

ICS 91.140

P 45

团 体 标 准

T/CECS 10×××—202×

超高性能混凝土预制楼梯

Ultra-high performance concrete prefabricated stairs

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类、代号和标记	2
5 一般要求	4
6 要求	5
7 试验方法	7
8 检验规则	9
9 标志、堆放和运输	10
10 产品合格证	11
附录 A（规范性附录）超高性能混凝土预制楼梯结构性能试验方法	12

Contents

Foreword	II
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	2
4 Classification and code names	2
5 General requirements	4
6 Requirements	5
7 Test methods	7
8 Examination regulatio	9
9 Marking, stacking and transportation	10
10 Product certification	11
Appendix A (Normative) Test method for structural performance of Ultra-high performance concrete prefabricated stairs	12

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。

本文件根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2021〕20号）的要求制定。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化混凝土结构专业委员会归口。

本文件负责起草单位：中国建筑第五工程局有限公司

本文件参加起草单位：中南大学、中建湖湘设计有限公司、同济大学、中建五局建筑设计院、湖南省建筑设计院集团股份有限公司、中建科技湖南有限公司

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

超高性能混凝土预制楼梯

(拟修改为“预制薄壁混凝土楼梯”)

1 范围

本文件规定了预制薄壁混凝土楼梯的范围，术语和定义，分类及代号，一般要求，要求，试验方法，检验规则，标志、堆放和运输，产品合格证。

本文件适用于一般工业与民用建筑中的预制薄壁混凝土楼梯。

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 50016 建筑防火设计规范

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 31387 活性粉末混凝土

GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋 GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 17431.1 轻骨料及其试验方法 第1部分：轻骨料

GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰

GB/T 18736 矿物掺合料应用技术规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂

GB/T 50152 混凝土结构试验方法标准

GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准

JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程

JGJ/T 221-2010 纤维混凝土技术规程

JGJ 63 混凝土拌合用水标准

JGJ/T 152 混凝土中钢筋切割技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高性能地聚合物混凝土

由地质聚合物、无机胶凝材料、钢纤维和骨料结合而成的混凝土。

3.2

预制薄壁混凝土楼梯 Lightweight and fireproof concrete precast stairs

采用高性能地聚合物混凝土在工厂制作、厚度 40mm~80mm 之间的预制薄壁混凝土楼梯，简称薄壁楼梯。

3.3

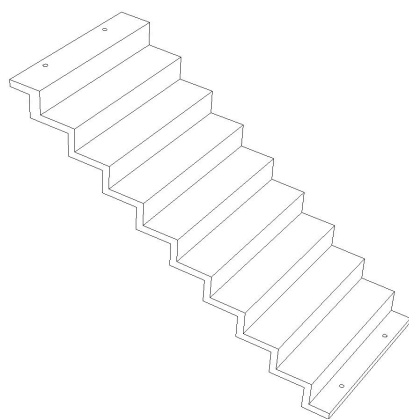
肋板 Rib plate

楼梯段单侧或两侧，与踏步底面和踏步踢板贴合的竖直斜向板。

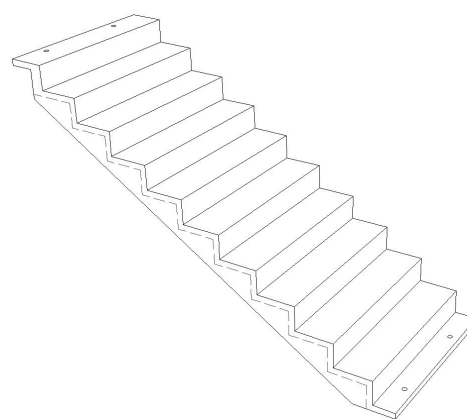
4 分类、代号和标记

4.1 分类和代号

4.1.1 薄壁楼梯按构造形式可分为 Z 型薄壁楼梯和 Z 型薄壁带肋楼梯，见图 1 所示。

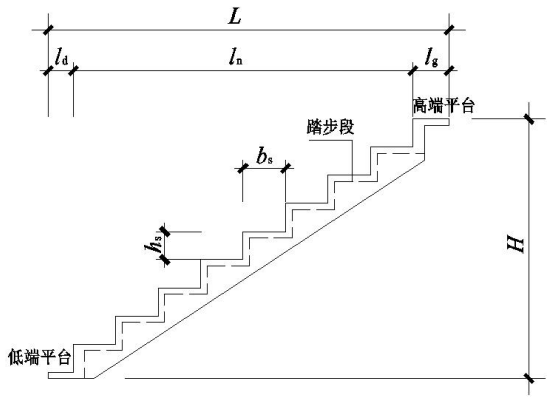


a) Z 型薄壁楼梯示意图

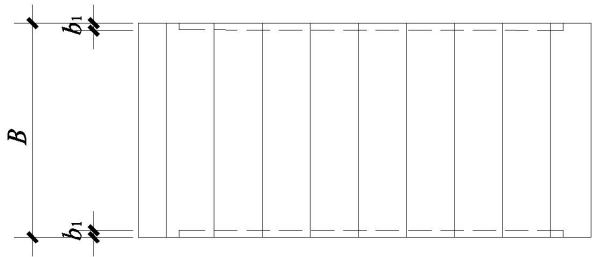


b) Z 型薄壁带肋楼梯示意图

图 1 薄壁楼梯示意图



a) 剖面图



b) 平面图

说明:

- B —— 薄壁楼梯宽度;

b_1 —— 肋板厚度;

L —— 薄壁楼梯投影长度;

H —— 踏步段高度;
- l_n —— 踏步段投影长度;

l_d 、 l_g —— 低、高端平台段长度;

b_s —— 踏步宽度;

h_s —— 踏步高度。

注：图中未表达 Z 型楼梯；平台段与踏步段宽度不一致时，楼梯宽度取踏步段宽度； B 应根据薄壁楼梯周边构件情况及施工安装要求预留施工缝宽度。

4.1.2 Z 型薄壁楼梯代号为 YZT，Z 型薄壁带肋楼梯代号为 YZLT。

4.2 常用规格

- 4.2.1 薄壁楼梯踏步宽度宜不小于 250 mm，宜采用 260 mm、280 mm、300 mm。
- 4.2.2 低、高端平台段长度应满足搁置长度要求。
- 4.2.3 同一梯段踏步高度应一致。
- 4.2.4 薄壁楼梯宽度宜为 100 mm 的整数倍。
- 4.2.5 住宅建筑中疏散用薄壁楼梯常用规格见表 1。

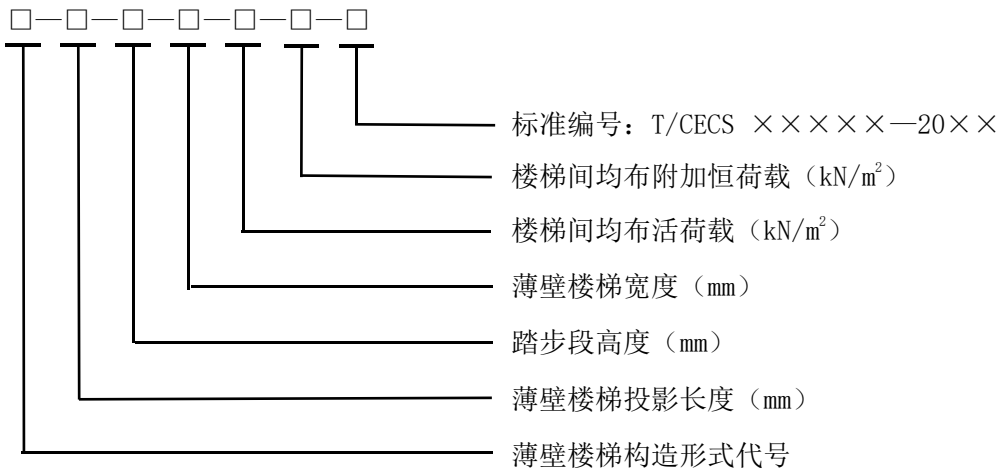
表 1 住宅建筑中疏散用薄壁楼梯常用规格

层高 mm	H mm	L mm	B mm	踏步数 个	b_s mm	l_n mm	l_d mm	l_g mm
2800	1400	2320	≥ 1250	8	260	1820	200	300

	2800	4400	≥ 1250	16	260	3900	200	300
2900	1450	2580	≥ 1250	9	260	2080	200	300
	2900	4660	≥ 1250	17	260	4160	200	300
3000	1500	2580	≥ 1250	9	260	2080	200	300
	3000	4920	≥ 1250	18	260	4420	200	300
注：1 踏步高度 h_s 取 $H/\text{踏步数}$ ； 2 薄壁楼梯宽度需满足各建筑规范项规范要求。								

4.3 标记

薄壁楼梯编号如下：



示例 1：Z 型薄壁楼梯，投影长度 4900 mm，踏步段高度 2800 mm，宽度为 1200 mm，楼梯间均布活荷载 3.5 kN/m^2 ，无附加恒荷载，其标记代号为：

YZT-4900-2800-1200-3.5-0-T/CECS ×××××—20××。

示例 2：Z 型薄带肋壁楼梯，投影长度 5420 mm，踏步段高度 3000 mm，宽度为 1200 mm，楼梯间均布活荷载 2.5 kN/m^2 ，附加恒荷载 1.0 kN/m^2 ，其标记代号为：

YZLT-5420-3000-1200-2.5-1.0-T/CECS ×××××—20××。

5 一般要求

- 5.1 薄壁楼梯应根据不同功能建筑进行设计，相关尺寸应符合国家现行有关标准的要求。薄壁楼梯应按经规定程序批准的设计图纸生产。
- 5.2 薄壁楼梯的原材料质量应分别符合 GB 175、GB 50119、GB/T 31387、GB/T 18736、JGJ 63 的规定。
- 5.3 薄壁楼梯用钢纤维聚合物混凝土原材料质量和性能应符合 JGJ/T 439-2018 的规定。

- 5.4 钢筋的材质和性能应符合 GB 1499.2 的规定。
- 5.5 薄壁楼梯上预留孔或预埋件应按设计要求设置，且应符合国家现行相关标准的规定。
- 5.6 钢筋的混凝土保护层厚度应不小于 10mm。
- 5.7 薄壁楼梯生产过程中的质量控制应符合 GB/T 51231、JGJ 1 的有关规定。
- 5.8 薄壁楼梯与主体结构楼梯平台板连接，平台板板边与楼梯起步端的距离不宜大于 20mm。

6 要求

6.1 外观质量

薄壁楼梯的外观质量应符合表 2 的规定。

表 2 外观质量

项 目		质 量 要 求
露筋		不应有
孔洞	任何部位	不应有
蜂窝	主要受力部位	不应有
	次要部位	总面积不超过板面积的 0.5%，且每处不超过 0.001m ³
裂缝	影响结构性能和使用	不应有
	不影响结构性能和使用	缝宽不大于 0.1mm，而且不应为通缝。
外形缺陷		影响安装和使用功能的不应有，其他不宜有
外表缺陷		影响安装和使用功能的不应有，其他不宜有
外表沾污		不应有
预埋件松动		不应有
注 1：露筋指构件内钢筋未被混凝土包裹而外露的缺陷。 注 2：孔洞指混凝土中破损深度和长度均超过保护层厚度的孔穴。 注 3：蜂窝指板混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露的缺陷。 注 4：裂缝指从混凝土表面延伸至混凝土内部的缝隙。 注 5：外形缺陷指板端头不直、倾斜、缺棱掉角、飞边和凸肋疤搯。 注 6：外表缺陷指表面麻面、掉皮、起砂和涌抹。 注 7：外表沾污指构件板表面有油污或粘杂物。 注 8：主要受力部位指弯矩或剪力较大部位。		

6.2 尺寸偏差

薄壁楼梯的尺寸偏差应符合表 3 的规定。

表 3 尺寸偏差

项目		允许偏差/mm
长度		+5
薄壁楼梯、肋板宽度		+3
肋板高度、板厚度		+3
侧向弯曲		$L/750$ 且 ≤ 10
翘曲		$L/750$
表面平整度		3
对角线差		6
踏步高		+2, 且相邻两个踏步尚度差应不大于 4mm
踏步宽		+2
预埋件	中心位置偏移	5
	外露尺寸	+3
预留孔洞	中心位置偏移	5
	规格尺寸	+5 0

6.3 材料

6.3.1 薄壁楼梯混凝土强度等级应不低于 80 MPa。

6.3 结构性能检验

6.3.1 承载力检验应满足以下要求：

- 1) 受弯检测时，承载力检验荷载实测值不应小于楼梯荷载设计值(含自重)的 1.35 倍；
- 2) 受剪检测时，承载力检验荷载实测值不应小于楼梯荷载设计值(含自重)的 1.55 倍。

6.3.2 薄壁楼梯在使用荷载准永久组合作用下的挠度实测值不应大于表 4 的限值。

表 4 荷载准永久组合下薄壁楼梯挠度限值

楼梯水平投影长度	挠度限值
----------	------

$l_0 \leq 7\text{m}$	$l_0/200$
$7\text{m} < l_0 \leq 9\text{m}$	$l_0/250$
$l_0 > 9\text{m}$	$l_0/300$

注： l_0 为薄壁楼梯的计算跨度

6.3.3 裂缝检验应满足式（3）的要求：

$$w_{s,\max}^0 \leq [w_{\max}] \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$w_{s,\max}^0$ ——在检验用荷载永久组合值作用下，受拉主筋处的最大裂缝宽度实测值；

$w_{\max}$ ——检测用最大裂缝宽度允许值，根据设计要求的最大裂缝宽度限值确定，当设计要求的最大裂缝宽度为 0.2 mm、0.3 mm、0.4 mm 时， $[w_{\max}]$ 分别取为 0.15 mm、0.20 mm、0.25 mm；当无专门要求时取 0.15 mm。

6.4 舒适度

薄壁楼梯的第一阶竖向自振频率不宜小于 4Hz。

6.5 耐火性能

清水饰面薄壁楼梯及拼缝材料的耐火性能除应符合表 5 的要求外，尚应符合 GB50016 的要求。

表 5 不同耐火等级建筑耐火极限要求（h）

耐火等级	一级	二级	三级	四级
耐火极限	1.50	1.00	0.50	/

7 试验方法

7.1 外观质量的检验方法见表 6

表 6 外观质量

项 目		检验方法
露筋		观察
孔洞	任何部位	观察
蜂窝	主要受力部位	观察

	次要部位	观察、百格网测量
裂缝	影响结构性能和使用	观察
	不影响结构性能和使用	观察、刻度放大镜量测
外形缺陷		观察
外表缺陷		观察
外表沾污		观察
预埋件松动		观察

7.2 尺寸偏差的检验方法见表 7

表 7 尺寸偏差

项目		检验方法
长度		钢尺量两端及中部，取其中偏差绝对值较大处
薄壁楼梯、肋板宽度		
肋板高度、板厚度		
侧向弯曲		拉线，用钢尺量侧向弯曲最大处
翘曲		调平尺在板两端量测
表面平整度		2m 靠尺安放在构件表面，用楔形塞尺量测靠尺和构件表面之间的录大缝隙
对角线差		钢尺量两个对角线，取其绝对值的差值
踏步高		钢尺量两端及中部，取其中偏差绝对值较大处
踏步宽		
预埋件	中心位置偏移	用钢尺量纵横两个方向中心线位置，取其中较大值
	外露尺寸	钢尺量
预留孔洞	中心位置偏移	用钢尺量纵横两个方向中心线位置，取其中较大值
	规格尺寸	用钢尺量纵横两个方向尺寸，取偏差较大值

7.3 混凝土材料

7.3.1 楼梯用混凝土材料的抗压及抗拉强度检测应采用同条件养护的标准试件，试验方法应符合 GB/T 50107 的规定。

7.3.2 楼梯用混凝土材料中纤维的取向系数检测按附录 A 的规定进行。

7.4 结构性能

结构性能试验方法应按附录 B 的规定，并应符合 GB/T 50152 的规定。

7.5 舒适度

舒适度检验应按现行行业标准 JGJ/T 441 的规定进行。

7.6 耐火性能

薄壁楼梯的耐火极限应根据试验确定，耐火试验应按现行国家标准 GB/T 9978.1 和 GB/T 9978.5 的规定进行。

8 检验规则

8.1 出厂检验

8.1.1 检验项目

本标准 6.1~6.4 项目

8.1.2 批量和抽样

8.1.2.1 按同一类型、同一工程、同一工艺正常生产的薄壁楼梯，不超过 100 个为一批。同一类型指结构形式相同且肋板高度、折板厚度均相同。同一类型中应选用跨度最大、设计荷载最大的 1 个楼梯进行标准荷载承载检验。

8.1.2.2 每批应全数检验外观质量：每批应抽查构件数量的 5%，且应不少于 3 个，进行尺寸偏差和混凝土保护厚度检验。

8.1.2.3 混凝土强度的检验评定应符合 GB/T 50107 的规定。

8.1.3 判定规则

所检项目全部合格判定该批构件检验合格。

当 6.1、6.2、6.4 项目中部分检验结果不符合要求时，可进行复检，检验数量加倍，所检项目全部合格判定检验合格，否则判定检验不合格。

8.2 型式检验

8.2.1 下列情况下应进行型式检验：

- a) 产品首次投入生产的试制定型鉴定时；
- b) 产品转厂生产或停产 1 年以上再恢复生产时；
- c) 产品形式、生产工艺和原材料有较大变更时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 正常生产 2 年检验一次。

8.2.2 型式检验应包括下列项目：

本标准第 6 章中要求的全部项目；

8.2.3 检验方案、判定规则

8.2.3.1 Z 型薄壁楼梯和 Z 型薄壁带肋楼梯应分别进行型式检验。

8.2.3.2 应选择设计荷载最大或生产数量最多的薄壁楼梯进行型式检验。

8.2.3.3 进行结构性能检验的构件不少于 1 件，进行外观质量、尺寸偏差和混凝土保护层检验的构件不少于 3 件。

8.2.3.4 所检项目全部合格判定检验合格。当 6.3、6.5 项目不符合要求时，判定为型式检验不合格。当 6.1、6.2、6.4 检验结果不符合要求时，可进行复检，检验数量加倍，每个检验构件所检项目全部合格判定检验合格，否则判型式检验不合格。

9 标志、堆放和运输

9.1 标志

每个构件出厂时应在明显位置设有标志，标志应包括下列内容：

- a) 生产厂名称（或简称）和商标；
- b) 标记、编号，标注在板端侧面便于检查的部位；
- c) 生产日期（年、月、日）；
- d) 检验合格章。

9.2 堆放和运输

9.2.1 堆放时应按项目、品种、型号、质量等级、生产和运输日期分别堆放，并注意受力方向。

9.2.2 堆放场地应平整夯实，堆放时应使（肋）板与地面之间留有一定空隙，并有排水措施。

9.2.3 堆放时的支承位置应按其受力情况设置垫木，垫木应上下对齐，并应垫平垫实。

9.2.4 堆放和运输应进行成品保护。

10 产品合格证

构件出厂时应签发产品合格证，合格证应包括下列内容：

- a) 合格证编号；
- b) 采用标准图或设计图纸编号；
- c) 制造厂名称、商标及生产日期；
- d) 标记、规格及数量；
- e) 混凝土强度和保护层厚度检验评定结果；
- f) 外观质量和规格尺寸检验评定结果；
- g) 型式检验评定结果；
- h) 检验部门盖章、检验负责人签字。

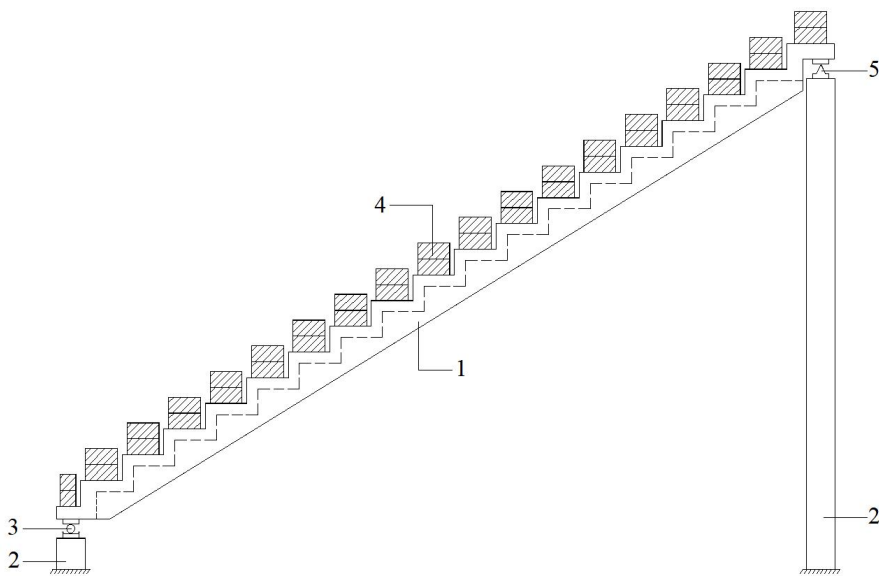
附录 A
(规范性附录)
超高性能混凝土预制楼梯结构性能试验方法

A.1 试件

- A.1.1 蒸汽养护后的试件应在冷却至常温后进行试验。
- A.1.2 试件的混凝土强度应达到设计强度的 100%及其以上。

A.2 支承方式

- A.2.1 试件踏步面应平行于地面，薄壁楼梯结构件能试验支承方式见图 A.1。
- A.2.2 试件上端设置固定铰支座，下端设置滑动铰支座；铰支座长度应为薄壁楼梯宽度。
- A.2.3 试件与支座支承面应紧密接触；上端或下端支座支承面应在同一标高。



- 说明：
- 1——薄壁楼梯；
 - 2——支墩或支架；
 - 3——滑动铰支座；
 - 4——荷重块；
 - 5——固定铰支座。

A.3 荷载布置

- A.3.1 荷重块应重量均匀一致，形状规则，荷重块宽度不应大于踏步宽度。

- A. 3. 2 不宜采用有吸水性的加载物。
- A. 3. 3 加载物重量应满足加载分级的要求，单块重量宜不大于 250N。
- A. 3. 4 试验前应对加载物称重，求得其平均重量。
- A. 3. 5 对薄壁楼梯加载，荷载布置采用均布加载方式，垛与垛之间间隙宜不小于 50mm。

A. 4 加载方式

A. 4. 1 应分级加载，当荷载小于荷载标准值时，每级荷载不应大于荷载标准值的 20%，当荷载大于荷载标准值时，每级荷载不应大于荷载标准值的 10%，当荷载接近抗裂检验荷载值时，每级荷载不应大于荷载标准值的 5%，当荷载接近承载力检验荷载值时，每级荷载不应大于承载力检验荷载设计值的 5%，作用在预制楼梯的试验设备重量及构件自重应作为第一次加载的一部分。

注：预制楼梯在试验前宜进行预压，以检查试验装置的工作是否正常，但应防止构件因预压而产生裂缝。

A. 4. 2 每级加载完成后应持续 10 min-15 min，在荷载标准值作用下应持续 30 min，在持续时间内，应观察裂缝的出现和开展，以及钢筋有无滑移等，在持续时间结束时，应观察并记录各项读数。

A. 5 承载力测量

进行承载力检验时，应加载至薄壁楼梯出现受拉主筋处的最大裂缝宽度达到 1.5 mm 或挠度达到跨度的 1/50 时，当在规定的荷载持续时间内，出现上述检验标志之一时，应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为其承载力检验荷载实初值，当在规定的荷载持续时间结束后，出现上述检验标志之一时，应取本级荷载值作为其承载力检验荷载实测值。

A. 6 挠度测量

A. 6. 1 进行挠度试验时，可用百分表、位移传感器等进行观测，应在使用状态试验荷载值下持荷结束时量测试件的变形。

A. 6. 2 试验时应量测构件跨中位移和支座沉陷，构件应在每一量测截面的两边布置测点，并取其量测结果的平均值作为该处的位移。

A. 6. 3 试验荷载竖直向下作用时，对水平放置的试件在各级荷载下的跨中挠度实测值，应按式 (A. 1)-式 (A. 3) 计算：

$$a_t^0 = a_q^0 + a_g^0 \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

$$a_q^0 = v_m^0 - \frac{1}{2}(v_l^0 + v_t^0) \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

$$a_g^0 = \frac{M_g}{M_b} a_b^0 \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- a_t^0 ——全部荷载作用下构件跨中的挠度实测值, 单位为毫米(mm);
- a_q^0 ——外加试验荷载作用下构件跨中的挠度实测值, 单位为毫米(mm);
- a_g^0 ——构件自重及加荷设备重产生的跨中挠度值, 单位为毫米(mm);
- a_m^0 ——外加试验荷载作用下构件跨中的位移实测值, 单位为毫米(mm);
- v_l^0 、 v_t^0 ——外加试验荷载作用下构件左、右端支座沉陷实测值, 单位为毫米(mm);
- M_g^0 ——构件自重和加荷设备重产生的跨中弯矩值, 单位为千牛米(kN·m);
- M_b ——从外加试验荷载开始至构件出现裂缝的前一级荷载为止的外加荷载产生的跨中弯矩值, 单位为千牛米(kN·m);
- a_b^0 ——从外加试验荷载开始至构件出现裂缝的前一级荷载为止的外加荷载产生的跨中挠度, 单位为毫米(mm)。

A.7 裂缝观测

- A.7.1 观察裂缝出现可采用放大镜, 若试验中未能及时观察到裂缝的出现, 可取荷载挠度曲线上的转折点(曲线第一弯转段两端点切线的交点)的荷载值作为构件的开裂荷载实测值。
- A.7.2 预制楼梯抗裂检验中, 当在规定的荷载持续时间内出现裂缝时, 应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为其开裂荷载实测值, 当在规定的荷载持续时间结束后出现裂缝时, 应取本级荷载值作为其开裂荷载实测值。
- A.7.3 裂缝宽度可采用精度为 0.05 mm 的刻度放大镜等仪器进行观测。
- A.7.4 对裂缝应量测最大裂缝宽度。

A.8 安全事项

- A.8.1 试验的支墩等应有足够的承载力安全储备。
- A.8.2 试验过程中应注意人身和仪表安全, 为了防止构件破坏时, 试验设备及构件塌落, 应采取在试验构件下面设置防护支承等安全措施。

A.9 试验报告

- A. 9. 1 试验报告应包括试验背景、试验方案、试验记录、检验结论等内容，不得漏项缺检。
- A. 9. 2 试验报告中的原始数据和观察记录应真实准确，不得任意涂抹篡改。
- A. 9. 3 试验报告宜在试验现场完成，并应及时审核、签字、盖章、登记归档。