

四川省工程建设地方标准

四川省被动式超低能耗建筑技术标准

Technical standard of passive ultra-low energy consumption
building in Sichuan Province

DBJ51/T 149 – 2020

主编部门：四川省住房和城乡建设厅

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：2020年11月1日

西南交通大学出版社

2020 成 都

四川省工程建设地方标准
四川省被动式超低能耗建筑技术标准
Technical standard of passive ultra-low energy consumption
building in Sichuan Province
DBJ51/T 149 – 2020

*

西南交通大学出版社出版、发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼)
各地新华书店、建筑书店经销
成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 140 mm × 203 mm 印张: 3.75 字数: 92 千

2020 年 10 月第 1 版 2020 年 10 月第 1 次印刷

定价: **31.00** 元

统一书号: 155643 · 84

版权所有 盗版必究 (举报电话: 028-87600562)

图书如有印装质量问题, 本社负责退换

(邮政编码 610031)

网 址: <https://www.xnjdcbs.com>

网上书店: <https://xnjtdxcbs.tmall.com>

关于发布工程建设地方标准的通知

川建标发〔2020〕183 号

各市州及扩权试点县住房城乡建设行政主管部门，各有关单位：

经我厅组织专家审查通过，现批准以下 6 项为四川省推荐性工程建设地方标准（见附件）。

四川省住房和城乡建设厅

2020 年 7 月 3 日

附件

序号	地方标准名称	主编单位	标准号	实施时间
1	四川省建筑与桥梁结构监测实施与验收标准	四川大学、重庆大学	DBJ51/T144-2020	2020.11.1
2	四川省现浇混凝土钢丝网架免拆模板保温系统技术标准	中国建筑西南设计研究院有限公司	DBJ51/T145-2020	2020.11.1
3	胶轮有轨电车交通系统设计标准	中铁二院工程集团有限责任公司，比亚迪勘察设计院有限公司	DBJ51/T146-2020	2020.11.1
4	胶轮有轨电车交通系统施工及验收标准	中铁二院工程集团有限责任公司，比亚迪勘察设计院有限公司	DBJ51/T147-2020	2020.11.1
5	四川省城市轨道交通矿山法隧道施工技术标准	成都轨道交通集团有限公司、中建三局集团有限公司	DBJ51/T148-2020	2020.11.1
6	四川省被动车式超低能耗建筑技术标准	中国建筑西南设计研究院有限公司	DBJ51/T149-2020	2020.11.1

前 言

根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达对工程建设地方标准〈四川省被动式建筑技术规程〉编制计划的通知》（川建标发〔2016〕995号）的要求，中国建筑西南设计研究院有限公司会同有关单位组成编制组，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分8章和4个附录，主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 室内环境参数；5 建筑能耗指标；6 技术参数；7 技术措施；8 施工质量控制。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑西南设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准实施过程中，如有意见或建议，请反馈给中国建筑西南设计研究院有限公司（地址：成都市高新区天府大道北段866号；邮编：610042；电话：028-62551517；邮箱：gao3066@126.com），以便今后修订时参考。

主 编 单 位： 中国建筑西南设计研究院有限公司

参 编 单 位： 重庆大学

四川省建筑设计研究院有限公司

成都市建筑设计研究院

中国华西企业股份有限公司第十二建筑工程公司

四川省建筑科学研究院有限公司

成都市绿色建筑监督服务站

主要起草人：高庆龙 李 峰 冯 雅 贺 刚
毕 琼 冯 驰 钟辉智 余 龙
刘 民 朱 彬 聂 毅 窦 枚
邹秋生 黄光洪 张仕忠 王 晓
主要审查人：刘小舟 王登云 金晓西 余南阳
郭 艳 杜毅威 沈晓阳

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	5
4	室内环境参数	7
5	建筑能耗指标	8
6	技术参数	10
6.1	围护结构	10
6.2	能源设备和系统	12
7	技术措施	16
7.1	规划与建筑设计	16
7.2	能源设备和系统	18
7.3	照明、计量与监测控制	19
8	施工质量控制	22
8.1	一般规定	22
8.2	主控项目	23
附录 A	能耗指标计算方法	25
附录 B	门窗热工参数	39
附录 C	建筑气密性测试方法	42

附录 D 新风热回收装置热回收效率现场测试方法 44

本标准用词说明 47

引用标准名录 49

附：条文说明 51

四川省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic provisions	5
4	Indoor environment parameters	7
5	Building energy consumption criteria	8
6	Technical performance index	10
6.1	Building envelope	10
6.2	Energy equipments and system	12
7	Technical measures	16
7.1	Site planning and building design	16
7.2	Energy equipments and system	18
7.3	Lighting, measurement and monitoring control	19
8	Construction quality control	22
8.1	General requirements	22
8.2	Dominant item	23
Appendix A	Calculating methods of building energy criteria	25
Appendix B	Thermal performance of windows	39
Appendix C	Testing methods of airtightness of building envelope	42
Appendix D	Field test method for efficiency of heat recovery devices	44

Explanation of wording in this standard	47
List of quoted standards	49
Addition: Explanation of provisions	51

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关法律法规和方针政策，提升建筑室内环境品质和建筑质量，降低用能需求，提高能源利用效率，推动可再生能源建筑应用，引导建筑逐步实现超低能耗，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建和改扩建的被动式超低能耗居住建筑和公共建筑的能耗控制目标设定，以及以建筑能耗控制目标为约束指标的设计、施工评价。

1.0.3 被动式超低能耗建筑的设计、施工质量控制与验收应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 被动式建筑 passive building

被动式建筑指不借助任何机械装置，通过优化建筑形态布局和构造形式，采用高效保温隔热与蓄能的高性能围护结构的热特性来调节室外气候（太阳辐射、空气温度、湿度、风速等），使建筑室内达到可接受热环境或所需要的标准热环境的建筑。

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

适应气候特征和自然条件，通过被动式技术手段，大幅降低建筑供暖供冷需求，提高能源设备与系统效率，在满足舒适室内环境的条件下，其供暖、空调与照明能耗应较四川省现行建筑节能设计标准再降低 50%以上。

2.0.3 性能化设计 performance oriented design

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

2.0.4 建筑气密性 airtightness of building envelope

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

2.0.5 供暖年耗热量 annual heating demand

在设定计算条件下，为满足室内环境参数要求，单位面积

年累计消耗的需由室内供暖设备供给的热量，单位符号为 $\text{kW} \cdot \text{h} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.0.6 供冷年耗冷量 annual cooling demand

在设定计算条件下，为满足室内环境参数要求，单位面积年累计消耗的需由室内供冷设备供给的冷量，单位符号为 $\text{kW} \cdot \text{h} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.0.7 一次能源消耗量 primary energy consumption

单位面积年供暖、空调、照明终端能耗和可再生能源系统的产能量，利用一次能源换算系数，统一换算到标准煤当量（或电当量）的能耗值。单位符号为 $\text{kW} \cdot \text{h} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 或 $\text{kgce} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

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

供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统中可再生能源利用量占其能量需求量的比例。

2.0.9 基准建筑 reference building

计算建筑本体节能率和建筑综合节能率时用于计算符合相关国家、行业和地方节能标准要求的建筑能耗综合值的建筑。

2.0.10 建筑综合节能率 building energy saving rate

设计建筑和基准建筑的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

2.0.11 气密性材料 airtightness material

对建筑物外围护结构室内侧的缝隙进行密封、防止空气渗漏的材料。

2.0.12 防水透汽材料 water proof and vapor-permeable material

对建筑物外围护结构室外侧的缝隙进行密封并兼具防水及允

许水蒸气透出功能的材料。

2.0.13 断热桥锚栓 thermally broken fixer

通过特殊的构造设计，能有效减小或阻断锚钉热桥效应的锚栓。

3 基本规定

3.0.1 根据不同的累年一月份南向垂直墙面、一月份太阳平均辐射照度，将被动建筑气候分区划分为三个气候区，如表 3.0.1 所示。

表 3.0.1 四川省被动建筑气候分区

被动建筑气候分区	一月份南向垂直面 太阳辐射照度 I_s / (W/m^2)	典型城市
最佳气候区	$I_s \geq 120$	得荣、普格、乡城、喜德、宁南、冕宁、德昌、巴塘、攀枝花、米易、西昌、会东、盐边、木里、会理、仁和、盐源、理塘、稻城、马尔康、阿坝、甘孜、白玉、色达、石渠、若尔盖、九寨沟、康定、德格、新都桥
适宜气候区	$50 \leq I_s \leq 120$	布拖、丹巴、道孚、九龙、新龙、汉源、甘洛、越西、南江、青川、石棉、金阳、泸定、雅江、美姑、昭觉
一般气候区	$I_s < 50$	成都、巴中、宝兴、苍溪、达川、大竹、丹棱、峨边、峨眉、富顺、高县、珙县、广安、广汉、广元、洪雅、夹江、犍为、简阳、剑阁、江安、乐山、乐至、雷波、邻水、隆昌、芦山、泸县、泸州、南充、遂宁、西充、雅安、宜宾、资中、梓潼、自贡

3.0.2 被动式超低能耗建筑按室内环境要求分为基本热舒适标准和较高热舒适标准两种类型。其中，室内环境指标、建筑能耗指标应为约束性指标，围护结构指标、能源设备和系统等技术性指标应为推荐性指标。

3.0.3 被动式超低能耗建筑应通过被动式技术手段降低建筑用

能需求，通过主动式能源系统和设备的能效提升来降低建筑（暖通空调、给水排水、照明及电气系统）能源消耗，并通过可再生能源的应用降低对常规建筑能源的消耗。

3.0.4 被动式超低能耗建筑应以能耗指标为约束目标，通过性能化设计、精细化施工工艺及质量控制和智能化运行模式实现。

3.0.5 被动式超低能耗建筑的能耗指标计算应符合本标准附录 A 的规定，所采用的建筑设计与评价软件是行业认可的，并且采用统一的能耗指标。

3.0.6 对被动式超低能耗建筑应进行全装修。室内装修应简洁，不应损坏围护结构气密层和影响气流组织，并宜采用获得绿色建材标识（或认证）的材料与部品。

4 室内环境参数

4.0.1 被动式超低能耗建筑主要房间室内热湿环境参数应符合表 4.0.1 规定。

表 4.0.1 被动式超低能耗建筑主要房间室内热湿环境参数

室内热湿环境标准	室内热湿环境参数	冬 季	夏 季
基本热舒适标准 (无采暖空调系统)	温度/°C	≥ 15	≤ 29
较高热舒适标准	温度/°C	≥ 20	≤ 26
	相对湿度/%	≥ 30	≤ 60

注：① 冬季室内相对湿度不参与设备选型和能耗指标的计算；

② 当高海拔严寒地区不设置空调设施时，夏季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能效指标的计算；当温和地区不设置供暖设施时，冬季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能耗指标的计算。

4.0.2 对于较高热舒适标准的居住建筑主要房间的室内新风量不应小于 $30 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ 。公共建筑的新风量应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

4.0.3 被动式超低能耗居住建筑室内噪声昼间不应大于 40 dB (A)，夜间不应大于 30 dB (A)。酒店类建筑的室内噪声级应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中室内允许噪声级一级的规定；其他建筑类型的室内允许噪声级应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中室内允许噪声级高要求标准的规定。

5 建筑能耗指标

5.0.1 对于满足较高热舒适标准环境的被动式超低能耗居住建筑，其能耗指标及气密性指标应满足表 5.0.1 的规定。

表 5.0.1 较高热舒适标准环境的被动式超低能耗居住建筑能耗指标^①及气密性指标

气候分区		高海拔严寒地区	高海拔寒冷地区	夏热冬冷地区	温和地区
能耗指标	供暖年耗热量 /[kW·h/（m ² ·a）]	≤30	≤20	≤10	
	供冷年耗冷量 /[kW·h/（m ² ·a）]	≤3.5+2.0×WDH ₂₀ ^② +2.2×DDH ₂₈ ^③			
	供暖、空调及照明年一次能源消耗量/[kW·h/（m ² ·a）]	≤60			
	可再生能源利用率/%	≥10		—	
建筑气密性指标	换气次数 N ₅₀	≤0.6		≤1.0	

注：① 表中 m² 为套内使用面积，套内使用面积应包括卧室、起居室（厅）、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、储藏室、壁柜等使用面积的总和；

② WDH₂₀（Wet-bulb degree hours 20）为一年中室外湿球温度高于 20℃ 时刻的湿球温度与 20℃ 差值的累计值（单位：k℃·h，千度小时）；

③ DDH₂₈（Dry-bulb degree hours 28）为一年中室外干球温度高于 28℃ 时刻的干球温度与 28℃ 差值的累计值（单位：k℃·h，千度小时）。

5.0.2 对于满足较高热舒适标准环境的被动式超低能耗公共建筑，其能耗指标及气密性指标应满足表 5.0.2 要求。

表 5.0.2 较高热舒适标准环境的被动式超低能耗公共建筑能耗
指标及气密性指标

气候分区		高海拔 严寒地区	高海拔 寒冷地区	夏热 冬冷地区	温和 地区
能耗 指标	建筑综合节能率/%	≥ 50			
	可再生能源利用率/%	≥ 10		—	
气密性指标	换气次数 N_{50}	≤ 1.0		—	

注：节能率和可再生能源贡献率的计算方法见附录 A。

6 技术参数

6.1 围护结构

6.1.1 居住建筑非透明围护结构平均传热系数应按表 6.1.1 选取。

表 6.1.1 居住建筑非透明围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$			
	高海拔 严寒地区	高海拔 寒冷地区	夏热 冬冷地区	温和地区
屋面	≤ 0.20	≤ 0.25	≤ 0.35	≤ 0.50
外墙	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.45	≤ 0.80
地面及外挑楼板	≤ 0.20	≤ 0.30	—	—

6.1.2 公共建筑非透明围护结构平均传热系数应按表 6.1.2 选取。

表 6.1.2 公共建筑非透明围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$			
	高海拔 严寒地区	高海拔 寒冷地区	夏热 冬冷地区	温和地区
屋面	≤ 0.25	≤ 0.30	≤ 0.50	≤ 0.60
外墙	≤ 0.25	≤ 0.30	≤ 0.60	≤ 0.80
地面及外挑楼板	≤ 0.30	≤ 0.50	—	—

6.1.3 分隔供暖空调空间和非供暖空调空间的非透明围护结构平均传热系数应按表 6.1.3 选取。

表 6.1.3 分隔供暖空调空间和非供暖空调空间的非透明围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$	
	高海拔严寒地区	高海拔寒冷地区
楼板	0.50	0.60
隔墙	0.60	0.70

6.1.4 被动式超低能耗建筑用外门窗气密性能不应低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 规定的 7 级，抗风压性能和水密性能宜符合现行相应标准规定。

6.1.5 被动式超低能耗居住建筑的外窗（包括透明幕墙）热工性能应按表 6.1.5-1 选取；被动式超低能耗公共建筑的外窗（包括透明幕墙）热工性能应按表 6.1.5-2 选取。

表 6.1.5-1 居住建筑外窗（包括透明幕墙）热工性能指标要求

性能参数		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	温和地区	
					A 区	B 区
传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$		≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 1.5
可见光透射率		≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.50	≥ 0.50	≥ 0.50
太阳红外热能总透射比 g_{IR}		—	—	—	≤ 0.1	—
太阳得热系数 SHGC	冬季	≥ 0.60	≥ 0.55	≥ 0.40	≥ 0.40	
	夏季	—	—	≤ 0.30	≤ 0.30	

注：太阳得热系数为包括遮阳构件（不含内遮阳构件）的综合太阳得热系数。

表 6.1.5-2 公共建筑外窗（包括透明幕墙）热工性能指标要求

性能参数		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	温和地区	
					A 区	B 区
传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$		≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 1.5
可见光透射率		≥ 0.60	≥ 0.60	≥ 0.50	≥ 0.50	≥ 0.50
太阳红外热能总透射比 gIR		—	—	≤ 0.10	≤ 0.06	—
太阳得热系数 (SHGC)	冬季	≥ 0.60	≥ 0.55	≥ 0.40	≥ 0.40	
	夏季	—	—	≤ 0.30	≤ 0.30	

注：太阳得热系数为包括遮阳构件（不含内遮阳构件）的综合太阳得热系数。

6.1.6 高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区外门透明部分热工性能宜符合本标准 6.1.5 条外窗（包括透明幕墙）的规定。高海拔严寒地区外门非透明部分传热系数 K 值不应大于 $1.2 W/(m^2 \cdot K)$ ，高海拔寒冷地区外门非透明部分传热系数 K 值不应大于 $1.5 W/(m^2 \cdot K)$ 。

6.1.7 高海拔严寒地区分隔供暖与非供暖空间的户门的传热系数 K 值不宜大于 $1.5 W/(m^2 \cdot K)$ ，高海拔寒冷地区分隔供暖与非供暖空间的户门的传热系数 K 值不宜大于 $2.0 W/(m^2 \cdot K)$ 。

6.2 能源设备和系统

6.2.1 当采用分散式房间空气调节器作为冷热源时，其制冷季节能源消耗效率应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 分散式房间空气调节器能效指标

类 型	制冷季节能源消耗效率 $(W \cdot h) / (W \cdot h)$
单冷式	5.40
热泵型	4.50

6.2.2 当采用户式燃气供暖热水炉作为供暖热源时，其热效率应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 户式燃气供暖热水炉的热效率

类 型		热效率值/%
户式供暖热水炉	η_1	≥ 99
	η_2	≥ 95

注： η_1 为供暖炉额定热负荷和部分热负荷（热水状态为 50%的额定热负荷，供暖状态为 30%的额定热负荷）下两个热效率值中的较大值， η_2 为较小值。

6.2.3 当采用空气源热泵作为供暖热源时，机组性能系数 COP 应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 空气源热泵机组性能系数 COP

类 型	低环境温度名义工况下的性能系数 COP
热风型	2.00
热水型	2.30

6.2.4 当采用多联式空调（热泵）机组时，在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 IPLV（C）或机组能源效率等级

指标 APF 应按表 6.2.4-1 和 6.2.4-2 选用。

表 6.2.4-1 多联式空调（热泵）机组制冷综合性能系数 IPLV（C）

类 型	制冷综合性能系数 IPLV（C）
多联式空调（热泵）	6.0

表 6.2.4-2 多联式空调（热泵）机组能源效率等级指标 APF

类 型	能效等级（W·h）/（W·h）
多联式空调（热泵）	4.5

6.2.5 燃气锅炉的选型应与当地长期供应的燃料种类相适应。在其名义工况和规定条件下，锅炉热效率应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 燃气锅炉的热效率

性能参数	锅炉额定蒸发量 D /额定热功率 Q	
	$D \leq 2.0 \text{ t/h}$ $Q \leq 1.4 \text{ MW}$	$D > 2.0 \text{ t/h}$ $Q > 1.4 \text{ MW}$
锅炉的热效率/%	≥ 92	≥ 94

6.2.6 当采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数 COP 和综合部分负荷性能系数 IPLV 应按表 6.2.6-1 和表 6.2.6-2 选用。

表 6.2.6-1 冷水（热泵）机组的制冷性能系数 COP

类 型	性能系数 COP（W/W）
水冷式	6.50
风冷或蒸发冷却	3.50

表 6.2.6-2 名义工况下冷水（热泵）机组的综合部分负荷性能系数 IPLV

类 型	综合部分负荷性能系数 IPLV
水冷式	8.20
风冷或蒸发冷却	4.20

6.2.7 新风热回收装置换热性能应符合以下要求：

- 1 显热回收装置的温度交换效率不应低于 75%；
- 2 全热回收装置的焓交换效率不应低于 70%。

6.2.8 居住建筑新风单位风量耗功率不应大于 0.45 W/（m³/h），公共建筑单位风量耗功率应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的相关要求。

6.2.9 新风热回收系统空气净化装置对大于等于 0.5 μm 细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%，且不应低于 60%。

7 技术措施

7.1 规划与建筑设计

7.1.1 城市及建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候。应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，夏季增强自然通风、减少热岛效应，冬季增加日照，避免冷风对建筑的影响。建筑的主朝向宜为南北朝向，主入口宜避开冬季主导风向。

7.1.2 高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区被动式超低能耗建筑平面宜规则，建筑造型不宜有大的凹凸变化。建筑外形设计宜遵循加大得热面面积和减少失热面面积的基本原则，建筑平面应选择东西轴长、南北轴短的平面形状。

7.1.3 建筑方案设计应根据建筑功能和环境资源条件，以气候环境适应性为原则，以降低建筑供暖年耗热量和供冷年耗冷量为目标，充分利用天然采光、自然通风，以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计手段降低建筑的用能需求。

7.1.4 高海拔寒冷地区和高海拔严寒地区被动超低能耗建筑宜加大南向窗集热面积，同时应考虑南向集热窗夏季过热和年总能耗的控制。其他气候区应根据能耗控制目标，确定适宜的窗墙面积比和屋顶透明部分面积比例。

7.1.5 被动式超低能耗建筑应采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统，相关要求应符合本标准附录 B 的规定。

7.1.6 被动式超低能耗建筑应处理好夏季遮阳问题，优先采用可调遮阳措施。夏热冬冷地区和温和地区建筑外墙、屋面外饰面层宜采用浅色饰面，并采用外遮阳及绿化遮阳等隔热措施，外饰面层材料太阳辐射吸收系数宜小于 0.35。

7.1.7 被动式超低能耗建筑应充分利用自然光源，地下空间宜采用设置采光天窗、采光侧窗、下沉式广场（庭院）、光导管等措施提供天然采光，降低照明能耗。

7.1.8 被动式超低能耗建筑应对气密性处理、新风热回收及通风与供暖空调系统进行专项设计。

7.1.9 被动式超低能耗建筑宜采用建筑光伏、光热一体化系统。

7.1.10 被动式超低能耗建筑进行性能化设计时，应根据本标准规定的室内环境参数和能耗指标要求，并应利用能耗模拟计算软件等工具，优化确定建筑设计方案。

7.1.11 性能化设计流程宜按以下步骤进行：

- 1 设定室内环境参数和技术指标；
- 2 确定初步设计方案；
- 3 利用能耗模拟计算软件等工具进行设计方案的定量分析及优化；
- 4 分析优化结果并进行达标判定。当技术指标不能满足所确定的目标要求时，应修改初步设计方案并重新进行定量分析及优化，直至满足所确定的目标要求；
- 5 确定最终设计方案；
- 6 编制性能化设计计算分析报告、设计技术措施和相关参数表。

7.1.12 建筑围护结构设计时，应进行消除或削弱热桥的专项设计，保证围护结构保温层的连续性。

7.1.13 地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续，保温层应延伸到地下冻土层以下，或完全包裹住地下结构部分。无地下室时，地面保温与外墙保温应连续、无热桥。

7.1.14 建筑围护结构气密层应连续并包围整个外围护结构，建筑设计施工图中应明确标注气密层的位置。

7.1.15 围护结构洞口、电线盒、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位应进行节点设计，并应对气密性措施进行详细说明。

7.2 能源设备和系统

7.2.1 供热供冷系统冷热源选择时，应综合考虑经济技术因素进行性能参数优化和方案比选，并宜符合下列规定：

1 高海拔严寒和高海拔寒冷地区宜采用太阳能或空气源热泵，有峰谷电价的地区，可利用夜间低谷电蓄热供暖；

2 夏热冬冷地区宜采用空气源热泵、地源热泵、多联机系统或磁悬浮机组等更高能效的供冷供热系统；

3 应兼顾生活热水需求，并尽可能利用太阳能供应热水；

4 优先利用可再生能源，减少一次能源的使用。

7.2.2 被动式超低能耗建筑采用的循环水泵、通风机等用能设备应采用变频调速等变负荷调节方式。

7.2.3 被动式超低能耗建筑应根据其冷热负荷特征，选取适宜的除湿技术措施。

7.2.4 被动式超低能耗建筑应设置新风热回收系统，新风热回收系统设计应考虑全年运行的合理性及可靠性。

7.2.5 新风热回收装置类型应结合其节能效果和经济性综合考虑确定，设计时应采用高效热回收装置。

7.2.6 新风热回收系统宜设置低阻高效的空气净化装置。

7.2.7 高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区新风热回收系统应采取防冻措施。

7.2.8 居住建筑新风系统宜分户独立设置，并按用户需求供应新风量。

7.2.9 居住建筑厨房应设独立的排油烟补风系统。补风应从室外直接引入，并应在入口处设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动。补风管道应保温，补风口尽可能设置在灶台附近。

7.3 照明、计量与监测控制

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

7.3.2 被动式超低能耗建筑应采用智能照明控制系统。

7.3.3 被动式超低能耗建筑应设置室内环境质量和建筑能耗监测系统，对建筑室内环境关键参数和建筑分类分项能耗进行监测和记录，并应符合下列规定：

1 应监测建筑室内环境、人员数量和使用方式以及室外环境参数等信息；

2 应监测电、自来水、蒸汽、热水、热/冷量、燃气、油或

其他燃料的消耗量；

3 当采用可再生能源时，应对其单独进行计量；

4 应对数据中心、食堂、开水间等特殊用能单位进行独立计量；

5 用于计费结算的电、水、热/冷、蒸汽、燃气等表具，应符合国家现行有关标准的规定；

6 制备生活热水消耗的热量和燃料量应单独监测。

7.3.4 应设置楼宇自控系统。楼宇自控系统应根据末端用冷、用热、用水等使用需求，自动调节主要供应设备和系统的运行工况。

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

1 在一个系统内集成并收集温度、湿度、空气质量、照度、人体存在等与室内环境控制相关的物理量；

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

3 在满足室内环境参数需求的前提下，以降低房间综合能耗为目的，自动确定当前房间的模式，或根据用户指令执行不同的空间场景模式控制方案。

7.3.6 新风机组的运行控制应符合下列规定：

1 应根据室内二氧化碳浓度变化，实现相应的设备启停、风机转速及新风阀开度调节；

2 应在新风入口处监测新风流量；

3 应设置压差传感器检测过滤器两侧压差变化；

4 应根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀，或联动外窗开启进行自然通风；

5 高海拔严寒和高海拔寒冷地区的新风热回收装置应具备防冻保护功能。

四川省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

8 施工质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 被动式超低能耗建筑施工单位应针对热桥处理、气密性保障等关键环节制定专项施工方案，并进行现场实际操作示范。

8.1.2 被动式超低能耗建筑围护结构保温工程应实行专业化施工，选用配套供应的保温系统材料和专业化施工工艺，其型式检验报告中应包括外保温系统耐候性检验项目。

8.1.3 外门窗（包括天窗）应整窗进场，安装应符合下列要求：

- 1 外门窗安装前结构工程应已验收合格，且门窗结构洞口应平整；
- 2 外门窗与基层墙体的联结件应进行阻断热桥的处理；
- 3 门窗洞口与窗框连接处应进行防水密封处理；
- 4 窗底应安装窗台板散水，窗台板两端及底部与保温层之间的缝隙应先密封处理；门洞窗洞上方应安装滴水线条。

8.1.4 当设计有外遮阳时，应在外窗安装完成后且外保温尚未施工时确定外遮阳的固定位置，并安装联结件。联结件与基层墙体之间应进行阻断热桥的处理。

8.1.5 围护结构气密性处理应符合下列要求：

- 1 防水隔汽材料的材质应根据粘贴位置基层的材质和是否需要抹灰覆盖防水隔汽材料进行选择；
- 2 建筑结构缝隙应进行封堵；

3 围护结构不同材料交界处、穿墙和出屋面管线、套管等空气渗漏部位应进行气密性处理；

4 气密性施工应在该节点热桥处理之后进行，气密性施工不应产生热桥。

8.1.6 施工过程中宜对热桥及气密性关键性部位进行热工缺陷和气密性检测，查找漏点并及时修补。

8.1.7 机电系统施工应符合下列规定：

- 1 机电系统安装应避免产生热桥和破坏围护结构气密层；
- 2 对风系统所有敞开部位均应做防尘保护；
- 3 机组安装及管道施工过程中应作消声隔振处理。

8.2 主控项目

8.2.1 进场验收主控项目应符合下列要求：

1 保温工程所用材料进场时，应进行施工现场见证取样复验，复验结果应符合设计要求；

2 外门窗（包括天窗）应整窗进场。外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施进场时，应进行施工现场见证取样复验，复验结果应符合设计要求；外门窗所用防水透汽材料、防水隔汽材料进场时，应进行质量检查和验收，其品种、规格、性能应符合设计和相关标准的要求；

3 供暖与空调系统设备及施工所用材料进场时，应进行质量检查和验收，其类型、材质、性能、规格及外观应符合设计要求；对设备系统工程施工所用的保温绝热材料应进行施工现场取样复验，复验结果应符合设计要求；

4 照明设备进场时,应进行施工现场见证取样复验,复验结果应符合设计要求;

5 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统设备进场时,应进行施工现场见证取样复验,复验结果应符合设计要求。

8.2.2 各道工序之间应进行交接检验,上道工序合格后方可进行下道工序,并做好隐蔽工程记录和影像资料,隐蔽工程检查应包含以下内容:

1 外墙基层及其表面处理、保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充情况;锚固件安装与热桥处理;网格布铺设情况;穿墙管线保温密封处理等;

2 屋面、地面基层及其表面处理、保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充质量;防水层(隔汽、透汽)设置;雨水口部位、出屋面管道、穿地面管道的处理等;

3 门窗、遮阳系统安装方式;门窗框与墙体结构缝的保温处理;窗框周边气密性处理,联结件与基层墙体间的断热桥措施等;

4 女儿墙、窗框周边、封闭阳台、出挑构件、预埋支架等重点部位的施工做法。

8.2.3 建筑主体施工结束,门窗安装完毕,内外抹灰完成后,精装修施工开始前,应按附录 C 进行建筑气密性检测,检测结果应满足本标准气密性指标要求。

8.2.4 设备系统施工完成后,应进行联合试运转和调试,并应对供暖通风空调与照明系统节能性能以及可再生能源系统性能进行检测,检测结果应符合设计要求。

附录 A 能耗指标计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 能耗指标计算软件应具备下列功能：

- 1 应计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，计算中应考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 2 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 3 能计算建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统的利用量及发电量；
- 4 采用月平均动态计算方法，给出月总能耗量；
- 5 能计算新风热回收和气密性对建筑能耗的影响。

A.1.2 能耗指标的计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定选取；
- 2 供暖年耗热量和供冷年耗冷量应包括围护结构的热损失和处理新风的热（或冷）需求；处理新风的热（冷）需求应扣除从排风中回收的热量（或冷量）；
- 3 当室外温度小于等于 28°C 且相对湿度小于等于 70% 时，应利用自然通风，不计算建筑的供冷需求；
- 4 供暖通风空调系统能耗计算时应能考虑部分负荷及间歇

使用的影响；

5 照明能耗的计算应考虑自然采光和照明自动控制的影响；

6 应计算可再生能源利用量。

A.1.3 设计建筑能耗指标计算参数设置应符合下列规定：

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

2 建筑功能区除设计文件中已明确的非供暖和供冷区外，均应按设置供暖和供冷的区域计算；供暖和供冷系统运行时间应按表 A.1.3-1 设置；

3 当设计建筑采用活动遮阳装置时，供暖季和供冷季的遮阳系数按表 A.1.3-2 确定；

4 房间人员密度及在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间按表 A.1.3-3 设置，新风开启率按人员在室率计算；

5 照明系统的照明功率密度值应与建筑设计文件一致；

6 供暖、通风、空调、生活热水、电梯系统的系统形式和能效应与设计文件一致；生活热水系统的用水量应与设计文件一致，并应符合现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB50555 的规定；

7 可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

表 A.1.3-1 建筑的日运行时间

类 别		系统工作时间
住宅建筑	全年	0:00—24:00
办公建筑	工作日	8:00—18:00
	节假日	—
酒店建筑	全年	0:00—24:00
学校建筑	工作日	8:00—18:00
	节假日	—
商场建筑	全年	9:00—21:00
影剧院	全年	9:00—21:00
医院建筑	全年	8:00—18:00

表 A.1.3-2 活动遮阳装置遮阳系数 SC 的取值

控制方式	供暖季	供冷季
手动控制	0.80	0.40
自动控制	0.80	0.35

表 A.1.3-3 不同类型房间人员、设备、照明内热设置

建筑类型	房间类型	人均占地面积/m ²	人员在室率/%	设备功率密度/(W/m ²)	设备使用率/%	照明功率密度/(W/m ²)	照明开启时长/(h/月)
住宅建筑	起居室	32	19.5	5	39.4	6	180
	卧室	32	35.4	6	19.6	6	180
	餐厅	32	19.5	5	39.4	6	180
	厨房	32	4.2	24	16.7	6	180
	洗手间	0	16.7	0	0	6	180
	楼梯间	0	0	0	0	0	0
	大堂门厅	0	0	0	0	0	0
	储物间	0	0	0	0	0	0
	车库	0	0	0	0	2	120

续表

建筑类型	房间类型	人均占地面积/m ²	人员在室率/%	设备功率密度/(W/m ²)	设备使用率/%	照明功率密度/(W/m ²)	照明开启时长/(h/月)
办公建筑	办公室	10	32.7	13	32.7	9	240
	密集办公室	4	32.7	20	32.7	15	240
	会议室	3.33	16.7	5	61.8	9	180
	大堂门厅	20	33.3	0	0	5	270
	休息室	3.33	16.7	0	0	5	150
	设备用房	0	0	0	0	5	0
	库房、管道井	0	0	0	0	0	0
	车库	100	25.0	15	32.7	2	270
酒店建筑	酒店客房（三星以下）	14.29	41.7	13	28.8	7	180
	酒店客房（三星）	20	41.7	13	28.8	7	180
	酒店客房（四星）	25	41.7	13	28.8	7	180
	酒店客房（五星）	33.33	41.7	13	28.8	7	180
	多功能厅	10	16.7	5	61.8	13.5	150
	一般商店、超市	10	16.7	13	54.2	9	330
	高档商店	20	16.7	13	54.2	14.5	330
	中餐厅	4	16.7	0	0	9	300
	西餐厅	4	16.7	0	0	6.5	300
	火锅店	4	16.7	0	0	8	300
	快餐店	4	16.7	0	0	5	300
	酒吧、茶座	4	36.6	0	0	8	300
	厨房	10	27.9	0	0	6	330
	游泳池	10	26.3	0	0	14.5	210
	车库	100	32.7	15	32.7	2	270
	办公室	10	32.7	13	32.7	8	330
	密集办公室	4	32.7	20	32.7	13.5	330
	会议室	3.33	36.5	5	61.8	9	270

续表

建筑类型	房间类型	人均占地面积/m ²	人员在室率/%	设备功率密度/(W/m ²)	设备使用率/%	照明功率密度/(W/m ²)	照明开启时长/(h/月)
酒店建筑	大堂门厅	20	54.6	0	0	9	300
	休息室	3.33	36.5	0	0	5	120
	设备用房	0	0	0	0	5	0
	库房、管道井	0	0	0	0	0	0
	健身房	8	26.3	0	0	11	210
	保龄球房	8	40.4	0	0	14.5	240
	台球房	4	40.4	0	0	14.5	240
学校建筑	教室	1.12	26.8	5	14.9	9	180
	阅览室	2.5	26.8	10	14.9	9	180
	电脑机房	4	50.4	40	100	15	300
	办公室	10	32.7	13	32.7	8	270
	密集办公室	4	32.7	20	32.7	13.5	270
	会议室	3.33	36.5	5	61.8	8	120
	大堂门厅	20	54.6	0	0	10	270
	休息室	3.33	36.5	0	0	5	240
	设备用房	0	0	0	0	5	0
	库房、管道井	0	0	0	0	0	0
商场建筑	车库	100	32.7	15	32.7	2	240
	一般商店、超市	2.5	32.6	13	54.2	10	330
	高档商店	4	32.6	13	54.2	16	300
	中餐厅	2	27.9	0	0	9	300
	西餐厅	2	36.6	0	0	6.5	300
	火锅店	2	17.7	0	0	5	300
	快餐店	2	27.9	0	0	5	300
	酒吧、茶座	2	36.6	0	0	8	300
	厨房	10	27.9	0	0	6	300

续表

建筑类型	房间类型	人均占地面积/m ²	人员在室率/%	设备功率密度/(W/m ²)	设备使用率/%	照明功率密度/(W/m ²)	照明开启时长/(h/月)
商场建筑	办公室	10	32.7	13	32.7	8	240
	密集办公室	4	32.7	20	32.7	13.5	240
	会议室	3.33	36.5	5	61.8	8	180
	大堂门厅	20	54.6	0	0	10	270
	休息室	3.33	36.5	0	0	5	120
	设备用房	0	0	0	0	5	0
	库房、管道井	0	0	0	0	0	0
影剧院	影剧院	1	34.6	0	0	11	390
	舞台	5	34.6	40	66.7	11	390
	舞厅	2.5	35.8	30	35.8	11	240
	棋牌室	2.5	20.8	0	0	11	240
	展览厅	5	23.8	20	41.7	9	300
医院建筑	病房	10	100	0	0	5	210
	手术室	10	52.9	0	0	20	390
	候诊室	2	47.9	0	0	6.5	270
	门诊办公室	6.67	47.9	0	0	6.5	270
	婴儿室	3.33	100	0	0	6.5	270
	药品储存库	0	0	0	0	5	270
	档案库房	0	0	0	0	5	270
	美容院	4	51.7	5	51.7	8	270

注：建筑实际照明开启时长为表中照明开启时长和照明自动控制系统开启时长的较小值。

A.1.4 基准建筑能效指标计算参数设置程序应符合下列规定：

1 建筑的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造、围护结构做法应与设计建筑一致；

2 供冷和供暖系统的运行时间、室内温度、照明开关时间、电梯系统运行时间、房间人均占有的使用面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、电器设备功率密度及使用率应与设计建筑一致；照明功率密度值应按本标准表 A.1.3-3 确定；

3 公共建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合四川省现行节能设计标准的规定，未规定的围护结构热工性能和冷热源性能的相关参数应与设计建筑一致；

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

5 基准建筑无活动遮阳装置，其基准建筑窗墙面积比应按表 A.1.4-1 选取，对于表中未包含的建筑类型，基准建筑窗墙比与设计建筑一致；

表 A.1.4-1 基准建筑窗墙面积比

建筑类型	窗墙面积比/%
零售小超市	7
医院建筑	27
酒店建筑（房间数≤75 间）	24
酒店建筑（房间数>75 间）	34
办公建筑（面积≤10 000 m ² ）	31
办公建筑（面积>10 000 m ² ）	40
餐饮建筑	34
商场建筑	20
学校建筑	25
居住建筑	35

6 基准建筑的供暖、供冷系统形式应按表 A.1.4-2 确定；基准建筑的生活热水系统形式和用水定额应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉，其能效要求应与参照标准中供暖热源的要求一致；

表 A.1.4-2 基准建筑供暖、空调系统形式

建筑类型		高海拔严寒地区	高海拔寒冷地区	夏热冬冷地区	温和地区
居住建筑	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	分体式空调	分体式空调
	冷源	—	—	分体式空调	分体式空调
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	空气源热泵	空气源热泵
办公建筑	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	—	—	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
酒店建筑	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	—	—	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
学校	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	分体式空调	分体式空调
	冷源	—	—	分体式空调	分体式空调
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	空气源热泵	空气源热泵
商场	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	全空气定风量系统	全空气定风量系统
	冷源	—	—	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
医院	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	全空气系统	全空气系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
其他类型	末端形式	散热器供暖	散热器供暖	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	—	—	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉

7 基准建筑的电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计建筑一致，电梯待机时的能量需求（输出）为 200 W，运行时的特定能量消耗为 $1.26 \text{ mW} \cdot \text{h} / (\text{kg} \cdot \text{m})$ 。

A.1.5 建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E = E_E - \frac{\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{A} \quad (\text{A.1.5})$$

式中： E ——建筑能耗综合值 $[\text{kW} \cdot \text{h} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ ；

E_E ——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值

$[\text{kW} \cdot \text{h} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ ；

A ——住宅类建筑为套内建筑使用面积，非住宅类为建筑面积 (m^2) ；

f_i —— i 类型能源的能源换算系数，按本标准表 A.1.11 选取；

$E_{r,i}$ ——年本体产生的 i 类型可再生能源发电量 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ ；

$E_{rd,i}$ ——年周边产生的 i 类型可再生能源发电量 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。

A.1.6 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E_E = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f_i + E_e \times f_i}{A} \quad (\text{A.1.6})$$

式中： E_h ——年供暖系统能源消耗 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ ；

E_c ——年供冷系统能源消耗 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ ；

E_l ——年照明系统能源消耗 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ ；

E_w ——年生活热水系统能源消耗 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ ；

E_e ——年电梯系统能源消耗 $(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。

A.1.7 可再生能源利用率应按下式计算：

$$REP_p = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_c \times f_i} \quad (\text{A.1.7})$$

式中： REP_p ——可再生能源利用率（%）；

EP_h ——供暖系统中可再生能源利用量（kW·h）；

EP_c ——空调系统中可再生能源利用量（kW·h）；

EP_w ——生活热水系统中可再生能源利用量（kW·h）；

Q_h ——供暖年耗热量（kW·h）；

Q_c ——供冷年耗热量（kW·h）；

Q_w ——年生活热水耗热量（kW·h）。

A. 1. 8 供暖系统中可再生能源利用量应按下列公式计算：

$$EP_h = EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio} \quad (\text{A.1.8-1})$$

$$EP_{h,geo} = Q_{h,geo} - E_{h,geo} \quad (\text{A.1.8-2})$$

$$EP_{h,air} = Q_{h,air} - E_{h,air} \quad (\text{A.1.8-3})$$

$$EP_{h,sol} = Q_{h,sol} \quad (\text{A.1.8-4})$$

$$EP_{h,bio} = Q_{h,bio} \quad (\text{A.1.8-5})$$

式中： $EP_{h,geo}$ ——地源热泵供暖系统的年可再生能源利用量（kW·h）；

$EP_{h,air}$ ——空气源热泵供暖系统的年可再生能源利用量（kW·h）；

$EP_{h,sol}$ ——太阳能热水供暖系统的年可再生能源利用量（kW·h）；

$EP_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年可再生能源利用量（kW·h）；

$Q_{h,geo}$ ——地源热泵系统的年供暖供热量 (kW·h);
 $Q_{h,air}$ ——空气源热泵系统的年供暖供热量 (kW·h);
 $Q_{h,sol}$ ——太阳能系统的年供暖供热量 (kW·h);
 $Q_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年供暖供热量 (kW·h);
 $E_{h,geo}$ ——地源热泵机组年供暖耗电量 (kW·h);
 $E_{h,air}$ ——空气源热泵机组年供暖耗电量 (kW·h)。

A. 1. 9 生活热水系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio} \quad (A.1.9-1)$$

$$EP_{w,geo} = Q_{w,geo} - E_{w,geo} \quad (A.1.9-2)$$

$$EP_{w,air} = Q_{w,air} - E_{w,air} \quad (A.1.9-3)$$

$$EP_{w,sol} = Q_{w,sol} \quad (A.1.9-4)$$

$$EP_{w,bio} = Q_{w,bio} \quad (A.1.9-5)$$

式中: $EP_{w,geo}$ ——地源热泵生活热水系统的年可再生能源利用量 (kW·h);

$EP_{w,air}$ ——空气源热泵生活热水系统的年可再生能源利用量 (kW·h);

$EP_{w,sol}$ ——太阳能生活热水系统的年可再生能源利用量 (kW·h);

$EP_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年可再生能源利用量 (kW·h);

$Q_{w,geo}$ ——地源热泵系统的年生活热水供热量 (kW·h);

$Q_{w,air}$ ——空气源热泵系统的年生活热水供热量 (kW·h);

$Q_{w,sol}$ ——太阳能系统的年生活热水供热量 (kW·h);

$Q_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年生活热水供热量($\text{kW} \cdot \text{h}$);

$E_{w,geo}$ ——地源热泵机组供生活热水年耗电量 ($\text{kW} \cdot \text{h}$);

$E_{w,air}$ ——空气源热泵机组供生活热水年耗电量 ($\text{kW} \cdot \text{h}$)。

A. 1. 10 供冷系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_c = EP_{c,sol} \quad (\text{A.1.10-1})$$

$$EP_{c,sol} = Q_{c,sol} \quad (\text{A.1.10-2})$$

式中: $EP_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年可再生能源利用量($\text{kW} \cdot \text{h}$);

$Q_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年供冷量 ($\text{kW} \cdot \text{h}$)。

A. 1. 11 能源换算系数应符合表 A.1.11 的规定。

表 A.1.11 能源换算系数

能源类型	换算单位	一次能源换算系数
标准煤	($\text{kW} \cdot \text{h}$) / $\text{kgce}_{\text{终端}}$	8.14
天然气	($\text{kW} \cdot \text{h}$) / $\text{m}^3_{\text{终端}}$	9.85
热力	($\text{kW} \cdot \text{h}$) / ($\text{kW} \cdot \text{h}_{\text{终端}}$)	1.22
电力	($\text{kW} \cdot \text{h}$) / ($\text{kW} \cdot \text{h}_{\text{终端}}$)	2.60
生物质能	($\text{kW} \cdot \text{h}$) / ($\text{kW} \cdot \text{h}_{\text{终端}}$)	0.20
电力(光伏、风力等 可再生能源发电)	($\text{kW} \cdot \text{h}$) / ($\text{kW} \cdot \text{h}_{\text{终端}}$)	2.60

A.2 居住建筑

A. 2. 1 居住建筑的能耗指标应以建筑套内使用面积为基准, 并应符合下列规定:

1 建筑套内使用面积等于建筑套内设置供暖或空调设施的各功能空间的使用面积之和,包括卧室、起居室(厅)、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、贮藏室、壁柜、设供暖或空调设施的阳台等使用面积的总和。

2 各功能空间的使用面积应等于各功能空间墙体内表面所围合的空间水平投影面积。

3 跃层住宅中的套内楼梯应按其自然层数的使用面积总和计入套内使用面积。

4 坡屋顶内设置供暖或空调设施的空间应列入套内使用面积中。坡屋顶内屋面板下表面与楼板地面的净高低于 1.2 m 的空间不计算套内使用面积;净高在 1.2 m ~ 2.1 m 的空间应按 1/2 计算套内使用面积;净高超过 2.1 m 的空间应全部计入套内使用面积。

5 套内烟囱、通风道、管井等均不应计入套内使用面积。

A.3 公共建筑

A.3.1 非居住建筑本体节能率计算时,设计建筑的建筑能耗综合值不应包括可再生能源发电量,并按下式计算:

$$\eta_e = \frac{|E_E - E_R|}{E_R} \times 100\% \quad (\text{A.3.1})$$

式中: η_e ——设计建筑节能率(%);

E_E ——设计建筑不含可再生能源发电的建筑能耗综合值($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$);

E_R ——基准建筑的建筑能耗综合值 (kW·h/m²)。

A.3.2 建筑综合节能率计算应按下式计算：

$$\eta_p = \frac{|E_D - E_R|}{E_R} \times 100\% \quad (\text{A.3.2})$$

式中： η_p ——建筑综合节能率 (%)；

E_D ——设计建筑的建筑能耗综合值 (kW·h/m²)。

附录 B 门窗热工参数

B.0.1 建筑外窗和玻璃门热工性能可按表 B.0.1 选用。

表 B.0.1 建筑外窗热工性能

序号	名 称	玻璃配置	传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得 热系数 SHGC
1	65 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 A+5	2.8 ~ 3.2	0.48 ~ 0.53
2	65 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 A+5Low-E	2.2 ~ 2.4	0.35 ~ 0.39
3	65 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5Low-E	2.1 ~ 2.3	0.35 ~ 0.39
4	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 A+5+12 A+5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.30 ~ 0.37
5	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5+12 Ar+5Low-E	1.7 ~ 1.9	0.30 ~ 0.37
6	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 A+5Low-E+12 A+5Low-E	1.6 ~ 1.8	0.24 ~ 0.31
7	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	1.5 ~ 1.7	0.24 ~ 0.31
8	80 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5+12 Ar+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.30 ~ 0.37
9	80 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	1.1 ~ 1.3	0.24 ~ 0.31
10	90 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 A+5+V+5Low-E	0.9 ~ 1.1	0.35 ~ 0.39
11	90 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12 A+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.9 ~ 1.1	0.43 ~ 0.50
12	100 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	0.9 ~ 1.1	0.24 ~ 0.31
13	100 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12 Ar+5 超白 LowE+12 Ar+5 超白 Low-E	0.9 ~ 1.1	0.40 ~ 0.47
14	100 系列内平开隔热铝合金窗	5+12 Ar+5+V+5Low-E	0.8 ~ 1.0	0.35 ~ 0.39
15	100 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12 Ar+5 超白+V+5 超 白 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.43 ~ 0.50
16	65 系列内平开塑料窗	5+12 A+5	2.4 ~ 2.6	0.48 ~ 0.53
17	65 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5	2.3 ~ 2.5	0.48 ~ 0.53

续表

序号	名 称	玻璃配置	传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得 热系数 SHGC
18	65 系列内平开塑料窗	5+12 A+5+12 A+5	1.8 ~ 2.0	0.44 ~ 0.48
19	65 系列内平开塑料窗	5+12 A+5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.35 ~ 0.39
20	65 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5Low-E	1.7 ~ 1.9	0.35 ~ 0.39
21	65 系列内平开塑料窗	5+12 A+5+12 A+5Low-E	1.4 ~ 1.6	0.30 ~ 0.37
22	65 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5+12 Ar+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.30 ~ 0.37
23	65 系列内平开塑料窗	5+12 A+5Low-E+12 A+5Low-E	1.2 ~ 1.4	0.24 ~ 0.31
24	65 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	1.1 ~ 1.3	0.24 ~ 0.31
25	82 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5+12 Ar+5Low-E	1.0 ~ 1.2	0.30 ~ 0.37
26	82 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	0.8 ~ 1.0	0.24 ~ 0.31
27	82 系列内平开塑料窗	5 超白+12 Ar+5 超白 LowE+12 Ar+5 超白 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.40 ~ 0.47
28	82 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5Low-E+V+5	0.6 ~ 0.8	0.35 ~ 0.39
29	82 系列内平开塑料窗	5 超白+12 Ar+5 超白+V+5 超 白 Low-E	0.6 ~ 0.8	0.43 ~ 0.50
30	68 系列内平开木窗	5+12 A+5	2.4 ~ 2.6	0.48 ~ 0.53
31	68 系列内平开木窗	5+12 Ar+5	2.3 ~ 2.5	0.48 ~ 0.53
32	68 系列内平开木窗	5+12 A+5+12 A+5	1.8 ~ 2.0	0.44 ~ 0.48
33	68 系列内平开木窗	5+12 A+5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.35 ~ 0.39
34	68 系列内平开木窗	5+12 Ar+5Low-E	1.7 ~ 1.9	0.35 ~ 0.39
35	78 系列内平开木窗	5+12 A+5+12 A+5Low-E	1.4 ~ 1.6	0.30 ~ 0.37
36	78 系列内平开木窗	5+12 Ar+5+12 Ar+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.30 ~ 0.37
37	78 系列内平开木窗	5+12 A+5Low-E+12 A+5Low-E	1.2 ~ 1.4	0.24 ~ 0.31
38	78 系列内平开木窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	1.1 ~ 1.3	0.24 ~ 0.31
39	78 系列内平开木窗	5 超白+12 Ar+5 超白 LowE+12 Ar+5 超白 Low-E	1.1 ~ 1.3	0.40 ~ 0.47

续表

序号	名 称	玻璃配置	传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得 热系数 SHGC
40	78 系列内平开木窗	5+12 A+5+V+5Low-E	0.7 ~ 1.0	0.30 ~ 0.37
41	78 系列内平开木窗	5 超白+12 Ar+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.7 ~ 1.0	0.43 ~ 0.50
42	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 A+5	2.5 ~ 2.7	0.48 ~ 0.53
43	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 Ar+5	2.4 ~ 2.6	0.48 ~ 0.53
44	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 A+5+12 A+5	1.9 ~ 2.1	0.44 ~ 0.48
45	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 A+5Low-E	1.9 ~ 2.1	0.35 ~ 0.39
46	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 Ar+5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.35 ~ 0.39
47	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 A+5+12 A+5Low-E	1.5 ~ 1.7	0.30 ~ 0.37
48	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 Ar+5+12 Ar+5Low-E	1.4 ~ 1.6	0.30 ~ 0.37
49	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 A+5Low-E+12 A+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.24 ~ 0.31
50	86 系列内平开铝木复合窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	1.2 ~ 1.4	0.24 ~ 0.31
51	92 系列内平开铝木复合窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	0.9 ~ 1.1	0.24 ~ 0.31
52	92 系列内平开铝木复合窗	5 超白+12 Ar+5 超白 Low-E+12 Ar+5 超白 Low-E	0.9 ~ 1.1	0.40 ~ 0.47
53	92 系列内平开铝木复合窗	5+12 Ar+5+V+5Low-E	0.8 ~ 1.0	0.30 ~ 0.37
54	92 系列内平开铝木复合窗	5 超白+12 Ar+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.43 ~ 0.50

注：① 玻璃配置从室外侧到室内侧表述；双片 Low-E 膜的中空玻璃膜层一般位于 2、4 面或 3、5 面；真空复合中空玻璃中真空玻璃应位于室内侧，且 Low-E 膜一般位于第 4 面。

② 塑料型材宽度 ≥ 82 mm 时应为 6 腔室或 6 腔室以上型材。80 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度 ≥ 44 mm，90 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度 ≥ 54 mm，100 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度 ≥ 64 mm，且隔热条中间空腔需填充泡沫材料。铝木复合窗为国家标准《建筑节能门窗 第 1 部分：铝木复合门窗》GB/T 29734.1 中的 b 型，即以木型材为主受力构件的铝木复合窗。

B.0.2 外窗的热工性能应以检测值为准。

附录 C 建筑气密性测试方法

C.1 检测方法

C.1.1 建筑气密性测试宜采用压差法。

C.1.2 压差法的检测应在 50 Pa 和 - 50 Pa 压差下测量建筑物换气量, 并通过计算换气次数量化被动式超低能耗建筑外围护结构整体气密性能。

C.1.3 采用压差法进行建筑气密性检测时, 应符合下列规定:

- 1 测试前应关闭被测空间内所有与外界连通的门窗, 封堵地漏、风口等非围护结构渗漏源, 同时关闭换气扇、空调等通风设备;
- 2 宜同时采用红外热成像仪或烟雾发生器确定建筑的渗漏源;
- 3 检测装置与建筑相连部位应作密封处理;
- 4 测量建筑内外压差时, 应同时记录室内外空气温度和室外大气压, 并对检测结果进行修正。

C.1.4 建筑气密性检测结果应按下列公式计算:

- 1 50 Pa 和 - 50 Pa 压差下的换气次数应按下列公式计算:

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+} / V \quad (\text{C.1.4-1})$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-} / V \quad (\text{C.1.4-2})$$

式中: N_{50}^{+} , N_{50}^{-} ——室内外压差为 50 Pa、- 50 Pa 下房间的换气

次数 (h^{-1});

L_{50}^+ , L_{50}^- ——室内外压差为 50 Pa、- 50 Pa 下空气流量的平均值 (m^3/h);

V ——被测房间或建筑换气体积 (m^3)。

2 建筑或房间的换气次数应按下式计算:

$$N_{50} = (N_{50}^+ + N_{50}^-) / 2 \quad (\text{C.1.4-3})$$

式中: N_{50} ——室内外压差为 50 Pa 条件下, 建筑或房间的换气次数 (h^{-1})。

C.1.5 居住建筑应以栋或典型户为对象进行气密性能检测, 取测试结果的体积加权平均值作为整栋建筑的换气次数。公共建筑应对整栋建筑进行测试, 并将测试结果作为整栋建筑的换气次数。

C.2 合格指标与判定方法

C.2.1 被动式超低能耗建筑整体气密性指标应符合本标准第 5 章中气密性指标的规定。

C.2.2 当检测结果符合本标准第 C.2.1 条规定时应判为合格。

附录 D 新风热回收装置热回收效率现场测试方法

D.1 检测方法

D.1.1 新风热回收装置热回收性能检测应在系统实际运行状态下进行。

D.1.2 新风热回收装置热回收性能现场检测应符合下列规定：

1 检测前应分别在进出新风热回收装置的新风管和排风管上布置有自动记录功能的温湿度检测仪器；

2 检测期间热回收机组的排风系统总风量和新风系统总风量比值应为 90%~100%，风量的检测应按现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的有关规定进行；

3 检测应在系统稳定运行后进行，检测时间不宜少于 2 h。

D.1.3 新风热回收装置的交换效率是评价热回收性能的重要指标。新风热回收装置的温度交换效率、湿度交换效率及焓交换效率应按下式计算：

$$\eta = \frac{X_{xj} - X_{xc}}{X_{xj} - X_{pj}} \times 100\% \quad (\text{D.1.3})$$

式中： η ——交换效率[温度（℃）、湿度（%）、焓（H）]；

X_{xj} ——新风进风参数；

X_{xc} ——新风出风参数；

X_{pj} ——排风进风参数。

D.2 合格指标与判定方法

D.2.1 新风热回收装置热回收性能应满足设计要求；当设计无规定时，应符合下列规定：

1 显热型显热交换效率不应低于 75%；

2 全热型全热交换效率不应低于 70%。

D.2.2 当检测结果符合本标准第 D.2.1 条规定时，应判为合格。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准执行时的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 3 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 4 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 5 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 6 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
- 7 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 8 《建筑门窗洞口尺寸系列》GB/T 5824
- 9 《空气-空气能量回收装置》GB/T 21087
- 10 《建筑用节能门窗 第1部分：铝木复合门窗》GB/T 29734.1
- 11 《建筑门窗洞口尺寸协调要求》GB/T 30591
- 12 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
- 13 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134
- 14 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177
- 15 《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289
- 16 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346
- 17 《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/5027

四川省工程建设地方标准

四川省被动式超低能耗建筑技术标准

Technical standard of passive ultra-low energy consumption
building in Sichuan Province

DBJ51/T 149 – 2020

条 文 说 明

制定说明

四川省工程建设地方标准《四川省被动式超低能耗建筑技术标准》DBJ51/T 149—2020，经四川省住房和城乡建设厅 2020 年 7 月 3 日以川建标发〔2020〕183 号公告批准发布。

本标准在编制过程中，编制组进行了深入、广泛的调查研究，总结了四川省被动式超低能耗建筑相关科研和示范成果，同时借鉴了国内外先进技术和标准，提出了四川省被动式超低能耗建筑的室内环境参数、能耗指标，以及设计、施工等过程的技术要求及措施。

本标准与我国 1986—2016 年的建筑节能 30%、50%、65%“三步走”的战略进行了合理衔接，明确了“被动式超低能耗建筑”的定义和能耗指标，既有逻辑层次又便于理解，且与主要国际组织、发达国家提出的名词和控制指标保持基本一致，将对四川省 2025、2035、2050 中长期建筑节能标准提升提供积极引导，起到“承上引下”的关键作用，也为形成四川省自有被动式超低能耗建筑技术体系，指导行业发展提供了有力支撑。

为了便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，标准编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

目 次

1	总 则	57
2	术 语	59
3	基本规定	61
4	室内环境参数	65
5	建筑能耗指标	68
6	技术参数	70
6.1	围护结构	70
6.2	能源设备和系统	72
7	技术措施	76
7.1	规划与建筑设计	76
7.2	能源设备和系统	91
7.3	照明、计量与监测控制	96
8	施工质量控制	100
8.1	一般规定	100
8.2	主控项目	107

1 总 则

1.0.1 被动式超低能耗建筑是未来建筑的发展方向，强调充分利用阳光、风力、气温、湿度、地形等场地自然条件，通过优化规划和建筑设计，实现建筑在非机械、不耗能或少耗能的运行方式下，全部或部分满足建筑室内热舒适等要求，达到降低建筑使用能耗，提高室内环境性能的目标。被动式建筑技术通常包括自然采光，自然通风，围护结构的保温、隔热、遮阳、集热、蓄热等。

美国和欧盟等国为应对气候变化和极端天气、实现可持续发展战略，都积极制定建筑物迈向更低能耗的中长期（2020、2030、2050）发展目标和政策，建立适合本国特点的技术标准及技术体系，推动建筑物迈向更低能耗正在成为全球建筑节能的发展趋势。

四川省的建筑节能工作经过 20 年的发展，现阶段已制定建筑节能 65% 的设计标准，当前国家也提出了新的建筑节能目标，向低能耗建筑、超低能耗建筑、被动式超低能耗建筑、（近）零能耗建筑方向发展。2017 年 3 月 1 日，住房和城乡建设部发布《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》，提出积极开展超低能耗建筑、近零能耗建筑建设示范，提炼规划、设计、施工、运行维护等环节共性关键技术，引领节能标准提升进程，在具备条件的园区、街区推动超低能耗建筑集中连片建设。鼓励开展零能耗建筑建设试点。到 2020 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 1 000 万平方米以上。

考虑到四川省下一阶段建筑节能相关工作要求，以及国家2025、2035、2050等中长期建筑能效提升目标，四川省住房和城乡建设厅决定编制四川省被动式超低能耗建筑技术标准，推动建筑节能工作向高质量发展，形成四川省特色技术体系，以便指导四川省内建筑节能工作。因此，本标准以现行的四川省节能设计标准为基准，提出了“被动式超低能耗建筑”的控制指标。

在本标准中，除指标控制及特殊说明外，设计、施工质量控制与验收相关条文均普遍适用于被动式超低能耗建筑。

1.0.2 本条规定了标准应用范围，包括了四川省内各城镇（区）新建和改扩建的居住建筑和公共建筑。公共建筑包括办公建筑（如写字楼、政府办公楼等），商业建筑（如商场、超市、金融建筑等），旅馆建筑（如宾馆、饭店、娱乐场所等），科教文体卫建筑（如文化、教育、科研、医疗、卫生、体育建筑等），通信建筑（如邮电、通信、广播用房等）以及交通运输建筑（如机场、车站等）。

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

1.0.3 本标准对被动超低能耗建筑的技术指标和应采取的节能技术措施作出了规定。但被动式超低能耗建筑涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准。因此，在进行被动式超低能耗建筑设计时，除应符合本标准外，尚应符合国家和四川省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.2 “超低能耗”指建筑能耗比四川省现行建筑节能标准能耗再降低 50%以上，本标准使用“超低能耗建筑”一词。

2.0.4 建筑物的气密性能关系到室内热湿环境质量、空气品质、隔声性能，对建筑能耗的影响也至关重要。我国现行相关标准主要对建筑门窗幕墙的气密性作了规定，但并未对建筑整体气密性能提出要求。建筑整体气密性能与所采用外窗自身的气密性、施工安装质量以及建筑的结构形式有着密切的关系。其中，精细化施工与保证良好气密性有直接关系。

气密性能需要在建筑建成后利用压差法或示踪气体法等方法进行实际检测，但良好的设计是实现建筑气密性的基础。设计阶段，设计师应整体考虑建筑的气密性，尤其需要对关键节点的气密性进行专项设计，确保达到建筑整体气密性要求。

2.0.5 反映了建筑物自身的热需求水平，包括处理新风所需的热需求。体现建筑围护结构的综合保温性能，标准中相关指标针对住宅类建筑。

2.0.7 一次能源是指自然界中以原有形式存在的、未经加工转换的能量资源，主要包括原煤、原油、天然气、太阳能、生物质能等。一次能源消耗量直接体现了建筑对化石能源的消耗和对环境的影响程度。

2.0.8 表征建筑用能中可再生能源利用量的比例，是评估近零能耗建筑中可再生能源利用程度的指标。充分利用可再生能源是

实现被动式超低能耗的重要手段之一，考虑到建筑自身特性和所在地场地资源的差别，可再生能源利用的形式多种多样，强调因地制宜。本标准中的可再生能源利用率包含的能源类型范围有所扩大，范围包括可再生能源发电、地源热泵、空气源热泵、太阳能热利用和生物质能。

2.0.9 基准建筑是以设计建筑为基础的假想建筑，基准建筑的形状、大小、朝向以及内部的空间划分和使用功能与设计建筑完全一致，但其围护结构热工性能等主要参数满足现行建筑节能设计标准的规定性指标。其中，公共建筑符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189—2015 的规定，居住建筑符合《四川省居住建筑节能设计标准》DB 51/5027—2019 的规定。

2.0.10 表征建筑的整体节能水平，是公共建筑核心能耗指标之一，相应计算方法见本标准附录 A 能耗指标计算方法。

2.0.11 建筑气密性要求是国内建筑节能工作中的新要求，进行气密性处理所需使用的气密性材料已经大量应用于被动式超低能耗建筑中，气密性材料的形式也多种多样，但国内还没有相关的国家或行业标准对其性能进行要求。

2.0.12 防水透汽材料具备传统防水和能使部分水蒸气渗透出围护结构的功能，可以是防水透气膜，也可以是其他建筑材料。

3 基本规定

3.0.1 被动建筑最适宜四川省高海拔严寒地区、高海拔寒冷地区以及温和地区。由于四川省地域辽阔，各地气候差异很大，为了使被动建筑适应各地不同的气候条件，尽可能地节约能源，综合考虑累年一月份平均气温、一月份南向垂直墙面太阳辐射照度划分出不同的被动建筑设计气候区。被动建筑设计除了一月份水平面和南向垂直墙面太阳辐射照度等主要因素外，还与一年中最冷月的平均温度有直接的关系，当太阳辐射很强时，即使一年中最冷月的平均温度较低，在不采用其他能源采暖的情况下，室内最低温度也能达到 12℃ 以上。因此，本标准用累年一月份平均气温、一月份南向垂直墙面太阳辐射照度作为被动建筑设计气候分区的指标更为科学。

各气候区具体城市依据本地的累年一月份平均气温、一月份水平面和南向垂直墙面太阳辐射照度值与靠近相邻不同气候区城市作比较，选择气候类似的邻近城市作为气候分区区属。

建筑设计阶段是决定建筑全年能耗的重要环节。在进行建筑规划及建筑设计过程中，应充分考虑地域气候条件和太阳能资源，巧妙地利用室外气候的季节变化和周期性波动规律，综合运用保温隔热、热质构件的蓄放热特性、自然通风、被动式采暖降温技术等建筑气候设计方法，以最大限度地降低建筑全年调节的能量需求。

3.0.2 健康、舒适的室内环境是提升建筑能效的基本前提。考

考虑到四川省技术经济条件和气候条件，四川省被动式超低能耗建筑室内环境参数分为基本热舒适标准和较高热舒适标准两种。

本标准采用规定性指标设计方法和性能化设计方法，即以建筑室内环境参数和能耗指标为性能目标，利用能耗模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求的设计过程。因此，本标准第 3、4 章规定的室内环境参数和建筑能耗指标为最根本的约束性指标，第 6 章规定的围护结构、能源设备和系统等指标均为推荐性指标，可以通过性能化设计进行优化和突破。

3.0.3 要实现被动式超低能耗建筑，只有通过建筑被/主动式设计和高性能能源系统及可再生能源系统应用，最大限度减少化石能源消耗。其技术路径主要考虑以下三个步骤：

（1）被动超低能耗建筑规划设计是实现目标的前提，通常注重建筑布局、朝向、体形系数（热当量体形系数）与气候的适应性。高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区冬季以保温和获取太阳得热为主，兼顾夏季隔热遮阳要求；夏热冬冷地区以夏季隔热遮阳为主，兼顾冬季的保温要求；过渡季节能充分利用自然通风。

对于供暖为主的建筑，通常采用高效保温隔热性能的围护结构，采用无热桥的设计与施工等技术措施，提高建筑整体气密性，最大限度地降低供暖需求。对于供冷为主的建筑，一般采用遮阳、自然通风、夜间预冷等技术，充分降低建筑物在过渡季和供冷季的供冷需求。

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

(3) 充分利用可再生能源,如太阳能光热/电、自然通风、浅地层热、生物质能等。

3.0.4 被动式超低能耗建筑设计达标判定是以能耗为控制目标的,除了建筑体形系数、窗墙比、主要围护结构性能指标、冷热源设备系统性能系数、新风系统热回收效率值等性能指标外,更提倡采用性能化设计方法。对基本热舒适标准采用规定性指标,对较高标准热舒适建筑设计应采用国家认可的专用模拟判定工具进行优化设计,以满足本标准规定的各项技术指标要求。

被动式超低能耗建筑必须采用更加严格的施工质量标准,保证精细化施工,并进行全过程质量控制。外围护结构和气密层施工完成后应进行建筑气密性检测,并达到本标准气密性指标要求。同时,被动式超低能耗建筑应针对具体特点,实施智能化运行,强调人的行为作用对节能运行的影响,编制运行管理手册和用户手册,培养用户节能意识并指导其正确操作,实现节能目标。

3.0.5 不同于传统建筑节能的规定性指标,被动式超低能耗建筑以能耗性能作为评价的指标,这是一种性能化评价方法,因此评价工具是指标评价的核心。通常而言,建筑能耗的计算结果受软件和技术人员的影响较大,不同软件以及不同人员采用相同软件的计算结果的一致性较差,这也是业内对性能化判断方法的主要顾虑。因此,标准通过统一的设计和评价计算工具,并对数据一致化和规范化,保证评估认证计算结果的准确性和权威性。

3.0.6 全装修指建筑功能空间的固定面装修和设备设施安装全部完成,达到建筑使用功能和性能的基本要求。建筑全装修交付一方面能够确保建筑结构安全性、降低整体成本、节约项目时间,

另一方面也能大大减少污染浪费,更加符合现阶段人民对于健康、环保和经济性的要求,对于积极推进建筑节能具有重要作用。

被动式超低能耗建筑的围护结构构造复杂,如在室内装修过程中对其进行破坏,将导致气密性损坏,进而影响室内环境并导致建筑能效性能下降。因此,被动式超低能耗建筑应进行全装修。

绿色建材评价标识是指依据绿色建材评价技术要求,对建材产品进行评价,确认其等级并进行信息性标识的活动,建筑材料的污染物散发长期影响室内环境,考虑到被动超低能耗建筑高气密性特点,其室内装修宜采用获得绿色建材标识(认证)的材料部品。

4 室内环境参数

4.0.1 本条规定是设计人员选用室内环境设计参数时需要遵循的条文。性能化设计进行能耗计算和评价时使用的室内环境参数应与设计选用的室内环境参数相同。

健康、舒适的室内环境是被动式超低能耗建筑的基本前提。被动式超低能耗建筑室内环境参数分为基本热舒适和较高热舒适两个标准。其室内热湿环境参数也不一样，对基本热舒适标准的建筑不采用供暖空调系统，建筑处于自然室温运行状况，不消耗任何商品能源，建筑室内参数只对温度提出要求。这类建筑对改善四川省川西高原高海拔严寒、高海拔寒冷地区和攀西河谷温和地区室内热环境是技术经济性最好的技术方案，也适合四川省发展水平。

较高的热舒适标准指建筑除采用被动技术外，还采用供暖空调系统、空气净化等技术，室内控制参数为温度与相对湿度。

根据国内外有关标准和文献的研究成果，当人体衣着适宜、保暖量充分且处于安静状态时，冬季室内温度大于 15°C ，夏季小于 29°C 时属于可接受的热舒适环境，人不会产生明显的冷、热感，其对应的热舒适范围为 $(-1 \leq \text{PMV} \leq 1)$ 。因此，根据四川省的气候条件和大量的研究和工程应用经验，当采用本标准规定的被动设计技术，即使不采用主动设备，建筑冬季室内温度大于 15°C ，夏季小于 29°C 也是能够达到的，但对相对湿度不做要求。

较高热舒适标准对应的热舒适范围为（ $-0.5 \leq PMV \leq 0.5$ ），对于较高热舒适标准的室内环境，采用了主动供暖或供冷系统，自然能够把冬季室内温度控制在不低于 20℃，夏季室内温度不高于 26℃，相对湿度在 30%~60% 的范围内。

4.0.2 本条中的最小新风量指标综合考虑了人员污染和建筑污染对人体健康的影响。国家标准《室内空气中二氧化碳卫生标准》GB/T 17094—1997 规定：室内空气中二氧化碳卫生标准值小于等于 0.10%（2 000 mg/m³）。这个浓度值折算为百万分之一体积浓度为 1 000 ppm。本标准按人员长期停留区域的要求，因此参照其“可接受”水平作为人员短期停留的区域要求而确定的。

4.0.3 世界卫生组织（WHO）通过专家组对噪声与烦恼程度、语言交流、信息提取、睡眠干扰等关系的调研以及对噪声传递的研究，发表了噪声限值指南见表 1。

表 1 世界卫生组织（WHO）对住宅室内噪声的推荐值

具体环境	考虑因素	测量时间段	等效声级 dB（A）
住宅室内	语言干扰和烦恼程度	昼、夜 16	35
卧室	睡眠干扰	夜间 8	30

我国现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 按照区域的使用功能特点和环境质量要求，将声环境功能区分为五种类型，其中要求最高的为康复疗养区等特别需要安静的区域昼间等效声级限值为 50 dB（A），夜间等效声级限值为 40 dB（A）。现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中高要求住宅的卧室昼间允许噪声级为 40 dB（A），夜间允许噪声级为 30 dB（A）。

室内噪声不仅和建筑所处的声功能区、周边噪声源的情况有关，而且和建筑物本身的隔声设计密切相关。被动式超低能耗建筑采用高性能的建筑部品，应具有较好的隔声能力。根据国内外的标准和现有隔声技术情况，确定了被动式超低能耗建筑应具备较高水平的室内声环境。

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

5 建筑能耗指标

5.0.1 被动式超低能耗居住建筑的能耗计算范围是建筑供暖、空调、通风、照明、生活热水和电梯的能耗，这里不包括炊事、家电和插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗。其中，供暖和空调能耗与围护结构和能源系统效率有关，照明系统的能耗与天然采光利用、照明系统效率和使用强度有关，通过优化设计可以降低供暖、空调、通风、照明、生活热水、电梯等系统能耗。炊事、家用电器等生活用能与建筑的实际使用方式、实际居住人数、家电设备的种类和能效等相关度较大，均为建筑设计不可控因素，在设计阶段对其准确预测存在一定难度。其能耗指标是参考国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350—2019，并结合四川省的气候条件而确定的。

建筑的气密性是保证建筑品质的必要条件，通过开启门窗进行自然通风是非常有益的，但建筑气密性差导致的无组织通风并不能有效保证健康的环境。因此，为了保证建筑在采用机械通风时具有良好的气密性，对建筑的气密性提出要求。

5.0.2 对公共建筑，由于建筑功能复杂、用能特征差异大，不同气候区不同类型建筑实现被动式超低能耗的技术路线侧重点也不同。设计过程中，应充分利用建筑方案和设计中的被动式措施降低建筑的负荷，例如在以空调为主的气候区采用利于通风的建筑形式，在以供暖为主的气候区采用紧凑的建筑形式；因地制宜利用遮阳装置和采光性能优异的遮阳型玻璃，在不影响使用和舒

适度的前提下，适度增加不需要供暖和空调室内室外过渡区域和公共区域的面积等。

由于不同气候区不同类型的公共建筑能耗强度差别很大，分气候区和建筑类型约束绝对能耗强度，在实际执行过程中缺乏可操作性，也不便于被动式超低能耗建筑的推广，本标准在吸收借鉴了美国、欧盟、日本等国家的成功经验，并沿用我国公共建筑节能设计标准中相对节能率计算方法，通过设定基准建筑，以建筑综合节能率作为被动式超低能耗建筑的约束性指标，避免了能效指标过于复杂的问题，并提高了能效指标的适用性和有效性。

四川省已有工程实践表明，被动低能耗目标在夏热冬冷地区较为困难，随着建筑类型丰富、功能复杂，建筑体量的增加，建筑冷负荷强度变大，单位建筑面积可利用场地内的可再生能源资源非常有限，实现被动超低能耗建筑的难度加大，其主要原因是夏季室内负荷很大一部分是新风焓值造成的，因此在节能率上比国内其他地区要低一些。

6 技术参数

6.1 围护结构

6.1.1 条文中围护结构热工性能的规定性指标是根据四川省不同气候区和不同建筑的具体情况，对被动式超低能耗居住建筑非透明围护结构的传热系数限值做出了规定。表 6.1.1 中的指标是根据四川省不同气候区对相应典型居住建筑进行分析计算，以及对示范工程应用的实际情况给出来的设计指标值。

6.1.2 本条文围护结构热工性能为规定性指标，给出了被动式超低能耗公共建筑非透明围护结构平均传热系数的限值。表 6.1.2 是根据四川省不同气候区对相应典型公共建筑进行分析计算，以及对示范工程应用的实际情况给出来的设计指标。相对居住建筑来说，围护结构对公共建筑节能的贡献率要小得多，所以非透明围护结构传热系数比居住建筑的要求低一些。

6.1.3 本条文所指的非供暖空间不含室外空间。在高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区，楼板分隔的一般是非供暖地下车库等空间，隔墙分隔的一般是非供暖楼梯间等空间，地下车库温度较低且楼板面积相对较大，因此相对隔墙来说，楼板的节能要求更高。对于四川省夏热冬冷地区和温和地区，由于其气温条件和供暖空间条件所限，本条不提出具体指标建议，应用者可根据具体项目情况单独进行节能设计。

6.1.4 外窗、外门气密性直接影响被动式超低能耗建筑的性能

指标，综合考虑四川省建筑外门窗产品的性能水平，并分别测算了外窗、外门对建筑气密性的影响，将外门窗的气密性能定为 7 级及以上。抗风压性能指标和水密性能指标与建筑外门窗使用地区、建筑高度等密切相关，与节能性能无直接相关性，因此符合相应标准规定即可。

6.1.5 建筑外窗（包括透明幕墙）是建筑能耗损失的重点部位，四川省高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区属于高原气候，太阳能资源非常丰富，建筑能耗主要为供暖能耗，所以对建筑获取太阳热能主要靠南向集热窗，在确定居住建筑和公共建筑被动式超低能耗建筑外窗（包括透明幕墙）的热工性能时，它既是得热部件，又是失热部件，必须通过计算分析来确定其开窗面积和热工性能指标，使其在冬季进入室内的热量大于其向外散失的热量。

但是，在夏热冬冷地区和温和地区，建筑能耗主要是来自夏季空调能耗，通过窗口进入室内的太阳辐射热不利于建筑的节能。因此，针对不同的气候区提出了冬季和夏季的太阳得热系数 SHGC 值。

天然采光有利于节能，尤其四川省夏热冬冷地区冬季阴天多，日照率低，所以条文中对可见光透过率也作出了规定。

6.1.6 虽然外门占围护结构比例较小，但在高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区建筑外门的热工性能要求太低建筑能耗损失会很大，因此对外门非透明部分 K 值也做了要求。对于外门透明部分多为玻璃窗，应按照外窗的相应要求进行设计。

6.1.7 分隔供暖与非供暖空间的户门多为室内空间与户外公共楼梯间的门，虽然高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区户外公共楼

梯间冬季空气温度一般低于室内空间，但远高于室外空气温度。外门占围护结构比例较小，且承担着重要的安全防盗功能，达到与外窗同样的保温性能技术难度较高且成本迅速提高，因此其 K 值不宜要求太严格。

6.2 能源设备和系统

6.2.1 当采用分散式房间空调器作为冷热源时，宜采用转速可控型产品，其能效等级应参考国家标准《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455—2013 中能效等级的一级要求。

6.2.2 对于居住建筑，当供暖热源为燃气时，考虑分散式系统具有较高能效，且适应居住的使用习惯，便于控制，因此采用户式燃气热水炉是一种较好的技术方案。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，或通过低温地板辐射供暖。所应用的燃气机组的热效率应符合现行国家标准《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665 中的第一级。

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

用。本标准低环境温度名义工况参考《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第2部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.2—2010。为提高能源利用效率，空气源热泵性能系数在现行节能设计标准建议值上均有所提高，热水型机组性能系数 COP 建议值为 2.30，热风型机组性能系数 COP 建议值设为 2.00。对于冬季高海拔寒冷、潮湿的地区使用时必须考虑机组的经济性和可靠性。

6.2.4 多联式空调（热泵）机组的制冷综合性能系数 IPLV（C）数值应比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的要求大幅提高，目前主流厂家的高能效产品均超过 6.0。多联式空调（热泵）机组的全年性能系数 APF 能更好地考核多联机在制冷及制热季节的综合节能性，国家标准《多联式空调（热泵）机组》GB/T 18837—2015 已经采用机组能源效率等级指标（APF）进行考核，本标准能效建议值参考该标准，以及在编其他标准中的多联式空调（热泵）机组能源效率等级要求综合确定。两项指标符合一项即可。

6.2.5 提高制冷、制热设备的效率是降低建筑供暖、空调能耗的主要途径之一，必须对设备的效率提出设计要求。避免能源的高质低用，是节能的重要措施。近些年，我国锅炉设计制造水平有了很大的提高，锅炉房的设备配置也发生了很大的变化，已经为运行单位的管理水平的提高提供了基本条件，只要选择设计效率较高的锅炉，合理组织锅炉的运行，就可以使运行效率满足要求。

在高海拔严寒地区，冬季可再生能源利用受限，资源条件许

可的情况下,单栋建筑采用燃气锅炉供暖具有一定的技术合理性,采用的燃气锅炉应具有较高的能效,采用冷凝热回收的锅炉系统具有较高的能效,应通过技术经济比较确定锅炉机组的能效。

6.2.6 提高制冷、制热性能系数是降低被动超低能耗建筑供暖、空调能耗的主要途径之一,必须对设备的效率提出设计要求。本标准建议采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水(热泵)机组时,其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数(COP)和部分负荷时的性能系数均应优于现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中一级能效指标的最高值。

6.2.7 热回收效率是评价热回收装置换热性能的主要指标。温度交换效率为对应风量下,新风进、出口温差与新风进口、排风进口温差之比,以百分数表示。焓交换效率为对应风量下,新风进、出口焓差与新风进口、排风进口焓差之比,以百分数表示。

6.2.8 由于建筑通风能耗占比较高,单位风量耗功率是评价的主要参数。对居住建筑而言,户式热回收装置单位风量风机耗功率(功率与风量的比值)不应高于 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。针对小型居住单元带热回收的送排风系统单位风量风机耗功率,国际能源署通风研究中心 2009 年给出的建议值为 $0.69 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$,且建议该值随着建筑节能规范的提高继续降低;德国被动房研究所给出的建议值则不应高于 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$;而本标准编制中基于典型户型、风机选型及运行时间计算,该单位风量耗功率指标下的风机能耗已占居住建筑一次能源指标限制总额的 $12\% \sim 15\%$ 。因此,应加强对被动超低能耗建筑风机单位风量风机耗功率的要求,该值不应低于 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。对于公共建筑而言,单位风量耗功

率应满足现行公共建筑节能设计标准相关要求。

6.2.9 新风热回收系统应设置空气净化装置，其等级应满足《空气过滤器》GB/T 14295—2008 的相关效率要求，在能量交换部件排风侧迎风面应布置过滤效率不低于 C4 的过滤装置，在新风侧迎风面应布置过滤效率不低于 Z1 的过滤装置，过滤装置应可便捷地更换或清洗。

四川省住房和城乡建设厅信息中心
浏览专用

7 技术措施

7.1 规划与建筑设计

7.1.1 被动式超低能耗建筑设计是一个系统工程，从规划阶段就应该考虑建筑设计与当地气候、自然地理、建筑的使用功能等相协调，尽可能利用自然气候资源，有利于集热和降温，减少后期建筑运行中的耗能。因此，在规划阶段需要着重考虑建筑的总体布局，在冬季应能够争取最大的日照，充分利用集热、蓄热措施，减少建筑热损失，主入口避开主导风向可以在一定程度上减少冷风渗透部分的散热量。由于四川省攀西地区夏季气候温和，其他夏热冬冷地区相对同气候区的重庆、武汉、南京等地，夏季没有那么炎热，可以结合自然通风设计达到降温的目的，所以在设计时应综合考虑建筑平、立面中窗口开启朝向和开启方式，充分利用自然通风。

7.1.2 高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区建筑能耗主要是冬季采暖能耗，建筑室内外温差较大，外围护结构传热损失占主导地位。建筑体形对建筑采暖能耗的影响很大。当建筑体形系数越大，单位建筑面积对应的外表面面积就越大，相应建筑物各部分围护结构传热系数和窗墙面积比不变条件下，传热损失就越大。表明单位建筑空间散热面积越大，能耗越多。本条规定了高海拔严寒和高海拔寒冷地区被动式超低能耗建筑对外形设计的基本原则，要求外形设计宜遵守尽量加大得热面面积和减少失热面面积的基

本原则，考虑到川西高原地区太阳能非常丰富，建筑平面应选择东西轴长、南北轴短的平面形状。

7.1.3 被动式超低能耗建筑应遵循“被动优先”的设计原则，通过建筑设计手段降低建筑能耗，然后采用主动节能技术进行优化补充。在很多情况下，通过被动式建筑设计降低建筑能耗具有一次性的特点，与采用主动节能技术相比，不需要考虑设备效率下降、调试使用不当、设计工况与实际工况偏离等常见问题。

充分运用被动式建筑设计手段进行初步设计是定量分析的基础，只有在通过因地制宜地分析，以“被动优先，主动优化”为原则，结合不同地区气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，充分利用自然通风、天然采光、太阳得热，控制体形系数和窗墙比等，才能为后续定量分析优化打下坚实的基础，为最终获得最优设计策略提供依据。

7.1.4 窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也受到建筑日照、采光、自然通风等满足室内环境要求的制约。外窗和屋顶透明部分的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高，越不利于建筑节能。

四川省高海拔寒冷地区和高海拔严寒地区获取太阳热能主要靠南向集热窗，而它既是得热部件，又是失热部件，必须通过计算分析来确定窗口的开窗面积和窗的热工性能，使其在冬季进入室内的热量大于其向外散失的热量。冬季采暖通过窗口进入室内的太阳辐射有利于建筑的节能。因此，本条文规定宜加大南向窗集热面积，同时要避免窗向室外的传热损失和夏季室内过热。但除南向外，其他朝向外窗必须满足标准的能耗指标的要求，不

同朝向的开窗面积对建筑能耗的影响不同，因此在建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求，使建筑的总能耗目标值超过设计标准规定的限值要求。

7.1.5 被动式超低能耗建筑保温隔热要求远超过一般节能建筑的要求，因此应优先选用高性能保温隔热材料，并在同类产品中选用质量和性能指标优秀的产品，降低保温隔热层厚度。对屋面保温隔热材料，除满足更高性能外，保温材料应具有较低的吸水率和吸湿率，上人屋面应根据设计荷载选择满足抗压强度或压缩强度的保温材料。

由于外窗是影响建筑节能效果的关键部件，其影响能耗的性能参数主要包括传热系数（ K 值）、太阳得热系数（SHGC 值）以及气密性能；影响外窗节能性能的主要因素有玻璃层数、Low-E 膜层、填充气体、边部密封、型材材质、截面设计及开启方式等。应结合建筑功能和使用特点，通过性能化设计方法进行外窗系统优化设计和选择。门窗系统选择时可参考本标准附录 B。

7.1.6 太阳辐射热量通过透明围护结构进入室内是建筑室内夏季过热的主要原因，因此外窗（包括透明幕墙）应考虑遮阳措施。遮阳设计应根据房间的使用要求以及窗口所在朝向综合考虑。可采用可调或固定等遮阳措施，也可采用调光玻璃、热反射玻璃、镀膜玻璃、阳光控制膜、低发射率膜等措施进行遮阳。可调节外遮阳表面吸收的太阳得热，不会像内遮阳或中置遮阳一样传入室内，并且可根据太阳高度角和室外天气情况调整遮阳角度，从遮阳性能来看，是最适合被动式超低能耗建筑的遮阳形式。

窗户（包括透明幕墙）是建筑围护结构中热工性能最薄弱的

构件。透过窗户进入室内的太阳辐射热，构成夏季室内空调的主要负荷。夏季太阳辐射在东、西向最大，因此东、西向建筑外窗（包括玻璃幕墙）设置外遮阳，是减少太阳辐射热进入室内十分有效的措施。外遮阳形式多种多样，如结合建筑外廊、阳台、挑檐遮阳，外窗设置固定遮阳或活动遮阳等。随着建筑节能的发展，遮阳的形式和品种越来越多，各地可结合当地条件加以灵活采用。

采用浅色饰面材料的建筑屋顶和外墙面，在夏季，当有太阳辐射时能反射较多的太阳辐射热，从而能降低空调工况下的负荷和自然通风工况下的围护结构内表面温度；当无太阳辐射时，它又能把屋顶和外墙内部所积蓄的太阳辐射热较快地向外天空辐射出去，降低围护结构外表面温度，减少热量进入室内，改善室内热环境，从而能降低空调时的得热量和自然通风时的内表面温度。因此，围护结构采用浅色饰面对降低夏季空调耗电量和改善室内热环境都起着重要作用。在夏热冬冷、温和地区非常适宜采用这个技术。

7.1.7 采用下沉广场（庭院）、天窗、导光管系统等，可改善地下车库等地下空间的采光，减少照明光源的使用，降低照明能耗。

7.1.8 除提高围护结构保温隔热性能外，为实现被动式超低能耗建筑室内环境、建筑能耗及气密性指标，应对其他相关关键环节进行精细化的施工图设计。应绘制详细、可指导现场操作的热桥处理和气密性处理节点详图，详图比例宜为 1:15 或 1:30。确保被动式超低能耗建筑能达到标准规定的气密性指标。新风热回收系统应根据经济技术分析结果，明确热回收效率、单位风量耗功率等关键技术指标，优化风管道径、走向，实现较好的室内

气流组织，合理选择室外污染物处理措施，妥善处理新风系统噪声，合理布置室外取风和排风口位置。

被动式超低能耗建筑供冷供热系统选择时，应根据当地资源情况和建筑使用功能综合确定，考虑供暖空调系统负荷小，且分散系统使用调节灵活的特点，优先考虑分散供冷或供热系统，尽量应用可再生能源。

7.1.9 被动式超低能耗建筑设计时，宜结合建筑立面造型效果，设置单晶硅、多晶硅、薄膜等多种光伏组件和光热系统，充分利用太阳能资源。

7.1.10 被动式超低能耗建筑设计是以最大限度地降低建筑能源消耗为目标，以性能化设计方法进行分析计算。建筑的关键性能参数选取基于性能定量分析结果，而不是从规范中直接选取。

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

性能化设计方法框图如图 1 所示。

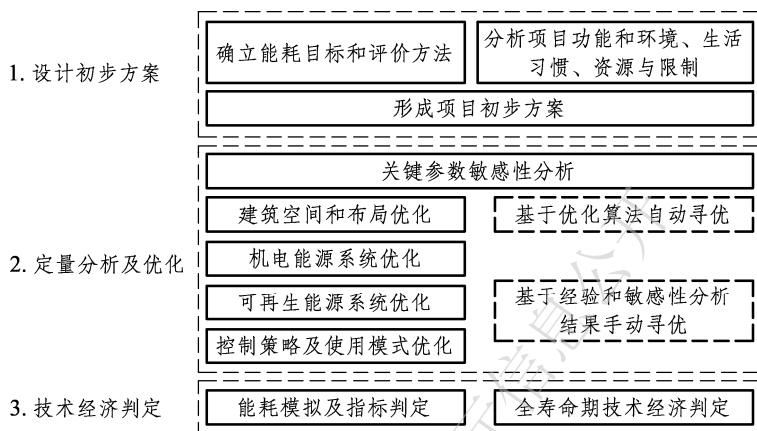


图 1 性能化设计方法框架图

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

7.1.12 热桥处理是实现建筑超低能耗目标的关键因素之一，在被动式超低能耗建筑节能设计时必须对围护结构热桥进行处理。通常外墙无热桥设计应重点处理好外结构性悬挑、延伸等，宜采用与主体结构部分断开的方式，外墙保温宜采用单层保温、锁扣方式连接，保温层应采用断热桥锚栓固定，尽量避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等可能导致热桥的部件；必须固定时，应在外墙上预埋断热桥的锚固件，并尽量采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失，穿墙管预留孔洞直径应大于管径 100 mm 以上。墙体结构或套管与管道之间应填充厚度不小于 50 mm 的保温材料。

锚栓相对保温层导热系数更大，热桥效应明显，应采用保温材料断热处理，可按图 2 设计。

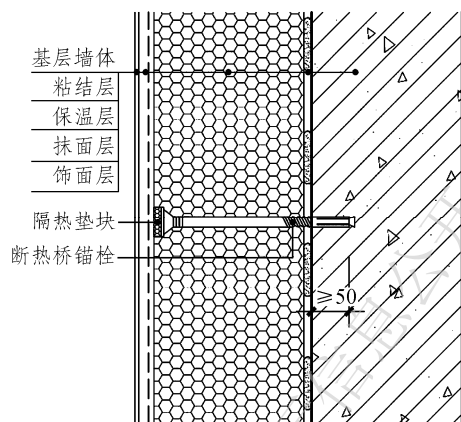


图 2 断热锚栓安装做法

悬挑空调板需要保证与主体墙的连接力学性能，因此一般采用非保温性能的连接件连接，这就需要在设计时充分考虑连接处的断热桥处理，可按图 3 设计。

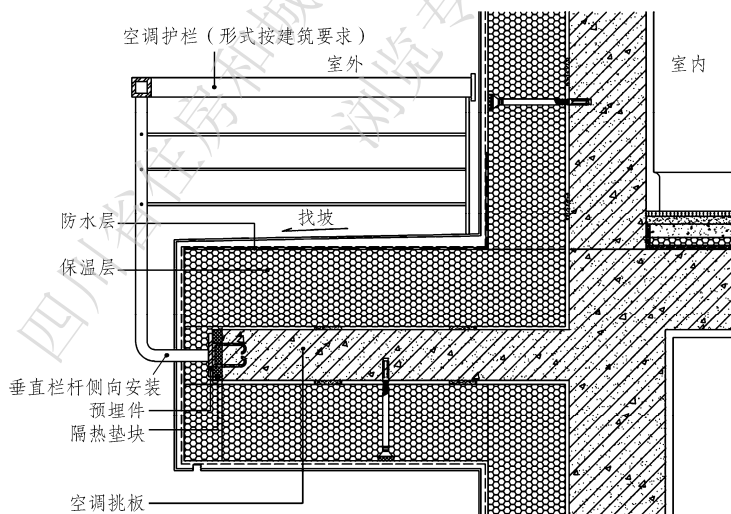


图 3 空调板安装方法

穿墙管是外墙的一个热工薄弱环节，容易造成较大的热桥效应和较差的气密性结果，穿墙风管可按图 4 设计。

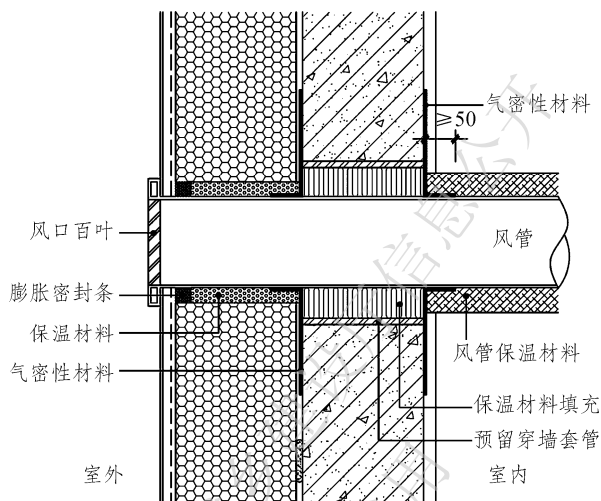


图 4 穿墙风管做法

外门窗无热桥设计应符合下列规定：

(1) 外门窗安装方式应根据墙体的保温形式进行优化设计。当墙体采用外保温系统时，外门窗应采用整体外挂式安装，门窗框内表面与基层墙体外表面齐平，门窗位于外墙外保温层内。外门窗与基层墙体的联结件应采用阻断热桥的处理措施；

(2) 外门窗外表面与基层墙体的联结处应采用防水透汽材料粘贴，门窗内表面与基层墙体的联结处应采用防水隔气材料粘贴；

(3) 窗户外遮阳设计应与主体建筑结构可靠连接，联结件与基层墙体之间应阻断热桥的处理措施。

外遮阳需要可靠连接的同时就成为破坏窗墙结合部保温构造

的潜在危险因素之一，因此外遮阳的设计必须与外墙和外窗的节能设计联合起来，活动外遮阳可按图 5 和图 6 设计。

屋面无热桥设计时，保温层应与外墙的保温层连续，不得出现结构性热桥；当采用分层保温材料时，应分层错缝铺贴，各层之间应有粘接。防水层应延续到女儿墙顶部盖板内，保温层下应设置隔汽层。

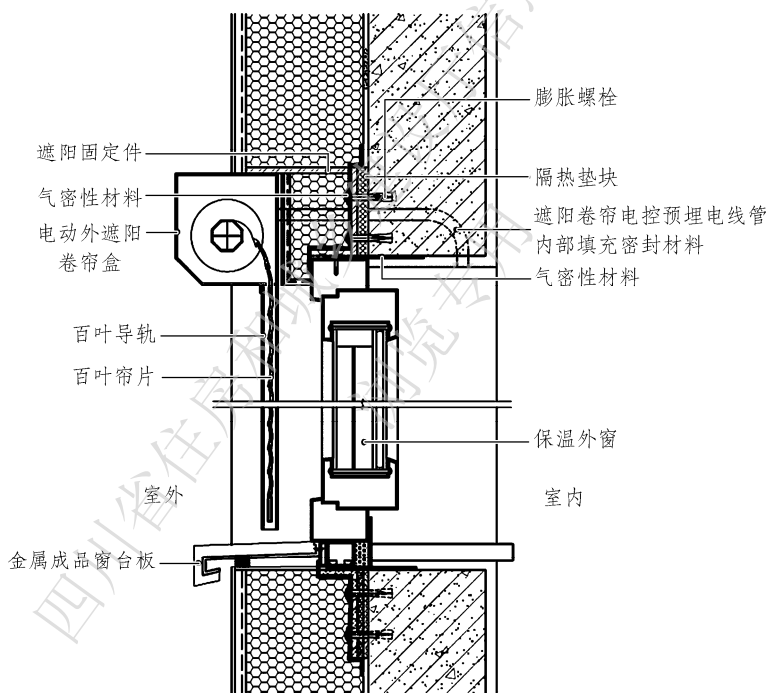


图 5 活动外遮阳安装做法

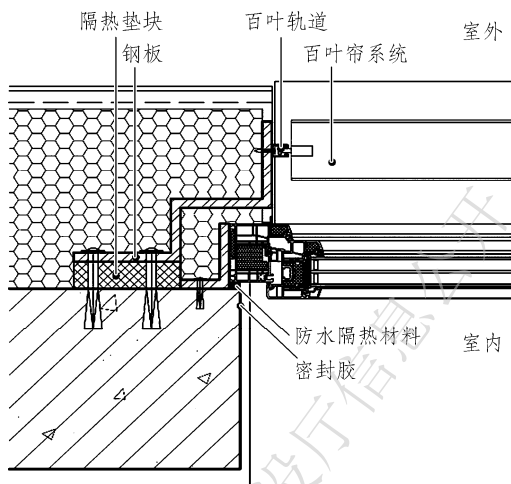


图 6 活动外遮阳侧口安装做法

屋面保温做法可按图 7 设计。

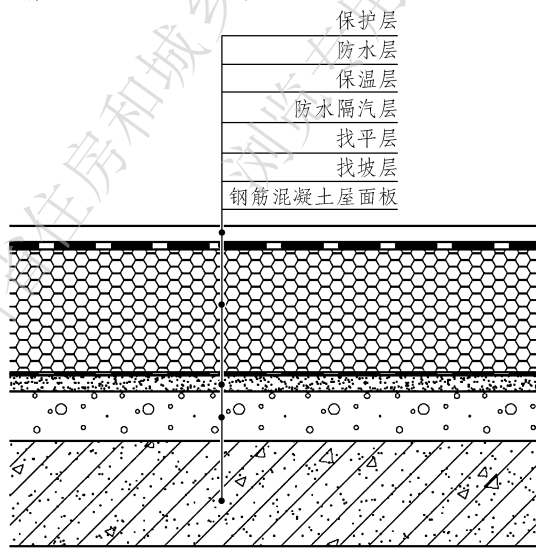


图 7 屋面保温构造做法

女儿墙保温做法可按图 8 设计。

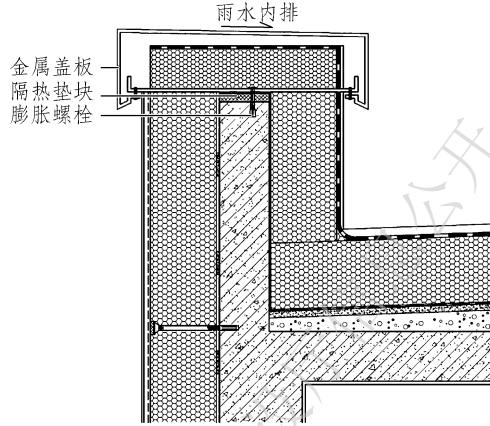


图 8 突出屋面女儿墙及盖板保温构造做法

排气管出屋面可按图 9 设计。

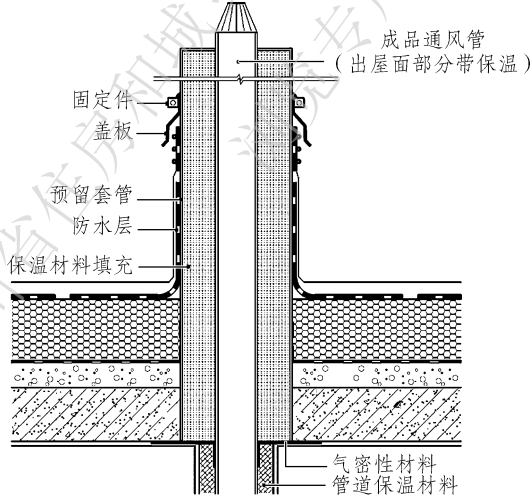


图 9 出屋面管道保温构造做法

落水管可按图 10 设计。

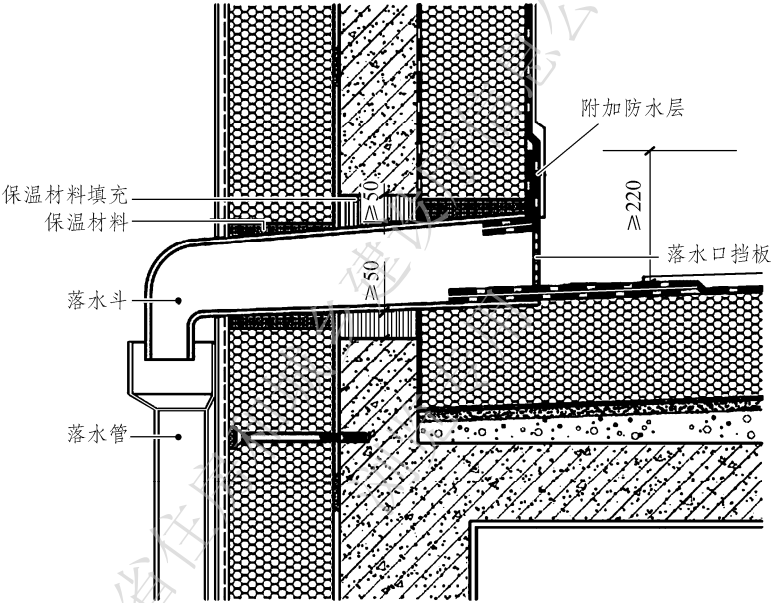


图 10 落水管处做法

7.1.13 当保温层位于非采暖地下室顶板上表面时，应按图 11 ~ 13 设计。

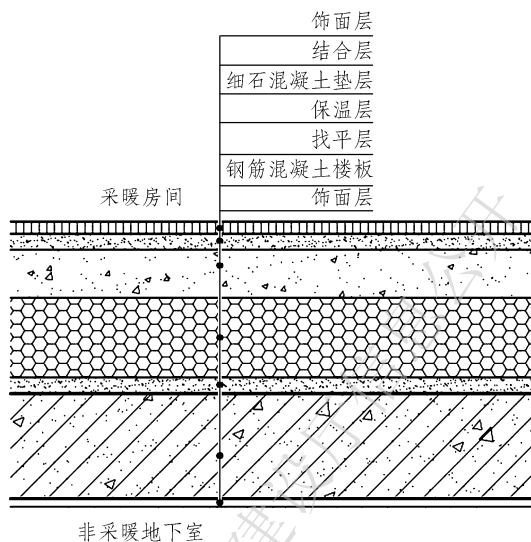


图 11 非采暖地下室顶板保温构造做法 1

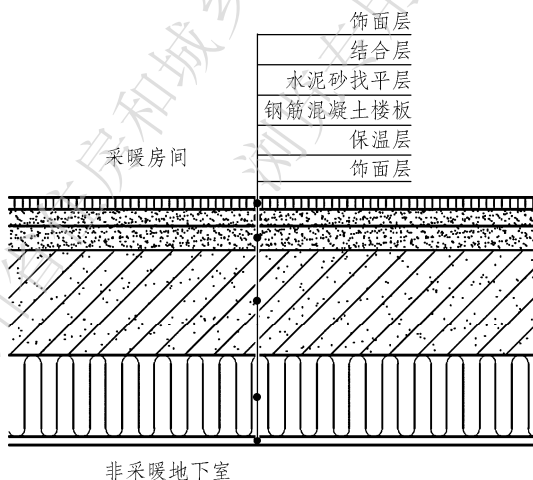


图 12 非采暖地下室顶板保温构造做法 2

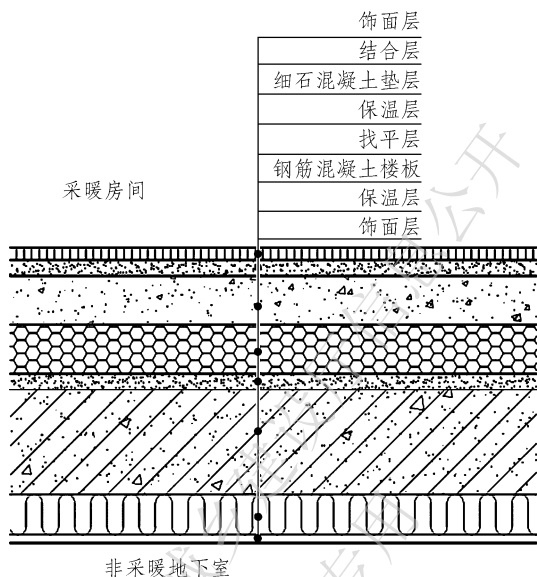


图 13 非采暖地下室顶板保温构造做法 3

7.1.14 建筑物气密性是影响建筑供暖能耗和空调能耗的重要因素，对实现被动式超低能耗目标来说，由于其极低的能耗指标，由单纯围护结构传热导致的能耗已较小，这种条件下造成气密性对能耗的比例大幅提升，因此建筑气密性能更为重要。良好的气密性可以减少冬季冷风渗透，降低夏季非受控通风导致的供冷需求增加，避免湿气侵入造成的建筑发霉、结露和损坏，减少室外噪声和室外空气污染等不良因素对室内环境的影响，提高居住者的生活品质。建筑围护结构气密层应连续并包围整个外围护结构，如图 14 所示。

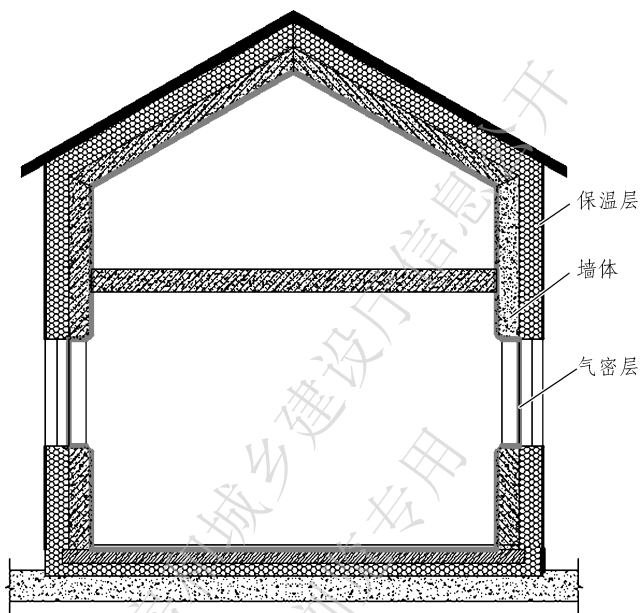


图 14 气密层标注示意图

7.1.15 围护结构洞口、电线盒和管线贯穿处等部位不仅仅是容易产生热桥的部位，同时也是容易产生空气渗透的部位，其气密性的节点设计应配合产品和安装方式进行设计和施工。电线盒气密性处理可按图 15 设计。

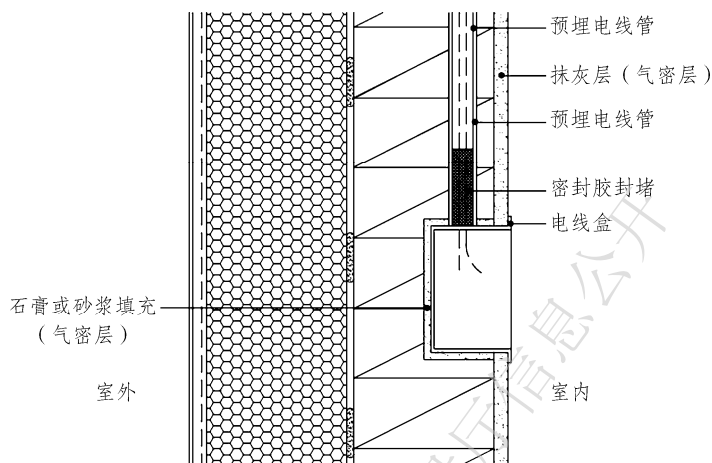


图 15 电线盒气密性处理示意图

7.2 能源设备和系统

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

四川省高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区属于川西高原太阳能非常丰富的地区，由于高原建筑比较分散，高寒地区受资源和运输的制约，煤、油、气等常规能源缺乏且价格昂贵，同时由于高原缺氧，难以实现充分燃烧，而大部分高原地区太阳能资源较为丰富，在该类地区应优先考虑太阳能的光热利用，大幅降低建

筑供暖能源需求，减少化石类能源燃烧对大气环境的破坏、保护高原脆弱的生态环境。

在太阳能供暖利用中，利用合理的建筑布置和直接受益式、附加阳光房、集热墙等被动技术的应用，可大幅降低供暖热负荷以及供暖系统初投资，甚至可以直接满足使用的基本要求，且被动技术的经济性较好，后期运行费用和维护工作量极少。因此，在太阳能供暖时应优先利用被动式技术，并根据室内环境保障度的要求辅以主动式供暖设施。主动式供暖系统的热源可以是太阳能集热系统提供，也可利用其他能源方式提供。

热泵系统属于国家大力提倡的可再生能源的应用范围，有条件时应积极推广。空气源热泵系统，其制热系数虽然受到海拔与寒冷气候等因素影响，但对于目前市场上的产品仍然能在高寒地区具有一定的能效。

7.2.2 供冷供热系统变负荷工况调节的要求：建筑暖通空调系统的负荷变化幅度较大，满负荷运行占比不高，需要进行变负荷调节，且系统设备多为流体机械，变频调速的节能效果最佳，技术成熟且成本不高，投资增量回收期大多低于4年，具有较高的经济性。另外，变频调速还具有启动方便、延长设备寿命、运行噪声低等附加收益。对于单户设置的供暖空调和通风系统可不做要求。

7.2.3 四川省夏热冬冷地区全年空气相对湿度大，被动式超低能耗建筑应根据其冷热负荷特征，对其除湿问题进行专项设计，选取适宜的除湿技术措施，避免出现热湿比变化条件下传统冷冻除湿方法带来的新风再热情况。可替代的技术措施包括液体除湿、

固体吸附式除湿、转轮除湿和膜法除湿等方式。

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

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

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

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

7.2.5 新风热回收装置按换热类型分为全热回收型和显热回收型两类。由于能量回收原理和结构不同，有板式、转轮式、热管式和溶液吸收式等多种形式。其中，显热回收型对应的是温度交换效率，全热回收型对应的是焓交换效率。设计时应选用高热回收效率的装置，常用热回收装置性能见表 2。

表 2 常用热回收装置性能

项 目	热回收装置类型					
	转轮式	液体循环式	板式	热管式	板翅式	溶液吸收式
能量回收形式	显热或全热	显热	显热	显热	全热	全热
热回收效率	50% ~ 85%	55% ~ 65%	50% ~ 80%	45% ~ 65%	50% ~ 70%	50% ~ 85%
排风泄漏量	0.5% ~ 10%	0	0 ~ 5%	0 ~ 1%	0 ~ 5%	0

热回收装置的类型应根据地区气候特点，结合工程的具体情况综合考虑确定。夏热冬冷地区夏季室外空气相对湿度和焓差大，宜选用全热回收装置，与显热回收相比，具有更好的节能效果；高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区，全热回收装置同显热回收装置节能效果相当，显热回收具有更好的经济性，但全热回收装置利于降低冬季结霜的风险，并有助于夏季室内湿度控制。新风热回收效率不应低于本标准的技术指标要求。

7.2.6 新风热回收系统设置低阻高效的空气净化装置，不仅为室内提供更加洁净的新鲜空气，也可有效地降低室外污染天气对室内空气品质的影响，同时也可减缓热回收装置因积尘造成的换热效率下降。空气净化效率应满足本标准的相关技术指标要求。

7.2.7 为保护高海拔严寒地区和高海拔寒冷地区新风热回收机组，防冻措施可采用以下方式：

1 采用加热装置预热室外空气。通常采用电加热方式；有集中供暖时，宜利用热网回水加热，以降低一次能源消耗量；

2 采用地道风（土壤热交换器）预热室外空气，冬季预热出

口风温不宜低于 4°C 。地道内壁应光滑并尽量减少弯头和分叉管，以减少阻力和利于清洗，地道应有均匀的坡度，使凝结水能顺畅流入疏水井，疏水井应便于清洗。

7.2.8 居住建筑新风系统宜分户独立设置且可调控，通过监测室内二氧化碳浓度或颗粒物浓度指标，按用户需求进行供应。设计中也可以根据户型面积、房屋产权及管理形式进行合理设计。

7.2.9 被动式超低能耗建筑以节能为目的，同时不应降低人体舒适度要求。厨房在做饭时间会产生大量的油烟和水蒸气，且瞬时通风量大，应设立独立的排油烟补风系统，降低厨房排油烟造成的冷热负荷。室外补风管道引入口应设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动。厨房宜安装闭门器，避免厨房通风影响其他房间的气流组织和送排风平衡。补风示意图如图 16 所示。

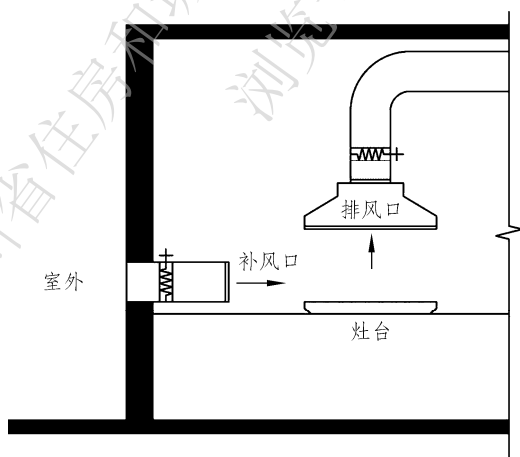


图 16 厨房补风示意图

设计中应对补风管道尺寸进行校核，避免补风口流速过高造成的噪声问题。补风管道应保温，防止结露。补风口尽可能设置在灶台附近，缩短补风距离。补风系统不应影响油烟排放效果。

7.3 照明、计量与监测控制

7.3.1 LED 照明光源近年来发展迅速，是发光效率高的照明光源之一，是适宜被动式超低能耗建筑的高效节能光源。在选用 LED 光源时，其性能稳定性、一致性方面应满足相关标准的要求。此外，在降低照明能耗同时，应保障视觉健康，光源颜色的选取上应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的要求。

7.3.2 被动式超低能耗建筑应采用智能照明控制系统，实现照明系统的低能耗运行。智能照明控制系统中应设置包含但不限于照度、人体存在等感应探测器，实现建筑照明的按需供给。针对走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、卫生间、停车库等公共区域场所的照明，应优先选择就地感应控制和集中开关控制结合的方式。针对开放式办公房间和报告厅等场所照明多功能、多场景的要求，宜通过智能照明系统，实现照明设备根据室内功能需求及环境照度参数，按预设模式或优化控制计算结果，优化调节灯具亮度值。

7.3.3 被动式超低能耗建筑在目前阶段代表了我国建筑节能的先进水平，需要设置建筑能耗监测系统定期对建筑的使用情况、人员数量、使用方式与设计的一致性、实际的气象条件等因素进行分析以发现异常，进一步提升系统节能运行水平，这是对被动超低能耗建筑性能评估和能耗分析的前提。

设置能源管理平台时，应按照建筑、系统、设备、空间等维

度对建筑用能进行全面检测，对建筑室内外环境和建筑各项能耗进行记录。定期提供用能分析报告、能耗账单等标准化及定制化报告，对运行状态进行记录，通过用能诊断进行深入分析和挖掘，制定相关节能策略，并具备建筑用能及主要设备用能预测的功能，发掘建筑物的节能潜力。宜配备移动客户端，实现对建筑物的高效监管。

建筑用电量监测应符合下列规定：（1）应按照明插座、空调、电力和特殊用电等分项进行监测与计量；（2）应按功能区域或使用部门（用户）进行监测与计量；（3）主要次级用能单位用电量大于等于 10 kW 或单台用电设备大于等于 100 kW 时，应单独设置电能计量装置。

7.3.4 楼宇自控系统可对建筑内的主要用能设备进行自动控制，是建筑节能的重要手段。

被动式超低能耗建筑楼宇自控系统应实现传感、执行、控制、管理等功能。传感执行部分中应包含信息采集和现场执行等设备，根据系统要求实时收集现场数据，为系统内及系统间的协调运行提供数据基础；控制部分中的自动控制器，应能根据现场传感器获得的运行参数及管理系统提供的控制指令，实现对现场执行设备运行参数的自动计算，并将需求指令发送给现场执行设备；管理软件或设备应实现将不同功能的自控制系统集成，实现不同子系统间数据的综合共享，进行数据分析，提出优化策略。

楼宇自控系统应根据末端多种需求实时调节供应设备的使用时间及工况，延长设备使用寿命，提高系统运行效率，降低能源资源消耗。

7.3.5 被动式超低能耗建筑室内环境的控制模式和具体要求：被动式超低能耗建筑需要更精细的节能控制,建筑外环境的改变、人员的流动、遮阳等构件的位置变化等均需要建筑用能系统给出运行应对策略。建筑的目标是提供适宜的室内环境，因此被动式超低能耗建筑的运行宜以单个房间或使用时间功能相同的室内区域为控制对象，居住建筑包括卧室、起居室等；公共建筑包括独立办公室、开放式办公房间、会议室、报告厅、多功能厅等。

7.3.6 新风系统的控制要求：由于被动式超低能耗建筑具有密闭性较好的围护结构，当外窗关闭时，新风系统成为室内外空气的主要交换通道，新风系统的优化运行，对维持室内健康舒适环境，降低风机能耗和供冷供暖能耗有着重要的意义。

根据室内二氧化碳浓度变化，进行相应的风机控制，是目前按需供应新风降低通风能耗的主要控制方式。欧洲标准《建筑选址室内空气质量、热环境、照明和声学的能量性能设计和评估用室内环境输入参数》EN 15251—2007 中不同室内环境等级要求对应的室内二氧化碳控制值，如表 3 所示。

表 3 欧洲标准中二氧化碳超出室外浓度值控制目标（EN 15251-2007）

分类	对应二氧化碳超出室外浓度值/ppm ^①
I——优异 Excellent	350
II——优等 Good	500
III——可接受 Satisfactory	800
IV——差 Poor	> 800

注：① 室外二氧化碳浓度值一般为 350 ~ 450 ppm。

参照欧洲标准 EN 15251—2007，在我国近零能耗建筑中，对于人员密集场所二氧化碳的体积浓度控制可参照表 4 取值。其中，参照表 3 “优等” 水平作为人员长期停留区域的要求，参照其“可接受” 水平作为人员短期停留的区域要求。长期停留区域，指卧室、起居室、办公室、会议室等，人员短期停留区域指走廊、电梯厅、地下车库等人员短期停留的公共区域。

表 4 人员密集场所室内二氧化碳体积浓度要求

适用场所	室内二氧化碳体积浓度/ppm
人员长期停留区域	900
人员短期停留区域	1 200

高海拔严寒地区及高海拔寒冷地区应采取防冻保护，当新风温度过低时，转轮热交换装置排风侧容易出现冷凝水结冰，堵塞蓄热体气流通道或者阻碍蓄热体旋转，可在排风侧安装温度传感器，当进风温度低于限定值时，启动预加热装置、降低转轮转速或开启旁通阀门。

只有在热回收装置减少的新风空调处理能耗，足以抵消热回收装置本身运行能耗及送、排风机增加的能耗时，运行热回收装置才是节能的，因此应采用最小经济温差（焓值）控制新风热回收装置。当夏季工况下室外新风的温度（焓值）低于室内设计工况，或者冬季工况下室外新风的温度（焓值）高于室内设计工况时，不启动热回收装置。新风系统宜与外窗进行联动控制，以最大限度利用自然通风，减少风机和空调能耗。

8 施工质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 被动式超低能耗建筑施工应满足现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 及其他相关施工质量验收标准要求。此外，被动式超低能耗建筑的设计和施工标准普遍高于普通节能建筑，每个细部节点需要针对性的精细化设计与更专业化的施工水平。相对于传统施工方式，施工工艺更加复杂，对施工程序和质量的要求也更加严格，需要选择施工经验丰富、技术能力强的专业队伍承担。

目前，四川省被动式超低能耗建筑相关专业团队仍处在发展阶段，需要对现场工程师、施工人员、监理人员进行专项施工培训，帮助相关人员快速掌握相关关键技术、熟悉相关的施工工艺，以实现被动式超低能耗建筑专业化施工，保障工程质量。这也成为被动式超低能耗建筑项目流程中不可缺失的关键环节。

施工前应进行以下技术准备：

(1) 施工单位应编制专项施工方案，专项施工方案应包括外门窗安装、地面保温施工、外墙外保温施工、屋面保温施工、暖通空调系统安装、气密性措施施工等技术内容，并对施工人员进行技术交底。

(2) 施工前，应进行现场实际操作示范，对现场工程师、施工人员、监理人员进行专项培训。专项施工培训包括了解材料和

设备性能，现场实际操作示范，掌握施工要领和具体施工工艺，经培训合格后方准上岗。

(3) 施工前应与设计单位书面确认热桥位置及断热桥措施施工详图和施工工艺，室内气密层位置及处理措施施工详图和施工工艺。应严格按照施工详图和施工工艺进行施工并进行隐蔽工程验收。

8.1.2 围护结构保温工程是一个系统工程，除主材保温材料外，锚栓、粘接剂、玻纤网等辅材质量，以及是否与主材匹配，直接影响保温工程质量。特别对外保温系统，应进行外保温系统耐候性检验，并满足要求。

8.1.3 1 门窗洞口允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 建筑门窗洞口尺寸允许偏差

项 目	允许偏差/mm
洞口宽度、高度尺寸	± 10
洞口对角线尺寸	≤ 10
洞口的表面平整度、垂直度、洞口的平面位置、标高尺寸	≤ 10

2 外门窗口保温要点：

(1) 保温板应覆盖部分窗框，覆盖宽度不小于 20 mm，如果开启扇外侧安装纱窗，留出纱窗的安装位置。

(2) 应在门窗洞口四角保温板上沿 45°方向加铺 400 mm × 200 mm 增强玻纤网。增强玻纤网应置于大面玻纤网的内侧。

(3) 保温板与窗框之间的缝隙应用专用收边条密封或填塞膨胀止水带后再用密封材料密封。

(4) 当设计有窗台板时，外保温与窗台板两端及底部之间的缝隙应先用膨胀止水带填塞，再进行密封处理。

(5) 窗洞口阳角部位宜采用角网增强，如图 17 所示。

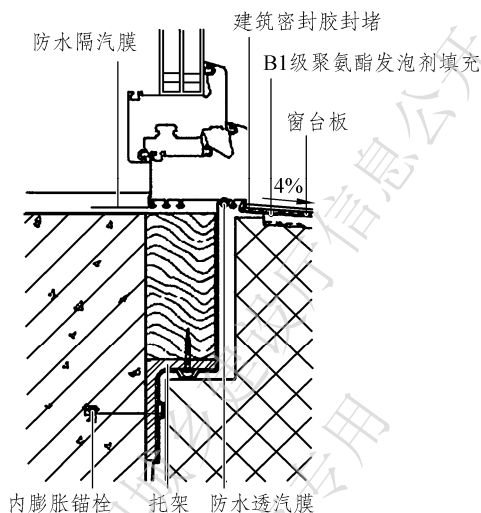


图 17 外窗施工安装图

3 室内侧粘贴防水隔汽膜，避免水蒸气进入保温材料；室外侧采用防水透汽膜处理，以利于保温材料内水汽排出。防水隔汽膜、防水透汽膜在门窗框型材四角应预留出 15 mm ~ 20 mm 的富余量，以便更好地与基层墙体粘结，实现气密层连续；防水透汽材料和防水隔汽材料施工环境温度宜在 0 °C 以上。

4 外门窗施工流程如图 18 所示。

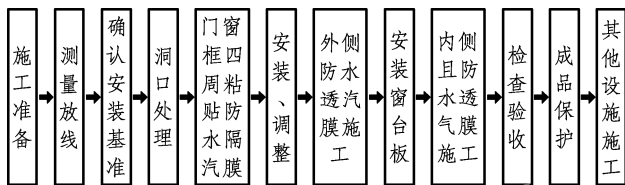


图 18 外门窗施工工艺流程

8.1.5 气密性保障应贯穿整个施工过程，在施工工法、施工程序、材料选择等各环节均应考虑，尤其应注意外门窗安装、围护结构洞口部位、砌体与结构间缝隙及屋面檐角等关键部位的气密性处理。施工过程中应尽量避免在外墙面和屋面上开口，如必须开口，应尽量减小开口面积，并应协商设计制定气密性保障方案，保证气密性。

1 当基层为混凝土、砂浆等材料且需抹灰覆盖防水隔汽材料时，宜采用无纺布基底的防水隔汽材料。粘贴防水隔汽材料前应清理基面，粘结基面应平整干燥，不得有灰尘、油污。发泡聚氨酯、普通胶带等材料不得作为防水隔汽材料使用。防水隔汽材料技术要求如表 6 所示，防水透气材料要求如表 7 所示。

表 6 防水隔汽材料技术要求

项 目	性能指标	试验方法
拉伸力/(N/50 mm)	纵向：≥120；横向：≥120	GB/T 328.9
断裂伸长率/%	纵向：≥70；横向：≥60	GB/T 328.9
撕裂强度（钉杆法）/N	纵向：≥60；横向：≥60	GB/T 328.18
不透水性	1 000 mm，20 h 不透水	GB/T 328.10
透水蒸气性/[g/（m ² ·24h）]	≤10	GB/T 1037
低温弯折性	- 40 °C 无裂纹	GB 18173.1
耐热度	100 °C，2 h 无卷曲，无明显收缩	GB/T 328.11

表 7 防水透汽材料技术要求

项 目	性能指标	试验方法
拉伸力/(N/50 mm)	纵向：≥150；横向：≥150	GB/T 328.9
断裂伸长率/%	纵向：≥60；横向：≥60	GB/T 328.9
撕裂强度（钉杆法）/N	纵向：≥80；横向：≥80	GB/T 328.18
不透水性	1 000 mm，20 h 不透水	GB/T 328.10
透水蒸气性/[g/(m ² · 24h)]	≥20	GB/T 1037

2 当建筑物为框架结构时，一次结构与二次结构的交界处应粘贴防水隔汽材料，且室内抹灰厚度应不小于 20 mm；当建筑物为现浇混凝土结构时，外墙上的模板支护螺栓孔应用水泥砂浆封堵，并在室内粘贴防水隔汽材料进行密封；当建筑物采用预制构件时，预留的吊装孔应用水泥砂浆封堵，并在室内粘贴防水隔汽材料进行密封。预制构件的拼缝处应粘贴防水隔汽材料。

3 混凝土梁、柱、剪力墙与填充墙的交界处应粘贴防水隔汽材料，并用工具自起始端滑动压至末端，防水隔汽材料应与基层粘贴紧密，不留孔隙。所用工具不得有尖角破坏防水隔汽材料。粘贴长度超出交界处的距离应不小于 50 mm，交界处两侧的粘贴宽度均应不小于 30 mm。防水隔汽材料粘贴完成后，应进行室内抹灰，抹灰层应覆盖防水隔汽材料和填充墙，抹灰厚度应不小于 20 mm，并应有相关的抗裂措施，满足室内装修相关标准的规定。

外门窗安装部位气密性处理要点：

（1）窗框与结构墙面结合部位是保证气密性的关键部位，在粘贴隔汽膜和防水透汽膜时要确保粘贴牢固严密。支架部位要同

时粘贴，不方便粘贴的靠墙部位可抹粘接砂浆封堵；

(2) 在安装玻璃压条时，要确保压条接口缝隙严密，如出现缝隙应用密封胶封堵。外窗型材对接部位的缝隙应用密封胶封堵；

(3) 门窗扇安装完成后，应检查窗框缝隙，并调整开启扇五金配件，保证门窗密封条能够气密闭合。

围护结构开口部位气密性处理要点：

(1) 纵向管路贯穿部位应预留最小施工间距，便于进行气密性施工处理；

(2) 当管道穿外围护结构时，预留套管与管道间的缝隙应进行可靠封堵。当采用发泡剂填充时，应将两端封堵后进行发泡，以保障发泡紧实度，发泡完全干透后，应做平整处理，并用抗裂网和抗裂砂浆封堵严密。当管道穿地下外墙时，还应在外墙内外做防水处理，防水施工过程应保持干燥且环境温度不应低于 5°C ；

(3) 管道、电线等贯穿处可使用专用密封带可靠密封。密封带应灵活有弹性，当有轻微变形时仍能保证气密性；

(4) 电气接线盒安装时，应先在孔洞内涂抹石膏或粘接砂浆，再将接线盒推入孔洞，保障接线盒与墙体嵌接处的气密性；

(5) 室内电线管路可能形成空气流通通道，敷线完毕后应对端头部位进行封堵，保障气密性。配电箱施工做法如图 19 所示。

4 由于被动式超低能耗建筑对气密性要求极高，且气密层破坏之后修复难度大。气密层施工应在热桥处理后进行，避免气密层因热桥处理相关工序破坏，导致维修困难。另外，本条工序安排也符合一般施工流程。装配式建筑外墙板存在大量的板缝，板缝既是保温薄弱环节又是气密性薄弱环节。装配式建筑外墙板通

常采用夹心保温板或者 ALC 板+外保温形式。例如对于夹心保温板，其保温层在内叶板和外叶板之间，内叶板做气密层。在外墙板施工时必须先进行无热桥处理保证保温层的连续性才可进行气密性施工，否则先将内叶板板缝封堵，将增大填充保温层缝隙施工难度，而且极易破坏气密层。

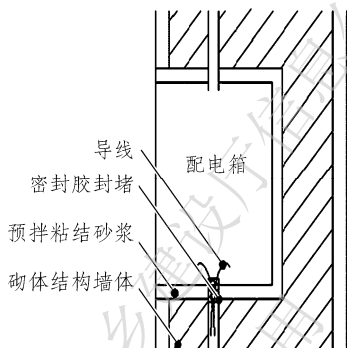


图 19 配电箱施工做法

8.1.6 施工过程中宜借助红外摄像仪，对外门窗与墙体连接部位、外挑结构、女儿墙、管道穿外墙和屋面部位、以及外围护结构上固定件的安装部位等典型热桥部位处理效果进行检查。对门窗与墙连接等典型部位或典型房间进行局部气密性检测，及时发现薄弱环节，改善补救。气密性检测可采用压差法或示踪气体法。

8.1.7 机电系统施工除应符合国家现行施工质量验收规范外，还应重点控制以下环节：

1 穿出气密区域的管道和电线等均应预留并做好断桥和气密性处理，避免因机电系统施工产生新热桥和影响围护结构的气密性。

水系统管道、管件等均应做良好保温，尤其应做好三通、紧

固件和阀门等部位的保温，避免发生热桥。

2 施工期间新风系统所有敞开部位均应做防尘保护,包括风道、新风机组和过滤器。

3 新风机安装应固定平稳，并有防松动措施，吊装时应有减振措施。风管与新风机应采用软管连接。室内管道固定支架与管道接触处应设置隔音垫，防止噪声产生及扩散，也可避免发生热桥。

室内排水管道及其透气管均应进行隔音处理，可采用外包保温材料的方式进行隔声。

8.2 主控项目

8.2.1 1 围护结构保温工程复验要求如表 8 所示。

表 8 外墙保温复验项目

序号	材料名称		复验项目
1	保温板	模塑聚苯板、挤塑聚苯板、硬泡聚氨酯板	厚度、导热系数、表观密度、垂直于板面的抗拉强度(仅限墙体)、燃烧性能、压缩强度(仅限地面、屋面)
		岩棉带	厚度、导热系数、表观密度、垂直于表面的抗拉强度、酸度系数
2	复合保温板等墙体节能定型产品		传热系数或热阻、单位面积质量、拉伸粘结强度、燃烧性能(不燃材料除外)
3	保温砌块等墙体节能定型产品		传热系数或热阻、抗压强度、吸水率
4	反射隔热材料		太阳光反射比, 半球发射率
5	防火隔离带		燃烧性能、导热系数、吸水率、垂直于表面的抗拉强度(仅限墙体)
6	胶粘剂		常温常态拉伸粘结强度(与水泥砂浆), 常温常态拉伸粘结强度(与保温板), 常温常态拉伸粘结强度(与隔离带)
7	抹面胶浆		常温常态和浸水拉伸粘结强度(与保温板), 常温常态和浸水拉伸粘结强度(与隔离带), 压折比
8	玻纤网		耐碱断裂强力、耐碱断裂强力保留率

2 外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施进场复验要求如表 9 所示。

表 9 外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施现场见证取样复验项目

序号	材料名称	复验项目
1	外门窗	气密性、传热系数、中空玻璃的密封性能及露点、玻璃的太阳得热系数、可见光透射比
2	建筑幕墙（含采光顶）	幕墙玻璃的可见光透射比、传热系数、太阳得热系数，中空玻璃的露点；隔热型材的抗拉强度、抗剪强度
3	透明、部分透明遮阳材料	太阳光透射比、太阳光反射比
4	外遮阳设施	遮阳系数、抗风荷载

3 重点检查外门窗用防水透汽膜、防水隔汽膜的类型、规格及性能是否符合设计或相关标准要求。

4 重点核查新风系统热回收装置、冷（热）源机组、空调（采暖）末端设备等产品的节能性能检测报告。

5 照明设备进场检查项目包括：照明光源初始光效、照明灯具镇流器能效值、照明灯具效率、照明设备功率、功率因数和谐波含量值。

6 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统设备进场复验项目包括：太阳能集热器的安全性能及热性能；太阳能光伏电池的发电功率及发电效率。

8.2.4 供暖通风与空调节能工程、照明节能工程安装调试完成后，应由建设单位委托具有相应资质的检测机构进行系统节能性能检验并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检验项目，应在保修期内补做。

供暖通风空调与照明系统节能性能检测应包括下列内容：

- (1) 室内平均温度；
- (2) 供暖通风与空调系统水力平衡度；
- (3) 照度与照明功率密度。

可再生能源系统性能检测应符合下列规定：

(1) 太阳能热利用系统的热工性能检验应包括太阳能集热系统得热量、太阳能集热系统效率、太阳能热利用系统的总能耗及太阳能热利用系统的太阳能保证率。太阳能热利用系统的集热系统效率应符合设计要求。

(2) 地源热泵系统整体验收前，应进行冬、夏两季运行测试，并对地源热泵系统的实测性能作出评价。