

中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 568—2019

高性能混凝土用骨料

Aggregate for high performance concrete

2019-10-28 发布

2020-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	1
4 分类与等级	3
5 要求	3
6 试验方法	6
7 检验规则	7
8 标志、贮存和运输	8
附录 A (规范性附录) 粗骨料不规则颗粒含量试验方法	9
附录 B (规范性附录) 人工砂片状颗粒含量试验方法	11
附录 C (规范性附录) 石粉亚甲蓝值试验	13
附录 D (规范性附录) 石粉流动度比试验	15
附录 E (规范性附录) 人工砂需水量比试验	17
附录 F (规范性附录) 粗骨料的氯化物含量试验	18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部建筑工程质量标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：中国建筑科学研究院有限公司。

本标准参加起草单位：北京建筑大学、中国水利水电第八工程局有限公司、西南交通大学、黄河勘测规划设计研究院有限公司、上海市建筑科学研究院、广东省长大公路工程有限公司、中国建材检验认证集团贵州有限公司、深圳市安托山混凝土有限公司、保定盛拓建材加工有限公司、湖州新开元碎石有限公司、重庆建工第七建筑工程有限责任公司、毕节双山开发区磐石建材有限公司、深圳市秉成建材科技有限公司、山东省建筑科学研究院、武汉理工大学、贵州金海磐石实业有限公司、同济大学。

本标准主要起草人：周永祥、高超、宋少民、冷发光、贺阳、田承宇、李国华、朱东敏、张金良、姚利君、李北星、罗超云、张桂红、姚绍武、高芳胜、魏增军、邓世猛、熊浩东、李飞、夏京亮、吴道义、姚一帆、王勇威、王晶、王祖琦、蒋正武、陈学理、王永海、张雷、宋普涛、王伟、周邳人。

高性能混凝土用骨料

1 范围

本标准规定了高性能混凝土用骨料的术语和符号,分类与等级,要求,试验方法,检验规则,标志、贮存和运输等。

本标准适用于建设工程中配制高性能混凝土用的骨料,不包括轻骨料和重骨料等特殊骨料。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备
- GB/T 602 化学试剂 杂质测定用标准溶液的制备
- GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)
- GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范
- JG/T 223 聚羧酸系高性能减水剂

3 术语和符号

下列术语和符号适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1

高性能混凝土 high performance concrete

以建设工程设计和施工对混凝土性能特定要求为总体目标,选用优质常规原材料,合理掺加外加剂和矿物掺合料,采用较低水胶比并优化配合比,通过绿色预拌生产方式以及严格的施工措施,制成具有优异的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的混凝土。

3.1.2

骨料 aggregate

在混凝土中起骨架、填充和稳定体积作用的岩石颗粒等粒状松散材料。

3.1.3

粗骨料(石) coarse aggregate

粒径大于 4.75 mm 的岩石颗粒。

注:包括卵石和碎石。

3.1.4

卵石 pebble

由自然风化、水流搬运和分选、堆积形成的,粒径大于 4.75 mm 的岩石颗粒。

3.1.5

碎石 crushed stone

岩石、卵石、未经化学方法处理过的矿山尾矿,经除土、机械破碎、整形、筛分、粉控等工艺制成的,粒径大于 4.75 mm 的岩石颗粒。

3.1.6

针、片状颗粒 elongated flaky particle

卵石、碎石颗粒的长度大于该颗粒所属相应粒级的平均粒径 2.4 倍者为针状颗粒;厚度小于平均粒径 0.4 倍为片状颗粒。

3.1.7

粗骨料不规则颗粒 irregular particle in coarse aggregate

卵石、碎石颗粒最小一维尺寸小于该颗粒所属相应粒级的平均粒径 0.5 倍的颗粒。

3.1.8

细骨料(砂) fine aggregate

粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒,包括天然砂和人工砂。

3.1.9

天然砂 natural sand

自然形成的,经人工开采和筛分的粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒,包括河砂、湖砂、山砂、淡化海砂,但不包括软质、风化的岩石颗粒。

3.1.10

人工砂 artificial sand

包括机制砂和混合砂。

3.1.11

机制砂 machine-made sand

岩石、卵石、未经化学方法处理过的矿山尾矿,经除土、机械破碎、整形、筛分、粉控等工艺制成的,粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒,但不包括软质、风化的岩石颗粒。

3.1.12

混合砂 mixed sand

由天然砂与机制砂按一定比例混合而成的砂。

3.1.13

人工砂片状颗粒 flaky particle in artificial sand

粒径 1.18 mm 以上的人工砂颗粒中最小一维尺寸小于该颗粒所属相应粒级的平均粒径 0.45 倍的颗粒。

3.1.14

含泥量 sediment percentage

天然砂、卵石和碎石中粒径小于 75 μm 的颗粒含量。

3.1.15

石粉含量 rock fines content

人工砂中粒径小于 75 μm 的颗粒含量。

3.1.16

石粉亚甲蓝值(MB 值) **methylene blue number of rock fines**

用于判定石粉吸附性能的指标。

3.1.17

石粉流动度比 **fluidity ratio of rock fines**

在掺加外加剂和 0.4 水胶比条件下,掺加石粉的胶砂与基准水泥胶砂的流动度之比,用于判定石粉对减水剂吸附性能的指标。

3.1.18

人工砂需水量比 **water requirement of artificial sand**

人工砂与中国 ISO 标准砂在规定水泥胶砂流动度偏差下的用水量之比,用于综合判定人工砂级配、粒形、吸水率和石粉吸附性能的指标。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

符号 意义

F_F :石粉流动度比

F_S :细骨料片状颗粒含量

I_C :粗骨料不规则颗粒含量

X :人工砂需水量比

MB_F :石粉亚甲蓝值

4 分类与等级

4.1 分类

粗骨料(石)分为卵石和碎石。

细骨料(砂)分为天然砂和人工砂,人工砂包括机制砂和混合砂。

4.2 等级

细骨料、粗骨料按技术要求分别分为特级和 I 级。

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 骨料的放射性应符合 GB 6566 的规定。

5.1.2 用矿山废石生产的粗细骨料,有害物质除应分别符合 5.2 和 5.3 的规定外,还应符合国家环保和安全相关规范,不应对人体、生物、环境及混凝土产生有害影响。

5.1.3 碱-骨料反应活性

用于混凝土的骨料应进行碱活性检验,并应符合 GB/T 50733 的技术要求。

5.2 粗骨料的技术要求

5.2.1 粗骨料级配

供方应按单粒粒级销售,需方应按单粒粒级分仓储存。粗骨料颗粒级配应符合表 1 的规定。粗骨

料最大粒径根据需要可放大。

表 1 粗骨料颗粒级配

公称粒级 mm	累计筛余/%						
	方孔筛/mm						
	2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5
5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—
10~16	—	95~100	80~100	0~15	—	—	—
10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—
16~25	—	—	95~100	55~70	25~40	0~10	—
16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10

5.2.2 技术要求

粗骨料的技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 粗骨料技术要求

项目	卵石		碎石	
	特级	I 级	特级	I 级
针、片状颗粒含量/%	≤3	≤5	≤3	≤5
不规则颗粒含量/%	≤5	≤10	≤5	≤10
表观密度/(kg/m ³)	≥2 600	≥2 600	≥2 600	≥2 600
含泥量(按质量计)/%	≤0.5	≤1.0	≤1.0	≤1.0
泥块含量(按质量计)/%	0	≤0.2	0	≤0.2
有机物	合格		合格	
硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计) ^a /%	≤0.5	≤1.0	≤0.5	≤1.0
吸水率/%	≤1.0	≤1.5	≤1.0	≤1.5
坚固性(质量损失)/%	≤5	≤8	≤5	≤8
压碎指标 ^b /%	≤10	≤15	≤10	≤15
氯化物(以氯离子质量计)/%	≤0.01	≤0.02	≤0.01	≤0.02
含水率	实测值		实测值	
岩石抗压强度	在水饱和状态下,其抗压强度火成岩不应小于 80 MPa,变质岩不应小于 60 MPa,水成岩不应低于 45 MPa			
^a 当粗骨料中含有颗粒状的硫酸盐或硫化杂质时,应进行专门检验,确认能满足混凝土耐久性要求后,方能采用;当粗骨料中含有黄铁矿时,硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计)不得超过 0.25%。 ^b 当采用干法生产的石灰岩碎石配制 C40 及其以下强度等级大流态混凝土(坍落度大于 180 mm)时,碎石的压碎指标可放宽至 20%。				

5.3 细骨料的技术要求

5.3.1 细骨料颗粒级配应符合表3的规定,且细度模数应为2.3~3.2。细骨料颗粒级配允许一个粒级(不含4.75 mm和筛底)的分计筛余可略有超出,但不应大于5%。当石粉亚甲蓝值 $MB_F > 6.0$ 时,人工砂0.15 mm和筛底的分计筛余之和不宜大于25%。

表3 细骨料颗粒级配

方孔筛尺寸/mm	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	筛底
人工砂分计筛余/%	0~5	10~15	10~25	20~31	20~30	5~15	0~20
天然砂分计筛余/%	0~10	10~15	10~25	20~31	20~30	5~15	0~10

5.3.2 技术要求

5.3.2.1 人工砂的石粉含量应符合下列要求:

- 当石粉亚甲蓝值 $MB_F > 6.0$ 时,石粉含量(按质量计)不应超过3.0%;
- 当石粉亚甲蓝值 $MB_F > 4.0$,且石粉流动度比 $F_F < 100\%$ 时,石粉含量(按质量计)不应超过5.0%;
- 当石粉亚甲蓝值 $MB_F > 4.0$,且石粉流动度比 $F_F \geq 100\%$ 时,石粉含量(按质量计)不应超过7%;
- 当石粉亚甲蓝值 $MB_F \leq 4.0$,且石粉流动度比 $F_F \geq 100\%$ 时,石粉含量(按质量计)不应超过10%;
- 当石粉亚甲蓝值 $MB_F \leq 2.5$ 或石粉流动度比 $F_F \geq 110\%$ 时,根据使用环境和用途,并经试验验证,供需双方协商可适当放宽石粉含量(按质量计),但不应超过15%。

5.3.2.2 细骨料的其他技术要求应符合表4的规定。

表4 细骨料其他技术要求

项目	天然砂		人工砂	
	特级	I级	特级	I级
含泥量(按质量计)/%	≤ 1.0	≤ 2.0	—	—
泥块含量(按质量计)/%	0	≤ 0.5	0	≤ 0.5
片状颗粒含量/%	—	—	≤ 10	≤ 15
人工砂需水量比 ^a /%	—	—	≤ 115	≤ 125
坚固性(质量损失)/%	≤ 5	≤ 8	≤ 5	≤ 8
单级最大压碎指标/%	—	—	≤ 20	≤ 25
表观密度/(kg/m^3)	$\geq 2\ 500$	$\geq 2\ 500$	$\geq 2\ 600$	$\geq 2\ 600$
松散堆积空隙率/%	≤ 41.0	≤ 43.0	≤ 41.0	≤ 43.0
饱和面干吸水率(%)	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 1.0	≤ 2.0
云母含量(按质量计)/%	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 1.0	≤ 2.0
含水率	供需双方协商确定		供需双方协商确定	
轻物质含量(按质量计)/%	≤ 1.0		≤ 1.0	

表 4 (续)

项目	天然砂		人工砂	
	特级	I 级	特级	I 级
有机物含量	合格		合格	
硫化物及硫酸盐含量(折算成 SO ₃ 按质量计) ^b /%	≤0.5		≤0.5	
氯化物(以氯离子质量计)/%	≤0.01	≤0.02	≤0.01	≤0.02
贝壳(按质量计) ^c /%	≤3.0	≤5.0	≤3.0	≤5.0
^a 此指标为选择性指标,可由供需双方协商确定是否采用。 ^b 当细骨料中含有颗粒状的硫酸盐或硫化杂质时,应进行专门检验,确认能满足混凝土耐久性要求后,方能采用;当细骨料中含有黄铁矿时,硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计)不得超过 0.25%。 ^c 该指标仅适用于海砂,其他砂种不作要求。				

6 试验方法

6.1 试样、试验环境、试验用筛和颗粒级配

细骨料和粗骨料的试样、试验环境、试验用筛和颗粒级配分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行,砂的细度模数按 GB/T 14684 的规定进行。

6.2 粗骨料针、片状颗粒含量

按 GB/T 14685 进行。

6.3 粗骨料不规则颗粒含量

按附录 A 进行。

6.4 细骨料片状颗粒含量

按附录 B 进行。

6.5 含泥量、泥块含量

细骨料和粗骨料的含泥量、泥块含量分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

6.6 石粉含量

人工砂的石粉含量按 GB/T 14684 中的石粉含量试验方法进行。

6.7 石粉亚甲蓝值

按附录 C 进行。

6.8 石粉流动度比

按附录 D 进行。

6.9 人工砂需水量比

按附录 E 进行。

6.10 坚固性

细骨料、粗骨料的坚固性分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

6.11 压碎指标

人工砂、粗骨料的压碎值分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

6.12 表观密度、松散堆积密度和松散堆积空隙率

细骨料和粗骨料的表观密度、松散堆积密度、松散堆积空隙率分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

6.13 有机物、硫化物及硫酸盐含量

细骨料和粗骨料的有机物、硫化物及硫酸盐含量分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

6.14 云母、轻物质

细骨料的云母、轻物质按 GB/T 14684 的规定进行。

6.15 氯化物含量

细骨料的氯化物含量按 GB/T 14684 的规定进行；粗骨料的氯化物含量按附录 F 的规定进行。

6.16 吸水率

细骨料的饱和面干吸水率和粗骨料的吸水率分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

6.17 岩石抗压强度

碎石的岩石抗压强度按 GB/T 14685 的规定进行。

6.18 贝壳

海砂中贝壳含量试验按 GB/T 14684 的规定进行。

6.19 含水率

细骨料和粗骨料的含水率分别按 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 出厂检验

7.1.1.1 天然砂的出厂检验项目包括颗粒级配、含泥量、泥块含量、松散堆积空隙率。

7.1.1.2 人工砂的出厂检验项目包括颗粒级配、片状颗粒含量、石粉含量(含石粉亚甲蓝值和石粉流动度比)、泥块含量、松散堆积空隙率。

7.1.1.3 粗骨料的出厂检验项目包括粗骨料不规则颗粒含量、针片状颗粒含量、颗粒级配、含泥量、泥块含量检验。

7.1.2 型式检验

细骨料的型式检验项目包括 5.1 和 5.3 规定的全部项目,碱-骨料反应活性根据用户需要进行;粗骨料的型式检验项目包括 5.1 和 5.2 规定的全部项目,碱-骨料反应活性根据用户需要进行。

细骨料、粗骨料有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品投产时;
- b) 原材料产源或生产工艺发生变化时;
- c) 正常生产时,每年进行 1 次;
- d) 停产 6 个月以上恢复生产时;
- e) 出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时。

7.2 组批规则

按同分类、类别(粗骨料还包括公称粒径)及日产量,每 2 000 t 为 1 批,不足 2 000 t 亦为 1 批;当日产量超过 10 000 t,每 4 000 t 为 1 批,不足 4 000 t 亦为 1 批。

7.3 判定规则

7.3.1 试验结果均符合本标准的相应类别和级别判定时,可判为该批产品合格。

7.3.2 若有一项检验指标不符合标准规定时,应从同一批产品中加倍取样,对该项进行复验。复验后,若试验结果符合标准规定,可判为该批产品合格;若仍然不符合标准规定,判为不合格。若有 2 项及以上试验结果不符合标准规定时,则判该批产品不合格。

8 标志、贮存和运输

8.1 细骨料、粗骨料出厂时,供需双方在厂内验收产品,生产厂应提供产品质量合格证书,应包括下列内容:

- a) 细骨料、粗骨料的类别、等级和生产厂信息,粗骨料还包括公称粒径;
- b) 批量编号及供货数量;
- c) 出厂检验结果、日期及执行标准编号;
- d) 合格证编号及发放日期;
- e) 检验部门及检验人员签章。

8.2 细骨料应按分类、等级分别堆放和运输,粗骨料应按分类、等级和公称粒径分别堆放和运输,防止人为碾压、混合及污染产品。

8.3 运输时,应有必要的防遗撒设施,不应污染环境。

附 录 A
(规范性附录)

粗骨料不规则颗粒含量试验方法

A.1 仪器设备

仪器设备应符合下列要求：

- a) 鼓风干燥箱：能够使温度控制在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- b) 条形筛：筛框内径均为 300 mm，筛孔尺寸分别为 3.6 mm \times 30 mm、间距 2.5 mm，6.4 mm \times 40 mm、间距 3.0 mm，8.8 mm \times 40 mm、间距 4.0 mm，11.4 mm \times 50 mm、间距 5.0 mm，14.5 mm \times 50 mm、间距 6.0 mm；条形筛示意图见图 A.1；

单位为毫米

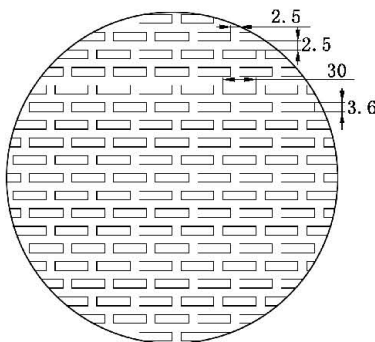


图 A.1 筛孔尺寸分别为 3.6 mm \times 30 mm、间距 2.5 mm 的条形筛示意图

- c) 方孔筛：孔径为 2.36 mm、4.74 mm、9.50 mm、16.0 mm、19.0 mm、26.5 mm、31.5 mm 的筛各一只，并附有筛底和筛盖（筛框内径为 300 mm）；
- d) 电动摇筛机；
- e) 天平：量程不小于 2 000 g，感量不大于 1 g；
- f) 搪瓷盆，毛刷等。

A.2 试验步骤

A.2.1 按 GB/T 14685 规定进行取样，并将粗骨料烘干。

A.2.2 取烘干后的粗骨料 2 000 g，将粗骨料倒入按孔径大小从上到下组合的方孔套筛（附筛底）上，方孔套筛置于摇筛机上，然后进行筛分，粗骨料分为 5 个粒径区：4.75 mm \sim 9.5 mm、9.5 mm \sim 16.0 mm、16.0 mm \sim 19 mm、19 mm \sim 26.5 mm 和 26.5 mm \sim 31.5 mm。

A.2.3 将粒径区 4.75 mm \sim 9.5 mm、9.5 mm \sim 16.0 mm、16.0 mm \sim 19.0 mm、19 mm \sim 26.5 mm、26.5 mm \sim 31.5 mm 的粗骨料分别放入宽为 3.6 mm、6.4 mm、8.8 mm、11.4 mm、14.5 mm 的条形筛上分别进行筛分，称取各条形筛筛下颗粒质量，并累加得到不规则颗粒的总质量 G 。

A.3 粗骨料不规则颗粒含量计算

A.3.1 不规则颗粒含量按式(A.1)计算，精确至 1%：

$$I_c = \frac{G}{2\ 000} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中：

I_c ——不规则颗粒含量；

G ——不规则颗粒总质量，单位为克(g)。

A.3.2 粗骨料不规则颗粒含量取 2 次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

附录 B
(规范性附录)
人工砂片状颗粒含量试验方法

B.1 仪器设备

仪器设备应符合下列要求：

- a) 鼓风干燥箱：能够使温度控制在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- b) 条形筛：筛框内径均为 300 mm，筛孔尺寸分别为 $0.8\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 、间距 1.5 mm、 $1.6\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 、间距 1.6 mm、 $3.2\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ 、间距 2 mm；条形筛示意图见图 B.1；

单位为毫米

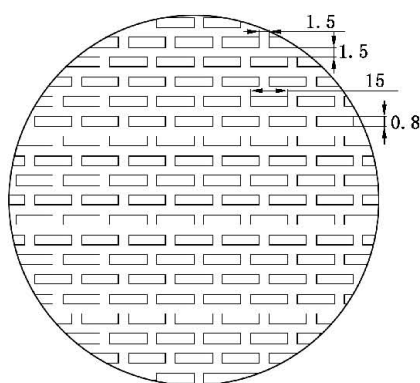


图 B.1 筛孔尺寸为 $0.8\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 、间距 1.5 mm 的条形孔筛示意图

- c) 方孔筛：孔径为 1.18 mm、2.36 mm、4.75 mm、9.50 mm 的筛各一只，并附有筛底和筛盖（筛框内径为 300 mm）；
- d) 电动摇筛机；
- e) 天平：量程不小于 2 000 g，感量不大于 1 g；
- f) 搪瓷盆，毛刷等。

B.2 试验步骤

B.2.1 按 GB/T 14684 规定进行取样，并将人工砂烘干。

B.2.2 取烘干后冷却至室温的人工砂 500 g，将人工砂倒入按孔径大小从上到下组合的方孔套筛（附筛底）上，方孔套筛置于摇筛机上，然后进行筛分，人工砂分为 3 个粒径区： $1.18\text{ mm} \sim 2.36\text{ mm}$ 、 $2.36\text{ mm} \sim 4.75\text{ mm}$ 、 $4.75\text{ mm} \sim 9.50\text{ mm}$ 。

B.2.3 将粒径区 $1.18\text{ mm} \sim 2.36\text{ mm}$ 、 $2.36\text{ mm} \sim 4.75\text{ mm}$ 、 $4.75\text{ mm} \sim 9.50\text{ mm}$ 的细骨料分别放入宽为 0.8 mm、1.6 mm、3.2 mm 的条形筛上分别进行筛分，称取各条形筛筛下颗粒质量，并累加得到人工砂片状颗粒总质量 G 。

B.3 人工砂片状颗粒含量计算

B.3.1 人工砂片状颗粒含量按式(B.1)计算，精确至 1%：

$$F_s = \frac{G}{500} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

F_s ——片状颗粒含量；

G ——粒径 1.18 mm~9.5 mm 内，试样所含片状颗粒总质量，单位为克(g)。

B.3.2 人工砂片状颗粒含量取 2 次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

附 录 C
(规范性附录)
石粉亚甲蓝值试验

C.1 仪器设备

仪器设备应符合下列要求:

- a) 亚甲蓝($C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 3H_2O$):纯度不小于 98.5%;
- b) 鼓风烘箱:温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ C$;
- c) 天平:称量 1 000 g,感量 1 g;称量 100 g,感量 0.01 g。
- d) 方孔筛:孔径为 75 μm 、150 μm 、300 μm 、600 μm 、1.18 mm、2.36 mm、4.75 mm 的筛各 1 只,并附有筛底和筛盖(筛框内径为 300 mm);
- e) 摇筛机;
- f) 移液管:5 mL、2 mL 移液管各一个;
- g) 叶轮搅拌器:转速可调最高达 $(600 \pm 60)r/min$,叶轮个数 3 片或 4 片,叶轮直径 $(75 \pm 10)mm$;
- h) 定时装置:精度 1 s;
- i) 玻璃容量瓶:容量 1 L;
- j) 温度计:精度 1 $^\circ C$;
- k) 玻璃棒:2 支,直径 8 mm,长 300 mm;
- l) 烧杯:容量为 1 000 mL;
- m) 其他:定量滤纸、搪瓷盘、毛刷、洁净水等。

C.2 试验步骤

C.2.1 标准亚甲蓝溶液 $[(10.0 \pm 0.1)g/L$ 标准浓度]配制

C.2.1.1 测定亚甲蓝中的水分含量 w 。称取 5 g 左右的亚甲蓝粉末,记录质量 m_b ,精确至 0.01 g。在 $100^\circ C \pm 5^\circ C$ 的温度下烘干至恒重(若烘干温度超过 $105^\circ C$,亚甲蓝粉末会变质),在干燥器中冷却,然后称重,记录质量 m_g ,精确到 0.01 g。按式(C.1)计算亚甲蓝的含水率 w :

$$w = \frac{m_b - m_g}{m_g} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

m_b ——亚甲蓝粉末的质量,单位为克(g);

m_g ——干燥后亚甲蓝的质量,单位为克(g)。

注:每次配制亚甲蓝溶液前,均应首先确定亚甲蓝的含水率。

C.2.1.2 取亚甲蓝粉末 $(100+w)(10 g \pm 0.01 g)/100$ (即亚甲蓝粉末质量 10 g),精确至 0.01 g。

C.2.1.3 加热盛有约 600 mL 洁净水的烧杯,水温不超过 $40^\circ C$ 。

C.2.1.4 边搅动边加入亚甲蓝粉末,持续搅动 45 min,直至亚甲蓝粉末全部溶解为主,然后冷却至 $20^\circ C$ 。

C.2.1.5 将溶液倒入 1 L 容量瓶中,用洁净水淋洗烧杯等,使所有亚甲蓝溶液全部移入容量瓶,容量瓶和溶液的温度应保持在 $(20 \pm 1)^\circ C$,加洁净水至容量瓶 1 L 刻度。

C.2.1.6 摇晃容量瓶以保证亚甲蓝粉末完全溶解。将标准液移入深色储藏瓶中,亚甲蓝标准溶液保质

期应不超过 28 d。配制好的溶液应标明制备日期、失效日期,并避光保存。

C.2.2 制备石粉悬浊液

C.2.2.1 按 GB/T 14684 规定进行取样,并将人工砂烘干。

C.2.2.2 将烘干后冷却至室温的人工砂试样倒入按孔径大小从上到下组合的套筛(附 75 μm 筛和筛底),用摇筛机筛 10 min,取 75 μm 方孔筛以下筛底石粉试样累计 100 g,分 2 份备用,精确至 0.1 g。

C.2.2.3 称取石粉试样 50 g,精确至 0.1 g。将石粉试样倒入盛有(500±5)mL 蒸馏水的烧杯中,将叶轮搅拌机调整到(600±60)r/min 转速,叶轮距离烧杯底部约 10 mm。搅拌 5 min,形成石粉悬浮液,用移液管准确加入 5 mL 亚甲蓝溶液,然后保持(400±40)r/min 转速持续搅拌,直至试验结束。

C.2.3 石粉亚甲蓝(MB)值的测定

C.2.3.1 将滤纸架空放置在敞口烧杯的顶部,使其不与任何其他物品接触。

C.2.3.2 石粉悬浊液在加入亚甲蓝溶液并经(400±40)r/min 转速搅拌 1 min 起,在滤纸上进行第一次色晕检验。即用玻璃棒蘸取 1 滴石粉悬浊液滴于滤纸上,液滴在滤纸上形成环状,中间是石粉沉淀物,液滴的数量应使沉淀物直径在 8 mm~12 mm 之间,外围环绕一圈无色的水环。观察在沉淀物周围边缘是否放射出 1 mm 宽的浅蓝色晕。

C.2.3.3 如果第 1 次的 5 mL 亚甲蓝溶液没有使沉淀物周围出现色晕,再向石粉悬浊液中加入 5 mL 亚甲蓝溶液,继续搅拌 1 min,再用玻璃棒蘸取 1 滴悬浮液,滴于滤纸上,进行 2 次色晕试验,若沉淀物周围仍未出现色晕,重复上述步骤,直至沉淀物周围出现约 1 mm 宽的稳定浅蓝色晕。

C.2.3.4 停止滴加亚甲蓝溶液,但继续搅拌悬浊液,每 1 min 蘸取 1 次悬浊液进行色晕试验。若色晕在 4 min 内消失,再加入 5 mL 亚甲蓝溶液;若色晕在第 5 min 消失,再加入 2 mL 亚甲蓝溶液。两种情况下,均应继续进行搅拌和蘸染试验,直至色晕可持续 5 min。

注:由于石粉吸附亚甲蓝需要一定的时间才能完成,在色晕试验过程中,色晕可能在出现后又消失了。因此,需要每隔 1 min 进行 1 次色晕检验,连续 5 次出现色晕为有效。

C.2.3.5 记录色晕持续 5 min 时所加入的亚甲蓝溶液总体积,精确至 1 mL。

注:试验结束后应立即用水彻底清洗试验用容器,清洗后的容器不得含有清洁剂成分。

C.3 石粉亚甲蓝(MB_F)值计算

C.3.1 石粉亚甲蓝值(MB_F)按式(C.2)计算:

$$MB_F = \frac{V}{G} \times 10 \dots\dots\dots(C.2)$$

式中:

MB_F —— 亚甲蓝值,表示每千克石粉试样所消耗的亚甲蓝克数,单位为克每千克(g/kg),精确至 0.1;

G —— 试样质量为 50 g;

V —— 所加入的亚甲蓝溶液的总量,单位为毫升(mL);

10 —— 换算系数,用于将每千克试样消耗的亚甲蓝溶液体积换算成亚甲蓝质量。

C.3.2 石粉亚甲蓝(MB_F)值取 2 次试验结果的算术平均值,精确至 0.1。

附录 D
(规范性附录)
石粉流动度比试验

D.1 仪器设备和材料

仪器设备应符合下列要求：

- a) 搅拌机：符合 GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机；
- b) 流动度跳桌：符合 GB/T 2419 的规定；
- c) 鼓风烘箱：温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- d) 水泥：采用 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
- e) 标准筛：规格为 $75\ \mu\text{m}$ 、 $150\ \mu\text{m}$ 、 $300\ \mu\text{m}$ 、 $600\ \mu\text{m}$ 、 $1.18\ \text{mm}$ 、 $2.36\ \text{mm}$ 、 $4.75\ \text{mm}$ 的方孔筛各一只，并附有筛底和筛盖；
- f) 摇筛机；
- g) 天平：称量 $1\ 000\ \text{g}$ ，感量 $1\ \text{g}$ ；称量 $100\ \text{g}$ ，感量 $0.01\ \text{g}$ ；
- h) 砂：符合 GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂；
- i) 水：自来水或蒸馏水；
- j) 减水剂：符合 JG/T 223 中标准型聚羧酸系高性能减水剂的规定，与试验用水泥适应性良好，含固量不大于 5%。

D.2 试验步骤

D.2.1 按 GB/T 14684 规定进行取样，并将人工砂烘干。

D.2.2 将烘干后冷却至室温的人工砂试样倒入按孔径大小从上到下组合的套筛(附 $75\ \mu\text{m}$ 筛和筛底)，用摇筛机筛 $10\ \text{min}$ ，取 $75\ \mu\text{m}$ 方孔筛以下筛底石粉试样累计 $270\ \text{g}$ ，分 2 份备用，精确至 $0.1\ \text{g}$ 。

D.2.3 确定流动度比的胶砂配合比应符合表 D.1 的规定。

表 D.1 胶砂配合比

胶砂种类	水泥 g	石粉 g	标准砂 g	加水量 mL	减水剂用量	流动度/mm
对比胶砂	450	—	1 350	180	胶砂流动度达到 $(180 \pm 5)\text{mm}$ 时的 减水剂用量	180 ± 5
试验胶砂	315	135	1 350	180	与对比组相同	<i>L</i>

D.2.4 按照 D.1 中对比胶砂组的胶砂配合比，通过调整减水剂的用量使对比胶砂的流动度达到 $(180 \pm 5)\text{mm}$ 。

D.2.5 按照 D.1 中试验胶砂组的胶砂配合比，测定试验胶砂的流动度。

D.3 石粉的流动度比计算

D.3.1 石粉的流动度比按式(D.1)计算：

$$F_F = \frac{L}{L_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

F_F ——石粉的流动度比(%),精确至1%；

L ——试验胶砂的流动度,单位为毫米(mm)；

L_0 ——对比胶砂的流动度,单位为毫米(mm)。

D.3.2 石粉流动度比取两次试验结果的算术平均值,精确至1%。

附 录 E
(规范性附录)
人工砂需水量比试验

E.1 仪器设备和材料

仪器设备应符合下列要求：

- a) 烘箱：温度控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- b) 天平：量程应不小于 2 000 g，最小分度值应不大于 1 g；
- c) 搅拌机：符合 GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机；
- d) 流动度跳桌：符合 GB/T 2419 的规定；
- e) 水泥：符合 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
- f) 砂：符合 GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂；
- g) 水：自来水。

E.2 试验步骤

E.2.1 按 GB/T 14684 规定进行取样，并将人工砂烘干。

E.2.2 将烘干后冷却至室温的人工砂充分混合均匀，累计取 2 700 g，分 2 份备用。

E.2.3 胶砂配合比应符合表 E.1 的规定。

表 E.1 人工砂需水量比试验配合比

胶砂种类	水泥/g	标准砂/g	人工砂/g	加水量/mL	流动度/mm
对比胶砂	450	1 350	—	225	Y
试验胶砂	450	—	1 350	M_w	$Y \pm 2$

E.2.4 对比胶砂和试验胶砂分别按 GB/T 17671 的规定进行搅拌。

E.2.5 搅拌后的对比胶砂和试验胶砂分别按 GB/T 2419 测定流动度。当试验胶砂流动度达到对比胶砂流动度(Y)的 ± 2 mm 时，记录此时的加水量(M_w)；当试验胶砂流动度超出对比胶砂流动度(Y)的 ± 2 mm 时，重新调整加水量，直至试验胶砂流动度达到对比胶砂流动度(Y)的 ± 2 mm 为止。

E.3 人工砂需水量比试验计算

E.3.1 人工砂需水量比应按式(E.1)计算：

$$X = \frac{100 \times M_w}{225} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

X ——人工砂需水量比(%)，精确至 1%；

M_w ——试验胶砂流动度达到对比胶砂流动度(Y)的 ± 2 mm 时的加水量，单位为毫升(mL)；

225 ——对比胶砂的加水量，单位为毫升(mL)。

E.3.2 人工砂需水量比取两次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

附 录 F
(规范性附录)
粗骨料的氯化物含量试验

F.1 仪器设备和材料

仪器设备应符合下列要求:

- a) 烘箱:控制范围为 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- b) 天平:最大量程不应小于 1 000 g,感量不应大于 1 g;
- c) 带塞磨口瓶:容量 1 000 mL;
- d) 三角瓶:容量 300 mL;
- e) 烧杯:容量 1 000 mL;
- f) 棕色酸式滴定管:容量宜为 10 mL 或 25 mL;
- g) 容量瓶:容量应为 500 mL;
- h) 移液管:容量为 50 mL 和 2 mL 各 1 支;
- i) 铬酸钾指示剂溶液:浓度为 5%,按 GB/T 602 的规定进行配制和标定;
- j) 氯化钠标准溶液:浓度为 0.01 mol/L,按 GB/T 601 的规定进行配制和标定;
- k) 硝酸银标准溶液:浓度为 0.01 mol/L,按 GB/T 601 的规定进行配制和标定。

F.2 试验步骤

F.2.1 按 GB/T 14685 的规定进行取样约 1 500 g,将试样在温度 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘至恒重,经冷却至室温备用。

F.2.2 称取试样 500 g 装入容量为 1 000 ml 的带塞磨口瓶中,用容量瓶取 500 mL 蒸馏水,注入磨口瓶内,加上瓶塞,摇动 1 次,放置 24 h,然后应每隔 5 min 摇动 1 次,共摇动 3 次,使氯盐充分溶出。将磨口瓶上部已澄清的溶液用滤纸经漏斗流入 1 000 mL 烧杯中,然后用移液管吸取 50 mL 滤液,注入三角瓶中,再向三角瓶中加入浓度为 5% 的铬酸钾指示剂 1 mL,再用 0.01 mol/L 硝酸银标准溶液滴定至呈现砖红色为终点,记录消耗的硝酸银标准溶液的毫升数(V_1)。

F.2.3 空白试验:用移液管准确吸取 50 mL 蒸馏水到三角瓶内,加入 5% 铬酸钾指示剂 1 mL,并用 0.01 mol/L 的硝酸银标准溶液滴定至溶液呈砖红色为止,记录此点消耗的硝酸银标准溶液的毫升数(V_2)。

F.3 粗骨料的氯化物(以 Cl^- 计)含量试验计算

F.3.1 粗骨料的氯离子含量应按式(F.1)计算,精确至 0.01%:

$$w_{\text{Cl}} = \frac{C_{\text{AgNO}_3} (V_1 - V_2) \times 0.0355 \times 10}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{F.1})$$

式中:

- w_{Cl} ——粗骨料的氯离子含量(%);
- C_{AgNO_3} ——硝酸银标准溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);
- V_1 ——试样滴定时消耗的硝酸银标准溶液的体积,单位为毫升(mL);
- V_2 ——空白试验时消耗的硝酸银标准溶液的体积,单位为毫升(mL);

m —— 试样质量,单位为克(g);

0.035 5 —— 换算成氯离子含量的系数;

10 —— 全部试样溶液与所分取试样溶液的体积比。

F.3.2 应以 2 次试验结果的算术平均值作为测定值,精确至 0.001%。当 2 次试验结果的差值大于 0.01% 时,应重新取样进行试验。
