

DB54

西藏自治区地方标准

编号：DB54/T 0275—2023

民用建筑节能技术标准

Technical standard for energy efficiency of civil buildings

2023-07-01 发布

2023-08-02 实施

西藏自治区市场监督管理局

西藏自治区住房和城乡建设厅

联合发布

前言

根据《西藏自治区市场监督管理局办公室关于下达 2021 年第二批推荐性地方标准制修订计划的通知》（藏市监办〔2021〕139 号），切实加强对建筑节能设计和施工的技术指导，加强民用建筑节能工程的管理，保证工程质量，西藏自治区住房和城乡建设厅组织力量，总结了国内民用建筑进行节能设计的实践经验，分析了我区民用建筑节能的现状，吸收了国内其他地区编制节能标准的先进技术经验，在充分征求意见的基础上，通过反复讨论、修改与完善，制定本标准。

本标准主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.建筑方案；5.围护结构；6.被动式太阳能利用；7.设备系统；8.可再生能源利用；9.节能改造；10.施工。

本标准由西藏自治区住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见或建议，请随时将有关意见和建议反馈至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号，邮编：100013），以供今后修订时参考。

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

西安建筑科技大学

西藏自治区建筑勘察设计院

参编单位：西藏自治区勘察设计与建设科技协会

西北工业大学

四川大学

重庆大学

西藏宁算科技集团有限公司

拉萨市设计院

西藏建设投资有限公司

西藏大学

西藏日出东方阿康清洁能源有限公司

四川省建设科技协会

四川省建筑科学研究院有限公司

阿里象雄建筑勘察规划设计有限公司

上海交通大学

主要起草人：	曾 宇	王登甲	傅治国	赵一楠
	裴智超	姜运豪	陶昌军	刘 煜
	高庆龙	丁 勇	朱 超	多庆巴珠
	蒋长春	朱旭明	管育才	赖裕强
	侯 文	索朗白姆	李存明	周伦平
	吴晓海	焦青太	李 强	魏婷婷
	杨晓娇	熊伟成	兰 丽	孙弘历
主要审查人：	曾 捷	扎西央宗	马卫东	万水娥
	朱文革			

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	4
4 建筑方案.....	6
4.1 场地设计.....	6
4.2 形体设计.....	6
4.3 空间设计.....	7
5 围护结构.....	10
5.1 热工设计.....	10
5.2 保温构造.....	16
5.3 热工性能权衡判断.....	18
6 被动式太阳能利用.....	20
6.1 一般规定.....	20
6.2 直接受益窗.....	21
6.3 集热蓄热墙.....	22
6.4 附加阳光间.....	23
6.5 对流环路式采暖技术.....	23
7 设备系统.....	24
7.1 给排水.....	24
7.2 暖通空调.....	24
7.3 电气.....	28
8 可再生能源利用.....	31
8.1 一般规定.....	31
8.2 太阳能光热.....	31
8.3 太阳能光电.....	32
8.4 空气能.....	33
8.5 地热能.....	33
8.6 生物质能.....	35

9 节能改造.....	37
9.1 一般规定.....	37
9.2 改造前评估.....	37
9.3 节能改造方案.....	40
9.4 围护结构节能改造.....	41
9.5 采暖通风空调节能改造.....	43
9.6 配电与照明系统改造.....	45
10 施工.....	47
10.1 一般规定.....	47
10.2 墙体.....	47
10.3 建筑幕墙.....	48
10.4 门窗.....	49
10.5 屋面.....	49
10.6 地面.....	50
10.7 供暖.....	50
10.8 通风与空调.....	51
10.9 太阳能光热系统.....	52
10.10 太阳能光伏系统.....	52
10.11 地源热泵系统.....	53
10.12 配电与照明.....	54
10.13 西藏特色施工工艺.....	54
10.14 验收.....	55
附录 A 热当量体形系数计算方法.....	59
附录 B 外墙平均传热系数计算方法.....	60
附录 C 差异化保温计算方法.....	62
附录 D 建筑直流储能系统方案比选.....	63
附录 E 建筑节能工程质量验收记录表.....	67
附录 F 建筑节能分部工程质量控制资料核查记录表.....	69
本标准用词说明.....	71

引用标准名录..... 72

附：条文说明..... 74

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Basic Requirement	4
4 Architecture Scheme	6
4.1 Site Design	6
4.2 Form Design.....	6
4.3 Space Design.....	7
5 Enclosure structure.....	10
5.1 Thermal Design.....	10
5.2 Thermal Insulation	16
5.3 Thermal Performance Trade-off.....	18
6 Passive Solar Utilization	20
6.1 General Requirement	20
6.2 Direct Gain Window	21
6.3 Solar Thermal Storage Wall	22
6.4 Sunspace Attached Room	23
6.5 Convective Loop	23
7 Equipment System	24
7.1 Water Supply and Sewerage.....	24
7.2 Heating and Ventilation.....	24
7.3 Electric	28
8 Renewable Energy Utilization	31
8.1 General Requirement	31
8.2 Solar Thermal.....	31
8.3 Solar Photovoltaic	32
8.4 Air Energy	33
8.5 Geothermal Energy	33
8.6 Biomass Energy	35

9 Energy Efficiency Retrofitting	37
9.1 General Requirement	37
9.2 Assessment Before Retrofitting	37
9.3 Energy Efficiency Retrofitting Scheme	40
9.4 Building Envelope Retrofitting	41
9.5 Heating and Ventilation Retrofitting	43
9.6 Power Distribution and Lighting Retrofitting	45
10 Construction	46
10.1 General Requirement	46
10.2 Wall	46
10.3 Curtain Wall	48
10.4 Door and Window	48
10.5 Roof	49
10.6 Ground	49
10.7 Heating	50
10.8 Ventilation and Air Conditioning	50
10.9 Solar Thermal System	51
10.10 Solar Photovoltaic System	52
10.11 Ground-source Heat Pump System	52
10.12 Power Distribution and Lighting	53
10.13 Characteristic Construction Technology	53
10.14 Acceptance	55
Appendix A Calculation Method for Thermal Equivalent Shape Coefficient	59
Appendix B Calculation Method for Average Heat Transfer Coefficient of Exterior Wall	60
Appendix C Calculation Method for Differential Insulation	62
Appendix D DC Energy Storage System Schemes Comparison	63
Appendix E Recording Table for Acceptance of Energy Efficient Project Quality	68
Appendix F Recording Table for Acceptance of Branches of Energy Efficient Project Quality	70
Explanation of Wording in This Standard	72

List of Quoted Standards.....73

Addition:Explanation of Provisions.....75

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家和西藏自治区关于建筑节能的政策、法规和标准，提高建筑节能设计水平，加强民用建筑节能工程的管理，保证工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于西藏自治区新建、改建、扩建以及既有建筑节能改造的民用建筑的节能设计、施工和验收。以下情况的建筑应按下列原则确定本标准对其的适用条件：

1 集体宿舍、托儿所、幼儿园、公寓按居住建筑进行节能设计；

2 使用年限在 5 年以下的临时建筑可不强制执行本标准；

3 工厂区内独立的办公建筑、生活配套建筑等应执行本标准公共建筑的规定；

4 附建在工业厂房的办公用房等非工业部分，其面积占整个建筑面积的比例大于等于 30%，或面积大于等于 1000m²，非工业部分应执行本标准公共建筑的规定；

5 公共建筑中的居住部分，其面积占整个建筑面积的比例不小于 10%，且面积不小于 1000 m²，居住部分应执行本标准居住建筑的规定，公共部分应执行本标准公共建筑的规定；

6 用于企业研发和软件开发等的建筑物应执行本标准公共建筑的规定；

7 不设置供暖空调设施的建筑，应执行本标准除第 5 章和第 7 章 7.2 节之外的各项规定；只有局部房间供暖或空调时，供暖或空调房间所在的局部区域应全部执行本标准公共建筑的规定；

8 以下建筑，应执行本标准除第 5 章关于建筑节能和建筑热工设计的规定之外对公共建筑的规定：1) 独立建造的变（配）电站、锅炉房、制冷站、泵站等动力站房；2) 电子信息系统机房；

9 新建民用建筑不执行本标准第 9 章的规定。

1.0.3 民用建筑节能应遵循因地制宜、被动优先、主动优化的原则，选择适宜的技术和材料，改善围护结构保温隔热性能，提高建筑设备及系统的能源利用效率，充分利用可再生能源，降低建筑能耗。

1.0.4 民用建筑节能除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和西藏自治区现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 外围护结构 exterior-protected construction

包围建筑物周围的与室外空气相接触的围挡物，如外墙、屋顶、外门窗等。

2.0.2 体形系数 shape factor

建筑物与室外大气接触的外表面面积与其所包围的体积的比值

2.0.3 传热系数 heat transfer coefficient

在稳态条件下，围护结构两侧空气为单位温差时，单位时间内通过单位面积传递的热量。

2.0.4 窗墙面积比 window to wall ratio

居住建筑按照开间计算，为窗户洞口面积与房间立面单元面积(即建筑层高与开间定位线围成的面积)之比；公共建筑按照单一立面朝向计算，为建筑某一个立面的窗户洞口面积与该立面总面积之比，同一朝向不同立面不能合在一起计算。

2.0.5 外墙外保温系统 external thermal insulation system

由保温层、保护层和固定材料（胶粘剂、锚固件等）构成并适用于安装在外墙外表面的非承重保温构造总称。

2.0.6 建筑幕墙 curtain wall for building

由面板与支承结构体系（支承装置与支承结构）组成的、可相对主体结构有一定位移能力或自身有一定变形能力、不承担主体结构所受作用的建筑外围护墙。

2.0.7 被动式太阳能利用 application of passive solar energy

不借助机械装置，冬季直接利用太阳能进行采暖、夏季采用遮阳散热的技术。

2.0.8 直接受益窗 direct gain window

太阳辐射直接通过玻璃或其他透光材料进入需采暖房间的窗户。

2.0.9 集热蓄热墙 solar thermal storage wall

将建筑南向墙体设置为吸热蓄热能力较强的材质，并在其上设置上、下通风口，同时在南向墙体外表面一定距离处利用玻璃或其他透光材料覆盖墙体。

南向墙体吸收穿过玻璃或其他透光材料的太阳辐射热后，可通过传导、辐射及对流的方式将热量送到室内。

2.0.10 附加阳光间 sunspace attached room

在建筑的南侧采用玻璃等透光材料建造的封闭空间，该空间既可以对房间进行采暖，又可以作为一个缓冲区，减少房间的热损失。

2.0.11 对流环路式采暖 convective loop

在建筑南墙或屋面设置太阳能空气集热蓄热墙或空气集热蓄热器，利用墙体上设置的通风口或输配管路进行循环，可直接向室内供暖、也可结合空心楼板或墙体进行蓄热的采暖技术。

2.0.12 热当量体形系数 thermal equivalent shape coefficient

在高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区和高海拔 D 区，考虑朝向布局对建筑热环境的影响及冬季各朝向的得失热差异，对各朝向表面积进行修正计算得到的体形系数，也称之为热当量体形系数。

2.0.13 围护结构热工性能权衡判断 building envelope thermal performance trade-off

当建筑设计不能完全满足围护结构热工设计规定指标要求时，计算并比较参照建筑和设计建筑的全年供暖和空气调节能耗（高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区和高海拔 D 区居住建筑只比较全年供暖能耗），判定围护结构的总体热工性能是否符合节能设计要求的方法，简称权衡判断。

2.0.14 主动式太阳能供暖 active solar heating

使用机械设备等装置吸收、续存太阳能，并在需要时向房间提供热量的供暖方式。

2.0.15 直流微储能装置 DC micro-energy storage device

用于 30kW 以内离网建筑光伏系统中的免维护、长寿命直流化学电池储能装置。离网建筑光伏系统光伏电源与用电负荷之间的直流微储能装置，采用 12、24、48VDC 等标准储能电池模块组合，与 LED 照明、PoE 交换机、UPS、EPS、逆变电源及终端用电设备匹配，减少降压硅链损耗，可实现建筑光伏发电的就近、稳定、高效消纳，并可通过数据通信总线实现建筑光储微网系统的智慧管理。

3 基本规定

3.0.1 民用建筑节能应根据场地资源、气候条件和项目特点，按照因地制宜的原则，因势利导地利用各类环境因素，优化建筑体形、布局、空间尺度、围护结构，降低能源消耗，并为可再生能源利用创造条件。建设项目可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告。施工图设计文件应明确建筑节能措施及可再生能源利用系统运营管理的技术要求。

3.0.2 依据西藏自治区各地累年最冷月、最热月平均干球温度、供暖度日数 HDD18 及空调度日数 CDD26 等指标，西藏自治区民用建筑热工设计气候分区应按表 3.0.2 确定。

表 3.0.2 西藏自治区民用建筑热工设计气候分区

气候分区	一级分区指标		二级分区指标		典型市、县
	最冷月平均干球温度 ($T_{\min\cdot m}$)	最热月平均干球温度 ($T_{\max\cdot m}$)	采暖度日数 HDD18 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)	空调度日数 CDD26 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)	
高海拔 A 区	$T_{\min\cdot m} < -10^{\circ}\text{C}$	—	$6000 \leq \text{HDD18}$	—	革吉县、措勤县、安多县、聂荣县、色尼、尼玛县、班戈县、噶尔县、日土县、双湖县、改则县、嘉黎县
高海拔 B 区	$-10^{\circ}\text{C} \leq T_{\min\cdot m} < -4^{\circ}\text{C}$	—	$4500 \leq \text{HDD18} < 6000$	—	当雄县、仲巴县、札达县、萨嘎县、索县、巴青县、申扎县、岗巴县、比如县、普兰县、浪卡子县、错那县、定日县、类乌齐县、康马县、定结县、丁青县、芒康县、措美县、林周县、左贡县、吉隆县、洛扎县、边坝县、昂仁县、萨迦县、江孜县
高海拔 C 区	$-4^{\circ}\text{C} \leq T_{\min\cdot m} \leq 0^{\circ}\text{C}$	—	$3500 \leq \text{HDD18} < 4500$	—	拉萨、洛隆县、贡觉县、隆子县、聂拉木县、南木林县、琼结县、江达县、曲松县、白朗县、仁布县、工布江达县、拉孜县、谢通门县、桑珠孜区、墨竹工卡县、尼木县、曲水县、八宿县、扎囊县、贡嘎县、卡若、达孜、察雅县、堆龙德庆
高海拔 D 区	$0^{\circ}\text{C} < T_{\min\cdot m} \leq 3^{\circ}\text{C}$	—	$2000 \leq \text{HDD18} < 3500$	—	米林县、桑日县、乃东区、巴宜区、加查县、朗县、亚东县

高海拔 E 区	$3^{\circ}\text{C} < T_{\min\cdot m} \leq 8^{\circ}\text{C}$	$T_{\max\cdot m} < 22^{\circ}\text{C}$	$1000 \leq \text{HD}$ $\text{D18} < 2000$	—	波密县、察隅
高海拔 F 区	$8^{\circ}\text{C} < T_{\min\cdot m}$	$T_{\max\cdot m} \geq 22^{\circ}\text{C}$	——	$\text{CDD26} \geq 50$	墨脱

注：可以参照气候分区图以及海拔修正确定气候区属。

3.0.3 新建、改建和扩建民用建筑应对所在区域的自然资源、气候特征和建筑用能需求进行调查和评估，结合已有的市政设施、能源，基于经济、技术综合分析，确定合理的利用方式，优先考虑使用太阳能、地热能、生物质能等可再生能源，新建建筑应安装太阳能系统。

3.0.4 应结合西藏自治区各地区的太阳辐射资源、室外气候条件等气候特征以及当地施工技术水平、建筑功能性质、房间使用需求等要素，选择适宜的被动式太阳能利用技术。

3.0.5 建筑供暖应优先考虑被动式太阳能利用技术对室内热环境的调节改善效果，并以其他主动式供暖进行补充，形成主被动组合式的供暖方式。

3.0.6 新建项目的可再生能源利用设施应与主体工程一体化设计，改造项目增加可再生能源设施不得降低原有防水性能，并应对结构荷载进行复核，安装太阳能系统不得降低相邻建筑的日照标准。

3.0.7 既有建筑节能改造前，应先进行改造前评估，并根据改造前评估的结果，制定全面的或部分的节能改造方案，从技术可靠性、可操作性和经济实用等方面进行综合分析，选取合理可行的节能改造方案和技术措施。

3.0.8 建筑节能工程施工前，施工单位应编制建筑节能工程专项施工方案。施工单位应对从事建筑节能工程施工作业的人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

3.0.9 当工程设计变更时，建筑节能性能不得降低。

3.0.10 建筑节能材料必须符合国家现行标准的有关规定，应具有有效的产品合格证书和性能检测报告，严禁使用国家和地方明令禁止与淘汰的材料和设备。

4 建筑方案

4.1 场地设计

4.1.1 建筑布局、朝向应有利于获得良好日照。建筑主要朝向宜根据当地气候及实际场地条件，进行日照模拟分析，在不降低周边建既有筑日照标准前提下，确定最优布局和朝向。

4.1.2 建筑场地的风环境的组织应根据当地气候条件、地形条件充分研究地形风、山谷风，小气候，避免风速过大，保证舒适的室外空间和建筑具有良好的自然通风条件，防止不良小气候产生。建筑布局宜避开冬季不利风向，设置防风墙、防风林带、微地形等挡风措施阻隔冬季寒风。

4.1.3 种植设计应根据植物的生态习性，提高绿化系统的遮阴、防风功能，优化改善场地光环境、热环境等，通过植物自身的特征营造宜人的场地微气候，提高绿化系统的夏季遮阳和冬季防风功能，避免因绿化种植遮挡建筑冬季日照，建筑南向的高大乔木宜为落叶乔木。

4.2 形体设计

4.2.1 建筑形体设计宜规整紧凑、造型简约，避免过多的凹凸变化。

4.2.2 建筑的体形系数应符合表 4.2.2-1 及 4.2.2-2 的规定。高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区和高海拔 D 区建筑采用热当量体形系数代替体形系数指标,热当量体形系数的计算应符合本标准附录 A 的规定。

表 4.2.2-1 居住建筑体形系数限值

热工区划	建筑层数	
	≤3层	>3层
高海拔 A 区、高海拔 B 区	≤0.55	≤0.30
高海拔 C 区、高海拔 D 区	≤0.57	≤0.33
高海拔 E 区	≤0.60	≤0.45

表 4.2.2-2 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区
公共建筑体形系数限值

独栋建筑面积 A (m ²)	建筑体形系数
300<A≤800	≤0.50

$A > 800$	≤ 0.40
-----------	-------------

4.2.3 建筑形体设计应避免冬季寒风的不利影响，同时有利于夏季自然通风。

4.2.4 建筑形体设计应为冬季日照辐射获取和全年太阳能利用创造良好条件，并应符合下列规定：

- 1 宜采用东西轴较长、南北轴较短的平面及形体布局；
- 2 宜加大南向日照辐射得热面积、减少北向失热面积；
- 3 对于多层平屋顶建筑，屋面面积占建筑总外表面积的百分比不宜小于 5%；
- 4 对于坡屋顶建筑，在全年日照获取最佳朝向范围内的坡屋面，在水平面上的投影面积占建筑总外表面积的百分比不宜小于 5%；
- 5 建筑立面太阳辐射利用最佳朝向方向的投影面积，占建筑总外表面积的百分比不宜小于 40%。

4.2.5 建筑形体设计应避免对相邻建筑和活动场地的日照获取产生不利影响。

4.2.6 建筑形体设计应避免因自遮挡产生较多的日照阴影区。

4.3 空间设计

4.3.1 建筑设计应对平面功能进行合理分区，宜根据不同性质空间，采取不同节能策略，对人员长期停留的、热舒适度要求高的房间宜布置在南侧，附属用房、设备用房及交通空间宜布置在北侧，并应符合下列规定：

- 1 办公室、卧室、起居室、教室、宿舍、病房等人员长期停留、对热舒适度较高的房间宜布置在南侧；
- 2 走道、电梯、卫生间、库房、设备房等人员短期停留、对热舒适度较低房间宜布置在北侧。

4.3.2 建筑的特殊空间宜采取相应的节能策略,并宜符合下列规定：

- 1 顶部无遮挡房间可设置成阳光间，利用自然条件进行通风、采光和集热；
- 2 宜采用中庭、采光天井等方式加强天然采光、自然通风和集热；
- 3 进深较大的室内空间宜采取合理措施引入室外光线；
- 4 公共建筑中除有特殊私密性或光线要求的区域,隔墙宜采用透光材料与可调百叶的组合墙体形式，避免内区大范围出现暗房间。

4.3.3 建筑中庭应符合下列要求：

1 中庭高度和进深宜控制在 3:1 以内；

2 集热面积宜进行建筑热工设计计算，合理确定透光玻璃的选型，并进行有效的夜间保温措施；

3 宜组织好中庭内热空气与室内的循环，中庭与供暖房间之间的公共墙上的开孔率宜大于 20%，并设置启闭开关；

4 宜考虑夏季中庭的遮阳和通风设计，防止夏季过热，可在适宜季节利用烟囱效应，确定合理的开窗面积引导热压通风；

5 中庭宜充分利用自然通风降温，并可设置机械排风装置加强自然补风。

4.3.4 高海拔 A 区、高海拔 B 区建筑的主要出入口应设置防寒门斗，或采取其他防寒措施；高海拔 C 区、高海拔 D 区建筑面向冬季主导风向的主要出入口应设置防寒门斗、双层外门或旋转门，其他外门应采取减少冷风渗透的措施，宜设置防寒门斗；建筑的出入口应采取保温隔热措施。

4.3.5 联通主要使用空间的走道、过厅、中庭、天井宜采用天然采光、自然通风和被动式集热措施。

4.3.6 电梯厅和楼梯间宜有天然采光、自然通风。

4.3.7 建筑空间设计应兼顾建筑节能需求，选择适宜的布局、开间和层高，并应符合下列规定：

1 应避免不必要的高大空间；

2 房间的进深与开间比不宜超过 2:1；

3 居住建筑进深不宜大于 14m，公建进深较大时宜考虑设置中庭等措施实现天然采光、自然通风和集热。

4.3.8 建筑南向采光房间的进深不宜大于窗上口至地面距离的 2 倍，双侧采光房间的进深不宜大于窗上口至地面距离的 4 倍。

4.3.9 建筑的平面空间组织布局、剖面设计和门窗设置，应有利于组织室内自然通风，宜对建筑室内风环境进行计算机模拟，优化自然通风系统，可综合利用风压通风、热压通风及机械辅助通风等措施加强室内自然通风，并应符合下列规定：

1 建筑平面宜采取有利于形成夏季通风的布局；

2 居住建筑主要居住空间和公共建筑的大空间宜布置在夏季主导风向的上风

向；

3 居住建筑的厨房和卫生间以及公共建筑的小空间宜设置在夏季主导风向的下风向；

4 宜采用导风墙、捕风窗、拔风井、太阳能拔风道等诱导气流的措施。

4.3.10 地下空间宜采用天然采光、自然通风，并宜符合下列规定：

1 设计宜采用可直接采光通风的半地下室；

2 地下室宜局部设置下沉式庭院；

3 地下室宜设置窗井、带诱导通风的采光通风井等；

4 地下室可设置光导管。

5 围护结构

5.1 热工设计

5.1.1 西藏自治区太阳辐射强、日较差大，建筑外围护结构应采用蓄热能力较强的重质材料。

5.1.2 建筑外墙与屋面连接处、外窗（门）洞口室外部分的侧墙面等热桥部位应进行强化保温处理。

5.1.3 地下室外墙应根据地下室不同用途，采取合理的保温防潮措施。

5.1.4 封闭式阳台的保温设计应符合下列规定：

1 阳台和直接连通的房间之间应设置隔墙和门、窗；

2 当阳台和直接连通的房间之间不设置隔墙和门、窗时，应将阳台作为所连通房间的一部分。阳台与室外空气接触的外围护结构的热工性能应符合本标准第 5.1.9-5.1.13 条的规定，居住建筑阳台的窗墙面积比应符合本标准第 5.1.8 条的规定；

3 当阳台和直接连通的房间之间设置隔墙和门、窗，且所设隔墙、门、窗的热工性能符合本标准第 5.1.9-5.1.13 的规定，同时居住建筑窗墙面积比满足本标准第 5.1.8 条要求时，可不对阳台外表面作特殊热工要求；

4 当阳台和直接连通的房间之间设置隔墙和门、窗，且所设隔墙、门、窗的热工性能不符合本标准规定时，阳台与室外空气接触的墙板、顶板、地板和阳台外窗的传热系数不应大于本标准中所列限值的 120%，居住建筑阳台和直接连通房间隔墙的窗墙面积比不应超过第 5.1.8 条的限值要求。当阳台的面宽小于直接连通房间的开间宽度时，可按房间的开间计算隔墙的窗墙面积比。

5.1.5 墙体、屋顶外饰面层、外窗、外门及其配件宜优先选择防紫外线和抗老化能力强的材质。

5.1.6 高海拔 A 区、高海拔 B 区的建筑除南向外的其它朝向不应设置凸窗；高海拔 C 区、高海拔 D 区北向的卧室、起居室等不应设置凸窗，其他房间不宜设置凸窗。

5.1.7 居住建筑的东、西、北向窗墙面积比应符合表 5.1.7 的规定；在满足建筑结构安全性要求的前提下，高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区居住建筑的南向窗墙面积比宜符合第 6.2.1 条直接受益窗的规定。

表 5.1.7 各气候区居住建筑窗墙面积比限值

气候分区	朝向		
	东	西	北
高海拔 A 区、高海拔 B 区	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25
高海拔 C 区、高海拔 D 区	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.30
高海拔 E 区	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.40
高海拔 F 区	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.40

5.1.8 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区、高海拔 E 区、高海拔 F 区的居住建筑的围护结构热工性能限值应符合表 5.1.8-5.2.11 的规定，外墙和屋面的平均传热系数的计算应符合本标准附录 B 的规定。

表 5.1.8-1 高海拔 A 区（B 区）居住建筑围护结构热工性能参数限值

围护结构部位 1	传热系数 K [W/(m ² •K)]		
	≤3 层建筑	4-6 层建筑	≥7 层建筑
屋面	≤ 0.25 (0.30)	≤ 0.30 (0.35)	≤ 0.35 (0.37)
外墙	≤ 0.30 (0.35)	≤ 0.35 (0.40)	≤ 0.40 (0.45)
架空或外挑楼板	≤ 0.30 (0.35)	≤ 0.35 (0.40)	≤ 0.40 (0.45)
非供暖地下室顶板 (上部为供暖房间时)	≤ 0.40 (0.45)	≤ 0.40 (0.45)	≤ 0.40 (0.45)
供暖空间与非供暖空间的隔墙、楼板	≤ 1.20 (1.50)	≤ 1.20 (1.50)	≤ 1.20 (1.50)
分隔供暖与非供暖空间的户门	≤ 1.50	≤ 1.50	≤ 1.50
围护结构部位 2	保温材料层热阻 R (m ² •K)/W		
周边地面	≥ 1.20	≥ 1.20	≥ 1.20
地下室外墙(与土壤接触的外墙)	≥ 1.10	≥ 1.15	≥ 1.15

注:1.表中括号外是 A 区的数据，括号内是 B 区的数据。

2.周边地面和地下室外墙的保温材料层不包括土壤和其他构造层。

3.外墙（含地下室外墙）保温层应深入室外地坪以下，并超过当地冻土层的深度。

表 5.1.8-2 高海拔 C 区、高海拔 D 区居住建筑围护结构热工性能参数限值

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² •K)]
--------	--------------------------------

	≤3 层建筑	4-6 层建筑	≥7 层建筑
屋面	≤0.35	≤0.40	≤0.45
外墙	≤0.45	≤0.50	≤0.55
架空或外挑楼板	≤0.45	≤0.50	≤0.55
非供暖地下室顶板 (上部为供暖房间时)	≤0.50	≤0.50	≤0.50
供暖空间与非供暖空间的隔墙、楼板	≤1.50	≤1.50	≤1.50
分隔供暖与非供暖空间的户门	≤2.00	≤2.00	≤2.00
围护结构部位	保温材料层热阻 R [(m ² •K)/ W]		
周边地面	≥1.10	≥1.10	≥1.10
地下室外墙(与土壤接触的外墙)	≥1.00	≥1.00	≥1.00

注：1.周边地面和地下室外墙的保温材料层不包括土壤和其他构造层。

2.外墙（含地下室外墙）保温层应深入室外地坪以下，并超过当地冻土层的深度。

表 5.1.8-3 高海拔 E 区居住建筑围护结构热工性能参数限值

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² •K)]	
	热惰性指标 D≤2.5	热惰性指标 D>2.5
屋面	≤0.40	≤0.40
外墙	≤0.60	≤1.00
地面接触室外空气的架空或外挑楼板	≤1.00	
分户墙、楼梯间隔墙、外走廊隔墙	≤1.50	
楼板	≤1.80	
户门	≤2.00	

注：1.周边地面和地下室外墙的保温材料层不包括土壤和其他构造层。

2.外墙（含地下室外墙）保温层应深入室外地坪以下，并超过当地冻土层的深度。

表 5.1.8-4 高海拔 F 区居住建筑围护结构热工性能参数限值

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² •K)]	
	热惰性指标 D≤2.5	热惰性指标 D>2.5
屋面	≤0.40	≤0.40
外墙	≤0.70	≤1.50

注：1.周边地面和地下室外墙的保温材料层不包括土壤和其他构造层。

2.外墙（含地下室外墙）保温层应深入室外地坪以下，并超过当地冻土层的深度。

5.1.9 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区、高海拔 E 区、高海拔 F 区公共建筑的围护结构热工性能限值应符合表 5.1.9-1~5.1.9-4 的规定。

表 5.1.9-1 高海拔 A 区、高海拔 B 区公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位		体形系数 ≤ 0.30	0.30<体形系数 ≤ 0.50
		传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	
屋面		≤ 0.35	≤ 0.28
外墙（包括非透光幕墙）		≤ 0.43	≤ 0.38
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 0.43	≤ 0.38
地下车库与供暖房间之间的楼板		≤ 0.70	≤ 0.70
非供暖楼梯间与供暖房间之间的内隔墙		≤ 1.5	≤ 1.5
单一立面外窗 （包括透光幕墙）	窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 2.9	≤ 2.7
	0.20<窗墙面积比 ≤ 0.30	≤ 2.6	≤ 2.4
	0.30<窗墙面积比 ≤ 0.40	≤ 2.3	≤ 2.1
	0.40<窗墙面积比 ≤ 0.50	≤ 2.0	≤ 1.7
	0.50<窗墙面积比 ≤ 0.60	≤ 1.7	≤ 1.5
	0.60<窗墙面积比 ≤ 0.70	≤ 1.7	≤ 1.5
	0.70<窗墙面积比 ≤ 0.80	≤ 1.5	≤ 1.4
	窗墙面积比 > 0.80	≤ 1.4	≤ 1.3
屋顶透光部分(屋顶透光部分面积 $\leq 20\%$)		≤ 2.3	
围护结构部位		保温材料层热阻 $R[(m^2 \cdot K)/W]$	
周边地面		≥ 1.1	
供暖地下室与土壤接触的外墙		≥ 1.1	
变形缝（两侧墙内保温时）		≥ 1.2	

表 5.1.9-2 高海拔 C 区、高海拔 D 区公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位	体形系数 ≤ 0.30		0.30<体形系数 ≤ 0.50	
	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得热系数 SHGC(东、南、西向/北向)	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得热系数 SHGC(东、南、西向/北向)
屋面	≤ 0.45	——	≤ 0.40	——
外墙（包括非透光幕墙）	≤ 0.50	——	≤ 0.45	——
底面接触室外空气的架空或外挑楼板	≤ 0.50	——	≤ 0.45	——

地下车库与供暖房间之间的楼板		≤ 1.0	——	≤ 1.0	——
非供暖楼梯间与供暖房间之间的内隔墙		≤ 1.5	——	≤ 1.5	——
单一立面 外窗 (包括透光幕墙)	窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 3.0	——	≤ 2.8	——
	$0.20 < \text{窗墙面积比} \leq 0.30$	≤ 2.7	$\leq 0.52/-$	≤ 2.5	$\leq 0.52/-$
	$0.30 < \text{窗墙面积比} \leq 0.40$	≤ 2.4	$\leq 0.48/-$	≤ 2.2	$\leq 0.48/-$
	$0.40 < \text{窗墙面积比} \leq 0.50$	≤ 2.2	$\leq 0.43/-$	≤ 1.9	$\leq 0.43/-$
	$0.50 < \text{窗墙面积比} \leq 0.60$	≤ 2.0	$\leq 0.40/-$	≤ 1.7	$\leq 0.40/-$
	$0.60 < \text{窗墙面积比} \leq 0.70$	≤ 1.9	$\leq 0.30/0.60$	≤ 1.7	$\leq 0.30/0.60$
	$0.70 < \text{窗墙面积比} \leq 0.80$	≤ 1.6	$\leq 0.30/0.52$	≤ 1.5	$\leq 0.30/0.52$
	窗墙面积比 > 0.80	≤ 1.5	$\leq 0.30/0.52$	≤ 1.4	$\leq 0.30/0.52$
屋顶透光部分(屋顶透光部分面积 $\leq 20\%$)		≤ 2.4	≤ 0.44	≤ 2.4	≤ 0.35
围护结构部位		保温材料层热阻 $R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$			
周边地面		≥ 0.60			
供暖、空调地下室外墙(与土壤接触的墙)		≥ 0.60			
变形缝(两侧墙内保温时)		≥ 0.90			

表 5.1.9-3 高海拔 E 区公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位		传热系数 $\text{kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	太阳得热系数 SHGC (东、南、西向/北向)
屋顶	围护结构热惰性指标 $D \leq 2.5$	≤ 0.50	-
	围护结构热惰性指标 $D > 2.5$	≤ 0.80	
外墙(包括非透光光伏幕墙)	围护结构热惰性指标 $D \leq 2.5$	≤ 0.80	-
	围护结构热惰性指标 $D > 2.5$	≤ 1.50	
单一立面外窗 (包括透光幕墙)	窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 5.2	-
	$0.20 < \text{窗墙面积比} \leq 0.30$	≤ 4.0	$\leq 0.44/0.48$
	$0.30 < \text{窗墙面积比} \leq 0.40$	≤ 3.0	$\leq 0.40/0.44$
	$0.40 < \text{窗墙面积比} \leq 0.50$	≤ 2.7	$\leq 0.35/0.40$
	$0.50 < \text{窗墙面积比} \leq 0.60$	≤ 2.5	$\leq 0.35/0.40$
	$0.60 < \text{窗墙面积比} \leq 0.70$	≤ 2.5	$\leq 0.30/0.35$
	$0.70 < \text{窗墙面积比} \leq 0.80$	≤ 2.5	$\leq 0.26/0.35$
	窗墙面积比 > 0.80	≤ 2.0	$\leq 0.24/0.30$
屋顶透光部分(屋顶透光部分面积 $\leq 20\%$)		≤ 3.0	≤ 0.30

表 5.1.9-4 高海拔 F 区公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位		传热系数 kW/(m ² ·K)	太阳的热系数 SHGC (东、南、西向/北向)
屋顶	围护结构热惰性指标 D≤2.5	≤0.50	-
	围护结构热惰性指标 D>2.5	≤0.80	
外墙(包括非透光光伏幕墙)	围护结构热惰性指标 D≤2.5	≤0.80	-
	围护结构热惰性指标 D>2.5	≤1.50	
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤1.50	-
单一立面外窗 (包括透光幕墙)	窗墙面积比≤0.20	≤5.2	≤0.52/-
	0.20<窗墙面积比≤0.30	≤4.0	≤0.44/0.52
	0.30<窗墙面积比≤0.40	≤3.0	≤0.35/0.44
	0.40<窗墙面积比≤0.50	≤2.7	≤0.35/0.40
	0.50<窗墙面积比≤0.60	≤2.5	≤0.26/0.35
	0.60<窗墙面积比≤0.70	≤2.5	≤0.24/0.30
	0.70<窗墙面积比≤0.80	≤2.5	≤0.22/0.26
	窗墙面积比>0.80	≤2.0	≤0.18/0.26
屋顶透光部分(屋顶透光部分面积≤20%)		≤3.0	≤0.30

5.1.10 各气候区居住建筑的不同朝向外窗传热系数和太阳得热系数应符合表 5.1.10 的要求。

表 5.1.10 各气候区居住建筑不同朝向外窗传热系数和太阳得热系数

西藏气候分区	窗墙面积比 (含天窗)	外窗的传热系数限值 K W/(m ² ·K)		外窗太阳得热系数 SHGC	
		主要功能房间 (卧室、起居室等)	非主要功能房间 (厨房、卫生间、楼梯间、储藏室、阳台等)	南向	非南向/天窗
高海拔 A 区、高海拔 B 区	窗墙面积比≤0.3	2.2	3.2	≥0.55	-/≤0.50
	0.3<窗墙面积比≤0.5	1.8			
	窗墙面积比>0.5	1.6			
高海拔 C 区、高海拔 D 区	窗墙面积比≤0.3	2.4	3.5	≥0.50	≤0.55/ ≤0.45
	0.3<窗墙面积比≤0.5	2.0			
	窗墙面积比>0.5	1.8			
高海拔 E 区	窗墙面积比≤0.3	2.8	3.8	冬季 ≥0.50	-/夏季 ≤0.30; 冬季 ≥0.50
	0.3<窗墙面积比≤0.5	2.5			
	窗墙面积比>0.5	-			
高海拔 F 区	窗墙面积比≤0.3	3.0	4.0	夏季 ≤0.30	夏季≤0.30/ 夏季≤0.20
	0.3<窗墙面积比≤0.5	2.5			
	窗墙面积比>0.5	-			

注：1.表中的“北”代表从北偏东 60°至北偏西 60°的范围;“东、西”代表从东或西偏北 30°(含)至偏南 60°(含)的范围;“南”代表从南偏东 30°至偏西 30°的范围。

2.凸窗、弧形窗及转角窗的面积按展开面积计算。

3.确定外窗的传热系数限值时，外窗的面积按每个房间外窗面积累加计算。

4.表中的遮阳系数系指外窗透明部分的遮阳系数：

有外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数×外遮阳的遮阳系数；

无外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数；

窗的遮阳系数=玻璃的遮阳系数×(1-窗框比)，PVC 塑钢窗或木窗窗框比可取 0.30，铝合金窗窗框比可取 0.20。

5.1.11 外窗与敞开的阳台门应具有良好的密闭性，居住建筑幕墙、外窗及敞开阳台的门在 10Pa 压差下，每小时每米缝隙的空气渗透量 q_1 不应大于 1.5m^3 ，每小时每平方米面积的空气渗透量 q_2 不应大于 4.5m^3 。

5.1.12 围护结构热工参数限值应符合第 5.1.7~5.1.12 条的限值要求；当不能满足时，应按本标准第 5.3 节规定的方法进行围护结构热工性能的权衡判断。

5.2 保温构造

5.2.1 墙体、屋面等外围护结构宜采用导热系数小的保温材料，与蓄热性能好、热惰性大的混凝土、钢筋混凝土、砌块等重质材料结合形成复合保温墙体构造。

5.2.2 对于连续使用且要求室温稳定的建筑应优先选用外保温或夹心保温构造形式；对间歇使用的建筑可采用外保温、夹心保温或内保温的构造形式。

5.2.3 建筑外墙保温设计应符合下列规定：

1 采用外墙保温复合板时，设计应符合现行行业标准《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T480 的规定；

2 外墙保温复合板面板应与连接件具有可靠的连接的构造；可采用面板直接穿透式、面板背面连接、面板侧面连接等方式；

3 采用外墙内保温时，其外墙内保温及系统构造应符合现行行业标准《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T 261 的规定。

5.2.4 EPS 保温模块粘贴系统设计应符合下列规定：

1 有空腔外墙粘贴系统适用于混凝土墙体和实心砌体墙体；有空腔薄抹灰外墙粘贴系统的胶剂与基层墙体的有效粘贴面积不小于模块面积 40%；

2 无空腔外墙粘贴系统适用于多孔砖、空心砌块、蒸压加气混凝土砌块墙体；无空腔薄抹灰外墙粘贴系统的胶粘剂与基层墙体有效粘贴面积不小于模块面积

90%;

3 除用于大型公共浴室的屋面保温层外，屋面保温模块下不应设隔气层；

4 屋面保温模块与基层屋面之间应为无空腔粘贴，在女儿墙的根部、天沟的转角处、通气孔的根部，应预留 10mm~15mm 缝隙，用不低于 B2 级的发泡保温材料封堵密实，且模块外侧应采用厚抹灰防护面层抹面；

5 当屋面为坡屋面时，应在模块上表面用屋面厚抹灰防护面层防护，在其上做防水层当屋面为非上人屋面时，应在找坡层上用厚度不小于 25mm 的 M10 水泥砂浆做找平层，用厚度不小于 5mm 的抹面胶浆做抗裂防护层，再在其上做防水层；当屋面为上人屋面时应在柔性防水层上抹 20mm 厚 M10 水泥砂浆做防护层，并在其上平铺一层网格间距为 50mm X50mm、网丝直径为 25mm 电焊网，然后浇筑强度等级不低于 C20、厚度不小于 40mm 的细石混凝土，表面抗裂分隔缝内宜用密封膏嵌塞。

5.2.5 宜采用耐久性良好的建筑保温与结构一体化技术，并应符合下列规定：

1 耐火极限及防火构造措施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定，抗裂性及防水性能应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的规定；

2 采用自保温砌块时，宜用 4~6mm 厚专用保温砂浆砌筑或在水平灰缝间加 80mm 宽聚苯条或岩棉条，空调室外机座板、现浇板带的窗口过梁、采用构造柱的芯柱宜单独设置保温层，自保温砌块中钢筋应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定进行耐久性选择；

3 采用钢丝网架复合板喷涂砂浆外墙保温体系时，喷涂砂浆防护层总厚度不应低于 30mm；穿过保温板部位的钢筋或者钢材应采用工程塑料热熔包覆；应隔层设置混凝土挑板，端部应设置隔热措施；

4 采用大模内置现浇混凝土保温板体系时，防护层厚度不应小于 50mm；穿过保温板部位的钢筋以及锚固盘应用工程塑料热熔包覆；层间应设置现浇钢筋混凝土挑板至防护构造层 4/5 处，端部应设置隔热措施。

5.2.6 宜对建筑不同朝向的外墙采用差异化保温构造设计，差异化保温的计算应符合本标准附录 C 的规定，并应符合下列规定：

1 当部分朝向外墙的传热系数不满足本标准 5.1 节的相关要求时，应提高其

它朝向外墙传热系数要求平衡整体保温节能水平；

2 应参照本标准第 5.3 节相关规定进行外墙热工性能的权衡判断，并采用平均传热系数计算法量化各朝向外墙保温层厚度。

5.2.7 建筑外门窗宜采用铝木复合门窗、铝塑复合门窗、钢塑复合门窗、断热铝合金门窗等保温性能较好的门窗。

5.2.8 有保温要求的门窗、玻璃幕墙、采光顶的透光部分可选用中空玻璃、Low-E 中空玻璃、充惰性气体 Low-E 中空玻璃、三玻两腔、真空玻璃或双层窗等，中空玻璃内部应设置干燥剂，可采用“暖边”中空玻璃间隔条提高保温性能。

5.2.9 玻璃幕墙应设计断热构造；在玻璃幕墙的非透光部分及其他板材幕墙的面板背后应设置保温材料。

5.2.10 门窗、幕墙、采光顶周边与墙体、屋面或其他围护结构连接处应采取保温、密封措施；门窗缝隙中可采用防潮型保温材料填塞并使用密封胶密封。

5.2.11 对于主要功能房间的外窗，当其有保温需求时，宜采用保温窗帘等动态保温措施。

5.2.12 采用非闭孔保温材料时，外表面应设保护层，宜设置防水透气膜，外表面保护层材料耐久性应满足西藏自治区气候条件的要求。

5.3 热工性能权衡判断

5.3.1 建筑围护结构热工性能的权衡判断应采用对比评定法。应按照本标准中的参数限值设置参照建筑，并将所设计建筑与参照建筑的建筑能耗指标进行对比，并符合下列要求：

1 当设计建筑建筑能耗指标不大于参照建筑时，应判定围护结构的热工性能符合本规范的要求；

2 当所设计建筑的建筑能耗指标大于参照建筑时,应采取优化措施后进行重新能耗计算，直至所设计建筑的建筑能耗指标不大于参照建筑。

5.3.2 建筑围护结构热工性能权衡判断应采用动态能耗模拟软件计算得到的建筑能耗指标为依据。

5.3.3 在进行权衡判断时，对于民用建筑供暖室内计算温度应取 18℃，供暖计算换气次数应取 0.5 次/h；按全天使用考虑时，还应考虑人员在室率的影响，人员在室率的设置可参照现行行业标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB

55015 取值，并可结合当地实际作息时间提前或延后设置人员在室率对应的时刻。

5.3.4 在进行权衡判断时，室外气象计算参数应按照现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 中的典型气象年取值。

5.3.5 围护结构材料的物理性能参数、空气间层热阻、保温材料导热系数的修正系数应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定取值。

5.3.6 当设计建筑的建筑能耗指标大于参照建筑时,宜采取下列优化措施：

1 当建筑体形系数每增大 1%，外围护结构热工性能限值宜降低 2%；

2 当非透光围护结构不满足本标准要求的热工性能限值时，可通过增加非透光围护结构的保温层厚度、将非透光围护结构的主要材料层替换为导热系数更小的材质、提高透光围护结构的热工性能等措施进行补偿；

3 当透光围护结构不满足本标准要求的热工性能限值时，可采用传热系数更小的透光围护结构构件、对透光围护结构构件采取保温与遮阳措施、提高非透光围护结构的热工性能等措施进行补偿。

6 被动式太阳能利用

6.1 一般规定

6.1.1 应结合西藏自治区各地区的太阳辐射资源、室外气候条件，以及建筑类型、房间使用功能等要素，选择适宜的被动式太阳能利用技术。

6.1.2 应优先考虑利用被动式太阳能技术来提升冬季室内热环境；在被动式太阳能利用技术难以满足室内热舒适需求的条件下，可利用主动式供暖系统进行补充，形成“被动优先、主动补充”的组合式供暖方式。

6.1.3 建筑设计应合理选择直接受益窗、集热蓄热墙、附加阳光间等被动式太阳能利用技术，可单独采用一种方式，也可根据实际情况同时采用两种或多种组合形式。

6.1.4 选择被动式太阳能利用技术应考虑房间的使用功能，昼间使用为主的房间宜优先选用直接受益窗、附加阳光间或对流环路式采暖技术；全天或夜间使用为主的房间宜优先选用附加阳光间或集热蓄热墙。

6.1.5 在采用大面积直接受益窗或附加阳光间时，应设置保温窗帘等动态保温措施，并保证其夜间处于关闭状态。

6.1.6 被动式太阳能利用应采取措施避免强烈的太阳辐射导致过热或眩光的装置，宜设置通风降温措施或可调遮阳设施。

6.1.7 被动式太阳能利用部件及其支撑构件应满足当地风、沙、雨、雪等特殊条件下的结构承载力要求。

6.1.8 被动式太阳能利用部件自身构件之间、部件与墙体的结合部位应做好密封和保温。

6.1.9 西藏自治区各地区适宜的被动式太阳能利用技术选用宜按表 6.1.9 确定。

表 6.1.9 被动式太阳能利用技术选用推荐表

被动式太阳能采暖气候分区		南向辐射温差比 ITR [W/(m ² ·K)]	最冷月南向垂直面平均总太阳辐射照度 Is(W/m ²)	典型地区	推荐使用的 单项或组合 采暖方式
最佳气候区	I 区	ITR>10	Is≥200	拉萨、林周、当雄、尼木、曲水、堆龙德庆、达孜、墨竹工卡、日喀则、南木林、江孜、定日、萨迦、拉孜、昂仁、谢通门、白朗、仁布、康马、定	集热蓄热墙式、附加阳光间式、直接受益式、对流环路式

				结、仲巴、亚东、吉隆、聂拉木、萨嘎、岗巴	
	II 区	ITR>10	Is<200	林芝、工布江达、米林、墨脱、波密、察隅、朗县、乃东、扎囊、贡嘎、桑日、琼结、曲松、措美、洛扎、加查、隆子、错那、浪卡子	集热蓄热墙式、附加阳光间式、对流环路式
适宜气候区	I 区	ITR≤10	Is≥150	那曲、嘉黎、比如、聂荣、安多、申扎、索县、班戈、巴青、尼玛、双湖	直接受益式、集热蓄热墙式、附加阳光间式
	II 区	ITR≤10	Is<150	普兰、礼达、噶尔、日土、革吉、改则、措勤、昌都、卡若、江达、贡觉、类乌齐、丁青、察雅、八宿、左贡、芒康、洛隆、边坝	集热蓄热墙式、附加阳光间式、直接受益式

6.2 直接受益窗

6.2.1 在满足建筑结构安全性要求的前提下，直接受益窗与南向墙的面积比选取宜按表 6.2.1 确定。

表 6.2.1 直接受益窗（南向）选用推荐表

气候分区	辐射分区	窗墙面积比	
		全天使用的建筑	昼间使用为主的建筑
高海拔 A 区、高海拔 B 区	I 区	≥0.50	≥0.60
	II 区	≥0.45	≥0.55
高海拔 C 区、高海拔 D 区	I 区	≥0.60	≥0.65
	II 区	≥0.55	≥0.60

6.2.2 直接受益窗的热工参数与构造做法应分别满足本标准第 5.1.7 条~第 5.1.11 条和第 5.2.8 条~第 5.2.12 条要求。

6.2.3 对直接受益窗设置夜间保温措施时，应至少采用一层棉质保温窗帘，有条件的情况下可采用棉帘、亚麻帘、纱帘等多层组合窗帘。对于单层窗，宜采用棉布+纱帘或亚麻+纱帘等组合窗帘，组合窗帘的附加热阻约为 0.35~0.40 m²·K/W。对于单框双玻窗和双层窗，至少应采用一层棉布帘，窗帘的附加热阻约为 0.20~0.25m²·K/W。

6.2.4 直接受益窗设置遮阳措施时应采用可调节遮阳，可采用可调节遮阳帘、遮阳百叶、遮阳板等。

6.2.5 在屋面或地下室顶板上设置天窗时，应进行雪荷载验算，并采取防渗透措施，且宜设置保温和遮阳措施。

6.3 集热蓄热墙

6.3.1 集热蓄热墙的墙体材料应因地制宜地选择蓄热能力强、吸湿性低、耐久性高、无毒无害、无污染的材料，墙体厚度应根据热工计算确定。集热蓄热墙材料与厚度选择宜按表 6.3.1 确定。

表 6.3.1 集热蓄热墙材料与厚度选择推荐表

材料名称	推荐厚度（mm）
块石	300~360
多孔砖	300~500
机制砖或页岩砖	300~500
土坯	200~300
加气混凝土砌块	300~500
普通烧结砖	240, 370
密实混凝土	300~400

6.3.2 集热蓄热墙的墙体外表面应符合下列规定：

1 墙体外表面宜设置吸热涂层，可在涂层内增设金属吸热板；

2 吸热涂层应选用附着力强、无毒、无味、不反光、不起皮、不脱落、耐候性强的材料；

3 吸热涂层宜为藏红色、黑色等深色，对太阳辐射的法向吸收率不宜小于 0.88。

6.3.3 集热蓄热墙应设置透光性好、自清洁能力强的玻璃盖板，玻璃盖板与墙面之间的空腔厚度宜在 50~150mm 内。

6.3.4 集热蓄热墙应将进、出风口的位置分别设置在墙体上部和下部；进、出风口面积宜各占集热墙总面积的 0.5%~1.0%；进出风口的中心距离不宜小于 2.1m，下部出风口底部距地不宜小于 0.2m。

6.3.5 应在集热蓄热墙的进、出风口处设置手动或电动的保温逆止风门，风门宜在日出后 2、3 小时后开启，日落前 1 小时关闭。

6.3.6 集热蓄热墙上部或两侧应设置夏季排风口，以防夏季室内过热，或将玻璃盖板设置为部分可开启式，或设置可活动的遮阳措施如薄草帘、遮阳网、遮阳百叶等。

6.4 附加阳光间

6.4.1 附加阳光间应设置在南向、南偏东或南偏西夹角不大于 30° 范围内的墙体上。

6.4.2 与附加阳光间结合的墙面、地面宜选择颜色较深、吸收率较高的材质。

6.4.3 附加阳光间与采暖房间之间的公共墙上的开窗位置应有利于空气热循环，并便于开启和严密关闭，开孔率宜大于 15%。

6.4.4 附加阳光间的透明围护结构透过率不宜小于 0.7，传热系数不宜大于 $3.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

6.4.5 附加阳光间应设置对外可开启的门或窗作为夏季通风降温措施的排风口。

6.4.6 附加阳光间应设置遮阳措施，可采用在顶部透光围护结构上覆盖草帘、遮阳网，在南向透光围护结构上设置遮阳帘等方式。

6.4.7 附加阳光间内的地面或墙面可采用蓄热地面或墙面，蓄热地面或墙面宜采用当地常见的卵石、碎石等材料，并尽可能保证蓄热地面或墙面直接接受阳光照射。

6.5 对流环路式采暖技术

6.5.1 昼间使用为主的建筑宜采用空气集热器向房间直接供暖；全天使用为主的建筑可采用空气集热器结合蓄热墙体或蓄热楼板等向房间供暖；直接送风时送风温度不应高于 50°C ，通过墙体、空心楼板送风时送风温度不应高于 70°C 。

6.5.2 对流环路式采暖技术结合蓄热墙体或蓄热楼板使用时，蓄热墙体或蓄热楼板应选用重质材料，在有条件的情况下可结合低成本的相变材料。

6.5.3 对流环路式采暖系统应保证密封性良好，减少系统的漏风量，降低系统热损失。

6.5.4 当采用对流环路式采暖技术结合蓄热墙体或蓄热楼板使用时，为增大蓄热能力、控制送风温度，可增大输配流道长度与面积。

6.5.5 当采用对流环路式采暖技术结合空心蓄热混凝土楼板使用时，空心蓄热混凝土楼板的混凝土层厚度宜在 150~250mm 范围内；空心蓄热混凝土楼板的承载力验算应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6 章、第 7 章的规定。

6.5.6 对流环路式集热器安装位置应低于蓄热体的位置，集热器背面应设置保温材料。

7 设备系统

7.1 给排水

7.1.1 在方案设计阶段应制定水资源规划方案，统筹、综合利用各种水资源。

7.1.2 设有供水可靠的市政或小区供水管网的建筑，应充分利用供水管网的水压直接供水。

7.1.3 二次供水泵房应设置在供水范围的负荷中心，且供水半径不宜大于 250m。

7.1.4 水泵效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 规定的节能评价值，且水泵选型时宜提升电机和水泵能效等级；以空气源热水机组、锅炉、户式燃气热水器等作为生活热水热源时，其设备能效或性能应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的相关规定。

7.1.5 高层建筑生活给水系统合理分区，各分区最低卫生器具配水点处的静水压不大于 0.45MPa；当设有集中热水系统时，分区静水压力不宜大于 0.55MPa。用水点供水压力不宜大于 0.20MPa，且不应小于用水器具要求的最低压力。

7.1.6 热水用水量较小且用水点分散时，宜采用局部热水供应系统；热水用水量较大、用水点比较集中时，应采用集中热水供应系统，并应设置完善的热水循环系统。热水系统设置应符合下列规定：

1 集中热水供应系统分区宜与给水系统分区一致，并应有保证用水点处冷、热水供水压力平衡的措施；用水点处冷、热水供水压力差不宜大于 0.02MPa；

2 住宅设集中热水供应时，应设干、立管循环；用水点出水温度达到 46℃的放水时间不应大于 15s；

3 医院、旅馆等公共建筑用水点出水温度达到 46℃的放水时间不应大于 10s；

4 公共浴室淋浴热水系统应采取节水措施；

5 集中生活热水系统热水表后或户内热水器不循环的热水供水支管，长度不宜超过 8m。

7.2 暖通空调

7.2.1 集中供暖和集中空调系统的施工图设计，必须对设置供暖、空调装置的每一个房间进行热负荷和逐项逐时冷负荷计算。

7.2.2 供暖空调热源应根据建筑规模、用途、建设地点的能源条件、能源结构、能

源价格以及国家节能减排和环保政策的相关规定，通过综合论证确定，建筑供暖热源应采用高效、低污染的清洁供暖方式，并应符合下列规定：

- 1 有可供利用的废热或低品位工业余热的区域，宜采用废热或工业余热；
- 2 技术经济合理时，应根据当地资源条件采用太阳能、热电联产的低品位余热、空气源热泵、地源热泵等，当地区具有多种能源时，可采用复合式能源供暖，并应优先采用可再生能源；
- 3 当可再生能源受到气候等原因限制无法保证使用时，应设置辅助热源；
- 4 不具备本条第 1、2 款的条件，但在城市集中供热范围内时，应优先采用城市热网提供的热源。

7.2.3 供暖方式应根据建筑等级、供暖期天数、能源消耗量和运行费用等因素，经技术经济综合分析比较后确定。

7.2.4 酒店客房、会议室、报告厅等氧气需求高的房间可采取增加弥散供氧措施，不同级别弥散供氧空间的氧气浓度（体积分数）应符合表 7.2.4 的要求。酒店客房等休息及恢复环境，宜采用 B 级；办公等工作环境，宜采用 B 级，难以实现时，可采用 C 级；进行体育活动等较大劳动强度的环境，宜采用 A 级，难以实现时，可采用 B 级。

表 7.2.4 不同级别供氧空间的氧气浓度要求

海拔高度 m	A 级		B 级		C 级	
	氧气浓度%	生理等效 高度 m	氧气浓度%	生理等效 高度 m	氧气浓度%	生理等效 高度 m
3000	>24.3	<1800	23.3~24.3	1800~ 2200	22.3~23.3	2200~ 2500
3500	>24.7	<2200	23.4~24.7	2200~ 2600	22.3~23.4	2600~ 3000
4000	>25.0	<2600	23.6~25.0	2600~ 3100	22.3~23.6	3100~ 3500
4500	>25.3	<3000	23.8~25.3	3000~ 3500	22.4~23.8	3500~ 4000
5000	>25.5	<3500	23.9~25.5	3500~ 4000	22.4~23.9	4000~ 4500
5500	>27.3	<3500	25.5~27.3	3500~ 4000	23.0~25.5	4000~ 4500

7.2.5 当建筑利用可再生能源发电，其发电量满足建筑自身电加热用电量需求，可采用电直接加热设备作为供暖热源；若其发电量能满足建筑自身加湿用电量需求，可采用电直接加热设备作为空气加湿热源。

7.2.6 空气源热泵机组的性能除应符合国家现行标准的规定外，还应符合下列规

定：

1 采用风冷涡旋压缩机喷气增焓热泵循环系统时，当室外环境温度为-25℃，供水温度为 50℃时，机组性能系数不宜低于 2.0；

2 采用双级压缩热泵循环系统（一级节流中间不完全冷却），当室外环境温度为-25℃，供水温度为 50℃时，机组性能系数不宜低于 2.0。

7.2.7 供暖、通风与空调系统的所有设备均应采用高效低能耗产品，且能效指标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》GB 55015、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。当采用户式燃气供暖热水炉作为供暖热源时，其热效率不应低于现行国家标准 1 级能效的要求。

7.2.8 当采用燃气锅炉作为供暖热源时，宜符合下列规定：

1 供暖系统的设计回水温度小于或等于 50℃时，宜采用冷凝式燃气锅炉；

2 当供暖系统的设计供水温度小于或等于 85℃时，宜采用真空燃气热水锅炉；

3 燃气锅炉宜选用配置比例调节燃烧控制的燃烧器。

7.2.9 应优先利用自然通风排除室内的余热、余湿或污染物，当设置的机械通风系统时，不应妨碍建筑的自然通风。应结合建筑设计，首先确定全年各季节的自然通风措施，并应做好室内气流组织，提高自然通风效率，减少机械通风使用时间。通风系统进、排风口应采取避免冷风侵入的密封措施，机械通风系统联通室外的风管应设置可自动连锁关闭且密闭性能好的电动风阀。

7.2.10 集中供暖空调系统宜设置新风系统，当设置新风系统时，应设置热回收新风机组回收排风中的能量，热回收新风机组的选用应符合下列规定：

1 热回收新风机组在规定工况下的交换效率，应符合表 7.2.10-1 的规定；

表 7.2.10-1 热交换效率要求

类型	交换效率/%	
	制冷	制热
全热	≥55	≥60
显热	≥65	≥70

2 内部漏风率不应大于 10%；

3 应设置旁通措施，应根据最小经济温差（焓差）控制热回收旁通阀；

4 应进行新风热回收装置的冬季防结露校核计算；

5 新风热回收系统应具备防冻保护功能。

7.2.11 集中供暖系统耗电输热比（HER-h）、空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比[EC(H)R-a]、风道系统单位风量耗功率（Ws）应符合现行国家节能标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

7.2.12 供暖空调系统应设置自动室温调控装置，公共建筑应采用分室调控，居住建筑应采用分户或分室调控。

7.2.13 集中供暖空调系统应进行监测与控制，系统功能及监测控制内容应根据建筑功能、系统类型、运行要求等通过技术经济比较确定，并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》GB 55015、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

7.2.14 采用主动式太阳能供暖系统施工图设计文件应标明下列内容：

- 1 建筑设计热负荷及热负荷指标；
- 2 太阳资源区划及辐照量；
- 3 集热侧、放热侧、使用侧供回水温度；
- 4 系统控制策略及监测内容；
- 5 系统循环介质。

7.2.15 太阳能热利用系统设计应根据工程所采用的集热器性能参数、气象数据以及设计参数计算太阳能热利用系统的集热系统效率 η ，且应符合表 7.2.15 的规定。

表 7.2.15 太阳能热利用系统的集热系统效率 η （%）

太阳能热水系统	太阳能供暖系统	太阳能空调系统
$\eta \geq 50$	$\eta \geq 45$	$\eta \geq 40$

7.2.16 主动式太阳能供暖末端宜采用地面辐射供暖、风机盘管或低温散热器等供热系统。

7.2.17 主动式太阳能集中供暖系统应监测下列参数：

- 1 室外干球温度、太阳能辐射强度；
- 2 系统集热量、蓄热量、释热量，循环水泵耗电量；
- 3 太阳能集热器的进、出口温度、流量；
- 4 蓄热水箱进出、水温度，工作压力；
- 5 循环泵、补水泵、辅助热源的启停状态；

- 6 辅助热源供、回水温度，流量和压力，供热量，用电量；
- 7 系统补水量。

7.2.18 太阳能集热系统应考虑防冻、防过热措施。

7.2.19 集中供暖系统应设置热量计量。

7.3 电气

7.3.1 建筑设备的动力配电和节能控制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》GB 55015 和《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024 的规定。

7.3.2 主要电气设备能效与节能控制应符合下列规定：

1 配电变压器能效等级应不低于现行《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 的 2 级能效；

2 主要设备配套采用的动力电动机，能效等级应不低于现行《电动机能效限定值及能效等级》GB18613 的 2 级能效；

3 为季节性负荷、工艺负荷单独设置配电变压器时，应设计节能运行方式；

4 水泵、风机等设备应根据相关专业调节要求配套采用节能自动控制装置。

7.3.3 照明节能设计应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 照明功率密度限值的规定。

7.3.4 设计的变配电所、配电设备位置应靠近所在区域负荷中心，低压线路长度应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 低压线路长度

评价项目	线路长度参考值 (m)	低压系统中的线路比例	
低压干线	200	未超长干线数量/低压干线总数量，比例不低于 90%	低压配电最长线路应不超过 350m
末端支路	60	未超长配电支路数量/配电箱支路总数量，比例不低于 90%	

7.3.5 安全电压直流微储能装置应按接入的直流用电负荷需求配置不少于 4h 储能容量，并应符合下列规定：

1 设计 UPS、EPS 或逆变器使用的安全电压直流微储能装置，最高电压应不超过 DC120V，且应采用同参数蓄电池分组设置、每组蓄电池应配备保护元件；

2 采用安全特低电压（SELV）的直流微储能装置，输出端口应符合现行国家标准《家用和类似用途安全特低电压（SELV）交流和直流插头插座 16A6V、12V、24V、48V 型式、基本参数和尺寸》GB/T 34134 的规定；

3 直流微网设计负荷大、储能容量高的系统，应配置室外型储能集装箱；

4 应设计比选储能电压范围、确定直流电力路由各端口参数。

7.3.6 蓄电池设计选型应符合下列规定：

1 蓄电池应不泄漏、不起火、不爆炸；；

2 串联与并联的蓄电池组均应采用限流器件保护；

3 蓄电池组应配备防过充保护装置；

4 应监测蓄电池运行环境温度。

7.3.7 应配合光伏、风电设备选型设计光储直柔建筑微网控制系统，采取稳定运行的措施，并应符合现行国家标准《微电网工程设计标准》GB/T51341 的规定。

7.3.8 照明控制应符合下列规定：

1 照明控制设计应结合建筑场所特点和天然采光条件进行分区、分组控制；

2 除单一灯具的房间，每个房间的灯具控制开关不宜少于 2 个，且每个开关所控的光源数不宜多于 6 盏；

3 门厅、楼梯间、走道等场所就地感应控制应配合采用 LED 灯光源，且应具备感应控制灵敏度和延时参数调节功能；

4 自治区城市建筑景观照明应结合所在地区特点设置平时、一般节日、重大节日等多种模式自动控制装置；

5 采用导光、反光装置利用自然光照明的场所，宜对人工照明进行自动控制，有条件可采用智能照明控制系统对人工照明进行调光控制。

7.3.9 数字安防、数字广播等信息网络设备应采用 PoE 交换机供电，并应配备高效率的区域电源模块，并应符合下列规定：

1 应计算信息网络系统设备 PoE 电源功率、节能率、交流配电管线节约量；

2 应确定网络设备节能运行与休眠模式的指标要求，深度睡眠模式待机电流占空比应不大于 2%；

3 普通电源插座回路能耗计算不应重复计入 PoE 供电设备的计算能耗；

4 确定采用 PoE 供电的数字设备终端不应重复设计敷设交流配电管线。

7.3.10 大型公建能源系统设计时应明确分类、分项计量内容和对应的编码，并在设计文件中明确表达。

7.3.11 信息网络系统应提供有线和无线千兆接入能力，满足以下设计要求：

1 信息网络系统的导管、槽盒不应设置在电梯、供水、供气、供暖管道竖井中，不宜设在强电竖井中，受条件限制而合用电气竖井时应按墙面展开图分两侧设置并明确留洞定位；

2 通信导管、槽盒与其他管线的最小净距，应符合现行国家标准《综合布线系统工程设计规范》GB 50311 的规定。

7.3.12 宜采用本地或云端能源管理平台，具备数字化能源管理功能。

8 可再生能源利用

8.1 一般规定

8.1.1 当在建筑中利用可再生能源时，应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析，并应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或保证率及系统费效比。

8.1.2 新建建筑应安装太阳能系统，并应符合下列规定：

1 住宅和有集中热水需求的公共建筑应采用太阳能热水系统，其余有热水需求的建筑宜优先采用空气源热泵系统；太阳能热水系统的太阳能保证率不宜低于《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 规定值；

2 公共建筑中宜优先采用太阳能光伏技术，居住建筑在条件相对成熟时可利用太阳能光伏技术，安装光伏组件的屋面面积不宜少于全部可利用屋面水平投影面积的 50%。

8.1.3 太阳能光伏与光热综合利用系统的设计方案应根据建筑特点、用能需求、上网政策、储电成本、能源价格等综合因素,通过技术经济比较确定。

8.1.4 对民用建筑供暖系统进行设计时，建筑供暖应优先考虑利用光伏、光热等可再生能源。

8.1.5 民用建筑电气化系统设计时宜优先采用光伏等可再生能源，实现以可再生能源为主体的发电系统。

8.1.6 可再生能源利用时应避免对环境产生不利影响，宜采用可回收、环保型材料。

8.1.7 可再生能源的利用应与建筑围护结构的节能技术措施相结合，最大程度的发挥可再生能源的节能、环保优势。

8.1.8 民用建筑可再生能源的系统容量应根据建筑使用功能及建筑动态负荷变化进行设计。

8.1.9 可再生能源应用系统宜设置监测节能效益的计量装置。

8.2 太阳能光热

8.2.1 太阳能集热器的选择，应根据集热效率、经济性、产品寿命等因素确定。对高寒高海拔地区，应优先选择承压式集热器，循环介质应采用防冻液或导热油。

8.2.2 太阳能建筑一体化应用系统的设计应与建筑设计同步完成，当在建筑物、构筑物或围护结构放置集热器时，应对构筑物承载力做校核，同时应有热水渗漏的安全保障措施。

8.2.3 太阳能集热器安装不得对周边现有建筑的日照产生影响。太阳能集热器宜在正南方向或南偏东至南偏西 15°的范围内设置。

8.2.4 放置在建筑外围护结构上的集热器，在冬至日集热器采光面上的日照时数应不少于 6h，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。

8.2.5 太阳能光热利用的水泵应考虑高原带来的影响，宜选用高原电机。室外安装的电缆、传感器应额外增加抗紫外老化的保护装置。

8.2.6 太阳能系统应设置防过热装置或采取防过热措施。采用闭式承压系统时应设置膨胀装置和安全泄压装置。各种装置应保证在泄压或排出热水、热蒸汽时不危害周围人员，并应配备相应的安全措施。

8.2.7 太阳能系统应有防冻装置或防冻措施，应考虑历史极端最低气温的出现。

8.3 太阳能光电

8.3.1 太阳能光伏建筑的设计、施工、运维均宜满足现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T51368 的规定。

8.3.2 当环境条件允许且经济技术合理时，宜采用太阳能发电直接并网供电。

8.3.3 当公共电网无法提供照明电源时，宜采用太阳能发电并配置蓄电池的方式作为照明电源。

8.3.4 建筑光伏组件安装角度应采用当地年发电量最大的安装角度。

8.3.5 太阳能光伏组件的平均光电转换效率不应低于表 8.3.5 规定的平均光电转换效率限值。

表 8.3.5 太阳能光伏组件的平均光电转换效率限值

单晶硅组件 (双面组件按正面效率计算)	多晶硅组件 (双面组件按正面效率计算)	硅基、铜铟镓硒(CIGS)、碲化镉(CdTe)及其他薄膜组件
19.6%	17%	12%、15%、14%

8.3.6 设蓄电池储能系统时，应明确储能装置基本功能、参数，并进行多方案计

算和比选，并符合本标准附录 D 的规定。

8.4 空气能

8.4.1 为充分利用高原自然禀赋条件，空气湿度不大于 35%的地区，宜优先考虑干空气能制冷及采暖利用。

8.4.2 有制冷需求的建筑，应优先采用就地蒸发冷却、自然通风等自然冷却技术供冷，当上述措施达不到要求时，可采用蒸发冷却空调及高温冷源的机械制冷系统。

8.4.3 空气源热泵供暖系统热源可采用供暖热水机组、热风机组或直接冷凝式机组，必要时可设置辅助热源。

8.4.4 用于高原的空气源热泵应适应高原空气稀薄、强紫外线、大温差的特点。

8.4.5 空气源热泵机组规格应符合下列规定：

- 1 根据供暖热负荷计算结果选择系统的热源；
- 2 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；
- 3 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。

8.4.6 空气源热泵作为热源时宜优先选用地面辐射、风机盘管等低温型供暖末端形式；在空气源热泵机组运行能效和出水温度较高的场合，可考虑选用散热器等末端形式。

8.5 地热能

8.5.1 地热能的应用应结合西藏自治区的气候特征、地热能资源、技术水平、经济条件和建筑的使用功能等要素。

8.5.2 根据地热能资源量及地理位置将西藏各类水热资源划分 5 个区域见表 8.5.2-1，根据地热资源分布，合理布置地源热泵系统；西藏羊八井、那曲等地热资源丰富的地区，对建筑设置供暖系统时，宜优先考虑采用地源热泵系统。

表 8.5.2-1 西藏地热资源分区表

资源分区	水热显示(处)	泉水平均温度(℃)	储热平均温度(℃)	可采资源量(x	储热面积(km²)	可及背景资源量(x 10 ¹⁵ KJ)	不可及背景资源量(x 10 ¹⁵ KJ)
------	---------	-----------	-----------	---------	-----------	--------------------------------	---------------------------------

				10 ⁴ KW)			
藏南	234	58.19	142.76	8096.2877	255.5	441.9111	1558.3333
藏中	151	46.42	120.19	11564.3029	130.11	231.1055	729.5834
藏东	190	39.73	105.63	7666.9661	82.0	140.5015	469.7029
藏西	49	51.4	134.02	1763.7682	48.49	74.5826	231.8613
藏北	40	9.6	76.58	791.5142	5.0	30.5644	106.9803

注：1.藏南高温资源区：该区有地热显示区（点）234处，泉水平均温度 58.19℃，包括拉萨市、日喀则、山南、林芝地区；该区具有较大发展前景的显示区(点)有:亚东县康布、康马县城、谢通门县恰嘎、定日县百巴、江孜县金嘎、察隅县竹瓦根、岗巴县可措、当雄县羊八井、宁中;尚未开发而最具开发价值的有墨竹工卡县日多、昂仁县搭格架、当雄县羊易、拉多岗、谷露水热显示区。

2.藏东低中温资源区：有地热显示区（点）190处，泉水平均温度 39.73℃,它包括昌都地区 14 个县，主要有芒康县曲孜卡、江达县青泥洞、昌都县竹固寺。

3.藏中中温资源区：有地热显示区（点）151处，泉水平均温度 46.42℃,主要有那曲地热田。

4.藏西高—中温资源区，有地热显示区（点）49处，泉水平均温度 51.4℃，包括阿里地区 6 个县，主要有朗久、那不如、门士、齐吾贡巴、玛旁雍错等。

8.5.3 采用地埋管、地下水、地表水的地源热泵及污水源热泵系统时，应符合下列规定：

1 应满足现行国家标准《民用建筑供热通风与空气调节设计规范》GB 50736、《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定；

2 污水源热泵系统设计应对未来污水资源变化情况做出客观评估。

8.5.4 当地源热泵系统地埋管换热器的出水温度、地下水或地表水的温度满足末端进水温度需求时，应设置直接利用的管路和装置。

8.5.5 地埋管换热系统设计应进行全年动态负荷计算，最小计算周期宜为 1 年，计算周期内，地源热泵系统的总释热量宜与总吸热量相平衡，不平衡率不大于 10%，当总释热量与总吸热量不平衡时，应有冷热源的调节措施。

8.5.6 对于设置供热系统的建筑，当有合适的浅层地热能资源且经过技术经济的合理论证时，宜优先采用地埋管地源热泵系统。当选择浅层地埋管热泵系统时，地埋管地源热泵系统节能设计应符合下列规定：

1 地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并出具水文地质勘察评估报告，做为系统方案设计的参考依据；

2 地源热泵地埋管换热系统施工前应具备埋管区域的工程勘察资料、设计文件及施工图纸，并完成施工组织设计；

3 水平地埋管换热器可不设坡度，最上层埋管顶部应在西藏各地冻土层以下0.5m,并不得对土壤环境产生破坏；

4 地埋管换热系统应设自动充液及泄漏报警系统，需要防冻的地区应设防冻保护装置；

5 地埋管换热系统宜采用变流量设计，以充分降低系统运行能耗。

8.5.7 对于设置供热系统的建筑，当有合适的中深层地热能资源且经过技术经济的合理论证时，宜优先采用地埋管地源热泵系统。当选择中深层地埋管热泵系统时，中深层地埋管地源热泵系统节能设计应符合下列规定：

1 应符合现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615 的规定；

2 中深层地热地埋管供热系统应以地热地质调查与评价结果为依据进行地热换热系统设计及施工；

3 中深层地热换热器的管材一般采用可耐压的特制钢管，同轴套管换热器的内管应采用高热阻管材，且其强度、耐温性及耐久性应满足设计和使用要求；

4 地热换热系统宜采用大温差小流量水系统，以提高中深层地热换热器的取热能力，同时降低地热换热系统的输送能耗。中深层地热换热器的换热温差，宜结合中深层地热换热器的取热效率、热损失情况，以及地热热泵机组一次水侧水温要求等因素综合确定。

8.6 生物质能

8.6.1 生物质能的利用应首先进行生物质能资源的评估，出具评估报告，统一规划、统一设计、统一施工。

8.6.2 在生物质资源丰富且具备生物质转换技术条件的地区，可采用生物质资源清洁转化作为生活热水或供暖燃料。

8.6.3 生物质能用于供暖系统时应符合现行行业标准《生物质锅炉供热成型燃料工程设计规范》NB/T34062 等的规定，生物质能用于发电系统应符合现行国家标准《秸秆发电厂设计规范》GB 50762 等的规定。

8.6.4 生物质锅炉排放应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 的规定。

8.6.5 生物质能锅炉的热效率应达到 80%以上。

9 节能改造

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于自治区既有建筑进行下列范围的节能改造：

- 1 改善围护结构保温、隔热性能；
- 2 提高供暖空调设备（系统）能效，降低供暖空调设备的运行能耗。

9.1.2 既有建筑在实施全面节能改造前，应先进行抗震、结构、防火等性能的评估，其主体结构的使用寿命不应少于 20 年。有条件时，宜结合提高建筑的抗震、结构、防火等性能实施综合性改造。实施部分节能改造的建筑，应根据改造项目的具体情况，进行抗震、结构、防火等性能的评估以及改造后的使用寿命进行判定。改造时屋面有条件可采用光伏、光热等技术措施。

9.1.3 实施全面节能改造后的建筑，其室内热环境和建筑能耗应符合国家及自治区现行有关建筑节能技术标准的规定。实施部分节能改造后的建筑，其改造部分的性能或效果应符合国家及自治区现行有关建筑节能技术标准的规定。

9.1.4 对集中供暖的既有建筑节能改造，宜同步实施对建筑围护结构的改造和供暖系统的全面改造。全面节能改造后，在保证同一室内热舒适水平的前提下，热源端的节能量不应低于 20%。当不具备对建筑围护结构和供暖系统实施全面改造的条件时，应优先选择对室内热环境影响大、节能效果显著的环节实施部分改造。

9.1.5 对集中供暖的既有建筑实施全面节能改造后，集中供暖系统应具有室温调节和热量计量的基本功能。

9.1.6 既有建筑外墙节能改造工程的设计应兼顾建筑外立面的装饰效果，并应满足墙体保温、隔热、防火、防水等的要求。

9.1.7 既有建筑外墙节能改造工程应优先选用安全、对居民干扰小、工期短、对环境污染小、施工工艺便捷的墙体保温技术，并宜减少湿作业施工。

9.1.8 既有建筑节能改造若有采用被动式太阳能利用技术、附加阳光间等措施，其相关要求参照本标准第七章相关规定。

9.2 改造前评估

9.2.1 既有建筑节能改造前应进行改造前评估，并应包括下列内容：

- 1 供暖、空调能耗现状的调查；
- 2 室内热环境的现状评估；
- 3 建筑围护结构的现状评估；
- 4 集中供暖建筑应有集中供暖系统的现状评估。

9.2.2 既有建筑节能评估后，应出具改造前评估报告，并应包括供暖空调能耗、室内热环境、建筑围护结构、集中供暖系统现状调查和评估的结果，初步的节能改造建议和节能改造潜力分析。

9.2.3 既有建筑应根据其供暖和空调能耗现状调查统计结果，为改造前评估报告提供下列内容：

- 1 既有建筑供暖能耗；
- 2 既有建筑空调能耗。

9.2.4 既有建筑室内热环境评估，应采用现场调查和检测室内热环境状况为主、住户问卷调查为辅的方法；评估应主要针对供暖、空调季节进行，针对过渡季节的室内热环境评估，应在自然通风状态下进行；既有建筑改造前评估报告应调查、检测下列室内热环境内容：

- 1 室内空气温度；
- 2 室内空气相对湿度；
- 3 外围护结构内表面温度、热桥等易结露部位的内表面温度；
- 4 住户对室内温度、湿度的主观感受等。

9.2.5 围护结构改造前评估前，应收集下列资料：

- 1 建筑的设计施工图、计算书及竣工图；
- 2 建筑装修和改造资料；
- 3 历年维修资料；
- 4 所在地城市建设和市容要求。

9.2.6 围护结构进行改造前评估时，应对下列内容进行现场检查：

- 1 墙体、屋顶、地面及门窗的裂缝、渗漏、破损状况；
- 2 屋顶结构构造：结构形式、遮阳板、防水构造、保温隔热构造及厚度等；
- 3 外墙结构构造：墙体结构形式、厚度、保温隔热构造及厚度等；
- 4 外窗：窗户型材种类、开启方式、玻璃结构、密封形式等；

- 5 遮阳：遮阳形式、构造和材料等；
- 6 户门：构造、材料、密闭形式等；
- 7 其他：分户墙、楼板、外挑楼板、底层楼板等的材料、厚度等。

9.2.7 围护结构改造前评估时，应计算其热工性能，必要时应对部分构件进行抽样检测其热工性能。围护结构热工计算和检测应包括下列内容：

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

9.2.8 采暖空调通风系统改造前评估前，应收集下列资料：

- 1 采暖空调通风系统设计施工图、计算书和竣工图纸；
- 2 历年维修改造资料；
- 3 采暖空调通风运行记录含采暖空调系统供回水温度、阻力、循环水量、供热、供冷量，通风系统风量、风压、电气功率等及 3 年以上能源消耗量；
- 4 供暖空调面积、层数、供暖空调系统投入运行时间、供暖时间、供暖期供暖天数。

9.2.9 采暖空调通风系统节能改造前评估时，应对下列内容进行现场检查、检测、计算并将结果提供给改造前评估报告：

- 1 典型房间室内温度、湿度；
- 2 锅炉效率、单位锅炉容量的供暖面积；
- 3 单位建筑面积的供暖或空调能耗、耗电量和水量；
- 4 根据建筑耗热量、耗煤量指标和实际供暖天数推算系统的运行效率；
- 5 供暖或空调系统补水率；
- 6 室外管网输送效率；室外管网水力平衡度、调控能力；
- 7 风系统风量、风压、电气功率；
- 8 室内供暖或空调系统形式、水力失调状况和调控能力；
- 9 热力入口供、回水温度、循环水量，供水、回水压力、热计量数据。

9.3 节能改造方案

9.3.1 对建筑实施节能改造前，应根据改造前评估结果和预定的节能目标制定节能改造方案，并应对节能改造方案进行节能计算及碳排放计算综合评估，碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的规定。

9.3.2 应按现行行业标准中的静态计算方法，对建筑实施改造后的供暖耗热量指标进行计算。计划实施全面节能改造的集中供暖的既有建筑，其改造后的供暖耗热量指标应符合现行行业标准的规定，室内系统应满足计量要求。

9.3.3 既有建筑的全面节能改造方案应包括建筑围护结构节能改造方案和供暖系统节能改造方案。

9.3.4 围护结构节能改造方案应确定外墙、屋面等保温层的厚度并计算外墙平均传热系数和屋面传热系数，确定外窗、单元门、户门传热系数。对外墙、屋面、窗洞口等可能形成冷桥的构造节点，应进行热工校核计算，避免室内表面结露。

9.3.5 建筑围护结构节能改造方案应评估下列内容：

- 1 建筑物耗热量指标；
- 2 围护结构传热系数；
- 3 节能潜力；
- 4 建筑热工缺陷；
- 5 改造的技术方案和措施，以及相应的材料和产品。

9.3.6 既有建筑采暖通风空调系统节能改造方案应评估下列内容：

- 1 典型房间室内温度、湿度与设计值偏差；
- 2 供暖期间单位建筑面积能耗指标；
- 3 锅炉运行效率、室外管网输送效率；
- 4 热源热力站变流量运行条件；
- 5 室内系统热计量仪表状况及系统调节手段；
- 6 水泵效率、风机单位风量耗功率、系统新风量；
- 7 改造的技术方案和措施，以及相应的材料和产品；
- 8 改造的资金投入和资金回收期。

9.3.7 供暖系统的热源符合下列条件之一的应改造、更换或增设热源设备：

- 1 输出的热量不能满足热用户需求的；

- 2 燃气及燃油锅炉年均运行效率居住建筑低于 80%，公共建筑低于 76%的；
- 3 运行时间接近或超过其正常使用年限的；
- 4 所使用的燃料或工质不满足环保要求。

9.3.8 更换的锅炉应按系统实际负荷需求和运行负荷规律，合理确定锅炉的台数和容量。在低于设计运行负荷条件下，单台锅炉运行负荷不应低于额定负荷的 60%。

9.4 围护结构节能改造

9.4.1 围护结构节能改造应按制定的节能改造方案进行设计，设计内容应包括外墙、外窗、户门、不封闭阳台门和单元入口门、屋面、直接接触室外空气的楼地面、供暖房间与非供暖房间、不供暖楼梯间的隔墙及楼板等。

9.4.2 围护结构节能改造时，不得随意更改既有建筑结构构造。

9.4.3 集中供暖的既有建筑围护结构的节能改造，应同时考虑供暖系统的节能改造，为供暖系统改造预留条件。

9.4.4 在进行外墙节能改造时，应优先选用外保温技术，并应与建筑的立面改造相结合。当外保温无法施工或需保持既有建筑外貌时，可采用内保温技术。

9.4.5 采用外保温技术对外墙进行改造时，材料的性能、构造措施、施工要求应符合现行行业标准的有关规定。外墙外保温系统应包覆门窗框外侧洞口、女儿墙、封闭阳台栏板及外挑出部分等热桥部位，并应与防水、装饰相结合，做好保温层密封和防水。

9.4.6 采用外保温技术对外墙进行改造时，外保温施工前应做好相关准备工作，并应符合下列规定：

- 1 外墙侧管道、线路应拆除，施工后需要恢复的设施应妥善保管；
- 2 施工脚手架宜采用与墙面分离的双排脚手架；
- 3 应修复原围护结构裂缝、渗漏，填补密实墙面的缺损、孔洞，更换损坏的砖或砌块，修复冻害、析盐、侵蚀所产生的损坏；
- 4 应清理原围护结构表面油迹、酥松的砂浆，修复不平的表面；
- 5 当采用预制外墙外保温系统时，应完成立面规格分块及安装设计构造详图设计。

9.4.7 外墙节能改造采用内保温技术时，应进行内保温设计，并对混凝土梁、柱等

热桥部位进行结露验算，施工前应做好相关准备，并应符合下列规定：

- 1 对原围护结构表面涂层、积灰油污及杂物、粉刷空鼓，应刮掉并清理干净；
- 2 对原围护结构表面脱落、虫蛀、霉烂、受潮所产生的损坏，应进行修复；
- 3 对原围护结构裂缝、渗漏，应进行修复，墙面的缺损、孔洞应填补密实；
- 4 对原围护结构表面不平整处，应予以修复；
- 5 室内各类管线应安装完成并经试验检测合格。

9.4.8 外门窗的节能改造应符合下列规定：

- 1 当在原有单玻窗基础上再加装一层窗时，两层窗户的间距不应小于 100mm；
- 2 更新外窗时，可采用隔热铝合金窗、玻璃钢窗以及钢塑复合窗、木塑复合窗等，并应将单玻窗换成中空双玻或三玻窗；
- 3 更换新窗时，窗框与墙之间应设置保温密封构造，并宜采用高效保温气密材料和弹性密封胶封堵；
- 4 阳台门的门芯板应为保温型，也可对原有阳台进行封闭处理；阳台门的玻璃宜采用节能玻璃；
- 5 建筑外窗框宜与基层墙体外侧平齐，且外保温系统宜压住窗框 20mm～25mm。

9.4.9 对外窗进行遮阳节能改造时，应优先采用外遮阳措施。增设外遮阳时，应确保增设结构的安全性，可调节性能应满足使用功能要求。遮阳膜的安装方向、位置应正确。

9.4.10 屋面节能改造施工准备工作应符合下列规定：

- 1 在对屋面状况进行诊断的基础上，应对原屋面上的损害的部品予以修复；
- 2 屋面的缺损应填补找平；
- 3 屋面上的设备、管道等应提前安装完毕，并应预留出外保温层的厚度；
- 4 防护设施应安装到位。

9.4.11 屋面节能改造应根据既有建筑屋面形式，选择下列改造措施：

- 1 原屋面防水可靠的，可直接做倒置式保温屋面；
- 2 原屋面防水有渗漏的，应铲除原防水层，重新做保温层和防水层；
- 3 平屋面改坡屋面时，宜在原有平屋面上铺设耐久性、防火性能好的保温层；
- 4 坡屋面改造时，宜在原屋顶吊顶上铺放轻质保温材料，其厚度应根据热工

计算确定；无吊顶时，可在坡屋面下增加或加厚保温层或增设吊顶，并在吊顶上铺设保温材料，吊顶层应采用耐久性、防火性能好，并能承受铺设保温层荷载的构造和材料；

5 屋面改造时，宜同时为安装太阳能热水器预留安装条件，且增设太阳能热水系统应符合现行国家及自治区标准的有关规定；

6 平屋面改造成坡屋面或种植屋面应核算屋面的允许荷载。

9.4.12 屋面进行节能改造时，应保证防水的质量，必要时应重新做防水，防水工程应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

9.4.13 楼地面节能改造时，可在楼板底部设置保温层，保温层固定措施应牢固可靠。

9.4.14 建筑的楼梯间及外廊应封闭；集中供暖的既有建筑楼梯间不供暖时，楼梯间隔墙和户门应采取保温措施。

9.4.15 单元门宜加设门斗；与非供暖走道、门厅相邻的户门应采用保温门；单元门宜安装闭门器。

9.4.16 对围护结构进行改造时，施工单位应先编制建筑节能改造工程施工技术方案并经监理单位或建设单位确认。施工现场应对从事建筑节能工程施工作业的专业人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

9.5 采暖通风空调节能改造

9.5.1 采暖通风空调系统的节能改造施工和调试应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243。冷热源系统节能改造时，首先应充分挖掘现有设备的节能潜力，并应在现有设备不能满足需求时，再予以更换。

9.5.2 输配系统节能改造后，供暖系统耗电输热比或空调冷热水系统耗电输冷热比、通风和空调系统单位风量耗功率应满足现行国家节能标准的规定。

9.5.3 节能改造更换后的风机不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及节能评价》GB 19761 中的节能评价，水泵不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762 中的节能评价。

9.5.4 对于冷热需求时间不同的区域，宜分别设置冷热源系统。冷热源更新改造后，系统供回水温度应能满足原有输配系统和空调末端系统的运行要求。在确保

系统安全性、匹配性及经济性的情况下，冷水机组或热泵机组宜采用增设变频装置。

9.5.5 对于全空气空调系统，当各空调区域的冷、热负荷差异和变化大、低负荷运行时间长，且需要分别控制各空调区温度时，宜通过增设风机变速控制装置，将定风量系统改造为变风量系统。对于餐厅、食堂和会议室等高负荷区域空调通风系统的改造，应根据区域的使用特点，选择合适的系统形式和运行方式。

9.5.6 对于全空气空调系统，宜采取措施实现全新风和可调新风比运行。新风量的控制和工况转换，宜采用新风和回风的焓值控制方法。

9.5.7 采暖系统节能改造时，集中供暖系统应设置供热量自动控制装置，并按规范要求设置热计量装置。

9.5.8 当进行新、排风系统的改造时，应对可回收能量进行分析，并应合理设置排风热回收装置。对于风机盘管加新风系统，处理后的新风宜直接送入各空调区域。

9.5.9 当原有采暖通风空调系统分区不合理时，应根据系统实际运行情况，对系统分区进行改造设计。

9.5.10 供暖系统安装质量不满足现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定时，应进行改造。

9.5.11 室外供热管网改造时，应进行水力平衡计算。当热网的循环水泵集中设置在热源或二级网系统的循环水泵集中设置在热力站时，各并联环路之间的压力损失差值不应大于 15%，当无法满足要求时，应采取水力平衡措施。

9.5.12 在技术可靠、经济合理的前提下，采暖空调水系统可采用大温差、小流量技术。当供热系统一级供热管网输送效率小于 95%，二级供热管网输送效率小于 92% 时，或系统单位面积补水量一级供热管大于 15%，二级供热管大于 30% 时，应针对降低漏损、加强保温等对管网进行改造。

9.5.13 室外供热管网循环水泵出口总流量低于设计值时，应根据现场测试数据校核，并在原有基础上进行调节或改造；当采暖空调系统循环水泵的实际水量超过原设计值的 20%，或循环水泵的实际运行效率低于铭牌值的 80% 时，应对水泵进行相应的调节或改造。

9.5.14 当原有输配系统的水泵选型过大时，宜采取叶轮切削技术或水泵变速控制装置等技术措施。

9.5.15 既有供热系统与新建管网系统连接时，宜采用热交换站的方式进行间接连接；当直接连接时，应对新、旧系统的水力工况进行平衡校核。当热力入口资用压头不能满足既有供暖系统要求时，应采取提高管网循环泵扬程或增设局部加压泵等补偿措施。

9.5.16 当室内供暖系统需节能改造，且原供暖系统为垂直单管顺流式时，应改为垂直单管跨越式或垂直双管系统，不宜改造为分户水平循环系统。

9.5.17 室内供暖系统改造时，应进行散热器片数复核计算和水力平衡验算，并应采取措施解决室内供暖系统垂直及水平方向的失调。

9.5.18 室内供暖系统改造应设性能可靠的室温控置装置，每组散热器的供水支管宜设散热器恒温控制阀。采用单管跨越式系统时，散热器恒温控制阀应采用低阻力两通或三通阀，产品性能应满足现行行业标准《散热器恒温控制阀》JG/T195的规定。

9.5.19 当建筑物热力入口处设热计量装置时，室内供暖系统应同时安装分户热计量装置，计量装置的选择应符合现行行业标准《供热计量技术规程》JGJ173的规定。

9.6 配电与照明系统改造

9.6.1 供配电与照明系统的改造设计宜结合系统主要设备的更新换代和建筑物的功能升级进行。

9.6.2 供配电与照明系统的改造应在满足用电安全、功能要求和节能需要的前提下进行，并应采用高效节能的产品和技术。

9.6.3 供配电系统改造的线路敷设宜使用原有路由进行敷设。当现场条件不允许或原有路由不合理时，应按照合理、方便施工的原则重新敷设。

9.6.4 当变压器平均负载率长期过低，且今后不再增加用电负荷时，宜对变压器进行改造。对变压器的改造应根据用电设备实际耗电率总和，重新计算变压器容量。

9.6.5 变压器需要更换时应选用低损耗型，其能效值能效等级应不低于现行《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 的 2 级能效。

9.6.6 电能质量改造应根据测试结果确定是否需要进行，以及需要改造的位置和方法。对于三相负载不平衡的回路宜采用重新分配回路上用电设备的方法；功率

因数的改善宜采用无功自动补偿的方式。谐波治理应根据谐波源制定针对性改造方案；电压偏差高于标准值时宜采用合理方法降低电压偏差。

9.6.7 照明系统改造时，室内照明功率密度设计值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》GB 55015、《建筑照明设计标准》GB 50034、《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163 规定的相关要求。

9.6.8 更换后的光源、灯具、镇流器的能效值应符合现行国家标准规定的节能评价价值要求。

9.6.9 当公共区域照明采用就地控制方式时，应具备自动感应与延时可调节等功能；当公共区域照明采用集中监控方式时，宜具有按照度自动控制照明功能。

9.6.10 照明配电系统改造设计宜满足节能控制的需要，且照明配电回路应配合节能控制的要求分区、分回路设置。

9.6.11 公共建筑进行节能改造时，应充分利用自然光降低照明负荷。

10 施工

10.1 一般规定

10.1.1 单位工程施工组织设计应包括建筑节能工程的施工内容；建筑节能工程施工前，施工单位应编制建筑节能工程专项施工方案；施工单位应对从事建筑节能工程施工作业的人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

10.1.2 建筑节能工程使用材料的燃烧性能和防火处理应符合设计要求、现行国家和自治区标准规定；使用有机类材料的建筑节能工程施工过程中，应采取必要的防火措施，并应制定火灾应急预案。

10.1.3 建筑节能工程施工前，应做好示范样板，经建设、设计、监理、施工等有关各方确认合格后，方可施工。

10.1.4 外贴和填充保温工程施工应保持保温层干燥，挑出部位以及延伸至地面以下的部位应做防水、防潮处理。

10.2 墙体

10.2.1 外保温系统应包覆门窗框外侧洞口、女儿墙及封闭阳台、混凝土梁、柱、挑板等热桥部位。并应重点监控固定件、承托件等对热桥影响部位的施工。

10.2.2 墙体节能工程各类饰面层的基层及面层施工应符合下列规定。

1 饰面层施工的基层应无脱层、空鼓和裂缝，基层应平整、洁净，含水率应符合饰面层施工的要求；

2 外墙外保温工程不宜采用粘贴饰面砖做饰面层；饰面砖应做粘结强度拉拔试验，试验结果应符合设计和有关标准的规定；

3 外墙外保温工程的饰面层不得渗漏。当外墙外保温工程的饰面层采用饰面板开缝安装时，保温层表面应具有防水功能或采取其他防水措施；

4 外墙外保温层及饰面层与其他部位交接的收口处，应采取密封措施。

10.2.3 EPS 板、XPS 板和预制硬泡聚氨酯板的施工应符合下列要求。

1 外墙外保温板粘贴系统由保温层、薄抹面层和饰面涂层构成。保温板用胶粘剂固定在基层上，薄抹面层中满铺玻纤网；

2 保温板宽度不宜大于 1200mm，高度不宜大于 600mm；

3 施工工艺：清理基层→涂刷界面剂→粘贴保温板→涂刷界面剂→纤维增强层→抗裂砂浆薄抹面层→饰面涂层；

4 保温板施工前应按设计要求绘制排板图，确定异型板的规格和数量，并在基层上明确画分板块位置图；

5 现场采用专用切割工具裁切保温板，切口与板面垂直。安装分格线或装饰线应使用专用开槽器具将保温板切成凹口，凹口处保温板的厚度不少于 15mm；

6 保温板侧边外露处（如伸缩缝、沉降缝、温度缝等缝线两侧， 门窗口处）应做网格布翻包处理；

7 保温板粘贴方式有点框法和条粘法。施工时，应根据产品说明书要求进行，涂胶粘剂面积不得小于保温板面积的 40%；

8 保温板按顺砌方式粘贴，竖向应逐行错缝，上下两保温板宜竖向错缝板长的 1/2，墙角处应交错互锁。门窗洞口四角处的保温板采用整块板切割成型，不得拼接，接缝距洞口四角距离不得小于 200mm；

9 保温板抹完胶浆后，应立即将保温板平贴在基层墙体上滑动就位，粘贴时应轻柔、均匀挤压，用不小于 2m 靠尺压平，保证保温板平整。保温板拼缝应严密、无粘接剂，若缝隙大于 2mm，应采用同种材料填缝；

10 在玻纤网格布铺设前，应涂刷界面剂作为结合层。铺设时，在保温板表面均匀涂抹一层面积略大于一块网格布的抹面胶浆，立即将网格布布置其上，网格布的凸面朝内，从中间向四周用抹刀抹平， 将玻纤网格布埋入粘结胶浆中。然后将网格布全部埋入胶浆，不得有网线外露。玻纤网格布的搭接长度不宜小于 100mm。在墙体转角处采用双包角处理，即相邻墙面的玻纤网格布均包过墙体转角 200mm；

11 建筑物首层及 2m 以下墙体，应增设一层加强玻纤网格布，并先于标准玻纤网格布采用对接埋设，对接缝离墙体转角处不小于 200mm。

10.3 建筑幕墙

10.3.1 幕墙与周边墙体、屋面间的接缝处应采用弹性闭孔材料填充饱满，并应采用耐候密封胶等密封材料密封。

10.3.2 密封条应镶嵌牢固、位置正确、对接严密；单元式幕墙板块之间的密封应符合设计要求；开启扇关闭应严密；不密闭幕墙的保温隔热材料应做好防水处理，防止雨水进入保温隔热层内。

10.4 门窗

10.4.1 门窗施工应符合下列要求：

1 门窗框安装完毕，应清净缝隙中杂物。隐蔽工程验收合格后，填充聚氨酯发泡剂，发泡应连续、充盈。表面采用耐候密封胶密封，严禁采用水泥砂浆勾缝；

2 玻璃密封条与玻璃及玻璃槽口的接缝平整，不得卷边、脱槽。门窗扇的密封条不得脱槽；

3 平开门窗安装固定时，应先调整框与扇的缝隙，再调整玻璃的位置，最后镶嵌密封条、填嵌密封胶。

10.4.2 中空玻璃安装应符合下列规定：

1 施工应在不低于 5℃的环境中进行；

2 在窗框或窗扇的四个角连接部位处，以及窗扇和中空玻璃的接触间隙部位，应进行良好的密封；

3 在窗扇和中空玻璃接触部位进行打胶，安放缓冲垫块，中空玻璃的中心和窗扇的中心保持一致；中空玻璃在安装的窗槽中不应出现水平移动；

4 中空玻璃用干燥剂应采用 3A 分子筛。

10.5 屋面

10.5.1 松散保温层铺设应符合下列规定：

1 可采用干做法施工，使用时必须过筛，控制含水率；

2 铺设松散材料的表面应干燥、洁净，松散保温材料应分层铺设，适当压实，压实程度应达到设计要求的密度；

3 每步铺设厚度不宜大于 150mm。

10.5.2 板块状保温层铺设应符合下列规定：

1 干铺板块状保温层：直接铺设在结构层上，分层铺设时上下两层板块缝错开，表面两块相邻的板边厚度应一致；

2 粘结铺设板块状保温层：粘贴的板块保温材料应按设计要求粘贴牢固；块状保温材料用粘结材料平粘在屋面基层上；聚苯板材料应用沥青胶结料粘贴；

3 板、块状保温层应铺平、垫稳；分层铺设的板、块上下错缝，板缝间隙应用同质材料嵌填密实；

4 钢丝网架聚苯板（屋面板）安装，板应设支点，间距 800-1000mm,板中起拱 $L/200$ 。拼接板缝应填塞严密。

10.5.3 整体保温层铺设应符合下列规定：

1 整体封闭保温层内应设排气道和排气孔，排气道要纵横贯通，排气孔每 36 m^2 设一个。排气出口应埋设排气管，排气管应设置在结构层上；

2 现场硬质聚氨酯泡沫塑料应先在试验室试配，达到要求后再进行施工。整体现场发泡硬质聚氨酯泡沫塑料应按配比计量，发泡厚度应均匀一致。

10.5.4 女儿墙内侧保温层应与屋面保温层对接。排水口四周半径 300mm 处的保温层施工应满粘贴，套割处封边严密。

10.6 地面

10.6.1 采用楼地面辐射采暖的工程，其地面节能做法应符合设计要求，并应符合现行行业标准《地面辐射供热技术规程》JGJ 142 的规定。

10.6.2 地面保温层、隔离层、保护层等各层的设置和构造做法及基层处理应符合设计及专项施工方案要求。

10.6.3 保温层与基层之间、各构造层之间的粘结应牢固，缝隙应严密；穿越地面到室外的各种金属管道应按设计要求采取保温隔热措施。

10.7 供暖

10.7.1 供暖系统安装的温度调控装置和热计量装置，应满足设计要求的分室（户或区）温度调控、楼栋热计量和分户（区）热计量功能，安装位置应便于检修、维护和观察。

10.7.2 散热器恒温控制阀安装应符合下列规定：

- 1 安装前应对管道和散热器进行清洗；
- 2 既有系统改装时宜安装过滤器；
- 3 内置式恒温阀禁止装设在散热器罩内。

10.7.3 热计量表安装应符合下列规定：

- 1 热计量表安装的前后直管段长度应满足产品技术标准的要求；
- 2 热计量表前应设过滤器；
- 3 热计量表的检定标志应完整清晰，不应有破损或缺失。

10.7.4 供暖系统安装完成后，应进行联合试运转和调试，试运转和调试结果应符合设计要求。

10.8 通风与空调

10.8.1 玻璃棉直接风管的密封应符合下列规定：

- 1 带扒钉搭接片的密封，应以搭接边缘为中心，密封胶带覆盖扒钉至少 25mm；
- 2 无扒钉搭接片的密封，可先采用长度 $\geq 200\text{mm}$ 的短胶带粘贴在与接缝垂直的位置上，短胶带间距 $\leq 300\text{mm}$ ，然后再用长胶带沿接缝纵向粘贴；粘接胶带处应干净、干燥，粘贴前应用无麻布对粘结表面进行清洁、去灰尘油腻物。

10.8.2 柔性风管的连接处密封应符合下列规定：

- 1 软管与软管之间、软管与风箱之间的连接，在软管连接处的管壁上钻孔后用铆钉在径向铆住，然后涂抹风管密封胶；如采用铝箔胶纸密封，按上述方法铆接后，用铝箔纸包在接头处，纸带宽度不小于 50mm,搭接宽度不少于 25mm；

- 2 如采用卡箍固定，应采用生产商提供的配套卡箍连接。

10.8.3 需要绝热的风管（水管）与金属支架的接触处、复合风管及需要绝热的非金属风管的连接和加固等处，应有防热桥的措施，并设置经过防腐处理的绝热衬垫，厚度不小于 20mm。

10.8.4 空调水系统管道及配件绝热层和防潮层的施工，应符合下列规定：

- 1 绝热管壳的粘贴应牢固、铺设应平整。硬质或半硬质的绝热管壳每节至少应用防腐金属丝或难腐织带或专用胶带捆扎、粘贴应紧密，无滑动、松弛与断裂现象；

- 2 硬质或半硬质绝热管壳的拼接缝隙，保温时不应大于 5mm，保冷时不应大于 2mm，并用粘结材料勾缝填满；纵缝应错开，外层的水平接缝应设在侧下方。

3 空调冷（热）水管穿楼板、穿墙处的绝热层应连续不间断，且绝热层与穿楼板、穿墙处的套管之间应用不燃材料充分填实，不得留有空隙；套管两端应进行密封封堵

10.9 太阳能光热系统

10.9.1 太阳能热水系统基座应摆放平稳、整齐，必须与建筑连接牢固，不得破坏屋面防水层。钢基座及混凝土基座顶面的预埋件，在太阳能热水系统安装前应涂防腐涂料，并妥善保管。支承太阳能热水系统的钢结构支架和金属管路系统应与建筑物防雷接地系统可靠连接。

10.9.2 太阳能热水系统管道及配件绝热层和防潮层的施工应符合下列规定：

1 绝热管壳的捆扎、粘贴应牢固、铺设应平整；硬质或半硬质的绝热管壳每节至少应用防腐金属丝或难腐织带或专用胶带进行捆扎或粘贴 2 道，其间距为 300-350mm，且捆扎、粘贴应紧密，无滑动、松弛与断裂现象；

2 硬质或半硬质绝热管壳的拼接缝隙，不应大于 3mm，并用粘结材料勾缝填满；

3 立管的防潮层应由管道的低端向高端敷设，环向搭接缝应朝向低端；纵向搭接缝应位于管道的侧面，并顺水；

4 空调冷热水管、冷媒管道穿楼板和穿墙处的绝热层应连续不间断；管道阀门、过滤器及法兰部位的绝热应严密，并能单独拆卸，且不得影响其操作功能。

10.9.3 系统联动调试完成后，应连续试运行 72h，设备及主要部件的联动必须协调，动作准确可靠，无异常现象。

10.10 太阳能光伏系统

10.10.1 安装光伏组件或方阵的支架应设置基座，预制基座应放置平稳、整齐，并与建筑主体结构连接牢固，不得破坏屋面的防水层；钢基座及混凝土基座顶面的预埋件应做防腐处理；钢结构支架应与建筑物防雷接地系统可靠连接。

10.10.2 光伏组件与方阵的安装应符合下列规定：

1 光伏组件上应标有带电警告标识；

2 光伏组件应按照设计图纸的型号、规格进行安装，方向正确，排列整齐，固定可靠。光伏组件之间的连接件，应便于拆卸和更换；

3 光伏组件安装倾斜角度偏差度不应大于 $\pm 1^\circ$ ；

4 光伏幕墙的安装应排列整齐、表面平整、缝宽均匀；光伏幕墙应与普通幕墙同时施工，共同接受幕墙相关的物理性能检测。

10.10.3 光伏组件之间的接线应符合下列规定：

1 光伏组件间接插件应连接牢固；

2 外接电缆同插接件连接处应搪锡；

3 光伏系统直流侧及连接电缆的正负极性应有明显不同的颜色标识。

10.10.4 逆变器的型号、规格应符合设计要求；逆变器交流侧和直流侧电缆接线前，应检查电缆绝缘，校对电缆相序或极性。

10.11 地源热泵系统

10.11.1 地埋管换热系统施工应符合下列规定：

1 地埋管换热器的水平地埋管的埋设深度不得小于 0.8m，最上层埋管顶部应在冻土层一下 0.4m；竖直地埋管换热系统的钻孔位置、间距、孔径应符合设计要求，钻孔深度宜超过设计孔深 0.2m 以上；

2 地埋管应采用热熔或电熔连接，竖直地埋管换热系统的 U 型管宜采用定型产品，并采取措施使 U 型管两支管处于分开状态；

3 竖直地埋管换热系统的钻孔完成,孔壁固化后，应立即将熔接完毕、注满清水试压合格，并保持压力的 U 型换热管道垂直的放入孔内。下管时应保持管道与竖井的同心度。下管速度均匀，过程连续，不得中途中断或撤除下管的机械力；

4 竖直地埋管 U 型换热管安装完成后，应立即灌浆回填封孔；

5 地埋管换热系统的水压试验应符合设计及相关标准要求。

10.11.2 地下水换热系统施工应符合下列规定：

1 抽水井、回灌井的比例应符合设计要求；

2 热源井持续出水量和回灌量应稳定，并应满足设计要求，持续出水量和回灌量应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

10.11.3 地表水换热系统施工应符合下列规定：

- 1 开式地表水换热系统取水口应远离回水口，取水口应设置污物过滤装置；
- 2 换热盘管牢固安装在水体底部，且应安装衬垫物；
- 3 供回水管进入地表水源处应设明显标志。

10.12 配电与照明

10.12.1 配电系统应符合下列规定：

- 1 与母线、电缆安装有关的建筑物、构筑物施工完毕验收合格、楼板洞口防水、防污染措施实施完成后，方可进行母线、电缆的安装和连接；
- 2 缆、电线芯线连接时，应除去芯线和连接金具接线面的油污及氧化膜。

10.12.2 电气照明应符合下列规定：

- 1 进场气体放电灯的镇流器，自身功耗不应大于光源标称功率的 15%，谐波含量不应大于 20%；
- 2 采用电感镇流器的灯具应设置电容补偿，其功率因数不应低于 0.90；
- 3 照明回路的电线在照明配电箱内，应安装符合要求的线路编号标志套管，回路接线的顺序和位置应符合设计要求。

10.13 西藏特色施工工艺

10.13.1 传统藏式建筑平屋面施工做法应符合下列规定：

- 1 应在传统建筑结构层上铺木材、树枝等材料，厚度应为 15-20cm，施工过程中应有防土掉落的措施，可在第 1 层木板上增加一层土工布或类似材料；
- 2 应铺上石材或者鹅卵石，厚度应为 5-15cm；
- 3 应在其上层铺垫一层壤土层封闭处理；
- 4 应压实壤土并风干，待风干后，应再铺一层细阿嘎土并泼水拍打，使得有着裂缝的封闭表面光滑平整；
- 5 拍实后的面层应涂抹天然胶类及油脂增加表层的防水、保温性能。

10.13.2 边玛墙施工做法应符合下列规定：

- 1 应取边玛枝干，去皮、晾干，分成 30 公分长短，捆扎 15-25cm 粗；
- 2 应将捆扎的边玛草铺层，再加黏土夯实，逐一向上砌筑；
- 3 应在铺设至设计高度的边玛草顶部，做一层防水技术处理；

4 在砌筑好的墙体上，应用红褐色的颜料或用传统做法中的红土、牛胶、树胶等熬制的粉浆上色。

10.13.3 夯土墙施工做法应符合下列规定：

1 应将墙体位置测量放线、支模，由螺栓将模板、角钢连接，模板之间应采用拉接螺杆、锚钉将其连接，在夯土墙的转角处，应采用 L 形或 T 形模板，以加强角部的连接，夯土墙应分层交错、交圈夯筑，避免墙体出现竖向裂缝；

2 使用吊线锤调整垂直度后，应装土分层夯实，每次装 20cm 厚黏土。先采用捣固机先快速夯一遍，然后再慢速夯一遍，夯筑的顺序应从外到里进行夯筑，先外面后里面，先四周后中心，夯击时，应保证夯点之间连续、不漏夯，应特别注意夯实夯土墙体的角部；

3 当夯筑至已安装模板的高度后，可将下部模板拆卸，逐层上翻周而复始。模板拆除应先松动并取出拉接螺杆，再将模板仅靠夯土墙体并侧向推离，以保证模板不粘土，或者墙体遭到破坏；

4 模板全部拆卸后，应对墙体侧面不平整处进行填补、抹平，确保墙体的平整性。

10.13.4 传统藏式门窗施工做法应符合下列规定：

1 传统门框、窗框及洞口四周应用厚泥浆石膏抹面，突出墙面宜为 1cm，宽度宜为 20cm，宜涂抹成黑色，形成黑条装饰带，门窗上方檐口可用排列整齐的双层飞头，上部可挂色彩帷帘；

2 除设计单位明确规定外，窗应为白色木方格玻璃窗，门框木构件上宜由专业工匠雕饰莲花、叠卷等图案，门板上宜画有日、月等图案。

10.13.5 传统藏式天窗施工做法应符合下列规定：

1 天窗应按照设计要求进行施工建设；高度宜为 2-3m，天窗结构构件上后侧宜为夯土或石砌实墙，其余三面宜为木窗；

2 开敞的三侧应设置高出屋面约 30-40cm 的挡水；

3 木窗宜采用木质小方格窗框；

4 女儿墙部分宜采用藏式压顶。

10.14 验收

10.14.1 建筑节能分部工程的质量验收，应在施工单位自检合格，且检验批、分

项工程全部验收合格的基础上，进行外墙节能构造、外窗气密性能现场实体检验和设备系统节能性能检测，确认建筑节能工程质量达到验收条件后方可进行。

10.14.2 建筑节能工程为单位建筑工程的一个分部工程，其子分部、分项工程和检验批应按照下列规定划分和验收：

1 应按照本标准表 10.14.2-1 进行划分。建筑节能工程应按照分项工程进行验收，当建筑节能分项工程较大时，可以将分项工程划为若干个检验批进行验收；

表 10.14.2-1 建筑节能分部、子分部、分项工程表

序号	分项工程	主要验收内容
1	墙体节能工程	主体结构基层；保温材料；防火隔离带；饰面层等。
2	幕墙节能工程	主体结构基层；隔热材料；保温材料；隔汽层，幕墙玻璃；单元式幕墙板块；通风换气系统，冷凝水收集排放系统等。
3	门窗节能工程	门；窗；玻璃、遮阳设施等。
4	屋面节能工程	基层；保温隔热层；保护层；防水层；面层等
5	地面节能工程	基层；保温层；防火隔离带；防水层；保护层等。
6	供暖节能工程	系统制式；散热器；阀门与仪表；热力入口装置；计量装置；保温材料；调试等
7	通风与空调节能工程	系统制式；通风与空调设备；阀门与仪表；绝热材料；调试等
8	太阳能光热系统	太阳能集热器；储热设备；控制系统；管路系统；调试等
9	太阳能光伏系统	光伏组件；逆变器；配电系统；储能蓄电池；充放电控制器；调试等
10	地源热泵换热系统	地表水换热系统；污水换热系统；地下水抽水、回灌系统；地表水抽水、回排系统；污水处理系统；室外管网系统等
11	配电与照明节能工程	低压配电电源；照明光源、灯具；附属装置；控制功能；调试等
12	检测与控制节能工程	冷热源系统的检测控制系统；空调水系统的检测控制系统；通风与空调系统的检测控制系统；检测与计量配置；

		供配电的检测控制系统；照明自动控制系统；可再生能源的监测控制系统；综合控制系统等
--	--	--

2 建筑节能分部工程和检验批划分，应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定；

3 节能工程验收难以按照上述要求进行划分时，可由建设、监理、施工等各方协商进行划分，但验收项目、验收内容、验收标准和验收记录均应遵守国家现行标准的规定。

10.14.3 建筑节能工程使用的材料、构（配）件和设备的进场验收应遵守下列规定：

1 对材料、构（配）件和设备的品种、规格、包装、外观、尺寸、标识标签及质量证明文件等进行检查验收，并经监理工程师或建设单位代表确认，形成相应的验收记录，记录应纳入工程技术档案；

2 涉及建设节能效果的重要材料、构（配）件和设备应按规定在施工现场随机抽样复验，复验应为见证取样送检。当复验的结果出现不合格时，该材料、构（配）件和设备不得使用。

10.14.4 建筑节能工程分部、子分部工程质量验收，应在各相关分项工程验收合格的基础，进行质量控制资料检查及观感质量验收，并应对主要材料、设备有节能的技术性能，以及有代表性的房间或部位和系统功能的建筑节能性能进行见证抽样现场检验。

10.14.5 建筑节能工程验收应由总监理工程师（建设单位项目负责人）主持，会同参与工程建设各方共同进行。其验收的程序和组织应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定，并应符合下列规定：

1 其合格质量应符合下列规定：

- 1) 各检验批应按主控项目和一般项目验收；
- 2) 主控项目应全部合格；
- 3) 一般项目应合格，当采用计数检验时，应有 90% 以上的检查点合格，且其余检查点不得有严重缺陷；

4) 各检验批应具有完整的施工操作依据和质量验收记录。

2 建筑节能工程的分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1) 分项工程所含的检验批均应符合合格质量的规定。

2) 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

10.14.6 建筑节能工程验收时应核查下列资料：

1 通过图审的设计文件、图纸会审记录、设计变更和洽商；

2 节能材料、设备、构（配）件的质量证明文件、进场验收记录、进场见证抽样复验报告；

3 隐蔽工程验收记录和相关影像资料；

4 分项工程质量验收记录；必要时应核查检验批验收记录；

5 外墙节能构造现场实体检验报告（或记录）；

6 外窗气密性现场检测报告；

7 风管及系统严密性检验记录；

8 现场组装的组合式空调机组的漏风量测试记录；

9 设备单机试运转及调试记录；

10 系统联合试运转及调试记录；

11 胶粘剂、抹面胶浆聚合物有效成分含量检测报告；

12 系统节能性能检验报告；

13 外墙外保温用挤塑聚苯板玻璃化转变温度及受热残重检测报告；

14 其它对工程质量有影响的重要技术资料。

10.14.7 建筑节能分部工程质量验收合格，应符合下列规定：

1 分项工程应全部合格；

2 质量控制资料应完整；

3 围护结构现场实体检测合格；

4 建筑设备工程系统节能性能检测结果应合格。

10.14.8 建筑节能工程质量验收记录表按照附录 E 进行填写，建筑节能分部工程质量控制资料核查记录表按照附录 F 进行填写。

附录 A 热当量体形系数计算方法

为了综合考虑各朝向围护结构得失热量的差异，在太阳能丰富的高海拔地区，鼓励建筑师采用长轴朝南的体形，以充分被动利用太阳能，应采用下式计算热当量体形系数：

$$s' = \frac{\sum_{i=1}^5 A_i \varepsilon_{si}}{V} \quad (\text{A.0.1})$$

式中 s' ——热当量体形系数；

A_i ——各朝向围护结构面积（ m^2 ）；

ε_{si} ——各朝向围护结构面积修正系数，根据朝向和辐射照度按表

A.0.2取值。

表A.0.2 各朝向围护结构面积修正系数 ε_{si}

朝向/（南向辐射照度 W/m^2 ）	ε_{si}
南（<150）	0.65
南（150~200）	0.55
南（≥250）	0.45
东、西（<150）	1.25
东、西（150~200）	1.35
东、西（≥250）	1.55
北向	1.00
屋面	1.00

附录 B 外墙平均传热系数计算方法

外墙周边的混凝土圈梁、抗震柱等构成的热桥，对其传热系数的影响较大，特别是在内保温条件下，影响更大。二维温度场模拟计算结果表明，在 37 砖墙条件下，混凝土梁、柱等周边热桥，能使墙体的平均传热系数比主体部位的传热系数增加 10% 左右；在内保温条件下，混凝土梁、柱等周边热桥，能使墙体的平均传热系数比主体部位的传热系数增加 51%~59%（保温层愈厚，愈小）；在外保温条件下，这种影响仅 2%~5%（保温层愈厚，影响愈小）。平屋顶一般都是外保温结构，而且保温层较厚，故不考虑这种影响。但对于内保温和夹芯保温墙体，如不考虑这种影响，则传热耗热量计算结果与实际差距较大。为使计算结果与实际接近一步，并为使用方便起见，本附录对外墙平均传热系数规定了一种简化计算方法。这一方法是将二维温度场简化为一维温度场，然后按面积加权平均法求得外墙的平均传热系数。用这一方法求得的外墙平均传热系数，一般要比二维温度场模拟计算结果稍小一些（约小 2%~6%），考虑到两者差别不大，并为使用方便起见，故采用这一简化计算方法。这一简化计算方法与国际标准 ISO6946/2 中提出的方法是类似的。在外墙受周边热桥影响条件下，对其平均传热系数计算方法的规定按 H.0.1 计算：

$$K_m = \frac{K_p \cdot F_p + K_{b1} \cdot F_{b1} + K_{b2} \cdot F_{b2} + K_{b3} \cdot F_{b3}}{F_p + F_{b1} + F_{b2} + F_{b3}} \quad (\text{B.0.1})$$

式中：

K_m ——外墙的平均传热系数，单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；

K_p ——外墙主体部位的传热系数，单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。应按国家现行标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定计算；

K_{b1} 、 K_{b2} 、 K_{b3} ——外墙周边热桥部位的传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

F_p ——外墙主体部位的面积 (m^2)

F_{b1} 、 F_{b2} 、 F_{b3} ——外墙周边热桥部位的面积 (m^2)。外墙主体部位和周边热桥部位如附图 B.0.2 所示。

附录 C 差异化保温计算方法

采用差异化保温设计时，建筑不同朝向非透光围护结构传热系数的相关性按下列公式计算：

$$K_s^* = xK_n^* = yK_{ew}^* \quad (C.0.1)$$

$$x = \frac{(t_i - \overline{t_{se,n}})}{(t_i - \overline{t_{se,s}})} \quad (C.0.2)$$

$$y = \frac{(t_i - \overline{t_{se,e,w}})}{(t_i - \overline{t_{se,s}})} \quad (C.0.3)$$

$$\overline{t_{se,e,w}} = \frac{\overline{t_{se,e}} + \overline{t_{se,w}}}{2} \quad (C.0.4)$$

式中：

K_s^* 、 K_n^* ——分别为南向、北向外墙的非平衡传热系数[W / (K·m²)];

K_{ew}^* ——东西向外墙的平均非平衡传热系数[W / (K·m²)];

x、y——大于 1 的系数，按式 C.0.2、C.0.3 计算；

t_i ——冬季室内计算温度(°C)；

$\overline{t_{se,s}}$ 、 $\overline{t_{se,n}}$ 、 $\overline{t_{se,e}}$ 、 $\overline{t_{se,w}}$ ——分别为南向、北向、东向、西向外墙的采暖期平均室外综合温度值(°C)；

$\overline{t_{se,e,w}}$ ——东向、西向外墙采暖期平均室外综合温度值的平均值(°C)。

注：1.“差异化保温”是指太阳辐射热作用较大的地区，因太阳热作用随采暖建筑围护结构朝向不同而差异明显，为使不同朝向外墙及屋面传热失热热流密度相等，而对不同朝向外墙及屋面采用了不同的保温措施。

附录 D 建筑直流储能系统方案比选

D.0.1 直流微储能系统基本功能见图 D.0.1-1，电力路由器输入端口应配防反二极管，输出端口应配 DC 和 DC/AC 两种，且应采用参数符合表 D.0.1-2 要求的安全特低电压（SELV）直流微储能装置。

D.0.2 直流微储能系统组合电压设计参数见表 D.0.2-1、D.0.2-2、D.0.2-3、D.0.2-4。

D.0.3 直流柔性电子设备配电设计参数见表 D.0.3。

D.0.4 网络交换机直流配电设计参数见表 D.0.4。

D.0.5 网络设备 PoE 链路原理图见图 D.0.5。

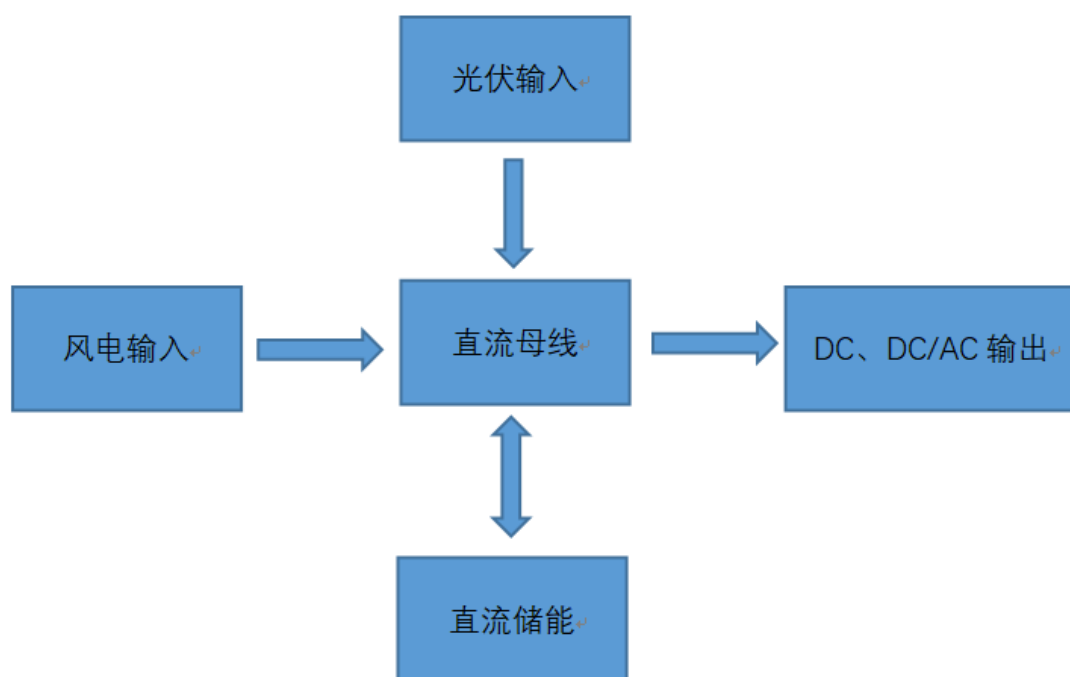


图 D.0.1-1 直流微储能系统基本功能

表 D.0.1-2 安全特低电压（SELV）直流微储能装置设计参数

功率 P (W)		$50\text{W} \leq P < 500\text{W}$	$500\text{W} \leq P < 5000\text{W}$
电压 U (V)		DC12、24	DC24、48
电流 I (A)		5、10、15、20	25~50~100
储能能量 E 单模块选择范围 (Wh)	2h 模块	$0.1\text{kWh} \leq E < 1\text{kWh}$	$1\text{kWh} \leq E < 10\text{kWh}$
	4h 模块	$0.2\text{kWh} \leq E < 2\text{kWh}$	$2\text{kWh} \leq E < 20\text{kWh}$
储能模块组合		储能	系统比选计算

	小时数		
电力路由器安装方式		壁挂式	落地式
储能系统参数显示功能		●	●
储能蓄电池热管理功能		●	●
光储充放能量监测功能		●	●
物联网智慧能源监控功能		○	●
注： 【1】 ● 表示应配备，○表示宜配备； 【2】 插头插座应符合《家用和类似用途插头插座 第1部分：通用要求》GB/T 2099.1-2021、《家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸》GB/T 1002-2021，《家用和类似用途安全特低电压（SELV）交流和直流插头插座 16 A 6 V、12 V、24 V、48 V 型式、基本参数和尺寸》GB/T 34134-2017 的规定。 【3】 蓄电池应选用免维护、长寿命、安全高效、回收再利用体系健全的产品。			

表 D.0.2-1 铅酸电池直流微储能电压组合（示例）

多口防反输入	直流母线	电压组合	
		24V 1 路	12V 2 路
电压组合方式	A 组电池 12V	AB 串联 输出 3	A 组输出 1
	B 组电池 12V		B 组输出 2

注：铅炭电池应符合现行国家标准《电力储能用铅炭电池》GB/T 36280 的规定。

表 D.0.2-2 磷酸铁锂电池直流微储能电压组合（示例）

多口防反输入	直流母线	电压组合	
		25.6V 1 路	12.8V 2 路
电压组合方式	A 组电池 4x3.2V	AB 串联 输出 3	A 组输出 1
	B 组电池 4x3.2V		B 组输出 2

表 D.0.2-3 三元锂电池直流微储能电压组合（示例）

多口防反输入	直流母线	电压组合	
		29.6V 1 路	14.8V 2 路
电压组合方式	A 组电池 4x3.7V	AB 串联 输出 3	A 组输出 1
	B 组电池 4x3.7V		B 组输出 2

表 D.0.2-4 微储能系统设计参数比选表

序号	设计比选内容	铅酸电池	磷酸铁锂电池	三元锂电池	其它种类电池
1	设计放电容量				
2	设计放电深度				

3	充放电保护装置				
4	电池规格数量				
5	运行维护特点				
6	回收利用特点				
7	技术经济综合分析				
8	其它				

表 D.0.3 直流柔性电子设备典型配电参数对照表

用途	系统	输出电压 U ₂ (V)	典型用电功率	终端线	端口
IT 设备	AC220V/ DC 适配器	5	≤10W	USB 线	USB 插头插座
		12	≤24W	0.35、 0.5、 0.75、 1.0、1.5、 2.5 随设备	筒型插头插 座、连接器、 接线端子、 GB/T 34134 插头插座
		24	≤120W		
	DC48V 机架电源 光伏储能	48~57	PSE≤15.4W IEEE802.3af	PD 设备 网线： 5、6、7 类	RJ45 插头插座
		50~57	PSE≤30W IEEE802.3at		
		52~57	PSE≤90W IEEE802.3bt		
直流电池 柜	DC110V	108~120	直流模块 3~20kW	1.5、2.5、 4、6、 10、 16、25	5A~100A 接线端子
	DC220V	216~240			
直流双向 充放电	DC500 ~750V (±375)	500~ 900	直流 V2G 单元 30~960kW	随设备 配套	125A、250A 等规格 充电枪

表 D.0.4 网络交换机直流配电设计参数

PoE 直流配电设计参数汇总表					
PoE 标准号		IEEE802.3af-2003 (PoE)	IEEE802.3at-2009 (PoE+)	IEEE802.3bt-2018 (PoE++)	
颁布时间		2003 年	2009 年	2018 年	
供电设备 (PSE)	输出电压	DC: 44~57V	DC: 50~57V	DC: 52~57V	
	输出功率	≤15.4W	≤30W	≤90W	
	电压典型值	48V	50V	52V	
	电流典型值	350mA	600 mA, 2 线对	1.73A, 4 线对	
用电设备 (PD)	最大功 率 Class	Class 0	13W		
		Class 1	3.84W		

	等级	Class 2	6.49W		
		Class 3	13W		
		Class 4	/	25.5W	
		Class 5	/	/	40W
		Class 6	/	/	51W
		Class 7	/	/	62W
		Class 8	/	/	71W
网线规格	CAT 5E	√	√	/	
	CAT 6	√	√	/	
	CAT 6A UTP	√	√	/	
	CAT 6A FTP	√	√	/	
	CAT 7 S/FTP	√	√	√	
	CAT 7A S/FTP	√	√	√	
	CAT 8.2 S/FTP	√	√	√	

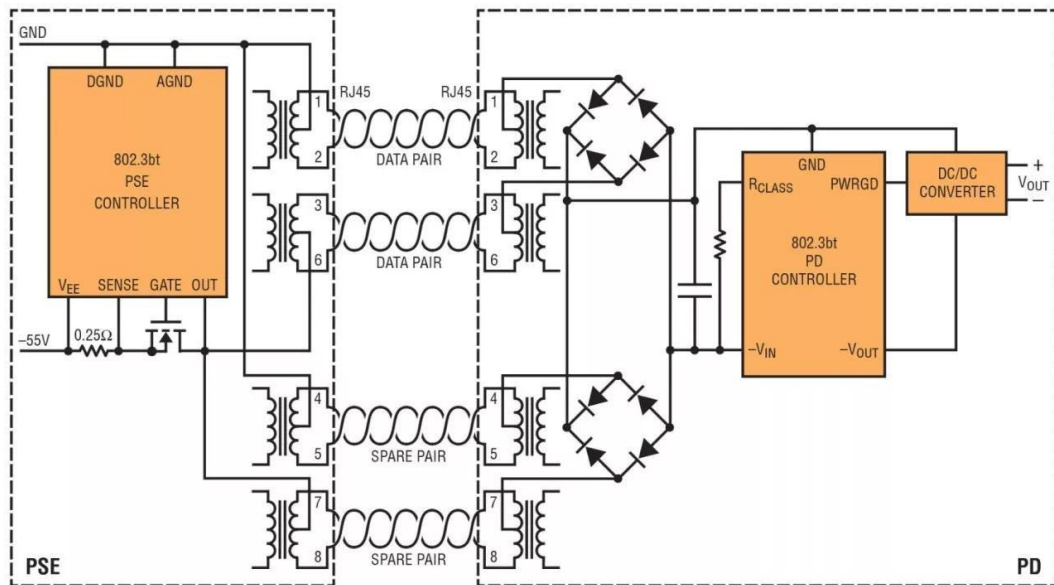


图 D.0.5 IEEE 802.3bt PSE-PD 链路原理图

附录 E 建筑节能工程质量验收记录表

附表 E.0.1 建筑节能分部工程质量验收记录

工程名称		结构类型		层数	
施工单位		项目经理		技术负责人	
监理单位		设计单位			
序号	分项工程名称	施工单位检查结果	监理（建设）单位验收意见		
1	墙体节能工程				
2	幕墙节能工程				
3	门窗节能工程				
4	屋面节能工程				
5	地面节能工程				
6	供暖节能工程				
7	通风与空调节能工程				
8	太阳能光热系统				
9	太阳能光伏系统				
10	地源热泵换热系统				
11	配电与照明节能工程				
12	检测与控制节能工程				
质量控制资料					
外墙节能构造现场实体检验					
外窗气密性现场检测					
外窗淋水现场检测					
系统节能性能检测					

观感质量			
验收结论			
验收 人员 会 签	分包单位	项目经理： 年 月 日	
	施工单位	项目经理： 年 月 日	
	设计单位	项目负责人： 年 月 日	
	监理单位	总监理工程师： 年 月 日	
	建设单位	建设单位项目专业负责人： 年 月 日	

附录 F 建筑节能分部工程质量控制资料核查记录表

附表 F.0.1 建筑节能分部工程质量控制资料核查记录表

工程名称		施工许可证号	
建设单位		项目负责人	
设计单位		项目负责人	
监理单位		项目负责人	
施工单位		项目负责人	
其他参加验收人员			
建筑节能分项验收资料清单	份数	合格 (齐全)	不合格 (不齐全)
设计、施工、监理、检测等单位分别出具的专项质量合格文件、确认证明			
设计文件、图纸会审记录、设计变更、技术核定单			
施工图审查合格书、建筑节能设计认定证书			
建筑节能专项施工方案和技术交底			
监理规划和建筑节能监理实施细则			
首间样板确认和开工条件验收记录			
建筑节能材料进场验收记录及进场复验报告			
墙体节能工程质量验收记录			
幕墙节能工程质量验收记录			
门窗节能工程质量验收记录			
屋面节能工程质量验收记录			
地面节能工程质量验收记录			
采暖、通风与空调节能工程质量验收记录			
太阳能光热系统节能工程质量验收记录			
太阳能光伏系统节能工程质量验收记录			

地源热泵换热系统节能工程质量验收记录				
配电与照明节能工程质量验收记录				
监测与控制节能工程质量验收记录				
隐蔽工程验收记录和相关图像资料				
围护结构节能构造现场实体检测报告、外窗气密性现场抽样复检报告、系统节能性能检测报告				
风管及系统严密性检测记录、现场组装的组合式空调机组漏风量测试记录				
设备单机试运转及调试、系统联合试运转与调试记录				
节能竣工检测评估报告				
核查结论：		验收组组长（签字）：		
		年 月 日		

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，在条许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《地热资源地质勘查规范》 GB/T 11615
- 2 《锅炉大气污染物排放标准》 GB 13271
- 3 《通风机能效限定值及节能评价值》 GB 19761
- 4 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762
- 5 《家用和类似用途安全特低电压（SELV）交流和直流插头插座 16 A 6 V、12 V、24 V、48V 型式、基本参数和尺寸》 GB/T 34134
- 6 《砌体结构设计规范》 GB 50003
- 7 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 8 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 9 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 10 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 11 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 12 《综合布线系统工程设计规范》 GB 50311
- 13 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 14 《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366
- 15 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411
- 16 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 17 《秸秆发电厂设计规范》 GB 50762
- 18 《微电网工程设计标准》 GB/T 51341
- 19 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 20 《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T 51368
- 21 《地面辐射供热技术规程》 JGJ 142
- 22 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ 142
- 23 《供热计量技术规程》 JGJ 173
- 24 《建筑外墙防水工程技术规程》 JGJ/T 235
- 25 《外墙内保温工程技术规程》 JGJ/T 261
- 26 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346
- 27 《外墙保温复合板通用技术要求》 JG/T480

28 《生物质锅炉供热成型燃料工程设计规范》NB/T 34062

29 《散热器恒温控制阀》JG/T 195

西藏自治区地方标准

民用建筑节能技术标准

DB54/T 0275-2023

条文说明

目 次

1 总则.....	77
3 基本规定.....	78
4 建筑方案.....	81
4.1 场地设计	81
4.2 形体设计	81
4.3 空间设计	84
5 围护结构.....	87
5.1 热工设计	87
5.2 保温构造	89
5.3 热工性能权衡判断	92
6 被动式太阳能利用.....	94
6.1 一般规定	94
6.2 直接受益窗	95
6.3 集热蓄热墙	96
6.4 附加阳光间	96
6.5 对流环路式采暖技术	97
7 设备系统.....	99
7.1 给排水	99
7.2 暖通空调	99
7.3 电气	108
8 可再生能源利用.....	111
8.1 一般规定	111
8.2 太阳能光热	112
8.3 太阳能光电	114
8.4 空气能	115
8.5 地热能	117
8.6 生物质能	118
9 节能改造.....	120

9.1 一般规定	120
9.2 改造前评估	121
9.3 节能改造方案	123
9.4 围护结构节能改造	124
9.5 采暖通风空调节能改造	130
9.6 配电与照明系统改造	133
10 施工.....	135
10.1 一般规定	135
10.2 墙体	135
10.3 建筑幕墙	136
10.4 门窗	136
10.5 屋面	136
10.6 地面	137
10.7 供暖	137
10.8 通风与空调	137
10.9 太阳能光热系统	138
10.10 太阳能光伏系统	138
10.11 地源热泵系统.....	139
10.12 配电与照明	139
10.13 西藏特色施工工艺	139
10.14 验收	140

1 总 则

1.0.1 十九大报告提出，必须坚定不移贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。建筑节能是贯彻绿色发展、可持续发展战略和全面建成小康社会的重要组成部分，是改善生存与居住环境，提高人们居住舒适性的重要措施，是满足人民对美好生活向往的有力保障。2020 年 8 月 7 日，西藏自治区住房和城乡建设厅发布了《进一步做好建筑节能有关工作要求》，指出近年来，住建部陆续出台系列关于建筑节能工作的规范、规程、通知，在西藏自治区各级住建部门的共同努力下，建筑节能工作取得了一些实质性的进展，但仍存在着认识不够、设计不尽合理、节能措施单一等问题。还需要切实提高认识，充分以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认识做好建筑节能工作的重要意义，坚持新发展理念，坚持以提高建筑能效为核心，进一步增强主体责任意识，提高履职能力，强化行业监管，促进建筑节能工作上水平见成效。

1.0.2 西藏自治区的气候区包括高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区、高海拔 E 区、高海拔 F 区；建设全过程包括设计阶段、施工阶段、验收阶段；民用建筑包括公共建筑和居住建筑。

1.0.3 建筑的节能设计必须结合当地的气候条件，在保证室内环境质量，满足人们对室内舒适度要求的前提下，提高围护结构保温隔热能力，提高供暖、通风、空调和照明等系统的能源利用效率；在保证经济合理、技术可行的同时实现国家的可持续发展和能源发展战略。

3 基本规定

3.0.1 西藏自治区各地自然条件差异很大，各建筑项目用地也其特殊性，应从分析建筑项目所在地区的气候条件出发，结合项目用地具体情况，将场地设计与自然条件相结合，分析太阳辐射、场地风环境等自然条件与建筑总平面布局、建筑单体、景观绿化等形成的微气候，考虑日照、朝向、主导风向、自然通风等因素建筑能耗的影响，冬季多利用日照获得热量，避开主导风向，减少建筑外表面热损失，夏季和过渡季减少建筑得热，利用自然通风降温冷却，减少建筑使用中的用能需求。

3.0.2 本条文中气候分区采用近 30 年（1980—2010 年）数据统计计算各气象站累年平均最冷月、最热月平均干球温度、供暖度日数 HDD18 及空调度日数 CDD26 等指标。西藏自治区气候的主要影响因素是海拔高度变化，其冬季绵长、长冬无夏的特点与我国东北与西北地区的严寒或寒冷分区的气候特征具有明显的差异，故针对西藏自治区气候特点采取针对性的分区方法。通过气象数据的地理分布分析发现，在该区域内， $HDD18=2000(^\circ\text{C}\cdot\text{d})$ 的等高线与最冷月平均温度 3°C 的等高线基本吻合；最冷月平均温度 0°C 的等高线与 $HDD18=3000(^\circ\text{C}\cdot\text{d})$ 的等高线基本吻合；最冷月平均温度 -4°C 的等高线与 $HDD18=4500(^\circ\text{C}\cdot\text{d})$ 的等高线基本吻合。经讨论，综合太阳辐射分布及高原地理环境分界特征，确定最冷月平均温度低于 -4°C ，HDD18 大于 $4500(^\circ\text{C}\cdot\text{d})$ 作为高海拔 A 区、高海拔 B 区分界指标；高海拔 C 区、高海拔 D 区采用最冷月温度 $\in [-4^\circ\text{C}, 3^\circ\text{C}]$ 作为分区边界。与国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176—2016 相比，一级分区指标最冷月干球温度分别提高 3°C 、 6°C ，HDD18 提高了 20%，综合考虑了寒冷程度以及寒冷持续时间的影响，与西藏自治区地域气候特征较为吻合。

3.0.3 《中华人民共和国可再生能源法》规定，可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。各类建筑的用能需求不同，场地能源条件不同，对具备可再生能源利用条件的建筑，建设单位应当选择合适的可再生能源，用于供暖、制冷、照明和热水供应等；设计单位应当按照有关可再生能源利用的标准进行设计。

3.0.4 太阳能利用应遵循被动优先的原则，根据周边环境、建筑朝向、空间功能、经济条件等实际，因地、因时制宜地将被动式太阳能运用到建筑设计中，与各种功能空间使用需求相结合，统筹考虑建筑物理环境，尽可能降低建筑冷热负荷，营造良好的建筑室内外环境。

良好的前期设计优化是保障被动式太阳能建筑技术的应用效果的重要先决条件，被动式太阳能利用应在规划、设计前期对场地条件进行专项调研分析，结合建筑布局、造型、立面、屋顶，以及建筑用能特点，并综合考虑其他因素，对方案进行优化，避免自遮挡、光照不足、局部过热等情况，运用计算、模拟分析等手段对太阳能建筑利用效果进行预评估。

3.0.5 太阳能是一种不稳定的能源，须配备辅助热源装置确保系统正常使用。应根据建筑热利用的需求特点、能源供给情况、建筑能源系统、运行管理模式等因素，选择合理的辅助热源形式、容量及控制策略。

3.0.6 在进行建筑设计时，其可再生能源利用设施也应与主体工程设计同步，从建筑及规划开始即应涵盖有关内容，并贯穿各专业设计全过程。供热、供冷、生活热水、照明等系统中应用可再生能源时，应与相应各专业节能设计协调一致，避免出现因节能技术的应用而浪费其他资源的现象。

既有建筑由于建造年代不同，结构设计和抗震设计标准不同，施工质量也不同，改造项目增加可再生能源设施时，施工不当可能会破坏原围护结构构造，还可能增加外墙和屋面的荷载，为保证结构安全，应对原建筑结构进行复核、验算；当结构安全不能满足节能改造要求时，应采取结构加固措施，以保证结构安全。

3.0.7 既有建筑量大面广，由于它们所处的气候区不同，建造年代不同，使用情况不同，情况很复杂。因此在对它们实施节能改造前，应先开展改造前评估，然后根据改造前评估的结果确定改造方案。

3.0.8 所有工程的施工组织设计中应包含建筑工程与节能施工有关的内容，以便规划、组织和指导施工。施工前，施工企业应专门编制建筑节能工程专项施工方案，经监理单位或建设单位审批后实施。

3.0.9 由于材料采购供应、施工工艺改变等原因，建筑工程施工中可能需要改变节能设计。为了避免这些改变影响节能效果，本条对涉及节能的设计变更严格加

以限制。

本条规定有三层含义：第一，任何有关节能的设计变更，均须在施工前办理设计变更手续；第二，有关节能的设计变更不应降低建筑节能效果；第三，有关节能的设计变更还应报原节能设计审查机构审查。

本条在实施中，节能设计变更应首先由设计单位计算校核，并报原施工图设计文件审查机构重新审查，出具书面审查文件，并按变更后的要求进行施工和验收。根据目前国家规定，该设计变更须由设计、建设、监理、施工单位签署后方可实施。

对本条执行情况实施的检查，应检查设计变更文件和施工图设计审查文件，依据有无设计变更文件和施工图设计审查文件，以及两者是否一致作为判定依据。

3.0.10 材料是节能工程的物质基础，通常在设计中规定或在合同中约定。凡设计有要求的应符合设计要求，同时也要符合国家有关产品质量标准的规定，即对它们的质量进行“双控”。对于设计未提出要求或尚无国家和行业标准的材料和设备，则应该在合同中约定，或在专项施工方案中明确，并且应该得到监理或建设单位的同意或确认，这些材料必须符合地方或企业标准中的质量要求。

其次是对质量证明文件的核查。由于进场验收时对“可视质量”的检查只能检查材料和设备的外观质量，其内在质量难以判定，需由各种质量证明文件加以证明，故进场验收必须对材料和设备附带的质量证明文件进行核查。这些质量证明文件通常也称技术资料，主要包括质量合格证、中文说明书及相关性能检测报告、型式检验报告等；进口材料和设备应按规定进行出入境商品检验。这些质量证明文件应纳入工程技术档案。

4 建筑方案

4.1 场地设计

4.1.1 利用场地周边地理、地势、气候条件，遵循有关法律、政策要求，制定科学可靠、利于设计人员进行实际数据的测量，优化场地设计，达到建筑节能的目的。由于西藏地域宽广，地势落差较大，气候多样，日照作为西藏地域的独特能源优势，不同条件下的实际数据需设计人员测量和模拟选取。此法，虽然增加了设计人员的工作量，但确保了数据的真实性、可靠性。

4.1.2 为了营造建筑室内外健康、舒适的风环境，本条文参考相关文献及其他省市标准，根据科学可靠、逻辑合理、利于实际操作的原则，结合场地风环境特征，优化场地设计，切实达到节能的目的。

4.1.3 为了营造场地健康、舒适的光和热环境，本条文参考《河北省居住建筑节能节能 75%设计标准》DB13（J）185-2020，按照科学可靠、利于植物生长的原则，结合植物的生态习性特征，营造舒适的室外微气候，间接的达到建筑节能的目的。植物配置易尊重植物生态习性，优先选取适宜当地气候生长的植物类型。南向作为建筑的主要采光和得热面，基于西藏气候特征及日照优势，避免在南向种植高大常绿乔木，使建筑获得足够日照辐射，有利于增加建筑太阳能利用潜力，同时提高建筑室内冬季热舒适性。

4.2 形体设计

4.2.1 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区建筑形体规整紧凑、造型简约，避免过多的凹凸变化，有利于减少建筑外围护结构散热面积，进而减少冬季采暖能耗。建筑形体设计时，应考虑本地区的气候条件，包括冬季和夏季太阳辐射强度、风环境、围护结构构造等多方面因素综合考虑，兼顾不同类型建筑造型需要，使形体凹凸不要过多，尽可能减少外围护结构面积，以达到节能的目的。同时，太阳能建筑一体化应用系统应与建筑造型一体化设计，并与建筑设计同步完成。

4.2.2 参照《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《严寒寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018、《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 制定。体形系数的大小对建筑能耗影响非常显著。体形系数越小，单位建筑面积

对应的外表面积越小，外围护结构的传热损失越小。高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区建筑体形系数的变化直接影响建筑供暖能耗的大小，体形系数越大、热损失越大。从降低建筑能耗的角度出发，应将体形系数控制在一个较小的水平上。

但是，体形系数的确定还与建筑造型、平面布局、通风采光等密切相关。体形系数过小，制约建筑师的创造性，有可能造成建筑呆板、平面布局困难，甚至难以满足建筑功能的需要。因此，合理确定建筑体形，必须充分考虑地域气候条件，围护结构构造等多方面因素，权衡利弊，尽可能使体形简约，以达到节能的目的。

表 4.2.2-1，随着建筑围护结构热工性能的提高，体形系数对建筑能耗的影响程度在降低，标准的限值有降低的可能。标准在执行中，也发现大量建筑体形系数的限值做了调整。鉴于体形系数造成的能耗增大有限，且可以通过提高围护结构热工性能弥补。对 3 层以下建筑的体形系数适当放宽要求，使体形简单、无凹凸变化的建筑多数能满足标准限值要求，而不必做权衡判断计算。

表 4.2.2-2，随着公共建的建设规模不断增大，采用合理建筑设计方案的单栋建筑面积小于 800m^2 ，其体形系数一般不会超过 0.50。实际工程中，单栋面积 300m^2 以下的小规模建筑，或者造型奇特的极少数建筑体形系数有可能超过 0.50。因此，根据建筑体形系数的实际分布情况，从降低建筑能耗的角度出发，对高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区建筑的体形系数进行控制。

本条文中，建筑面积应按各层外墙外包线围成的平面面积的总和计算，包括半地下室的面积，不包括地下室的面积；建筑体积应按与计算建筑面积所对应的建筑物外表面和底层地面所围成的体积计算。

当所设计的建筑超过规定的体形系数时，应提高建筑围护结构的保温性能，并按照本标准第 5.3 节的规定进行围护结构热工性能的权衡计算，审查建筑物的供暖能耗是否能够符合要求。

对于高原太阳能富集地区，并不是所有的建筑外围护结构表面都是散热面，这导致体形系数较大的长方体实际体积热指标小于体形系数小的正方体。诸如，在相同表面积、体积的南向条形建筑（ $160\text{m}\times 10\text{m}\times 14\text{m}$ ）比正方形建筑（ $40\text{m}\times 40\text{m}\times 14\text{m}$ ）体形系数大，但实际耗热量低；同外形的建筑，南北朝向和

东西朝向，体形系数相同，但实际耗热量差别大，故在该地区利用传统体形系数约束围护结构传热系数不合理。本标准附录 A 提出热当量体形系数的概念及计算方法，便于直接采用。

4.2.3 建筑形体可以对风起到阻挡或引导的作用。高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区的建筑形体，在当地冬季主导风方向，应尽量封闭遮挡，以避免寒风进入建筑内部；在夏季风主导方向，可考虑适当开敞，以促进建筑的自然通风换气。高海拔 E 区和高海拔 F 区建筑形体可适度开敞，促进建筑自然通风换气。

4.2.4 建筑形体设计对其太阳辐射利用潜力具有直接影响。

第 1 款，东西轴较长、南北轴较短的平面及形体布局，可以使建筑立面在冬季获得相对更多的日照辐射，同时在夏季获得相对更少的日照辐射。

第 2 款，建筑立面中，南向的立面是其主要得热面，北向立面是其主要失热面，因此在高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区的建筑设计中，应尽量加大南向日照辐射得热面的面积，尽量减少北向失热面的面积。

第 3 款、第 4 款，建筑屋面是其接收日照辐射的最佳位置，通过控制建筑屋面面积占建筑总外表面积之比，可以在兼顾节能的前提下，扩大建筑对日照辐射的利用潜力。

第 5 款，建筑立面设计主要考虑太阳能的被动式热利用，不同朝向的建筑立面，对日照辐射具有不同的接收潜力。对西藏自治区而言，如果主要考虑采暖季建筑立面对太阳辐射的被动式热利用，则其最佳朝向为南偏西 35° 至南偏东 25° 之间；如果主要考虑建筑立面对全年太阳辐射的综合利用，特别是太阳能光伏或光热系统与建筑的一体化利用，则其最佳朝向为南偏西 30° 至 50° 之间。实际项目设计中，可结合场地环境条件、建筑使用需求、项目经济技术要求等情况和条件进行具体分析和权衡判断。

4.2.5 建筑形体有可能对相邻建筑及活动场地的日照获取产生不利影响。对于新建建筑，其形体设计除应避免对相邻新建建筑日照的不利影响，还应注意避免对周边既有建筑及活动场地日照获取的不利影响。对于屋面计划采用太阳能系统的建筑，其建筑形体设计应考虑太阳能系统可能带来的建筑高度变化及相应增加的日照遮挡。

4.2.6 建筑形体的倾斜、凹凸等变化，以及挑檐等外部构件的设置，有可能对其自身形成日照遮挡，也称为自遮挡。为在建筑中充分利用日照辐射，在形态设计中应尽量避免因自遮挡产生较多的日照阴影区。

4.3 空间设计

4.3.1 西藏大部分地区海拔较高，昼夜温差大，日照丰富，在寒冷的冬季可利用丰富的日照通过南向窗户进行采光采暖，西藏的建筑大部分都是南北向布置，将办公室、卧室、教室、宿舍、病房这类人员长期停留对热舒适度较高的房间宜布置在南侧是较好的选择，为了提高土地的利用率，一般在北向布置走道、电梯、卫生间、库房、设备房等人员短期停留对热舒适度较低房间。

4.3.2 建筑的特殊空间指有别于常规功能性房间的中庭，阳光间这类联通空间以及地下室，进深较深的房间和大房间内隔间这类较特殊的空间。阳光间指在建筑的南侧采用玻璃等透光材料建造的能够封闭的空间，通常在民居建筑中居民自发的加建阳光间，空间内的温度会因温室效应而升高，该空间可以为房间进行采暖，又可以作为缓冲区，减少房间的热损失。

4.3.3 设置中庭可以改善建筑空间品质及建筑的热工性能，中庭通常是指建筑内部的庭院空间，其最大的特点是形成具有位于建筑内部的"室外空间"，是建筑设计中营造一种与外部空间既隔离又融合的特有形式，或者说是建筑内部环境分享外部自然环境的一种方式。中庭的高度和进深比宜控制在合理的范围，高度和进深比过大会显空间得狭窄，导致下部空间采光不足，整个空间得热不够，影响中庭的舒适性，不能起到好的节能作用；而高度和进深比过小，也不利于节地，节能。

中庭空间被用来提供与自然相近相通的环境，同时又隔开了自然带来的不利条件，在建筑空间组合关系中可以起某种枢纽作用，在建筑处理上，中庭设计注重自然元素的引入和利用，诸如阳光、空气、水和植物等，以及安静舒适的休息停留场所的营造，成为中庭空间设计中重要的考虑对象

4.3.4 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区建筑主要出入口设置防寒门斗及其他防寒措施，可以减少冬季寒风对建筑室内热环境的不利影响，同时起到节能的作用。

4.3.5 能天然采光、自然通风的水平联通空间具有良好的舒适性，设计应根据空间的宽度、高度选择合适的位置利用自然进行采光，开窗和通风，有条件的走道、过厅和中庭尽量利于日照进行采光采暖。

4.3.6 楼梯和电梯厅宜靠外墙布置，通过合理开窗，利用自然环境条件进行天然采光和自然通风，在减少人工照明等建筑能耗的同时，提高空间的舒适性。

4.3.7 建筑空间的大小和比例会对人的心理产生影响，不同的功能对建筑空间的要求不同，建筑设计应兼顾建筑节能需求,选择适宜的布局、开间和层高。建筑进深大可以有效地节约用地，但为了保证建成的建筑物有良好的天然采光、自然通风条件，进深在设计上有一定的要求，不宜过大，公建进深较大可以通过设置中庭引入阳光和空气来改善建筑的空间品质。

西藏居住建筑需要通过南向窗户进行采光采暖，建筑开间和进深对房间的采光和通风有很大的影响，当建筑的开间过小时，进深过大的话，会影响房间采光采暖和通风。若是进深偏小，开间过大的话，不利于节约用地。

4.3.8 根据国家标准《建筑采光设计标准》GB / T50033-2013，一般单侧采光时房间进深不大于窗上口至地面距离的 2 倍，双侧采光时进深可较单侧采光时增大一倍，如图 4.3.8 所示。

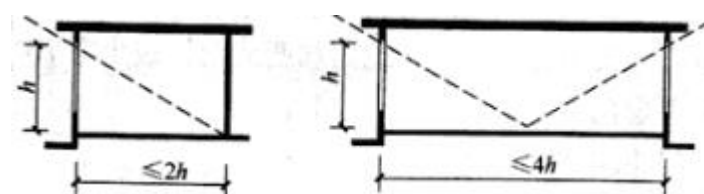


图 4.3.8 进深与采光方式的关系

4.3.9 做好自然通风气流组织设计，保证一定的外窗可开启面积，可以减少房间空调设备的运行时间，节约能源，提高舒适性。对于幕墙部分是否通过开启改善自然通风效果应结合建筑自身特点进行权衡。若幕墙开启对于建筑运营不利，设计时应设置有效的机械通风措施，改善室内热环境，防止建筑室内夏季甚至过渡季过热现象出现。

4.3.10 地下空间的天然采光和自然通风不仅有利于节能，而且充足的天然采光和自然通风还有利于改善地下空间卫生环境。由于地下空间的封闭性，天然采光可以增加室内外的自然信息交流，减少人们的压抑心理等；同时，天然采光也可以

作为日间地下空间应急照明的可靠光源。地下空间自然通风和天然采光的方法很多，可以是简单的天窗、通风采光通道等，也可以是棱镜玻璃窗、导光管等技术成熟、容易维护的措施。

5 围护结构

5.1 热工设计

5.1.1 考虑到西藏自治区太阳辐射强，日较差大，为缓解室内温度波动，建筑屋顶、外墙、地面等围护结构应采用蓄热能力较强的重质材料，以缓解室内温度波动。以常用的厚重材料如粘土空心砖、混凝土砌块、灰砂砖等为依据，本标准建议建筑围护结构的热惰性指标不宜小于 3。围护结构的热惰性指标可按照《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 的方法计算。

5.1.2 建筑外墙与屋面连接处、外窗（门）洞口室外部分的侧墙面等热桥部位散热强度大，应进行强化保温处理，减小热桥部位热损失，并保证热桥部位内表面温度不低于室内设计温、湿度条件下的空气露点温度，可保证内表面不结露，墙体与屋面不发霉。

5.1.3 地下室可用作车库、空调机房、储藏室、健身房、娱乐空间等，地下室的不同用途对室温和防潮的要求不同，应根据地下室不同用途采取合理的保温、防潮措施。

5.1.4 参考《严寒寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2018，结合西藏自治区气候特点，封闭式阳台的保温设计应符合本条文要求。

5.1.5 西藏自治区拥有丰富的太阳能资源，强烈的太阳辐射会对墙体、屋顶等外饰面、外窗、外门及其配件产生一定的损害，进而对建筑物外观和相关部件的耐久性产生影响，因此上述部位宜优先选择耐紫外线、抗老化材料。

5.1.6 高海拔 A 区、高海拔 B 区和高海拔 C 区、高海拔 D 区的建筑设置凸窗会增大热负荷，不利于节能，结合不同房间的使用特点，故本条文提出高海拔 A 区、高海拔 B 区除南向外的其它朝向不应设置凸窗；高海拔 C 区、高海拔 D 区北向的卧室、起居室不应设置凸窗，其他房间不宜设置凸窗。

5.1.7 为获得更多太阳辐射热，通常将南向窗设置为直接受益窗，故南向窗墙面积比应参考 6.2 节直接受益窗的限值要求，此外，第 6.2 节中南向窗墙比限值是结合西藏自治区太阳辐射强烈且总量大的特殊情况，可以参与权衡计算；室内热量易通过窗户向外散失，北向太阳辐射量较小，故北向窗墙面积比小于东、西向。

5.1.8 参考国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《民

用建筑热工设计规范》GB 50176-2016、行业标准《严寒寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ-26-2018 和地方标准《西藏自治区民用建筑节能设计标准》DBJ 540001-2016,对高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区、高海拔 E 区、高海拔 F 区的居住建筑围护结构热工性能分别提出限值要求。此外,外墙和屋面的传热系数是指考虑了热桥影响后计算得到的平均传热系数,平均传热系数的计算应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定,一般建筑外墙和屋面的平均传热系数可按本标准附录 B 的方法确定。

5.1.9 参考国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 和《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015,对高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区、高海拔 E 区、高海拔 F 区的公共建筑围护结构热工性能提出限值要求。本条文公共建筑热工性能限值在《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 基础上放宽限值要求。此外,外墙和屋面的传热系数是指考虑了热桥影响后计算得到的平均传热系数,平均传热系数的计算应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定,一般建筑外墙和屋面的平均传热系数可按本标准附录 B 的方法确定。

5.1.10 根据本标准 5.1.8 和 6.2.1 节条文中居住建筑窗墙面积比限值,将外窗传热系数和太阳得热系数按小于等于 0.3、在 0.3-0.5 之间,以及大于 0.5 三个范围提出限值要求;对于非主要功能房间,由于人在该区域停留时间较短,因此调整其外窗传热系数要求;对于主要功能房间,因此其外窗传热系数要求相对严格。此外,高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区具有环境温度低、太阳能资源富集等特点,同时冬季供暖时间长,因此外窗主要以增大冬季太阳得热、通过外窗向室内输送太阳能量、提升房间温度为主,故外窗太阳得热系数应满足表中的最低限值;对于高海拔 E 区和高海拔 F 区,不仅要考虑外窗的冬季得热,同时需兼顾夏季由外窗得热导致的室内温度过高的问题,因此本条文分别给出了冬、夏季外窗的太阳得热系数要求。

5.1.11 由于建筑气密性差导致的冷风渗透在建筑总能耗中的比重越来越高,外门窗由于其可开启性,成为影响建筑气密性的最主要环节,严格控制外门窗的气密性是降低冷风渗透能耗的主要途径。为了保证建筑的节能,要求外窗具有良好的气密性能,以避免夏季和冬季室外空气过多地向室内渗透。本条规定的气密性要

求相当于国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433-2015 中建筑外门窗气密性 6 级。

5.1.12 建筑的设计往往着重考虑建筑外形立面和使用功能，有时由于建筑外形、材料和施工工艺条件等的限制难以完全满足本标准关于体形系数、外墙传热系数、外窗传热系数等要求。因此，为尽量保证设计方案的灵活性和建筑师的创造性，可对建筑围护结构热工性能进行权衡判断，以确保所设计的建筑能够符合节能设计标准的要求。权衡判断不拘泥于建筑围护结构各个局部的热工性能，而是着眼于建筑物总体热工性能是否满足节能标准的要求，当围护结构局部热工参数不能满足本标准限值要求时，必须按本标准第 5.3 节规定的方法进行围护结构热工性能的权衡判断，通过建筑围护结构热工性能的互相补偿保证建筑总体能耗水平达标。

5.2 保温构造

5.2.1 西藏自治区昼夜温差大、环境气温较低，墙体、屋面等外围护结构采用热惰性大、导热系数较小的材料，并利用合适的保温构造可有效降低房间温度波动及房间的采暖负荷；同时西藏自治区拥有丰富的太阳能资源，使用蓄热能力高的重质材料可降低白天温度波动的同时，白天蓄存的部分能量可提升部分夜间时段房间温度。

5.2.2 对于连续使用的建筑使用外保温时，蓄热能力较大的结构层宜在保温层内侧，当室内受到不稳定热作用时，墙体结构层能够吸收或释放热量，有利于保持室内温度稳定，同时良好的外保温可消除建筑结构中的“热桥”。而对于间歇使用建筑时，当采用内保温结构时，较强蓄热能力的结构层在保温层外侧，在房间升温时蓄存热量较少，有利于快速升温。

5.2.3 外墙保温复合板简称保温复合板，包括外保温复合板与内保温复合板两种。在与建筑连接方面，要求外墙保温复合板面板与墙体之间具有可靠的连接构造，以增加结构稳定性。

5.2.4 屋面保温模块下不设隔气层是出于以下原因考虑：1) 模块为闭孔结构，其表现特征为憎水；2) 屋面保温模块内外表面设有均匀分布的燕尾槽，使得模块与基层屋面之间和模块与防护面层之间分别通过胶粘剂和防护面层完全构成了一个整体，使其不但提高了屋面粘贴系统的抗风荷的能力和耐久性，又保证了施工

质量加快了施工速度、降低了建造成本,是传统屋面保温系统的创新与发展;3) 为了保证屋面保温系统的保温隔热性和气密性,在模块的四周边设有双道矩形插接企口,而且矩形企口的凸槽与凹槽之间采用了“紧配合”制造技术,模块与模块的插接组合缝不但 100%密闭,而且可做到组合缝之间不渗水。

5.2.5 第 1 款,建筑防火安全性能是人们对其所使用建筑的一个最基本要求。建筑墙体作为防止火灾延烧、火灾蔓延扩大、保证火灾中的建筑稳定性的重要因素之一,浇筑式混凝土复合自保温砌块的耐火极限设计极其重要,其性能应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。良好的建筑外墙防水结构的设计可以提升建筑物的美观性以及安全性,同时良好的建筑外墙防水的设置能够有效的延长建筑本身的使用寿命。因此对于采用浇筑式混凝土复合自保温砌块的结构一体化的墙体性能应满足现行国家标准《建筑外墙防水工程技术规程》GB 50016 的规定。

第 2 款,自保温砌块墙为填充墙,它应与主体结构可靠连接以保证使用安全。自保温砌块墙与框架梁框架柱的连接和构造柱设置应满足现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定。

第 3 款,钢丝网架复合板喷涂砂浆外墙保温体系,防护层内设低碳镀锌钢丝网,钢丝直径不小于 3mm,网格不小于 50*50mm;连接件应为直径 8mm 螺纹钢筋或其他型材,连接件每平方米不应少于 8 个,穿透保温层的斜插腹丝应采用不锈钢丝;保温芯材应喷涂水泥基聚合物砂浆六面包覆。

第 4 款,大模内置现浇混凝土复合保温板体系和大模内置现浇混凝土保温板体系的现浇混凝土施工时应设置常规模板;连接件应为直径 8mm 螺纹钢筋或钢制型材,连接件内端锚入主体结构不小于 100mm,外端设置直径不小于 60mm 的锚固盘,穿过保温板部位的钢筋以及锚固盘应用工程塑料热熔包覆。

5.2.6 差异化保温是指太阳辐射热作用较大的地区,因太阳热作用的存在,采暖建筑围护结构不同朝向传热、失热强度差异明显,为使不同朝向外墙及屋面传热、失热的热流密度相等,而对不同朝向外墙及屋面采用不同的保温措施。西藏自治区太阳能资源丰富,建筑南向、东向、西向墙体在白天一般由于可获得太阳直射而温度较高,北向墙体无太阳直射而一般为持续失热状态,因此对于西藏自治区建筑不同朝向的墙体可设置不同保温厚度,达到平衡整体保温节能水平。差异化

保温的计算方法可参考附录 C。

5.2.7 青藏高原冬季寒冷漫长，外门窗是建筑房间热损失的主要部位，用保温性能好的外门窗能有效降低热负荷、减少失热量，而铝木复合、铝塑复合、钢塑复合、断热铝合金等窗框材质的保温隔热性能较好，因此，宜采用上述等类型保温性能良好的外门窗。

5.2.8 本标准中 5.2.7、5.2.8 条通过采用保温性能较好的门窗，以及具有低发射率、较高保温性能的玻璃可减少建筑整体的热负荷，同时增加暖边中空玻璃隔条可提升中空玻璃边缘温度，提高中空玻璃的抗结露性能，消除结构体系“热桥”，有效降低了玻璃在使用过程中因温差应力引起的玻璃自爆和炸裂的可能性。依据国家标准《中空玻璃》GB/T 11944-2012，中空玻璃的使用寿命与边部材料（如间隔条、干燥剂、密封胶）的质量和中空玻璃的制作工艺有直接关系，中空玻璃内腔有目视可见的水汽产生是中空玻璃寿命到期的标志，而干燥剂是保持中空玻璃内部空气层干燥、避免中空玻璃内部出现水雾的关键，对中空玻璃寿命有着重要作用。3A 分子筛是现阶段中空玻璃用干燥剂的理想选择。

5.2.9 玻璃幕墙设置断热构造、玻璃幕墙的非透光部分及其他板材幕墙的面板背后设置保温材料降低了通过幕墙的传导的热量损耗，降低室内水分因过饱和而冷凝在铝型材表面的可能性。

5.2.10 为了保证建筑节能，要求外窗以及敞开阳台的门具有良好的气密性能，以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。随着围护结构传热性能的提高，建筑供暖能耗中空气渗透所占的比例越来越高，提高外窗气密性等级是减少这部分能耗的重要手段。同时在连接处采取保温、并在门窗缝隙中采用防潮型保温材料填塞并使用密封胶密封，可避免热桥的发生。

5.2.11 西藏自治区太阳能丰富，将外窗设置为大面积的直接受益窗可增大昼间集热量，但大面积透明外窗又会造成房间产生大量热损失，对主要功能房间的外窗设置动态保温措施，并在室外气温较低时及时关闭，可有效减少主要功能房间通过外窗的失热量，有利于维持主要功能房间的室温、降低建筑供暖能耗。

5.2.12 绝热层外的隔汽层是防止管道凝露的有效手段，可保证绝热效果，但非闭孔保温材料存在吸湿性较强的特点，且易损坏，因此需要在其外侧设置保护层，保护层可以防止外力，如车辆碰撞、经常性踩踏对隔汽层的物理损伤，同时可以

防止外部环境，如紫外线照射对于隔汽层的老化、气候变化-雨雪对隔汽层的腐蚀和由于刮风造成的负风压对隔汽层的损坏，同时可起到隔绝湿气的作用。保护层材料耐久性会受到气候影响，因此需要符合西藏自治区的气候条件要求。

5.3 热工性能权衡判断

5.3.1 随着建筑节能性能的不断提高，建筑供暖能耗的绝对值在减小，不同体形、不同层数居住建筑能耗的分布范围也在缩小。由于建筑能耗的影响因素多且复杂，当建筑能耗越来越小时，不同建筑之间能耗差值的百分比在增大。规定不同地区不同层数建筑能耗限值已经难以准确控制建筑节能设计，因此，本标准在进行围护结构热工性能权衡判断时采用了对比评定法。该方法是将不符合规定性指标的设计建筑，与符合规定性指标且平面和功能与设计建筑一致的参照建筑进行比较。当设计建筑的能耗指标不大于参照建筑时，即判定设计建筑围护结构的热工性能符合本标准的要求。这种方法避免了由于建筑设计不同带来的能耗计算差异，将比较判定的内容聚焦于围护结构热工性能上，真正起到对设计建筑的围护结构性能进行达标性判定的目的。

5.3.2 建筑能耗指标是指根据建筑用能性质，按照规范化的方法得到的归一化能耗数值，是进行建筑围护结构热工性能权衡判断的依据。当前建筑动态能耗模拟软件已较为成熟，因此建筑能耗指标可借助相关模拟软件计算得出。

5.3.3 室内热环境质量的指标体系包括温度、湿度、风速、壁面温度等多项指标。本标准只提了温度指标和换气次数指标，原因是在室内热环境的诸多指标中对人体的舒适性以及对供暖能耗影响最大的是温度指标，而一般住宅的湿度、风速等参数实际上难以精确控制。冬季室温控制在 18°C ，基本达到了热舒适的水平。本条文规定的 18°C 只是一个计算能耗时所采用的室内温度，并不等于实际的室温。在高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，对一栋特定的居住建筑，实际的室温主要受室外温度的变化和供暖系统的运行状况的影响。

换气次数是室内热环境的另外一个重要的设计指标。冬季室外的新鲜空气进入室内，一方面有利于确保室内的卫生条件，但另一方面又要消耗大量的能量，因此要确定一个合理的换气次数。本条文规定的换气次数也只是一个计算能耗时所采用的换气次数数值，并不等于实际的换气次数。实际的换气量是由

住户自己控制的。

人员在室率对于室内热环境也有重要影响。本标准考虑西藏自治区作息时间相对内地存在提前或延后，故对人员在室率的设置提出在参照现行行业标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 取值的基础上，可结合当地实际作息时间提前或延后设置人员在室率对应的时刻。

5.3.4 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 是为统一节能设计计算用气象数据而制定的标准，适用于建筑节能设计、节能评估等相关工作

5.3.5 现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 已对围护结构材料的物理性能参数、空气间层热阻保温材料导热系数的修正系数进行了明确要求。

5.3.6 第 1 款，随着建筑体型系数的增大，建筑围护结构的表面积也随之增大，此时通过围护结构向环境散失的热量也随之增大，因此应对围护结构热工性能提出更高要求，以保证建筑能耗指标满足要求。

第 2 款、第 3 款，当非透光、透光围护结构的热工性能超过规定限制时，可通过条文中措施，保证建筑能耗指标满足要求。

6 被动式太阳能利用

6.1 一般规定

6.1.1 西藏自治区面积辽阔，太阳辐射资源分布不均，气候类型复杂多样，不同的被动式太阳能利用技术在不同区域的集热效果不一致不同；此外，不同建筑类型或不同功能房间的供暖热采暖需求特征差异较大，不同的被动式太阳能利用技术的建筑适用范围不一致。因此应根据以上要素，合理选择适宜的被动式太阳能利用技术。

6.1.2 被动式太阳能利用技术通过充分利用太阳能资源，可在非机械、不耗能或少耗能的前提下满足建筑一定的采暖需求，降低建筑对化石能源的消耗，具有较好的经济效益、社会效益和环境效益，因此在建筑供暖时应首先考虑利用被动式太阳能利用技术。同时，由于被动式太阳能利用技术对太阳能依赖程度较高，而太阳能具有波动不连续的特点，仅通过被动式太阳能利用技术较难实现持续稳定可靠地满足建筑采暖需求，因此应考虑采用主动式供暖方式进行补充，形成主被动组合式的供暖方式。

6.1.3 各种被动式太阳能利用技术的集热蓄热能力均有限，当采用一种技术难以满足采暖需求时，可采用多种技术组合，以提高被动太阳能利用率，改善房间热舒适度。

6.1.4 各种被动式太阳能利用技术具有各自的特点和适用性，对于起居室等主要在白天使用的房间，为保证其热环境质量，宜选用直接受益窗。对于以全天及夜间使用为主的房间，宜选用具有较大蓄热能力的集热蓄热墙。附加阳光间昼间集热能力强，还有利于减少夜间热损失，适合各种使用时段的房间。

6.1.5 直接受益窗在夜间属于热损失较大的部件，附加阳光间在夜间可起到减少建筑热损失的作用，因此对直接受益窗或附加阳光间采取夜间保温措施，并在夜间关闭，可有效减少室内失热量。

6.1.6 被动式太阳能利用部件主要以直接获得太阳辐射热为主，在太阳辐射强烈时易出现过热或眩光情况，造成人体不适，因此在设计之初必须根据当地太阳辐射情况考虑设置通风降温、防眩光或可活动的遮阳装置。

6.1.7 被动式太阳能利用部件多属于建筑附属部件，易受自然环境侵袭，而西藏

自治区风、沙、雨、雪等恶劣天气频繁，被动式太阳能利用部件须具有可靠的结构稳定性和承载力，以达到安全和耐久的使用要求。

6.1.8 被动式太阳能利用部件一般构造相对复杂，连接部位较多，易产生缝隙或热桥，造成集热蓄热效果下降，因此需对各连接部位做好密封和保温，以保证建筑气密性和减少热桥产生。

6.1.9 青藏高原气候类型复杂多样，整体以高寒干燥的特点为主。针对复杂的气候条件，采用南向辐射温差比作为被动式太阳能利用技术分区的一级分区指标，采用最冷月南向垂直面平均总太阳辐照度作为被动式太阳能采暖气候分区的二级指标，将西藏全区分为最佳气候区和适宜气候区，两个气候区分别下含两个细化分区。西藏各地区可根据此表进行适宜被动式太阳能利用技术的选取。

6.2 直接受益窗

6.2.1 根据气候区及建筑使用特点的不同，给出了直接受益窗的窗墙面积比的推荐值。由于直接受益窗在昼间属于显著得热部件，在夜间属于显著失热部件，因此在使用时需均衡考虑其得热和失热情况。高海拔 A 区、高海拔 B 区气温低于高海拔 C 区、高海拔 D 区，在夜间更易通过直接受益窗失热，故窗墙面积比推荐值小于高海拔 C 区、高海拔 D 区。昼间使用为主的建筑主要包括办公楼、教学楼等，全天使用的建筑主要包括住宅楼等。对昼间使用为主的建筑，需要在白天尽可能多的获得太阳辐射热，故窗墙面积比推荐值大于全天使用的建筑。

6.2.2 直接受益窗属于外窗，其热工参数和构造做法应满足本标准中对于建筑外窗的相关要求。

6.2.3 由于西藏自治区夜间气温较低，室内热量易在夜间通过直接受益窗向室外大量散失，在夜间对直接受益窗设置窗帘进行保温，可在一定程度上起到减少热量散失的作用。对于不同窗户类型，推荐按本条文采用窗帘类型，窗帘的附加热阻值可参考本条文选取。

6.2.4 遮阳帘和遮阳百叶一般设置在室内，遮阳板一般设置在室外，均可在太阳辐射较为强烈的时段起到一定程度遮阳作用，从而避免眩光或室内过热。

6.2.5 由于西藏自治区风雪天气较多，当设置天窗时需要针对性考虑风雪天气条件下的结构稳定性问题及防止雨水渗漏问题；此外，也宜考虑天窗的保温和遮阳。

6.3 集热蓄热墙

6.3.1 在墙体选材时，应优先考虑就地取材，选择当地常见、常用且成本较低、运输方便的材料如页岩砖、多孔砖等。

6.3.2 考虑深色易吸热的特点，应对集热蓄热墙的墙体外表面或所设置的金属吸热板外表面设置深色涂层，以提高集热蓄热墙表面的吸热能力；结合当地建筑风格与民俗文化，涂层颜色优先推荐黑色、藏红色等。

6.3.3 为使集热蓄热墙所收集的热量尽快、尽可能多地传递到室内，其透光罩和墙体之间的空腔不宜设置过大或过小，结合西藏自治区辐射资源及气温特点，空腔厚度设置在 50~150mm 可让室内获得较好的升温效果。

6.3.4 考虑到空气受热上升的特点，在集热蓄热墙的上部设置进风口，下部设置回风口，集热蓄热墙与透光罩之间空腔内的空气受热后从进风口进入室内，室内空气从回风口排出，形成循环流动。结合西藏自治区辐射资源及气温特点，进、出风口的面积及距离推荐按本条文设置。

6.3.5 在昼间，集热蓄热墙与透光罩之间空腔内的空气受热，其温度高于室内空气温度，但在夜间空腔内的空气温度接近环境温度，进出风口应设置保温逆止风门；参考《青藏高原地区 Trombe 墙式太阳房供暖性能测试分析——王登甲》，进、出风口的保温逆止风门开关时间推荐按本条文执行，以有效减少室内热损失。

6.3.6 由于太阳辐射过于强烈时段需防止墙体吸热过多导致室内过热，因此在集热蓄热墙上部或两侧应设置夏季排风口；此外由于墙体或玻璃盖板需定期进行检修或清灰处理，因此也可将玻璃盖板设计为部分可开启式或在其表面设置可活动的遮阳措施，同时起到便于检修和防过热效果。

6.4 附加阳光间

6.4.1 南向、南偏东或南偏西夹角不大于 30°均属于附加阳光间应用效果较好的范围，在角度范围选择相对宽泛的条件下，可优先考虑南偏西方向。

6.4.2 颜色较深、吸收率较高的墙体外饰面、地面可吸收更多的太阳辐射热，可使附加阳光间内温度提升较快、较高，增加附加阳光间的集热效果。

6.4.3 为使附加阳光间内热量尽可能多地传递到室内，应在附加阳光间与供暖房

间的公共墙体上设置可开启门窗，开孔率不宜小于 15%，并便于在附加阳光间内空气温度达到或超过室温需求时及时打开。

6.4.4 由于附加阳光间主要以获得太阳辐射热为主，因此南向必须设置为透光围护结构；其顶部也宜设置为透光围护结构，以增加太阳辐射得热。此外，由于一般不将附加阳光间作为主要功能空间，仅作为建筑附属空间进行集热，因此其传热系数可不满足第 5.2.7~5.2.14 条限值要求。

6.4.5 在太阳辐射过于强烈或室外气温较高的时段，室内空气温度或附加阳光间内部空气温度易超过人体舒适温度或室内采暖设计温度，故应对附加阳光间设置对外可开启的门或窗作为夏季排风口，以便于附加阳光间进行通风降温，从而降低其内部空气温度。

6.4.6 除采取本条列举的通风降温措施之外，还可在附加阳光间顶部和南向透光围护结构上设置一定物理遮阳措施，以有效阻挡太阳辐射热，避免附加阳光间出现过热的情况。

6.4.7 为提升附加阳光间的集热加热效果及延长其保温蓄热时间，提高附加阳光间的利用率，可将附加阳光间内的地面或墙面设置为蓄热地面或墙面，但不应使蓄热地面或墙面被遮挡，导致其无法接受阳光直射，使得蓄热释热性能有所降低。

6.5 对流环路式采暖技术

6.5.1 利用空气集热器向房间直接供暖可使房间快速升温，适合昼间使用为主的教室、办公等建筑。采用空气集热器与蓄热墙体或蓄热楼板等技术向房间供暖时，可长时间维持较稳定的室温，适合全天使用的住宅、宿舍等建筑使用。设置直接送风的送风温度不高于 50℃、通过墙体或空心楼板送风的送风温度不高于 70℃时，可避免造成人体不舒适感。

6.5.2 重质材料蓄热能力强，有利于增加蓄热量，以维持室内温度相对稳定；在有条件的情况下还可结合低成本的相变材料，以提升蓄热能力。

6.5.3 对流环路式采暖技术以输送热空气为主，当密封性不良时，系统的热空气泄漏量较大，系统热效率将会降低。

6.5.4 当采用对流环路式采暖技术结合蓄热墙体或蓄热楼板使用时，输配流道长度越长、面积越大，越有利于增大蓄热墙体或蓄热楼板的蓄热量和控制送风温度。

6.5.5 考虑空心蓄热混凝土楼板的蓄释热特性及经济性、安全性，混凝土层厚度应满足本条文要求；此外，空心蓄热混凝土楼板内部一般存在空心层，结构承载力会发生变化，应确保其承载力验算满足本条文要求。

6.5.6 对流环路式集热器背面设置保温材料可降低集热器的热损失。

7 设备系统

7.1 给排水

7.1.1 在民用建筑设计前，应充分了解项目所在区域的市政给排水条件、水资源状况、气候特点等实际情况，通过全面的分析研究，制定水资源利用方案，提高水资源循环利用率，减少市政供水量和污水排放量。

7.1.2 设有市政或小区给水、中水等供水管网的建筑，充分利用供水管网的水压直接供水，可以减少二次加压水泵的能耗，还可以减少居民生活饮用水水质污染。

7.1.3 对于用水点供水压力的限制，是为了节约用水，同时降低了加压水泵的流量和功率，并节省了生活热水的加热能耗。

7.1.6 参照《西藏自治区绿色建筑标准》DBJ 540001-2018 内容：用水量较小且分散的建筑如：办公楼、小型饮食店等。热水用水量较大，用水点比较集中的建筑，如：高级住宅、旅馆、公共浴室、医院、疗养院等。在设有集中供应生活热水系统的建筑，应设置完善的热水循环系统。《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2019 中提出了建筑集中热水供应系统的三种循环方式：干管循环(仅干管设对应的回水管)、立管循环(立管、干管均设对应的回水管)和干管、立管、支管循环(干管、立管、支管均设对应的回水管)。同一座建筑的热水供应系统，选用不同的循环方式，其无效冷水的出流量是不同的。集中热水供应系统的节水措施有：保证用水点处冷、热水供水压力平衡的措施，最不利用水点处冷、热水供水压力差不宜大于 0.02MPa；宜设带调节压差功能的混合器、混合阀；公共浴室可设置感应式或全自动刷卡式淋浴器。设有集中热水供应的住宅建筑中考虑到节水及使用舒适性，当因建筑平面布局使得用水点分散且距离较远时，宜设支管循环以保证使用时的冷水出流时间较短。对于采用家用太阳能且热水不循环的住宅建筑，热水供水管长度可超过 8m，但不宜超过 2 层。

7.2 暖通空调

7.2.1 热负荷、空调冷负荷的计算应符合国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 - 2012 的有关规定，该标准中 5.2 节和第 7.2 节分别对热负荷、空调冷负荷的计算进行了详细规定。朝向修正率，是基于太阳辐射的有利作用和南北向房间的温度平衡要求，而在耗热量计算中采取的修正系数。考虑

西藏某些地区、某些建筑物在太阳辐射得热方面存在的潜力的同时，各地实际情况比较复杂，影响因素很多，南北向房间耗热量客观存在一定的差异(10%~30%)，以及北向房间由于接受不到太阳直射作用而使人们的实感温度低(约差2℃)，而且墙体的干燥程度北向也比南向差，为使南北向房间在整个供暖期均能维持大体均衡的温度，规定了附加(减)的范围值。朝向修正率可根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 5.2.6 节做相应调整。

7.2.2 面对全球气候变化，节能减排和发展低碳经济成为各国共识。在“3060”碳达峰碳中和“双碳”目标的规划下，政府利用大量补贴、税收优惠政策刺激清洁能源产业发展；另一方面通过法规，帮助能源公司购买、使用可再生能源。因此，地源热泵系统、太阳能热水器等可再生能源技术应用的市场发展迅猛。西藏自治区太阳能、地热能丰富，有极大的天然优势使用可再生能源，发展可再生能源应用市场，助力国家“双碳”目标。

清洁供暖是指利用天然气、电、地热、生物质、太阳能、工业余热、清洁化燃煤（超低排放）、核能等清洁化能源，通过高效用能系统实现低排放、低能耗的取暖方式，包含以降低污染物排放和能源消耗为目标的取暖全过程，设计清洁热源、高效输配管网（热网）、节能建筑（热用户）等环节。

对于供热热源的选择，要求“对已有城市集中供暖难以到达地区或农村，宜因地制宜推行空气源、地源等热泵供暖；根据电力、燃气、余热条件，使用电热泵、燃气、余热等适宜的热泵设备；具备城市污水、江河湖水热源条件的，要适度进行水源热泵集中利用；具备中深层地热资源的地区，要整体规划、集约化开发，尽可能按集中供暖方式建设；生物质发电尽可能实行热电联产集中供暖，不具备建设生物质热电厂条件的地区，可推广生物质锅炉供暖或生物质成型燃料。供暖系统热源应优先使用可再生能源。当利用太阳能时，需根据气候区特点、太阳能资源条件、建筑物类型、功能，以及业主要求、投资规模、安装等条件进行。建筑物内需热风采暖的区域宜采用空气太阳能供热采暖系统，并应采取防冻和防过热措施。

第 1 款，热源应优先采用废热或工业余热，可变废为宝，节约资源和能耗。本款中的工业余热均指低品位余热，一般为 100℃以下的水或者 200℃~300℃的烟气。

第2款，建筑热源形式的选择受到能源、环境、工程状况、使用时间及要求等多种因素影响和制约，为此必须客观全面地对热源方案进行分析比较后合理确定。有条件时，应积极利用太阳能、地热能等可再生能源。各种热泵的选用需要经过技术经济比较决定是否优先采用。

第3款，由于供暖形式越来越多，在节能减排、双碳目标形式要求下，出现了多种能源形式向一个供暖系统供能的状况，实现能源的梯级利用、综合利用、集成利用。当具有电、城市供热、天然气、城市煤气等多种人工能源以及多种可能利用的天然能源形式，特别是太阳能、地热能时，可采用几种能源合理搭配作为热源。降低投资和运行费用，获得较好经济效益。当地可再生能源不足以支撑建筑的全部供暖需求时，应该论证多能互补系统的可行性或者可再生能源与常规能源负荷应用的形式，实现资源的充分、有效利用。

第4款，由于可再生能源的利用与室外环境密切相关，从全年使用角度考虑，并不是任何时候都可以满足应用需求，因此当不能保证时，应设置辅助热源来满足建筑的需求。

总的来讲，西藏自治区建筑的可再生能源利用，应根据使用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或贡献率。当采用太阳能、地源热泵、空气源热泵系统为用户供暖时，应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析，采用地源热泵、空气源热泵系统一次能源利用率应高于本项目可用的常规能源一次能源利用率。

7.2.3 西藏自治区大部分地区处于高海拔A区、高海拔B区、高海拔C区、高海拔D区，供暖期长，不论在降低能耗或节省运行费用方面，还是提高室内舒适度、兼顾值班供暖等方面，通常采用热水集中供暖系统更为合理，尤其是建筑具有相同的使用特性、使用规律时，设备和系统均具有较高的能源利用效率。当然，建筑的冬季供暖问题涉及很多因素，涉及到气候特征、使用特征等，因此要结合实际工程通过具体的分析比较、优选后确定是否另设置热水集中供暖系统。在进行相关设施设备选择时，还应考虑运行维护条件及地理环境特性等因素。

7.2.4 西藏自治区自然状态下氧气浓度较低，影响人们的生命活动，随着海拔升高，空气愈加稀薄，大气氧分压逐渐降低，这种影响愈趋明显。弥散供氧可以满足同一环境的人群同时吸氧，提高了舒适度，可有效改善睡眠质量，使人们较好

地习服高原环境，增加人员活动范围。《高原地区室内空间弥散供氧（氧调）要求》GB/T 35414-2017 给出了不同海拔高度时，为达到一定的生理等效高度，即，使人体肺泡氧分压和机体生理效应相当所对应的海拔高度，通过人工供氧措施宜达到的室内氧气浓度。弥散供氧是指经管路或终端以扩散的方式先室内空间供氧。

7.2.5 如果建筑本身设置了可再生能源发电系统（例如利用太阳能光伏发电、生物质能发电等），且发电量能够满足本身的电热供暖需求，不消耗市政电能时，为了充分利用其发电的能力，允许采用这部分电能直接用于供暖。同样的，如果发电量能够满足本身的加湿用电需求，也允许采用这部分电能为空气加湿直接供能。

7.2.6 采用空气源热泵机组供热时，冬季设计工况下机组制热性能系数（COP）应满足国家现行标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 第 4.2.15 和《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018 第 5.2.5 节相关规定的要求。

空气源热泵冬季工况的制热量应根据室外空调计算温度修正系数、化霜修正系数进行修正： $\Phi_h = qK_1K_2$

式中： Φ_h —机组制热量，kW；

q —产品样本中的瞬时制热量（名义工况：室外空气干球温度为 7℃，湿球温度 6℃），kW；

K_1 —使用地区室外空调计算干球温度的修正系数，按产品样本选取；

K_2 —机组化霜修正系数，应根据生产厂家提供的数据修正；当无数据时，可按每小时化霜一次取 0.9，二次取 0.8；

为提高机组部分负荷性能，推荐采用变频机组或多压缩机并联，共用室外侧换热器模式，采取分级启停控制技术。为提高机组出水温度，推荐采用喷气增焓热泵循环机组、双级压缩热泵循环机组

7.2.7 在国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》以及《公共建筑节能设计标准》中，均对相关的设备有明确的能效性能要求，在选用时应满足标准的相关要求。此外，对于相关设备有涉及到的各自的能效限定要求的，选用时应满足节能水平的要求。当以燃气为能源提供供暖热源时，可以直接向房间送热风，或经由风管系统送入；也可以产生热水，通过散热器、风机盘管进行供暖，或通过

地下埋管进行低温地板辐射供暖。所使用的燃气设备的能效等级要求不低于国家标准《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665-2015 中的 2 级。

7.2.8 冷凝式燃气锅炉即在锅炉中加设冷凝式热交换受热面，将排烟烟气温度降到 40—50℃，回收冷凝热，锅炉效率至少可以提高 10%—12%。天然气锅炉烟气的露点温度一般在 55℃左右，当供暖设计回水温度小于或等于 50℃时，宜采用冷凝式锅炉。还应指出，烟气在冷凝之前的总含水量等于空气中的含水量加上燃烧产物的含水量之和。只有在过量空气系数较小的条件下，冷凝式燃气炉才能有很高的热效率，随着过量空气系数的加大，冷凝炉的热效率会降低。真空热水锅炉近年来应用的越来越广泛，而且因其极佳的安全性、承压供热的特点非常适合作为建筑物热源。真空热水锅炉的主要优点为：负压运行无爆炸危险；由于热容量小，升温时间短，所以启停热损失较低，实际热效率高；本体换热，既实现了供热系统的承压运行，又避免了换热器散热损失与水泵功耗；与“锅炉+换热器”的间接供热系统相比，投资与占地面积均有较大节省；闭式运行，锅炉本体寿命长。强调最高用热温度≤85℃，是因为真空锅炉安全稳定的最高供热温度为 85℃。

7.2.9 考虑到节能要求，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，因此在考虑当地室外气象参数的限制条件下，要充分考虑自然通风的利用。当自然通风不能满足室内要求时，方可采用机械通风，但要通过合理的管线与气流组织规划，尽可能减少机械通风系统的使用时间。

通风系统即使在停用期间，室内外空气的温湿度相差仍然较大，空气受压力作用流出或流入室内，都将造成大量热损失。为减少热损失，靠近外墙或外窗设置的电动风阀设计上应采用漏风量不大于 0.5% 的密闭性阀门。随着风机的启停，自动开启或关闭，通往室外的风道外侧与土建结构间也应密封可靠。否则，常会造成大量隐蔽的热损失，严重的甚至会结露、冻裂水管。

7.2.10 国家标准《热回收新风机组》GB/T 21087-2020 中规定了新风热回收装置在制冷和制热工况下的效率，其中焓效率适用于全热交换，温度效率适用于显热交换。设计应优先选用效率高的能量回收装置，并根据处理风量、新排风中的显热和潜热构成，以及排风中污染物种类等因素确定热回收装置类型。

在寒冷冬季如果结露会存在结霜可能，影响系统工作。产生霜冻取决于低温的持续时间、空气流量、空气温湿度、热回收器芯体温度和传热效率等多种因素。为保证空调系统绝大部分时间能够正常工作，应进行防结露校核计算。如果排出口空气相对湿度计算值大于等于 100%，应设置预热装置。

新风热回收装置的设置是出于节能的目的。在实际工程中，当室内外温差(焓差)过低，导致新风热回收运行新排风克服阻力的能耗大于回收的能量，反而会出现运行空气能量热回收装置不节能的情况。因此，要求系统热回收段设计旁通，并可根据室内外温差(焓差)进行旁通阀的控制。当室内外温差(焓差)不满足最小经济温差(焓差)时，新风系统运行时新风排风不经过热回收段，系统不使用其热回收功能，避免造成能源浪费的情况出现。

夏季工况下，当室外新风的温度(焓值)低于室内设计工况，不启动热回收装置，开启旁通阀；当室外新风的温度(焓值)高于室内设计工况，并且当室内外温差(焓差)大于最小经济温差(焓差)时，启动热回收装置，关闭旁通阀。冬季工况下，当室外新风的温度(焓值)高于室内设计工况，不启动热回收装置，开启旁通阀；当室外新风的温度(焓值)低于室内设计工况，并且当室内外温差(焓差)大于最小经济温差(焓差)时，启动热回收装置，关闭旁通阀。只有在热回收装置减少的新风能耗，足以抵消转轮本身运行能耗及送、排风机增加的能耗时，运行转轮热交换装置才是节能的。

最小温差焓值的估算：

$$\frac{Q_{re}}{COP} > E \frac{mc_p \Delta T_{min}}{COP} = E \frac{m \Delta H_{min}}{COP} = E$$

式中：

Q_{re} ——新风通过热回收而获得的能量 kW；

COP——机组供热或制冷系数；

E——转轮能耗及风机增加能耗 kW；

ΔT_{min} ——最小经济温差℃；

ΔH_{min} ——最小经济焓差 kg/kj

7.2.11 规定集中供暖系统耗电输热比(HER-h)、空调冷(热)水系统耗电输冷(热)比[EC(H)R-a]是为了防止选用过大的循环水泵，规定风道系统单位风量耗功率

(Ws)则是避免风系统的作用半径过大,从而降低系统输送能耗。本条明确输配系统应符合现行国家节能标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

7.2.12 《中华人民共和国节约能源法》第三十八条规定:“新建建筑或者对既有建筑进行节能改造,应当按照规定安装用热计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。”用户能根据自身的用热需求、利用供暖系统中的调节阀主动调节和控制室温,是实现按需供热、行为节能的前提条件。

对于公共建筑来说,由于主要功能房间的使用功能和需求均较为独立,因此要求采用分室调控。对于居住建筑,常规供暖、空调系统如分体空调、多联式分体空调、散热器等已达到分室调控的要求,辐射供暖虽然较多仍以分户调控为主,但基本能满足人员舒适度及节能控制要求,因此从节约投资的角度考虑,对于居住建筑,采用分户或分室调控均可。

除末端只设手动风量开关的小型工程外,供暖系统均应具备室温自动调控功能。以往传统的室内供暖系统中安装使用的手动调节阀,对室内供暖系统的供热量能够起到一定的调节作用,但因其缺乏感温元件及自力式动作元件,无法对系统的供热量进行自动调节,从而无法有效利用室内的自由热,降低了节能效果。因此,对散热器和辐射供暖系统均要求能够根据室温设定值自动调节。对于散热器和地面辐射供暖系统,主要是设置自力式恒温阀、电热阀、电动通断阀等。散热器恒温控制阀具有感受室内温度变化并根据设定的室内温度对系统流量进行自力式调节的特性,可有效利用室内自由热达到节省室内供热量的目的。

散热器恒温控制阀(又称温控阀、恒温器等)安装在每组散热器的进水管上,它是一种自力式调节控制阀,用户可根据对室温高低的要求,调节并设定室温。这样恒温控制阀就确保了各房间的室温,避免了立管水量不平衡,以及单管系统上层及下层室温不匀问题。同时,更重要的是当室内获得"自由热"(FreeHeat, 又称"免费热",如阳光照射,室内热源——炊事、照明、电器及居民等散发的热是)而使室温有升高趋势时,恒温控制阀会及时减少流经散热器的水量,不仅可以保持室温合适,同时还可以达到节能目的。

对于安装在装饰罩内的恒温阀,则必须采用外置传感器,传感器应设在能正确反映房间温度的位置。散热器恒温控制阀各项性能应满足现行国家标准《散热器恒温控制阀》GB/T 29414 的规定。

对风机盘管机组应配置风速开关，同时配置自动调节和控制冷、热量的温控器。要求风机盘管具有一定的冷、热量调控能力，既有利于室内的正常使用，也有利于节能。三速开关是常见的风机盘管的调节方式，由使用人员根据自身的体感需求进行手动的高、中、低速控制。

当采用全空气直接膨胀风管式空调机时，宜按房间设计配置风量调控装置。按房间设计配置风量调控装置的目的是使得各房间的温度可调，在满足使用要求的基础上，避免部分房间的过冷或过热而带来的能源浪费。当投资允许时，可以考虑变风量系统的方式（末端采用变风量装置，风机采用变频调速控制）；当经济条件不允许时，各房间可配置方便人工使用的手动（或电动）装置，风机是否调速则需要根据风机的性能分析来确定。

7.2.13 为降低建筑运行能耗，集中供暖空调系统应进行必要的监测与控制。20 世纪 80 年代后期，直接数字控制（DDC）系统开始进入我国，经过 20 多年的实践，证明其在设备及系统控制、运行管理等方面具有较大的优越性且能够较大地节约能源，在大多数工程项目的实际应用中都取得了较好的效果。就目前来看，多数大、中型工程也是以此为基本的控制系统形式的。但实际情况错综复杂，作为一个总的原则，设计时要求结合具体工程情况通过技术经济比较确定具体的控制内容。能源计量总站宜具有能源计量报表管理及趋势分析等基本功能。监测控制的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、能量计量以及中央监控与管理等。

7.2.14 本条文在《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016 年版）的基础上对主动式太阳能施工图设计文件编制深度做了进一步要求。

7.2.15 集热系统效率是衡量太阳能集热系统将太阳能转化为热能的重要指标，受集热器产品热性能、蓄热容积和系统控制措施等诸多因素影响；如果没有做到优化设计，就会导致不能充分发挥集热器的性能，造成系统效率过低；从而既浪费宝贵的安装空间，又制约系统的预期效益。为促进能源资源节约利用，必须对集热系统效率提出要求。

本条规定的太阳能集热系统效率量值，针对热水系统参照了国家标准《太阳能热水系统性能评定规范》GB/T 20095-2006 中关于热水工程的性能指标；针对供暖和空调系统则根据典型地区冬夏季期间的室外平均温度、太阳辐照度、系统工

作温度等参数，参照集热器国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 的集热器性能参数而确定，同时也参考了数十项实际工程的检测结果而综合确定。

太阳能集热系统效率与太阳能资源，尤其是太阳能系统的工作温度密切相关，太阳能热水、采暖、空调对集热系统工作温度与环境温度的温差要求提逐渐增高的趋势，而工作温度升高，集热效率下降，因此有必要对不同应用给出太阳能集热效率的范围。

根据太阳能资源区划数据，西藏自治区大部分地区、西藏北部处于太阳辐射量 $\geq 6700 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 的资源极富区（I），西藏东部处于太阳辐射量在 $5400 \sim 6700 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 的资源丰富区（II），太阳能资源十分充足，因此将太阳能热利用系统的集热系统效率 2 级指标中的下限指标作为西藏自治区的基础指标。

集热系统效率的计算和测试要求按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 实施。

7.2.16 以太阳能集热器、热泵等设备为热源的低温热水供暖系统和间歇运行、热负荷指标大的建筑可采用地面辐射供暖、风机盘管或低温散热器等作为末端供暖设施。主动式太阳能热水系统的供水温度不宜过高，低温散热器、风机盘管供暖时宜取供水温度 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ ，地板辐射供暖时宜取供水温度 $30 \sim 40^\circ\text{C}$ 。太阳能系统采用间接系统时应尽量减少换热次数，中大型系统间接系统时宜采用一次换热，不应超过两次换热；小型系统应采用直接系统或一次换热。

7.2.17 本条给出了太阳能供暖系统应设置的参数检测点，为最低要求。设计时应根据系统设置加以确定。

7.2.18 以水为介质的太阳能集热器在冬季温度可能低于 0°C 的地区使用时需要考虑防冻问题，通常采用在太阳能集热系统中充注防冻液的防冻液系统。防冻液中常用的防冻剂溶液主要包括氯化钙，乙醇（酒精）、乙二醇、甲醇、醋酸钾、碳酸钠、丙二醇和氯化钠等。防冻液的组成成分对其冰点有关键性影响，运行温度及补水量的多少均会影响防冻液的性能。防冻液应定期检查冰点，根据结果及时更换。

当长期没有负荷需要或末端需求小于系统集热量时，太阳能集热系统会产生过热现象。对间接系统而言，当蓄热水箱中热媒超过规定温度时，循环泵会停止

运行，此时集热器内的介质会在闷晒的状态下持续升温，这要求集热系统的各部件应具备耐高温能力，集热系统的膨胀罐应能满足部分工质气化后的膨胀量，同时应设安全阀等泄压装置在必要时启用。防过热主要措施有：1）加装 T/P 阀；2）用遮阳网盖住集热器；3）采用防过热干冷器；4）采用防过热冷却塔。

7.2.19 国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 中均对系统计量、监测、管理进行了明确的要求，相关系统在设计时应遵照执行。

7.3 电气

7.3.1 本条要求建筑设备的动力配电和节能控制要首先满足国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024 的规定。建筑设备的动力配电系统能耗较大，设计时对主要动力设备采用节能控制措施可以挖掘较多的节能潜力。例如，在 GB 55015-2021 的 3.3.3 条规定了“季节性负荷、工艺负荷卸载时，为其单独设置的变压器应具有退出运行的措施”，电气系统设计时具备节能运行方式可以在运行阶段结合部分负荷运行情况灵活调控；对于制冷机、锅炉等主要建筑设备在设计时采用智能控制和能效监管符合 GB 55024 的相关规定。7.3.2 本条在符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 规定基础上，进一步明确了主要电气设备能效与节能控制的要求。第 1 款、第 2 款将变压器、电动机能效等级要求对应到 GB 20052 和 GB18613 标准。第 3 款、第 4 款要求在设计时应根据负荷特点采用节能控制措施。

7.3.3 本条明确了照明节能设计应执行现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 规定的照明功率密度限值。

7.3.4 变配电所、配电设备位置应靠近所在区域负荷中心，量化指标过去经常用配电半径，本条进一步规定了未超长的线路比例。具体项目中，可能遇到在个别用电位置存在线路较长的局部小负荷，按负荷矩选择导体规格必要时可加大一级选型，且应优化布局避免形成长线路迂回反向配电。应统计低压干线和末端支路未超长的线路比例，约束长线路配电。

7.3.5 设计与 UPS、EPS 或逆变器配合使用的直流微储能装置的最高电压不超过 DC120V，有利于保证普通人员使用安全。

7.3.6 蓄电池设计选型除了应符合国标相关强制性标准的规定以外，还应符合本条的要求，保证电池结构坚固、保护齐备，蓄电池选型与配备 220V/AC 交流电、USB、DC 等输出模块相互配套，并应做好蓄电池运维监控管理相关设计。

7.3.7 光伏、风电等系统的运行受多种因素影响，需要根据预测和实际的运行情况进行调控，电气系统设计应采用多种稳定运行的措施，例如调控多个子系统的柔性负荷错峰运行、采用储能装置调峰等措施。

7.3.8 照明控制是实现照明节能的要素，应根据场所特点设计采用适宜的控制方式和控制装置。分区、分组控制是基本要求，为灯具分配适宜数量的开关有利于灵活控制，感应控制配合采用 LED 灯光源可以避免光源寿命受开关次数影响，感应开关具备调节功能可以根据现场情况准确控制，景观照明采用多种模式控制有利于按不同情况灵活控制节能，充分利用自然光并调节人工光源的开关或调光可以有效降低实际照明电耗。

7.3.9 根据当前我国信息网络设备技术发展水平，安防监控与数字广播等采用直流供电的设备已经推广采用 PoE 交换机供电，相比以前需要采用大量分散式的 AC/DC 电源适配器，配备高效率的区域 DC 电源模块并由 PoE 交换机通过网络线路供电，不仅可以降低 AC/DC 适配器损耗，而且大量节省交流配电管线，确定可以采用 PoE 直流供电的设备不需再重复设计交流管线，PoE 交换机直流供电提高了综合布线利用率和节能控制水平。

7.3.10 大型公建能源系统的能耗相对高，能源管理节能潜力大，设计时要结合各种能源设备机房、系统与线路分布的情况，明确分类、分项计量内容和对应的编码，避免由于设计文件表达不清而造成后续编程人员在能源计量仪表数据的采集、统计、分析等程序编程时没有确定做法，要提高分类、分项计量统计的准确性、可靠性。

7.3.11 本条规定了信息网络系统的基本要求。在第 1 款中提出了竖井设计要求，当建筑面积条件受限时需要电气专业通过墙面展开图提高电气竖井精细化设计完成度并向建筑、结构等专业明确返回留洞条件，加强专业协同与管线综合设计，体现综合节能；第 2 款提出满足管线间距的要求，需要与第 1 款在设计中同时明确。工信部《“十四五”信息通信行业发展规划》提出“推动全光接入网进一步向用户终端延伸，推广实施光纤到房间、到桌面、到机器，按需开展用户侧接入设备

升级。”设计信息网络系统时可根据项目建设条件并考虑当地发展规划情况完成接入网设计。

7.3.12 本条鼓励电气系统设计采用能源管理平台，为实施数字化能源管理创造条件。结合具体项目规模、管理要求，可以采用本地或云端能源管理平台。在数字化能源管理中，可以通过物联网数字化网络整合多个子系统，建立建筑设备与系统的能源数据链，可以更充分运用分项计量系统在线监测数据进行能耗、能效、碳排放的计算分析和变化趋势预测，对建筑设备智能化控制系统中的主要设备进行节能控制、运行阶段实现动态调节响应。

设计时为了实现能源管理平台各系统子项的数据采集内容清晰、能耗分项计算准确，需要在低压配电系统、自控系统、分项计量系统、信息化系统中整合多系统，提高每个子项采集数据的有效性、数据库运行效率，可参考下表的示例对具体项目进行能源管理平台编程、数据可视化，系统能耗统计、拆分、折算应符合《民用建筑能耗标准》GB/T 51161 中的相关规定。

表 1 建筑能源管理平台年度监测数据汇总（示例）

公共建筑项目			电力、燃气、冷热量年度监测数据汇总																			建筑 能耗 总计	单位 建筑 面积 能耗	非供暖 能耗指 标约束 值		
建筑编号	建筑名称	建筑面积	建筑能耗监测				建筑外部能耗监测				电力统计				燃气统计		标煤统计									
			照明 插座	空调 用电	动力 用电	特殊 用电	电动 汽车 充电	景观 道路 用电	建筑 光伏 发电	变压器 低压侧 用电	变压器 损耗	变压器 高压侧 用电	高压设 备用电	高压 年总 用电	年总 用气 量	燃气 折电 量	集中 供热 量	供热 量折 标煤	集中 供冷 量	供冷 量折 标煤	冷热 标煤 合计				冷热 标煤 折电 量	
		万平方米	万 kWh	万 kWh	万 kWh	万 kWh	万 kWh	万 kWh	万kWh	万kWh	万 kWh	万 kWh	万 kWh	m ³	万 kWh	GJ	吨	GJ	吨	吨	万 kWh	万 kWh	[kWh /(m ² ·a)]	[kWh /(m ² ·a)]		
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
园区总计																										

8 可再生能源利用

8.1 一般规定

8.1.1 在建筑中利用可再生能源时，应结合项目负荷特点和当地资源条件进行不同可再生能源种类和利用方式及组合的适宜性分析，并根据适用条件和投资规模进行评估，确定该类能源可提供的用能比例或保证率、系统费效比等，以确定是否满足技术、经济指标。

8.1.2 根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 中要求，新建建筑应安装太阳能系统。

第 1 款，西藏大部分地区年太阳辐射量大于 $6700\text{MJ}/\text{m}^2$ ，住宅和有集中热水需求的公共建筑应采用太阳能热水系统。有集中热水需求的公共建筑主要指日用热水量（按 60°C 计） $\geq 5\text{m}^3$ 的建筑。

第 2 款，公共建筑大多为单一业主，其设备管理较为集中高效，因此合理的利用太阳能光伏技术作为常规能源的补充十分有利；居住建筑是以家庭为单位进行管理和运营的，太阳能光伏技术在家庭中可实现的面积有限，且初投资较高，从投资回收的角度来看，不建议以单一家庭为单位进行太阳能光伏利用，但若居住项目中能以小区为单位进行太阳能光伏的利用，则可在一定的前提条件下进行太阳能光伏利用。当在屋面设光伏组件时，宜选择全部屋面水平投影面积的 50%~80% 安装光伏组件，避开屋面风机等设备、通风与排气口、防雷接闪针和接闪带等。设计时要考虑屋面的光伏组件需要设维护检修通道，宜不少于全部屋面面积的 10%，坡屋顶检修通道在坡屋面，平屋顶检修通道在水平面，因此坡屋面面积与水平投影面积一样都要考虑设计时留出 10% 以上用于光伏检修维护通道。例如，当采用全部屋面水平投影面积的 80% 安装光伏组件时，再加上采用不少于 10% 的面积设检修通道，合计使用屋面面积将达到 90% 以上。

8.1.3 太阳能利用分为光伏、光热两种方式，在用电需求比较多的地区，优先考虑太阳能光伏，在有采暖、热水器需求量大的地区，优先考虑太阳能光热。应结合具体条件及业主需求综合考虑，做方案对比分析。

8.1.4 在进行民用建筑供暖系统设计时，应根据《中华人民共和国可再生能源法》和《民用建筑节能条例》等法律法规，在对当地环境资源条件的分析与技术经济

比较的基础上,结合国家与地方的引导与优惠政策,优先采用可再生能源利用措施。

8.1.5 民用建筑电气化设计,主要是为建筑提供照明等生活用电,其用电特点是负荷相对稳定,容量小。采用光伏等可再生能源并网发电系统,可以明显节省建筑物的白天耗电量。在一些偏远地方,配合储电系统,则可以进一步解决夜间用电。

8.1.6 可再生能源利用中,光伏所采用的光伏组件、逆变器、电缆、支架等设备材料,要求符合环保要求,如光伏组件宜选用铝质边框组件,支架宜选用金属支架等可回收利用的材料。光热系统采用太阳能集热器、管道、循环泵等设备,均应符合环保要求。

8.1.7 可再生能源的应用与其他常规能源相比,初投资较高,因此在利用可再生能源时,通过相关围护结构节能技术措施,如采取隔热措施,减少门窗等散热等措施,降低建筑物本身的冷、热负荷值,从而降低初投资及减少运行费用,可以最大限度地发挥可再生能源的节能、环保优势。

8.1.8 建筑负荷主要是建筑在采暖期内所消耗的热量,由于环境温度、太阳辐照等因素的影响,建筑物在白天时间段和夜间时间段内所消耗的热量是有很差别的,同时可再生能源在全天内具有明显的波动特性,因此在设计可再生能源的系统容量时,必须考虑根据建筑物的动态负荷进行容量计算。可再生能源容量设计还要考虑建筑物的使用功能,对于公共建筑物,如办公楼、服务中心等,其夜间时间段并没有热量需求,可以采取夜间防冻措施、值班温度等措施,减少建筑物耗热量。对于学校类建筑物,在学生假期时,采取排空措施(同时要采取防腐蚀措施),减少建筑物耗热量。

8.1.9 可再生能源应用系统的热量转换效率较低,为不断提高可再生能源系统的转换效率,在可再生能源系统设计时,宜在产热端、用热端、储能端等处设置热量计量装置,同时宜对可再生能源应用系统的总体耗电量、主要设备耗电量进行计量。通过上述热量、耗电量计量和计算,可以进一步分析系统节能效益,为进一步提高系统热量转换效率提供参考和依据。设置系统检测功还有利于系统运行数据的采集和监控,可以第一时间发现和排除故障,以保证系统的运行安全。

8.2 太阳能光热

8.2.1 西藏自治区的气候区主要包括高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，要结合气候特点选择合适的太阳能集热器，不能一味的追求提高效率，也不能一味的追求降低成本。设计时应充分考虑具体条件和业主需求，因地制宜，达到节能、环保和经济目标等综合目标。

高寒高海拔地区，一般也属于交通不便地区，平板集热器、热管集热器等承压式集热器比普通真空管非承压热水器性能更为可靠。采用防冻液作为循环介质，可以防止水系统的结冻问题，减少售后的时间和成本。采用承压式集热器不一定必须设计承压系统，也可以设计成非承压系统。

8.2.2 与建筑设计同步完成，可以保证太阳能建筑一体化应用系统与建筑真正结合起来，统一设计统一施工，真正实现建筑一体化。

太阳能系统设计应将安全性和可靠性作为设计关键，保障人民生命财产安全和公共安全。安全性是太阳能系统各项要求中最重要的一项。建筑结构类型多样，使用年限、建筑承载力等情况各不相同。防止集热器时必须考虑对建筑结构的影响，复核验算结构设计、耐久性、承载力等。

太阳能系统加热过程中，产生的热水有渗漏的风险，应该有保护措施防止热水渗漏对人可能造成的伤害，同时应注意高温热水对建筑本身某些附属设施，如通讯信号线、电缆线等的损害。

8.2.3 太阳能集热器接受到的太阳光会受到集热器安装方位影响。在允许的情况下，正南方位为最佳。在南偏东、南偏西 15°范围内太阳能辐照热量基本无影响，20°范围内影响约 5%左右。若受地形影响，必须超过 20°，则应对太阳能辐照的影响进行测算。

8.2.4 太阳能集热器在放置时，如果前后间距太大，则在相同集热器面积下需求的建筑摆放面积很大，不利于尽可能利用太阳能资源；而如果前后间距太小，则前排集热器会对后排集热器造成遮挡，造成太阳能资源浪费。冬至日是接受太阳光照最不利的时间，因此以冬至日日照时数来限定。冬至日西藏太阳辐照强度最高的时间大约 6-7 小时。因此以冬至日 6 小时限定光照时数较为合理。同时集热器间距还应考虑安装施工、售后维护，留有足够的间距和通道。

8.2.5 西藏属于高原地区，大部分地区海拔超过 3000 米，常规的水泵在高原使用，实际输出功率会下降。在高原地区水泵宜选用高原电机，在条件不具备的情况下，

宜选择高一级功率规格。

西藏太阳光照时间长，紫外线强，在室外安装的电缆、传感器直接暴露在大气中会大大降低使用寿命，必须增加穿线管等额外的保护装置。在条件允许的前提下，应优先考虑埋地。

8.2.6 西藏自治区太阳能资源丰富，集热器效率较高，因此系统更容易出现过热，因此系统必须设置防过热装置或采取防过热措施。可安装散热装置进行自动散热，也可以采用人工遮盖等方式。

对闭式承压系统，必须设置膨胀装置和安全泄压装置。设置膨胀装置可以保证系统正常运行时不会泄压，维持系统稳定运行。膨胀罐体积应根据最不利的条件设计，满足最低工作温度和最高工作温度的膨胀量。

而安全阀的设置是为了保证太阳能系统安全，也是为了保证人民群众生命财产安全。安全阀的开启压力应与系统最高温度的饱和蒸汽压力一直，在保证系统稳定可靠运行前提下，可以适当降低安全阀开启压力，保证系统安全。当系统因过热或其他原因造成超压，应能立即开启安全泄压装置。当安全阀设置不当或无法正常启动，可能危及周围人的人身安全。泄压后排出的热水、热蒸汽应该排至机房地漏或雨水口。对采用防冻液的集热部分，泄压后不允许直接排到地下，应设置单独的储液装置收集泄压排出的防冻液。

8.2.7 西藏自治区大部分地区属于高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，气候寒冷，系统必须有防冻装置或防冻措施，可以根据系统特点采用排空防冻、防冻液作为介质等供暖方式，同时系统设计必须考虑历史最低气温，应参照 GB 50736 给出的各城市的低端最低气温并结合当地实际气象参数。

8.3 太阳能光电

8.3.1 现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T51368 中详细规定了建筑光伏系统的设计、施工、验收、运行与维护措施，内容详细、可操作程度高，西藏自治区的太阳能光伏建筑的设计、施工、运维可按其相关要求执行。

8.3.2 本条参考《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 第 7.1.3 条制定。西藏自治区太阳能资源丰富，年可发电量较大，但其本身用电需求不大，为最大限度的利用电能，建议在有条件时，可将建筑太阳能所发电量直接并网供电。

8.3.3 本条参考《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 第 7.1.4 条制定。西藏自治区地广人稀，公共电网资源有限时，建筑照明电源可以利用太阳能光伏系统进行供给，同时需要考虑到照明大多集中在夜间太阳能光伏系统无法正常运作时，因此用太阳能光伏进行照明供电时，应同步配置蓄电池进行储能。

8.3.4 太阳能光伏系统所获得的有效集热量受到地理纬度、安装方位、安装倾角及气象条件等的影响。

据相关研究，倾角变化对发电量的影响主要受纬度的影响，也受直射比的影响，但后者影响较小，纬度为 21° 时，安装倾角为 15° 时发电损失最小，纬度为 32° 时，安装倾角为 25° 时发电损失最小，西藏自治区位于北纬 $26^{\circ}\sim 36^{\circ}$ 。为此，编制组依据西藏自治区海拔、气候条件等因素，建议西藏自治区建筑光伏系统的安装倾角宜在 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的范围内；。

方位角变化主要受纬度的影响。纬度越高，损失越大；纬度越低，损失越少，建议西藏自治区建筑光伏系统的安装方位角宜为 180° （正南），东西偏角不宜超过 20° 。

8.3.5 根据工业和信息化部发布的《光伏制造行业规范条件（2021 年本）》，多晶硅组件和单晶硅组件（双面组件按正面效率计算）的平均光电转换效率分别不低于 17% 和 19.6%，硅基、铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）及其他薄膜组件的平均光电转换效率分别不低于 12%、15%、14%、14%。

8.3.6 在太阳光照条件好而接入市政电网建设成本高的项目，当需要为这种地点建筑或配套设施的用电负荷结合自身分布式光伏发电做蓄电池储能系统设计时，应分析设置储能系统在离网光伏发电、用电以及电压、电流变换等相关环节起到的作用。建筑照明用电是需要光储系统保证的最基本用电负荷，要设计高效的照明配电系统，避免在光储直流和交流系统中使用不必要的变压、变流装置。储能系统设计要考虑到动态负荷、发电量、各环节损耗和衰减变化，以及电压与电流的浪涌、冲击、保护等各方面技术要求，在设计中统筹优化，明确储能装置基本功能、参数，并进行多方案计算和比选。为便于储能设计开展工作，附录 D 提供了相关图表和数据可供设计参考。

8.4 空气能

8.4.1 空气的干湿度不同，其容纳水汽的能力也不同。由于干燥空气可以容纳较多水汽，而水蒸发成气体会吸收热量，因此，干空气在由干变潮的过程中，能为空调提供所需要的能量。这种干燥空气所具有的能量，就是"干空气能"。这在我国西北干旱地区，取之不尽、用之不竭，且清洁无污染。以"干空气能"作为驱动能源的间接蒸发冷却空调系统，较传统的空调可节能约 70%。

8.4.2 西藏自治区空气的湿度较低，空气具有更强的容纳水汽的能力，当空气吸湿时，会吸收周围空气的热量。对于有制冷需求的建筑，宜优先采用自然蒸发冷却或自然通风技术，以降低建筑能耗；当上述技术措施无法满足制冷要求时，可采用蒸发冷却空调及高温冷源的机械制冷系统

8.4.3 空气源热泵作为热源供暖时，供暖热水机组可以先加热水，通过供暖管网将热水送到需要采暖的各个房间的散热片或地暖盘管，通过辐射方式将热量输送到各个房间。热风机组则可以通过循环管路导热媒介（氟或热水）输送到末端风机盘管的盘管中，通过风机强制对流的方式将热量送到供暖房间。

对于供暖稳定性要求较高的场所，为保证不间断供暖，应设置如燃煤、燃油、电锅炉等备用辅助热源，在空气源热泵机组出现故障或极端天气时，空气源热泵能效比降低，无法达到设计供暖要去时，作为辅助或应急热源保证供暖需求。

8.4.4 空气源热泵的制热性能受蒸发器的进风参数影响很大，在高原地区由于气压较低，空气密度变化与气压变化成正比，通过蒸发器的空气体积流量基本保持不变，但是，密度变化会直接导致空气质量流量发生变化，因此影响空气能能效比。同时，高原地区运行的风机电机，由于空气密度降低，电机扭矩和输出功率相应降低，因此进一步降低了空气能的效率；

高原气度辐照强度大，设备部件、传感器等老化速度快，因此在设备材料选型等方面要着重考虑高原辐照问题。

在系统设计方面，高原地区温差大，建筑负荷变化范围大，系统设计及设备选型要考虑负荷大幅度变化的情况下系统、设备的稳定、高效运行。

8.4.5 第 1 款，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。

第 2 款，在设备选型时，热泵机组在供暖建筑所在地气候条件下的有效制热量应能满足建筑采暖热量需求。但不同区域不同海拔，供暖设计工况各有不同甚至差别很大，但对于空气源热泵机组热性能，往往只提供在标准工况下的

测试结果，而非供暖建筑所在地的制热性能，该结果无法直接作为设备选型的依据；而影响空气源热泵热性能的关键因素为室外温度、湿度及结霜、除霜工况，因此要结合供暖所在地的气候条件对热泵机组制热性能进行修正，得到较为准确的能效比，才能更准确的进行设备选型。

第3款，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。

8.4.6 西藏自治区气温普遍较低，故空气源热泵机组能效一般也较低，因此在使用空气源热泵供暖系统时，宜优先选用低温供暖末端；在空气源热泵机组运行能效比较大、出水温度较高的部分地区，可选用散热器等末端形式。

8.5 地热能

8.5.1 西藏自治区地热能资源富集程度具有明显的地域性分布特征，在论证是否利用地热能时，应结合气候特征、地热能资源、技术水平、经济条件和建筑的使用功能等要素进行综合研判。

8.5.2 西藏拥有丰富的地热能资源，并具有明显的分布特征:高原上水热活动带的强度分布,呈现由南向北逐渐减弱的特点,最强烈最集中的水热显示区,主要在西藏南部的喜马拉雅—冈底斯—念青唐古拉之间。将西藏地热资源按照资源富集程度、地理位置分成5个区域，根据地热资源分布，合理布置地源热泵系统。

8.5.3 第2款，在污水源热泵系统设计时，除考虑现有的污水资源条件外，还应考虑污水水温、水质及流量的变化规律和对后续污水处理工艺的影响等因素。

8.5.4 当地埋管换热器的出水温度、地下水或地表水的温度可以满足末端需求时，应优先采用上述低位热（冷）源直接供热（供冷），而可不启动热泵机组，以降低系统的运行费用。当热（冷）负荷增大，水温不能满足末端进水温度需求时，再启动热泵机组供热（供冷）。

8.5.5 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，地埋管换热系统设计应考虑全年冷热负荷的影响。

8.5.6 第 1 款，应对建筑物所在地的工程场地及浅层地热能资源状况进行勘察，出具水文地质勘察评估报告，并应从技术可行性、可实施性和经济性等三方面进行综合分析，从而作为是否采用地源热泵系统及进行地源热泵系统方案设计的参考依据。

第 3 款，由于西藏自治区昼夜温差大，夜间环境温度较低，为保证地埋管处于安全、可靠的运行状态，在地埋管铺设时必须保证其在冻土层以下，并满足一定的深度要求。

8.5.7 第 3 款，由于中深层地埋管自身特点，使得埋管位置处于地下较深处，管道需要具有耐压、耐久及强度要求，为了提升中深层地埋管系统能效，需减少埋管的热损失，因此对于管道要求具有较高热阻。

第 4 款，在机房系统设计中，为适应地热换热器循环介质小流量大温差系统运行，提高地热换热器的取热量，可采用如下两种做法：

1) 在地下专用换热器一次水循环侧，设置两台串联大温差地热热泵机组，采用复叠式梯级取热系统，拉大地热换热器循环介质的进水及出水温差。因两台地热热泵机组一次侧进水温度的不同，导致两台地热热泵机组的制热性能系数有所差别：

2) 在机房系统设计中宜增设调节蓄热水箱(水池)作为低品位热源的蓄热水箱，在地热换热器与调蓄水箱之间及调蓄水箱与地热热泵机组之间形成各自不同循环水温差的循环水系统，地热换热系统与调蓄水箱之间可采用小流量大温差或正常流量大温差运行，以尽量提高单个中深层地热换热器的取热量，减少地下地热换热器的数量，同时降低地热换热系统循环水泵输送能耗；在蓄热水箱与地热热泵机组之间采用常规水源热泵机组要求的 5℃温差或 7 温度大温差循环水温运行，形成调节蓄热水箱(水池)+中深层地热地埋管供热系统模式。调节蓄热水箱存在冷水、热水混合问题，应采取有效措施。保持调蓄水箱的冷热水分层，减少混层发生。

8.6 生物质能

8.6.1 不同地方生物质能的利用应首先对当地的生物质能资源进行评估，并出具评估报告，为生物质能利用提供参考依据，然后应进行统一的规划、设计、施工，

以进行高标准、高质量的推广实施，避免盲目上马项目，降低投资风险。

8.6.2 生物质能的利用一般有三种途径：直接燃烧、热化学转换和生物化学转换。

直接燃烧虽推广较好，但其热效率不高，仅为 20%左右，且会产生大量的温室气体，不利于我国双碳目标的落地；热化学转换指在一定的温度和条件下，使生物质汽化、炭化、热解和催化液化，以生产气态燃料、液态燃料和化学物质的技术；生物质的生物化学转换包括有生物质、沼气转换和生物质、乙醇转换等。后面两种利用模型可将生物质能转换为较为清洁和便利的能源，一方面利于生物质能技术的推广，另一方面也可有效促进我国双碳目标的落地。

8.6.3 生物质能的利用均应满足上述标准和相关国家、地方标准的要求。同时也对生物质能在不同系统中的利用效率做出了规定，避免低效率利用。

8.6.4 生物质锅炉烟气中的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物的最高允许排放浓度限值和烟气黑度限值应满足现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 等相关规范标准的要求。

8.6.5 近年来，随着技术的进步，生物质锅炉的热效率均可达到 80%以上，锅炉型号越大，燃烧的越充分，锅炉的效率也就越高。据市场调研结果显示，市面上生物质锅炉的热效率最高可达到 88.3%。

为切实有效的推广生物质能的应用，编制组结合西藏自治区实际情况，对生物质锅炉的热效率提出了要求。

9 节能改造

9.1 一般规定

9.1.1 本标准适用于自治区的既有建筑节能改造。节能改造的目的是为了满足室内热环境要求和降低供暖、空调的能耗。采取两条途径实现节能，首先，改善围护结构的保温（降低供暖热负荷）隔热（降低空调冷负荷）热工性能；其二则是提高供暖空调设备（系统）的能效。

9.1.2 抗震、结构、防火关系到建筑安全和使用寿命，主体结构的后续使用年限少于 20 年的建筑建造时所依据的标准与现行标准有较大不同，如进行节能改造不仅不经济甚至可能会对建筑物的使用安全产生不利影响，因此既有建筑节能改造当涉及到此类问题时，应根据现行的抗震、结构和防火规范进行评估，并根据评估结论确定是否需要同步实施安全和节能改造。

9.1.3 既有建筑节能改造需要根据实际情况，对建筑围护结构、供暖系统进行全面或部分的节能改造。围护结构的全面节能改造包括外墙、屋面和外窗等各部分均进行改造，部分节能改造指根据技术经济条件只改造围护结构中的一项或几项。供暖系统的全面节能改造包括热源、室外管网、室内供暖系统、热计量等各部分均进行改造，部分节能改造指只改造其中的一项或几项。全面或部分的节能改造必须达到国家及自治区现行有关建筑节能技术标准相关要求。有条件的地方，可以选择全面改造，因为全面改造节能效果好，效费比高。

9.1.4 维护结构的保温性能对供暖热负荷有直接影响，对既有居住建筑的供暖系统和建筑围护结构的全面节能改造宜同步实施，改造完成后可以在热源端得到直接的节能效果。但由于各种原因使供暖系统和建筑围护结构不具备同步改造的条件时，应优先选择供暖系统或建筑围护结构中节能效果明显的项目进行改造，如根据具体条件，供暖系统设置供热量自动控制装置，围护结构更换性能差的外窗、增强墙体的保温等。

9.1.5 室温调控和供热计量是建筑节能的前提及手段，《中华人民共和国节约能源法》要求，“使用空调采暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度。”“新建建筑和既有建筑的节能改造应当按照规定安装用热计量装置。”因此，节能改造后，本文强调采暖空调系统应具有室温调控手段和供热计量措施。

9.1.6 既有建筑节能改造设计须符合不同地区建筑风貌导则和地域建筑文化特点要求进行外立面设计，并采用外立面材料必须满足墙体保温、隔热、防火、防水等应符合相关现行国家标准和行业标准、地方标准的规定。

9.1.7 既有建筑的节能改造围护结构的节能改造如改换门窗和墙体保温及外立面的改造时严禁使用不达标国家及地方标准节能建材，同时节能材料选用减少对居民生活的影响的即环保、又施工工艺便捷方便施工的保温一体板节能材料，并减少湿作业施工达到节能减排的目的。

9.1.8 除了特殊区域外西藏自治区地处于青藏高原地区，冬季寒冷，夏秋温凉，昼夜温差大，日照时间长，太阳能资源丰富，且冬季最为强烈为主、被动太阳能热利用提供了很好的条件。除了特殊区域外优先考虑利用辐射、对流和传导的方式，使太阳热能能够自然流经建筑物，并通过建筑物本身的性能控制热的流向，增加南侧墙外搭建封闭玻璃阳光间等措施，从太阳能利用角度考虑，从而达到供暖效果。除了本条规定外其余满足本标准第七章相关规定要求。

9.2 改造前评估

9.2.1 自治区不同地区气候差异很大，既有建筑的外围护结构、能耗状况差异也很大，改造前评估及调查、检测方法参照现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 和现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ177 的规定。

9.2.2 拟节能改造建筑的室内热环境、围护结构的热工性能、供暖或空调系统的能耗及运行现场调查及辅之以一些测试评估后出具现状的室内热环境、围护结构的热工性能、供暖或空调系统的能耗、集中供暖系统的能耗评估报告，对初步拟改造建筑物制定节能改造潜力作出分析和提出建议性的改造意见作为改造方案的重要依据。

9.2.3 既有建筑能耗主要包括供暖空调能耗、照明及家电能耗、炊事和热水能耗等，由于建筑使用情况复杂，全面获得分项能耗比较困难。本标准主要针对围护结构热工及空调供暖系统能效，因此调查供暖和空调能耗。针对不同的供暖空调形式，能耗调查统计内容有所不同：

- 1) 集中供暖的既有建筑，测量或统计供暖能耗。
- 2) 集中供冷的既有建筑，测量或统计空调能耗。

3) 非集中供热、供冷的既有建筑, 测量或调查住户空调供暖设备容量、使用情况和能耗(耗电、耗煤、耗气等)。

4) 如不能直接获得供暖空调能耗, 可调查统计既有建筑总耗电量及其他类型能源的总耗量等, 间接估算供暖空调能耗。

9.2.4 室内热环境要素包括室内空气温度、室内空气相对湿度、室内气流速度和室内壁面温度等。住户的热环境感受又与住户的衣着、活动等物理量有关。因此, 室内热环境现状评估应通过实地现场调查室内热环境状况, 同时, 对住户进行问卷调查, 了解住户的主观感受。

室内热环境有一定的基本要求, 例如, 室内的温度、湿度、气流和环境辐射温度应在允许范围之内。冬季, 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区外围护结构内表面温度不应低于室内空气露点温度。

高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区的建筑节能设计标准对室内相对湿度没有要求, 但在对既有建筑进行现场调查时, 测一下相对湿度也有好处, 有时可以帮助判断外围护结构内表面结露发霉的原因。

9.2.5 改造前评估时, 应将建筑地形图、总图、节能计算书及竣工图、建筑装修改造资料、历年维修资料、所在地城市建设和市容要求等收集齐全, 对分析既有建筑存在的问题及进行节能改造设计是十分必要的。当然, 并非所有的建筑都保留有这么完整的图纸和资料, 实际工作中只能尽量收集查阅。

9.2.6 围护结构的改造前评估应依据各地区现行的节能标准或相关规范, 重点对围护结构中节能相关的构造形式和使用材料进行调查, 取得第一手资料, 找出建筑高能耗的原因和导致室内热环境较差的各种可能因素。

9.2.7 围护结构热工性能可以经过计算获得, 但有相当一部分建筑年代长远, 相关的图纸资料不全, 无法得到围护结构热工性能, 在这种情况下必要时应委托有资质的检测机构对围护结构热工性能进行现场检测, 作为节能评估的依据。

9.2.8 由于供热系统的设计年限不同, 热源设备、系统的能效不同, 影响各供热系统能耗高的关键问题可能有所不同。在进行节能改造时首先查阅设计图纸, 了解维修改造记录、运行记录等技术文件; 到现场查勘供热系统配置, 了解运行情况; 对供热系统热源、供热管网、热力站及建筑物内供暖系统进行必要的节能检测, 找出影响能耗高的关键问题, 是节能改造的先导工作。本条列出需要收集、查阅

近 3 年的资料。

9.2.9 室内热环境要素包括室内空气温度、室内空气相对湿度、室内气流速度和室内壁面温度等。检测室内温湿度是为了判断热用户是属于多供还是欠供、判断末端水力平衡情况、室内采暖系统是否需要改造的主要依据。建筑物耗热量指标的高低直接反映了既有建筑围护结构节能改造的效果，是评估的主要指标；围护结构各部分的平均传热系数是考核建筑物耗热量指标能否实现的关键参数，也是需要施工验收环节中进行监管的参数。高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，由于气候寒冷，如果改造措施不合理，将导致热桥部位出现结露等问题。对室内热缺陷进行评估，有利于杜绝此类现象发生。供暖期间单位面积耗标煤量（耗气量）指标高低直接反映了建筑围护结构节能改造效果和供热系统节能改造效果，是评估既有建筑节能效果的关键指标；锅炉运行效率和热网输送效率高直接反映了供热系统节能效果的高低。根据室外气象参数和热用户的用热需求，确定合理的运行调节方式，以实现按需供热和降低输送能耗。既有建筑节能改造是在满足热用户热舒适性的前提下降低能耗，按户热计量收费可调动热用户节能的积极性，减少用热需求。因此在节能改造方案评估中要对热源及热力站计划实施的调节方法（如等温差调节、质量综合调节、分阶段改变流量质调节等）、是否具备进行运行调节的手段（如供热量调节装置、变速水泵等）进行评估，要对室内系统是否安装了热计量设施及是否配备了必要的调节设备进行评估。

9.3 节能改造方案

9.3.1 改造前实地调查拟改造建筑的室内热环境、围护结构的热工性能、供暖或空调系统的能耗及运行情况等，是为了科学、准确地了解要进行节能改造的建筑的现状。如果调查还不能达到这个目的，应该辅之以一些测试。然后通过计算分析，对拟改造建筑的能耗状况及节能潜力作出分析，作为制定节能改造方案的重要依据对拟改造建筑制定节能改造方案（围护节能改造方案和供暖或空调系统节能改造方案），并应采用动态计算和分析方法，才能比较准确地评估各种改造方案的效果。

9.3.2 本条文的计算方法可参照现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189

和现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26 的规定。

9.3.3 为了提高既有建筑的室内热环境舒适度效果节能改造方案中应具备围护结构的热工性能节能改造方案和供暖或空调系统的能耗改造方案。

9.3.4 在高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，对外墙、屋面、窗洞口等可能形成冷桥的构造节点进行热工校核计算非常重要，若计算得到的内表面温度低于露点温度，必须调整节点设计或增强局部保温，避免室内表面结露。

9.3.5 建筑物耗热量指标的高低直接反映了既有建筑围护结构节能改造的效果，是评估的主要指标；围护结构各部分的平均传热系数是考核建筑物耗热量指标能否实现的关键参数，也是需要在施工验收环节中进行监管的参数。高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，由于气候寒冷，如果改造措施不合理，将导致热桥部位出现结露等问题。对室内热缺陷进行评估，有利于杜绝此类现象发生。

9.3.6 评估主要判定依据参照相关行业技术标准。如现行国家标准《供热系统节能改造技术规范》GB/T50893、现行行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176 和《既有居住建筑节能改造技术规程》JGJ/T129 等相关规范标准。

9.3.7 本条文中锅炉的运行效率是指锅炉日平均运行效率，其数值是根据现有锅炉实际运行状况确定的，且其值低于现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ132 中规定的节能合格指标值，锅炉日平均运行效率测试条件和方法见现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ132。

9.3.8 锅炉是能源转换设备，锅炉转换效率的高低直接影响到燃料消耗量。锅炉实际供热负荷与额定负荷之比，称为锅炉的负荷率 g 。一般情况下， $70\% \leq g \leq 100\%$ 为锅炉的高效率区； $60\% \leq g < 70\%$ 、 $100\% < g \leq 105\%$ 为锅炉的允许运行负荷区。在选择锅炉和制定锅炉运行方案时，需要根据系统实际负荷需求，合理确定锅炉的台数和容量。

9.4 围护结构节能改造

9.4.1 本条明确了围护结构节能改造设计的内容，设计的依据是节能改造判定的结论。在既有建筑节能改造中，提高围护结构的保温和隔热性能对降低供暖、空调能耗作用明显。在围护结构改造中，屋面、外墙和外窗应是改造的重点，架空

或外挑楼板、分隔供暖与非供暖空间的隔墙和楼板是保温处理的薄弱环节，应给予重视。在施工图设计中，应依据节能改造判定的结论所确定的围护结构传热系数来选择屋面、外墙、架空或外挑楼板的保温构造和保温材料及保温层厚度，选择门窗种类，选择分隔供暖与非供暖空间的隔墙和楼板的保温构造，对不封闭阳台门和单元入口门也应采取相应的保温措施。

9.4.2 既有建筑由于建造年代不同，结构设计和抗震设计标准不同，施工质量也不同，在对围护结构进行节能改造时，可能会增加外墙和屋面的荷载，为保证结构安全，应对原建筑结构进行复核、验算；当结构安全不能满足节能改造要求时，应采取结构加固措施，以保证结构安全。

由于更换门窗和屋面结构层以上的保温及防水材料，不会影响结构安全，设计可根据需要进行更换；其他如梁、板、柱和基层墙体等对结构安全影响较大的构件，其构造和组成材料不得随意更改。

9.4.3 对高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区围护结构保温性能的节能改造，如能同时考虑供暖系统的节能改造可使围护结构的保温性能与供暖系统相协调，以达到节能、经济的目的，同时进行还可节省工时。当同时进行有困难时，可先进行围护结构改造，但在设计上应为供暖系统改造预留条件。

9.4.4 外保温技术有许多优点，特别是在既有建筑围护结构节能改造时因其在施工时不需要居民搬迁，对居民的生活干扰最小而更具优势，同时与建筑立面改造相结合，可使建筑焕然一新。因此应优先采用外保温技术进行外墙的节能改造。

目前常用的外保温技术有 EPS、XPS 板薄抹灰外保温技术、硬泡聚氨酯外保温技术、EPS 板与混凝土同时浇注外保温技术、聚苯颗粒保温浆料外保温技术等，这些保温技术已日趋成熟，国家已颁布行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ144，各地区也有相关技术标准。为保证外保温的工程质量，其设计与施工都应满足标准的要求。另外还应满足公安部公通字[2009]46 号文件对外保温系统的防火要求。

由于内保温技术很难解决热桥问题，且施工扰民，占用室内使用面积等，在高海拔 A 区、高海拔 B 区不宜采用，在高海拔 C 区、高海拔 D 区当要维持建筑外貌而不能采用外保温技术时，如重要的历史建筑或重要的纪念性建筑等，可以采用内保温技术。

9.4.5 采用外保温技术对外墙进行改造时，其外保温工程的质量是非常重要的，如果工程质量不好，会出现裂缝、空鼓甚至脱落，不仅影响建筑外观效果，还会影响保温效果，甚至会有安全隐患。外墙外保温是一个系统工程，其质量涉及外墙外保温系统构造是否合理、系统所用材料的性能是否符合要求，以及施工质量是否满足标准要求等等，每一个环节都很重要。外墙外保温的做法很多，所用材料和施工方法也有多种。现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ144 是为了规范外墙外保温工程技术要求，保证工程质量而制定的行业标准。因此，采用外保温技术对外墙进行改造时，材料的性能、施工应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ144 的规定。

9.4.6 为保证外墙外保温工程质量，使其不产生裂缝、空鼓、有害变形、脱落等质量问题，在施工前应做好准备工作。应拆除妨碍施工的管道、线路、空调室外机等，其中施工后要恢复的设施（如空调室外机）要妥善处置和保管。合理布置施工脚手架。对原围护结构破损和污染处进行修复和清理。为了避免产生热桥问题，应预先对热桥部位进行保温处理。

保温层的防水处理很重要，如处理不当，使保温层受潮，会直接影响保温效果，甚至会导致外墙内表面结露。因此，外保温设计应与防水、装饰相结合，做好保温层密封和防水设计。

目前预制保温装饰一体的外保温系统已在推广使用，为保证其工程质量和建筑立面装饰效果，设计上应根据建筑立面装饰效果和保温装饰材料的规格划分立面分格尺寸，并提供安装设计构造详图，特别是细部节点的安装构造。

近年来外墙外保温火灾事故多有发生，教训很大。究其原因，绝大多数都是由于管理混乱，缺乏施工防火安全管理造成的。公安部与住房和城乡建设部于 2009 年联合发布了公通字[2009]46 号文《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》，对外墙外保温的材料、构造、施工及使用提出了防火要求。因此，在采用外墙外保温技术时，应满足该文件的要求。同时，必须根据工程的实际情况制定针对性强、切实可行的工地防火安全管理制度。

9.4.7 采用内保温隔热技术对室内装修影响很大。为保证外墙内保温工程质量，在施工前也应做好准备工作，对原围护结构内表面破损和污染处进行修复和清理。与外保温不同，在内保温施工前，室内各类主要管线应先安装完成并经试验检测

合格,然后再进行内保温施工,以免造成对内保温层的破坏及不必要的返工和浪费。

9.4.8 外门窗的传热耗热量加上空气渗透耗热量占建筑总耗热量的 50%以上,所以外门窗的节能改造是既有建筑节能改造的重点,在构造上和材料上应严格要求。目前外门窗的框料和玻璃的种类很多,如断桥铝合金、玻璃钢以及钢塑复合、木塑复合窗等,玻璃有中空玻璃和 Low-e 玻璃,构造上可以是单框双玻和单框三玻等,在选用时应满足热工性能指标。在保温性能上,塑料、木塑复合的窗料比较好,在造价上塑料和钢塑复合的窗料价格较低。

高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区当在原有单玻窗加装一层窗时,最好在原窗的内层加设,因新窗的气密性要比原窗好,可避免层间结露。

窗框与墙之间的保温密封很重要,常常因密封做得不好而产生开裂、结露、长毛的现象。对窗框与墙体之间的缝隙,宜采用高效保温气密材料如发泡聚氨酯等加弹性密封胶封堵。

高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区的阳台最好做封闭阳台,封闭阳台的栏板及一层底板和顶层顶板应做保温处理。非封闭阳台的门如有门芯板应做保温型门芯板,即门板芯为保温材料,可提高门的保温性能。

本条文主要是想说明,综合外窗的热工性能,综合投资成本、工程难易程度和节能的贡献率来考虑,应采取不同的、最有效的外窗节能技术。

9.4.9 建筑遮阳构件直接影响建筑的安全,遮阳装置需考虑与结构可靠连接,且设计应符合相关标准的要求。

9.4.10 在对屋面进行节能改造施工前,为保证施工质量,应做好准备工作,修复损坏部位、安装好设备和管道及各种设施,预留出外保温层的厚度等,之后再行屋面保温和防水的施工。

9.4.11 既有建筑的屋面形式有平屋面和坡屋面,现浇混凝土屋面和预制混凝土屋面等多种,破损情况也不相同,对不同的屋面形式和不同的破损情况,应采取不同的改造措施。

所谓倒置式屋面就是将保温层设于防水层的上面,在保温层上再作保护层。这种做法对于既有建筑的屋面改造,其施工简便,且比较经济,也就是在

原有屋面的防水层上直接做保温层，再做保护层。保温层的材料应选择吸水率较低的材料，如挤塑板、硬泡聚氨酯等。施工时应注意不能破坏原有的防水层。

平屋面改坡屋面，许多地方为了降低荷载和造价，采用在平屋面上设轻钢屋架，其上铺设复合保温层的压型钢板，这种做法应注意轻钢屋架和压型钢板的耐久性及保温材料的防火性能。

坡屋面改造时，如原屋顶吊顶可以利用，最好在原吊顶上重新铺设轻质保温材料，既施工简便又可以节省投资，其厚度应根据热工计算而定。无吊顶时在坡屋面上增加或加厚保温层，其保温效果最好，但需要重新做屋面防水和屋面瓦，其工程量和投资量较大。如增设吊顶，应考虑吊顶的构造和保温材料、吊顶板材的耐久性和防火性，以及周边热桥部位的保温处理。

既有建筑的节能改造，鼓励太阳能等可再生能源的利用，当安装太阳能热水器时，最好与屋面的节能改造同时进行，以保证屋面防水、保温的工程质量。其太阳能热水系统应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的规定。

平屋面改造成坡屋面或种植屋面势必会增加屋面的荷载，特别是改为种植屋面，还应考虑种植土的荷载。因此，为了保证结构安全，应核算屋面的允许荷载。种植屋面的防水材料应采用防根刺的防水材料，其设计与施工还应符合现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ155 的规定。

9.4.12 在进行屋面节能改造时，如果需要重新做防水，其防水工程的设计和施工应与新建建筑一样，执行现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

9.4.13 如果既有建筑楼板下为室外，如过街廊和外挑楼板；或底层下部为非供暖空间，如下部为非供暖地下室；或与下部房间的温差 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ，如下部房间为车库虽然供暖，但室内温度很低。在这些情况下，如不作保温处理，供暖房间内的热量会通过楼板向外大量散失，不仅会降低室内温度，增加供暖能耗，而且还会产生地面结露的问题，因此，应对其楼板底部加设保温层。与外墙一样，对楼板的保温处理也应采用外保温技术，其保温效果比较好。对有防火要求的下层空间如地下室，其保温材料应选择燃烧性能为 A 级即不燃性材料，如无机保温浆料、岩棉、加气混凝土等。

保温层应牢固可靠选用达标产品并保温层采用锚栓链接楼板底部，每平方米数量不少于 6 颗/，锚固在楼板底部基层深度不小于 25mm。

9.4.14 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区将建筑的楼梯间和外廊封闭，是很有效的节能改造措施。由于不封闭的楼梯间和外廊，房间门是直对室外的。在冬季外门的开启会造成室外大量冷空气进入室内，导致供暖能耗的增加，因此外门越多对保温节能越不利。另外不封闭的楼梯间隔墙是外墙，外墙面积大对保温节能不利，将楼梯间封闭，其隔墙变为内墙，减少了外墙，将大大提高保温和节能的效果。

楼梯间不供暖时，对楼梯间隔墙采取保温措施，户门采用保温门可减少户内热量的散失，提高室内热环境质量。

9.4.15 高海拔 A 区、高海拔 B 区、高海拔 C 区、高海拔 D 区，在冬季外门的开启会造成室外大量冷空气进入室内，导致供暖能耗的增加。设置门斗可以避免冷风直接进入室内，在节能的同时，也提高了建筑门厅或楼梯间的热舒适性，还可避免敷设在楼梯间内的管道受冻。加设门斗是一个很好的节能改造措施。分隔供暖房间与非供暖走道的户门，也是供暖房间散热的通道，应采取保温措施。一般住宅的户门都采用钢制防盗门，如果在门板内嵌入岩棉，既满足防火、防盗的要求，也可提高保温性能。

单元门宜安装闭门器，以避免单元门常开不关，而造成大量冷空气进入室内，热量散失过大，增加供暖能耗。造成室内温度降低，管道受冻。利用节能改造的时机，将单元门更换为防盗对讲门，可起到防盗、保温节能一举两得的效果。

9.4.16 外围护结构节能改造的施工组织设计应遵循下列几方面原则：

一、做好对现状的保护，包括道路、绿化、停车场、通信、电力、照明等设施的现状；

二、做好场地规划，安全措施：1)通道安全及分流，包括施工人员通道、职工通道、施工车道；2)施工安装中的安全；3)室内工作人员的安全。

三、注意材料物品等堆放：1)材料和施工工具的堆放；2)拆除材料的堆放。

四、施工组织：1)原有墙面的处理；2)宜采用干作业施工，减少对环境的污染；3)拆除材料。

9.5 采暖通风空调节能改造

9.5.1 与新建建筑相比，既有建筑更换冷热源设备的难度和成本相对较高，因此冷热源系统节能改造应以挖掘现有设备的节能潜力为主。压缩机的运行磨损，易损件的损坏，管路的脏堵，换热器表面的结垢，制冷剂的泄漏，电气系统的损耗等都会导致机组运行效率降低。以换热器表面结垢，污垢系数增加为例，可能影响换热效率 5%~10%，结垢情况严重则甚至更多。不注意冷、热源设备的日常维护保养是机组效率衰减的主要原因，建议定期(每月)检查机组运行情况，至少每年进行一次保养，使机组在最佳状态下运行。在充分挖掘现有设备的节能潜力基础上，仍不能满足需求时，再考虑更换设备。

9.5.2 对于改造后的空调、采暖、通风系统，改造后的设备能效应符合国家节能标准的规定。

9.5.3 节能评价为基本条件，鼓励节能改造采用更高能效标准的设备。

9.5.4 由于所处内外区和使用功能的不同，可能导致部分区域出现需要提前供冷或供热的现象，对于上述区域宜单独设置冷热源系统，以避免由于小范围的供冷或供热需求，导致集中冷热源提前开启现象的发生。在对原有冷水机组或热泵机组进行变频改造时，应充分考虑变频后冷水机组或热泵机组运行的安全性问题。目前并不是所有冷水机组或热泵机组均可通过增设变频装置，来实现机组的变频运行。因此建议在确定冷水机组或热泵机组变频方案时，应充分听取原设备厂家的意见。另外，变频冷水机组或热泵机组的价格要高于普通的机组，所以改造前，要进行经济分析，保证改造方案的合理性。

9.5.5 变风量空调系统是通过改变进入房间的风量来满足室内变化的负荷，当房间低于设计额定负荷时，系统随之减少送风量，亦即降低了风机的能耗。当全年需要送冷风时，它还可以通过直接采用低温全新风冷却的方式来实现节能。故变风量系统比较适合多房间且负荷有一定变化和全年需要送冷风的场合，如办公、会议、展厅等；对于大堂公共空间、影剧院等负荷变化较小的场合，采用变风量系统的意义不大。

与普通空调区域相比，餐厅、食堂和会议室等功能性用房，具有冷热负荷指标高、新风量大、使用时间不连续等特点。而且在过渡季，当其他区域需要供热时，上述区域由于设备、人员和灯光的负荷较大，可能存在需要供冷的情况。近年的调查发现，上述区域虽然所占的面积不大，但其能耗较高，属高耗能区域。因此在进行空调通风系统改造设计时，应充分考虑上述区域的使用特点，采用调节性强、运行灵活、具有排风热回收功能的系统形式，在条件允许的情况下，应考虑系统在过渡季全新风运行的可能性。

9.5.6 在过渡季，当室外空气焓值低于室内焓值时，为节约能源，应充分利用室外的新风。本条文适合于全空气空调系统，不适合于风机盘管加新风系统。

9.5.7 室温调控和供热计量是建筑节能的前提及手段，《中华人民共和国节约能源法》要求，“使用空调采暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度。”“新建建筑和既有建筑的节能改造应当按照规定安装用热计量装置。”因此，节能改造后，本文强调采暖空调系统应具有室温调控手段和供热计量措施。这也与《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 相关要求一致。

9.5.8 空调区域排风中所含的能量十分可观，排风热回收装置通过回收排风中的冷热量来对新风进行预处理，具有很好的节能效益和环境效益。目前常用的排风热回收装置主要有转轮式热回收、板翅式热回收和热管式热回收等几种方式。在进行热回收系统的设计时，应根据当地的气候条件、使用环境等选用不同的热回收方式。

9.5.9 对于改造后建筑平面或房间功能发生变化，导致空调的使用时间、温湿度参数等空调系统的基本参数发生变化，应根据改造后的房间实际使用情况对空调系统重新进行分区设置。对于原有空调系统分区设置不合理的，改造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》GB 50736 相关要求重新分区。

9.5.10 改造项目的供暖系统施工质量应满足现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

9.5.11 供热系统水力不平衡是造成供热能耗浪费的主要原因之一，同时，水力平衡又是保证其他节能措施能够可靠实施的前提，因此对系统节能而言，首先应该做到水力平衡。由于设计计算时，与计算各并联环路水力平衡度相比，计算各并

联环路间压力损失比较方便，并与教科书、手册一致。因此《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018 规定并联环路压力损失差值，要求控制在 15% 之内。对于通过计算不易达到环路压力损失差要求的，为了避免水力不平衡，应设置水力平衡阀。

9.5.12 热管网输送效率受管网保温效果、非正常失水控制及水力平衡度的影响，要通过查勘结果，从以上三方面分析耗能因素进行节能改造。供热管网补水有两个原因：正常失水和非正常失水。供热设备、水泵等运行中的排污、临时维修和少量阀门不严的滴漏属于正常失水；用户私自放水属于非正常失水。本标准供热管网补水量按条文中两个指标考核。

9.5.13 循环水泵流量与设计值偏差过大或者效率过低，大部分是设计选型与实际管网不匹配造成的，在节能改造时应进行现场数据调研和校核，对设计选型不匹配的水泵应予以更换。

9.5.14 在实际工程中，由于设计选型偏大而造成的系统大流量运行的现象非常普遍，因此以减少水泵能耗为目的的空调水系统改造方案，值得推荐。

9.5.15 一次管网与新建管网采用间接连接的方式对整个管网的水力工况影响程度较小，因此建议首选采用此种一二次管网的连接方式。如确需直接连接时，应对新旧管网的水力工况进行分析，避免影响供暖效果。

9.5.16 当室内供暖系统需节能改造，且原供暖系统为垂直单管顺流式时，应充分考虑技术经济和施工方便等因素，宜采用新双管系统或带跨越管的单管系统。当确实需要采用共用立管的分户供暖系统时，应充分考虑用户室内系统的美观性、方便性，并且尽量减少对用户已有室内设施的损坏。

9.5.17 为了使室内供暖系统中通过各并联环路达到水力平衡，其主要手段是在干管、立管和支管的管径设计中进行较详细的阻力计算，而不是依靠阀门的手动调节来达到水力平衡。

9.5.18 室内供暖系统温控装置是计量收费的前提条件，为供暖用户提供主动控制、调节室温的手段。既有居住建筑改造时，宜将原有散热器罩拆除，确实拆除困难的，应采用温包外置式散热器恒温控制阀。改造后的室内系统应保证散热器恒温控制阀的正常工作条件，防止出现堵塞等故障，同时恒温控制阀应具有带水带压清堵或更换阀芯的功能。

9.5.19 楼栋热力入口安装热计量装置，可以确定室外管网的热输送效率，并可以确定用户的总耗热量，作为热计量收费的基础数据。楼栋热量计量装置的安装数量与位置应根据室外管网、室内计量装置等情况统筹考虑，在保证计量分摊的前提下，适度减少楼栋热量计量装置的数量。选择室内供暖系统计量方式应以达到热量合理分配为原则。

9.6 供配电与照明系统改造

9.6.1 尤其是配电系统改造，当变压器、配电柜中元器件等仍然使用国家淘汰产品时，要考虑更换。

9.6.2 应采用国家有关部门推荐的绿色节能产品和服务。照明控制及照明灯具的选择应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的有关规定。

9.6.3 供配电系统改造线路敷设非常重要，一定要进行现场踏勘，对原有路由需要仔细考虑，一些老建筑的配电线路很多都经过二次以上的改造，有些图纸与实际情况根本不符，如果不认真进行现场踏勘会严重影响改造施工的顺利进行。

9.6.4 变压器平均负载率在 60%~70%时，为合理节能运行状况；变压器平均负载率低于 20%时，宜进行改造。

9.6.6 对谐波的治理需要对谐波源进行分析，经方案对比后确定具体的治理方法，一般可采用治理谐波源、设置滤波器、增加电抗器等方法。例如当照明装置是谐波源时，可通过对比直接改造照明装置和增加各种谐波治理装置等多种治理方案的优劣，最终确定合理的改造方案。当照明回路的电压偏高时，有些节电设备的节能原理是利用智能化技术降低供电电压，既达到节电的目的又可延长光源的使用寿命。

9.6.9 面积较小且要求不高的公共区照明一般采用就地控制方式，这种控制方式价格便宜，能起到事半功倍的效果；大面积且要求较高公共区可根据需要设置集中监控系统，如已经具备楼宇自控系统的建筑可将此部分纳入其监控系统。

9.6.10 照明配电系统改造设计时要预留足够的接口，如果接口预留数量不足或不符合监测与控制系统要求，就无法实施对照明系统的控制，照明配电箱做成后若再增加接口，一是位置空间可能不合适，二是需要现场更改增加很多麻烦。在大

型建筑内，照明控制系统应采用分支配电方式。在这种情况下，可以在过道内分布若干个同样类型的分支配电装置，由楼层配电箱负责分支配电装置的供电。由此可以使线路敷设简单而且层次分明。

9.6.11 除对靠近窗户附近的照明灯具单独设置开关外，还可以在条件具备的情况下，通过光导管技术，将太阳光直接导入室内。

10 施工

10.1 一般规定

10.1.1 所有工程的施工组织设计中应包含建筑工程与节能施工有关的内容，以便规划、组织和指导施工。施工前，施工企业应专门编制建筑节能工程专项施工方案，经监理单位或建设单位审批后实施。

10.1.2 燃烧性能是建筑工程最重要的性能之一，直接影响用户安全，对材料燃烧性能的具体要求，应由设计提出，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建设内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

使用有机类保温材料的建筑节能工程施工，应采取覆盖、隔离、专人看管等措施防止发生火灾，并应制定火灾应急预案。

10.1.3 为提高节能项目建设标准化，规划化生产，减少实际施工过程中很多返工浪费，降低施工成本。样板间方法主要适用于重复采用同样建筑节能设计的房间和构造做法，制作时应采用相同材料和工艺在现场制作，经有关各方确认后方可施工。

10.1.4 本条防水、防潮层作用在于保护维护结构热工性能，从而达到节约能耗的目的。

10.2 墙体

10.2.1 从建筑节能角度，热桥是外墙缺陷，均应进行处理予以解决。本条规定的目的主要是热桥部位内表面温度较低，冬季采暖期间，该处温度容易低于露点温度，造成围护结构热桥部位内表面产生结露，易造成围护结构内表面材料受潮，影响室内环境。

10.2.2 本条是对墙体节能工程的各类饰面层施工质量的规定。除了应符合设计要求和现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 等标准的规定外，本条提出的 4 项要求主要目的是防止外保温出现安全问题和保温效果失效的问题。

10.2.3 采用预置保温墙板现场安全组成的保温墙体，具有施工进度快、产品质量稳定、保温效果可靠等优点。但是组装过程容易出现连接不牢固及产生热桥、渗漏的问题。为此本条对保温板的施工作出了相关规定，其次，墙体与主

体结构的连接方法应符合设计要求，墙体的板缝、构造节点及镶缝做法应与设计一致。

10.3 建筑幕墙

10.3.1 幕墙的气密性能指标是幕墙节能的重要指标，一般幕墙设计均规定有气密性能的等级要求，幕墙产品应该符合要求。

10.3.2 在保证幕墙气密性能的材料中，密封条很重要，所以要求镶嵌牢固、位置正确、对接严密。施工时应严格按照设计进行安装，一是需要密封条完整，尺寸满足要求；二是单元板块必须安装到位，缝隙的尺寸不能偏大；三是板块之间还需要在少数部位加装一些附件，并进行注胶密封，保证特殊部位的密封。

10.4 门窗

10.4.1 门窗扇和玻璃的密封条的安装及性能对门窗节能有很大的影响；密封条安装完整、位置正确、镶嵌牢固对于保证门窗的密封性能均很重要，关闭门窗时应保证密封条的接触严密，不脱槽。

10.4.2 中空玻璃首先应保证从正规生产厂家生产出来，杜绝无专用生产设备制作出来的产品。中空玻璃首先应保证从正规生产厂家生产出来，杜绝无专用生产设备制作出来的产品。本条所明确规定的中空玻璃干燥剂，是由于目前国内中空玻璃用干燥剂分 A、B 两类，A 类是 3A 分子筛，B 类是几乎都掺有氯化钙的凹凸棒土。在中空玻璃长期服役中，上墙约 3-5 年后通常会产生铝条处白色碱不断析出，铝条被腐蚀，二道胶被腐蚀，起雾结露等致使中空玻璃失效的现象，所以在实际应用时，无法达到有效节能效果。因此不符合本标准节能的基本初衷。目前全国各地标准与规范以及专家论文也相继指明应使用 3A 分子筛。3A 分子筛应符合现行国家标准《3A 分子筛》GB/T 10504 的规定。

10.5 屋面

10.5.1 保温层应干燥，含水率应相当于该材料在当地自然风干状态下的平衡含水率。应选择堆积密度和导热系数较小、吸水率低的保温材料。

10.5.2 除本条规定外，保温层施工还应注意：水泥砂浆或细石混凝土找平层应留设分格缝，使裂缝集中于分格缝中，减少找平层大面积开裂的可能。用水泥

砂浆做保护层，一般可在其上划分表面分格缝（做 V 形槽）；用块体材料、细石混凝土做保护层，也应按规范要求留缝，使不致过密或过稀。此外，不得在施工完的保温层上直接行走或碾压，如在上面行走或碾压时，应采取有效的保护措施。

10.5.3 埋设排气管是排气构造的主要形式，穿过保温层的排气管及排气道的管壁四周应均匀打孔，以保证排气的畅通。排气管周围与防水层交接处应做附加层，排气管的泛水处及顶部应采取防止雨水进入的措施。

10.5.4 屋面工程的节点和细部构造是实现屋面防水功能的关键。

10.6 地面

10.6.1 为了保证施工质量，在进行地面保温施工前，应将基层处理好，基层应平整、清洁，接触土壤地面的应将垫层处理好。

10.7 供暖

10.7.1 本条规定了设有室(户)温自动调控装置和热计量装置的供暖系统安装完毕后，应能实现设计要求的分室（户或区）温度调控和楼栋热计量及分户或分室（区）热量（费）分摊，是供暖系统实行节能运行的关键和根本。

10.7.2 恒温阀应具有人工调节和设定室内温度的功能，并通过感应室温自动调节流经散热器的热水流量，实现室温自动恒定。对于安装在装饰罩内的恒温阀，则必须采用外置式传感器，传感器应设在能正确反映房间温度的位置。

10.7.3 热计量表安装完毕后，应能实现设计要求的分室（户或区）温度调控和楼栋热计量及分户或分室（区）热量（费）分摊，这是国家有关节能标准所要求的，是供暖系统实行节能运行的关键和根本。

10.7.4 供暖系统工程安装完工后，为使供暖系统达到正常运行和节能的预期目标，规定应在供暖期内与热源连接系统进行系统联合试运转和调试。联合试运转及调试结果应符合设计要求，室内平均温度冬季不得低于设计计算温度 2℃，且不得高于 1℃

10.8 通风与空调

10.8.1 本条目的是为了为了保证风管的质量以及风管系统安装的严密，减少因漏风和热桥作用等带来的能力损失，保证系统安全可靠的运行。

10.8.2 风管连接严密可靠，其目的是减少漏风量，进而保证工程质量、满足使用要求、降低能耗。

10.8.3 绝热衬垫应采用承压强度能满足管道重量的不燃、难燃硬质绝热材料或经防腐处理的木衬垫，是为了防止产生冷桥作用而造成能量损失的措施。

10.8.4 本条对空调风、水系统管道及其部、配件绝热层和防潮层施工的基本质量要求作出了相应规定，空调风管穿楼板和穿墙处绝热应连续不得间断，以及冷热水管与穿楼板和穿墙处的套管之间应采用绝热材料填实且对套管两端应进行密封封堵，均是为了防止产生凝结水，导致能力损失；除上述要求外，空调风管系统部件的绝热不得影响其操作功能，以及空调水管道的阀门、过滤器及法兰部位的绝热结构应能单独拆卸且不得影响其操作功能，应便于维修保养和运行管理。

10.9 太阳能光热系统

10.9.1 考虑到安全问题，基座连接必须牢固可靠，安装时严格按照设计要求进行施工安装。

10.9.2 管道保温厚度是由设计人员依据保温材料的导热系数、密度和管道允许的温降等条件计算得出的。如果管道保温的厚度等技术性能达不到设计要求，或者保温层与管道粘贴不紧密牢固，以及设在地沟及潮湿环境内的保温管道不做防潮层或防潮层做得不完整或有缝隙，都将会严重影响管道的保温效果。因此，本条对管道保温层和防潮层的施工作出了规定。

10.9.3 本条规定了太阳能光热系统的调试、联合试运转及其持续时间。设备单机调试时，水泵、阀门、报警及控制显示设备、辅助加热装置等应满足设计要求。

10.10 太阳能光伏系统

10.10.1 在建筑上增设或改造太阳能光伏发电系统时，系统设计必须充分考虑建筑结构安全，并应满足建筑结构及其他相应的安全性要求，部分因此降低相邻建筑的日照标准。

10.10.2 本条规定了太阳能光伏组件安装的基本要求，太阳能光伏节能工程采用

的光伏组件、汇流箱、电缆、并网逆变器、配电设备等产品进场时，应按设计要求对其类型、材质、规格及外观等进行逐一核对验收。验收应由供货商、监理单位、施工单位的代表共同参与，并经监理工程师认可，形成相应的验收资料。

10.10.3 电缆接线应可靠连接，应有防松动零件，对既导电又作紧固用的紧固件，应采用铜质零件。

10.10.4 逆变器应由足够的散热空间并保证良好的通风。

10.11 地源热泵系统

10.11.1 地源热泵地埋管换热系统除应符合本条要求外，还应符合现行行业标准《埋地塑料给水管道工程技术规程》GJJ 101 的规定。

10.11.2 热源井施工完毕后应做 12 小时连续抽水试验以及 36 小时连续回灌试验，并满足降深不大于 5m 以及回灌量大于设计回灌量的要求，持续水量应满足现行国家标准《地源热泵系统工程技术规程》GB 50366 的要求。应在抽水试验结束前采集水样，对水质及含砂量进行测定，用以确定地下水换热形式。

10.11.3 地表水换热系统形式设计应满足长期、节能、安全运行的要求，水压试验应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规程》GB 50366 的规定。

10.12 配电与照明

10.12.1 加强对母线压接头的质量控制，避免由于压接头的加工质量问题而产生局部接触电阻增加，从而造成发热，增加损耗。

10.12.2 选择高效的照明光源、灯具及其附属装置直接关系到建筑照明系统的节能效果。

10.13 西藏特色施工工艺

10.13.1 阿嘎土作为民用建筑地面及顶面使用时，施工前应先将阿嘎土捣成粗细不等的颗粒，按从粗到细的顺序边浇水边夯打，夯至表面平整与光洁，然后涂抹天然胶类及油脂增加表层的抗水性能。在传统做法中，打阿嘎土过程是由多名藏族工人合力完成，过程欢歌载物有节奏，即统一步伐，由具有鲜明的民族

特色。

10.13.2 边玛草在传统建筑中营造极具特色的砌墙工艺，是代表着西藏最高等级建筑的装饰。其在建筑中的应用将有力减轻厚重墙体的作用，但由于它的材料稀缺，制作过程繁杂，成本昂贵等原因，暂不能在现代藏式建筑中大量使用，

10.13.3 夯土墙具有就地取材、冬暖夏凉、施工简易等特点；选用的土质应具有良好的黏结性能，在黏土中应加入一定比例的骨料，在墙体中应适时加入木筋，以提高墙体整体性能。

10.13.4 门窗出挑的门楣、窗楣等具有很好的装饰性和防水性，起到雨棚和门斗的作用，是西藏建筑文化重要的代表性结构构件，是传统藏式居民建筑的体现。在节能方面，窗户一般朝南以便更好获取阳光，南面窗户大为主要活动空间，北面不开窗或开小窗多为次要房间，东西面很少开窗，有利于室内温度的提升。

10.13.5 天窗综合控制和影响室内气候，包括室内热环境、采光和通风在维持室内热环境方面有天然优势。天窗的洞口仅设在有阳光直射的方向，在北向和顶部均为实墙，这种处理方式也提高了天窗的保温性能。在采光方面，天窗垂直开口避免了水平太阳直射，通过天窗的内壁将部分室外直射光转换成漫射光引入室内，同时天窗的顶棚和内壁也增加了对屋顶散射光的反射。在通风方面，通过门洞或其他开口进入室内的空气通过天窗排出，实现室内的空气流动。



天窗实景图

10.14 验收

10.14.1 根据国家相关规定，建筑工程必须节能，节能不满足要求的工程不得验收，因此，规定单位工程竣工验收应在建筑节能分部工程验收合格后方可进

行。

同时，本节提出了建筑节能分部工程质量验收的条件。共有两个条件：第一，检验批、分项、子分部工程应全部验收合格；第二，应通过外窗气密性能现场检测、围护结构墙体节能构造实体检验、设备系统功能检验和无生产负荷系统联合试运转与调试，确认节能分部工程质量达到可以进行验收的条件。

10.14.2 建筑节能分部工程质量验收应按表 10.14.1 所划分项，逐项验收，要保证检验批、分项、子分部工程应全部验收合格。同时，应通过外窗气密性能现场检测、围护结构墙体节能构造实体检验、设备系统功能检验和无生产负荷系统联合试运转与调试，确认节能分部工程质量达到可以进行验收的条件。

10.14.3 本条给出了材料和设备进场验收的基本规定，材料和设备的进场验收是把好材料合格关的重要环节。

10.14.4 本条要求见证抽样现场检验，目的是提高试验的真实性和公正性；抽样应具有代表性。

10.14.5 本条提出的验收程序与《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 的规定一致，验收时，应严格遵守以上标准和本标准的规定

10.14.6 本条所列相关核查资料作为建筑节能工程质量验收的基础组成资料。

10.14.7 建筑节能工程质量验收，除了应在各相关分项工程验收合格的基础上进行技术资料检查外，还应对主要节能构造、性能和功能的现场实体检验，在分部工程验收之前进行的这些检查，可以更真实地反映该工程的节能性能。