区。由此可见，在可再生能源利用系统设计时，一定要充分考虑当地的气候以及资源等实际条件，选择最合适的利用方式。

在各种能源形式中，太阳能由于其清洁可再生、只需消耗少量电能用于能量输配的特点，被认为是一种重要的可再生能源形式，在实际应用中应当优先考虑。热泵系统由于其较高的能效比，可有效减少系统能源消耗。特别是空气源热泵安装便捷、投资较低，十分适合夏热冬冷及寒冷地区的制冷与采暖工程。生物质锅炉由于需要燃烧生物质燃料，而其本质上仍属于锅炉范畴，故不建议在城市地区的公共建筑中使用。但对于农村地区而言，因地制宜地采用生物质锅炉，既可以缓解过去农作物废料（秸杆等）随意燃烧造成的环境问题，又可以产生一定的经济效益，是一种值得推广的清洁能源形式。

7.2 太阳能热利用

**7.2.1** 公共机构超低能耗建筑太阳能热利用系统，应优先采用太阳能热利用与建筑一体化系统，并满足国家现行相关标准的要求。

【条文说明】

7.2.1本条规定了太阳能热利用系统建筑一体化的要求。

太阳能热利用系统的形成主要包括太阳能热水系统、太阳能供暖系统、太阳能空调系统或以上三种系统的组合。

太阳能热利用与建筑一体化是太阳能应用的发展方向，应根据建筑功能、太阳能资源条件、用户的供暖、供冷、生活热水负荷需求特点、周边环境及安装条件等，合理选择太阳能热利用一体化类型、安装位置、安装方式，尽可能做到与建筑物的外围护结构、建筑风格、立面色彩及周围环境协调一致，使之成为建筑的有机组成部分。

太阳能热利用系统安装在建筑屋面、立面、阳台或建筑其他部位时，不得影响该部位的建筑功能。太阳能热利用与建筑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参数应满足相关标准的规定；太阳能热利用与建筑一体化构件安装在建筑透光部位时，应满足建筑物室内采光相关标准要求；太阳能热利用与建筑一体化构件不应影响建筑通风换气的要求；同时，太阳能热利用与建筑一体化构件不应降低周边建筑的日照标准，并尽可能降低对周边建筑的热污染和光污染。

**7.2.2** 太阳能热水系统集热器总面积计算应符合下列规定：

  **1** 直接式太阳能热水系统集热器总面积可根据用户的每日用水量、冷热水温差、常规能源有效替代率、系统热损比、集热面上的年平均太阳日太阳辐射量、集热器年平均集热效率确定，并按下式计算：

 （7.2.2-1）

式中——直接式太阳能热水系统集热器总面积，m2；

——水的定压比热容，取4.2kJ/(kg·℃)；

——日均用水量，kg/天；

——热水温度，居民生活热水使用温度约为40℃；

——冷水的计算温度，以当地最冷月平均水温资料确定，℃；

——太阳能热水系统常规能源有效替代率，根据系统使用期内的太阳辐照量、系统经济性及用户要求等因素综合考虑确定，宜为30%~80%；

——太阳能热水系统热损比，根据经验取值为0.2~0.3；

——集热器采光面上的年平均日太阳辐照量，kJ/(m2·天)；

——太阳能集热器平均集热效率，应根据所选产品的实际测试效率确定，当无测试效率时可按经验取值0.25~0.50。

**2** 间接式太阳能热水系统集热器总面积按照下式计算：

 （7.2.2-2）

式中——太阳能热水间接系统集热器总面积，m2；

——太阳能热水直接系统集热器总面积，m2；

——太阳能热水系统集热器总热损系数，W/(m2·℃)；

 对于平板型集热器，宜取4~6 W/(m2·℃)；

 对于真空管集热器，宜取1~2 W/(m2·℃)；

 具体数值应根据集热器产品的测试结果确定；

——换热器传热系数，根据所选产品样本参数确定，W/(m2·℃)；

——换热器换热面积，m2。

【条文说明】

7.2.2 太阳能热水系统集热器总面积的计算方法。

按照太阳能集热系统传热类型，集热器分为直接式和间接式两种，因此太阳能热水系统集热器总面积分两类计算。

根据标准编制单位对大量的居民生活热水使用情况的调研发现，居民实际用水量为20~40L/（人·d），远低于《建筑给水排水设计股份》GB50015规定的40~100L/（人·d），因此，“日均用水量”应根据气候特征、建筑类型、用户用热水特点等各种因素，合理确定人均日用热水量，再根据建筑人数、同时使用率等因素综合确定。

根据标准编制单位对大量的居民生活热水使用情况的调研发现，居民实际用热水温度在38~43℃，远低于《建筑给水排水设计股份》GB50015规定的60℃给水温度。因此，本标准根据实际调研情况，建议居民用热水温度按照40℃选取。

太阳能热水系统常规能源有效替代率，反映的是太阳能集热系统产生的热量中被用户有效利用量占用户总热水负荷的比例。根据实际太阳能热水工程项目的调研结果，太阳能热水系统常规能源有效替代率在30%~80%时是比较经济合理的，不同城市应根据当地的太阳能资源条件、系统经济性及用户要求等因素综合考虑确定。

太阳能热水系统热损比，反映的是太阳能热水系统的贮热水箱及管路产生的热损失占用户总热水负荷的比例，太阳能热水系统热损比参考《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364确定。

**7.2.3** 太阳能供暖系统集热器总面积计算应符合下列规定：

  **1** 直接式太阳能供暖系统集热器总面积可根据建筑物供暖热负荷、常规能源有效替代率、系统热损比、集热面上的年平均太阳日太阳辐射量、集热器年平均集热效率确定，并按下式计算：

 （7.2.3-1）

式中——直接式太阳能采暖系统集热器总面积，m2；

——建筑物供暖设计热负荷，按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定计算，W；

——太阳能供暖系统常规能源有效替代率，根据系统使用期内的太阳辐照量、系统经济性及用户要求等因素综合考虑确定，宜为20%~80%；

——太阳能供暖系统热损比，按照《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495附录D规定的方法计算，当不需要精确计算时，可按经验值选取：短期蓄热太阳能供暖系统：10%~20%，季节蓄热太阳能供暖系统：10%~15%；

——太阳能集热器采光面上的年平均日太阳辐照量，kJ/(m2·天)；

——太阳能集热器平均集热效率，应根据《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495附录C规定的方法测试和计算确定。

**2** 间接式太阳能供暖系统集热器总面积按照下式计算：

 （7.2.3-2）

式中——间接式太阳能供暖系统集热器总面积，m2；

——直接式太阳能供暖系统集热器总面积，m2；

——集热器总热损系数，根据所选集热器产品的测试结果确定，W/(m2·℃)；

——换热器传热系数，根据所选产品样本参数确定，W/(m2·℃)；

——换热器换热面积，m2。

【条文说明】

7.2.3 太阳能供暖系统集热器总面积的计算方法。

按照太阳能集热系统传热类型，集热器分为直接式和间接式两种，因此太阳能热水系统集热器总面积分两类计算。

太阳能供暖系统常规能源有效替代率，反映的是太阳能集热系统产生的热量中被用户有效利用量占用户总热负荷的比例。太阳能供暖系统常规能源有效替代率应根据系统使用期内的太阳辐照量、系统经济性及用户要求等因素综合考虑确定，经验取值范围参考《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495附录B确定。

太阳能供暖系统热损比，反映的是太阳能供暖系统的蓄热装置及管路产生的热损失占用户总供暖热负荷的比例，太阳能供暖系统热损比参考《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495附录D规定的方法计算。

太阳能集热器平均集热效率，参考《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495附录C规定的方法测试和计算确定。

**7.2.4** 太阳能空调系统集热器总面积计算应符合下列规定：

  **1** 直接式太阳能空调系统集热器总面积可根据建筑物空调负荷、热能驱动常规能源有效替代率、系统热损比、空调设计日集热器采光面上的最大总太阳辐射照度、集热器平均集热效率确定，并按下式计算：

 （7.2.4-1）

式中——直接式太阳能空调系统集热器总面积，m2；

——建筑物供暖设计冷负荷，按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定计算，W；

——热能驱动的冷水机组性能系数，根据设备性能曲线及热水温度范围确定，W/W；

——太阳能空调系统常规能源有效替代率，根据经验取值为10%~50%；

——太阳能空调系统热损比，根据经验取值为0.1~0.2；

——空调设计日集热器采光面上的最大总太阳辐射照度，W/m2；

——太阳能集热器平均集热效率，根据所选集热器产品的测试结果确定，当无测试结果时根据经验值取30%~45%。

**2** 间接式太阳能空调系统集热器总面积按照下式计算：

 （7.2.4-2）

式中——间接式太阳能空调系统集热器总面积，m2；

——直接式太阳能空调系统集热器总面积，m2；

——集热器总热损系数，根据所选集热器产品的测试结果确定，W/(m2·℃)；

——换热器传热系数，根据所选产品样本参数确定，W/(m2·℃)；

——换热器换热面积，m2。

【条文说明】

7.2.4 太阳能空调集热系统集热器总面积的计算方法。

按照太阳能集热系统传热类型，集热器分为直接式和间接式两种，因此太阳能空调系统集热器总面积分两类计算。

热能驱动的制冷机主要包括吸收式和吸附式两种，其制冷性能系数随着热源温度的变化而变化。一般单效溴化锂吸收式机组的热源温度约88~90℃，对应的制冷性能系数COPa约为0.6~0.8；双效溴化锂吸收式机组的热源温度约为120~150℃，对应的制冷性能系数COPa约为1.1~1.3，但需要采用聚光型太阳能集热器；吸附式冷水机组的热源温度约为80~85℃，对应的制冷性能系数COPa约为0.4。

表5 典型项目太阳能空调系统常规能源有效替代率

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 建筑类型 | 项目地点 | 气候区域 | 太阳能空调系统概况 | 太阳能空调系统常规能源有效替 |
| 供冷 | 供暖 |
| 建研院示范楼 | 办公建筑 | 北京 | 寒冷地区 | 1.太阳能集热器：中温真空管型太阳能集热器，采光面积284m2，安装倾角5°，集热系统年平均集热效率为27.5%；2.低温吸收式冷水机组：驱动温度可低至70℃，设计COP为0.7，实际运行年平均COP为0.65。 | 19.9% | 35% |

**7.2.5** 太阳能热利用系统的辅助热源应根据建筑使用特点、用热量、能源供应、维护管理及卫生防菌等因素选择，并宜利用废热、余热等低品位能源。

【条文说明】

7.2.5 太阳能热利用系统辅助热源选择要求。

由于太阳能资源的不稳定性，应设置辅助能源系统，以保障用户需求。辅助能源的选择，应根据当地能源资源条件，尽可能利用工业余热、废热资源。

**7.2.6** 太阳能热利用系统的评价指标及要求应符合下列规定：

**1** 太阳能热利用系统的常规能源有效替代率应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时，应符合表7.2.6-1的规定。太阳能热利用系统的常规能源有效替代率按下列公式计算：

 （7.2.6-1）

 （7.2.6-2）

 （7.2.6-3）

式中、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的常规能源有效替代率；

、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的集热系统得热量，kJ；

、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的管路及贮热装置散热量，kJ；

、、——分别为用户总热水负荷、供暖热负荷、空调冷负荷，kJ；

——热能驱动的冷水机组性能系数，根据设备性能曲线及热水温度范围确定，W/W。

表7.2.6-1 太阳能热利用系统常规能源有效替代率（%）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 太阳能资源区划 | 太阳能热水系统 | 太阳能供暖系统 | 太阳能空调系统 |
| 资源极富区 | ≥60 | ≥50 | ≥40 |
| 资源丰富区 | ≥50 | ≥40 | ≥30 |
| 资源较富区 | ≥40 | ≥30 | ≥20 |
| 资源一般区 | ≥30 | ≥20 | ≥10 |

注：1.太阳能资源区划按照《可再生能源建筑应用工程评价标准》GBT 50801-2013附录B确定。

**2** 太阳能热利用系统的太阳能有效利用率应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时，应符合表7.2.6-2的规定。太阳能热利用系统的太阳能有效利用率按下列公式计算：

 （7.2.6-4）

 （7.2.6-5）

 （7.2.6-6）

式中、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的常规能源有效替代率；

、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的集热系统得热量，kJ；

、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的管路及贮热装置散热量，kJ；

——热能驱动的冷水机组性能系数，根据设备性能曲线及热水温度范围确定，W/W。

表7.2.6-2 太阳能有效利用率（%）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系统类型 | 太阳能热水系统 | 太阳能供暖系统 | 太阳能空调系统 |
| 太阳能有效利用率 | ≥70 | ≥80 | ≥80 |

注：1.太阳能资源区划按照《可再生能源建筑应用工程评价标准》GBT 50801-2013附录B确定。

**3** 太阳能热利用系统的系统热损比应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时，应符合表7.2.7-3的规定。太阳能热利用系统的系统热损比按下列公式计算：

 （7.2.6-7）

 （7.2.6-8）

 （7.2.6-9）

式中、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的系统热损比；

、、——分别为太阳能热水、供暖、空调系统的管路及贮热装置散热量，kJ；

、、——分别为用户总热水负荷、供暖热负荷、空调冷负荷，kJ。

表7.2.6-3 太阳能热利用系统热损比（%）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系统类型 | 太阳能热水系统 | 太阳能供暖系统 | 太阳能空调系统 |
| 系统热损比 | ≤30 | ≤20 | ≤20 |

**4** 太阳能热水系统的吨热水能耗应符合表7.2.6-4的规定，并按照下列公式计算：

 （7.2.6-10）

式中——吨热水能耗，用户每使用一吨热水消耗的常规能源量，kJ/ 吨；

——生活热水系统的常规能源消耗量，根据电表、燃气表分项计量数据确定，当无分项计量数据时，采用能量平衡法计算，kJ；

——用户总热水用量，吨；

——生活热水系统的各种常规能源的实物消耗量，kWh或m3；

——各种能源的低位热值，按照现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589 附录A确定，kJ/ kWh或kJ/m3；

*j*——能源种类，*j*=1, 电；*j*=2 天然气。

表7.2.6-4 吨热水能耗

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 冷热水温差*△t*（℃） | △t=20 | △t=25 | △t=30 | △t=35 |
| 吨热水能耗（kJ/ 吨） | <84 | <105 | <126 | <147 |

**5** 太阳能供暖系统单位热量能耗、太阳能空调系统单位冷量能耗应符合表7.2.6-5，并按照下列公式计算：

 （7.2.6-11）

 （7.2.6-12）

式中——太阳能供暖系统单位热量能耗，即为用户提供1kJ热量所需消耗的常规能源量，kJ/kJ；

 ——太阳能空调系统单位冷量能耗，即为用户提供1kJ冷量所需消耗的常规能源量，kJ/kJ；

、——常规供暖系统、空调系统的常规能源消耗量，根据电表、燃气表、热量表分项计量数据确定，当无分项计量数据时，采用能量平衡法计算，kJ；

、——分别为用户供暖热负荷、空调冷负荷，kJ；

、——供暖系统、空调系统的各种常规能源的实物消耗量，kWh或m3或kgce；

——各种能源的低位热值，按照现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589 附录A确定，kJ/ kWh或kJ/m3或kJ/kgce；

*j*——能源种类， *j*=1, 电；*j*=2，天然气；*j*=3，煤。

表7.2.6-5 单位热量（冷量）能耗

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 常规能源类型 | 单位热量能耗 | 单位冷量能耗 |
| 电 | —— | ≤ |
| 天然气 | ≤ | ≤ |
| 煤 | ≤ | —— |

注：1. 常规供暖系统主要是燃气锅炉和燃煤锅炉，、分别为燃气锅炉、燃煤锅炉的热效率，根据《公共建筑节能设计标准》GB50189规定的限值确定；

2.常规空调系统主要是电制冷机组空调系统，、分别为电制冷空调系统制冷能效比、吸收式制冷空调系统制冷能效比，根据《公共建筑节能设计标准》GB50189规定的限值确定。

**6** 太阳能热利用系统的系统费效比应符合表7.2.6-5的规定，并按照下列公式计算：

 （7.2.6-13）

 （7.2.6-14）

 （7.2.6-15）

式中——太阳能热利用系统的费效比，元/kJ；

——太阳能热利用系统的增加初投资，元；

——太阳能热利用系统每年节约的运行费用，元；

——太阳能热利用系统的常规能源替代量，kJ；

*——*太阳能热利用系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，*Ns*取15年；

*——*基准收益率；

——太阳能热利用系统的集热系统得热量，kJ；

——太阳能热利用系统的管路及贮热装置散热量，kJ；

——常规能源系统运行效率，根据项目适用的常规能源参照现行标准确定；

——各种能源的低位热值，按照现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589 附录A确定，kJ/ kWh或kJ/m3或kJ/kgce；

——各种能源的价格，元/kWh或元/m3或元/kgce；

*j*——能源种类， *j*=1, 电；*j*=2，天然气；*j*=3，煤。

表7.2.6-6 太阳能热利用系统费效比（元/kWh）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系统类型 | 太阳能热水系统 | 太阳能供暖系统 | 太阳能空调系统 |
| 系统费效比 | ≤0.3 | ≤ | ≤ 2 |

注：为项目所在地商业电价。

**7** 太阳能热利用系统的单位减排成本应符合表7.2.7-7的规定，并按照下列公式计算：

 （7.2.6-16）

 （7.2.6-17）

式中——太阳能热利用系统的单位减排成本，元/tCO2；

——太阳能热利用系统的增加初投资，元；

——太阳能热利用系统每年节约的运行费用，元；

——太阳能热利用系统的常规能源替代量，kJ；

*——*太阳能热利用系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，*Ns*取15年；

*——*基准收益率；

——太阳能热利用系统每年减少的二氧化碳排放量，tCO2；

——太阳能热利用系统每年替代的第*j*种常规能源实物消耗量，kWh，m3或kgce；

——各种能源的低位热值，按照现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589 附录A确定，kJ/ kWh或kJ/m3或kJ/kgce；

——各种能源的碳排放因子，kgCO2/kWh或kgCO2/m3或kgCO2/kgce；

*j*——能源种类， *j*=1, 电；*j*=2，天然气；*j*=3，煤。

表7.2.6-7 太阳能热利用系统单位减排成本（元/ kgCO2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系统类型 | 太阳能热水系统 | 太阳能供暖系统 | 太阳能空调系统 |
| 单位减排成本 | ≤0.3  | ≤  | ≤ 2  |

【条文说明】

7.2.6 本条规定了太阳能热利用系统的评价指标和评价方法。

1~5 国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801-2013是我国第一部比较全面、系统的可再生能源系统评价标准，为我国可再生能源建筑应用示范项目的节能效益、经济效益和环境效益评价提供了有力支撑。在太阳能热利用评价方面，该标准主要从太阳能热利用系统的系统性能、节能效果、经济性和减排效果四个方面进行评价，评价指标包括：太阳能保证率、集热系统效率、贮热水箱热损因数、供热水温度、太阳能采暖或空调室内温度、太阳能空调系统制冷机组性能系数、常规能源替代量、费效比、静态投资回收期、二氧化碳减排量等。其中：“太阳能保证率”的定义为：太阳能供热水、采暖或空调系统中由太阳能供给的热量占系统总消耗能量的百分率。该定义存在以下问题：首先，“太阳能保证率”是由从英文“solar fraction”翻译的，英文原意为“太阳能比例”，反映了太阳能热利用系统提供的热量占用户用热量的比例，而“太阳能保证率”的定义将原分母“用户用热量”改为“系统总消耗能量”，后者不仅包括用户实际用热量，还包括系统散热量。因此，二者在物理意义和实际数值方面均存在差异。其次，通过对《国家可再生能源建筑规模化应用示范项目测评报告》的分析得知，实际评价中为了简化评价过程，评价人员往往用“系统的热水总负荷”替代“系统总消耗能量”。由此可见，评价指标定义欠缺严谨，而实际工程中对于指标数据的获取和计算分析也存在不够科学准确的问题。根据太阳能热水系统实际工程检测发现，如表7.2.6所示，太阳能保证率处于40%~100%的系统，实际性能存在较大的差别，并非太阳能保证率高，系统能源利用效果越好。反映出太阳能保证率作为单一评价指标时的局限性，对运行效果、系统形式的合理性等无法做出准确判断。

表7.2.6 太阳能热水系统工程各项指标测试结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 太阳能保证率 | 太阳能有效利用率 | 常规能源有效替代率 | 系统热损比 |
| 案例一 | 100% | 6.2% | 18% | 2.77 |
| 案例二 | 89% | 21% | 19% | 0.70 |
| 案例三 | 79.1% | 32% | 25% | 0.54 |
| 案例四 | 60% | 24.56% | 33.92% | 1.04 |
| 案例五 | 40% | -17.62% | -4.98% | 0.33 |

因此，本标准基于太阳能热利用系统的能量平衡关系（集热系统得热量+辅助能源供热量=用户用热量+系统散热量），提出太阳能热利用系统评价优化指标，即以现有的 “以太阳能为主导”转变为“以减少辅助能源消耗量”为导向，采用多指标评价太阳能热利用系统的系统性能，评价指标包括：太阳能热利用系统的常规能源有效替代率、太阳能有效利用率、系统热损比、吨热水能耗、单位热量能耗、单位冷量能耗。

6 太阳能热利用系统费效比是衡量系统经济性和节能效果的重要指标，反映的是系统全生命期单位节能量的净投资成本，系统费效比越小，说明系统单位节能量的净投资成本越小，系统经济性和节能效果越好。本标准中太阳能热利用系统费效比的评价指标值参考《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801-2013确定。太阳能热利用系统的常规能源替代量是指在提供相同的热水热量、热量或冷量时，与常规能源系统相比少消耗的能量。对于热水系统，目前常规能源多以电热和燃气热水器为主，电热水器效率根据《储水式电热水器》GB/T20289的节能限值确定，燃气热水器的效率根据《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的节能限值确定；对于供暖系统，目前常规能源多以燃煤和燃气锅炉为主，锅炉热效率根据《公共建筑节能设计标准》GB50189确定；对于空调系统，目前多以电冷水机组为主，其制冷性能系数根据《公共建筑节能设计标准》GB50189确定。

7 太阳能热利用系统单位减排成本衡量系统经济性和环境效益的重要指标，反映的是系统全生命期二氧化碳减排量的净投资成本，单位减排成本越小，说明系统单位减排量的净投资成本越小，系统经济性和环境效益越好。

7.3 太阳能光伏系统

**7.3.1** 公共机构超低能耗建筑太阳能光伏系统，应优先采用太阳能光伏与建筑一体化系统，并满足国家现行相关标准的要求。

【条文说明】

7.3.1 太阳能光伏系统规划设计的基本原则。

太阳能光伏系统建筑应用的相关标准规范主要有：《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203、《建筑太阳能光伏系统设计与安装》16J908-5、《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》（CECS 418:2015）、《光伏系统并网技术要求》GB/T19939、《光伏发电工程验收规范》（GB/T 50796-2012）等，相关标准对太阳能光伏系统规划、设计、安装及工程验收进行了明确的规定，为保持与现行国家、行业、协会标准的一致性，本标准引用相关标准要求内容。

**7.3.2** 太阳能光伏系统与建筑一体化规划设计，应根据建筑功能、太阳能资源条件、负荷需求特点、周边环境及光伏并网条件，合理确定光伏系统的类型、光伏组件类型、安装位置、安装方式、装机容量和接入公共电网的方式。

【条文说明】

7.3.2 本条规定了太阳能光伏系统与建筑一体化规划设计的技术要求。

太阳能光伏系统按接入公共电网的方式可分为：并网光伏系统和独立光伏系统；按储能装置的形式可分为：带有储能装置系统和不带储能装置系统；按负荷形式可分为：直流系统、交流系统、交直流混合系统；按系统装机容量的大小可分为：小型系统（装机容量不大于20kW的系统）、中型系统（装机容量在20kW至100kW（含100kW）之间的系统）、大型系统（装机容量大于100kW的系统）；按照向主电网馈电的方式可分为：逆流光伏系统和非逆流光伏系统；按照在电网中的并网位置可分为：集中并网系统和分散并网系统。

太阳能光伏系统的类型应根据建筑使用功能、太阳能资源条件、电力负荷需求特点、电力负荷等级、并网条件等因素，按照表7.3.2合理选用。

表7.3.2 太阳能光伏系统类型的选用表

| 系统类型 | 电流类型 | 是否逆流 | 有无储能装置 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 并网光伏系统 | 交流系统 | 是 | 有 | 发电量大于用电量，且当地电力供应不可靠 |
| 无 | 发电量大于用电量，且当地电力供应比较可靠 |
| 否 | 有 | 发电量小于用电量，且当地电力供应不可靠 |
| 无 | 发电量小于用电量，且当地电力供应比较可靠 |
| 独立光伏系统 | 直流系统 | 否 | 有 | 偏远无电网地区，电力负荷为直流设备，且供电连续性要求较高 |
| 无 | 偏远无电网地区，电力负荷为直流设备，且供电无连续性要求 |
| 交流系统 | 有 | 偏远无电网地区，电力负荷为直流设备，且供电连续性要求较高 |
| 无 | 偏远无电网地区，电力负荷为直流设备，且供电无连续性要求 |

太阳能光伏系统与建筑一体化规划设计的技术要求已有《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203、《建筑太阳能光伏系统设计与安装》16J908-5、《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》（CECS 418:2015）、《光伏系统并网技术要求》GB/T19939等相关标准明确规定，为保持与现行国家、行业、协会标准的一致性，本标准引用相关标准要求内容。

**7.3.3** 太阳能光伏系统的评价指标及其要求应符合下列规定：

**1** 太阳能光伏系统的光电转换效率应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时应符合表7.3.3-1的规定。

表7.3.3-1 不同类型太阳能光伏组件的光电转换效率*ηd*及衰减率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 电池组件种类 | 光电转换效率*ηd* | 第一年效率衰减率ε1 | 后续每年效率衰减率 |
| 单晶硅电池组件 | 17.8% | ≤3.0% | ≤0.7% |
| 多晶硅电池组件 | 17.0% | ≤2.5% | ≤0.7% |
| 薄膜电池组件 | 12.0% | ≤5.0% | ≤0.7% |

 （7.3.3-1）

 （7.3.3-2）

式中——太阳能光伏组件的光电转换效率；

——标准测试条件下（AM1.5、组件温度25℃、辐照度1000W/m2）光伏组件最大输出功率，W；

——运行n年后在标准测试条件下（AM1.5、组件温度25℃、辐照度1000W/m2）光伏组件最大输出功率，W；

——太阳能光伏组件的面积，m2；

——太阳能光伏组件运行n年后的衰减率，m2。

**2** 太阳能光伏系统的常规能源有效替代率应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，应不低于10%。

 （7.3.3-3）

 （7.3.3-4）

式中——太阳能光伏系统的常规能源有效替代率；

——太阳能光伏系统第*n*年的发电量；

——建筑物总用电量需求，kWh；

*——*太阳能光伏系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，取20年；

——太阳能光伏组件的面积，m2；

 ——采光面上全年总太阳辐射量，kJ/m2；

 ——太阳能光伏组件的光电转换效率；

——太阳能光伏组件运行第*n*年的衰减率。

**3** 太阳能光伏系统的费效比应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应小于当地3倍商业电价，并按下列公式计算：

 （7.3.3-5）

 （7.3.3-6）

式中——太阳能光伏系统的费效比，元/kWh；

——太阳能光伏系统的增加初投资，元；

——太阳能光伏系统全生命期节约的运行费用，元；

——太阳能光伏系统第*n*年的发电量，kWh；

*——*太阳能光伏系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，取20年；

*——*基准收益率；

*——*当地商业电价，元/kWh。

**4** 太阳能光伏系统的单位减排成本应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应小于当地3倍商业电价与电网碳排放因子的比值，并按下列公式计算：

 （7.3.3-7）

式中——太阳能光伏系统的单位减排成本，元/kgCO2；

——太阳能光伏系统的增加初投资，元；

——太阳能光伏系统全生命期节约的运行费用，元；

——太阳能光伏系统第*n*年的发电量，kWh；

——当地区域电网的电力碳排放因子，kgce/kWh；

*——*太阳能光伏系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，取20年。

【条文说明】

7.3.3 本条规定了太阳能光伏系统的评价指标及其要求。

1 随着太阳能光伏发电技术的进步和光伏产业的成熟，太阳能光伏组件的光电转换效率有了较大的提高，光伏组件成本逐步降低，因此，有必要对现行标准中的相关指标进行更新。

国家能源局、工业和信息化部、国家认监委《关于提高主要光伏产品技术指标并加强监管工作的通知》（国能发新能〔2017〕32号）文件明确规定了多晶硅电池组件和单晶硅电池组件光电转换效率市场准入和“领跑者”技术指标：自2018年1月1日起，新投产并网运行的光伏发电项目的光伏产品供应商应满足《光伏制造行业规范条件》要求。其中：多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的光电转换效率市场准入门槛分别是16%和16.8%；多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的光电转换效率“领跑者”技术指标分别是17%和17.8%。同时，多晶硅组件一年内衰减率不高于2.5%，后续年内衰减率不高于0.7%；单晶组件一年内衰减率不高于3%，后续年内衰减率不高于0.7%。

对国外和国内6个太阳能公司在售光伏组件光电转换效率的调研结果（见表7.3.3-1）表明：国外单晶硅组件效率24.1%~24.13%之间，薄膜电池组件效率在12.34%~31.2%之间；国内单晶硅组件效率在17.3%-19.3%，多晶硅电池组件效率在16.5-17.5%，薄膜电池组件的效率在9.59%~32%之间。国内外主要太阳能光伏公司的高效光伏组件产品均能满足国家光电转换效率“领跑者”技术指标要求。

因此，本标准将公共机构超低能耗建筑的单晶硅、多晶硅电池组件光电转换效率参照“领跑者”技术指标确定，薄膜电池组件的光电转换效率参考调研的国内外太阳能光伏公司的高效光伏组件的光电转换效率确定。

表7.3.3-1 国内外几种主要电池组件效率对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 单晶硅组件（%） | 多晶硅组件（%） | 薄膜组件（%） |
| 硅基薄膜 | 铜铟镓硒 | 碲化镉 | 砷化镓 |
| 国外 | 24.1-24.13 | —— | 12.34 | 17.9 | 18.6 | 31.2 |
| 国内 | 17.3-19.3 | 16.5~17.5 | 9.59 | 12.6 | 13.1 | 32 |

2 太阳能光伏系统常规能源有效替代率是评价太阳能光伏系统节约常规能源能力的重要参数。根据对国内外超低能耗建筑光伏系统应用情况调研，太阳能光伏系统的常规能源替代率在12%~113%之间，因此，本标准规定公共机构超低能耗建筑的太阳能光伏系统常规能源替代率不低于10%。

表7.3.3-2国内外超低能耗建筑光伏系统常规能源替代率

| 序号 | 建筑名称 | 地理位置 | 建筑类型 | 光伏系统应用情况 | 光伏系统常规能源替代率 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 奥尔多利奥波德遗产中心 | 美国威斯康辛州 | 文化建筑 | 安装面积：39.6kWp年供电量：61250kWh/a  | 113% |
| 2 | “零能耗”生态幼儿园 | 德国北莱茵河威斯特法伦州 | 教育科研建筑 | —— | 70% |
| 3 | 中德节能示范工程 | 中国沈阳 | 办公建筑 | 与建筑结合方式：BIPV与电网连接方式：并网安装位置：屋顶、南立面年发电量：45000kWh | 90% |
| 4 | 中新天津生态城公屋展示中心 | 中国天津 | 展示建筑 | 与建筑结合方式：BIPV与电网连接方式：并网电池组件类型： HIT210W安装位置：屋顶、立面等光伏组件效率：16.7%总装机容量：292.95kWp年发电量：94.96MWh/a（2013.9-2014.8）储能装置：100kW×60s超级电容器 | 43% |
| 5 | 青岛中德生态园被动房技术中心 | 中国青岛 | 办公建筑 | 与建筑结合方式：BAPV与电网连接方式：并网电池组件类型： 多晶硅组件安装位置：屋顶总装机容量：52kWp年发电量：48623kWh/a（2017.2-2018.1） | 12% |
| 6 | 尚德太阳能电力有限公司研发楼 | 中国无锡 | 办公建筑 | 与建筑结合方式：建材型构件（光电幕墙）、BAPV与电网连接方式：并网电池组件类型：多晶硅组件安装位置：屋顶、立面总装机容量：屋顶（300kWp）、立面（700kWp）年发电量：110万kWh/a | 80% |
| 7 | 珠海兴业新能源产业园研发楼 | 中国珠海 | 办公建筑 | 与建筑结合方式：BIPV与电网连接方式：并网电池组件类型：单晶硅组件安装位置：屋顶、立面总装机容量：228.1kWp年发电量：150311kWh/a(2017年) | 16% |

3 太阳能光伏系统费效比是评价系统全生命期的节能效果和经济性的重要指标。实践证明，如果系统费效比过高会严重制约系统的推广，当前光伏系统的费效比控制在2元/kWh以内是比较合适的，这个价格大致相当于我国大部分地区商业用电价格的3倍左右。

4 太阳能光伏系统的单位减排成本是评价系统全生命期的环境效益和经济性的重要指标，反映的是系统全生命期二氧化碳减排量的净投资成本，单位减排成本越小，说明系统单位减排量的净投资成本越小，系统经济性和环境效益越好。

7.4 地源热泵系统

**7.4.1** 公共机构建筑地源热泵系统的设计、施工、检验与验收应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《公共建筑节能设计标准》GB 50189的有关规定。

【条文说明】

7.4.1地源热泵系统设计、施工、检验与验收的基本要求。

现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《公共建筑节能设计标准》GB 50189明确规定了地源热泵系统设计、施工、检验与验收的要求，本标准中与现行国家标准保持一致。

7.4.2 地源热泵系统设计时，应进行全年动态冷热负荷、系统释热量与吸热量计算分析，合理确定地热能交换系统，并宜采用与其他冷热源联合运行的方式。

【条文说明】

7.4.2 地热能交换系统设计要求及与其他冷热源系统联合运行要求。

对于地埋管换热系统，全年总释热量与总吸热量不平衡将导致地埋管区域岩土体温度持续升高或降低，从而影响地埋管换热器的换热性能，降低运行效率。因此，地埋管系统设计时应对全年冷热负荷计算，确保地埋管系统的全年总释热量与总吸热量基本平衡，即两者的比值在0.8~1.25之间。当两者相差较大时，宜通过技术经济比较，采用辅助冷源或热源，或者采用与其他冷热源系统联合运行的方式解决。

对于地表水或地下水换热系统，应进行全年冷、热负荷分析，确保地表水换热盘管的换热量或地下水的持续出水量满足地热能交换系统的最大吸热量或释热量的需要。

根据全年冷、热负荷的变化特点，合理配置地源热泵系统与其他常规能源系统容量，通过调整不同冷热源系统的运行策略，从而保证整个供暖空调系统的高效运行。

**7.4.3** 地源热泵系统的评价指标及其要求应符合下列规定：

**1** 地源热泵系统的制冷能效比、制热性能系数应符合设计文件的规定，当设计文件无明确要求时，应符合表7.4.3-1的规定，并按下列公式计算：

 （7.4.3-1）

 （7.4.3-2）

式中——地源热泵系统的制热性能系数；

——地源热泵系统的制冷能效比；

——地源热泵系统的年累计供热量，kWh；

——地源热泵系统的年累计供冷量，kWh；

——地源热泵系统的供暖期的总能耗，包括地源热泵机组、冷水泵、冷却水泵及空调系统末端设备的年耗电量，kWh；

——地源热泵系统的供冷期的总能耗，包括地源热泵机组、冷水泵、冷却水泵及空调系统末端设备的年耗电量，kWh。

表7.4.3-1地源热泵系统性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标名称 | 制热性能系数 | 制冷能效比 |
| 指标限值 | ≥3.0 | ≥3.4 |

**2** 地源热泵系统的常规能源有效替代率应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，地源热泵系统的常规能源有效替代率应不小于12%，并按下列公式计算：

 （7.4.3-3）

 （7.4.3-4）

 （7.4.3-5）

 （7.4.3-6）

 （7.4.3-7）

 （7.4.3-8）

 （7.4.3-9）

式中——地源热泵系统的供暖常规能源有效替代率；

——地源热泵系统的供冷常规能源有效替代率；

——地源热泵系统的年累计供热量，kWh；

——地源热泵系统的年累计供冷量，kWh；

——用户年累计热负荷需求量，kWh；

——用户年累计冷负荷需求量，kWh；

——地源热泵系统的制热性能系数；

——地源热泵系统的制冷能效比；

——常规供暖系统的热效率，以燃煤或燃气热水锅炉作为参考基准；

——常规供冷系统的制冷能效比，以电制冷冷水机组作为参考基准；

——地源热泵系统的常规能源替代率；

——地源热泵系统全年替代的常规能源量，kWh；

——地源热泵系统供暖期替代的常规能源量，kWh；

——地源热泵系统供冷期替代的常规能源量，kWh。

**3** 地源热泵系统的系统费效比应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，应符合表7.4.4-3的规定，并按照下列公式计算：

 （7.4.3-10）

 （7.4.3-11）

 （7.4.3-12）

 （7.4.3-13）

式中——地源热泵系统的费效比，元/kWh；

——地源热泵系统的增加初投资，元；

——地源热泵系统每年节约的运行费用，元；

——地源热泵系统的常规能源替代量，kWh；

*——*地源热泵系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，取15年；

*——*基准收益率；

——地源热泵系统供暖期节约的运行费用，元；

——地源热泵系统供冷期节约的运行费用，元；

——地源热泵系统供暖期替代的常规能源量，kWh；

——地源热泵系统供冷期替代的常规能源量，kWh；

——各种能源的低位热值，按照现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589 附录A确定，kJ/ kWh或kJ/m3；

——各种能源的单价，元/ kWh或元/m3；

*j*——能源种类，*j*=1, 电；*j*=2 天然气；*j*=3 煤。

**4** 地源热泵系统的单位减排成本应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，应符合表7.4-4的规定，并按下式计算：

 （7.4.3-14）

 （7.4.3-15）

 （7.4.3-16）

 （7.4.3-17）

式中——地源热泵系统的单位减排成本，元/tCO2；

——地源热泵系统的增加初投资，元；

——地源热泵系统每年节约的运行费用，元；

——地源热泵系统每年减少的二氧化碳排放量，tCO2；

*——*地源热泵系统的生命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定时，取15年；

*——*基准收益率；

——地源热泵系统供暖期减少的二氧化碳排放量，tCO2；

——地源热泵系统供冷期减少的二氧化碳排放量，tCO2；

——地源热泵系统供暖期替代的常规能源量，kWh；

——地源热泵系统供冷期替代的常规能源量，kWh；

——各种能源的低位热值，按照现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589 附录A确定，kJ/ kWh或kJ/m3；

——各种能源的碳排放因子，tCO2/kWh或tCO2/m3或tCO2/kgce；

*j*——能源种类，*j*=1, 电；*j*=2 天然气；*j*=3 煤。

【条文说明】

7.4.3 地源热泵系统评价指标及相关要求。

1 地源热泵系统制冷能效比、制热性能系数，是反映系统运行性能的重要指标，能效比过低，系统可能还不如常规能源系统节能，因此有必要对其做出规定。地源热泵系统按热源形式，分为土壤源、地下水源、地表水源、污水源等，不同热源形式的地源热泵系统能效由于热源品质不同而有一定的差别，但工程所在的气候区域、资源条件、工程规模等因素同样也会影响系统能效比的高低，因此不容易区分哪种热源形式的系统能效比高或低，但无论何种热源形式，其系统性能参数应优于常规供暖空调系统。因此，本标准不对热源形式、气候区域、资源条件、工程规模等进行区分。本标准中地源热泵系统的制冷能效比、制热性能系数限值参考《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801的2级能效要求确定。

2 地源热泵系统的常规能源替代率是反映系统实际运行节能效果的重要指标。考虑到对于某些气候区域，地源热泵系统可能仅用于夏季供冷或冬季供暖，因此，地源热泵系统的常规能源替代率分别按照供暖季和供冷季计算，地源热泵系统用于供暖和空调时，计算全年常规能源替代率。按照常规空调系统制冷能效比=3.0，地源热泵系统的系统制冷能效比=3.4计算，地源热泵系统制冷常规能源有效替代率约为12%；按照常规供暖系统的热效率=0.75，地源热泵系统的系统制热性能系数=3.0，地源热泵系统供暖常规能源有效替代率约为75% ，取两者的最小者，地源热泵系统全年的常规能源有效替代率应不低于12%。

3 地源热泵系统费效比是衡量系统全生命期的节能效果和经济性的重要指标，反映的是系统全生命期单位节能量的净投资成本，系统费效比越小，说明系统单位节能量的净投资成本越低，系统经济性和节能效果越好。

4 地源热泵系统单位减排成本是衡量系统全生命期的环境效益和经济性的重要指标，反映的是系统全生命期二氧化碳减排量的净投资成本，单位减排成本越小，说明系统单位减排量的净投资成本越低，系统经济性和环境效益越好。

7.5 空气源热泵

**7.5.1** 公共机构超低能耗建筑宜采用空气源热泵系统，在严寒地区使用时，应进行技术性、经济性及适用性分析。

**7.5.2** 空气源热泵机组规格，应满足下列要求：

1 空气源热泵机组的容量应根据冷/热负荷计算结果确定，对于冬夏两用机组，机组容量宜根据冷、热负荷中的较大者确定。

2 空气源热泵机组在冬季设计工况下的有效制热量应采用温度修正系数和结除霜损失系数按下列公式进行修正：

**** （7.5-1）

式中：*Q*——机组冬季设计工况下的有效制热量，kW；

*q*——机组的名义工况制热量，kW；

——使用地区的冬季室外计算温度修正系数，应根据厂家提供的机组制热量变化曲线或数据图表确定，如未提供可参考表7.5.2-1中数值近似选取；

——使用地区的机组结除霜损失系数，可参考表7.5.2-2中推荐值选取。

**表7.5.2-1 冬季室外计算干球温度修正系数K1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 冬季室外计算干球温度（℃） | -16 | -14 | -12 | -10 | -8 | -6 | -4 | -2 | 0 |
| 修正系数 | 0.588 | 0.623 | 0.654 | 0.685 | 0.711 | 0.737 | 0.763 | 0.798 | 0.831 |
| 冬季室外计算干球温度（℃） | 2 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 修正系数 | 0.880 | 0.935 | 0.975 | 1.000 | 1.024 | 1.068 | 1.103 | 1.152 | 1.200 |

注：厂家应准确提供机组在不同冬季室外干球温度下的制热量变化曲线或数据图表，上述数据表仅在缺乏机组详细数据时作近似计算使用。

**表7.5.2-2 不同使用地区的机组结除霜损失系数推荐值K2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 使用地区 | 累年最冷月平均温度（℃） | 累年最冷月平均相对湿度（%） |  |
| 严寒/寒冷地区 |  <-5 | <50 | 0.95 |
| ≥50 | 0.93 |
|  -5~0 | <50 | 0.91 |
| ≥50 | 0.88 |
| 夏热冬冷地区 | <5 | <80 | 0.79 |
| ≥80 | 0.75 |
| 5~10 | <80 | 0.86 |
| ≥80 | 0.81 |
| 夏热冬暖地区 | ≥10 | <75 | 0.92 |
| ≥75 | 0.89 |
| 温和地区 | <5 | — | 0.70 |
| ≥5 | — | 0.80 |

注：结除霜损失系数根据机组结除霜引起的制热量损失百分比和不同使用地区机组的结除霜频率计算得出。

3 空气源热泵机组在夏季设计工况下的有效制冷量应采用温度修正系数按下列公式进行修正：

**** （7.5-2）

式中：——机组在夏季设计工况下的有效制冷量，kW；

*q*——机组的名义工况制冷量，kW；

——使用地区的夏季空调室外计算温度修正系数，应根据厂家提供的机组制冷量变化曲线或数据图表确定，如未提供可参考表7.5.2-3中数值近似选取。

**表7.5.2-3 夏季室外计算干球温度修正系数K3**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 夏季室外计算干球温度（℃） | 27 | 29 | 31 | 33 | 35 |
| 修正系数 | 1.106 | 1.071 | 1.053 | 1.036 | 1.000 |
| 夏季室外计算干球温度（℃） | 37 | 39 | 41 | 43 | 45 |
| 修正系数 | 0.982 | 0.964 | 0.937 | 0.909 | 0.891 |

注：厂家应准确提供机组在不同夏季室外干球温度下的制冷量变化曲线或数据图表，上述数据表仅在缺乏机组详细数据时作近似计算使用。

4 对于应用于严寒和寒冷地区供暖的空气源热泵机组，应设置辅助热源。空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的比例按平衡点温度确定，在确定平衡点温度时，应进行经济性分析，平衡点温度计算方法可参考附录C。

5 空气源热泵机组选型时应考虑建筑实际负荷的变化情况，宜选择制热/冷量可调节的变频机组、多压缩机并联机组或多台机组。

**7.5.3** 空气源热泵机组的性能应符合国家现行相关标准的规定，并满足下列要求：

1 空气源热泵冷热水机组的名义工况性能系数（COP）应不低于表7.5.3-1和表7.5.3-2中规定值；

2 在最初除霜结束后的连续制热运行中，除霜所需时间总和不应超过一个连续制热周期的20%。

**表7.5.3-1 机组名义工况制冷性能系数限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名义制冷量/kW | 常规空气源热泵机组 | 低环境温度空气源热泵机组 |
| ≤50 | 2.50 | 2.50 |
| ﹥50 | 2.70 | 2.60 |

**表7.5.3-2 机组名义工况和低温工况供热性能系数限值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 |
| 名义工况温度/℃ | 空气干/湿球-20/-21，出水38 | 空气干/湿球-12/-14，出水41 | 空气干/湿球7/6，出水45 |
| 低温工况温度/℃ | 空气干球-30，出水38 | 空气干球-20，出水41 | 空气干球-10，出水45 |
| COP-名义 | 1.7 | 2.1 | 3.0 |

**7.5.4** 空气源热泵室外机的设置，应满足下列要求：

1 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；

2 避免受污浊气流影响；

3 噪声和排热符合周围环境要求；

4 便于对室外机的换热器进行清扫；

5 室外机上部应有遮雪设施；

6 化霜水应有组织排放。

【条文说明】

空气源热泵室外机的安装需要占据一定的建筑面积，因此在系统设计时应当充分考虑设备的安装及维护需求，符合节地、节能、节水、节材、环境保护等有关规定，不得对周围环境及建筑结构造成不利影响。例如，在屋面安装室外机时，应当对屋面载荷进行准确校核；当建筑周边有居民区时，应当严格控制设备的噪声等级。

**7.5.5** 在既有建筑上增设或改造已安装的空气源热泵系统，必须经建筑结构安全复核，并应满足建筑结构和其他相应的安全性及建筑一体化要求。

**7.5.6**  空气源热泵系统辅助能源的设置，应满足下列要求：

1 辅助能源的选择应考虑不同辅助能源与空气源热泵联合供暖系统的可靠性、经济性和环保性。

2 空气源热泵供暖系统辅助能源若具备多种辅助能源时，应优先选用低品位清洁能源。

**7.5.7** 空气源热泵系统的输配系统，应满足下列要求：

1 对于冬夏两用的空气源热泵系统，其循环泵应满足系统冬季设计供热工况和夏季设计制冷工况所需流量和扬程的较大值。

2 供暖季有冻结风险的地区，应考虑防冻措施。

**7.5.8** 空气源热泵系统的供水温度，应满足下列要求：

1 制冷工况的供水温度不应低于7℃，供热工况的供水温度宜采用表7.5.8推荐值；

2 系统的供回水温差不宜大5℃，且不宜小于3℃。

**表7.5.8 不同气候区空气源热泵热水供暖系统供/回水温度推荐值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 |
| 供水温度 | 38℃ | 41℃ | 45℃ |

**7.5.9** 夏季空调系统主要末端宜采用风机盘管机组，冬季供暖系统主要末端宜采用热水地面辐射供暖。

**7.5.10**  空气源热泵系统运行时，控制环节应包括以下：

1 机组能进行夏季空调制冷和冬季供暖工况的转换.

2 多台机组并联运行时，宜采取合理的机组启停控制策略，避免机组频繁启停。

3 空气源热泵系统应根据建筑负荷和公共机构用户需求实行变水温运行，从而提高系统能效。

4 夏季宜监控室外换热器侧脏堵程度，定期清理室外换热器。

5 冬季宜采用高效控霜方法，避免误除霜操作。

6 应关闭长期处于停止运行状态的机组及相应管路阀门；冬季短期不用时，可将热泵机组设置在防冻模式下运行。

7.6 生物质能

**7.6.1**生物质资源丰富的地区，宜采用生物质热电联产或生物质锅炉进行供热。

【条文说明】

生物质能是太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量形式，即以生物质为载体的能量它直接或间接地来源于绿色植物的光合作用，可转化为常规的固态，液态和气态燃料，是一种重要的可再生能源，也是唯一一种可再生的碳源。

生物质热电联产或生物质锅炉是常见的生物质利用形式，适合农村地区公共机构替代中小型燃煤燃油锅炉作为供热热源。目前，以生物质能为能源的热电联产技术已经较为成熟，热电联产系统的总效率可以达到70%—90%。用生物质成型燃料发展热电联产，经济效益、环境效益和社会效益显著，尤其适合在城市、工业开发区、城乡接合处等热源需求量大的区域使用，对减少公共机构燃煤消费，建立低碳供热示范区有重要意义。

根据南北方气候差异等不同条件，因地制宜地优先使用生物质能采暖，尤其在农村地区，对中小型燃煤燃油锅炉起到部分替代、在局部地区形成生物质能供热主导地位发挥生物质能供热环保和经济优势。

**7.6.2** 采用生物质供热时应就地收集原料、就地加工转化、就近消费，因地制宜，提高效率、降低成本，构建公共机构清洁供热体系。

【条文说明】

构建分布式清洁供热体系，既减少农村秸秆露天焚烧，又提供清洁热力，带动生物质能转型升级。我国中小型燃煤供热锅炉数量较多，清洁替代任务较重。生物质能供热在终端消费环节直接替代燃煤，有较大的发展空间。

**7.6.3**生物质炉具供暖系统应优先采用高能效低排放的直燃型生物质成型燃料炉具。

**7.6.4** 在太阳能资源丰富的地区，宜建立生物质能与太阳能联合供热系统。

【条文说明】

生物质能与太阳能联合供热系统的工作原理：在冬天供热时，生物质供热系统将起主导作用，而太阳能供热作为辅助能源，在满足供热的条件下充分利用太阳能供热，这样可以在一定程度上减少生物质的使用，节约能源。在夏天时，对供热需求少，太阳能供热起主导作用，而生物质供热系统起辅助作用，在日照不充足的天气或者是在夜间，太阳能供热不能满足要求时，生物质供热系统启动，提供热量。从而减少在非供热季节生物质供热系统的低负荷运行或者是循环启动的次数，从而降低污染物的排放。通过不同季节下生物质能与太阳能的耦合利用，弥补生物质能和太阳能各自单独供热的缺点，充分有效利用可再生能源，降低排放。

7.7 可再生能源耦合利用

**7.7.1**公共机构超低能耗建筑的设计时宜充分考虑多种清洁能源耦合利用的能源形式。

**7.7.2** 当采用可再生能源耦合利用系统时应当充分评估建筑的用能特点，选择适宜的主要冷热源与辅助冷热源。

**7.7.3** 可再生能源耦合利用中应当合理设计不同能源形式的应用比例，系统的综合能效比不应低于同等条件下热泵系统的能效比。

**7.7.4** 在公共机构超低能耗建筑可再生能源的利用中，应对可再生能源系统的稳定性做充分考量，设计中应当保证其它稳定的能源形式能够保证建筑100%的能源需求。

**7.7.5** 当公共机构采用多能互补耦合利用的能源系统方案时，应当根据不同的运行目标制定对应的运行策略，保证整体系统运行能效最优。

**7.7.5** 对于学校、医院等占地面积大、建筑数量与功能分区多的公共机构，宜根据实际情况采取分布式可再生能源利用方案。

**7.7.6** 建议合理利用储能设备提高系统应用的稳定性。

1. 监测与管理

8.1 能耗监测

**8.1.1**公共机构应对建筑能耗及建筑环境数据进行监测，并符合下列规定：

1　应能监测电、自来水、蒸汽、热水、热/冷量、燃气、油或其他燃料等的消耗量；

2 当采用可再生能源时，应对其单独进行监测；

3　对于联署办公的建筑，应分别对不同用户的能耗进行监测；

4　应对网络机房、食堂、开水间、制冷机房、换热机房和锅炉房等部位的用能实行重点监测；

5　用于计费结算的电、水、热/冷、蒸汽、燃气等表具，应具备标准通讯接口并符合国家现行有关标准的规定。

6 应对建筑物的室外温度、湿度、风速、日照强度，室内温度、湿度、二氧化碳含量进行监测，用于对建筑能耗水平的评价。

**8.1.2** 公共机构应对建筑用电量进行监测，并符合下列规定：

1 应按照明插座、空调、电力和特殊用电等分项进行监测与计量；

2 应按功能区域或使用部门（用户）进行监测与计量；

3 主要次级用能单位用电量大于等于10kW或单台用电设备大于等于100kW时，应单独设置电能计量装置。

**8.1.3** 公共机构应对用水量进行监测，按照水源种类分别监测给水量、生活热水量和中水量。其中制备生活热水消耗的热量和燃料量应单独监测，符合第8.1.1条的规定。

**8.1.4** 公共机构的建筑能耗应根据国家要求进行上报，用电、用水、用热、用冷等分项计量数据应能远程传输。

8.2 控制调节

**8.2.1** 公共机构应对建筑设备运行进行控制调节，在保证设备安全和设计参数的条件下尽可能降低能耗，其中大型公共建筑宜采用智能控制系统和互联网+能源管理云平台。

**8.2.2** 暖通空调系统、公共区域照明和电梯与自动扶梯的监控要求应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定，并应具备节能策略，实现按需供能。

**8.2.3** 应根据人员活动情况对设备启停或调节进行控制，并应符合下列要求：

1. 空调末端设备根据相应区域人员对舒适度的需求自动启停或调节；

2. 空调系统的新风量宜根据相应区域二氧化碳含量自动调节；

3. 大厅、走廊、楼梯间等区域根据使用需求情况对各分区照明进行自动启停或调节；

4. 电梯和自动扶梯根据人员情况进行自动启停或调节；

5 空调冷热源供冷热量宜根据建筑使用情况和需求量自动调节。

**8.2.4** 应统筹考虑建筑环境要求，根据“被动优先”原则设置设备运行的控制调节策略，并应符合下列要求：

1. 为满足室内照度要求，在加大照度时应按照调节窗帘利用自然采光→采用可再生能源照明→控制照明回路和灯具的优先顺序调节；

2. 过渡季节加大新风量时，应按照调节可开启外窗利用自然通风→加大新风机（新风阀）和排风机的运行台数和频率的优先顺序调节。

**8.2.5** 当有多种能源供给时，宜选用具备多重能源能效对比并自动切换的高效能源使用的智能控制调节措施。采用可再生能源系统时，应优先利用可再生能源的供给。

**8.2.6** 互联网+能源管理云平台，应具备下列基础功能：

1 采集和存储系统运行数据，并对数据进行计算分析；

2 监测、管理和控制系统运行，实现运行可视化；

3 节能策略自动分析，控制和调节设备及阀部件运行；

4 使机组及系统COP运行效率最大化。

8.3 运行管理

**8.3.1**超低能耗建筑的运行与管理应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下，选择最利于建筑节能的运行方案，并应符合下列要求：

1 立足建筑设计，充分利用建筑构件和设备的功能实施控制调节；

2 根据室外气象参数和建筑实际使用情况做出动态运行策略调整。

【条文说明】运行管理的原则。

建筑的运行管理人员或使用者需要明确建筑设计中与节能和环境相关的各项设计意图，在不同季节、不同气候条件和使用情况下，制定并实施相应的运行策略，以保证建筑的运行的节能效果。需要强调的是，设备安全和建筑环境的保证是建筑运行的前提，建筑的运行管理的工作任务是在此前提基础上力求减少能源消耗。

**8.3.2** 超低能耗建筑应在正式投入使用的第一个年度进行建筑能源系统调适。系统调适应满足下列要求：

1 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；

2 应覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；

3 调适工作宜从正式投入使用开始延续至第三个完整年度结束；

4 当建筑使用过程中发生建筑使用功能的重大改变，或对用能系统进行了改造时，应在建筑正式恢复使用的第一个年度再次进行完整的系统调适。

【条文说明】系统能源系统调适要求。

超低能耗建筑立足精细化设计，正式投入使用之后，建筑是否能够按设计意图实现高舒适度低能源消耗，取决于能否在最初投入使用的几年进行持续的系统调适。

本条文所指的“调适”包含了建筑竣工验收后的初步“调试”。“调试”是工程竣工后确认系统各部分联合运转正常的工作环节，即对各个系统在安装、单机试运转、性能测试、系统联合试运转的整个过程中，采用规定的方法完成测试、调整和平衡工作。除此之外，“调适”的重点工作在于建筑正常投入使用后在各典型季节性工况和部分负荷工况下，通过验证和调整，确保各用能系统可以按设计实现相应的控制动作，保证建筑正常高效运转。

建筑是一个非常复杂的系统，超低能耗建筑更是要求多系统联动控制，因此，建筑最初投入使用的阶段对系统的持续调适是保证超低能耗建筑正常运行必不可少的重要环节。如果条件允许，本标准建议调适工作贯穿最初使用的三个完整年，以便使建筑各系统达到最佳运行效果。

当超低能耗的建筑功能发生变化，意味着房间冷热负荷、使用时间表都发生了改变，此时必须对系统进行重新调适，如果有必要，还应对系统进行局部功能的增减。否则建筑无法正常使用。

**8.3.3** 超低能耗建筑运行参数的记录和数据分析应符合下列要求：

1 除满足本规范对各项能耗数据的记录要求外，还应建筑记录同期的人员使用情况、室外环境参数等建筑运行信息；

2 应每年根据建筑的能耗数据、建筑的使用情况记录和气象数据，对建筑的年度运行情况进行分析，及时调整运行策略或使用方式；

3 建筑的年运行数据应与上一年度本建筑的运行数据进行比对分析，或与相同气候区、相同功能的超低能耗建筑运行数据进行横向比对分析；

4 必要时应对建筑用能系统进行再调适；

5 运行数据应定期向社会公示。

【条文说明】建筑运行数据记录、分析和公示的基本要求。

1 建筑的节能性能是在其运行阶段体现的。建筑的运行数据是衡量建筑达到设计能耗水平的依据。运行过程中对建筑物各用能系统的能耗数据的监测是对超低能耗建筑最基本的要求。此外，建筑的使用情况、人员数量、使用方式与设计的一致性、实际的气象条件等因素，都影响建筑的实际运行能耗。因此对上述信息的监测记录是完成建筑能耗分析的基础。

2 建筑的实际使用情况各异，实际每一年的气象参数与设计气象参数也存在差距，因此建筑的运行者或使用者需要定期对运行能耗进行分析以及时发现建筑能耗异常情况或进一步提升系统节能运行优化的空间。建筑的设计工况和实际使用情况往往存在较大差距，分析超低能耗建筑是否达到其设计能耗水平时，应根据建筑使用情况、人员数量、使用方式及实际气象参数与设计工况的各物理量相对照，建立数学模型对建筑能耗实测值进行标准化修正。

建筑能耗数据分析一般应区分不同能源种类，按计量的分项进行对照分析及总量分析，并结合使用情况和天气情况、运行情况等寻找造成差异的原因。

3 建筑的年运行数据通过与本建筑历史运行数据的对比或与本气候区类似建筑的横向对比，都有助于发现建筑运行的问题，并确定运行改进的方向。

4 超低能耗建筑各系统实现理想的节能运行是一个在调适中不断完善的过程，当系统状况与实际使用需求出现较大偏差时，应该进行全面的再调适。

5 超低能耗建筑在目前阶段代表了我国建筑节能的最高水平，也是我国建筑下一步的发展方向和目标，其在全社会的示范意义和对行业引导的重要作用不言而喻。因此，超低能耗建筑的管理工作中很重要的一项是运行数据向社会的公示。

**8.3.4**用于设备运行管理的监控计算机不应安装与监控系统运行无关的应用软件。监控系统应采取安全措施，并应符合下列规定：

1　用户的操作权限设计应符合管理要求；

2　当需通过互联网接入进行远程监控时，应设置网络安全措施；

3　应根据建筑功能和被监控设备重要性进行冗余备份。

**8.3.5**监控计算机中的运行记录应定期进行备份，且备份周期宜为半年到一年。

**8.3.6** 超低能耗公共机构建筑投入使用后，应根据运行记录数据进行建筑运行能耗评价比对。能耗评价比对的方法应符合附录D的要求，也可采用中国建筑能效先锋工具BEST进行能耗评价比对。建筑运行能效的评价比对结果应对社会公示。

【条文说明】

建筑的使用能耗占建筑全生命周期能耗的80%以上，因此，对建筑使用能效的科学合理评价，是促进落实建筑节能、提升建筑用能效率的关键一步。目前我国多省市行业主管部门通过能耗定额、能耗公示等手段力求将公共机构建筑实际能耗如实向社会反馈。然而，公共建筑的功能和提供服务的水平差别很大，每年的夏季冬季气温也并不相同，因此单纯对比建筑的年度总能耗或者单位面积能耗还是无法科学评价建筑的运行能效水平。

由主编单位自主开发的免费线上工具“中国建筑能效先锋工具BEST”，模型建立过程分析了数百栋公共建筑的运行能耗数据和运行信息数据，该工具考虑了建筑提供服务量、服务水平以及气候参数对能耗的合理影响，以此对建筑运行能耗进行标准化处理，将不同服务水平的建筑拉倒同一基准线进行评价。用户可以通过输入简单的月运行能耗数据，即可获得本建筑在全社会同类型公共建筑中能效水平所处位置；该分析结果可用于设立建筑运行节能计划、调整运行策略；集团用户通过认证授权可以查看所属建筑的信息，便于掌控所管理的多个建筑的运行能效情况，按管理需要进行建筑间的运行能效横向对比或同一建筑不同年份运行能效的纵向对比分析。“中国建筑能效先锋工具BEST”官方网址为<http://www.chinabestbuilding.com/global/index.html>。该工具注册后在线提交运行数据，在线获得分析报告，无需下载安装程序。同时提供了免费微信版本，在微信公众号“建筑能效先锋工具BEST”中可直接注册、填报数据、获得分析结果。本工具对用户数据保密，用户仅可查看本用户填报的建筑信息；其他注册用户如需查看建筑信息和分析结果必需经过原用户的授权。

本标准附录D中详细描述了建筑运行能效评价比对的技术方法。该方法与“中国建筑能效先锋工具BEST”技术路线一致。

**8.3.7**超低能耗应针对私人使用空间编制用户使用手册，并对业主及使用者进行宣传贯彻。超低能耗建筑应在公共空间设公告牌，将与节能有关的用户注意事项等信息进行公示。

【条文说明】建筑使用者明确建筑正确使用方法的要求。

 建筑物使用者的行为习惯是影响建筑能耗的要素之一。对于住宅类或个人办公室等私人空间，建筑使用者应在入住前了解超低能耗建筑的特点和使用方法；对于公共空间，物业管理部门应在醒目处设公告牌，以便长期和短期使用该空间的人员能够及时了解与节能有关的用户注意事项。

**8.3.8**运行期间，应对操作人员的权限进行管理和记录。

**8.3.9** 公共机构暖通空调系统运行的室内设定温度应遵守国家相关规定，在冬季不应高于 20℃，夏季不应低于 26℃。

**8.3.10** 对建筑气密性有要求的建筑，当建筑的门窗洞口或其他气密部位进行了改造或施工时，竣工后应对建筑气密性进行重新测定。

【条文说明】

建筑的门窗改造或局部施工存在破坏建筑气密层的风险，因此，对建筑气密性有性能要求的建筑，应该局部施工后重新测定建筑气密性，保证气密性能不降低。

**8.3.11** 应定期对围护结构热工性能进行检验，并应符合下列规定：

1 检验的时间间隔不宜超过三年；

2 对于热工性能减退明显的部位应及时进行整改；

3 除定期例行检验外，高强度雨雪冰雹之后应增加有针对性的检验工作。

【条文说明】

本标准中超低能耗建筑是以高性围护机构为技术前提的，因此，运行过程中需要定期检验围护结构以确保其维持在高性能水平。本标准建议至少每三年复验一次围护结构的热工性能，对于出现的问题要及时作出整改。极端气候对围护结构的破坏也不容忽视，因此要求在高强度极端气候事件之后要及时检验围护结构的性能情况，以便及时发现问题采取相应措施。

**8.3.12** 新风机组的运行管理应满足下列要求：

1. 应根据过滤器两侧压差变化及时更换过滤装置；

2. 当室外温湿度和空气质量适宜时，应最大限度利用新风排出室内余热余湿；

3. 当供暖、制冷设备开启时，应根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀开闭。

【条文说明】新风系统的运行和控制要求。

由于超低能耗建筑具有密闭性较好的围护结构，新风系统成为机械通风模式下室内外唯一的空气交换通道，新风系统的正确运行，对维持室内健康舒适环境有着至关重要的作用。

对于热转轮控制，常规的风机与转轮连锁控制，风机启动时转轮也启动，由于转轮热回收装置运行时自身需要消耗能量，而且当室外空气焓值低于室内空气焓值时，室外空气就可用来带走室内的发热量。因此在过渡季或冬季风机启动时转轮立即启动，可能都会使新风回收不必要的热量，而这部分热量仍需制冷机负担。可以采用温差或焓值控制。

夏季工况下，当室外新风的温度(焓值)低于室内设计工况时，不启动转轮热回收装置，开启旁通阀； 当室外新风的温度(焓值)高于室内设计工况时，并且当室内外温差（焓差）高于最小经济温差（焓差）时，启动转轮热回收装置，关闭旁通阀。

冬季工况下，当室外新风的温度(焓值)高于室内设计工况时，不启动转轮热回收装置，开启旁通阀； 当室外新风的温度(焓值)低于室内设计工况时，并且当室内外温差（焓差）低于最小经济温差（焓差）时，启动转轮热回收装置，关闭旁通阀。

只有在转轮热回收装置减少的新风能耗，足以抵消转轮本身运行能耗及送、排风机增加的能耗时，运行转轮热交换装置才是节能的。

最小温差焓值的估算：



*式中：Q*re --新风通过热回收而获得的能量；

COP --机组供热或制冷系数；

*E* --转轮能耗及风机增加能耗；

*ΔT*min--最小经济温差；

*Δ H*min--最小经济焓差。

# 附录A 能耗指标计算方法

**A.0.1**超低能耗建筑设计与评价软件应满足下列规定：

1 采用《Energy performance of buildings——Calculation of energy use for space heating and cooling》ISO13790中的月平均动态计算方法；

2 应计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，可计算热回收装置和气密性对建筑供暖能耗的影响；计算中应考虑建筑热惰性对负荷的影响；

3 应考虑热桥部位对负荷的影响；

4 计算10个以上的建筑分区；

5 自动判断能耗指标是否满足本标准规定；

6 自动生成满足本标准要求的技术指标审核表。

**A.0.2**能耗指标计算的方法和基本参数应满足下列规定：

1 气象参数按行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346的规定计算；

2 应计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，计算中应考虑建筑热惰性对负荷的影响；

3 供暖年耗热量和供冷年耗冷量应包括围护结构的热损失和处理新风的热（或冷）需求；处理新风的热（冷）需求应扣除从排风中回收的热量（或冷量）；

4 当室外温度≤28℃且相对湿度≤70%时，利用自然通风，不计算供冷需求；

5 供暖空调系统及输配系统的能耗应考虑部分负荷的影响；

6应考虑间歇使用对能耗性能的影响。

**A.0.3** 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A.0.3-1设置；

3 房间人员密度及在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间按表A.0.3-2设置，人均新风量应按表A.0.3-3设置；

4 照明能耗计算的照明功率密度值应与建筑设计文件一致；照明能耗的计算应考虑自然采光和自动控制的影响；

5 供暖空调系统的系统形式和能效应与设计文件一致；

6 应计入可再生能源的节能量，可再生能源的类型包括太阳能光热、光电利用、热泵、风力发电及生物质能等，可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

表A.0.3-1 空气调节和供暖系统的日运行时间

|  |  |
| --- | --- |
| 类别 | 系统工作时间 |
| 办公建筑 | 工作日 | 8：00～18：00 |
| 节假日 | － |
| 学校建筑 | 工作日 | 8：00～18：00 |
| 节假日 | － |
| 影剧院 | 全年 | 9：00～21：00 |
| 医院建筑 | 全年 | 8：00～18：00 |

表A.0.3-2 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m2 | 人员在室率 | 设备功率密度W/m2 | 设备使用率 | 照明功率密度W/m2 | 照明开启时长h/月 |
| 办公建筑 | 办公室 | 10 | 32.7% | 13 | 32.7% | 9 | 240 |
| 密集办公室 | 4 | 32.7% | 20 | 32.7% | 15 | 240 |
| 会议室 | 3.33 | 16.7% | 5 | 61.8% | 9 | 180 |
| 大堂门厅 | 20 | 33.3% | 0 | 0.0% | 5 | 270 |
| 休息室 | 3.33 | 16.7% | 0 | 0.0% | 5 | 150 |
| 设备用房 | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% | 5 | 0 |
| 库房、管道井 | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% | 0 | 0 |
| 车库 | 100 | 25.0% | 15 | 32.7% | 2 | 270 |
| 学校建筑 | 教室 | 1.12 | 26.8% | 5 | 14.9% | 9 | 180 |
| 阅览室 | 2.5 | 26.8% | 10 | 14.9% | 9 | 180 |
| 电脑机房 | 4 | 50.4% | 40 | 100.0% | 15 | 300 |
| 办公室 | 10 | 32.7% | 13 | 32.7% | 8 | 270 |
| 密集办公室 | 4 | 32.7% | 20 | 32.7% | 13.5 | 270 |
| 会议室 | 3.33 | 36.5% | 5 | 61.8% | 8 | 120 |
| 大堂门厅 | 20 | 54.6% | 0 | 0.0% | 10 | 270 |
| 休息室 | 3.33 | 36.5% | 0 | 0.0% | 5 | 240 |
| 设备用房 | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% | 5 | 0 |
| 库房、管道井 | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% | 0 | 0 |
| 车库 | 100 | 32.7% | 15 | 32.7% | 2 | 240 |
| 影剧院 | 影剧院 | 1 | 34.6% | 0 | 0.0% | 11 | 390 |
| 舞台 | 5 | 34.6% | 40 | 66.7% | 11 | 390 |
| 舞厅 | 2.5 | 35.8% | 30 | 35.8% | 11 | 240 |
| 棋牌室 | 2.5 | 20.8% | 0 | 0.0% | 11 | 240 |
| 展览厅 | 5 | 23.8% | 20 | 41.7% | 9 | 300 |
| 医院建筑 | 病房 | 10 | 100.0% | 0 | 0.0% | 5 | 210 |
| 手术室 | 10 | 52.9% | 0 | 0.0% | 20 | 390 |
| 候诊室 | 2 | 47.9% | 0 | 0.0% | 6.5 | 270 |
| 门诊办公室 | 6.67 | 47.9% | 0 | 0.0% | 6.5 | 270 |
| 婴儿室 | 3.33 | 100.0% | 0 | 0.0% | 6.5 | 270 |
| 药品储存库 | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% | 5 | 270 |
| 档案库房 | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% | 5 | 270 |
| 美容院 | 4 | 51.7% | 5 | 51.7% | 8 | 270 |

表A.0.3-3 不同类型房间的人均新风量（m3/h·人）

|  |  |
| --- | --- |
| 建筑类别 | 新风量 |
| 办公建筑 | 30 |
| 学校建筑 | 30 |
| 影剧院 | 30 |
| 医院建筑 | 30 |

注：新风开启率按人员在室率进行计算。

**A.0.4**供暖、空调、照明一次能源消耗量按下式计算：

 （A.0.4）

式中：——建筑供暖、空调、照明一次能源消耗量，kWh/m2；

*A*——住宅类建筑为套内建筑使用面积，非住宅类为建筑面积。

 ——场地内或附近产生的类型可再生能源的产能量（kWh）；

 ——外界输入的类型可再生能源的产能量（kWh）；

 ——类型能源的一次能源系数，一次能源系数应符合A.0.6条的规定；

 ——供暖系统的能源消耗（kWh）；

——供冷系统的能源消耗（kWh）；

——照明系统的能源消耗（kWh）。

**A.0.5**可再生能源利用率应按下式计算：

 （A.0.5）

式中：——基于一次能源总量的可再生能源利用率（%）。

 ——场地内或附近产生的类型可再生能源的产能量（kWh）；

 ——外界输入的类型可再生能源的产能量（kWh）；

 ——类型能源的一次能源系数，一次能源系数应符合A.0.6条的规定；

 ——供暖系统的能源消耗（kWh）；

——供冷系统的能源消耗（kWh）；

——照明系统的能源消耗（kWh）。

**A.0.6**各种能源的一次能源换算系数应按照表A.0.6确定。

表A.0.6 一次能源换算系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 能源类型 | 换算单位 | 一次能源换算系数 |
| 标准煤 |  | 8.14 |
| 天然气 |  | 9.85 |
| 热力 |  | 1.22 |
| 电力 |  | 2.6 |
| 生物质能 |  | 0.20 |
| 场地内电力（光伏、风力等可再生能源发电自用） |  | 2.6 |
| 场地外输入电力（光伏、风力等可再生能源发电自用） |  | 2.0 |

注：①表中数据引自国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589；生物质能换算系数参考国外数据；

 ②电力单位耗煤量指标来源于国家统计局。

**A.0.7**能耗指标计算过程中涉及的关键输入参数、结果等信息应以文件的形式提交，文件应包括下列信息：

1 项目基本情况的简要描述，包括建筑层数、朝向、面积，窗墙面积比，围护结构的关键性能参数，暖通空调系统形式及关键性能参数；

2. 建筑内部物理分隔图及其是否供暖空调，能耗模拟工具中采用的热区分隔图等；

3 对计算结果产生影响的模型简化的说明文件；

4 能耗模拟工具的输入和输出文件及能耗指标计算报告。

**A.0.8** 计算参照建筑供暖、空调和照明全年一次能源总消耗量时，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、围护结构做法应与设计建筑一致；

2 建筑空气调节和供暖系统的运行时间、室内温度、照明开关时间、房间人均占有的使用面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、及电器设备功率密度及使用率应与设计建筑一致；照明功率密度值应按照表A.1.3-2确定。

3 围护结构热工性能和冷热源性能应满足国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015的规定，未规定的参数应与设计建筑一致；

4按照设计建筑实际朝向建立参照建筑模型，并将建筑依次旋转90°、180°、270°，取四个不同方向的模型负荷计算结果相加取平均值，作为参照建筑负荷；

5参照建筑窗墙面积比按表A.0.8-1，对于表中未包含的建筑类型，参照建筑窗墙比与设计建筑一致；

6参照建筑的供暖、供冷系统形式按照表A. 0.8-2确定。

A.0.8-1参照建筑窗墙面积比信息表

|  |  |
| --- | --- |
| 建筑类型 | 窗墙面积比（%） |
| 医院建筑 | 27 |
| 办公建筑（面积≤10000㎡） | 31 |
| 办公建筑（面积＞10000㎡） | 40 |
| 餐饮建筑 | 34 |
| 学校建筑 | 25 |

表A.0.8-2 参照建筑供暖、空调系统形式

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建筑类型 | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 | 夏热冬暖地区 | 温和地区 |
| 办公建筑 | 末端形式 | 散热器供暖，风机盘管系统 | 散热器供暖，风机盘管系统 | 风机盘管系统 | 风机盘管系统 | 风机盘管系统 |
| 冷源 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 |
| 热源 | 燃煤锅炉 | 燃煤锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 |
| 冷源 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 |
| 热源 | 燃煤锅炉 | 燃煤锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 |
| 学校 | 末端形式 |  散热器供暖，分体空调 | 散热器供暖，分体空调 | 分体式空调 | 分体式空调 | 分体式空调 |
| 冷源 | 分体式空调 | 分体式空调 | 分体式空调 | 分体式空调 | 分体式空调 |
| 热源 | 燃煤锅炉 | 燃煤锅炉 | 空气源热泵 | 空气源热泵 | 空气源热泵 |
| 医院 | 末端形式 | 散热器供暖，全空气系统 | 全空气系统 | 全空气系统 | 全空气系统 | 全空气系统 |
| 冷源 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 |
| 热源 | 燃煤锅炉 | 燃煤锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 |
| 其他类型 | 末端形式 | 散热器供暖，风机盘管系统 | 风机盘管系统 | 风机盘管系统 | 风机盘管系统 | 风机盘管系统 |
| 冷源 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 | 电制冷机组 |
| 热源 | 燃煤锅炉 | 燃煤锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 | 燃气锅炉 |

**A.0.9**节能率计算应当以设计建筑和参照建筑全年的供暖、空调和照明的一次能源总消耗量作为依据，参照建筑与设计建筑供暖、空调和照明的耗电量、耗煤量和耗气量都应换算为一次能源消耗量，节能率应按式A.0.9计算：

 （A.0.9）

*式中：*——设计建筑节能率，%；

——设计建筑供暖、空调和照明、可再生能源系统全年一次能源总消耗量（kWh/m2）；

——参照建筑供暖、空调和照明、可再生能源系统全年一次能源总消耗量（kWh/m2）。

# 附录B 公共机构超低能耗建筑能耗值

表**B** 公共机构超低能耗建筑能耗值（kWh/m2a）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 办公建筑 | 医院建筑 | 学校建筑——教学楼 | 学校建筑——图书馆 |
| 哈尔滨 | 34 | 65  | 34  | 35  |
| 沈阳 | 32 | 64  | 35  | 35  |
| 北京 | 30 | 61  | 37  | 33  |
| 驻马店 | 36 | 80  | 51  | 44  |
| 上海 | 37 | 87  | 57  | 47  |
| 武汉 | 32 | 76  | 47  | 41  |
| 成都 | 35 | 87  | 55  | 47  |
| 韶关 | 34 | 84  | 56  | 46  |
| 广州 | 36 | 95  | 62  | 52  |
| 昆明 | 21 | 53  | 28  | 28  |

注：1 表中数据基于典型建筑计算确定，作为设计的参考，不作为能耗约束条件可作为设计时的参考值。办公建筑计算模型为面积小于10000m2的板式建筑，其他类型建筑模型为大于20000m2的典型建筑。

2 表中数据为供暖、空调、照明系统的等效耗电量。

# 附录C　最经济平衡点温度计算方法

C.0.1 按照冬季室外参数设计空气源热泵供暖，室外低温工况下，热泵机组性能降低或不运行，难以满足低温工况下建筑负荷，需辅助加热设备提供热量。平衡点温度即为空气源热泵系统是否添加辅助加热设备的设计指标。因此，合理选择平衡点温度利于减少设备初投资、保障热泵机组正常运行、提高热泵机组的运行负荷率。平衡点温度受环境参数、热泵机组性能、机组装机价格等因素影响，故本附录以全生命周期成本为目标函数，提出最经平衡点温度概念，旨在利用最经济平衡点温度对空气源热泵系统进行设计，实现系统可靠运行及良好的经济性。

C.0.2 空气源热泵生命期成本，可按下式计算：

 (C.0.2)

式中 ：

——生命周期成本（元）；

——空气源热泵机组的装机价格（元/kW）；

——空气源热泵机组的名义制热量（kW），按第A.0.4条确定；

——辅助热源的装机价格（元/kW）；

——建筑物冬季空调最不利工况的热负荷（kW）；

——空气源热泵的修正系数，根据厂家给出的相应的数据；

——电力增容费，住宅类已取消电力增容费，其他类建筑可咨询当地电力部门（元）；

——从第一年到第n年的费用总和，n为设备的寿命期（年）；

——运行成本（元），按第A.0.3条确定。

C.0.3 年运行成本按下式计算：

 (C.0.3-1)

 (C.0.3-2)

式中：

——空气源热泵平衡点温度（℃）；

——机组工作的最低温度（℃）；

——空气源热泵机组工作的最高温度，根据欧盟标准EN 14825: 2016的非供暖温度16℃，取15℃；

 ——机组在冬季某室外某计算干球温度下的制热量（kW）；

*i*，*j*对应室外空气干球温度区间的全年出现小时数（h）；

——热泵供热性能效率，应根据厂家提供的数据计算；

——部分负荷系数；

——热泵性能衰减系数；

——部分负荷率，工程应用中定义为实际制热（冷）量与设备额定容量（即铭牌上的制冷/制热容量数值）的比例，根据欧盟标准EN 14825: 2016计算；

——辅助加热设备的辅助热量（kW），按第C.0.5条确定；

——辅助加热设备的效率，根据厂家提供的数据确定，也可取=0.95；

——平均电价（元/kW·h），根据当地电价确定；

——空气源热泵机组的总的装机价格（元/kW）；

——空气源热泵的名义制热量（kW），按第A.0.4条确定；

——年维护费用（元），根据当地具体情况确定；

——贴现率，主要根据金融市场利率来决定，根据中国人民银行公布的数值；

——运行成本的计算时间（年），一般为设备使用寿命，根据厂家给出的相应的机组寿命。

C.0.4 机组名义制热量计算，按下式计算机组名义制热量：

 (C.0.4)

式中：

——空气源热泵机组的名义制热量（kW）；

——建筑物冬季空调最不利工况的热负荷（kW）；

——使用地区的冬季供暖室外计算干球温度修正系数，应根据厂家提供的机组制热量变化曲线或数据图表确定；

——使用地区的机组结除霜损失系数。

C.0.5 辅助热源制热量应根据低温时的建筑热负荷和机组制热量，按下式计算：

 (C.0.5-1)

 (C.0.5-2)

 (C.0.5-3)

式中：

 ——辅助热源在冬季某室外计算干球温度下的制热量（kW）；

 ——建筑在冬季某室外计算干球温度下的热负荷（kW）；

 ——机组在冬季某室外计算干球温度下的制热量（kW）；

 ——空气源热泵机组的名义制热量（kW），按第A.0.4条确定；

——使用地区的冬季某室外计算干球温度修正系数，应根据厂家提供的机组的制热量变化曲线或数据图表确定；

——使用地区的冬季某室外计算干球温度下机组结除霜损失系数；

——建筑物综合传热系数（kW/℃）；

——某一时刻室外空气的干球温度（℃）；

——室内设计计算干球温度（℃）。

C.0.6 LCC是空气源热泵平衡点温度的函数，等式LCC可表示为：

 (C.0.6)

式中：

——空气源热泵平衡点温度（℃）。

在已知建筑物热负荷特性和风冷热泵机组制热特性的基础上通过计算数据分析可以得到两者以室外空气温度为变量的函数的表达式。由此可以得到（C.0.6）的具体函数表达式，在平衡点温度范围限制下，LCC存在最小值，其相应温度对应的平衡点即为最经济平衡点。

# 附录D 建筑运行能耗评价比对

D.0.1建筑运行能耗评价比对应基于建筑实际运行能耗数据。

【条文说明】

由于影响建筑运行能耗的因素很多，建筑运行能耗与设计水平千差万别，因此对于运行能耗的评价应基于实际运行能耗数据。

D.0.2建筑运行能耗评价比对工具应具备能耗数据存储、分析、展示、比对等功能。

【条文说明】

为了确保评价工具对建筑运行节能工作的指导性提出以上要求。能耗存储功能便于业主对建筑逐年能耗进行分析比对；能耗分析功能应能计算出能耗、碳排放等指标，便于指导建筑节能运行；展示及比对功能可直观反映建筑能耗水平。

D.0.3建筑运行能耗评价比对应按建筑使用类别将建筑进行分类，进行同类建筑间的能耗水平比对评价。

【条文说明】

建筑能耗比对的核心是比较不同建筑能效水平的高低，为保证比对的公平性，比对的建筑应具有相同或类似的使用功能，使用功能差异较大的建筑不宜进行对比分析。

D.0.4 参与比对分析的能耗应严格以建筑物内消耗的能源为边界，同时以下几类能源消耗不应考虑在内：

1.可再生能源的消耗；

2.建筑内部产能；

3.建筑外供能耗量。

【条文说明】

建筑运行能耗比对以建筑内产生的能耗为边界，不考虑汽车燃油等消耗；可再生能源及提供给建筑外部的能耗，如建筑内产生的冷量、热量提供给其他建筑的部分在能耗统计时应予以剔除；建筑内产能如自用发电机产生的电能部分不应计入能耗总量，统计时仅计算发电机消耗的煤、燃油等能源的消耗。

D.0.5对于能耗边界不能以单体建筑划分的建筑群，应做为整体进行能耗比对。

【条文说明】

 例如学校、医院等以建筑群形式存在的能耗不可拆分的建筑，应作为整体进行能耗比对分析，其能耗严格以整个建筑群为统计边界。

D.0.6 对于使用功能较多但不同功能区能耗可拆分的建筑，应以功能区为比对单位按不同类别建筑分别进行能耗比对。

【条文说明】

建筑中同时存在办公、商场、酒店等功能区时，如果不同功能区能耗可严格拆分，建筑应拆分能耗按办公、商场、酒店等建筑进行比对，其能耗边界应严格按照功能区划分。

D.0.7 既有建筑能耗评价比对能耗统计应将不同类别能源折算至一次能源进行计算。

【条文说明】

为避免建筑采用不同类别能源导致的比对不公平，建筑能耗应全部等价折算成一次能源消耗量，折算系数可参照《综合能耗计算通则》，其中电耗折算应考虑发电效率。

D.0.8 既有建筑能耗评价比工具的开发应以大量建筑实测数据为基础，采用统计学方法建立建筑能耗基准模型。

【条文说明】

我国建筑能耗差异巨大，而造成该现象的原因千差万别，用建筑能耗模拟计算软件很难对现实中各种影响因素进行模拟和表述，单纯以模拟计算以确定能耗基准是不合理的。因此，既有建筑能耗比对应从大量建筑及运行信息、能耗数据中挖掘特征信息，建立相应的benchmarking模型，以建筑运行信息数据将能耗数据进行标准化处理，针对每一栋建筑的运营特点，用该模型计算其专属能耗基准值。

D.0.9 既有建筑能耗评价比工具开发的基础数据应多渠道核实。

【条文说明】

为保证模型的准确性，基础数据的正确度应予以保证。建筑运行及基本信息、建筑运行能耗数据复杂，采集数据前应对提供数据的相关人员进行培训，建立比对模型前应对数据进行初步整理、分析，对于问题及争议数据应予以核实。

D.0.10 能耗基准模型的建立应充分考虑影响建筑能耗的因素，选取建筑固有特性相关影响参数对能耗进行标准化处理，而不考虑可用于提高建筑能效的相关影响变量。

【条文说明】

影响建筑能耗的因素可分类为以下三类：

第一类：建筑固有特性

建筑固有特性，指受建筑用途所限定，该建筑在实际运行中无法改变的参数，包括建筑面积、酒店运营时间、上班期间工作人员数、是否准备商务用餐等变量等。

第二类：耗能系统固有特性

耗能系统固有特性，指从技术角度分析，与建筑能耗相关的各类参数。包括围护结构类别、主要耗能设备的类型、是否使用一些节能设备等变量。

第三类：运行管理控制参数

运行管理控制参数，指该建筑在实际运行时，与耗能系统相关的设定参数和控制策略等。包括室内设定温度和湿度、室内灯具的开启情况、冷源系统的运行策略、耗能系统的维护和保养等变量。

建立建筑能耗建筑模型应选择第一类因素，不应考虑第二类、第三类因素。以促进建筑的业主和管理者从技术改进和管理水平提高的角度考虑提高建筑的能源利用效率，降低建筑能耗。



图4建筑能耗影响因素分类

D.0.11能耗基准模型的建立应考虑气候参数对供热、空调能耗的影响，样本建筑所处地区气候差异不大，气候参数不能引入模型时，不同年份能耗比对应先对每月各类能耗数据分别进行气象参数标准化处理。

【条文说明】

不同年份气象参数主要影响建筑采暖及空调能耗，且影响较大。气象参数标准化处理方法如下：



其中：——第i月气象标准化能耗；

——当月能耗；

——当年4月、10月能耗平均值；

——基准年第*i*月*HDD*值；

——当年第*i*月*HDD*值；

——基准年第*i*月*CDD*值；

——当年第*i*月*CDD*值；

——月份。

D.0.12 既有建筑运行能耗评价比对工具的开发应采用多变量分析工具，工具的选取需根据待解决问题的特点结合自变量、因变量的数量和特点选择，选择方法宜参照多变量分析工具选择流程（图D.0.12）所示。

**是**

**可测**

不可测

可测

不可测

否

图D.0.12 多变量分析工具选择流程

【条文说明】

能耗比对模型的建立最重要的是要结合建筑能耗基准模型的特点，选择合适的统计学工具。建筑能耗是由建筑内各种因素产生的，建筑能耗即为“果”，其他影响变量则为“因”，而建筑能耗具有可测量的特点，因此应选取多元回归分析方法作为解决本问题的统计学方法。

D.0.13 能耗基准模型的建立应充分考虑能耗影响因素与能耗的相关性，自变量的选取应充分考虑各因素的各种变形。

【条文说明】

在实际情况下，建筑运行参数对建筑能耗的影响并非纯线性相关关系，更多的时候，呈现出非线性关系。然而，具体表现出何种非线性关系还是未知，因此，需要给定几种简单的函数转化形式，通过不同形式对自变量的组合和变化，挖掘最适合的非线性函数，再代入多元线性拟合回归模型中，采用逐步回归法进行计算。这样可以用于扩展多元回归模型的适用范围。常用的变形形式如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 模型编号 | 模型名称 | 英文名称 | 模型公式 |
| 1 | 线性模型 | Linear |  |
| 2 | 对数曲线模型 | Logarithmic |  |
| 3 | 逆曲线模型 | Inverse |  |
| 4 | 二次曲线模型 | Quadratic |  |
| 5 | 三次曲线模型 | Cubic |  |
| 6 | 混合曲线模型 | Compound |  |
| 7 | 幂函数曲线模型 | Power |  |
| 8 | S型曲线模型 | S |  |
| 9 | 指数曲线模型 | Exponential |  |
| 10 | 逻辑曲线模型 | Logistic |  |

D.0.14 能耗比对模型应通过统计学各项检验。

【条文说明】

多元回归模型的检验包括异常值检验、序列自相关性检验、多重共线性检验、F检验、t检验、拟合优度R2检验等。

1）关于因变量y的异常值：删除学生化残差SDRE，|SDREi|＞3的观测值即可判定为异常值；

2）关于自变量x的异常值：当库克距离Di＜0.5时，认为不是异常值点；当Di＞1时，认为是异常值点；

3）自由度调整复决定系数应达到最大Ra2；

4）赤池信息量AIC应达到最小；

5）最优子集标准Cp统计量达到最小；

6）F值大于其模型临界F值；

7）各自变量p值应小于0.05；

8）拟合优度R2应大于0.6；

9）序列自相关性检验：绘制残差图，若其分布呈线性自回归，则说明存在自相关；计算D-W值，若其小于临界D-W则说明存在自相关。

1. 多重共线性检验：方差膨胀因子VIF<10说明不存在多重共线性。

D.0.15 能耗比对应以能耗比作为评价指标。

【条文说明】

建筑的实际能耗与能耗基准的差异的大小，在一定程度上能够表征该建筑的实际能源利用的水平高低。其差异可用差值或比值表示，基于不同建筑能耗值差异性较大，差值很难反映不同建筑能效水平，其比值的大小作为能耗评价比对的指标更为合理。能耗比=实际EUI/标准化EUI，比值越大，说明实际耗能比能耗基准要多，代表该建筑能源利用水平低；反之，比值越小，说明该建筑能源利用水平高。

D.0.16 建筑运行能耗水平的评价体系宜用累积概率分布建立。

【条文说明】

 建筑能耗比对是比较建筑在同类建筑中能耗水平的高低，累积概率分布可直观反映建筑在同类建筑中能耗水平所处的百分比。为保证评价体系简单易懂的实现其功能，宜基于能耗比的累积概率密度曲线进行开发，常用的分布有GAMMA分布、正态分布、对数正态分布等，分布的选择应根据Q-Q图分布进行判断。

# 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，可采用“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. 《综合能耗计算通则》GB/T2589
2. 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106，
3. 《建筑幕墙》GB/T 21086
4. 《民用建筑隔声设计规范》GB50118
5. 《公共建筑节能设计标准》GB50189
6. 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
7. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50376
8. 《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495
9. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
10. 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26
11. 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75
12. 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134
13. 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346