



中华人民共和国国家标准

GB/T 23263—2024

代替 GB/T 23263—2009

制品中石棉含量测定方法

Determination of asbestos in products

2024-11-28 发布

2025-06-01 实施



国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

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 符号和缩略语 2

5 方法概要和原理 3

6 试剂和材料 7

7 仪器和设备 7

8 试样采集 7

9 试样制备 8

10 定性方法 9

11 定量方法 15

12 测试结果报告 17

附录 A (规范性) 石棉定性、定量分析时的 X 射线衍射仪技术条件 18

附录 B (规范性) 偏光显微镜的规格 20

附录 C (资料性) 石棉偏光显微镜图 21

附录 D (规范性) 石棉相关基础标准吸收修正法 31

附录 E (资料性) K 值法试验步骤 32

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。

本文件代替 GB/T 23263—2009《制品中石棉含量测定方法》，与 GB/T 23263—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“术语和定义”中“一次分析试样”等术语的定义，增加了“残渣率”等术语，删除了“无尘水”等术语（见第3章，2009年版的3.1）；
- b) 更改了“符号”（见第4章，2009年版的3.2）；
- c) 将“试验方法及原理”更改为“方法概要和原理”（见第5章，2009年版的第4章）；
- d) 增加了“试剂和材料”一章（见第6章）；
- e) 增加了“仪器和设备”一章（见第7章）；
- f) 更改了板状的较硬的材料采集面积，细化了采集规定（见第8章，2009年版的第5章）；
- g) 增加了“试样制备”，将试样的制备整合成一个章节，并更改了部分内容（见第9章）；
- h) 增加了“定性方法”，将定性方法整合成一个章节，并更改了定性方法（见第10章）；
- i) 增加了“定量方法”，将定量方法整合成一个章节，并更改了定量方法（见第11章）；
- j) 更改了“测试结果报告”（见第12章，2009年版的第11章）；
- k) 更改了石棉定性、定量分析时的X射线衍射仪技术条件（见附录A，2009年版的附录A）；
- l) 更改了偏光显微镜的规格（见附录B，2009年版的附录B）。

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。

本文件由全国非金属矿产品及制品标准化技术委员会(SAC/TC 406)归口。

本文件起草单位：黄山菲英汽车零部件有限公司、咸阳非金属矿研究设计院有限公司、山东金力新材料科技股份有限公司、长春汽车检测中心有限责任公司、郑州白云实业有限公司、青岛华瑞汽车零部件股份有限公司、河北星月制动元件有限公司、集宁师范学院、珠海格莱利摩擦材料股份有限公司、中国国检测试控股集团咸阳有限公司。

本文件主要起草人：王嘉毅、沈杰、段亚萍、周元学、刘天明、张仁义、王青天、孙金朋、安军伟、吴耀庆、朱明、常庆辉、秘运发、贺泽。

本文件于2009年首次发布，本次为第一次修订。

制品中石棉含量测定方法

警告——使用本文件的人员应有正规实验室工作的实践经验。本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本文件规定了制品中石棉含量测定的方法概要和原理、试剂和材料、仪器和设备、试样采集、试样制备、定性方法、定量方法、测试结果报告。

本文件适用于建筑材料、摩擦材料、密封材料、保温材料和其他非金属矿物中石棉含量的测定。

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。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石棉 **asbestos**

在构成岩石的矿物中,属于蛇纹石类的纤维状硅酸盐矿物(温石棉),以及属于角闪石类的纤维状硅酸盐矿物(铁石棉、青石棉、透闪石、阳起石及直闪石)。

3.2

蛭石 **vermiculite**

云母类膨润性黏土矿物。

注:这些矿物结构层间含有水合镁层,但是通常多含有层间结构含钾较多的水黑云母。

3.3

纤维状粒子 **fiber particle**

长径比为 3 或以上的粒子。

3.4

试样 **sample**

从建筑材料、摩擦材料、密封材料、保温材料和非金属矿物中提取的用于分析的部分。

3.5

一次分析试样 **primary analytical sample**

对试样(3.4)进行粉碎或加热处理并在规定的条件下过筛的样品。

3.6

二次分析试样 **secondary analytical sample**

对一次分析试样进行甲酸等一系列处理制备的样品。

3.7

定量测定用二次分析试样 secondary analytical sample for quantitative determination
对一次分析试样进行甲酸等一系列处理,制备出供定量分析使用的样品。

3.8

定量测定用三次分析试样 tertiary analytical sample for quantitative determination
当定量用二次分析试样制备时,对残渣率超过 15% 的部分进行一定的处理,制备出供定量分析使

用的样品。

3.9

浸渍液 immersion liquid

显微镜定性分析中用于浸泡试样的液体。

3.10

蛭石标准样品 vermiculite standard sample

以蛭石为原料,用于蛭石喷涂材料的分析,使纯蛭石中含有 0.5% 的透闪石和 0.8% 温石棉的样品。

3.11

残渣率 residual ratio

一次分析试样经过甲酸等一系列处理得到的定量测定用二次分析试样的量(残渣量)与一次分析试样的量之比。

3.12

量残留率 weight loss ratio

经过加热处理后的一次分析试样与总试样量的比率。

3.13

积分强度 integral intensity

指定的 X 射线衍射峰的面积积分值。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件(见表 1)。

表 1 符号和缩略语

符号和缩略语	定义	单位
A_s	根据标准曲线计算出的二次分析试样的石棉质量	mg
A_{st}	根据标准曲线计算出的三次分析试样的石棉质量	mg
C	制品中的石棉含量	%
C_i	单个定量用二次分析试样的石棉含量	%
C_k	检出下限	%
C_r	单个定量用三次分析试样的石棉含量	%
C_l	定量下限	%
I	修正后的石棉 X 射线衍射线强度	—
I_m	石棉 X 射线衍射线强度	—
I_{Zn}^0	滤网加金属基板(锌;Zn)的 X 射线衍射线强度	—

表 1 符号和缩略语 (续)

符号和缩略语	定义	单位
I_{Zn}	装有石棉标准样品时,滤网加金属基板(锌:Zn)的 X 射线衍射线强度	---
K_f	修正系数	—
m_1	一次分析试样的称量值	mg
m_2	定量测定用二次分析试样的称量值	mg
m_3	定量测定用三次分析试样的称量值	mg
m	加热处理后试样的质量	g
m_a	加热处理前试样和坩埚的总质量	g
m_b	加热处理后试样和坩埚的总质量	g
m_c	坩埚的质量	g
m_0	加热处理前试样的质量	g
R	相关系数	—
R^2	决定系数	—
R_θ	锌板的衍射角与待测石棉的衍射角的比	
T	减少率	---
r	量残留率	—
α	标准曲线的斜率	—
σ	10 次测量所得的 X 射线积分强度的标准偏差	—
ICDD	国际衍射数据中心	—

5 方法概要和原理

5.1 定性方法概要和原理

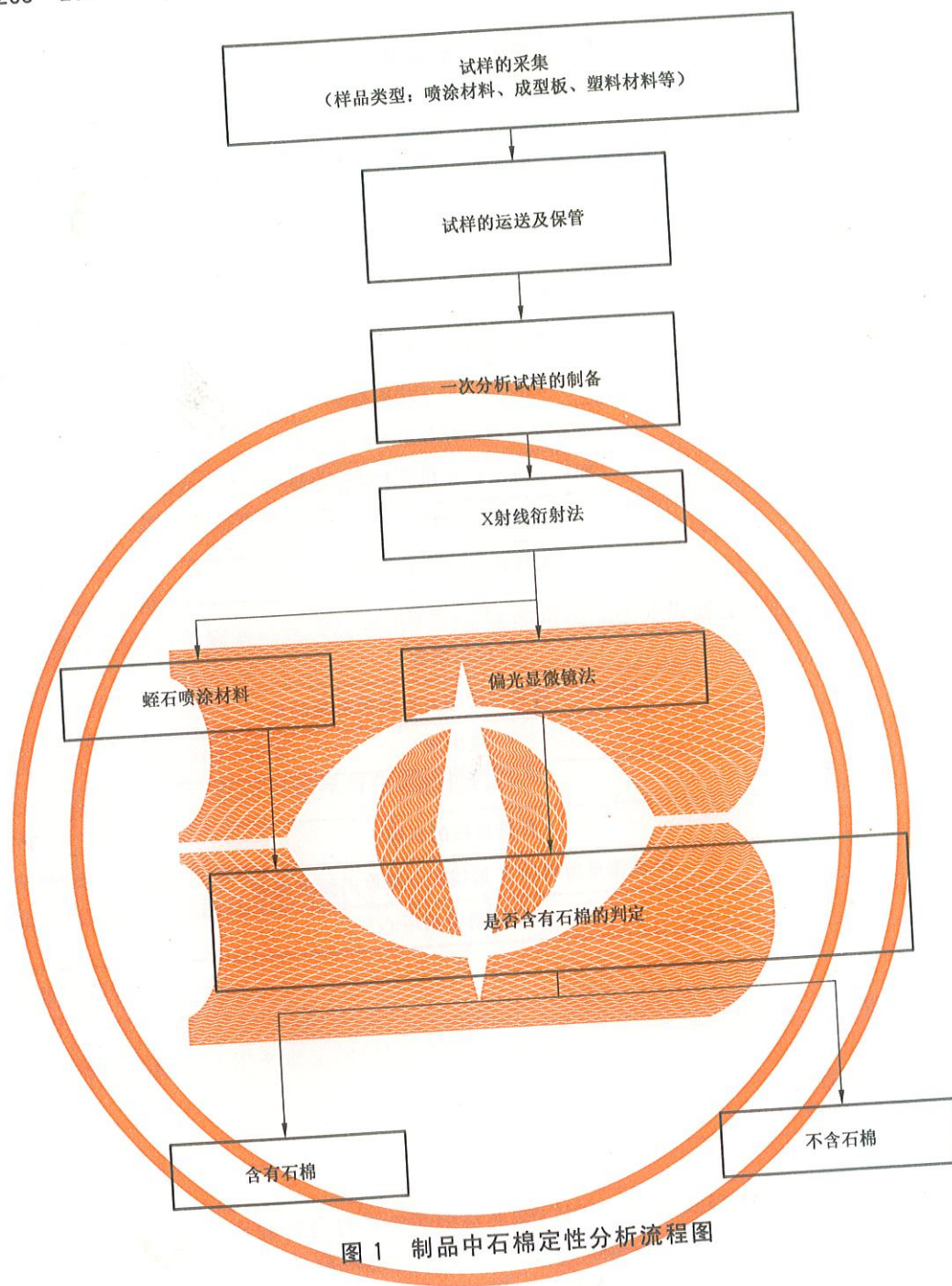
5.1.1 定性方法概要

5.1.1.1 制品中是否存在石棉采用 X 射线衍射法、偏光显微镜法定性分析确定。

5.1.1.2 蛭石喷涂材料中是否存在石棉是通过比较试样的 X 射线衍射强度与蛭石标准样品的 X 射线衍射强度确定的。

5.1.1.3 定性方法概要如下:

- 从制品中采集分析用的适量试样;
- 根据制品的基质对试样进行粉碎或加热处理,从而得到分析试样;
- 在 X 射线衍射法的基础上,同时结合偏光显微镜法对分析试样进行石棉定性分析,判定是否含有石棉(流程图见图 1);
- 如果试样是喷涂材料,且经过 X 射线衍射法分析试样中含有蛭石,则根据蛭石喷涂材料定性分析方法,判定是否含有石棉(流程图见图 2)。



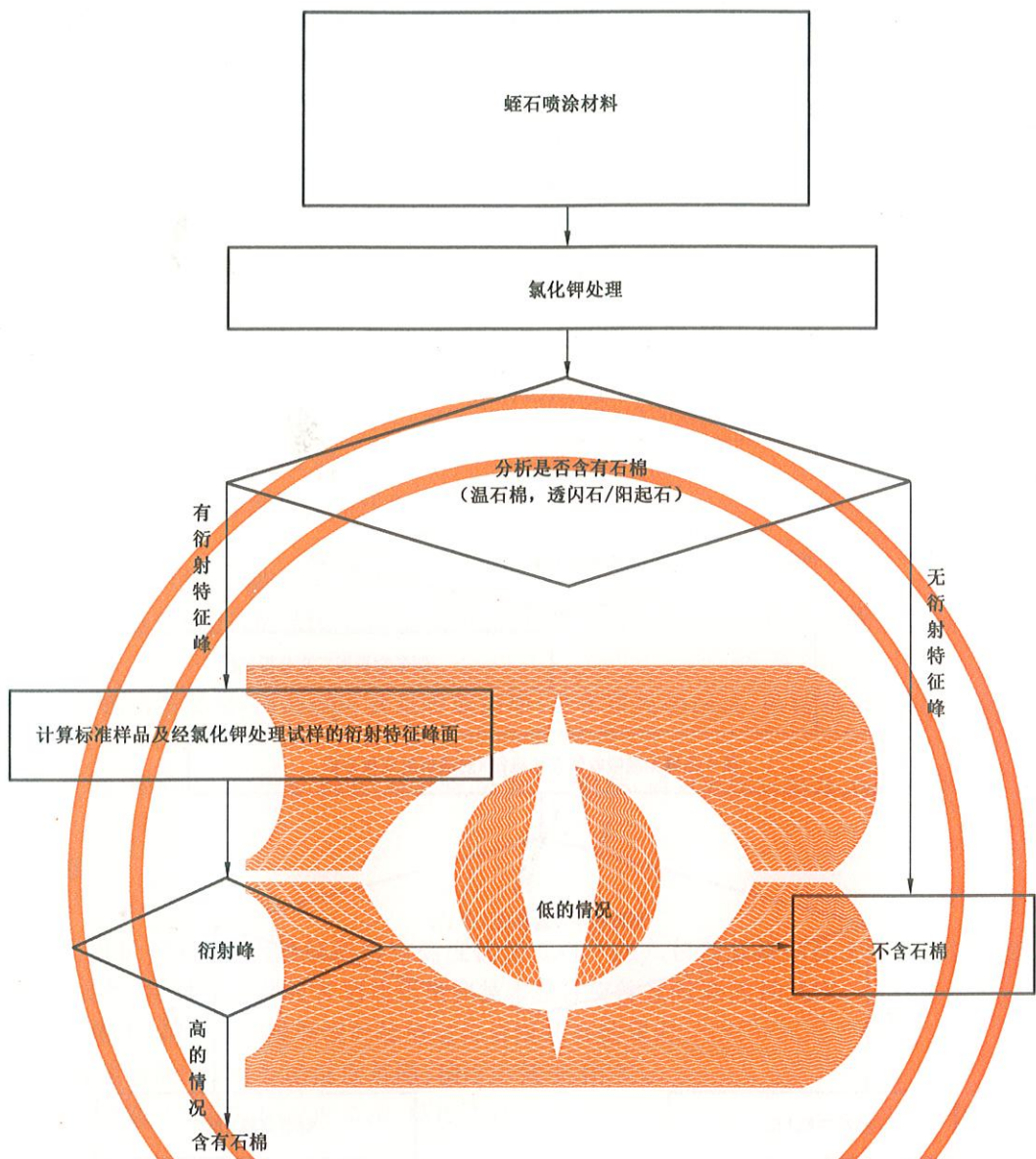


图2 蛭石喷涂材料中石棉定性分析流程图

5.1.2 定性方法原理

5.1.2.1 X射线衍射法是当X射线照射到石棉上时,每种石棉会有自己的特征峰,根据特征峰判断试样中是否含有石棉。

5.1.2.2 偏光显微镜法是根据试样形状及光学特性判断是否含有石棉。

5.2 定量方法概要和原理

5.2.1 定量方法概要

定量方法概要如下。

- 跳过一次分析试样后续处理的情况:如果预估制品中石棉含量高(大于5%),则一次分析试样后续处理可以跳过,一次分析试样可直接用于石棉的定量分析。在这种情况下,将一次分析试样溶解在水中,使用装有直径25 mm 氟树脂胶粘玻璃纤维过滤网(以下简称“滤网”)的抽取过

滤装置进行抽取过滤。用 X 射线衍射仪测量装置中过滤网里的石棉和基准板的衍射强度,参照与分析试样相同条件下制备的标准石棉样品的校准曲线,基于基础标准吸收修正法,测定一次分析试样中的石棉。

- b) 一次分析试样后续处理的情况:如果预估制品中石棉含量低(小于 5%),则进行如下步骤:
- 1) 制备定量用二次分析试样,当残渣率小于或等于 15%时,基于基础标准吸收修正法,采用 X 射线衍射进行定量分析,并计算出石棉含量;
 - 2) 制备定量用二次分析试样,当残渣率大于 15%时,制备定量用三次分析试样,基于基础标准吸收修正法,采用 X 射线衍射进行定量分析,并计算出石棉含量(流程图见图 3)。

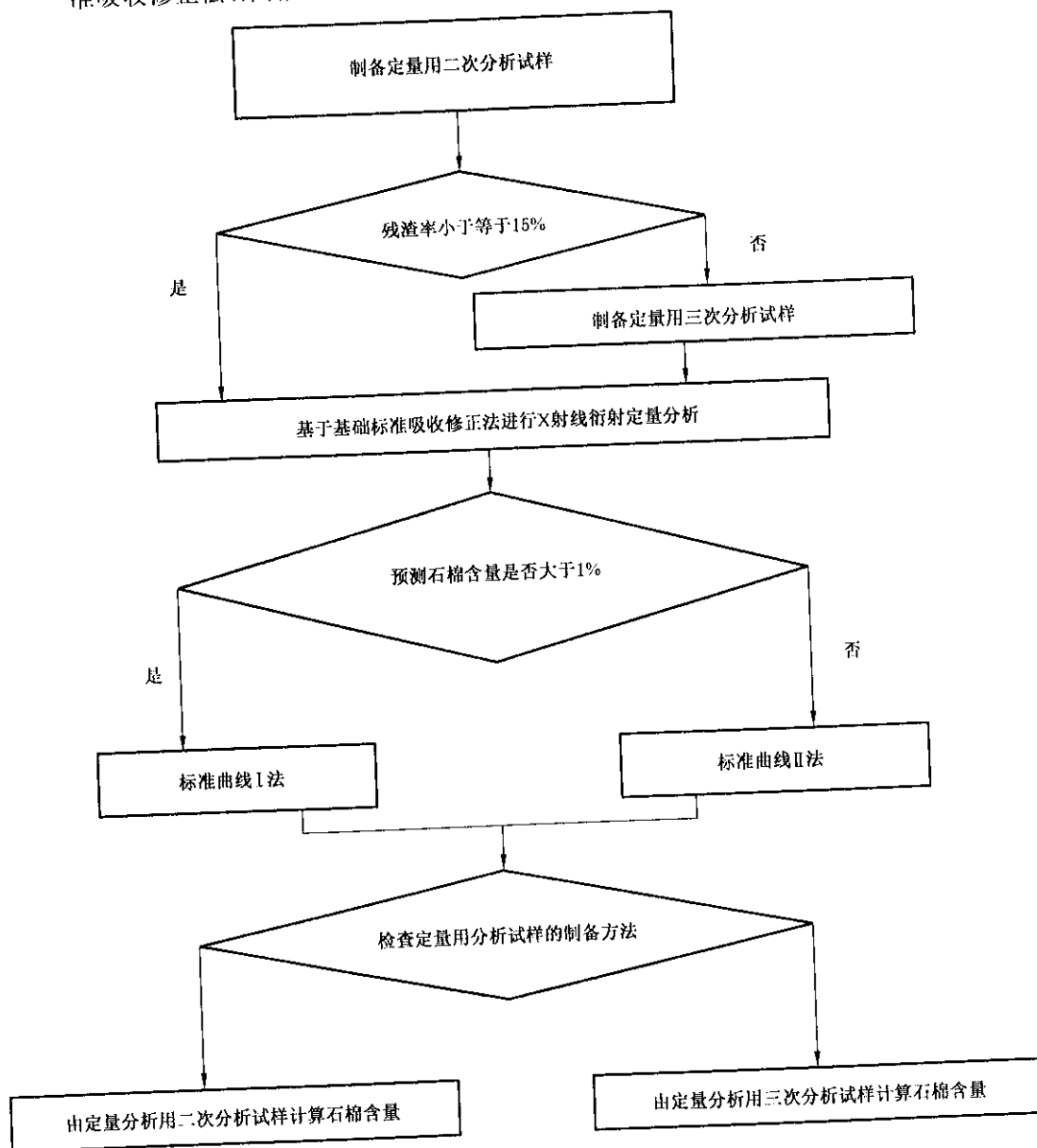


图 3 制品中石棉(含量小于 5%)定量分析流程图

5.2.2 定量分析方法原理

5.2.2.1 由于石棉的 X 射线衍射特征峰是由所含石棉的量决定的,所以通过分析试样 X 射线衍射特征峰与已知含量石棉所产生的 X 射线衍射特征峰进行对比,就可以计算石棉的含量。

5.2.2.2 试样基质也会影响 X 射线衍射特征峰,所以在制备分析试样时,应采取一些修正方法使其影响变小。此外,还需要对因试样本身 X 射线吸收而引起石棉 X 射线衍射特征峰下降的情况进行修正。本文件采用基础标准吸收修正法,最大限度地减少了上述影响。

注:用 X 射线衍射仪进行定量分析时,可以采用内标法以及标准添加法等。这些方法虽然在石棉分析方面精度不高,但仍可以作为测定石棉含量的方法使用。

6 试剂和材料

- 6.1 石棉标准样品:温石棉、透闪石石棉、阳起石石棉、直闪石石棉、铁石棉、青石棉。
- 6.2 蛭石标准样品。
- 6.3 浸渍液:折射率(n_D^{25})分别为 1.550、1.605、1.630、1.680、1.700。
- 6.4 甲酸:分析纯。
- 6.5 水:满足 GB/T 6682 中规定的三级水。
- 6.6 异丙醇:分析纯。
- 6.7 氯化钾水溶液:分析纯,浓度为 1 mol/L。
- 6.8 载玻片:无色透明玻璃,清洁度应满足表面洁净,且无可见的凹坑、颗粒状物、结石、划痕、断裂等缺陷。
- 6.9 盖玻片:无色透明玻璃,清洁度应满足表面洁净,且无可见的凹坑、颗粒状物、结石、划痕、断裂等缺陷。
- 6.10 其他:坩埚、标准筛、锥形瓶、滴管、移液管、毛刷、导电胶(或双面胶)、剪刀、洗耳球等。

7 仪器和设备

- 7.1 X 射线衍射仪(XRD):测角仪测角准确度优于 $0.02^\circ(2\theta)$,仪器分辨率优于 60%,综合稳定率优于 $\pm 1\%$,石棉定性、定量分析时的 X 射线衍射仪技术条件应符合附录 A 的规定。
- 7.2 偏光显微镜(PLM):偏光显微镜的规格应符合附录 B 的规定。
- 7.3 高温炉:满足室温~600 °C 的温度范围,精度不低于 10 °C。
- 7.4 烘箱:满足室温~300 °C 的温度范围,精度不低于 5 °C。
- 7.5 磁力搅拌器。
- 7.6 高速离心机:转速 5 000 r/min~15 000 r/min。
- 7.7 超声波洗净器。
- 7.8 天平。
- 7.9 分析天平:精度不低于 0.000 1 g。
- 7.10 恒温水浴锅:满足室温~100 °C 的温度范围,精度不低于 0.5 °C。
- 7.11 过滤装置:配有直径 25 mm 氟树脂胶粘玻璃纤维过滤网。
- 7.12 粉碎设备:满足本文件中试验需要,可单独或组合使用研钵(瓷研钵、玛瑙研钵、铝研钵等)、维利氏磨粉机、超离心研磨机、振动研磨机、球磨机等。

8 试样采集

8.1 试样采集方法

8.1.1 试样应从工厂批量生产或进口的建筑材料、摩擦材料、密封材料、保温材料和非金属矿物等中采集。采集试样时采集者应采取适当的防护措施,保护自己不会吸入石棉粉尘(以下简称“粉尘”)。

8.1.2 在生产现场采集时,宜注意保持现状,使用锋利的刀具等采集试样,避免散落粉尘。

8.1.3 从制品中采集试样时,要按批次有代表性地采集。

8.1.4 试样的大小要能够代表被测定的制品。比如对于喷涂材料、保温材料等柔软的材料,在同一批材料的3个不同位置取3份试样,每份试样体积约为 10 cm^3 ,把它们放在单独的密封容器中,然后将所有试样放在一个较大的密封容器中,作为代表试样用于测量。对于板状的较硬的材料,在同一批材料的3个不同位置取3份试样,面积总计约为 10 cm^2 ,把它们放在单独的密封容器中。然后将所有试样放在一个较大的密封容器中,作为代表试样用于分析。

8.1.5 根据施工时间的长短,被测试的建筑材料制品可能包含石棉的部分和不含石棉的部分。此外,在维修工作中,一些含石棉的制品可能已被其他不含石棉的制品取代。考虑到这些情况,应按照设计文件等施工记录来选择采集位置。

8.1.6 采集石棉含量小和含量变化范围大的试样时(例如喷涂材料),采集应包含制品的全部深度,避免仅表层采集。这种方法也用于长期暴露在高温环境中保温材料的采集。

8.1.7 用于接合或修补接合处的糊状或液状制品中可能含有石棉,试样应仅从含有石棉的部分(通常是接缝)中采集。

8.2 试样运送及保管

试样从采集地运送到分析处时,应将试样放入密闭容器中运送。

8.3 试样采集记录

为了识别所采集的试样,应记录以下信息:

- 制品名称;
- 采集部位及地点;
- 试样信息:形状、材质、试样面积、试样量、采集方法、采集时间等;
- 采集人员。

9 试样制备

9.1 一次分析试样制备方法

9.1.1 无机成分试样的一次分析试样制备方法

9.1.1.1 从3份采集的无机成分试样中,等量提取分析用试样,分别放入粉碎设备中进行粉碎。如果所采集的试样为硬质试样,则用刀子、刨刀等刮刮侧面,将刮下的部分放入粉碎设备。粉碎设备可单独或组合使用研钵(瓷研钵、玛瑙研钵、铝研钵等)、维利氏磨粉机、超离心研磨机、振动研磨机、球磨机等。

9.1.1.2 将粉碎好的试样用孔径为 $425\text{ }\mu\text{m}$ 的标准筛过筛。重复进行粉碎和过筛步骤,直到所有的试样都通过筛孔,粉碎和过筛时应在通风橱环境下进行。将过筛后的试样混合在一起作为一次分析试样。

注:粉碎程度及粉碎时间会影响石棉纤维的形态,要避免过度粉碎,采用多次粉碎多次过筛的方法。

9.1.2 有机成分试样的一次分析试样制备方法

9.1.2.1 从3份采集的有机成分试样中,等量提取分析用试样,并将它们分别放入已知质量的坩埚中,称量每个试样和坩埚的总质量。

9.1.2.2 将盛有试样的坩埚放入温度为 $(450\pm 10)^{\circ}\text{C}$ 的高温炉中,加热至完全灰化。

9.1.2.3 加热处理后,使试样在无污染环境冷却至室温,分别称量加热处理后试样和坩埚的总质量。然后按照9.1.1.2的规定制备一次分析试样。按照公式(1)计算量残留率 r ,结果保留小数点后一位,计

算所得的量残留率 r 用于后续计算石棉的含量:

$$r = \frac{m_b - m_c}{m_a - m_c} = \frac{m}{m_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- r ——量残留率;
- m_b ——加热处理后试样和坩埚的总质量,单位为克(g);
- m_c ——坩埚的质量,单位为克(g);
- m_a ——加热处理前试样和坩埚的总质量,单位为克(g);
- m ——加热处理后试样的质量,单位为克(g);
- m_0 ——加热处理前试样的质量,单位为克(g)。

9.2 定量测定用二次分析试样及三次分析试样制备方法

9.2.1 定量测定用二次分析试样制备方法

9.2.1.1 称量直径 25 mm 滤网的质量。

9.2.1.2 准确称量 100 mg(m_1 :一次分析试样的称量值)一次分析试样,放入锥形瓶,加入 20% 的甲酸 20 mL,水 40 mL,用超声波洗净器分散 1 min。

9.2.1.3 将锥形瓶放入温度为 $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的恒温水浴锅内,连续振动 12 min。

9.2.1.4 用装有直径 25 mm 滤网的抽取过滤装置进行抽取过滤、干燥,使用与 X 射线衍射仪的试样台直径相同的抽取过滤装置和滤网。

9.2.1.5 干燥后称量滤网和试样的总重量,计算滤网上收集到试样的质量(m_2 :定量测定用二次分析试样的称量值),若残渣率(m_2/m_1) $\leq 15\%$,则将其作为定量测定用二次分析试样。

9.2.1.6 若残渣率(m_2/m_1) $> 15\%$ 时,则按照 9.2.2 制备定量测定用三次分析试样。

9.2.2 定量测定用三次分析试样制备方法

9.2.2.1 如果 9.2.1 制备的试样残渣率大于 15%,取 10 mg~15 mg,溶解在水中。

9.2.2.2 用装有已知质量滤网的抽取过滤装置进行抽取过滤,干燥。

9.2.2.3 干燥后称量滤网和试样的总重量,计算滤网上收集的试样的质量(m_3 :定量测定用三次分析试样的称量值),作为定量测定用三次分析试样。

9.2.2.4 定量测定用三次分析试样制备时应注意以下事项:

- 对于按照 9.1.2.2 规定进行高温处理后质量会减少的无机成分试样,也可以用高温处理后的
一次分析试样来制备定量测定用二次分析试样;
- 如果定量测定用二次分析试样的量不足以制备定量测定用三次分析试样时,则按照定量测定
用二次分析试样制备方法在同样条件下将一次分析试样制成定量用二次分析试样,再进行
制备。

10 定性方法

10.1 X 射线衍射法

10.1.1 按需称取 3 份一次分析试样,分别将其放入锥形瓶中,每 100 mg 试样加入 20% 甲酸溶液 20 mL 和水 40 mL,用超声波洗净器分散 1 min。

10.1.2 将锥形瓶放入温度为 $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ 恒温水浴锅中,连续振动 12 min,使用配备孔径为 $0.8 \mu\text{m}$ 的白色膜过滤器和直径 25 mm 滤网的抽取过滤装置进行抽取过滤,干燥。干燥后的样品将进行 X 射线衍

射分析。

注：如果根据制品信息等数据，预计采集的试样中石棉含量较高，则一次分析试样可直接用于X射线衍射分析。

10.1.3 将10.1.2制备的样品放置到试样皿中，使试样表面均匀并与试样皿表面齐平。该试样皿为带有孔或者坑的金属板或玻璃板。

10.1.4 对盛有试样的试样皿按照附录A规定的定性分析条件进行X射线衍射分析。

10.1.5 观察试样的X射线衍射图，确认是否出现了如图4～图8所示的石棉（温石棉、铁石棉、青石棉、透闪石/阳起石、直闪石）或如图9、图10所示的蛭石族（水黑云母、蛭石）特征峰。

注：透闪石和阳起石很难通过X射线衍射方式进行区分，分析时可以将它们归为同一类。

10.1.6 为了确认衍射特征峰，需将试样的X射线衍射图与相同条件下石棉标准样品的X射线衍射图进行比较。或使用ICDD检查所有特征峰。

注：石棉X射线衍射峰特征表现为在 $10^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 附近有一个峰或在 $24^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 附近有一个第一或第二个衍射峰。

10.1.7 如果通过定性分析确定了石棉种类，或者出现了相似的石棉X衍射特征峰时，则应按照10.2的规定进行后续分析。

10.1.8 如果出现了相似的蛭石族X衍射特征峰，则按照10.3的规定进行后续分析。

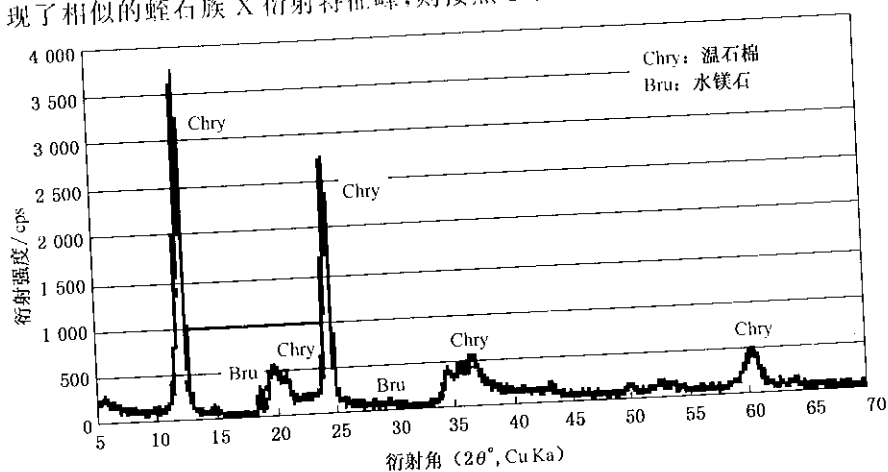


图4 温石棉X射线衍射图

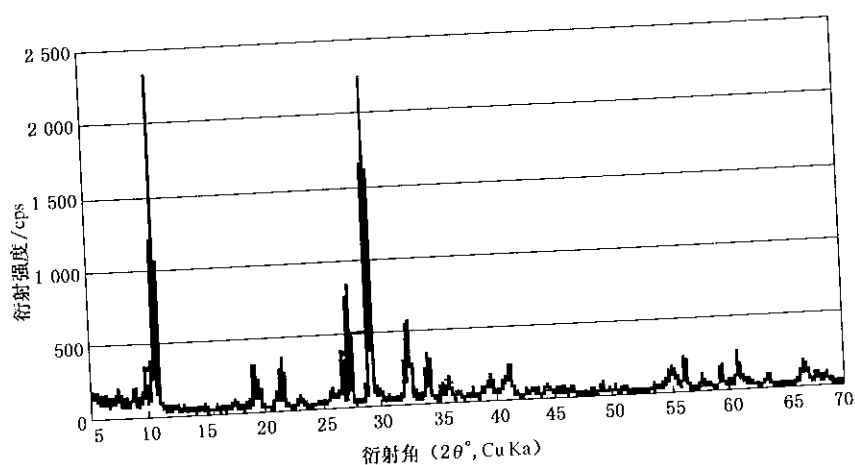


图5 铁石棉X射线衍射图

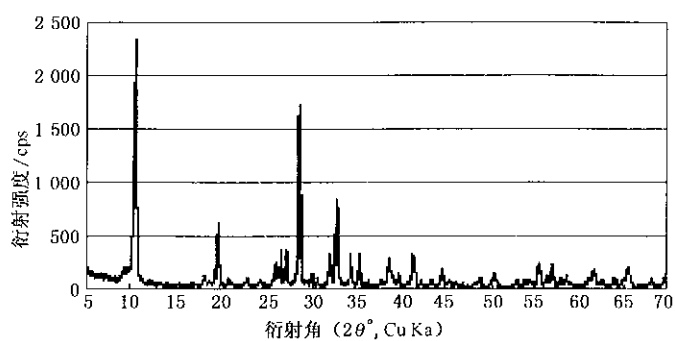


图6 青石棉 X 射线衍射图

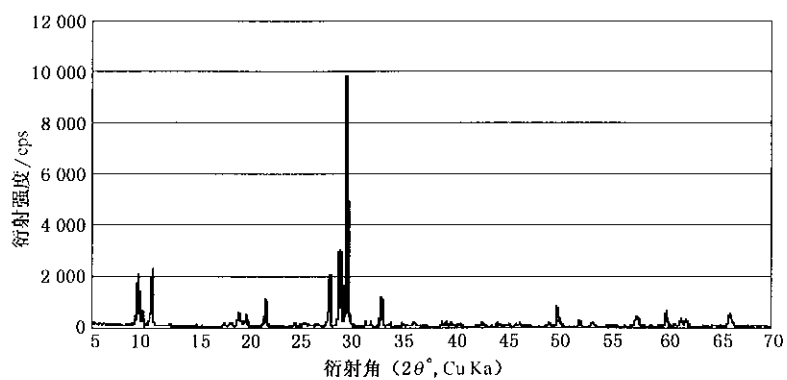


图7 透闪石/阳起石 X 射线衍射图

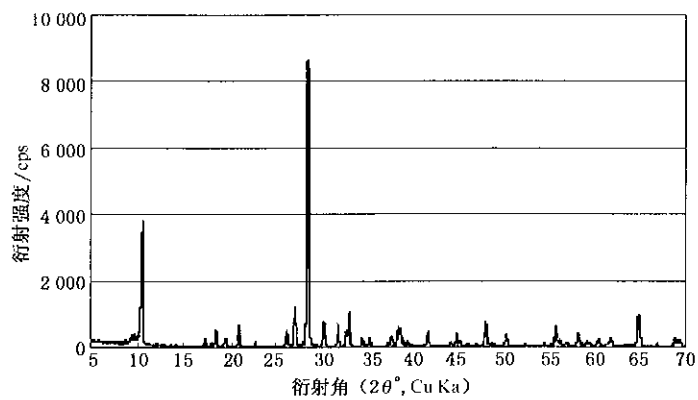


图8 直闪石 X 射线衍射图

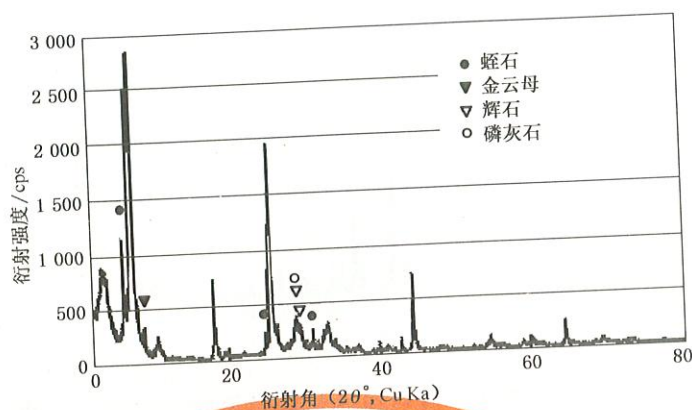


图9 水黑云母 X 射线衍射图

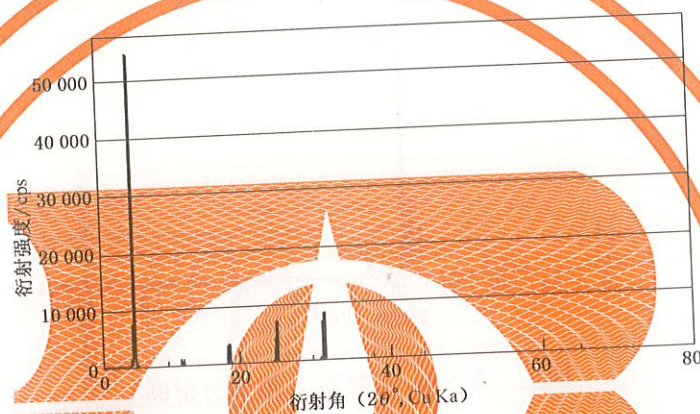


图10 蛭石 X 射线衍射图

10.2 偏光显微镜法

10.2.1 校准

使用者应了解偏光显微镜的光学元件并熟悉校准程序,使用前应对偏光显微镜进行校准。不同厂家的偏光显微镜设计不同,按照厂家提供的校准程序进行操作。校准应涉及以下方面:

- 调整照明光源和载物台下的聚光镜,保证限定光圈对焦(柯勒照明或类似的照明);
- 载物台的旋转中心应与每个物镜的光轴对齐,这样视野中心的粒子在载物台旋转过程中还是在视野中心。通常是根据每个目镜调整旋转中心,然后根据旋转台的中心,侧面调整其他目镜至与该轴对应的位置;
- 起偏器和检偏器的振动方向要相互垂直;
- 起偏器和检偏器的振动方向与目镜中十字划线的方向一致。这可以通过使用已知消光角为零的结构良好的双折射晶体实现。如果显微镜的目镜可以自由旋转,可通过胶带等方法固定目镜(包括十字划线)的位置;
- 如果在旋转载物台上安装了机械载物台,则应调整机械载物台方向,使旋转载物台的零角位置与机械载物台(平行于偏光器和分析仪的方向)的横向运动相一致。

10.2.2 浸渍液

10.2.2.1 在使用浸渍液进行石棉分析前,即使用经过认证的浸渍液,也建议使用参考玻璃样品确定浸渍液折射率。一些浸渍液暴露在光线下会降解,应阴暗保存。通常情况下,密封、阴暗保存的浸渍液折

射率至少稳定保持 2 年。

10.2.2.2 浸渍液选择：试样疑似温石棉，选择折射率($n_D^{25^\circ\text{C}}$)为 1.550 的浸渍液；疑似铁石棉，选择折射率($n_D^{25^\circ\text{C}}$)为 1.680 的浸渍液；疑似青石棉，选择折射率($n_D^{25^\circ\text{C}}$)为 1.700 的浸渍液；疑似透闪石和直闪石选择折射率($n_D^{25^\circ\text{C}}$)为 1.605 的浸渍液；疑似阳起石，选择折射率($n_D^{25^\circ\text{C}}$)为 1.630 的浸渍液。

10.2.3 试样制备

10.2.3.1 出现石棉 X 衍射特征峰时

如果在 10.1.5 中出现了石棉 X 衍射特征峰时，则应按以下步骤制备试样：

- a) 在容量为 50 mL 的具塞试管中加入一次分析试样 10 mg~20 mg、水 20 mL~40 mL，剧烈振荡后，移至容量为 50 mL 的锥形瓶中；
- b) 将转子放入锥形瓶中，在用磁力搅拌器搅拌的同时，用移液器吸取 10 μL ~20 μL 样本液体；
- c) 将样本液体滴入干净的载玻片上，并将载玻片进行干燥。
- d) 根据 10.1.5 中所出现的 X 射线衍射特征峰确定石棉的种类，再根据 10.2.2.2 选择合适的浸渍液；
- e) 在每个载玻片上滴上 3 滴~4 滴所选择的浸渍液，然后盖上盖玻片，作为偏光显微镜定性分析的试样；
- f) 按照步骤 b)~e)，共制备 3 个试样，并在各自的载玻片上写上试样编号。

10.2.3.2 未出现石棉 X 衍射特征峰时

如果在 10.1.5 中未出现石棉的特征峰，则应按以下步骤制备试样：

- a) 按照 10.2.3.1 中步骤 a)~c) 制备好带有试样的载玻片；
- b) 分别选择 10.2.2.2 中每种石棉所对应的浸渍液；
- c) 在每个载玻片上滴上 3 滴~4 滴所选择的浸渍液，然后盖上盖玻片，以制备试样；
- d) 每种浸渍液制备 3 个试样，并在各自的载玻片上写上试样编号。

10.2.4 试验步骤

10.2.4.1 将 10.2.3.1 或 10.2.3.2 制备的试样放在偏光显微镜的载物台上。

10.2.4.2 先用低倍镜对试样进行观察确认粒子是否分散均匀。

10.2.4.3 对于已分散均匀的试样，调到合适的中、高倍，缓慢移动载玻台，确认是否存在符合石棉形态和光学特性的纤维状粒子(见表 2 和附录 C)。

10.2.4.4 移动视野并计数，直至粒子数达到 1 000 为止，记录符合的石棉种类及粒子数。

表 2 石棉光学特性

性质	温石棉	铁石棉	青石棉	直闪石	透闪石	阳起石
颜色	白色	灰褐色	蓝色	白色	白色	浅绿色
多色性	无	很弱	蓝色或灰色	无	无	灰色或绿色
双折射性	低	中	低	中	中	中
延性 ^a	正延性	正延性	负延性	正延性	正延性	正延性
消光 ^b	平行	平行	平行	平行	平行	平行
折射率 γ	1.552	1.692	1.696	1.624	1.632	1.652

表 2 石棉光学特性 (续)

折射率 α	1.544	1.676	1.688	1.608	1.616	1.644
a 延性:正延性为东北至西南方向呈蓝绿色,西北至东南方向呈橙黄色;负延性为东北至西南方向呈橙黄色,西北至东南方向呈蓝绿色。						
b 消光:当石棉纤维与起偏器平行或垂直时,温石棉、铁石棉、青石棉和直闪石通常表现为平行或者垂直消光,阳起石和透闪石石棉则表现为小角度(一般在 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 之间)消光。						

10.3 蛭石喷涂材料定性分析方法

10.3.1 氯化钾处理试样

10.3.1.1 将一次分析试样 1.0 g 放入锥形瓶,倒入 100 mL 浓度为 1 mol/L 的氯化钾水溶液,并使其均匀分散。

10.3.1.2 在 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的温度下静置 1 h 或以上。

10.3.1.3 静置后,用高速离心机使其离心沉淀,采集沉淀物并用水将其充分洗净。

10.3.1.4 将此沉淀物放在干燥设备中充分干燥。

10.3.2 分析步骤

10.3.2.1 将在 10.3.1 中得到的经过氯化钾处理的试样均匀地放入 X 射线衍射仪的试样皿中,且与试样皿的面平齐。

10.3.2.2 将盛有试样的试样皿按表 A.2 规定的条件进行 X 射线衍射定性分析,观察是否出现如图 4、图 7 所示的温石棉或透闪石/阳起石的衍射特征峰。

10.3.2.3 如果出现类似温石棉或透闪石/阳起石的 X 射线衍射特征峰时,获得特征峰面积,与经过 10.3.1 处理过的蛭石标准样品的 X 射线衍射特征峰面积比较,判断是否含有温石棉或透闪石/阳起石。

注 1: 在此方法中,是否含有石棉是通过比较标准样品和测试试样之间的峰值高度确定的,如果氯化钾处理不充分或 X 射线衍射特征峰面积的处理有问题,则可能会出现石棉的错判。为避免出现这种情况,可对试验步骤进行检查,以避免出现任何问题,如果存在问题,需纠正后重新判定。

注 2: 透闪石/阳起石的 X 射线衍射特征峰在 10.4° 左右出现。

注 3: 如果样品可能含有共存矿或混合矿,显示出与温石棉相似的 X 射线衍射特征峰,如蛇纹石(抗蛇纹石、蛭蛭石)、绿泥石和高岭土矿物(高岭石、埃洛石),则最好使用偏光显微镜或相差显微镜通过分散染色法进行分析。

10.4 石棉判定

10.4.1 如果在 X 射线衍射的分析结果中,3 份试样中至少出现一个图 4~图 8 所示的石棉 X 射线衍射特征峰,同时偏光显微镜的分析结果中,3 个样本合计 3 000 个粒子中,石棉的纤维状粒子达到 4 个或 4 个以上,则认为该试样中含有石棉。

10.4.2 如果在 X 射线衍射的分析结果中,3 份试样中没有出现图 4~图 8 所示的石棉 X 射线衍射特征峰,但偏光显微镜的分析结果中,3 个样本合计 3 000 个粒子中,石棉的纤维状粒子达到 4 个或 4 个以上,则认为该试样中含有石棉。

10.4.3 如果在 X 射线衍射的分析结果中,3 份试样中至少出现一个图 4~图 8 所示的石棉 X 射线衍射特征峰,但偏光显微镜的分析结果中,3 个样本合计 3 000 个粒子中,石棉的纤维状粒子不满 4 个,则重新进行偏光显微镜分析。再分析的结果中,如果石棉纤维状粒子仍不满 4 个,则认为该试样中不含石棉;如果石棉的纤维状粒子达到 4 个或 4 个以上,则认为该试样中含有石棉。

10.4.4 如果在 X 射线衍射的分析结果中,3 份试样中没有出现图 4~图 8 所示的石棉 X 射线衍射特征

峰,并且偏光显微镜的分析结果中,3个样本合计3 000个粒子中,石棉的纤维状粒子不满4个,则认为该试样中不含石棉。

注:与温石棉的X射线衍射特征峰相同的矿物有蛇纹石(叶蛇纹石,利蛇纹石)、绿泥石及高岭土矿物(高岭石,埃洛石)和褐铁矿。与铁石棉及青石棉拥有同样X射线衍射角度($9^{\circ}\sim 10^{\circ}$)的有滑石。

10.4.5 对于蛭石喷涂材料,如果经过氯化钾处理的一次分析试样没有出现石棉的X衍射特征峰或特征峰积分强度小于蛭石标准样品的积分强度,则认为该试样不含石棉。其他情况都认为该试样中含有石棉。

11 定量方法

11.1 标准曲线的绘制

11.1.1 标准曲线绘制原则

根据预估的石棉含量,采用标准曲线Ⅰ法或标准曲线Ⅱ法绘制标准曲线,标准曲线应满足相关系数 $R\geq 0.99$ (或决定系数 $R^2\geq 0.98$),对于石棉标准样品,应使用带证书的标准样品。

注:对于试样板的安装,可以使用商用的金属基底标准板(过滤装置专用)。

11.1.2 标准曲线Ⅰ法

11.1.2.1 该方法用于预估石棉含量大于或等于1%的试样。

11.1.2.2 称量绘制标准曲线时所用直径25 mm滤网的质量,将滤网固定在金属基板上,测量滤网加金属基板的X射线衍射强度。

11.1.2.3 准确称取石棉标准样品0.1 mg、0.5 mg、1.0 mg、3.0 mg、5.0 mg,并将它们分别装入5个锥形瓶中。分别加入20%甲酸0.02 mL、0.1 mL、0.2 mL、0.6 mL、1.0 mL,以及水0.04 mL、0.2 mL、0.4 mL、1.2 mL、2.0 mL,用超声波洗净器分散1 min。

11.1.2.4 将锥形瓶放入温度为 $(30\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴锅内,连续振动12 min。

11.1.2.5 用装有直径25 mm滤网的抽取过滤装置进行抽取过滤,过滤后滤网上的样品作为标准曲线试样,准确称量滤网上标准曲线试样的质量。

11.1.2.6 将带有标准曲线试样的滤网固定在金属基板上,测量装有滤网的金属基板上试样的X射线衍射强度,按照附录D基础标准吸收修正法的规定绘制标准曲线。

注1:金属基板可以使用锌或铝中的一种。

注2:对于石棉含量较高的试样,也可以采用K值法(见附录E)进行测定。

11.1.3 标准曲线Ⅱ法

11.1.3.1 该方法用于预估石棉含量小于1%的试样。

11.1.3.2 称量绘制标准曲线时所用直径25 mm的滤网的质量,将滤网固定在金属基板上,测量滤网加金属基板的X射线衍射强度。

11.1.3.3 准确称取10 mg的石棉标准样品放入500 mL的锥形瓶中,加入异丙醇100 mL~150 mL,搅拌1 min,再用超声波洗净器进行充分分散。然后转移到1 000 mL的锥形瓶中,继续加入异丙醇直至满1 000 mL,该溶液作为母液。

注:1 mL母液相当于含有0.01 mg试样。

11.1.3.4 用移液管分别从母液中吸取5 mL、10 mL、30 mL、50 mL、100 mL的悬浊液各3份,分别放入锥形瓶中。吸取时应先充分摇晃装有母液的锥形瓶,之后马上用移液管吸取。

注:因为长时间静置的母液中,分散石棉有可能发生沉淀,因此母液在制备后尽快使用。如果使用的母液已经静置了一段时间,需要摇匀母液并通过目视来判断石棉是否分散均匀。

11.1.3.5 在取出的各溶液中分别加入 20% 甲酸 0.01 mL、0.02 mL、0.06 mL、0.1 mL、0.2 mL，搅拌 1 min。

11.1.3.6 放入温度为 $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的恒温水浴锅内，连续振动 12 min。

11.1.3.7 用装有直径 25 mm 滤网的抽取过滤装置进行抽取过滤，过滤后滤网上的样品作为标准曲线试样，准确称量滤网上标准曲线试样的质量。

11.1.3.8 将带有标准曲线试样的滤网固定在金属基板上，测量装有滤网的金属基板上试样的 X 射线衍射强度，按照附录 D 基础标准吸收修正法的规定绘制标准曲线。

11.2 定量分析步骤

11.2.1 将制备的定量用二次分析试样或三次分析试样固定在 X 射线衍射仪的试样台上。

11.2.2 在和标准曲线相同的条件下，测量金属基板和试样的 X 射线衍射强度，通过石棉相关基础标准吸收修正法进行 X 射线衍射分析。

11.2.3 通过绘制的标准曲线计算出石棉的质量。

11.2.4 重复上述步骤，再进行另外 2 个二次分析试样或三次分析试样的测定。

11.3 石棉含量的计算

11.3.1 定量用二次分析试样中石棉含量的计算

单个定量用二次分析试样的石棉含量由公式(2)算出，制品中的石棉含量由公式(3)算出。

如果定量用二次分析试样是经过 9.1.2.2 高温处理所制备的，则用量残留率 r 修正。

$$C_i = \frac{A_s}{m} \times r \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C_i —— 单个定量用二次分析试样的石棉含量 (C_1 、 C_2 、 C_3)；

A_s —— 根据标准曲线计算出的二次分析试样的石棉质量，单位为毫克 (mg)；

m_1 —— 一次分析试样的称量值，单位为毫克 (mg)；

r —— 量残留率，不发生量减少时 $r=1$ ；

C —— 制品中的石棉含量。

11.3.2 定量测定用三次分析试样中石棉含量的计算

单个定量用三次分析试样的石棉含量由公式(4)算出，制品中石棉含量由公式(5)算出。

如果定量用三次分析试样是经过 9.1.2.2 高温处理所制备的，则用量残留率 r 修正。

$$C_r = \frac{A_{s1} \times (m_2/m_3)}{m_1} \times r \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

C_r —— 单个定量用三次分析试样的石棉含量 (C_1 、 C_2 、 C_3)；

A_{s1} —— 根据标准曲线计算出的三次分析试样的石棉质量，单位为毫克 (mg)；

m_2 —— 定量测定用二次分析试样的称量值，单位为毫克 (mg)；

m_3 —— 定量测定用三次分析试样的称量值，单位为毫克 (mg)；

m_1 —— 一次分析试样的称量值，单位为毫克 (mg)；

r ——量残留率,不发生量减少时 $r=1$;

C ——制品中的石棉含量。

11.4 标准曲线的检出下限及定量下限

将绘制标准曲线时制备的最小标准试样($0.01 \text{ mg/cm}^2 \sim 0.1 \text{ mg/cm}^2$),用 X 射线衍射仪重复测量 10 次,求出 X 射线积分强度的标准偏差。标准曲线的检出下限由公式(6)算出,定量下限由公式(7)算出。

$$C_k = \frac{\sigma/\alpha}{m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$C_t = \frac{3\sigma/\alpha}{m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

C_k ——检出下限;

C_t ——定量下限;

σ ——10 次测量所得的 X 射线积分强度的标准偏差;

α ——标准曲线的斜率;

m_1 ——一次分析试样的称量值(100 mg)。

12 测试结果报告

测试结果报告中应包含以下内容。

- a) 测试机构。
- b) 测试人员、日期。
- c) 测试记录。
- d) 本文件编号。
- e) 试样的预处理方法(粉碎、酸处理、有机物处理)。
- f) 试验设备,包括:
 - 1) X 射线衍射仪制造商名称及型号;
 - 2) 偏光显微镜制造商名称及型号。
- g) 定性结果,包括:
 - 1) X 射线衍射仪定性分析条件和分析结果;
 - 2) 偏光显微镜定性分析结果(包括浸渍液折光率);
 - 3) 石棉判定结论。
- h) X 射线衍射仪定量分析的条件。
- i) 标准曲线及其绘制方法。
- j) X 射线衍射定量分析结果(包括检出下限及定量下限)。

附 录 A

(规范性)

石棉定性、定量分析时的 X 射线衍射仪技术条件

A.1 石棉定性分析时的 X 射线衍射仪技术条件

石棉定性分析时 X 射线衍射仪的技术条件应符合表 A.1 规定。也可以通过能够与本装置保持同等检出精度的装置测试。

表 A.1 X 射线衍射仪的定性分析条件

设定项目	测试条件
X 射线对阴极	铜(Cu)
管电压/kV	40
管电流/mA	30~40
单色化(K_{β} 线的去除)	Ni 过滤网或石墨单色器
满刻度/cps	1 000~2 000
时间常数/s	1
扫描速度/(°/min)	1~2
发散狭缝/(°)	1
散射狭缝/(°)	1
受光狭缝/mm	0.3
扫描范围(2θ)/(°)	5~70

A.2 蛭石喷涂材料定性分析时的 X 射线衍射仪技术条件

蛭石喷涂材料定性分析时的 X 射线衍射仪的技术条件应符合表 A.2 规定。也可以通过能够与本装置保持同等检出精度的装置测试。

表 A.2 喷涂用蛭石材料定性分析时的 X 射线衍射仪技术条件

设定项目	测试条件
X 射线对阴极	铜(Cu)
管电压/kV	40
管电流/mA	30~40
单色化(K_{β} 线的去除)	Ni 过滤网或石墨单色器
满刻度/cps	1 000~2 000
时间常数/s	1
扫描速度/(°/min)	1~2

表 A.2 喷涂用蛭石材料定性分析时的 X 射线衍射仪技术条件（续）

设定项目	测试条件
发散狭缝/(°)	1
散射狭缝/(°)	1
受光狭缝/mm	0.3
扫描范围(2θ)/(°)	2~70

A.3 测定石棉含量时的 X 射线衍射仪技术条件

定量分析条件应符合表 A.3 规定。使用旋转试样台的定量物质的 X 射线衍射积分强度(积分值)定为 2 000 次或以上。表 A.3 中所示的条件满足分析所需的最低精度要求,在可能的情况下,最好使用满足更高分析精度的条件。

表 A.3 X 射线衍射仪的定量分析条件

设定项目		测试条件
对阴极		铜(Cu)
管电压/kV		40
管电流/mA		30~40
单色化(K _β 线的去除)		Ni 过滤网或石墨单色器
时间常数/s		1
扫描速度	连续扫描/(°/min)	1/8~1/16
	跳跃扫描	0.02°x10 s~0.02°x20 s
发散狭缝/(°)		1
散射狭缝/(°)		1
受光狭缝/mm		0.3
扫描范围(2θ)/(°)		包括定量衍射线范围的前后 2°~3°

附 录 B

(规范性)

偏光显微镜的规格

偏光显微镜应具有偏光显微镜的标准配置。配备透过照明光源(卤素,100 W 以上),在照明侧配备起偏器,在观察侧配备检偏器,可分别正交。载物台可 360°旋转,可安装至少 2 片玻璃载片(标准形),可以移动,并且配有可计数的装置。旋转角度可以测量。配备 10 倍(数值孔径 0.25 以上)及 40 倍(数值孔径 0.70 以上)色散物镜。配备 10 倍或 15 倍目镜,并带有用于计测的十字划线。

偏光显微镜的观察模式见表 B.1。

表 B.1 偏光显微镜观察模式

光学特性	观察模式
形态	所有模式
多色性	起偏器
双折射性	正交偏光
消光	正交偏光
延性	正交偏光+530 nm 补偿片
折射率	色散物镜+起偏器

附录 C
(资料性)
石棉偏光显微镜图

石棉偏光显微镜图见图 C.1~图 C.28。



图 C.1 温石棉在 1.550 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图



图 C.2 温石棉在 1.550 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

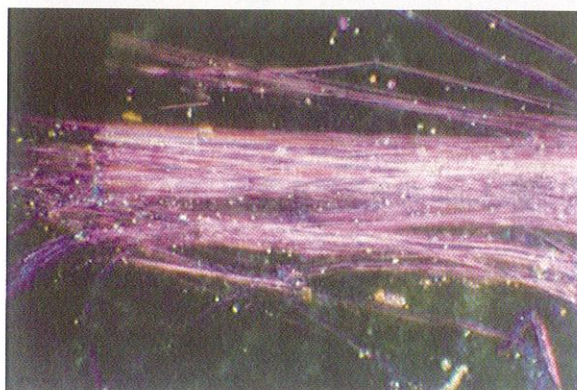


图 C.3 温石棉在 1.550 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维平行于起偏器的偏振方向)



图 C.4 温石棉在 1.550 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维垂直于起偏器偏振方向)

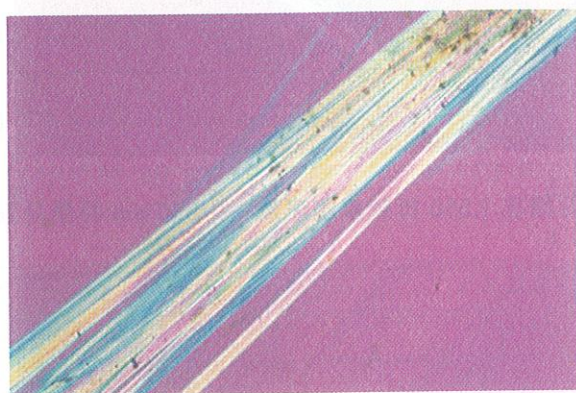


图 C.5 铁石棉在 1.680 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图



图 C.6 铁石棉在 1.680 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

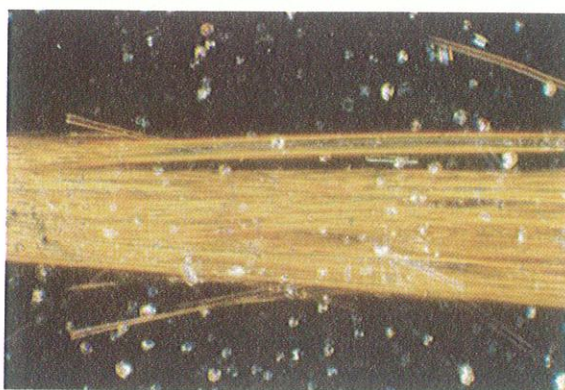


图 C.7 铁石棉在 1.680 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维平行于起偏器的偏振方向)

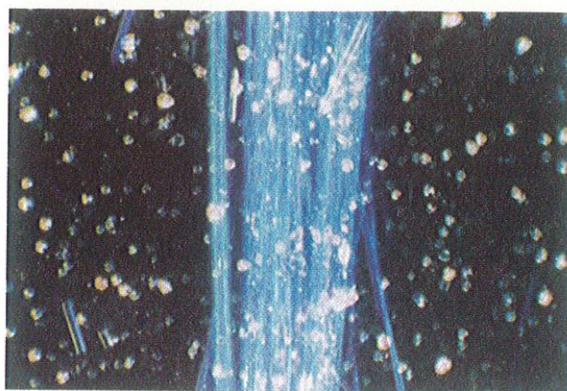


图 C.8 铁石棉在 1.680 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维垂直于起偏器的偏振方向)

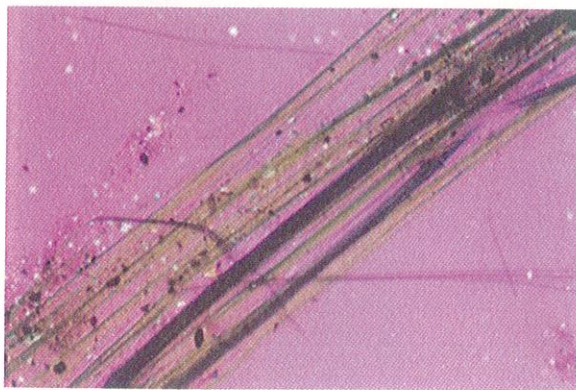


图 C.9 青石棉在 1.700 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

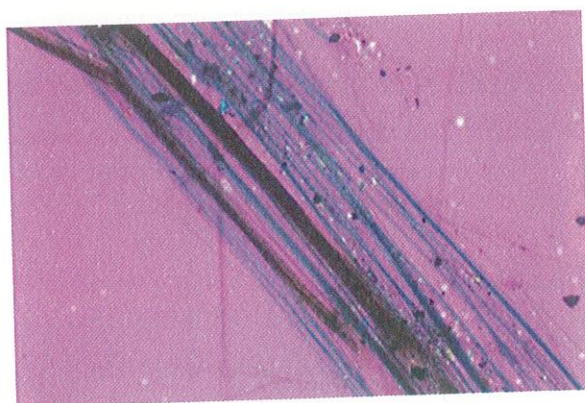


图 C.10 青石棉在 1.700 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

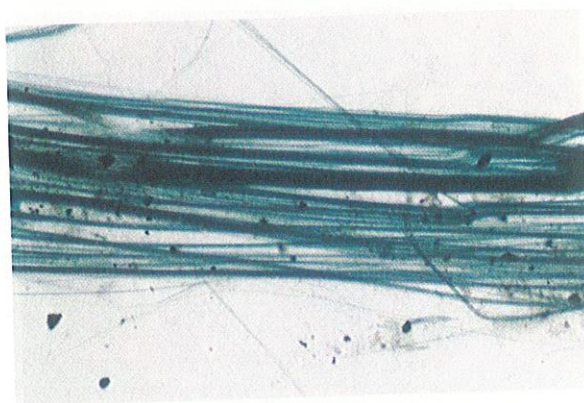


图 C.11 青石棉在 1.700 折射率浸渍液中的单偏光图(纤维平行于起偏器的偏振方向)

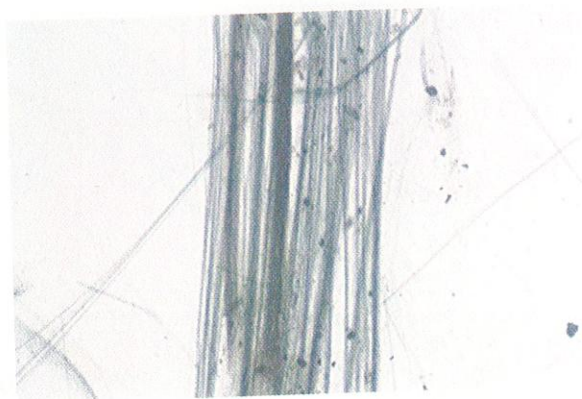


图 C.12 青石棉在 1.700 折射率浸渍液中的单偏光图(纤维垂直于起偏器的偏振方向)

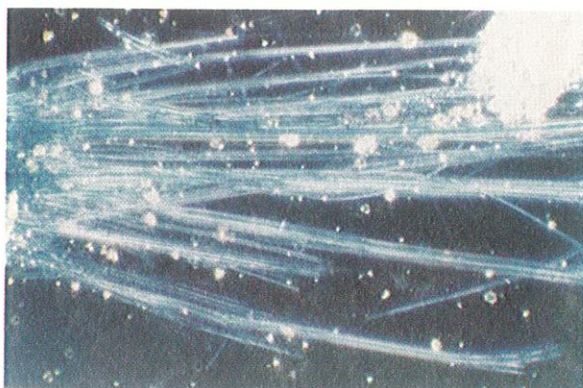


图 C.13 青石棉在 1.700 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维平行于起偏器的偏振方向)



图 C.14 青石棉在 1.700 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维垂直于起偏器的偏振方向)

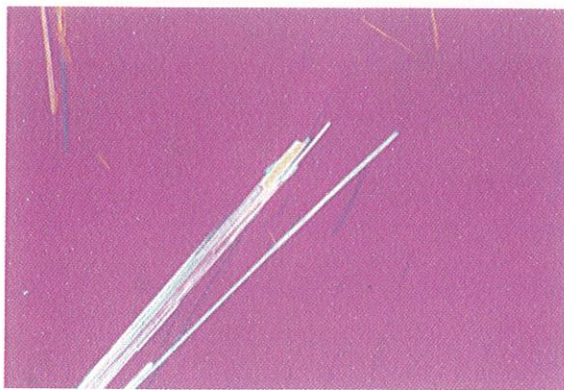


图 C.15 透闪石在 1.605 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

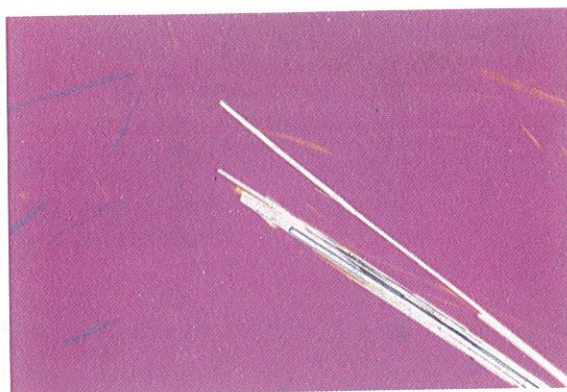


图 C.16 透闪石在 1.605 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图



图 C.17 透闪石在 1.605 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维在消光位置)



图 C.18 透闪石在 1.605 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维在消光位置)

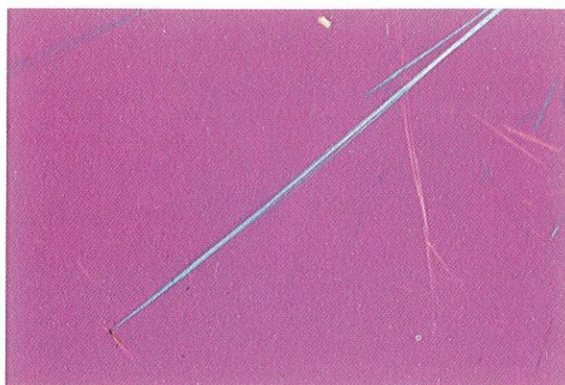


图 C.19 阳起石在 1.630 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

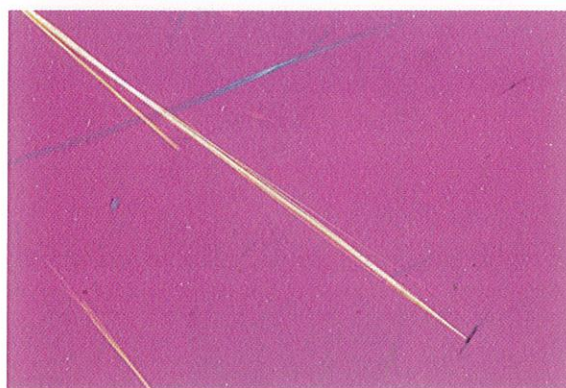


图 C.20 阳起石在 1.630 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图



图 C.21 阳起石在 1.630 折射率浸渍液中的色散染色图(紫色纤维在消光位置)



图 C.22 阳起石在 1.630 折射率浸渍液中的色散染色图(淡蓝色纤维在消光位置)



图 C.23 直闪石在 1.605 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图



图 C.24 直闪石在 1.605 折射率浸渍液——530 nm 补偿片正交偏光图

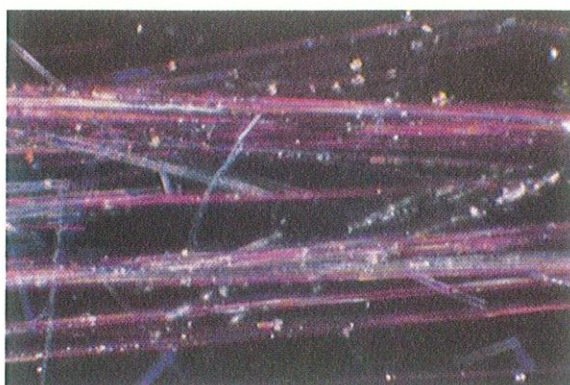


图 C.25 直闪石在 1.605 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维平行于起偏器的偏振方向)

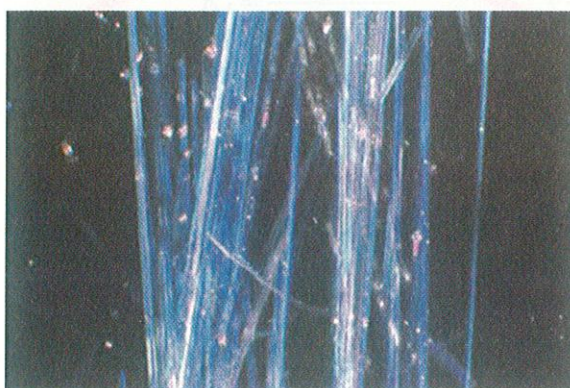


图 C.26 直闪石在 1.605 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维垂直于起偏器的偏振方向)



图 C.27 透闪石在 1.605 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维平行于起偏器的偏振方向)

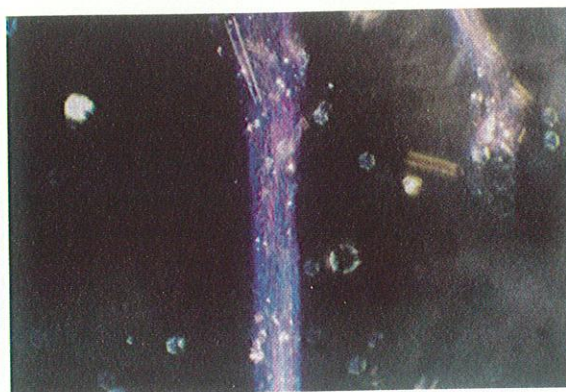


图 C.28 透闪石在 1.605 折射率浸渍液中的色散染色图(纤维垂直于起偏器的偏振方向)

附录 D

(规范性)

石棉相关基础标准吸收修正法

石棉相关基础标准吸收修正法如下：

- a) 将滤网固定在金属基板上，测量滤网加金属基板(锌:Zn)的 X 射线衍射线强度 I_{Zn}^0 ；
- b) 分别将含有 0.05 mg~5 mg 石棉标准样品的滤网固定在金属基板上，测量滤网加金属基板(锌:Zn)和石棉的两个衍射线强度 I_{Zn} 和 I_m ；
- c) 装有石棉标准样品时，滤网加金属基板(锌:Zn)的 X 射线衍射线强度 I_{Zn} ，比未装有石棉标准样品时减少。计算出减少率 $T = (I_{Zn}/I_{Zn}^0)$ ，根据公式(D.1)算出修正系数 K_f ；

$$K_f = \frac{-R_\theta / \ln T}{1 - T^{R_\theta}} \quad \text{.....(D.1)}$$

式中：

K_f ——修正系数；

R_θ ——锌板的衍射角与待测石棉的衍射角的比；

T ——减少率。

- d) 收集有 0.05 mg~5 mg 石棉标准样品滤网的 X 衍射线强度 I 根据公式(D.2)算出；

$$I = I_m \times K_f \quad \text{.....(D.2)}$$

式中：

I ——修正后的石棉 X 射线衍射线强度；

I_m ——石棉 X 射线衍射线强度；

K_f ——修正系数。

- e) 以滤网上实际收集到石棉标准样品的质量为横坐标，修正后的石棉 X 射线衍射线强度 I 为纵轴绘制标准曲线。

附 录 E
(资料性)
K 值法试验步骤

E.1 取待测石棉的标准物质与 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 或其他参比物质按 1 : 1 混合均匀, 一般用酒精湿法混样。在选定的实验条件下, 分别测量待测石棉和参比物质 X 射线衍射强度, 求出 K 值(参比强度值)。

E.2 将待测试样混入一定比例的参比物质($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), 测定两者的衍射强度, 代入 K 值法公式, 计算出待测试样中石棉的含量。其中测 K 值时, 重复装样和测量次数不少于 5 次, 测未知样时, 不少于 3 次。

E.3 测量结果计算见公式(E.1)、公式(E.2):

$$K = \frac{c_s}{c_x} \times \frac{I_x}{I_s} \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

$$c = \frac{c_x}{1 - c_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

K ——待测石棉和参比物质强度比值;

c_s ——混合样中参比物质含量, %;

c_x ——混合样中待测石棉含量, %;

I_x ——混合样中待测石棉衍射强度;

I_s ——混合样中参比物质衍射强度;

c ——待测试样中待测石棉含量。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
制品中石棉含量测定方法
GB/T 23263—2024

*

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)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

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 2.5 字数 60 千字
2024 年 11 月第一版 2024 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-77595 定价 81.00 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 23263-2024