



中华人民共和国国家标准

GB/T 47403—2026

铌铁 铌、钽、硅、磷、铝含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法(熔铸玻璃片法)

Ferroniobium—Determination of niobium, tantalum, silicon, phosphorus,
aluminium contents—Wavelength dispersive X-ray fluorescence
spectrometric (fused cast bead method)

2026-03-31 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国生铁及铁合金标准化技术委员会(SAC/TC 318)归口。

本文件起草单位：山东钢铁股份有限公司、河钢股份有限公司唐山分公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、广西柳州钢铁集团有限公司、日照钢铁控股集团有限公司、中信(辽宁)新材料科技股份有限公司、吉铁铁合金有限责任公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：董丙成、王德全、王刚、方金林、王兆存、赵英杰、孙雪娇、李月林、陈海、王航民、郝国旺、郭洪涛、黄芝敏、沈彬彬、李奇骏、李黠、芦洋、李亚光、薛俊峰、孙小飞、郑海东、孟亮亮、卢春生、程昭阳。

铌铁 铌、钽、硅、磷、铝含量的测定
波长色散 X 射线荧光光谱法(熔铸玻璃片法)

警告:使用本文件的人员应有正规实验室工作实践经验。本文件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

本文件规定了采用波长色散 X 射线荧光光谱法(熔铸玻璃片法)测定铌铁中铌、钽、硅、磷、铝的含量。

本文件适用于铌铁合金中铌、钽、硅、磷、铝含量的测定,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)/%
铌(Nb)	50.00~80.00
钽(Ta)	0.080~4.00
硅(Si)	0.500~10.00
磷(P)	0.008~0.400
铝(Al)	0.500~8.00

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过对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 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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

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 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

将试料与硝酸钾、碳酸锂、氢氧化锂混匀,在无水四硼酸锂内衬坩埚或者以四硼酸锂挂壁保护的铂金坩埚中预氧化,制成熔融样片,用 X 射线荧光光谱仪测定特征 X 射线荧光的强度,以高纯氧化物及标准溶液制备校准曲线样片,根据校准曲线和 X 射线荧光强度计算试样的含量。

5 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 规定的三级以上蒸馏水或纯度与其相当的水。

5.1 无水四硼酸锂,干燥无水状态。

5.2 硝酸钾,干燥无水状态。

5.3 无水碳酸锂,干燥无水状态。

5.4 一水合氢氧化锂。

5.5 无水四硼酸锂内衬坩埚:材质为分析纯无水四硼酸锂,敞口圆碗形,重 $5.5\text{ g}\pm 0.5\text{ g}$ 。

5.6 五氧化二铌,纯度大于 99.99%,使用前在 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热 2 h,冷却后置于干燥瓶中,在干燥器内保存。

5.7 五氧化二钽,纯度大于 99.99%,使用前在 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热 2 h,冷却后置于干燥瓶中,在干燥器内保存。

5.8 二氧化硅,纯度大于 99.99%,使用前在 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热 2 h,冷却后置于干燥瓶中,在干燥器内保存。

5.9 三氧化二铝,纯度大于 99.99%,使用前在 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热 2 h,冷却后置于干燥瓶中,在干燥器内保存。如果不是 α 型,使用前应在 $1\ 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 灼烧 2 h,使之转换为 α 型。

5.10 磷酸二氢钾,固体,使用前在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 干燥至恒重。

5.11 三氧化二铁,纯度大于 99.99%,使用前在 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热 1 h,冷却后置于干燥瓶中,在干燥器内保存。

5.12 溴化锂溶液(10%的水溶液)。

5.13 钽标准溶液(1 mg/mL),氢氟酸介质,市售。

5.14 磷标准溶液(1 mg/mL),水介质,市售或用 KH_2PO_4 配制,配制方法:称取 2.1971 g 磷酸二氢钾(5.10),溶解于 100 mL 水后,移入 500 mL 容量瓶中,以水稀释至刻度、混匀。

5.15 磷标准溶液(0.1 mg/mL),水介质,用磷标准溶液(5.14)稀释配制。

6 仪器

6.1 高温炉

温场均匀,最高工作温度应能达到 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$,控温精度 $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 熔融炉

温场均匀,至少能维持 $1\ 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温,控温精度 $\pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3 波长色散 X 射线荧光光谱仪

应符合 JJG 810 和 GB/T 16597 的规定和要求。

6.4 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%铂+5%金)制成。

6.5 电子天平

分度值 0.1 mg。

7 取样和制样

按照 GB/T 4010 的规定进行取样和制样,试样应能通过 0.125 mm 筛孔。

8 熔铸玻璃片的制备

8.1 试料称取

选择下列任一种方法称取试料及氧化剂,混匀后装入坩埚中。

a) 使用挂壁保护的铂-金坩埚

称取 $6.500\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 无水四硼酸锂(5.1)于铂金坩埚内,如有必要,加入 1 滴~2 滴溴化锂溶液(5.12),在 $1000\ ^\circ\text{C}$ 的高温炉或熔融炉中熔融后,取出,迅速以一定倾斜夹角旋转坩埚,使逐渐冷却的四硼酸锂附着在坩埚内壁形成一层均匀的内衬层,内衬层覆盖不低于一半的铂-金坩埚的高度,且尽量均匀覆盖。

称取 $0.200\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 2\ \text{g}$ 试料, $0.200\ 0 \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 硝酸钾(5.2), $0.500\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 无水碳酸锂(5.3), $1.000\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 一水合氢氧化锂(5.4),转移到 50 mL 玻璃烧杯中,搅拌均匀后,转入到预先用四硼酸锂挂壁的铂-金坩埚中,再称取 $0.500\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 无水四硼酸锂(5.1)均匀覆盖试料和氧化剂。

b) 使用四硼酸锂内衬坩埚

称取无水四硼酸锂内衬坩埚(5.5)的质量,记为 m ;称取 $(7-m)\ \text{g}$ 无水四硼酸锂(5.1),平铺于铂-金坩埚底部;称取 $0.200\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 2\ \text{g}$ 试样, $0.200\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 硝酸钾(5.2), $0.500\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 碳酸锂(5.3), $1.000\ 0\ \text{g} \pm 0.000\ 5\ \text{g}$ 一水合氢氧化锂(5.4),转移到 50 mL 玻璃烧杯中,搅拌均匀后,转入到预先称重的无水四硼酸锂内衬坩埚中,再从前面称取的 $(7-m)\ \text{g}$ 无水四硼酸锂中取出约 0.5 g 均匀覆盖试料和氧化剂,置于预先用 $(7-m)\ \text{g}$ 无水四硼酸锂铺底的铂-金坩埚中。

8.2 试料预氧化

将上述已装入试料及氧化剂的铂-金坩埚置于已升温至 $500\ ^\circ\text{C}$ 的高温炉中,保温 20 min 后,于 15 min 内升温至 $650\ ^\circ\text{C}$,保温 15 min 后,再于 15 min 内升温至 $750\ ^\circ\text{C}$ 继续保温 15 min 后取出,冷却。

8.3 熔融样片的制备

向上述预氧化完成后的铂-金坩埚内滴加入 4 滴溴化锂溶液(5.12),置于预先升温至 $1050\ ^\circ\text{C}$ 的熔融炉中,按照熔融炉推荐的程序自动熔融,自动浇筑到模具中制成熔融样片,或在熔样坩埚内直接成型。熔融程序一般建议预熔时间 2 min,摆动状态下熔融时间 20 min,静置时间 2 min。具体自动熔样参数

可根据自动熔样机性能在满足稳定性要求的前提下优化设置。

9 波长色散 X 射线荧光光谱仪调节

根据仪器厂商提供的条件和实验室实践调整荧光仪参数,选择合适的电压电流、准直器、PHA 范围及背景角度等条件,推荐但不限于使用的波长色散 X 射线荧光光谱仪测量条件见表 2。

表 2 典型的波长色散 X 射线荧光光谱仪工作条件

元素谱线	靶材	kV-mA	滤光片	晶体	探测器	PHA1	谱峰角度 °	测量时间 s
Nb-L _α	Rh	50-50	OUT	GeH	PC	115-285	122.568	40
Ta-L _α	Rh	50-50	OUT	LiF(200)	SC	100-300	44.400	20
Ta-L _{β1}	Rh	50-50	OUT	LiF(200)	SC	100-301	38.460	20
Si-K _α	Rh	50-50	OUT	PETH	PC	100-300	109.040	40
P -K _α	Rh	50-50	OUT	GeH	PC	150-300	141.210	40
Al-K _α	Rh	50-50	OUT	PETH	PC	115-345	144.804	40
注: Ta-L _α 及 Ta-L _{β1} 谱线选择其一即可。								

10 分析步骤

10.1 校准曲线样片的制备

称取一定质量的高纯五氧化二铌、五氧化二钽、二氧化硅、三氧化二铝,移取一定体积的钽标准溶液及磷标准溶液,按照第 8 章规定程序制备熔融样片,并按照加入量计算出相对于 0.200 0 g 样品的百分含量,作为校准曲线样片的标准值。推荐称取的纯物质的量及标准溶液体积见附录 A 的表 A.1,计算到 0.2000 g 样品的质量分数见表 A.2。

10.2 校准曲线的建立

仪器工作状态调至最佳后,在选定的波长色散 X 射线荧光光谱仪工作条件下,测量上述校准曲线样片的强度,按照仪器程序,以各组分的 X 荧光特征谱线净强度为横坐标,以校准曲线样片的标准含量为纵坐标,建立校准曲线。

10.3 校准曲线准确度验证

校准曲线建立后,应采用标准样品验证校准曲线的准确性。校准曲线的验证采用有证标准样品(CRM)或标准样品(RM),实验室最终结果与 CRM 或 RM 的标准值 A_c 进行比较,将出现两种情况:

- a) $|\mu_c - A_c| \leq C$, 在这种情况下,测量值与标准值之间无显著差异;
- b) $|\mu_c - A_c| > C$, 在这种情况下,测量值与标准值之间有显著差异。

μ_c ——CRM 或 RM 的测量值;

A_c ——CRM 或 RM 的标准值;

C ——其值取决于所使用的 CRM 或 RM 的种类。

通过多个实验室间确定的有证标准样品(CRM)或标准样品(RM)的 C 值按式(1)计算:

$$C = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{R^2 - \frac{n}{n-1} r^2 + 8 \mu^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:
 R ——实验室间再现性限;
 n ——标准样品重复测定次数;
 r ——实验室内重复性限;
 u ——CRM/RM 样品标准值的不确定度。

10.4 未知试样的分析

未知试样按照熔融样片制备程序(见第 8 章)制备熔铸样片后,使用预先建立好的校准曲线测定。
测试未知样品之前,应用标准样品来验证测试结果的准确度。

11 结果计算和表示

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,取两者平均值为最终分析结果,若超过 r 值,则应按附录 B 中的流程来处理。
分析结果按 GB/T 8170 进行修约。

12 精密度

本文件在 2024 年由 8 个实验室对 10 个水平的试样进行精密度试验,按 GB/T 6379.1 和 GB/T 6379.2进行统计分析,确定的重复性限 r 和再现性限 R 见表 3,精密度原始数据见附录 C。

表 3 精密度

分析元素	测定范围(质量分数)/%	重复性限 r /%	再现性限 R /%
Nb	50.00~80.00	0.42	0.56
Ta	0.080~4.00	$r=0.028\ 98\times m+0.004$	$R=0.036\ 55\times m+0.009$
Si	0.500~10.00	$r=0.018\ 45\times m+0.052$	$R=0.017\ 71\times m+0.138$
P	0.008~0.400	$r=0.041\ 97\times m+0.003\ 6$	$R=0.05\ 443\times m+0.004\ 8$
Al	0.500~8.00	$r=0.029\ 25\times m+0.082$	$R=0.040\ 56\times m+0.088$
注:式中 m 是分析元素的质量分数,以 % 表示。			

13 试验报告

试验报告应包括下列内容:
a) 实验室名称和地址;
b) 试验报告的签发日期;
c) 本文件编号;

- d) 识别试样的细节；
- e) 分析结果；
- f) 结果的编号；
- g) 在测定过程中注意到的任何特性和本文件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
(资料性)

校准曲线样片的纯物质加入量及质量分数对应表

A.1 校准曲线样片的纯物质加入量见表 A.1。

表 A.1 校准曲线样片的纯物质加入量

样片序号	校准曲线高纯氧化物的加入量/g					标准溶液移取体积/mL		
	Nb ₂ O ₅ (5.6)	Ta ₂ O ₅ (5.7)	SiO ₂ (5.8)	Al ₂ O ₃ (5.9)	Fe ₂ O ₃ (5.11)	钽标准溶液 (5.13)	磷标准溶液 (5.14)	磷标准溶液 (5.15)
1	0.143 2	0.009 8	0.051 4	0.030 2	0.073 2	0	0.80	0
2	0.154 7	0.007 8	0.042 9	0.022 7	0.075 8	0	0.60	0
3	0.166 2	0.006 1	0.034 3	0.018 9	0.075 2	0	0.40	0
4	0.180 5	0.003 7	0.025 7	0.015 1	0.072 5	0	0.30	0
5	0.191 9	0.002 4	0.017 1	0.011 3	0.071 2	0	0.20	0
6	0.203 4	0	0.008 6	0.007 6	0.069 9	1.00	0	1.00
7	0.214 9	0	0.004 3	0.003 8	0.065 0	0.50	0	0.50
8	0.229 2	0	0.002 1	0.001 9	0.054 0	0.20	0	0.20

A.2 校准曲线样片的质量分数对应表见表 A.2。

表 A.2 校准曲线样片的质量分数对应表

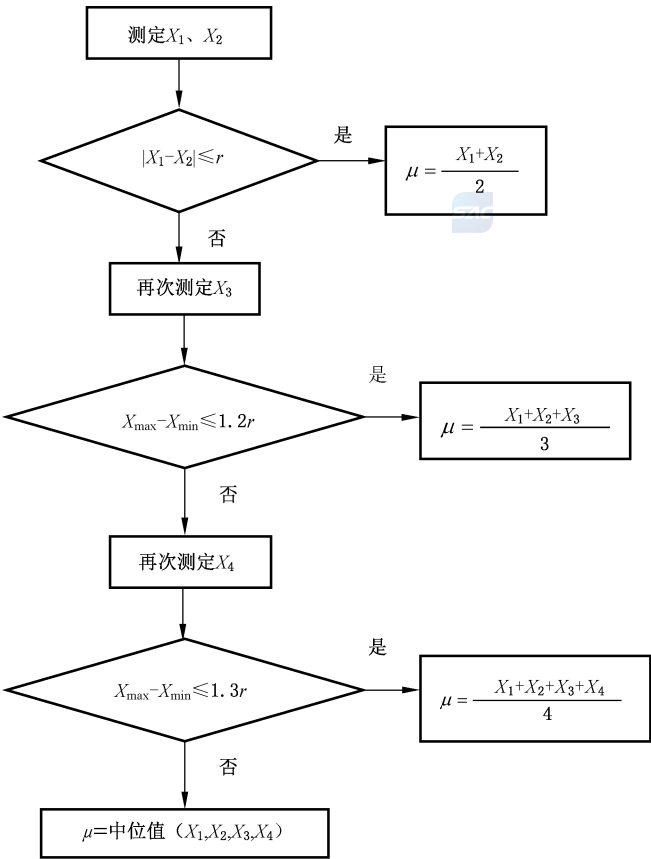
标样编号	换算到 0.200 0 g 样品中的质量分数/%					
	Nb	Ta	Si	Al	P	Fe
1	50.00	4.00	12.00	8.00	0.400	25.60
2	54.00	3.20	10.00	6.00	0.300	26.50
3	58.00	2.50	8.00	5.00	0.200	26.30
4	63.00	1.50	6.00	4.00	0.150	25.35
5	67.00	1.00	4.00	3.00	0.100	24.90
6	71.00	0.50	2.00	2.00	0.050	24.45
7	75.00	0.25	1.00	1.00	0.025	22.73
8	80.00	0.10	0.500	0.500	0.010	18.89

A.3 称取的纯物质的量与表 2 中规定的数值可以不一致但宜接近,此时,校准曲线样品的百分含量可按照实际称取量计算得到。

附录 B
(规范性)

试样分析结果接受程序流程图

试样分析结果接受程序流程图见图 B.1。



注：r 为重复性限。

图 B.1 试样分析结果接受程序流程图

附 录 C
(资料性)
精密度试验原始数据

C.1 铌的精密度试验原始数据见表 C.1。

表 C.1 铌的精密度试验原始数据(质量分数)

%

实验室	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5	LEVEL 6	LEVEL 7	LEVEL 8	LEVEL 9	LEVEL 10
A	79.488	71.241	57.094	62.014	49.667	54.875	55.608	75.630	66.776	64.673
A	79.375	71.080	57.364	62.155	49.714	54.732	55.670	75.709	66.658	64.783
B	79.640	71.365	57.049	61.831	49.496	54.990	55.520	75.463	66.844	64.550
B	79.458	71.235	57.172	62.087	49.741	54.857	55.616	75.631	66.746	64.730
B	79.360	71.064	57.390	62.156	49.806	54.656	55.787	75.740	66.640	64.830
C	79.591	71.281	57.060	61.958	49.525	54.960	55.538	75.619	66.822	64.630
C	79.314	71.139	57.328	62.120	49.764	54.800	55.657	75.689	66.667	64.749
C	79.450	71.001	57.419	62.164	49.835	54.652	55.889	75.740	66.625	64.838
D	79.494	71.259	57.080	61.980	49.596	54.900	55.548	75.620	66.794	64.655
D	79.393	71.131	57.344	62.151	49.770	54.753	55.668	75.690	66.659	64.777
D	79.256	70.975	57.450	62.180	49.879	54.567	55.896	75.780	66.580	64.849
E	79.178	70.927	57.460	62.213	49.911	54.560	56.053	75.810	66.529	64.868
E	79.223	70.787	57.630	62.352	50.048	54.493	55.950	75.910	66.399	64.960
E	78.923	70.821	57.509	62.460	50.120	54.360	56.147	76.010	66.268	65.182
F	79.161	70.881	57.473	62.281	49.926	54.596	56.060	75.812	66.509	64.909
F	79.272	70.762	57.571	62.401	50.060	54.375	55.851	75.940	66.353	64.988
F	79.022	70.961	57.632	62.479	50.174	54.238	55.952	76.010	66.293	65.206
G	79.248	70.892	57.506	62.316	49.985	54.601	55.971	75.830	66.601	64.919
G	79.124	70.792	57.671	62.434	49.852	54.693	56.032	75.970	66.447	64.822
G	79.052	71.022	57.461	62.254	49.764	54.476	55.822	76.020	66.517	64.762
H	79.374	70.952	57.212	62.351	49.955	54.501	56.079	75.760	66.420	64.762
H	79.262	71.022	57.312	62.148	49.862	54.590	55.830	75.830	66.250	64.652
H	79.171	71.181	57.454	62.177	49.752	54.670	55.730	75.920	66.510	64.521

C.2 钽的精密度试验原始数据见表 C.2。

表 C.2 钽的精密度试验原始数据(质量分数)

%

实验室	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5	LEVEL 6	LEVEL 7	LEVEL 8	LEVEL 9	LEVEL 10
A	4.238	0.404	3.371	2.634	2.172	1.408	0.962	0.508	0.095 2	0.099 1
A	4.133	0.410	3.424	2.692	2.150	1.390	0.982	0.513	0.092 8	0.098 2
A	4.210	0.408	3.352	2.675	2.128	1.369	0.972	0.510	0.091 1	0.096 4
B	4.310	0.410	3.440	2.595	2.143	1.367	0.950	0.506	0.090 2	0.092 2
B	4.246	0.407	3.488	2.572	2.109	1.358	0.939	0.510	0.091 8	0.096 1
B	4.229	0.406	3.402	2.546	2.133	1.345	0.944	0.505	0.094 3	0.093 8
C	4.166	0.404	3.417	2.605	2.121	1.359	0.953	0.503	0.088 7	0.096 2
C	4.115	0.406	3.371	2.631	2.095	1.368	0.973	0.496	0.087 2	0.098 3
C	4.194	0.402	3.335	2.672	2.123	1.385	0.965	0.498	0.091 2	0.098 9
D	4.323	0.404	3.450	2.615	2.072	1.328	0.984	0.496	0.087 4	0.092 5
D	4.257	0.406	3.430	2.587	2.132	1.331	0.975	0.491	0.088 7	0.098 1
D	4.242	0.400	3.381	2.625	2.087	1.342	0.963	0.505	0.090 2	0.096 3
E	4.339	0.398	3.376	2.645	2.110	1.353	0.985	0.498	0.087 1	0.091 4
E	4.270	0.401	3.339	2.613	2.071	1.389	0.963	0.501	0.091 2	0.088 4
E	4.331	0.402	3.343	2.588	2.124	1.364	0.973	0.507	0.089 2	0.085 8
F	4.250	0.405	3.464	2.568	2.127	1.387	0.982	0.511	0.088 7	0.091 1
F	4.180	0.397	3.441	2.597	2.083	1.376	0.997	0.501	0.085 8	0.089 2
F	4.286	0.394	3.393	2.606	2.140	1.351	0.973	0.515	0.084 7	0.092 2
G	4.211	0.402	3.410	2.658	2.181	1.378	0.965	0.513	0.091 8	0.086 3
G	4.161	0.392	3.477	2.630	2.146	1.362	0.972	0.519	0.093 6	0.086 8
G	4.240	0.394	3.450	2.616	2.199	1.394	0.992	0.516	0.095 2	0.088 7
H	4.261	0.398	3.411	2.625	2.147	1.364	0.965	0.518	0.086 1	0.087 3
H	4.312	0.392	3.442	2.605	2.132	1.345	0.975	0.524	0.087 8	0.089 9
H	4.213	0.388	3.458	2.585	2.158	1.358	0.982	0.520	0.091 2	0.086 2

C.3 硅的精密度试验原始数据见表 C.3。

表 C.3 硅的精密度试验原始数据(质量分数)

%

实验室	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5	LEVEL 6	LEVEL 7	LEVEL 8	LEVEL 9	LEVEL 10
A	1.012	8.762	3.573	2.328	7.006	9.851	5.435	1.661	1.107	1.406
A	1.029	8.790	3.671	2.391	6.959	10.013	5.519	1.688	1.135	1.425
A	1.025	8.681	3.659	2.306	7.079	9.775	5.466	1.599	1.147	1.468
B	0.945	8.604	3.551	2.233	6.866	9.739	5.265	1.562	1.027	1.326
B	0.962	8.547	3.586	2.212	6.968	9.710	5.303	1.592	1.062	1.344
B	0.975	8.641	3.636	2.272	7.026	9.652	5.374	1.608	1.035	1.276
C	1.083	8.716	3.642	2.342	7.081	9.775	5.299	1.609	1.102	1.328
C	1.062	8.841	3.697	2.306	7.069	9.812	5.398	1.613	1.123	1.428
C	1.039	8.790	3.660	2.305	6.945	9.680	5.442	1.687	1.117	1.368
D	1.025	8.597	3.619	2.247	7.147	9.809	5.444	1.700	1.118	1.414
D	1.012	8.762	3.637	2.281	7.055	9.887	5.398	1.678	1.097	1.375
D	1.039	8.681	3.572	2.334	7.098	9.754	5.523	1.637	1.133	1.395
E	0.977	8.764	3.706	2.184	6.969	9.625	5.362	1.582	1.065	1.326
E	0.988	8.813	3.664	2.229	6.905	9.751	5.307	1.546	1.035	1.345
E	0.992	8.689	3.726	2.218	6.856	9.732	5.413	1.559	1.095	1.396
F	1.061	8.568	3.679	2.341	7.105	9.749	5.498	1.715	1.102	1.354
F	1.055	8.545	3.744	2.308	6.964	9.795	5.452	1.686	1.135	1.367
F	1.024	8.739	3.763	2.235	6.940	9.801	5.407	1.661	1.189	1.388
G	1.035	8.741	3.704	2.266	7.099	9.812	5.300	1.670	1.022	1.341
G	1.087	8.623	3.621	2.253	7.179	9.860	5.342	1.619	1.085	1.376
G	1.035	8.608	3.672	2.313	7.002	10.010	5.407	1.599	1.046	1.328
H	0.985	8.590	3.585	2.282	6.995	9.700	5.384	1.589	1.092	1.442
H	1.012	8.750	3.602	2.245	6.922	9.820	5.305	1.602	1.105	1.462
H	0.996	8.560	3.542	2.232	6.895	9.650	5.276	1.562	1.058	1.415

C.4 磷的精密度试验原始数据见表 C.4。

表 C.4 磷的精密度试验原始数据(质量分数)

%

实验室	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5	LEVEL 6	LEVEL 7	LEVEL 8	LEVEL 9	LEVEL 10
A	0.113 2	0.007 2	0.232 2	0.435 1	0.131 2	0.363 1	0.263 3	0.020 0	0.092 1	0.181 1
A	0.121 1	0.008 9	0.233 1	0.422 2	0.139 1	0.357 8	0.258 2	0.018 1	0.094 2	0.175 2
A	0.120 5	0.008 2	0.241 8	0.416 2	0.134 2	0.360 8	0.267 2	0.017 1	0.088 8	0.178 4
B	0.111 0	0.006 8	0.227 1	0.420 5	0.135 9	0.359 1	0.263 6	0.020 0	0.100 6	0.179 8
B	0.115 7	0.006 2	0.229 2	0.406 0	0.132 9	0.363 8	0.268 1	0.017 1	0.096 2	0.183 9
B	0.112 8	0.008 1	0.232 1	0.410 2	0.130 8	0.362 6	0.255 8	0.016 1	0.092 4	0.181 4
C	0.116 2	0.007 2	0.247 2	0.432 1	0.136 1	0.356 8	0.257 8	0.022 2	0.090 1	0.177 2
C	0.121 4	0.007 8	0.237 6	0.430 2	0.132 2	0.343 2	0.266 1	0.020 0	0.095 2	0.175 1
C	0.120 2	0.008 7	0.243 0	0.435 3	0.139 1	0.339 2	0.270 2	0.018 0	0.092 4	0.173 0
D	0.114 2	0.008 1	0.230 5	0.405 2	0.127 2	0.345 2	0.276 5	0.017 0	0.097 4	0.177 8
D	0.121 1	0.009 9	0.226 5	0.408 2	0.121 4	0.354 1	0.273 6	0.016 1	0.100 6	0.173 6
D	0.118 2	0.009 2	0.238 2	0.413 2	0.124 2	0.358 2	0.273 2	0.016 1	0.095 3	0.168 4
E	0.127 1	0.007 1	0.229 1	0.435 2	0.135 9	0.344 3	0.282 2	0.018 0	0.093 2	0.189 1
E	0.125 4	0.006 3	0.224 8	0.428 2	0.130 8	0.358 3	0.274 4	0.016 1	0.095 4	0.180 7
E	0.122 9	0.008 1	0.229 5	0.433 1	0.127 9	0.349 2	0.268 1	0.017 0	0.096 1	0.175 2
F	0.113 8	0.007 8	0.228 1	0.416 2	0.138 6	0.346 3	0.281 2	0.019 0	0.098 9	0.170 8
F	0.117 9	0.007 1	0.227 5	0.428 1	0.134 8	0.356 2	0.275 2	0.017 1	0.096 4	0.177 6
F	0.111 8	0.006 3	0.226 4	0.410 2	0.133 2	0.338 8	0.268 1	0.021 0	0.100 6	0.185 3
G	0.121 6	0.008 4	0.235 1	0.398 1	0.134 2	0.341 2	0.272 3	0.015 1	0.089 4	0.175 1
G	0.122 6	0.008 8	0.240 2	0.388 2	0.140 2	0.346 1	0.271 7	0.017 0	0.093 2	0.182 8
G	0.118 3	0.008 9	0.228 1	0.401 2	0.137 2	0.350 6	0.282 8	0.018 0	0.091 1	0.186 4
H	0.118 2	0.009 8	0.232 2	0.415 1	0.131 9	0.344 3	0.272 2	0.012 0	0.093 1	0.185 6
H	0.114 9	0.009 6	0.218 2	0.423 2	0.128 2	0.332 2	0.276 2	0.014 0	0.089 2	0.191 8
H	0.113 8	0.008 9	0.224 9	0.431 1	0.125 2	0.350 8	0.266 8	0.016 0	0.087 4	0.180 3

C.5 铝的精密度试验原始数据见表 C.5。

表 C.5 铝的精密度试验原始数据(质量分数)

%

实验室	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5	LEVEL 6	LEVEL 7	LEVEL 8	LEVEL 9	LEVEL 10
A	2.933	3.848	8.390	4.676	6.298	1.928	6.726	4.744	0.735 2	0.886 2
A	3.011	3.952	8.281	4.522	6.120	1.957	6.665	4.805	0.769 1	0.950 3
A	3.083	3.933	8.205	4.677	6.188	2.076	6.881	4.675	0.816 2	0.979 2
B	2.975	3.916	8.290	4.952	6.358	2.023	6.781	5.123	0.817 8	0.813 2
B	2.914	4.045	8.459	4.792	6.261	1.970	6.647	5.083	0.780 7	0.894 1
B	3.045	3.935	8.538	4.823	6.226	1.995	6.531	4.921	0.747 2	0.861 9
C	3.135	3.801	8.432	4.807	6.116	2.016	6.532	4.915	0.811 4	0.866 1
C	3.112	3.733	8.167	4.697	6.218	1.939	6.443	4.856	0.875 6	0.919 2
C	3.053	3.754	8.110	4.654	6.358	2.048	6.361	4.994	0.928 9	0.850 8
D	3.072	3.671	8.019	4.763	6.053	2.112	6.696	5.001	0.846 7	0.842 1
D	3.156	3.708	7.956	4.658	6.224	2.173	6.943	4.907	0.885 3	0.796 2
D	3.134	3.785	7.818	4.550	6.126	2.032	6.725	4.929	0.833 2	0.757 2
E	3.091	3.820	8.082	4.964	6.207	1.922	6.359	4.893	0.863 2	0.812 1
E	3.046	3.861	8.281	4.867	6.095	1.898	6.418	5.025	0.828 1	0.844 2
E	3.068	3.969	8.096	4.934	6.173	1.997	6.545	5.008	0.901 2	0.908 3
F	3.073	3.837	8.205	4.593	6.150	1.995	6.855	4.932	0.853 7	0.803 8
F	3.142	3.726	7.999	4.756	6.066	1.965	6.633	4.836	0.831 7	0.874 9
F	3.188	3.862	8.150	4.691	5.934	2.027	6.728	4.744	0.904 3	0.784 2
G	3.156	3.910	8.210	4.695	6.031	1.945	6.298	4.767	0.780 3	0.917 2
G	3.211	3.972	8.346	4.720	6.113	1.852	6.380	4.745	0.823 2	0.887 8
G	3.102	3.904	8.446	4.661	5.860	1.927	6.459	4.570	0.763 1	0.817 6
H	3.008	3.762	8.065	4.736	5.949	2.125	6.465	4.850	0.832 2	0.835 2
H	2.955	3.820	8.106	4.782	5.893	2.065	6.684	4.760	0.864 2	0.776 1
H	2.915	3.704	7.906	4.652	6.025	2.095	6.595	4.680	0.815 6	0.742 3

