



中华人民共和国国家标准

GB/T 4333.5—2016

硅铁 硅、锰、铝、钙、铬和铁含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法 (熔铸玻璃片法)

Ferrosilicon—Determination of silicon, manganese, aluminium, calcium, chromium and iron contents—Wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry (fused cast bead method)

2016-12-13 发布

2017-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 4333 硅铁分析方法分为 9 部分：

- GB/T 4333.1 硅铁 硅含量的测定 高氯酸脱水重量法和氟硅酸钾容量法；
- GB/T 4333.2 硅铁化学分析方法 铋磷钼蓝光度法测定磷量；
- GB/T 4333.3 硅铁化学分析方法 高碘酸钾光度法测定锰量；
- GB/T 4333.4 硅铁 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法、EDTA 滴定法和火焰原子吸收光谱法；
- GB/T 4333.5 硅铁 硅、锰、铝、钙、铬和铁含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法(熔铸玻璃片法)；
- GB/T 4333.6 硅铁 铬含量的测定 二苯基碳酰二肼分光光度法；
- GB/T 4333.7 硅铁化学分析方法 色层分离硫酸钡重量法测定硫量；
- GB/T 4333.8 硅铁化学分析方法 原子吸收光谱法测定钙量；
- GB/T 4333.10 硅铁 碳含量的测定 红外线吸收法。

本部分为 GB/T 4333 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国生铁及铁合金标准化技术委员会(SAC/TC 318)归口。

本部分起草单位：河北钢铁股份有限公司邯郸分公司、鄂尔多斯市西金矿冶有限责任公司、冶金工业信息标准研究院。

本部分主要起草人：许斌、唐恒国、孙玉虎、李兰群、王彬果、徐文高、马永昌、王春光、郭强、张改梅、马宁、赵靖、商英、卢春生。

硅铁 硅、锰、铝、钙、铬和铁含量的测定

波长色散 X 射线荧光光谱法

(熔铸玻璃片法)

警示——使用本部分的人员应有正规实验室工作的实践经验。本部分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

GB/T 4333 的本部分规定了用波长色散 X 射线荧光光谱法测定硅铁中硅、锰、铝、钙、铬和铁的含量。

本部分适用于硅铁中硅、锰、铝、钙、铬和铁含量的测定。各元素测定范围见表 1。

表 1 元素及测定范围

| 分析元素 | 测定范围(质量分数)/% |
|------|--------------|
| Si | 48.00~80.00 |
| Mn | 0.05~1.00 |
| Al | 0.20~2.50 |
| Ca | 0.05~2.50 |
| Cr | 0.01~0.50 |
| Fe | 20.00~50.00 |

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/T 4010 铁合金化学分析用试样的采取和制备

GB/T 6379.1 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第 1 部分:总则与定义

GB/T 6379.2 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第 2 部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 16597 冶金产品分析方法 X 射线荧光光谱法通则

JJG 810 波长色散 X 射线荧光光谱仪

3 原理

试样经特殊的预氧化处理后,熔制成平整、光洁的玻璃样片,X 射线管产生的初级 X 射线照射到玻璃样片的表面上,产生的特征 X 射线经晶体分光后,探测器在选择特征波长相对应的 2θ 角处测量 X 射线荧光强度。根据校准曲线和测量的 X 射线荧光强度,计算出样品中硅、锰、铝、钙、铬和铁的质量分数。

4 试剂与材料

分析中除另有说明外,仅使用认可的分析纯试剂,实验用水为 GB/T 6682 规定的三级及三级以上蒸馏水或纯度与其相当的水。

4.1 无水四硼酸锂,应为无水干燥状态,否则需在 500 °C 灼烧 4 h,然后使用。

4.2 碳酸锂,应为无水干燥状态,否则需在 200 °C 烘干 2 h,然后使用。

4.3 碘化铵,300 g/L。

4.4 碘化钾,使用前于 105 °C 烘干 2 h。

4.5 标准物质,用于绘制校准曲线和漂移校正用,所选系列有证标准物质或标准物质中各分析元素含量应覆盖分析范围且有适当的梯度。

4.6 氩甲烷气体(90%Ar+10%CH₄),为 X 射线荧光光谱仪流气正比计数器用,置于仪器室内,并且当钢瓶气压低于 1 MPa 时,应及时更换,并稳定 2 h 以上。

5 仪器与设备

5.1 高温炉

高温炉至少能维持 900 °C 的温度。

5.2 熔融炉

熔融炉至少能维持 1 100 °C 的温度,可以选择电热熔融炉、燃气熔融炉和高频感应熔融炉。

5.3 X 射线荧光光谱仪

应符合 JJG 810 和 GB/T 16597 的规定和要求。

5.4 坩埚和模具

坩埚和模具(或坩埚兼做模具)由不浸润的铂-金合金(95%Pt-5%Au)制成。坩埚一般为倒圆锥形,底部直径约为 30 mm。坩埚应有一定的厚度以防止加热后变形,模具的底部应保持平整,对于直接成型的坩埚应有平整的底部。

注:坩埚形状适合熔剂坩埚(即四硼酸锂内衬层)的制作,否则坩埚存在潜在风险。

5.5 天平

感量 0.1 mg。

6 取样和制样

按照 GB/T 4010 的规定进行。

7 熔铸玻璃片的制备

7.1 试样的预氧化

由于硅铁合金中各元素处于还原态,在高温下极易和铂形成合金或低熔点共熔化合物,进而腐蚀铂

金坩埚,所以需对试样进行特殊的预氧化处理后方可进行熔融制样操作。预氧化按照如下步骤进行:

- a) 称取 7.000 g 无水四硼酸锂(见 4.1)于铂金坩埚内,滴加 1 mL 碘化铵溶液(见 4.3)后,在 1 000 °C 下加热,熔化后取出铂金坩埚,迅速以一定倾斜角度缓慢旋转坩埚,使逐渐冷却的无水四硼酸锂附着在铂金坩埚内壁形成一层均匀的内衬层;

注 1: 无水四硼酸锂的用量可根据坩埚大小做适当调整,以最终形成的熔剂能覆盖铂金坩埚一半的高度为宜,一般在 5.000 0 g~8.000 0 g 之间。添加碘化铵的目的是使熔化后的无水四硼酸锂有较好的流动性,以便在旋转铂金坩埚制作熔剂坩埚时有较好的效果,碘化铵用量根据铂金坩埚的新旧程度可适当调整,一般在 0.5 mL~2 mL 之间,碘化铵用量在本范围内变化时对测定结果无显著影响。所有试剂用量一旦确定后,在整个实验过程中需保持一致。

- b) 称取 0.200 0 g 的硅铁试样和 1.500 0 g 碳酸锂(见 4.2)置于按 7.1 a)处理的坩埚内,混匀,然后在其上均匀覆盖 2.000 0 g 无水四硼酸锂(见 4.1)粉末;

注 2: 覆盖的无水四硼酸锂粉末以能完全盖住试样和碳酸锂混合物为宜,目的是防止预氧化过程中碳酸锂和试样反应时发生喷溅,根据坩埚大小无水四硼酸锂用量可适当调整,一般在 1.000 0 g~2.000 0 g 之间,用量一旦确定后,在整个实验过程中需保持一致。

- c) 将坩埚置于高温炉内,缓慢升温至 800 °C,即完成试样的预氧化。氧化完成后坩埚内无黑色颗粒物,为可流动的液体。

注 3: 高温炉的升温速率不宜太快,在 30 min~40 min 内升至 800 °C 为宜,建议使用可程序控温的高温炉。取出后,加入 0.500 0 g 碘化钾。

7.2 试样的熔融

把 7.1c)所示坩埚转移至熔样炉内,在 1 050 °C 下按预设程序熔融即可。一般建议熔融 10 min~15 min 为宜。然后取出,直接成型或倒模成可测量的玻璃片。

8 仪器的准备

8.1 仪器工作环境

仪器的工作环境应满足 GB/T 16597 的规定。

8.2 仪器工作条件

X 射线光谱仪在测量之前应按仪器制造商的要求使工作条件得到最优化,并在测量前至少预热 1 h 或直到仪器稳定。

9 分析步骤

9.1 测量条件

根据所使用仪器的类型、分析元素、共存元素及其含量变化范围,选择适合的测量条件。

- a) 分析元素的计数时间取决于所测元素的含量及所要达到的分析精密度,一般为 5 s~60 s。
 b) 计数率一般不超过所用计数器的最大线性计数率。
 c) 光管电压、电流的选择应考虑测定谱线最低激发电压和光管的额定功率。
 d) 推荐使用的元素分析线、分光晶体、 2θ 角、光管电压电流和可能干扰元素列入表 2。

表 2 推荐使用的元素分析线、分光晶体、2θ 角、光管电压电流和可能干扰元素

| 元素 | 分析谱线 | 晶体 | 管流/mA | 管压/kV | 2θ 角 | 可能的干扰元素 |
|----|----------------------|--------|-------|-------|---------|---------------|
| Si | Si Kα _{1,2} | PET | 30 | 80 | 109.028 | W、Sn |
| Mn | Mn Kα _{1,2} | LiF200 | 50 | 50 | 62.973 | Cr、Fe、Mo |
| Al | Al Kα _{1,2} | PET | 30 | 80 | 144.713 | Cr、Ba |
| Ca | Ca Kα _{1,2} | LiF200 | 30 | 80 | 113.086 | Ni、Sn |
| Cr | Cr Kα _{1,2} | LiF200 | 50 | 50 | 69.354 | V、Sn |
| Fe | FeKα _{1,2} | LiF200 | 50 | 50 | 57.518 | Co、Mn、W、Zn、Sn |

9.2 校准曲线的绘制与确认

9.2.1 校准曲线的绘制

在选定的工作条件下,用 X 射线荧光光谱仪测量一系列标准物质的熔铸玻璃片,每个样片应至少测量两次。用仪器所配的软件,以标准物质中该元素的含量值和测量的荧光强度平均值计算并绘制出校准曲线,一般以二次方程或一次方程的形式表达,见式(1):

$$W = aI^2 + bI + c \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- W ——待测成分的含量,用质量分数(%)表示;
- I ——各成分的 X 射线强度,单位为每秒计数率(kcps);
- a、b、c ——系数(一次方程时,a=0)。

9.2.2 校准曲线准确度的确认

可根据实际情况选择合适的模型对校准方程进行校正,如 α 影响系数法、基本参数法、经验 α 系数法和谱线重叠校正等。但须注意不论采用何种校正模型,都需用标准样品对校正曲线进行验证。按照选定的分析条件,用 X 射线荧光仪测量与试样化学成分相近的标准物质的玻璃熔铸片,以式(2)判定分析值与认证值或标准值之间在统计上是否有显著差异。

$$|\bar{x} - \mu_0| \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{R^2 - r^2 \frac{(n-1)}{n} + 8 \times \frac{S^2}{N}} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- \bar{x} ——标准物质中分析元素测量的平均值,用质量分数(%)表示;
- μ_0 ——标准物质中分析元素的标准值,用质量分数(%)表示;
- r ——精密度共同试验确定的重复性限;
- R ——精密度共同试验确定的再现性限;
- n ——标准物质的重复测定次数;
- S ——标准物质中分析元素定值的标准偏差;
- N ——标准物质定值实验室个数。

9.3 未知试样的分析

9.3.1 仪器的标准化

定期对仪器进行标准化确认,通常以固定样片检查待测元素的 X 射线强度是否有显著变化来确认,若发生显著变化说明仪器发生漂移。当仪器出现漂移时,通过测量标准化样品的 X 射线强度对仪

器进行漂移校正。可采用单点校正或两点校正,单点校正时使用一个标准化样品对 X 射线强度进行漂移校正,一般以式(3)表示。两点校正用设定在校正曲线两端的两个标准化样品进行漂移校正,一般以式(4)表示。校正的间隔时间可根据仪器的稳定性决定。

$$I_c = I \times \alpha \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$I_c = \alpha I + \beta \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

I_c ——未知样品校正后的 X 射线强度,单位为每秒计数率(kcps);

I ——未知样品的测量 X 射线强度,单位为每秒计数率(kcps);

α, β ——校正系数。

9.3.2 标准化的确认

漂移校正后分析标准物质,确认分析值应符合 9.2.2 的规定或在实验室的认可范围内。

9.3.3 未知试样的测量

按 8.1 选定的工作条件,用 X 射线荧光光谱仪测量未知试样中分析元素的 X 射线荧光强度。

10 结果计算及表示

根据未知试样的 X 射线荧光强度测量值,从校准曲线计算出分析元素的含量。

当未知试样的两次分析值之差未超过表 3 所列重复性限 r 时,取二者平均值为最终分析结果,若超过 r 值,则应按附录 A 中的流程来处理。

11 精密度

本部分在 2015 年由 8 个实验室,对 8 个不同水平的样品进行精密度共同试验,按 GB/T 6379.1 和 GB/T 6379.2 统计方法确定的精密度见表 3。

试样分析结果接受程序按附录 A 中的流程来处理,精密度测定的原始数据参见附录 B。

表 3 精密度

| 元素 | 测定范围(质量分数)/% | 重复性限, r | 再现性限, R |
|----|--------------|---------------------------|------------------------------|
| Si | 48.00~80.00 | $r=0.003\ 948m+0.125\ 54$ | $R=0.000\ 532\ 3m+0.415\ 93$ |
| Mn | 0.05~1.00 | $r=0.018\ 76m+0.009\ 00$ | $R=0.055\ 27m+0.011\ 91$ |
| Al | 0.20~2.50 | $r=0.009\ 20m+0.037\ 13$ | $R=0.007\ 27m+0.060\ 34$ |
| Ca | 0.05~2.50 | $r=0.066\ 17m-0.000\ 202$ | $R=0.085\ 41m+0.030\ 51$ |
| Cr | 0.01~0.50 | $r=0.011\ 32m+0.009\ 34$ | $R=0.199\ 77m+0.009\ 17$ |
| Fe | 20.00~50.00 | $r=0.000\ 705m+0.353\ 30$ | $R=0.025\ 84m+0.111\ 50$ |

注: 式中 m 是两个测定值的平均值,以质量分数计,用%表示。

重复性限(r)、再现性限(R)按表 3 给出的方程求得。

在重复性条件下,获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于重复性限(r),大于重复性限(r)的情况以不超过 5%为前提;

在再现性条件下,获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于再现性限(R),大于再现性限(R)的情况以不超过5%为前提。

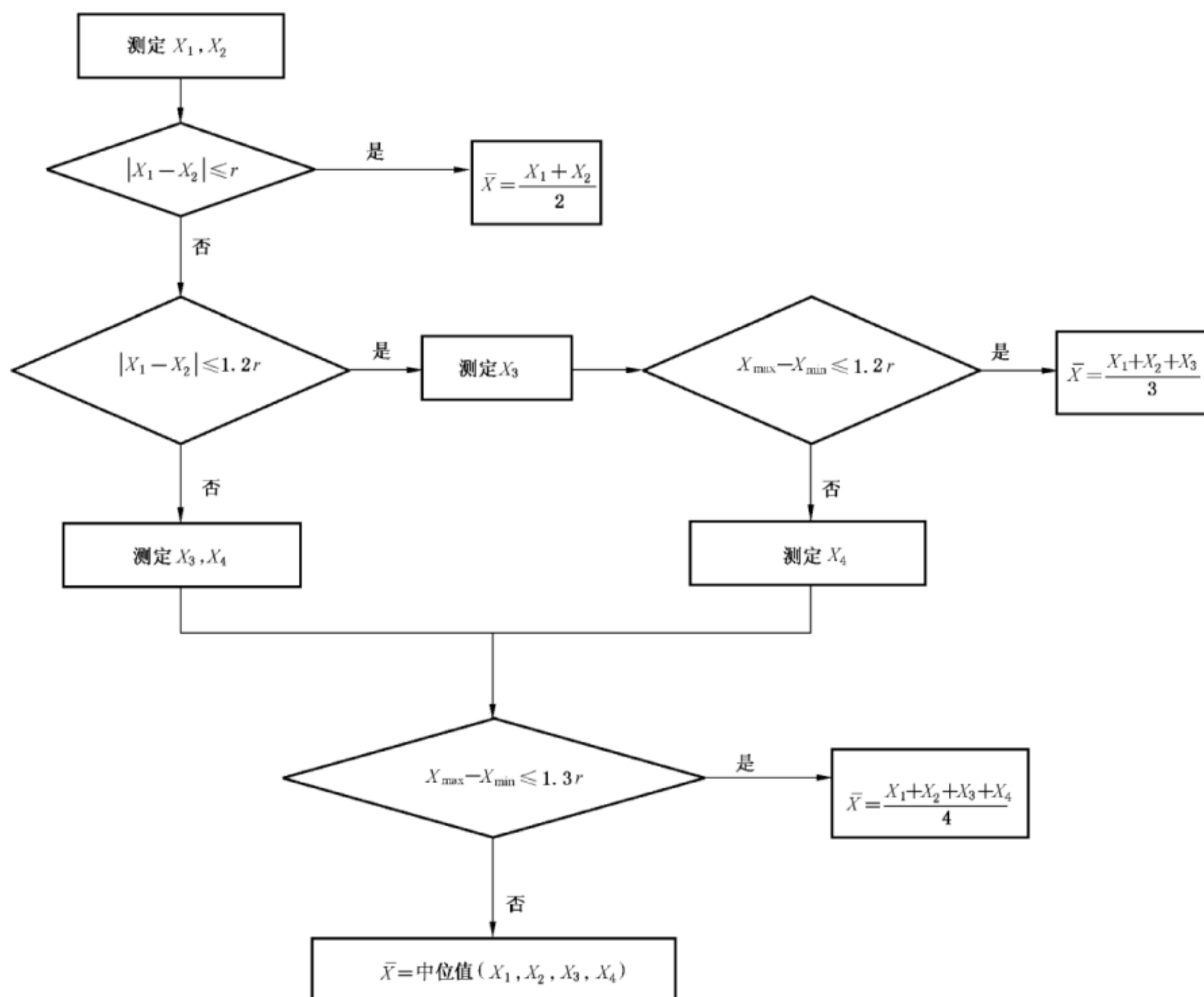
12 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 识别样品、实验室和试验日期所需的全部资料;
- b) 引用标准;
- c) 结果与其表示;
- d) 测定中发现的异常现象;
- e) 在测定过程中注意到的任何特性和本标准中没有规定的可能对试样和认证标准物质的结果产生影响的任何操作。

附录 A
(规范性附录)
试样分析结果接受程序流程图

图 A.1 为试样分析结果接受程序流程图。



注： r 为重复性限。

图 A.1 试样分析结果接受程序流程图

附 录 B
(资料性附录)
精密度试验数据

表 B.1 为精密度试验数据。

表 B.1 精密度试验数据

| 实验室 | 硅含量(质量分数)/% | | | | | | | |
|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Si-1 | Si-2 | Si-3 | Si-4 | Si-5 | Si-6 | Si-7 | Si-8 |
| A | 55.280 | 69.160 | 78.780 | 75.040 | 75.500 | 73.460 | 74.880 | 48.180 |
| | 55.420 | 69.730 | 78.660 | 74.920 | 75.570 | 73.600 | 75.240 | 48.230 |
| | 55.540 | 69.500 | 78.530 | 74.920 | 75.550 | 73.440 | 74.880 | 47.970 |
| B | 55.292 | 69.385 | 77.731 | 74.908 | 74.996 | 73.353 | 74.668 | 47.804 |
| | 55.346 | 69.282 | 77.813 | 74.847 | 75.025 | 73.308 | 74.610 | 47.797 |
| | 55.295 | 69.475 | 77.675 | 74.800 | 74.935 | 73.400 | 74.647 | 47.847 |
| C | 55.652 | 69.015 | 78.941 | 74.717 | 75.410 | 73.216 | 75.877 | 48.470 |
| | 55.658 | 69.306 | 78.504 | 74.989 | 75.822 | 73.297 | 75.551 | 48.398 |
| | 55.908 | 69.296 | 78.740 | 74.712 | 75.616 | 72.900 | 75.139 | 48.550 |
| D | 55.610 | 69.040 | 79.050 | 74.320 | 75.670 | 73.640 | 75.020 | 48.060 |
| | 55.480 | 69.370 | 79.080 | 74.490 | 75.540 | 73.470 | 74.900 | 48.030 |
| | 55.720 | 69.220 | 78.790 | 74.640 | 75.740 | 73.700 | 74.970 | 47.750 |
| E | 55.894 | 69.000 | 78.963 | 74.786 | 75.238 | 73.471 | 75.420 | 47.651 |
| | 55.855 | 69.061 | 78.989 | 74.738 | 75.291 | 73.472 | 75.410 | 47.622 |
| | 55.750 | 69.089 | 78.940 | 74.800 | 75.338 | 73.581 | 75.311 | 47.705 |
| F | 55.793 | 69.320 | 79.215 | 75.004 | 75.212 | 73.505 | 74.797 | 47.646 |
| | 55.567 | 69.428 | 79.187 | 75.255 | 75.534 | 73.390 | 74.996 | 47.742 |
| | 55.626 | 69.456 | 79.045 | 74.917 | 75.574 | 72.958 | 75.103 | 47.785 |
| G | 55.487 | 69.492 | 79.284 | 74.859 | 75.497 | 73.397 | 75.131 | 47.562 |
| | 55.558 | 69.564 | 79.325 | 74.871 | 75.562 | 73.465 | 75.121 | 47.674 |
| | 55.313 | 69.450 | 79.362 | 74.756 | 75.447 | 73.393 | 74.995 | 47.656 |
| H | 55.618 | 69.492 | 78.909 | 74.951 | 75.540 | 73.770 | 74.775 | 47.500 |
| | 55.676 | 69.606 | 79.341 | 75.034 | 75.210 | 73.692 | 74.892 | 47.350 |
| | 55.450 | 69.482 | 78.815 | 74.892 | 75.962 | 73.692 | 75.039 | 47.771 |

表 B.1 (续)

| 实验室 | 锰含量(质量分数)/% | | | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Mn-1 | Mn-2 | Mn-3 | Mn-4 | Mn-5 | Mn-6 | Mn-7 | Mn-8 |
| A | 0.220 | 0.300 | 0.054 | 1.090 | 0.610 | 0.220 | 0.088 | 0.310 |
| | 0.220 | 0.300 | 0.055 | 1.060 | 0.600 | 0.220 | 0.079 | 0.310 |
| | 0.220 | 0.310 | 0.058 | 1.070 | 0.600 | 0.220 | 0.078 | 0.310 |
| B | 0.236 | 0.320 | 0.049 | 1.099 | 0.639 | 0.225 | 0.098 | 0.330 |
| | 0.236 | 0.320 | 0.049 | 1.105 | 0.639 | 0.225 | 0.098 | 0.328 |
| | 0.240 | 0.317 | 0.047 | 1.110 | 0.641 | 0.227 | 0.097 | 0.329 |
| C | 0.238 | 0.320 | 0.043 | 1.106 | 0.633 | 0.226 | 0.101 | 0.327 |
| | 0.242 | 0.322 | 0.048 | 1.103 | 0.634 | 0.225 | 0.100 | 0.325 |
| | 0.241 | 0.324 | 0.045 | 1.105 | 0.629 | 0.222 | 0.098 | 0.328 |
| D | 0.220 | 0.305 | 0.057 | 1.124 | 0.616 | 0.223 | 0.081 | 0.305 |
| | 0.224 | 0.305 | 0.058 | 1.121 | 0.645 | 0.223 | 0.092 | 0.308 |
| | 0.219 | 0.304 | 0.046 | 1.110 | 0.631 | 0.226 | 0.090 | 0.309 |
| E | 0.225 | 0.312 | 0.051 | 1.075 | 0.601 | 0.224 | 0.091 | 0.304 |
| | 0.226 | 0.308 | 0.057 | 1.076 | 0.596 | 0.221 | 0.093 | 0.307 |
| | 0.226 | 0.303 | 0.058 | 1.075 | 0.599 | 0.222 | 0.092 | 0.307 |
| F | 0.232 | 0.308 | 0.058 | 1.076 | 0.589 | 0.217 | 0.083 | 0.310 |
| | 0.228 | 0.299 | 0.058 | 1.085 | 0.597 | 0.218 | 0.089 | 0.318 |
| | 0.231 | 0.302 | 0.058 | 1.087 | 0.583 | 0.218 | 0.083 | 0.314 |
| G | 0.228 | 0.295 | 0.055 | 1.064 | 0.581 | 0.225 | 0.089 | 0.312 |
| | 0.218 | 0.298 | 0.054 | 1.059 | 0.593 | 0.215 | 0.086 | 0.309 |
| | 0.232 | 0.289 | 0.060 | 1.062 | 0.588 | 0.229 | 0.088 | 0.310 |
| H | 0.245 | 0.319 | 0.080 | 1.098 | 0.633 | 0.234 | 0.093 | 0.321 |
| | 0.254 | 0.311 | 0.075 | 1.108 | 0.603 | 0.224 | 0.093 | 0.320 |
| | 0.222 | 0.298 | 0.039 | 1.069 | 0.603 | 0.221 | 0.083 | 0.310 |

表 B.1 (续)

| 实验室 | 铝含量(质量分数)/% | | | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Al-1 | Al-2 | Al-3 | Al-4 | Al-5 | Al-6 | Al-7 | Al-8 |
| A | 0.770 | 2.400 | 0.220 | 1.310 | 1.380 | 1.520 | 0.630 | 1.160 |
| | 0.780 | 2.400 | 0.240 | 1.290 | 1.430 | 1.500 | 0.640 | 1.100 |
| | 0.800 | 2.410 | 0.220 | 1.270 | 1.400 | 1.540 | 0.640 | 1.100 |
| B | 0.804 | 2.389 | 0.266 | 1.265 | 1.410 | 1.508 | 0.638 | 1.096 |
| | 0.816 | 2.428 | 0.264 | 1.268 | 1.412 | 1.505 | 0.638 | 1.066 |
| | 0.812 | 2.402 | 0.262 | 1.275 | 1.383 | 1.510 | 0.635 | 1.093 |
| C | 0.770 | 2.477 | 0.219 | 1.294 | 1.422 | 1.820 | 0.651 | 1.146 |
| | 0.769 | 2.452 | 0.230 | 1.281 | 1.433 | 1.838 | 0.666 | 1.142 |
| | 0.793 | 2.434 | 0.207 | 1.299 | 1.398 | 1.786 | 0.640 | 1.134 |
| D | 0.805 | 2.441 | 0.215 | 1.273 | 1.461 | 1.553 | 0.649 | 1.158 |
| | 0.797 | 2.487 | 0.222 | 1.311 | 1.398 | 1.540 | 0.637 | 1.140 |
| | 0.814 | 2.463 | 0.223 | 1.275 | 1.400 | 1.527 | 0.638 | 1.174 |
| E | 0.784 | 2.422 | 0.230 | 1.292 | 1.374 | 1.522 | 0.645 | 1.121 |
| | 0.786 | 2.432 | 0.222 | 1.274 | 1.430 | 1.509 | 0.638 | 1.137 |
| | 0.787 | 2.439 | 0.235 | 1.309 | 1.431 | 1.524 | 0.633 | 1.153 |
| F | 0.771 | 2.469 | 0.219 | 1.264 | 1.401 | 1.556 | 0.611 | 1.157 |
| | 0.757 | 2.432 | 0.202 | 1.272 | 1.417 | 1.561 | 0.616 | 1.188 |
| | 0.760 | 2.438 | 0.221 | 1.297 | 1.398 | 1.531 | 0.620 | 1.170 |
| G | 0.699 | 2.438 | 0.238 | 1.244 | 1.377 | 1.516 | 0.637 | 1.112 |
| | 0.754 | 2.447 | 0.289 | 1.255 | 1.395 | 1.549 | 0.643 | 1.134 |
| | 0.704 | 2.480 | 0.235 | 1.268 | 1.385 | 1.565 | 0.663 | 1.096 |
| H | 0.811 | 2.469 | 0.241 | 1.321 | 1.444 | 1.562 | 0.628 | 1.174 |
| | 0.811 | 2.462 | 0.221 | 1.321 | 1.405 | 1.576 | 0.637 | 1.174 |
| | 0.772 | 2.435 | 0.212 | 1.265 | 1.397 | 1.544 | 0.606 | 1.137 |

表 B.1 (续)

| 实验室 | 钙含量(质量分数)/% | | | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Ca-1 | Ca-2 | Ca-3 | Ca-4 | Ca-5 | Ca-6 | Ca-7 | Ca-8 |
| A | 0.130 | 2.400 | 0.017 | 0.950 | 1.140 | 0.890 | 0.001 | 0.049 |
| | 0.120 | 2.440 | 0.008 | 0.950 | 1.120 | 0.870 | 0.006 | 0.054 |
| | 0.150 | 2.440 | 0.016 | 0.960 | 1.160 | 0.880 | 0.009 | 0.073 |
| B | 0.117 | 2.640 | 0.037 | 1.009 | 1.235 | 0.938 | 0.002 | 0.048 |
| | 0.124 | 2.638 | 0.017 | 1.018 | 1.262 | 0.924 | 0.002 | 0.034 |
| | 0.119 | 2.632 | 0.038 | 1.029 | 1.263 | 0.941 | 0.002 | 0.046 |
| C | 0.166 | 2.481 | 0.066 | 1.008 | 1.183 | 1.020 | 0.025 | 0.074 |
| | 0.167 | 2.448 | 0.064 | 0.984 | 1.203 | 1.001 | 0.021 | 0.073 |
| | 0.158 | 2.499 | 0.062 | 0.971 | 1.167 | 0.997 | 0.025 | 0.073 |
| D | 0.135 | 2.463 | 0.071 | 0.972 | 1.187 | 0.951 | 0.022 | 0.056 |
| | 0.142 | 2.486 | 0.057 | 0.966 | 1.177 | 0.934 | 0.032 | 0.061 |
| | 0.137 | 2.455 | 0.058 | 0.980 | 1.193 | 0.925 | 0.023 | 0.062 |
| E | 0.147 | 2.470 | 0.057 | 0.977 | 1.164 | 0.906 | 0.017 | 0.051 |
| | 0.140 | 2.466 | 0.053 | 0.978 | 1.158 | 0.923 | 0.015 | 0.061 |
| | 0.145 | 2.708 | 0.061 | 0.974 | 1.177 | 0.932 | 0.021 | 0.057 |
| F | 0.151 | 2.488 | 0.062 | 0.954 | 1.154 | 0.952 | 0.027 | 0.065 |
| | 0.133 | 2.470 | 0.063 | 0.973 | 1.157 | 0.958 | 0.027 | 0.066 |
| | 0.154 | 2.453 | 0.063 | 1.007 | 1.153 | 0.930 | 0.027 | 0.066 |
| G | 0.143 | 2.459 | 0.047 | 0.914 | 1.129 | 0.967 | 0.023 | 0.058 |
| | 0.150 | 2.399 | 0.048 | 0.913 | 1.128 | 0.989 | 0.021 | 0.085 |
| | 0.155 | 2.401 | 0.048 | 0.913 | 1.122 | 0.967 | 0.024 | 0.065 |
| H | 0.128 | 2.486 | 0.062 | 0.991 | 1.177 | 0.938 | 0.036 | 0.096 |
| | 0.145 | 2.482 | 0.055 | 0.993 | 1.143 | 0.939 | 0.039 | 0.062 |
| | 0.132 | 2.488 | 0.066 | 1.004 | 1.169 | 0.957 | 0.045 | 0.076 |

表 B.1 (续)

| 实验室 | 铬含量(质量分数)/% | | | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Cr-1 | Cr-2 | Cr-3 | Cr-4 | Cr-5 | Cr-6 | Cr-7 | Cr-8 |
| A | 0.068 | 0.092 | 0.560 | 0.056 | 0.041 | 0.034 | 0.036 | 0.099 |
| | 0.067 | 0.130 | 0.570 | 0.057 | 0.049 | 0.039 | 0.060 | 0.098 |
| | 0.074 | 0.103 | 0.560 | 0.053 | 0.044 | 0.112 | 0.097 | 0.095 |
| B | 0.103 | 0.128 | 0.433 | 0.077 | 0.060 | 0.032 | 0.029 | 0.113 |
| | 0.106 | 0.129 | 0.428 | 0.077 | 0.066 | 0.033 | 0.034 | 0.109 |
| | 0.106 | 0.133 | 0.434 | 0.078 | 0.062 | 0.036 | 0.029 | 0.109 |
| C | 0.073 | 0.106 | 0.479 | 0.055 | 0.038 | 0.030 | 0.031 | 0.085 |
| | 0.068 | 0.107 | 0.489 | 0.048 | 0.042 | 0.030 | 0.025 | 0.089 |
| | 0.070 | 0.104 | 0.471 | 0.056 | 0.039 | 0.027 | 0.025 | 0.086 |
| D | 0.070 | 0.095 | 0.466 | 0.044 | 0.041 | 0.026 | 0.023 | 0.083 |
| | 0.065 | 0.095 | 0.467 | 0.042 | 0.042 | 0.033 | 0.022 | 0.108 |
| | 0.067 | 0.096 | 0.476 | 0.046 | 0.036 | 0.030 | 0.030 | 0.087 |
| E | 0.075 | 0.102 | 0.468 | 0.047 | 0.043 | 0.040 | 0.045 | 0.092 |
| | 0.078 | 0.102 | 0.474 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.036 | 0.095 |
| | 0.070 | 0.103 | 0.468 | 0.058 | 0.045 | 0.042 | 0.035 | 0.091 |
| F | 0.074 | 0.088 | 0.487 | 0.056 | 0.040 | 0.044 | 0.038 | 0.092 |
| | 0.072 | 0.088 | 0.488 | 0.051 | 0.041 | 0.038 | 0.041 | 0.093 |
| | 0.073 | 0.084 | 0.483 | 0.051 | 0.038 | 0.045 | 0.040 | 0.098 |
| G | 0.076 | 0.103 | 0.471 | 0.050 | 0.034 | 0.035 | 0.038 | 0.086 |
| | 0.081 | 0.101 | 0.476 | 0.057 | 0.042 | 0.030 | 0.034 | 0.092 |
| | 0.075 | 0.093 | 0.465 | 0.055 | 0.035 | 0.031 | 0.034 | 0.098 |
| H | 0.079 | 0.116 | 0.482 | 0.060 | 0.056 | 0.037 | 0.045 | 0.088 |
| | 0.083 | 0.109 | 0.491 | 0.057 | 0.045 | 0.038 | 0.034 | 0.093 |
| | 0.075 | 0.107 | 0.484 | 0.049 | 0.040 | 0.033 | 0.034 | 0.098 |

表 B.1 (续)

| 实验室 | 铁含量(质量分数)/% | | | | |
|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | Fe-1 | Fe-2 | Fe-3 | Fe-4 | Fe-5 |
| A | 42.440 | 20.420 | 22.460 | 24.050 | 50.370 |
| | 42.030 | 20.670 | 22.670 | 24.300 | 50.270 |
| | 42.160 | 20.330 | 22.810 | 24.030 | 50.290 |
| B | 41.453 | 18.921 | 22.183 | 23.562 | 48.495 |
| | 41.503 | 18.924 | 22.157 | 23.353 | 48.536 |
| | 41.443 | 18.905 | 22.208 | 23.461 | 48.484 |
| C | 41.666 | 20.092 | 22.677 | 23.766 | 48.925 |
| | 41.588 | 19.922 | 22.709 | 23.813 | 49.086 |
| | 41.950 | 19.973 | 22.562 | 23.788 | 49.162 |
| D | 41.850 | 20.240 | 22.170 | 23.580 | 49.710 |
| | 41.700 | 20.390 | 22.320 | 23.640 | 49.780 |
| | 41.880 | 20.180 | 22.480 | 23.510 | 49.540 |
| E | 41.789 | 20.277 | 22.062 | 24.135 | 49.912 |
| | 41.696 | 20.203 | 21.928 | 24.173 | 49.927 |
| | 41.686 | 20.259 | 22.066 | 24.051 | 49.992 |
| F | 41.926 | 20.362 | 22.261 | 24.128 | 49.723 |
| | 41.734 | 20.411 | 22.426 | 23.965 | 49.767 |
| | 41.607 | 20.319 | 22.582 | 24.012 | 49.633 |
| G | 41.975 | 20.022 | 22.507 | 23.378 | 49.776 |
| | 41.551 | 19.855 | 22.517 | 23.642 | 49.271 |
| | 41.565 | 19.890 | 22.191 | 23.519 | 49.626 |
| H | 41.366 | 20.572 | 22.583 | 23.481 | 49.825 |
| | 41.563 | 20.533 | 22.334 | 23.834 | 49.328 |
| | 41.443 | 20.209 | 22.478 | 23.967 | 50.311 |

中华人民共和国
国家标准
硅铁 硅、锰、铝、钙、铬和铁含量的测定
波长色散 X 射线荧光光谱法
(熔铸玻璃片法)

GB/T 4333.5—2016

*

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.org.cn

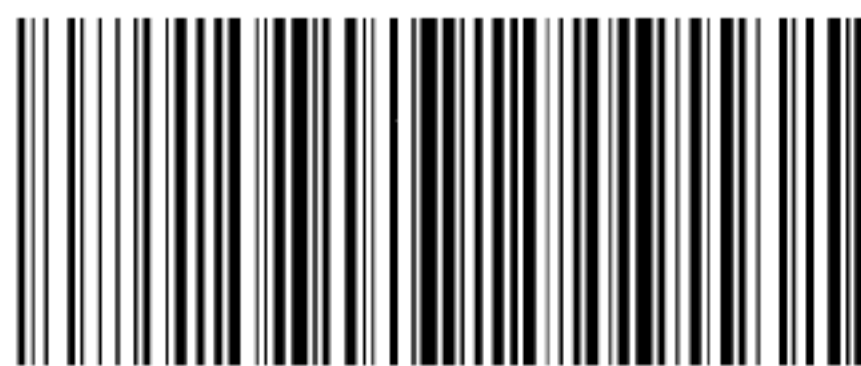
服务热线: 400-168-0010

2016 年 12 月第一版

*

书号: 155066 · 1-55352

版权专有 侵权必究



GB/T 4333.5—2016