



土建工程现场试验 检测与取样手册

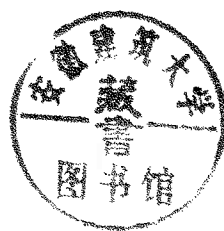
段军朝 郭正敏 陈 兵 编著
唐传政 主审

TUJIAN GONGCHENG XIANCHANG SHIYAN
JIANCE YU QUYANG SHOUCHE

中国建筑工业出版社

土建工程现场试验 检测与取样手册

段军朝 郭正敏 陈 兵 编著
唐传政 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土工工程现场试验检测与取样手册/段军朝等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-112-16351-9

I. ①土… II. ①段… III. ①土木工程-施工现场-检测-手册 ②土木工程-施工现场-采样-手册 IV. ①TU7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 019115 号

本书依据国家现行标准、规范和技术规程, 总结了建筑工程、公路工程、市政公用工程涉及的主体检测、各类材料主要技术指标的控制范围、检测频率、取样方法及室内试验方法, 以及现场经验性的检测方法, 供大家借鉴及查询。本书便于工地试验人员现场取样, 利用有限的试验仪器进行试验检测, 为现场施工提供第一手资料。

* * *

责任编辑: 李 阳
责任设计: 张 虹
责任校对: 张 颖 刘 钰

土工工程现场试验检测与取样手册

段军朝 郭正敏 陈 兵 编著
唐传政 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{1}{4}$ 字数: 515 千字
2014 年 4 月第一版 2014 年 4 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-16351-9
(24977)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

“百年大计，质量第一”，工程质量是工程建设的永恒主题，而质量控制的重要手段就是质量检测。我国建设工程质量检测工作逐步形成规范，对建设工程施工全过程实现了检测控制，这就要求现场试验人员，不再局限于见证取样，更需要现场试验人员对材料性能、工程质量有初步判断，配合技术部门，对不满足施工要求的部位，从材料使用方面提出建议性的处理方案。为此，编撰了《土建工程现场试验检测与取样手册》，该手册便于工地试验人员现场取样，并利用有限的试验仪器，进行现场的试验检测，为现场施工提供第一手资料。

本书汇集了目前最新的执行标准、规范，概括了建筑工程、公路工程、市政公用工程所涉及的主体检测、各类材料主要技术指标的控制范围、检测频率、取样方法及室内试验方法，以及现场经验性的检测方法，以供大家借鉴及查询。

本书共分九章。第一章：材料，共二十一节，主要介绍建筑、市政及道路工程用材料的力学性能、试验方法、取样方法及取样频率；第二章：土石方工程，主要介绍建筑、市政及道路工程土方回填常用的试验方法、取样方法及取样频率；第三章：地基与基础工程，主要介绍建筑、市政及道路工程常规地基与基础的形式，以及各种形式中所包括的相关试验方法、取样方法及取样频率；第四章：混凝土结构，主要介绍建筑、市政及道路工程的混凝土，以及其试验方法、取样方法及取样频率；第五章：砌体工程，主要介绍建筑、市政及道路工程砌体工程的试验方法、取样方法及取样频率；第六章：公路工程，主要介绍公路工程路基、桥涵、基层、沥青路面等施工中的试验方法、取样方法及取样频率；第七章：市政工程，主要介绍市政工程的道路及排水、桥涵、基层、沥青路面、绿化等施工中的试验方法、取样方法及取样频率；第八章：建筑工程，主要介绍建筑工程的室内环境、保温、节能环保等方面的试验方法、取样方法及取样频率；第九章：隧道工程，主要介绍铁路与公路隧道工程施工中的相关试验方法、取样方法及取样频率。

由于时间仓促和编者水平有限，书中难免会有遗漏和失妥之处，恳请大家多提宝贵意见，以便今后修订。

目 录

第一章 材料	1
第一节 水泥	1
第二节 普通混凝土粗、细集料	3
第三节 轻集料	8
第四节 掺合料	10
第五节 外加剂	14
第六节 钢材	19
第七节 预应力混凝土用波纹管	31
第八节 预应力混凝土用钢绞线	35
第九节 预应力混凝土用锚夹具	37
第十节 支座	39
第十一节 防水材料	57
第十二节 石材	97
第十三节 饰面材料	101
第十四节 板材	109
第十五节 管材	129
第十六节 墙体、屋面材料	143
第十七节 其他材料	191
第十八节 回填材料	205
第十九节 混凝土	207
第二十节 砂浆	221
第二十一节 沥青及沥青混凝土用料	230
第二章 土石方工程	238
第三章 地基与基础工程	244
第四章 混凝土结构	251
第五章 砌体工程	259
第六章 公路工程	262
第七章 市政工程	286
第八章 建筑工程	292
第九章 隧道工程	308
附录 参考标准名录	322

第一章 材 料

第一节 水 泥

1 范围及依据标准

本书所写的水泥包括通用硅酸盐水泥和专用水泥。通用硅酸盐水泥：按混合材料的品种和掺量分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥；专用水泥：用于白色和彩色灰浆、砂浆及混凝土的白色硅酸盐水泥。

依据标准：《通用硅酸盐水泥》国家标准第 1 号修改单 GB 175—2007/XG1—2009、《白色硅酸盐水泥》GB/T 2015—2005、《水泥取样方法》GB/T 12573—2008。

2 强度等级

2.1 硅酸盐水泥的强度等级分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R 六个等级。

2.2 普通硅酸盐水泥的强度等级分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R 四个等级。

2.3 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥的强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R 六个等级。

2.4 白色硅酸盐水泥的强度等级分为 32.5、42.5、52.5 三个等级。

3 技术要求

3.1 化学指标应符合表 1-1-1 的规定。

水泥化学指标

表 1-1-1

品 种	代号	不溶物 (质量分数)	烧失量 (质量分数)	三氧化硫 (质量分数)	氧化镁 (质量分数)	氯离子 (质量分数)
硅酸盐水泥	P·I	≤0.75	≤3.0	≤3.5	≤5.0 ^a	≤6.0 ^c
	P·II	≤1.50	≤3.5			
普通硅酸盐水泥	P·O	—	≤5.0			
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	—	—	≤4.0	≤6.0 ^b	
	P·S·B	—	—		—	
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	—	—	≤3.5	≤6.0 ^b	≤6.0 ^c
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	—	—			
复合硅酸盐水泥	P·C	—	—			
白色硅酸盐水泥	P·W	—	—	≤3.5	—	—

注：a. 如果水泥压蒸试验合格，则水泥中氧化镁的含量（质量分数）允许放宽至 6.0%。

b. 如果水泥中氧化镁的含量（质量分数）大于 6.0% 时，需进行水泥压蒸安定性试验并合格。

c. 当有更低要求时，该指标由买卖双方协商确定。

3.2 碱含量 (选择性指标)

若使用活性骨料, 水泥中的碱含量应不大于 0.6%。

3.3 凝结时间

硅酸盐水泥初凝不小于 45min, 终凝不大于 390min。

普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥初凝不小于 45min, 终凝不大于 600min。

白色硅酸盐水泥初凝应不早于 45min, 终凝不应迟于 10h。

3.4 强度

不同品种、不同强度等级的硅酸盐水泥, 其不同龄期的强度应符合表 1-1-2 的规定。

水泥强度 (MPa)

表 1-1-2

品 种	强度等级	抗压强度		抗折强度	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	≥ 17.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	42.5R	≥ 22.0		≥ 4.0	
	52.5	≥ 23.0	≥ 52.5	≥ 4.0	≥ 7.0
	52.5R	≥ 27.0		≥ 5.0	
	62.5	≥ 28.0	≥ 62.5	≥ 5.0	≥ 8.0
	62.5R	≥ 32.0		≥ 5.5	
普通硅酸盐水泥	42.5	≥ 17.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	42.5R	≥ 22.0		≥ 4.0	
	52.5	≥ 23.0	≥ 52.5	≥ 4.0	≥ 7.0
	52.5R	≥ 27.0		≥ 5.0	
矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	≥ 10.0	≥ 32.5	≥ 2.5	≥ 5.5
	32.5R	≥ 15.0		≥ 3.5	
	42.5	≥ 15.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	42.5R	≥ 19.0		≥ 4.0	
	52.5	≥ 21.0	≥ 52.5	≥ 4.0	≥ 7.0
	52.5R	≥ 23.0		≥ 4.5	
白色硅酸盐水泥	32.5	≥ 12.0	≥ 32.5	≥ 3.0	≥ 6.0
	42.5	≥ 17.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	52.5	≥ 22.0	≥ 52.5	≥ 4.0	≥ 7.0

3.5 细度 (选择性指标)

硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥以比表面积表示, 不小于 $300\text{m}^2/\text{kg}$; 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥以筛余表示, $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余不大于 10% 或 $45\mu\text{m}$ 方孔筛筛余不大于 30%; 白色硅酸盐水泥 $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余应不超过 10%。

3.6 安定性

用沸煮法检验必须合格。

3.7 水泥白度

白色硅酸盐水泥的白度值应不低于 87。

4 试验方法

4.1 不溶物、烧失量、氧化镁、三氧化硫和碱含量：按《水泥化学分析方法》GB/T 176—2008 进行试验。

4.2 压蒸安定性：按《水泥压蒸安定性试验方法》GB/T 750—1992 进行试验。

4.3 氯离子：按相关规定进行试验。

4.4 标准稠度用水量、凝结时间和安定性：按《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346—2011 进行试验。

4.5 强度：按《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671—1999 进行试验。

但火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥和掺火山灰质混合材料的普通硅酸盐水泥在进行胶砂强度检验时，其用水量按 0.50 水灰比和胶砂流动度不小于 180mm 来确定。当流动度小于 180mm 时，须以 0.01 的整倍数递增的方法将水灰比调整至胶砂流动度不小于 180mm。胶砂流动度试验按《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419—2005 进行，其中胶砂制备按《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671—1999 进行。

4.6 比表面积：按《水泥比表面积测定方法 勃氏法》GB/T 8074—2008 进行试验。

4.7 80 μ m 和 45 μ m 筛余：按《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345—2005 进行试验。

5 取样及批量划分

供货单位应提供水泥的产品质量出厂合格证和检验报告。

5.1 检验批量划分

按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样不少于一次。

当在使用中对水泥质量有怀疑或出厂日期逾 3 个月（快硬硅酸盐水泥逾 1 个月）时，应进行复验，并按复验结果使用。

5.2 取样数量

取样时可连续取，亦可从 20 个以上不同部位取等量样品 2 组，每组总量至少 10kg，一份由检测单位根据委托方进行检验，另一份则由检测单位保存 40d。

第二节 普通混凝土粗、细集料

1 范围及依据标准

本书所写的粗细集料适用于一般工业与民用建筑和构筑物中的普通混凝土用的砂石。

细集料为公称粒径小于 5mm 的砂；粗集料是由天然岩石经破碎、筛分而得的，公称粒径大于 5mm 的岩石颗粒的碎、卵石。公路、市政工程用粗细集料详见各章节。

依据标准：《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52—2006。

2 质量要求

2.1 砂的质量要求

2.1.1 砂的粗细程度按细度模数 μ_f 分为粗、中、细、特细四级，其范围应符合以下规定：

粗砂： $\mu_f=3.7\sim3.1$

中砂： $\mu_f=3.0\sim2.3$

细砂： $\mu_f=2.2\sim1.6$

特细砂： $\mu_f=1.5\sim0.7$

2.1.2 砂的筛分（表 1-2-1）

砂颗粒级配区

表 1-2-1

级配区 累计筛余(%) 公称粒径	I 区	II 区	III 区
5.00mm	10~0	10~0	10~0
2.50mm	35~5	25~0	15~0
1.25mm	65~35	50~10	25~0
630 μ m	85~71	70~41	40~16
315 μ m	95~80	92~70	85~55
160 μ m	100~90	100~90	100~90

配制混凝土时宜优先选用 II 区砂。当采用 I 区砂时，应提高砂率，并保持足够的水泥用量，满足混凝土的和易性；当采用 III 区砂时，宜适当降低砂率；当采用特细砂时，应符合相应的规定。配制泵送混凝土，宜选用中砂。

2.1.3 天然砂中含泥量应符合表 1-2-2 的规定。

天然砂中含泥量

表 1-2-2

混凝土强度等级	$\geq C60$	C55~C30	$\leq C25$
含泥量(按重量计,%)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 5.0

对有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 的混凝土用砂，含泥量应不大于 3.0%。

2.1.4 砂中的泥块含量应符合表 1-2-3 的规定。

砂中的泥块含量

表 1-2-3

混凝土强度等级	$\geq C60$	C55~C30	$\leq C25$
含泥量(按重量计,%)	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 2.0

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 的混凝土用砂，其泥块含量不应大于 1.0%。

对于砌筑砂浆用砂，其含泥量为不大于 5.0%，泥块含量为不大于 2.0%。

2.1.5 砂中的有害物质含量应符合表 1-2-4 的规定。

砂中有害物质含量

表 1-2-4

项 目	质量 指 标
云母含量(按重量计,%)	≤ 2.0
轻物质含量(按重量计,%)	≤ 1.0
硫化物及硫酸盐含量(折算成三氧化硫按重量计,%)	≤ 1.0
有机物含量(用比色法试验)	颜色不应深于标准色,当颜色深于标准色时,应按水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验,抗压强度比不应低于 0.95

对于有抗冻、抗渗要求的混凝土,砂中云母含量不应大于 1.0%。

2.1.6 对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构用砂,应控制混凝土中的碱含量不超过 $3\text{kg}/\text{m}^3$,或采用能抑制碱—骨料反应的有效措施。

2.1.7 砂中氯离子含量应符合下列规定:

A 对于钢筋混凝土及砌筑砂浆用砂,其氯离子含量不得大于 0.06% (以干砂的质量百分率计)。

B 对于预应力混凝土用砂,其氯离子含量不得大于 0.02% (以干砂的质量百分率计)。

2.2 石的质量要求

2.2.1 碎石的颗粒级配应符合表 1-2-5 的要求。混凝土用石应采用连续粒级。单粒级宜用于组合成满足要求级配的连续粒级,也可与连续粒级混合使用,以改善其级配或配成较大粒度的连续粒级。

碎石颗粒级配

表 1-2-5

级配情况	公称粒径 (mm)	累计筛余(按重量计,%)											
		方孔筛筛孔尺寸(mm)											
		2.36	4.75	9.5	16	19	26.5	31.5	37.5	53	63	75	90
连续粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0	—	—	—	—	—	—	—
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0	—	—	—	—	—	—
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0	—	—	—	—	—
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0	—	—	—	—
	5~40	—	95~100	70~90	—	30~65	—	—	0~5	0	—	—	—
单粒级	10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—	—	—	—	—	—
	16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10	0	—	—	—	—
	20~40	—	—	95~100	—	80~100	—	—	0~10	0	—	—	—
	31.5~63	—	—	—	95~100	—	—	75~100	45~75	—	0~10	0	—
	40~80	—	—	—	—	95~100	—	—	70~100	—	30~60	0~10	0

2.2.2 碎石中针、片状颗粒含量应符合表 1-2-6 的规定。

2.2.3 碎石中的含泥量应符合表 1-2-7 的规定。

碎石中针、片状颗粒含量

表 1-2-6

混凝土强度等级	$\geq C60$	C55~C30	$\leq C25$
针、片状颗粒含量(按重量计,%)	≤ 8	≤ 15	≤ 25

碎石中的含泥量

表 1-2-7

混凝土强度等级	$\geq C60$	C55~C30	$\leq C25$
含泥量(按质量计,%)	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 2.0

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土,其所用碎石的含泥量不应大于 1.0%。当碎石的含泥是非黏土质的石粉时,其含泥量可由表 1-2-7 中的 0.5%、1.0%、2.0%,分别提高到 1.0%、1.5%、3.0%。

2.2.4 碎石中的泥块含量应符合表 1-2-8 的规定。

碎石的泥块含量

表 1-2-8

混凝土强度等级	$\geq C60$	C55~C30	$\leq C25$
泥块含量(按质量计,%)	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 0.7

对于有抗冻、抗渗和其他特殊要求的强度等级小于 C30 的混凝土,其所用碎石的泥块含量应不大于 0.5%。

2.2.5 碎石的强度可用岩石的抗压强度和压碎值指标表示。岩石的抗压强度应比所配制的混凝土强度至少高 20%。当混凝土强度等级大于或等于 C60 时,应进行岩石抗压强度检验,岩石强度首先应由生产单位提供,工程中可采用压碎值指标进行质量控制。碎石的压碎值指标应符合表 1-2-9 的规定。

碎石的压碎值指标

表 1-2-9

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎值指标(%)
沉积岩	C60~C40	≤ 10
	$\leq C35$	≤ 16
变质岩或深层的火成岩	C60~C40	≤ 12
	$\leq C35$	≤ 20
喷出的火成岩	C60~C40	≤ 13
	$\leq C35$	≤ 30

注:沉积岩包括石灰岩、砂岩等。变质岩包括片麻岩、石英岩等。深层的火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩和橄榄岩等。喷出的火成岩包括玄武岩和辉绿岩等。

2.2.6 碎石中的硫化物和硫酸盐含量,以及有机物等有害物质含量应符合表 1-2-10 的规定。

碎石中的硫化物和硫酸盐含量

表 1-2-10

项 目	质量要求
硫化物及硫酸盐含量(折算成三氧化硫,按质量计,%)	≤ 1.0
卵石中有机物含量(用比色法试验)	颜色应不深于标准色。当颜色深于标准色时,应配制混凝土进行强度对比试验,抗压强度比应不低于 0.95

2.2.7 对于长期处于潮湿环境的重要结构混凝土,其所使用的碎石应进行碱活性检验,控制混凝土中的碱含量不超过 $3\text{kg}/\text{m}^3$,或采用能抑制碱—骨料反应的有效措施。

对不合格砂或石的试样可进行加倍复检,但不包括筛分析。

3 进场检验

每批砂石至少应进行颗粒级配、含泥量、泥块含量检验。对于碎石或卵石,还应检验针片状颗粒含量;对于海砂或有氯离子污染的砂,还应检验其氯离子含量,海砂另外还需检验贝壳含量;对于人工砂及混合砂,还应检验石粉含量。

3.1 检验批量划分

使用单位应按砂或石的同产地、同规格分批验收。采用大型工具(如火车、货船、汽车)运输的,以 400m^3 或 600t 为一检验批。采用小型工具(如拖拉机等)运输的,应以 200m^3 或 300t 为一验收批。不足上述数量者,应按一检验批进行验收。当砂或石的质量比较稳定、进料量又较大时,可以 1000t 为一检验批。

3.2 取样数量

取样部位均匀分布,取样处表层 10cm 铲除,每组 20kg ;当进行常规四项检测时(砂:含泥量、泥块含量、颗粒级配、堆积密度;石:含泥量、泥块含量、颗粒级配、针片状含量、压碎指标),每组 15kg 。

4 试验样品取样及检验方法

4.1 对于每一单元检验项目,砂石的每组样品取样数量应分别满足表 1-2-11、表 1-2-12 的要求。

每一单项检验项目所需砂的最少取样质量

表 1-2-11

检 验 项 目	最少取样质量(g)
筛分析	4400
表观密度	2600
吸水率	4000
紧密密度和堆积密度	5000
含水率	1000
含泥量	4400
泥块含量	20000
石粉含量	1600
人工砂压碎值指标	分成公称粒级 $5.00\sim 2.50\text{mm}$ 、 $2.50\sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\text{mm}\sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\sim 315\mu\text{m}$ 、 $315\sim 160\mu\text{m}$,每个粒级各需 1000g
有机物含量	2000
云母含量	600
轻物质含量	3200
坚固性	分成公称粒级 $5.00\sim 2.50\text{mm}$ 、 $2.50\sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\text{mm}\sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\sim 315\mu\text{m}$ 、 $315\sim 160\mu\text{m}$ 每个粒级各需 100g
硫化物及硫酸盐含量	50
氯离子含量	2000
贝壳含量	10000
碱活性	20000

每一单项检验项目所需碎石或卵石的最少取样质量 (kg)

表 1-2-12

检 验 项 目	最大公称粒径(mm)							
	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
筛分析	8	15	16	20	25	32	50	64
表观密度	8	8	8	8	12	16	24	24
含水率	2	2	2	2	3	3	4	6
吸水率	8	8	16	16	16	24	24	32
堆积密度、紧密密度	40	40	40	40	80	80	120	120
含泥量	8	8	24	24	40	40	80	80
泥块含量	8	8	24	24	40	40	80	80
针、片状含量	1.2	4	8	12	20	40	—	—
硫化物及硫酸盐	1.0							

4.2 试验步骤：砂石的各项指标试验方法按《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52—2006 进行。

第三节 轻 集 料

1 范围及依据标准

本书所写的轻集料主要包括人造、天然、工业废渣等，堆积密度不大于 $1200\text{kg}/\text{m}^3$ 的粗、细集料。

依据标准：《轻集料及其试验方法 第1部分：轻集料》GB/T 17431.1—2010、《轻集料及其试验方法 第2部分：轻集料试验方法》GB/T 17431.2—2010。

2 分类

按形成方式分为：

- (1) 人造轻集料：轻粗集料（陶粒等）和轻细集料（陶砂等）。
- (2) 天然轻集料：浮石、火山渣等。
- (3) 工业废渣轻集料：自燃煤矸石、煤渣等。

3 质量要求

3.1 颗粒级配

各种轻粗集料和轻细集料的颗粒级配应符合表 1-3-1 的要求，但人造轻粗集料的最大粒径不宜大于 19.0mm。

轻细集料的细度模数宜在 2.3~4.0 范围内。

颗粒级配

表 1-3-1

轻集料	级配类别	公称粒径 (mm)	各号筛的累计筛余(按质量计,%)											
			方孔筛孔径											
			37.5 mm	31.5 mm	26.5 mm	19.0 mm	16.0 mm	9.50 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	600 μm	300 μm	150 μm
细集料	—	0~5	—	—	—	—	—	0	0~10	0~35	20~60	30~80	65~90	75~100

续表

轻集料	级配类别	公称粒级 (mm)	各号筛的累计筛余(按质量计,%)											
			方孔筛孔径											
			37.5 mm	31.5 mm	26.5 mm	19.0 mm	16.0 mm	9.50 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	600 μm	300 μm	150 μm
粗集料	连续粒级	5~40	0~10	—	—	40~60	—	50~85	90~100	95~100	—	—	—	—
		5~31.5	0~5	0~10	—	—	40~75	—	90~100	95~100	—	—	—	—
		5~25	0	0~5	0~10	—	30~70	—	90~100	95~100	—	—	—	—
		5~20	0	0~5	—	0~10	—	40~80	90~100	95~100	—	—	—	—
		5~16	—	—	0	0~5	0~10	20~60	85~100	95~100	—	—	—	—
		5~10	—	—	—	—	0	0~15	80~100	95~100	—	—	—	—
	单粒级	10~16	—	—	—	0	0~15	85~100	90~100	—	—	—	—	—

3.2 密度等级

轻集料密度等级按堆积密度划分,应符合表 1-3-2 的要求。

轻集料密度等级

表 1-3-2

轻集料种类	密 度 等 级		堆积密度范围(kg/m ³)
	轻 粗 集 料	轻 细 集 料	
人造轻集料 天然轻集料 工业废渣轻集料	200	—	>100, ≤200
	300	—	>200, ≤300
	400	—	>300, ≤400
	500	500	>400, ≤500
	600	600	>500, ≤600
	700	700	>600, ≤700
	800	800	>700, ≤800
	900	900	>800, ≤900
	1000	1000	>900, ≤1000
	1100	1100	>1000, ≤1100
	1200	1200	>1100, ≤1200

3.3 有害物质规定应符合表 1-3-3 的要求。

轻集料有害物质

表 1-3-3

项 目 名 称	技 术 指 标
含泥量(%)	≤3.0
	结构混凝土用轻集料不大于 2.0
泥块含量(%)	≤1.0
	结构混凝土用轻集料不大于 0.5

续表

项 目 名 称	技 术 指 标
煮沸质量挂失(%)	≤ 5.0
烧失量(%)	≤ 5.0
	天然轻集料不作规定,用于无筋混凝土的煤渣允许不大于 18
硫化物和硫酸盐含量(按 SO_3 计)(%)	≤ 1.0
	用于无筋混凝土的自然煤矸石允许含量不大于 1.5
有机物含量	不深于标准色,如深于标准色,按《轻集料及其试验方法 第 2 部分:轻集料试验方法》GB/T 17431.2—2010 中的规定操作,且试验结果不低于 95%
氯化物(以氯离子含量计)含量(%)	≤ 0.02
放射性	符合《建筑材料放射性核素限量》GB 6566—2010 的规定

4 试验方法

4.1 氯化物含量按《建设用砂》GB/T 14684—2011 的规定进行。

4.2 其他项目的试验方法按《轻集料及其试验方法 第 2 部分:轻集料试验方法》GB/T 17431.2—2010 的规定进行。

5 检验规则

若试验结果中有一项性能不符合规范要求,允许从同一批轻集料中加倍取样,对不合格项进行复检,若仍不合格,则判该批产品为不合格。

5.1 出厂检验

轻粗集料的检验项目包括:颗粒级配、堆积密度、粒形系数、筒压强度和吸水率;高强轻粗集料还要检测强度等级。

轻细集料的检验项目包括:细度模数、堆积密度。

5.2 型式检验

轻集料的型式检验包括全部项目:颗粒级配、堆积密度、粒形系数、筒压强度、吸水率和软化系数及有害物质检测。

在下列情况下应进行型式检验:

- A 新产品投产时。
- B 正常生产时,每半年进行一次。
- C 当原材料或生产工艺变化时。
- D 停产半年以上,恢复生产时。

5.3 取样要求

5.3.1 批量:轻集料按类别、名称、密度等级分批检验与验收,每 400m^3 为一批,不足 400m^3 亦按一批计。

5.3.2 取样数量:试样从料堆自上到下不同部位、不同方向任选 10 点(袋装应从 10 袋中抽取),拌合均匀,轻粗集料为 50L,轻细集料为 10L。

第四节 掺 合 料

1 范围及依据标准

本书里的掺合料包括:粉煤灰、天然沸石粉、矿渣粉、硅灰。

依据标准：《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596—2005、《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146—1990、《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 3048—1998、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046—2008、《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736—2002。

2 检验项目

2.1 粉煤灰

2.1.1 检验项目：细度、烧失量、需水量比、SO₃ 含量等。

拌制水泥混凝土和砂浆时，作为掺合料的粉煤灰成品应满足表 1-4-1 的要求。

粉煤灰指标要求

表 1-4-1

序号	指 标	级 别		
		I	II	III
1	细度(0.045mm 方孔筛筛余, %, 不大于)	12	20	45
2	需水量比(%, 不大于)	95	105	115
3	烧失量(%, 不大于)	5	8	15
4	含水量(%, 不大于)	1	1	不规定
5	三氧化硫(%, 不大于)	3	3	3

若其中任何一项不符合要求的，应重新加倍取样，进行复检。复验不合格的需降级处理。凡低于表 1-4-1 中最低级别技术要求的粉煤灰为不合格品。

2.1.2 粉煤灰应每半年型式检验一次。

2.2 天然沸石粉

2.2.1 检验项目

沸石粉出厂应有检验合格证，内容包括：厂名、合格证编号、沸石粉等级、批号、出厂日期和出厂检验结果。

2.2.1.1 检验分为型式检验和出厂检验，具体检验项目见表 1-4-2。

天然沸石粉指标要求

表 1-4-2

项 目	型 式 检 验	出 厂 检 验
吸铵值	√	√
细度	√	√
沸石粉水泥胶砂需水量比	√	—
沸石粉水泥胶砂 28d 抗压强度比	√	—

注：表中符号“√”表示需要检验的项目。

2.2.1.2 有下列情况之一时应进行型式检验：

- A 正常生产时，每 6 个月检验一次。
- B 正式投产或工艺有较大改变而可能影响产品性能时。
- C 停产超过 3 个月，恢复生产时。
- D 出厂检验结果与上次型式检验结果有等级差异时。
- E 法定质量监督机构提出进行型式检验要求时。

2.2.2 根据表 1-4-3 列的质量指标,将沸石粉划分为三个质量等级

沸石粉质量等级划分

表 1-4-3

技 术 指 标		质 量 等 级		
		I	II	III
吸铵值(mmol/100g)	不小于	130	100	90
细度(80 μ m 方孔水筛筛余)(%)	不小于	4	10	15
沸石粉水泥胶砂需水量比(%)	不小于	125	120	120
沸石粉水泥胶砂 28d 抗压强度比(%)	不小于	75	70	62

2.3 矿渣粉

活性指数、流动度比、SO₃ 含量、烧失量。

2.3.1 检验项目

矿渣粉分为出厂检验和型式检验。

2.3.1.1 出厂检验项目为密度、比表面积、活性指数、流动度比、含水量、三氧化硫等技术要求。

2.3.1.2 有下列情况之一应进行型式检验:

A 原料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时。

B 正常生产时,每年检验一次。

C 产品长期停产后,恢复生产时。

D 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

E 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

2.3.2 矿渣粉应符合表 1-4-4 的技术指标规定

矿渣粉技术指标

表 1-4-4

项 目		级 别		
		S105	S95	S75
密度(g/cm ³)	≥	2.8		
比表面积(m ² /kg)	≥	500	400	300
活性指数(%)	7d	95	75	55
	28d	105	95	75
流动度比(%)	>	95		
含水量(质量分数)(%)	≤	1.0		
三氧化硫(质量分数)(%)	≤	4.0		
氧离子(质量分数)(%)	≤	0.06		
烧失量(质量分数)(%)	≤	3.0		
玻璃体含量(质量分数)(%)	≥	85		
放射性		合格		

检验结果符合表 1-4-4 中密度、比表面积、活性指数、流动度比、含水量、三氧化硫等技术要求的为合格品;若其中任何一项不符合要求,应重新加倍取样,对不合格的项目