 **T/CECS 1XXX-202X**

中国工程建设标准化协会标准

零碳建筑可再生能源设计标准

**Design standard for renewable energy of zero-carbon buildings**

（征求意见稿）

XX出版社

中国工程建设标准化协会标准

**零碳建筑可再生能源设计标准**

Design standard for renewable energy of zero-carbon buildings

**T/CECS 1XXX-202X**

主编单位：华东建筑设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2× 年 × 月 × 日

XX出版社

202X 北 京

**前 言**

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

本标准共分9章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、可再生能源设计方案策划、太阳能光伏系统、太阳能热水系统、空气源热泵供热系统、地源热泵系统、监测与控制系统。

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

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理，由华东建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：上海市静安区石门二路258号20楼，邮政编码：200041，邮箱：yan\_qu@arcplus.com.cn）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

目 次

[1 总 则 6](#_Toc196669987)

[2 术语 7](#_Toc196669988)

[3 基本规定 8](#_Toc196669989)

[4 可再生能源设计方案策划 10](#_Toc196669990)

[4.1 一般规定 10](#_Toc196669991)

[4.2 可再生能源应用需求核算 10](#_Toc196669992)

[4.3 可再生能源供应潜力分析 12](#_Toc196669993)

[4.4 可再生能源系统选择 13](#_Toc196669994)

[5 太阳能光伏系统 15](#_Toc196669995)

[5.1 一般规定 15](#_Toc196669996)

[5.2 建筑设计 16](#_Toc196669997)

[5.3 系统设计 18](#_Toc196669998)

[5.4 主要设备选型及要求 22](#_Toc196669999)

[6 太阳能热水系统 26](#_Toc196670000)

[6.1 一般规定 26](#_Toc196670001)

[6.2 建筑设计 26](#_Toc196670002)

[6.3 系统设计 28](#_Toc196670003)

[6.4 主要设备选型及要求 29](#_Toc196670004)

[7 空气源热泵供热系统 32](#_Toc196670005)

[7.1 一般规定 32](#_Toc196670006)

[7.2 系统选用与设计 33](#_Toc196670007)

[7.3 主要设备选型及要求 38](#_Toc196670008)

[8 地源热泵系统 45](#_Toc196670009)

[8.1 一般规定 45](#_Toc196670010)

[8.2 系统设计 45](#_Toc196670011)

[8.3 主要设备选型及要求 51](#_Toc196670012)

[9 监测与控制系统 53](#_Toc196670013)

[9.1 一般规定 53](#_Toc196670014)

[9.2 系统监测与计量 53](#_Toc196670015)

[9.3 运行控制 57](#_Toc196670016)

[本标准用词说明 60](#_Toc196670017)

[引用标准名录 61](#_Toc196670018)

Contents

[1 General provisions 6](#_Toc196670423)

[2 Terms 7](#_Toc196670424)

[3 Basic requirements 8](#_Toc196670425)

[4 Planning of renewable energy design schemes 10](#_Toc196670426)

[4.1 General requirements 10](#_Toc196670427)

[4.2 Accounting for demand for renewable energy applications 10](#_Toc196670428)

[4.3 Analysis of Renewable Energy Supply Potential 12](#_Toc196670429)

[4.4 Selection of Renewable Energy Systems 13](#_Toc196670430)

[5 Solar photovoltaic system 15](#_Toc196670431)

[5.1 General requirements 15](#_Toc196670432)

[5.2 Architectural design 16](#_Toc196670433)

[5.3 Systems design 18](#_Toc196670434)

[5.4 Main equipment selection and requirements 22](#_Toc196670435)

[6 Solar water heating system 26](#_Toc196670436)

[6.1 General requirements 26](#_Toc196670437)

[6.2 Architectural design 26](#_Toc196670438)

[6.3 Systems design 28](#_Toc196670439)

[6.4 Main equipment selection and requirements 29](#_Toc196670440)

[7 Air source heat pump heating system 32](#_Toc196670441)

[7.1 General requirements 32](#_Toc196670442)

[7.2 System selection and design 33](#_Toc196670443)

[7.3 Main equipment selection and requirements 38](#_Toc196670444)

[8 Ground-source heat pump system 45](#_Toc196670445)

[8.1 General requirements 45](#_Toc196670446)

[8.2 Systems design 45](#_Toc196670447)

[8.3 Main equipment selection and requirements 51](#_Toc196670448)

[9 Monitoring and control system 53](#_Toc196670449)

[9.1 General requirements 53](#_Toc196670450)

[9.2 System monitoring and measurement 53](#_Toc196670451)

[9.3 Operating control 57](#_Toc196670452)

[Explanation of wording in this specification 60](#_Toc196670453)

[List of quoted standards 61](#_Toc196670454)

## 1 总 则

1.0.1 为贯彻落实国家碳达峰与碳中和战略，助力零碳建筑推广应用，充分利用可再生能源，制定本标准。

【条文说明】

在碳达峰与碳中和的国家战略背景下，住房和城乡建设部、国家发展改革委于2022年6月联合发布了《城乡建设领域碳达峰实施方案》，其中明确提出“推动低碳建筑规模化发展，鼓励建设零碳建筑和近零能耗建筑”，发展和推广零碳建筑将是建筑领域实现碳中和的必由之路。可再生能源是建筑实现零碳的重要路径，尤其是当围护结构、机电设备性能接近技术水平极限，进一步实现建筑碳排量的大幅降低就需要高比例的可再生能源应用。本标准的编制旨在为零碳建筑的可再生能源设计提供明确的指导和规范，从而为零碳建筑的可再生能源充分利用和零碳目标实现提供设指引。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的民用建筑以零碳为目标开展可再生能源设计。

【条文说明】

对于新建、改建和扩建的民用建筑，本标准从零碳角度提出了可再生能源设计引导。其中，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新建建筑；改建是指对原有建筑的功能或者形式进行改变，而建筑的规模和建筑的占地面积均不改变的新建建筑。

1.0.3 零碳建筑可再生能源设计，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】

本标准对零碳建筑可再生能源设计方法和措施做出了规定，但建筑降碳涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准，特别是不同种类的可再生能源均有相应的技术标准。因此，零碳建筑的可再生能源设计，除应符合本标准外， 尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

## 2 术语

2.0.1 零碳建筑 zero carbon building

通过建筑本体降碳、本体可再生能源资源、建筑周边可再生能源资源、建筑蓄能，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等措施，实现建筑净碳排放量不大于零的建筑，其技术指标应达到国家标准《零碳建筑技术标准》相应技术要求。

2.0.2 建筑碳排放量 building carbon emissions

在设定计算条件或实际运行条件下，以年为周期流入建筑红线内的能量和流出建筑红线外的能量，按碳排放因子换算为碳排放量后，两者的差值，即建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量。

2.0.3 建筑碳排放强度 building carbon emission intensity

建筑碳排放量与建筑面积的比值。

2.0.4太阳能光伏系统 solar photovoltaic system

利用太阳能电池的光伏效应将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统，简称光伏系统。

2.0.5太阳能热水系统 solar water heating system

将太阳能转换成热能以加热水的热水系统。

2.0.6空气源热泵供热系统 air source heat pump heating system

依靠电能驱动，通过热泵循环，将空气的热能转移到被加热介质中的设备及系统。

2.0.7地源热泵系统 ground-source heat pump system

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由热泵机组、地热能交换系统、热泵机房辅助设备组成的冷热源系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

2.0.8光储直柔 photovoltaics, energy storage, direct current and flexibility (PEDF)

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

3.0.1 零碳建筑可再生能源系统应统一规划、同步设计。

【条文说明】

统一规划和同步设计对零碳建筑可再生能源应用效果具有重要意义，在设计阶段应充分重视。在建筑群规划阶段，需要考虑零碳建筑对太阳能等可再生能源应用的需求，通过合理的规划布局保障建筑屋面和立面的太阳辐射条件。在单体建筑设计中，可再生能源应与建筑一体化设计，在保证利用效率的前提下，尽可能做到与建筑形式、外观的协调一致，使可再生能源成为建筑的有机组成部分。

3.0.2 零碳建筑可再生能源设计应采用以碳排放为目标的性能化设计方法，采用全过程多专业协同设计组织方式。

【条文说明】

零碳建筑以量化碳排放量指标作为设计依据，而可再生能源是实现碳排放量控制目标的重要措施，因此对于零碳建筑的可再生能源设计应采用以碳排放为目标的性能化设计方法，基于碳排放目标以定量计算的方式确定可再生能源应用量。在零碳建筑的设计过程中，提倡采用全过程多专业协同设计组织方式，将建筑、结构、机电各专业进行有机融合，共同参与减碳设计。其中可再生能源设计需要多个专业进行落实，采用协同设计的组织方式是保证设计质量的重要途径。

3.0.3 零碳建筑可再生能源设计应依据所在地区的可再生能源资源禀赋，在建筑碳排放量核算的基础上，合理选择系统形式和容量。

【条文说明】

可再生能源资源禀赋包括太阳辐射条件、地温条件等，是影响可再生能源供应量的关键因素之一，零碳建筑可再生能源设计应依据所在地区的可再生能源资源禀赋，进行可再生能源供应潜力的核算，同时结合建筑碳排放量核算确定可再生能源需求量，通过供需的匹配，合理选择系统形式和容量参数。

3.0.4 零碳建筑可再生能源系统中的设备和部件，应符合现行国家、行业相关产品标准的规定。

【条文说明】

可再生能源系统中应用的主要设备和部件，包括太阳能光伏组件、逆变器、储能电池、太阳能热水集热器、水箱、空气源热泵机组、地源热泵机组、地埋管等，应符合所对应的产品标准要求，并在能效指标等方面达到相关节能标准要求。

## 4 可再生能源设计方案策划

### 4.1 一般规定

4.1.1 零碳建筑可再生能源设计方案策划，宜按照需求核算、潜力分析、系统选择等流程进行。

【条文说明】

零碳建筑的可再生能源设计总体上可按照需求核算、潜力分析、系统选择等流程进行。首先进行需求核算，主要解决零碳目标下的可再生能源替代量的定量化问题；潜力分析则是结合地域和项目自身条件进行可再生能源供应能力的范围分析；基于供需两者的匹配分析，进而选择一种或多种可再生能源形式作为解决方案进行深化设计。

4.1.2 零碳建筑可再生能源设计，应对可再生能源应用需求与建筑供应潜力进行动态匹配分析和优化，按照技术经济合理的原则确定系统方案。

### 4.2 可再生能源应用需求核算

4.2.1 可再生能源应用需求核算，包括可再生能源发电需求核算和供热需求核算；

【条文说明】

从可再生能源的供能形式角度，可通过可再生能源满足建筑发电、供热、制冷等需求。考虑当前的建筑工程实践中可再生能源的供能形式以发电、供热为主，本标准针对可再生能源发电和供热提出设计方法指引。其中可再生能源发电主要针对太阳能光伏发电；可再生能源供热包括太阳能热水、空气源热泵供热和地源热泵供热。

4.2.2 可再生能源发电量需求核算，宜根据零碳建筑对碳排放强度或减碳率的控制目标，按照下列步骤进行：

1 确定建筑碳排放强度或减碳率目标；

2 利用碳排放模拟计算软件对围护结构热工性能提升、机电设备性能提升等建筑本体减碳措施的减碳效果进行定量分析；

3 设定碳排放目标与建筑本体减碳率之间的差距，计入可再生能源应用需求。

4.综合考虑围护结构热工性能提升、机电设备性能提升、可再生能源应用等措施的技术经济性，优化建筑本体减碳率与可再生能源贡献率的分配；

5.确定优选的可再生能源发电需求量。

【条文说明】

根据国家标准《零碳建筑技术标准》，零碳建筑的建筑本体碳排放强度需要达到相应的指标以下，或者建筑本体降碳率需要达到45%以上。如果建筑碳排放强度并未达到净零，可通过碳抵消或者采用柔性调节措施予以认定零碳建筑。因此无论采用何种途径达到零碳目标，建筑本体的碳排放强度必须达到量化的指标线以下。

可实现建筑本体减碳的措施包括建筑形体优化、围护结构热工性能提升、机电设备性能提升、场地内的可再生能源应用等。受制于材料、设备的性能水平限制以及建筑用能的特点，通过建筑形体优化、围护结构热工性能提升、机电设备性能提升等措施可实现的减碳目标存在极限范围，通常情况下实现零碳建筑目标对场地内可再生能源发电抵消存在强需求。且从技术经济性角度，在达到同等减碳目标下，围护结构、机电设备和可再生能源分担减碳贡献的不同组合存在经济性差异。

因此综合考虑减碳目标以及技术经济性的平衡原则，确定可再生能源发电的合理需求量，应该作为零碳建筑可再生能源设计的重点之一。

4.2.3 可再生能源供热需求可从建筑本体减碳中的能效提升以及建筑电气化比例角度，根据供热方式确定需求。

【条文说明】

可再生能源供热是降低供热设备碳排放的重要措施之一，可将其作为减碳措施纳入不同供热方式的考量。建筑电气化率是零碳建筑的特征指标之一，可再生能源供热是替代燃气供热的重要形式。

4.2.4 当建筑可再生能源供应潜力不能满足可再生能源应用需求时，应提升建筑本体减碳措施实施强度，重新校核计算可再生能源需求量。

【条文说明】

可再生能源需求量的确定可根据供应潜力进行动态调整，当初步的需求方案提出后，需要结合供应潜力进行方案确认。当建筑可再生能源供应潜力不能满足可再生能源应用需求时，应考虑调整围护结构热工性能提升、机电设备性能提升、场地内的可再生能源应用的减碳贡献组成，适当提高围护结构、机电设备的性能要求以减少可再生能源应用需求。

4.2.5 建筑碳排放计算方法应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T51366及零碳建筑相关标准的规定。

【条文说明】

建筑碳排放计算作为零碳建筑性能化设计方法的基础，是确定建筑可再生能源应用需求的主要手段。本标准是面向零碳建筑的定量化目标开展可再生能源设计，因此本标准涉及建筑碳排放计算的对象范围、计算公式、边界参数等应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T51366及国家标准《零碳建筑技术标准》等零碳建筑相关标准的规定。

### 4.3 可再生能源供应潜力分析

4.3.1 可再生能源供应潜力分析，包括可再生能源发电潜力分析和供热潜力分析。

4.3.2 可再生能源发电潜力分析宜根据项目所在地的资源禀赋、建筑外围护条件，按照下列步骤进行：

1 确定项目所在地的太阳能资源条件；

2.分析可用于太阳能布置的屋面、立面面积；

3.分别计算屋面、立面的最大光伏发电量。

4.按照屋面、立面提出两类光伏发电潜力指标。

【条文说明】

地域性的太阳能资源条件和项目外围护的自身辐射条件是决定项目可再生能源发电潜力的核心要素。本标准提出可再生能源发电潜力需要区分屋面和立面，是考虑到屋面和立面在应用太阳能光伏组件时在发电效果、成本上的差异性，存在技术经济性的优先级。通常优先考虑屋面光伏，当屋面的供应量不满足项目需求时，再考虑立面光伏应用。因此宜按照屋面、立面提出两类光伏发电潜力指标，为项目可再生能源设计方案的深化提供依据。

4.3.3 可再生能源供热潜力分析，宜根据项目所在地的气候环境，从建筑本体减碳中的能效提升角度，提出可再生能源供热的减碳潜力。

【条文说明】

太阳能热水系统的应用潜力需要考虑项目所在地的太阳能资源条件，对于零碳建筑通常配置了屋面光伏的情况，在分析太阳能热水系统的应用潜力时需要考虑光伏占用屋面的情况，考虑是否有足够的屋面可用面积余量；空气源热泵供热目前的产品已具有广泛的适用范围，但需要考虑在不同地区气温条件下的效率及相应的减碳贡献差异；地源热泵供热需要考虑地温条件以及项目的冬夏季负荷的平衡特性。

4.3.4 可再生能源发电量的计算应采用专用软件计算。当简化计算时，采用太阳能发电可根据公式4.3.4计算：

$E\_{rs}=\sum\_{i=1}^{12}\frac{I\_{i}}{3600}×A\_{rs}×W\_{rs}×η\_{rs}×k\_{i}$ (4.3.4)

式中：

$E\_{rs}$—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/m2；

$A\_{rs}$—太阳能光伏板面积，m2；

$W\_{rs}$—太阳能光伏板单位面积额定发电功率，W/m2；

$η\_{rs}$—太阳能光伏发电系统效率，一般取0.8；

$k\_{i}$—太阳能光伏板发电效率修正系数，一般取0.95。

【条文说明】

可再生能源发电量的计算方法通常包括精确计算和简化估算。精确计算采用逐时模拟的方法，以逐时的太阳辐射参数和光伏组件参数作为主要输入条件进行计算，如PVsyst、PV\*SOL、RETScreen等专业软件是基于该类方法。简化估算是使用年平均或者月平均太阳辐射量、峰值日照小时数等参数进行发电量估算。当采用简化估算时，本标准推荐采用行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJT 449-2018中的太阳能光伏发电量计算方法。

### 4.4 可再生能源系统选择

4.4.1 零碳建筑可再生能源系统宜以发电为主，兼顾供热。

【条文说明】

从热力学角度，不同的能源形式存在能源品味上的差异。电力作为高品味能源，可以为建筑内的用能设备作为，在建筑上具有最广泛的用途；而热力通常被视为低品位能源，可用于供暖或供热水。零碳建筑以降碳作为核心目标，虽然可再生能源发电和供热均是有效的降碳措施，但当场地和建筑资源条件有限时，可再生能源系统的选择需要考虑优先级，宜以发电为主，兼顾供热。

4.4.2 零碳建筑可再能源发电系统的选择宜符合下列规定：

1.系统形式应优先选用光伏发电；

2.应用部位应优先考虑屋面应用。

【条文说明】

从目前的相关政策、产业成熟度、应用条件以及工程实践来看，太阳能光伏发电系统是当前建筑领域可再生能源发电的主流选择。风力发电、生物质发电等形式在建筑领域的应用现阶段无论是规模和效益上都和光伏发电有明显差距。因此本标准提出零碳建筑可再能源发电应优先选用光伏发电。屋面和立面应用太阳能光伏组件在发电效果、成本上有明显的差异性，应优先考虑屋面光伏应用，当屋面的供应量不满足项目需求时，再考虑立面光伏应用。

4.4.3 零碳建筑可再生能源供热系统的选择宜符合下列规定：

1.供暖系统宜选择地源热泵、空气源热泵或其组合系统；

2.供热水系统宜选用太阳能热水、空气源热泵或其组合系统。

【条文说明】

空气源热泵供热是替代燃气供热的有效形式，既提升了供热设备能效，也降低了碳排放量，因此空气源热泵供暖或供热水系统在零碳建筑中均是推荐形式。当技术条件适宜时，地源热泵是有效的供暖热源。太阳能热水与空气源热泵的组合系统是生活热水系统中最低碳的推荐方式。

4.4.4 零碳建筑宜采用多种可再生能源复合系统。

【条文说明】

零碳建筑的深度减碳要求通常需要多种可再生能源系统共同应用，因此对于零碳建筑而言，多种可再生能源复合系统是普遍情况。零碳建筑设计需要强化复合系统的应用要求，通过多能互补提升综合能效利用效率，提升可再生能源的应用量。

## 5 太阳能光伏系统

### 5.1 一般规定

5.1.1建筑光伏系统应与主体建筑同步设计、施工和验收。

【条文说明】

本条文旨在确保光伏设备与建筑的有效集成与高效利用。同步设计意味着在建筑设计初期，就将光伏系统作为建筑不可分割的一部分进行规划，考虑其布局、安装位置、角度、遮阳效果等因素与建筑功能的和谐共生，最大化光伏系统的发电效率，同时减少对建筑外观和使用功能的负面影响。施工阶段的同步进行，则要求光伏系统的安装紧密跟随主体建筑的施工进度，确保两者在结构、电气、防水等方面的无缝对接，避免后期改造带来的资源浪费和安全隐患。此外，同步施工还有助于提高施工效率，缩短项目周期，降低成本。验收环节的同步，是保障光伏系统质量与安全的关键步骤。要求光伏系统在完成安装后，需与主体建筑一同接受全面、严格的检测与评估，包括但不限于光伏组件的性能测试、电气连接的安全性检查、防水防漏效果验证等，确保光伏系统能够稳定、可靠地运行，为建筑提供持续的绿色能源供应。

5.1.2建筑光伏系统的设计应充分考虑建筑本体条件、施工安装条件、运营维护条件等因数，并应满足安全可靠、经济适用、环保美观、运维便捷的要求。

【条文说明】

 本条是确保零碳建筑光伏系统高质量设计与实施的重要指导原则。首先，考虑建筑本体条件，意味着光伏系统的设计需与建筑的结构承载能力、外观风格、使用功能相协调，确保光伏板的布置既不影响建筑的稳定性和安全性，又能与建筑美学相融合，提升整体视觉效果。其次，施工安装条件的考量，要求设计时应预见施工过程中的难点与挑战，如安装空间限制、施工安全、材料运输等，确保设计方案具有可行性，减少施工难度和成本。再次，运营维护条件的重视，旨在确保光伏系统在长期运行中能够保持稳定高效的性能。设计时应考虑便于清洁、检修和更换组件的便利性，以及系统监控和故障诊断的智能化水平，从而降低运维成本，提高运维效率。最后，安全可靠、经济适用、环保美观、运维便捷是光伏系统设计的核心要求。安全可靠是基础，确保系统稳定运行，保障人员安全；经济适用是目标，通过优化设计降低初始投资和运营成本；环保美观是追求，体现绿色低碳建筑理念；运维便捷则是保障，确保系统长期高效运行。

### 5.2 建筑设计

5.2.1 建筑体形及空间组合应为光伏组件接收充足的太阳光照创造条件。在满足规划条件和功能布置的前提下，建筑设计宜扩大屋面面积。

【条文说明】

本条文强调建筑体形及空间组合的优化对于提升光伏组件接收太阳光照效率的重要性。具体而言，建筑设计需充分考虑日照条件，通过合理的体形设计和空间布局，最大限度地减少阴影遮挡，确保光伏组件能够接收到充足的阳光照射，从而提高光伏发电效率。同时，在满足城市规划要求和建筑功能布局的前提下，鼓励扩大屋面面积，为光伏组件的安装提供更多空间。

5.2.2 太阳能光伏组件宜结合建筑构造一体化设计。

【条文说明】

本条文旨在促进太阳能光伏组件与建筑构造的深度融合，实现一体化设计。一体化设计不仅能够提升建筑的美观性，使光伏组件成为建筑外观的一部分，还能增强光伏系统的结构安全性和功能性。通过精心规划，光伏组件可以巧妙地融入屋顶、墙面、遮阳板等建筑元素中，既满足建筑的使用需求，又有效利用了太阳能资源。此设计原则要求在设计阶段就充分考虑光伏组件与建筑构造的兼容性，包括材料选择、荷载计算、防水处理等方面，确保光伏系统既能高效发电，又能与建筑整体和谐统一。

5.2.3 太阳能光伏组件安装位置应结合建筑造型，通过辐射量分析合理布置，优先采用屋面布置方案。

【条文说明】

本条文明确了太阳能光伏组件在安装位置选择时应充分考虑建筑造型与太阳辐射量的优化结合。通过详尽的辐射量分析，确定光伏组件的最佳布置方案，以最大化利用太阳能资源。在多种可能的安装位置中，优先推荐屋面布置方案，因其通常具备较少的遮挡、较大的安装面积及较高的发电效率。

5.2.4 屋面设计光伏组件时应符合下列规定：

1 光伏方阵布置应考虑日常运行维护通道；

2 在无防护的柔性防水层屋面上安装光伏系统，应在光伏支架系统基座下部增设附加防水层,宜在光伏系统屋面日常检修通道上部铺设保护层；

3 光伏瓦宜与屋顶普通瓦模数相匹配，不应影响屋面正常的排水功能。

【条文说明】

光伏组件的集成应用需严格遵循一系列技术规定，以确保系统的长期稳定运行及建筑的整体性能不受影响。首先，关于光伏方阵的布置，必须充分考虑日常运行维护的需求，合理规划通道空间，确保维护人员能够安全、便捷地接近并检查光伏组件，进行必要的清洁、维修等工作，从而保证光伏系统的发电效率和使用寿命。其次，针对在无防护的柔性防水层屋面上安装光伏系统的特殊情况，必须采取额外的防水措施。在光伏支架系统基座下部增设附加防水层，可以有效隔绝水分渗透，保护建筑屋面的防水结构不受破坏。同时，为了进一步保障防水层的完整性和耐久性，建议在光伏系统屋面日常检修通道上部铺设保护层，防止检修活动对防水层造成意外损伤。最后，对于采用光伏瓦作为建筑屋顶材料的情况，设计时应确保光伏瓦与屋顶普通瓦的模数相匹配，这不仅能提升建筑外观的整体性和美观度，还能确保光伏瓦的安装不会对屋面的排水功能造成不利影响。

5.2.5 墙面设计光伏组件时应符合下列规定：

1 光伏组件与墙面的连接不应影响墙体的保温构造和节能效果；

2 穿墙管线不宜设在结构柱处；

3 光伏组件镶嵌在墙面时,宜与墙面装饰材料、色彩、分格等协调处理。

【条文说明】

在立面光伏应用的设计中，光伏组件的集成需精心规划，以确保在提升建筑可再生能源利用率的同时，不损害墙体的基本功能与美学效果。首先，光伏组件与墙面的连接方式至关重要，必须确保这一过程不会对墙体的保温构造和整体节能效果产生负面影响。保温层是维持建筑能效的关键部分，光伏组件的安装应充分考虑其热工性能，避免破坏保温层的完整性，保证建筑在冬季保温、夏季隔热方面的性能不受影响。其次，穿墙管线的布置需谨慎选择位置，尽量避免设置在结构柱处。结构柱是建筑的重要承重构件，其周围区域受力复杂，管线穿越可能削弱结构强度或导致渗水等问题。最后，当光伏组件镶嵌在墙面时，应注重与墙面装饰材料、色彩、分格等方面的协调处理。光伏组件作为建筑立面的一部分，其外观应与整体设计风格相融合，避免突兀感。

5.2.6 建筑幕墙设计光伏组件时应符合下列规定：

1 光伏组件的尺寸应符合幕墙设计模数与幕墙协调统；

2 光伏幕墙的性能应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的要求；

3 由光伏幕墙构成的雨篷、檐口和采光顶,应符合建筑相应部位的刚度、强度、排水功能及防止空中坠物的安全性能规定。

【条文说明】

在光伏幕墙的设计中，光伏组件的融入不仅需展现其绿色能源的优势，还需确保与幕墙系统的完美协调与安全性能。首先，光伏组件的尺寸设计需严格遵循幕墙的设计模数，确保组件与幕墙框架的精确匹配，实现视觉与结构的双重和谐。这种模数化的设计方式，不仅简化了安装流程，提高了施工效率，还保证了幕墙外观的整体性和美观性。其次，光伏幕墙作为建筑的外围护结构，其性能必须符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的要求。这包括但不限于风压承载力、水密性、气密性、平面内变形能力等多方面的性能指标，以确保光伏幕墙在恶劣天气条件下仍能稳定工作，保障建筑内部环境的安全与舒适。最后，对于由光伏幕墙构成的特殊部位，如雨篷、檐口和采光顶等，设计时应特别注意其刚度、强度、排水功能及防止空中坠物的安全性能。这些部位不仅承受着复杂多变的荷载作用，还直接关系到建筑的整体安全与使用寿命。因此，在设计过程中需充分考虑各种不利因素，采取相应的加强措施和防护措施，确保光伏幕墙在满足能源利用需求的同时，也能充分发挥其作为建筑外围护结构的保护作用。

### 5.3 系统设计

5.3.1 零碳建筑的光伏系统的年发电量需求应基于建筑碳排放计算及可再生能源应用需求核算确定。

【条文说明】

本条文明确了零碳建筑光伏系统设计的基本原则，即光伏系统的年发电量需求必须紧密依托于建筑碳排放的精确计算及可再生能源应用需求的核算。通过科学评估建筑的能源消耗与碳排放状况，结合可再生能源的供应潜力和利用效率，合理确定光伏系统的发电规模，确保光伏系统能够有效满足建筑运行过程中的能源需求，实现建筑的零碳排放目标。

5.3.2 建筑光伏系统的适宜布置位置、建筑结合形式、系统方案及设备类型的确定，应结合下列影响因数的充分分析确定。

1 周边敏感建筑对光污染的控制要求；

2 计入周边构筑物及建筑自遮挡影响的光伏组件拟布置位置的年辐照量的比较分析；

3 建筑的用电负荷类型、柔性调节能力；

4 可接入的建筑用户配电网侧或市政电网侧的电压等级、接入点的可接入容量。

【条文说明】

在规划零碳建筑的光伏系统时，为确保其高效、合理且符合多方需求，必须综合考虑多种影响因素。首先，需关注周边敏感建筑对光污染的控制要求，避免光伏系统反射或直射光线对邻近环境造成不利影响。其次，对光伏组件拟布置位置的年辐照量进行精确分析至关重要。这要求全面考虑周边构筑物及建筑自身的遮挡情况，通过比较分析不同位置的辐照量数据，选择最优的安装位置，以最大化光伏系统的发电效率。同时，建筑的用电负荷类型及柔性调节能力也是决定光伏系统方案的关键因素。不同建筑类型的用电需求各异，且部分建筑可能具备调节用电负荷的灵活性。因此，在设计光伏系统时，需充分结合建筑的用电特性，确保光伏系统能够稳定、可靠地满足建筑的能源需求，并在必要时提供灵活的电力支持。最后，可接入的建筑用户配电网侧或市政电网侧的电压等级及接入点的可接入容量也是不容忽视的因素。这关系到光伏系统并网运行的可行性与经济性。在设计过程中，需仔细分析电网条件，确保光伏系统能够顺利接入并稳定运行，同时避免对电网造成不必要的冲击或影响。

5.3.3 零碳建筑的光伏系统设计，应对建筑的用电负荷进行全年或典型日的逐时动态分析，进而合理确定光伏的系统的并网方案、接入点选择以及各个接入点光伏子系统的装机容量。

【条文说明】

本条文强调了在零碳建筑光伏系统设计中，对建筑用电负荷进行精细化分析的重要性。通过全年或典型日的逐时动态分析，能够准确把握建筑的用电需求和变化规律，为光伏系统的并网方案、接入点选择及装机容量配置提供科学依据。分析有助于确保光伏系统在不同时间段内都能有效匹配建筑的用电需求，实现能源的最大化利用和节能减排的目标。同时，合理的并网方案和接入点选择，也能保障光伏系统的稳定运行和高效发电。

5.3.4 对于并入交流电网的建筑光伏系统，应优先采用用户侧并网的系统方案，以最大化进行本地消纳；并结合建筑条件和系统布置方案，优先考虑分散逆变、就地并网的接入方式。

【条文说明】

本条文明确了并入交流电网的建筑光伏系统应遵循的设计原则。优先采用用户侧并网的系统方案，旨在最大化地实现光伏电力在本地建筑内的直接消纳。同时，结合具体的建筑条件和系统布置方案，优先考虑分散逆变、就地并网的接入方式，可以更加灵活地适应建筑布局，优化光伏系统配置，确保每个光伏子系统都能独立、高效地工作，进一步提升整个光伏系统的可靠性和经济性。

5.3.5 建筑光伏系统的接入方案设计、并网点电压等级、电能质量要求等均应符合现行《建筑光伏系统应用技术标准》GBT51368等相关标准及规范的要求。

【条文说明】

本条文强调了建筑光伏系统接入方案设计及相关技术要求的合规性。在零碳建筑设计中，光伏系统的接入方案、并网点电压等级以及电能质量等关键环节，均需严格遵循现行《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368等权威标准及规范。这些标准与规范为光伏系统的安全、高效运行提供了科学依据和技术指导，确保了光伏系统能够稳定接入电网，实现电能的可靠传输与利用。

5.3.6 对于光伏系统本地消纳率不高的项目，在满足现行标准规范的消防和防护等安全性要求的前提下，宜优先设置本地电力储能装置。

【条文说明】

在零碳建筑设计中，若光伏系统产生的电力无法充分在本地建筑内消纳，为减少能源浪费并提升系统灵活性，建议在满足消防、防护等严格安全性要求的前提下，优先考虑设置本地电力储能装置。这一措施不仅能够有效储存光伏系统产生的多余电能，供建筑在用电高峰或光照不足时使用，还能增强建筑对可再生能源的利用能力，进一步推动零碳目标的实现。同时，储能装置的设置也需遵循相关标准规范，确保其在运行过程中的安全性和稳定性。

5.3.7 建筑光伏系统应在逆变器、变流器的出线端配置具有远程通信功能的电力电量采集装置。

【条文说明】

本条文强调了建筑光伏系统中电力电量采集装置的重要性及其配置要求。为实现光伏系统的高效运行与远程监控，要求在逆变器、变流器的出线端必须配置具备远程通信功能的电力电量采集装置。这一装置能够实时、准确地采集光伏系统的发电量、电压、电流等关键参数，并通过远程通信网络传输至监控中心，为系统的运行维护、性能评估及优化调度提供重要数据支持。同时，远程通信功能还便于实现光伏系统的远程监控与控制，提高系统的自动化水平和智能化程度。

5.3.8 光伏发电系统的逆变器交流侧应设置隔离开关；光伏发电系统的直流侧应配置直流故障电弧检测和保护功能；安全性要求较高或有条件的情况下，光伏发电系统宜具备组件级关断功能。

【条文说明】

 本条文旨在确保建筑光伏发电系统的安全稳定运行，通过一系列关键安全措施来提升系统的整体安全性能。首先，逆变器交流侧设置隔离开关是基本的安全要求，它能够在紧急情况下迅速切断逆变器与电网的连接，防止电流倒灌或故障扩大，保障人员和设备的安全。其次，光伏发电系统的直流侧配置直流故障电弧检测和保护功能至关重要。直流故障电弧可能引发火灾等严重后果，因此通过实时检测并快速切断故障电弧的回路，可以有效防止火灾事故的发生，提升系统的安全性。此外，在安全性要求较高或有条件的情况下，光伏发电系统宜具备组件级关断功能。这一功能允许在特定情况下，如维修或紧急情况下，快速关断单个光伏组件的电流，减少操作风险，提高系统的灵活性和安全性。这些安全措施的综合应用，将为建筑光伏发电系统的安全稳定运行提供有力保障。

5.3.9 对于总装机容量达到300kWp以上的建筑光伏系统，宜设置一套具备远程通信功能的环境监测装置，监测项目应包括太阳辐照量、气温等参数。相应数据应接入光伏发电监控系统，并应对监测数据进行实时记录。

【条文说明】

本条文针对大规模建筑光伏系统（总装机容量达到300kWp及以上）提出了增设环境监测装置的具体要求，旨在进一步提升系统的运行效率与智能化管理水平。设置具备远程通信功能的环境监测装置，能够实时、准确地监测太阳辐照量、气温等关键环境参数，这些参数对光伏系统的发电效率具有直接影响。通过将这些监测数据接入光伏发电监控系统，并进行实时记录与分析，运维人员可以及时了解系统运行状态及环境变化趋势，为系统优化调整提供科学依据。

5.3.10 建筑光伏系统的发电量应按不同的系统类型、组件类型、阵列布置及设备的配置进行计算，并应以每个发电子系统为单元，分单元计算发电量。

【条文说明】

本条文明确了建筑光伏系统发电量计算的具体要求与精细化程度，旨在确保发电量的预测与评估更加准确、科学。首先，发电量计算需充分考虑系统类型、组件类型、阵列布置及设备配置等多种因素，这些因素直接影响光伏系统的发电效率与性能。其次，计算过程中应以每个发电子系统为独立单元，分别进行发电量预测与评估。这种分单元计算的方法，有助于更精确地掌握每个子系统的发电能力，为后续的系统优化、运维管理提供有力支持。在实际操作中，发电量计算可依据国家相关标准与规范进行，如《光伏发电站设计规范》GB50797等，通过综合考虑太阳辐照量、组件转换效率、系统综合效率等因素，采用科学合理的计算方法，得出每个发电子系统的发电量预测值。

### 5.4 主要设备选型及要求

5.4.1 建筑光伏系统设备和材料应符合建筑安全规定，作为建筑材料或构件时应满足建筑功能要求。

【条文说明】

本条文强调了建筑光伏系统设备和材料在零碳建筑设计中的双重角色及其必须满足的严格要求。首先，作为电气系统的一部分，建筑光伏系统的设备和材料必须严格遵守建筑安全规定，包括但不限于电气安全、防火安全、抗震安全等方面，以确保在极端天气或突发事件下，系统能够稳定运行，不会对建筑安全造成威胁。其次，当光伏系统设备和材料作为建筑材料或构件时，它们还需满足建筑功能要求。这意味着这些设备和材料在提供可再生能源发电功能的同时，还需具备与建筑整体相协调的外观、结构强度、耐久性、防水性、保温隔热性等建筑性能。例如，光伏组件作为建筑屋顶或外墙的一部分时，其安装方式和固定结构需确保建筑的整体稳定性和密封性；同时，光伏组件的外观颜色、纹理等也应与建筑风格相协调，以提升建筑的美观性。

5.4.2 建筑光伏系统设备和材料应满足相关设备及材料的国家及行业等相关质量标准要求，且应优先选用有碳足迹认证的设备和材料。

【条文说明】

本条文强调了建筑光伏系统设备和材料的质量标准与环保要求。设备及材料需严格遵守国家及行业相关质量标准，确保光伏系统的安全、可靠运行。同时，为响应绿色低碳发展趋势，应优先选用经过碳足迹认证的设备和材料。碳足迹认证不仅体现了产品在整个生命周期内的碳排放情况，也反映了生产企业的环保责任与可持续发展能力。选用此类设备及材料，有助于降低建筑光伏系统的碳足迹，推动零碳建筑的实现，符合当前全球绿色发展的主流趋势。

5.4.3 光伏组件的选用应满足下述要求：

1 若选用常规晶硅组件，其初始光电效率不应低于22.0%，首年衰减率不应高于2.0%，之后每年衰减率不应低于0.5%；

2 若选用常规薄膜组件，其初始光电效率不应低于15.5%，首年衰减率不应高于5.0%，之后每年衰减率不应低于0.4%；

3 若选用透光型光伏组件、彩色光伏组件、仿建材饰面光伏组件或形状特异的非标准光伏组件，其初始光电效率可不作要求，但相应的衰减率应满足上述两款的对应要求；

4 组件的接线盒和电缆应选用高品质产品，以减少电气连接部分的故障率。

【条文说明】

本条文明确了光伏组件选用的关键性能指标要求，旨在确保光伏系统的高效稳定运行。对于常规晶硅与薄膜组件，规定了严格的初始光电效率及衰减率标准，以筛选出高性能、长寿命的组件产品。同时，针对特殊类型的光伏组件，如透光型、彩色、仿建材饰面及非标准形状组件，虽在初始光电效率上给予灵活性，但同样要求其衰减率满足相应标准，以保障长期发电效率。此外，强调选用高品质接线盒与电缆，以减少电气连接故障，提升系统整体可靠性。

5.4.4 逆变器的选用及安装应满足下述要求：

1 有条件的情况下，逆变器应优先安装于干燥且通风条件良好的室内；

2 逆变器应具有完善的保护功能，如过压、欠压、过流等保护；

3 所选用的组串式逆变器的效率不应低于97%；

4 应具备温度保护功能，能够在温度过高时自动降低工作频率或输出功率，以保护设备免受损坏；

5 应具备通信接口，方便与其他设备进行数据交互和监测；

6 应具备故障诊断和监测功能，能够实时监测设备的工作状态、故障信息和发电效率等。

【条文说明】

本条文详细规定了逆变器选用及安装的关键要求，以确保光伏系统的高效、安全运行。逆变器作为光伏系统的核心设备，其安装环境需干燥通风，以减少故障风险。同时，逆变器需具备全面的保护功能，包括过压、欠压、过流等，以保障设备在异常情况下不受损害。效率方面，推荐选用高效率组串式逆变器，以提高发电效率。此外，逆变器还应具备温度保护、通信接口及故障诊断监测等功能，以便实时掌握设备状态，及时发现并处理潜在问题，保障光伏系统的长期稳定运行。

5.4.5 电力储能设备的选用及安装应满足下述要求：

1 建筑光伏系统配套储能系统宜采用电化学储能方式；

2 电化学储能宜在建筑外单独设置，置于建筑内时应设置独立房间满足消防要求；

3 采用隔离型储能变换器时，充放电循环效率应大于86%；采用非隔离型储能变换器时，充放电循环效率应大于90%；

4 电池管理系统应具备储能电池电压、充放电电流、荷电状态、能量状态、最大允许充放电功率等信息的监控功能；

5 储能电池应具备专用的消防灭火装置和独立的控制回路；

6 电池管理系统应符合现行国家标准《电化学储能电站锂离子电池管理系统》GB/T 34131的相关规定，具备自动上传电池管理系统所监测的电池运行信息至建筑管理系统的功能。

【条文说明】

本条文明确了电力储能设备在零碳建筑中的选用与安装标准，旨在保障储能系统的安全性与高效性。若采用电化学储能方式，应依据实际情况选择安装位置，确保满足消防安全要求。储能变换器的效率要求确保了能量转换过程中的损耗最小化。电池管理系统则需具备全面的监控功能，实时监测储能电池的各项关键参数，为运维管理提供数据支持。同时，储能电池配备专用消防装置与控制回路，提高了系统的安全性。

## 6 太阳能热水系统

### 6.1 一般规定

6.1.1建筑太阳能热水系统应与主体建筑同步设计、施工和验收，并充分考虑使用、安装和维护等要求。

【条文说明】太阳能热水系统只有纳入建筑设计，才能为太阳能热水系统的设计、安装创造条件，使太阳能热水系统在建筑中得到有效利用，并做到太阳能与建筑一体化。

6.1.2建筑太阳能热水系统的设计应充分考虑的生活热水负荷分布特点，结合建筑本体条件、施工安装条件、运营维护条件等因数，是系统满足安全可靠、性能稳定、节能高效等要求。

【条文说明】为更合理的利用太阳能，故需规范太阳能热水系统的设计、安装、工程验收和日常维护，使民用建筑太阳能热水系统安全可靠、性能稳定、节能高效、与建筑协调统一，并保证工程质量。

### 6.2 建筑设计

6.2.1 太阳能集热器件宜结合建筑构件一体化设计。

【条文说明】

太阳能集热器是系统的重要组成部分，可设置在建筑屋面、阳台栏板、外墙墙面或其他建筑部位，如女儿墙、建筑屋顶的披檐、遮阳板屋顶飘板等能充分接收阳光的位置。建筑设计需将集热器作为建筑元素，与建筑有机结合，保持统一和谐的外观，并与周围环境协调，包括建筑风格、色彩。当集热器作为屋面板、墙板或阳台栏板时，应具有该建筑部位的承载、保温隔热、防水及防护能力。

6.2.2 建筑设计应预留满足要求的管道井及检修所需要的空间。

【条文说明】

太阳能系统的管路应有组织布置，做到安全、隐蔽、易于检修。管路应做到走向合理，不影响建筑使用功能及外观。公共竖向管路宜布置在竖向管路井中。 太阳能热水系统管线应布置在公共空间且不得穿越用户室内空间，以免管线渗漏影响用户使用，便于管线维修。当无法避免时，可采用竖向管井解决，以保证户界清楚。

6.2.3 太阳能集热器与屋面、墙面、阳台等一体化设计时，应满足其所在部位的保温隔热、防水、排水和系统检修的要求。

【条文说明】

当集热器设置在建筑屋面、阳台栏板、外墙墙面等部位时，应保证该建筑部位的保温隔热、防水能力，并应满足系统排水及检修要求。

6.2.4 平屋面设置太阳能集热器时应符合下列规定：

1 太阳能集热器支架应与混凝土基座可靠连接，基座应进行防水处理,连接部位的缝隙应用防水油膏密封

2 对非上人屋面,应在集热器检修通道、屋面出人口等部位铺设保护层和维修用栏杆。

【条文说明】

本条是对太阳能集热器安装在建筑平屋面的要求。太阳能集热器应通过支架和基座固定在屋面上。还应做好集热器支架和基座处的防水，做法可参照《太阳能集中热水系统选用与安装》(15S128)相关内容。集热器周围应设置检修通道，屋面出人口和人行通道均应设置刚性防护层以保护防水层不被破坏，一般在屋面铺设水泥砖(板)；并且应设置保护人员维修的设施，这些区域按上人屋面处理。

6.2.5 坡屋面设置太阳能集热器时应符合下列规定：

1 屋面的坡度宜结合太阳能集热器接受阳光的最佳倾角进行设计；

2 坡屋面上的集热器宜采用顺坡镶嵌设置或顺坡架空设置，并预留检修通道；

3 太阳能集热器与坡屋面结合处的雨水排放应通畅；

4 太阳能集热器顺坡镶嵌在坡屋面上时，应与屋面整体进行保温、隔热、防水设计；

5 太阳能集热器顺坡架空在坡屋面上与屋面间的空隙宜在50mm到100mm之间。

【条文说明】

本条是对太阳能集热器安装在建筑坡屋面的要求。集热器安装在坡屋面时，需根据屋面材料和集热器接收阳光的最佳倾角确定屋面坡度。现行国家标准《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T18713的要求，集热器安装最佳倾角等于当地纬度，以使集热器接收到更多的阳光。如系统侧重在夏季使用，其倾角宜为当地纬度减 10°；如系统侧重在冬季使用，其倾角宜为当地纬度加 10°。太阳能热水系统多为全天候使用，集热器安装倾角为当地纬度+10°~-10°之间。这对于一般情况下的平板型集热器和真空管集热器都是适用的。在屋面适当位置应设置人员出入检修口；还应为安装人员提供安全的工作环境。一般可在屋脊处设置钢架或挂钩用以支撑连接在安装人员腰部的安全带。钢架或挂钩应能承受至少2名安装人员、集热器和安装工具的荷载。嵌入屋面设置的集热器与屋面之间以及穿出屋面管路均应做好防水，防止屋面发生渗漏。首先屋面穿管应预先埋设套管，其次四周应用密封材料封严。集热器与屋面交接处应设置挡水盖板，并满足保温、隔热要求。架空设置的集热器宜与屋面同坡，且有一定的架空高度，以保证屋面排水通畅。架空高度一般在50-100mm。

### 6.3 系统设计

6.3.1 零碳建筑的太阳能热水系统的年供热量的需求应基于建筑热水需求及可再生能源应用需求确定。

【条文说明】

需要特别说明的是，根据《建筑碳排放计算标准》（GB/t 51366-2019）规定，这里的生活热水不包括饮用水和炊事用水，仅包括日常洗浴的热水供应。

6.3.2 建筑太阳能热水系统的系统方案、建筑结合形式、及设备参数的确定，应结合下列影响因素的充分分析确定。

1 项目所在地的年气温情况；

2 周边敏感建筑对光污染的控制要求；

3 计入周边构筑物及建筑自遮挡影响的太阳能集热器采光面的年辐照量的比较分析；

4 建筑的热水负荷类型、用水温度需求、全年各个季度的热水用水量分布；

5 热水需求量计算应考虑季节性变化和用户用水习惯，以便合理调整系统运行策略。

【条文说明】

在冬季环境温度可能低于0℃地区使用太阳能集热系统，应进行防冻设计。

集热器设置位置应避免对本身和周边建筑产生光污染。太阳能集热器安装在建筑屋面、阳台、墙面或建筑其他部位，不应有任何障碍物遮挡阳光，满足全天有不少于4h的日照时数要求。可通过日照分析确定集热器的安装部位。系统方案确定时要充分考虑各用水点的用水类型，温度及使用时间点，合理确定系统类型及参数。设计需考虑季节性太阳能与辅助能源间的使用比例关系，控制系统设计应能依据太阳能热水系统设计要求，实现对太阳能集热系统、辅助能源系统以及供热水系统等的功能控制与切换。控制系统功能应包含运行控制功能与安全保护功能。运行控制功能应包含手动控制与自动控制功能。

6.3.3 零碳建筑的太阳能热水系统设计，应对建筑的热水负荷进行全年或典型日的逐时动态分析，进而合理确定太阳能热水系统的集热量面积与布置参数、蓄热水箱配置等关键设计参数。

【条文说明】

可利用计算机软件进行计算模拟确定参数。

6.3.4 太阳能集热器总面积的确定可参照现行《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364-2018中的5.4.2条计算。

6.3.5 系统设计和设备配置应考虑未来使用需求的变化，具备足够的灵活性和可扩展性，以适应建筑使用功能的变化或变化的热水需求。

6.3.6 建筑太阳能热水系统的可再生能源替代量应为系统的供热量减去辅助热源供热量、集热循环泵等辅助设备能耗后的净供热量。

【条文说明】

为了杜绝或者避免“漂零”的现象发生，本标准对建筑太阳能热水系统的可再生能源替代量计算进行了详细定义。

### 6.4 主要设备选型及要求

6.4.1 建筑太阳能热水系统设备和材料应符合建筑安全规定，作为建筑材料或构件时应满足建筑功能要求。

【条文说明】

太阳能热水系统设备应采取防冻、防结露、防过热、防电击、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施；当系统设备作为建筑材料或构件时，应达到相应建筑材料或构件的刚度、强度及防护功能要求，施工完成后能满足替代建筑部位的承重、保温、隔热和防水以及安全等功能要求。

6.4.2 建筑太阳能热水系统设备和材料应满足相关设备及材料的国家及行业等相关质量标准要求，且应优先选用有碳足迹认证的设备和材料。

【条文说明】

相关设备及材料除应符合设计要求，还应满足国家制定的产品标准，包括国家产品和行业产品标准，涉及基础标准、测试方法标准、产品标准和系统设计安装标准四个方面。为促进绿色低碳设备、材料推广及应用，零碳建筑应优先选用有碳足迹认证的设备和材料。

6.4.3 太阳能集热器的选用和安装应满足下述要求：

1 若选用常规平板集热器，其瞬时效率截距应不小于0.75，总热损系数应不大于5.0W/(㎡▪℃)；

2 若选用常规真空管集热器，其瞬时效率截距应不小于0.65，总热损系数应不大于2.5W/(㎡▪℃)；；

3 若选用建筑构件一体化或其他非标准形式的集热器，则不对其光热效率作限制性要求；

4 集热器之间的连接设计应遵循“同程”原则，使每个集热器的传热工质流入路径与回流路径的阻力相同，并应使流经单位集热器面积的流量均衡；

【条文说明】

瞬时效率截距、总热损系数是计算集热器年平均集热效率的关键数据，反映了集热器的质量。对于非标准设备，其光热效率应有产品实际测试结果确定。“同程”原则是规定每个集热器的传热工质流入路径与回流路径的长度相同，其目的是要使各个集热器内的流量分配均匀，从而使太阳能集热系统的效率达到最大值。

6.4.4 贮热水箱的设计、选型及安装应满足下述要求：

1 水箱应具有良好的保温性能，以减少热损失，其保温性能应符合现行国标标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T50185的要求；

2 贮热水箱的容积应依据集热端及用热端的热量供应及需求的耦合分析来合理确定，建议基于动态仿真软件进行测算与评估；

3 若贮热水箱设置辅助热源，则应优先采用热泵作为辅助热源；当采用电加热作为辅助热源时，其电力应为可再生能源系系统供应；对于只用于卫生防菌目的的加热热源可不受前述要求限制；

4 贮热水箱应优先设置在室内，并尽量靠近用水部位；

5 贮热水箱应设置可靠的温控系统和安全阀，以防止过热和过压等安全隐患；并考虑过热情况下对周边环境的安全性影响，应有相应的防护措施；

6 对于容积达到1m³以上的集中式太阳能热水系统的贮热水箱，应在贮热水箱的供热出水口和补水进水口管路上均设置具备数据远传功能的温度传感器，并选择其中一个位置设置远传计量水表；或采用其他形式满足对太阳能热水系统供热量的监测功能要求；

7 贮热水箱的布置位置应留有不小于500mm的安装和检修空间；

【条文说明】

贮热水箱良好的保温性能是节能减耗的关键措施，所以其性能应符合国家标准的要求。贮热水箱的有效容积可参照现行《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364-2018中的5.4.5条进行估算，并根据实际使用情况用动态仿真软件进行评估。辅助热源也应选择可再生能源系统或低能耗设备供应。贮热水箱的设置位置应尽可能降低热损耗。贮热水箱应设置必要的防过热、防爆措施。对于达到一定规模的太阳能热水系统应设置必要的热量监测装置。

6.4.5 所选用的循环泵的流量、扬程、温度、压力等各项性能指标应与太阳能集热系统相匹配，且水泵的能效等级应达到一级能效。

【条文说明】

循环泵的参数选择可参照现行《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364-2018中的5.4.6条进行计算；循环泵的工作温度和压力应与集热系统匹配。

6.4.6 所选用的辅助热源应达到其相应设备能效标准的一级能效要求。

## 7 空气源热泵供热系统

### 7.1 一般规定

7.1.1 空气源热泵系统的应用，应根据建筑特点、使用要求、气候条件，进行技术经济比较，并应符合安全耐久、健康舒适、资源节约、环境保护等有关规定。

7.1.2 空气源热泵系统辅助热源配置应结合当地气候条件，空调供热及各季节生活热水使用需求，经技术经济比较确定。

【条文说明】

随着室外气温的降低，采用空气源热泵供暖的经济性和可靠性变差，采用辅助热源配合空气源热泵可解决极端寒冷气候条件下的可靠性，同时避免了空气源热泵由于选型过大，造成的初投资和运行费用的提高。

辅助热源的主要形式包括电加热器、天然气锅炉和太阳能辅助热源等。辅助热源可以是工业余热、废热、城市热网、燃气、电或其他热源。在分户式系统中，电或燃气通常作为辅助热源。

7.1.4 在技术可行、经济合理的前提下，空气源热泵系统宜与太阳能、余热、蓄热系统等进行耦合应用，实现多能互补。宜满足下列要求：

1 具有适合峰谷电价差的区域，宜优先与水蓄热系统相结合；

2 宜与太阳能等可再生能源进行耦合应用；

3 有冷热电联产系统或工业余热等热源的区域，宜与余热利用技术进行耦合；

4 对于暂无区域能源供给且可再生能源受地理气候条件无法保证时，或负荷峰值常出现在电网低谷时段时，可与电加热结合，并应符合现行国家标准的规定。

【条文说明】

空气源热泵系统具有以下特点：制热能力随温度下降，尺寸较大、安装空间较大，增加冬季用电负荷等。与其他系统相融合，可以减少空气源热泵系统的装机容量和配电容量。如何与水蓄热系统相结合，还可以进一步降低运行费用，推荐优先采用。

直接将燃煤发电生产出的高品位电能转换为低品位的热能进行供暖，能源利用效率低，是不合适的。考虑到各地区的具体情况，在只有符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定的特殊情况时方可采用。

7.1.5 当项目采用户式系统时，应优先考虑空气源热泵作为空调系统能源端。在技术经济性合理的前提下，应兼顾夏季制冷和全年生活热水的需求。

【条文说明】

本条引自住房和城乡建设部标准定额司组织住房和城乡建设部科技与产业化发展中心等9家单位共同编制的《户式空气源热泵供暖应用技术导则（试行）》（2020年7月）。

### 7.2 系统选用与设计

7.2.1 空气源热泵供暖系统设计应遵循下列原则：

1 可采用热水机组或热风机组、直接冷凝式机组，必要时应设置辅助热源；

2 供暖时热源宜选用热水机组；

3 末端优先采用低温辐射供暖末端；

4 系统供/回水温度设计参数宜采用表7.2.1推荐值。

表7.2.1 不同气候区空气源热泵热水供暖系统供/回水温度设计参数推荐值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 气候区 | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 |
| 设计供回水温度 | 38℃/33℃ | 41℃/36℃ | 45℃/40℃ |

【条文说明】

2 空气源热泵热水机组直接制取热水，具有输送方便、便于施工、热惰性大，温度波动小的优点，在连续供暖应用时，采用热水机组供暖室内温度波动小，热舒适度高。空气源热泵热风机组直接制取热风，具有升温速度快，不怕冻的优点，可根据需要开启或关闭机组，实现按需供暖，节能性较好，但由于吹风干燥感及噪声，热风的舒适性相对较差，比较适合间歇供暖，不太适合连续供暖的场合。直接冷凝式机组施工工艺较为复杂，目前仅处于推广应用阶段。

3 对于冬季温度较低的室外空气源来说，低温辐射供暖末端需求侧供暖温度要求较低，一般在 30℃～40℃，非常适合空气源热泵机组的运行温度范围。空气源热泵供暖系统室内末端优先采用低温辐射供暖末端。对于夏热冬冷地区冷热兼顾的末端系统优先采用风机盘管。

4 为方便空气源热泵热水机组及其末端系统的设计选型，需要明确不同气候区域的供/回水温度的设计工况。受空气源热泵技术条件的限制，并从经济性角度考虑，严寒地区建筑围护结构保温及气密性较好，采用空气源热泵系统，末端一般需配置地板辐射采暖，供水温度范围宜在 33℃～43℃，寒冷地区同样要求围护结构达到节能设计标准，采用空气源热泵，末端一般可配置低温散热器或地板辐射采暖，供水温度范围宜在 36℃～46℃合适，夏热冬冷地区一般需要冷热兼顾，采用空气源热泵，末端一般配置风机盘管，设计供水温度范围宜在 40℃～50℃合适。采用水泵输送热水的供暖系统，从经济性考虑，供回水温差宜设置为5℃。

7.2.2 空气源热泵供暖系统辅助热源设计应遵循下列原则：

1 在严寒和寒冷地区，当冬季室外设计温度低于当地平衡点温度时，或对于室内温度稳定性有较高要求的供暖系统，应设置辅助热源；

2 辅助热源的选择应考虑不同辅助热源与空气源热泵联合供暖的可靠性、经济性和环保性；

3 宜选用电和燃气作为辅助热源。若具备多种辅助热源时，应优先选用低品位清洁能源。

【条文说明】

空气源热泵的平衡点温度是指该机组的有效制热量与建筑物耗热量相等时的室外温度。当冬季室外设计温度低于这个平衡点温度时，就必须设置辅助热源。辅助热源的加热能力应根据在冬季室外计算温度情况下空气源热泵机组有效制热量和建筑物耗热量的差值来确定。

7.2.3 空气源热泵供暖系统容量应按下列原则确定：

1 根据供暖热负荷计算结果选择系统的热源；

2 严寒和寒冷地区应按平衡点温度确定空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的比例，其他地区的平衡点温度可参考设计温度；

3 应根据设计工况确定空气源热泵机组的有效制热量，当设计工况与机组的标称工况不符时，应根据室外温、湿度及结、除霜工况对制热性能进行修正；

4 采用空气源多联式热泵机组时，还需考虑室内、外机组之间的连接管长和高差修正。

【条文说明】

当空气源热泵系统以供暖为主时，应以供暖热负荷选择系统热源。根据不同地区的实际条件，进行技术经济比较确定空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的合理比例，确定空气源热泵机组的供热量。设计工况下的供热量参数及修正方法应由机组生产厂家提供。

此外，采用空气源多联式空调（热泵）机组时，连接管长度和高差的增加将导致压力变化导致制热运行时的冷凝温度降低、制热量减小、能效比降低制冷剂沉积与闪发，由此会引起系统性能衰减和安全、稳定运行，故需考虑管长和高差修正。

7.2.4 空气源热泵系统供暖水系统的循环泵选型应根据水力计算结果确定。

1 应满足系统冬季设计供热工况和夏季制冷工况所需流量和扬程的较大值要求。

2 设计流量下的水系统总阻力应包括热源、输配系统、供暖末端3部分阻力。

3 当采用制冷剂-水换热装置与室外主机一体放置在室外的机型时，添加防冻液的水系统应根据防冻液浓度和性质对系统循环流量和阻力进行修正。

【条文说明】

设计流量下的水系统总阻力可按下式进行计算：

H=1.1（H1+ H2+ H3）（7.2.4）

式中：H—循环水系统总阻力（mH2O）；

H1—制冷剂-水换热器的水侧阻力（mH2O），由空气源热泵机组产品确定；

H2—夏季空调冷水管道阻力，或冬季供暖时换热器至一次分集水器前管道阻力（mH2O），由设计计算确定；

H3—夏季末端阻力（mH2O），由产品确定；或冬季供暖时一次分集水器至末端的环路总阻力，应根据所采用的末端供暖系统类型进行计算。

7.2.5 在选配供暖系统的循环水泵时，应计算供暖系统耗电输热比（EER-h），并应在施工图设计说明中标注。

【条文说明】

规定集中供暖系统耗电输热比（EHR-h）的目的是为防止采用过大的循环水泵，保证水泵的选择在合理的范围，降低水泵能耗，提高输送效率。计算方法与《公共建筑节能设计标准》GB 50189。

7.2.6 严寒和寒冷地区空气源热泵供暖系统应注意以下事项：

1 采用辅助热源后，应注意防止冷凝温度和蒸发温度超出空气源机组的使范围；

2 在有集中供热的地区，过渡季节需要供热时可采用；

3 空调水系统应采取防冻措施。

【条文说明】

设置辅助热源后，应注意防止冷凝温度和蒸发温度超出机组的使用范围。这需要通过合理的系统设计和控制策略来实现，以保证空气源热泵机组在安全的运行参数下工作。

严寒和寒冷地区的空调水系统必须采取有效的防冻措施。包括使用防冻液、确保适当的循环以防止水在低温下停滞、设置低温保护以自动启动循环泵等。防冻措施对于保护系统免受低温损坏至关重要。

7.2.7 对于冬季供暖夏季供冷的辐射供暖供冷系统，冷热源设备宜选用空气源热泵机组。辐射供暖水系统热媒的温度、流量和资用压差等参数，应同热源系统相匹配。

【条文说明】

辐射供暖时，供水温度适宜采用35C～45℃，低于常规散热器采暖系统；而供冷时，冷水温度又高于常规供冷水温度。冷热源选择时，建议优先选用热泵、余热、废热等低温热源。

7.2.8 户式空气源热泵供暖系统设计应符合下列要求：

1 应设置独立供电回路，其化霜水应集中排放；

2 供回水温度、循环泵的扬程应与末端散热设备相匹配；

3 应具有防冻保护、室温调控功能，并应设置排气、泄水装置。

4 应设置缓冲水箱。

【条文说明】

1 户式空气源热泵系统供电及化霜水排放。

在供暖期间，为了保证热泵供暖系统的设各能够正常启动，压缩机应保持预热状态，因此热泵供暖系统必须持续供电。若与其他电气设备采用共用回路时，当关闭其他电气设备电源的同时，也将使得热泵供暖系统断电，从而无法保证压缩机的预热，故应将系统的供电回路与其他电气设备分开。

在供暖期间，当室外温度较低时，若热泵供暖系统长时间不使用，系统的水回路易发生冻裂现象，因此系统的水泵会不定期进行防冻保护运转，同样也需要持续供电。

热泵系统在供暖运行时会有除霜运转，产生化霜水，为了避免化霜水的无组织排放，对周边环境及邻里关系造成影响，应采取一定的措施，如在设各下方设置积水盘，收集化霜水后集中排放至地漏或建筑集中排水管。

2 末端散热设备。

热泵供暖系统可根据供水温度分为低温型（出水温度≤55℃）及高温型（出水温度≤85℃）。 需根据连接的具体末端形式的（如地面供暖、散热器等）供水温度要求，选择适宜的热泵供暖设备。

7.2.9 空气源热泵热水系统选用设备应符合相关节能标准规定。集中式空气源热泵热水系统应设置用能与用水计量装置。

7.2.10 空气源热泵热水系统直接加热、储存、输配生活热水的设备、材料、管件等均应满足《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T17219的要求。

7.2.11 空气源热泵室外机组的安装位置，应符合下列规定：

1 应确保进风与排风通畅，且避免短路；

2 应避免受污浊气流对室外机组的影响；

3 噪声和排出热气流应符合周围环境要求；

4 应便于对室外机的换热器进行清扫和维修；

5 室外机组应有防积雪措施；

6 应设置安装、维护及防止坠落伤人的安全防护设施。

【条文说明】

空气源热泵室外机的安装位置、周围环境、室外机维护及气流组织对空气源热泵机组的工作效率影响很大，还会影响用户使用的便捷度和安全性。

1 空气源热泵机组的运行效率，与室外机与大气的换热条件有关。考虑主导风向、风压对室外机的影响，布置时应避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室外机的基本要求。当受位置条件等限制时，应采用设置排风帽、改变排风方向等方法，必要时可以借助于数值模拟方法辅助气流组织设计，避免发生气流短路。此外，控制进、排风的气流速度也是有效地避免短路的一种方法，通常机组进风气流速度应控制在1.5m/s～2.0m/s时范围，排风口的气流速度不应小于7m/s。

2 室外机还应避免其他外部含有热量、腐蚀性物质及油污微粒等排放气体的影响，如厨房油烟排气和其他室外机的排风等。

3 室外机运行会对周围环境产生热污染和噪声影响，因此室外机应与周围建筑物保持一定的距离，以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。对周围建筑物产生的噪声干扰，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB3096的要求。

4 保持室外机换热器清洁可以保证其 高效运行，因此为清扫室外机创造条件十分必要。

5 室外机积雪会严重影响其换热效率，因此应设置必要的防积雪措施。

### 7.3 主要设备选型及要求

7.3.1 空气源热泵系统的设备选型，应遵循下列原则:

1 空气源热泵机组容量与台数应与建筑实际负荷的变化特性相匹配；

2 供热时机组的允许最低室外温度应与冬季空调室外计算干球温度相适应，室外计算干球温度低于-10℃的地区，应采用低温空气源热泵机组；

3 对于夏热冬暖及夏热冬冷地区，机组的制冷和制热容量，应根据冬季热负荷选型，不足冷量可由性能系数（COP）较高的水冷却冷水机组提供；

【条文说明】

1 通过精确计算建筑的热负荷，并考虑到不同季节和不同时间段的负荷变化，以确保系统既能满足最大负荷需求，又能在部分负荷下高效运行。

2 在空气源热泵系统的设备选型中，需要考虑机组的允许最低室外温度与冬季空调室外计算干球温度的适应性。采用低温空气源热泵机组，在极端低温条件下仍然能够提供足够的制热量。

7.3.2 商用空气源热泵机组规格应按下列原则确定：

1 机组同时作为供暖、空调供冷的冷热源且供暖与供冷负荷接近时，应同时满足冬季供暖负荷及夏季空调冷负荷；

2 机组同时作为供暖、空调供冷的冷热源且供暖与供冷负荷相差较大时，宜按照满足供暖负荷选取供冷负荷不足部分，可采用其他高效冷源提供；

3 机组作为集中生活热水热源时，在当地供暖室外设计温度下，供水温度为60℃工况时的制热量，应能够满足生活热水系统所需加热量；

4 机组设计工况总装机容量与计算负荷之比不应超过 1.1。

【条文说明】

4 根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 GB50736-2012》 和《建筑节能与可再生能源利用通用规范 GB55015-2021》，为了防止机组的装机容量选择过大，造成投资浪费，规定了总装机容量不得超过计算负荷的1.1倍。

7.3.3 户式空气源热泵机组选型应按下列原则确定：

1当仅用于冬季供暖时，应满足在设计工况下热负荷对应制热能力的需求；

2 机组同时作为供暖、空调供冷的冷热源时，应同时满足冬季供暖负荷及夏季空调冷负荷；

3 当用于冬季供暖且全年供生活热水时，应优先满足供暖负荷对应制热能力的需求；

4 当用于冬季供暖、夏季制冷且全年供生活热水时，应满足供暖负荷对应制热能力与制冷负荷对应制冷能力的较大值要求，并校核较小值的工况需求；

5 设备容量在满足上述要求前提下，不应再放大机组规格。

7.3.4 空气源热泵机组的性能应符合国家现行相关标准的规定 ,并应符合下列规定：

1 具有先进可靠的融霜控制，融霜时间总和不应超过运行周期时间的20%；

2 冬季设计工况时机组性能系数（COP），冷热风机组不应小于1.80，冷热水机组不应小于2.00；

3 冬季寒冷、潮湿的地区，当室外设计温度低于当地平衡点温度，或对于室内温度稳定性有较高要求的空调系统，应设置辅助热源；

4 对于同时供冷、供暖的建筑，宜选用热回收式热泵机组。

注：冬季设计工况下的机组性能系数是指冬季室外空调计算温度条件下，达到设计需求参数时的机组供热量（W）与机组输入功率（W）的比值。

【条文说明】

本条提出选用空气源热泵冷（热）水机组时应注意的问题：

1 空气源热泵的单位制冷量的耗电量较水冷冷水机组大、价格也高，为降低投资成本和运行费用，应选用机组性能系数较高的产品，并应满足国家现行 《公共建筑节能设计标准》GB50189的规定。此外，先进科学的融霜技术是机组冬季运行的可靠保证。机组在冬季制热运行时，室外空气侧换热盘管低于露点温度时，换热翅片上就会结霜，会大大降低机组运行效率，严重时无法运行，为此必须除霜。除霜的方法有很多，最佳的除霜控制应判断正确，除霜时间短，融霜修正系数高。近年来各厂家为此都进行了研究，对于不同气候条件采用不同的控制方法。设计选型时应对此进行了解，比较后确定。

2 作为供暖热源，空气源热泵有热风型和热水型两种机组研究表明，热风型机组在冬季设计工况下COP为1.8时，整个供暖期达到的平均COP与采用矿物能燃烧供热的能源利用基本相当；热水机组由于增加了热水的输送能耗，设计工况下COP达到2.0时才能与COP为1.8的热风型机组能耗相当，因此设计师应进行相关计算，当热泵机组失去节能上的优势时不采用。

3 空气源热泵的平衡点温度是该机组的有效制热量与建筑物耗热量相等时的室外温度。当这个温度比建筑物的冬季室外计算温度高时，就必须设置辅助热源。

空气源热泵机组在融霜时机组的供热量就会受到影响，同时会影响到室内温度的稳定度，因此在稳定度要求高的场合，同样应设置辅助热源。设置辅助热源后，应注意防止冷凝温度和蒸发温度超出机组的使用范围。辅助加热装置的容量应根据在冬季室外计算温度情况下空气源热泵机组有效制热量和建筑物耗热量的差值确定。

4 带有热回收功能的空气源热泵机组可以把原来排放到大气中的热量加以回收利用，提高了能源利用效率，因此对于有同时供冷、供热要求的建筑应优先采用。

7.3.5 空气源热泵机组的有效制热量，应根据室外温、湿度及结、除霜工况对制热性能进行修正。采用空气源多联式热泵机组时，还需根据室内、外机组之间的连接管长和高差修正。

【条文说明】

空气源热泵名义制热量，国内外规范中均规定了测试工况，但在具体应用时与测试工况不同，需要进行修正。空气源热泵机组的制热量受室外空气状态影响显著，考虑室外温度、湿度及结霜、融霜状况后，对机组额定工况下制热性能进行修正才是机组真实出力，才能衡量空气源热泵机组是否可以满足需求。

空气源热泵机组的制热量会受到空气温度、湿度和机组本身融霜特性的影响，在设计工况下的制热量通常采用下式进行计算：

Q=q×kl×k2 （7.3.5）

式中：Q — 机组制冷热量（kW）；

q — 产品样本中的制热量（标准工况：室外空气干球温度7℃，湿球温度 6℃）（kW）；

k1 — 使用地区室外空气调节计算干球温度修正系数；

k2 — 机组融霜修正系数，应根据生产厂家提供的数据修正；当无数据时，可按每小时融霜一次取0.9，两次取0.8。

此外，采用空气源多联式空调（热泵）机组时，连接管长度和高差的增加将导致压力变化使机组制热运行时的冷凝温度降低、制热量减小、能效比降低、制冷剂沉积与闪发，由此会引起系统性能衰减，影响机组的安全、稳定运行，故需考虑管长和高差修正 。

7.3.6 热回收式热泵机组的应用，宜按下列原则确定:

1 适用于需要保持恒温恒温的场所，如美术馆、博物馆、计算机房、手术室等；

2 适用于水系统为四管制的建筑，如高级办公楼、高档宾馆等；

3 适用于夏热冬暖地区及冬、夏季均需供应生活热水的场所；

4 在夏热冬冷及寒冷地区，为生活热水提供热源时，应进行技术经济比较。

7.3.7 选用空气源热泵机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数（COP）应满足现行相关标准规定，应优先选用能效等级为一级的产品。

【条文说明】

设备性能系数与能效应满足现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577等规定。

7.3.8 商用空气源热泵机组性能系数及其限值不应小于《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》（GB/T 25127.1）中的规定值。

7.3.9 户用空气源热泵机组性能系数及其限值不应小于《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第2部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》（GB/T 25127.2）中的规定值。

7.3.10 当采用空气源热泵热水机组制备生活热水时，热泵热水机在名义制热工况和规定条件下，性能系数（COP）不应低于表7.3.10规定的数值，并应有保证水质的有效措施。

**表7.3.10 热泵热水机性能系数（COP）(W/W)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 制热量（kW） | 热水机型式 | 普通型 | 低温型 |
| H＜10 | 一次加热式、循环加热式 | 4.40 | 3.60 |
| 静态加热式 | 4.40 | - |
| H≥10 | 一次加热式 | 4.40 | 3.70 |
| 循环加热 | 不提供水泵 | 4.40 | 3.70 |
| 提供水泵 | 4.30 | 3.60 |

【条文说明】

本条对空气源热泵热水机组的能效提出要求。为了有效地规范国内热泵热水机 (器)市场，以及加快设备制造厂家的技术进步，现行国家标准 《热泵热水机 (器)能效限定值及能效等级》GB29541将热泵热水机能源效率分为 1、2、3、4、5五个等级，1级表示能源效率最高，2级表示达到节能认证的最小值，3、4级代表了我国多联机的平均能效水平，5级为标准实施后市场准入值。下表中能效等级数据是依据国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB29541-2013中能效等级2级编制，在设计和选用空气源热泵热水机组时，推荐采用达到节能认证的产品。

**表7.3.10 热泵热水机(器)能源效率等级指标**



空气源热泵热水机组较适用于夏季和过渡季节总时间较长地区；寒冷地区使用时需要考虑机组的经济性与可靠性，在室外温度较低的工况下运行，致使机组制热COP太低，失去热泵机组节能优势时就不宜采用。

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～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。

7.3.11 除具有热回收功能型或低温热泵型多联机系统外，多联机空调系统的制冷剂连接管等效长度应满足对应制冷工况下满负荷时的能效比（EER）不低于3.0的要求。

【条文说明】

多联机空调系统是利用制冷剂（冷媒）输配能量的，在系统设计时必须考虑制冷剂连接管（配管）内制冷剂的重力与摩擦阻力对系统性能的影响。因此，设计系统时应根据系统的制冷量和能效比衰减程度来确定每个系统的服务区域大小，以提高系统运行时的能效比。设定因管长衰减后的主机制冷能效比（EER）不小于3.0，也体现了对制冷剂连接管合理长度的要求。“制冷剂连接管等效长度”是指室外机组与最远室内机之间的气体管长度与该管路上各局部阻力部件的等效长度之和。

7.3.12 当采用户式低环温空气源热泵机组供暖时，其性能参数要求应符合现行国家标准《零碳建筑技术标准》GB的规定。

## 8 地源热泵系统

### 8.1 一般规定

8.1.1 在建筑冷热源系统比选时，应引导项目空调冷热源系统、热水系统采用地源热泵系统。在技术经济合理的条件下，零碳建筑冷源系统应优先选用地源热泵系统。

【条文说明】

地源热泵系统设计与应用涉及面较广，应用地源热泵系统应进行经济性比较。对于零碳建筑采用地源热泵系统有利于减少建筑运行能耗碳排放，但应进行经济性与节能性比较，与常规冷热源系统进行全年能耗、运行费用比较，不能因为是可再生能源系统而盲目采用。

8.1.2 地源热泵系统设计前应开展地热能资源调查，选择合理的换热系统形式。

【条文说明】

浅层地热能资源开发利用应因地制宜，根据当地资源条件及可利用量、地下换热系统主要设计参数、地质环境保护的要求，对不同系统进行比选，选择合理的换热系统形式。

8.1.3 地源热泵系统工程方案设计前应进行工程勘察；地表水和地下水地源热泵系统工程勘察前应进行水资源论证。

【条文说明】

工程场地状况及浅层地热能资源条件是合理应用地源热泵系统的基础，方案设计时应根据勘察情况，选择合适的地源热泵系统。

8.1.4 地源热泵系统宜与其他冷热源系统组成复合式冷热源系统，复合式系统应优先选择空气源热泵系统，最大限度利用可再生能源系统。

### 8.2 系统设计

8.2.1 地源热泵系统设计应符合国家标《地源热泵系统工程技术规范》GB50366及项目所在地浅层地热能利用相关设计标准及管理规定要求。

8.2.2 地埋管换热系统设计应进行全年供暖空调动态负荷计算，最小计算周期宜为1年，计算周期内，地源热泵系统总释热量和总吸热量宜基本平衡；设计阶段宜进行系统10年以上岩土温度场数值模拟以及运行预期效果分析。

【条文说明】

全年冷、热负荷平衡失调，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，降低地埋管换热系统的运行效率。因此，地埋管换热系统的设计应考虑全年冷热负荷的影响。

8.2.3 地埋管地源热泵系统宜设置地温场监测系统。

【条文说明】

换热层的温度场及其变化趋势是了解地源热泵系统运行工况、岩土热承载负荷能力的重要参数，是调整项目地源热泵系统运行策略的重要依据和支持系统正常运行的重要手段。

8.2.4 地埋管换热器内传热介质的流体应保持紊流状态，单U型管内的流速不宜小于0.6m/s，双U型管内的流速不宜小于0.4m/s。

8.2.5 地埋管换热器长度设计计算应满足下列要求：

1 地埋管换热器的长度应考虑管材、岩土体及回填料热物性的影响，采用专用软件计算；

2 地埋管换热器长度应满足地埋管换热系统最大取热量或最大释热量的要求，全年总取热量宜与总释热量平衡；

3 环路集管长度不应计入地埋管换热器总长度内。

【条文说明】

2.地源热泵系统最大释热量与建筑物的设计冷负荷相对于，忽略输送过程的热量，简化为：最大释热量＝∑[空调冷负荷×（1＋1/EER）]＋∑水泵释放热量

地源热泵系统最大取热量与建筑物设计热负荷相对应，输送过程失热量忽略，水泵的释放热量可以作为安全因素，简化为：最大取热量=∑[空调热负荷×（1－1/COP）]

最大取热量和最大释热量相差不大的工程，应分别计算供热与供冷工况下地埋管换热器的长度，取其大者；当两者相差较大时，宜通过技术经济比较，采用辅助散热（增加冷却塔）或辅助供热的方式来解决，使之经济性较好，同时可避免因取热与释热量不平衡引起岩土体温度降低或升高。

8.2.6除桩基埋管外，竖直地埋管换热器深度宜大于60m；单U管钻孔孔径不宜小于110mm，双U管钻孔孔径不宜小于140mm；钻孔间距宜为4m～6m；水平环路集管距地面不宜小于1.5m，水平环路集管敷设坡度不应小于0.002；供、回水环路集管的间距不应小于0.6m。

【条文说明】

地埋换热管的埋管深度将影响所需钻孔地域的大小，也影响水系统的承压值，条文给出的推荐深度，适用于土地资源相对紧缺的地区，对于项目场地大，可以适当放宽要求。钻孔孔径的大小以能较容易地插入所设计的U型管与灌浆管为准。为避免热短路，钻孔间距应通过计算确定。岩土体吸、释热量平衡时，宜取小值；反之，宜取大值。同时条文中对管道坡度提出要求是为了利于排气。

8.2.7 大规模的地埋管换热系统宜结合主机容量分区设置分、集水器，各回路连接地埋管换热器数量、埋管深度宜保持一致，且每组集管连接的竖直换热孔的数量不宜超过8个。

【条文说明】

地埋换热管分区域设计是为了便于系统管理、维护，另一重要的优点是在部分负荷时，可较方便地轮换运行部分换热系统，即一部分换热管按需工作，另一部分换热管可“休息养生”，利于岩土温度恢复；此外，避免了在部分负荷时，部分流量流动在较大的管系中，导致流速降低，换热性能变差，且浪费了水泵能量。分组连接与建议每组集管所含竖直换热管环路数是为了便于运行管理与水力平衡调节。

8.2.8 地表水换热系统形式应根据水体的用途、面积、深度、水质、水位、水温、径流量、系统经济性以及项目现场条件等因素确定。

【条文说明】

地表水地源热泵系统有开式和闭式之分。系统究竟选取何种形式除了应考虑水系的基本情况外，还应考虑投资、施工、运行维护等技术与经济方面的因素。为满足空调负荷要求和防止水体生态环境受到影响，对设计闭式地表水换热系统的可行性、经济性需进行分析与评估。作为空调系统的热源、热汇的地表水系，应具有一定的面积和深度，具体大小应根据气象参数、水的流速、系统释热量、取热量等因素综合确定。上海市地域内的地表水情况也有差异，一些几乎不流动的水体使用时会受很大限制。热泵机组运行应在一些水流量较大的流动水体中进行，如黄浦江等，当然也必须经过主管部门的批准。地表水换热系统的经济性在设计之初是设计人员必须重视的问题，经济性包括了系统的初投资、节能效果、维护成本、使用寿命等多方面内容。

8.2.9 地表水取退水口设计应符合以下要求：

1 取水口应设置在回淤强度弱、水质较好、水体最低水位之下较深处；取水量变化较大或需要连续运行时，应设置多根取水管；

2 取水口应避开水系中的集中释热点，退水口应位于取水口下游较远处；对于双向流动的水系，应避免取、退水口之间的热传递；

3 地表水取、退水口应邻近项目现场；

4 系统取水所提升的水位不应过大；对于水位变化较大的水体，取水泵宜采用变频调速控制。

【条文说明】

（1）水系中泥沙回淤会影响正常取水，必要时应进行回淤强度评估。取水口离水体底部宜不小于1.5m，河床式进口过栅流速为0.2 m/s～0.6m/s，以减少泥沙吸入。对于取水量变化大的系统，可设置二个以上取水管（渠），以在部分取水量时保持一定流速，利于减少管（渠）内泥沙沉积和交替清淤频次。

（2）取、退水口之间的热扩散发生“短路”现象将影响取水温度，即影响热泵机组的效率。对于热扩散因素复杂的水体，应进行热排放的模拟分析。除了本工程对水体排热影响外，还需评估本工程退水和取水对系统自身的影响。夏季（系统供冷）时，退水引起的取水温升应小于等于0.2℃。

（3）降低水泵能耗是系统节能的重要手段，因此取、退水口位置离项目现场不应太远，并尽可能少提升或不提升水位。

（4）对于水位变化的水体，当水位升高时，需水泵提升的水头减小；因系统负荷变化，地表水流量减小，水泵的流量和扬程也应减小。因此，利用变频手段降低水泵转速，可获得节能效果。此外，利用明渠等进行重力退水，也是一项节能措施。

8.2.9 开式地表水系统设计应满足以下要求：

1 系统应采取符合环保要求的灭藻措施，在水深、水质、水量等条件合适时，宜采用直接供水系统；

2 直接供水的地表水系统的换热器，应采用在线自动清洗装置。

【条文说明】

（1）易生藻类的水系，应采取药物灭藻措施，定期对系统进行封闭自循环灭藻。但药物排放需满足水体的环保要求。系统水的加药灭藻处理应局限在管道系统内，对于开式地表水系统，应在设计时预先考虑加药时能将系统暂时变成闭式系统。此外，对于所加药物，应充分了解其化学成分与性能，系统水量、水中的药剂浓度等因素，以便环保部门判定清洗后系统水排放到水体中的合法性；地表水换热系统可采用开式或闭式两种形式。开式系统可细分为地表水直接进热泵机组的直接系统和地表水仅进入板式换热器的间接系统两种形式。除了热泵机组分散布置且数量众多，如采用单元式机组的场合外，宜优先采用换热效率高，不易阻塞的直接进热泵机组的开式系统。机组选型应符合水质要求。

（2）地表水中微小的污垢黏附在换热管内壁上会影响机组效率，运行时应采取自动清洗措施。换热管内壁污垢的清洗有人工和机械两种方法。人工清洗方法是定期打开换热器管壳两端的端盖，用人工冲刷换热管去除污垢，此方法需停机，且劳动强度大；机械清洗方法是利用一个装置，借助机组换热管两端的水压差，迫使许多胶球或管刷通过众多的换热管，以洗刷其内壁上的污垢，清洗过程可定时、循环进行，胶球或管刷规格应由测得的换热管内径精确确定，此类装置效果较好。

8.2.10 闭式地表水换热系统换热器设计应满足以下要求：

1 换热量应满足系统设计释热量和取热量的要求。

2 换热器选择计算时，夏季工况下的接近温度宜取2℃～10℃，冬季的接近温度宜取1.5℃～6℃；设计工况下换热器夏季出水温度不应高于32℃，冬季进水温度应大于5℃。

3 换热器的型式应由水体的面积、深度、水质等因素确定。

4 换热单元的换热性能和规格应通过计算或试验确定；换热管内的流体应保持紊流状态。

【条文说明】

（1）闭式地表水热泵系统的设计释热量或取热量计算可参照本规范4.2.10条的条文说明。

（2）接近温度是指换热器出水温度与水体温度之差值。较小的换热器接近温度说明换热器具有较好的换热能力，但换热面积需较大，投资会增加。机组供冷时，设计工况下的换热器出水温度不高于32℃，是为了使热泵机组运行时具有比用冷却塔更好的节能效果。机组供热时，设计工况下的换热器的出水温度不低于5℃，是为了使机组能可靠地运行。

（3）闭式地表水换热器有三种型式：U型抛管型、平铺螺旋抛管型和螺旋盘管抛管型。由于U型抛管型占用水面面积大、水下固定工作量大，一般很少采用。平铺螺旋抛管型是将螺旋换热管平铺在水体下部，适用于水体较浅的场合；螺旋盘管抛管型是将每一组螺旋换热管采用间隔方式捆扎好，然后按每组一定的间距固定于水体中，为保证与水体有充分的换热面积，它对水体的深度、水质等都有一定要求。此外，由于水体中的淤泥、水生物、藻类等都对换热管的投放、维护、更换有较大的影响，故设计时必须充分考虑这些因素

（4）闭式地表水的换热性能受诸多因素影响，通过计算或进行测试是较为可取的手段。为利于换热器的换热效果及系统内气体的排放，闭式换热器内的传热介质应保持紊流状态流动，即雷诺数Re不小于2300，换热器内流体的推荐流速宜不小于0.4m/s；环路集管的比摩阻不大于150Pa/m，流速不大于1.5m/s；系统供、回水管水流速宜为1 m/s～2.5m/s，比摩阻不大于200Pa/m。

8.2.11 地下水换热系统应采取回灌措施，换热后的地下水应全部回灌到相应的取水层位，不对地下水资源造成污染。

【条文说明】

回灌措施是指将抽取的地下水全部回灌至原取水的含水层的措施，在抽水和回灌过程中，应采取密闭等技术措施，以保证所抽取的地下水能实现无污染100%回灌，水源井只能用于置换地下冷量和热量，不得用于取水等其他用途。

8.2.12 地下水换热系统设计应包含下列内容：

1 地下水循环总量；

2 水源井设计与布局；

3 水源井连接管路；

4 水源井井室及井口装置；

5 抽灌设备及设施。

8.2.13 水源井设计应符合下列规定：

1 水源井结构应符合现行国家标准《供水管井技术规范》GB 50296的相关规定；

2 水源井抽水量和回灌量应根据工程所在区域的水文地质条件、抽灌试验结果、区域水位控制要求及井群影响综合确定。

8.2.14 水源井布置应符合下列规定：

1 采用以灌定采的方式；

2 数量满足地下水循环总量采、灌要求；

3 井间距避免抽水井与回灌井发生热贯通；

4 井位设置避开有污染的地面或地层。

【条文说明】

3 水源井按照功能的不同通常分为夏抽冬灌井（冷井）和夏灌冬抽井（热井）。水源井群井间距合理设置较为重要，若夏抽冬灌井与夏灌冬抽井之间间距过小易造成热贯通，若夏抽冬灌井之间或者夏灌冬抽井之间间距过小宜造成单井抽水或回灌能力衰减。

8.2.15 热泵机组设计应满足以下要求：

1 装机容量应按空调计算负荷确定，不另作附加；

2 性能与台数应适应空调负荷全年变化规律，满足季节及部分负荷要求，一般不宜少于两台；

3 使用的制冷剂必须符合国家现行相关环境保护的规定。

8.2.16热泵机房控制及监控应符合以下要求：

1 热泵机组应与各相关设备进行电气联锁，顺序启停；

2 采用自动运行方式时，宜利用冷（热）量、水温等参数进行优化控制；

3 热泵机房内系统的监测与控制可包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备联锁与自动保护、能量计量以及中央监控与管理等。

### 8.3 主要设备选型及要求

8.3.1地源热泵机房系统的设计应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366及《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的规定。地源热泵机房系统中涉及生活热水或其他热水供应部分的设计应符合现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020及《建筑给排水设计规范》GB 50015的规定。

8.3.2 地源热泵系统需要辅助散热设备时，可采用冷却塔；或与水冷冷水机组、空气源热泵机组及其他冷热源设备组成复合式冷热源系统。有条件时，地源热泵系统可作为生活热水系统的热源。

【条文说明】

为满足土壤全年热平衡需要，地源热泵系统通常需设置辅助冷却设备，如闭式冷却塔，也可增设水冷冷水机组或空气源热泵机组等方法来解决。为保证系统冬季供热的可靠性，有时需增设辅助热源，如空气源热泵或其它热源设备。

8.3.2 地源热泵主机性能系数应达到《冷水机制能效限定值及能源效率等级》GB19577及《水(地）源热泵机制能效限度值及能效等级》GB30721中的2级能效要求。在经济分析合理时，应优选选择2级及以上的地源热泵主机。

8.3.4 地源热泵系统循环水泵应采用节能型产品，水系统应采用变流量设计。

8.3.5 集中供暖系统热水循环泵的耗电输热比、空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比比现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736规定值低 20%。

## 9 监测与控制系统

### 9.1 一般规定

9.1.1 零碳建筑的可再生能源，应建立可再生能源用能监测系统，或纳入零碳建筑的碳排放管理系统。

【条文说明】

可再生能源用能监控系统的建立，更方便其数据的统计和分析，也为零碳建筑的评价提供了量化的得分依据。

9.1.2 可再生能源用能监控系统，应作为新建零碳建筑智能化系统的组成部分，列入建设计划，同步设计、建设和验收。

【条文说明】

可再生能源用能监控系统作为零碳建筑智能化系统的组成部分，在方案设计、初步设计、施工图设计等各阶段设计中充分结合，与建筑本体、电气及智能化系统等合理统一规划、同步设计，从而保证系统的顺利实施，并与各弱电子系统共享资源，可避免重复建设或投资浪费，提高零碳建筑运营效率，更好地落实相关政策的执行。

9.1.3 可再生能源用能监测系统，宜作为建筑用能监测系统的独立子系统。

9.1.4 零碳建筑应设置可再生能源用能监控系统的管理用房，也可与其他建筑智能化系统机房合用，并满足现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314的相关要求。

【条文说明】

本条主要明确可再生能源用能监控系统控制室的设置，宜与弱电智能化系统合用控制室，其管线桥架、供电系统等均宜与智能化系统共用。

9.1.5 系统监测采用的多功能电表和测量用互感器应为具备国家制造计量器具许可证资质的企业所制造，准确度等级满足国家相关强制性标准。应选用具有 CMC （中华人民共和国制造计量器具许可证）或 CMAC （中国计量认证）标志的产品。

### 9.2 系统监测与计量

9.2.1 可再生能源用能监控系统，应具备下列功能：

1 运行阶段碳排放量的分类分项动态统计、计算、分析和展示；

2 运行阶段可再生能源降碳量的分类分项动态统计、计算、分析和展示；

3 碳排放数据的查询、预警、记录和下载，及报表生成，并进行评估和优化；

4 与其他系统集成的权限；

5 与区域碳排放管理平台数据交互和集成的权限；

6 实现数据安全性、准确性和可靠性的自动校验；

【条文说明】

零碳建筑可再生能源的用能监控系统，应围绕碳指标的各类数据，进行分类分项的统计、计算和分析，并进行评估和优化，实时掌控好能碳运行状况。

9.2.2 监测计量仪表的选择应符合下列规定：

1 采用具有远传功能的智能计量表具和传感器。通信接口满足：RS485接口，MODBUS-RTU协议或DL/T645规约；

2 计量表具和传感器精度应满足零碳建筑运维管理和碳核查要求。有功电能：0.5S级，无功电能：2级；有功、无功、视在功率：0.5级；电压、电流0.2级；

3 数据采集频率和存贮周期应满足碳排放核查要求和建筑机电系统运行要求。

【条文说明】

本条规定了监测计量仪表的采集、传输、存储等要求。

9.2.3 监测计量仪表的功能应满足下列要求：

1 测量全电力参量、电压与电流的相角度Φ、电压与电流不平衡度、2-63次分次谐波、奇偶次谐波含量及总谐波含量；

2 计量当前组合有功、无功电能，正、反向有功电能，感性、容性无功电能，四象限无功电能，视在电能；支持四套时段表、4个时区、12个日时段、4种费率的复费率电能统计；

3 支持8种最大需量和发生时间统计及8种实时需量（正、反向有功功率、正、反向无功功率、视在功率、三相电流）；

4 支持上24时、上31日、上12月的组合有功、正反向有功、正反向无功的历史电能；

5 支持当月、上三月的电参量极大、极小值及发生时间（UA、UAB、I、P、Q、S）。

6 支持开关量状态历史事件记录，DI及DO各十条；

7 Modbus RTU规约/DL/T645-07规约可设置；

8 支持2路开关量输出及4路开关量输入。

【条文说明】

此条提出对需监测的参数及记录时间范围的要求，数据记录的全面完整，是了解掌握能碳运行规律的基本手段。

9.2.4 光储直柔系统的主要性能参数，应符合下表规定：

表9.2.4光储直柔系统的主要性能参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 性能指标 | 参数要求 |
| 1 | 总体平均无故障时间 | MTBF≥ 20000 h |
| 2 | 系统年可用率 | > 99.9% |
| 3 | 系统使用寿命 | > 10 年 |
| 4 | 遥信正确有效率 | ≥ 99.99 % |
| 5 | 事故报警正确率 | ≥ 99.99 % |
| 6 | 遥控命令实施时间 | ≤ 3s |
| 7 | 数据记录时标精度 | ≤ 10 ms |
| 8 | 历史数据保存周期 | ≥ 3年 |
| 9 | 历史查询分析曲线显示时间 | ＜3s |

【条文说明】

该条是对光储直柔系统平台的基本性能参数要求。

9.2.5 光储直柔系统的采集终端通信方式，宜具备多路（可选）RS485接口、2路以太网接口和1路调试接口，支持IEC101、IEC103、IEC104、MODBUSRTU/TCP及私有协议等通信协议，支持各类PCS、BMS、保护测控等智能设备的通讯数据采集；可灵活实现与其他系统的接入。

9.2.6 可再生能源用能监测系统，应实现对下列系统运行参数的监测：

1 太阳能光伏系统的发电量、用电量、电压、电流、功率等；

2 光伏系统并网点的电能质量参数；

3 光伏系统逆变器接入的光伏组件的电压、功率等；

4 太阳能热水系统的出水温度、水压、流量等；

5 储能系统的电池热管理保护和运行状态参数等；

【条文说明】

对系统主要参数进行实时监测，有利于及时掌握运行状况，对异常情况采取措施保证安全运行，特别是储能系统的电池热管理保护，安全性尤为重要。

9.2.7 空气源热泵供暖系统的自控系统设计应包含下列内容：

1 监测和控制点表。

2 控制器、传感器、执行器以及线缆的选型、位置以及安装要求。

3 电控调节阀的选型及流通能力计算。

4 控制点参数设计值和工况转换边界条件。

5 控制逻辑及策略。

6 对于冬季有冻结可能的地区，系统的防冻报警和自动保护。

7 通信口采用标准通信协议。

【条文说明】

空气源热泵供暖系统的自控设计，应按照国家设计文件的深度要求，提出相应的控制要求，以达到采购、调试、运行的最优化节能状态，从而真正实现零碳建筑目标。

9.2.8 空气源热泵供暖系统监测应包括下列内容：

1 室外空气温度及相对湿度。

2 室内空气温度。

3 供暖供、回水温度。

4 热媒介质循环流量或供热量。

5 电功率与耗电量。

6 空气源热泵机组、循环水泵、辅助热源等设备运行状态、故障状态和手自动状态参数。

【条文说明】

空气源热泵供暖系统的监测内容应涵盖从环境参数到设备状态的多个方面，以确保系统的高效、稳定和安全运行。

### 9.3 运行控制

9.3.1 零碳建筑的可再生能源系统，在多种能源供给时，控制上应采取措施，优先利用可再生能源。

【条文说明】

可再生能源的优先利用，符合零碳建筑在能源使用和消纳上的基本原则。

9.3.2 光伏发电系统接入电网时，异常电压响应时间和频率响应时间应满足现行规范要求。当不符合要求时，应及时停止向电网线路送电。

9.3.3 光伏发电和供电、电池存储和放电，应结合项目所在地的电费政策，制定控制策略，最大程度平衡峰谷用电，自发自用，节省电费支出。

【条文说明】

各地电业管理部门对本地区在用电高峰及低谷期的电费价格存在一定的差异，因此，光伏发电的消纳以及电池每天充放电时段的措施策略，应结合电费政策，做到综合经济性的最优，以充分发挥光储直柔系统的调节能力。

9.3.4 光储直柔系统的电池管理系统，应具有通过冷却或加热系统调节电池温度的能力，并控制电池簇和电池阵列的投入和退出。在一级报警发生后，300ms 内发出停机命令，5s内断开电池的充放电回路；在二级报警发生后，300ms 内发出降低电池运行功率的指令。

9.3.5 空气源热泵供暖系统宜符合下列节能控制要求：

1 系统宜能根据室外气象参数、供暖末端供热能力和室内需求负荷进行供水（或回水）温度设定值的自动再设定。

2 系统宜能根据季节、昼夜、房间占用状态进行室内温度设定值的自动再设定。

3 系统和空气源热泵机组均应能按使用时间进行定时启停控制，宜对启停时间进行优化调整。

4 空气源热泵宜采用智能的除霜控制策略，应能远程控制启停和设定温度。

【条文说明】

合理的节能控制措施有助于提高空气源热泵供暖系统的能效，降低运行成本，并确保系统的稳定和可靠运行。通过智能化控制，可以更好地适应环境变化和用户需求，实现精细化节能降耗。

9.3.6 空气源热泵热水系统的集热系统、加热系统、辅助加热系统和热水供回水系统应采用全自动控制方式，并宜采用新技术优化控制算法。

【条文说明】

通过智能自控功能，能够实现对多主机工程中的群组联动、任务预约、节能工作、温度保护等模式进行调节，能够实现智能化、节能化的运行，提高系统的效率和可靠性。

9.3.7 空气源热泵热水系统的控制系统宜具备以下功能：

1 显示热泵主机和集热循环泵的工作状况，控制热泵主机和集热循环泵的启闭；

2 显示贮热水箱（罐）的热水温度；

3 在非承压式系统中显示贮热水箱的水位；

4 对辅助加热设备按设定程序进行启、停控制；

5 在集中热水供应系统中记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线（用水量、温度及供水压力变化曲线图）；

6 水箱防冻、管路防冻等启闭；

7 主管路循环启闭；

8 在要求较高的场所可采用电脑 PLC 控制；

9 当设有能耗监测系统平台时，以上信息应反馈至能耗监测平台。

10 控制系统的参数信息宜通过物联网系统上传至网络或云平台，并可在合理授权的前提下由责任方进行远程检测、控制和检修。

【条文说明】

根据工程实际需求选择及扩展控制系统功能，不仅提高了系统的自动化水平，还增强了系统的监控和维护能力，使得空气源热泵热水系统更加智能化和节能。通过物联网和云平台的集成，系统的操作和管理变得更加便捷和高效。

## 本标准用词说明

为便于在执行本标准条款时区别对待，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”。

## 引用标准名录

1. 《零碳建筑技术标准》GB
2. 《建筑碳排放计算标准》GB/T51366
3. 《建筑光伏系统应用技术标准》GBT51368
4. 《电化学储能电站锂离子电池管理系统》GB/T 34131
5. 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364
6. 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T50185
7. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
8. 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T17219
9. 《智能建筑设计标准》GB 50314