

团 体 标 准

T/QGCML 2342—2024

代替 T/QGCML2342-2023

屋顶和平屋顶重力负载测试

Standard Practice for Gravity Load Testing of Roofs and Low Slope Roofs

2024 - 01 - 03 发布

2024 - 01 - 18 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试类型	2
5 试样	2
6 模拟试验	2
7 试验方案	2
8 试验测量	3
9 试验过程	3
10 辅助试验	3
11 报告	4
12 精度和偏差	4

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。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会提出并归口。

本文件起草单位：武汉地震工程研究院有限公司、湖北震泰建设工程质量检测有限责任公司、申泽能源（武汉）有限公司。

本文件主要起草人：李博、邓声禄、罗舟滔、付文、彭中、谭杰、陈韦材。

全国团体标准

屋顶和平屋顶重力负载测试

1 范围

本文件规定了屋顶和平屋顶重力负载测试的术语和定义、测试类型、试样、模拟实验、试验方案、试验测量、试验过程、辅助试验。

本文件适用于实际或模拟使用条件下对屋顶和平屋顶（坡度小于1/12的屋面）进行静态载荷测试，适用于实际存在的建筑构件或为测试而制作的典型结构、构件，适用于现场或实验室模拟对建筑物的屋顶和平屋顶进行试验，试验分为承载能力验证试验和极限承载能力试验，并且适用于所有建筑材料。但本文件不适用于单个建筑构件或结构的常规质量控制测试。

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 50009 建筑结构荷载规范
GB/T 50152 混凝土结构试验方法标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

平屋顶 low slope roofs

屋顶为水平或坡度低于1/12的低坡屋顶。

3.2

承载能力验证试验 load capacity verification test

试验时对应于结构能够承受的最大设计荷载，根据结构设计荷载确定。

3.3

极限承载能力试验 ultimate bearing capacity test

探索结构在破坏前的最大承载能力，提供结构、构件更详细的性能信息。

3.4

试样 specimen

模拟试验的对象，试验时用于加载和测量的专门制作的结构或构件。

3.5

模拟试验 simulation test

在实验室通过对试样加载模拟结构或构件的试验。

3.6

均布荷载 uniformly distributed load

均匀分布在结构上的荷载，均布荷载作用下各点受到的荷载都相等或近似相等。

3.7

集中荷载 concentrated load

集中作用在一个点上的荷载。

3.8

挠度 deflection

挠度是在受力或非均匀温度变化时，受力构件轴线在垂直于轴线方向的线位移或板壳中面在垂直于中面方向的线位移。

4 测试类型

- 4.1 承载能力验证试验——旨在保证结构能够承受特定的载荷不发生不适宜承载的破坏或在该载荷作用下挠度不超过规范允许的最大值。如果屋顶和平屋顶需要在验证性试验之后投入使用或者验证试验对象为已投入使用建筑结构的一部分，则试验过程必须采取保证试验人员以及设备、仪表安全的措施，确保试验过程中试验对象不出现不可恢复的结构性损伤或者破坏，将可能出现的风险或者危害降到最低。
- 4.2 极限承载能力试验——为了获得更详细的性能信息，包括极限承载能力、破坏模式、连接是否可靠等，并为该结构制定完整的荷载-挠度曲线。

5 试样

- 5.1 试样的截面或尺寸应具有代表性，以模拟实际屋顶和平屋顶的结构性能，或以现有结构的典型构件或构件为试验对象。当在由多个相同构件组成的特定屋顶和平屋顶上进行荷载试验时，代表性试验部位的选择应由委托方选取或征得委托方同意。通常情况只需要对结构的一个代表性部位进行测试，除非屋顶和平屋顶的不同区域受到不同类型的荷载，或者对建筑物中的多个构件或结构的承载能力存在疑虑并需要证明其承载能力，则应根据需要选取多个试验部位。
- 5.2 待试验组件中材料的状况在试验时应符合设计要求或与实际使用状况相符。

6 模拟试验

- 6.1 在模拟结构上进行加载试验时，应尽可能还原试样在实际结构中形成的屋顶和平屋顶边缘的支撑条件和固定情况。
- 6.2 模拟结构中使用的材料、结构类型、连接方式、支撑方式和施工工艺应尽可能与实际结构中使用或拟使用的材料、结构类型、连接方式、支撑方式和施工工艺相同或接近。

7 试验方案

- 7.1 承载能力验证试验——试验中屋顶和平屋顶的承载方式应与设计图纸相符。设计为均布荷载的屋顶和平屋顶应在均匀荷载下进行试验，或采用模拟均匀分布荷载产生的力和力矩的方法进行试验。当试验构件或结构表面上带有凸起的结构或构造时，加载过程中应注意确保这些结构或构造的受力和变形不会影响试验结构或构造的侧向变形。
- 7.2 原位均布荷载试验——均布荷载应采用气囊、真空室、水或其他合适的材料来实现。如果用水作为加载介质，则应注意尽量减少积水的影响，因为积水会产生非均匀荷载。通常减少积水的方法是将加载的区域划分为一系列独立的隔间，每个隔间单独注水，互不影响。
- 7.3 实验室模拟均布荷载试验——模拟均匀活荷载应通过自重、千斤顶、电缆和滑轮施加或其他通过集中荷载模拟均布荷载的方法施加。如果由千斤顶施加均布荷载，应保证受力面积分布在足够的区域以防止应力集中造成局部损坏。当均布荷载是用材料自重来代替时，如砌体单元、金属锭或其他已知重量的材料，则加载过程中放置荷载应防止板拱效应，避免产生诱导的弯曲应力。
- 7.4 集中荷载试验——当屋顶和平屋顶的荷载形式设计为集中荷载或除均匀荷载外的其他荷载时，还应进行集中荷载试验来模拟荷载的实际情况。如果承载区域没有专门规定，集中荷载应分布在 $460\text{mm}\times 460\text{mm}$ 的区域上，并放置在实际承受集中荷载的位置。也可以根据试验荷载放置在荷载将产生最大弯矩或剪力的位置。如有均布荷载，应按7.2或7.3的规定施加。
- 7.5 试验注意事项：在加载试验期间，应采取充分的预防措施，避免在试验过程中屋顶和平屋顶完全坍塌，防止人员受伤。必要时，应在屋顶和平屋顶的底部布置可调节的临时支架或支撑物，支撑位置为屋顶和平屋顶结构的主要承重构件，不得支撑在非承重构件上，如顶棚或吊顶等。该支撑系统应能够承受屋顶和平屋顶的全部自重加上全部试验荷载，并应能在试验期间根据试验进程进行调整，以确保留有监测和观察空间。为了在验证荷载试验中发生破坏时尽量减少对结构的损害，加载介质应具有备用约束，以防止其成为破坏后续荷载。施加载荷的位置应便于快速卸荷，确保在结构损伤加剧前迅速卸荷，尽可能控制损伤程度。

8 试验测量

8.1 挠度测量——在荷载试验时，应在屋顶和平屋顶荷载区域的两个主轴的中心线和四分之一点以及其他指定位置的底部测量挠度。当支撑构件的变形影响被测构件的刚度时，还应测量支撑构件的挠度。测量挠度可以使用位移计、全站仪、水准仪、百分表、水平尺或其他方法，不管使用那种方法必须将测量误差控制在总挠度的 $\pm 2\%$ 以内。采用位移计或百分表测量挠度时应对其进行单独支撑，使其不受施加荷载或由荷载引起的局部变形的影响。

8.2 加载精度——加载介质或施加载荷的测量方法应将荷载的误差限制在设计活荷载的 $\pm 5\%$ 以内，超过该精度范围应对荷载介质进行调整，确保荷载精度满足要求方可进行试验。

8.3 荷载分担——如果在被测试对象中有几个结构构件或者在现有结构上进行荷载试验时，则应根据需要对主要试验对象和相邻受弯构件进行变形测量，以确定荷载分担的影响，在分析试验数据时应考虑荷载分担的影响。

9 试验过程

9.1 载荷量级的确定

——承载能力验证试验——如果是模拟试验时，荷载的大小应经过计算或者为等效换算后的基本荷载；如果是现有建筑物的结构或部分构件要进行承载能力验证，则荷载的大小应为设计活载，并根据荷载持续时间、堆载面积等进行适当调整；

——极限承载能力试验——确定荷载的大小的方法与验证试验相同。通过将设计荷载乘以适当的荷载系数，得到最小目标极限荷载的近似值。然后通过测试对象使用的材料的变异系数或其他已知的调整因素，将最小目标值通过统计的方法调整为平均值，将该平均值作为承载能力极限荷载的目标值。

9.2 荷载持续时间

——模拟结构中的构件和现有结构中少于5个构件时，除冲击荷载试验外，荷载应分级施加，每次施加载荷增量后，应维持荷载5分钟。在施加载荷后，在维持荷载5分钟结束时，应立即测量变形读数。在任何部分完全释放荷载后等待5分钟，5分钟结束时立即测量变形读数。以荷载-变形曲线的形式绘制加载和卸载过程曲线，在整个试验过程中记录完整的荷载-变形-时间数据。如果需要在规定时间内施加固定的荷载，例如24小时，则从开始到结束这段时间内，每间隔固定时长测量变形数据，以便绘制完整周期的时间-变形曲线。详细记录和描述屋顶和平屋顶部分的性能，以及构件和连接处的裂缝、变形以及破坏等现象，并尽可能采用影像或现场试验图详细记录；

——现有结构中的多个构件试验，如果要在同一个结构中对5个及以上相同或近似的构件进行承载能力验证性试验，并且资源和时间限制无法满足9.2中规定的持续负载要求时，则应在5分钟内逐步缓慢地一次性施加略高于预先设定荷载的负荷，然后在满载情况下保持5分钟后卸载。应分别读取在施加验证荷载后、维持荷载到5分钟时、卸载完成以及在卸载后到5分钟时的变形读数；

9.3 维持满设计负荷

除了9.2中规定的加载要求外，在达到满设计负荷或其他指定的负荷水平后，应将负荷维持至少6小时，并在整个6小时内每小时读取一次数据，以确定该时间段内的挠度数据。在维持荷载期结束时，屋顶和平屋顶试验区域应能承受9.1条规定的试验荷载或发生不适宜承载的变形或破坏。当监管部门或委托人要求时，应立即卸载，并且在卸载后24小时内测量结构的残余变形。

9.4 附加试验或重新试验

因外部因素造成试验中断时，应按照9.1条的试验程序重新加载，直至达到承载能力验证试验规定的荷载或者达到极限承载能力试验规定的极限荷载。

10 辅助试验

当需要辅助解释测试结果时，应确定试验对象的材料、连接方式、连接器具和其他部件的质量。确定方式应在同一试验对象或者还原的试样上进行，并应满足相关标准的规定。

11 报告

- 11.1 试验报告应按照相关检测标准的要求编制；
- 11.2 报告应对试验条件、试验样品和环境选择进行合理性说明。

12 精度和偏差

由于本规范提供的关于试样尺寸、仪器和程序使结果难以或不可能进行统计分析并与其他试验进行比较，因此本规范没有对试验方法的精度或偏差作出说明。
