

团 体 标 准

T/CAMIE 05—2021

城镇水处理用滤料和承托料

Filter Media and Support Gravel Media for Water Treatment
in Urban Areas

2021-07-19 发布

2021-08-19 实施

中国环保机械行业协会 发布

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 分类和规格	3
4.1 分类	3
4.2 规格	4
5 技术要求	4
5.1 粒径分布要求	4
5.2 一般要求	5
5.3 其他要求	5
6 检验方法	6
7 检验规则	6
7.1 检验分类	6
7.2 检验项目	6
7.3 组批	8
7.4 抽样	8
7.5 判定规则	9
8 标志、包装、运输和贮存	9
8.1 标志	9
8.2 包装	10
8.3 运输和贮存	10
9 铺装方法	10
附录 A（资料性附录） 滤料和承托料常用规格	11
附录 B（规范性附录） 滤料和承托料技术指标检验方法	12
B.1 粒径分布的测定	12
B.2 破碎率和磨损率的测定	14
B.3 密度的测定	14
B.4 含泥量的测定	15
B.5 盐酸可溶率的测定	16
B.6 灼烧减量的测定（用于石英砂滤料的检验）	17
B.7 明显扁平、细长颗粒含量的测定（用于承托料的检验）	18

B.8	密度大于 1.8 g/cm^3 的重物质含量的测定（用于无烟煤滤料的检验）	18
B.9	堆积密度的测定	19
B.10	表观密度的测定	20
B.11	空隙率的测定	20
B.12	比表面积的测定	21
B.13	石英砂滤料中含硅量（以 SiO_2 计）的测定	23
B.14	天然锰砂滤料滤料中含锰量（以 MnO_2 计）的测定	27
附录 C	（资料性附录） 滤料和承托料铺装方法	28
C.1	准备	28
C.2	承托料铺装	28
C.3	滤料铺装	28
C.4	消毒	28

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。

本文件由中国环保机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司、山东省城市供排水水质监测中心、福建省平潭县石英砂开采加工有限公司、厦门鲁滨砂业有限公司、晋江西峰天然石英砂有限公司、福建省晋江市石英砂实业有限公司、青岛嘉德滤料有限公司、北京淇方天环保科技有限公司、福建省榕霞石英砂有限责任公司、岳阳锴鑫石英材料有限公司、阳城县皇城净水滤材有限公司、萍乡市东桥瓷厂、万川环境科技（广东）有限公司、漳州开发区炽昌砂业有限公司、浙江中劲环保科技有限公司。

本文件主要起草人：陈才高、雷培树、李露、刘海燕、蔡世颜、程珊、辛晓东、吴志刚、万年红、施海鸥、蔡晓辉、李秀、邢利英、蔡瑞章、高雪、鲍任兵、潘章斌、镇祥华、陈树汉、李又红、贺珊珊、吕品、廖正辉、孙健、陈克发、游卫国、章诗璐、夏娜、李天君。

本文件为首次发布。

城镇水处理用滤料和承托料

1 范围

本文件规定了滤料和承托料的术语和定义、分类和规格、技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及铺装方法等。

本文件适用于城镇水处理工程中过滤工艺使用的滤料和承托料。

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，注明日期的引用文件，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 1506 锰矿石 锰含量的测定 电位滴定法和硫酸亚铁铵滴定法

GB/T 6005 试验筛 金属丝编织网、穿孔板和电成型薄板 筛孔的基本尺寸

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滤料 filter media

水处理过程中用于过滤的粒状材料，又称过滤介质。

3.2

承托料 support gravel media

滤料下面铺设的具有支撑作用的材料。

3.3

石英砂滤料 silica sand filter media

以天然石英砂为原料，经过清洗、筛分等程序加工而成，二氧化硅（以 SiO_2 计）含量不低于 85% 的粒状材料。

3.4

无烟煤滤料 anthracite filter media

以三号无烟煤为原料，经筛选、破碎、筛分等程序加工而成的粒状材料。

3.5

普通矿石滤料 crushed ore filter media

以矿石（除无烟煤、火山岩、锰矿外）为原料，经人工破碎及筛分等程序加工而成的粒状材料。

注：普通矿石滤料应为性能稳定，具有一定机械强度，密度为 $2.4 \text{ g/cm}^3 \sim 3.8 \text{ g/cm}^3$ 的粒状滤料。例如蛇纹石滤料、麦饭石滤料等。

3.6

高密度矿石滤料 crushed ore filter media

密度大于 3.8 g/cm^3 的矿石滤料。

3.7

陶粒滤料 ceramite filter media

以粘土、火山岩、页岩或粉煤灰等为主要原料，经混料、团球、焙烧、筛分等程序加工而成的粒状材料。

注：根据加工原料的不同可细分为粘土陶粒滤料、火山岩陶粒滤料、页岩陶粒滤料、粉煤灰陶粒滤料等。

3.8

火山岩滤料 volcanic rock filter media

以火山岩为原料，经筛选、破碎及筛分等程序加工而成的粒状材料。

3.9

免烧陶粒滤料 no-burn ceramite filter media

以粘土、火山岩、页岩或粉煤灰等为主要原料，经混料、团球、筛分等程序，不经焙烧工序加工而成的粒状材料。

3.10

瓷砂滤料 porcelain sand filter media

以高岭土为主要原料，经粉化、团球、烧结、筛分等程序加工而成的粒状材料。

3.11

粒径分布 particle size distribution

滤料中各种粒径颗粒所占的质量比例。

3.12

筛分试验 sieving test

用一组不同孔径的试验筛对滤料进行筛分，以获得滤料粒径分布的试验。

3.13

有效粒径 (d_{10}) effective size

通过滤料质量 10% 的筛孔孔径。

注：筛分试验曲线上，10% 颗粒通过量所对应的筛孔孔径。

3.14

均匀系数 K_{60} (K_{80}) uniformity coefficient

通过滤料质量 60% (80%) 的筛孔孔径与有效粒径的比值。

3.15

破碎率 breaking rate

洗净干燥过筛的滤料样品经振荡及筛分后，通过孔径 0.5 mm 试验筛，并截留在孔径 0.25 mm 试

验筛上的滤料质量占样品质量的百分率。

3.16

磨损率 wear rate

洗净干燥过筛的滤料样品经振荡及筛分后，通过孔径 0.25 mm 试验筛的滤料质量占样品质量的百分率。

3.17

比表面积 specific surface area

单位质量滤料的表面积。

3.18

含泥量 silt content

干燥的滤料样品中粒径小于 0.08 mm 的泥土、粉尘、碎屑等占样品质量的百分率。

3.19

盐酸可溶率 acid solubility

滤料样品中溶于 (1+1) 盐酸溶液的成分占样品质量的百分率。

3.20

灼烧减量 burning weight loss

滤料样品在 (850 ± 10) °C 高温下灼烧 30 min，其减量占样品质量的百分率。

3.21

四分法 quarter method

在一块洁净、光滑的塑料布上，将样品充分混匀，摊平成一正方形，在正方形上划对角线，分为四块，取相对的二块混匀作为一份样品。

3.22

明显扁平、细长颗粒 obviously flat-elongated particles

承托料中，颗粒长度超过其厚度五倍的颗粒。

4 分类和规格

4.1 分类

滤料和承托料分类见表 1。

表 1 滤料和承托料分类表

功能分类	加工方式分类	制造原材料分类
滤料	天然滤料	石英砂滤料
		无烟煤滤料
		普通矿石滤料
		高密度矿石滤料
		天然锰砂滤料
		火山岩滤料
	人工合成滤料	陶粒滤料
		瓷砂滤料
承托料 火山岩	天然承托料	砾石承托料
		锰矿承托料
		火山岩承托料
		高密度矿石承托料
	人工合成承托料	瓷球

4.2 规格

4.2.1 滤料的规格表述可用两种方法。

4.2.1.1 方法 a

粒径范围： $d_1 \sim d_2$ 。

示例：0.9 mm~1.4 mm。

4.2.1.2 方法 b

有效粒径 d_{10} 及均匀系数 K_{60} 或 K_{80} 。

示例： $d_{10} = (0.95 \pm 0.05) \text{ mm}$ ，且 $K_{60} \leq 1.6$ 或 $K_{80} \leq 1.9$

4.2.2 承托料的规格用粒径范围表示。

粒径范围： $d_1 \sim d_2$ 。

示例：4 mm~8 mm。

4.2.3 所选粒径 d_1 及 d_2 应符合 GB/T 6005 的规定。滤料和承托料常用规格见附录 A。

5 技术要求

5.1 粒径分布要求

5.1.1 滤料和承托料规格采用方法 a（粒径范围 $d_1 \sim d_2$ ）表述时，粒径分布宜满足表 2 的要求。

表 2 滤料和承托料粒径分布

滤料和承托料	d_1 范围 / mm	d_2 范围 / mm	$< d_1$ 含量最大允许值 / %	$> d_2$ 含量最大允许值 / %
滤料	$d_1 < 1.25$	$d_2 \leq 1.25$	5	5
滤料和承托料	$d_1 \leq 1.25$	$1.25 < d_2 \leq 8.00$	5	8
	$1.25 < d_1 \leq 8.00$	$d_2 \leq 8.00$	8	8
	$1.25 < d_1 \leq 8.00$	$d_2 > 8.00$	8	10
承托料	$d_1 > 8.00$	$d_2 > 8.00$	10	10

5.1.2 滤料规格采用方法 b(有效粒径 d_{10} 及均匀系数 K_{60} 或 K_{80}) 表述时,粒径分布宜满足表 3 的要求。

表 3 滤料有效粒径 d_{10} 及均匀系数 K_{60} (K_{80}) 要求

d_{10} 取值 / mm	d_{10} 允许偏差 / mm	均匀系数 K_{60} (K_{80}) 范围
< 0.8	± 0.05	≤ 1.6 (2.0)
0.8~1.2	± 0.05	≤ 1.6 (1.9)
> 1.2	± 0.1	≤ 1.6 (1.9)

5.2 一般要求

5.2.1 滤料和承托料应符合 GB/T 17219 的规定。

5.2.2 滤料和承托料中不应含明显可见的泥土、云母、贝壳或有机杂质。

5.2.3 滤料一般技术指标应满足表 4 的要求,承托料一般技术指标应满足表 5 的要求。

表 4 滤料一般技术指标要求

序号	技术指标	石英砂滤料	无烟煤滤料	高密度矿石滤料	普通矿石滤料	天然锰砂滤料	瓷砂滤料	陶粒滤料	火山岩滤料	免烧陶粒滤料
1	破碎率与磨损率之和 / %	≤ 3.00	≤ 3.00	-*	≤ 3.00	≤ 3.00	≤ 3.00	≤ 6.00	≤ 6.00	≤ 6.00
2	密度 / g/cm^3	2.50~2.80	1.30~1.60	≥ 3.80	2.50~2.80	3.20~3.60	2.00~2.50	1.90~2.50	1.50~2.50	1.90~2.50
3	含泥量 / %	≤ 2.00	≤ 3.00	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50
4	盐酸可溶率 / %	≤ 3.50	≤ 3.50	≤ 5.00	≤ 3.50	≤ 5.00	≤ 3.50	≤ 5.00	≤ 5.00	-*

注:标 * 处表示不用检测相应技术指标。

表 5 承托料一般技术指标要求

序号	技术指标	砾石承托料	高密度矿石承托料	锰矿承托料	火山岩承托料	瓷球
1	密度 / g/cm^3	≥ 2.50	≥ 3.80	3.20~3.60	1.50~2.50	≥ 1.90
2	含泥量 / %	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50	≤ 2.50
3	盐酸可溶率 / %	≤ 5.00	≤ 5.00	≤ 5.00	≤ 5.00	≤ 5.00
4	明显扁平、细长颗粒含量 / %	≤ 2.00	≤ 2.00	≤ 2.00	≤ 2.00	-*

注:标 * 处表示瓷球不用检测明显扁平、细长颗粒含量这一指标。

5.3 其他要求

5.3.1 石英砂滤料灼烧减量不应大于 1.5%。

5.3.2 石英砂滤料含硅量(以 SiO_2 计)不应小于 85%。

5.3.3 在无烟煤滤料中,密度大于 $1.8 g/cm^3$ 的重物质含量不应大于 8%。

5.3.4 高密度矿石滤料应为坚硬、耐用、密实的磁铁矿、石榴石或钛铁矿颗粒。其中磁铁矿密度应为 $4.4 g/cm^3 \sim 5.2 g/cm^3$ 。

5.3.5 在天然锰砂滤料中,含锰量(以 MnO_2 计)不应低于 35% 的天然锰砂滤料,可用于地下水除铁、除锰;含锰量为 20%~30% 的天然锰砂滤料,宜用于地下水除铁;含锰量低于 20% 的天然锰砂滤料则不宜用于除铁、除锰。

5.3.6 陶粒滤料、火山岩滤料及免烧陶粒滤料其他技术指标应满足表 6 的要求。

表 6 陶粒滤料、火山岩滤料和免烧陶粒滤料其他技术指标要求

序号	技术指标	陶粒滤料	火山岩滤料	免烧陶粒滤料
1	比表面积 / m^2/g	≥ 0.50	≥ 0.50	≥ 0.50
2	堆积密度 / g/cm^3	0.7~1.4	0.5~1.0	0.7~1.4
3	表观密度 / g/cm^3	1.5~2.2	1.4~2.2	1.5~2.2
4	空隙率 / %	≥ 40	≥ 40	≥ 40

6 检验方法

滤料和承托料技术指标的测定，应按附录 B 的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分型式检验和出厂检验。

7.1.1 型式检验

当有以下情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产时；
- 设备更换可能影响产品性能时；
- 产品长期停产后恢复生产时；
- 国家质量检验机构提出型式检验要求时。

7.1.2 出厂检验

滤料和承托料生产厂应保证所有出厂的产品符合本文件的要求，产品应由生产厂的质检部门进行检验。每一批出厂的产品都应附有规定的质量合格证。

7.2 检验项目

滤料和承托料型式检验及出厂检验项目见表 7。

表 7 型式检验及出厂检验项目

序号	滤料种类	检验项目	型式检验项目	出厂检验项目	对应的要求章条号	检验方法章条号
1	石英砂滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		灼烧减量	√	√	5.3.1	附录 B.6
		含硅量（以 SiO_2 计）	√		5.3.2	附录 B.13
2	无烟煤滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		密度大于 $1.8 \text{ g}/\text{cm}^3$ 的重物质含量	√		5.3.3	附录 B.8

序号	滤料种类	检验项目	型式检验项目	出厂检验项目	对应的要求章条号	检验方法章条号
3	高密度 矿石滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		密度	√	√	5.3.4	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
4	普通矿 石滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√	√	5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
5	天然锰 砂滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		含锰量（以 MnO ₂ 计）	√	√	5.3.5	附录 B.14
6	瓷砂 滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
7	陶粒 滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		比表面积	√		5.3.6	附录 B.12
		堆积密度	√	√	5.3.6	附录 B.9
		表观密度	√		5.3.6	附录 B.10
		空隙率	√		5.3.6	附录 B.11
8	火山岩 滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		比表面积	√		5.3.6	附录 B.12
		堆积密度	√	√	5.3.6	附录 B.9
		表观密度	√		5.3.6	附录 B.10
		空隙率	√		5.3.6	附录 B.11
9	免烧陶 粒滤料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		破碎率及磨损率之和	√		5.2.3	附录 B.2
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		比表面积	√		5.3.6	附录 B.12
		堆积密度	√	√	5.3.6	附录 B.9
		表观密度	√		5.3.6	附录 B.10
		空隙率	√		5.3.6	附录 B.11

序号	滤料种类	检验项目	型式检验项目	出厂检验项目	对应的要求章条号	检验方法章条号
10	砾石承托料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		明显扁平、细长颗粒含量	√		5.2.3	附录 B.7
11	锰矿承托料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		明显扁平、细长颗粒含量	√		5.2.3	附录 B.7
12	火山岩承托料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		明显扁平、细长颗粒含量	√		5.2.3	附录 B.7
13	高密度矿石承托料	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5
		明显扁平、细长颗粒含量	√		5.2.3	附录 B.7
14	瓷球	粒径分布	√	√	5.1	附录 B.1
		密度	√	√	5.2.3	附录 B.3
		含泥量	√	√	5.2.3	附录 B.4
		盐酸可溶率	√	√	5.2.3	附录 B.5

7.3 组批

一个检验批可由一个生产批组成，或由符合以下几个条件的几个生产批组成：

——采用基本相同的材料、工艺和设备可成为一个生产批。

——几个生产批间隔的时间通常不超过一周，除非另有规定，但也不能超过一个月。

7.4 抽样

7.4.1 散装堆积产品检验批抽样

a) 在散装堆积滤料和承托料产品表面划分若干个面积相同的方块，从每一方块的中心点滤料表面 150 mm 以下采取滤料样品；

b) 将每个方块中抽取的样品进行等量混匀，并采用“四分法”对样品进行缩减；

c) 最终抽取的样品质量应满足表 8 的要求；

d) 抽取的样品应装入一个洁净容器或取样袋中，并贴上标签，标签上包含样品名称、规格、生产厂家或用户、采样地点及样品质量等信息。

表 8 抽样最大粒径及最小抽样量对照表

最大粒径 / mm	最小抽样量 / kg
≤ 2	2
9	4
16	16
32	20
64	40

7.4.2 袋装产品检验批抽样

- a) 对同批次袋装滤料和承托料产品进行随机抽样时，抽取样品的包装袋件数参照表 9 执行；
- b) 从袋口中心垂直插入二分之一深度处采取样品，然后将从每袋中取出的样品等量混匀，并采用“四分法”对样品进行缩减；
- c) 最终抽取的样品质量应满足表 8 的要求；
- d) 抽取的样品应装入一个洁净容器或取样袋中，并贴上标签，标签上包含样品名称、规格、生产厂家或用户、采样地点及样品质量等信息。

表 9 取样包装袋件数的确定

每批包装件数	抽取样品的包装件数
2~8	2
8~15	3
15~25	5
25~50	8
50~90	13
90~150	20
150~280	32
280~500	50
500~1200	80
1200~3200	125
3200~10000	200
10000~35000	315
35000~150000	500

7.5 判定规则

7.5.1 检验结果中全部检验项目符合本文件要求时，判定该产品为合格。

7.5.2 检验结果中有三项或三项以上不符合本文件要求时，则判该产品为不合格。

7.5.3 检验结果中有一项或两项不符合本文件要求时，依照 7.4 内容重新抽样，对不合格项目进行复检，复检结果仍有不合格项，则判定为不合格，复检结果合格则判定该产品为合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

滤料和承托料的包装袋上应印字标明：

- a) 产品名称；
- b) 产品规格；

- c) 产品质量;
- d) 执行标准;
- e) 生产厂家。

8.2 包装

滤料和承托料宜使用耐用包装袋包装运输。包装件应附有产品合格证，合格证应注明：

- a) 产品名称;
- b) 产品规格;
- c) 产品质量;
- d) 执行标准;
- e) 生产厂家;
- f) 质检部门的检验印章。

8.3 运输和贮存

8.3.1 滤料和承托料在运输和贮存期间应防止包装袋破损，以免漏失或混入杂物。

8.3.2 不同规格滤料与承托料应分别存放。

9 铺装方法

滤料和承托料铺装方法，应按附录 C 的规定。

附录 A

(资料性附录)

滤料和承托料常用规格

A.1 石英砂滤料和普通矿石滤料常用规格见表 A.1。

表 A.1 石英砂滤料和普通矿石滤料常用规格

滤料种类	常用规格	
石英砂滤料、普通矿石滤料	粒径范围 d_1 ~ d_2 表述	0.5 mm~1.0 mm 0.63 mm~1.25 mm 0.8 mm~1.4 mm 0.9 mm~1.4 mm 1 mm~2 mm 2 mm~3.15 mm
	有效粒径 d_{10} 及均匀系数 K_{60} 或 K_{80} 表述	$d_{10}=0.55 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 且 $K_{60} \leq 1.7$ 或 $K_{80} \leq 1.9$ $d_{10}=0.70 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 且 $K_{60} \leq 1.6$ 或 $K_{80} \leq 1.9$ $d_{10}=0.85 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 且 $K_{60} \leq 1.6$ 或 $K_{80} \leq 1.9$ $d_{10}=0.95 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 且 $K_{60} \leq 1.6$ 或 $K_{80} \leq 1.9$ $d_{10}=1.05 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 且 $K_{60} \leq 1.6$ 或 $K_{80} \leq 1.9$ $d_{10}=2.10 \text{ mm} \pm 0.10 \text{ mm}$ 且 $K_{60} \leq 1.5$ 或 $K_{80} \leq 1.6$

A.2 其他滤料常用规格见表 A.2。

表 A.2 其他滤料常用规格

序号	滤料种类	常用规格 (粒径范围 d_1 ~ d_2 表述)
1	无烟煤滤料	0.8 mm~1.6 mm、0.8 mm~1.8 mm、1 mm~1.8 mm、 1 mm~2 mm、2 mm~4 mm
2	高密度矿石滤料	0.5 mm~1 mm、1 mm~2 mm
3	天然锰砂滤料	0.63 mm~1.25 mm、0.63 mm~1.4 mm、0.63 mm~2 mm
4	火山岩滤料	1 mm~2 mm、2 mm~4 mm、3.15 mm~5 mm、4 mm~6.3 mm、6.3 mm~9 mm
5	陶粒滤料	1.8 mm~2.5 mm、3.15 mm~5 mm、4 mm~6.3 mm、6.3 mm~9 mm
6	瓷砂滤料	0.5 mm~1.25 mm、0.9 mm~1.6 mm、1 mm~2 mm
7	免烧陶粒滤料	3.15 mm~5 mm、4 mm~6.3 mm、6.3 mm~9 mm

A.3 承托料常用规格见表 A.3。

表 A.3 承托料常用规格

序号	滤料种类	常用规格 (粒径范围 d_1 ~ d_2 表述)
1	砾石承托料	2 mm~4 mm、4 mm~8 mm、8 mm~16 mm、16 mm~32 mm、 32 mm~63 mm
2	高密度矿石承托料	2 mm~4 mm、4 mm~8 mm
3	锰矿承托料	2 mm~4 mm、4 mm~8 mm、8 mm~16 mm、30 mm~60 mm、50 mm~80 mm
4	火山岩承托料	10 mm~20 mm、20 mm~30 mm、30 mm~50 mm
5	瓷球	3.15 mm~5 mm、4 mm~8 mm、8 mm~16 mm、16 mm~32 mm

附录 B

(规范性附录)

滤料和承托料技术指标检验方法

B.1 粒径分布的测定

B.1.1 原理

根据滤料和承托料样品的规格选取合适孔径的试验筛按筛孔由大至小的顺序从上到下套在一起,最上层试验筛中放入一定质量的样品,一起放在行程 (140 ± 5) mm、频率 (150 ± 5) 次 / min的振荡机上振荡 20 min进行筛分试验。以筛孔孔径为横坐标,以累积通过筛孔径的过筛滤料质量百分数为纵坐标绘制筛分曲线。可从筛分曲线上了解滤料的粒径分布情况。

B.1.2 仪器和设备

B.1.2.1 干燥箱,室温 ~ 250 °C。

B.1.2.2 分样器。

B.1.2.3 试验筛,直径 200 mm。

B.1.2.4 电子天平,精度 0.1 g。

B.1.2.5 振荡机,行程 (140 ± 5) mm,频率 (150 ± 5) 次 / min。

B.1.2.6 游标卡尺,量程 200 mm,精度 0.02 mm。

B.1.3 试样的制备

将滤料及承托料样品置于干燥箱 (B.1.2.1),在 (105 ± 1) °C 条件下干燥 2.5 h,并置于干燥器中冷却至室温。根据样品粒径参照表 B.1 使用分样器 (B.1.2.2) 制备适量试样。

表 B.1 粒径分布测定中不同粒径样品需求量

样品最大粒径 (mm)	2	8	32	64	> 64
样品用量 (g)	200	400	1000	1500	2000

B.1.4 操作步骤

B.1.4.1 根据滤料规格选取一组试验筛 (B.1.2.3),试验筛按筛孔孔径由大至小的顺序从上到下套在一起,底盘放在最下部。选取的试验筛孔径从小到大依次为 W_1 、 W_2 ... W_n 。

B.1.4.2 根据表 B.1 用电子天平 (B.1.2.4) 准确称取适量的干燥试样,置于一组试验筛最大孔径的筛上,然后盖上顶盖,在振荡机 (B.1.2.5) 上振荡 20 min。

注:若样品粒径大于 32 mm,可采用游标卡尺 (B.1.2.6) 对样品粒径进行测量。

B.1.4.3 称取每只筛上截留的滤料质量 m_i ,其中截留在底筛上的质量计为 m_0 ,按表 B.2 填写筛分记录,

B.1.4.4 以表 B.2 中试验筛的筛孔孔径 W_i 为横坐标,以累计通过该筛孔的过筛滤料质量百分数 P_i 为纵坐标绘制筛分曲线,筛分曲线图示例见图 B.1。

B.1.4.5 在筛分曲线上读出滤料样品的有效粒径 d_{10} 、 d_{60} 和 d_{80} 。

表 B.2 筛分记录

筛孔孔径, W_i / mm	截留在筛上的样品质量, m_i / g	累计通过筛的样品	
		质量, G_i / g	百分数, $P_i / \%$
W_1	m_1	$G_1 = m_0$	$G_1 / G \times 100$
W_2	m_2	$G_2 = m_0 + m_1$	$G_2 / G \times 100$
W_3	m_3	$G_3 = m_0 + m_1 + m_2$	$G_3 / G \times 100$
W_4	m_4	$G_4 = m_0 + m_1 + m_2 + m_3$	$G_4 / G \times 100$
.....
W_{n-1}	m_{n-1}	$G_{n-1} = m_0 + m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_{n-2}$	$G_{n-1} / G \times 100$
W_n	m_n	$G_n = m_0 + m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_{n-1}$	$G_n / G \times 100$

注: G ——滤料样品总质量, g。 $W_1 \sim W_n$ 按照从小到大排列, 筛孔径的选取应符合 GB/T 6005 对筛孔尺寸的规定。

B.1.5 结果计算

均匀系数 (K_{60}) 按式 (B.1-1) 计算:

$$K_{60} = \frac{d_{60}}{d_{10}} \dots\dots\dots (B.1-1)$$

均匀系数 (K_{80}) 按式 (B.1-2) 计算:

$$K_{80} = \frac{d_{80}}{d_{10}} \dots\dots\dots (B.1-2)$$

式中: K_{60} ——均匀系数;

K_{80} ——均匀系数;

d_{10} ——通过滤料质量 10% 的筛孔孔径, 单位为毫米 (mm);

d_{60} ——通过滤料质量 60% 的筛孔孔径, 单位为毫米 (mm);

d_{80} ——通过滤料质量 80% 的筛孔孔径, 单位为毫米 (mm)。

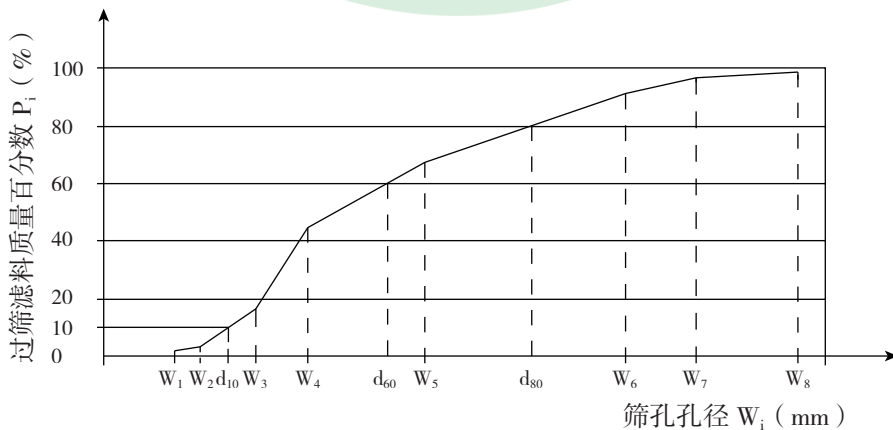


图 B.1 筛分曲线图示例

B.2 破碎率和磨损率的测定

B.2.1 原理

将粒径大于 0.5 mm 的样品置于装有钢珠的金属圆筒中，通过一定行程和频率的振荡，测定破碎及磨损质量占原样品质量的比值。

B.2.2 仪器与设备

B.2.2.1 试验筛，直径 200 mm，孔径 0.25 mm、0.5 mm、0.63 mm、3.15 mm、6.3 mm。

B.2.2.2 分析天平，精度 0.1 mg。

B.2.2.3 金属圆筒，内径 50 mm、高 150 mm。

B.2.2.4 轴承钢珠，直径 8 mm。

B.2.2.5 振荡机，行程 (140 ± 5) mm，频率 (150 ± 5) 次 / min。

B.2.2.6 电热恒温干燥箱，室温 ~250 °C。

B.2.3 试样的制备

将样品洗净干燥，用孔径为 0.63 mm 的试验筛 (B.2.2.1) 筛选样品，称取约 50 g 截留在筛上的样品。粒径大于 10 mm 的滤料颗粒，需先进行破碎，筛选粒径为 3.15 mm~6.3 mm 间的滤料颗粒用于破碎率和磨损率的测定。

B.2.4 操作步骤

B.2.4.1 用分析天平 (B.2.2.2) 准确称取制备好的样品于内径 50 mm、高 150 mm 的金属圆筒 (B.2.2.3) 内，加入 6 颗直径 8 mm 的轴承钢珠 (B.2.2.4)，盖紧筒盖。

B.2.4.2 将金属圆筒固定在振荡机 (B.2.2.5) 上，在行程为 (140 ± 5) mm、频率为 (150 ± 5) 次 / min 的条件下振荡 15 min。

B.2.4.3 取出振荡后的样品，用孔径为 0.25 mm 和 0.5 mm 的试验筛 (B.2.2.1) 筛选样品，分别称量通过筛孔径 0.5 mm 而截留于筛孔径 0.25 mm 筛上的样品质量，以及通过筛孔径 0.25 mm 的样品质量。

B.2.5 结果计算

破碎率和磨损率分别按式 (B.2-1) 和式 (B.2-2) 计算：

$$C_p = \frac{m_1}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.2-1)$$

$$C_m = \frac{m_2}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.2-2)$$

式中：C_p——破碎率 (%)；

C_m——磨损率 (%)；

m₁——通过筛孔径 0.5 mm 而截留于筛孔径 0.25 mm 筛上的样品质量，单位为克 (g)；

m₂——通过筛孔径 0.25 mm 的样品质量，单位为克 (g)；

m——样品的质量，单位为克 (g)。

B.3 密度的测定

B.3.1 试剂和材料

B.3.1.1 纯水：应符合 GB/T 6682 三级水的规定。

B.3.1.2 煤油。

B.3.2 仪器与设备

B.3.2.1 李氏比重瓶，250 ml。

B.3.2.2 恒温箱，(20 ± 1)℃。

B.3.2.3 分析天平，精度 0.1 mg。

B.3.2.4 长颈玻璃漏斗。

B.3.2.5 量筒，500 mL、1000 mL。

B.3.3 操作步骤

B.3.3.1 向李氏比重瓶 (B.3.2.1) 中加入在恒温箱 (B.3.2.2) 中恒温至 20℃ 的纯水 (B.3.1.1) 至零刻度，塞紧瓶盖。在 (20 ± 1)℃ 的恒温箱 (B.3.2.2) 中静置 1 h 后，调整水面准确至零刻度，擦干瓶颈内壁附着水。

B.3.3.2 用分析天平 (B.3.2.3) 准确称取一定质量的干燥滤料样品，通过长颈玻璃漏斗 (B.3.2.4) 慢慢加入李氏比重瓶 (B.3.2.1)，边加边向上提升漏斗，避免漏斗附着水及瓶颈内壁粘附样品颗粒，直至液面上升至刻度区间约 3/4 处，记录加入的样品质量。

B.3.3.3 塞紧瓶盖，在 (20 ± 1)℃ 的恒温箱 (B.3.2.2) 中静置 1 h，用手轻拍比重瓶驱除气泡，待气泡全部排除，记录瓶中水面刻度体积。

B.3.3.4 测定无烟煤滤料时，最好用煤油 (B.3.1.2) 代替纯水。

B.3.3.5 对于粒径大于 8 mm 的滤料颗粒可用 500 mL 量筒或者 1000 mL 量筒 (B.3.2.5) 进行测定。

B.3.4 结果计算

样品的密度按式 (B.3) 计算：

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：ρ —— 密度，单位为克每立方厘米 (g / cm³)；

m —— 样品的质量，单位为克 (g)；

V —— 加样品后瓶中水面刻度体积，单位为立方厘米 (cm³)。

B.4 含泥量的测定

B.4.1 仪器与设备

B.4.1.1 干燥箱，室温 ~250℃。

B.4.1.2 电子天平，精度 0.1 g。

B.4.1.3 试验筛，直径 200 mm，孔径 0.08 mm。

B.4.2 操作步骤

B.4.2.1 根据样品粒径参考表 B.3 称取对应质量的样品置于搪瓷盆中，于干燥箱 (B.4.1.1) 中在 105℃ ~ 110℃ 条件下干燥至恒量，用电子天平 (B.4.1.2) 称取样品质量。

B.4.2.2 向搪瓷盆中加水淹没样品，搅拌 5 min，并浸泡 2 h。

B.4.2.3 准备孔径为 0.08 mm 的试验筛 (B.4.1.3)，筛的两面用水润湿。

B.4.2.4 搅拌淘洗样品约 1 min，把浑水慢慢倒入孔径为 0.08 mm 的试验筛 (B.4.1.3) 中。在整个操作过程中，应避免滤料颗粒损失。

B.4.2.5 再向搪瓷盘中加入水，重复上述操作，直至搪瓷盘中的水清澈为止。

B.4.2.6 用水冲洗截留在筛上的颗粒，并将试验筛放在水中来回摇动，以充分洗除小于 0.08 mm 颗粒。

B.4.2.7 将筛上截留的颗粒和搪瓷盘中洗净的样品一并倒入已恒量的搪瓷盘中，置于 105 ℃~110 ℃ 的干燥箱 (B.4.1.1) 中干燥至恒量。

表 B.3 含泥量测定中不同粒径样品需求量

样品最大粒径 (mm)	4	8	16	32	>32
样品质量 (g)	500	1000	1500	2000	2500

B.4.3 结果计算

含泥量按式 (B.4) 计算：

$$C_n = \frac{m - m_n}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中： C_n ——含泥量 (%)；

m ——淘洗前样品的质量，单位为克 (g)；

m_n ——淘洗后样品的质量，单位为克 (g)。

B.5 盐酸可溶率的测定

B.5.1 原理

滤料和承托料样品用 (1+1) 盐酸浸泡后，部分物质溶于盐酸溶液。将浸泡后的样品清洗烘干，样品的失重与样品原质量的比值百分数即为盐酸可溶率。

B.5.2 试剂和材料

B.5.2.1 盐酸 ($\rho_{20}=1.19 \text{ g/mL}$)。

B.5.2.2 盐酸溶液 (1+1)：量取 500 mL 盐酸 (B.5.2.1)，缓慢注入 500 mL 水中，混匀。

B.5.3 仪器与设备

B.5.3.1 干燥箱，室温 ~250 ℃。

B.5.3.2 分析天平，精度 0.1 mg。

B.5.3.3 电子天平，精度 0.01 g。

B.5.3.4 pH 广泛试纸。

B.5.4 操作步骤

B.5.4.1 将样品用水洗净，在 105 ℃~110 ℃ 的干燥箱 (B.5.3.1) 中干燥至恒量。

B.5.4.2 根据样品的最大粒径参照表 B.4 用分析天平 (B.5.3.2) (样品粒径大于 8 mm 建议用电子天平 (B.5.3.3) 称量) 准确称取相应质量的样品置于烧杯中，加入对应体积的盐酸溶液 (1+1) (B.5.2.2) 使

样品完全浸没。陶粒滤料、火山岩滤料、瓷砂、火山岩承托料、瓷球称取量可减半进行测定。

B.5.4.3 在室温下静置 2 h，偶作搅拌，待停止发泡或停止溶解 30 min 后，倾出盐酸溶液，用水反复洗涤样品（注意避免样品流失），直至用 pH 广泛试纸（B.5.3.4）检查洗净水呈中性为止。

B.5.4.4 把洗净后的样品移入已恒量的称量瓶或烧杯中，在 105 ℃~110 ℃的干燥箱中干燥至恒量。

表 B.4 盐酸可溶率测定中不同粒径样品需求量

样品最大粒径（mm）	2	8	16	> 16
样品质量（g）	50	100	250	500
盐酸溶液（1+1）用量（mL）	160	320	800	1600

B.5.5 结果计算

盐酸可溶率按式（B.5）计算：

$$C_y = \frac{m - m_y}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：C_y——盐酸可溶率（%）；

m——加盐酸前样品的质量，单位为克（g）；

m_y——加盐酸后样品的质量，单位为克（g）。

B.6 灼烧减量的测定（用于石英砂滤料的检验）

B.6.1 原理

滤料在（850 ± 10）℃高温下灼烧，滤料中有机质、贝壳、碳酸盐等杂质可以灼烧去除。滤料灼烧后失重与灼烧前质量的比值百分数为灼烧减量。

B.6.2 仪器和设备

B.6.2.1 分析天平，精度 0.1 mg。

B.6.2.2 瓷坩埚，30 mL。

B.6.2.3 马弗炉，室温 ~1000 ℃。

B.6.3 操作步骤

B.6.3.1 将滤料样品置于干燥箱，在（105 ± 1）℃条件下干燥 2.5 h，并置于干燥器中冷却至室温备用。

B.6.3.2 用分析天平（B.6.2.1）称取干燥滤料样品约 30 g，置于已灼烧至恒重的瓷坩埚（B.6.2.2）中，并将瓷坩埚盖斜置于瓷坩埚（B.6.2.2）上。

B.6.3.3 将称好的样品及瓷坩埚一起置于马弗炉（B.6.2.3）中，从低温升起，在（850 ± 10）℃高温下灼烧 30 min。

B.6.3.4 灼烧试验结束后，关闭马弗炉开关，让其内腔温度慢慢下降至 100 ℃左右，将其置于干燥器中冷却至室温进行称量。

B.6.4 结果计算

灼烧减量按式（B.6）计算：

$$C_s = \frac{m - m_s}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中： C_s ——灼烧减量（%）；

m ——灼烧前干燥样品的质量，单位为克（g）；

m_s ——灼烧后干燥样品的质量，单位为克（g）。

B.7 明显扁平、细长颗粒含量的测定（用于承托料的检验）

B.7.1 仪器和设备

B.7.1.1 电子天平，精度 0.1 g。

B.7.1.2 游标卡尺，精度为 0.02 mm，量程为 200 mm。

B.7.2 操作步骤

B.7.2.1 将样品在 105 ℃~110 ℃的干燥箱中干燥至恒量。

B.7.2.2 根据粒径大小按照表 B.5 的要求用电子天平（B.7.1.1）称取相应质量的样品用于检测。

B.7.2.3 用游标卡尺（7.1.2）测出各扁平、细长颗粒的最大长度和中央处的最小厚度，挑出明显扁平、细长颗粒并进行称量。

表 B.5 不同粒径样品的检验样品量

样品粒径（mm）	2~4	4~8	8~16	16~32	32~64
样品质量（g）	500	1500	2500	5000	5000

B.7.3 结果计算

明显扁平、细长颗粒含量按式（B.7）计算：

$$C_b = \frac{m_b}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

式中： C_b ——明显扁平、细长颗粒含量（%）；

m ——干燥承托料样品的质量，单位为克（g）；

m_b ——干燥的明显扁平、细长颗粒质量，单位为克（g）。

B.8 密度大于 1.8 g/cm³ 的重物质含量的测定（用于无烟煤滤料的检验）

B.8.1 原理

采用分析纯氯化锌配制密度为 1.8 g/cm³ 的氯化锌溶液，无烟煤中重物质会在此溶液中进行沉淀，而无烟煤会漂浮于溶液表面。捞除漂浮物及悬浮物，对沉淀物进行清洗、干燥，沉淀物质量与称取的样品质量的比值即为密度大于 1.8 g/cm³ 的重物质含量。

B.8.2 试剂

B.8.2.1 相对密度为 1.8 g/cm³ 的氯化锌溶液：向 1000 mL 的量杯中加水至 500 mL 刻度处，再加入 1500 g 氯化锌（分析纯），用玻璃棒搅拌使氯化锌全部溶解，取部分溶液倒入 250 mL 量筒中，用比重计测其相对密度。若溶液相对密度大于要求值，则再加入适量的水；若溶液相对密度小于要求值，则再加入适量的氯化锌，搅拌、混合均匀，测其相对密度，直至溶液相对密度达到要求数值为止。

B.8.3 仪器和设备

B.8.3.1 分析天平，精度 0.1 mg。

B.8.3.2 比重计，量程 $1.0 \text{ g/cm}^3 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ 。

B.8.3.3 称量瓶。

B.8.4 操作步骤

B.8.4.1 用分析天平 (B.8.3.1) 称取洗净干燥至恒量滤料样品约 50 g，置于盛有密度为 1.8 g/cm^3 氯化锌溶液 (B.8.2.1) (约 500 mL) 的 1000 mL 烧杯中，用玻璃棒充分搅拌 5 min，静置 10 min 使密度大于 1.8 g/cm^3 的物质沉淀。

B.8.4.2 用网勺按一定方向小心捞取漂浮物，反复操作直至捞尽为止。捞取时应注意，勿使沉淀物搅起混入漂浮物中。

B.8.4.3 将烧杯中的氯化锌溶液慢慢倾入另一容器中 (注意不要让沉淀物倾出)。用温水冲洗烧杯底沉淀物上残存的氯化锌，将沉淀物洗净。

B.8.4.4 将沉淀物倒入已恒量的称量瓶 (B.8.3.3) 中，在 $105 \text{ }^\circ\text{C} \sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$ 的干燥箱中干燥至恒重。

B.8.5 结果计算

密度大于 1.8 g/cm^3 的重物质含量按式 (B.8) 计算：

$$C_z = \frac{m_z}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中： C_z ——密度大于 1.8 g/cm^3 的重物质含量 (%)；

m ——干燥滤料样品的质量，单位为克 (g)；

m_z ——干燥的沉淀物质的质量，单位为克 (g)。

B.9 堆积密度的测定

B.9.1 仪器和设备

B.9.1.1 容量筒， $\phi 100 \times 100$ (mm)、 $250 \times 250 \times 250$ (mm)、 $300 \times 300 \times 300$ (mm)。

B.9.1.2 电子天平，精度 0.1 g。

B.9.2 操作步骤

B.9.2.1 将样品在 $105 \text{ }^\circ\text{C} \sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$ 的干燥箱中干燥至恒重。

B.9.2.2 根据滤料粒径大小参考表 B.6 选择相应尺寸的容量筒 (B.9.1.1) 进行检测。

表 B.6 不同粒径样品选用容量筒尺寸要求

单位：毫米

样品粒径	< 10	10~32	> 32
容量筒尺寸	$\phi 100 \times 100$	$250 \times 250 \times 250$	$300 \times 300 \times 300$

B.9.2.3 将试样从离容量筒上方 50 mm 处 (或采用标准漏斗) 均匀倒入，让试样自然落下并装满整个容量筒 (B.9.1.1) 使顶部试样成椎体堆积状，用直尺沿容量筒边缘从中心向两边刮平，表面凹陷处用粒径较小的滤料填平。

B.9.2.4 用电子天平 (B.9.1.2) 称量容量筒内填装的试样质量，取两次试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果之差大于平均值的 2% 时，应按照步骤 B.9.2.2 和 B.9.2.3 重新取样操作。

B.9.3 结果计算

堆积密度按式 (B.9) 计算:

$$\rho_p = \frac{m_t - m_v}{V_v} \dots\dots\dots (B.9)$$

式中: ρ_p ——堆积密度, 单位为克每立方厘米 (g/cm^3);
 m_t ——滤料样品和容量筒的质量, 单位为克 (g);
 m_v ——容量筒的质量, 单位为克 (g);
 V_v ——容量筒的容积, 单位为立方厘米 (cm^3)。

B.10 表观密度的测定

B.10.1 仪器和设备

B.10.1.1 分析天平, 精度 0.1 mg。

B.10.1.2 李氏比重瓶, 250 mL。

B.10.1.3 量筒, 500 mL、1000 mL。

B.10.2 操作步骤

B.10.2.1 用分析天平 (B.10.1.1) 称取适量的洗净干燥的样品, 放入量筒中浸水 1 h (如有颗粒漂浮于水上, 必须用带柄的圆形金属板将其压入水中) 后取出, 倒入孔径为 0.08 mm 的筛子上, 沥水 1 min~2 min。

B.10.2.2 沥水后倒在拧干的湿毛巾上, 用手握住毛巾两端, 使其成为槽形, 让试样在毛巾上来回滚动 8 次~10 次后, 倒入瓷盘里。

B.10.2.3 将瓷盘中试样倒入水面为零刻度的李氏比重瓶或量筒中, 读出水面刻度。

B.10.2.4 取两次试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果之差大于平均值的 2% 时, 应重新取样进行试验。

B.10.3 结果计算

表观密度按式 (B.10) 计算:

$$\rho_{ap} = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (B.10)$$

式中: ρ_{ap} ——表观密度, 单位为克每立方厘米 (g/cm^3);
 m ——干燥样品质量, 单位为克 (g);
 V ——李氏比重瓶中水面刻度, 单位为立方厘米 (cm^3)。

B.11 空隙率的测定

在测定样品堆积密度和表观密度的基础上, 通过计算, 确定样品在自然堆积状态下颗粒间的空隙率。

空隙率按式 (B.11) 计算。

$$v = \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_{ap}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (B.11)$$

式中: v ——空隙率 (%);
 ρ_p ——堆积密度, 单位为克每立方厘米 (g/cm^3);

ρ_{ap} ——表观密度，单位为克每立方厘米（ g/cm^3 ）。

B.12 比表面积的测定

B.12.1 原理

放到气体体系中的样品，其物质表面在低温下将发生物理吸附。当吸附达到平衡时，测量平衡吸附压力和吸附的气体体积，根据 BET 方程式 (B.12-1) 求出样品单分子层吸附量，从而计算出样品的比表面积。

$$\frac{P/P_0}{V(1-P/P_0)} = \frac{C-1}{V_m C} \times P/P_0 + \frac{1}{V_m C} \dots\dots\dots (B.12-1)$$

式中： P ——平衡吸附压力，单位为帕（Pa）；

P_0 ——饱和蒸汽压力，单位为帕（Pa）；

V ——吸附体积（标准态），单位为立方厘米（ cm^3 ）；

V_m ——单层吸附体积（标准态），单位为立方厘米（ cm^3 ）；

C ——BET 常数。

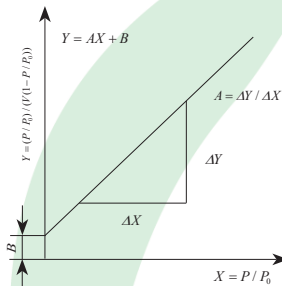


图 B.2 BET 图

令 P/P_0 为 X ， $\frac{P/P_0}{V(1-P/P_0)}$ 为 Y ， $\frac{C-1}{V_m C}$ 为 A ， $\frac{1}{V_m C}$ 为 B ，便得到一条斜率为 A ，截距为 B 的直线方程 $Y = AX+B$ ，作图如图 B.2 所示。

图 B.2 在相对压力 P/P_0 取值在 0.05~0.35 范围内通常是线性的，而两个端点有时会偏离直线，计算时偏离的点应舍掉。

通过一系列相对压力 P/P_0 和吸附气体量 V 的测量，由 BET 图或最小二乘法求出斜率 A 和截距 B 值，并导出单层容量和 BET 参数 C ， C 值表示了吸附剂和吸附质之间的相互作用力。采用氮吸附气体时，截距相对斜率而言，往往是比较小的， C 值远大于 1。

采用氮吸附气体时，样品的质量比表面积 S_w ，可通过单层容量和每个分子在一个完整的单层上所占有的平均面积求出，如式 (B.12-2)：

$$S_w = \frac{4.35 V_m}{m} \dots\dots\dots (B.12-2)$$

式中： S_w ——样品的质量比表面积，单位为平方米每克（ m^2/g ）；

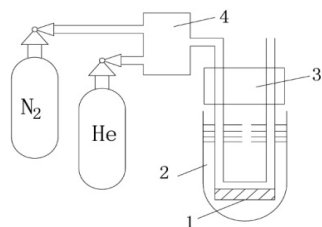
V_m ——单层吸附体积（标准态），单位为立方厘米（ cm^3 ）；

m ——样品的质量，单位为克（g）。

B.12.2 仪器和材料

B.12.2.1 主要仪器

本标准给出了气相色谱法所用仪器原理示意图 B.3。



1 — 样品；2 — 盛有液氮的杜瓦瓶；

3 — 热导池鉴定器；4 — 气体混合器。

图 B.3 气相色谱法比表面积测定仪

B.12.2.2 辅助设备

- a) 分析天平，精度 0.1 mg。
- b) 杜瓦瓶，各种尺寸的杜瓦瓶和液氮的储存设备。
- c) 盛样器，U 形玻璃管盛装样品。
- d) 蒸气压力温度计，用以测量液体氮的饱和蒸汽压力和温度。

B.12.2.3 材料

- a) 吸附气体（氮气），其纯度不小于 99.99%，其温度在测量过程中要保持稳定。
- b) 载气（氦气），其纯度不小于 99.99%。
- c) 液体氮，其纯度不小于 99.99%，使吸附气体的饱和蒸汽压力在测量过程中保持稳定。

B.12.3 操作步骤

B.12.3.1 脱气

在真空度大约 1 Pa 的条件下，在 90 °C 时，脱气 1 h，然后在 350 °C 时，脱气大于 5.5 h，当盛样器内气体的压力和组成、样品质量达到稳定时，脱气完成。脱气后，盛样器冷却至测量温度。

B.12.3.2 测量

以氮气为吸附气体，氦气为载气，两种气体以一定比例混合后，在接近大气压力下流过样品，用热导池检测器监视混合气体的热传导率。

调节氦气流量约为 40 mL / min，调节氮气流量，使两路气体混合均匀的总流量约为 70 mL / min。然后接通电源，调节监视器零点。待仪器稳定后，把装有液氮的杜瓦瓶套在样品管上，当吸附达到平衡时，热导池检出一个吸附峰。当液氮移开样品时，热导池又检出一个与吸附峰极性相反的脱附峰。

再次调整氦气与氮气的流量，保持总流量约在 70 mL / min，且 P / P_0 在 0.05~0.35 范围内，如上操作，检出一个吸附峰和一个脱附峰。

如此测量 5 次 ~7 次，检出相应的吸附峰与脱附峰。

B.12.3.3 结果计算

a) 相对压力

相对压力由式 (B.12-3) 求出:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{R_x}{R_0} \times \frac{P_A}{P_0} \quad \dots\dots\dots (B.12-3)$$

式中: P ——平衡吸附压力, 单位为帕 (Pa);

P_0 ——饱和蒸汽压力, 单位为帕 (Pa);

P_A ——大气压力, 单位为帕 (Pa);

R_x ——吸附质气体流量, 单位为毫升每分钟 (mL/min);

R_0 ——混合气总流量, 单位为毫升每分钟 (mL/min)。

b) 吸附的气体量

吸附的气体量由式 (B.12-4) 和式 (B.12-5) 求出:

$$V_S = V_t \frac{273.15 P_A}{1.01325 \times 10^5 (273.15 + t)} \quad \dots\dots\dots (B.12-4)$$

$$V = V_s \frac{A_d}{A_s} \quad \dots\dots\dots (B.12-5)$$

式中: V_s ——体积管中充入吸附质气体体积 (标准态), 单位为立方厘米 (cm³);

P_A ——大气压力, 单位为帕 (Pa);

V_t ——标准体积管体积, 单位为立方厘米 (cm³);

t ——实验时环境温度, 单位为摄氏度 (°C);

V ——吸附体积 (标准态), 单位为立方厘米 (cm³);

A_d ——脱附峰面积, 单位为平方厘米 (cm²);

A_s ——标准峰面积, 单位为平方厘米 (cm²)。

c) 比表面积

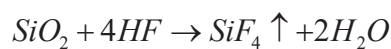
样品的比表面积按 B.12.1 中描述的方法求出。

B.13 石英砂滤料中含硅量 (以 SiO₂ 计) 的测定

B.13.1 重量法

B.13.1.1 原理

用氢氟酸、硝酸在加热条件下分解石英砂中二氧化硅, 硫酸冒烟驱除硅、氟, 并于高温中灼烧至恒重, 由氢氟酸处理前后的质量差可得出石英砂滤料中含硅量 (以 SiO₂ 计)。其化学反应如下:



B.13.1.2 试剂和材料

B.13.1.2.1 硝酸 ($\rho_{20}=1.4 \text{ g/mL}$)。

B.13.1.2.2 硫酸 ($\rho_{20}=1.84 \text{ g/mL}$)。

B.13.1.2.3 硫酸溶液 (1+3),将1份体积硫酸(B.13.1.2.2)在冷水水浴条件下缓缓注入3份体积纯水中,边加边搅拌。

B.13.1.2.4 氢氟酸 40%,分析纯。

B.13.1.3 仪器与设备

B.13.1.3.1 电热恒温干燥箱,室温 ~250 ℃。

B.13.1.3.2 研磨机。

B.13.1.3.3 试验筛, 150 μ m。

B.13.1.3.4 铂金坩埚, 30 mL。

B.13.1.3.5 分析天平,精度 0.1 mg。

B.13.1.3.6 低温电炉。

B.13.1.3.7 马弗炉,室温 ~1000 ℃,能自动控温。

B.13.1.4 试样的制备

用称量瓶称取约 10 g 石英砂滤料样品放入 (120 ± 5) ℃ 的电热恒温干燥箱 (B.13.1.3.1) 中干燥 2 h,并于干燥器中冷却至室温后用研磨机 (B.13.1.3.2) 进行粉碎,用试验筛 (B.13.1.3.3) 筛取 150 μ m 以下粒径的试样装入试样袋中置于干燥器中备用。

B.13.1.5 操作步骤

B.13.1.5.1 将铂金坩埚 (B.13.1.3.4) 进行恒重,质量记为 m_0 。用分析天平 (B.13.1.3.5) 称取约 0.5 g 试样于已恒重的铂金坩埚 (B.13.1.3.4) 中,在 (120 ± 5) ℃ 的电热恒温干燥箱 (B.13.1.3.1) 中干燥 30 min,置于干燥器中冷却至室温,称其质量记为 m_1 。

B.13.1.5.2 将铂金坩埚及试样置于通风橱内,沿坩埚壁缓缓加入 5 mL 硝酸 (B.13.1.2.1),滴加 3 滴 ~4 滴 (约 1 mL) 硫酸溶液 (1+3) (B.13.1.2.3),逐渐加入 5 mL~10 mL 氢氟酸 (B.13.1.2.4),于低温电炉 (B.13.1.3.6) 上加热蒸发至样品完全分解。若试样未溶解,继续加 5 mL~10 mL 氢氟酸 (B.13.1.2.4) 和 3 mL 硝酸 (B.13.1.2.1) 处理,直至试液完全溶解。

B.13.1.5.3 继续蒸发至冒尽硫酸烟取下。

B.13.1.5.4 将蒸发后盛有残渣的铂金坩埚放入马弗炉 (B.13.1.3.7) 内,在 (800 ± 10) ℃ 灼烧 30 min,取出稍冷后放入干燥器中冷却至室温,称其质量计为 m_2 ,然后再灼烧 15 min 进行恒重,直至两次称量的质量差不大于 0.5 mg。

B.13.1.6 结果计算

石英砂滤料中含硅量 (以 SiO_2 计) 按式 (B.13-1) 计算:

$$C_g = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.13-1)$$

式中: C_g ——含硅量,以 SiO_2 计 (%);
 m_0 ——铂金坩埚质量,单位为克 (g);

m_1 ——氢氟酸处理前铂金坩埚加试样质量，单位为克（g）；

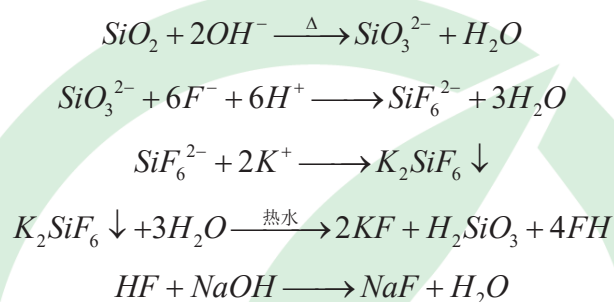
m_2 ——氢氟酸处理及灼烧后铂金坩埚加残渣质量，单位为克（g）。

B.13.2 滴定法

B.13.2.1 原理

石英砂滤料中 SiO_2 成分与氢氧化钾固体在高温熔融条件下可生成硅酸盐，硅酸盐经水溶解后，在硝酸、氟化钾及氯化钾的促沉淀作用下，生成六氟硅酸钾沉淀，该沉淀遇热水立即生成氢氟酸。用氢氧化钠标准溶液滴定生成的氢氟酸，根据消耗的氢氧化钠标准溶液体积即可计算出石英砂滤料中的含硅量（以 SiO_2 计）。

相关反应方程式如下：



B.13.2.2 试剂和材料

B.13.2.2.1 纯水：应符合 GB/T 6682 三级水的规定。

B.13.2.2.2 氢氧化钾，分析纯。

B.13.2.2.3 氢氧化钠，分析纯。

B.13.2.2.4 邻苯二甲酸氢钾，基准试剂。

B.13.2.2.5 氯化钾，分析纯。

B.13.2.2.6 氟化钾，分析纯。

B.13.2.2.7 硝酸（ $\rho_{20}=1.4 \text{ g/mL}$ ）。

B.13.2.2.8 硝酸溶液（1+1）：将一份体积硝酸（B.13.2.2.7）溶于等体积水中。

B.13.2.2.9 95% 乙醇溶液，分析纯。

B.13.2.2.10 15% 氟化钾溶液：15 g 二水合氟化钾（ $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）溶于 100 mL 水中。

B.13.2.2.11 5% 氟化钾溶液：5 g 二水合氟化钾（ $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）溶于 100 mL 水中。

B.13.2.2.12 5% 氯化钾 -50% 乙醇溶液：将 10 g 氯化钾溶于 100 mL 水中，再加入 100 mL 95% 乙醇溶液（B.13.2.2.9），摇匀。

B.13.2.2.13 1% 酚酞溶液：1 g 酚酞溶于 100 mL 95% 乙醇溶液（B.13.2.2.9）中。

B.13.2.2.14 氢氧化钠溶液 [$c(\text{NaOH})=0.3000 \text{ mol/L}$]：称取 12 g 氢氧化钠（B.13.2.2.3）溶于 1000 mL 新煮沸过的冷蒸馏水中，摇匀。此溶液浓度为 $c(\text{NaOH})=0.3 \text{ mol/L}$ ，其准确浓度用邻苯二甲酸氢钾标定，方法如下：

将邻苯二甲酸氢钾 ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) 置于 105 °C 烘箱内烘至恒量, 称取 2 g (精确到 0.1 mg) 置于 500 mL 烧杯中, 加入约 250 mL 蒸馏水, 加入 5 滴 1% 酚酞溶液 (B.13.2.2.13), 用氢氧化钠溶液滴定至微红色 30 s 内不褪色为止。标定时需要同时滴定一份空白溶液, 并从滴定邻苯二甲酸氢钾所用的氢氧化钠毫升数中减去此数值, 按式 B.13-2 计算氢氧化钠溶液的准确浓度。

$$c(\text{NaOH}) = \frac{m}{(V - V_0) \times 0.2042} \quad \dots\dots\dots (\text{B.13-2})$$

式中: $c(\text{NaOH})$ ——氢氧化钠溶液浓度, 单位为摩尔每升 (mol/L);

m ——邻苯二甲酸氢钾的质量, 单位为克 (g);

V ——滴定邻苯二甲酸氢钾所用氢氧化钠溶液体积, 单位为毫升 (mL);

V_0 ——滴定空白溶液所用氢氧化钠溶液体积, 单位为毫升 (mL);

0.2042——与 1.00 mL 氢氧化钠标准溶液 [$c(\text{NaOH}) = 1.000 \text{ mol/L}$] 所相当的邻苯二甲酸氢钾的质量。

B.13.2.3 仪器与设备

B.13.2.3.1 电热恒温干燥箱, 室温 ~250 °C。

B.13.2.3.2 分析天平, 精度 0.1 mg。

B.13.2.3.3 镍坩埚, 50 mL。

B.13.2.3.4 电炉, 温度可调。

B.13.2.3.5 塑料杯, 500 mL。

B.13.2.3.6 碱式滴定管, 50 mL。

B.13.2.4 操作步骤

B.13.2.4.1 用分析天平 (B.13.2.3.2) 准确称取试样 0.1 g~0.15 g 于镍坩埚 (B.13.2.3.3) 中, 再加入 3 g 氢氧化钾 (B.13.2.2.2), 加盖。

B.13.2.4.2 放置于电炉 (B.13.2.3.4) 上, 在 500 °C~600 °C 下熔融 15 min~20 min 至透明为止, 取出, 冷却至室温。

B.13.2.4.3 加入 10 mL 左右温水 (B.13.2.2.1) 浸取熔块, 待全部溶解后, 转移到 500 mL 塑料杯 (B.13.2.3.5) 中, 用少量硝酸溶液 (1+1) (B.13.2.2.8) 将镍坩埚洗净, 洗液一并转入塑料杯中, 注意浸取和洗涤的体积不要超过 50 mL。

B.13.2.4.4 加入 10 mL 15% 氟化钾溶液 (B.13.2.2.10), 轻摇混匀。

B.13.2.4.5 加入 15 mL 硝酸 (B.13.2.2.7), 轻摇混匀, 并冷却至室温。

B.13.2.4.6 加入固体氯化钾 (B.13.2.2.5) 至饱和状态 (边加边混合, 直至有少许氯化钾固体不再继续溶解为止), 混匀后放置 10 min 使沉淀下降。

B.13.2.4.7 用定性滤纸过滤, 用 5% 氟化钾溶液 (B.13.2.2.11) 清洗塑料杯两遍, 洗液也应过滤。将滤有沉淀的滤纸用镊子转移回原塑料杯中。

B.13.2.4.8 塑料杯中加入 10 mL 5% 氯化钾 -50% 乙醇溶液 (B.13.2.2.12) 及 1 mL 1% 酚酞溶液 (B.13.2.2.13), 用氢氧化钠溶液 (B.13.2.2.14) 将塑料杯中溶液中和至微红色, 注意溶液应充分与杯壁和滤纸接触。

B.13.2.4.9 加入已中和过的沸水 200 mL, 立即用标定好的氢氧化钠溶液 (B.13.2.2.14) 滴定至微红色 30 s 内不褪色为止。

B.13.2.5 结果计算

石英砂滤料中含硅量 (以 SiO_2 计) 按式 (B.13-3) 计算:

$$C_g = \frac{60 CV}{4 m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{B.13-3})$$

式中: C_g ——含硅量, 以 SiO_2 计 (%);

C ——氢氧化钠标准液浓度, 单位为摩尔每升 (mol/L);

V ——氢氧化钠滴定体积, 单位为毫升 (mL);

m ——称取的石英砂滤料试样质量, 单位为毫克 (mg);

60—— SiO_2 的摩尔质量;

4——氢氧化钠与石英砂中 Si 的物质的量比值。

B.14 天然锰砂滤料滤料中含锰量 (以 MnO_2 计) 的测定

天然锰砂滤料含锰量的测定, 应符合 GB 1506 的规定。

附录 C

(资料性附录)

滤料和承托料铺装方法

C.1 准备

- C.1.1 在滤池铺装承托料和滤料以前，应清除滤池内全部杂物，保持滤池内部干净。
- C.1.2 应检查滤池内部配水配气是否均匀、孔眼或缝隙是否畅通无阻。
- C.1.3 按设计冲洗方式进行冲洗，观察冲洗时配水配气系统的水或气水分布是否均匀和有无渗漏。
- C.1.4 在滤池内壁按承托料和滤料的各层设计顶高画水平线，作为铺装高度标记。
- C.1.5 分别清洗各种粒径范围的承托料。

C.2 承托料铺装

- C.2.1 铺装承托料时应根据设计要求按粒径大小分层铺装。
- C.2.2 应均匀轻撒承托料，避免损坏滤池的配水配气系统。严禁由高向低把承托料倾倒至配水配气系统或下一层承托料之上。铺装人员不应直接在承托料上站立或行走，应站在平板上操作，以免造成承托料的移动。
- C.2.3 使滤池充水并使水面符合池内壁水平线，以校核铺装的承托层顶高。承托层顶面与水面的高度差值应小于 10 mm。
- C.2.4 在下层承托料顶面符合要求后，再开始铺装上一层承托料。直到铺完后，对其进行冲洗。
- C.2.5 冲洗时先使用小冲洗强度以排除配水系统中的空气，待气排完后，再逐渐提高冲洗强度至设计上限。达到设计上限冲洗强度以前的历时不应少于 3 min。
- C.2.6 停止冲洗前应逐渐降低冲洗强度。排水后，刮除该层承托料表面的轻物质和细颗粒。
- C.2.7 应校核承托料高度，高度不足时应对最上层承托料进行补充。

C.3 滤料铺装

- C.3.1 承托料全部分层铺装完成后，使滤池充水至排水槽以下。由槽顶向水中均匀撒入滤料，不应形成滤料丘。
- C.3.2 接着排水先将滤料整理平，再进行冲洗。冲洗后，刮除轻细杂物。
- C.3.3 复核滤料层顶面位置，若未达到设计顶高水平线，应重复上述撒料、整平、冲洗、刮除四步操作，直到滤料厚度符合要求为止。
- C.3.4 对于双层或三层滤料滤池，应在下层滤料完成上述四步操作并且该层滤料顶面达到水平线后，再铺装上一层滤料。无烟煤滤料装入滤池后，应在水中浸泡 24 h 以上，方可进行冲洗和刮除的操作。
- C.3.5 对于厚度大的单一滤料滤床，一次铺装滤料厚度不应超过 0.9 m。
- C.3.6 刮除步骤应分几次进行，以便去除全部轻细杂物。两次刮除步骤之间，一般冲洗 1 次~3 次，每次冲洗历时不应少于 5 min。

C.4 消毒

- C.4.1 滤料新铺装后，应在含氯量 30 mg / L 以上的水中浸泡 5 h 消毒，冲洗滤料两次以上，滤后水经检验合格后方可投入使用。
- C.4.2 含氯量 30 mg / L 的水可采用较高浓度的次氯酸钠溶液或其他含氯制剂进行逐级稀释，也可采用固体次氯酸钠进行配制。

中国环保机械行业协会标准
城镇水处理用滤料和承托料

T/CAMIE 05—2021

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 45 千字
2021 年 7 月第一版 2021 年 8 月第一次印刷