

四川省工程建设地方标准

DB51 XXXX-202X

P

备案号: JXXXX-202X

四川省高寒地区民用建筑供暖通风 设计标准

Design Standard for Heating and Ventilation of Civil Buildings
in Sichuan Plateau-cold Zone

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

四川省住房和城乡建设厅 发布

四川省工程建设地方标准

四川省高寒地区民用建筑供暖通风设计标准

Design Standard for Heating and Ventilation of Civil Buildings
in Sichuan Plateau-cold Zone

DB51 XXXX-202X

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：202x 年 x 月 x 日

202x 成都

前言

本标准依据四川省住房和城乡建设厅《关于下达 2024 年四川省工程建设地方标准制定修订计划的通知》（川建标函〔2024〕3031 号）的要求，由中国建筑西南设计研究院有限公司会同有关单位共同修订完成。

修订本标准的目的主要是为了系统性地解决四川省高寒地区在建筑供暖与通风上面临的特殊挑战，旨在通过科学的设计规范，保障室内舒适度、提升能源利用效率并保护当地脆弱的生态环境。

标准编制过程中，编制组经广泛调查和分析研究，认真总结省内高寒地区工程实践经验，在广泛征求意见的基础上制定本标准，最后经审查定稿。

本标准共分 9 章 4 个附录，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.室内空气设计参数；5.室外设计计算参数；6.供暖；7.通风；8.热源；9.检测与监控。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑西南设计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，请寄送中国建筑西南设计研究院有限公司高寒地区暖通标准编制组（地址：四川省成都市天府大道北段 866 号，邮编：610041）。

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	2
2 术语	5
3 基本规定	8
4 室内空气设计参数	11
5 室外设计计算参数	12
6 供暖	13
6.1 一般规定	13
6.2 供暖热负荷	14
6.3 散热器供暖	20
6.4 热水地面辐射供暖	23
6.5 强制对流型末端供暖	25
6.6 电加热供暖	27
6.7 供暖水系统设计	30
7 通风	37
7.1 一般规定	37
7.2 通风设计	39
8 热源	47
8.1 一般规定	47
8.2 太阳能利用	51
8.3 空气源热泵	68
8.4 生物质能	72
8.5 地热能	74
9 检测与监控	78
9.1 一般规定	78
9.2 传感器和执行器	79
9.3 通风系统的检测与监控	80
9.4 供暖系统的检测与监控	80
附录 A 室外设计计算参数	86
附录 B 集热器安装方位角与安装倾角修正系数	90
附录 C 太阳能集热器平均集热效率计算方法	93
附录 D 太阳能集热系统管路、水箱热损失率计算方法	94
本标准用词说明	96
引用标准名录	97

Contents

1	General provisions.....	2
2	Terms.....	5
3	Basic Requirements.....	5
4	Indoor air design conditions.....	9
5	Outdoor design conditions.....	10
6	Heating.....	11
6.1	General requirement.....	11
6.2	Heating load calculation.....	14
6.3	Radiator heating.....	19
6.4	Hot water radiant heating.....	23
6.5	Forced-convection terminal heating.....	25
6.6	Electric heating.....	27
6.7	Heating pipeline design.....	30
7	Ventilation.....	37
7.1	General requirement.....	37
7.2	Ventilation design.....	39
8	Heating source.....	48
8.1	General requirement.....	48
8.2	Solar energy utilization.....	52
8.3	Air source heat pump.....	62
8.4	Biomass energy.....	66
8.5	Geothermal energy.....	68
9	Monitor & control.....	72
9.1	General requirement.....	72
9.2	Transducer and actuator.....	74
9.3	Monitor and control of ventilation system.....	74
9.4	Monitor and control of heating system.....	75
Appendix A	Outdoor design conditions.....	81
Appendix B	Solar collector installation position and installation angle correction factor.....	86
Appendix C	Calculation for average thermal efficiency of solar collector.....	89
Appendix D	Calculation for heat loss of pipeline and water tank in solar collector loop.....	90
	Explanation of Wording in this Standard.....	92
	List of quoted standards.....	93

1 总则

1.0.1 为在四川省高寒地区民用建筑供暖通风设计中贯彻国家有关法律法规和方针政策，综合考虑四川省高寒地区气候、能源、环保的特殊性及经济技术发展水平，合理利用当地资源、降低建筑能耗及碳排放、保护生态环境、促进先进技术应用、保证健康舒适的工作和生活环境，制定本标准。

【条文说明】

四川省高寒地区具有低压缺氧、寒冷期长、昼夜温差大、太阳辐射强等独特气候特征。从传统能源视角来看，该地区化石能源匮乏、能源系统架构薄弱。此外其生态环境系统极端脆弱，一旦破坏后就极难修复，而该地区又是长江黄河上游重要水源地和我国重要的生态屏障，同时也是四川省重点生态功能区，生态地位至关重要。因此，在四川省高寒地区民用建筑供暖通风设计中，既应保障人民工作和生活的基本要求，同时应通过合理利用资源、技术集成创新等手段，减少建筑能耗及碳排放，最大限度降低对生态环境的影响。

1.0.2 本标准适用于四川省高寒地区新建、改建和扩建的民用建筑供暖、通风设计。

【条文说明】

对于四川省高寒地区新建、改建和扩建的民用建筑，其供暖、通风设计，均应符合本标准各相关规定。

改建项目通常涉及建筑使用功能、布局或规模的改变，其设计条件与要求原则上应参照新建项目执行。改造项目通常不改变建筑原有功能，主要针对围护结构、机电系统等进行提升或更换。改建或改造项目在具体实施时，可结合改造计划，对本次涉及变动的内容按本标准执行，不强制要求对未变动部分一步改造到位。

当进行供暖系统改造时，应对建筑围护结构的热工性能进行评估，若围护结构不满足现行节能要求，宜统筹考虑对其进行节能改造，以确保供暖系统的改造效果，并降低供暖系统投资和运行费用。既有建筑改造时，应结合结构安全评估、既有管线与空间的可用性及可实施性，通过技术经济性综合分析，在满足安全与功能要求的前提下，执行本标准的相关规定。

对于有特殊用途、特殊净化与防护要求的建筑物以及临时性建筑物的设计而

言，通用性的条文应参照执行。有特殊要求的设计，应执行国家相关的设计规范。

1.0.3 供暖、通风设计方案，应根据建筑物的使用功能、使用要求、负荷特点、气候条件以及能源状况等，结合国家有关安全、节能、环保、卫生等政策，通过经济技术比较确定，优先采用新技术、新工艺、新设备、新材料。

【条文说明】

供暖、通风工程的设计方案，应根据项目的具体条件与要求，通过全面的技术经济比较，确定合理的技术方案，确保方案整体上体现技术的先进性和经济的合理性。本标准从保障安全、提升能效、保护环境、满足卫生要求等核心目标出发，充分纳入了近年来在技术、工艺、设备、材料以及设计方法等方面的新成果，对有关技术指标、技术要求、设计方法以及其他政策性较强的技术问题等都作出了具体的规定，旨在为高寒地区民用建筑提供技术先进、安全可靠、经济适用且节能环保的供暖通风设计依据与引导。

1.0.4 供暖、通风设计应遵循被动技术优先、主动系统优化的原则。

【条文说明】

本条文明确了高寒地区建筑节能与室内环境保障的基本设计原则。

被动优先是指在规划设计阶段，应通过建筑自身措施降低供暖、通风负荷，冬季提升太阳能的被动利用率，夏季强化自然通风。具体包括但不限于：优化建筑朝向、体型与窗墙比，增强围护结构保温与气密性能，合理利用重质墙体、相变材料等蓄热手段，以及采用直接受益式窗、集热蓄热墙、附加阳光间等被动太阳能技术，合理确定开窗面积、朝向与位置等有效组织自然通风。

主动优化是指在良好的被动设计前提下，主动式供暖通风系统应合理利用可再生能源，并选用能效高、匹配好、易调控的系统或设备，并通过智能控制等方式实现系统整体高效运行。遵循此原则，可在技术经济性综合分析合理的情况下，显著降低建筑运行能耗。

1.0.5 供暖能源应充分利用太阳能等可再生资源。

【条文说明】

四川省高寒地区太阳能资源丰富，大部分区域年总辐射量在 5000MJ/m² 以上，年日照时数在 1800 小时以上，太阳能资源最丰富的石渠、色达至理塘、稻城一带，年总辐射量达 6000MJ/m²，年日照时数达 2400 小时~2600 小时。充分利用

太阳能资源，对降低该地区建筑能耗具有非常重要的意义。

太阳能及其他可再生能源利用应遵循被动技术优先、主动系统优化原则。设计初期应结合建筑布局与形态，优先采用被动太阳能技术，以降低供暖负荷。确定主动系统时，应根据建筑负荷特点、能源条件与价格等因素进行技术经济比较，合理选择太阳能、空气能、地热能、生物质能等可再生能源利用形式。

关于太阳能的合理利用，应结合建筑全年的用能需求和室外气候条件，并统筹考虑运营管理水平、供暖收费政策及全生命周期成本，合理确定采用光热或光伏技术。光伏技术可实现发电上网或自发自用，应用形式灵活，与建筑结合度高，在条件适宜时宜优先考虑。

1.0.6 供暖、通风设计应根据现有国家抗震设防等级要求，考虑防震或其他防护措施。

【条文说明】

四川省高寒地区大多处于地震高发地区，其管道、设备等的抗震设计应按照现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002的相关要求执行。

1.0.7 供暖、通风设计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】

根据国家主管部门有关编制和修订工程建设标准规范的统一规定，为了精简规范内容，凡引用或参照其他全国通用的设计标准的内容，除必要的以外，本标准不再另设条文。本条强调在设计中除执行本标准外，还应执行与设计内容相关的安全、环保、节能、卫生等方面的国家现行有关标准等的规定。

2 术语

2.0.1 高寒地区 plateau-cold zone

高寒地区是高海拔寒冷地区和高海拔严寒地区的总称。

高海拔寒冷地区：海拔在 2000m 以上、 $-4^{\circ}\text{C}\leq$ 最冷月平均干球温度 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 、 $2000\leq$ 采暖度日数 $\text{HDD}_{18}\leq 4500$ 的气候区域称为高海拔寒冷地区。

高海拔严寒地区：海拔在 2000m 以上、最冷月平均干球温度 $< -4^{\circ}\text{C}$ 、采暖度日数 $\text{HDD}_{18}> 4500$ 的气候区域称为高海拔严寒地区。

2.0.2 集中供暖 centralized heating

热源和散热设备分别设置，用热媒管道相连接，由热源向多个热力入口或热用户供给热量的供暖系统。

2.0.3 分散供暖 decentralized heating

由小型热源通过管道向多个房间供热的小规模供暖方式，或集热源和散热设备为一体的单体的供暖方式。

2.0.4 主动式太阳能供暖 active solar heating

需要由耗能的机械部件（如泵和风机）加以驱动的太阳能供暖方式。

2.0.5 被动式太阳能供暖 passive solar heating

不需要任何耗能机械部件驱动就能实现太阳能供暖的方式。在建筑设计中指利用建筑布局、建筑构造与材料的选用有效吸收、蓄存和分配太阳能。

2.0.6 太阳能液体工质集热器 solar liquid collector

吸收太阳辐射并将产生的热能传递到液体传热工质的装置。

2.0.7 太阳能空气集热器 solar air collector

吸收太阳辐射并将产生的热能传递到空气传热工质的装置。

2.0.8 太阳能集热系统 solar collector system

用于收集太阳能并将其转化为热能传递到蓄热装置的系统，包括太阳能集热器、管路、泵或风机（强制循环系统）、换热器（间接系统）、蓄热装置及相关附件。

2.0.9 直接式太阳能集热系统 solar direct system

在太阳能集热器中直接加热水供给供暖用户的太阳能集热系统，简称直接系统。

2.0.10 间接式太阳能集热系统 solar indirect system

在太阳能集热器中加热液体传热工质，再通过换热器由该种传热工质加热水供给供暖用户的太阳能集热系统，简称间接系统。

2.0.11 太阳能液体工质集热器供暖系统 solar heating system using solar liquid collector

使用太阳能液体工质集热器的太阳能供暖系统。

2.0.12 太阳能空气集热器供暖系统 solar heating system using solar air collector

使用太阳能空气集热器的太阳能供暖系统。

2.0.13 太阳能供暖系统贡献率 solar heating system fraction

在整个供暖季由主动式太阳能供暖系统所提供的总热量占供暖总热量的百分率。

2.0.14 太阳能集热器采光面积 aperture collector area

在垂直于太阳光线方向上，集热器能够有效接收太阳辐射的区域面积。

2.0.15 集热器倾角 tilt angle of collector

太阳能集热器与水平面的夹角。

2.0.16 集热器安装方位角 solar azimuth

集热器平面法线在水平面的投影与当地子午线（南向）的夹角。集热器偏东时为负，偏西为正。

2.0.17 有效集热量 effective solar heat

当归一化温差小于临界归一化温差时，太阳能集热器所吸收的太阳辐射能量与集热器散失到周围环境的能量之差，称为该时刻的有效集热量。

【条文说明】

太阳能的集热量受到太阳辐射照度、环境温度以及太阳能集热器性能等因素的共同影响。将太阳能集热器工质进口温度（或工质平均温度）和环境温度的差值与太阳辐射照度之比定义为归一化温差，当集热器吸收的太阳辐射能等于该时刻集热器向周边环境散失的热量时，所对应的归一化温差定义为临界归一化温差。若某时刻的归一化温差小于临界归一化温差，说明太阳能集热器所吸收的太阳辐射能量与集热器散失到周围环境的能量之差为正值，集热器获得有效热量；若归一化温差大于临界归一化温差，则集热器吸收的太阳能小于热损失，集热器反向

散热（如图 2.0.17 所示）。

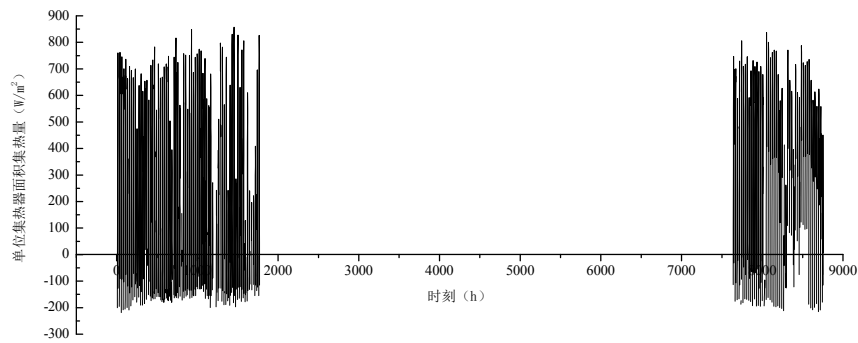


图2.0.17 某地区集热器安装倾角为40°时的单位面积集热量

2.0.18 有效太阳辐射照度 effective solar radiation intensity

太阳能集热器获得有效集热量时刻所对应的太阳辐射照度值。

2.0.19 太阳能集热器集热效率 the efficiency of solar collector

在稳态（或准稳态）条件下，集热器传热工质在规定时段内输出的能量与同一时段内入射在集热器上的太阳辐照量和集热面积的乘积之比。

2.0.20 强制对流型供暖末端 forced convective heating terminal

依靠内置风机驱动空气与换热器进行对流换热，并利用换热后的空气对服务区域进行供暖的装置。如风机盘管、多联机及热泵热风机等。

3 基本规定

3.0.1 设置供暖的建筑物，其围护结构的传热系数和气密性等指标应符合国家及地方现行相关节能标准的规定。

【条文说明】

与《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.1.7 条规定类似。

国家及地方现行公共建筑和居住建筑节能设计标准对外墙、屋面、外窗、阳台门和天窗等围护结构的传热系数等热工指标都有相关的具体要求和规定，本标准应符合其规定。

3.0.2 公共建筑经常开启的外门应采取防止冷风侵入的措施。

【条文说明】

冷风侵入会显著影响建筑供暖效果，因此设计应采取设置门斗、旋转门、热风幕及垂直式可活动门帘等措施，防止冷风侵入。门斗设计应合理，其尺寸、开门位置及开口方向应结合当地供暖季主导风向和通行需求确定，以保障门斗发挥应有作用，减少室外冷风渗透。

3.0.3 对于南向透光围护结构面积较大的建筑，宜优先采用被动式太阳能直接受益供暖模式。设计应充分利用太阳辐射得热，降低主动供暖系统的装机容量与运行能耗。直接受益模式宜与附加阳光间、围护结构蓄热等技术联合应用。

【条文说明】

本条规定了被动式直接受益供暖模式的适用条件及技术要求。

1 技术原理与优势：直接受益式是利用南向玻璃窗或幕墙，使冬季太阳辐射直接进入室内，被室内物体表面吸收并转化为热能。该模式系统构成简单、造价低廉，在日照充足地区，可显著降低建筑物白天的供暖热负荷，从而减小热源设备选型容量及运行能耗。

2 蓄热体的必要性：单纯依靠玻璃得热容易导致室内温度波动剧烈（白天过热、夜间过冷）。因此，该技术应与围护结构蓄热联合使用。设计时宜采用热容量大的材料（如混凝土楼板、砖石墙体）作为蓄热体，并宜采用深色饰面以增加其吸热能力，起到“白天吸热储能、夜间放热保温的调节作用。”

3 组合形式：附加阳光间是直接受益式的有效补充，作为室内外的热缓冲空

间,可进一步减少主功能房间的热损失。南向透光围护结构宜与可调节的保温构造相结合,如设置保温窗帘等,以适应昼夜运行工况的变化,在夜间降低透光围护结构的传热损失,从而进一步提升被动式供暖效果。

4 注意事项:采用此类模式时,必须同步设计夏季遮阳措施及防眩光措施,避免夏季室内过热及直射光对视觉舒适度的影响。

具体包括但不限于:优化建筑朝向、体型与窗墙比,增强围护结构保温与气密性能,合理利用重质墙体、相变材料等蓄热手段,以及采用直接受益式窗、集热蓄热墙、附加阳光间等被动太阳能技术,合理确定开窗面积、朝向与位置等有效组织自然通风。

3.0.4 新建民用建筑的供暖热源宜采用全电气化设计。

【条文说明】

住房和城乡建设部和国家发展改革委印发的《城乡建设领域碳达峰实施方案》、住房和城乡建设部印发的《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》等国家政策文件均对建筑能源转型与用能全电气化提出了明确要求,提升建筑电气化率是减少建筑直接碳排放的必然路径。四川省高寒地区民用建筑的用能结构向全面电气化转型,不仅是对国家和地方“双碳”政策的响应,也是自身实现生态环境保护的迫切需要。

在民用建筑的全电气化转型中,为保障其可实施性,优先从新建公共建筑着手,逐步推广至居住建筑和既有建筑改造。新建建筑的供暖热源宜采用全电气化技术,并结合项目所在地电网容量、供电可靠性等电气化条件进行综合评估,当条件受制约时,宜通过自建可再生能源热源等方式,为后期全面电气化创造条件。

建筑实现低碳、零碳发展,需同步降低直接与间接碳排放。因此,在供暖热源的电气化设计时,应结合工程特点,优先采用高效的电气化技术与设备。

3.0.5 夏季供冷应优先采用通风方式,避免或减少机械制冷方式的使用。

【条文说明】

高寒地区夏季室外空气的干球温度和焓值较低,大部分区域最热月平均干球温度在10℃~16℃之间。对住宅、办公、酒店、商业等建筑而言,通过合理设计自然通风、机械通风、复合通风等通风措施,一般可满足消除室内余热的要求。

因此提倡优化设计，充分利用当地的“免费冷源”实现夏季降温，人员密集场所可进一步采用直接或间接蒸发冷却技术，最大限度减少机械冷源的使用，以降低建筑能耗。

此外，结合冬季供暖时的人员卫生新风需求，为降低冬季新风负荷，相关场所的机械通风系统宜采用数字化新风与排风系统，可按季节与实时需求调控通风量，实现节能运行。

3.0.6 供暖、通风设计应留有设备、管道及配件所必需的安装、操作和维修空间，或在建筑设计时预留安装维修用的孔洞。对于大型设备及管道应提供运输和吊装的条件或设置运输通道和起吊设施。

【条文说明】

供暖、通风系统的设备、风管、水管等通常体积较大，对建筑空间、层高、结构荷载有显著影响，必须与建筑、结构等专业进行早期协同与配合，提前在建筑设计中规划并预留出必要的设备安装空间、管井、运输通道及检修孔洞，确保系统能够顺利安装，并便于未来的运行维护和部件更换。

3.0.7 供暖、通风系统中的电工电子产品或部件应满足现行国家标准《特殊环境条件高原电工电子产品第1部分：通用技术要求》GB/T 20626.1 中对应海拔的相关要求；机械产品或部件应满足现行国家标准《机械产品环境技术要求高原环境》GB/T 14093.3 中对应海拔的相关要求。

【条文说明】

为了确保供暖、通风系统及相关检测与监控设备在高原特殊环境下安全可靠运行，系统或设备中配置的电工电子、机械产品或部件等除应符合基本型产品标准外，还应分别满足高原特殊环境对电工电子和机械产品或部件的技术要求。

4 室内空气设计参数

4.0.1 供暖室内设计温度应符合下列规定：

- 1 主要功能房间宜采用18℃~24℃；
- 2 房间值班供暖温度不应低于5℃。

【条文说明】

参照国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第3.0.1条规定。

实际工程中，具体设计温度可在满足基本舒适与安全的前提下，综合考虑项目所在地气候条件、能源供应状况、经济技术水平及业主的具体需求等因素评估确定。

4.0.2 确定主动式太阳能供暖系统的辅助热源容量时，供暖室内设计温度按以下原则确定：

- 1 医院、老年人照料设施、幼儿园、高级酒店等应按4.0.1条确定；
- 2 居住建筑宜按4.0.1条确定；
- 3 办公、商业等宜采用15℃；
- 4 机电用房及无人长期停留的辅助用房宜采用5℃。

【条文说明】

对于医院、老人院等有较高保障需求的建筑，其温度要求应与常规供暖系统一致，以确保使用者的健康与安全。居住建筑也宜按此标准，保障人居舒适度。对于办公、商业等建筑，适当降低确定辅助热源时的设计温度，是考虑到在太阳能不足时段（如夜间、连续阴天），允许室内温度适度降低，这符合其使用规律并有利于显著降低辅助热源的初投资与运行能耗。

对于条文未明确列举学校、文体设施等建筑类型，其使用具有时段性，与办公、商业建筑类似，其辅助热源容量计算宜参照本条第3款。

此外，本条规定的温度取值要求，仅适用于主动式太阳能供暖系统的辅助热源容量计算，其它系统的供暖室内设计温度仍应统一按本规范第4.0.1条执行。

4.0.3 设置供暖的民用建筑，冬季室内人员经常活动区的平均风速不宜大于0.3m/s。

4.0.4 采用辐射供暖方式时，室内设计温度宜降低2℃。

5 室外设计计算参数

5.0.1 室外设计计算气象参数应按本标准附录A选用。对于附录A未列入的地区，应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的相关要求确定。

5.0.2 最冷月水平面平均辐照度，应采用累年最冷月水平面日均总辐射量。

5.0.3 室外计算参数的统计年份宜取最近30年，最低不少于10年。

5.0.4 当项目建设地点具有实测室外气象资料，并满足5.0.3要求时，宜根据规范要求通过实测数据统计确定。

5.0.5 当项目建设地点与气象台站水平距离在50km以内，且海拔差在100m以内时，可直接引用邻近气象台站的相关数据。

【条文说明】

四川高寒地区幅员比较辽阔，气象台站密度不高，工程设计中允许参考邻近的气象台站数据。但当距离较远，产生的纬度和海拔差异影响工程设计精确度时，可利用邻近气象台站数据进行修正，以满足设计需求。室外计算温度的修正可采用如下公式：

$$\Delta t = 0.42\Delta H + 0.078\Delta I_s$$

(5.0.5)

式中， Δt 为温度修正值，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ； ΔH 为海拔差值，单位为100m，低于参考台站时取正，否则取负； ΔI_s 为水平面月总天文辐射差值，单位为 MJ/m^2 ，月总天文辐射可由日天文辐射累积计算。对于供暖温度修正可取1月份天文总辐射差，空调温度的修正时取7月份天文总辐射差，对于纬度差小于0.5度时，该修正可忽略不计。

6 供暖

6.1 一般规定

6.1.1 高寒地区的新建民用建筑应设置供暖设施。

【条文说明】

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.1.2 条规定，累年日平均温度稳定低于或等于 5℃ 的日数大于或等于 90 天的地区，应设置供暖设施。本条规定针对新建建筑；既有建筑无供暖设施时，宜在改造时设置供暖设施。

6.1.2 除有废热、工业余热或地热等热源可利用的场所外，供暖方式宜采用分散供暖或楼栋集中供暖方式。

【条文说明】

供暖系统的选择与能耗、室内舒适性及运维水平密切相关。

我国北方传统供暖地区多采用集中供暖方式，主要是受能源种类和历史发展的影响；集中供暖方式管网投资大、输送能耗高、热损失与调控难度大，在热负荷密度小、波幅大的场合应用能耗显著增高。高寒地区建筑容积率低、全天热负荷波幅大，且运维管理水平有限，集中大系统易因维护不当导致冻结、能效低下，实践中已出现“建得起、用不起”、收费困难等问题。因此，只有当利用废热、工业余热或地热作为供暖热源时，供暖系统可采用区域级集中系统，其余情况下供暖系统均应采用分散供暖或以楼栋为单位的小型集中供暖方式。

6.1.4 设置供暖的公共建筑，在非使用时间内，宜利用房间蓄热使室内温度保持在 0℃ 以上；当不能满足要求时，应按保证室内温度 5℃ 设置值班供暖。当工艺有特殊要求时，应按工艺要求确定值班供暖温度。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.1.5 条规定。

设置值班供暖主要是为了防止出现公共建筑在非使用时间内，其水管及其它用水设备发生冻结的现象，且要考虑居住建筑的公共部分的防冻措施。非使用时间是指间歇供暖建筑物的非工作时间。

6.1.5 民用建筑采用集中热水供暖系统时，热水的供水温度应根据建筑物性质、供暖方式、热源形式及管材等因素合理确定，并尽可能降低供水温度。

【条文说明】

供水温度直接影响供暖末端（如散热器、风机盘管）的换热能力，相应影响其对室内空间占用。同时，供水温度与热源能效密切相关，特别是采用热泵方式时，供水温度越低，主机能效越高。因此，应在满足供暖需求的前提下，尽可能降低供水温度，以利于低品位热源的利用及系统能效的提升。

6.1.6 供暖末端系统的划分应综合负荷特性、使用特点因素，并符合以下规定：

1. 不宜将南北向区域共用一套末端系统；
- 2 大进深房间应根据建筑围护结构情况和使用功能合理划分内区与外区，内、外区的供暖末端宜分别设置。

【条文说明】

本条规定了供暖末端系统的划分原则。负荷特性、使用特点不同的区域共用同一末端系统，易造成系统运行与调节困难，不利于保障室内热环境，且会增加运行能耗。

高寒地区太阳辐射强度大，南北向房间热负荷差异显著，因此不宜共用同一末端系统。

同理，房间进深较大时，应根据建筑围护结构情况及室内发热量情况，划分内、外区分别计算热负荷，并根据计算热负荷合理布置末端。

6.2 供暖热负荷

6.2.1 除乙类公共建筑外，集中供暖系统的施工图设计，必须对每个供暖房间进行热负荷计算。

【条文说明】

执行《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 第 3.2.1 条规定。

集中供暖的建筑，供暖热负荷的正确计算对供暖设备选择、管道计算以及节能运行均至关重要，故制定本条规定。

在实际工程中，供暖系统有时是按照分区域来设置的分散式供暖，在一个供暖区域中可能存在多个房间，如果按照区域来计算，对于每个房间的热负荷仍然

没有明确的数据。如居住建筑中按户设置的供暖系统，虽然属于分散式供暖，但由于设计同样涉及供暖设备选择、管道计算等内容，因此在设计中应参照集中供暖系统对每个房间进行热负荷计算。

6.2.2 以被动式太阳能供暖为主的建筑，应通过动态负荷模拟计算优化建筑布局，强化太阳辐射得热对室内的增益作用；其辅助供暖系统的热负荷应按模拟结果确定。

【条文说明】

在大力提倡建筑节能的背景下，高寒地区被动式太阳能建筑不断出现。这类建筑通过大量被动技术的应用来满足室内的供暖要求，会大大降低对主动式供暖系统的需求。这类以被动式太阳能供暖为主的建筑，由于太阳辐射的作用，房间的实际瞬时热负荷远小于通过稳态方法计算所得的热负荷值。因此对于以被动太阳能供暖为主的建筑，应充分考虑太阳辐射的作用并根据房间实际使用情况进行全年动态负荷模拟分析，以确定是否需要设置辅助供暖系统，以及辅助系统所承担的热负荷。**6.2.3** 采用主动式太阳能供暖系统时，其集热与蓄热系统的设计容量宜根据动态负荷和有效集热量模拟确定；辅助热源的设计容量可根据稳态负荷计算确定，且室内计算温度应符合本标准第 4.0.2 条的规定。

【条文说明】

采用主动式太阳能供暖的建筑，系统热负荷宜进行全年动态负荷模拟计算确定，并根据全年动态负荷和集热器有效集热量的计算结果，通过技术经济分析确定集热器面积、蓄热容量及集热系统的设置。当受条件限制，难以进行全年动态负荷计算时，也可按照本标准第 8.2.6、8.2.12 条进行简化计算。

在不利的阴、雨、雪天气条件下，太阳能集热系统完全不能工作，这时建筑物的全部热负荷都需依靠辅助热源供给，辅助热源的供热量应能满足建筑物的全部或部分热负荷需求，这部分的热负荷计算与采用常规热源设计的原则、方法完全相同，供暖室内计算温度应按照本标准第 4.0.2 条执行。

6.2.4 当供暖系统采用非太阳能供暖系统时，热负荷可采用稳态方法计算热负荷。

6.2.5 冬季供暖通风系统的稳态热负荷应根据建筑物下列散失和获得的热量确定：

- 1 围护结构的耗热量；
- 2 加热由外门、窗缝隙渗入室内的冷空气耗热量；

- 3 加热由外门开启时经外门进入室内的冷空气耗热量；
- 4 通风耗热量；
- 5 通过其他途径散失或获得的热量。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.2 条规定。

当房间采用机械新风方式、保证室内正压时，负荷计算不考虑渗入室内冷空气的耗热量。

6.2.6 围护结构的耗热量，应包括基本耗热量和附加耗热量。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.3 条规定。

6.2.7 围护结构的基本耗热量应按下列式计算：

$$Q = \alpha FK(t_n - t_{wn}) \quad (6.2.7)$$

式中： Q ——围护结构的基本耗热量(W)；

α ——围护结构温差修正系数，按表 6.2.7 采用；

F ——围护结构的面积(m²)；

K ——围护结构的传热系数[W / (m²·K)]；

t_n ——供暖室内设计温度或室内计算温度(°C)，按第 3 章采用；

t_{wn} ——供暖室外计算温度(°C)，按第 4 章采用。

注：当已知或可求出冷侧温度时， t_{wn} 一项可直接用冷侧温度，不再进行 α 值修正。

表6.2.7 温差修正系数 α

围护结构特征	α
外墙、屋顶、地面以及与室外相通的楼板等	1.00
闷顶和与室外空气相通的非供暖地下室上面的楼板等	0.90
与有外门窗的不供暖楼梯间相邻的隔墙（1~6层建筑）	0.60
与有外门窗的不供暖楼梯间相邻的隔墙（7~30层建筑）	0.50
非供暖地下室上面的楼板，外墙上无窗时	0.75
非供暖地下室上面的楼板。外墙上无窗且位于室外地坪以上时	0.60
非供暖地下室上面的楼板。外墙上无窗且位于室外地坪以下时	0.40
与有外门窗的非供暖房间相邻的隔墙	0.70
与无外门窗的非供暖房间相邻的隔墙	0.40
伸缩缝墙、沉降缝墙	0.30
防震缝墙	0.70

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.4 条规定。

6.2.8 与相邻房间的温差大于或等于 5℃，或通过隔墙和楼板等的传热量大于所计算房间热负荷的 10%时，应计算通过隔墙或楼板等的传热量。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.5 条规定。

6.2.9 围护结构的附加耗热量应按下列式计算：

$$Q_{fj} = Q_{jb}(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) \quad (6.2.9)$$

式中： Q_{fj} —围护结构的附加耗热量；

Q_{jb} —围护结构基本耗热量，按本标准 6.2.7 计算；

η_1 —朝向附加率，按本标准表 6.2.9-1 采用；

η_2 —风力附加率，设在不避风的高地、河边、旷野上的建筑物，以及城镇中明显高出周围其他建筑物的建筑物，其垂直外围护结构宜附加 5%~10%；

η_3 —外门附加率，仅适用于作为建筑出入口无热风幕的外门，不含阳台门，按本标准表 6.2.9-2 采用。

表 6.2.9-1 朝向修正率 η_1

项目所在地日照百分率	朝向修正率	备注
≤35%	东南、西南和南向的修正率，宜采用-10%~0，东、西向可不修正	—
35%~60%	南向的修正率，宜采用-10%~-30%，东南、西南的修正率，宜采用-10%~-20%，北、东北、西北的修正率，宜采用0%~10%	根据线性插值的方法确定合适的修正率
≥60%	南向的修正率，宜采用-30%，东南和西南的修正率，宜采用-20%，北、东北、西北的修正率，宜采用 10%。	—

注：1.用于非动态计算时围护结构的附加耗热量；

2.根据当地冬季日照率、建筑物使用和被遮挡等情况选用修正率，本表适用于建筑物无遮挡的情况。

表 6.2.9-2 外门修正率 η_3

外门设置情况	一道门	两道门（有门斗）	三道门（有 2 个门斗）	公共建筑主要出入口
外门附加率	$65\% \times n$	$80\% \times n$	$60\% \times n$	500%

注：1. n 为楼层数，指外门所在楼层及以上的建筑层数；

2. 本表外门附加率适用于外门开启频繁度一般的情况；外门频繁开启时，附加率应适当加大。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.6 条规定。

1 朝向修正率，是基于太阳辐射的作用和不同朝向房间的供暖效果要求，本标准提供范围值，为设计人员根据具体情况提供选择的余地。

2 风力附加率，是指在供暖耗热量计算中，基于较大的室外风速会引起围护结构外表面换热系数增大而设的附加系数。

3 外门附加率，是基于建筑物外门开启的频繁程度以及冲入建筑物中的冷空气导致耗热量增大而附加的系数。外门附加率，只适用于短时间开启的、无热空气幕的外门。本处所指的外门是建筑物出入口的门，而不是各层每户的外门。

此外，严寒地区设计人员也可根据经验对两面外墙和窗墙面积比过大进行修正。当房间有两面以上外墙时，可将外墙、窗、门的基本耗热量附加 5%。当窗墙（不含窗）面积比超过 1: 1 时，可将窗的基本耗热量附加 10%。

6.2.10 除楼梯间外建筑的围护结构耗热量高度附加率，散热器供暖房间高度大于 4m 时，每高出 1m 应附加 2%，但总附加率不应大于 15%；地面辐射供暖的房间高度大于 4m 时，每高出 1m 宜附加 1%，但总附加率不宜大于 8%。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.7 条规定。

高度附加率应附加于围护结构的基本耗热量和其他附加耗热量之和的基础上，具体见下式：

$$Q_H = \eta_4 \sum (Q_{jb} + Q_{fj}) \quad (6.2.10)$$

式中： Q_H -高度附加耗热量；

η_4 -高度附加率。

6.2.11 对于只要求在使用时间保持室内温度,而其他时间允许自然降温的建筑物,可按间歇供暖系统设计。其供暖热负荷应对围护结构耗热量进行间歇附加,附加率应根据保证室温的时间和预热时间等因素通过计算确定。间歇附加率也可按下列数值选取:

- 1 仅白天使用的建筑物,间歇附加率可取20%;
- 2 对不经常使用的建筑物,间歇附加率可取30%。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.8 条规定。

间歇附加耗热量应在高度附加后的热负荷基础上进行附加,具体见下式:

$$Q_{in} = \eta_5 \sum (Q_{jb} + Q_{fj} + Q_H) = \eta_5 (1 + \eta_4) \sum (Q_{jb} + Q_{fj}) \quad (6.2.11)$$

式中: Q_{in} -高度附加耗热量;

η_5 -间歇附加率。

6.2.12 在确定分户热计量集中供暖系统的户内供暖设备容量和户内管道时,应考虑户间传热对供暖负荷的附加,但附加量不应超过计算户间总传热量的50%,且不应统计在集中供暖系统的总热负荷内。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.10 条规定。

分户热计量供暖系统中,户间传热量直接影响房间供暖末端和供暖管道的配置,应根据建筑情况合理确定;对于通过户间楼板和隔墙传热量,采用散热器或热风供暖时,与邻户的温差可按 6°C 计算;采用地暖供暖时,与邻户的温差可按 8°C 计算。

6.2.13 全面辐射供暖系统的热负荷计算时,室内设计温度应符合本标准第 4.0.4 条的规定。局部辐射供暖系统的热负荷按全面辐射供暖的热负荷乘以表 5.2.13 的计算系数。

表6.2.13 局部辐射供暖热负荷计算系数

供暖区面积与房间总面积的比值	≥ 0.75	0.55	0.40	0.25	≤ 0.20
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.2.11 条规定。

6.3 散热器供暖

6.3.1 散热器供暖系统应采用热水作为热媒；并根据热源形式及房间热负荷等因素，经技术经济比较确定供水温度和供回水温差。

【条文说明】

采用热水作为热媒，不仅明显提高供暖质量，而且便于调节。因此，明确规定散热器供暖系统应采用热水作为热媒。

确定供水温度时，应综合考虑热源侧和末端侧两方面的初投资、运行能耗及工程实施可行性，经技术经济比较后合理取值。降低供水温度，可减少温差热损失，提高热源效率，有利于高寒地区太阳能、热泵等可再生能源的合理利用，但会增加供暖末端换热面积需求，需要技术经济权衡确定。太阳能系统供水温度不宜超过 60℃；空气源热泵系统供水温度不宜超过 50℃，供回水温差宜采用 5℃。

供回水温差的确定应结合供水温度和供暖负荷需求，复核散热器换热能力，同时还需满足相关标准对系统耗电输热比的要求。供水温度 75℃ 时，温差不应小于 25℃；供水温度为 70~75℃ 时，温差不应低于 20℃；供水温度为 55~70℃ 时，温差宜为 15~20℃；供水温度为 45~55℃ 时，温差宜为 5~10℃；供水温度 < 45℃ 时，温差宜为 5℃。

6.3.2 选择散热器时，应符合下列规定：

1 应根据供暖系统的压力要求，确定散热器的工作压力，并符合国家现行有关产品标准的规定；

2 相对湿度较大的房间应采用耐腐蚀的散热器；

3 采用钢制散热器时，应满足产品对水质的要求，在非供暖季节供暖系统应充水保养；

4 采用铝制散热器时，应选用内防腐型，并满足产品对水质的要求；

5 安装热量表和恒温阀的热水供暖系统不宜采用水流通道内含有粘砂的铸铁散热器。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.6 条规定。

6.3.3 布置散热器时，应符合下列规定：

1 散热器宜安装在外墙窗台下，当安装或布置管道有困难时，也可靠内墙安装；

2 两道外门之间的门斗内，不应设置散热器；

3 楼梯间的散热器，应分配在底层或按一定比例分配在下部各层。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.7 条规定。

6.3.4 除幼儿园、老年人照料设施和特殊功能要求的建筑外，散热器应明装。必须暗装时，装饰罩应有合理的气流通道、足够的通道面积，并方便维修。散热器的外表面应刷非金属性涂料。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.9 条规定。

6.3.5 幼儿园、老年人照料设施和特殊功能要求的建筑的散热器必须暗装或加防护罩。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.10 条。

6.3.6 确定散热器数量时，应根据其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量、表面涂料等对散热量的影响，以及空气密度变化对散热器散热量的影响，对散热器安装数量进行修正。

【条文说明】

散热器的散热量是在特定条件下通过实验测定给出的，在实际工程应用中该值往往与测试条件下给出的有一定差别，为此设计时除应按不同的传热温差（散

热器表面温度与室温之差) 选用合适的传热系数外, 还应考虑其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量, 表面涂料以及高原工况等对散热量的影响。

散热器散热数量 n (片) 可由下式计算, 公式中的修正系数可由相关设计手册及产品资料查得。

$$n = (Q_J / Q_S) \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \quad (6.3.6)$$

式中: Q_J ——房间的供暖热负荷 (W); Q_S ——散热器的单位 (每片或每米长) 散热量 [(W/片) 或 (W/m)]; β_1 ——柱型散热器 (如铸铁柱形, 柱翼形, 钢制柱形等) 的组装片数修正系数及扁管形、板形散热器长度修正系数; β_2 ——散热器支管连接方式修正系数; β_3 ——散热器安装形式修正系数; β_4 ——进入散热器流量修正系数; β_5 ——散热器换热海拔修正系数, 其取值见图2。

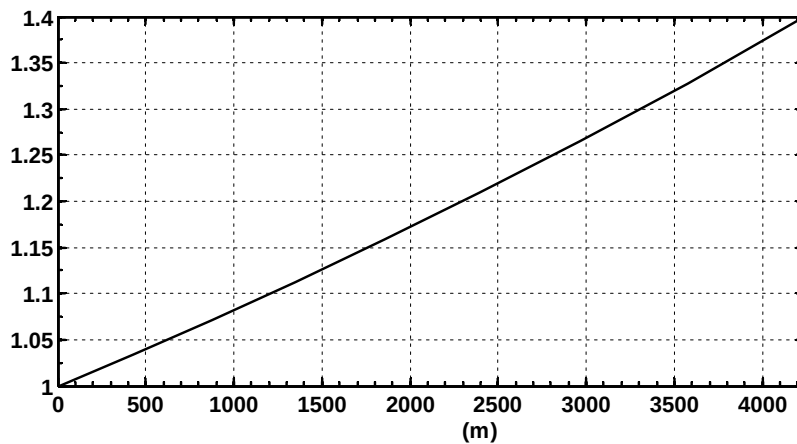


图6.3.6 散热器换热海拔修正系数

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.11 条规定, 并考虑海拔修正系数。

6.3.7 供暖系统非保温管道明设时, 应计算管道的散热量对散热器数量的折减; 非保温管道暗设时宜考虑管道的散热量对散热器数量的影响。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.12 条规定。

6.3.8 垂直单管和垂直双管供暖系统, 同一房间的两组散热器, 可采用异侧连接的水平单管串联的连接方式, 也可采用上下接口同侧连接方式。当采用上下接口同侧连接方式时, 散热器之间的上下连接管应与散热器接口同径。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.13 条规定。

6.4 热水地面辐射供暖

6.4.1 热水地面辐射供暖系统供水温度宜采用 $30^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，不应大于 60°C ；供回水温差不宜大于 10°C ，且不宜小于 5°C 。辐射体的表面平均温度宜符合表6.4.1的规定。

表6.4.1 辐射体表面平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)

设置位置	宜采用的温度	温度上限值
人员经常停留的地面	25~27	29
人员短期停留的地面	28~30	32
无人停留的地面	35~40	42
房间高度2.5m~3.0m的顶棚	28~30	—
房间高度3.1m~4.0m的顶棚	33~36	—
距地面1m以下的墙面	35	—
距地面1m以上3.5m以下的墙面	45	—

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.1 条规定。

6.4.2 确定地面散热量时，应校核地面表面平均温度，确保其不高于表6.4.1的温度上限值；否则应改善建筑热工性能或设置其他辅助供暖设备，减少地面辐射供暖系统负担的热负荷。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.2 条规定。

6.4.3 热水地面辐射供暖系统的地面基层直接与室外空气接触或与不供暖房间相邻时，必须设置绝热层。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.3 条第 1 款。

6.4.4 热水地面辐射供暖系统地面构造，应符合下列规定：

- 1 与土壤接触的底层应设置绝热层；设置绝热层时，绝热层与土壤之间应设

置防潮层；

2 潮湿房间的填充层上或面层下应设置隔离层。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.3 条第 2、3 款。

6.4.5 热水地面辐射供暖系统的工作压力不宜大于0.8MPa，毛细管网辐射系统的工作压力不应大于0.6MPa，当超过上述压力时，应采取相应的措施。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.5 条。

6.4.6 热水地面辐射供暖塑料加热管的材质和壁厚的选择，应根据工程的耐久年限、管材的性能以及系统的运行水温、工作压力等条件确定。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.6 条。

6.4.7 地板辐射供暖系统的末端集配装置应符合下列要求：

1 应根据负荷特性，按房间或区域设置集配装置；住宅每户至少应设置一套集配装置；

2 公共建筑中集配装置优先设置于公共空间，住宅中的分集水器优先设置于厨房或卫生间；老年人照料设施中的集配装置应设置防止烫伤的保护措施；

3 每个分水器、集水器分支环路不宜多于8 路，每个分支环路供回水管上均应设置具有关断功能的手动或自动控制阀；

4 分水器、集水器最大断面流速不宜大于0.8m/s；分集水器的总管之间宜设旁通管，旁通管上应设阀门；分水器、集水器上均应设置手动或自动排气阀。

【条文说明】

本条对地板辐射供暖系统集水器、分水器的设置提出要求。

6.4.8 加热管的敷设间距，应根据地面散热量、室内设计温度、平均水温及地面传热热阻等通过计算确定。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.8 条规定。

6.5 强制对流型末端供暖

6.5.1 符合下列情况之一时，可采用强制对流型末端供暖方式：

- 1 采用太阳能集热器、热泵等低品位热源的建筑；
- 2 间歇运行、热负荷指标大的建筑；
- 3 同时具有供冷需求的建筑。

【条文说明】

强制对流型供暖末端具有换热量大、热惯性小的特点，适合间歇运行、热负荷指标大的建筑。同时，其换热量大的特性可降低对热媒温度的要求，适用于太阳能、空气源热泵等低品位热源。对于太阳辐照强度大且仅白天使用的建筑，其热惯性小、控制灵活的特点有利于室温调控。

对兼有供冷需求的建筑，强制对流设备可兼作供冷末端，从而简化系统设置，此种情况也适合采用。

本条所述强制对流供暖方式包括以水作热媒的风机盘管、空气处理机组，以及自带热源的直接膨胀式设备（如低环境温度空气源多联机热泵空调机组），工程设计时应根据建筑性质及使用要求选择，采用时应注意控制噪声和吹风感。

6.5.2 强制对流型供暖末端进行选型设计时，应根据设计工况和海拔进行换热能力修正。

【条文说明】

风机盘管、空气处理机组等设备的实际换热能力取决于水温、流量及进口空气状态等参数，而产品技术资料通常标注的是名义工况参数。《风机盘管机组》GB/T19232、《组合式空调机组》GB/T14294、《低环境温度空气源多联式热泵（空调）机组》GB/T 25857 及《低环境温度空气源热泵热风机》JB/T 13573 等标准均规定了各自的名义工况。因此，选型设计时应根据实际设计工况（供水温度、供回水温差、进口空气温度等）对换热能力进行修正。

此外，高寒地区空气密度较低，会导致设备换热量下降，故在选型计算中应进行海拔修正。设计时应要求生产企业提供设备在相应海拔下的实际换热量参数，并据此进行选型。

当供暖末端兼用作夏季供冷时，还应根据设计参数复核其制冷工况的换热能

力。

6.5.3 强制对流型供暖末端的风口选型及布置应根据供暖区的温度参数、允许风速、噪声标准、温度梯度以及空气分布特性（ADPI）等要求，结合内部装修、工艺或家具布置等确定。

【条文说明】

风口选型和布置时，应保证供暖工况时人员停留区的风速 $\leq 0.3\text{m/s}$ ，应与建筑装饰相协调，注意风口的选型与布置对内部装修美观的影响；同时宜考虑室内空气质量、室内温度梯度等要求，避免气流短路，确保热空气能送到人员停留区。

6.5.4 风机盘管和空气处理机组的供水温度和供回水温差应根据热源形式、房间热负荷等因素，经技术经济比较确定，且供水温度不应大于 60°C 。

【条文说明】

强制对流末端换热能力强，具备降低供水温度的条件。供水温度和供回水温差的确定应综合考虑热源侧与末端侧的初投资、运行能耗及工程实施可行性，兼顾热源侧高效运行与盘管换热能力、室内出风温度要求，经技术经济比较后合理确定。

相关文献表明，风机盘管及空气处理机组的水温低于 60°C 可减少结垢，减轻冷热作用交替造成的胀紧力，延长设备的使用寿命。

对于高海拔严寒地区的新风预热盘管，根据防冻要求确定供水温度。

6.5.5 风机盘管机组的选择应符合下列规定：

- 1 应根据机组接管方式及管道设置选择适宜的出口静压；
- 2 机组供暖能效系数不应低于现行国家标准《风机盘管机组》GB/T 19232规定的能效限值；
- 3 机组运行噪声值不应超过室内允许噪声标准。

本条规定风机盘管机组的选型考虑因素。风机盘管机组分为低静压型和高静压型，应在合理进行机组布置和管道连接的前提下，经阻力计算确定所需静压后进行选型。

现行国家标准《风机盘管机组》GB/T 19232 对不同供水温度下各类风机盘管的供暖能效系数（FCCOP）规定了限值要求，机组选型应满足该标准规定，以降低运行能耗。

风机盘管通常吊装于室内,选型时应将其运行噪声控制在室内允许噪声标准范围内,以保障室内声环境舒适。

6.6 电加热供暖

6.6.1 符合下列条件之一时,允许采用电直接加热设备作为供暖设备:

- 1 不具备利用热泵供暖的条件且建筑面积小于300m²的建筑;
- 2 利用自身可再生能源发电,其发电量能满足电加热用电量需求的建筑;
- 3 利用蓄热式电热设备,在电网负荷低谷时段进行供暖或蓄热,且不在用电高峰和平段启用时;
- 4 建筑具备蓄能系统,且具备需求侧响应能力,有利于可再生电力消纳时;
- 5 全部采用热泵系统或太阳能供暖系统作为热源不经济,且电加热设备作为辅助热源,其装机容量占比不高于热源设备总装机容量的50%或全年承担的供热量不超过总供热量的20%时;
- 6 电力供应充足,且当地电力政策鼓励用电供暖时。

【条文说明】

电加热供暖设备虽相较于热泵能耗偏高,但具备运行简便,低温环境下无冻结风险、对维护管理水平要求低等突出优势,契合高原寒冷地区部分区域基础设施薄弱、运维条件有限的实际情况。本条立足高寒地区的特殊性,从优化用能结构、契合能源发展政策的导向角度,明确利用电直接加热设备供暖的适用条件。

1 热泵运行对室外温度、地质资源或水资源条件存在特定要求,在部分地区难以适用。因此,当小型建筑(建筑面积小于300 m²)无法利用热泵供暖时,允许采用电加热设备,以保障供暖效果与可行性。

2 高寒地区太阳能资源普遍丰富,为建筑利用分布式光伏实现能源自给提供了有利条件。因此,当建筑自身可再生能源发电量能覆盖电加热设备的用电量时,电直接加热设备的能源消耗不会对电网造成额外压力,允许采用电直接供热。同时,鉴于光伏发电与建筑用能需求存在时序错配,虽发电总量可满足需求,但时段存在一定程度的不匹配;宜根据发电产能和用能规律配备适宜的蓄能装置,以尽量消纳光伏发电电力。

3 蓄热式电热设备在低谷时段进行蓄热,在峰段和平段通过蓄热装置放热满

足供暖需求，实现移峰填谷。这种方式有效利用了低谷电力，提高电网负荷率，因此明确此类场景允许采用电热设备。

4 随着高原地区光伏、风电等可再生能源装机规模扩大，在部分时段存在因电力消纳不足导致的“弃风弃光”现象。建筑供暖负荷占终端用能比重较高，是可再生电力消纳的重要载体。当建筑具备蓄能系统且具有需求侧响应能力时，可与电网协同互动，提升可再生电力消纳率，并通过电网辅助服务政策获得收益，为高原地区构建“源网荷储”协同体系提供支撑。

5 高寒地区太阳能资源丰富但不够稳定，还存在低温环境下热泵出力衰减的问题；若供暖热源全部采用热泵或太阳能系统，易导致初投资过高、经济性差的情况。因此，本款允许将电加热作为辅助热源，并严格控制其装机容量（kW）占比或年供热量（kW·h）占比，核心是构建以热泵/太阳能为主热源、电热设备应对不利气候调峰的复合供热模式，兼顾系统经济性与运行低碳性。

高寒地区供暖期较长，全年部分负荷运行时段占比大；基于典型建筑全年动态负荷模拟结果，当主热源（热泵/太阳能）装机容量为设计热负荷的50%时，即可承担80%~90%的全年供热量，因此本条对辅助热源的容量设置作出规定。

6 当建筑所在地区电能富余且当地有明确的电力支持政策鼓励应用电供暖时，允许采用电加热设备作为供暖热源。

6.6.2 电供暖散热器的形式、电气安全性能和热工性能应满足使用要求及有关规定。

【条文说明】

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第5.6.2条规定。

6.6.3 发热电缆辐射供暖和低温电热膜辐射供暖的元件性能应符合国家现行有关产品标准的安全要求，其表面工作温度应符合本规范标准表6.4.1条的有关规定。发热电缆辐射供暖宜采用地板式。

【条文说明】

本条要求发热电缆辐射供暖和低温电热膜辐射供暖的元件性能及其表面工作温度应符合国家现行有关标准的安全要求，目的是避免元件性能不达标或过热造成安全及健康隐患。

普通发热电缆的性能及安全要求参见《额定电压300/500V生活设施加热和

防结冰用加热电缆》GB/T20841。低温电热膜辐射供暖的性能要求参见《低温辐射电热膜》JG/T286；同时《低温辐射电热膜供暖系统应用技术规程》JGJ 319对电热膜材料也做出要求，其中明确规定电磁辐射量应小于100 μT，旨在防止人体受较强电磁辐射而影响健康，属于安全性能的重要管控内容。

6.6.5 根据不同的使用条件，电供暖系统应设置不同类型的温控装置。

【条文说明】

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.5.5 条规定。

6.6.6 采用发热电缆地面辐射供暖方式时，应符合下列规定：

- 1 发热电缆的线功率不宜大于17W/m，当面层采用带龙骨的架空木地板时，必须采取散热措施，且发热电缆的线功率不应大于10W/m；
- 2 电缆布置时应考虑家具位置的影响；
- 3 每个房间宜独立设置加热电缆回路。当单根加热电缆无法满足房间热负荷时，应分设成多个独立回路，各回路不应超过温控器额定工作电流；
- 4 加热电缆宜采用平行型布置。

【条文说明】

参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.6.6 条规定及《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142 的相关要求。

6.6.7 采用电热膜辐射供暖方式时，应符合下列规定：

- 1 电热功率密度不宜大于200W/m²，并设置均匀分布的过热保护装置；
- 2 地面布置时，应考虑家具位置的影响；
- 3 不宜布置在地面固定设备处，不应布置在淋浴区下方，并避开地面管道安装处；
- 4 顶棚上布置时，应预留灯具、烟感器、喷头、风口、音响等的安装维护空间；
- 5 电热膜布置最小间距应符合表6.6.7的规定。

表6.6.7 电热膜布置最小距离（mm）

部位	地面、棚面布置与墙面	棚面灯具	配电箱墙上分线盒	燃气设备其他热源	通风、燃气管道	隐蔽装置表面	棚面导线
间距	200	200	200	200	200	50	50

【条文说明】

参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.5.7 条规定和《低温辐射电热膜供暖系统应用技术规程》JGJ319-2013 的相关规定。

6.6.8 安装于距地面高度 180cm 以下的电供暖元器件，必须采取接地及剩余电流保护措施。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.5.8 条。

6.7 供暖水系统设计

6.7.1 热水供暖系统应按设备、管道及部件的承压能力和水力平衡要求进行竖向分区设置，并符合下列规定：

- 1 散热器供暖系统宜按50m进行竖向分区；铸铁散热器的工作压力不应大于0.8MPa，钢制散热器的工作压力不应大于1.0MPa；
- 2 热水地面辐射供暖加热管的工作压力不应大于0.8MPa；
- 3 毛细管辐射供暖系统的工作压力不应大于0.6MPa。

【条文说明】

本条结合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 5.1.10 条、第 5.4.5 条的规定，对热水供暖系统的竖向分区作出明确要求。竖向分区的目的在于保障供暖系统安全稳定运行，防止系统超压造成设备损坏、管道渗漏等问题；同时利于系统水力平衡与流量分配，以保证各楼层末端的供暖效果。

6.7.2 供暖水系统应结合建筑布局、负荷特性布置环路，并符合以下规定：

1. 宜按南北向分别设置环路；
- 2 内区、外区宜分别设置环路；
- 3 散热器与强制对流型末端时，应分别设置独立环路。

【条文说明】

本条规定了供暖水系统环路的布置原则。

高寒地区太阳辐照度高，“南热北冷”的现象尤为明显，为平衡南北向房间温差、解决“南热北冷”问题，除按本标准规定对南北向房间分别采用不同的朝向修正率外，集中供暖系统按南北向分设环路是必要的，这样便于系统运行调节和节能运行。住宅、别墅类酒店等建筑受平面布局限制不具备南北分环条件时，

可不受此限。

建筑内区与外区负荷特性存在差异，因此内、外区宜分别设置环路。

散热器的水阻与强制对流型末端（风机盘管、空气处理机组）的水阻通常差别较大，因此合用热源时应分别设置独立的环路，以便于水力平衡调试及流量分配，环路宜从主环路（集、分水器接管处）分开。

6.7.3 供暖管道的材质应根据其工作温度、工作压力、使用寿命、施工与环保性能等因素，经综合考虑和技术经济比较后确定，其质量应符合国家现行有关产品标准的规定。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.1 条规定。

6.7.4 集中供暖系统的建筑物热力入口，应符合下列规定：

- 1 供水、回水管道上应分别设置关断阀、温度计、压力表；
- 2 应设置过滤器及旁通阀；
- 3 应根据水力平衡要求和建筑物内供暖系统的调节方式，选择水力平衡装置；
- 4 除多个热力入口设置一块共用热量表的情况外，每个热力入口处均应设置热量表，且热量表宜设在回水管上。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.3 条。

6.7.5 管道有冻结危险的场所，其供暖末端的供暖立管或支管应单独设置。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.5 条。

6.7.6 供暖干管和立管等管道上阀门的设置应符合下列规定：

- 1 供暖系统的各并联环路，应设置关闭和调节装置；
- 2 当有冻结危险时，立管或支管上的阀门至干管的距离不应大于120mm；
- 3 供水立管的始端和回水立管的末端均应设置阀门，回水立管上还应设置排污、泄水装置；
- 4 仅用于维修关断用的阀门，应选择关闭严密型；承担流量调节的阀门，应选择调节性能良好型。

【条文说明】

本条第 1 款规定，供暖系统的各并联环路应设置关闭和调节装置，目的是为系统调节与检修提供必要条件。结合住宅项目工程实践，需提醒注意，部分过往项目存在分户阀门漏设问题；对于共用立管的分户独立循环供暖系统，各户连接共用立管的进户供、回水支管上均应设置关闭阀。

根据供暖系统的不同需求，应选择具备相应功能的阀门。维修关断阀应满足关闭严密、全开阻力小、价格经济的要求，可选用闸阀、截止阀、球阀等。初调试用调节阀（如静态平衡阀）调节性能好但价格较高，通常亦具备良好关闭严密性。当同一位置需兼具关断与调节功能时，仅设后者即可，不宜再串联设置关断阀；此时系统应具备显示调节阀开度的功能，以便维修后精确恢复原有开度。

6.7.7 当供暖管道利用自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.5 条。

6.7.8 供暖系统水平管道的敷设应有一定的坡度，坡向应有利于排气和泄水。供回水支、干管的坡度宜采用 0.003，不得小于 0.002；立管与散热器连接的支管，坡度不得小于 0.01；当受条件限制，供回水干管（包括水平单管串联系统的散热器连接管）无法保持必要的坡度时，局部可无坡敷设，但该管道内的设计水流速不得小于 0.25m/s。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.6 条。

6.7.9 穿越建筑物基础、伸缩缝、沉降缝、防震缝的供暖管道，以及埋设在建筑结构里的立管，应采取预防建筑物下沉而损坏管道的措施。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.7 条。

6.7.10 当供暖管道必须穿越防火墙时，应预埋钢套管，并在穿墙处一侧设置固定支架，管道与套管之间的空隙应采用耐火材料封堵。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.8 条。

6.7.11 供暖管道不得与输送蒸汽燃点低于或等于 120℃的可燃液体或可燃、腐蚀

性气体的管道在同一条管沟内敷设。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.9 条。

6.7.12 符合下列情况之一时，室内供暖管道应保温：

- 1 管道内输送的热媒必须保持一定参数；
- 2 管道敷设在管沟、管井、技术夹层、阁楼及顶棚内等导致无益热损失较大的空间内或易被冻结的地方；
- 3 管道通过的房间或地点要求保温。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.10 条。

6.7.13 室内热水供暖系统的设计应进行水力平衡计算，并应采取措施使设计工况时各并联环路之间（不包括共用段）的压力损失相对差额不大于 15%。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.11 条。

6.7.14 室内供暖系统需要的资用压头应考虑附加，附加值宜取供暖系统总压力损失计算值的 10%。

【条文说明】

供暖系统计算压力损失附加，是基于计算误差、施工误差及管道结垢等因素的综合考虑。

6.7.15 室内供暖系统管道中的热媒流速，应根据系统的水力平衡要求及防噪声要求等因素确定，最大流速不宜超过表6.7.14的限值。

表6.7.15 室内供暖系统管道中热媒的最大流速 (m/s)

室内热水管道管径DN (mm)	15	20	25	32	40	≥50
有特殊安静要求的热水管道	0.50	0.65	0.80	1.00	1.00	1.00
一般室内热水管道	0.80	1.00	1.20	1.40	1.80	2.00

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.13 条。

6.7.16 热水垂直双管供暖系统和垂直分层布置的水平单管串联跨越式供暖系统，应对热水在散热器和管道中冷却而产生自然作用压力的影响采取相应的技术措施。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.14 条。

6.7.17 供暖系统供水干管末端和回水干管始端的管径不应小于 DN20。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.15 条。

6.7.18 静态水力平衡阀或自力式控制阀的规格应按热媒设计流量、工作压力及阀门允许压降等参数经计算确定；其安装位置应保证阀门前后有足够的直管段，没有特别说明的情况下，阀门前直管段长度不应小于 5 倍管径，阀门后直管段长度不应小于 2 倍管径。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.16 条。

6.7.19 热水供暖系统应根据不同情况，设置排气、泄水、排污装置。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.22 条。

6.7.20 供暖系统的热源设备、循环水泵、补水泵、热量表等设备的入口管道上，应根据需要设置过滤器或除污器。

【条文说明】

参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 8.5.22 条。

6.7.21 集中供暖系统采用变流量水系统时，循环水泵应采用变速调节控制。

【条文说明】

对于变流量系统，采用变速调节能够更多地节省输送能耗。水泵变频调速技术是目前比较成熟可靠的节能方式，容易实现且节能潜力大，调速水泵的性能曲线宜为陡降型。

6.7.22 闭式循环水系统的定压设计应符合下列规定：

- 1 定压点宜设在循环水泵的吸入口处，定压点最低压力应使管道系统任何一点的表压均高于当地大气压力10kPa以上；**
- 2 宜优先采用高位膨胀水箱定压；高位膨胀水箱及其管道应采取防冻措施；**
- 3 当水系统设置独立的定压设施时，膨胀管上不应设置阀门；当各系统合用定压设施且需要分别检修时，膨胀管上应设置带电信号的检修阀，且各水系统应**

设置安全阀；

4 系统的膨胀水量应进行回收。

【条文说明】

本条对供暖水系统的定压设计做出规定。

1 定压点宜设在循环水泵吸入口，以保证系统运行时各部位压力均高于静止时压力。当定压点与循环水泵吸入口距离较远时，应按水压图校核系统压力，确保系统内不出现负压。

2 高位膨胀水箱具有定压简单可靠、压力稳定、运行节能等优点，推荐优先选用。高寒地区设计中应重点关注膨胀水箱的防冻防护，宜将其设置于室内。

3 膨胀管上不应设置阀门，防止因阀门误关闭导致系统膨胀水无法排出，引发事故。当多个系统合用一套定压设施时，为满足各子系统独立检修、泄水的使用需求，可在膨胀管上设置带电信号的检修阀，通过信号反馈阀门状态，及时排查误操作隐患。同时，各供暖水系统均应配套设置安全阀作为双重防护措施，当检修阀误关且信号警示失灵时，安全阀可自动泄压，防止系统发生超压事故。

4 从节能节水的原则出发，系统运行产生的膨胀水量应全部回收利用。采用高位膨胀水箱定压时，应在水箱内预留出足够膨胀容积；当采取其他定压方式时，应将系统膨胀水量引至补水箱进行回收。

6.7.23 供暖热水系统的设计补水量（小时流量）可按系统水容量的1%计算，补水点宜设置在循环水泵的吸入口处，当采用高位膨胀水箱定压时，应通过膨胀水箱直接向系统补水；采用其他定压方式时，如果补水压力低于补水点压力，应设置补水泵。补水泵设置应符合下列规定。

- 1 补水泵的扬程，应保证补水压力比补水点的工作压力高30kPa~50kPa；
- 2 补水泵宜设置2台，补水泵的总小时流量宜为系统水容量的5%~10%；
- 3 当仅设置1台补水泵时，宜设置备用泵。

【条文说明】

与《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 8.5.15、8.5.16 条类似。

6.7.24 在选配供暖系统的循环水泵时，应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 计算循环水泵的耗电输热比 EHR，并应标注在施

工图的设计说明中。

6.7.25 供暖系统的水质应符合国家现行相关标准的规定。

【条文说明】

执行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.1.12 条规定。

水质是保证供暖系统正常运行和提高换热效率的前提,近些年发展的轻质散热器和相关末端设备在使用时都对水质有不同的要求。现行国家标准《采暖空调系统水质》GB/T29044 对供暖水质提出了具体的要求。

7 通风

7.1 一般规定

7.1.1 民用建筑中应设置合理的通风措施，以消除室内有害物质及余热余湿。通风设计应从总体规划、建筑设计和工艺等方面综合考虑设计措施。

【条文说明】

建筑通风的目的，是为了防止大量热、蒸汽或有害物质向人员活动区散发，防止有害物质对环境及建筑物的污染和破坏。大量余热余湿及有害物质的控制，应以预防为主，需要各专业协调配合综合治理才能实现。在高寒地区，设置合理的通风措施可以大大降低空气处理的能耗。

7.1.2 通风设计应优先采用自然通风消除建筑物余热、余湿和进行室内污染物浓度控制。当自然通风不能满足要求时，应采用机械通风或自然通风和机械通风结合的复合通风。

【条文说明】

本条是考虑节能要求，在高寒地区的通风设计中，应关注室外气象参数的限制条件，综合考虑夏季、冬季及过渡季的不同情况，优先采用自然通风。自然通风主要通过合理适度地改变建筑形式，利用热压和风压作用形成有组织气流，满足室内要求、减少通风能耗。

7.1.3 应防止室外污染空气通过通风系统污染室内环境。对于室外空气污染和噪声污染严重的区域，进风应设置合理的处理措施。通风方式应与其相适应。

【条文说明】

《环境空气质量标准》GB 3095 按不同环境空气质量功能区给出了对应的空气质量标准，《建筑环境通用规范》GB 55016 也按建筑所处不同声环境功能区给出了噪声排放限值。对于空气污染或噪声污染比较严重的区域，即未达到上述两标准的区域，直接的自然通风会将室外污浊的空气或噪声带入室内，不利于人体健康。因此，在这种情况下，通风设置应采取空气处理措施或噪声处理措施。

7.1.4 对于室内余热较大的房间，宜采用室温控制通风量。当采用通风方式无法消除室内余热时，可采用辅助冷却装置。

【条文说明】

高寒地区夏季空气的焓值低、含湿量低，其室外低焓干燥空气一般可以直接利用来消除室内的热湿负荷。当房间的室内余热量较大，通过加大机械通风量不经济或难以实现时，还可以通过采用直接蒸发冷却或间接蒸发冷却的方式来降低送风温度，达到消除室内余热的目的。应用蒸发冷却技术可大量节约空调系统的能耗。

高寒地区的江、河、湖等夏季水体温度相对较低，完全可以作为空调的冷源。对于地下水资源丰富且有合适的水温、水质的地区，当采取可靠的回灌和防止污染措施时，也可以利用地下水作为冷源。当采用江、河、湖水和地下水作为冷源时，应进行可行性研究，并征得当地主管部门的同意。

7.1.5 设有机械通风的房间，其人员所需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》GB50736的相关要求。

【条文说明】

规定本条是为了使住宅、办公室、餐厅、客房等建筑的房间能够达到室内空气质量的要求。

7.1.6 设有供暖及机械排风系统的房间，经济技术比较合理时应设置排风热回收装置，热回收装置应设置旁通设施。应进行热回收装置的冬季防结露校核计算，热回收系统应具备防冻保护功能。

7.1.7 对建筑物内放散热、蒸汽或有害物质的设备，宜采用局部排风。当不能采用局部排风或局部排风达不到卫生要求时，应辅以全面通风或采用全面通风。

7.1.8 凡属下列情况之一时，应单独设置排风系统：

- 1 两种或两种以上的有害物质混合后能引起燃烧或爆炸时；
- 2 混合后能形成毒害更大或腐蚀性的混合物、化合物时；
- 3 混合后易使蒸汽凝结并聚积粉尘时；
- 4 散发剧毒物质的房间和设备；
- 5 建筑物内设有储存易燃易爆物质的单独房间或有防火防爆要求的单独房间；
- 6 有防疫的卫生要求时。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 强制性条文第 6.1.6 条。

7.2 通风设计

7.2.1 利用自然通风的建筑在设计时，应符合下列规定：

1 应对建筑进行自然通风潜力分析，依据气候条件确定自然通风策略并优化建筑设计；

2 进排风口设置宜有利于夏季自然通风，并避开冬季主导风向。

【条文说明】

在确定自然通风方案之前，必须收集目标地区的气象参数，进行气候潜力分析。自然通风潜力指仅依靠自然通风就可满足室内空气品质及热舒适要求的潜力。现有的自然通风潜力分析方法主要有经验分析法、多标准评估法、气候适应性评估法及有效压差分析法等。然后，根据潜力可定出相应的通风策略，即风压、热压的选择及相应的措施。

大部分高寒地区夏季、过渡季室外温度不高，相对湿度较低，适宜采用自然通风消除室内余热、余湿，可以应用中庭、通风塔等热压通风设计。

7.2.2 自然通风应采用阻力系数小、噪声低、易于操作和维修的进排风口或门窗。同时进排风口或门窗应有关闭措施且具有良好的保温性能。进排风口阀体漏风量应符合行业标准《建筑通风风量调节阀》JG/T 436-2014中第5.3.3条的规定，且不应低于A级阀体要求；门窗气密性应符合国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433-2015中第5.2.2.1条的规定，且不应低于6级。

【条文说明】

为了提高自然通风的效果，应采用流量系数较大的进排风口或门窗，如在工程设计中常采用的性能较好的门、洞、平开窗、上悬窗、中悬窗及隔板或垂直转动窗、板等。

供自然通风用的进排风口或门窗需要具有随季节的变换能够进行调节的措施。对于不便于人员开关或需要经常调节的进排风口或门窗，应考虑设置机械开关装置，机械开关装置应便于维护管理并能防止锈蚀失灵，且有足够的构件强度。

四川高寒地区为防止冬季冷风渗透和热损失，自然通风进排风口在不使用期间应可有效关闭并具有良好的保温性能，以有效地保证冬季室内的热环境，一般可采用在室外侧设置固定百叶，在室内侧设置保温密闭装置的做法。

7.2.3 夏季自然通风用的进风口，其下缘距室内地面的高度不宜大于1.2m。自然通风进风口应远离污染源3m以上；冬季自然通风用的进风口，当其下缘距室内地面的高度小于4m时，宜采取防止冷风吹向人员活动区的措施。

【条文说明】

高寒地区冬季的室外温度过低，通常不会采取直接的自然进风方式，当有设备机房降温需求时，为防止冷空气吹向人员活动区，进风口下缘不宜低于4m，冷空气经上部侧窗进入，当其下降至工作地点时，已经过了一段混合加热过程，这样就不致使工作区过冷。如进风口下缘低于4m，则应采取防止冷风吹向人员活动区的措施。

7.2.4 采用自然通风的生活、工作的房间的通风开口有效面积不应小于该房间地板面积的5%；厨房的通风开口有效面积不应小于该房间地板面积的10%，并不得小于0.60m²。通风开口面积应可调节。

【条文说明】

自然通风房间通风开口有效面积要求参照国家现行《民用建筑设计统一标准》GB 50352 要求，同时强调自然通风开口的可调性。

7.2.5 采用自然通风的建筑，自然通风量的计算应同时考虑热压以及风压的作用并按相关标准确定。

【条文说明】

在确定自然通风量时，应参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第6.2.7条和第6.2.8条对热压作用和风压作用下的通风量确定方法和原则。

7.2.6 宜结合建筑设计，合理采用捕风装置、屋顶无动力风帽和太阳能诱导通风等加强自然通风的被动式技术措施。

【条文说明】

当常规自然通风系统不能提供足够风量时或在冬季密闭房间需要通风换气

时，或当采用常规自然通风难以排除建筑内的余热、余湿或污染物时，或当建筑物利用风压有局限或热压不足时，均可采用被动式通风技术。

捕风装置是一种自然风捕集装置，是利用对自然风的阻挡在捕风装置迎风面形成正压、背风面形成负压，与室内的压力形成一定的压力梯度，将新鲜空气引入室内，并将室内的浑浊空气抽吸出来，从而加强自然通风换气的能力。对于高寒地区，夏季和过渡季可采用该装置加强自然通风效果，增大自然通风量；冬季由于室外温度过低，开启外窗自然通风的可控性较差，会导致供暖负荷大大增加，因而国内外都提出了采取自动捕风装置来解决冬季密闭房间的新风换气问题。

无动力风帽是通过自身叶轮的旋转，将任何平行方向的空气流动，加速并转变为由下而上垂直的空气流动，从而将下方建筑物内的污浊气体吸上来并排出，以提高室内通风换气效果的一种装置。该装置不需要电力驱动，可长期运转且噪声较低，在国内外均已大量使用。

太阳能诱导通风方式依靠太阳辐射给建筑结构的一部分加热，从而产生大的温差，比传统的由内外温差引起流动的浮升力驱动的策略获得更大的风量，从而能够更有效地实现自然通风。典型的三类太阳能诱导方式为：特伦布（Trombe）墙、太阳能烟囱、太阳能屋顶。

7.2.7 机械送风系统进风口的位置，应符合下列规定：

- 1 应设在室外空气较清洁的地点；
- 2 应避免进风、排风短路；
- 3 进风口的下缘距室外地坪不宜小于2m，当设在绿化地带时，不宜小于1m。

7.2.8 建筑物全面排风系统吸风口的布置，应符合下列规定：

- 1 当房间上部区域有害气体存积可能对使用空间的人员造成危害或有爆炸危险时，其上部区域的吸风口的上缘至顶棚平面或屋顶的距离不大于0.4m；
- 2 用于排除氢气与空气混合物时，吸风口上缘至顶棚平面或屋顶的距离不大于0.1m；
- 3 用于排出密度大于空气的有害气体时，应在房间下部区域设置吸风口，其下缘至地板距离不大于0.3m；
- 4 因建筑结构造成有爆炸危险气体排出的死角处，应设置导流设施。

【条文说明】

规定建筑物全面排风系统排风口的位置，在不同情况下应有不同的设计要求，目的是保证有效排除室内余热、余湿及各种有害物质。大量民用建筑的排风如地下车库、变配电房等机电用房主要为排出余热余湿，此类空气在顶部有局部存积危害不大，因此本条文第1款给定了附加条件，只有当顶部存积气体可能对使用空间的人员造成危害或有爆炸危险时，须执行本条文第1款。关于本条文第2、3款，在民用建筑的实验室类建筑中有一定应用。对于由于建筑结构造成的有爆炸危险气体排出的死角，例如产生氢气的房间，会出现由于顶棚内无法设置排风口而聚集一定浓度的氢气发生爆炸的情况。在结构允许的情况下，在结构梁上设置连通管进行导流排气，以避免事故发生。

7.2.9 全面通风的设计应符合下列规定：

1 同时放散余热、余湿和有害物质时，全面通风量应按其中所需最大通风量确定；多种有害物质同时放散于建筑物内时，其全面通风量的确定应符合现行国家标准的有关规定；且应满足人员卫生标准要求；

2 余热、余湿和有害物质数量不能确定时，全面通风量可根据类似房间的实测资料或经验数据按换气次数确定，也可按国家现行的各相关行业标准执行；

3 冬季全面通风设计应进行空气平衡计算。

【条文说明】

一般建筑通风的目的是消除余热、余湿和污染物，所以需要选取其最大值，并且要对使用人员的卫生标准进行校核。高寒地区冬季室外温度过低，机械通风应考虑热平衡计算。

7.2.10 局部排风的设计应符合下列规定：

1 对于有害气体、蒸发或粉尘等的发散源均应设置局部排风装置；

2 根据工艺及有害气体散发状况采用不同的排风罩或通风柜；

3 按照使用情况、有害气体性质等划分局部排风系统；

4 根据局部排风装置的形式和排放标准的要求设计排风量；

5 按相关标准确定净化处理措施；

6 排风口宜设置在建筑物顶端，且宜采用防雨风帽。

7.2.11 全面排风或局部排风系统的补风设计应符合下列要求：

- 1 夏季应尽可能利用室外新风自然补风；
- 2 冬季当房间室内温度无要求且室外空气直接进入室内不致形成雾气和在围护结构内表面不致产生凝结水时，宜采用自然补风；
- 3 次要房间冬季可利用建筑物内部非污染空气作为补风；
- 4 冷风渗透量应纳入冬季风量平衡计算。

【条文说明】

为减少能耗，高寒地区夏季应尽可能利用新风自然补风，冬季一些对温度要求不高的房间如库房、某些设备机房、车库等当室外空气直接进入室内不致形成雾气和在围护结构内表面不致产生凝结水时，宜采用自然补风。

冬季可利用建筑物内部非污染空气作为补风的次要房间是指无人停留或人员不长期停留、对空气品质要求不高的房间，如库房、汽车库等，建筑内部非污染空气作为补风既可减少能耗又可在一定程度上改善室内温度。

7.2.12 对冬季全面通风进行空气平衡与热平衡计算时，应符合下列规定：

- 1 计算冬季通风耗热量时，应采用冬季供暖室外计算温度；
- 2 计算冬季消除余热、余湿通风量时，应采用冬季通风室外计算温度；
- 3 允许短时过冷或采用间歇排风的场所可不遵循热平衡原则，但应确保房间温度不得低于防冻允许温度。

【条文说明】

1 为了使室内温度不因通风而降低，计算冬季通风耗热量时，应采用冬季供暖室外计算温度。

2 计算冬季消除余热、余湿通风量时，采用冬季通风室外计算温度，计算温差比采用冬季供暖室外计算温度时小，计算所得的风量大，这样做保证率反而高。

7.2.13 事故通风应符合国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012第6.3.9条的规定。

7.2.14 选择通风机时，应对其电动机的轴功率进行验算。

【条文说明】

由于高寒地区均为高海拔地区，通风系统所输送的空气密度为非标准状态空

气密度，通风系统的通风机特性和风管特性曲线都将随之改变。非标准状态时通风机产生的实际风压也不是标准状态时通风机性能图表上所标定的风压。在通风空调系统中的通风机的风压等于系统的压力损失。在非标准状态下系统压力损失或大或小的变化，同通风机风压或大或小的变化不但趋势一致，而且大小相等。也就是说，在实际的容积风量一定的情况下，按标准状态下的风管计算表算得的压力损失以及据此选择的通风机，也能够适应空气状态变化的条件。由此，选择通风机时不必再对风管的计算压力损失和通风机的风压进行修正。但是，对电动机的轴功率应进行验算，核对所配用的电动机能否满足非标准状态下的功率要求，其式如下：

$$N_Z = \frac{LP}{3600000\eta_1\eta_2} \quad (7.2.14)$$

式中 N_Z ——电动机的轴功率 (kW)；

L ——通风机的风量 (m³/h)；

P ——非标准状态下，风机所产生的风压 (全压) (Pa)；

η_1 ——通风机的内效率；

η_2 ——通风机的机械传动效率。

7.2.15 符合下列条件之一时，通风设备和风管应采取保温或防冻等措施：

- 1 所输送空气的温度相对环境温度较高或较低，且不允许所输送空气的温度有较显著升高或降低时；
- 2 需防止空气热回收装置结露（冻结）和热量损失时；
- 3 排出的气体在进入大气前，可能被冷却而形成凝结物堵塞或腐蚀风管时。

【条文说明】

通风设备和风管的保温、防冻具有一定的技术经济意义，有时还是系统安全运行的必要条件。例如，某些降温用的局部送风系统和兼作热风供暖的送风系统，如果通风机和风管不保温，不仅冷热耗量大不经济，而且会因冷热损失使系统内所输送的空气温度显著升高或降低，从而达不到既定的室内参数要求。又如，锅炉烟气等可能被冷却而形成凝结物堵塞或腐蚀风管。位于高寒地区的空气热回收装置，如果不采取保温、防冻措施，冬季就可能冻结而不能发挥应有的作用。此外，某些高温风管如不采取保温的办法加以防护，也有烫伤人体的危险。

7.2.16 排除、输送有燃烧或爆炸危险混合物的通风设备和风管，均应采取防静电接地措施（包括法兰跨接），不应采用容易积聚静电的绝缘材料制作。

【条文说明】

当静电积聚到一定程度时，就会产生静电放电，即产生静电火花，使可燃或爆炸危险物质有引起燃烧或爆炸的可能；管内沉积不易导电的物质和会妨碍静电导出接地，有在管内产生火花的可能。防止静电引起灾害的最有效办法是防止其积聚，采用导电性能良好（电阻率小于 $10^6\Omega \cdot \text{cm}$ ）的材料接地。因此做了如条文中的有关规定。

法兰跨接系指风管法兰连接时，两法兰之间须用金属线搭接。

7.2.17 高寒地区机械送排风系统靠室外侧应设置保温密闭风阀，并与风机联锁动作。风阀阀体漏风量应符合行业标准《建筑通风风量调节阀》JG/T 436-2014 中第 5.3.3 条的规定，且不应低于 A 级阀体要求。

【条文说明】

高寒地区冬季室外气温较低，室内外温差大，靠室外侧进排风口容易产生冷空气侵入，导致室内温度降低。设置保温密闭风阀，并与风机联锁动作，可极大减少冷空气侵入和室内外传热。考虑到一些小型通风系统（如小型卫生间排风系统等）的实际情况，也可采用设置止回措施的方式，减少冷空气侵入。

7.2.18 输送空气温度超过 80°C 的通风管道，应采取一定的保温隔热措施，其厚度按隔热层外表面温度不超过 50°C 确定。

【条文说明】

本条规定是为防止高温风管长期烘烤建筑物的可燃或难燃结构发生火灾事故。当输送温度高于 80°C 的空气或气体混合物时，风管穿过建筑物的可燃或难燃烧体结构处，应设置不燃材料隔热层，保持隔热层外表面温度不高于 50°C ；非保温的高温金属风管或烟道沿可燃或难燃烧体结构敷设时，应设置热防护措施或保持必要的安全距离。

7.2.19 可燃气体管道、可燃液体管道和电线等，不得穿过风管的内腔，也不得沿风管的外壁敷设。可燃气体管道和可燃液体管道，不应穿过通风、空调机房。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 强制性条文第 6.6.16 条。

7.2.20 对于排除有害气体的通风系统，其风管的排风口宜设置在建筑物屋面。

【条文说明】

对于排除有害气体的通风系统的排风口，宜设置在建筑物屋面，目的是把这些有害物排入高空，以利于稀释。

7.2.21 送、排（烟）风机的吸、排风（烟）口应考虑防雨和冬季不被积雪掩埋的措施。

【条文说明】

高寒地区，冬季经常下雪，屋顶积雪很深，如风机安装基础过低或屋面吸、排风（烟）口位置过低，会很容易被积雪掩埋，影响正常使用。

8 热源

8.1 一般规定

8.1.1 供暖系统热源的选择应根据建筑规模、使用功能、建设地点的能源禀赋、能源结构及价格，结合节能减排与环保政策要求，经技术经济比较确定，并应符合下列规定：

- 1 具备工业余热、废热利用条件的区域，宜优先采用此类热源；
- 2 太阳能或地热能资源丰富地区，宜采用太阳能、地热能等可再生能源；
- 3 生物质原材料充足、制备方便时，宜采用生物质燃料；
- 4 不具备本条第1、2、3款条件时，宜采用空气源热泵。

【条文说明】

本条文明确了供暖热源选择的技术优先序，引导供暖系统向清洁、低碳、高效的方向发展。高寒地区通常太阳能资源丰富，部分区域地热资源也具备开发潜力，为优先利用可再生能源提供了良好的自然基础。同时，部分区域可能存在工业生产等产生的余热、废热资源，对其进行回收利用，可将原本废弃的能源转化为宝贵的供暖热源。此类能源为本地资源，就地利用可减少对外购常规能源的依赖，其运行阶段近零碳、无污染，环境效益显著，全生命周期经济性好。在不具备可再生能源及余热利用条件时，可采用热泵作为热源，其能效比（COP）显著优于低效的电直接加热。此外，热泵在终端无任何污染物排放，技术成熟可靠，是实现清洁供暖的重要技术路径。

8.1.2 采用热泵或太阳能集热系统进行供暖时，热源宜分散设置，不宜建设大规模的集中供暖系统。

【条文说明】

本条文规定了高寒地区供暖热源的选择原则，在建筑密度低、布局分散的高寒地区，采用城区级别的大规模集中供暖，将铺设长距离的供热管网，导致单位供暖面积投资增加，经济上不合理；大规模集中供暖系统热惯性大，对负荷变化的响应迟缓，在用户过于分散的情况下，各独立建筑的用热需求和用热时段若差异显著，集中系统难以进行有效调节以匹配差异化需求；同时大型集中供暖系统（包括热源厂、换热站、庞大的管网系统）技术复杂，对运行、维护和管理人员

的专业技能要求很高。高寒地区通常地处偏远，往往缺乏经验丰富的专业技术团队来保障如此复杂系统的长期稳定运行，一旦出现故障，排查和修复的难度和成本都很高。因此，除余热、废热、地热利用时，只能采用大型集中系统外，高寒地区供暖热源宜采用分散式设置原则。

为具体落实分散设置的原则，供暖系统应优先以单栋建筑为单位进行独立设置。对于布局紧邻的建筑组团，若独立设置在技术或经济上确实存在困难，可采用由一套热源为若干栋建筑服务的“小型区域供暖”模式。但此模式的规模必须严格控制，其供暖半径和总负荷应通过技术经济论证合理确定，以确保其经济性和可靠性，避免形成变相的“大集中”供暖。

8.1.3 供暖热源宜采用多种能源互补的方式，应综合考虑可用能源资源，通过合理的能源组合与协调调度，最大限度提高系统的可靠性和运行效率。

【条文说明】

高寒地区的气候特征包括长时间的低温和极端寒冷天气，要求供暖热源需具备高度的可靠性、适应性与灵活性。采用多种能源互补的供暖方式，不仅可以充分利用当地的可再生能源资源（如太阳能、地热能），还可以在能源供应不足时通过其他能源形式（如电力、生物质能）进行有效补充，构建多能互补保障体系，确保供暖系统的连续性与可靠性。

太阳能等可再生能源受气象条件影响明显，存在间歇性和波动性。在连续阴雪天气或极端低温条件下，太阳能供暖能力可能显著下降，难以单独承担全部供暖负荷。因此，采用太阳能供暖时，应设置稳定可靠的辅助热源，确保供暖系统的连续性和安全性。

当热源采用空气源热泵、地热能等可再生能源利用形式时，为兼顾设备投资与运行费用，可设置调峰热源，以满足极端低温或短时峰值负荷需求。在具备电力保障条件下，可采用电直接加热设备作为调峰热源，但其承担的供热量不应超过系统总供热量的 20%。

通过能源组合方式，可以优化能源使用，减少对单一能源的依赖，提高系统的经济性和运行稳定性。同时，系统设计应具备良好的智能调度与负荷分配能力，以适应日常与极端天气条件下的需求波动，保障高寒地区在不同气候条件下的供暖需求。

8.1.4 供暖热源系统宜采用制热、输送、控制等系统集成的机电一体化设备。

【条文说明】

机电一体化设备集成包括控制在内的多种功能，具有管理简便、调节精确、能效较高的特点，可有效降低对运维人员技术水平的要求。高寒地区建筑规模普遍较小、运维能力有限，采用此类设备有利于简化系统运行管理，提升供热效率，适合推广使用。

对于热泵供暖系统，宜采用配备输配模块的一体化机组，将热泵主机、循环水泵及热源侧控制系统进行整体集成，以保证系统匹配度；对于采用太阳能光伏直驱电热膜或发热电缆的供暖形式，宜将光伏发电模块、电发热终端以及蓄电蓄热控制模组进行系统化组合，形成集“发电、储能、用热”于一体的热源系统。

8.1.5 供暖系统热源设备台数和容量应根据供暖设计负荷、负荷变化规律及供暖保障率要求综合确定。

1 热源设备台数不应少于 2 台；

2 机组的选型及台数配置应能适应供暖负荷的季节性变化，并保证机组在大部分运行时间内处于高效区；

3 当一台最大容量的机组因故障停止工作时，剩余机组的容量应满足建筑的基本供暖保障要求；对于高海拔寒冷和严寒地区，剩余热源设备的供暖能力分别不应低于系统设计供暖负荷的 65%和 70%。

【条文说明】

热源设备选型除应满足冬季设计工况下的最大热负荷需求外，还应充分考虑供暖负荷随室外气温变化的规律。通过合理搭配单台设备容量和台数，确保热源设备在全供暖季的大部分时间（即部分负荷工况）下，均能处于高效运行区间。考虑到高寒地区气候环境恶劣，供暖系统的可靠性直接关系到建筑正常运行与人员安全。因此，需考虑热源设备故障工况下的供暖保障能力。当部分热源设备因故障停止运行时，剩余设备必须具备基本的供暖保障能力。

热源设备主要包括热泵、间接式太阳能集热系统的换热器等，规定热源设备不应少于 2 台，主要基于两点考虑：一是安全性，避免单台设备故障导致系统瘫痪；二是经济性，供暖季初期和末期负荷较低，多台设置有利于调节，避免“大马拉小车”造成的能源浪费。

不同使用功能的建筑对供暖保障率的要求不同(如高档酒店、医院要求较高,普通办公建筑要求相对较低)。而高保障,意味着高投资,所以强调与物业管理方沟通,确定合理的保障量。考虑到高寒地区当供暖严重不足时有可能导致人员的身体健康受到影响或者室内出现冻结的情况,因此依据气象条件分别规定了不同的保证率。

8.1.6 采用太阳能作为供暖热源时,应合理配置蓄能系统,保障供暖系统的正常运行。

太阳能供暖系统的供热能力受太阳辐射条件影响显著,具有明显的间歇性和不确定性,其供热输出与建筑供暖负荷在时间尺度上往往存在不匹配现象。若仅依靠太阳能作为唯一热源,当太阳能供热能力不足时,难以保障供暖系统的连续性和可靠性。因此,采用太阳能作为供暖热源时,应结合用户供暖需求、建筑负荷特征、系统形式及太阳能保证率等因素,合理配置蓄能系统。蓄能系统则可通过时移调节缓解太阳能供需不平衡问题,有助于提高系统的供暖保障能力和运行稳定性。

8.1.7 供暖系统热源设备和技术应能适应高海拔地区的环境条件,必须具备完善的安全保护措施。

- 1 选型和系统设计应考虑气压降低对燃烧、换热及承压部件安全性的影响;
- 2 采用太阳能集热系统应采取有效的防过热技术措施,防止集热设备及系统因热量积聚而发生过热、超压和设备损坏;
- 3 应具备完善的防冻措施,系统材料、管道布置及控制策略应能适应频繁的热胀冷缩和低温运行要求。

【条文说明】

本条针对高海拔地区气压低、太阳辐射强、昼夜温差大及极端低温等典型环境特征,对供暖热源设备及系统的适应性和安全性提出要求。

- 1 高海拔地区大气压显著低于平原地区,空气密度和含氧量下降,对燃烧设备的稳定燃烧、换热设备的传热性能以及承压部件的安全性均会产生不利影响。燃烧类热源在低气压条件下易出现燃烧不充分、效率下降及安全风险;同时,系统中承压设备和管路在不同工况下的受力状态也会发生变化。因此,热源设备选

型和系统设计应充分考虑低气压环境对燃烧、换热及承压安全的影响，确保设备在高海拔条件下安全、可靠运行。

2 高海拔地区太阳辐射强度大、日照时间长，采用太阳能集热系统作为供暖热源时，在非供暖期或低负荷运行工况下，集热设备易发生热量积聚现象，导致集热器温度过高、系统压力异常升高，进而引发设备损坏甚至安全事故。因此，太阳能集热系统应设置可靠的防过热技术措施，通过控制、散热或保护手段，防止集热设备及系统出现过热、超压等问题，保障系统运行安全。

3 高海拔地区昼夜温差大、冬季低温持续时间长，供暖系统在运行过程中易经历频繁的温度变化和极端低温工况，增加了管道、设备因冻结或热胀冷缩引发损坏的风险。因此，供暖热源系统应具备完善的防冻保护能力，在材料选用、管道布置及控制策略等方面采取针对性措施，确保系统在低温和温度剧烈变化条件下仍能安全、稳定运行。

8.1.8 热源容量确定时应在建筑物计算热负荷的基础上附加管网热损失。

8.1.9 热水集中供暖系统宜采用质调节与量调节相结合的方式，变水量系统的循环水泵应采用变速调节控制。

【条文说明】

热水集中供暖系统在实际运行过程中，绝大部分时间处于部分负荷工况。若仅采用单一调节方式，难以兼顾热源效率与输配系统能耗控制。通过将供水温度调节（质调节）与循环水量调节（量调节）相结合，可根据室外气象条件及建筑负荷变化实现更加精细化的运行控制。

在室外温度较高、负荷降低时，适当降低供水温度，有利于提高空气源热泵等低温热源设备的运行效率；同时，通过变水量运行方式减少循环流量，可降低水泵输送能耗。对于变水量系统，循环水泵采用变速调节控制，可根据实时负荷变化自动调整转速，实现按需供水，避免“大流量、小温差”或无效循环现象，提高系统整体能效。采用质调节与量调节相结合的运行方式，有利于在保障室内热环境的前提下，实现热源侧与输配侧能耗的协同优化。

8.2 太阳能利用

8.2.1 位于太阳能资源丰富区域的民用建筑供暖应符合下列规定：

- 1 优先通过建筑设计优化实现太阳能的最大化被动利用；
- 2 应通过技术经济分析，合理选择太阳能集热或以光伏发电作为能源驱动利用方案；
- 3 当全年供暖运行时间较短、供暖负荷强度较低、太阳能热量难以实现全年高效消纳时，宜优先采用以光伏发电作为能源驱动利用方案；有条件时，宜采用光伏光热一体化（PV/T）系统；
- 4 采用太阳能集热系统供暖时，应根据当地气候条件和室温保障要求，合理选择辅助热源或辅助供暖设施。

【条文说明】

高寒地区大部分地区太阳能资源较丰富，普遍为一、二类区，应尽量利用太阳能，减少消耗能耗、保护高原脆弱的生态环境。

在对太阳能的利用上，应遵循被动优化的原则，利用合理的建筑布置和直接受益式、附加阳光房、集热墙等被动技术的应用，可直接利用太阳热能，从而大幅降低供暖热负荷、甚而直接满足使用的基本要求。而且被动技术的经济性好，后期运行费用和维护工作量极少。在优先利用被动式技术的前提下，再根据室内环境保障度的要求辅以必要的主动式供暖设施，辅助供暖设施根据具体情况合理选择。

太阳能集热利用方案是指利用太阳能集热装置吸收太阳辐射热，并通过换热器对供暖工质进行加热的供暖方式，常见形式包括太阳能液体工质供暖系统和太阳能空气供暖系统。太阳能光伏发电作为能源驱动利用方案是指利用太阳能光伏发电系统产生的电能作为供暖系统运行所需能源，用于驱动供暖设备实现建筑供暖的技术模式。主要包括光伏驱动热泵系统（如空气源热泵、地源热泵），以及光伏直驱电热供暖系统（如电热膜、发热电缆、电暖气等）。关于太阳能集热或以光伏发电作为能源驱动利用方式选择，应计算全年负荷并进行技术经济分析。

当建筑全年供暖运行时间较短、供暖负荷强度较低时，供暖系统在一年中处于有效运行状态的时间比例较小。在此条件下，若采用以太阳能集热供暖的方式，系统在非供暖季或低负荷时段易出现热量富余，太阳能集热量难以被充分消纳，导致系统利用率偏低，设备投资和运行效益难以有效发挥。相比之下，以光伏发电作为能源驱动的供暖方式具有能源形态转换灵活的特点。光伏系统在无供暖需

求或供暖负荷较低时,其发电量可优先用于建筑内其他用电负荷或并入电力系统,不受供暖工况限制,更有利于提高太阳能的全年综合利用效率。因此,在建筑供暖需求规模较小、运行时间有限且太阳能热量难以实现全年高效消纳的条件下,优先采用以光伏发电作为能源驱动的供暖方式,有利于提升太阳能系统的整体利用水平和工程技术经济合理性。太阳能集热供暖可应用于全年供暖时间长、供暖强度高的情况,或冬季温度极低、热泵应用不合理的场景。

光伏光热一体化(PV/T)系统作为融合光伏发电与太阳能集热功能的复合技术形式,可在同一集热单元内同时输出电能和热能,在一定程度上兼顾光伏系统的灵活用能优势和光热系统的直接供热能力。PV/T系统宜在建筑具备稳定热负荷需求、同时对可再生电力利用有较高要求,且屋面或场地资源受限、需提高单位面积太阳能综合利用效率的条件下采用。

太阳能辐照具有间歇性与不稳定性,为保障室温,应根据项目具体情况设置必要的辅助热源或辅助供暖设施(如热泵、电加热供暖器等)。当项目储热系统容量充足、可保障建筑供暖需求时,可不额外设置辅助热源。

8.2.2 太阳能供暖热源的集热器和光伏组件的安装,不应影响周边建筑的日照条件产生不利影响,且不得影响建筑自身的采光、结构安全、防水、防火等基本功能和安全性能。

【条文说明】

太阳能集热系统和光伏组件系统通常布置于建筑屋面或立面,其安装方式、支架形式及布置高度,可能对建筑自身功能及周边环境产生影响。因此,在系统设计和安装过程中,应充分考虑对周边建筑日照条件的影响,避免因遮挡或反射造成不利后果。

同时,太阳能系统的安装不得削弱建筑的结构安全性能。支架及附属构件应与建筑主体结构可靠连接,其荷载、抗风及抗震性能应满足现行建筑结构设计规范的有关规定,不得因附加荷载或不当连接方式影响建筑整体安全。

太阳能系统穿越屋面或外墙时,应采取可靠的防水构造措施,避免破坏原有防水体系,防止渗漏隐患。涉及防火分区、防火间距及屋面防火构造时,其材料选用和布置方式应符合现行建筑防火规范的要求,确保建筑消防安全。

8.2.3 当采用太阳能集热系统供暖时,热源设计应符合下列规定:

- 1 宜采用太阳能液体工质集热器；
- 2 对于非连续供暖、允许室内温度有一定波动且热舒适度要求适中的建筑，宜采用太阳能空气集热器。

【条文说明】

太阳能液体工质集热器具有传热效率高、单位面积集热量大等特点，便于与蓄热水箱、换热设备相结合，形成较为完整和稳定的供热系统。在以太阳能光热直接供暖为主要热源的系统中，通常需要配置一定容量的蓄热装置，以调节太阳辐射的昼夜波动和天气变化带来的影响。液体工质系统便于实现高品位热量储存与分级利用，可有效提升太阳能利用率和系统运行稳定性。因此，在采用太阳能光热直接供暖模式时，优先选用太阳能液体工质集热器，有利于提高系统整体效率和供暖保障能力。

太阳能空气集热器以空气作为传热介质，系统形式相对简单，不存在液体工质冻结风险，运行维护要求较低。但其单位面积集热量和热量输送能力通常低于液体工质集热系统，且难以配置大容量高品位蓄热装置，系统调节能力相对有限。因此，太阳能空气集热系统更适用于非连续供暖建筑或间歇使用建筑，如部分公共建筑、辅助用房等。这类建筑对室内温度稳定性要求相对较低，允许在一定范围内波动，通过白天集热、直接送风或短时蓄热即可满足基本供暖需求。

8.2.4 太阳能液体工质集热器的选择应符合下列规定：

- 1 设计使用寿命不应少于15年；
- 2 宜优先采用平板型太阳能集热器，其性能应符合现行国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424的规定；
- 3 采用真空管型太阳能集热器时，其性能应符合现行国家标准《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581的规定。

【条文说明】

结合当前工程应用实践和产品制造水平，平板型太阳能集热器结构形式相对简单，耐候性和运行稳定性较好，过热风险相对较低，工程适用性较强，因此本标准提出宜优先采用平板型太阳能集热器。

真空管型太阳能集热器具有较高的集热效率，但在高辐射、空晒或低负荷运行工况下，局部过热风险相对较高，对系统防过热和运行管理要求较严，工程应用时应充分考虑其适用条件和配套保护措施。

8.2.5 太阳能液体工质集热系统的设计应符合下列基本规定：

- 1 宜采用间接式太阳能集热系统；
- 2 系统管道应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材；
- 3 各集热器之间的管路连接宜采用同程式；
- 4 当采用直接式太阳能集热系统时，应设置蓄水箱。

【条文说明】

1 直接式太阳能集热系统中的工作介质是水，冬季气温低于 0℃时容易发生冻结现象。高寒地区供暖期大部分时间室外气温低于 0℃，因此，宜采用间接式太阳能集热系统，可使用防冻液工作介质，从而满足防冻要求。

2 太阳能集热系统管道应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材，可采用铜管、不锈钢管、塑料和金属复合管等。

3 各集热器之间的管路连接宜采用同程式布置方式，使各集热器回路的长度基本一致，改善系统水力平衡状态，提高集热效率和系统整体运行的稳定性。

4 直接式太阳能集热水系统不使用防冻液，可避免防冻液泄漏对环境造成的潜在影响，同时水作为传热介质可直接参与系统循环，减少换热环节带来的焓损失。因此，在具备相应运行条件和管理措施的情况下，不宜完全禁止直接式系统的应用。但在低温或夜间停运工况下，应将集热器及室外管道内的水全部排至蓄水箱（水池），以防止因冻结造成设备损坏，确保系统运行安全。

8.2.6 太阳能集热器的设置应符合下列规定：

1 太阳能集热器安装方位角宜在-20~+20°的朝向范围内设置；安装倾角宜选择在当地纬度~当地纬度+25°的范围内；

2 设置在建筑屋面和外围护结构表面上的太阳能集热器，在冬至日集热器采光面上的日照时数应不少于4 h，前、后排集热器之间应留有安装、维护操作的足够间距，排列应整齐有序；

3 某一时刻太阳能集热器不被前方障碍物遮挡阳光的日照间距应按下列公式计算：

$$D=H \cdot \cot h_i \cos \gamma_{oi} \quad (8.2.6)$$

式中： D ——日照间距， m ；

H ——前方障碍物的高度， m ；

i ——计算时刻，选冬至日的 10:00 或 14:00；

h_t ——计算时刻的太阳高度角，度；

γ_{0t} ——计算时刻太阳光线在水平面上的投影线与集热器表面法线在水平面上的投影线之间的夹角，度。

4 太阳能集热器本体不得跨越建筑变形缝设置。

【条文说明】

1 太阳能集热器所获得的有效集热量受到地理纬度、集热器安装方位、安装倾角及气象条件等的影响，为此，编制组利用自编程序，根据集热器安装地点的地理位置与气象条件，进行了详尽的模拟计算。结果表明：川西高寒地区最佳的朝向为 $-5^{\circ}\sim+5^{\circ}$ ，最佳的安装倾角为 $50^{\circ}\sim55^{\circ}$ ；为了不对建筑规划设计的限制过于严格，故编制组对集热器安装范围进行了适当扩展：集热器朝向在 $-20^{\circ}\sim+20^{\circ}$ 的朝向范围内时，供暖季节有效集热量波动在 10%以内，且偏东对有效集热量影响较大；安装倾角选择在当地纬度 \sim 当地纬度 $+25^{\circ}$ 的范围内，供暖季节有效集热量波动在 15%以内。

2 如果系统中太阳能集热器的位置设置不当，受到前方障碍物或前排集热器的遮挡，不能保证太阳能集热器采光面上的太阳光照的话，系统的实际运行效果和经济性都会大受影响，所以，需要对放置在建筑外围护结构上太阳能集热器采光面上的日照时间作出规定，冬至日太阳高度角最低，接收太阳光照的条件最不利，规定此时集热器采光面上的日照时数不少于 4h，是综合考虑系统运行效果和围护结构实际条件而提出的；由于冬至前后在早上 10 点之前和下午 2 点之后的太阳高度角较低，对应照射到集热器采光面上的太阳辐照度也较低，即该时段系统能够接收到的太阳能热量较少，对系统全天运行的工作效果影响不大；

如果增加对日照时数的要求，则安装集热器的屋面面积要加大，在很多情况下不可行，所以，取冬至日日照时间 4h 为最低要求。

除了保证太阳能集热器采光面上有足够的日照时间外，前、后排集热器之间还应留有足够的间距，以便于施工安装和维护操作；集热器应排列整齐有序，以免影响建筑立面的美观。

3 本款给出了某一时刻太阳能集热器不被前方障碍物遮挡阳光的日照间距计算公式。公式中的计算时刻应选冬至日的 10:00 或 14:00；公式中的角 γ_0 和太阳方位角 α 及集热器的方位角 γ （集热器表面法线在水平面上的投影线与正南方向线之间的夹角，偏东为负，偏西为正）有如下关系，见图 8.2.1。

4 建筑物的变形缝是为避免因材料的热胀冷缩而破坏建筑物结构而设置，主体结构在伸缩缝、沉降缝、防震缝等变形缝两侧会发生相对位移，太阳能集热器作为刚性设备，若跨越建筑物变形缝设置，易因结构相对位移而产生应力集中，导致集热器本体或连接部位损坏，因此太阳能集热器本体不应跨越建筑物变形缝设置。太阳能集热系统在跨越建筑物变形缝时，应采取柔性连接、补偿装置或其他可靠的技术措施，以适应结构相对位移，确保系统运行安全和结构安全。

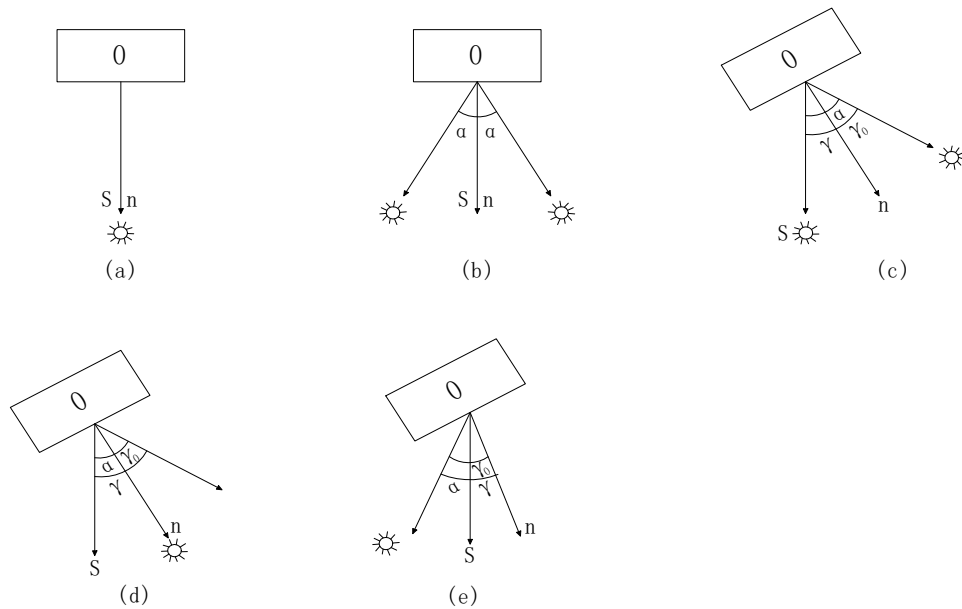


图 8.2.6 集热器朝向与太阳方位的关系

(a) $\gamma_0 = 0, \gamma = 0, \alpha = 0$; (b) $\gamma_0 = \alpha, \gamma = 0$; (c) $\gamma_0 = \alpha - \gamma$; (d) $\gamma_0 = \gamma - \alpha$; (e) $\gamma_0 = \alpha + \gamma$

8.2.7 太阳能集热系统设计时，其太阳能集热器的采光面积宜按供暖期动态负荷和有效集热量模拟计算确定，也可按下列简化方法计算确定：

1 直接系统太阳能集热面积按下式计算：

$$A_C = \frac{k_1 k_2 Q}{J_T \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (8.2.7-1)$$

式中： A_C ——直接系统太阳集热面积， m^2 ；

Q ——供暖计算负荷， W ；

k_1 ——负荷修正因子，详见表 8.2.7-1；

k_2 ——集热器安装方位角与安装倾角修正系数，详见附录 B；

J_T ——集热器朝向正南，安装倾斜角度为 40° 时，供暖期平均有效太阳辐射照度， $W/(m^2)$ ，详见表 8.2.7-2；

η_{cd} ——基于采光面积的集热器平均集热效率，%，详见附录 C；

η_L ——管路、贮热水箱热损失率，详见附录 D；

表8.2.7-1 负荷修正因子

地点	红原	理塘	马尔康
全天采暖	0.69	0.68	0.49
白天采暖	0.29	0.24	0.10

表8.2.7-2 供暖期平均有效太阳辐射照度

地点	红原	理塘	马尔康
供暖期平均有效太阳辐射照度 $W/(m^2)$	846.5	721.0	594.8

2 间接系统太阳能集热面积按下式计算：

$$A_{IN}=A_C \cdot (1+\alpha) \cdot (1+\beta) \quad (8.2.7-2)$$

式中： A_{IN} ——间接系统太阳集热面积， m^2 ；

A_C ——直接系统太阳集热面积， m^2 ；

α ——储热水箱到热交换器的管路热损失率，一般可取 0.02~0.05；

β ——考虑换热温差造成的集热损失，如表 8.2.7-3 所示；

表8.2.7-3 换热温差造成的集热损失修正

地点	红原	理塘	马尔康
修正因子 β	0.0225	0.029	0.037

3 间接系统热交换器换热量按下式计算：

$$Q_{hx}=\frac{A_C \cdot q}{1000} \quad (8.2.7-3)$$

式中： Q_{hx} ——间接系统热交换器换热量，kW；

q ——单位面积集热器换热量， W/m^2 ，如表 8.2.7-4 所示。

表8.2.7-4 单位面积集热器换热量

地点	红原	理塘	马尔康
单位面积集热器换热量 (W/m^2)	750	600	500

8.2.8 太阳能集热系统宜采用自动控制变流量运行。

【条文说明】

太阳能的特点之一是其不稳定性，太阳能集热器采光面上接收的太阳辐射照度

是随天气条件不同而发生变化的，所以在投资条件许可时，应积极提倡采用自动控制变流量运行太阳能集热系统，以提高集热流体的热品质和降低水泵能耗，提高系统效益。

8.2.9 太阳能集热系统应进行防冻设计，并符合下列规定：

1 太阳能集热系统采用的防冻措施宜根据供暖系统类型和集热系统类型参照表8.2.9选择；

表8.2.9 太阳能集热系统的防冻设计选型

供暖系统类型		小型系统		大、中型系统	
太阳能集热系统类型		直接系统	间接系统	直接系统	间接系统
防冻设计 类型	排空系统	●	●	—	—
	排回系统	●	●	—	—
	防冻液系统	—	●	—	●

注：表中“●”为可选项。

2 采用排空、排回方式防冻的太阳能集热系统，其运行应采用自动控制；

3 应合理考虑防冻液在最不利温度下的运动黏度对集热系统水泵扬程的影响。

【条文说明】

高寒地区冬季室外环境温度大部分低于 0℃，因系统工质冻结会造成对系统的破坏，因此，在这些地区使用的太阳能集热系统，应进行防冻设计。

1 本款给出了太阳能集热系统可采用的防冻措施类型，并提出了根据集热系统形式及供暖系统连接方式选择防冻措施的原则性要求和参考依据。太阳能集热系统的防冻措施主要包括排空系统、排回系统和防冻液系统。

排空系统和排回系统是指在低温条件下，将室外太阳能集热系统中的全部工作介质排空，或将工作介质排回至设置在室内的贮水箱内，以避免系统发生冻结；防冻液系统是指采用防冻液作为传热工质，通过降低介质冻结温度来防止系统冻害。

由于防冻液的比热容小于水，在输送相同热量条件下，防冻液系统所需介质体积更大，相应增加了管道和贮液装置的容量及工程投资。同时，防冻液一旦进入末端房间，存在一定的泄漏和安全风险。因此，对于管网容量相对较大的直接连接式系统，不宜采用防冻液系统；对于间接连接式系统，由于换热装置将供暖系统分为热源侧和用户侧两个相互独立的系统，热源侧管网容量可控，可在热源侧采用防冻液系统。

对于直接连接的小型供暖系统，由于热源侧与末端系统管网连通，综合考虑管网投资和末端使用安全性，不应采用防冻液系统，可采用排空系统或排回系统；对于间接连接的小型供暖系统，源侧管网规模较小，可根据工程条件选择防冻液系统、排空系统或排回系统。

对于大、中型供暖系统，受供热规模和管网体积影响，若采用直接连接方式，排空或排回所需的贮水箱体积大、排放时间长，易影响供暖系统的正常运行，因此工程中一般采用间接连接方式。对于间接连接的大、中型系统，尽管源侧与用户侧实现了管网隔离，但源侧管网体积仍较大，不宜频繁进行排空或排回操作，源侧应采用防冻液系统。

对于采用防冻液的间接供暖系统，防冻液仅设置于热源侧系统，用户侧仍采用水作为工作介质。考虑到建筑围护结构的热惰性及其室内保温条件，室内管网温度一般可维持在 0°C 以上；在极端低温情况下，也可通过维持循环运行等措施防止用户侧系统冻结。同时，用户侧采用水作为介质，可有效避免防冻液进入室内可能带来的泄漏风险。同时热源侧系统可设置防冻液回收装置或利用补液箱，在系统检修时对防冻液进行集中回收。

2 为保证采用排空、排回方式防冻的太阳能集热系统的正常工作，规定系统运行应采用自动控制。

3 防冻液在低温条件下其运动黏度显著增大，尤其在系统设计工况下的最不利环境温度时，管道沿程阻力和局部阻力均会明显增加。因此，应按防冻液在最低运行温度下的物性参数进行水力计算，校核水泵参数，以保证系统在低温条件下的安全、稳定运行。

8.2.10 太阳能集热系统应设置安全阀，其设定的开启压力，应与系统最高工作温度所对应的饱和蒸汽压力相匹配；安全阀的排出管应远离人员室外人员活动区。

【条文说明】

安全阀设定压力与系统最高工作温度下的饱和蒸汽压力相匹配，是为了保证系统处于设计允许的运行范围内，避免因介质气化引起压力异常升高，造成管路、设备或连接部位超压损坏，严重时甚至引发爆管等安全事故。因此，安全阀的整定参数应与系统实际热工特性相协调，以确保系统在异常升温工况下能够及时、有效泄压。

当安全阀开启泄压时，排出的介质可能为高温水或蒸汽，存在烫伤人员的风险。因此，安全阀排出管的布置应充分考虑周边环境安全，避免朝向人员活动区域。设计时宜结合设备机房、地漏、雨水口等条件，将泄放介质引至安全位置，防止泄压过程对人员造成伤害。

8.2.11 当采用太阳能集热系统供暖时，应根据太阳能集热系统形式、系统性能、系统投资、供暖负荷和太阳能保证率，通过技术经济分析合理确定蓄热方式。

【条文说明】

1 当采用太阳能集热供暖模式时，主要有两种蓄热系统：液体工质集热器短期蓄热系统和空气集热器短期蓄热系统，太阳能集热系统形式、系统性能、系统投资、供暖负荷和太阳能保证率是影响蓄热系统选型的主要影响因素，在进行蓄热系统选型时，应通过对上述影响因素的综合技术经济分析，合理选取与工程具体条件最为适宜的系统。

3 目前太阳能集热式供暖系统的蓄热方式共有 5 种——贮热水箱、地下水池、围护结构、卵石堆和相变材料。表 8.2.11 给出了与蓄热系统相对应和匹配的蓄热方式，决定该对应关系的主要因素是系统的工作介质和蓄热周期，其中，相变材料蓄热方式目前的实际应用较少，但考虑到这是太阳能应用长期以来一直关注的一种重要蓄热方式，近年来也不断有运用相变原理的新型材料被开发应用，所以，仍将其列入选项。对应于同一蓄热系统形式，有两种以上可选择的蓄热方式时，应根据实际工程的投资规模和当地的地质、水文、土壤条件及使用要求综合分析确定。

表8.2.11 蓄热方式选用表

系统形式	蓄热方式				
	贮热水箱	地下水池	围护结构	卵石堆	相变材料
液体工质集热器短期蓄热系统	●	●	—	—	●
空气集热器短期蓄热系统	—	—	●	●	●

注：表中“●”为可选项。

8.2.12 太阳能液体工质集热系统的蓄热系统设计应符合下列规定：

- 1 蓄热系统宜按短期蓄热模式设计；

2 蓄热装置的蓄热容量可按下式计算确定：

$$V_s = \frac{l \neq A_C}{1000} \quad (8.2.12)$$

式中： V_s ——太阳能供暖系统蓄热水箱容积， m^3 ；

l ——单位太阳能集热器的采光面积的蓄水量， L / m^2 ， 见表8.2.12；

A_C —— 太阳能集热器的采光面积， m^2 。

表8.2.12 单位太阳能集热器的采光面积的蓄水量

地点	红原	理塘	马尔康
全天采暖	180-300	120-220	100-190
白天采暖	190-350	150-270	110-200

3 当系统蓄热容量较大或运行调节要求较高时，可设置多个独立蓄热水箱，并综合考虑蓄热量与蓄热品位，通过优化运行控制策略，实现分级蓄放热的准弹性调节。

4 应合理布置太阳能集热系统、供暖系统与蓄热水箱的连接管位置，实现不同温度供热/换热需求，提高系统效率；

【条文说明】

太阳能液体工质集热系统的蓄热系统宜主要用于调节日内或短期内集热量与用热量的不匹配，通常可按日蓄热或数日蓄热进行设计。若按长时间蓄热或跨季节蓄热设计，蓄热容器容量将显著增大，工程投资、占地及保温防冻要求相应提高；同时，大容量的蓄热容积会降低蓄热品位，影响供热利用效果。高寒地区供暖季太阳能资源一般较丰富，连续阴雨天气相对较少，通常无需配置长时间蓄热设施。因此，蓄热系统宜按短期蓄热模式设计。

蓄热容积过大会造成水箱温度明显低于设计供水温度，系统需长时间启动辅助热源进行供热，降低了系统的节能性；蓄热容积过小则会造成集热器回水温度偏高，降低集热器的集热量，同样会降低系统的节能性。本标准以太阳能供暖系统的能流平衡关系为约束条件，蓄热系统容积为优化决策变量，辅助热源全年能耗最低为优化目标函数，对典型地区进行了计算分析，获得了典型地区蓄热容积的推荐值。

当通过计算确定的系统总蓄热容量较大时，在供暖部分负荷运行或太阳辐射条件较差的情况下，单位时间内可获得的太阳能热量有限，若全部蓄热水箱同时投入运行，可能导致蓄热水体总体温升缓慢、水温偏低，影响供暖系统的供热品位和运行效率。为提高系统运行的灵活性和热量利用效率，可采用准弹性蓄热设计思路，即将总蓄热容量划分为多个相互独立且可联通的蓄热水箱。各水箱通过合理的管路布置实现组合运行，根据实时太阳辐射条件和供暖负荷需求，通过控制策略调节投入运行的水箱数量：当可获得热量较少或负荷较低时，仅启用部分水箱集中蓄热，以提高蓄热水温；当太阳能资源充足或负荷增加时，再逐步投入更多水箱，实现容量扩展。通过该方式，可在满足系统总蓄热容量要求的前提下，提高蓄热温度水平和系统调节能力，实现分级储放热与动态匹配。

蓄热水箱内的热水存在温度梯度，水箱顶部的水温高于底部水温；为提高太阳能集热系统的效率，从贮热水箱向太阳能集热系统的供水温度应较低，所以，该条供水管的接管位置应在水箱底部；根据具体工程不同供水温度的要求，应在贮热水箱相对应适宜的温度层位置接管，以实现系统对不同温度的供热/换热需求，提高系统的总效率。

8.2.13蓄热水箱（水池）设计应符合下列规定：

- 1 蓄热水箱进、出口处流速宜小于0.04 m/s，必要时宜采用水流分布器；**
- 2 地下水池应根据相关国家标准、规范进行槽体结构、保温结构和防水结构的设计；**
- 3 蓄热水箱和地下水池宜采用外保温，其保温设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736及《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175的规定。**
- 4 蓄热水池不应与消防水池合用。**

【条文说明】

1 如果蓄热水箱接管处的流速过高，会对水箱中的水造成扰动，影响水箱的水温分层，所以，水箱进、出口处的流速应尽量降低。国外的部分工程经验，该处的流速远低于 0.04 m/s，但太低的流速会过分加大接管管径，特别对循环流量较大的大系统，在具体取值时需要综合考虑权衡，这里规定的 0.04 m/s 是最高限值，必须在接管处采取措施使流速低于限值。

2 地下水池的槽体结构、保温结构和防水结构的设计在相关国家标准、规范中已有规定，参照执行即可。

3 保温设计在相关国家标准中已有规定，可参照执行。

4 蓄热水池中的水温较高，会发生烫伤等安全隐患，不能同时用作灭火的消防用水。

8.2.14 当采用相变材料蓄热时，应符合下列规定：

1 当太阳能空气集热器供暖系统采用相变材料蓄热时，热空气可直接与相变材料进行换热；当太阳能液体工质集热器供暖系统采用相变材料蓄热时，应增设换热器，利用换热器加热的介质再与相变材料进行换热；

2 应根据太阳能供暖系统的工作温度，确定相变材料的相变温度。

【条文说明】

1 太阳能空气集热器供暖系统中，传热介质为空气，泄漏风险小，热空气可直接流经相变蓄热模块并与相变材料进行换热，系统形式相对简单。太阳能液体工质集热器供暖系统中，传热介质多为水或防冻液，若直接与相变材料接触，易产生渗漏、腐蚀、污染或相容性问题，因此应通过换热器实现间接换热，以保证系统运行安全和蓄热装置可靠性。

2 相变材料的相变温度应与太阳能供暖系统的运行温度相匹配。相变温度过高时，集热系统难以有效完成蓄热；相变温度过低时，释放的热量品位不足，难以满足供暖末端需求。因此，应结合集热器出口温度、供暖末端供回水温度或送风温度等因素综合确定。

8.2.15 太阳能空气集热系统的设计宜与建筑围护结构相结合，利用建筑本体作为蓄热体，实现太阳能空气集热与围护结构蓄热的耦合运行。

【条文说明】

为解决空气集热系统蓄热能力差的问题，设计时应强调“被动蓄热、主动供暖”的理念。具体措施包括：

1) 利用建筑本体围护结构：将加热后的热空气引入楼板或墙体的空腔内循环，或将热空气引入室内直接与围护结构接触，利用围护结构的高热容特性存储热量，实现热量的“移峰填谷”；

2) 利用特殊蓄热装置：在建筑特定空间设置卵石蓄热层或相变材料等特殊

蓄热装置，作为热空气流经的介质进行蓄热。

通过上述蓄热手段与热风系统的耦合，可有效提升系统的热稳定性与太阳能贡献率。

8.2.16 采用光伏发电作为供暖能源时，光伏组件选择应符合下列规定：

1 光伏组件应综合考虑发电量水平、运行性能、建筑适配性及外观效果等因素，合理选用晶硅或薄膜光伏组件；

2 采用晶硅光伏组件时，其设计使用寿命不应低于25年，性能应符合现行国家标准《晶硅地面用光伏组件设计鉴定与型式认证第1部分：测试要求》GB/T9535.1的规定；采用薄膜光伏组件时，其性能应符合现行国家标准《地面用薄膜光伏组件设计鉴定和定型》GB/T18911的规定；

3 系统中多晶硅、单晶硅、薄膜电池组件自系统运行之日起，首年的衰减率应分别低于 2.5%、3%、5%，之后每年衰减率应低于 0.7%。

【条文说明】

本条规定了以太阳能光伏发电作为能源驱动的供暖技术形式选择原则及要求。以太阳能光伏发电作为能源驱动的供暖技术包括光伏发电热泵利用、光伏发电直接电热利用两种方式。

对于对能效要求较高的场所，可采用光伏发电热泵利用方式。由于热泵机组具有较高的制热能效比，即消耗 1 份电能可获得多份以上的热能，该方式能放大光伏电力的利用效率，是光伏供暖的首选形式。对于光伏发电量充裕且存在消纳困难的场所，或供暖负荷较小、间歇使用的建筑，可采用光伏发电直接电热利用方式。尽管其电热转换效率（COP）理论最高值仅为 1.0，不如热泵高效，但该系统具有结构简单、初投资低、控制灵活的优势。

当光伏系统发电量远大于建筑用电负荷，且上网受限或储能成本过高时，采用光伏发电热利用方式可作为低成本的“弃光消纳”手段；反之，在电力资源宝贵或需严格控制能耗的场合，应优先采用光伏发电热泵利用方式。

光伏组件作为系统的主要能源获取设备，其发电性能、运行稳定性及寿命水平直接影响供热系统的可靠性和全生命周期经济性。因此，在组件选型时，应结合建筑规模、用能方式和安装条件，综合考虑组件的发电效率、衰减特性、环境适应性以及与建筑立面或屋面的协调性，合理选择组件类型。特别是高寒地区的

气温低、昼夜温差大、太阳辐射强、风力大及积雪频繁等气候特征，对光伏组件的结构强度、低温启动性能、抗热冲击能力及密封可靠性提出更高要求。因此，在高寒及严寒地区选用光伏产品时，应重点关注其低温环境适应性、抗风雪荷载能力及长期可靠性指标，确保产品能够满足当地气候条件下的安全与稳定运行要求。

晶硅光伏组件技术成熟、发电效率较高、运行性能稳定，在多数工程条件下具有较好的适用性，目前已形成较为完善的产品标准和质量控制体系，设计使用寿命普遍可达 25 年及以上。为保证光伏驱动供热系统在全生命周期内稳定运行，并与建筑使用年限相匹配，本条对采用晶硅光伏组件的设计使用寿命提出不低于 25 年的要求。薄膜光伏组件在弱光条件、外观一体化及特殊建筑应用方面具有一定优势，适用于对建筑外观或安装条件有特殊要求的项目，其选型和应用应结合具体工程条件，经技术经济分析合理确定。

8.2.17 当采用光伏发电作为供暖系统能源时，宜采用蓄热+蓄电的蓄能系统。蓄能系统设计应采用动态模拟计算方法确定。

【条文说明】

采用光伏发电作为供暖系统能源时，光伏出力受太阳辐照、天气及昼夜变化影响，具有间歇性和波动性，发电过程与供暖用能需求在时间上往往不一致。在具备并网条件时，可通过电网消纳富余电量或补充不足电量，但与电网进行频繁的功率交换会增加配电系统调节压力。设置蓄热和蓄电系统，可在光伏出力较高时储存多余电能或热量，在夜间、阴雪天气及低辐照时段释放使用，降低供暖系统对电网的依赖和冲击。因此，采用光伏发电驱动供暖系统时，宜结合供暖负荷特性、光伏出力特征及并网条件，配置蓄热或蓄电形式的蓄能系统，形成“发电—用能—储能”协同运行模式，提高系统运行稳定性和可再生能源利用率。

光伏发电输出、建筑供暖负荷及室内热环境均为随时间变化的动态过程，其相互关系受气象条件、建筑热工性能、围护结构热惰性及控制策略等多因素影响，系统耦合关系复杂。采用静态或经验方法难以准确反映实际运行状况。因此，蓄能系统设计宜基于动态模拟计算方法，建立建筑及供暖系统整体模型，结合项目所在地典型气象年数据，对供暖负荷、光伏发电特性及蓄热过程进行时序分析，

并以室内热环境指标达标为前提，综合考虑技术可行性与经济性，合理确定蓄能系统的形式及设计参数。

8.2.18 当采用光伏发电直接驱动，发热电缆和低温电热膜供暖时，设计应符合下列规定。

- 1 最大工作电压不宜超过 250V；
- 2 应充分利用建筑围护结构本体的蓄热能力；

【条文说明】

1 阻性供暖末端产热温度随着电压的升高而线性升高，因此，光伏组件串联数量不宜过多，避免产热温度过高出现安全风险。

2 当供暖系统采用光伏发电直接电热利用模式时，常见形式包括电热膜、发热电缆等。该类电热元件通常直接敷设于地面、墙体或顶板等围护结构内部，其产生的热量需经围护结构传递后进入室内空间。围护结构本体具有一定的热容量和热惰性，在供暖过程中客观存在热量的传递、蓄存与释放过程，这一过程与光伏系统是否并网无直接关系。因此，在设计阶段应充分认识并利用围护结构的蓄放热特性，通过合理匹配围护结构热工性能、电热元件布置方式及运行策略，缓解光伏发电波动性与供暖需求之间的时序不匹配问题，优先实现依托围护结构蓄热满足供暖需求。

8.2.19 当采用光伏发电驱动热泵供暖时，宜根据使用时间和供暖系统形式，合理选择蓄能方式。

【条文说明】

设置蓄能系统，可在光伏出力较高时储存多余电能或热量，在夜间、阴雪天气及低辐照时段释放使用，降低供暖系统对电网的依赖和冲击。蓄能设施的类型应结合热泵系统形式及工程条件综合确定：

- 1) 当热泵系统为直膨式时，可优先采用蓄电设施（如蓄电池）实现电能调节；
- 2) 当热泵系统为水系统时，可采用水蓄热方式，通过设置蓄热水箱调节热量供需；
- 3) 当水系统末端为低温辐射末端时，可结合辐射埋管结构，利用楼板或墙体等围护结构的热容量作为蓄热体，实现结构蓄热与系统蓄热协同调节。

8.3 空气源热泵

8.3.1 空气源热泵系统应根据负荷特征和气象条件，通过技术经济比较，合理确定热泵机组及辅助热源的设计容量。

【条文说明】

在供暖室内温度一定时，随着室外温度的降低，建筑物的热负荷将逐渐增大，空气源热泵机组的制热量则与之相反，会逐渐减少。严寒和寒冷地区设计时如按照供暖（供冷）室外计算温度选择热泵，会造成机组容量过大，初投资过高；同时，经过调研供暖季大部分时间机组处于部分负荷运行，设备装机容量过大时，部分设备常年处于闲置状态造成资源浪费。为避免上述问题，设计宜分析全年负荷特征合理确定热泵机组和辅助热源的容量，提高经济性和全年运行能效。技术经济计算比较应综合考虑初投资、运行费用等，具体参数和计算方法可参照《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 附录 A 经济平衡点温度计算方法和项目实际情况分析确定。室外温度高于经济平衡点温度时，由热泵机组满足建筑热负荷需求，空气源热泵机组设计工况应按照室外供暖设计温度确定；室外温度低于经济平衡点温度时，热泵机组制热量不足部分由电加热等辅助加热设备提供，空气源热泵机组设计工况应按照经济平衡点温度确定，并需要校核机组适用工况范围，确保机组在项目实际运行极端低温条件下可正常运行。

8.3.2 空气源热泵的室外机布置，应符合下列规定：

- 1 空气源热泵机组室外机应避免大规模阵列式布置，当室外机数量较多时，宜采用多场地分散设置的分布式系统形式；
- 2 确保进风与排风气流通畅，多台室外机阵列式布置时，宜采取避免排出空气与吸入空气短路的措施，中心区机组的吸风温度比环境温度的降幅不宜大于 5℃；
- 3 室外机不应布置在邻近环境噪声要求严格的场所，并应避免对主要功能房间的视线遮挡；
- 4 不应布置在可能受污浊气流影响的场所；
- 5 应便于对室外主机的换热器进行清扫和维修；
- 6 冬季积雪地区，室外机基础高度不应低于当地最大积雪深度，应采取防积雪措施，热泵机组的融霜水应采取有组织排放，排放位置选择应安全、合理；

- 7 应校核设备运行重量对房屋结构荷载和承重能力的影响；
- 8 室外机组应采取减隔震措施；
- 9 应采取室外安全防护措施。

【条文说明】

参考地方标准《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T1382-2022 第 4.3.10 条，以及团体标准《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS564-2018 第 4.2.3 条。对于空气源热泵集中供暖供冷项目，通常多台热泵机组会集中摆放，供暖季多台机组同时制热运行，机组蒸发器形成的冷气流下沉，且翅片进出风短路，容易导致冷岛效应；空调季多台机组同时制冷运行，机组冷凝器热空气短路回流，导致热岛效应，使得机组运行工况恶化。既造成机组能力、能效下降，又使得机组制热时频繁结霜。因此，空气源热泵机组规模过大时，采用多场地分散设置的分布式系统形式，不同场地之间尽量拉大间距，降低冷岛效应。多台室外机阵列式布置时，需考虑冷岛现象，宜对机组的布置方案进行优化，或通过工程措施控制冷岛强度，宜控制中心区域机组吸风温度不低于环境温度 5℃，并应根据模拟结果对热泵机组选型时采用的设计温度进行修正，以防出现冷岛导致机组出力不足。

除霜水有组织排放会造成机组周围积水、结冰以及机组核心部件挂冰等问题，不利于机组运维、检修，严重时甚至造成机组漏氟等故障，因此应对机组的融霜水有组织排放，排放位置选择时应避开人员通行区，以防造成人员车辆等通行安全事故。对于严寒、寒冷地区，对融霜水排放管道应加装电伴热，防止结冰堵塞。

8.3.3 应用于海拔 2500m 以上的空气源热泵的电气设备和线路应满足《特殊环境条件高原电工电子产品第 1 部分：通用技术要求》GB/T20626.1 的相关要求。

【条文说明】

川西高海拔地区地理气候环境独特，存在气压低、气温低、气温日较差大、绝对湿度低、太阳辐射强等特征，容易引起电气、电子产品绝缘强度降低，电气间隙的击穿电压下降，电晕起始电压降低，空气介质冷却效应降低，散热能力下降，温升增加，容易引起安全隐患。因此对于海拔 2500m 以上的地区，热泵机组配置电机、电子产品及配电线路等均应符合现行国家标准《特殊环境条件高原电工电子产品第 1 部分：通用技术要求》GB/T20626.1 要求。

8.3.4 空气源热泵设备应根据使用要求合理选择低环境温度型热泵机组，其性能

应符合下列要求：

1 空气源热泵热水机组应符合《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T25127.1-2的相关要求；

2 空气源热泵热风机组应符合《低环境温度空气源热泵热风机》JB/T13573的相关要求；

3 多联式热泵机组应符合《低环境温度空气源多联式热泵（空调）机组》GB/T25857的相关要求。

【条文说明】

空气源热泵机组通常分为常温型和低温型机组，相比常温型机组，低温型机组通常配备喷气增焓等技术，可确保机组在不低于-25℃环境温度下供热。低温型机组除适应环境温度更低之外，在常温工况下能效也有所提高，低温能力衰减更小。因此在以供暖需求为主的大部分项目中，宜选用低温型机组。设计选型时，应校核热泵机组运行环境温度范围，机组应在项目实际运行极端低温条件下正常运行。对于仅白天运行的项目，极端低温条件可选择典型气象年数据中白天最低环境温度。

8.3.5 空气源热泵机组的容量选择时，应考虑下列修正：

1 室外环境温度修正：应根据设备制造商提供的修正系数进行修正；当采用多台设备阵列式布置时，其修正温度还需考虑冷岛效应的影响；

2 供水温度修正：空气源热泵热水机组应根据设备制造商提供的修正系数进行修正；

3 除霜修正：应根据设备制造商按其除霜方式提供的修正系数进行修正；

4 海拔修正：应根据设备制造商提供的修正系数进行修正。

【条文说明】

空气源热泵机组制热量随着运行环境温度降低而下降，随着供热水温的升高而有所降低，因此在设计工况下的机组制热量应根据不同供水温度、室外计算温度基于名义工况制热参数进行修正。多台室外机阵列式布置时，需考虑冷岛的影响，可能导致机组能力大幅衰减，冷岛同时会影响机组周围微环境相对湿度变化，宜对机组周围气流组织进行优化，并应根据计算结果对热泵机组选型时采用的设计温度、湿度进行修正，以防出现冷岛导致机组出力不足。计算分析的输入边界

条件应按照：温湿度为室外设计温、湿度，室外风速为 0，所有机组满负载运行，并考虑机组周围障碍物对气流流动的影响。

当设计工况处于结霜温、湿度范围时，制热量还应考虑除霜修正。设备除霜修正参数可通过咨询厂家得到。目前市场上绝大部分产品采用逆循环除霜技术，但存在制热量与除霜耗热量相互抵消问题，因此机组有效制热量衰减大，除霜修正系数低。近年来新出现的不间断制热除霜技术，由于克服了逆循环除霜从用户侧吸热的缺陷，提高了机组有效制热量及除霜修正系数，同时在除霜期间可连续不间断制热，提升了供热稳定性，尤其在结霜情况严重的地区具有较大的优势。

相对平原地区，由于高原上大气压力变化引起空气密度变化，相应的空气质量流量减少，会造成热泵的有效制热和制冷能力衰减。根据调研，当前国内空气源热泵厂家、检测机构和实验室均处于低海拔地区，因此，产品样本或检测报告中的机组制热参数在高海拔地区，应进行相应的海拔修正。

8.3.6 空气源热泵机组的除霜技术选择和设计应符合下列规定：

1 应优先选用多蒸发器轮序除霜、热气旁通除霜或蓄热除霜等除霜期间对供热品位影响较小的高效除霜技术；

2 应具有智能除霜功能，可根据各种运行工况和性能参数综合判断风侧换热器表面的结霜情况，自动运行除霜模式；

3 由多台热泵机组组成的热源系统，机组之间宜实现联动控制，避免多台机组同时进入除霜；

【条文说明】

空气源热泵机组在-12.8~5.8℃的空气温度和高于 60%的相对湿度环境制热运行时，蒸发器容易结霜，结霜会导致机组制热量严重衰减、运行效率下降，严重时甚至导致机组无法运行，因此必须除霜。目前市场上绝大部分产品采用逆循环除霜技术，但存在制热量与除霜耗热量相互抵消问题，因此机组有效制热量衰减大、供热温度波动幅度大。近年来新出现的不间断制热除霜技术，由于克服了逆循环除霜从用户侧吸热的缺陷，提高了机组有效制热量及除霜修正系数，同时在除霜期间可连续不间断制热，提升了供热稳定性，尤其在结霜情况严重河谷地区具有较大的优势。

8.3.7 空气源热泵机组宜选用低噪声设备；当不能满足周边环境噪声控制要求时，

应进行专项降噪设计。

【条文说明】

空气源热泵具有噪声大、频率范围宽、内部声源复杂的特点。大型热泵的声功率级可达到 100dB(A)以上，发射的低频噪声难以随距离而衰减，给周边环境带来严重的噪声困扰，因而需要进行专项降噪设计。

为减少机组噪声对周边环境和建筑的影响，首先热泵机组宜选用低噪声设备，以降低噪声治理的难度，建议单台设备在 1m 处的发射声压级不超过 78dB(A)。空气源热泵专项降噪设计包括预测设备的排放噪声、评估噪声源特征，并对实际工程上的传播途径和影响范围进行分析；然后，按照现行相关标准的要求，确定降噪、减振和通风的技术措施。需要注意的是，降噪措施的制定还需评估其对热泵制热性能的影响。在施工过程中，应对现场施工的实际效果进行检测和监督，采取必要的改进措施以满足设计要求。

8.4 生物质能

8.4.1 当具备生物质资源条件时，供暖热源可采用生物质能燃料。系统形式应根据建筑分布特征及规模合理确定，并符合下列规定：

- 1 对于城镇、园区或建筑相对集中区域，可采用集中式系统；
- 2 对于分散农户或建筑分布较为分散的区域，宜采用分散式或户用式系统。

【条文说明】

生物质能源作为可再生能源之一，具有资源分布广、可就地取材等特点，但其燃烧过程涉及排放控制、运行管理及燃料储运等问题。因此，系统形式应结合建筑分布特征合理确定。

1 在乡镇、园区或建筑相对集中的区域，若各建筑之间距离较近，可采用集中式生物质供热系统。集中供暖方式有利于提高锅炉运行效率，便于采用较高标准的烟气净化措施，统一管理运行参数，提高燃烧控制水平，从而减少污染排放点数量，降低环境影响。同时，集中供暖系统更便于专业化运行维护和燃料供应管理，有利于保障供热稳定性。

2 对于分散农户或建筑分布零散区域,则宜采用分散式或户用式生物质供热系统。该模式可实现就地利用生物质资源,减少管网投资和输配损失,提高系统经济性。

8.4.2 不同燃烧方式的锅炉烟气污染物排放要求应满足现行国家标准《生物质锅炉技术规范》GB/T 44906 的相关要求。

8.4.3 采用生物质燃料的供暖系统建设,应坚持“就地取材、就近利用”的原则,并优先采用生物质成型燃料。在确定热源规模前,应对生物质资源量(秸秆、薪柴、林业废弃物等)及其季节性供应稳定性进行评估。

【条文说明】

生物质燃料普遍具有堆积密度小、能量密度低的物理特性。若进行长距离运输,不仅会导致原料成本大幅上升,严重影响项目的经济效益,而且运输车辆在长途往返过程中消耗的化石能源(柴油/汽油)及其产生的碳排放,可能会抵消生物质能替代燃煤所带来的环保与减排效益。因此,需严格控制原料收集半径。

高寒地区供暖期长且连续,而生物质原料的产出具有明显的季节性,要求必须评估原料的全生命周期供应能力,重点评估非产出季节的原料储存能力和周转量。防止出现“供暖初期原料充足,供暖末端原料断供”的被动局面。对于依赖单一原料的项目,应特别进行风险评估,并建立多元化原料保障体系。

8.4.4 生物质锅炉的鼓、引风机选型应进行大气压力修正,并宜预留风量富余系数。

【条文说明】

高海拔地区空气密度随海拔升高而显著降低,在同等体积流量下,进入炉膛的氧气质量流量减少,将导致燃烧不充分及锅炉出力下降,因此,设计选型时必须根据当地大气压力对风机的体积流量和全压进行修正。此外,考虑到生物质燃料含水率波动较大及长期运行积灰导致阻力增加等因素,建议预留一定的风量富余系数,以确保系统在恶劣工况下的稳定运行。

8.4.5 生物质成型燃料储存库应具备防雨、防雪及防潮功能。当燃料的含水率较高时,储存间应采取防冻结措施。

【条文说明】

生物质成型燃料具有较强的吸湿性,遇水或受潮后极易膨胀松散、发霉变质

及热值降低，因此储存库必须具备完善的防雨雪及防潮设施。在高寒地区，当燃料含水率较高时，低温环境会导致燃料颗粒间或燃料与仓壁间冻结成块，存在导致上料设备卡死、电机烧毁的风险。因此，储存间应根据燃料特性采取必要的保温或防冻结措施，保障上料系统的可靠运行。

8.4.6 生物质锅炉排烟系统应采取保温及防冷凝措施，防止酸性冷凝液腐蚀烟囱及烟道冻结堵塞。

【条文说明】

生物质燃料通常含水率较高，燃烧产生的烟气中含有大量水蒸气及酸性物质。在高寒地区，若排烟系统保温不足，极低的环境温度会导致烟气在排放过程中迅速降温至露点以下，析出的酸性冷凝液不仅会严重腐蚀金属烟道，还极易在烟囱出口或水平管段结冰积聚。冰堵将导致排烟阻力剧增甚至完全堵塞，对锅炉的运行造成影响。因此，必须对排烟系统采取可靠的保温措施，确保全流程排烟温度高于烟气露点，防止腐蚀结冰的双重危害。

8.5 地热能

8.5.1 高寒地区利用地热能的供暖系统设计，应遵循“因地制宜、多能互补、梯级利用、可持续运行”的原则。当单纯采用地热能供暖无法满足设计负荷，或承担峰值负荷不具备经济合理性时，应设置辅助热源。

【条文说明】

本条规定了地热能供暖系统的基本原则及多能互补要求。高寒地区供暖季长且室外计算温度极低，导致建筑热负荷较大。地热能供暖（特别是地源热泵或深层地热井）具有初投资高、运行费用低的特点。若按极端天气下的峰值负荷来确定地热源规模（如钻井数量），会导致初投资激增，且在大部分非极寒时段，钻井处于“大马拉小车”或闲置状态，系统利用率低，技术经济性差。

进行系统设计时，宜采用地热能承担基础负荷、利用其他辅助热源承担尖峰负荷的运行策略，以实现全系统投资效益与运行稳定的平衡。

8.5.2 当地热能供应承担基本负荷、辅助能源承担调峰负荷时。热负荷应按下列规定计算：

1 地热能承担的热负荷按下式计算：

$$Q_d = \frac{1}{3600} G_d \times \rho_P \times C_P \times (t_{di} - t_{do}) \quad (8.5.2-1)$$

式中： Q_d ——地热能承担的热负荷（kW）；

G_d ——地热井开采量（m³/h）；

ρ_P ——地热流体的密度（kg/m³）

C_P ——地热流体的定压比热[kJ/(kg·°C)]

t_{di} ——地热流体供水温度（°C）

t_{do} ——地热流体回水温度（°C）

2 辅助热源承担的热负荷按下式计算：

$$Q_t = Q - Q_d \quad (8.5.2-2)$$

式中： Q_t ——辅助热源热负荷（kW）；

Q ——设计热负荷（kW）；

【条文说明】

《城镇地热供热工程技术规程》CJJ 138-2010 第 3.2.2 条规定。

8.5.3 地热能利用方案的确定，必须建立在可靠的工程勘察与资源评估基础上。严禁在未查明地质构造、地层热物性及水文地质条件的情况下进行系统设计。

【条文说明】

地热能资源具有极强的隐蔽性及地域差异性，其资源条件（如地下水流向、岩土体导热系数、地温梯度等）无法像太阳能或风能一样直接观测。

岩土体的导热系数和比热容直接决定了换热器的换热能力及地埋管的间距、长度等关键设计参数。若缺乏实测数据盲目设计，存在换热面积计算不准、引发地埋管区域土壤冻结、热泵机组低压保护停机的风险。

对于地下水地源热泵系统，地下水的水量、水温、水质及回灌能力是项目成败的关键因素。未查明水质可能导致设备严重腐蚀结垢；未查明回灌条件可能导致尾水无法回灌，引发环保事故或法律风险。

因此，必须严禁“边勘察、边设计”或“无勘察设计”，以避免造成不可逆的投资浪费和环境破坏。

8.5.4 当有供冷需求的大型建筑采用地埋管地源热泵系统时，应进行所负担建筑物的全年动态负荷及吸、排热量计算，最小计算周期不应小于 1 年。建筑面积 50000 m² 以上大规模地埋管地源热泵系统，应进行 10 年以上地源侧热平衡计算。

【条文说明】

高寒地区供暖期漫长且强度大，而夏季短暂且凉爽，空调制冷需求极低甚至为零。导致地源热泵系统在全年运行周期中，从土壤中的累计取热量远大于累计排热量。导致地下热量收支严重失衡，形成“冷堆积效应”。地层平均温度将呈逐年下降趋势，严重时将导致系统失效。因此，对于无供冷需求或冷热负荷严重失衡的建筑，不应采用地埋管地源热泵系统。

当建筑具有较大供冷需求，且全年冷热负荷在时间尺度上能够实现基本平衡时，地埋管地源热泵系统可通过夏季向土壤排热、冬季从土壤取热，实现热量的年度循环利用，从而维持地下温度场的长期稳定。

由于土壤温度场变化具有显著的滞后性和累积性，单年度模拟无法反映多年运行后的温度漂移趋势。工程实践表明，对于大规模应用的系统，不少于 10 年的动态模拟周期，是判断地温场是否趋于收敛稳定或持续恶化的基本要求。通过长周期热平衡计算，可在设计阶段识别冷热失衡风险，并采取补偿措施，如设置辅助热源补热、增加埋管间距、优化埋管长度或调整系统运行策略等，以保障系统的长期安全与高效运行。

8.5.5 当土壤热平衡计算显示地温有持续下降趋势时，应采取下列措施：

- 1 设置太阳能集热器、空气源热泵等辅助热源进行联合供暖；
- 2 非供暖季利用太阳能或余热对土壤进行跨季节蓄热；
- 3 加大埋管间距或增加埋管数量，降低土壤单位长度取热量。

【条文说明】

本条规定了维持土壤热平衡的技术措施。在严寒及寒冷地区，单一地源热泵系统常因累计吸热量大于排热量导致地温持续下降，造成机组性能衰减甚至土壤冻结。本条提出的措施分别从配置辅助热源减少土壤取热负荷、利用非供暖季主动向土壤补热以及优化埋管布置降低换热强度三个方面入手，解决土壤长期热不平衡问题，保证系统全寿命周期的稳定与高效。

8.5.6 高寒地区不应采用“单井抽水”型的开式地下水源热泵系统。

【条文说明】

采用“单井抽水”且无法实现有效回灌的运行方式，不仅造成水资源的严重浪费，还会导致地下水位持续下降，存在引发地面沉降等地质灾害的风险。因此不应采用。

8.5.7 采用抽取地下热水进行供暖的项目，必须实行“以灌定采、取热不取水”的原则，回灌率应达到 100%，且回灌压力与温度不得破坏热储层结构。

【条文说明】

地热流体通常矿化度较高，若不进行回灌直接排放，不仅会导致热储层压力快速下降、资源枯竭，还会造成严重的环境污染和热污染。本条强制实行“以灌定采”和“100%回灌”，通过维持热储压力实现地热资源的循环再生。同时，对回灌参数的限制是为了防止因回灌压力过高引发岩层破裂或微震等地质风险，以及因温差与流速不当导致热储层结垢、堵塞或过早冷却，确保地热开发全寿命周期的安全与稳定。

8.5.8 中深层热泵系统宜采用井下闭式换热及同轴套管型中深层换热系统，其单井换热功率的计算应考虑浅部冷地层的散热影响。

【条文说明】

由于高寒地区浅层地温极低（甚至存在多年冻土），中深层套管换热器内的高温流体在上升至井口的过程中，会与上部低温岩土体产生巨大的温差，导致显著的沿程散热损失。这种“上部散热”现象会抵消部分深层提取的热量，致使井口实际有效出水温度和取热功率低于理论计算取热量。因此，设计计算时必须充分量化浅部冷层的冷却效应，对单井换热功率进行修正，避免因取热能力评估虚高而导致供暖效果不达标。

8.5.9 当中深层热泵系统的管道穿越多年冻土层时，应在冻土深度范围内采取隔热保温措施，严格控制埋管向地层的散热量，确保运行期间冻土层维持冻结状态。

【条文说明】

地埋管内高温流体与冻土层存在显著温差，若不加控制，径向散热将导致管周冻土相变融化，引发严重的沉降效应，致使管道因失去地层支撑而发生不均匀沉降或断裂。本条强调通过高效隔热保温措施严格限制热流外泄，确保冻土层在系统全寿命周期内始终维持冻结状态，从而在根本上消除因地质环境改变而引发的工程安全隐患。

9 检测与监控

9.1 一般规定

9.1.1 供暖、通风系统应设置检测与监控设备或系统，并符合下列规定：

1 检测与监控内容可包括参数检测、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、设备故障报警以及中央监控与管理等。具体内容和方式应根据建筑物的功能与要求、系统类型、设备运行时间以及工艺对管理的要求等因素，通过技术经济比较确定；

2 系统规模大，供暖通风系统设备台数多且相关联各部分相距较远时，宜采用集中监控系统；

3 不具备集中监控系统的供暖、通风系统，应采用分散就地控制设备或系统。

【条文说明】

参考《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、一些与节能有关的地方标准和行政管理文件，把 20000m² 及以上规模的公共建筑确定为大型公共建筑，供暖通风系统规模大，并结合供暖通风系统设备台数多且相关联各部分相距较远的具体情况，采用集中监控系统。

9.1.2 供暖、通风系统的参数检测应符合下列规定：

1 反映设备和管道系统在启停、运行及事故处理过程中的安全和经济运行的参数，应进行检测；

2 用于设备和系统主要性能计算和经济分析所需要的参数，宜进行检测；

3 检测仪表的选择和设置应与报警、自动控制和计算机监视等内容综合考虑，不宜重复设置，就地检测仪表应设于便于观察的地点。

9.1.3 采用集中监控系统控制的动力设备，应设就地手动控制装置，并通过远程/就地转换开关实现远程与就地手动控制之间的转换；远程/就地转换开关的状态应为监控系统的检测参数之一。

9.1.4 供暖、通风设备设置联动、连锁等保护措施时，应符合下列规定：

1 当采用集中监控系统时，联动、连锁等保护措施应由集中监控系统实现；

2 当采用就地自动控制系统时，联动、连锁等保护措施，应为自控系统的一部分或独立设置；

3 当无集中监控或就地自动控制系统时，应设置专门联动、连锁等保护措施。

9.1.5 中央级监控管理系统应符合下列规定：

1 应能以与现场测量仪表相同的时间间隔与测量精度连续记录，显示各系统运行参数和设备状态。其存储介质和数据库应能保证记录连续一年以上的运行参数；

2 应能计算和定期统计系统的能量消耗、各台设备连续和累计运行时间；

3 应能改变各控制器的设定值，并能对设置为“远程”状态的设备直接进行启、停和调节；

4 应根据预定的时间表，或依据节能控制程序自动进行系统或设备的启停；

5 应设立操作者权限控制等安全机制；

6 应有参数越限报警、事故报警及报警记录功能，并宜设有系统或设备故障诊断功能；

7 宜设置可与其他弱电系统数据共享的通讯接口，可适当预留扩展功能接口。

9.1.6 机电一体化设备的监测控制措施应符合国家和行业有关产品安全和质量标准的要求。

9.1.7 有特殊要求的热源机房、通风系统的检测与监控应符合相关规范的规定。

9.1.8 太阳能光伏电站监控措施设计应符合《光伏电站监控系统技术要求》GB/T 31366及行业和地方标准的有关要求。

9.1.9 既有建筑节能改造的供暖通风系统集中监测与控制系统设计，应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015的有关规定。

9.2 传感器和执行器

9.2.1 温度传感器、压力（压差）传感器、流量传感器等传感器的选择和设置，自动调节阀的选择应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的有关要求。

9.2.2 设计采用的温度传感器、风速传感器、风压传感器、CO₂浓度传感器等应根据不同海拔的大气压进行校准或补偿修正。

9.2.3 当仅以开关形式用于设备或系统水路切换时，应采用通断阀，不得采用调节阀。

9.3 通风系统的检测与监控

9.3.1 通风系统应对下列参数进行检测：

- 1 通风机的启停状态；
- 2 可燃或危险物泄漏等事故状态；
- 3 空气过滤器进出口静压差的越限报警。

9.3.2 事故通风系统的通风机应与可燃气体泄漏、事故等探测器连锁开启，并宜在工作地点设有声、光等报警装置。

9.3.3 通风系统的控制应符合下列规定：

- 1 应保证房间风量平衡和温度、压力、污染物浓度控制等要求；
- 2 宜根据房间内设备使用状况进行通风量的调节；
- 3 机械送排风系统靠室外侧的保温密闭风阀应与风机联动或连锁。

9.3.4 通风系统的监控应符合相关现行消防规范和本标准第6章的相关规定。

9.4 供暖系统的检测与监控

9.4.1 供暖系统应对下列参数进行检测：

- 1 室外空气温度；
- 2 供暖系统和用户热力入口的供水和回水干管中的热媒温度和压力；
- 3 集中供暖换热站的热交换器一二次侧进、出口温度及压力；
- 4 辐射供暖系统宜设辐射体表面温度检测；
- 5 分、集水器温度、压力（或压差）；
- 6 水泵进出口压力；
- 7 水过滤器的进出口静压差；
- 8 热源设备与水泵等设备的启停状态；
- 9 热泵机组冷凝器和蒸发器的进、出口水温及压力
- 10 太阳能集热系统的进、出口温度及压力
- 11 蓄热装置的进、出口介质温度及压力和液位。

【条文说明】

对供暖系统应设置的检测点，为最低要求。设计时应根据系统设置加以确定。

9.4.2 集中监控系统与热源机组控制器之间宜建立通信连接，实现集中监控系统中央主机对热源设备运行参数的检测与监控。

【条文说明】

集中监控系统与热泵机组或锅炉控制器之间的通信要求。热泵机组或锅炉控制器通信接口的设立，可使集中监控系统的中央主机系统能够监控热泵机组或锅炉的运行参数以及使供暖系统能量管理更加合理。

9.4.3 供暖水系统自动控制设计应符合下列规定：

1 当采用热源设备定流量运行的变流量一级泵系统时，供暖水系统总供、回水管之间的旁通调节阀应采用压差控制；

2 采用二级泵和多级泵变流量系统时，二级泵等负荷侧水泵运行台数宜采用流量控制方式，水泵变速宜根据系统压差控制。

【条文说明】

二级泵和多级泵空调水系统中二级泵等负荷侧各级水泵运行台数宜采用流量控制方式；水泵变速宜根据系统压差变化控制，系统压差测点宜设在最不利环路干管靠近末端处；负荷侧多级泵变速宜根据用户侧压差变化控制，压差测点宜设在用户侧支管靠近末端处。

9.4.4 热泵机房、换热机房、锅炉房等热源机房，应设置供热量控制装置。

【条文说明】

引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012第8.11.14条。

本条文对锅炉房、热泵机房、换热机房等热源机房的节能控制提出明确要求。供热量控制装置的主要目的是对供暖系统进行总体调节，使供水水温或流量等参数在保持室内温度的前提下，随室外空气温度的变化随时进行调整，始终保持锅炉房或换热机房的供热量与建筑物的需热量基本一致，实现按需供热，达到最佳的运行效率和最稳定的供热质量。

气候补偿器是供暖热源常用的供热量控制装置，设置气候补偿器后，还可以通过时间控制器上设定不同时间段的不同室温，节省供热量，合理确定供水温度。通过合理降低锅炉及空气源热泵的供水温度，有利于提高设备能效，达到节能的目的，对锅炉而言，还需兼顾回水温度的控制，防止回水温度过低减少锅炉寿命。由于不同企业生产的气候补偿器的功能和控制方法不完全相同，但必须具

有能根据室外空气温度变化自动改变用户侧供(回)水温度、对热媒进行质调节的基本功能。

9.4.5 热泵机组宜采用供热量进行运行台数的优化控制；热水系统中各相关设备及附件与热泵机组应进行联动控制。

【条文说明】

许多工程采用的是总回水温度来控制，但由于热泵机组的最高效率点通常位于该机组的某一部分负荷区域，因此采用热量控制的方式比采用温度控制的方式更有利于热泵机组在高效率区域运行而节能，是目前最合理和节能的控制方式。但是，由于计量热量的元器件和设备价格较高，因此推荐在有条件时（如采用了DDC控制系统时），优先采用此方式。同时，台数控制的基本原则是：1）让设备尽可能处于高效运行；2）让相同型号的设备的运行时间尽量接近以保持其同样的运行寿命（通常优先启动累计运行小时数最少的设备）；3）满足用户侧低负荷运行的需求。

由于热泵机组运行时，一定要保证它的蒸发器和冷凝器有足够的水量/风量通过，为达到这一目的，热泵机组水系统中其他设备，包括蒸发器侧水泵/风机、冷凝器侧水泵/风机等应先于热泵机组开机运行，停机则应按相反顺序进行。

9.4.6 太阳能液体工质集热器供暖系统的自动控制设计应符合下列规定：

1 太阳能集热系统宜采用集热器介质出口与蓄热装置底部介质的温度差控制其循环运行，并宜采取变流量运行；

2 应根据蓄热装置的供热介质出口温度与设定供热温度的差值，控制辅助热源加热设备的启停；

3 使用排空防冻措施的太阳能集热系统宜采用定温控制或定时控制。当太阳能集热系统出口水温低于设定的防冻执行温度或非工作时段，通过控制器启闭相关阀门，将集热系统内的水完全排空至贮水箱；

4 采用循环防冻措施的直接式太阳能集热系统宜采用定温控制。当太阳能集热系统出口温度低于设定的防冻执行温度时，控制器应启动循环泵进行防冻循环；

5 蓄热水箱防过热温度传感器应设置在水箱顶部，防过热执行温度应低于当地汽化温度且不高于80℃；系统防过热温度传感器应设置在集热系统出口，防过热执行温度的设定范围应与系统的运行工况和部件的耐热能力相匹配。

【条文说明】

太阳能供暖系统的热源是不稳定的太阳能，系统中又设有常规能源辅助加热设备，为保证系统的节能效益，系统运行最重要的原则是优先使用太阳能，这就需要通过相应的控制手段来实现。太阳辐照和天气条件在短时间内发生的剧烈变化，几乎不可能通过手动控制来实现调节；因此，应设置自动控制系统，保证系统的安全、稳定运行，以达到预期的节能效益。同时，规定了自动控制的功能应包括对太阳能集热系统的运行控制和安全防护控制、集热系统和辅助热源设备的工作切换控制、太阳能集热系统安全防护控制的功能应包括防冻保护和防过热保护。

目前我国大部分物业管理公司的设备运行和管理人员，其技能普遍不高，如果控制方式过于复杂，使设备运行管理人员不易掌握，就会严重影响系统的运行效果，所以，自动控制系统的设计应简便、可靠、利于操作。

排空防冻措施是指将全部工作介质从安装在室外的太阳能集热系统排至设于室内的贮水箱内，以防止冻结现象发生；所以，当水温降低到某一定值——防冻执行温度时，就应通过自动控制启动排空措施，防止水温继续下降至 0°C 产生冻结，影响系统安全。防冻执行温度的范围通常取 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，视当地的气候条件和系统大小确定具体选值，气温偏低地区取高值，否则，取低值。当太阳能集热系统仅白天使用时，也可设置定时控制，在非工作时段内启动排空措施防止冻结。

蓄热水箱中的水一般是直接供给供暖末端系统的，所以，防过热措施应更严格。过热防护系统的工作思路是：当发生水箱过热时，不允许集热系统采集的热量再进入水箱，避免供给末端系统的水过热，此时多余的热量由集热系统承担；集热系统安装在户外，当集热系统也发生过热时，因集热系统中的工质沸腾造成人身伤害的危险稍小，而且容易采取其他措施散热。因此，水箱防过热执行温度的设定更严格，应低于当地汽化温度且不高于 80°C ，水箱顶部温度最高，防过热温度传感器应设置在贮热水箱顶部；而集热系统中的防过热执行温度则根据系统的常规工作压力，设定较为宽泛的范围，一般常用的范围是 $95^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，当介质温度超过了安全上限，可能发生危险时，用开启安全阀泄压的方式保证安全。

9.4.7 太阳能空气集热器供暖系统宜采用空气集热器的空腔温度控制风机运行，并宜采取变流量运行。

【条文说明】

太阳能空气集热器供暖系统应根据房间供暖设计温度合理确定空气集热器的空腔设定温度。当空腔温度高于设定值时，风机启动，低于设定值时，风机停止运行。集热系统风机宜采用变流量运行，这样有利于减少空腔温度的波动。

9.4.8 热水锅炉的监测与控制应满足现行国家标准《锅炉房设计标准》GB50041的相关规定。

【条文说明】

《锅炉房设计标准》GB50041对热水锅炉的监测与控制有详细描述，本标准不再重复，强调执行该现行规范。

9.4.9 新建建筑供暖系统应设置自动室温调控装置，既有建筑供暖系统末端节能改造设计应设置室温调控装置。

【条文说明】

根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021的相关要求进行修改。

9.4.10 高海拔严寒和寒冷地区建筑供暖系统，应对系统防冻设施设置监控措施。

【条文说明】

建筑供暖系统冬季停运时，应对防冻循环泵的运行状态进行监控，对系统供水、回水温度进行监测。

设有值班供暖、有冻结风险的房间应设置房间温度监测。

局部充水设备管道防冻电伴热带装置采用低温防冻变功率自限温型，自带温控箱；其中温度传感器应设置在电伴热回路所在的温度最低区域，该区域达到温度设定值后，控制箱整体通断启停。建筑设有楼控系统时，电伴热温控箱可接入建筑设备监控系统。

9.4.11 采用多热源复合的供暖系统宜根据室外气温、分时电价等因素，采用运行成本寻优的智能控制。

【条文说明】

高原地区可再生能源丰富，日较差大，供暖季长，不同室外气温空气源热泵能效差别大，白天有丰富的光伏电力，昼夜用电成本有差异，对运行成本寻优智能控制热源运行，可以提高供暖系统运行经济性。

9.4.12 集中供暖热源站应对下列内容进行计量：

- 1 热源站的总供热量；
- 2 热泵机组耗电量及热泵系统总耗电量；
- 3 电热锅炉耗电量；
- 4 补水量；
- 5 燃料的消耗量；
- 6 循环水泵耗电量。
- 7 自身可再生能源提供的电力电量

【条文说明】

根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021的相关要求，并考虑高原集中供暖热源的具体使用情况进行修改。

9.4.13 集中供暖系统热量计量应符合下列规定：

- 1 集中供暖系统的供暖总管上，应设置计量总供热量的热量计量装置；
- 2 建筑物热力入口处，应设置热量表，作为该建筑物供热量结算点；
- 3 居住建筑室内供暖系统应根据设备形式和使用条件设置热量调控和分配装置；
- 4 用于热量结算的热量计量应采用热量表；
- 5 分户的电加热供暖系统耗电量宜单独计量；
- 6 太阳能供暖系统的总供热量；
- 7 蓄热系统的蓄热量、供热量的瞬时值和累计值。

【条文说明】

根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021的相关要求进行修改。

附录 A 室外设计计算参数

台站名称		石渠	若尔盖
台站号		56038	56079
台站信息	北纬 (度)	32.98	33.58
	东经 (度)	99.10	102.97
	海拔 (m)	4201	3441.1
	统计年份	1971-2000	1971-2000
年平均温度 (°C)		-1.2	1.4
室外计算 温度、湿 度	供暖室外计算温度 (°C)	-16.4	-12
	冬季通风室外计算温度 (°C)	-11.3	-8
	冬季空调室外计算温度 (°C)	-18.9	-14.7
	冬季空调室外计算相对湿度 (%)	44.8	52
	夏季空调室外计算日平均温度 (°C)	12.7	16.3
	夏季通风室外计算温度 (°C)	14.3	18.1
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	52.8	57.2
	夏季空调室外计算干球温度 (°C)	18.8	21.1
夏季空调室外计算湿球温度 (°C)	11.5	14.3	
风向、风 速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	2.2	2.2
	夏季最多风向	NNW	E
	夏季最多风向的频率 (%)	18.1	21.1
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.2	2.4
	冬季室外平均风速 (m/s)	5.8	4.0
	冬季最多风向	SSW	WSW
	冬季最多风向的频率 (%)	3.4	12.0
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.2	1.7
	年最多风向	WSW	E
年最多风向的频率 (%)	26.5	15.0	
冬季日照百分率 (%)		70	54
大气压力	冬季室外大气压力 (hPa)	608.9	669.3
	夏季室外大气压力 (hPa)	613.7	671.9
设计计算 用供暖期 天数及其 平均温度	日平均温度 $\leq+5^{\circ}\text{C}$ 的天数	260	225
	日平均温度 $\leq+5^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	9.3-6.20	9.19-6.1
	平均温度 $\leq+5^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 (°C)	-4.7	-3.6
极端最高温度 (°C)		14.5	18.4
极端最低气温 (°C)		-30.6	-23.4
最冷月 (1月)日照百分率 (%)		68.6	69.5
最冷月 (1月)气温日较差 (°C)		16.9	18.9
最冷月水平面平均辐射照度 W/m^2		134.05	135.06

续表 A

德格	甘孜	白玉	色达	新龙	理塘
56144	56146	56147	56152	56251	56257
31.73	31.62	31.22	32.28	30.93	30.00
98.57	100.00	98.83	100.33	100.32	100.27
3199.3	3394.2	3261	3895.8	2999.2	3950.5
1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000
6.8	5.8	8.0	0.9	8.6	3.5
-6.3	-8.1	-4.1	-13.2	-4.3	-8.4
-2.5	-4.8	-1.4	-9.9	-1.7	-4.4
-8.1	-9.6	-6.7	-16.5	-6.3	-9.6
33.7	50	36.8	50.2	36.7	35.8
19.2	19.4	20.2	13.7	18.8	16.1
21.8	20.3	23.8	16.3	23.1	16.7
43	44.8	42.9	54.5	43.1	49.7
26.4	26.2	29.2	20.4	29.4	20.6
16.6	14.7	18.1	12.9	16.4	12.4
1.2	1.7	1.9	1.8	1.8	1.7
SSW	W	—	NW	NNE	SSE
29.7	32.5	—	14.1	34.0	16.8
1.0	1.9	—	1.9	1.8	1.7
2.3	2.9	3.9	3.9	3.1	3.4
SSW	SW	—	SW	WSW	SSW
34.1	21.1	—	3.9	33.4	5.9
1.0	1.6	—	1.6	1.3	1.7
SSW	W	—	NW	NNE	WSW
30.1	31.5	—	24.1	29.5	18.1
31	53	33	89	31	62
686.5	673.4	700.8	619.9	696.5	627.8
688.3	676.3	700.8	623.9	696.3	631.4
151	164	131	232	137	198
11.5-4.4	10.24-4.5	10.29-3.8	9.12-6.1	11.19-4.4	9.17-4.3
0.2	-1.0	0.4	-4.2	0.4	-1.7
21.2	21.8	22.9	16.3	21.9	16.9
-13.2	-19.2	-11.4	-23.1	-12	-22.6
46.9	69	53.5	63.7	56.6	80.8
16.7	16.4	18.7	20.2	19.6	16.5
106.11	141.71	118.55	134.72	121.65	166.53

续表 A

台站名称		新都桥	稻城
台站号		56269	56357
台站信息	北纬(度)	30.05	29.05
	东经(度)	101.49	100.30
	海拔 (m)	3246	3728.6
	统计年份	1971-2000	1971-2000
年平均温度 (°C)		6.4	4.7
室外计算温度、湿度	供暖室外计算温度 (°C)	-13.6	-6.4
	冬季通风室外计算温度 (°C)	-8.4	-4
	冬季空调室外计算温度 (°C)		-9.3
	冬季空调室外计算相对湿度 (%)		34.6
	夏季空调室外计算日平均温度 (°C)		17.2
	夏季通风室外计算温度 (°C)	21.8	18.5
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	66	46
	夏季空调室外计算干球温度 (°C)		22.3
	夏季空调室外计算湿球温度 (°C)		13.2
风向、风速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	1.3	1.8
	夏季最多风向	—	S
	夏季最多风向的频率 (%)	—	19.2
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	—	1.8
	冬季室外平均风速 (m/s)	4.0	4.0
	冬季最多风向	—	SSW
	冬季最多风向的频率 (%)	—	6.0
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	—	1.7
	年最多风向	—	WSW
	年最多风向的频率 (%)	—	14.6
冬季日照百分率 (%)		61	51
大气压力	冬季室外大气压力 (hPa)	667.9	646.3
	夏季室外大气压力 (hPa)	670.3	647.8
设计计算用供暖期天数及其平均温度	日平均温度 $\leq+5^{\circ}\text{C}$ 的天数	171	180
	日平均温度 $\leq+5^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	10.17-4.5	10.9-4.6
	平均温度 $\leq+5^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 (°C)	-0.5	-1.3
极端最高温度 (°C)		18.3	17.9
极端最低气温 (°C)		-19.8	-19.3
最冷月 (1月) 日照百分率 (%)		77.7	83.3
最冷月 (1月) 气温日较差 (°C)		19.7	19.5
最冷月水平面平均辐射照度 W/m^2		120.85	175.03

续表 A

九龙	康定	马尔康	红原*	松潘*
56462	56374	56172	56173	56182
29.00	30.03	31.54	32.80	32.65
101.50	101.58	102.14	102.55	103.57
2993.7	2616.7	2664.4	3491.6	2850.7
1971-2000	1971-2000	1971-2000	—	—
9.1	8.1	8.6	—	—
-0.6	-6.3	-3.3	-12.9	-6.4
1.6	-2	-0.5	-8.7	-3.6
-2.1	-7	-5	-16.3	-9.4
42.8	68.3	46	56.4	50.5
19.3	19.2	20.2	14.7	17.8
22.1	21	24.4	18.2	21.1
49.6	56.5	48.5	56.6	50.2
26.3	24.1	29.9	21.6	26.2
16.6	17	18.5	14.3	17.2
2.4	2.9	1.1	2.2	1.2
SSE	SE	NW	N	SSW
59.1	21.0	9.0	12.0	9.0
2.5	6.5	3.1	—	—
6.4	3.1	1.0	1.7	1.3
SSE	ESE	NW	SW	NNE
49.9	26.0	10.0	10.0	15.0
2.5	6.6	3.3	3.5	2.6
SSE	ESE	NW	NNE	SSW
52.4	22.0	10.0	9.0	9.0
30	45	62	68	54
713.2	741.6	733.3	660.6	720.0
714.0	742.4	734.7	666.4	721.0
106	145	122	227	162
11.21-3.6	11.06-03.30	11.06-03.07	9.29-6.13	10.27-4.6
2.1	0.3	1.2	—	—
21.1	29.4	34.5	26	30.0
-7	-14.1	-16	-36	-20.7
59.4	—	—	—	—
18.3	—	—	—	—
131.93	109.42	101.7**	152.37**	92.68**

注：“—”表示该项数据缺失；“*”表示该地区采用的是《中国建筑热环境分析专用气象数据集》（中国气象局气象信息中心气象资料室，清华大学建筑技术科学系主编）的数据；“**”表示采用的是典型气象年的数据。

附录 B 集热器安装方位角与安装倾角修正系数

B.0.1 红原地区倾角与方位角修正系数可按表 B.0.1 选用：

表 B.0.1 红原地区倾角与方位角修正系数

方位角 倾角	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
30	1.25	1.21	1.18	1.15	1.13	1.11	1.10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.10	1.11	1.12	1.14	1.17	1.20
35	1.20	1.16	1.13	1.10	1.08	1.06	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.07	1.10	1.12	1.15
40	1.17	1.13	1.10	1.07	1.04	1.03	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.04	1.06	1.09	1.12
45	1.15	1.11	1.08	1.04	1.02	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.98	0.99	1.00	1.02	1.04	1.07	1.10
50	1.15	1.10	1.07	1.03	1.01	0.99	0.98	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.99	1.00	1.03	1.06	1.09
55	1.15	1.11	1.07	1.03	1.01	0.99	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.98	1.00	1.03	1.06	1.09
60	1.17	1.12	1.08	1.05	1.02	1.00	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.98	0.99	1.01	1.04	1.07	1.10
65	1.20	1.15	1.11	1.07	1.04	1.02	1.00	0.99	0.98	0.98	0.99	1.00	1.01	1.03	1.06	1.09	1.13
70	1.25	1.19	1.15	1.11	1.07	1.05	1.03	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16

（注：以安装方位角为正南、安装倾角为 40°进行计算得出）

B.0.2 理塘地区倾角与方位角修正系数可按表 B.0.2 选用：

表 B.0.2 理塘地区倾角与方位角修正系数

方位角 倾角	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
30	1.22	1.19	1.16	1.13	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.07	1.08	1.08	1.10	1.11	1.13	1.15	1.18
35	1.18	1.15	1.12	1.09	1.07	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.05	1.07	1.09	1.11	1.14
40	1.16	1.12	1.09	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.04	1.06	1.09	1.12
45	1.15	1.11	1.07	1.04	1.02	1.01	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	1.01	1.02	1.04	1.07	1.10
50	1.15	1.11	1.07	1.04	1.02	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.00	1.02	1.04	1.07	1.10
55	1.16	1.12	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1.00	1.02	1.04	1.07	1.11
60	1.18	1.14	1.10	1.06	1.04	1.02	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.01	1.03	1.06	1.09	1.13
65	1.22	1.17	1.13	1.09	1.06	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.04	1.06	1.08	1.12	1.15
70	1.28	1.22	1.18	1.14	1.11	1.08	1.07	1.05	1.05	1.05	1.05	1.06	1.08	1.10	1.12	1.16	1.20

（注：以安装方位角为正南、安装倾角为 40°进行计算得出）

B.0.3 马尔康地区倾角与方位角修正系数可按表 B.0.3 选用：

表 B.0.3 马尔康地区倾角与方位角修正系数

方位角 倾角	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
30	1.20	1.17	1.14	1.12	1.11	1.09	1.09	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.12	1.13	1.15	1.18	1.21
35	1.15	1.12	1.09	1.07	1.06	1.04	1.04	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.09	1.11	1.14	1.17
40	1.12	1.09	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.04	1.06	1.08	1.11	1.15
45	1.10	1.07	1.04	1.02	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1.00	1.02	1.04	1.06	1.09	1.13
50	1.09	1.06	1.03	1.00	0.99	0.97	0.97	0.96	0.96	0.97	0.98	0.99	1.01	1.03	1.05	1.09	1.13
55	1.09	1.06	1.03	1.00	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.98	0.99	1.01	1.03	1.06	1.09	1.13
60	1.11	1.07	1.04	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	1.00	1.02	1.04	1.07	1.11	1.15
65	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.02	1.04	1.06	1.09	1.13	1.18
70	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.02	1.04	1.06	1.09	1.13	1.18

(注：以安装方位角为正南、安装倾角为 40°进行计算得出)

附录 C 太阳能集热器平均集热效率计算方法

C.0.1 基于采光面积的集热器平均集热效率可按式计算：

$$\eta_{cd} = \frac{Q_y}{Q_f} \quad (\text{C.0.1-1})$$

式中： η_{cd} ——基于采光面积的集热器平均集热效率，%；

Q_y ——供暖季单位面积集热器累计有效集热量，MJ/m²；

Q_f ——供暖季单位面积累计太阳辐照量，MJ/m²；

$$Q_y = \text{TM} \frac{3600 J_h \eta_h}{10^6} \quad (\text{C.0.1-2})$$

$$Q_f = \text{TM} \frac{3600 J_h}{10^6} \quad (\text{C.0.1-3})$$

式中： J_h ——集热器倾斜安装面逐时太阳辐照强度（可利用逐时水平面总辐射照度与散射辐射照度通过计算获得），W/m²；

η_h ——基于采光面积的集热器瞬时效率（由设备制造商提供），%；

C.0.2 若未能获得相关参数也可按照表 C.0.2 选取推荐值：

表 C.0.2 平均集热效率推荐值

地区	红原	理塘	马尔康
平均集热效率 η_{cd}	39.4%	40.0%	37.9%

注：表中安装方位角为 0°（正南向），倾角为 40°数值。

附录 D 太阳能集热系统管路、水箱热损失率计算方法

D.0.1 管路、水箱热损失率 η_L 可按经验取值估算, η_L 的推荐取值范围为:

短期蓄热太阳能供暖系统: 10%~20%

D.0.2 需要准确计算时, 可按 D.0.3~D.0.5 条给出的公式迭代计算。

D.0.3 太阳能集热系统管路单位表面积的热损失可按下式计算:

$$q_l = \frac{(t - t_a)}{\frac{D_0}{2\lambda} \ln \frac{D_0}{D_i} + \frac{1}{a_0}} \quad (\text{D.0.3})$$

式中: q_l ——管路单位表面积的热损失, W/m^2 ;

D_i ——管道保温层内径, m ;

D_0 ——管道保温层外径, m ;

t_a ——保温结构周围环境的空气温度, $^{\circ}\text{C}$;

t ——设备及管道外壁温度, 金属管道及设备通常可取介质温度, $^{\circ}\text{C}$;

a_0 ——表面放热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;

λ ——保温材料的导热系数, $\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。

D.0.4 贮水箱单位表面积的热损失可按下式计算:

$$q = \frac{(t - t_a)}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a}} \quad (\text{D.0.4-1})$$

式中: q ——贮水箱单位表面积的热损失, W/m^2 ;

δ ——保温层厚度, m ;

λ ——保温层材料导热系数, $\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

a ——表面放热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。

对于圆形水箱保温:

$$\delta = \frac{D_0 - D_i}{2} \quad (\text{D.0.4-2})$$

D.0.5 管路及贮水箱热损失率 η_L 可按下式计算:

$$\eta_L = (q_1 A_1 + q A_2) / (G A_c \eta_{cd}) \quad (\text{D.0.5})$$

式中: A_1 ——管路表面积, m^2 ;

A_2 ——贮水箱表面积， m^2 ；

A_c ——系统集热器采光面积， $W/(m \cdot ^\circ C)$ ；

G ——集热器采光面上的总太阳辐射度， W/m^2 ；

η_{cd} ——基于采光面积的集热器平均集热效率，%，按附录 C 方法计算。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981
- 2 《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
- 3 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 4 《采暖空调系统水质标准》 GB/T29044
- 5 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 26
- 6 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 7 《风机盘管机组》 GB/T 19232
- 8 《组合式空调机组》 GB/T 14294
- 9 《多联式空调（热泵）机组》 GB/T 18837
- 10 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ 142
- 11 《环境空气质量标准》 GB 3095
- 12 《建筑环境通用规范》 GB 55015
- 13 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
- 14 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 15 《平板型太阳能集热器》 GB/T 6424
- 16 《真空管型太阳能集热器》 GB/T 17581
- 17 《特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分：通用技术要求》 GB/T 20626.1
- 18 《低环境温度空气源热泵(冷水)机组》 GB/T 25127.1 -2
- 19 《低环境温度空气源热泵热风机》 JB/T 13573
- 20 《低环境温度空气源多联式热泵（空调）机组》 GB/T 25857
- 21 《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》 GB/T 18430.1
- 22 《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组 第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组》 GB/T 18430.2
- 23 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 24 《锅炉房设计标准》 GB 50041
- 25 《太阳能供热采暖工程技术规范》 GB50495

26 《生物质锅炉技术规范》 GB/T 44906