

湖 南 省 地 方 标 准

湖南省被动式超低能耗居住建筑节能检测 标准

Energy-saving test standard for passive ultra-low energy consumption residential
buildings in Hunan province

(征求意见稿)

202×—××—×× 发布

202×—××—×× 实施

湖南省住房和城乡建设厅 发布

前 言

依据湖南省住房和城乡建设厅湘建科函〔2022〕40号文件,由湖南湘建智科工程技术有限公司、湖南元天检测技术有限公司为主编单位,会同有关单位共同编制了本标准。

在本标准编制过程中,编制组借鉴了省内外近年来被动式超低能耗居住建筑节能检测经验,参考了国内被动式超低能耗居住建筑节能检测有关技术规定,并在省内外广泛征求了有关单位的意见,经反复讨论、修改后定稿。

本标准共分11章。其主要技术内容有:总则;术语;基本规定;室内温度、相对湿度检测;新风量检测;室内空气质量检测;室内噪声检测;非透光外围护结构热工性能检测;透光外围护结构热工性能检测;建筑整体气密性能检测;采暖、制冷、照明及通风系统能耗检测。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理,湖南湘建智科工程技术有限公司负责具体内容的解释。

本标准主编单位:湖南湘建智科工程技术有限公司

本标准参编单位:湖南元天检测技术有限公司

中国有色金属长沙勘察设计研究院有限公司

湖南建中工程咨询有限公司

湖南中丞工程检测有限公司

长沙拓望建设工程质量检测有限公司

沈阳紫微恒检测设备有限公司

湖南水利水电职业技术学院

湖南梦同幕墙门窗有限公司

湖南长建科技有限公司

本标准主要起草人员:吴 春 康建彬 张 巍 王沛恩 卢艺伟 许梦兰

蒋欣达 孙国衡 信贵风 蔡卧斌 欧阳和平

奉文辉 秦 敏 刘 丹 谭 云 李 凯

刘俊池 丁 郭 王新建

本标准主要审查人员:××× ××× ××× ××× ××× ×××

×××

目 录

1 总则	1
2 术语	3
3 基本规定	5
4 室内温度、相对湿度检测	6
4.1 检测方法	6
4.2 合格指标与判定方法	7
5 新风量检测	9
5.1 检测方法	9
5.2 合格指标与判定方法	9
6 室内空气质量检测	10
6.1 检测方法	10
6.2 合格指标与判定方法	11
7 室内噪声检测	12
7.1 检测方法	12
7.2 合格指标与判定方法	13
8 非透光外围护结构热工性能检测	14
8.1 检测方法	14
8.2 合格指标与判定方法	16
9 透光外围护结构热工性能检测	18
9.1 检测方法	18
9.2 合格指标与判定方法	19
10 建筑整体气密性能检测	20
10.1 检测方法	20

10.2 合格指标与判定方法	21
11 采暖、制冷、照明及通风系统能耗检测	22
11.1 检测方法	22
11.2 合格指标与判定方法	24
附录 A 压差法	25
A.0 检测条件	25
A.1 试验准备	25
A.2 测试	26
A.3 数据处理与分析	26

1 总则

1.0.1 为了规范湖南省被动式超低能耗居住建筑节能检测方法，推进我省被动式超低能耗居住建筑的发展，制定本标准。

【条文说明】

我国在城镇化快速发展时期，经济社会快速发展和人民生活水平不断提高，导致能源和环境矛盾日益突出，建筑能耗总量和能耗强度上行压力不断加大。实施能源资源消费革命发展战略，推进城乡发展从粗放型向绿色低碳型转变，对实现新型城镇化，建设生态文明具有重要意义。建筑节能是推进新型城镇化、建设生态文明的重要举措；是建设生态文明、全面建成小康社会的重要举措。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出：“加快推动绿色低碳发展，发展绿色建筑。开展绿色生活创建活动。降低碳排放强度，支持有条件的地方率先达到碳排放峰值，制定二〇三〇年前碳排放达峰行动方案”。

建筑能效提升主要目的是在保证建筑功能需求与合理舒适度（温度、湿度、空气品质等）的基础上提高能源资源使用效率，减少建筑能源资源消耗量及对环境的影响，是对建筑节能发展提出的更高要求。从世界范围看，不断提高建筑能效要求，已成为许多国家推进绿色发展、应对气候变化、落实可持续发展战略的重要抓手。超低能耗居住建筑正在成为建筑节能新的发展趋势，欧盟等国家都在积极制定被动式超低能耗建筑发展目标和技术政策，因此有必要建立适合我国特点的超低能耗居住建筑标准及相应技术体系。

超低能耗居住建筑设计是以控制建筑能耗指标为导向，采用性能化设计方法进行设计，以更少的能源消耗提供更加舒适的室内环境。优势主要表现在：更加舒适，保证了建筑室内适宜的温湿度、良好的空气质量、安静的室内环境；更加节能，建筑物全年供冷供暖需求及一次能源消耗显著降低；更高的建筑质量，更长的使用寿命。

为了建立符合我省省情的超低能耗居住建筑技术及标准体系，更好地指导我省超低能耗居住建筑的推广，湖南省于 2021 年发布实施了地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》 DBJ43/T017，如何检测被动式超低能耗居住建筑是否达到相关的节能设计参数和用能指标，规范被动式超低能耗居住建筑节能检测方法，已成为促进被动式超低能耗居住建筑进一步发展必要的技术支撑手段。

1.0.2 本标准适用于湖南省新建、扩建和改建的被动式超低能耗居住建筑的节能检测。

1.0.3 被动式超低能耗居住建筑的节能检测，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业和湖南省现行有关标准的规定。

【条文说明】

本标准检测内容为《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ43/T017 中约束性指标和推荐性指标检测。由于建筑节能检测涉及的参数较多，相关参数均制定了相应的标准，并作出了相关规定，因此在进行被动式超低能耗居住建筑节能检测时，除应符合本标准外，还应符合国家、行业和湖南省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 被动式超低能耗居住建筑 (passive ultra-low energy consumption residential buildings)

被动式超低能耗居住建筑，是指适应气候特征和自然条件，通过被动式技术手段，采用保温隔热性能和气密性能更好的维护结构，运用高效新风热回收技术和合理利用可再生能源，最大程度地降低建筑供冷供暖需求，合理利用可再生能源，以更少的能源消耗提供更舒适室内环境的居住建筑。

2.0.2 建筑整体气密性 (building air tightness)

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

2.0.3 气密层 (air tightness layer)

由气密性材料和建筑部件、抹灰层等形成的阻止空气渗透的连续构造层。

2.0.4 室内平均温度 (average room air temperature)

在某房间室内活动区域内一个或多个代表性位置测得的，不少于规定的检测持续时间内室内空气温度逐时值的算术平均值。

2.0.5 热桥 (thermal bridge)

建筑物外围护结构中具有以下热工特征的部位，称为热桥。在室内采暖条件下，该部位内表面温度比主体部位低；在室内空调降温条件下，该部位内表面温度又比主体部位高。

2.0.6 热工缺陷 (thermal irregularities)

当围护结构中保温材料缺失、分布不均、受潮或其中混入灰浆时或当围护结构存在空气渗透的部位时，则称该围护结构在此部位存在热工缺陷。

2.0.7 透光外围护结构 (transparent envelope)

外窗、外门、透明幕墙和采光顶等太阳光可直接透射入室内的建筑物外围护结构。

2.0.8 同条件试样 (samples in the same conditions)

根据工程实体的性能取决于内在材料性能和构造的原理，在施工现场抽取一

定数量的工程实体组成材料，按同工艺、同条件的方法，在实验室制作能够反映工程实体热工性能的试样。

2.0.9 换气次数 (air change rate)

单位时间内室内空气的更换次数，即通风量与房间容积的比值。

2.0.10 建筑能耗综合值 (building energy consumption)

在设定计算条件下，单位套内使用面积年供冷、供暖、通风和照明的终端能耗量与可再生能源系统产能量，利用一次能源换算系数，统一换算到标准煤当量后两者的差值。

3 基本规定

3.0.1 湖南省被动式超低能耗居住建筑进行节能检测时，检测方法、合格指标和判定方法应符合本标准的有关规定。

3.0.2 湖南省被动式超低能耗居住建筑节能检测，应委托具有相应检测资质的检测机构对影响被动式超低能耗居住建筑节能和室内环境的主要参数进行专项检测，检测人员应经过专门培训，检测方法、合格指标和判定方法应符合本标准的有关规定。

3.0.3 被动式超低能耗居住建筑节能检测宜在下列有关技术文件准备齐全的基础上进行：

- 1 审查机构审查合格的节能设计文件；
- 2 工程竣工图纸和相关技术文件；
- 3 门窗传热系数、外窗气密性能等级、玻璃及外窗遮阳系数、保温材料密度、保温材料导热系数、保温材料比热容和保温材料强度等型式检验报告；
- 4 设计节能效果的定型产品、预制构件以及采用成套技术进行施工安装的工程，相关单位应提供正规有效的型式检验报告；
- 5 外墙墙体、屋面、热桥部位和采暖管道的保温施工做法或施工方案；
- 6 与本条第5款有关的隐蔽工程施工质量的中间验收报告。

3.0.4 检验批抽样样本应随机抽取，并应满足分布均匀、具有代表性的要求。

3.0.5 检测中使用的仪器仪表应具有法定计量部门出具的有效期内的检定合格证或校准证书，精度等级及最小分度值应能满足工程性能测定的要求。

4 室内温度、相对湿度检测

4.1 检测方法

- 4.1.1 居住建筑每户抽检卧室或起居室 1 间，其他房间按照房间总数抽检 10%。
- 4.1.2 当受检居住建筑房间使用面积大于或等于 30 m^2 时，应设置 2 个测点。测点应设于室内活动区域，且距地面或楼面 $0.7\text{--}1.8\text{m}$ 范围内有代表性的位置；温度传感器不应受到太阳辐射或室内冷热源的直接影响。
- 4.1.3 室内温湿度检测应在最冷或最热月进行，在供热或供冷系统正常运行稳定后，依据仪表的操作规程对温度和相对湿度进行连续检测，并记录检测数据，检测时间不得少于 6h，且数据记录时间间隔最长不得超过 30min。

【条文说明】

室外环境对室内温湿度有着很大的影响。由于室外气候条件和太阳辐射的位置及强度的变化，通过建筑物的墙、门窗、屋顶等围护结构的传热量和通过围护结构不严密处渗入室内的外界空气，都会对室内温湿度产生热和湿的干扰，并且热湿干扰的大小与室外气候条件、太阳辐射的强度以及围护结构的特性等因素有关。最冷或最热月对室内温湿度干扰最大，因此选择这两个时段对室内温湿度进行检测。气候统计上，一般以 1 月份为最冷月，7 月份为最热月。

- 4.1.4 数据处理应符合下列规定：

1 室内平均温度应按下列公式计算：

$$t_{rm, i} = \frac{\sum_{j=1}^p t_{i, j}}{p} \quad (4.1.4-1)$$

$$t_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{rm, i}}{n} \quad (4.1.4-2)$$

式中：
 t_{rm} — 检测持续时间内受检房间的室内平均温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；
 $t_{rm, i}$ — 检测持续时间内受检房间第 i 个室内逐时温度值（ $^{\circ}\text{C}$ ）；
 n — 检测持续时间内受检房间的室内温度逐时值的总数；
 $t_{i, j}$ — 检测持续时间内受检房间第 j 个测点的第 i 个逐时温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；
 p — 检测持续时间内受检房间布置的温度测点的总数。

2 室内相对湿度应按下列公式计算：

$$\varphi_{rm,i} = \frac{\sum_{j=1}^p \varphi_{i,j}}{p} \quad (4.1.4-3)$$

$$\varphi_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_{rm,i}}{n} \quad (4.1.4-4)$$

式中： φ_{rm} — 检测持续时间内受检房间的室内相对湿度平均值（%）；

$\varphi_{rm,i}$ — 检测持续时间内受检房间第 i 个室内逐时相对湿度（%）；

n — 检测持续时间内受检房间逐时相对湿度的总数；

$\varphi_{i,j}$ — 检测持续时间内受检房间第 j 个测点的第 i 个逐时相对湿度（%）；

p — 检测持续时间内受检房间布置的相对湿度测点的总数。

4.2 合格指标与判定方法

4.2.1 室内温度、相对湿度的合格指标与判定方法应符合下列规定：

1 湖南省被动式超低能耗居住建筑的室内平均温度、平均相对湿度应在设计文件规定范围内；当设计文件无规定时，应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ43/T017 中的相应规定；

2 湖南省被动式超低能耗居住建筑的室内逐时温度、逐时相对湿度应不低于室内设计平均温度、平均相对湿度的下限和上限；当设计文件无规定时，应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ43/T017 中的相应规定；

3 当受检房间的室内平均温度、平均相对湿度和室内逐时温度、逐时相对湿度分别满足本条第 1 款和第 2 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

【条文说明】

室内温湿度超出正常范围是不舒适的，按照“室内平均温湿度”这一指标评判，室内平均温湿度可能是合格的，但相应的逐时温湿度可能是超出正常范围的。为了节约能源，提高房间舒适度，本标准规定最冷月和最热月的“室内温湿度逐时值”最低值和最高值不低于或不高于某一限值。设计图纸是本标准进行合格判定的第一依据，然后才是国家、行业、地方相应标准规范。《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ43/T017 规定：超低能耗居住建筑房间室内平均温湿度参数指标应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 超低能耗居住建筑房间室内平均温湿度参数指标

名称	单位	指标	
		冬季	夏季
平均温度	°C	≥20	≤26
平均相对湿度	%	≥40	≤60

5 新风量检测

5.1 检测方法

5.1.1 新风量的检测数量应符合下列规定：

- 1 抽检比例不应少于新风系统数量的 20%；
- 2 不同风量的新风系统不应少于 1 个。

5.1.2 新风量检测方法应符合以下规定：

- 1 风口风量检测宜采用风口风量测量法，风管内风量检测应采用风管风量测量法；
- 2 检测应在系统正常运行后进行，且所有风口应处于正常开启状态。

【条文说明】

散流器风口风量，宜采用风量罩法测量；当风口为格栅或网格风口时，宜采用风口风速法测量；当风口为条缝形风口或风口气流有偏移时，宜采用辅助风管法测量；当风口风速法测试有困难时，可采用风管风量法。

5.1.3 风口风量测量应满足《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 附录 F.2 的规定。风管风量测量应满足《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 附录 F.1 的规定。

5.2 合格指标与判定方法

5.2.1 新风量的合格指标与判定方法应符合下列规定：

- 1 新风量检测值应符合设计要求，当设计文件无规定时，应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ43/T017 中的相应规定；且允许偏差应为±10%；
- 2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

6 室内空气质量检测

6.1 检测方法

6.1.1 室内空气质量检测包括：室内二氧化碳浓度、细颗粒物 PM_{2.5}、氨、甲醛、苯、室内总挥发性有机化合物（TVOC）、氡 ²²²Rn。

6.1.2 室内空气质量检测抽样数量不得少于房间总数的 5%，每个建筑单体不得少于 3 间，当房间总数少于 3 间时，应全数检测。I 类建筑无架空层或地下车库结构时，在进行室内空气质量氡 ²²²Rn 浓度检测时，一、二层房间抽检比例不宜低于总抽检房间数的 40%。

6.1.3 室内空气质量检测时，室内二氧化碳浓度、细颗粒物 PM_{2.5}、氨、甲醛、苯、室内总挥发性有机化合物（TVOC）浓度检测的点数设置应符合下列规定：

1 室内面积不足 50 m²的设置 1 个测点，50 m²~200 m²的设置 2 个测点，200 m²以上的设置 3 个~5 个测点；

2 室内 1 个测点的设置在中央，2 个采样点的设置在室内对称点上，3 个测点的设置在室内对角线四等分的 3 个等分点上，5 个测点的按梅花布点，其他的按均匀布点原则布置；

3 测点距离地面高度 1m~1.5m，距离墙壁不小于 0.5m；

4 测点应避开通风口、通风道等。

6.1.4 室内空气质量氡 ²²²Rn 浓度的采样布点应符合下列规定：

1 采样点的数量应根据所监测的室内面积和现场情况而定，正确反映室内空气污染物水平。单间小于 25 m²的房间应设 1 个点；25 m²~50 m²(不含)应设 2 个~3 个点；50 m²~100 m² (不含) 应设 3 个~5 个点；100 m²及以上应至少设 5 个点；

2 单点采样在房屋的中心位置布点，多点采样时应按对角线或梅花式均匀布点。采样点应避开通风口和热源，离墙壁距离应大于 0.5m，离门窗距离应大于 1m；

3 采样点高度原则上应与成人的呼吸带高度相一致，相对高度在 0.5m~1.5m 之间。在有条件的情况下，考虑坐卧状态的呼吸高度和儿童身高，增加 0.3m~0.6m 相对高度的采样。

6.1.5 采样前，应关闭门窗、空气净化设备及新风系统至少 12 h。采样时，门窗、空气净化设备及新风系统仍应保持关闭状态。使用空调的室内环境，应保持空调正常运转。室内氡累积测量（固体核径迹测量方法）以及其他未能满足前述要求

情况下的测量，应在房屋正常使用状态下进行。

6.1.6 室内空气质量指标中二氧化碳浓度、细颗粒物 PM2.5 浓度、苯浓度、总挥发性有机化合物（TVOC）浓度、氨浓度依据《公共场所卫生检验方法 第 2 部分：化学污染物》GB/T 18204.2 中相关方法进行检测，甲醛浓度依据《居住区大气中甲醛卫生检验标准方法 分光光度法》GB/T 16129 中的方法进行检测，氡²²²Rn 浓度依据《空气中氡浓度的闪烁瓶测量方法》GB/T 16147 中的方法进行检测。

【条文说明】

依据检测实践经验，室内挥发性物质如氨、甲醛、苯、TVOC 浓度的检测宜在夏季高温时段实施。低温时，挥发性物质未完全释放，检测浓度不能真实反应室内挥发物质浓度情况。

6.2 合格指标与判定方法

6.2.1 室内空气质量合格指标与判定方法应符合下列规定：

- 1 湖南省被动式超低能耗居住建筑的室内空气质量指标应在设计文件规定的范围内；当设计文件无规定时，应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ 43/T017 中的相应规定；
- 2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

7 室内噪声检测

7.1 检测方法

7.1.1 室内噪声检测应按房间数量抽测。抽检数量不应少于总房间数量的 5%，且不应少于 1 个房间。

7.1.2 室内噪声级的测量应符合下列规定：

1 室内允许噪声级应采用 A 声级作为评价量，室内允许噪声级应为关窗状态下昼间和夜间时段的标准值；

2 室内噪声级的测量应在昼间、夜间两个不同时段内，各选择较不利的时间进行；

3 室内噪声级的测量值为等效〔连续 A 计权〕声级；

4 对不同特性噪声的测量值，应按表 7.1.2 的规定进行修正；

5 测量室内噪声时，室内应无人（测试人员除外），且应在门窗关闭的情况下进行。

表 7.1.2 因噪声特性的不同对噪声测量值的修正值

噪声特性		修正值 (dB)
稳态噪声	持续稳定的噪声	0
	包含有调声的稳态噪声	+5
非稳态噪声	声级随时间起伏，变化较复杂的噪声 (如道路交通噪声)	0
	包含有调声的持续的非稳态噪声	+5
	飞机噪声	+3

【条文说明】

根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，“昼间”是指 06:00 至 22:00 之间的时段；“夜间”是指 22:00 至次日 06:00 之间的时段。

7.1.3 测点布置应符合下列规定：

1 面积小于 30 m²的房间，在被测房间内选取 1 个测点，测点应位于房间中央；

2 对于面积大于等于 30 m^2 、小于 100 m^2 的房间，选取 3 个测点，测点均匀分布在房间长方向的中心线上，房间平面为正方形时，测点应均匀分布在与窗面面积最大的墙面平行的中心线上；

3 对于面积大于等于 100 m^2 的房间，可根据具体情况，优化选取能代表该区域室内噪声水平的测点及测点数量；

4 测点分布应均匀且具代表性，测点应分布在人的活动区域内；

5 测点的布置应符合下列规定：

1) 测点距地面的高度应为 $1.2\text{m} \sim 1.6\text{m}$ ；

2) 测点距房间内各反射面的距离应大于等于 1.0m ；

3) 各测点之间的距离应大于等于 1.5m ；

4) 测点距房间内噪声源的距离应大于等于 1.5m 。

6 对于间歇性非稳态噪声的测量，测点数可为一个，测点应设在房间中央。

【条文说明】

对于较拥挤的房间，上述测点条件无法满足的情况下，测点距房间内各反射面（不包括窗等重要的传声单元）的距离应大于等于 0.7m ，各测点之间的距离应大于等于 0.7m 。

7.1.4 室内噪声级的测量仪器、方法及数据处理应按《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 附录 A 的规定执行。

7.2 合格指标与判定方法

7.2.1 室内噪声级的合格指标与判定方法应符合下列规定：

1 湖南省被动式超低能耗居住建筑的室内噪声级指标应在设计文件规定的范围内；当设计文件无规定时，应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ 43/T017 中的相应规定；

2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

8 非透光外围护结构热工性能检测

8.1 检测方法

8.1.1 非透光外围护结构热工性能检测应包括保温性能、隔热性能、热工缺陷和热桥部位内表面温度检测。

【条文说明】

本条文明确规定了非透光外围护结构热工性能检测的范围和内容。具体包括：外墙、屋面的传热系数、夏季建筑东（西）外墙和屋面的内表面逐时最高温度、室外逐时空气温度、内表面热工缺陷和外表面热工缺陷以及热桥部位内表面温度检测。

8.1.2 非透光外围护结构传热系数检测应符合下列规定：

1 热流计法检测外围护结构传热系数，其检测数量应符合下列规定：

- (1) 每一种构造做法不应少于 2 个检测部位；
- (2) 每个检测部位不应少于 4 个测点。

2 同条件试样法检测外围护结构传热系数，其检测数量应符合下列规定：

- (1) 检测数量应以单体建筑物为单位随机抽取确定；
- (2) 每种保温材料不应少于 2 组；
- (3) 每种外围护结构构造做法不应少于 2 组，且应包括典型热桥部位。

3 非透光外围护结构传热系数检测宜在受检围护结构施工完成至少 12 个月后进行。

8.1.3 非透光外围护结构隔热性能检测应符合下列规定：

1 每个检验批中的检测数量不得少于 3 套(间)，其中顶层不得少于 1 套(间)；

2 检测部位包括：外墙、屋面。受检部位应从受检套（间）中随机抽取，每一受检套（间）的受检部位不得少于 1 处，屋面不得少于 1 处；

3 同一朝向外墙主体部位受检面的数量不得少于 3 面，且至少有 3 面分布在不同的受检套（间）；

4 非透光外围护结构隔热性能检测应在围护结构施工完成 12 个月后进行，检测持续时间不应少于 24h；

5 检测开始前 2 天应为晴天或少云天气；

6 检测日应为晴天或少云天气，室外最高逐时空气温度不宜小于现行标准

《民用建筑热工设计规范》GB 50176 中附录 A 给出的湖南各地区最热月平均温度；

7 检测日工作高度处的室外风速不应超过 5.4m/s。

8.1.4 非透光外围护结构热工缺陷检测应符合下列规定：

1 对整体建筑围护结构外表面进行普测后，根据不同体形系数、不同楼层、不同朝向等因素选取有代表性的用户进行检测。每栋建筑热工缺陷的抽检数量不宜少于用户总数的 5%，且不应少于 3 户，并至少应包括顶层、中间层和底层各 1 户。当检验批中住户套数或间数不足 3 套（间）时，应全额检测；

2 受检外表面应从受检住户或房间的外墙或屋面中综合选取，每一受检住户或房间的外围护结构受检面数不得少于 1 面，但不宜超过 5 面；外墙或屋面的面数应以建筑内部分隔为依据；

3 检测前至少 24h 内室外空气温度的逐时值与开始检测时的室外空气温度相比，其变化不应大于 10℃；

4 检测前至少 24h 内和检测期间，建筑物外围护结构内外平均空气温度差不宜小于 10℃；

5 检测期间与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度逐时值变化不应大于 5℃，室内空气温度逐时值变化不应大于 2℃；

6 1h 内室外风速（采样时间间隔为 30min）变化不应大于 2 级（含 2 级）；

7 检测开始前至少 12h 内受检的外表面不应受到太阳直接照射，受检的内表面不应受到灯光的直接照射；

8 室外空气相对湿度不应大于 75%，空气中粉尘含量不应异常。

8.1.5 非透光外围护结构热桥部位内表面温度检测应符合下列规定：

1 热桥部位内表面温度宜采用热电偶等温度传感器进行检测，并应与室内温度同步检测；

2 热桥部位内表面温度检测时，测点应选在热桥部位温度最低处，如围护结构的屋顶、不同朝向外墙以及不采暖地下室顶板等易出现热桥的部位，具体位置可采用红外热像仪确定。每个部位不应少于 2 处，每处不应少于 4 个测点；

3 内表面温度传感器连同不少于 0.1m 长引线应与受检表面紧密接触，传感器表面的辐射系数应与受检表面基本相同；

4 非透光外围护结构热桥部位内表面温度检测应在采暖系统正常运行后进行, 检测时间宜选在最冷月, 且应避开气温剧烈变化的天气。检测持续时间不应少于 72h, 检测数据记录时间间隔不宜超过 30min。

8.1.6 非透光外围护结构的保温性能、隔热性能、热工缺陷和热桥部位内表面温度检测应按照现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《围护结构传热系数检测方法》GB/T 34342、《围护结构传热系数现场检测技术规程》JGJ/T 357、《民用建筑热工设计规范》GB 50176 中的有关规定进行。

8.2 合格指标与判定方法

8.2.1 非透光外围护结构外墙(或屋面)传热系数合格指标与判定方法应符合下列规定:

1 外墙(或屋面)平均传热系数应在设计文件规定的范围内;当设计文件无规定时,应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ 43/T017 中的相应规定;

2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时,应判为合格,否则应判为不合格。

【条文说明】

本标准规定应优先采用设计图纸中的设计值作为合格指标,当设计图纸中未具体规定时,则采用现行有关标准的规定值。

当设计图纸给出的是墙体平均传热系数而不是墙体主体部位传热系数时,可以通过建筑设计图纸得知墙体主体部位的材料构成和各种材料的厚度,然后通过计算获得主体部位传热系数的设计值。

8.2.2 非透光外围护结构隔热性能合格指标与判定方法应符合下列规定:

1 外墙和屋面的内表面逐时最高温度均不应高于室外逐时空气温度最高值;
2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时,应判为合格,否则应判为不合格。

8.2.3 非透光外围护结构热工缺陷合格指标与判定方法应符合下列规定:

1 统计面积宜采用网格法,最小网格边长不宜大于红外图像区域的 5%;
2 受检外表面缺陷区域与主体区域面积的比值应小于 10%,且单块缺陷面积应小于 0.5 m²。

【条文说明】

围护结构外表面热工缺陷检测是建筑热工缺陷检测第一个环节,主要是为了查出严重影响

响建筑能耗和使用的缺陷建筑，因此限定的范围较宽。被动式超低能耗建筑对热工缺陷的控制，应区别于普通居住建筑，本标准将外表面热工缺陷区域与受检表面面积的比例限值定为10%。为了防止单块热工缺陷面积过大而对用户舒适性造成影响，特对单块缺陷面积进行限制。对于开间（3~6）m的建筑来说，热桥面积小于5.4m²。如果将单块缺陷面积取为热桥面积的1/10，则为0.54m²，所以取0.5m²作为限值。

3 受检内表面因缺陷区域导致所在测试区域的冷（热）量损失增加比值应小于5%，且单块缺陷面积应小于0.3m²。

【条文说明】

围护结构内表面热工缺陷部位所占面积较小，但对热舒适影响较大。所以，规定因缺陷区域导致的能耗增加值应小于5%；为了防止单块缺陷面积过大对用户舒适性造成影响，本标准对内表面单块缺陷的面积提出更高要求，取单块缺陷面积0.3m²作为限值。

4 热像图中的异常部位，宜通过将实测热像图与受检部分的预期温度分布进行比较确定。必要时可采用内窥镜、取样等方法进行确定；

5 当受检外表面的检测结果满足本条第2款规定时，应判为合格，否则应判为不合格；

6 当受检内表面的检测结果满足本条第3款规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

8.2.4 非透光外围护结构热桥部位内表面温度合格指标与判定方法应符合下列规定：

1 在室内外计算温度条件下，围护结构热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度，且在确定室内空气露点温度时，室内空气相对湿度应按60%计算；

2 当受检部位的检测结果满足本条第1款规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

9 透光外围护结构热工性能检测

9.1 检测方法

9.1.1 透光外围护结构热工性能检测应包括保温隔热性能和遮阳性能检测。

【条文说明】

本条文明确规定了透光外围护结构热工性能检测的范围和内容。具体包括：透明幕墙、采光顶的传热系数和外窗外遮阳设施的检测。

9.1.2 透光外围护结构传热系数检测应符合下列规定：

1 透明幕墙及采光顶热工性能检测数量应符合下列规定：

- (1) 每种面板、构造做法均应检测；
- (2) 每种构造不应少于 3 处；
- (3) 每种面板不应少于 3 件。

2 透明幕墙及采光顶同条件试样法传热系数的检测数量应符合下列规定：

- (1) 每种幕墙、采光顶均应检测；
- (2) 种构造不应少于一个。

3 当透光围护结构的构造外表面无金属构件暴露时，其传热系数可采用现场热流计法进行检测，当不能采用现场热流计法进行检测时，可采用同条件试样进行检测。

9.1.3 透光外围护结构外窗外遮阳设施的检测应符合下列规定：

1 对固定外遮阳设施，检测的内容应包括结构尺寸、安装位置和安装角度。对活动外遮阳设施，还应包括遮阳设施的转动或活动范围以及柔性遮阳材料的光学性能；

2 用于检测外遮阳设施结构尺寸、安装位置、安装角度、转动或活动范围的量具的不确定度应符合下列规定：

- (1) 长度尺：应小于 2mm；
- (2) 角度尺：应小于 2°。

3 活动外遮阳设施转动或活动范围的检测应在完成 5 次以上的全程调整后进行；

4 遮阳材料的光学性能检测应包括太阳光反射比和太阳光直接透射比。太阳光反射比和太阳光直接透射比的检测应按现行国家标准《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680 的规定执行。

【条文说明】

外窗外遮阳设施的位置和构件尺寸、角度以及遮阳材料光学特性等都对遮阳系数有直接的影响，而且在建筑遮阳设计图中，这些参数都已给出，所以对这些参数的检测是可行的。对于活动外遮阳装置，因为遮阳设施的转动或活动的范围均影响着遮阳设施的效果，所以，亦有必要进行现场检测。

对量具不确定度的具体规定有利于增强数据的可比性。2mm 的不确定度对于工程检测中的常用量具（卷尺、钢直尺、游标尺）而言，是具有可操作性的，一般角度尺的不确定度亦能满足 2° 的要求。

检测前必须确认受检外遮阳设施的工作状态，只有能正常工作的外遮阳设施才能进入下一步的检测。

《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680-2021 可以用于测试材料的反射率和透明材料的透射比。

9.1.4 透光外围护结构保温性能和外窗外遮阳设施的检测应按照现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《建筑外门窗保温性能检测方法》GB/T 8484、《建筑幕墙保温性能分级及检测方法》GB/T 29043 的有关规定进行。

9.2 合格指标与判定方法

9.2.1 透光围护结构传热系数合格指标与判定方法应符合下列规定：

1 透光围护结构传热系数的检测值应不大于相应的设计值，且应符合湖南省现行有关标准的规定；

2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

9.2.2 透光外围护结构外窗遮阳设施合格指标与判定方法应符合下列规定：

1 外窗外遮阳设施的结构尺寸、安装位置、安装角度、转动或活动范围以及遮阳材料的光学性能应满足设计要求；

2 当外窗外遮阳设施的检测结果均符合本条第 1 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

10 建筑整体气密性能检测

10.1 检测方法

10.1.1 居住建筑的整体气密性测试方法可分为下列 2 种：

方法 I：采用压差法一次性对整栋建筑或建筑中最大的空间进行测试，将测试结果作为整栋建筑的换气次数。

方法 II：采用压差法从每 5 层建筑中选择 1 层进行测试，测试建筑面积不小于测试层面积 1/8 的小空间，其中建筑底层和顶层必须测试，测试结果按测试空间容积进行加权平均，取加权平均值作为整栋建筑的换气次数。

居住建筑的整体气密性测试方法的选择宜符合表 10.1.1 的规定。

表 10.1.1 整体气密性测试方法

适用范围	测试方法
测试空间容积 $V_t \leq 60000m^3$	方法 I
测试空间容积 $V_t > 60000m^3$ ，或方法 I 无法测量时	方法 II

【条文说明】

依据《建筑整体气密性检测及性能评价标准》 T/CECS 704-2020，建筑整体气密性检测应按建筑类别采用不同的测试方法。建筑类别应按内部空间的形式分为 A、B、C 三类，且分类应符合下列规定：

- 1 建筑由一个或多个容积小于 $2500m^3$ 的小空间组成，且所有小空间的容积之和超过建筑总容积的 80%，应为 A 类；
- 2 建筑中某一个空间的容积超过建筑容积的 80%，应为 B 类；
- 3 A、B 类以外的其他建筑，应为 C 类。

A 类建筑主要是住宅、宾馆、办公楼，其空间特征是整栋建筑由多个重复出现的小空间组成。B 类建筑主要是体育馆、音乐厅、电影院等，这类建筑中，一个主要空间的容积占建筑总容积的绝大部分，其他辅助房建围绕主要空能空间布置，空间容积占比较小。A、B 之外的建筑为 C 类建筑，例如：有中庭的商场等，可将其看作是 A、B 类建筑的组合，其空间特点是既有重复出现的小空间，又有容积很大的单一空间，两种空间容积占比相当。

目前，建筑整体气密性测试最常用的是压差法。按照国内外主要设备的测试能力，并考

考虑测建筑整体气密性的分布范围,当建筑整体气密性非常好时,建筑容积超过70000m³后压差法无法进行测试。当建筑整体气密性较差时,压差法能够测试的建筑容积还要减小。因此,将上述容积适当降低,选择建筑容积60000m³作为压差法测试的上限。

表10.1.1中“方法I无法测量时”是指当测试设备输出的风量达到45000m³时,仍然无法在测试空间内外产生超过60Pa压差的情况。

压差法见本标准附录A。

10.1.2 现场检测条件应符合下列要求:

- 1 被测建筑物应在围护结构及气密层完工后进行气密性测试;
- 2 测试期间,室外风速不应大于3m/s;
- 3 测试空间室内外温差与测试空间净高的乘积不应大于250m·K。

【条文说明】

风速和建筑室内外温差会造成建筑物内外之间的“自然压差”。建筑物的高度越高,其影响就越大。因此,应尽量选择无室内外温差以及无风或微风条件下进行测试。

室外温度较低时,建筑室内的热空气会上升,导致通过建筑物上部的渗透处流出,而在建筑物下部,室外冷空气通过渗漏处流入。在此条件下,建筑物上部区域形成超压,即正自然压差,下部区域则形成负压差的低压。温差越大,建筑物高度越高,自然压差也越大,因此在测试时,应考虑室内外压差及建筑物高度的综合影响。

在风力影响下,建筑物迎风面将形成负压,即负自然压差,在背风面会形成正压,即正自然压差。室外风力越大,影响建筑物迎风面的自然压差就越大,导致测试时的误差增大。

室外风速测点为建筑物迎风面中点处,在距地面1.5m,距墙面1m的位置。建筑高度超过24m时,尚需测量顶层迎风面中点,距墙面1m处的室外风速。测试期间,各测点的风速均应满足要求。

10.2 合格指标与判定方法

10.2.1 建筑整体气密性能检测合格指标与判定方法应符合下列规定:

- 1 湖南省被动式超低能耗居住建筑的整体气密性能应在设计文件规定的范围内;当设计文件无规定时,应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ43/T017中的相应规定;
- 2 当检测结果符合本条第1款的规定时,应判为合格,否则应判为不合格。

11 采暖、制冷、照明及通风系统能耗检测

11.1 检测方法

11.1.1 被动式超低能耗居住建筑采暖、制冷、照明及通风系统能耗检测数量为相同户型的用户数量不应少于 5%，且不应少于 2 个，不足 2 个时应全部检测。

11.1.2 被动式超低能耗居住建筑采暖、制冷、照明及通风系统能耗检测应符合下列原则：

1 各项性能检测均应在系统实际正常运行状态下进行，应以典型用户进行随机抽样检测，进行计算分析；

2 应在建筑物投入正常使用一年后进行；

3 能耗计量时间以一年为一个周期；

4 不同的能源宜通过换算，统一将能耗计量单位换算成一次能源，能源换算系数如下表 11.1.2 所示。

表 11.1.2 能源换算系数

能源种类	换算单位	一次能源换算系数
标煤	kWh 一次/kgce 终端	8.14
天然气	kWh 一次/m ³ 终端	9.85
热力	kWh 一次/ kWh 终端	1.22
电力	kWh 一次/ kWh 终端	2.6
生物质能	kWh 一次/ kWh 终端	0.2
光伏、风力等可再生能源发电自用	kWh 一次/ kWh 终端	2.6

注：1 表中数据引自国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350。

11.1.3 对于设置用能分项计量的建筑，建筑物年采暖、制冷、照明及通风系统能耗可直接通过对分项计量仪表记录的数据统计，得到该建筑物的年采暖、制冷、照明及通风系统能耗。

【条文说明】

室外温度 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 连续超过 3 小时或相对湿度 $\geq 80\%$ 连续超过 3 小时为供冷期，室外日平均温度 $\leq 8^{\circ}\text{C}$ 为供暖期；当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 80\%$ 时，采用机械通风，不计算供冷耗冷量，仅计算通风机电耗。

11.1.4 建筑能耗综合值按下式子计算：

$$E = \frac{E_c \times f_i + E_h \times f_i + E_v \times f_i + E_l \times f_i - (\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i)}{A} \quad (12.1.4-1)$$

式中： E —— 建筑能耗综合值，（kWh/m²）；

A —— 住宅套内使用面积；

E_c —— 供冷系统的能源消耗（kWh）；

E_h —— 供暖系统的能源消耗（kWh）；

E_v —— 通风系统的能源消耗（kWh）；

E_l —— 照明系统的能源消耗（kWh）；

$E_{r,i}$ —— 一年本体产生的 i 类型可再生能源的产能量（kWh）；

$E_{rd,i}$ —— 一年周边产生的 i 类型可再生能源的产能量（kWh）；

f_i —— i 类型能源的一次能源系数，一次能源系数按表 12.1.1 取值。

11.1.5 可再生能源利用率应按下式计算：

$$REF_p = \frac{\sum E_{r,i} f_i + \sum E_{rd,i} f_i}{E_c \times f_i + E_h \times f_i + E_v \times f_i + E_l \times f_i} \quad (12.1.5-1)$$

式中： REF_p —— 基于一次能源总量的可再生能源利用率（%）。

11.1.6 住宅建筑能耗指标应以套内使用面积为基准，并符合下列规定：

- 1 套内使用面积等于套内各功能空间的使用面积之和，包括卧室、起居室（厅）、书房、客厅、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、贮藏室、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 坡屋顶内设置空调或供暖设施的空间应计入套内使用面积中。坡屋顶内屋面板下表面与楼板地面的净高低于 1.2m 的空间不计算套内使用面积；净高在 1.2m~2.1m 的空间应按 1/2 计算套内使用面积；净高超过 2.1m 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。

11.2 合格指标与判定方法

11.2.1 被动式超低能耗居住建筑采暖、制冷、照明及通风系统能耗应符合下列规定：

- 1 被动式超低能耗居住建筑采暖、制冷、照明及通风系统能耗应在设计文件规定的范围内；当设计文件无规定时，应符合现行湖南省地方标准《湖南省超低能耗居住建筑节能设计标准》DBJ 43/T017 中的相应规定；
- 2 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

附录 A 压差法

A.0 检测条件

A.0.1 测试空间室内外温差与测试空间净高的乘积不应大于 $250\text{m} \cdot \text{K}$ 。

A.0.2 测试期间，室外风速不应大于 3m/s 。

A.1 试验准备

A.1.1 建筑的测试空间容积 (V_t) 、围护结构表面积 (A_E) 的计算应符合下列规定：

1 测试空间容积 (V_t) 应取地板净面积 (A_F) 与空间净高 (H) 的乘积。计算时，应减去空间中结构构件的体积；不应减去围护结构中的孔洞体积；不应减去空间中家具的体积；

2 围护结构表面积 (A_E) 应为分隔测试空间和非测试空间（包括室外、相邻房间等）的所有围护结构的总面积。计算时，应包括所有与测试空间接触的墙面、地面、楼屋面的面积；包括室外地坪以下的墙面和地面的面积；计算采用围护结构内部尺寸，不应减去其中内围护结构与外围护结构连接处的尺寸。

A.1.2 建筑构件的启闭状态应按表A.1.2-1 的要求进行调整。

表 A.1.2-1 建筑构件的启闭状态

构件部位	方法
外门、窗、天窗	关闭
测试空间内部的门、窗	打开
测试空间与非测试空间连通的门、窗、孔洞	封闭
与测试空间相邻的非测试空间的门、窗	关闭
空调、通风系统的风口	封闭
未使用的预留孔或预留管道	封闭

A.1.3 检测设备应安装在测试空间的建筑开口处，并应对设备与建筑的连接部位进行密封。

A.1.4 室内外温度和压力测点的布置应符合下列规定：

- 1 测点应避免阳光直射和风机气流干扰，距离风机 2m 以上；
- 2 应在被测空间中部布置室内温度测点；

3 应在被测空间外侧并联布置室外压力测点。

A.1.5 室内外压差应调到 60Pa以上，利用红外热像仪或烟雾发生器等对A.1.2 条中需要封闭的建筑构件的密封情况进行检查。当发现密封缺陷时，应重新密封。

A.2 测试

A.2.1 测试前，应测试零风量下设备安装处的室内外压差，当 30s内正负压差的平均值均不超过±5Pa时，记录测试开始时零风量正压差平均值（ $\Delta P_{0\cdot s}^+$ ）、负压差平均值（ $\Delta P_{0\cdot s}^-$ ）、压差平均值（ $\Delta P_{0\cdot s}$ ）、室内（外）温度[$T_{i\cdot s}$ ($T_{e\cdot s}$)]、室外风速（ $v_{e\cdot s}$ ）及室外大气压力（ P_s ）。

A.2.2 测试应以室内外压差 50Pa为中心点，选取 5 个测试工况，相邻测试工况室内外压差的差值不应小于 5Pa，且不宜大于 10Pa。应记录每个工况的测试压差（ ΔP_m ）、空气流量（ q_r ）、室内（外）温度[T_i (T_e)]、室外风速（ v_e ）。

A.2.3 5 个工况测试完成后，应再次测试零风量下室内外压差，当 30s内正负压差的平均值均不超过±5Pa时，记录测试结束时零风量正压差平均值（ $\Delta P_{0\cdot e}^+$ ）、负压差平均值（ $\Delta P_{0\cdot e}^-$ ）、压差平均值（ $\Delta P_{0\cdot e}$ ）、室内（外）温度[$T_{i\cdot e}$ ($T_{e\cdot e}$)]及室外风速（ $v_{e\cdot e}$ ）。

A.2.4 第一次测试结束后，应按第A.2.1~A.2.3 条再进行一次反向压差测试。

A.2.5 当正、负压测试结果相差超过 10%时，应重新进行测试。

A.3 数据处理与分析

A.3.1 压差测试时，各测试工况的实际压差（ ΔP ）和通过围护结构的空气渗流量（ q_{env} ）应按下列公式计算：

$$\Delta P = \Delta P_m - \frac{\Delta P_{0\cdot s} + \Delta P_{0\cdot e}}{2} \quad (\text{A.3.1-1})$$

$$q_{env}^- = q_m \frac{T_{0\cdot e}}{T_{0\cdot i}} \quad (\text{A.3.1-2})$$

$$q_{env}^+ = q_m \frac{T_{0\cdot i}}{T_{0\cdot e}} \quad (\text{A.3.1-3})$$

$$q_m = q_r \frac{\rho_c}{\rho_m} \quad (\text{A.3.1-4})$$

式中： ΔP —测试工况的实际压差（Pa）；

ΔP_m —测试工况的测试压差（Pa）；

$\Delta P_{0\cdot s}$ —测试开始时，30s零风量压差的平均值（Pa）；

$\Delta P_{0\cdot e}$ —测试结束时，30s零风量压差的平均值（Pa）；

q_{env}^- —负压测试时, 通过围护结构的空气流量 (m^3/h) ;

q_{env}^+ —正压测试时, 通过围护结构的空气流量 (m^3/h) ;

$T_{0\cdot e}$ —室外空气的绝对温度 (K) ;

$T_{0\cdot i}$ —室内空气的绝对温度 (K) ;

q_m —在规定的温度和压力下的测量空气流量 (m^3/h), 按式A.3.1-4 计算;

q_r —与测试压差对应的空气流量 (m^3/h) ;

ρ_c —标定时通过风机的空气密度 (kg/m^3) ;

ρ_m —测试时通过风机的空气密度 (kg/m^3) 。

A.3.2 压差测试的气流系数 (C_{env}) 、气流指数 (n) 和相关系数 (r^2) 可按下列公式计算:

$$C_{env} = \exp^{(\bar{y} - n\bar{x})} \quad (A.3.2-1)$$

$$n = \frac{S_{xy}}{S_x^2} \quad (A.3.2-2)$$

$$r^2 = \frac{S_{xy}^2}{S_x^2 \cdot S_y^2} \quad (A.3.2-3)$$

$$x_i = \ln(\Delta P_i), \quad y_i = \ln(q_{env\cdot i}) \quad (A.3.2-4)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad (A.3.2-5)$$

$$S_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2, \quad S_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad (A.3.2-6)$$

$$S_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (A.3.2-7)$$

式中: N —测试工况的个数, 无量纲;

C_{env} —正 (负) 压测试的气流系数 [$m^3 / (h \cdot Pa^n)$] ;

n —正 (负) 压测试的气流指数, 无量纲;

r^2 —回归公式的相关系数, 无量纲。

A.3.3 压差测试的渗漏系数 (C_L) 和渗漏量 (q_L) 可按下列公式计算:

$$C_L^- = C_{env} \cdot (T_0/T_e)^{1-n} \quad (A.3.3-1)$$

$$C_L^+ = C_{env} \cdot (T_0/T_i)^{1-n} \quad (A.3.3-2)$$

$$q_L^- = C_L^- (\Delta P)^n \quad (A.3.3-3)$$

$$q_L^+ = C_L^+ (\Delta P)^n \quad (\text{A.3.3-4})$$

式中: C_L^- —负压测试时的渗漏系数 [$m^3 / (h \cdot Pa^n)$];

C_L^+ —正压测试时的渗漏系数 [$m^3 / (h \cdot Pa^n)$];

T_0 —标准状态下空气的绝对温度, 取 293.15K;

q_L^- —负压测试时, ΔP 压差下的渗漏量 (m^3/h);

q_L^+ —正压测试时, ΔP 压差下的渗漏量 (m^3/h)。

A.3.4 测试空间在 50Pa 压差下, 围护结构单位面积的渗漏量 ($q_{a \cdot 50}$) 可按下式计算:

$$q_{a \cdot 50} = \frac{q_{50}^- + q_{50}^+}{2 \cdot A_E} \quad (\text{A.3.4})$$

A.3.5 测试空间在 50Pa 压差下, 正负压测试的换气次数 (N_{50}^+ 、 N_{50}^-) 应按下列公式计算:

$$N_{50}^+ = q_{50}^+ / V_t \quad (\text{A.3.5-1})$$

$$N_{50}^- = q_{50}^- / V_t \quad (\text{A.3.5-2})$$

式中: N_{50}^+ 、 N_{50}^- —测试空间内外压差为 50Pa、-50Pa 下的换气次数 (h^{-1});

q_{50}^+ 、 q_{50}^- —测试空间内外压差为 50Pa、-50Pa 下的渗漏量 (m^3/h), 按公式 (A.3.3-3)、(A.3.3-4) 计算;

V_t —测试空间容积 (m^3)。

A.3.6 测试空间在 50Pa 压差下的换气次数 (N_{50}^s) 应按下式计算:

$$N_{50}^s = (N_{50}^+ + N_{50}^-) / 2 \quad (\text{A.3.6})$$

式中: N_{50}^s —测试空间在 50Pa 压差下的换气次数 (h^{-1})。

A.3.7 整栋建筑的换气次数 (N_{50}) 的计算应符合下列规定:

1 当采用 I 类测试方法时, 整栋建筑的换气次数应按下式计算:

$$N_{50} = N_{50}^s \quad (\text{A.3.7-1})$$

式中: N_{50} —整栋建筑在 50Pa 压差下的换气次数 (h^{-1})。

2 当采用 II 类测试方法时, 整栋建筑的换气次数应按下式计算:

$$N_{50} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{50 \cdot i}^s V_{t \cdot i}}{\sum_{i=1}^n V_{t \cdot i}} \quad (\text{A.3.7-2})$$

式中: $N_{50 \cdot i}^s$ —第 i 个测试空间的换气次数 (h^{-1}), 按公式 (A.3.6) 计算;

$V_{t,i}$ —第*i*个测试空间的容积 (m^3) 。