

近零能耗建筑检测技术标准

Technical Standard for nearly zero energy buildings testing

2021-12-22 发布

2022-06-01 实施

江苏省市场监督管理局 江苏省住房和城乡建设厅

发 布

WWW.ZYLJC.CN

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 2

5 室内环境 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 室内平均温度、湿度 3

 5.3 新风量 5

 5.4 二氧化碳浓度 5

 5.5 室内 PM2.5 浓度 6

 5.6 室内噪声 8

 5.7 室内照度值和照明功率密度 10

 5.8 围护结构内表面温度与室内温度温差 12

6 围护结构热工性能 13

 6.1 一般规定 13

 6.2 主体部位传热系数 13

 6.3 热工缺陷 16

 6.4 热（冷）桥 17

 6.5 内表面最高温度 19

7 建筑气密性 20

 7.1 一般规定 20

 7.2 外门窗气密性 20

 7.3 建筑整体气密性 22

8 机电设备 23

 8.1 一般规定 23

 8.2 冷热源系统 24

 8.3 新风热回收系统 25

9 其他被动式技术 26

 9.1 一般规定 26

 9.2 建筑外遮阳性能 26

 9.3 自然通风 27

 9.4 自然采光 29

10 可再生能源 32

10.1 一般规定 32

10.2 太阳能光伏系统 32

10.3 太阳能热水系统 33

10.4 地源热泵系统 36

10.5 空气源热泵热水系统 39

附 录 A 检测报告格式 41

附 录 B 能耗与能效指标检测方法..... 43

 B.1 一般规定 43

 B.2 居住建筑 52

 B.3 公共建筑 52

附 录 C 江苏省 I、II 区城市划分及对应辐照量分段统计表..... 53

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由江苏省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：南京工业大学、南京工大建设工程有限公司、无锡市建筑工程质量检测中心、常熟市工程质量检测中心、盐城天恒建设工程质量检测有限公司、淮安市建筑科学研究院有限公司、南京市江北新区建设和交通工程质量安全监督站。

本文件主要起草人：龚红卫、倪文辉、殷健、管超、王军卫、仇铮、张益平、颜萱、周绍勇、李刚、朱坚、王学为、许丹菁、蔡成亮、王中原。

近零能耗建筑检测技术标准

1 范围

为规范江苏省预制装配式自复位混凝土框架结构的设计、制作、施工、验收与维护，减轻地震后的结构破坏和经济损失，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

本规程适用于标准适用于江苏省新建、扩建和改建的近零能耗建筑的现场检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 51350 近零能耗建筑技术标准
GB 50189 公共建筑节能设计标准
JGJ 26 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准
JGJ 134 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准
JGJ/T 177 公共建筑节能检测标准
JGJ/T 132 居住建筑节能检测标准
T/CECS 740 近零能耗建筑检测评价标准
DGJ32/TJ 194 绿色建筑室内环境检测技术标准
GB/T 34342 围护结构传热系数检测方法
JGJ/T 357 围护结构传热系数现场检测技术规程
GB/T 7106 建筑外窗气密性、水密性、抗风压性检测标准
JGJ/T 309 建筑通风效果测试与评价标准
GB/T 29183 红外热像法检测建设工程现场通用技术要求
DGJ32/TJ 81 建筑工程红外热成像法检测技术规程
DGJ32/TJ 191 供暖通风与空气调节系统检测技术规程
GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物
被动式超低能耗绿色建筑技术导则(试行)(居住建筑)
江苏省超低能耗居住建筑技术导则(试行)
GB/T 17094 室内空气中二氧化碳卫生标准
GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准
DGJ32 J19-绿色建筑工程施工质量验收规范
DB13(J)T 8324 被动式超低能耗建筑节能检测标准
GB 12021.9 交流电风扇能效限定值及能效等级
DGJ32/TJ 130 地源热泵系统检测技术规程

DGJ32/TJ 171 地源热泵系统建筑应用能效测评标准
 GB/T 5699 采光测量方法
 GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准
 DGJ32/TJ 170 太阳能热水系统建筑应用能效测评技术规程
 DGJ32/TJ 90 建筑太阳能热水系统工程检测与评定规程
 DB37/T 5095 低温空气源热泵供暖（空调）系统技术规程
 T/CECS 564 空气源热泵供暖工程技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

近零能耗建筑 *nearly zero energy building*

适应气候特征和场地条件，通过被动式建筑设计最大幅度降低建筑供暖、空调、照明需求，通过主动技术措施最大幅度提高能源设备与系统效率，充分利用可再生能源，以最少的能源消耗提供舒适室内环境，且其室内环境参数和能效指标符合本标准规定的建筑，其建筑能耗水平应较国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2010 降低 60%-75%以上。

3.2

建筑气密性 *air tightness of building envelope*

建筑在封闭状态下阻止空气渗透的能力。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。通常采用压差试验检测建筑气密性，以换气次数 N50，即室内外 50Pa 压差下换气次数来表征建筑气密性。

3.3

热（冷）桥 *thermal (cold) bridge*

绝热构造中，存在温差的内外表面间具有低热阻值的通路，又称冷桥。

3.4

热回收新风机组 *energy recovery ventilators for outdoor air handling*

以显热或全热回收装置为核心，通过风机驱动空气流动实现新风对排风能量的回收和新风过滤的设备。

3.5

显热交换效率 *sensible heat exchange efficiency*

对应风量的新风进口、送风出口温差与新风进口、回风进口温差之比。

3.6

全热交换效率 *total heat exchange efficiency*

对应风量的新风进口、送风出口焓差与新风进口、回风进口焓差之比。

3.7

风扇调风 *air movement of fan*

由风扇调节房间空气的速度场，提高热舒适的方法，简称 AMF。

4 基本规定

- 4.1 近零能耗建筑检测应在委托方提供完整的技术资料和针对热桥节点、气密性节点、门窗洞口、系统设备、室内环境等制定专项检测方案的基础上进行。
- 4.2 近零能耗建筑检测中使用的仪器应具有有效期内的检定证书或校准证书，检测仪器性能指标应符合本标准的规定。
- 4.3 近零能耗建筑检测项目应包括室内环境、围护结构热工性能、建筑气密性、机电设备、其他被动式技术和可再生能源的检测。
- 4.4 近零能耗建筑竣工验收前应进行建筑能耗与能效指标的检测，检测方法应符合本标准附录 B 的规定。建筑运行 1 年后，应进行实际能耗计算，实际能耗数据应以现场表具计量数据和补充检测的能耗数据为基础进行计算。
- 4.5 检测报告格式可按本标准附录 A 进行。

5 室内环境

5.1 一般规定

- 5.1.1. 室内环境检测应包括室内平均温度、湿度、新风量、二氧化碳浓度、PM2.5 浓度、室内噪声、室内照度值和照明功率密度。
- 5.1.2. 室内环境检测时，应在相关系统安装完成并正常运行的状态下进行。

5.2 室内平均温度、湿度

5.2.1. 检测条件

- a) 室内温湿度检测前按照设计要求设置室内运行参数，待建筑物达到热稳定后进行检测。
- b) 室内温湿度检测期间应同时对室外温湿度进行检测，记录室外温湿度的变化情况。
- c) 室内温湿度应采用自动检测仪检测，数据存储方式应适用于计算机分析。
- d) 检测仪器性能应符合表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	空气温度（℃）	温度计（仪）	不确定度≤0.5℃
2	相对湿度（%）	相对湿度仪	不确定度≤5%RH

5.2.2. 检测数量

- a) 设有集中供暖空调系统的公共建筑，温度、相对湿度检测数量按照供暖空调系统分区进行选择。当系统形式不同时，每种系统形式均应检测。相同系统形式应按系统数量的 20% 抽检，同一个系统检测数量不应少于总房间数量的 10%。
- b) 未设置集中供暖空调系统的公共建筑，温度、相对湿度检测数量不应少于总房间数量的 10%。
- c) 居住建筑相同户型的应按照 10% 的比例抽检，每户抽检应包含卧室及起居室各 1 间。

5.2.3. 检测方法

- a) 室外温湿度测点布置：在被检测建筑物室外应布置 1 个室外温湿度记录仪，室外温湿度记录仪应安放在百叶箱内水平面的中心线上或防辐射罩内。百叶箱或防辐射罩应距离地面 1.0m~1.5m 处，周围应无遮挡物。

b) 室内温湿度测点布置:

- 1) 当受检居住建筑房间使用面积大于或等于 30m^2 时, 应设置两个测点。测点应设于室内活动区域, 且距地面或楼面 $0.7\sim 1.8\text{m}$ 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热源的直接影响。
- 2) 公共建筑室内面积不足 16m^2 , 测室内中央 1 点; 16m^2 及以上不足 30m^2 测 2 点 (居室对角线三等分, 等分点作为测点); 30m^2 及以上不足 60m^2 测 3 点 (居室对角线四等分, 其三个等分作为测点); 60m^2 及以上不足 100m^2 测 5 点 (二对角线上梅花设点); 100m^2 及以上每增加 $20\text{m}^2\sim 50\text{m}^2$ 酌情增加 1 个~2 个测点 (均匀布置); 测点距离地面以上 $0.7\text{m}\sim 1.8\text{m}$, 且应离开外墙表面和冷热源不小于 0.5m , 避免辐射影响。
- 3) 3 层及以下的公共建筑物应逐层选取区域布置温湿度测点; 3 层以上的公共建筑物应在首层、中间层和顶层分别选取区域布置温湿度测点; 气流组织方式不同的公共建筑房间应分别布置温湿度测点。

c) 室内温度、湿度检测应在最冷或最热月, 且在供热或供冷系统正常运行后进行。室内温湿度检测时间不得少于 6h , 且数据记录时间间隔最长不超过 30min 。

d) 空调系统运行稳定后, 依据仪表的操作标准, 对温度和相对湿度进行检测并记录检测数据。

e) 数据处理应符合下列规定:

1) 室内平均温度计算公式:

$$t_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} t_{rm,i}}{\sum_{j=1}^{n_t} t_{i,j}} \quad (5.2.3-1)$$

$$t_{rm,i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_h} t_{i,j}}{n_t} \quad (5.2.3-2)$$

式中: t_{rm} ——受检房间的室内平均温度 ($^{\circ}\text{C}$);

$t_{rm,i}$ ——受检房间第 i 个室内温度逐时值 ($^{\circ}\text{C}$);

$t_{i,j}$ ——受检房间第 j 个测点的第 i 个室内温度逐时值 ($^{\circ}\text{C}$);

n_h ——受检房间的室内温度逐时值的个数;

n_t ——受检房间布置的温度测点的点数。

2) 室内平均湿度计算公式:

$$\varphi_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \varphi_{rm,i}}{\sum_{j=1}^{n_t} \varphi_{i,j}} \quad (5.2.3-3)$$

$$\varphi_{rm,i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_h} \varphi_{i,j}}{n_t} \quad (5.2.3-4)$$

式中: φ_{rm} ——受检房间的室内平均相对湿度 (%);

$\varphi_{rm,i}$ ——受检房间第 i 个室内相对湿度逐时值 (%);

$\varphi_{i,j}$ ——受检房间第 j 个测点的第 i 个室内相对湿度逐时值 (%);

n_h ——受检房间的室内相对湿度逐时值的个数;

n_t ——受检房间布置的相对湿度测点的点数。

5.2.4. 合格判定

- a) 建筑物室内平均温度、相对湿度应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

5.3 新风量

5.3.1. 检测条件

- a) 新风量的检测应在新风系统或全空气空调系统调试完成后进行，检测前供暖空调通风系统应正常运行不少于 1h 且所有风口处于正常开启状态。
- b) 新风量检测宜采用风速仪进行检测。
- c) 检测仪器性能应符合表 4.3.1 的要求。

表 4.3.1 检测仪器性能要求

检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
风速（m/s）	风速仪	不确定度≤5%（测量值）

5.3.2. 检测数量

按新风系统总数量抽检不少于 20%，不同风量的新风系统不应少于 1 个系统。

5.3.3. 检测方法

- a) 新风量检测应按《绿色建筑室内环境检测技术标准》DGJ32/TJ194 的规定执行。
- b) 当检测区域为独立新风口时，检测该区域的所有新风口风量，该区域新风量为所有新风口风量之和。
- c) 当检测区域采用全空气空调系统时，应检测该区域所有送风口风量，同时检测覆盖该区域全空气空调系统的总风量和新风量，并计算新风量和总风量比值。检测区域新风量应按下式计算：

$$L_x = \sum L_i \times r \tag{5.3.3}$$

式中： L_x ——检测区域新风量（m³/h）；

L_i ——检测区域第 i 个送风口风量（m³/h）；

r ——检测区域所属全空气空调系统新风量与总风量比值。

5.3.4. 合格判定

- a) 新风量应符合设计要求；当设计无要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

5.4 二氧化碳浓度

5.4.1. 检测条件

- a) 建筑室内二氧化碳浓度检测应在人员正常使用及供暖空调系统正常运行 24h 后进行。
- b) 检测仪器性能应符合表 5.4.1 的要求。

表 5.4.1 二氧化碳检测仪器性能要求

检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
----------	------	------

二氧化碳浓度（%）	不分光红外线气体分析仪	测量范围：0%~0.5%档，重现性：≤±1%满刻度
-----------	-------------	---------------------------

5.4.2. 检测数量

- a) 居住建筑应根据不同体形系数、不同楼层、不同朝向等因素抽检有代表性的用户进行检测。抽检数量不应少于用户总数的 10%且不少于 3 户，并至少包括底层、中间层和顶层各 1 户，每户不少于 2 个房间。每种户型至少抽检一套。
- b) 公共建筑对典型场所进行随机抽样测量，同类场所测量的数量不应少于 10%，且不应少于 1 个房间。

5.4.3. 检测方法

- a) 室内二氧化碳浓度检测宜按《公共场所卫生检验方法 第 2 部分：化学污染物》GB/T18204.2 规定的分光红外线气体分析法执行。
- b) 不分光红外线气体分析仪的启动和校准应符合下列规定：
 - 1) 启动和零点校准：仪器接通电源后，稳定 30min~60min，将高纯氮气或空气经干燥管和烧碱石棉过滤管后，进行零点校准。
 - 2) 终点校准：用二氧化碳标准气（如 0.50%）连接在仪器进样口，进行终点刻度校准。
 - 3) 零点与终点校准重复 2~3 次，使仪器处在正常工作状态。

5.4.4. 合格判定

- a) 室内二氧化碳浓度应符合设计要求；当设计文件无具体要求时，不应大于 1000ppm。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

5.5 室内 PM2.5 浓度

5.5.1 检测条件

- a) PM2.5 检测应在室内空气处理设备正常运转的条件下进行，且采样时不得有人员等进入室内干扰。
- b) 采样前关闭门窗 12h，采样时门窗保持关闭状态。设置空调的房间，空调应正常运转。
- c) 室内 PM2.5 检测期间应同时对室外 PM2.5 进行检测，记录室外 PM2.5 的变化情况。
- d) 检测仪器性能应符合表 5.5.1 的要求。

表 5.5.1 PM2.5 检测仪器性能要求

检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
PM2.5（CPM 或 mg/m ³ ）	光散射式粉尘仪	不确定度≤10%

- e) PM2.5 检测仪器除具有有效期内检定证书外，在所使用的浓度范围内，应与《环境空气 PM10 和 PM2.5 的测定重量法》HJ618 规定的重量法进行比对，相对误差不应超过±10%。可吸入颗粒物 PM2.5 浓度值应按下列公式计算：

$$C = K_0 \cdot R_0 \quad (5.5.1-1)$$

$$K_0 = \frac{\rho}{R_0 - B} \quad (5.5.1-2)$$

式中： C ——可吸入颗粒物 PM2.5 的质量浓度 (mg/m^3)；

K_0 ——质量浓度转换系数 [$\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{CPM})$ 或无量纲]；

ρ ——通过滤膜采样称重法测得的质量浓度值 (mg/m^3)；

R_0 ——光散射式粉尘仪测量值 (CPM)；

B ——光散射式粉尘仪基底值 (CPM)。

f) 光散射式粉尘仪使用环境的相对湿度应小于 90%，平均风速应小于 1m/s。

5.5.2 检测数量

每个建筑单体选取具有代表性的房间，抽检量不少于房间总数的 5%，且不少于 3 间。当房间总数少于 3 间时，应全数检测。

5.5.3 检测方法

a) 测点布置

- 1) 室内面积不足 50m^2 的设置 1 个测点， $50\text{m}^2 \sim 200\text{m}^2$ 的设置 2 个测点， 200m^2 以上的设置 3~5 个测点。
- 2) 室内 1 个测点的设置在中央，2 个测点的设置在室内对角线三等分的 2 个等分点上，3 个测点的设置在室内对角线四等分的 3 个等分点上，4 个测点的设置在两个对角线三等分的等分点上，5 个测点的按梅花布点。
- 3) 测点距离地面高度 $1\text{m} \sim 1.5\text{m}$ ，距离墙壁不小于 0.5m。
- 4) 测点应避开通风口，通风道等。
- 5) 在被检测建筑物室外距离地面 $1.0\text{m} \sim 1.5\text{m}$ ，且周围无遮挡物处，同时测量室外 PM2.5。

b) 光散射法

- 1) 开启光散射式粉尘仪，按要求对粉尘仪进行期间核查和使用前的光学系统自校准，根据环境状况设定仪器采样时间与量程，等仪器稳定后，开始采样。
- 2) 每个检测点重复测定 5 次，并取平均值。
- 3) 同一房间内各检测点逐点进行测量。检测时间应根据 PM2.5 浓度、仪器灵敏度、仪器测定范围确定。
- 4) 房间内 PM2.5 浓度值应按下式计算。

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j \quad (5.5.3-1)$$

式中： \bar{C} ——房间 PM2.5 的质量浓度 (mg/m^3)；

C_j ——房间第 j 个测点 PM2.5 的质量浓度 (mg/m^3)；

n ——房间的测量点数。

5.5.4 合格判定

- a) 室内 PM2.5 日平均浓度应符合设计要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

5.6 室内噪声

5.6.1 一般规定

- a) 室内噪声应采用 A 声级作为评价量。室内允许噪声级应为关闭窗户状态下昼间和夜间时段的标准值。
- b) 医院建筑中应开窗使用的房间，开窗时室内允许噪声级的标准值宜与关窗状态下室内允许噪声级的标准值相同。
- c) 室内噪声级的检测应在昼间、夜间两个不同时段内，各选择较不利的时间进行。昼间和夜间时段所对应的时间分别为：昼间，6:00~22:00 时；夜间，22:00~6:00 时。
- d) 室内噪声检测应在室内末端设备正常运行工况下，以及背景噪声在末端空调关闭后。

5.6.2 检测条件

- a) 检测室内背景噪声时，室内应无人（检测人员除外），并在门窗关闭的情况下进行。
- b) 室内噪声应选取离噪声源较近的建筑体、离噪声源较近的房间进行检测。
- c) 检测仪器性能应符合表 5.6.2 的要求：

表 5.6.2 检测仪器性能要求

序号	检测仪器	性能要求
1	积分声级计	准确度≤2%（测量值）
2	声校准器	1 级

- d) 检测前使用声校准器对声级计进行校准。

5.6.3 检测数量

- a) 每个建筑单体选取具有代表性的房间，抽检量不少于房间总数的 5%，且不少于 3 间。
- b) 不同建筑类型的主要功能房间不得少于 1 间。
- c) 当房间总数少于 3 间时，应全数检测。

5.6.4 检测方法

- a) 测点数量
- 1) 对于面积小于 30m² 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 m²、小于 100 m² 的房间，选取 3 个测点，测点均匀分布在房间长方形的中心线上；房间平面为正方形时，测点应均匀分布在与窗面积最大的墙面平行的中心线上；
 - 3) 对于面积大于等于 100m² 的房间，可根据具体情况，优先选取能代表该区域室内噪声水平的测点及测点数量；
 - 4) 对于间歇性非稳态噪声的检测，测点数可为 1 个，测点应设在房间中央。
- b) 测点布置
- 1) 距地面的高度应为 1.2m~1.6m。
 - 2) 测点距房间内各反射面距离应不小于 1.0m。
 - 3) 各测点之间的距离应不小于 1.5m。
 - 4) 测点距房间内噪声源的距离应不小于 1.5m。
- c) 稳态噪声测量，应在各测点处检测 5s~10s 的等效[连续 A 计权]声级，每个测点检测 3 次。
- d) 声级随时间变化较复杂的持续的非稳态噪声，应在各测点处检测 10min 的等效[连续 A 计权]声级。
- e) 间歇性非稳态噪声，应检测噪声源密集发声时 20min 的等效[连续 A 计权]声级。
- f) 在进行室内噪声级检测时，若主观判断噪声中含有调声（可听纯音或窄带噪声），应在检测等效[连续 A 计权]声级的同时检测等效[连续 A 计权]声级所对应的线性 1/3 倍频带频谱，并按本标准对检测值进行修正。
- g) 数据处理应符合下列规定：
- 1) 室内平均声压级应按下列式计算：

$$L = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \quad (5.6.4)$$

式中：L——室内平均声压级[dB（A）]；

L_j ——室内 n 个不同测点的声压级， L_1 从到 L_n [dB（A）]。

- 2) 对不同特性噪声的检测值，应按本规范表 4.6.4 的规定进行修正。

表 5.6.4 因噪声特性的不同对噪声检测值的修正值

噪声特性		修正值 dB（A）
稳态噪声	持续稳定的噪声	0

	包含有调声的问题噪声	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

5.6.5 合格判定

- a) 建筑室内噪声等级应符合设计要求，当无设计要求时，应符合相关标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款时，应判定为合格，否则判定为不合格。

5.7 室内照度值和照明功率密度

5.7.1 检测条件

- a) 在现场进行室内照度值和照明功率密度检测时，室内照明灯具正常时间开启不少于 15min。
- b) 宜在额定电压下进行室内照度值检测，同时应检测电源电压；若实测电压偏差超过相关标准规定的范围，应对测量结果做相应的修正。
- c) 检测仪器性能应符合表 5.7.1 的要求。

表 5.7.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能指标要求
1	电功率（W）	功率计	准确度不低于 1.5 级
2	照度值（lx）	照度计	准确度不低于 1.0 级

5.7.2 检测数量

- a) 每个建筑单体应选取具有代表性的房间，抽检数量不少于房间总数的 1%，且不少于 1 间。
- b) 不同类型的房间或场所应至少抽检 1 间。

5.7.3 室内照度值检测方法及数据处理

- a) 建筑室内照明照度测量测点的间距一般在 0.5m~10m 间选择。
- b) 测点布置及数据处理-中心布点法
 - 1) 在照度测量的区域一般讲测量区域划分成矩形网络，网络宜为正方形，应在矩形网络中心点测量照度，如图 5.7.3-1 所示。

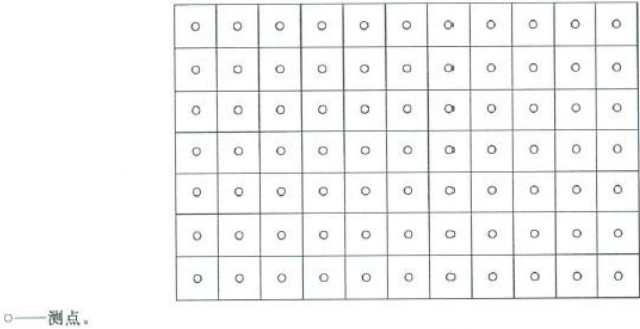


图 5.7.3-1 在网格中心布点示意图

2) 中心点法的平均照度应按下式计算:

$$E_{av} = \frac{1}{M \times N} \sum E_i \quad (5.7.3-1)$$

式中: E_{av} ——平均照度 (lx);

E_i ——在第 i 个测点上的照度 (lx);

M ——纵向侧点数;

N ——横向侧点数。

c) 测点布置及数据处理-四角布点法

1) 在照度测量的区域一般将测量区域划分成矩形网络, 网络宜为正方形, 应在矩形网络 4 个角点测量照度, 如图 5.7.3-2 所示。

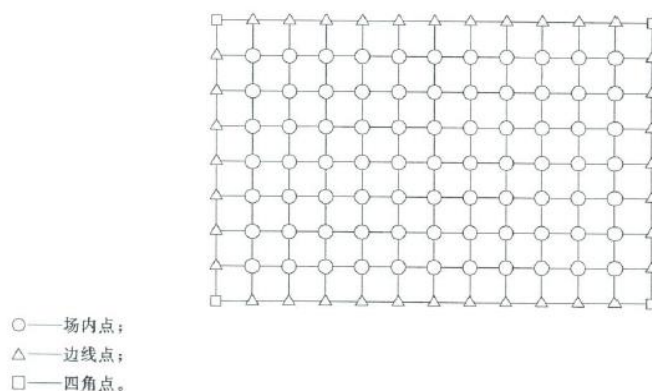


图 5.7.3-2 在网格四角布点示意图

2) 四角布点法的平均照度应按下式计算:

$$E_{av} = \frac{1}{4MN} (\sum E_{\theta} + 2\sum E_0 + 4\sum E) \quad (5.7.3-2)$$

式中: E_{av} ——平均照度 (lx);

M ——纵向侧点数;

N ——横向侧点数;

E_{θ} ——测量区域四个角处的测点照度 (lx);

E_0 ——除 E_{θ} 外, 四条外边上的测点照度 (lx);

E ——四条外边以内的测点照度 (lx)。

5.7.4 照明功率密度值检测方法

a) 检测方法应符合下列规定:

1) 单个照明灯具输入功率的测量, 采用量程适宜、功能满足要求的单相功率计。

2) 照明系统的输入功率的测量, 采用量程适宜、功能满足要求的三相功率计; 也可采用单相

功率计分别测量，再用分别测量数值计算出总的数值，作为照明系统电气参数数据。电机输入功率检测应按《三相异步电动机试验方法》GB/T1032 规定方法执行。

b) 数据处理应符合下列规定：

照明功率密度值应按下式计算：

$$\rho = \frac{P}{S} \tag{5.7.4}$$

式中： ρ ——照明功率密度（kW/m²）；

P ——实测照明输入功率（kW）；

S ——被检测区域面积（m²）。

5.7.5 合格判定

- a) 室内照度值不应低于设计值的 90%。
- b) 照明功率密度值不应大于设计值。
- c) 当检测结果符合本条第 1 款和第 2 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

5.8 围护结构内表面温度与室内温度温差

5.8.1 检测条件

- a) 围护结构内表面温度与室内温度温差检测应在采暖空调系统正常运行后进行，并应与室内温度同步检测。
- b) 检测时间宜选在最冷月和最热月，且应避开气温剧烈变化的天气。
- c) 检测仪器性能应符合表 5.8.1 的要求。

表 5.8.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能指标要求
1	表面温度（℃）	接触式温度计	不确定度≤0.2℃
2	空气温度（℃）	温度计（仪）	不确定度≤0.2℃

5.8.2 检测数量

- a) 每个建筑单体应选取具有代表性的房间，抽检量不少于房间总数的 5%，且不少于 3 间；当房间总数少于 3 间时，应全数检测。
- b) 每个部位不应少于 2 处，每处不应少于 4 个测点。

5.8.3 检测方法

- a) 非透明部位测点应选在围护结构的屋顶、外墙等易出现热桥部位，具体位置可采用红外热像仪确定，透明部位测点应选在外窗或幕墙中间部位。
- b) 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。
- c) 室内温度检测时，当受检建筑房间使用面积大于或等于 30m² 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 0.7~1.8m 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热源的直接影响。
- d) 检测持续时间不少于 96h，检测数据记录时间间隔不宜超过 30min。
- e) 非透明围护结构内表面温度与室内温度差、透明围护结构内表面温度差应按下式计算：

$$\Delta t_{im} = |t_{fm} - t_{im}| \tag{5.8.2-1}$$

$$\Delta t_{im} = |t_{fm} - t_{im}| \quad (5.8.2-2)$$

式中： Δt_{im} 、 Δt_{tm} ——非透明围护结构内表面温度与室内温度差、透明围护结构内表面温度差（℃）；

t_{fm} 、 t_{tm} 、 t_{im} ——检测时间内非透明围护结构内表面温度、透明围护结构内表面温度和室内温度逐时值的算术平均值（℃）。

5.8.4 合格判定

- a) 非透明围护结构内表面温度与室内温度差、透明围护结构内表面温度差应符合设计要求，当无设计要求时，应符合相关标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款时，应判定为合格，否则判定为不合格。

6 围护结构热工性能

6.1 一般规定

6.1.1 围护结构热工性能检测包括围护结构主体部位传热系数、外围护结构热工缺陷、热（冷）桥部位内表面温度、外围护结构内表面最高温度检测。

6.1.2 外围护结构热工缺陷检测应包括外表面热工缺陷检测、内表面热工缺陷检测。

6.1.3 热桥部位内表面温度检测时，内表面温度测点应选在热桥部位温度最低处，具体位置可采用红外热像仪确定。

6.1.4 外围护结构的内表面最高温度检测时，宜选择建筑物的屋面和东、西外墙分别进行检测。

6.2 主体部位传热系数

6.2.1 检测条件

- a) 非透光外围护结构热工性能检测可采用热流计法或热箱法。
- b) 当符合下列情况之一时，宜采用同条件试样法：
 - 1) 外保温材料层热阻不小于 $1.2\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。
 - 2) 轻质墙体和屋面。
 - 3) 自保温隔热砌筑墙体。
- c) 当透明幕墙和采光顶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。
- d) 热流计法不宜用于非均质材料自保温和基墙非均质的外保温墙体。
- e) 热流和温度应采用自动检测仪检测，数据存储方式应适用于计算机分析，温度测量不确定度不应大于 0.5°C 。

6.2.2 检测数量

- a) 采用热流法检测传热系数检测数量应符合以下规定：
 - 1) 非透光围护结构的主体部位传热系数：每个单位工程的外墙至少抽查 3 处，每处一个检查点；当一个单位工程外墙有 2 种以上节能保温做法时，每种节能做法的外墙应抽查不少于 3 处。
 - 2) 透光围护结构主体部位传热系数：每个单位工程的透光围护结构至少抽查 3 处，每处一个检查点。
- b) 采用同条件试样法传热系数检测数量应符合以下规定：
 - 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。

6.2.3 检测方法

- a) 热流计法检测围护结构主体部位传热系数可按以下方法进行：
 - 1) 检测时间宜选在最冷月，且应避开气温剧烈变化的天气，对设置采暖系统的地区，冬季检测应在采暖系统正常运行后进行；对未设置采暖系统的地区，应适当提高室内温度后进行检测；在其它季节，可采取人工加热或制冷的方式建立室内外温差。围护结构高温侧表面温度应高于低温侧 10°C 以上，寒冷地区宜在 20°C 以上，且在检测过程中的任何时刻均大于低温侧表面温度。当传热系数小 $1\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 时，高温侧表面温度高于低温侧 $10/U^{\circ}\text{C}$ 以上。检测持续时间不应少于 96h。检测期间，室内空气温度应保持稳定，受检区域外表面应避免雨雪侵袭和阳光直射。
 - 2) 测点位置不应靠近热桥、裂缝和有空气渗漏的部位，不应受加热、制冷装置和风扇的直接影响，应避免阳光直射。
 - 3) 检测期间，应定时同步记录热流密度和内、外表面温度，记录时间间隔不应大于 60min，可记录多次采样数据的平均值，采样间隔宜短于传感器最小时间常数的 1/2。
 - 4) 热流计应直接安装在受检围护结构的内表面上，且应与表面完全接触。温度传感器应在受检围护结构两侧表面安装。内表面温度传感器应靠近热流计安装，外表面温度传感器宜在与热流计相对应的位置安装。温度传感器连同 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。
 - 5) 外围护结构热工性能检测分析应符合下列要求：

围护结构主体部位的热阻当采用算术平均法进行数据分析时，应按下式计算，并应使用全天数据(24h 的整数倍)进行计算：

$$R = \sum_{j=1}^n (\theta_{Ij} - \theta_{Ej}) / \sum_{j=1}^n q_j \quad (6.2.3-1)$$

式中： R ——围护结构主体部位的热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)；

θ_{Ij} ——围护结构主体部位内表面温度的第 j 次测量值($^{\circ}\text{C}$)；

θ_{Ej} ——围护结构主体部位外表面温度的第 j 次测量值($^{\circ}\text{C}$)；

q_j ——围护结构主体部位热流密度的第 j 次测量值(W/m^2)。

围护结构主体部位传热系数应按下式计算：

$$K = 1/(R_i + R + R_e) \quad (6.2.3-2)$$

式中： K ——围护结构主体部位传热系数[$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]；

R_i ——内表面换热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)，应按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定采用；

R_e ——外表面换热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)，应按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定采用。

b) 围护结构主体部位传热系数采用热箱法检测时应符合下列规定：

- 1) 检测时，室外风力不应大于 5 级，宜避开雨雪天气。
- 2) 当室外空气平均温度不大于 25°C 时，可仅用热箱装置进行检测；当室外空气平均温度大于 25°C 时，应使用热箱装置和冷箱装置联合检测。检测时，室内外空气平均温差应控制在 13°C 以上，且逐时最小温差应高于 10°C 。
- 3) 围护结构被检测区域的外侧表面应避免阳光直射，墙体检测时宜选择北墙或东墙。
- 4) 被测围护结构房间面积不宜大于 20m^2 ；检测时，房间门窗应全部关闭，保持室内空气温度达到设定值。
- 5) 被测围护结构的有效尺寸宜大于 $2200\text{mm} \times 2400\text{mm}$ ，热箱边缘距离热桥部位应大于 600mm ，宜用红外热像仪对待测部位内侧表面拍摄红外热像图，选择构造相同无热工缺陷部位作为被测区域。
- 6) 热箱法检测步骤和数据处理方法依据《围护结构传热系数检测方法》GB/T34342 的规定进行。

c) 外围护结构主体部位传热系数采用同条件试样法检测应符合以下规定：

- 1) 同条件试样法传热系数检测应在外围护结构保温施工时同步进行。同条件试样所对应的保温施工部位应由监理单位或建设单位与检测单位共同商定。
- 2) 施工现场进行同条件试样的保温材料(包括砌体的砌块)、厚度尺寸等应与工程一致。保温浆料应同条件制作并养护试样。
- 3) 轻质外围护结构可在现场抽取材料、构件,在实验室组装制作试样;自保温隔热砌体墙可在现场抽取砌块、砂浆,在实验室砌筑试样,并养护干燥。试样构造尺寸应与实物一致。
- 4) 外围护结构热阻检测应按《绝热 稳态传热性质的测定标定和防护热箱法》GB/T13475 执行;保温材料导热系数检测应按照现行国家标准《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》GB/T10294 或《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》GB/T10295 进行。其他材料可直接采用现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 给出的有关参数。
- 5) 传热系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 给出的方法计算,也可采用传热学计算软件计算。

6.2.4 合格判定

- a) 受检部位传热系数应符合设计文件要求;当设计文件无具体要求时,应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时,应判定为合格,否则判定为不合格。

6.3 热工缺陷

6.3.1 检测条件

- a) 外围护结构热工缺陷应采用红外热像仪进行检测。
- b) 室外检测时,选择无雨,有云天气或晚上,以排除日光的影响,应在低风速的环境下进行。当室外风速大于 5m/s 时,不宜进行检测;室内检测时,应关掉空调等辐射源。
- c) 检测期间建筑室内外平均空气温差宜大于 5℃,与开始检测时的空气温度相比,室外空气温度每小时变化不宜超过 5℃,室内空气温度每小时变化不宜超过±2℃。
- d) 建筑物外围护结构热工缺陷宜先从室外开始,进行普查,当发现异常点时对其内外表面进行检测。
- e) 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。
- f) 室外空气相对湿度不应大于 75%,空气中粉尘含量不应异常。
- g) 检测仪器性能应符合表 6.3.1 的要求。

表 6.3.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数(单位)	检测仪器	性能要求
1	表面温度(℃)	接触式温度计	不确定度≤0.2℃
		红外热像仪	不确定度≤0.5℃
2	风速(m/s)	风速仪	不确定度≤0.5m/s

3	空气温度（℃）	温度计（仪）	不确定度≤0.5℃
4	相对湿度（%）	相对湿度仪	不确定度≤5%RH

6.3.2 检测数量

受检表面同一个部位的红外热像图不应少于 2 张。当拍摄的红外热像图中，主体区域过小时，应单独拍摄 1 张以上（含 1 张）主体部位红外热像图。

6.3.3 检测方法

- a) 围护结构热工缺陷检测应包括外表面热工缺陷检测、内表面热工缺陷检测。
- b) 检测前宜采用表面式温度计在受检表面上测出参照温度，调整红外热像仪的发射率，使红外热像仪的测定结果等于该参照温度；宜在与目标距离相等的不同方位扫描同一个部位，并评估临近物体对受检外围护结构表面造成的影响；必要时可采取遮挡措施或关闭室内辐射源，或在合适的时间段进行检测。
- c) 应用图说明受检部位的红外热像图在建筑中的位置，并应附上可见光照片。红外热像图上应标明参照温度的位置，并应随红外热像图一起提供参照温度的数据。
- d) 受检外表面的热工缺陷应采用相对面积（ ψ ）评价，受检内表面的热工缺陷应采用能耗增加比（ β ）评价，应分别根据下列公式计算：

$$\psi = \frac{\sum_{i=1}^n A_{2,i}}{A_1} \tag{6.3.3-1}$$

$$\beta = \psi \left| \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_0} \right| \times 100\% \tag{6.3.3-2}$$

式中： ψ ——受检表面缺陷区域面积与主体区域面积的比值；

β ——受检内表面由于热工缺陷所带来的能耗增加比；

$A_{1,i}$ ——第 i 幅热像图主体区域的面积（ m^2 ）；

$A_{2,i}$ ——第 i 幅热像图缺陷区域的面积，指与 T_1 的温差大于或等于 1℃的点所组成的面积（ m^2 ）；

T_1 ——受检表面主体区域（不包括缺陷区域）的平均温度（℃）；

T_2 ——受检表面缺陷区域的平均温度（℃）；

T_0 ——环境温度（℃）。

6.3.4 合格判定

- a) 建筑外围护结构热工缺陷应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

6.4 热（冷）桥

6.4.1 检测条件

- a) 热桥部位内表面温度检测应在供暖系统正常运行后进行。
- b) 内表面温度检测应在采暖空调系统正常运行后进行，检测时间宜选在最冷月和最热月，且应避开气温剧烈变化的天气。
- c) 检测仪器性能应符合表 6.4.1 的要求。

表 6.4.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
----	----------	------	------

1	表面温度（℃）	接触式温度计	不确定度≤0.2℃
		红外热像仪	不确定度≤0.5℃
2	空气温度（℃）	温度计	不确定度≤0.5℃

6.4.2 检测数量

- a) 每个建筑单体选取具有代表性的房间，抽检量不少于房间总数的 5%，且不少于 3 间；当房间总数少于 3 间时，应全数检测。
- b) 具有代表性的房间指出现热桥部位温度最低的房间。

6.4.3 检测方法

- a) 当受检建筑房间使用面积大于或等于 30m² 时，应设置两个测点。测点应设于室内活动区域，且距地面或楼面 0.7m~1.8m 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热源的影响；室内温度应进行连续检测，检测数据记录时间间隔不宜超过 30min。
- b) 室外空气温度传感器应设置在外表面为白色的百叶箱内，百叶箱应放置在距离建筑 5m~10m 范围内；当无百叶箱时，室外空气温度传感器应设置防辐射罩，安装位置距外墙外表面宜大于 200mm，且宜在建筑物 2 个不同方向同时设置测点，超过 10 层的建筑宜在屋顶加设 1~2 个测点。温度传感器距地面的高度宜在 1.5m~2.0m 的范围内，且应避免阳光直接照射和室外固有冷热源的影响。温度传感器的环境适应时间不应少于 30min。
- c) 室外空气温度逐时值应取所有测点相应时刻检测结果的平均值。
- d) 宜采用红外热像仪确定具体热桥部位温度最低处的检测部位。
- e) 内外表面温度传感器应对称布置在受检外围护结构主体部位的两侧。
- f) 测点布置时，内表面温度传感器连同 0.1m 长引线应与受检表面紧密接触。
- g) 检测持续时间不应少于 72h，检测数据应逐时记录。
- h) 室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度应按式计算：

$$\theta_l = t_{di} - \frac{t_{rm} - \theta_{lm}}{t_{rm} - t_{em}}(t_{di} - t_{de})$$

(6.4.3)

式中： θ_l ——室内外计算温度条件下热桥部位内表面温度（℃）；

θ_{lm} ——检测持续时间内热桥部位内表面温度逐时值的算术平均值（℃）；

t_{rm} ——受检房间的室内平均温度（℃）；

t_{em} ——检测持续时间内室外空气温度逐时值的算术平均值（℃）；

t_{di} ——冬季室内计算温度（℃），应根据具体设计图纸确定或按现行标准的规定采用；

t_{de} ——围护结构冬季室外计算温度（℃），应根据具体设计图纸确定或按现行标准的规定采用。

6.4.4 合格判定

- a) 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。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

6.5 内表面最高温度

6.5.1 检测条件

- a) 受检外围护结构内表面所在房间应有良好的自然通风环境，直射到围护结构外表面的阳光在白天不应被其他物体遮挡，检测时房间的窗应全部开启。
- b) 内表面最高温度检测应在围护结构施工完成 12 个月后进行。
- c) 检测期间室外气候条件应符合下列规定：
 - 1) 检测开始前 2 天应为晴天或少云天气。
 - 2) 检测日应为晴天或少云天气，水平面定的太阳辐射照度最高值不宜小于当地夏季太阳辐射最高值的 90%。
 - 3) 检测日室外最高逐时空气温度不宜低于当地夏季室外计算温度最高值 2.0℃。
 - 4) 检测日工作高度处的室外风速不应超过 5.4m/s。
- d) 检测仪器性能应符合表 6.5.1 的要求。

表 6.5.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	表面温度（℃）	接触式温度计	不确定度≤0.2℃
		红外热像仪	不确定度≤0.5℃
2	空气温度（℃）	温度计	不确定度≤0.5℃

6.5.2 检测数量

- a) 每个单位工程的外墙至少抽查 3 处，屋面和东、西外墙每处各一个检查点。
- b) 当一个单位工程外墙有 2 种以上节能保温做法时，每种节能做法的外墙应抽查不少于 3 处。
- c) 每处一个检查点应是内表面最高温度最不利处。

6.5.3 检测方法

- a) 检测时应同时检测室内外空气温度、受检外围护结构内外表面温度、室外风速、室外水平面太阳辐射照度。白天太阳辐射照度的数据记录时间间隔不应大于 15min，夜间可不记录。
- b) 当受检建筑房间使用面积大于或等于 30m² 时，应设置两个测点。测点应设于室内活动区域，且距地面或楼面 0.7m~1.8m 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热源的直接影 响；室内温度应进行连续检测，检测数据记录时间间隔不宜超过 30min。
- c) 室外空气温度检测应符合本标准第 6.4.3 条第 2、3 款的规定。
- d) 内外表面温度传感器应对称布置在受检外围护结构主体部位的两侧，与热桥部位的距离应大于墙体（屋面）厚度的 3 倍以上。
- e) 每侧温度测点应至少各布置 3 点，其中一点应布置在检测面中央的位置。
- f) 检测持续时间不应少于 24h。
- g) 内表面逐时温度应取内表面所有测点相应时刻检测结果的平均值，应按下式计算：

$$\bar{\theta}_i = \sum_{j=1}^n \frac{\theta_{i,j}}{n}$$

(6.5.3-1)

式中： $\bar{\theta}_i$ ——第*i*时刻，围护结构内表面逐时温度的平均值（℃）；

$\theta_{i,j}$ ——第*i*时刻，围护结构内表面第*j*个测点的温度值（℃）；

n——围护结构内表面温度测点数量。

h) 围护结构内表面逐时最高温度、夏季室外逐时最高温度应按下式计算：

$$\bar{\theta}_{w\cdot\max} = \max \{ \bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2, \dots, \bar{\theta}_i \} \tag{6.5.3-2}$$

$$T_{o\cdot\max} = \max \{ T_1, T_2, \dots, T_i \} \tag{6.5.3-3}$$

式中： $\bar{\theta}_{w\cdot\max}$ ——围护结构内表面逐时最高温度（℃）；

$T_{o\cdot\max}$ ——夏季室外逐时最高温度（℃）；

T_i ——第*i*时刻，夏季室外逐时温度（℃）。

6.5.4 合格判定

a) 夏季建筑东（西）外墙和屋面的内表面逐时最高温度与室外逐时最高温度的关系应符合下式要求：

$$\bar{\theta}_{w\cdot\max} \leq T_{o\cdot\max} \tag{6.5.4}$$

b) 当检测结果符合本条第1款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

7 建筑气密性

7.1 一般规定

7.1.1 建筑气密性的检测项目包括外门窗气密性和建筑整体气密性。

7.1.2 建筑整体气密性检测时，公共建筑宜以整栋建筑为检测对象，居住建筑应以栋、户或单元为检测对象。

7.2 外门窗气密性

7.2.1 检测条件

- a) 检测前外门窗及连接部位安装完毕达到正常使用状态。
- b) 室内外空气温度、室外风速和大气压等环境参数应进行同步检测。
- c) 外窗窗口气密性的检测应在受检外窗几何中心高度处的室外瞬时风速不大于 3.3m/s 的条件下进行。
- d) 检测仪器性能应符合表 7.2.1 的要求。

表 7.2.1 检测仪器性能要求

序号	检测仪器	性能要求
1	压差计	不确定度≤2.5Pa
2	大气压力表	不确定度≤200Pa

3	环境温度检测仪	不确定度≤1℃
4	室外风速计	不确定度≤0.25m/s
5	长度尺	不确定度≤3mm
6	空气流量测量系统	不确定度≤测量值的 13%

7.2.2 检测数量

- a) 当单位工程建筑面积不超过 5000m²时,应随机选取同一生产厂家具有代表性的窗口部位 1 组。
- b) 当单位工程建筑面积超过 5000m²时,应随机选取同一生产厂家具有代表性的窗口部位 2 组。
- c) 同一厂家的统一品种、类型的产品,抽检不少于 3 樘。

7.2.3 检测方法

- a) 检测压力应根据工程设计要求的压力进行加压,当设计压力值小于 50Pa 时,应通过多级顺序加压,并回归计算出工程设计压力对应的空气渗透量。
- b) 外门窗气密性能的检测应按《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T7106 规定的方法执行。
- c) 数据处理

1) 计算

分别计算出在设计压力差下的附加空气渗透量测定值 q_f 和总空气渗透量测定值 q_z ,则试件在该设计压力差下的空气渗透量应按下式计算:

$$q_t = q_z - q_f \tag{7.2.3-1}$$

然后,再利用式(7.2.3-2)将 q_t 换算成标准状态下的渗透量 q' (m³/h)值。

$$q' = \frac{293}{101.3} \times \frac{q_t \cdot P_a}{T} \tag{7.2.3-2}$$

式中: q' ——标准状态下通过试件空气渗透量值 (m³/h);

P_a ——检测现场气压值 (kPa);

T ——检测现场空气温度值 (K);

q_t ——试件渗透量测定值 (m³/h)。

试件在该设计压力差下的单位缝长空气渗透量 q_1 和单位面积空气渗透量 q_2 ,正压和负压应分别进行计算,按下列公式计算:

$$\pm q_1 = \frac{\pm q'}{l} \tag{7.2.3-3}$$

$$\pm q_2 = \frac{\pm q'}{A} \tag{7.2.3-4}$$

式中: q_1 ——设计压力差下,单位缝长空气渗透量值[m³/(m.h)];

q_2 ——设计压力差下,单位面积空气渗透量值[m³/(m².h)];

l ——开启缝长 (m);

A——试件面积 (m²)。

- d) 试件取 $\pm q_1$ 和 $\pm q_2$ 中最不利值，按照单位缝长和单位面积的空气渗透量，依据表 7.2.3 确定该试件所属等级。正、负压应分别定级。

表 7.2.3 建筑外门窗气密性分级表

分级	1	2	3	4	5	6	7	8
单位缝长分级指标值 $q_1/[\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{h})]$	$4.0\geq q_1>$ 3.5	$3.5\geq q_1>$ 3.0	$3.0\geq q_1>$ 2.5	$2.5\geq q_1>$ 2.0	$2.0\geq q_1>$ 1.5	$1.5\geq q_1>$ 1.0	$1.0\geq q_1>$ 0.5	$q_1\leq 0.5$
单位面积分级指标值 $q_2/[\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})]$	$12\geq q_1>$ 10.5	$10.5\geq q_1>$ 9.0	$9.0\geq q_1>$ 7.5	$7.5\geq q_1>$ 6.0	$6.0\geq q_1>$ 4.5	$4.5\geq q_1>$ 3.0	$3.0\geq q_1>$ 1.5	$q_1\leq 1.5$

注：第 8 级应在分级后同时注明具体分级指标值

7.2.4 合格判定

- a) 建筑外门窗气密性能指标应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

7.3 建筑整体气密性

7.3.1 检测条件

- a) 待测建筑应已经正常使用或新建建筑装饰工程完工后方可进行检测。
- b) 检测前应测量室内外空气压力、室内外空气温度及室外风速。
- c) 室内外空气压力差不应大于 5Pa。
- d) 建筑室内外温差乘以建筑空间高度(或建筑部分空间高度)，不宜大于 250m·K。
- e) 室外风速不应大于 3m/s。
- f) 检测前外门窗应完全关闭，检测区域内门窗全部开启，使用非透气性布基胶带封堵室内外联通的所有开孔，如自然风口、机械风口、排风口及未进行水封的排污口等，同时关闭换气扇，空调等通风设备。
- g) 检测仪器性能应符合表 7.3.1 的要求。

表 7.3.1 检测仪器性能要求

序号	检测仪器	性能要求
1	温度检测仪	精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，分辨率 0.1°C
2	风量测量仪	测量范围 $0\sim 7000\text{m}^3/\text{h}$ ，最大允许误差 5%
3	气压检测仪	测量范围 $0\sim 100\text{Pa}$ 。最大允许误差 $\pm 2\text{Pa}$

7.3.2 检测数量

- a) 当以户为对象进行气密性能检测时,检测户数不应少于整栋建筑户数的 5%,且至少应包括顶层、中间层和底层的典型户型各 1 户;当以单元为对象进行气密性能检测时,检测单元不应少于整栋建筑单元数的 10%,且不应少于 1 个单元。
- b) 当居住建筑以户和单元为检测对象时,取检测结果最差的户或单元代表整个建筑的气密性水平。

7.3.3 检测方法

- a) 建筑整体气密性能检测方法宜采用压差法。
- b) 压差法的检测应在 50Pa 和-50Pa 压差下测量建筑物换气量,通过计算换气次数量化房间或建筑整体气密性能。
- c) 采用压差法检测时,可采用红外热成像仪、烟雾发生器或示踪气体法确定建筑的渗漏源。
- d) 将调速风机密封安装在房间的外门框中。
- e) 查找并封堵非围护结构渗漏源。
- f) 启动风机,使建筑物内外形成稳定压差。首先进行预检测。将室内外压差调到 50Pa 以上,检查建筑围护结构密封情况,包括与外界连通的门窗、管道、换气扇、空调、给排水设施等设备,如有密封缺陷,应重新密封。
- g) 测量建筑物的内外压差,当建筑物内外压差稳定在 50Pa 或-50Pa 时,测量记录空气流量,同时记录室内外空气温度、室外大气压。
- h) 建筑整体气密性能的数据处理应按下列规定:

- 1) 换气次数应按下式计算:

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+} / V_{air} \quad (7.3.3-1)$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-} / V_{air} \quad (7.3.3-2)$$

式中: N_{50}^{+} 、 N_{50}^{-} ——室内外压差为 50Pa、-50Pa 下被测房间或建筑的换气次数 (h^{-1});

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

V_{air} ——被测房间或建筑的换气体积 (m^3)。

- 2) 房间或建筑的换气次数应按下式计算:

$$N_{50} = (N_{50}^{+} + N_{50}^{-}) / 2 \quad (7.3.3-3)$$

式中: N_{50} ——室内外压差为 50Pa 条件下,被测房间或建筑的换气次数(h^{-1})。

7.3.4 合格判定

- a) 建筑整体气密性指标应符合设计文件要求;当设计文件无具体要求时,应符合现行标准的相关规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时,应判定为合格,否则判定为不合格。

8 机电设备

8.1 一般规定

- 8.1.1 近零能耗建筑的机电设备检测主要包括冷热源系统、新风热回收系统和风扇调风的性能检测或检查。
- 8.1.2 冷热源系统应检测系统能效比。
- 8.1.3 新风热回收系统检测项目应包括显热交换效率、全热交换效率和单位风量耗功率。
- 8.1.4 当采用风扇或风扇加空调方式调节房间热环境时，应对风扇的能效等级进行现场检查，能效等级不应低于《交流电风扇能效限定值及能效等级》GB12021.9 中规定的 2 级。

8.2 冷热源系统

- 8.2.1 检测条件
 - a) 冷热源系统能效比检测应在系统连续正常运行 72h 后进行，运行稳定且系统负荷不宜小于设计负荷的 60%。
 - b) 检测仪器性能应符合表 8.2.1 的要求。

表 8.2.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	空气温度（℃）	温度计（仪）	不确定度≤0.5℃
2	水温度（℃）	水温度检测仪器	不确定度≤0.2℃
3	水流量（m³/s）	超声波流量计	不确定度≤2%（测量值）
4	电功率（kW）	功率表或电流电压表	不确定度≤1.5%（测量值）

- c) 冷热源系统均应进行系统能效比的检测。
- 8.2.2 检测方法
 - a) 测点选择
 - 1) 温度计应设在靠近空调水系统的供回水总管处。
 - 2) 流量传感器应设在系统的供水或回水的直管段上。
 - 3) 冷热源系统中机组、水泵、冷却塔等输入功率应同步进行检测。
 - b) 检测期间，每隔（5~10）min 读数 1 次，连续测量 60min，并应取每次读数的平均值作为检测值。
 - c) 数据处理
 - 1) 系统的供冷/热量应按下式计算：

$$Q_0 = V\rho_w c\Delta t / 3600$$

(8.2.2-1)

式中： Q_0 ——冷热源系统供冷/热量（kW）；

V ——冷热水平均流量（m³/h）；

Δt ——冷热水供回水温差（℃）；

ρ_w ——冷热水平均密度（kg/m³）；

c ——冷热水平均定压比热[kJ/(kg·℃)]。

- 2) 检测期间各用电设备的输入功率应进行平均累加。
- 3) 系统能效比应按下式计算：

$$EER = \frac{Q_0}{\sum P_i}$$

(8.2.2-2)

式中：EER——系统能效比（kW/kW）；

$\sum P_i$ ——系统各设备的平均输入功率之和（kW）。

8.2.3 合格判定

- a) 冷热源系统能效比指标应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的相关规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

8.3 新风热回收系统

8.3.1 检测条件

- a) 新风热回收装置性能检测应在系统实际运行状态下进行。
- b) 对于带旁通功能的机组，应关闭旁通功能；对于带风量调节功能的机组，应使机组运行于最大风量；对于新风热回收功能和空调功能集成于一体的机组，应关闭室内循环风路，使机组运行于新风-排风热回收模式。
- c) 在进行交换效率的检测之前应先完成新风量、排风量的检测，且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在 90%~100%。
- d) 检测仪器性能应符合表 8.3.1 的要求。

表 8.3.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	空气温度（℃）	温湿度计（仪）	最大允许偏差≤0.5℃
2	空气相对湿度（%）		准确度≤5%RH
3	风速（m/s）	风速仪	不确定度≤0.5m/s
4	输入功率（W）	电功率测量仪	准确度不低于 1.0 级

8.3.2 检测数量

- a) 抽检比例不应少于新风热回收装置总数的 10%。
- b) 不同型号的新风热回收装置检测数量不应少于 1 台。

8.3.3 检测方法

- a) 新风热回收装置的性能检测包括风量、风压、输入功率、单位风量耗功率、交换效率等参数的检测。
- b) 新风量检测应按本标准第 4.3 节的规定进行。
- c) 热回收新风机组的输入功率检测应按《三相异步电动机试验方法》GB/T1032 规定方法执行。
- d) 应在新风热回收装置的新风进口、送风出口、回风进口布置温湿度测点，温湿度检测应采用具有自动记录功能的温湿度检测仪表。
- e) 应在新风热回收装置稳定运行 30min 后开始交换效率的检测，各个位置处的温湿度检测频次不应低于 1 次/min，检测时间不少于 30min，且应完成至少 30 次测量。
- f) 根据各测点处的温湿度记录数据，采用焓值计算软件、焓湿表或焓湿图，计算或查找各测点

处的焓值。

- g) 检测时新风进口、回风进口的空气温差不应小于 8℃。
- h) 数据处理

1) 单位风量耗功率应按下式计算：

$$W = \frac{P}{L_x} \quad (8.3.3-1)$$

式中：W——热回收新风机组新风单位风量耗功率[W/(m³/h)]；

P——热回收新风机组的输入功率（W）；

L_x ——热回收新风机组的新风量（m³/h）。

2) 显热效率应按下式计算：

$$\eta_w = \frac{t_{OA} - t_{SA}}{t_{OA} - t_{RA}} \times 100\% \quad (8.3.3-2)$$

式中： η_w ——热回收新风机组的显热交换效率（%）；

t_{OA} 、 t_{SA} 、 t_{RA} ——分别为新风进口、送风出口、回风进口的干球温度（℃）。

3) 全热交换效率应按下式计算：

$$\eta_h = \frac{h_{OA} - h_{SA}}{h_{OA} - h_{RA}} \times 100\% \quad (8.3.3-3)$$

式中： η_h ——热回收新风机组的全热交换效率（%）；

h_{OA} 、 h_{SA} 、 h_{RA} ——分别为新风进口、送风出口、回风进口的焓值（kJ/kg）。

8.3.4 合格判定

a) 新风热回收装置指标应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合下列规定：

- 1) 显热型的显热交换效率在热量回收工况下不应低于 75%或在冷量回收工况下不应低于 70%。
- 2) 全热型全热交换效率不应低于 70%。
- 3) 居住建筑新风单位风量耗功率不应大于 0.45W/(m³/h)。

b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

9 其他被动式技术

9.1 一般规定

9.1.1 被动式技术检测包括建筑外遮阳、自然通风、自然采光检测。

9.1.2 建筑外遮阳检测项目应包括结构尺寸、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。

9.1.3 自然通风检测项目应包括自然通风室内平均温度和换气次数，换气次数检测宜采用 CO₂ 示踪气体法。

9.1.4 自然采光检测项目应包括自然光照度值和采光系数。

9.2 建筑外遮阳性能

9.2.1 检测条件。

- a) 用于检测外遮阳设施结构尺寸、安装位置、安装角度、转动或活动范围的检测仪器性能应符合表 9.2.1 的要求。

表 9.2.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	长度（mm）	长度尺	不确定度 $\leq 2\text{mm}$
2	角度（°）	角度尺	不确定度 $\leq 2^\circ$

- b) 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。

9.2.2 检测数量

建筑外遮阳设施抽检数量应按照表 9.2.2 进行。

表 9.2.2 抽样数量

检验批的容量	最小抽样数量	检验批的容量	最小抽样数量
2-15	2	151-280	13
16-25	3	281-500	20
26-90	5	501-1200	32
91-150	8	1201-3200	50

9.2.3 检测方法

建筑外门遮阳材料光学性能的检测应按《建筑门窗遮阳性能检测方法》JG/T440 的规定执行。

9.2.4 合格判定

- a) 受检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符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

9.3 自然通风

9.3.1 检测条件

- a) 自然通风检测应在过渡季节，采用拔风井的自然通风检测时，宜在晴天进行，拔风井底部及顶部开启扇应开启，调成设计角度，空调及新风系统应处于关闭状态。
- b) 室外风速不宜超过 3.3m/s，自然通风装置所在功能区域门窗应处于全开启状态。
- c) 检测仪器性能应符合表 9.3.1 的要求。

表 9.3.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数 (单位)	检测仪器	性能要求
1	空气温度 (°C)	温度计 (仪)	不确定度 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$
2	风速 (m/s)	风速计	不确定度 $\leq 5\%$ (测量值)
3	换气次数 (次/h)	CO ₂ 示踪仪	不确定度 $\leq 5\%$ (测量值)

- d) 检测空气温度的仪器应具有自动采集和存储数据功能, 具有计算机接口。检测过程中应至少每小时检测并记录一次数据。
- e) 室内检测风速的仪器应具有自动采集和存储数据功能, 具有计算机接口。检测过程中应至少每小时检测并记录一次数据。
- f) 室内换气次数检测仪器应采用 CO₂ 示踪仪。

9.3.2 检测数量

- a) 对于拔风井自然通风效果检测时, 不同尺寸的拔风井室内端和室外端自然通风风口风速、风口空气温度应分别检测。
- b) 对于无动力拔风帽自然通风效果检测时, 不同尺寸的拔风帽应分别检测。拔风帽总数少于 3 个时, 应全数检测。
- c) 室内换气次数检测时, 按照同一房间类型不少于总房间数量的 10% 进行抽检。

9.3.3 检测方法

a) 测点布置

- 1) 自然通风风口空气温度检测点应按面积布置。小于 50m² 的风口应设 1~2 个点; 50~100m² 设 2~3 个点; 100m² 以上至少设 3 个点。
- 2) 自然通风风口风速检测点应按面积布置。小于 50m² 的风口应设 1~4 个点; 50~100m² 设 3~5 个点; 100m² 以上至少设 5 个点。
- 3) 自然通风房间室内换气次数检测时, 测点布置应根据被测空间尺寸和结构, 在垂直方向上将被测空间划分成三层或以上。在 1.2~1.5m 应至少设置一个检测层。在同一检测层上, 应按照梅花状布点检测。

b) 风速检测

- 1) 仪器调整。检测前, 应对所有测点的风速自动记录仪校对时间并设置启动自动记录的时间和检测的时间间隔, 检测的时间间隔不宜大于 30s。
- 2) 确定设定工况下的门窗和通风设备状态。检测前, 人员应离开被测空间。
- 3) 待检测空间稳定后, 应开启风速自动记录仪, 按照预先设定进行测量和储存。测量持续时间不应少于 1h。

c) 室内换气次数检测

- 1) 设定门窗开启方案。应按照检测要求设计必要的门窗开启方案, 设定工况 (工况 1, 工况 2,)。
- 2) 测点布置。应按照本条中规定的测点布置方法布置检测点。

- 3) 本底浓度检测。在充入示踪气体前,应在被测空间稳定 2h-3h 后检测 CO₂ 本底浓度。
 - 4) 密闭待测空间。检测开始之前,应将示踪气体管道接入被测空间,并放置一台摇摆扇,然后关闭门窗。摇摆扇应能在室外操控其启闭。
 - 5) 示踪气体释放。开启摇摆扇,通过示踪气体管道向被测空间持续释放 CO₂ 气体,同时通过换气次数检测仪读取 CO₂ 各点浓度值。当各检测点的 CO₂ 浓度达到 4000mg/m³~6000mg/m³ 时,应停止释放 CO₂ 气体,并将换气次数检测装置开启至换气次数检测模式。
 - 6) 换气次数检测。设置 CO₂ 浓度采集周期和时长,采集周期宜为 1min~5min,采集时长不应少于 30min。按照工况 1 要求,开启门窗或通风设备,开始检测,结束测量后,读取。
 - 7) 其它工况检测。工况 1 检测完成后,更换工况,继续按照工况 1 的操作方法检测其它工况下的换气次数。
- d) 数据处理应符合下列规定:
- 1) 计算各点风速、温度算术平均值。
 - 2) 房间整体换气次数应按下列公式计算:

$$A_h = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\tau} \quad (9.3.3-1)$$

$$A_i = \frac{1}{\tau} \ln \left(\frac{C_1 - C_0}{C_\tau - C_0} \right) \quad (9.3.3-2)$$

式中: A_h ——房间整体换气次数 (h⁻¹);

A_i ——第 i 个检测点的局部换气次数 (h⁻¹);

n ——检测点个数;

τ ——检测持续时间 (s);

C_τ —— τ 时刻测量的 CO₂ 浓度 (mg/m³);

C_1 ——测量开始时的 CO₂ 浓度 (mg/m³);

C_0 ——CO₂ 本底浓度 (mg/m³)。

9.3.4 合格判定

- a) 自然通风室内平均温度应符合设计要求。当设计文件无具体要求时,应符合现行标准的规定。
- b) 过渡季典型工况下主要功能房间平均自然通风换气次数不小于 2 次/h 的数量比例不低于 60%。
- c) 检测结果符合本条第 1 款或第 2 款时,应判定为合格,否则判定为不合格。

9.4 自然采光

9.4.1 检测条件

- a) 测量室内照度时,应熄灭人工照明。
- b) 采光系数测量的天空条件应选择 GB/T20148 中规定的标准全阴天空,天空亮度分布应符合下式的规定。

$$L_\theta = \frac{1 + 2 \sin \theta}{3} L_z \quad (9.4.1)$$

式中: L_θ ——天空某点的亮度 (cd/m²);

θ ——天空某点的高度角 (°);

L_z ——天顶亮度 (cd/m²)。

- c) 照度测量应选在一天内照度相对稳定的时间内进行, 即选取当地时间上午 10 时至下午 2 时。
- d) 室内照度与室外照度的测量应同时进行。
- e) 检测仪器性能应符合表 9.4.1 的要求。

表 9.4.1 室内采光检测仪器性能要求

序号	检测参数 (单位)	检测仪器	性能要求
1	照度 (lx)	照度计	准确度不低于 1.0 级, 量程 0.1~10 ⁵ lx
2	亮度 (cd/m ²)	亮度计	准确度不低于 1.0 级, 量程 0.1~10 ⁵ cd/m ²

9.4.2 检测数量

- a) 每个建筑单体选取具有代表性的房间, 抽检量不少于房间总数的 1%, 且不少于 1 间。
- b) 不同类型的房间或场所应至少抽检 1 间。

9.4.3 检测方法

- a) 室外照度测点布置应满足下列要求:

测量室外照度应选择周围无遮挡的空地或建筑物的屋顶。接收器与周围建筑物或其他遮挡物形成的遮挡角 α 应小于 10°或 l 与 h 之比大于 6 倍, 如图 9.4.3-1 所示。

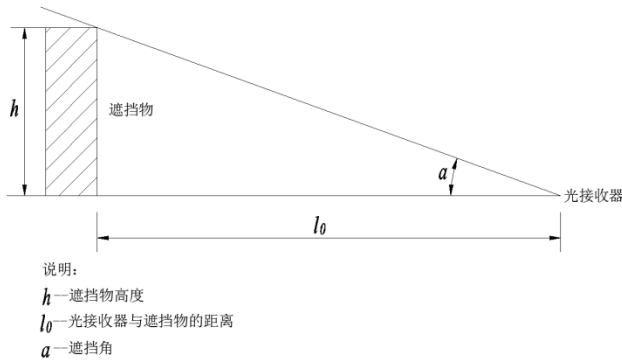


图 9.4.3-1 建筑物遮挡示意图

- b) 室内照度测点布置应满足下列要求:

- 1) 测量应选择室内整个区域或有代表性的区域, 可采用矩形网格等间距布点。对于非矩形场地, 可在场地内均匀布点, 如图 9.4.3-2 所示。

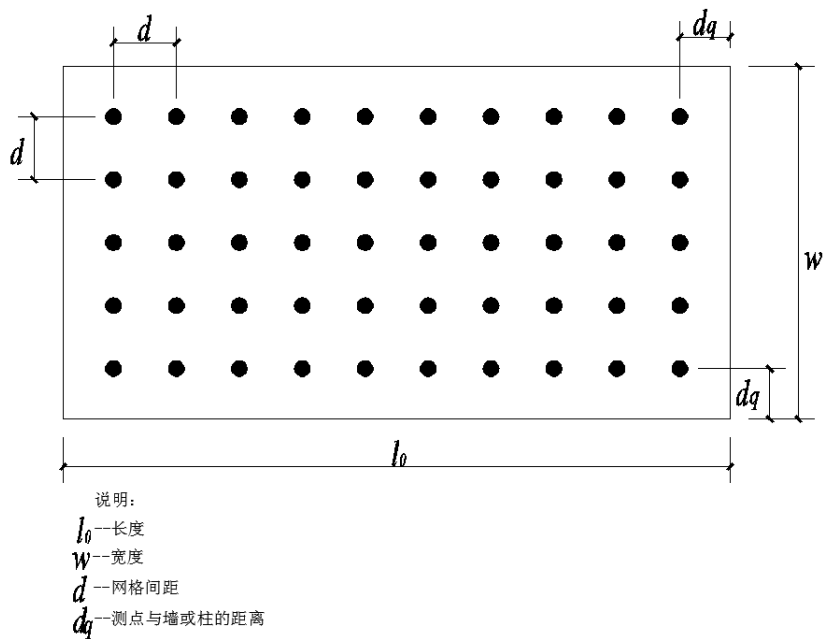


图 9.4.3-2 采光测量布点图

2) 测点间距应符合表 9.4.3 的规定。

表 9.4.3 测点间距

面积 S/m^2	d/m	d_q/m
≤ 20	0.5 或 1	$0.5 \leq d_q < 1$
$20 < S \leq 50$	1 或 2	$1 \leq d_q < 2$
> 50	2 或 4	$1 \leq d_q < 2$

3) 测量应取距地面 0.75m 高的水平面为参考平面；通道应取地面或距地 0.15m 的水平面；也可根据实际作业选定实际工作面为参考平面。

4) 走廊、通道、楼梯处的测点，在长度方向的中心线上按 1m 或 2 m 的间隔布置。

- c) 测量照度时接收器应水平放置并应避免对光接收器造成遮挡。
- d) 使用光电式照度计时，测量前应先使接收器稳定后，方可开始测量。
- e) 待仪器稳定后开始测量，并记录数据。
- f) 室内天然光照度值为室内所有测点的照度平均值。
- g) 采光系数平均值应按下列公式计算：

$$C_{ave} = \frac{1}{N} \sum C_i \tag{9.4.3-1}$$

$$C_i = \frac{E_i}{E_{di}} \times 100 \tag{9.4.3-2}$$

式中： C_{ave} ——采光系数平均值（%）；
 C_i ——室内第 i 个测点的采光系数（%）；

- M ——纵向测点数;
- N ——横向测点数;
- E_i ——室内第 i 个测点的照度 (lx);
- E_{di} ——与室内第 i 个测点同时测量的室外漫射光照度 (lx)。

- 9.4.4 合格判定
- a) 室内天然光照度值和采光系数应符合设计要求。当设计文件无具体要求时, 应符合现行标准的规定。
 - b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时, 应判定为合格, 否则判定为不合格。

10 可再生能源

10.1 一般规定

- 10.1.1 可再生能源系统检测包括太阳能光伏系统、太阳能热水系统、地源热泵系统和空气源热泵热水系统检测。
- 10.1.2 太阳能光伏系统应检测光电转换效率。
- 10.1.3 太阳能热水系统检测项目应包括集热系统效率和贮热水箱热损系数。
- 10.1.4 地源热泵系统应检测系统能效比。
- 10.1.5 空气源热泵热水系统检测项目应包括机组性能系数和保温性能。

10.2 太阳能光伏系统

- 10.2.1 检测条件
 - a) 在检测前, 应确保系统在正常负载条件下连续运行 3d, 检测期内的负载变化规律应与设计文件一致。
 - b) 检测需重复进行 3 次, 每次检测时间应为当地太阳正午时前 1h 到太阳正午时后 1h, 共计 2h。
 - c) 检测期间, 室外环境平均温度的允许范围应为年平均环境温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
 - d) 检测期间, 环境空气的平均流动速率不应大于 4m/s。
 - e) 检测期间, 太阳总辐照度不应小于 $700\text{W}/\text{m}^2$, 太阳总辐照度的不稳定性不应大于 $\pm 50\text{W}/\text{m}^2$ 。
 - f) 检测太阳能光伏发电系统的仪器性能应符合表 10.2.1 的要求。

表 10.2.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数 (单位)	检测仪器	性能要求
1	太阳辐照度 (W/m^2)	总辐射表	应符合现行国家标准《总辐射表》 GB/T19565 的要求
2	长度 (m)	长度尺	不确定度 $\leq 2\text{mm}$
3	空气速率 (m/s)	风速仪	准确度 $\leq 0.5\text{m}/\text{s}$
4	电功率 (kW)	电功率表	测量误差 $\leq 0.5\%$
5	环境空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	温度计	准确度 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$

10.2.2 检测数量

当太阳能光伏系统的太阳能电池组件类型、系统与公共电网的关系相同, 且系统装机容量偏差在

10%以内时，应视为同一类型太阳能光伏系统。同一类型太阳能光伏系统被检测数量应为该类型系统总数的 5%，且不得少于 1 套。

10.2.3 检测方法

- a) 测量空气温度时应确保温度传感器置于遮阳且通风的环境中，高于地面约 1m，距离集热系统在 1.5m~10.0m 之间，环境温度传感器的附近不应有烟囱、冷却塔或热气排风扇等热源。
- b) 光电转换效率检测应符合以下规定：
 - 1) 应检测系统每日的发电量、光伏电池表面上的总太阳辐照量、光伏电池板的面积、光伏电池背板表面温度、环境温度和风速等参数。
 - 2) 对于独立太阳能光伏系统，电功率表应接在蓄电池组的输入端，对于并网太阳能光伏系统，电功率表应接在逆变器的输出端。
 - 3) 检测开始前，应切断所有外接辅助电源，安装调试好太阳辐射表、电功率表、温度自记仪和风速计，并测量太阳能电池方阵面积。
 - 4) 检测期间数据记录时间间隔不应大于 600s，采样时间间隔不应大于 10s。
 - 5) 太阳能光伏系统光电转换效率应按式计算：

$$\eta_d = \frac{3.6 \times \sum_{i=1}^n E_{PV-i}}{\sum_{i=1}^n H_i A_{ci}} \times 100$$

(10.2.3)

式中： η_d ——太阳能光伏系统光电转换效率（%）；
 n ——不同朝向和倾角采光平面上的太阳能电池方阵个数；
 H_i ——第 i 个朝向和倾角采光平面上单位面积的阳光辐射量(MJ/m²)；
 A_{ci} ——第 i 个朝向和倾角平面上的太阳能电池采光面积(m²)，在测量太阳能光伏系统电池面积时，应扣除电池的间隙距离，将电池的有效面积逐个累加，得到总有效采光面积；
 E_{PV-i} ——第 i 个朝向和倾角采光平面上的太阳能光伏系统的发电量(kWh)。

10.2.4 合格判定

- a) 太阳能光伏系统的光电转换效率应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合表 10.2.4 的规定。

表 10.2.4 不同类型太阳能光伏系统的光电转换效率 η_d (%)

晶体硅电池	薄膜电池
$\eta_d \geq 8$	$\eta_d \geq 4$

- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

10.3 太阳能热水系统

10.3.1 检测条件

- a) 太阳能热水系统性能检测应在太阳能热水系统调试完成、实际运行状态下进行。

- b) 检测期间的运行工况宜达到系统的设计工况，且应在连续运行的状态下完成。
- c) 太阳能热水系统检测的室外环境平均温度 t_a 的允许范围应为年平均环境温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 检测期间的太阳辐照量实测值与本标准第 9.3.1 条第 5 款规定的 4 个区间太阳辐照量平均值的偏差应控制在 $\pm 0.5\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 以内。对于全年使用的太阳能热水系统，不同区间太阳辐照量的平均值可按本标准附录 C 确定。
- e) 太阳辐照量 (J) 检测不应少于 4 天，每一太阳辐照量区间检测天数不应少于 1 天，太阳辐照量区间划分应符合下列 I、II 区（I、II 区城市划分见附录 C）规定：

表 10.3.1-1 辐照量区间划分为 I、II 区

I 区	II 区
1) $J < 8\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;	1) $J < 8\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;
2) $8\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \leq J < 12\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;	2) $8\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \leq J < 13\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;
3) $12\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{d} \leq J < 16\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;	3) $13\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \leq J < 18\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;
4) $16\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \leq J$ 。	4) $18\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \leq J$ 。

- f) 检测期间，室外环境应满足下列要求：
 - 1) 室外平均环境温度不低于 8°C 且不高于 39°C 。
 - 2) 环境空气的平均流速不应大于 4m/s 。
- g) 检测仪器性能应符合表 10.3.1-2 的要求。

表 10.3.1-2 检测仪器性能要求

序号	检测参数 (单位)	检测仪器	性能要求
1	太阳辐照度 (W/m^2)	总辐射表	应符合现行国家标准《总辐射表》 GB/T19565 的要求
2	环境空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	温度计	准确度 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$
3	水温度 ($^{\circ}\text{C}$)	温度计	准确度 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$
4	水流量 (m^3/h)	流量计	准确度 $\leq 1.0\%$
5	质量流量 (kg/h)	流量计	准确度 $\leq 1.0\%$
6	时间 (s)	计时器	准确度 $\leq 0.2\%$
7	空气速率 (m/s)	风速仪	准确度 $\leq 0.5\text{m}/\text{s}$
8	长度 (m)	长度尺	不确定度 $\leq 2\text{mm}$
9	热量 (MJ/h)	热量表	应符合现行国家标准《热量表》 GB/T32224 的要求

- 10.3.2 太阳能热水系统检测数量应符合下列规定：
- a) 集中式系统，应全数检测。
 - b) 分散式系统，应按同类型总数抽检 2%，且不得少于 1 套。

10.3.3 检测方法

a) 集热系统得热量的检测应符合下列规定：

- 1) 每日检测的时间从上午 8 时开始至达到所需要的太阳辐射量为止。
- 2) 检测参数包括集热系统进出口温度、流量、环境温度、环境空气流速，采样时间间隔不得大于 10s。
- 3) 太阳能集热系统得热量 Q_j 可以用热量表直接测量，也可以通过分别测量温度、流量等参数按下式计算：

$$Q_j = \sum_{i=1}^n m_{ji} \rho_w c_{pw} (t_{dji} - t_{bjj}) \Delta T_{ji} \times 10^{-6} \quad (10.3.3-1)$$

式中： Q_j ——太阳能集热系统得热量 (MJ)；

n ——总记录数；

m_{ji} ——第 i 次记录的集热系统平均流量 (m³/s)；

ρ_w ——集热工质的密度 (kg/m³)；

c_{pw} ——集热工质的比热容 [J/(kg·℃)]；

t_{dji} ——第 i 次记录的集热系统的出口温度 (℃)；

t_{bjj} ——第 i 次记录的集热系统的进口温度 (℃)；

ΔT_{ji} ——第 i 次记录的时间间隔 (s)， $\Delta T_{ji} \leq 600s$ 。

b) 集热系统效率的检测应符合下列规定：

- 1) 每日检测的时间从上午 8 时开始至达到所需的太阳辐射量为止。达到所需要的太阳辐射量后，应采取停止集热系统循环泵等措施，确保系统不再获取太阳得热量。
- 2) 检测参数应包括集热系统得热量、太阳总辐照量和集热系统集热器总面积等。
- 3) 太阳能热水系统的集热效率应按下列公式计算：

$$\eta = \sum_{i=1}^4 x_i \eta_i / \sum_{i=1}^4 x_i \quad \text{或} \quad \eta = \frac{1}{365} \sum_{i=1}^4 x_i \eta_i \quad (10.3.3-2)$$

$$\eta_i = \frac{Q_{ji}}{A \times H_i} \times 100 \quad (10.3.3-3)$$

式中： η ——设计使用期内或全年使用的集热系统效率 (%)；

η_i ——按本标准第 9.3.1 条第 5 款确定的各太阳辐照量下的单日集热系统效率 (%)；

x_i ——按本标准第 9.3.1 条第 5 款确定的各太阳辐照量在当地气象条件下供热水时期统计得到的天数。没有气象数据时，对于全年使用的太阳能热水系统可按本标准附录 A 取值；

H_i ——第 i 辐照段检测期间，室外太阳总辐照量 (MJ/m²)；

A ——集热系统的集热器面积 (m²)。

c) 贮热水箱热损因数的检测应符合下列规定：

- 1) 检测持续的时间从晚上 8 时开始至次日早上 6 时结束，共计 10 个小时。检测开始时贮热

水箱水温不得低于 50℃，与水箱所处环境温度差不应小于 20℃。检测期间应确保贮热水箱的水位处于正常水位，且无冷热水出入水箱。

- 2) 检测参数包括贮热水箱内水的初始温度、结束温度、贮热水箱容水量、环境温度等。
- 3) 贮热水箱热损因数应按下式计算：

$$U_{SL} = \frac{\rho_w c_{pw}}{\Delta \tau} \ln \left[\frac{t_i - t_{as(av)}}{t_f - t_{as(av)}} \right]$$

(10.3.3-4)

式中：

- U_{SL} ——贮热水箱热损因数[W/（m³·K）]；
- ρ_w ——水的密度（kg/m³）；
- c_{pw} ——水的比热容（J/（kg·℃））；
- $\Delta \tau$ ——降温时间（s）；
- t_i ——开始时贮热水箱内水温度(℃)；
- t_f ——结束时贮热水箱内水温度(℃)；
- $t_{as(sv)}$ ——降温期间平均环境温度(℃)。

10.3.4 合格判定

- a) 太阳能热水系统检测参数应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

10.4 地源热泵系统

10.4.1 检测条件

- a) 地源热泵系统能效比检测应选择在制热/冷季节、系统调试完成、实际运行状态下进行，检测时间不少于 4 天。
- b) 热泵机组运行稳定，热泵机组制热/冷性能系数的测定工况宜达到机组的额定工况，机组的负荷率宜达到机组额定值的 80%以上；系统能效比的测定工况宜达到系统的设计工况，系统的负荷率宜达到设计值的 60%以上。
- c) 夏季检测时，室外空气温度应大于或等于 29℃，冬季应小于或等于 16℃。
- d) 检测仪器性能应符合表 10.4.1 的要求。

表A.1 表 10.4.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	空气温度（℃）	温度计（仪）	不确定度≤0.5℃
2	相对湿度（%）	相对湿度仪	不确定度≤5%RH（测量值）
3	水温度（℃）	温度计	准确度≤0.2℃
4	水流量（m ³ /h）	流量计	准确度≤5%（测量值
5	质量流量（kg/h）	流量计	准确度≤1.0%
6	电功率（kW）	电功率表	测量误差≤1.5%（测量值）

10.4.2 检测数量

- a) 热泵机组性能检测的抽样方法应符合下列规定：
 - 1) 对于 2 台及以下同型号机组，应至少抽取 1 台；
 - 2) 对于 3 台及以上同型号机组，应至少抽取 2 台。
- b) 室内温湿度检测数量按照空调系统分区进行选取。当系统形式不同时，每种系统形式均宜检测。相同系统形式的抽检数量不宜低于系统数量的 5%，检测点应具有代表性。

10.4.3 检测方法

- a) 室内温湿度检测应在建筑物达到热稳定后进行，检测期间的室外温湿度检测应与室内温湿度的检测同时进行，记录检测期间室外温度的变化情况，且数据记录时间间隔最长不得超过 10min。
- b) 热泵机组制热/冷性能系数
 - 1) 热泵机组制热/冷性能系数是指热泵机组的制冷/制热量与输入功率之比。
 - 2) 检测工况下启用的热泵机组应进行机组热源侧流量、机组用户侧流量、机组热源侧进出口水温、机组用户侧进出口水温和机组输入功率的数据采集。
 - 3) 水系统供、回水温差的检测方法应符合下列规定：
 - (1) 热泵机组热源侧和机组用户侧的供、回水温度应同时进行检测。
 - (2) 测点应布置在靠近被测机组的进出口处，测量时应采取减少测量误差有效措施。
 - 4) 检测时间：热泵机组的检测应在机组运行工况稳定后进行，检测周期为 24 小时，检测期间应每隔 5~10min 读数 1 次。
 - 5) 机组检测期间的平均制热/冷量应按下列公式计算：

$$Q = V \rho_w c \Delta t_w / 3600 \quad (10.4.3-1)$$

式中：V——热泵机组用户侧平均流量（m³/h）；

Δt_w ——热泵机组用户侧进出口水平均温差（℃）；

ρ_w ——冷（热）介质平均密度（kg/m³）；

c——冷（热）介质平均定压比热[kJ/(kg·℃)]。

ρ_w 、c 可根据介质进出口平均温度由物性参数表查取。

- 6) 数据整理：热泵机组制热/冷性能系数应按下列公式计算：

$$COP_c = \frac{Q_c}{n_i} \quad (10.4.3-2)$$

$$COP_H = \frac{Q_H}{n_i} \quad (10.4.3-3)$$

式中：COP_c——热泵机组的制冷性能系数；

COP_H——热泵机组的制热性能系数；

Q_c ——检测期间机组的平均制冷量 (kW);

Q_h ——检测期间机组的平均制热量 (kW);

n_i ——检测期间机组的平均输入功率 (kW)。

c) 地源热泵系统能效比

- 1) 系统能效比是指地源热泵系统的制冷/热量与系统输入电量之比, 这里的系统输入电量主要是指热泵机组以及与地源热泵系统相关的所有水泵的输入电量之和 (不包括用户末端设备)。
- 2) 检测参数: 系统热源侧流量、系统用户侧流量、系统热源侧进出口水温、系统用户侧进出口水温、机组消耗的电量、水泵消耗的电量。
- 3) 系统检测期间的总制冷 (热) 量应按下列公式计算:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \Delta T_i \quad (10.4.3-4)$$

$$q_i = \frac{\bar{V}_i \rho_i c_i \Delta T_i}{3600} \quad (10.4.3-5)$$

式中: \bar{V}_i ——系统第 i 时段用户侧的平均流量 (m^3/h);

ΔT_i ——系统第 i 时段用户侧的进出口水温差 ($^{\circ}\text{C}$);

ρ_i ——第 i 时段冷 (热) 介质平均密度 (kg/m^3);

c_i ——第 i 时段冷 (热) 介质平均定压比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$];

q_i ——热泵系统的第 i 时段制冷 (热) 量 (kW);

ΔT_i ——第 i 时段持续的时间 (h);

n ——热泵系统检测期间采集数据组数。

ρ 、 c 可根据介质进出口平均温度由物性参数表查取。

- 4) 数据整理: 热泵系统的典型季节系统能效比应按下列公式计算:

$$EER_c = \frac{Q_c}{\sum N_i + \sum N_j} \quad (10.4.3-6)$$

$$EER_h = \frac{Q_h}{\sum N_i + \sum N_j} \quad (10.4.3-7)$$

式中: EER_c ——地源热泵系统的制冷能效比;

EER_h ——地源热泵系统的供暖能效比;

Q_c ——系统检测期间的总制冷量 (kWh);

Q_h ——系统检测期间的总供暖量 (kWh);

$\sum N_i$ ——系统检测期间, 所有热泵机组消耗的电量 (kWh);

$\sum N_j$ ——系统检测期间, 所有用于水泵消耗的电量 (kWh)。

10.4.4 合格判定

- a) 地源热泵系统能效比应符合设计文件要求; 当设计文件无具体要求时, 应满足表 10.4.4 技术指标限值的要求。

表 10.4.4 技术指标限值

技术指标	指标限值
系统供冷能效比	≥3.0
系统供热能效比	≥2.6

b) 当检测结果符合本条第 1 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

10.5 空气源热泵热水系统

10.5.1 检测条件

- a) 性能检测应在系统安装调试完成后，至少正常运行 5 天后进行。
- b) 性能检测时应断开其他辅助热源。
- c) 空气源热泵机组性能系数检测应在典型制热工况下进行，机组负荷率宜达到 80%以上，室外干球温度宜在-14℃~8℃之间。
- d) 机组的实测制热量不应小于名义热泵制热量的 92%。
- e) 机组的实测制热消耗功率不应大于名义制热消耗功率的 110%。
- f) 检测仪器性能应符合表 10.5.1 的要求。

表 10.5.1 检测仪器性能要求

序号	检测参数（单位）	检测仪器	性能要求
1	空气温度（℃）	温度计（仪）	准确度≤0.5℃
2	水温度（℃）	温度计	准确度≤0.2℃
3	空气速率（m/s）	风速仪	准确度≤0.5m/s
4	电功率（kW）	电功率表	1.5 级
5	水流量（m³/h）	流量计	准确度≤2%
6	长度（m）	钢卷尺、钢直尺、游标卡尺	准确度≤1.0%

10.5.2 空气源热泵热水系统装机容量偏差在 10%以内时，视为同一类型空气源热泵热水系统。同一类型空气源热泵热水系统检测数量为该类型系统总数的 5%，且不得少于 1 套。

10.5.3 检测方法

- a) 应分别记录贮热水箱、空气源热泵周围的空气流速、环境湿度与温度。测量仪表应分别放置在与贮热水箱、热泵中心点相同高度的遮荫处，分别距离贮热水箱、热泵 1.5m~2.0m 的范围内。
- b) 贮热水箱的水量应在检测结束后，检测贮热水箱内的水在冷水进水状态下的水量，水量不包括管路内的水。对于贮热水箱内的水是直流式加热的热泵热水系统，可以将流量计安装在热泵热水机组的进水管路上，通过记录试验开始时和结束时流量计读数的差值，就可计算出贮热水箱的试验水量。
- c) 关闭循环水泵，开启热泵热水机组，设定热水机组温度为不小于额定值的 95%，持续记录热泵热水机组瞬时出水温度。
- d) 检测宜在热泵机组运行工况稳定后 1h 进行，检测时间不得低于 2h，机组的各项参数检测记录应同步，记录时间间隔不得大于 600s。

- e) 热水型空气源热泵机组应检测系统的热源侧流量、用户侧流量、室外温湿度和机组输入功率等参数；热风型空气源热泵机组应检测热泵机组的送风量、入口温度、入口相对湿度、入口焓值、出口温度、出口相对湿度、出口焓值、机组消耗功率，室外温湿度。
- f) 待温度达到设定温度后，记录热泵输入功率，重复试验不少于 3 次。
- g) 机组性能系数 COP 应按下列公式计算：

$$COP = \frac{Q}{P} \quad (10.5.3-1)$$

$$Q = \frac{V_w \rho_w C_{pw} \Delta t_w}{3600} \text{ 或 } Q = \frac{P V_a \rho_0 |h_i - h_0|}{3600(1 + d_0)} \quad (10.5.3-2)$$

式中：Q——检测期间热水型空气源热泵机组或热风型空气源热泵机组的平均制热量（kW）；

P——检测期间机组的平均输入功率（kW）；

V_w 、 V_a ——热泵机组用户侧平均流量、循环风量（m³/h）；

ρ_w 、 ρ_0 ——热水平均密度、空气出口密度（kg/m³）；

Δt_w ——热泵机组用户侧进出口介质平均温差（℃）；

h_i 、 h_0 ——入口、出口空气焓值（kJ/kg）；

C_{pw} ——水的定压比热容（kJ/kg·℃）；

d_0 ——空气出口含湿量[kJ/（kg·干空气）]。0

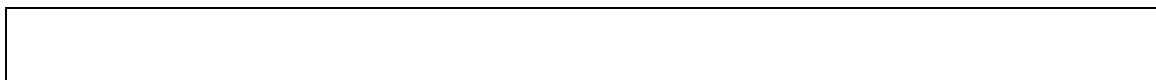
- h) 保温性能检测在水箱出水口处加装温度计。将水箱注满水，设置加热温度在 55℃±3℃，连续开机至温控器断开，关闭电源与水源、关闭出水阀门，保持自然放置 24h，然后打开阀门放水，记录出水平均温度，即为试验终止温度。

10.5.4 合格判定

- a) 空气源热泵热水机组的性能系数（COP）应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定。
- b) 空气源热泵热水系统保温性能应符合设计文件要求；当设计文件无具体要求时，应符合现行标准的规定：
- c) 当检测结果符合本条第 1、2 款的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

附 录 A 检测报告格式

检测内容			
工程名称			
工程地址			
委托单位		建设单位	
委托日期		检测日期	
抽样日期		报告日期	
一、检测概要			
二、检测依据			
三、主要检测仪器、型号、编号、检定有效期			
四、设计说明及技术要求			
五、检测结果			
六、检测结论			
七、对检测结果、结论的解释与说明			
八、审核批准			



附录 B 能耗与能效指标检测方法

B.1 一般规定

B.1.1 能效指标检测方法应符合表 B.1.1 的规定：

B.1.1 近零能耗建筑中各种能耗与能效指标的检测方法

建筑类型	指标名称	检测方法	来源（公式）
近零能耗 居住建筑	建筑能耗综合值	能耗计算	附录 B（B.1.6、B.1.7）
	供暖年耗热量	负荷计算	附录 B
	供冷年耗热量	负荷计算	附录 B
	可再生能源利用率	能耗计算	附录 B（B.1.8、B.1.9、B.1.10、B.1.11）
	建筑气密性	压差法	6.3（6.3.3-1、6.3.3-2、6.3.3-3）
近零能耗 公共建筑	建筑综合节能率	能耗计算	附录 B（B.3.2）
	建筑本体节能率	能耗计算	附录 B（B.3.1）
	建筑气密性	压差法	6.3（6.3.3-1、6.3.3-2、6.3.3-3）
	可再生能源利用率	能耗计算	附录 B（B.1.8、B.1.9、B.1.10、B.1.11）

B.1.2 指标计算所采用的软件应具备下列功能：

- 能计算围护结构（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，计算中应能考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 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；
- 采用月平均动态计算方法；
- 能计算新风热回收和气密性对建筑能耗的影响。

B.1.3 指标的计算应符合下列规定：

- 气象参数应按现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T346 的规定选取。
- 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）。
- 当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，应利用自然通风，不计算建筑的供冷需求。
- 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。
- 照明能耗的计算应考虑自然采光和自动控制的影响。
- 应计算可再生能源利用量。

B.1.4 实际建筑指标计算参数设置应符合下列规定：

- 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（包括透光幕墙）太阳得热系数、窗墙面积比、屋面开窗面积应与建筑实际检测结果一致。
- 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实际设置，当无规定时，可按照表 B.1.4-1 设置。

- c) 当实际建筑采用活动遮阳装置时, 供暖季和供冷季的遮阳系数应按实际设置, 当无规定时, 可按表 B.1.4-2 确定。
- d) 房间人员密度及在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间应按实际设置, 当无规定时, 可按表 B.1.4-3 设置, 新风开启率按人员在室率计算。
- e) 照明系统的照明功率密度值应与建筑实际检测结果一致。
- f) 供暖、通风、空调、生活热水、电梯系统的系统形式和能效与实际文件一致; 生活热水系统的用水量应与实际文件一致, 并应符合现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB50555 的规定。
- g) 可再生能源系统形式及效率应与实际检测结果文件一致。

B. 1. 4-1 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

B. 1. 4-2 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

B. 1. 4-3 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. 0%	6	180

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
	楼梯间	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	大堂门厅	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	储物间	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	0	0.0%	0	0.0%	2	120
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	0.0%	5	270
	休息室	3.33	16.7%	0	0.0%	5	150
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	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	0.0%	9	300
	西餐厅	4	16.7%	0	0.0%	6.5	300
	火锅店	4	16.7%	0	0.0%	8	300
	快餐店	4	16.7%	0	0.0%	5	300
	酒吧、茶座	4	36.6%	0	0.0%	8	300
	厨房	10	27.9%	0	0.0%	6	330
	游泳池	10	26.3%	0	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

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
	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
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	9	300
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	120
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	健身房	8	26.3%	0	0.0%	11	210
	保龄球房	8	40.4%	0	0.0%	14.5	240
	台球房	4	40.4%	0	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	100.0%	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	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	240
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	100	32.7%	15	32.7%	2	240
商场建筑	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	330
	中餐厅	2	27.9%	0	0.0%	9	300
	西餐厅	2	36.6%	0	0.0%	6.5	300
	火锅店	2	17.7%	0	0.0%	5	300
	快餐店	2	27.9%	0	0.0%	5	300
	酒吧、茶座	2	36.6%	0	0.0%	8	300
	厨房	10	27.9%	0	0.0%	6	300
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	240

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
	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	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	120
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
影剧院	影剧院	1	34.6%	0	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	0.0%	11	240
	展览厅	5	23.8%	20	41.7%	9	300
医院建筑	病房	10	100.0%	0	0.0%	5	210
	手术室	10	52.9%	0	0.0%	20	390
	候诊室	2	47.9%	0	0.0%	6.5	270
	门诊办公室	6.67	47.9%	0	0.0%	6.5	270
	婴儿室	3.33	100.0%	0	0.0%	6.5	270
	药品储存库	0	0.0%	0	0.0%	5	270
	档案库房	0	0.0%	0	0.0%	5	270
	美容院	4	51.7%	5	51.7%	8	270

B.1.5 基准建筑指标计算参数设置程序应符合下列规定：

- 建筑的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造、围护结构做法应与实际建筑一致。
- 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、及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 B.1.3-3 确定。
- 公共建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 的规定，居住建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 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。
- 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；

- e) 基准建筑无活动遮阳装置，其基准建筑窗墙面积比应按表 B.1.5-1 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；
- f) 基准建筑的供暖、供冷系统形式应按表 B.1.5-2 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。
- g) 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 200W，运行时的特定能量消耗为 1.26mWh/（kg•m）。

B. 1. 5-1 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≤10000m ² ）	31
办公建筑（面积>10000m ² ）	40
餐饮建筑	34
商场建筑	20
学校建筑	25
居住建筑	35

B. 1. 5-2 基准建筑供暖、供冷系统形式

建筑类型		寒冷地区	夏热冬冷地区
居住建筑	末端形式	散热器供暖，分体空调	分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	空气源热泵
办公建筑	末端形式	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	燃煤锅炉	燃气锅炉

建筑类型		寒冷地区	夏热冬冷地区
酒店建筑	末端形式	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	燃煤锅炉	燃气锅炉
学校	末端形式	散热器供暖，分体空调	分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	空气源热泵
商场	末端形式	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	燃煤锅炉	燃气锅炉
医院	末端形式	全空气系统	全空气系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃气锅炉
其他类型	末端形式	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	燃煤锅炉	燃气锅炉

B.1.6 建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E_a = E_E - \frac{\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{A}$$

(B.1.6)

式中： E_a ——建筑能耗综合值，kWh/（m²•a）；

E_E ——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值，kWh/（m²•a）；

A ——住宅类建筑为套内使用面积，非住宅类为建筑面积；

f_i —— i 类型能源的能源换算系数，按本标准表 B.1.12 选取；

$E_{r,i}$ ——年本体产生的 i 类型可再生能源发电量，kWh；

$E_{rd,i}$ ——年周边产生的 i 类型可再生能源发电量，kWh。

B.1.7 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f + E_e \times f}{A} \quad (\text{B.1.7})$$

式中： E_h ——年供暖系统能源消耗，kWh；

E_c ——年供冷系统能源消耗，kWh；

E_l ——年照明系统能源消耗，kWh；

E_w ——年生活热水系统能源消耗，kWh；

E_e ——年电梯系统能源消耗，kWh。

B.1.8 可再生能源利用率应按下式计算：

$$REP_p = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_e \times f_i} \quad (\text{B.1.8})$$

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，kWh；

EP_c ——空调系统中可再生能源利用量，kWh；

EP_w ——生活热水系统中可再生能源利用量，kWh；

Q_h ——供暖年耗热量，kWh；

Q_c ——供冷年耗冷量，kWh；

Q_w ——年生活热水耗热量，kWh。

B.1.9 供暖系统中可再生能源利用量应按下列公式计算：

$$EP_h = EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio} \quad (\text{B.1.9-1})$$

$$EP_{h,geo} = Q_{h,geo} - E_{h,geo} \quad (\text{B.1.9-2})$$

$$EP_{h,air} = Q_{h,air} - E_{h,air} \quad (\text{B.1.9-3})$$

$$EP_{h,sol} = Q_{h,sol} \quad (\text{B.1.9-4})$$

$$EP_{h,bio} = Q_{h,bio} \quad (\text{B.1.9-5})$$

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

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

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

$EP_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年可再生能源利用量，kWh；

- $Q_{h,geo}$ ——地源热泵系统的年供暖供热量, kWh;
 $Q_{h,air}$ ——空气源热泵系统的年供暖供热量, kWh;
 $Q_{h,sol}$ ——太阳能系统的年供暖供热量, kWh;
 $Q_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年供暖供热量, kWh;
 $E_{h,geo}$ ——地源热泵机组暖年耗电量, kWh;
 $E_{h,air}$ ——空气源热泵机组供暖年耗电量, kWh。

B.1.10 生活热水系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio} \tag{B.1.10-1}$$

$$EP_{w,geo} = Q_{w,geo} - E_{w,geo} \tag{B.1.10-2}$$

$$EP_{w,air} = Q_{w,air} - E_{w,air} \tag{B.1.10-3}$$

$$EP_{w,sol} = Q_{w,sol} \tag{B.1.10-4}$$

$$EP_{w,bio} = Q_{w,bio} \tag{B.1.10-5}$$

- 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, kWh;
 $EP_{w,air}$ ——空气源热泵生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;
 $EP_{w,sol}$ ——太阳能生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;
 $EP_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;
 $Q_{w,geo}$ ——地源热泵系统的年生活热水供热量, kWh;
 $Q_{w,air}$ ——空气源热泵系统的年生活热水供热量, kWh;
 $Q_{w,sol}$ ——太阳能系统的年生活热水供热量, kWh;
 $Q_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年生活热水供热量, kWh;
 $E_{w,geo}$ ——地源热泵机组供生活热水年耗电量, kWh;
 $E_{w,air}$ ——空气源热泵机组供生活热水年耗电量, kWh。

B.1.11 供冷系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_c = EP_{c,sol} \tag{B.1.11-1}$$

$$EP_{c,sol} = Q_{c,sol} \tag{B.1.11-2}$$

- 式中: $EP_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年可再生能源利用量, kWh;
 $Q_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年供冷量, kWh。

B.1.12 能源换算系数应符合表 B.1.12 的规定。

B. 1. 12 能源换算系数

能源类型	换算单位	能源换算系数
标准煤	kWh/kgce 终端	8.14
天然气	kWh/m ³ 终端	9.85

热力	kWh/kWh 终端	1.22
电力	kWh/kWh 终端	2.60
生物质能	kWh/kWh 终端	0.20
电力（光伏、风力等可再生能源发电）	kWh/kWh 终端	2.60

B.2 居住建筑

- B.2.1 居住建筑的指标应以建筑套内使用面积为基准。
- B.2.2 建筑套内使用面积应符合下列规定：
- a) 建筑套内使用面积应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。
 - b) 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。
 - c) 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。
 - d) 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 1.2m 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。
 - e) 套内烟囱、通风道、管井等均不应计入套内使用面积。

B.3 公共建筑

- B.3.1 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，并按按下式计算：

$$\eta_e = \frac{|E_E - E_R|}{E_R} \times 100\% \tag{B.3.1}$$

式中： η_e ——建筑本体节能率，%；
 E_E ——设计建筑不含可再生能源发电的建筑能耗综合值（kWh/m²）；
 E_R ——基准建筑的建筑能耗综合值（kWh/m²）。

- B.3.2 建筑综合节能率计算应按按下式计算：

$$\eta_p = \frac{|E_D - E_R|}{E_R} \times 100\% \tag{B.3.2}$$

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（kWh/m²）。

附 录 C 江苏省 I、II 区城市划分及对应辐照量分段统计表

分区	主要城市	天数/日平均太阳辐照量			
		x_1 (d) / H_1 (MJ/m ²)	x_2 (d) / H_2 (MJ/m ²)	x_3 (d) / H_3 (MJ/m ²)	x_4 (d) / H_4 (MJ/m ²)
I 区	南京、苏州、无锡、常州、 镇江、扬州、泰州、南通	114/4.2	79/10.1	64/14.0	108/20.3
	东台（盐城）	110/4.7	111/10.0	81/13.9	63/19.5
II 区	徐州	91/5.2	103/9.9	124/13.9	47/18.8
	淮安、宿迁	72/4.7	101/10.3	114/14.1	78/20.5
	连云港	72/5.4	101/9.8	124/14.2	68/18.9