



中华人民共和国国家标准

GB/T 43496—2023

建筑幕墙热循环和结露检测方法

Test method of thermal cycling and condensation resistance of curtain walls

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用要求	2
5 检测原理	2
6 检测装置	2
6.1 组成	2
6.2 要求	3
7 试件及安装	4
7.1 试件	4
7.2 安装及检查	4
8 检测方法	4
8.1 检测顺序	4
8.2 气密性能	4
8.3 水密性能	5
8.4 热循环	5
8.5 结露	6
8.6 重复气密性能	7
8.7 重复水密性能	7
8.8 结果评定	7
9 检测报告	7

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本文件由全国建筑幕墙门窗标准化技术委员会(SAC/TC 448)归口。

本文件起草单位：广东省建筑科学研究院集团股份有限公司、广东世纪达建设集团有限公司、浙江中南建设集团有限公司、广东创高幕墙门窗工程有限公司、上海建科检验有限公司、深圳市方大建科集团有限公司、深圳广晟幕墙科技有限公司、济南天辰智能装备股份有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、广州集泰化工股份有限公司、广州斯意达幕墙设计咨询有限公司、澳门金属结构协会、浙江亚厦幕墙有限公司、广东大鹏幕墙科技有限公司、广东合和建筑五金制品有限公司、浙江宝业幕墙装饰有限公司、广东坚朗五金制品股份有限公司、广州建筑装饰集团有限公司、深圳广田方特科建集团有限公司、中建不二幕墙装饰有限公司、上海耀皮玻璃集团股份有限公司、山东迈源建设集团有限公司、金刚幕墙集团有限公司、深圳市启瑞建设工程有限公司、北京佑荣索福恩建筑咨询有限公司、中誉设计有限公司、英海特工程咨询(北京)有限公司、深圳天盛外墙技术咨询有限公司、四川新达粘胶科技有限公司、广州行盛玻璃幕墙工程有限公司、山东雄狮建筑装饰股份有限公司、新疆建筑科学研究院(有限责任公司)、武汉凌云建筑装饰工程有限公司、中建新疆建工集团第三建设工程有限公司、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、中信建设有限责任公司、河北建工集团建筑装饰工程有限公司、中铁城际规划建设有限公司、中国电子工程设计院有限公司、广州珠江建设发展有限公司、广州市白云化工实业有限公司、江苏省装饰幕墙工程有限公司、思甫悉建筑设计咨询(上海)有限公司、上海中铭建设发展有限公司、中山中瑞建筑装饰工程有限公司、中建八局第二建设有限公司、郑州中原思蓝德高科股份有限公司、深圳市华辉装饰工程有限公司、重庆禾维科技有限公司。

本文件主要起草人：张士翔、梁曙光、何瑄、罗卫军、赖燕德、刘会涛、张河山、唐雅芳、黄俊强、莫卓凯、陈向东、陈颂凯、文林、李万昌、周倩、高新来、黄张智、刘建伟、林魏新、朱志雄、杜万明、宋咏明、李相林、刘硕、孙大海、赵国建、王生、季峰、杨廷海、王珏、邵长健、陈立东、牟六生、谢代安、上官峰、胡忠明、车海宝、孙晋、吴沂梅、苏建阳、张冠、金春峰、卜继斌、周平、刘长龙、王常雷、王红生、孙立江、张昌奇、张燕红、郭学林、曾凯、刘丹妮、闫松、席夫建、曹原、饶晓佳。

建筑幕墙热循环和结露检测方法

1 范围

本文件规定了建筑幕墙热循环和结露检测方法的通用要求、检测原理、检测装置、试件及安装、检测方法以及检测报告。

本文件适用于建筑幕墙热循环和结露的实验室检测。检测对象只限于建筑幕墙试件本身及其与结构之间的连接构造。

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 15227 建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法

GB/T 31433 建筑幕墙、门窗通用技术条件

GB/T 34327 建筑幕墙术语

3 术语和定义

GB/T 34327 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热循环 thermal cycle

在试件室外模拟特定的自然气候条件周期变化的过程。

注：模拟的条件包括空气温度、太阳热辐射照度。

3.2

结露 condensation

试件在室外低温、室内恒温恒湿条件下，持续一定时间后室内侧出现凝结水析出现象。

3.3

室外气候模拟装置 outdoor weather simulation device

能够实现室外试验条件的建筑物室外气候模拟装置。

注：包括保温箱体、空气循环系统、空气温度调节装置、红外辐射加热装置等。

3.4

室内环境模拟装置 indoor weather simulation device

能够实现室内试验条件的建筑物室内温湿度模拟装置。

注：包括保温箱体、空气循环系统、温湿度调节装置等。

3.5

室内空气温度 indoor air temperature

T_{in}

根据工程设计要求确定的幕墙室内侧空气温度。

3.6

室内相对湿度 indoor relative humidity

ϕ_{in}

根据工程设计要求确定的幕墙室内侧空气相对湿度。

3.7

室外空气最高温度 outdoor maximum air temperature

T_{amax}

根据工程设计要求确定的幕墙室外侧空气温度最高值。

3.8

室外空气最低温度 outdoor minimum air temperature

T_{amin}

根据工程设计要求确定的幕墙室外侧空气温度最低值。

3.9

室外表面最高温度 outdoor maximum surface temperature

T_{smax}

根据工程设计要求确定的幕墙室外侧表面温度最高值。

4 通用要求

4.1 由检测委托方提出气密性能、水密性能的指标值,指标值应符合 GB/T 31433 的规定。气密性能、水密性能按 GB/T 15227 的规定进行检测。

4.2 热循环和结露检测指标应由委托方根据工程所在地气候来确定并提供,检测指标如下:

- a) 应提供的室内侧指标:室内空气温度、室内相对湿度;
- b) 应提供的室外侧指标:室外空气最高温度、室外空气最低温度;
- c) 可选的室外侧指标:室外表面最高温度。

4.3 检测设备置于露天时,不应在下列情况下进行检测:

- a) 试件最高处风速大于 5 m/s;
- b) 当雨、雪等天气对检测结果有影响时。



5 检测原理

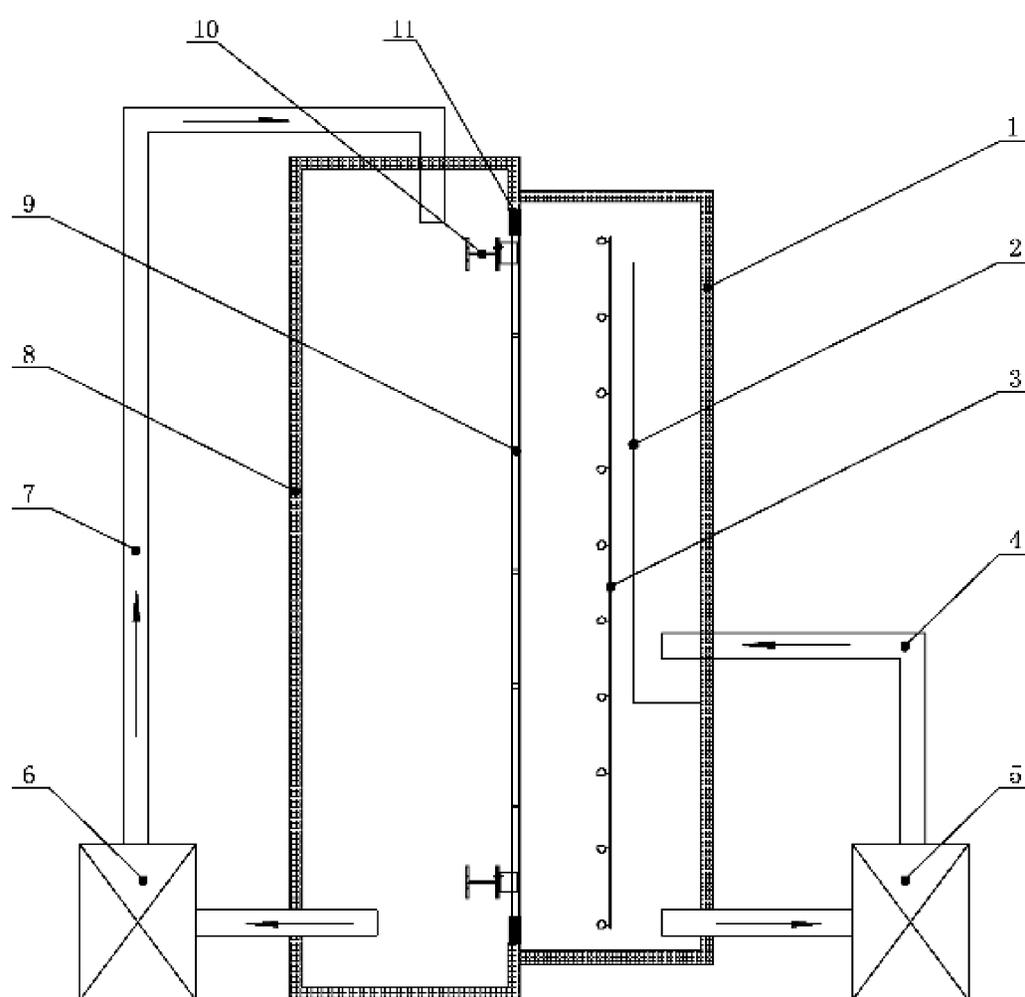
在规定时间内通过加速模拟室外侧空气温度、太阳日照辐射的年周期变化和室内温度、湿度环境,通过试验前后的气密、水密性能检测,评估气密性能、水密性能的变化,并观察试件有无因热胀冷缩而出现的功能障碍、部件损坏,以及在低温下是否出现结露等情况,来确定热循环和结露过程对幕墙性能的影响。

6 检测装置

6.1 组成

6.1.1 检测装置主要由室内环境模拟装置、室外气候模拟装置、试件安装支承装置及测量装置组成。检测装置的构成见图 1。

6.1.2 检测装置应满足 GB/T 15227 对气密性能、水密性能检测的相关设备要求。



标引序号说明：

- 1 —— 室外侧保温箱体；
- 2 —— 导流板；
- 3 —— 红外辐射加热装置；
- 4 —— 室外侧空气循环系统；
- 5 —— 室外侧空气温度调节装置；
- 6 —— 室内侧空气温湿度调节装置；
- 7 —— 室内侧空气循环系统；
- 8 —— 室内侧保温箱体；
- 9 —— 试件；
- 10 —— 试件安装支承装置；
- 11 —— 连接构造。

图 1 检测装置示意图

6.2 要求

6.2.1 室内环境模拟装置、室外气候模拟装置可采用固定的或临时搭建的箱体，开口尺寸应覆盖试件被检测部分，进深尺寸应能容纳制冷、加热及空气循环设备。

6.2.2 试件安装支承装置应有满足检测要求的刚度和强度，并固定在具有能满足检测要求的刚度和强度的支承结构上。

6.2.3 室内环境模拟装置箱体、室外气候模拟装置箱体内表面应采用不透气、不吸水的材料。

6.2.4 通过空气温湿度调节装置对空气进行温度、相对湿度控制。气流组织合理，气流方向应与试件表面平行，避免空气直吹试件表面。风速不应大于 1 m/s。室内环境模拟装置箱体、室外气候模拟装置箱体内空气温度的均匀度应控制在 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内。室内环境模拟装置箱体内相对湿度的波动幅度应控制在 $\pm 10\%$ 以内。

6.2.5 空气温度调节装置应具有在规定时间内调节检测指标要求的能力。

6.2.6 红外辐射加热装置最大强度不小于 $1\ 000\ \text{W}/\text{m}^2$ 并可均匀调节,与试件的距离宜为 $1\ 000\ \text{mm}$ 。

6.2.7 测量装置及测点布置应满足以下要求:

- a) 温度传感器的精度在 $\pm 2\ ^\circ\text{C}$ 以内;
- b) 湿度传感器的精度在 $\pm 5\%$ 以内;
- c) 测试箱体空气温度的温度传感器分别在箱体有代表性的区域内布置,至少选取箱体内靠近试件侧的 4 个角部和中心,传感器采取防辐射遮蔽措施,与试件距离不小于 $80\ \text{mm}$;
- d) 测试室内侧空气相对湿度的湿度传感器布置在箱体回风口附近;
- e) 测试试件内、外表面温度的温度传感器应布置在面板及型材表面,感应头连同引线一起紧贴在被测表面上,引线长度不小于 $100\ \text{mm}$;粘贴材料的总半球发射率与被测表面的值相近;
- f) 试件上的温度测点分别选取支承构件和面板构件进行布置,杆件分别布置在两端及中部,面板分别布置在两长边中点和面板中心。

7 试件及安装

7.1 试件

7.1.1 试件应能代表建筑幕墙典型部分的性能,包括典型的垂直接缝、水平接缝和可开启部分,可开启部分占试件总面积的比例应与实际工程接近。

7.1.2 试件材料、规格和型号等应与检测委托方所提供的对应信息一致。

7.1.3 试件宽度至少应包括一个承受设计荷载的垂直承力构件。试件高度至少应包括一个层高,并在垂直方向上有两处或两处以上和承重结构相连接。

7.1.4 全玻璃幕墙试件应有一个完整跨距高度,宽度应至少有 3 个玻璃横向分格或 4 个玻璃肋。

7.1.5 单元式幕墙试件高度不应小于 2 个层高,宽度不应小于 3 个横向分格。

7.1.6 双层幕墙的试件应满足以下要求:

- a) 双层幕墙宽度有 3 个或 3 个以上横向分格,高度不小于 2 个层高,并符合设计要求;
- b) 内外层幕墙边部密封与实际工程一致;
- c) 外循环具有与实际工程相符的层间通风调节,检测时可关闭通风调节装置。

7.2 安装及检查

7.2.1 试件安装应符合设计要求,受力状况应和实际情况相符,不应加设任何特殊附件或采取其他附加措施,试件应干燥。

7.2.2 试件安装完毕后应进行检查,并由检测相关方确认后方可进行检测,检查应有记录。

7.2.3 密封胶应固化至满足检测要求。

7.2.4 试件收边的封堵材料应不透气、防水,应能承受检测过程中可能出现的压力差。

7.2.5 应对箱体、试件收边等部位进行漏气检查。

8 检测方法

8.1 检测顺序

检测顺序按照气密性能、水密性能、热循环、结露、重复气密性能、重复水密性能的顺序进行。

8.2 气密性能

按照 GB/T 15227 进行气密性能检测。气密性能检测结果满足检测要求后再进行水密性能检测。

8.3 水密性能

按照 GB/T 15227 进行水密性能检测。水密性能检测结果满足检测要求后再进行热循环检测。

8.4 热循环

8.4.1 检测内容

在规定的时间内通过模拟室外气候空气温度、太阳日照辐射的年周期变化和室内温度、湿度环境,观察有无出现功能障碍、部件损坏,在低温下是否出现结露等情况。

8.4.2 检测方法的选择

对于只有室外侧空气温度要求的采用“空气温度法”(方法一)进行,有试件表面温度要求的采用“表面温度法”(方法二)进行。

8.4.3 空气温度法(方法一)

热循环检测前将室内侧空气温度、相对湿度都调节至室内侧指标值,且保持不小于 1 h。然后按下列步骤进行。

- 将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳升至规定的室外空气最高温度 T_{amax} ,维持时间不应小于 2 h。
- 将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳降至室内空气温度 T_{in} 。
- 将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳降至规定的室外空气最低温度 T_{amin} ,维持时间不应小于 2 h。
- 将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳升至室内空气温度 T_{in} 。
- 重复步骤 a)~d),循环周期数不应小于 6 次,热循环检测周期示意图见图 2。
- 检测过程中保持室内侧空气温度和相对湿度稳定。在每个低温保持阶段和高温保持阶段应在室内侧观察试件是否出现损坏,在检测完成后应检查试件是否出现损坏或功能障碍。

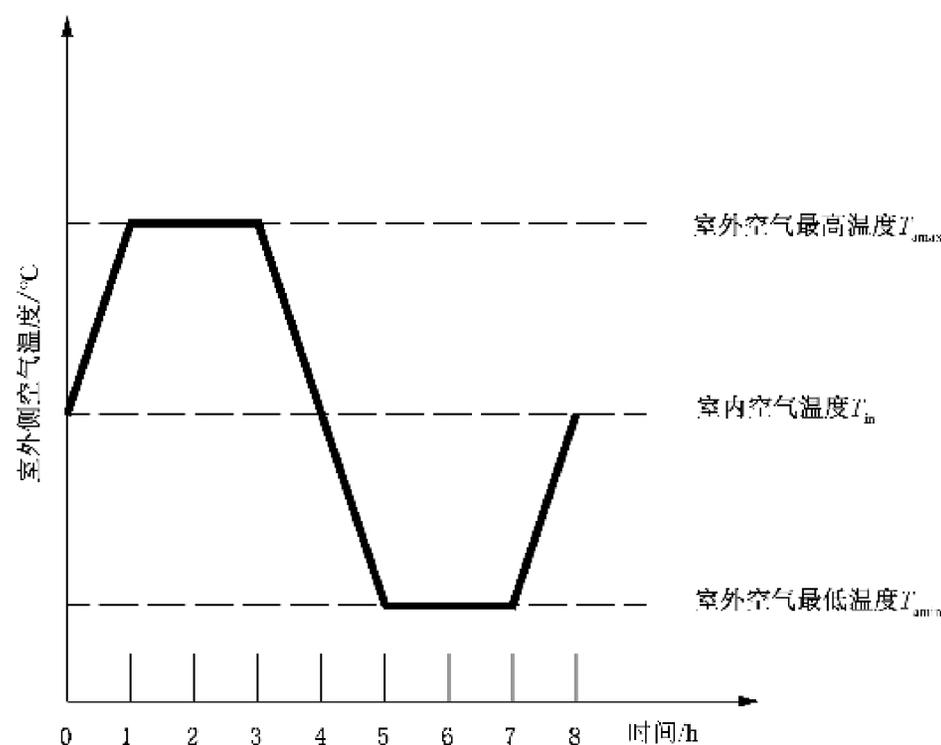


图 2 热循环检测周期示意图

8.4.4 表面温度法(方法二)

热循环检测前将室内侧空气温度、相对湿度都调节至室内侧指标值,且保持不小于 1 h。然后按下列步骤进行。

- a) 启动室外侧空气温度调节装置和红外辐射加热装置,将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳升至规定的室外空气最高温度 T_{amax} ,并使试件表面温度达到试件室外表面最高温度 T_{smax} ,维持时间不应小于 2 h。
- b) 关闭红外辐射加热装置,将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳降至室内空气温度 T_{in} 。
- c) 将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳降至规定的室外空气最低温度 T_{amin} ,维持时间不应小于 2 h。
- d) 将室外侧空气温度用 0.5 h~1 h 平稳至室内空气温度 T_{in} 。
- e) 重复步骤 a)~d),循环周期数不应小于 6 次。
- f) 检测过程中保持室内侧空气温度和相对湿度稳定。在每个低温保持阶段和高温保持阶段应在室内侧观察试件是否出现损坏,在检测完成后应检查试件是否出现损坏或功能障碍。

8.4.5 检测过程要求

检测过程应满足以下要求:

- a) 在一个周期的每个控制阶段,室内与室外空气温度波动幅度不大于 3 °C,室内空气相对湿度波动幅度不大于 10%;
- b) 对于室内侧,空气温度、相对湿度的数据采集间隔不大于 20 min;
- c) 对于室外侧,空气温度或试件表面温度的数据采集间隔不大于 2 min。

8.5 结露

8.5.1 检测内容

在规定的时间内维持室内稳定的温度和相对湿度,同时模拟室外的低温状态,并保持 12 h,在该过程结束后观察试件是否出现功能障碍、部件损坏、结露等情况。

8.5.2 检测方法

检测应按以下步骤进行:

- a) 将室内侧空气温度、相对湿度都调节至指标值并保持稳定;
- b) 将室外侧空气温度在 1 h 内平稳降至规定的室外空气最低温度 T_{amin} ,并维持 12 h;
- c) 将室外侧空气温度在 1 h 内平稳升至室内空气温度 T_{in} ,结露检测示意图见图 3;
- d) 在室内侧检查试件是否出现损坏或功能障碍,观察并按照表 1 记录结露状态及部位。

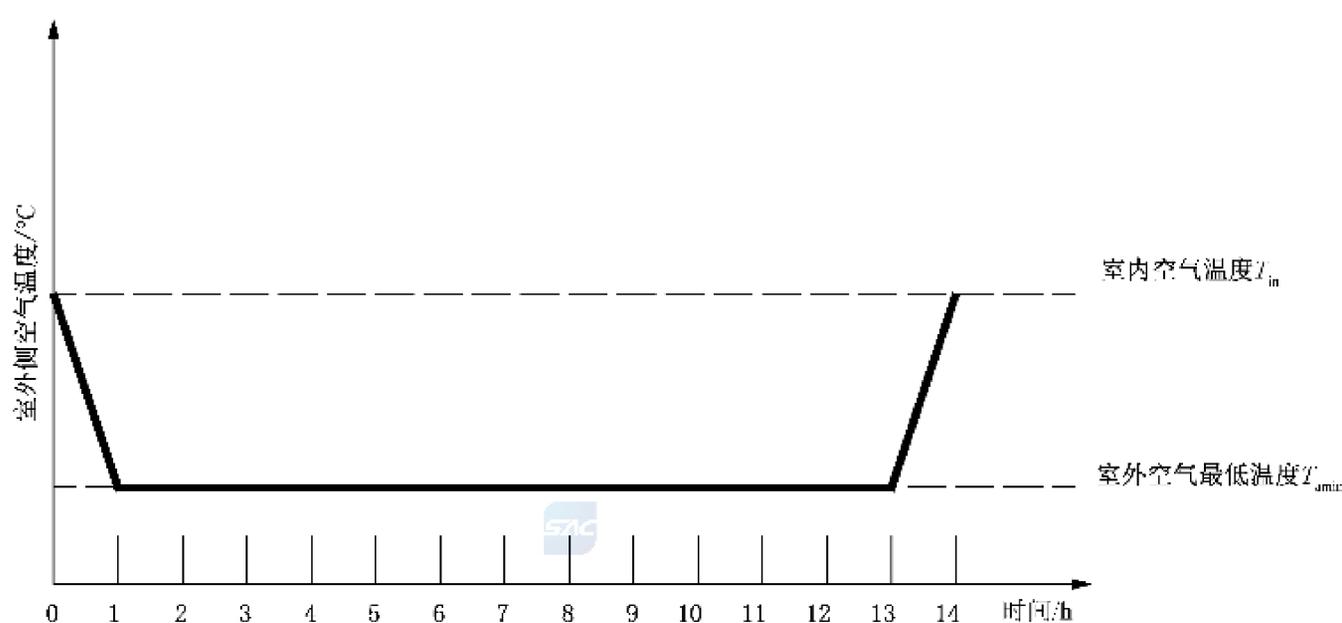


图 3 结露检测示意图

表 1 结露状态

序号	结露状态
1	试件内侧出现少量点状水珠
2	水珠连成线,但未流出试件界面
3	水珠连成线并流出试件界面
注:第 3 项为严重结露。	

8.6 重复气密性能

根据重复气密性能的检测要求,按照 8.2 进行。

8.7 重复水密性能

根据重复水密性能的检测要求,按照 8.3 进行。

8.8 结果评定

结果评定按以下要求进行:

- 若热循环检测、结露检测过程中或检测完成后,试件出现功能障碍、部件损坏和严重结露等情况,应注明出现的情况及发生部位,检测结果判定为不满足检测要求;
- 若热循环检测、结露检测后的气密性能、水密性能检测结果不符合检测要求,检测结果判定为不满足检测要求;
- 以上各情况均未出现,方可判定为检测结果满足检测要求。

9 检测报告

检测报告应包括下列内容:

- 工程名称、工程所在地、委托方名称、施工方名称;
- 试件名称、主要尺寸及图样(包括试件立面、剖面 and 主要节点,型材和密封条的截面、排水构造

及排水孔的位置、试件的支承体系、主要受力构件的尺寸以及可开启部分的开启方式和五金件的种类、数量及位置)；

- c) 型材的生产厂家、规格、跨度；
 - d) 面板的生产厂家、种类、厚度、最大尺寸和安装方法；
 - e) 密封材料的生产厂家、材质和牌号；
 - f) 附件的生产厂家、名称、材质和配置；
 - g) 检测要求,包括检测项目、检测指标、检测顺序等；
 - h) 检测用的主要仪器设备；
 - i) 温度传感器和湿度传感器的布置图及相应的安装记录和照片；
 - j) 室内外空气温度、室内空气湿度、室内外侧试件表面温度、室外侧辐射照度；
 - k) 检测前后气密性能、水密性能测试结果；是否发生功能障碍、部件损坏、试件表面结露等情况的记录；
 - l) 对试件所做的任何修改的说明；
 - m) 检测结论；
 - n) 检测机构、检测人员和检测日期。
-

