

钢渣化学分析方法

Methods of chemical analysis for steel slag

YB/T 140—2009

目 次

1 范围	(1)
2 规范性引用文件	(1)
3 术语和定义	(1)
4 设备及试样制备	(1)
5 二氧化硅的测定	(2)
6 三氧化二铁的测定	(5)
7 三氧化二铝的测定	(7)
8 氧化钙的测定	(11)
9 氧化镁的测定	(13)
10 氧化亚铁的测定	(15)
11 氧化锰的测定	(17)
12 五氧化二磷的测定	(19)
13 硫的测定	(20)
14 游离钙的测定	(22)
15 金属铁的测定(三氯化铁-重铬酸钾滴定法)	(24)
16 氧化钠和氧化钾测定	(25)
17 氯离子测定	(27)
18 试验报告	(30)

钢渣化学分析方法

警告:使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准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

本标准规定了钢渣尾渣化学分析方法的测定范围、试样制备、方法原理、仪器设备及试剂、分析步骤、结果计算、允许差及试验报告等内容。

本标准适用于钢渣尾渣中二氧化硅、三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙、氧化镁、氧化亚铁、氧化锰、硫、五氧化二磷、游离钙、氧化钠、氧化钾、金属铁、氯离子的测定。测定范围见表 1。

表 1 测定范围

测定项目	测定范围(质量分数),%	测定项目	测定范围(质量分数),%
二氧化硅	5~30	硫	0.05~1
三氧化二铁	5~20	五氧化二磷	0.05~5
三氧化二铝	1~10	游离钙	0.2~15
氧化钙	5~60	氧化钠	0.02~0.1
氧化镁	0.5~15	氧化钾	0.02~0.1
氧化亚铁	5~20	金属铁	0.1~3
氧化锰	0.5~10	氯离子	0.003~0.1

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 6003.1 金属丝编织网试验筛
- GB/T 6682 分析实验室用水规格及试验方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 12805 实验室玻璃仪器 滴定管
- GB/T 12806 实验室玻璃仪器 单标线容量瓶
- GB/T 12807 实验室玻璃仪器 分度吸量管
- GB/T 12808 实验室玻璃仪器 单标线吸量管
- YB/T 804 钢铁渣及处理利用术语

3 术语和定义

YB/T 804 所确定的术语和定义适用于本标准。

4 设备及试样制备

4.1 仪器和设备

4.1.1 粉碎机及球磨机

4.1.2 试验筛应符合 GB/T 6003.1 的规定。

4.2 样品制备

用于化学分析的钢渣样品应是具有代表性的均匀样品,将入磨粒度的钢渣采用四分法缩分至约50g~100g,粉碎研磨,过0.080mm方孔筛,将筛余物用磁铁吸取金属铁并舍弃,其余经研磨后使其全部通过0.080mm,再用磁铁吸去样品中金属铁并舍弃,将剩余的钢渣充分混匀后装入带有磨口塞的瓶中保存,或装入试样袋后放入干燥器中保存。在进行化学分析时,先将试样在烘箱中于105℃~110℃下烘1h,取出在干燥器中冷至室温后再称量。

5 二氧化硅的测定

5.1 原理

试样以混合熔剂熔融,盐酸溶解或直接以盐酸溶解,加入高氯酸发烟使硅酸脱水;或在一定酸度和温度下,加入明胶促使硅酸凝聚成胶凝体沉淀,沉淀经过滤、灼烧、称量得到二氧化硅,然后用氢氟酸处理使硅以四氟化硅的形式逸出。氢氟酸处理前后的质量之差即为二氧化硅的量。再用熔剂处理残渣,溶解于原滤液中,以钼蓝光度法测定滤液中残余的二氧化硅量,两者之和即为试样中二氧化硅的量。

5.2 试剂

如无特殊说明,所用试剂为分析纯试剂;试验用水符合GB 6682中三级水的要求。

5.2.1 无水碳酸钠:将无水碳酸钠用玛瑙研钵研成粉末,密封保存。

5.2.2 无水碳酸钠—硼酸混合熔剂:将1份无水碳酸钠与0.7份硼酸研细混匀。

5.2.3 焦硫酸钾($K_2S_2O_7$):将市售焦硫酸钾在瓷蒸发皿中加热熔化,待气泡停止发生后,冷却、砸碎,储于磨口瓶中。

5.2.4 硝酸, ρ 1.39g/mL。

5.2.5 氢氟酸, ρ 1.13g/mL。

5.2.6 硫酸, ρ 1.84g/mL。

5.2.7 高氯酸, ρ 1.68g/mL。

5.2.8 无水乙醇。

5.2.9 盐酸,1+1。

5.2.10 盐酸,5+95。

5.2.11 盐酸,1+11。

5.2.12 乙醇,95%(体积分数)。

5.2.13 硫氰化铵溶液,50g/L。将50g硫氰化铵(NH_4SCN)溶于水中,加水稀至1L。

5.2.14 硝酸银溶液,17g/L。将17g硝酸银溶于水中,加水稀至1L。

5.2.15 明胶溶液,10g/L。将1g明胶(动物胶)溶于70℃~80℃的100mL水中,用时现配。

5.2.16 钼酸铵溶液,50g/L。将5g钼酸铵 $[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$ 溶于水中,加水稀释至100mL,过滤后贮存于塑料瓶中,此溶液可保存约一周。

5.2.17 抗坏血酸溶液,5g/L。将0.5g抗坏血酸溶于100mL水中,过滤后使用,用时现配。

5.2.18 二氧化硅标准溶液

在1000℃~1100℃下灼烧二氧化硅(SiO_2)30min以上,于干燥器中冷至室温后,称取0.2000g,置于铂坩埚中,加入2g无水碳酸钠(5.2.1),搅拌均匀,在1000℃~1100℃高温下熔融15min。冷却,用热水将熔块浸出,放入盛有热水的300mL塑料杯中,待全部溶解后冷却至室温,移入1000mL容量瓶中,用水稀释至标线,摇匀,移入塑料瓶中保存。此标准溶液每毫升含有0.2mg二氧化硅。

吸取10.00mL上述标准溶液于100mL容量瓶中,用水稀释至标线,摇匀,移入塑料瓶中保存。此标准溶液每毫升含有0.02mg二氧化硅。

5.3 仪器设备

5.3.1 容量玻璃器皿

5.3.1.1 单标线吸量管应符合 GB/T 12808 的要求。

5.3.1.2 分度吸量管应符合 GB/T 12807 的要求。

5.3.1.3 滴定管应符合 GB/T 12805 的要求。

5.3.1.4 容量瓶应符合 GB/T 12806 的要求。

5.3.2 带盖铂坩埚,容积 15mL~30mL;带盖的瓷坩埚,容积 15mL~30mL、容积 70mL 各一个;裂解石墨坩埚,容积 30mL。

5.3.3 高温箱:使用温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.4 天平:精确至 0.0001g。

5.3.5 玛瑙、玻璃研钵。

5.3.6 分光光度计:可在波长 400nm~700nm 范围内测定溶液的吸光度。

5.4 分析步骤

5.4.1 测定次数

在重复性条件下测定 2 次。

5.4.2 空白试验

随同试样做空白试验。

5.4.3 高氯酸脱水重量法(仲裁法)

5.4.3.1 称取试料 0.50g,精确至 0.0001g,置于裂解石墨坩埚或白金坩埚中,加 3g 混合熔剂(5.2.2),混匀,再以 1g 混合熔剂覆盖其上。

5.4.3.2 将坩埚置于 70mL 的瓷坩埚中,盖好盖,在 800°C ~ 850°C 高温箱中熔融 45min~60min,取出冷却后,将熔块倒入烧杯中,用热水及热盐酸(5.2.10)溶液洗净坩埚,溶液一并洗入烧杯中。加 20mL 盐酸(5.2.9)和数滴硝酸(5.2.4)加热蒸发至约 20mL,加入 20mL 无水乙醇(5.2.8)继续蒸发至约 20mL。加入 15mL~20mL 高氯酸(5.2.7),加热蒸发至冒高氯酸白烟 10min~15min,取下,冷至室温,加 10mL 盐酸(5.2.9),50mL 热水,搅拌使盐类溶解。

5.4.3.3 用慢速定量滤纸或双层中速定量滤纸过滤,用擦棒以热盐酸(5.2.10)溶液擦洗玻棒及烧杯内壁,并洗沉淀 3 次~4 次至无铁离子为止(硫氰化铵溶液(5.2.13)检验铁离子),再用热水洗涤沉淀 8 次~9 次至无氯离子为止(硝酸银溶液(5.2.14)检验氯离子)。

5.4.3.4 收集滤液及洗涤液在 250mL 容量瓶中待用。沉淀及滤纸放入已恒量的铂坩埚中,灰化,于 950°C ~ 1000°C 高温箱中灼烧 40min~60min,取出,在干燥器中冷至室温,称量,反复灼烧,直至恒量。

5.4.3.5 加数滴水润湿 5.4.3.4 得到的二氧化硅,加 1 滴~2 滴硫酸(5.2.6),5mL 氢氟酸(5.2.5),放置通风柜内的电热板上缓慢蒸发至冒三氧化硫白烟,取下稍冷,再加 1mL~2mL 氢氟酸,继续加热至三氧化硫白烟完全逸尽,将坩埚放入 950°C ~ 1000°C 高温箱内灼烧 15min,在干燥器中冷至室温,称量,反复灼烧,直至恒量。

5.4.3.6 如果试料中金属铁含量比较高,直接用酸溶法。

酸溶法:称取约 0.5g 试料,精确至 0.0001g,置于 400mL 烧杯中,加少量水使其分散,加 20mL 盐酸(5.2.9)并加数滴硝酸(5.2.4)和 20mL 无水乙醇(5.2.8)加热蒸发至约 20mL。加入 15mL~20mL 高氯酸(5.2.7),加热蒸发至冒高氯酸白烟 10min~15min,取下,冷至室温,加 10mL 盐酸(5.2.9),50mL 热水,搅拌使盐类溶解。以下操作按 5.4.3.3 条~5.4.3.5 条的规定进行。

注 1:硫氰化铵溶液检验铁离子:按规定洗涤沉淀数次后,用数滴水洗漏斗下端,用少量水洗涤滤纸和沉淀,将滤液收集在表面皿上,加 1 滴~2 滴硫氰化铵溶液(5.2.13),观察表面皿上溶液直至无红棕色出现为止。

注 2:硝酸银检验氯离子:按规定洗涤沉淀数次后,用数滴水淋洗漏斗下端,用少量水洗涤滤纸和沉淀,将滤液收集在表面皿上,加 1 滴~2 滴硝酸银溶液(5.2.14),观察表面皿上的溶液是否浑浊,若浑浊,继续洗涤并定期检查,直至用硝酸

银检验不再浑浊为止。

5.4.4 明胶重量法

5.4.4.1 称取试料 0.50g, 精确至 0.0001g, 置于裂解石墨坩埚或白金坩埚中, 加 3g 混合熔剂(5.2.2), 混匀, 再以 1g 混合熔剂覆盖其上。

5.4.4.2 将坩埚置于 70mL 的瓷坩埚中, 盖好盖, 在 800℃~850℃ 高温箱中熔融 45min~60min, 取出冷却后, 将熔块倒入烧杯中, 用热水及热盐酸(5.2.10)溶液洗净坩埚, 溶液一并洗入烧杯中。加 20mL 盐酸(5.2.9)和数滴硝酸(5.2.4)加热蒸发至约 20mL, 加入 20mL 无水乙醇(5.2.8)加热浓缩至干。加 10mL 盐酸(5.2.9), 加热至 70℃~80℃, 加 10mL 明胶溶液(5.2.15), 剧烈搅拌 2min, 于 70℃~80℃ 保温 8min~10min, 用热水冲洗表面皿及烧杯内壁, 至溶液体积 30mL~40mL, 搅拌使可溶性盐类溶解。

5.4.4.3 以下操作按本标准的 5.4.3.3 条~5.4.3.5 条的规定进行。

5.4.4.4 试料中金属铁含量比较高, 应直接用酸溶法。

酸溶法: 称取 0.5g 试料, 精确至 0.0001g, 置于 400mL 烧杯中, 加少量水使其分散, 加 20mL 盐酸(5.2.9)并加数滴硝酸(5.2.4)和 20mL 无水乙醇(5.2.8)加热蒸发至约 20mL。加 10mL 盐酸(5.2.9), 加热至 70℃~80℃, 加 10mL 明胶溶液(5.2.15), 剧烈搅拌 2min, 于 70℃~80℃ 保温 8min~10min, 用热水冲洗表面皿及烧杯内壁, 至溶液体积 30mL~40mL, 搅拌使可溶性盐类溶解。以下操作按本标准的 5.4.3.3 条~5.4.3.5 条的规定进行。

5.4.5 结果计算

二氧化硅的质量分数按式(1)计算:

$$w(\text{SiO}_2\text{重量}) = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

m_2 ——5.4.3 或 5.4.4 灼烧后未经氢氟酸处理的沉淀及坩埚的质量, 单位为克(g);

m_3 ——用氢氟酸处理并经灼烧后的残渣及坩埚的质量, 单位为克(g);

m_1 ——试料的质量, 单位为克(g)。

5.4.6 滤液中二氧化硅的测定(硅钼蓝光度法)

5.4.6.1 校准曲线的绘制

吸取每毫升含有 0.02mg 二氧化硅的标准溶液(5.2.18) 0, 2.00mL, 4.00mL, 5.00mL, 6.00mL, 8.00mL, 10.00mL 分别放入 100mL 容量瓶中, 加水稀释至约 40mL, 依次加入 5mL 盐酸(5.2.11)、8mL 乙醇(5.2.12)、6mL 钼酸铵溶液(5.2.16)。放置 30min 后, 加入 20mL 盐酸(5.2.9)、5mL 抗坏血酸溶液(5.2.17), 用水稀释至标线, 摇匀。放置 1h 后, 使用分光光度计, 10mm 比色皿, 以水作参比, 于波长 660nm 或 810nm 处测定溶液的吸光度。用测得的吸光度作为相对应的二氧化硅含量的函数, 绘制校准曲线。

5.4.6.2 测定

5.4.6.2.1 试液的制备

向按 5.4.3.5 或 5.4.2 经氢氟酸处理后的残渣中加 1g 焦硫酸钾(5.2.3), 于 700℃ 熔融至透明状, 稍冷后, 将熔块用热水和数滴盐酸(5.2.9)浸出, 合并于 5.4.3.4 保留的滤液中。用水稀释至标线, 摇匀, 此为溶液 A, 供测定滤液中的可溶性二氧化硅、三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙、氧化镁用。

5.4.6.2.2 测定

从溶液 A(5.4.6.2.1)中吸取 25.00mL 溶液放入 100mL 容量瓶中, 用水稀释至 40mL, 依次加入 5mL 盐酸(5.2.11)、8mL 乙醇(5.2.12)、6mL 钼酸铵溶液(5.2.16), 放置 30min 后加入 20mL 盐酸(5.2.9)、5mL 抗坏血酸溶液(5.2.17), 用水稀释至标线, 摇匀。放置 1h 后, 使用分光光度计, 10mm 比色皿, 以水作参比, 于波长 660nm 或 810nm 处测定溶液的吸光度。在标准曲线上查出二氧化硅的含量。

5.4.6.3 结果计算

滤液中二氧化硅的质量分数按式(2)计算:

$$w(\text{SiO}_{2\text{滤液}}) = \frac{m_4 \times V}{m_1 \times V_1 \times 1000} \times 100 \quad (2)$$

式中:

m_4 ——在工作曲线上查出的二氧化硅含量,单位为毫克(mg);

m_1 ——试料的质量,单位为克(g);

V ——试液的总体积,单位为毫升(mL);

V_1 ——测定时分取试样的体积,单位为毫升(mL);

1000——单位换算系数。

5.5 总二氧化硅的计算

$$w(\text{SiO}_{2\text{总}}) = w(\text{SiO}_{2\text{滤液}}) + w(\text{SiO}_{2\text{重量}})$$

5.6 分析结果的采用

当试样的2个有效分析值之差不大于表2所规定的允许差时,以其算术平均值作为最终分析结果;否则,应重新取样分析。

5.7 结果表述

分析结果以百分数计,保留两位小数。数值的修约按 GB/T 8170 的规定进行。

5.8 允许差

允许差见表2。

表 2

含量(%)	允许差(%)
5.00~15.00	0.25
>15.00~30.00	0.35

6 三氧化二铁的测定

6.1 原理

在 pH1.8~2.0 及 60℃~70℃ 的溶液中,以磺基水杨酸钠为指示剂,用 EDTA 标准溶液滴定。根据消耗的 EDTA 标准溶液的体积即可算出三氧化二铁的含量。

6.2 试剂

如无特殊说明,所用试剂为分析纯试剂;试验用水符合 GB 6682 中三级水的要求。

6.2.1 氨水,1+1。

6.2.2 盐酸,1+1。

6.2.3 氢氧化钾溶液(200g/L):将 200g 氢氧化钾溶于水,用水稀释至 1L,贮存于塑料瓶中。

6.2.4 碳酸钙标准溶液 [$c(\text{CaCO}_3) = 0.024\text{mol/L}$]

称取已于 105℃~110℃ 烘过 2h 并冷至室温的碳酸钙(CaCO_3)0.6g,精确至 0.0001g。置于 400mL 烧杯中,加入约 100mL 水,盖上表面皿,沿杯口滴加盐酸(6.2.2)至碳酸钙全部溶解,加热煮沸数分钟。将溶液冷至室温,移入 250mL 容量瓶中,用水稀释至标线,摇匀。

6.2.5 EDTA 标准滴定溶液 [$c(\text{EDTA}) = 0.015\text{mol/L}$]

6.2.5.1 EDTA 标准滴定溶液的配制

称取 5.6g EDTA(乙二胺四乙酸二钠盐)置于烧杯中,加约 200mL 水,加热溶解,过滤,用水稀释至 1L。

6.2.5.2 EDTA 标准滴定溶液浓度的标定

吸取 25.00mL 碳酸钙标准溶液(6.2.4)于 400mL 烧杯中,加水稀释至约 100mL,加入适量的 CMP 混合指示剂(6.2.6),在搅拌下加入氢氧化钾溶液(6.2.3)至出现绿色荧光后再过量 2mL~3mL,以 EDTA 标准滴定溶液滴定至绿色荧光消失并呈现红色。记下消耗 EDTA 的体积。

EDTA 标准滴定溶液的浓度按式(3)计算:

$$c(\text{EDTA}) = \frac{m \times V_2 \times 1000}{V_1 \times V \times 100.09} = \frac{m}{V \times 1.0009} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$c(\text{EDTA})$ ——EDTA 标准滴定溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

m ——碳酸钙的质量,单位为克(g);

V ——滴定时消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);

100.09——碳酸钙的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol);

V_1 ——碳酸钙标准溶液总体积,单位为毫升(mL);

V_2 ——滴定时分取碳酸钙标准溶液的体积,单位为毫升(mL);

1000——单位换算系数。

6.2.5.3 EDTA 标准滴定溶液对三氧化二铁滴定度的计算

EDTA 标准滴定溶液对三氧化二铁的滴定度按式(4)计算:

$$T_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = c(\text{EDTA}) \times 79.84 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$T_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ ——每毫升 EDTA 标准滴定溶液相当于三氧化二铁的质量,单位为毫克每毫升(mg/mL);

$c(\text{EDTA})$ ——EDTA 标准滴定溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

79.84—— $(1/2\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol)。

6.2.6 钙黄绿素-甲基百里香酚蓝-酚酞混合指示剂(简称 CMP 混合指示剂):称取 1.0g 钙黄绿素、1.0g 甲基百里香酚蓝、0.2g 酚酞与已在 105℃烘干并冷至室温的 50g 硝酸钾(KNO_3)混合研细,保存在磨口瓶中。

6.2.7 磺基水杨酸钠指示剂溶液(100g/L):将 10g 磺基水杨酸钠溶于水中,加水稀释至 100mL。

6.3 仪器设备

6.3.1 容量玻璃器皿

6.3.1.1 单标线吸量管应符合 GB/T 12808 的要求。

6.3.1.2 分度吸量管应符合 GB/T 12807 的要求。

6.3.1.3 滴定管应符合 GB/T 12805 的要求。

6.3.1.4 容量瓶应符合 GB/T 12806 的要求。

6.3.2 天平:精确至 0.0001g。

6.3.3 玛瑙、玻璃研钵。

6.4 分析步骤

6.4.1 测定次数

在重复性条件下测定 2 次。

6.4.2 空白试验

随同试样做空白试验。

6.4.3 测定

吸取 25.00mL 溶液 A(5.4.6.2.1)于三角烧瓶中,加水约 50mL,用氨水(6.2.1)和盐酸(6.2.2)调节溶液 pH 值为 1.8~2.0 之间(用精密 pH 试纸检验)。将溶液加热至 70℃,加 10 滴磺基水杨酸钠指示剂

溶液(6.2.7),用 $[c(\text{EDTA})=0.015\text{mol/L}]$ EDTA 标准滴定溶液(6.2.5)缓慢地滴定至溶液由紫红色变为无色或亮黄色(终点时溶液温度应不低于 60°C)。保留此溶液供测定三氧化二铝用。

6.5 结果计算

三氧化二铁的质量分数按式(5)计算:

$$w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{T_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times V_2}{m_1 \times \frac{V_1}{V} \times 1000} \times 100 - (w(\text{FeO}) \times 1.1114) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$T_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ —— 每毫升 EDTA 标准滴定溶液相当于三氧化二铁的质量,单位为毫克每毫升(mg/mL);

V_2 —— 滴定时消耗 EDTA 标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);

m_1 —— 试料的质量,单位为克(g);

1.1114 —— 氧化亚铁换算成三氧化二铁的系数;

$w(\text{FeO})$ —— 氧化亚铁的质量分数;

V —— 试液的总体积,单位为毫升(mL);

V_1 —— 测定时分取试样的体积,单位为毫升(mL);

1000 —— 单位换算系数。

6.6 分析结果的采用

当试样的 2 个有效分析值之差不大于表 3 所规定的允许差时,以其算术平均值作为最终分析结果;否则,应重新取样分析。

6.7 结果表述

分析结果以百分数计,保留两位小数。数值的修约按 GB/T 8170 的规定进行。

6.8 允许差

允许差见表 3。

表 3

含量(%)	允许差(%)
5.00~10.00	0.30
>10.00~20.00	0.40

7 三氧化二铝的测定

本方法不适于含钛渣。

7.1 原理

氧化锰含量在 0.5% 以下的试样,用铜盐回滴法或直接滴定法测定;氧化锰含量在 0.5% 以上的试样,用直接滴定法或分离锰后再用铜盐回滴法测定。通过标准溶液消耗的体积可以算出三氧化二铝的含量。

7.1.1 直接滴定法

于滴定铁后的溶液中,调整 pH 至 3,将溶液煮沸后用 EDTA-铜溶液和 PAN 为指示剂,用 EDTA 标准滴定溶液滴定。通过消耗的 EDTA 标准滴定溶液的体积算出三氧化二铝的含量。

7.1.2 铜盐回滴法

在滴定铁后的溶液中,加入对铝过量的 EDTA 标准滴定溶液,于 pH3.8~4.0 条件下,以 PAN 为指示剂,用硫酸铜标准滴定溶液回滴过量的 EDTA。通过消耗的硫酸铜标准滴定溶液计算出三氧化二铝的含量。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/947052143141006105>