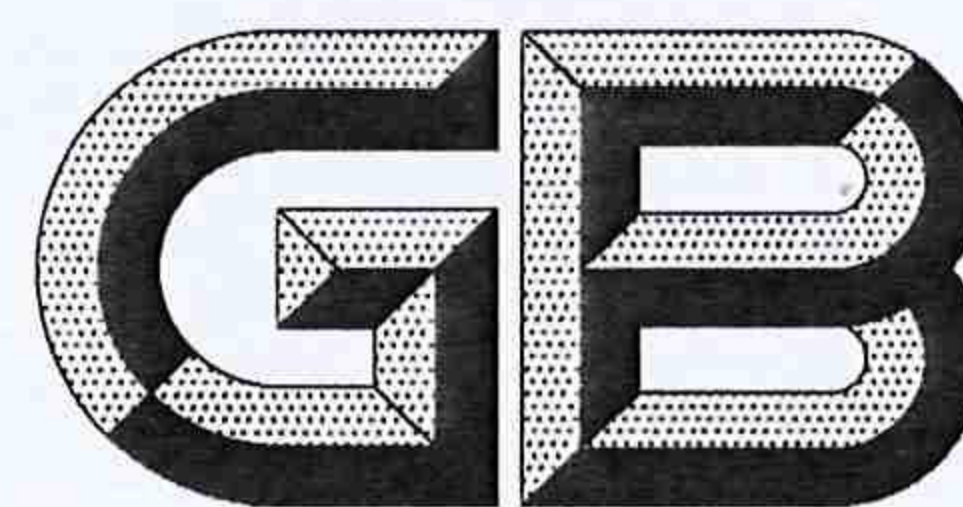




中华人民共和国国家标准

GB/T 45594—2025

超高性能混凝土非承重构件性能试验方法

Test methods for the properties of non-structural ultra-high performance
concrete component

2025-04-25 发布

2025-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 试件制备 1

5 标准试验条件 3

6 体积密度、吸水率..... 3

7 抗压强度 4

8 轴心抗压强度 4

9 静力受压弹性模量 5

10 抗弯性能(抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量)..... 7

11 抗拉强度..... 8

12 抗冲击强度..... 9

13 锚杆拉拔力 10

14 预埋螺栓套筒拉拔力 12

15 抗冻性 14

16 收缩率 15

附录 A (规范性) 外形不规则试件体积测量方法 16

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。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本文件起草单位：中国建筑材料科学研究总院有限公司、安徽开源路桥有限责任公司、北京建工新型建材有限责任公司、国检测试控股集团北京有限公司、湖南天泽建材有限公司、保利长大工程有限公司、安徽水利开发有限公司、中交路建交通科技有限公司、中建铁路投资建设集团有限公司、山东高速股份有限公司、北京雷诺轻板有限责任公司、安徽汇辽新型装饰材料有限公司、广州市双瑜建筑艺术工程有限公司、成都建工工业化建筑有限公司、陕西省交通规划设计研究院有限公司、上海卓欧建筑(集团)有限公司、浙江宏日泰耐克新材料科技有限公司、中国电建集团江西省水电工程局有限公司、上海保质佳新材料科技有限公司、中铁十二局集团有限公司、中建八局第一建设有限公司、中铁建科检测有限公司、浙江交工新材料有限公司、浙江交工宏途交通建设有限公司、中铁二十一局集团有限公司、中铁二十二局集团第二工程有限公司、宁波森泰新材料有限公司、西安市政道桥建设集团有限公司(礼泉)智造基地、招商局重庆公路工程检测中心有限公司、山西二建集团有限公司、中铁方圆检测科技有限公司、中交中南工程局有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司、上海浦东路桥(集团)有限公司、中能建建筑集团有限公司、中交二航武汉港湾新材料有限公司、四川蜀道建筑科技有限公司、中铁十九局集团有限公司、广州市第一市政工程有限公司、山西省交通科技研发有限公司、广州市市政工程设计研究总院有限公司、深圳尚博特科技有限公司、广州新尚艺术股份有限公司、浙江华东工程建设管理有限公司、铁正检测科技有限公司、广东饰纪上品建材科技有限公司、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、江西交工装配制造有限公司、中铁二十四局集团桥梁建设有限公司、中铁建设集团有限公司、中铁城建集团第一工程有限公司、中交一公局海威工程建设有限公司、中铁十四局集团房桥有限公司、浙江滨合建设集团有限公司、博地建设集团有限公司、温州欣天坤环保科技有限公司、中建二局第一建筑工程有限公司、中建八局第三建设有限公司、中铁二十五局集团第三工程有限公司、四川省建筑机械化工程有限公司、上海宝冶建筑工程有限公司、中国建筑第五工程局有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司、江苏煜顺工程检测技术服务有限公司、山西省交通建设工程质量检测中心(有限公司)、山西五建集团有限公司、中建新城建设工程有限公司、中交建筑集团北京检测科技有限公司、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、中建海峡建设发展有限公司、中信建设有限责任公司、中建海龙科技有限公司、中铁九局集团有限公司、致砦(河南)构件有限公司、惠州市鸿晔环保科技有限公司、中交三公局第一工程有限公司、中建二局第二建筑工程有限公司、珠海山泰创新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：李清海、崔琪、朱忠林、张登平、赵娇娇、黄政国、孙江涛、朱龙华、胡建新、万超、王昊、雷新忠、方寅生、袁建华、冯身强、覃春辉、武彦鑫、丁小明、林虎、孙超、张华、宫哲、张永刚、张利俊、周胜男、吴玉姣、高建伟、李清原、张鑫、黄麟、叶林杰、方永伟、庄纪栋、王晨鸣、丁亚兵、张善鹏、李广俊、曹璞、郑腰华、赵振平、戴显荣、邓国民、石鸿日、杨林、杨奉源、尚尔海、曾祥茂、廖霖、杨勇、牛云辉、陈国兴、丁聪、耿靖玮、刘友柱、张亚挺、吴飞、段小虎、王硕、刘晓勇、孙亚刚、张春利、方友高、王海童、张华兵、颜廷韵、陈刚、彭惠芝、许彤、陈琳、周泉、董彪、范正国、张军、孟志豪、张艳平、李瑞平、赵磊、闫兴非、王耀、李强、姚杰、王怀东、苗亚宁、叶德健、郭云杰、付飞、谭毅、尹生、孔明、佟琳、李志堂、胡永昊、

王栋、蔡晓彬、田隼、于洋、肖换芳、程飞、蔡赫、王凌波、李冰、职小强、李琪琪、南林、李俊兰、王文荣、管振祥、侯泽彪、杨晓笨、唐杰、魏巍、宿静、王涛、徐莎莎、倪坤、申国顺、张许科、李军代、刘国强、彭燕、孙昊楠、樊慧平、曹峰、司永明。

超高性能混凝土非承重构件性能试验方法

1 范围

本文件规定了超高性能混凝土非承重构件的体积密度、吸水率、抗压强度、轴心抗压强度、静力受压弹性模量、抗弯性能(抗弯比例极限强度、抗弯极限强度和抗弯弹性模量)、抗拉强度、抗冲击强度、锚杆拉拔力、预埋螺栓套筒拉拔力、抗冻性、收缩率的试验方法。

本文件适用于建筑物或构筑物的非承重部位或景观工程用超高性能混凝土构件的性能试验。

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。

JG/T 243 混凝土抗冻试验设备

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超高性能混凝土 **ultra-high performance concrete; UHPC**

以水泥和矿物掺合料等活性粉末材料、细骨料、外加剂、高强度微细钢纤维和(或)有机/无机纤维、水等原料生产的超高强增韧混凝土。

3.2

UHPC 非承重构件 **non-structural UHPC component**

以 UHPC 材料采用浇注、挤出、压制或喷射等工艺预制而成的用于建筑物或构筑物非承重部位、或用于景观工程等的超高强增韧混凝土构件。

3.3

试验板/块 **test board/block**

与 UHPC 非承重构件相同环境条件、相同配合比、相同成型工艺、相同养护方式条件下制作的,用于评价 UHPC 材料或者 UHPC 非承重构件性能的平板/试块。

3.4

粘结盘 **bonding pad**

UHPC 非承重构件背面为固定锚固件额外凸起的部分。

注:一般用在背附钢架 UHPC 非承重构件上。

4 试件制备

4.1 试验板/块法

试验用试件宜在与 UHPC 非承重构件(以下简称构件)相同的条件下制作的相应厚度试验板/块上

切割。切割部位距离试验板边缘不小于 50 mm,切割过程中不应 对试件造成损害。切割用于不同性能试验的试件,试件的长度方向根据试验需求确定。试件的 2 个表面均应平整并相互平行,相邻表面垂直。浇注工艺制作的抗压强度、轴心抗压强度、静力受压弹性模量试验用试件亦可采用模具成型。试件外形、尺寸允许偏差和数量应符合表 1 规定。

表 1 试件外形、尺寸允许偏差和数量

性能	试件尺寸允许偏差			试件数量 个	试件外形
	长度 mm	宽度 mm	厚度/高度 mm		
体积密度、吸水率	100±2	100±2	10±2	6	长方体
抗压强度	100±1	100±1	100±1	3	立方体
轴心抗压强度、静力受压弹性模量	100±1	100±1	300±1	6	棱柱体
抗弯性能	250±2	50±2	10±2	6	长方体
抗拉强度	250±2	30±2	10±2	6	哑铃形
抗冲击强度	120±2	50±2	10±2	6	长方体
锚杆拉拔力	300±2	300±2	20±2	3	长方体
预埋螺栓套筒拉拔力	300±2	300±2	20±2	3	长方体
抗冻性	100±2	100±2	10±2	6	长方体
收缩率	260±2	260±2	10±2	2	长方体

4.2 切割制样法

直接从构件上切割试件,试件切割部位距离构件边缘不小于 50 mm,在切割与加工过程中不应 对试件造成损害。试件的 2 个表面均应平整并相互平行,相邻表面垂直。根据制品在实际应用时的受力情况,确定试件的长度方向。试件外形、数量应符合表 1 规定。试件尺寸宜符合表 1 规定,若从构件上不能切割出符合表 1 规定的试件尺寸时,则试件尺寸应符合表 2 规定。

表 2 试件尺寸

性能	试件尺寸
体积密度、吸水率、抗冻性	边长 95 mm~105 mm,厚度为构件的厚度
抗压强度	边长 98 mm~102 mm
轴心抗压强度、静力受压弹性模量	长度 98 mm~102 mm,宽度 98 mm~102 mm,高度 298 mm~302 mm
抗弯性能	长度 245 mm~255 mm,宽度 45 mm~55 mm,厚度不超过 30 mm
抗拉强度	长度 245 mm~255 mm,宽度 25 mm~35 mm,厚度不超过 30 mm
抗冲击强度	长度 115 mm~125 mm,宽度 45 mm~55 mm,厚度不超过 30 mm
锚杆拉拔力、预埋螺栓套筒拉拔力	边长 295 mm~305 mm,厚度为构件的厚度
收缩率	边长 255 mm~265 mm,厚度不超过 30 mm

5 标准试验条件

试验室环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(65 \pm 20)\%$ 。

6 体积密度、吸水率

6.1 仪器设备

6.1.1 电热鼓风干燥箱:温度可控制在 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 电子天平:称量范围 $0\text{ g} \sim 1\,000\text{ g}$,分度值不大于 0.1 g 。

6.1.3 卡尺:测量范围 $0\text{ mm} \sim 200\text{ mm}$,分度值不大于 0.02 mm 。

6.1.4 干燥器。

6.1.5 水容器:容积满足浸泡要求。

6.2 试验步骤

6.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d 。

6.2.2 将试件放入预先升温至 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$ 电热鼓风干燥箱中,干燥 $(48 \pm 0.5)\text{ h}$ 。将试件从电热鼓风干燥箱中取出,放入干燥器中冷却到室温,称量其在干燥状态的质量(m_1),读数至 0.1 g 。

6.2.3 外形规则的试件,其体积(V)的测量方法为:在每对对应边上各测量两次长度,读数至 0.1 mm ,分别取其平均值作为边长(l_1 、 b_1),修约至 0.1 mm ;在4个边的中部各测量一次厚度,读数至 0.1 mm ,取其平均值作为试件的厚度(h_1),修约至 0.1 mm 。

6.2.4 外形不规则的试件,其体积(V)的测量方法按附录A的规定进行试验。

6.2.5 再将试件浸泡于温度 $10^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 的水中,浸水时间 $(48 \pm 0.5)\text{ h}$ 。将试件从水中取出,用湿毛巾擦去表面水分,称量其在饱水状态的质量(m_2),读数至 0.1 g 。

6.3 结果计算

6.3.1 按照公式(1)计算外形规则的试件体积,修约至 0.1 cm^3 。

6.3.2 按照公式(2)计算体积密度,修约至 0.1 g/cm^3 。结果以6个试件的算术平均值表示,修约至 0.1 g/cm^3 。

6.3.3 按照公式(3)计算吸水率,修约至 0.1% 。结果以6个试件的算术平均值表示,修约至 0.1% 。

$$V = l_1 \times b_1 \times h_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\rho = \frac{m_1}{V} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$W_x = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

V ——试件的体积,单位为立方厘米(cm^3);

l_1 、 b_1 ——试件的两个边长,单位为毫米(mm);

h_1 ——试件的厚度,单位为毫米(mm);

ρ ——体积密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

W_x ——吸水率;

m_1 ——试件在干燥状态的质量,单位为克(g);

m_2 ——试件在饱水状态的质量,单位为克(g)。

7 抗压强度

7.1 仪器设备

7.1.1 压力试验机:最大容量 2 000 kN,级别不低于 1 级。

7.1.2 卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,分度值不大于 0.02 mm。

7.2 试验步骤

7.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

7.2.2 若增强纤维在试样中的分布有取向性,则受压面选择与纤维分布面平行。

7.2.3 测量每个试件受压面的尺寸,在每个试件上下两个受压面的面内中间部位分别测量长度和宽度,读数至 0.1 mm,分别取 2 个测量值的算术平均值(l_2 、 b_2),修约至 0.1 mm。

7.2.4 将试件置于试验机下承压板上,确保试件为中心受压,以 1.2 MPa/s~1.4 MPa/s 速度匀速加载,直至试件破坏。

7.2.5 记录破坏荷载(P_c),读数至 10 N。

7.3 结果处理

7.3.1 按照公式(4)计算抗压强度,修约至 0.1 MPa。

$$\sigma_c = \frac{P_c}{l_2 \times b_2} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

σ_c ——抗压强度,单位为兆帕(MPa);

P_c ——破坏荷载,单位为牛(N);

l_2 ——试件受压面长度,单位为毫米(mm);

b_2 ——试件受压面宽度,单位为毫米(mm)。

7.3.2 取 3 个试件抗压强度的算术平均值作为该组试件的抗压强度,修约至 0.1 MPa;当 3 个试件的测试值中有一个与中间值的差值超过中间值的 15%时,则取中间值为该组试件的抗压强度值;3 个试件的测试值中有两个与中间值的差值超过中间值的 15%时,则该组试件试验结果无效。

8 轴心抗压强度

8.1 仪器设备

仪器设备应符合 7.1 的规定。

8.2 试验步骤

8.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

8.2.2 若增强纤维在试样中的分布有取向性,则受压面选择与纤维分布面平行。

8.2.3 测量每个试件受压面的尺寸,在每个试件上下两个受压面的面内中间部位分别测量长度和宽度,读数至 0.1 mm,分别取 2 个测量值的算术平均值(l_3 、 b_3),修约至 0.1 mm。

8.2.4 将棱柱体试件直立放置在试验机的下承压板上,试件轴心与承压板中心对准。以 1.2 MPa/s~1.4 MPa/s 速度匀速加载,直至试件破坏。

8.2.5 记录轴心破坏荷载(P_{cp}),读数至 10 N。

8.3 结果处理

8.3.1 按照公式(5)计算轴心抗压强度,修约至 0.1 MPa。

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{cp}}{l_3 \times b_3} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

σ_{cp} ——轴心抗压强度,单位为兆帕斯(MPa);

P_{cp} ——轴心破坏荷载,单位为牛(N);

l_3 ——试件受压面长度,单位为毫米(mm);

b_3 ——试件受压面宽度,单位为毫米(mm)。

8.3.2 取 3 个试件轴心抗压强度的算术平均值作为该组试件的轴心抗压强度,修约至 0.1 MPa;当 3 个试件的测试值中有一个与中间值的差值超过中间值的 15%时,则取中间值为该组试件的轴心抗压强度值;3 个试件的测试值中有两个与中间值的差值超过中间值的 15%时,则该组试件试验结果无效。

9 静力受压弹性模量

9.1 仪器设备

9.1.1 压力试验机、卡尺应符合 7.1 的规定。

9.1.2 微变形测量装置:选用千分表、电阻应变片、激光测长仪、引伸仪或位移传感器。千分表或位移传感器应备有微变形测量固定架,电阻应变片或位移传感器应备有数据自动采集系统。千分表和位移传感器分度值应不大于 0.001 mm,电阻应变片、激光测长仪和引伸仪分度值应不大于 0.001%。

9.2 试验步骤

9.2.1 将 6 块试件分为 2 组(每组 3 块)置于标准试验条件下 3 d。

9.2.2 取一组试件按第 8 章规定方法测定试件轴心抗压强度,另一组用于测定静力受压弹性模量。

9.2.3 测量每个试件受压面的尺寸,在每个试件上下两个受压面的面内中间部位分别测量长度和宽度,读数至 0.1 mm,分别取 2 个测量值的算术平均值(l_4 、 b_4),修约至 0.1 mm。

9.2.4 微变形测量装置应安装在试件两侧的中线上并对称于试件的两端。当采用千分表或位移传感器时,应将千分表或位移传感器固定在变形测量架上,试件的测量标距为 150 mm,由标距定位杆定位,将变形测量架通过紧固螺钉固定。当采用电阻应变仪测量变形时,应变片的标距为 150 mm,贴应变片区域的试件表面若有缺陷应进行修补和风干处理,并在试件的两侧中部粘贴应变片。

9.2.5 试件放置试验机前,应将试件表面与上下承压板面擦拭干净。

9.2.6 将试件直立放置在试验机的下承压板上,并使试件轴心与下承压板中心对准。

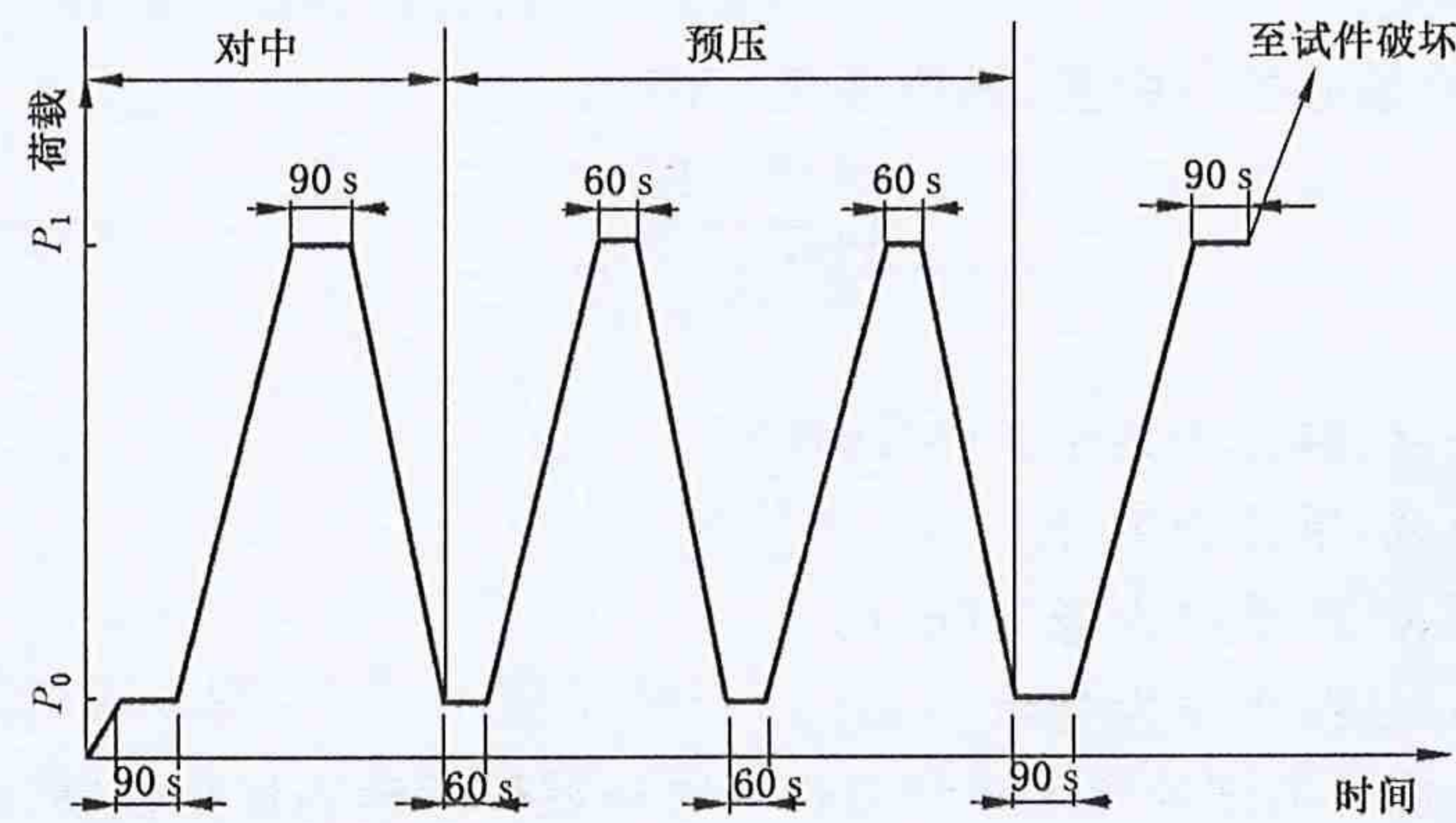
9.2.7 开启试验机,试件表面与上下承压板应均匀接触。

9.2.8 加荷至初始荷载值(P_0),对应基准应力应为 0.5 MPa,保持恒载 60 s 并在以后的 30 s 内记录每一测点的变形读数。应立即连续均匀地加荷至应力为轴心抗压强度的 1/3 时的荷载值(P_1),保持恒载 60 s 并在以后的 30 s 内记录每一测点的变形读数。所用的加荷速度为 1.2 MPa/s~1.4 MPa/s。

9.2.9 左右两侧的变形值之差与它们平均值之比大于 20%时,应重新对中试件后重复 9.2.8 的规定。当无法使其减少到小于 20%时,此次试验无效。

9.2.10 在确认试件对中符合 9.2.9 规定后,以与加荷速度相同的速度卸荷至基准应力 0.5 MPa (P_0),恒载 60 s;应用同样的加荷和卸荷速度以及 60 s 的保持恒载(P_0 及 P_1)至少进行两次反复预压。在最后一次预压完成后,应在基准应力 0.5 MPa(P_0)持荷 60 s 并在以后的 30 s 内记录每一测点的变形读数,并计算两侧变形的算术平均值(ϵ_0);再用同样的加荷速度加荷至 P_1 ,持荷 60 s 并在以后的 30 s

内记录每一测点的变形读数,并计算两侧变形的算术平均值(ϵ_1)。如图 1 所示。



注 1: 90 s 包括 60 s 持荷时间和 30 s 读数时间。
注 2: 60 s 为持荷时间。

图 1 弹性模量试验加荷方法示意

9.2.11 卸除变形测量装置,应以同样的速度加荷至破坏,记录破坏荷载;当测定静压受力弹性模量之后的试件轴心抗压强度(σ'_{cp})与用以确定检验控制荷载的轴心抗压强度值相差超过后者的 20% 时,应在报告中注明。

9.3 结果处理

9.3.1 按照公式(6)、公式(7)计算静压受力弹性模量,修约至 100 MPa。

$$\Delta\epsilon = \epsilon_1 - \epsilon_0 \dots\dots\dots (6)$$
$$E_c = \frac{P_1 - P_0}{l_4 \times b_4} \times \frac{L_m}{\Delta\epsilon} \dots\dots\dots (7)$$

- 式中:
- $\Delta\epsilon$ ——最后一次从 P_0 加荷至 P_1 时试件两侧变形的平均值,单位为毫米(mm);
 - ϵ_1 ——最后一次 P_1 时试件两侧变形的算术平均值,单位为毫米(mm);
 - ϵ_0 ——最后一次 P_0 时试件两侧变形的算术平均值,单位为毫米(mm);
 - E_c ——静压受力弹性模量,单位为兆帕(MPa);
 - P_1 ——应力为 1/3 轴心抗压强度时的荷载,单位为牛(N);
 - P_0 ——应力为 0.5 MPa 时的初始荷载,单位为牛(N);
 - l_4 ——试件受压面长度,单位为毫米(mm);
 - b_4 ——试件受压面宽度,单位为毫米(mm);
 - L_m ——测量标距,单位为毫米(mm)。

9.3.2 取 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的静压受力弹性模量值,修约至 100 MPa。当其中有一个试件在测定静压受力弹性模量后的轴心抗压强度值(σ'_{cp})与用以确定检验控制荷载的轴心抗压强度值相差超过后者的 20% 时,静压受力弹性模量值应按另两个试件测值的算术平均值计算;当有两个试件在测定静压受力弹性模量后的轴心抗压强度值(σ'_{cp})与用以确定检验控制荷载的轴心抗压强度值相差超过后者的 20% 时,此次试验无效。

10 抗弯性能(抗弯比例极限强度、抗弯极限强度、抗弯弹性模量)

10.1 仪器设备

10.1.1 电子式万能试验机:最大容量 2 kN,试验机级别不低于 1 级,可记录荷载-挠度曲线;当仅对抗弯极限强度进行试验时,也可使用无荷载-挠度曲线记录的电子式万能试验机。

10.1.2 卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,分度值不大于 0.02 mm。

10.1.3 挠度计:测量范围 0 mm~50 mm,分度值 0.02 mm。

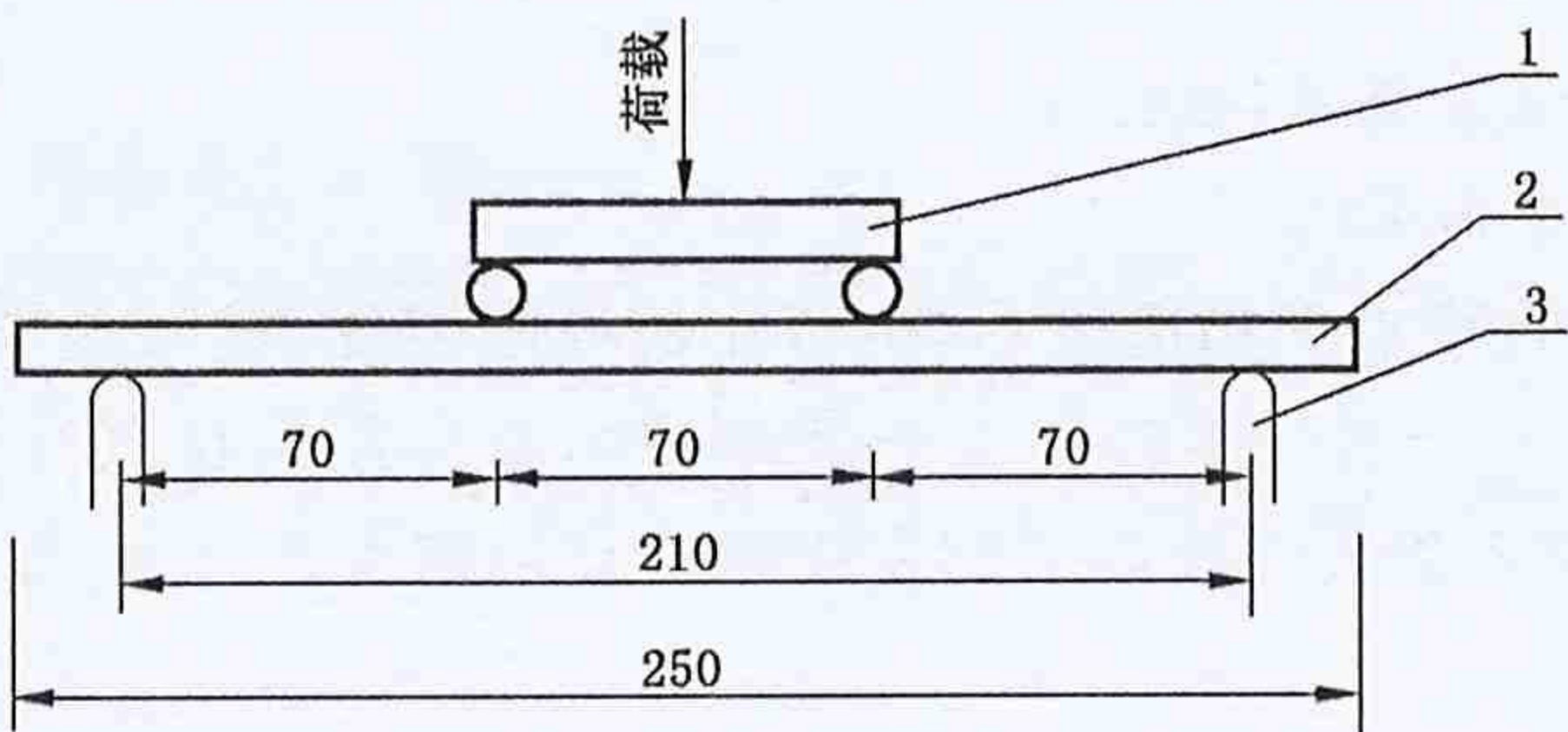
10.2 试验步骤

10.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

10.2.2 抗弯试验装置与加载方式如图 2,该装置用钢材制成,支座圆辊直径 12 mm,试验跨距 210 mm,双点加荷头间距 70 mm。以检验构件质量为目的的抗弯试验,试件的跨度可为厚度的 16 倍~20 倍。

10.2.3 如果需要记录荷载-挠度曲线,则在跨度中央测量挠度。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——双点加荷承压板;
- 2——试件;
- 3——支座。

图 2 抗弯试验装置与加载方式

10.2.4 每组 6 块试件,3 块试件的模板面朝下,3 块试件的模板面朝上。

10.2.5 以 0.5 mm/min 的速度匀速加载,直到试件破坏,记录荷载-挠度曲线或者直接读取抗弯极限荷载(P_m)。当荷载-挠度曲线中直线段延长线不通过坐标原点时,应以直线段延长线与横坐标交点作为挠度值起始点。

10.2.6 避开破坏断面,在靠近破坏的位置测量试件的宽度(b_5)和厚度(h_5),读数至 0.1 mm。

10.3 结果处理

10.3.1 在荷载-挠度曲线上读取下列数值:

- a) 抗弯比例极限荷载(P_1)(在曲线上刚开始离开直线处的荷载);
- b) 抗弯极限荷载(P_m)(曲线上最高点处的荷载);
- c) $\frac{2}{3} \times P_1$;
- d) $\left(\frac{2}{3} \times P_1\right)$ 点对应的挠度值(δ)。

10.3.2 按照公式(8)计算抗弯比例极限强度,修约至 0.1 MPa。

10.3.3 按照公式(9)计算抗弯极限强度,修约至 0.1 MPa。

10.3.4 按照公式(10)计算抗弯弹性模量,修约至 100 MPa。

$$\sigma_{\text{LOP}} = \frac{P_1 L}{b_5 h_5^2} \dots\dots\dots (8)$$

$$\sigma_{\text{MOR}} = \frac{P_m L}{b_5 h_5^2} \dots\dots\dots (9)$$

$$E_b = \frac{23 P_1 L^3}{162 \delta b_5 h_5^3} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

σ_{LOP} ——抗弯比例极限强度,单位为兆帕(MPa);

σ_{MOR} ——抗弯极限强度,单位为兆帕(MPa);

E_b ——抗弯弹性模量,单位为兆帕(MPa);

P_1 ——抗弯比例极限荷载,单位为牛(N);

P_m ——抗弯极限荷载,单位为牛(N);

L ——跨度,单位为毫米(mm);

δ —— $\left(\frac{2}{3} \times P_1\right)$ 点对应的挠度,单位为毫米(mm);

b_5 ——试件宽度,单位为毫米(mm);

h_5 ——试件厚度,单位为毫米(mm)。

10.3.5 结果均以 6 个试件的算术平均值表示,抗弯比例极限强度、抗弯极限强度修约至 0.1 MPa,抗弯弹性模量修约至 100 MPa。6 个试件中若有 1 个试件破坏断面发生在双点加荷头之外时,以另外 5 个试件的试验结果计算。当有 2 个试件破坏断面发生在双点加荷头之外时,该组试件试验无效。

11 抗拉强度

11.1 仪器设备

11.1.1 电子式万能试验机:最大容量 10 kN,试验机级别不低于 1 级,抗拉夹具连接件具有万向节调节功能。

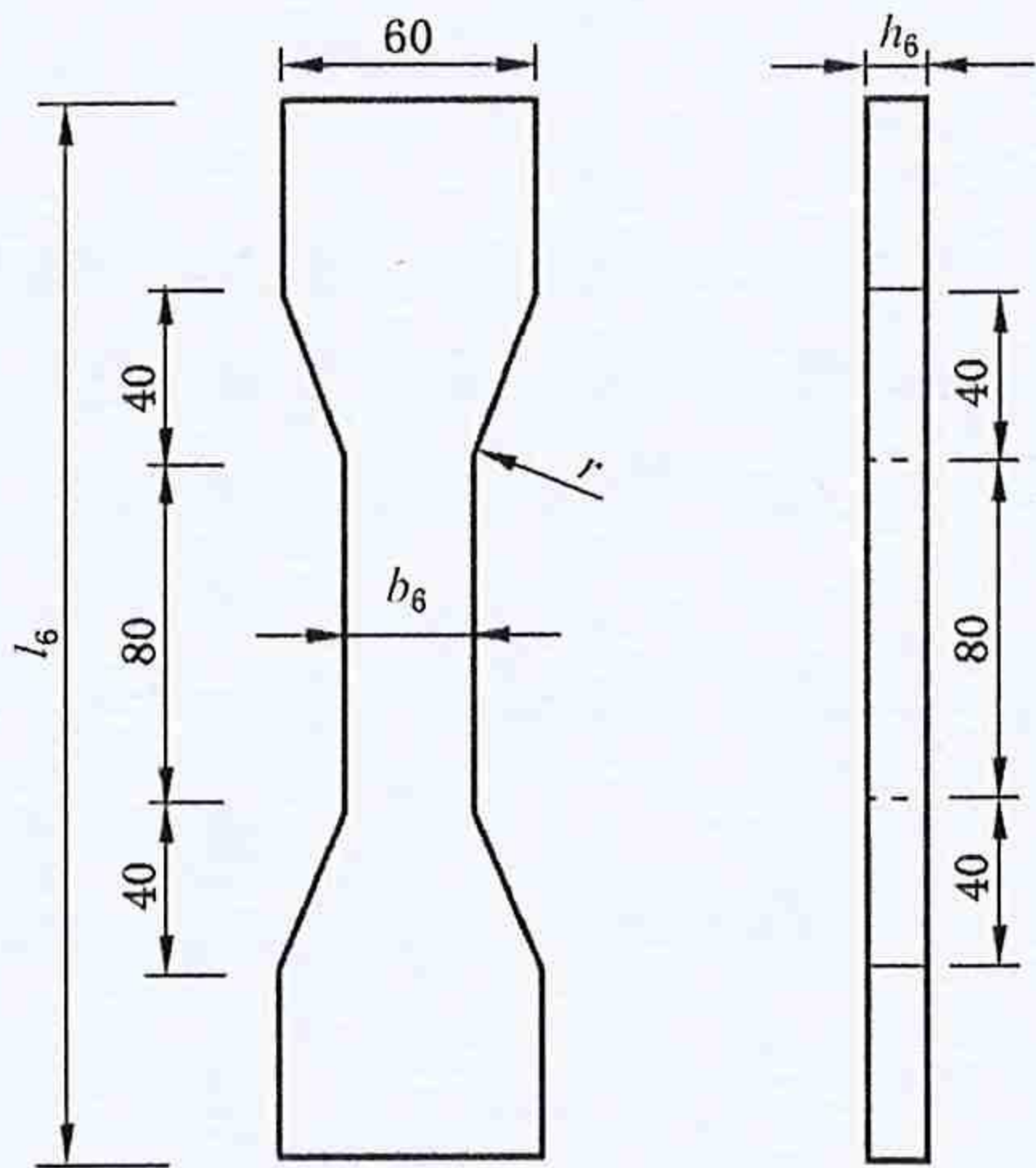
11.1.2 卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,分度值不大于 0.02 mm。

11.2 试验步骤

11.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

11.2.2 试件形状及尺寸见图 3,中部等截面区域与变截面区域过渡半径不小于 25 mm。用软质笔在试件中部等截面区域画出测量区标线,测量区长度为 80 mm。

单位为毫米



标引符号说明：
 l_6 —— 试件长度；
 b_6 —— 试件测量区宽度；
 h_6 —— 试件厚度；
 r —— 过渡半径。

图 3 抗拉强度用试件

- 11.2.3 将试件放置于试验机上下夹具中，保持上下夹具连接件与试件的中轴线一致并对中，在试件与夹具接触部位垫柔性垫片，保持试件垂直受拉。
- 11.2.4 以 0.5 mm/min 的加载速度匀速加载，直到试件被破坏，记录抗拉破坏荷载(P_t)。
- 11.2.5 避开破坏断面，在靠近破坏的位置来测量试件的宽度(b_6)和厚度(h_6)，读数至 0.1 mm。

11.3 结果处理

11.3.1 按照公式(11)计算抗拉强度，修约至 0.1 MPa。

$$\sigma_t = \frac{P_t}{b_6 h_6}$$

.....(11)

式中：
 σ_t —— 抗拉强度，单位为兆帕(MPa)；
 P_t —— 抗拉破坏荷载，单位为牛(N)；
 b_6 —— 试件测量区宽度，单位为毫米(mm)；
 h_6 —— 试件厚度，单位为毫米(mm)。

11.3.2 结果以 6 个试件的算术平均值表示，修约至 0.1 MPa。6 个试件中若有 1 个试件破坏断面发生在测量区之外时，以另外 5 个试件的试验结果计算。当有 2 个试件破坏断面发生在测量区之外时，该组试件试验无效。

12 抗冲击强度

12.1 仪器设备

- 12.1.1 冲击试验机：摆锤式冲击试验机，可选择附带 0 J~7.5 J、0 J~15 J、0 J~25 J 和 0 J~50 J 4 个能量级别的摆锤，准确度 1%；跨距可调整为 70 mm。
- 12.1.2 卡尺：测量范围 0 mm~200 mm，分度值不大于 0.02 mm。

12.2 试验步骤

12.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

12.2.2 选用适当能量级别的摆锤,使冲断试件所消耗的能量为该摆锤最大能量的 20%~80%。

12.2.3 试验跨距为 70 mm,3 个试件的模板面与竖直支撑面紧密贴合,另外 3 个试件的抹平面与竖直支撑面紧密贴合。在试件中部用软质笔画线,测量试件画线部位的宽度(b_7)和厚度(h_7),读数至 0.1 mm。

12.2.4 保持试件稳定,并使试件上的画线对准摆锤的刃口。操作冲击试验机控制机构,使摆锤自由落下,冲击试件使其破坏。

12.2.5 读取并记录冲击能量(e)值,读数至 0.01 J。

12.3 结果计算

12.3.1 按照公式(12)计算抗冲击强度,修约至 0.1 kJ/m²。

$$\sigma_i = \frac{e}{b_7 h_7} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

σ_i ——抗冲击强度,单位为千焦每平方米(kJ/m²);

e ——冲击能量,单位为焦耳(J);

b_7 ——试件宽度,单位为毫米(mm);

h_7 ——试件厚度,单位为毫米(mm)。

12.3.2 结果以 6 个试件的算术平均值表示,修约至 0.1 kJ/m²。

13 锚杆拉拔力

13.1 仪器设备

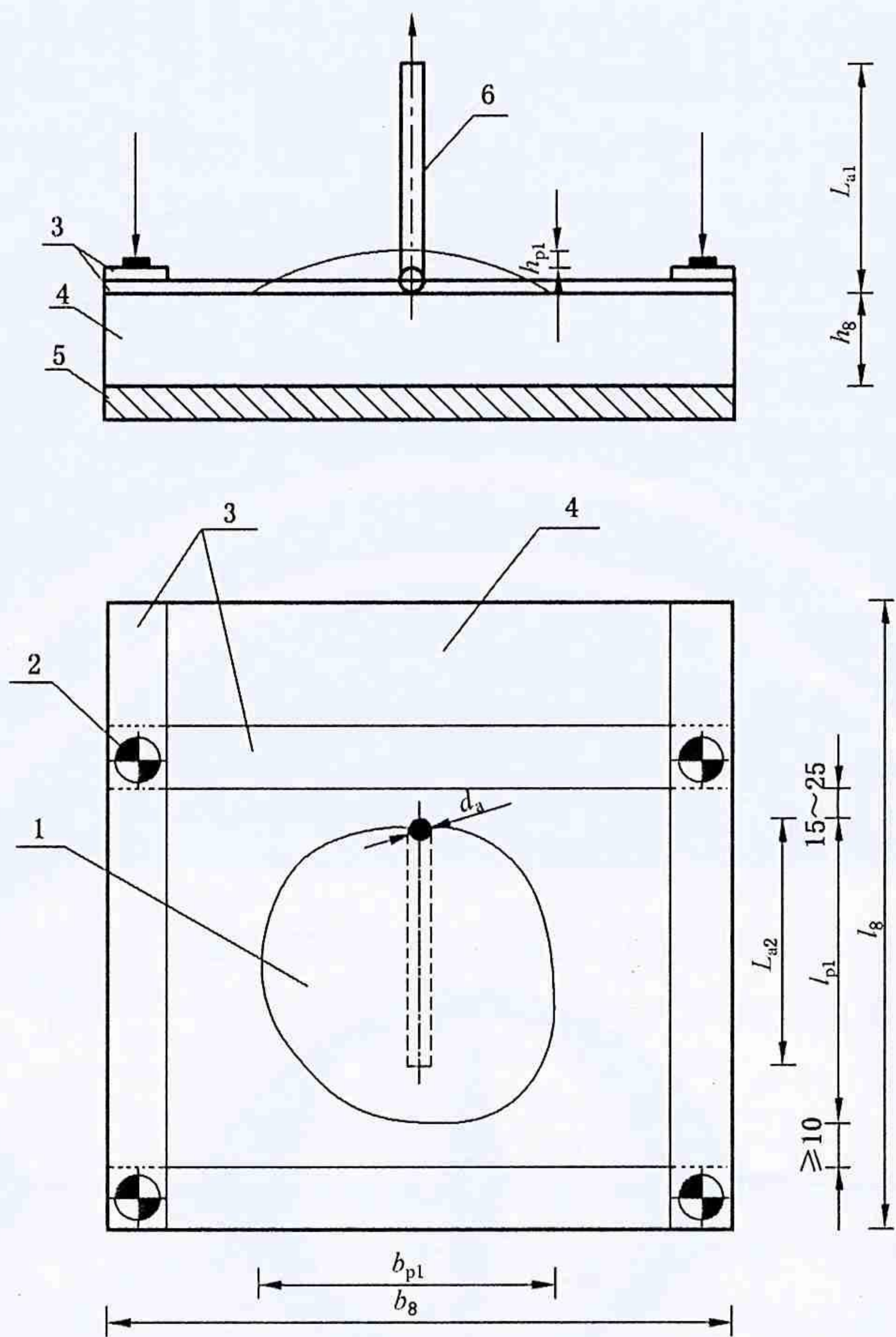
13.1.1 电子式万能试验机:最大容量 20 kN,试验机级别不低于 1 级,拉拔夹紧装置具有万向节调节功能。

13.1.2 卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,分度值不大于 0.02 mm。

13.1.3 金属直尺:量程 0 mm~300 mm,分度值为 1 mm。

13.1.4 加载夹具:加载夹具由一块边长不小于 300 mm×300 mm 厚度不小于 15 mm 的钢衬板、4 条 300 mm×50 mm 厚度不小于 10 mm 的钢板条和 4 个 C 形固定夹组成,如图 4 所示。加载夹具的设计应有足够的刚度,试件应牢固地附着在钢衬板上,在锚杆受拉时,靠近锚杆的试件截面不应弯曲。

单位为毫米



标引说明：

- 1 —— 粘结盘；
- 2 —— C 形固定夹；
- 3 —— 钢板条；
- 4 —— UHPC 板；
- 5 —— 钢衬板；
- 6 —— 锚杆；
- L_{a1} —— 锚杆垂直段长度；
- L_{a2} —— 锚杆预埋水平段长度；
- d_a —— 锚杆直径；
- l_{p1} —— 粘结盘长度；
- b_{p1} —— 粘结盘宽度；
- h_{p1} —— 粘结盘平均厚度；
- l_g —— 试件长度；
- b_g —— 试件宽度；
- h_g —— 试件厚度。

图 4 锚杆拉拔力试验固定装置与加载方式

13.2 试验步骤

13.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

13.2.2 用卡尺测量锚杆直径(d_a),读数至 0.1 mm。

13.2.3 用金属直尺测量并计算 UHPC 试件厚度(h_g)。分别测量 UHPC 试件 4 个边长中点处厚度,读数至 1 mm,结果以 4 个数值的算术平均值表示,修约至 1 mm。

13.2.4 用金属直尺分别测量锚杆垂直段长度(L_{a1})、粘结盘沿预埋锚杆方向最大长度作为粘结盘长度(l_{p1})、垂直于预埋锚杆方向最大宽度作为粘结盘宽度(b_{p1}),读数至 1 mm。

13.2.5 将试件固定在加载夹具中,如图 4 所示。试件下表面牢固地附着在钢衬板上,上表面由 4 条钢板条通过 C 形固定夹固定。与预埋锚杆垂直方向的 2 条钢板条紧贴试件上表面,且锚杆跟部表面与钢板条垂直距离为 15 mm~25 mm。粘结盘边缘与钢板条间应有足够的距离,不应小于 10 mm。

13.2.6 试件及加载夹具置于拉拔力试验机,钢衬板与试验机底座相连接,且调节至锚杆与拉拔力方向在同一轴线。锚杆拉拔过程中拉拔力应始终与板面垂直,加载速度为 5 mm/min,直至试件破坏或锚杆钢筋屈服。记录最大荷载(P_a)值,读数至 0.1 kN。

13.2.7 用金属直尺测量锚杆预埋水平段长度(L_{a2}),读数至 1 mm。

13.2.8 用卡尺测量并计算锚杆顶部的粘结盘平均厚度(h_{p1})。分别测量锚杆预埋水平段两端及中点处顶部的粘结盘厚度,读数至 0.5 mm,结果以 3 个数值的算术平均值表示,修约至 0.5 mm。

13.3 结果表示

13.3.1 锚杆拉拔力以 3 个试件最大荷载(P_a)算术平均值表示,修约至 0.1 kN。

13.3.2 另需分别报告每个试件的如下内容:

- a) 最大荷载(P_a)值;
- b) 试件厚度(h_g);
- c) 锚杆规格尺寸[直径(d_a)、垂直段长度(L_{a1})、预埋水平段长度(L_{a2})];
- d) 粘结盘尺寸[长度(l_{p1})、宽度(b_{p1})及锚杆顶部的平均厚度(h_{p1})];
- e) 破坏形式(粘结盘破坏、粘结盘脱粘、锚杆钢筋屈服或 UHPC 板破坏)。

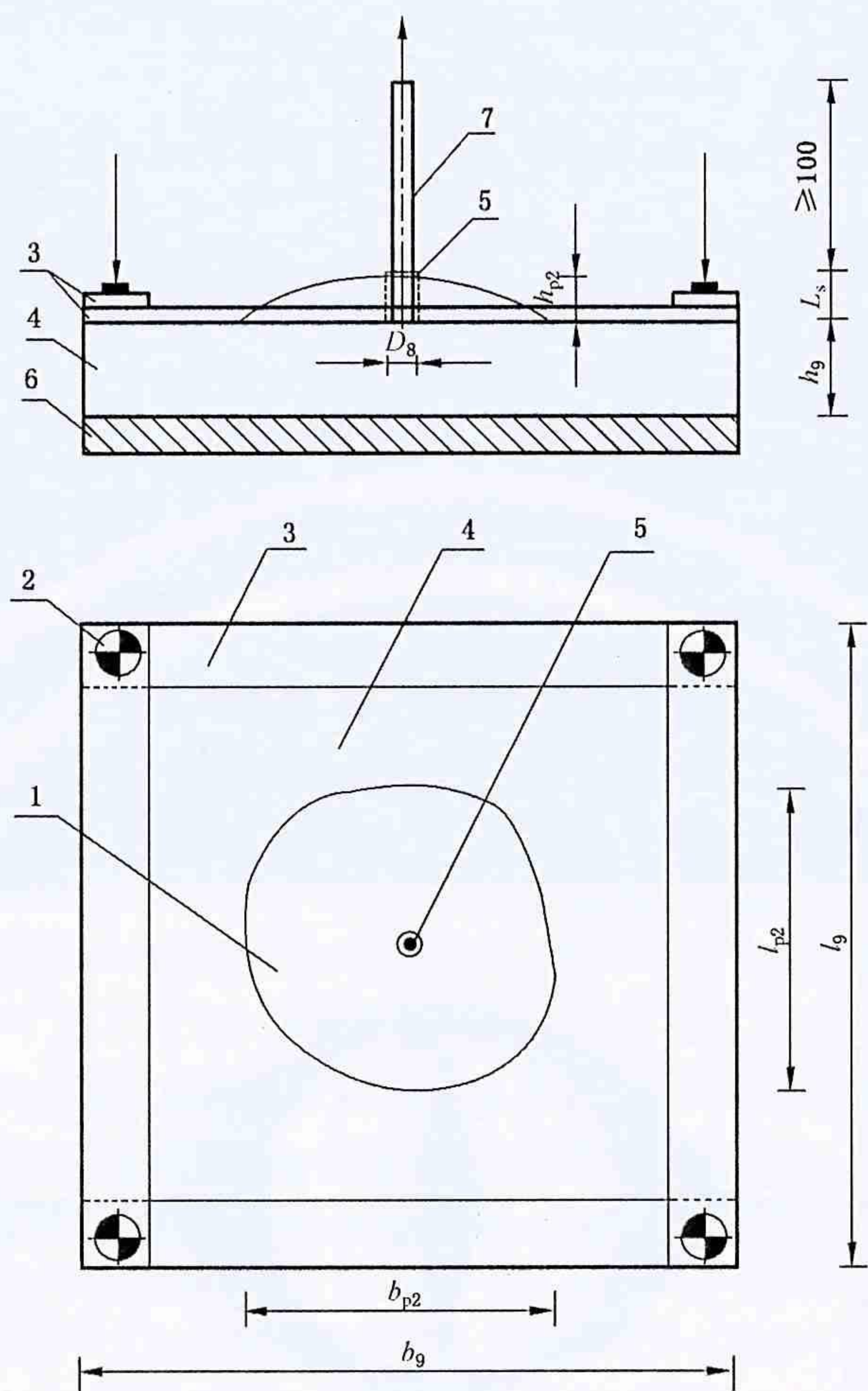
14 预埋螺栓套筒拉拔力

14.1 仪器设备

14.1.1 电子式万能试验机、卡尺、金属直尺应符合 13.1 的规定。

14.1.2 加载夹具:加载夹具由一块边长不小于 300 mm×300 mm 厚度不小于 15 mm 的钢衬板、4 条 300 mm×50 mm 厚度不小于 10 mm 的钢板条和 4 个 C 形固定夹组成,如图 5 所示。加载夹具的设计应有足够的刚度,试件应牢固地附着在钢衬板上,在预埋螺栓套筒受拉时,靠近预埋螺栓套筒的试件截面不应弯曲。

单位为毫米



标引说明：

- 1 —— 粘结盘；
- 2 —— C 形固定夹；
- 3 —— 钢板条；
- 4 —— UHPC 板；
- 5 —— 预埋螺栓套筒；
- 6 —— 钢衬板；
- 7 —— 螺栓；
- l_{p2} —— 粘结盘长度；
- b_{p2} —— 粘结盘宽度；
- D_s —— 预埋螺栓套筒外径；
- L_s —— 预埋螺栓套筒长度；
- h_{p2} —— 预埋螺栓套筒埋入深度；
- l_g —— 试件长度；
- b_g —— 试件宽度；
- h_g —— 试件厚度。

图 5 预埋螺栓套筒拉拔力试验固定装置与加载方式

14.2 试验步骤

14.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

14.2.2 用卡尺测量预埋螺栓套筒外径(D_s),读数至 0.1 mm;并记录预埋螺栓套筒公称直径(d_s)。

14.2.3 用金属直尺测量并计算 UHPC 试件厚度(h_g)。分别测量 UHPC 试件 4 个边长中点处厚度,读数至 1 mm,结果以 4 个数值的算术平均值表示,修约至 1 mm。

14.2.4 有突出 UHPC 板表面粘结盘时,用金属直尺分别测量粘结盘长度(l_{p2})、宽度(b_{p2}),读数至 1 mm。

14.2.5 将配套螺栓一端拧入预埋螺栓套筒至底端,另一端伸出预埋螺栓套筒顶端面不少于 100 mm。

14.2.6 将试件固定在加载夹具中,如图 5 所示。试件下表面牢固地附着在钢衬板上,上表面由 4 条钢板条通过 C 形固定夹固定。粘结盘边缘与钢板条间应有足够的距离,不应小于 10 mm。

14.2.7 试件及加载夹具置于拉拔力试验机,钢衬板与试验机底座相连接,且调节至螺栓与拉拔力方向在同一轴线。拉拔过程中拉拔力应始终与板面垂直,加载速度为 5 mm/min,直至试件或螺栓破坏。记录最大荷载值(P_s),读数至 0.1 kN。

14.2.8 用卡尺测量预埋螺栓套筒埋入深度(h_{p2})和预埋螺栓套筒长度(L_s),读数至 0.5 mm。

14.3 结果表示

14.3.1 预埋螺栓套筒拉拔力以 3 个试件最大荷载(P_s)算术平均值表示,修约至 0.1 kN。

14.3.2 另需分别报告每个试件的如下内容:

- a) 最大荷载值(P_s);
- b) 试件厚度(h_g);
- c) 预埋螺栓套筒规格尺寸[外径(D_s)、公称直径(d_s)、预埋螺栓套筒长度(L_s)];
- d) 粘结盘尺寸[长度(l_{p2})、宽度(b_{p2})]或标注无粘结盘及预埋螺栓套筒埋入深度(h_{p2});
- e) 破坏形式(粘结盘破坏、粘结盘脱粘、螺栓拔出、螺栓屈服、预埋螺栓套筒拔出或 UHPC 板破坏)。

15 抗冻性

15.1 仪器设备

15.1.1 温度计:测量范围 10 °C~50 °C。

15.1.2 水容器。

15.1.3 试验架。

15.1.4 自动冻融设备:应符合 JG/T 243 慢速冻融试验设备要求,气冻保持时间和水融保持时间分别在 1 h~2 h 内可调。

15.2 试验步骤

15.2.1 将试件放入(20±5)°C 的水中浸泡(24±0.5)h 后取出,检查试件不应有因切割而引起的缺陷。

15.2.2 浸泡后的试件侧立在试验架上,间距不小于 15 mm。

15.2.3 采用自动冻融试验,将装入试件的试验架放入自动冻融设备中,负温(−20±2)°C 气冻保持时间 2 h,水融(20±5)°C 保持时间 1 h,为一次循环。每 25 次循环宜对冻融试件进行一次外观检查,需擦干表面,检查试件有无起层、剥落等破坏现象。

15.3 结果表示

15.3.1 按产品标准规定的冻融循环次数(n)进行试验时,结果表示为:经 n 次冻融循环后,试件有(或无)起层、剥落等破坏现象。

15.3.2 按产品的极限冻融循环次数(n')进行试验时,结果表示为:经 n' 次冻融循环后,试件出现起层、剥落等破坏现象。

16 收缩率

16.1 仪器设备

16.1.1 外径千分尺:测量范围 250 mm~275 mm,分度值 0.01 mm。

16.1.2 电热鼓风干燥箱:温度可控制在(60±5)℃。

16.1.3 水槽:控制水温在 10℃~25℃。

16.1.4 干燥器。

16.2 试验步骤

16.2.1 将试件置于标准试验条件下 3 d。

16.2.2 在距试件 4 个边缘各 10 mm 处分别画平行于边缘的测量标线,每条标线至试件的两端面。

16.2.3 试件浸泡于 10℃~25℃ 的水中(24±0.5)h,水面高出试件不小于 20 mm,取出后用拧干的湿毛巾擦去表面水分,分别测量每条标线长度(L_1),读数至 0.01 mm;然后将试件放入预先升温至(60±5)℃ 的电热鼓风干燥箱中干燥(48±0.5)h,取出后放入干燥器中冷却至室温,再次测量每条标线长度(L_2),读数至 0.01 mm。

16.2.4 试件在浸水、干燥过程中,试件与水槽、电热鼓风干燥箱内壁间距不小于 50 mm,试件与试件间距不小于 20 mm。

16.3 结果计算

16.3.1 按照公式(13)计算收缩率,修约至 0.01%。

$$k = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\%$$

.....(13)

- 式中:
- k ——收缩率;
 - L_1 ——浸水后试件标线长度,单位为毫米(mm);
 - L_2 ——(60±5)℃干燥后试件标线长度,单位为毫米(mm)。

16.3.2 结果以 2 个试件 8 个数据的算术平均值表示,修约至 0.01%。

附录 A

(规范性)

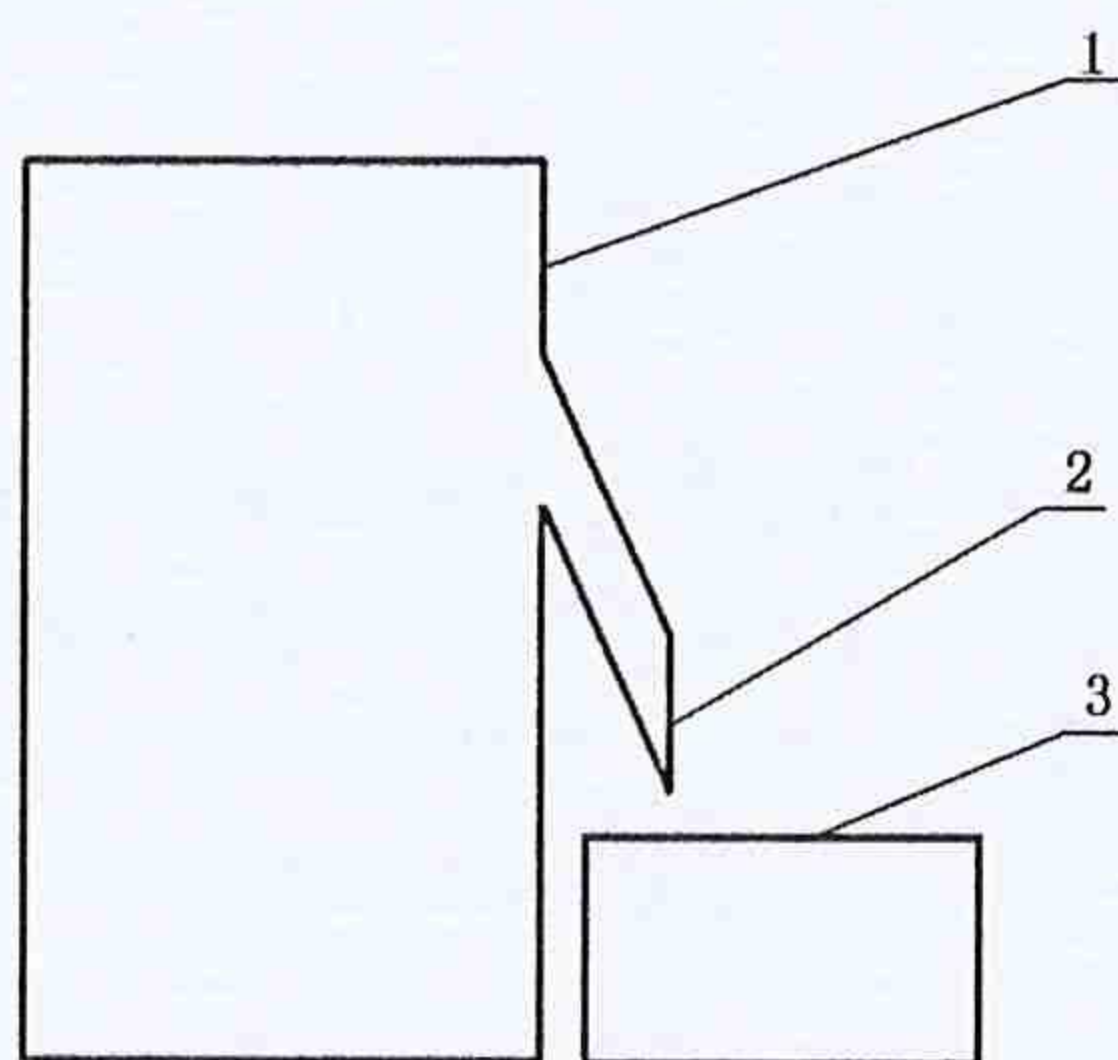
外形不规则试件体积测量方法

A.1 仪器设备

A.1.1 电子天平:称量范围 0 g~1 000 g,分度值不大于 0.1 g。

A.1.2 排水桶:高度 300 mm,直径 150 mm 或边长 150 mm,如图 A.1 所示。

A.1.3 塑料水容器:容积约为 500 mL,高度约 50 mm,如图 A.1 所示。



标引序号说明:

1——排水桶;

2——排水桶溢水口;

3——塑料水容器。

图 A.1 排水桶示意图

A.1.4 细线:能在试验期间承受试件的重力作用。

A.2 测量步骤

A.2.1 把塑料水容器放在排水桶的溢水口下方,保持排水桶稳定,缓慢向排水桶中注水,直到水从溢水口溢出。

A.2.2 等待数分钟,直到溢水口不再滴水。

A.2.3 将水容器中的水倒掉,擦干内、外表面,称其质量(m_r),读数至 0.1 g。

A.2.4 将水容器放置在溢水口下方。

A.2.5 用水浸透细线,并用湿布擦去细线中的多余水分。

A.2.6 取饱水状态的试件(见 6.2.5),用拧干的湿毛巾擦去试件表面明水。

A.2.7 用湿的细线将试件捆绑牢固,并留出约 400 mm 长度。

A.2.8 手提细线末端,将捆绑牢固的试件轻轻沉入桶底,待试件在水中稳定后再松开手提端的细线。应避免试件在沉入过程中对桶内的水造成冲击。

A.2.9 等待数分钟,直到溢水口不再滴水。

A.2.10 擦干水容器外表面,称量水容器和溢出水的总质量(m_{rs}),读数至 0.1 g。

A.2.11 重复 A.2.1~A.2.10,进行第 2 次测量。

A.3 结果计算

A.3.1 按照公式(A.1)计算试件体积,修约至 0.1 cm³。

$$V = \frac{m_{rs} - m_r}{\rho_{\text{水}}}$$

.....(A.1)

- 式中：
- V ——试件的体积,单位为立方厘米(cm^3);
 - m_r ——水容器质量,单位为克(g);
 - m_{rs} ——水容器和溢出水的总质量,单位为克(g);
 - $\rho_{\text{水}}$ ——水的密度,取 $\rho_{\text{水}} = 1 \text{ g/cm}^3$ 。

A.3.2 结果以 2 次测量结果的算术平均值表示,修约至 0.1 cm^3 。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
超高性能混凝土非承重构件性能试验方法
GB/T 45594—2025

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

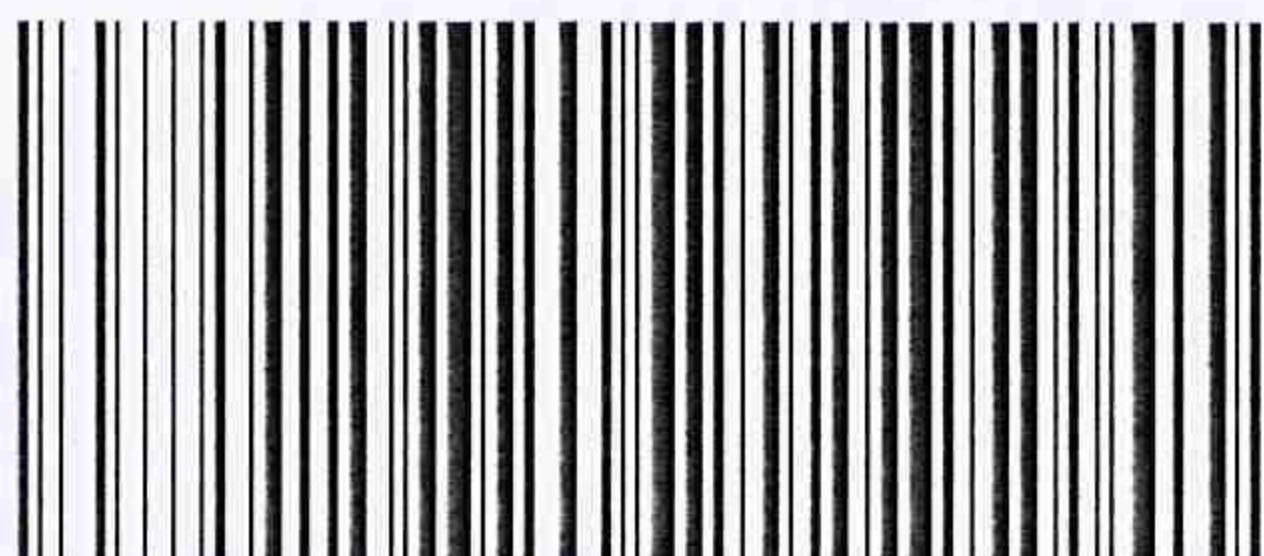
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字
2025年4月第1版 2025年4月第1次印刷

*

书号: 155066·1-78993 定价 43.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 45594-2025

