ICS 91.100.90
Q 12

中华人民共和国国家标准

GB/T 21120—2007

水泥混凝土和砂浆用合成纤维

Synthetic fibres for cement, cement mortar and concrete

2007-11-01 发布　　2008-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　次

前言 …… Ⅰ
引言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　分类 …… 3
5　要求 …… 3
6　试验方法 …… 4
7　检验规则 …… 7
8　标志、出厂、包装、运输、储存 …… 8
附录 A（规范性附录）　合成纤维断裂强度、初始模量和断裂伸长率试验方法 …… 9
附录 B（规范性附录）　水泥混凝土和砂浆用合成纤维耐碱性能试验方法 …… 13
附录 C（规范性附录）　混凝土抗冲击性能试验方法（冲压冲击试验法） …… 16
附录 D（资料性附录）　混凝土抗冲击性能试验方法（弯曲冲击试验法） …… 18

图 A.1　由负荷-伸长曲线确定初始模量的方法 …… 10
图 C.1　混凝土冲压冲击试验装置示意图 …… 16
图 D.1　混凝土弯曲冲击试验装置示意图 …… 18

表 1　合成纤维的规格 …… 3
表 2　合成纤维的性能指标 …… 4
表 3　掺合成纤维水泥混凝土和砂浆性能指标 …… 4
表 4　试验项目及所需数量 …… 6

前　言

本标准主要参考了国内外标准及相关研究报告，根据我国混凝土工程实际应用要求和试验方法，在试验验证的基础上制定的。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录，本标准附录 D 为资料性附录。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本标准由苏州混凝土水泥制品研究院、苏州中材建筑建材设计研究院有限公司负责起草。

本标准参加起草单位：余姚市交通设计院、北京中纺纤建科技有限公司、恒律发展有限公司、常州市天怡工程纤维有限公司、深圳海川工程科技有限公司、深圳市维特耐工程材料有限公司、南京派尼尔科技实业有限公司、济南金光达科贸有限责任公司、江苏海德新材料有限公司、泰安同伴工程塑料有限公司、武汉汉森钢纤维有限责任公司、杭州华驰新型建筑材料有限公司、江苏锦华建筑技术发展有限责任公司、宁波大成新材料股份有限公司、射阳县强力纤维制造有限公司、绍兴市巴奇新型建材有限公司、丹阳合成纤维厂、常州第二纺织机械有限公司、苏州东得新型建材有限公司、国家水泥混凝土制品质量监督检验中心。

本标准主要起草人：谈永泉、岳秋辉、舒剑爽、陆仕详、谢彪、史小兴、王齐、何唯平、唐戴安、叶德平、林轩羽、王自强、吴建铨。

本标准委托苏州混凝土水泥制品研究院、苏州中材建筑建材设计研究院有限公司负责解释。

本标准为首次发布。

引　言

水泥混凝土和砂浆用合成纤维是近年来发展迅速、应用量较大、起防裂、抗裂、增韧作用的高性能水泥基复合新材料。为促进合成纤维材料的发展和混凝土行业的技术进步，适应我国纤维增强混凝土行业快速发展的需要，特制定本标准。

在水泥混凝土和砂浆中掺加合成纤维（如聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维、聚酰胺纤维、聚乙烯醇纤维等）可以不同程度地减少混凝土和砂浆的早期裂缝，提高混凝土的抗裂能力、抗渗性能、韧性、抗疲劳性能、抗冲击性能等。水泥混凝土和砂浆用合成纤维，目前已应用于我国的水利、交通、军工、建筑等工程中，取得了明显的社会和经济效益。

水泥混凝土和砂浆用合成纤维

1 范围

本标准规定了水泥混凝土和砂浆用合成纤维的术语和定义、分类、要求、试验方法、检验规则、标志、出厂、包装、运输、储存等。

本标准适用于在水泥混凝土和砂浆搅拌之前或拌制过程中加入的、能在混凝土和砂浆中均匀分散、用以改善新拌混凝土和砂浆、硬化混凝土和砂浆性能的长度小于 60 mm 的合成纤维。

本标准不适用于聚酯类纤维。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 175　通用硅酸盐水泥

GB/T 6672　塑料薄膜和薄片厚度测定　机械测量法(GB/T 6672—2001，idt ISO 4593:1993)

GB/T 6673　塑料薄膜和薄片长度和宽度的测定(GB/T 6673—2001，idt ISO 4952:1992)

GB 8076—1997　混凝土外加剂

GB/T 8170　数值修约规则

GB/T 10685　羊毛纤维直径试验方法　投影显微镜法

GB/T 14337　合成短纤维断裂强力及断裂伸长试验方法

GB/T 14684　建筑用砂

GB/T 14685　建筑用卵石、碎石

GB/T 50080　普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081—2002　普通混凝土力学性能试验方法标准

CECS 13　钢纤维混凝土试验方法

CECS 38:2004　纤维混凝土结构技术规程

JC 474—1999　砂浆、混凝土防水剂

JGJ 55　普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63　混凝土用水标准

JGJ 70　建筑砂浆基本性能试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

合成纤维　synthetic fibre

以合成高分子化合物为原料制成的化学纤维。

3.2

聚丙烯纤维(代号 PPF)　polypropylene fibre

由丙烯聚合成等规度 97%～98%聚丙烯树脂后经熔融挤压法纺丝制成的纤维。

3.3

聚丙烯腈纤维(代号 PANF)　polyacrylonitrile fibre

由丙烯腈单体聚合或与其他单体共聚后再经纺丝制成的纤维。

3.4

聚酰胺纤维(代号 PAF)　polyamide fibre

由聚酰胺树脂经熔融纺丝制成的纤维。可用于混凝土中的主要有尼龙 6 和尼龙 66 两种纤维。

3.5

聚乙烯醇纤维(代号 PVAF)　polyvinyl alcohol fibre

以聚乙烯醇为主要原材料制成的纤维。

3.6

当量直径　identical diameter

异形、非圆截面的纤维按等面积原则折算为圆形截面后的计算直径。

3.7

单丝纤维　monofilament fibre

由相应的合成纤维基材经截面呈圆形或异形的喷丝头细孔压出,经后处理所制成的(当量直径在 5 μm～100 μm)单丝和束状单丝纤维。

3.8

膜裂网状纤维　fibrillated fibre

由相应的有机熔体经挤出裂膜和高倍拉伸取向后制成相互牵连的网状纤维束。

3.9

粗纤维　macro fibre

由相应的合成纤维基材经成形制成的当量直径大于 100 μm 的纤维。其中包括单根纤维和由多根细纤维粘集成束状的纤维。

3.10

初始模量　initial modulus of elasticity

由负荷-伸长曲线中起始部分荷载随伸长变化最大时点切线或割线的斜率。

3.11

合成纤维掺量　dosage of fibre

合成纤维掺量是指合成纤维在混凝土或砂浆中所占的体积分数或质量分数。

3.12

推荐掺量范围　recommended range of dosage

由合成纤维生产或销售企业根据试验结果确定的、推荐给使用方的合成纤维掺量范围。

3.13

适宜掺量　compliance dosage

能满足相应标准要求、具有较好的使用性和经济性的掺量。

注:适宜掺量由合成纤维生产企业说明、并应在推荐掺量的范围之内。

3.14

基准混凝土　reference concrete

同一试验条件下、未掺加合成纤维的水泥混凝土。

3.15

受检混凝土　tested concrete

同一试验条件下、掺加有一定比例合成纤维的水泥混凝土。

3.16

基准砂浆　reference mortar

同一试验条件下、未掺加合成纤维的水泥砂浆。

3.17

受检砂浆　tested mortar

同一试验条件下、掺加有一定比例合成纤维的水泥砂浆。

3.18

分散性　dispersivity

合成纤维在水泥混凝土或砂浆中是否均匀分散、不结团的性能。

4　分类

4.1　产品分类

合成纤维按其材料组成可分为聚丙烯纤维(代号 PPF)、聚丙烯腈纤维(代号 PANF)、聚酰胺纤维(即尼龙 6 和尼龙 66,代号 PAF)、聚乙烯醇纤维(代号 PVAF)等。

按其外形粗细可分为单丝纤维(代号 M)、膜裂网状纤维(代号 S)和粗纤维(代号 T);

按其用途可分为用于混凝土的防裂抗裂纤维(代号 HF)和增韧纤维(代号 HZ)、用于砂浆的防裂抗裂纤维(代号 SF)等。

4.2　规格

合成纤维的规格根据需要确定,表 1 为合成纤维的规格范围。

表 1　合成纤维的规格

外形分类	公称长度/mm		当量直径/μm
	用于水泥砂浆	用于水泥混凝土	
单丝纤维	3～20	6～40	5～100
膜裂网状纤维	5～20	15～40	—
粗纤维	—	15～60	>100
注:经供需双方协商,可生产其他规格的合成纤维。			

4.3　产品标记

产品标记应由材料组成、用途、公称长度、当量直径、外形、断裂强度、断裂伸长率和标准号组成。

示例:用于混凝土的防裂抗裂纤维、长度 15 mm、当量直径 20 μm、断裂强度大于 380 MPa 、断裂伸长率不大于 15%的聚丙烯单丝纤维,标记如下:

PPF-HF-15/20-M-380/15 GB/T 21120—2007

5　要求

5.1　一般要求

5.1.1　本标准包括的产品不应对人体、生物和环境造成危害,涉及与生产、使用有关的安全与环保问题,应符合我国相关标准和规范的规定。

5.1.2　合成纤维外观色泽应均匀、表面无污染。

5.2　尺寸

合成纤维的公称长度和当量直径偏差应在其相对量的 10%之内。

5.3　合成纤维的性能指标

合成纤维的性能指标应符合表 2 的要求。

5.4 掺合成纤维水泥混凝土和砂浆性能指标

掺合成纤维水泥混凝土和砂浆性能指标应符合表 3 的要求。

表 2 合成纤维的性能指标

试验项目	用于混凝土的合成纤维		用于砂浆的合成纤维
	防裂抗裂纤维(HF)	增韧纤维(HZ)	防裂抗裂纤维(SF)
断裂强度/MPa,≥	270	450	270
初始模量/MPa,≥	3.0×10^3	5.0×10^3	3.0×10^3
断裂伸长率/%,≤	40	30	50
耐碱性能(极限拉力保持率)/%,≥	95.0		

表 3 掺合成纤维水泥混凝土和砂浆性能指标

试验项目	用于混凝土的合成纤维		用于砂浆的合成纤维
	防裂抗裂纤维(HF)	增韧纤维(HZ)	防裂抗裂纤维(SF)
分散性相对误差/%	−10～+10		
混凝土和砂浆裂缝降低系数/%,≥	55		
混凝土抗压强度比/%,≥	90		—
砂浆抗压强度比/%,≥	—	—	90
混凝土渗透高度比/%,≤	30		—
砂浆透水压力比/%,≥	—	—	120
韧性指数(I_5),≥	—	3	—
抗冲击次数比,≥	1.5	3.0	—

6 试验方法

6.1 尺寸的检查

6.1.1 长度

用分度值为 0.02 mm 的游标卡尺直接测定 10 根纤维长度,取其平均值为合成纤维长度。

6.1.2 当量直径

6.1.2.1 单丝纤维和粗纤维的当量直径按 GB/T 10685 规定的方法进行测定。

6.1.2.2 膜裂网状纤维的当量直径按 GB/T 6672、GB/T 6673 规定的方法进行测定。

6.2 合成纤维的性能指标试验

6.2.1 断裂强度、初始模量、断裂伸长率

6.2.1.1 单丝纤维、膜裂网状纤维断裂强度、初始模量、断裂伸长率按本标准附录 A 规定的方法进行测定。

6.2.1.2 粗纤维断裂强度、初始模量、断裂伸长率按 GB/T 14337 规定的方法进行测定。生产厂家应分批号提供未经短切的同批长纤维样品用于试验检测。试验时应防止夹具夹持处打滑或夹伤纤维。

6.2.2 耐碱性能

合成纤维耐碱性能按本标准附录 B 规定的方法进行测定。

6.3 掺合成纤维水泥混凝土和砂浆性能试验

6.3.1 试验环境

本标准规定之掺合成纤维水泥混凝土和砂浆性能试验项目应在温度为 20℃±5℃的室内进行。拌合混凝土用原材料应提前运至室内,存放时间不得小于 24 h;需要模拟施工条件下所用的混凝土或砂

浆，试验室原材料的温度宜保持与施工现场一致。

6.3.2 材料

6.3.2.1 水泥

符合 GB 8076—1997 附录 A 规定的基准水泥。在因故得不到基准水泥时，允许采用符合 GB 175 之规定的 P·O42.5 的水泥。但仲裁仍需用基准水泥。

6.3.2.2 砂

符合 GB/T 14684 要求的细度模数为 2.6～2.9、含泥量(质量分数)小于 1%的中砂。

6.3.2.3 石子

符合 GB/T 14685 粒径为 5 mm～20 mm。如有争议，以卵石试验结果为准。

6.3.2.4 水

符合 JGJ 63 要求。

6.3.2.5 外加剂

符合相应外加剂之标准要求。

6.3.2.6 合成纤维

需要检测的合成纤维。

6.3.2.7 其他掺合料

需符合相应的标准要求。

6.3.3 混凝土和砂浆配合比

6.3.3.1 混凝土配合比

基准混凝土和受检混凝土之配合比按 JGJ 55 进行设计，配合比设计应符合以下规定：

a) 混凝土强度等级为 C40。

b) 使用外加剂及其他混凝土掺合料时，需依据相应标准的要求对混凝土配合比进行调整。

c) 合成纤维：按受检产品提供的推荐掺量。

d) 用水量：应使混凝土坍落度保持在 180 mm±20 mm 之间。

6.3.3.2 砂浆配合比

砂浆的质量配合比为：水泥：砂：水=1：1.5：0.5。

6.3.3.3 混凝土和砂浆的计量、搅拌

试验用原材料应称重计量，称量的精确度：水泥、水、外掺料(外加剂和合成纤维)为±0.5%；砂、石为±1%。

采用强制式混凝土搅拌机，全部材料及外加剂一次投入，拌合量控制在 10 L～45 L 之间，搅拌 3 min，出料后在铁板上用人工翻拌 2～3 次再行试验。受检混凝土或砂浆的搅拌方式按照受检产品说明书提供的搅拌方法进行。

6.3.4 试件制作、养护及试验所需试件数量

混凝土试件制作、养护按 GB/T 50081—2002 进行，硬化混凝土或砂浆的标准养护龄期为 28 d。

试验项目及所需数量详见表 4。

6.4 混凝土或砂浆拌合物

6.4.1 分散性能

按 6.3.3 配制受检混凝土或受检砂浆，分别按 GB/T 50080 和 JGJ 70 表观密度试验或密度试验的方法进行混凝土或砂浆的装料及捣实。

用 75 μm 孔径的方孔筛从受检混凝土或受检砂浆中水洗分离出合成纤维，洗净后在 105℃±5℃温度的烘箱内烘干至恒重，冷却至室温后分别称其质量，精确至 0.01 g。

若三批试验合成纤维含量的算术平均值与理论计算值的相对误差在－10%～＋10%范围之内，则该组试验的分散性能合格。计算如式(1)式所示：

$$\beta = \frac{G_1 - G_0}{G_0} \times 100 \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

β——合成纤维分散性相对误差(结果精确到1%)，%；

G_0——合成纤维含量理论计算值，单位为克(g)；

G_1——三批试验合成纤维含量的算术平均值，单位为克(g)。

表4 试验项目及所需数量

试验项目	合成纤维类别	试验类别	试验所需数量			
			拌合批数	每批取样数目	掺合成纤维混凝土或砂浆总取样数目	基准混凝土或砂浆总取样数目
分散性相对误差	HF、HZ、SF	混凝土和砂浆拌合物	3	1次	3次	—
混凝土和砂浆裂缝降低系数	HF、HZ、SF		2	1次	2次	2次
混凝土抗压强度比	HF、HZ	硬化混凝土和砂浆	3	3块	9块	9块
砂浆抗压强度比	SF		3	3块	9块	9块
混凝土渗透高度比	HF、HZ		3	2块	6块	6块
砂浆透水压力比	SF		3	2块	6块	6块
韧性指数(I_5)	HZ		3	4块	12块	12块
抗冲击次数比	HF、HZ		3	8块	24块	24块
注：试验时，检验一种纤维的混凝土或砂浆试验要在同一天内完成。						

6.4.2 混凝土和砂浆裂缝降低系数

混凝土和砂浆裂缝降低系数试验按CECS 38:2004附录D进行。

6.5 硬化混凝土和砂浆

6.5.1 混凝土抗压强度比

混凝土抗压强度比以受检混凝土与基准混凝土同龄期150 mm×150 mm×150 mm立方体试件的抗压强度比表示，计算如式(2)式所示：

$$\alpha_c = \frac{f_{cc1}}{f_{cc0}} \times 100 \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

α_c——混凝土抗压强度比，%；

f_{cc1}——受检混凝土的抗压强度，单位为兆帕(MPa)；

f_{cc0}——基准混凝土的抗压强度，单位为兆帕(MPa)。

受检混凝土与基准混凝土抗压强度按GB/T 50081—2002进行试验和计算。

混凝土抗压强度比以三批试验测值的平均值表示(结果精确到1%)。若三批试验测值的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的15%，则把最大及最小值一并舍去，取中间值作为该批的试验结果；如三批试验测值的最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的15%，则该组试验结果无效，应该重做。

6.5.2 砂浆抗压强度比

砂浆抗压强度比以受检砂浆与基准砂浆同龄期70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm立方体试件的抗压强度比表示，计算如式(3)式所示：

$$\alpha_{m,c} = \frac{f_{m,cu1}}{f_{m,cu0}} \times 100 \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

$\alpha_{m,c}$——砂浆抗压强度比，%；

$f_{m,cu1}$——受检砂浆的抗压强度，单位为兆帕(MPa)；

$f_{m,cu0}$——基准砂浆的抗压强度，单位为兆帕(MPa)。

受检混凝土与基准混凝土抗压强度按 JGJ 70 进行试验和计算。

砂浆抗压强度比以三批试验测值的平均值表示(结果精确到 1%)。若三批试验测值的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15%，则把最大及最小值一并舍去，取中间值作为该批的试验结果；如三批试验测值的最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%，则该组试验结果无效，应该重做。

6.5.3 混凝土渗透高度比

混凝土渗透高度比试验按 JC 474—1999 中 5.3.6 规定的方法进行测定。

6.5.4 砂浆透水压力比

砂浆透水压力比试验按 JC 474—1999 中 5.2.8 规定的方法进行测定。

6.5.5 韧性指数

韧性指数试验按 CECS 13 规定的方法进行测定。

6.5.6 抗冲击次数比

抗冲击次数比试验按附录 C 规定的方法进行测定。

注：本标准附录 D(资料性附录)中给出“混凝土弯曲冲击试验方法”，供参考。

7 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验。

7.1 出厂检验

出厂检验项目，根据分类按本标准表 2 规定的项目进行检验。

7.2 型式检验

型式检验项目包括本标准 5.2、表 2 中的合成纤维的性能指标及表 3 中新拌及硬化混凝土性能指标。其中表 3 中混凝土渗透高度比、砂浆透水压力比、韧性指数、抗冲击次数比四项指标的试验，可由供需双方协商选用。有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b) 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c) 正常生产时，一年至少进行一次检验；

d) 产品停产半年以上恢复生产时；

e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f) 合同规定时；

g) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3 组批规则

7.3.1 生产厂应根据材料、用途、规格等，将产品组批。每批为 50 t，不足 50 t 也按一个批次计。

7.3.2 抽样及留样

7.3.2.1 以批为单位，每批随机抽取纤维 5 kg。

7.3.2.2 每批取得的试样应分为两等份，一份按规定的项目进行试验。另一份要密封保存半年，以备有疑问时提交复验或仲裁。

7.4 判定规则

产品经检验，合成纤维的性能指标符合本标准 5.2 及表 2 的要求，掺合成纤维的新拌和硬化混凝土的各项性能符合表 3 要求，则判定该批合成纤维合格，如不符合上述要求时，则判该批合成纤维不合格。

7.5 复验

复验以封存样进行。如使用单位要求现场取样，应事先在供货合同中规定，并在生产和使用单位人员在场的情况下于现场取平均样，复验按照型式检验项目检验。

8 标志、出厂、包装、运输、储存

8.1 标志

所有包装上均应在显著位置注明以下内容：产品名称、规格型号、净质量、生产厂名、厂址、生产日期、执行标准等，如有商标应在产品包装上标明。包装上应特别注明劳动保护提示。

8.2 出厂

凡有下列情况之一者，不得出厂：不合格品、技术文件不全（产品说明书、合格证、检验报告）、包装不符、数量不足、产品受潮。

生产厂应随货提供产品说明书，其内容应包括产品名称及型号、出厂日期、主要特性、适用范围及推荐掺量、储存条件、使用方法及注意事项。

8.3 包装、运输、储存

可按单位混凝土或砂浆体积用量进行小袋包装，若干个小袋组合成一个大件包装。粗纤维的大件包装内应分产品批号提供未经短切的同批长纤维样品。

包装应采取避光、密封防潮的措施。运输过程应防止包装损坏。出厂产品在使用前应安置在较为阴凉、干燥的地方，避免与其他易腐蚀的化学产品混放。

附 录 A
（规范性附录）
合成纤维断裂强度、初始模量和断裂伸长率试验方法

A.1 范围

本方法适用于合成纤维的长度不小于 6 mm 的单丝纤维和膜裂网状纤维的断裂强度、初始模量和断裂伸长率的测定。单丝纤维和膜裂网状纤维需分离出单根纤维后进行试验。

A.2 原理

单根纤维试样以规定名义隔距长度和拉伸速度在等速伸长型强伸仪上拉伸到断裂，得出断裂强力和断裂伸长值。由断裂强力和纤维截面积计算断裂强度；由负荷-伸长曲线中起始部分荷载随伸长变化最大时点切线或割线的斜率作为初始模量；由断裂伸长值和原长计算断裂伸长率。

A.3 仪器的主要技术指标

a） 负荷测量范围：能适应试样最大荷载要求；
b） 负荷测量误差：≤±1%；
c） 负荷测量分辨率：0.001 N；
d） 伸长测量范围：100 mm；
e） 伸长测量误差：≤0.05 mm；
f） 伸长测量分辨率：1%；
g） 下夹持器下降速度：连续可调；
h） 夹持器隔距：2 mm～20 mm 连续可调；
i） 下夹持器动程：100 mm；
j） 具备负荷-伸长曲线输出功能或初始模量自动计算功能。

A.4 试验方法

A.4.1 试验条件

A.4.1.1 试样的处理

试样应在提供的样品中用四分法缩分到 2 g 左右，然后在 80℃烘箱内烘干（控制合成纤维的含水量在 2%以下），在干燥器中冷却到室温。

A.4.1.2 拉伸速度的选择

当试样的平均断裂伸长率小于 8%时，拉伸速度为每分钟 50%名义隔距长度；

当试样的平均断裂伸长率大于或等于 8%，小于 50%时，拉伸速度为每分钟 100%名义隔距长度；

当试样的平均断裂伸长率大于或等于 50%时，拉伸速度为每分钟 200%名义隔距长度。

A.4.1.3 名义隔距长度

当合成纤维的名义长度小于或等于 6 mm 时，名义隔距长度采用 2 mm；

当合成纤维的名义长度大于 6 mm，小于或等于 10 mm 时，名义隔距长度采用 3 mm；

当合成纤维的名义长度大于 10 mm 时，名义隔距长度采用 5 mm。

A.4.1.4 预张力

预张力的选择按 0.075×10^{-2}N/dtex～0.2×10^{-2}N/dtex 计算确定。

注：预张力按合成纤维的名义线密度计算。

A.4.2 试验步骤

A.4.2.1 试样以随机抽取 50 根为一组。

A.4.2.2 选择合适的张力夹，随机夹取一根合成纤维的一端，另一端在上夹持器中夹紧后放手，让张力夹自由下垂，以保证合成纤维沿轴向伸直，再夹紧下夹持器，然后进行拉伸试验，测得试样断裂负荷和伸长值。试验时应防止夹具夹持处打滑或夹伤纤维。

A.4.2.3 在拉伸试验时仔细观察合成纤维断裂情况，合成纤维断裂的位置在钳口上的数量不应超过 10%，否则应检查和调试夹持器，重新试验；若不超过 10%，则合成纤维断在钳口上或在夹持器中滑移的试样结果应剔除重测。

A.4.2.4 按 6.1.2 规定的方法测定合成纤维当量直径。

A.4.3 结果计算

A.4.3.1 平均断裂强力

$$F = \frac{\Sigma F_i}{n} \qquad \text{(A.1)}$$

式中：

F——平均断裂强力，单位为牛(N)；

F_i——单根纤维断裂强力测定值，单位为牛(N)；

n——合成纤维测试根数。

A.4.3.2 单根断裂强度

$$\sigma = \frac{4F_i}{\pi D_i^2} \qquad \text{(A.2)}$$

式中：

σ——合成纤维的单根断裂强度，单位为兆帕(MPa)；

F_i——合成纤维的单根断裂强力，单位为牛(N)；

D_i——合成纤维的单根当量直径，单位为毫米(mm)。

注：当膜裂网状纤维测定时，由于当量直径的测定值偏差较大，应用对应的单根纤维当量直径计算单根断裂强度。

A.4.3.3 断裂强度

$$\sigma_t = \frac{\Sigma\sigma}{n} \qquad \text{(A.3)}$$

式中：

σ_t——合成纤维的断裂强度，单位为兆帕(MPa)；

σ——合成纤维的单根断裂强度，单位为兆帕(MPa)；

n——合成纤维的测试根数。

A.4.3.4 单根纤维的初始模量

单根纤维的初始模量由图 A.1 的方法确定。

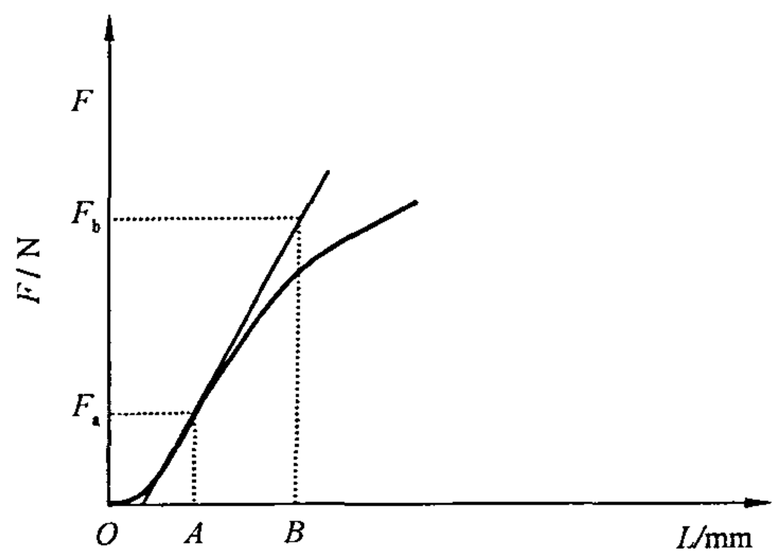


图 A.1 由负荷-伸长曲线确定初始模量的方法

$$E_i = \frac{4(F_b - F_a)}{\pi(OB - OA)D_i^2} \qquad \cdots\cdots(A.4)$$

式中：

E_i——单根纤维的初始模量，单位为兆帕(MPa)；

F_a——单根纤维伸长到 A 点时对应的强力测定值，单位为牛(N)；

F_b——切线上横坐标 B 点所对应的强力值，单位为牛(N)；

OA——单根纤维在 A 点的位移量，单位为毫米(mm)；

OB——单根纤维在 B 点的位移量，单位为毫米(mm)；

D_i——合成纤维的单根当量直径，单位为毫米(mm)。

A.4.3.5 初始模量

$$E_t = \frac{\Sigma E_i}{n} \qquad \cdots\cdots(A.5)$$

式中：

E_t——初始模量，单位为兆帕(MPa)；

E_i——单根纤维的初始模量，单位为兆帕(MPa)；

n——测定次数。

A.4.3.6 单根断裂伸长率

$$\varepsilon_i = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100 \qquad \cdots\cdots(A.6)$$

式中：

ε_i——纤维的单根断裂伸长率，%；

L_i——夹持器的断后隔距，单位为毫米(mm)；

L_0——夹持器的原始隔距，单位为毫米(mm)。

A.4.3.7 断裂伸长率

$$\varepsilon_t = \frac{\Sigma \varepsilon_i}{n} \qquad \cdots\cdots(A.7)$$

式中：

ε_t——合成纤维的伸长率，%；

ε_i——合成纤维的单根断裂伸长率，%；

n——合成纤维的测试根数。

A.4.3.8 用下列公式计算合成纤维当量直径、断裂强力、断裂强度、初始模量和断裂伸长率的标准差和变异系数。

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \overline{X})^2}{n-1}} \qquad \cdots\cdots(A.8)$$

$$C_v = \frac{S}{\overline{X}} \times 100 \qquad \cdots\cdots(A.9)$$

式中：

S——标准差；

X_i——单次测定值；

$\overline{X}$——测定平均值；

n——测定次数；

C_v——变异系数，%。

A.4.4 试验结果的处理

平均断裂强力、单根断裂强度、单根纤维的初始模量、单根断裂伸长率、变异系数计算到小数点后二

位，按 GB/T 8170 修约到小数点后一位。直径测试至小数点后三位，当量直径计算至小数点后四位，修约到小数点后三位。断裂强度试验结果精确到 1 MPa、初始模量试验结果精确到 0.1×10^3 MPa、断裂伸长率试验结果精确到 1%。

如断裂强度、初始模量、断裂伸长率测定值任何一项的变异系数大于 30%，则该组试验结果无效，应该重做。

A.5 试验报告

试验报告应包括以下内容：

a) 样品名称；
b) 样品数量；
c) 代表部位；
d) 试验根数；
e) 试验条件；
f) 试验依据；
g) 强伸仪型号；
h) 采用的夹持器长度；
i) 合成纤维的平均当量直径及变异系数；
j) 合成纤维的平均断裂强力及变异系数；
k) 合成纤维的断裂强度及变异系数；
l) 合成纤维的初始模量及变异系数；
m) 合成纤维的断裂伸长率及变异系数。

附 录 B
（规范性附录）
水泥混凝土和砂浆用合成纤维耐碱性能试验方法

B.1 范围

本方法适用于水泥混凝土和砂浆用合成纤维的耐碱性能试验，以衡量合成纤维在碱性介质内纤维强度的稳定性。

B.2 原理

合成纤维在氢氧化钠碱溶液中，以规定的温度、浓度和时间浸泡处理，测其断裂强力，与原试样的断裂强力之比的百分率表示，称抗拉强力保持率。

B.3 仪器和试剂

B.3.1 等速伸长型强伸度仪：技术指标符合附录 A 要求；

B.3.2 恒温干燥箱：能有效控制温度在 80℃±2℃；

B.3.3 恒温水浴：能有效控制温度在 80℃±2℃；

B.3.4 天平：最大称量 200 g，分度值 0.1 mg；最大称量 500 g，分度值 0.2 g；

B.3.5 酸式滴定管：50 mL，分度值 0.1 mL；

B.3.6 移液管：10 mL、20 mL；

B.3.7 容量瓶：1 000 mL；

B.3.8 三角烧瓶：250 mL；

B.3.9 塑料提桶：1 000 mL、500 mL；

B.3.10 不锈钢烧杯：250 mL，带盖；

B.3.11 不锈钢丝网：丝网孔径 0.01 mm，丝网的直径与不锈钢烧杯的直径等同，直径外沿有 3 mm 左右的向上折边，以保证与烧杯壁密贴；

B.3.12 氢氧化钠：分析纯；

B.3.13 苯二甲酸氢钾：分析纯以上；

B.3.14 酚酞指示剂：1%乙醇溶液，称取酚酞 1 g，加无水乙醇（分析纯）100 mL；

B.4 浸泡溶液的配制与标定：

为了有效控制浸泡溶液的浓度，在配制时制成 A 溶液和 B 溶液，并分别标定出它们的实际浓度，A 溶液配制成略小于 1 mol/L 的浓度，B 溶液配制成约 2 mol/L 浓度，根据实际浓度，再将 A、B 二种溶液配制成 1 mol/L 浓度的浸泡溶液。

B.4.1 A 溶液的配制：

称取氢氧化钠溶液 40.0 g 于 500 mL 烧杯中，加水约 400 mL，使氢氧化钠溶解，冷却至室温后移入 1 000 mL 的塑料提桶里，加水到 1 000 mL，摇匀。此溶液浓度约 1 mol/L；

B.4.2 B 溶液的配制：

称取氢氧化钠溶液 40.0 g 于 500 mL 烧杯中，加水约 400 mL，使氢氧化钠溶解，冷却至室温后移入 500 mL 的塑料提桶里，加水到 500 mL，摇匀。此溶液浓度约 2 mol/L；

B.4.3 苯二甲酸氢钾标准溶液：

将苯二甲酸氢钾在 100℃烘干 2 h，在干燥器中冷却至室温，称取 102.105 0 g 于 250 mL 烧杯中，用

纯水溶解，移入 1 000 mL 容量瓶中，用纯水稀释至刻度，摇匀。此溶液浓度为 0.5 mol/L；

B.4.4 浸泡溶液的标定：

B.4.4.1 A 浸泡溶液的标定：用移液管移取 A 溶液 20 mL 于 250 mL 的三角烧瓶里，加纯水约 100 mL。

B.4.4.2 加酚酞数滴，用 0.5 mol/L 苯二甲酸氢钾滴定至玫瑰红色正好消失为终点，记下苯二甲酸氢钾溶液所耗体积 V_s；

B.4.4.3 A 浸泡溶液的浓度按式(B.1)计算：

$$c_A = \frac{c_s \times V_s}{V_{A0}} \qquad \cdots\cdots (B.1)$$

式中：

c_A——A 溶液的实际浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

c_s——苯二甲酸氢钾标准溶液的浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

V_s——苯二甲酸氢钾标准溶液所耗的体积，单位为毫升(mL)；

V_{A0}——标定时移取 A 溶液的体积，单位为毫升(mL)。

B.4.4.4 B 浸泡溶液的标定

用移液管移取 B 溶液 10 mL 于 250 mL 的三角烧瓶里，加纯水约 100 mL。

B.4.4.5 按 B.4.4.2 步骤操作。

B.4.4.6 B 溶液的浓度按式(B.2)计算：

$$c_B = \frac{c_s \times V_s}{V_{B0}} \qquad \cdots\cdots (B.2)$$

式中：

c_B——B 溶液的实际浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

c_s——苯二甲酸氢钾标准溶液的浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

V_s——苯二甲酸氢钾标准溶液所耗的体积，单位为毫升(mL)；

V_{B0}——标定时移取 B 溶液的体积，单位为毫升(mL)。

B.4.5 1 mol/L 浸泡溶液的配制：

B.4.5.1 配制比例计算：

将 A、B 浸泡溶液按一定比例混合，配制成 1 mol/L 的浸泡溶液 1 000 mL，配制比例计算如下：

$$V_A = \frac{(c_A - c_{AB})}{(c_B - c_A)} \times 1\,000 \qquad \cdots\cdots (B.3)$$

$$V_B = 1\,000 - V_A \qquad \cdots\cdots (B.4)$$

式中：

V_A——所需 A 浸泡溶液的体积，单位为毫升(mL)；

c_B——B 浸泡溶液的实际浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

c_{AB}——混合后所配制的浸泡溶液浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

c_A——A 浸泡溶液的实际浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

V_B——所需 B 浸泡溶液的体积，单位为毫升(mL)。

B.4.5.2 配制

用 1 000 mL 量筒量取 A 浸泡溶液 V_A mL，加 B 浸泡溶液 V_B mL，此时液面应在 1 000 mL 刻度线上，如此时的液面不在 1 000 mL 刻度线上时，应对配制后的浸泡溶液 B.4.4.1、B.4.4.2、B.4.4.3 方法进行标定，以控制配制的浓度在 1 mol/L ±0.01 mol/L 以内。

B.5 试样处理

送检试样经四分法缩分至 2 g 左右二份，在 80℃烘箱烘干(控制合成纤维的含水量在 2%以下)，在

干燥器中冷却至室温。

B.6 试验方法

B.6.1 在干燥器中取出一份，按附录A进行断裂强力测试。

B.6.2 用洗净的250 mL不锈钢烧杯加150 mL、1 mol/L氢氧化钠浸泡液，烧杯加盖在80℃±2℃恒温水浴中预热约1 h，使容器和浸泡液的温度达到平衡。

B.6.3 在干燥器中取出另一份，置于预先在80℃±2℃恒温水浴中预热的250 mL不锈钢烧杯和1 mol/L氢氧化钠浸泡液中，加不锈钢丝网至液面下25 mm左右，不使纤维上浮在液面上，烧杯加盖后在上述水浴中恒温6 h±10 min。

B.6.4 取出后用快速滤纸滤出纤维，用纯水洗净（洗液用酚酞检验之）后，在80℃烘箱内烘干（控制纤维的含水量在2%以下），按附录A进行断裂强力测试。

B.7 结果计算

$$\alpha = \frac{F_A}{F_B} \times 100 \qquad \text{(B.5)}$$

式中：

α——极限拉力保持率，%；

F_A——经1 mol/L氢氧化钠溶液浸泡后合成纤维的断裂强力，单位为厘牛（cN）；

F_B——未经1mol/L氢氧化钠溶液浸泡合成纤维的断裂强力，单位为厘牛（cN）。

B.7.1 结果的修约

断裂强力修约至小数点后二位，极限抗拉强力保持率修约至小数点后一位。

B.7.2 试验报告

试验报告应包括以下内容：

a) 样品名称；

b) 样品数量；

c) 代表部位；

d) 试验根数；

e) 试验条件；

f) 试验依据；

g) 主要仪器型号；

h) 未经1 mol/L氢氧化钠溶液浸泡合成纤维的断裂强力及变异系数；

i) 经1 mol/L氢氧化钠溶液浸泡后合成纤维的断裂强力及变异系数；

j) 抗拉强力保持率。

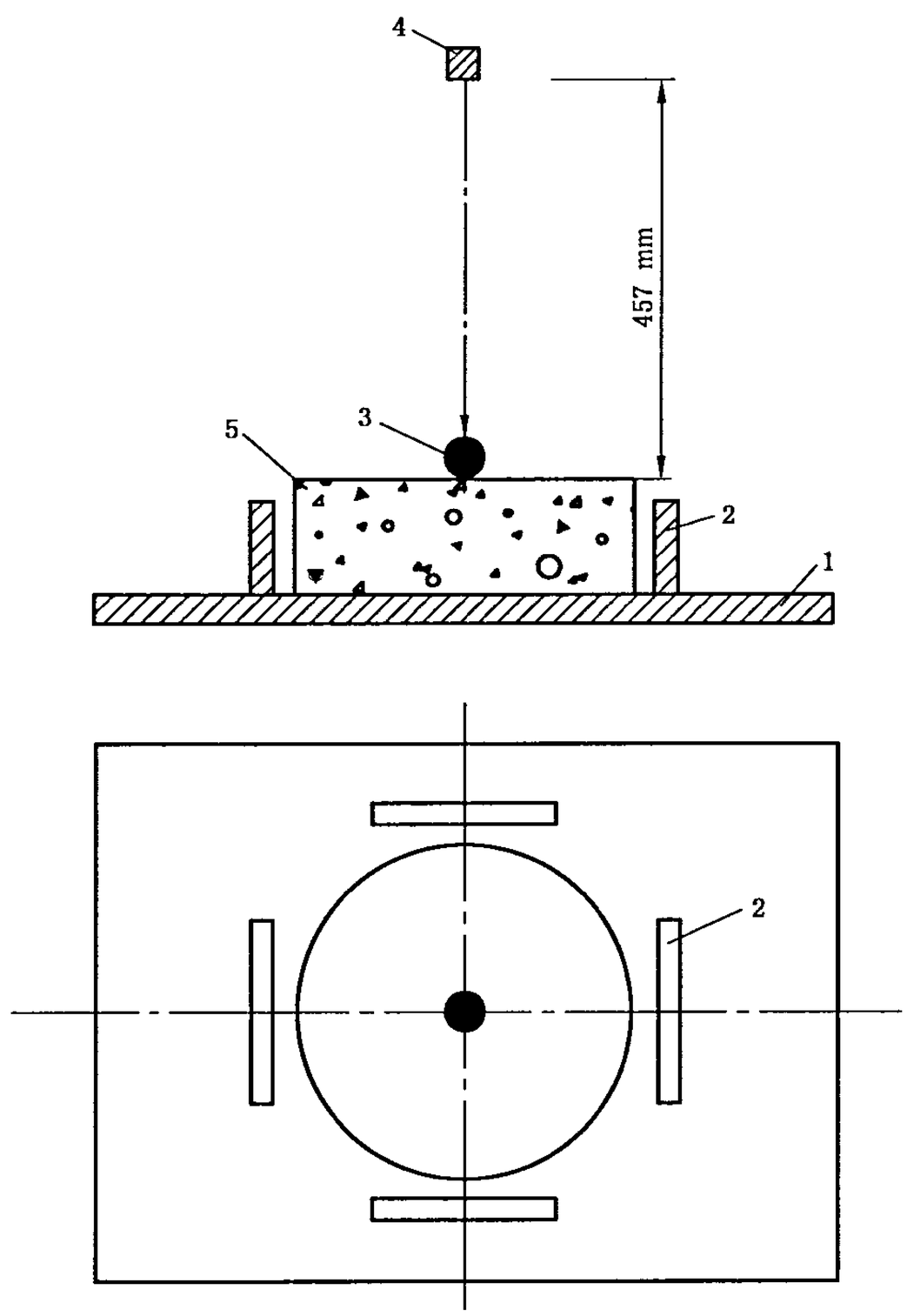
附　录　C
（规范性附录）
混凝土抗冲击性能试验方法
（冲压冲击试验法）

C.1　范围

本方法适用于测试混凝土在反复冲压冲击荷载作用下，混凝土吸收冲击动能的能力。

C.2　仪器设备

C.2.1　混凝土冲压冲击试验方法所需要的装置如图 C.1：



1——平钢板底座；

2——与底座牢固焊接的挡板；

3——硬质钢球；

4——方形钢锤；

5——冲压冲击混凝土试件。

图 C.1　混凝土冲压冲击试验装置示意图

C.2.2　装置构成

C.2.2.1　自由落锤冲击底座：刚性的平钢板底座，上面两组相对间距 162 mm、高度为 64 mm 的挡板

与底座牢固焊接。

C.2.2.2 质量为 4.5 kg 的方形钢锤一把，直径为 63.5 mm 的硬质钢球一个。

C.2.2.3 直径 152 mm±1 mm、厚度 63.5 mm±1 mm 的专用混凝土试模若干(带底模)，500 mm 的刻度尺一把。

C.3 试验步骤

C.3.1 试件制备及养护：按 6.3.3 的规定分别配制受检混凝土与基准混凝土，用专用混凝土试模一次成型六个试件、按 GB/T 50081—2002 的规定进行试件制备及养护，标准养护龄期为 28 d。

C.3.2 试件从养护地点取出后，应擦干净外表面，检查外观有无缺失。

C.3.3 试件底面均匀地涂上一层黄油，按图 C.1 所示放置在试验底座内，试件上表面的中心点位置放上一个直径为 63.5 mm 的硬质钢球。

C.3.4 质量为 4.5 kg 的方形钢锤从锤中心点到试件上表面垂直距离为 457 mm 的高度自由下落，冲击放在试件上表面的钢球。每次冲击后仔细观察试件表面裂缝扩展，直至试件与冲击底座四块挡板中的任意三块接触，此时确定为试件破坏，记录下破坏冲击次数。

C.4 试验结果处理

以六块试件测值的算术平均值作为该组试件的破坏冲击次数，平均值计算精确至 0.1 次。

当六个试件的最大值或最小值与平均值的差超过 20%时，以中间四个试件的平均值作为该组试件的破坏冲击次数。

混凝土冲压冲击性能按式(C.1)计算，计算精确至 0.1。

$$C_{jy} = \frac{N_1}{N_0} \qquad \text{(C.1)}$$

式中：

C_{jy}——抗冲击次数比；

N_1——受检混凝土的破坏冲击次数，单位为次；

N_0——基准混凝土的破坏冲击次数，单位为次。

附　录　D
（资料性附录）
混凝土抗冲击性能试验方法
（弯曲冲击试验法）

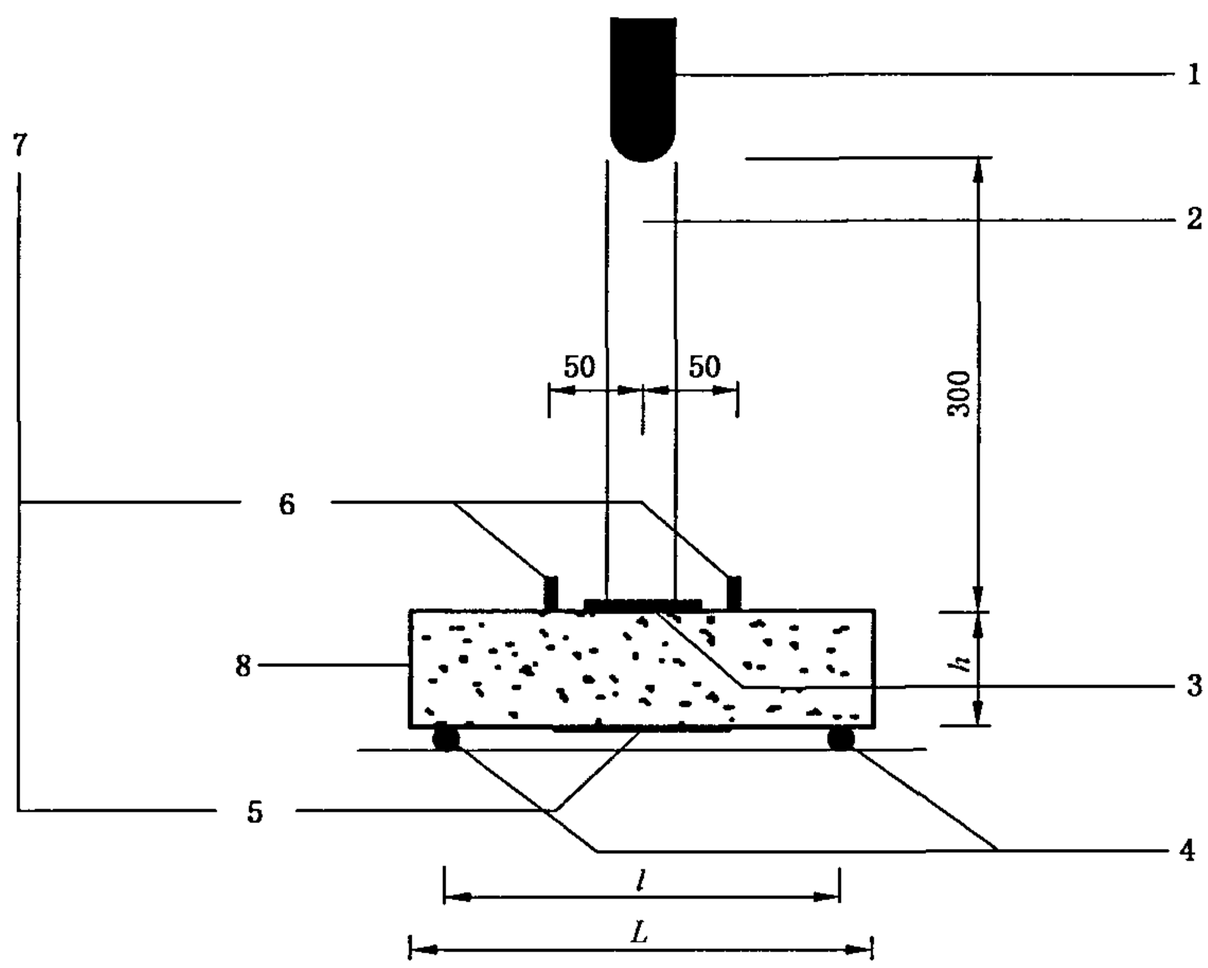
D.1　范围

本方法适用于测试混凝土在反复弯曲冲击荷载作用下，混凝土吸收冲击动能的能力。

D.2　仪器设备

D.2.1　混凝土弯曲冲击试验方法所需要的装置如图 D.1：

单位为毫米



1——落锤；
2——套筒；
3——垫板；
4——支座；
5——应变片；
6——加速度计；
7——动态数据采集系统；
8——弯曲冲击混凝土试件；
h——试件高度；
l——支座跨度（$l=3\ h$）；
L——试件长度[$L=3\ h+150$ mm（或 100 mm）]。

图 D.1　混凝土弯曲冲击试验装置示意图

D.2.2　装置构成

D.2.2.1　试验支座、支座跨度（$l=3\ h$）、试件尺寸参照 GB/T 50081—2002 第 10 章抗折强度试验。

D.2.2.2　落锤：实心钢质圆柱体落锤，球面锤头，直径在 40 mm 至 50 mm 之间，重 3.0 kg。

D.2.2.3　100 mm×100 mm×10 mm 的钢质垫板和高 300 mm 的空心套管（管内径约为落锤直径的

1.5 倍)各一件。

D.2.2.4 应变片、加速度计与动态数据采集系统:100 mm×5 mm 纸基应变片,阻值为 19 Ω;加速度计测量范围在 5 g～15 g 之间;动态数据采集系统测量范围以及频率应满足应变片与加速度计的要求。

D.3 试验步骤

D.3.1 试件制备及养护:按 6.3.3 的规定分别配制混凝土,用混凝土抗折试模一次成型六个试件、按 GB/T 50081—2002 的规定进行试件制备及养护,标准养护龄期为 28 d。

D.3.2 试件从养护地点取出后,擦干净外表面、晾干。试件外观检查、试件安装尺寸和方法参照 GB/T 50081—2002第 10 章抗折强度试验。

D.3.3 在试件下表面受拉区最大应变处贴应变片,试件上部黏结加速度计,并用导线将应变片与加速度计共同连接动态数据采集系统。试件上表面几何中心点放置钢质垫板(防止试件表面被冲击破坏);垫板上放置空心套管(用以确定落锤冲击高度以及控制落锤下落轨迹)。

D.3.4 置落锤于套筒上方,落锤锤头底面与套筒上沿平齐,自由落锤冲击试件(冲击过程中应尽量避免落锤与套筒内表面接触)。每次冲击从落锤自由下落开始,至冲击后落锤完全静止完成。如此反复多次,直到下部受拉表面产生第一条裂纹(裂纹产生时应变片被折断或突然拉伸,此时动态数据采集系统上显示应变突变。),记录下冲击次数,即初裂冲击次数。然后继续进行多次冲击,试件底部裂纹向上发展并贯穿整个截面时的冲击次数,以肉眼结合放大镜观察并确定破坏冲击次数。

D.4 试验结果处理

以六块试件测值的算术平均值作为该组试件的初裂冲击次数(或破坏冲击次数),平均值计算精确至 0.1 次。当六个试件的最大值或最小值与平均值的差超过 20%时,以中间四个试件的平均值作为该组试件的初裂冲击次数(或破坏冲击次数)。

混凝土弯曲冲击性能的比较可有两种方式:

(1) 一组混凝土的初裂冲击次数(或破坏冲击次数)与另一组混凝土的初裂冲击次数(或破坏冲击次数)比值;

(2) 同组试件的破坏冲击次数与初裂冲击次数的比值。

GB/T 21120—2007

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
水泥混凝土和砂浆用合成纤维
GB/T 21120—2007
*
中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
网址 www.spc.net.cn
电话:68523946 68517548
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 39 千字
2008年3月第一版 2008年3月第一次印刷
*
书号:155066·1-30641

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)68533533

GB/T 21120-2007