

Design of “Four Properties” Testing for Glass Curtain Walls

Zhiyuan Cang

Shanghai Quanghai Architectural Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai, 201800, China

Abstract

Glass curtain wall has been widely used in the construction industry, the development of curtain wall industry has a history of decades, with the continuous improvement of people's living conditions, the requirements for curtain wall performance are getting higher and higher. At present, the industry does not pay great attention to the test of curtain wall, only to obtain the test qualification certificate and test, this paper discusses the design, installation and test steps of curtain wall test.

Keywords

wind pressure resistance performance; water tight performance; air tightness performance; in-plane deformation performance

玻璃幕墙“四性”测试设计

仓志渊

上海全海建筑设计咨询有限公司, 中国 · 上海 201800

摘要

玻璃幕墙在建筑行业已得到普遍的应用, 幕墙行业发展已有几十年的历史, 随着人们生活条件的不断改善, 对幕墙性能的要求越来越高。当前行业内对幕墙的测试并不是很重视, 仅仅是为了取得测试合格证书而进行测试, 论文对幕墙测试的设计、安装以及测试步骤进行论述。

关键词

抗风压性能; 水密性能; 气密性能; 平面内变形性能

1 引言

建筑幕墙按照面板种类不同可以分为: 金属幕墙、石材幕墙以及玻璃幕墙, 金属幕墙、石材幕墙一般在幕墙后侧设置建筑墙体, 建筑的抗风压性能、水密性能、气密性能、平面内变形性能由建筑墙体和幕墙共同实现, 对幕墙本身的性能要求并不是很高, 而玻璃幕墙为室内外隔断措施, 建筑的防风、挡雨均需要玻璃幕墙来完成, 玻璃幕墙性能的好与坏直接关系到整体建筑的使用性能, 故玻璃幕墙的性能测试显得尤为重要^[1]。

玻璃幕墙主要有以下几点性能要求: ①抗风压性能; ②水密性能; ③气密性能; ④热工性能; ⑤隔音性能; ⑥平面内变形性能和抗震要求; ⑦耐撞击性能; ⑧光学性能; ⑨承重性能。一般对幕墙的抗风压性能、水密性能、气密性能、平面内变形性能进行测试, 一共四项性能进行测试, 也就是我们常说的“四性实验”^[2]。对于热工性能要求较高的项目需进行热循环测试以确定幕墙热工性能等级。

2 玻璃幕墙“四性”性能

2.1 抗风压性能是指玻璃幕墙抵抗风荷载的能力

在风荷载标准值内幕墙的主龙骨以及面板的变形在规范允许的范围, 也就是玻璃幕墙在承受标准值的风荷载作用下, 玻璃幕墙的受力杆件允许发生变形, 但变形量不得超过允许的范围, 更不得出现损坏或者脱落现象, 风荷载的标准值不得小于 1.0kPa^[3]。

2.2 水密性能是指玻璃幕墙的防水性能

雨天或者幕墙室外有水存在时, 在风荷载的作用下, 幕墙室外的水不得进入室内。

2.3 气密性能是指玻璃幕墙的闭气性能

幕墙产品为工厂生产、现场安装, 因其构造的特殊性, 无法做到完全密闭, 只允许出现部分渗透。单位面积内每小时玻璃幕墙阻止空气渗透的性能为气密性能, 此性能对建筑的节能性能影响较大。

2.4 平面内变形性能是指幕墙抗主体结构变形的能力

主体结构在内、外力的作用下发生平面内变形时引起的幕墙位移, 幕墙随主体结构发生位移后不发生损坏现象且抗风压性能、水密性能、气密性能仍然满足要求。

【作者简介】仓志渊 (1986-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事幕墙设计研究。

3 玻璃幕墙测试时期以及玻璃幕墙系统、范围的选取

玻璃幕墙的四性测试必须在现场施工前进行，各玻璃幕墙系统测试合格后方可进行现场施工，不得在现场施工后再进行四性测试，一般玻璃幕墙系统确定后即可组织进行四性测试。

建筑幕墙工程有大有小，一般建筑高度小于24m且幕墙面积小于300m²时不强制要求进行四性测试，反之则必须进行四性测试。如实际工程幕墙为开放式幕墙时，气密性能以及水密性能不作要求，但抗风压性能需要按照规范要求执行。

建筑本身会根据层高、建筑造型以及外饰效果的不同划分为不同类型的玻璃幕墙系统。有些复杂的大型建筑幕墙项目，可能会出现十几个或者几十个玻璃幕墙系统，考虑到实际可操作性我们无法将所有的玻璃幕墙系统统统做一遍测试，那么我们将如何选择参加测试的玻璃幕墙系统和范围呢？选择原则一般有如下几点：

①真实性：我们所选取的进行测试的玻璃幕墙系统必须是应用于本项目中的实际玻璃幕墙系统，且幕墙造型、建筑构造均需与项目实际情况保持一致。

②最不利性：选取的玻璃幕墙系统必须为此幕墙系统在本项目中受力形式为最不利的位置，如层高需要选择最大层高处、有转角的则需要选择转角处、风荷载取值最大处等最不利位置。我们需要保证安装在现场的所有的幕墙均满足设计要求，采用包络的原则，最不利位置测试合格那么其他位置幕墙都能满足设计和使用要求。

为保证气密性能测试的准确性如玻璃幕墙系统在实际工程中的应用存在开启扇时，选择的范围必须包含开启扇，且开启扇的占比需要与实际工程的占比接近，开启扇是影响玻璃幕墙气密性能至关重要的因素。

③全覆盖性：选取的幕墙系统必须涵盖本项目的所有的幕墙系统，部分幕墙系统可能在本项目中的应用面积较小，也必须参与测试。在测试中心箱体尺寸允许的情况下可将同等风荷载要求的幕墙系统一起进行测试。

玻璃幕墙测试样板的大小要求，样板高度方向：所有幕墙系统测试样板不得少于2.5个层高，一般选择2.5个层高或者3个层高。因为只有选择2.5个及以上的层高范围才能完全模拟一个层高的受力工况与实际一致。宽度方向：所有幕墙系统样板不得少于3个横向分格，只有选择3个横向分格才能完全模拟一个分格的受力工况与实际一致。

4 测试样板测试等级设计

测试样板等级的设计，根据工程实际所处工程地点、地面粗糙度结合GB50009中的相关规定进行计算Wk值（风荷载标准值），风荷载标准值确定后结合抗风压性能等级表、水密性登记表对其性能等级进行定级。幕墙为整体建筑的一

部分，幕墙的气密性能直接关乎整体建筑的热工性能，幕墙的气密性能等级选择不得低于建筑专业所要求的等级。幕墙平面内变形性能跟主体结构性质相关，主体结构性质不同等级不同，故平面内变形性能等级定级时结合主体结构性质以及等级表进行定级。

5 测试样板安装注意事项

测试样板一般安装在测试中心箱体外侧（图1），通过对箱体内进行加压或者减压来模拟实际幕墙承受正负压的受力工况，为保证测试样板受力工况与实际工况的一致性，测试样板在测试中心安装时，需保证测试的受力杆件、面板完全暴露在外，不得增加与实际工程不符的辅助受力杆件。

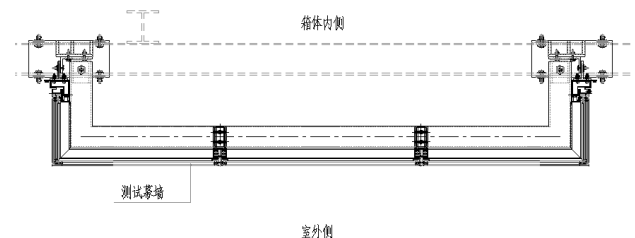


图1 测试样板安装图

在测试样板安装时需注意以下几点：

①当实际玻璃幕墙系统层间设置背板时，测试时不得安装背板。测试样板安装时，幕墙室内侧是朝测试箱体外的，箱体内加压、减压时作用力会作用在玻璃面板上，如果安装背衬板则箱体加压、减压时作用力直接作用在层间背板上，无法将力作用在背衬板外的玻璃面板上，与实际工程受力工况不相符合，影响测试结果（图2）。

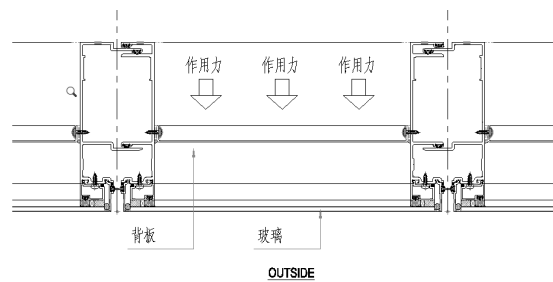


图2 背板受力分析图

②箱体与测试样板之间需完全密封，箱体与测试样板之间的封修如果不能保证完全密封将直接影响测试结果。

③箱体与测试样板之间的封修需要单独形成受力体系，且需要有足够的强度来支撑封修体系，不得借力测试样板（图3）。在测试过程中，箱体内加压、减压时，封修部分会同幕墙测试样板一同承担荷载，如果没有单独的支撑体系或者支撑体系强度不够，封修与幕墙测试样板之间存在力的传递，也就是封修部分将自身所承受的荷载传递给测试样板，

干扰测试结果，导致测试结果不够准确。

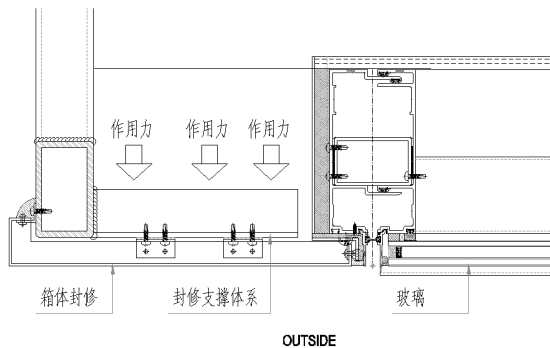


图3 封修受力分析图

④幕墙测试样板安装时，除封修位置外不得无限制使用密封胶，密封胶使用位置需与实际工程一致。如测试样板为单元幕墙系统时，在测试样板安装过程中不得堵塞其等压腔，同时水槽内的排水孔也不得堵塞，等压腔与水槽排水孔必须与实际工程一致保持打开，不得堵塞干扰测试结果。内排水单元系统排水示意图见（图4），外排水单元幕墙系统排水示意图见（图5）。

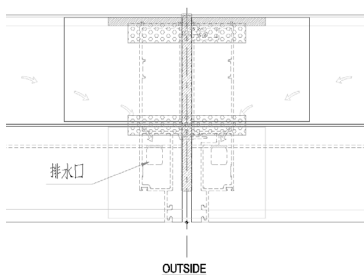


图4 内排水单元幕墙系统排水图

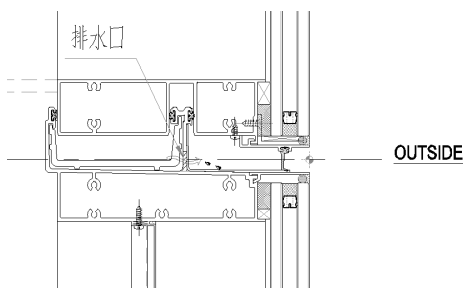


图5 外排水单元幕墙系统排水图

⑤幕墙测试样板安装于箱体上时，需保证有足够的尺寸进行安装，不得出现部分测试样板安装超出箱体，需满足箱体内的压力能完全覆盖整个测试样板。

⑥抗风压性能测试监测仪器安装时，单根受力龙骨或者单个面板安装不得少于3个，测试前需检查并归零处理。

⑦平面内变形测试时，在模拟主体结构上下变形时，变形量测试点需设置在幕墙构件上，不得设置在箱体钢架或者辅助钢架上。测试箱体钢架外悬挂幕墙时，幕墙与钢架之间存在安装间隙，钢架上下位移量与幕墙位移量无法做到同

步一致，往往钢架位移量为20mm，安装间隙吸收掉一部分后幕墙上下位移量实际只有15mm，会导致测试结果不准确，模拟上下位移安装示意图见（图6）。

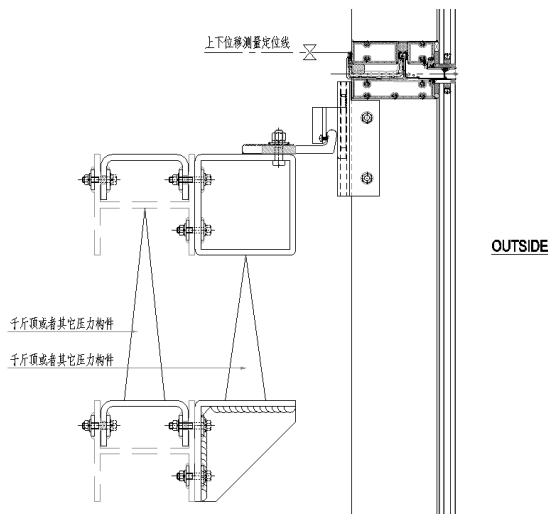


图6 上下位移示意图

6 测试要求

测试前需对测试样板以及封修进行检查，箱体内需检查是否有水存在，需保持测试样板内、外干净、干燥。开启扇需要进行开启、关闭测试，开启关闭过程不得少于5次，测试前需要完全闭合。正式测试前可进行预加压检查，一般预加压值不超过风荷载标准值的50%，用于检查测试样板以及封修是否安全可靠。

为保证测试的准确性，测试时环境温度不得低于5℃。当测试在露天下进行时，测试时风速不得大于5m/s（3级风级），同时雨天、雪天不得进行测试，风速过大或者雨天、雪天时对测试结果影响较大。

当实际工程处于热带风暴和台风地区时为充分模拟工程实际工况，在水密性能测试时需要采用波动测试手法，即在测试过程中箱体内加压或者减压时压力需设置为波动式的，不得稳定在一个压力值上，一般波动压力值为测试压力值的60%~100%进行波动。

7 结语

论文根据工作经验以及以往工程案例，对玻璃幕墙四性测试样板的设计以及安装进行了论述。希望我们的幕墙“四性测试”越来越规范化，幕墙性能越来越好，真正实现低碳、节能、环保，进一步提高人类生活、居住的舒适度。

参考文献

- [1] 黄伟. 钢结构建筑的外墙材料及构造初探[J]. 铁道勘测与设计, 2010(5):4.
- [2] 张静. 静议建筑工程中单元式幕墙施工技术的应用[J]. 建材发展导向(上), 2021(7):57-58.
- [3] 姜仁, 韩智勇, 沈瑞良, 等. 有框幕墙抗风压性能的改进建议[J]. 工程质量, 2002(11):2.