

ICS 77.140.35

CCS H 40

# 团 体 标 准

T/SSEA XXXX—2022

## 高合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

High-alloy steel—Determination of multi-element contents—Spark discharge  
atomic emission spectrometric method (routine method)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国特钢企业协会发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以任何形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

# 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》GB/T 20001.4《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》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。

本文件由中国特钢企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

# 高合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

警示——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

本文件规定了用火花放电原子发射光谱法（常规法）测定高合金钢中碳、硅、锰、磷、硫、铬、钼、钒、钨、钴、铝、铜、镍含量的方法。

本文件适用于电炉、感应炉、电渣炉、转炉等铸态或锻轧的高合金钢样品分析，各元素适用范围和定量范围见表1。

表1 评价指标体系框架

元素	适用范围（质量分数）/%	定量范围（质量分数）/%
C	0.50~4.40	0.50~2.50
Si	0.10~1.10	0.10~1.10
Mn	0.10~1.10	0.10~0.50
P	0.005~0.06	0.005~0.05
S	0.005~0.06	0.005~0.05
Cr	1.00~15.00	2.50~15.00
Mo	0.10~9.50	0.50~9.50
V	0.10~11.50	0.45~7.00
W	1.00~18.50	1.00~18.50
Co	0.02~15.00	4.50~10.00
Al	0.02~1.50	0.30~1.50
Cu	0.02~0.35	0.02~0.35
Ni	0.02~0.35	0.02~0.35

注：“适用范围”中低含量段未经精密度试验验证，实验室在测定低含量样品时注意选择合适仪器条件、标准样品等，严格控制，谨慎操作。

## 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 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

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/T20066 钢和铁化学成分测定用试样的取样和制样方法

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 原理

将制备好的块状样品在火花光源的作用下与对电极之间发生放电，在高温和惰性气氛中产生等离子体。被测元素的原子被激发时，电子在原子内不同能级间跃迁，当由高能级向低能级跃迁时产生特征谱线，测量选定的分析元素和内标元素特征谱线的光谱强度。根据样品中被测元素谱线强度（或强度比）与浓度的关系，通过校准曲线计算被测元素的含量。

## 5 仪器

火花放电原子发射光谱仪主要由以下单元组成。

### 5.1 激发光源

激发光源应是一个稳定的火花激发光源。

### 5.2 火花室

火花室是为使用氩气而专门设计的，火花室直接装在分光计上，有一个氩气冲洗火花架，以放置平面样品和棒状对电极。火花室的氩气气路应能置换分析间隙和聚光镜之间光路中的空气，并为分析间隙提供氩气气氛。

### 5.3 氩气系统

氩气系统主要包括氩气容器、两级压力调节器、气体流量计和能够按照分析条件自动改变氩气流量的时序控制部分。

氩气的纯度及流量对分析测量值有很大的影响，应保证氩气的纯度不小于99.995%，否则应使用氩气净化装置，且火花室内氩气的压力和流量应保持恒定。

### 5.4 对电极

不同型号的设备使用不同的对电极。一般使用直径为4mm~8mm，顶端加工成30°~120°的圆锥形钨棒或其他电极材料，其纯度应大于99%。也可使用直径为1mm的平头钨电极。每个实验室根据具体情况确定更换对电极的时间。

## 5.5 分光计

一般分光计的一级光谱线色散的倒数应小于 $0.6\text{nm/mm}$ ，焦距为 $0.35\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ，波长范围为 $165.0\text{nm}\sim 410.0\text{nm}$ ，分光计的真空度应在 $3\text{Pa}$ 以下工作，或充高纯惰性气体（该气体不吸收波长小于 $200\text{nm}$ 谱线，且纯度不低于 $99.999\%$ ）。

## 5.6 测光系统

测光系统应包括接收信号的光电转换检测器、能存储每一个输出电信号的积分电容器、直接或间接记录积分器上电压或频率的测量单元和为所需要的时序而提供的必要的开关电路装置。

## 6 取样和样品制备

### 6.1 取样

按照GB/T 20066的规定取样和制样。取样时应保证取出的分析样品均匀、无缩孔和裂纹。铸态样品取样时，应将钢水注入规定的模具中，用铝脱氧时，脱氧剂含量不应超过 $0.35\%$ ；钢材取样时，应选取具有代表性部位。

### 6.2 样品的制备

从模具中取出的样品，一般在高度方向的下端 $1/3$ 处截取样品。未经切割的样品，其表面应去掉 $1\text{mm}$ 的厚度。切割设备采用装有树脂切割片的切割机、金属切削机床等。

分析样品应足够覆盖火花架激发孔径，通常要求直径大于 $16\text{mm}$ ，厚度大于 $2\text{mm}$ ，并保证样品表面平整、洁净。研磨设备可采用砂轮机、砂纸磨盘或砂带研磨机，亦可采用铣床等加工。研磨材料有氧化铝、氧化锆和碳化硅等。研磨材质的粒度通常为 $0.124\text{mm}\sim 0.25\text{mm}$ 。

标准样品和分析样品应在同一条件下研磨，不得过热。

注：选择不同的研磨材料可能对相关的痕量元素检测带来影响。

## 7 标准样品、标准化样品和控制样品

### 7.1 标准样品

标准样品是为绘制校准曲线使用的，其化学性质和组织结构应与分析样品相近似，应涵盖分析元素的含量范围，并保持适当的梯度，分析元素的含量系用准确可靠的方法定值。

选择不适当的标准样品系列会使分析结果产生偏差，因此，对标准样品的选择应充分注意。在绘制校准曲线时，通常使用几个分析元素含量不同的标准样品作为一个系列，其组成和冶炼过程最好与分析样品近似。

### 7.2 标准化样品

由于仪器状态的变化，导致测定结果的偏离，为直接利用原始校准曲线，求出准确结果，用 $1\sim 2$ 个样品对仪器进行标准化，这种样品称为标准化样品。该样品应非常均匀并要求有适当的含量，可以从标准样品中选出，也可专门冶炼。当使用两点标准化时，其含量分别取每个元素校准曲线上限和下限附近的含量。

标准化样品是用来修正由于各种原因引起的仪器测量值对校准曲线的偏离，标准化样品应均匀并能得到稳定的谱线强度。

### 7.3 控制样品

控制样品是与分析样品有相似的冶金加工过程、相近的组织结构和化学成分，用于对分析样品测定结果进行校正的均匀样品，可以用于类型标准化修正。

控制样品可通过取自熔融状金属铸模成型或金属成品进行自制；在冶炼控制样品时，应适当规定各元素含量，使各样品的基体成分大致相等；对控制样品赋值时，应注意标准值定值误差以及数据、方法的可溯源性。

## 8 仪器的准备

### 8.1 仪器的存放

光谱仪应按仪器厂家推荐的要求，放置在防震、洁净的实验室中，通常室内温度保持在 $21^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应小于80%。

### 8.2 电源

为保证仪器的稳定性，电源电压变化应小于 $\pm 10\%$ ，频率变化小于 $\pm 2\%$ ，保证交流电源为正弦波。根据仪器使用要求，配备专用地线。

### 8.3 激发光源

为使激发光源电器部分工作稳定，开始工作前应使其有适当的通电时间。用电压调节器或稳压器设备将供电电压调整到仪器所要求的数值。

### 8.4 对电极

对电极需定期清理、更换并用极距规调整分析间隙的距离，使其保持正常工作状态。

### 8.5 光学系统

聚光镜应定期清理，定期描述来校正入射狭缝位置。

### 8.6 测光系统

停机后，重新开机，一般应保证足够的通电时间，使测光系统工作稳定。通过制作预燃曲线选择分析元素的适当预燃时间。积分时间是以分析精度为基础进行实验确定的。

## 9 校准

### 9.1 校准曲线法

在所选定的工作条件下，激发一系列标准样品，原则上使用5个水平以上的标准样品，每个样品至少激发3次，绘制分析元素的发光强度（或强度比）与含量（或含量比）的关系曲线作为校准曲线。使用该校准曲线，测量样品中的元素含量。

### 9.2 原始校准曲线法

原始校准曲线法是先使用校准曲线法绘制校准曲线。当光谱仪器因温度、湿度、震动等因素导致谱线产生位移，或因发光强度变化导致校准曲线发生漂移时，通过标准化样品对校准曲线的漂移进行整体标准化修正，使修正后的元素强度恢复到最初建立校准曲线时强度的方法。

### 9.3 控制样品法

由于分析样品与绘制校准曲线的标准样品存在冶炼工艺过程和组织结构的差异，常使校准曲线发生变化。为避免这种差异造成的影响，通常使用与分析样品的冶金工艺过程和组织结构相近的控制样品，用于控制分析样品的分析结果。首先利用标准样品制作原始校准曲线，在日常分析时，在同样的工作条件下，将控制样品与分析样品同时分析，利用控制样品的分析结果与其标准值之间的偏差对分析样品的分析结果进行修正。

## 10 分析条件和分析步骤

### 10.1 分析条件

本标准推荐的分析条件见表 2，分析线与内标线列入表 3 中。

表 2 分析条件

项目	内容
分析间隙	3mm ~ 6mm
氩气流量	冲洗: 3L/min~15 L/min 测量: 2.5 L/min~ 10 L/min 静止: 0 L/min~ 1 L/min
预燃时间	4s~ 20s
积分时间	2s~ 20s
放电形式	预燃期间高能放电，积分期间低能放电

表 3 推荐的内标线和分析线

元素	波长/nm	可能干扰的元素
Fe	187.7(内标线)	
	205.1(内标线)	
	216.2(内标线)	
	226.8(内标线)	
	235.1(内标线)	
	239.1(内标线)	
	271.4(内标线)	
	273.0(内标线)	
	281.3(内标线)	
	282.3(内标线)	
	283.2(内标线)	
	285.2(内标线)	
	287.2(内标线)	
	297.1(内标线)	
308.4(内标线)		
316.8(内标线)		

	321.3(内标线)	
C	165.81 193.09	Mn、Ni、Cr、Al、W、
Si	181.69 212.41 251.61 288.16	Ti、V、Mo Mo Ti、V、Mo、Mn
Mn	192.12 263.80 293.30	
P	177.49 178.28	Cu、Mn、Ni Mn、W
S	180.73	Mn、Cr
Cr	206.54 267.71 286.25 287.84 298.91 312.26 313.20	Si、Ni Mo V、Mo、Ni V
Mo	202.03 203.84 277.53 281.61 386.41	Mn Mn、W Mn Mn、V
V	214.09 290.88 310.22 311.07 311.67 313.49	W Cr、Mn、Nb Mo
W	202.99 209.86 215.35 220.44 400.87	Ti Al、Ni、V、Cr
Co	228.61 229.19 258.03 345.35	Mo Cr、V Mo、Ni、V、W、Ti、Si

Al	186.27	Mo、V Ni、V、Mo、Cr、Mn Mo
	199.05	
	308.21	
	394.40	
	396.15	
Cu	211.20	Cr、Ni、W Nb、Si、W Ni、Mo
	212.30	
	224.26	
	327.39	
	337.20	
Ni	218.49	Cr、Mn
	227.73	Si、Cr
	231.60	Co、Cr

## 10.2 分析步骤

10.2.1 按 8.2~8.6 的要求准备好仪器。

10.2.2 分析工作前，先激发一块样品 2 次~5 次，确认仪器处于最佳工作状态。

10.2.3 校准曲线的标准化：在所选定的工作条件下，激发标准化样品，每个样品至少激发 3 次，对校准曲线进行校正。仪器出现重大改变或原始校准曲线因漂移超出校正范围时，需重新绘制校准曲线。

10.2.4 校准曲线的确认：分析被测样品前，先用至少一个标准样品对校准曲线进行确认。在满足第 12 章规定的测量精密度的基础上，测量结果与认定值之差应满足第 13 章的要求，否则，应重新进行标准化。

10.2.5 必要时，可选择控制样品，用于校正分析样品与绘制工作曲线样品存在的较大差异。

10.2.6 按 10.2.2 选定的工作条件激发分析样品，每个样品至少激发 2 次（样品激发 1 次，获得 1 个独立测量结果；在样品激发点的对面位置再激发 1 次，获得第 2 个独立测量结果）。按第 13 章的要求，判断测量结果的可接受性，并确定最终报告结果。

## 11 分析结果的计算

根据分析线的相对强度（或绝对强度），从校准曲线上求出分析元素的含量。

待测元素的分析结果，应在校准曲线所用的一系列标准样品的含量范围内。

## 12 精密度

本标准的精密度试验分别在 2022 年由 5 个实验室对高合金钢中及模具钢中 13 元素的 4 个~11 个水平进行测定。按照 GB/T 6279.1 规定的重复性条件下，每个实验室对每个水平的元素含量测定 2 次。

所用试样列于附录 A 中表 A.1 表。按照 GB/T 6379.2，对得到的结果进行统计处理。各元素的含量与试验结果的重复性限  $r$  和再现性限  $R$  的函数关系式汇总于表 4。

表4 精密度数据

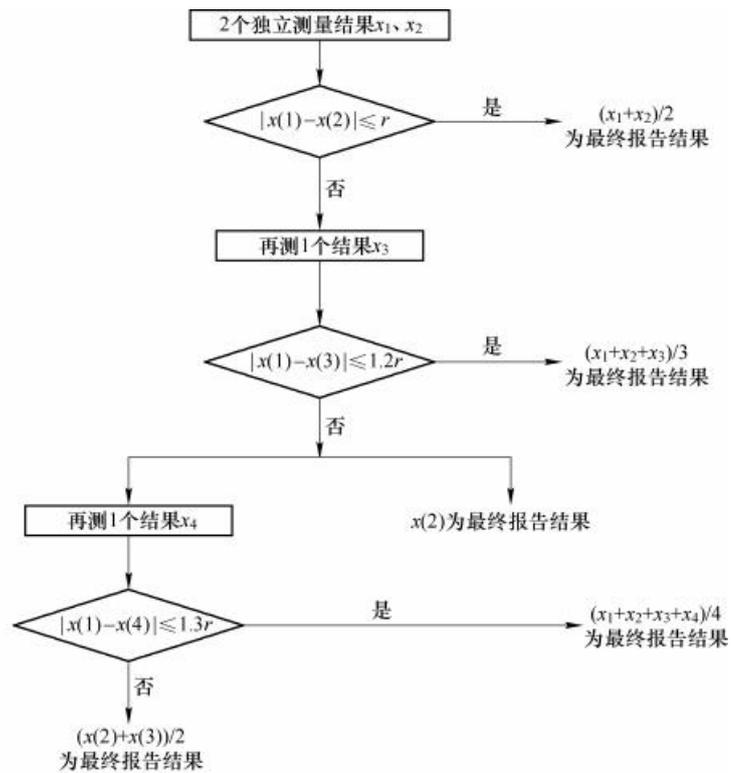
元素	含量范围 (质量分数) m/%	重复性限 $r$ /%	再现性限 $R$ /%
C	0.50~2.50	$r=0.0296m-0.0010$	$R=0.0757m-0.0075$
Si	0.10~1.10	$r=0.0254m-0.0004$	$R=0.0881m+0.0046$
Mn	0.10~0.50	$r=0.0172m-0.0006$	$R=0.0374m+0.0051$
P	0.005~0.05	$r=0.0628m+0.0002$	$R=0.1210m+0.0009$
S	0.005~0.05	$r=0.1012m-0.0001$	$R=0.1428m+0.0010$
Cr	2.50~15.00	$r=0.0118m+0.0048$	$R=0.0174m+0.0499$
Mo	0.50~9.50	$r=0.0112m-0.0015$	$R=0.0259m+0.0127$
V	0.45~7.00	$r=0.0267m-0.0085$	$R=0.0376m+0.0016$
W	1.00~18.50	$r=0.0187m-0.0078$	$R=0.0179m+0.1385$
Co	4.50~10.00	$r=0.0045m+0.0476$	$R=0.0470m+0.0080$
Al	0.30~1.50	$r=0.0162m+0.0006$	$R=0.1172m+0.0083$
Cu	0.02~0.35	$r=0.0090m+0.0014$	$R=0.0878m+0.0037$
Ni	0.02~0.35	$r=0.0178m+0.0006$	$R=0.0433m+0.0024$

重复性限 $r$ 、再现性限 $R$ 按表4给出的方程求得。在重复性条件下，获得的两次独立测量结果的绝对差值不大于重复性限 $r$ ，以大于重复性限 $r$ 的情况不超过5%为前提。

在再现性条件下，获得的两次独立测量结果的绝对差值不大于再现性限 $R$ ，以大于再现性限 $R$ 的情况不超过5%为前提。

### 13 测量结果的可接受性及最终报告结果的确定

在重复性条件下获得的独立测量结果的可接受性判断如图1所示。如果两个独立测量结果之差的绝对值不大于 $r$ ，可接受这两个测量结果，最终报告结果为两个独立测量结果的算术平均值；如果两个独立测量结果之差的绝对值大于 $r$ ，实验室应再测量1个或2个结果。若3个独立测量结果的极差不大于 $1.2r$ ，取3个独立测量结果的平均值作为最终报告结果；若极差大于 $1.2r$ ，可取3个测量结果的中位值作为最终报告结果，也可再测量一个结果。若4个独立测量结果的极差不大于 $1.3r$ ，取4个独立测量结果的平均值作为最终报告结果；若极差大于 $1.3r$ ，取4个独立测量结果的中位值作为最终报告结果。



其中：x(1)、x(2)、x(3)、x(4)为顺序排列的测量结果。

图 1 测量结果可接受性检验流程图

#### 14 实验室测量结果正确度判定

在重复性条件下，一个实验室测量标准样品，得到了两个独立测量结果，其算术平均值  $\bar{x}$  与认定值  $\mu_0$  进行比较。在95%的概率水平下， $|\bar{x} - \mu_0|$  的临界差  $CD_{0.95}$  按式（1）计算：

$$CD_{0.95} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{R^2 - r^2 / 2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：R ——再现性限；  
r ——重复性限。

当标准样品的不确定度  $U$  不可忽略时， $|\bar{x} - \mu_0|$  临界差  $C$  按式（2）计算：

$$C = \sqrt{CD_{0.95}^2 + U^2} \dots\dots\dots (2)$$

#### 15 试验报告

试验报告应当包括下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 识别样品、实验室和试验日期所需的全部资料；

- c) 结果及其表示;
- d) 使用的分析线;
- e) 测定中发现的异常现象;
- f) 对结果可能已产生影响的本标准中未作规定的各种操作或任选的操作。

#### 附录 A

(资料性)

精密度实验附加信息

#### 附录 B

(资料性)

与精密度相关的数据

---

表 A.1 精密度试验样品及控制样品

序号	类型	名称	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W	Co	Al	Cu	Ni
1	试验样品	GSBH40088-1996-1		0.065	0.069		0.0043	2.55						0.046	0.072
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -1		0.075	0.047		0.0032	1.85						0.087	0.07
2	试验样品	GSBA68065		0.522	0.077					2.62	4.12				0.429
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -3		0.768	0.166					1.6	7.34				0.541
3	试验样品	GSBH40088-1996-7		0.648		0.026	0.026			4.51			0.128		0.224
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -3		0.768		0.038	0.059			1.6			0.13		0.541
4	试验样品	GSBH40088-1996-5						3.9	2.51		9.27		0.101		
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -3						3.31	3.5		7.34		0.13		
5	试验样品	YSBS45107-2007/T011-5		1.11											
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -5		1.22											
6	试验样品	GSBH40068-93 M-2											1.51		
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -6											1.63		
7	试验样品	GSBH40068-93 M-5		0.171		0.046			0.472	0.619	1.6		0.866	0.233	
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -6		0.365		0.051			5.69	0.428	3.43		1.63	0.136	
8	试验样品	GSBH40068-93 M-1	0.483		0.343	0.01			1.02		1.3		0.484		
	控制样品	GSBH40070-94 (W9) -6	0.991		0.261	0.051			5.69		3.43		1.63		
9	试验样品	GSBH40070-94 (W9) -3	0.634		0.166		0.059	3.31		1.6				0.39	0.541
	控制样品	GSBA68063	0.808		0.24		0.032	3.5		1.63					0.276
10	试验样品	GSBH40088-1996-8		0.281		0.02	0.04		4.93		4.33			0.148	0.245
	控制样品	GSBA68063		0.417		0.0191	0.032		5.3		5.27				0.276
11	试验样品	GSBH40088-1996-6			0.405				3.75		6.85				
	控制样品	GSBA68067			0.401				3.54		7.05				
12	试验样品	GSBH40070-94 (W9) -6			0.261		0.0089	5.49		0.428					
	控制样品	GSBA68067			0.401		0.012	4.93		0.38					

13	试验样品	GSBH40068-93 M-2			0.12	0.0044								
	控制样品	GSBH40088-1996-1			0.069	0.0042								
14	试验样品	GSBH40070-94 (W9) -1			0.047			1.85					0.087	
	控制样品	GSBH40088-1996-1			0.069			2.55					0.046	
15	试验样品	BHG1203 (W18Cr4V) -3	0.707								18.136			
	控制样品	GSBH40088-1996-1	0.757								18.68			
16	试验样品	BHG1203 (W18Cr4V) -5		0.412		0.0343			0.525					0.0412
	控制样品	GSBH40088-1996-3		0.309		0.025			0.88					0.203
17	试验样品	GSBH40088-1996-6	1.09	0.352		0.034	0.034						0.248	
	控制样品	GSBH40088-1996-5	1.11	0.349		0.049	0.036						0.348	
18	试验样品	YSBS11490-2017			0.298				9.6		7.94			
	控制样品	GSBH40088-1996-7			0.293				6.52					
19	试验样品	GSBH40088-1996-4	0.821		0.307			3.54				0.059	0.211	
	控制样品	GSBH40088-1996-7	0.996		0.293			5.09				0.128	0.203	
20	试验样品	GSBH40070-94 (W9) -5			0.562		0.023	4.83						
	控制样品	BHG1203 (W18Cr4V) -5			0.583		0.0462	5.418						
21	试验样品	YSBS11480a-2010	1.68	0.235										0.106
	控制样品	YSBS45107-2007/T011-2	1.58	0.48										0.127
22	试验样品	YSBS45107-2007/T011-3	2.69				0.015				14.31			
	控制样品	YSBS45107-2007/T011-4	3.33				0.02				11.3			
23	试验样品	YSBS45107-2007/T011-5						7.54		7.08				0.02
	控制样品	YSBS45107-2007/T011-4						5.27		8.06				0.058
24	试验样品	YSBS45107-2007/T011-2									10.79			
	控制样品	YSBS45107-2007/T011-4									11.49			
25	试验样品	BHG1001-3		0.5				12.45						
	控制样品	BHG1001-2		0.635				13.54						

26	试验样品	BHG1001-1						14.36						
	控制样品	BHG1001-4						15.35						
27	试验样品	YSBS11480a-2010						11.29						
	控制样品	BHG1001-5						11.48						
28	试验样品	YSBS41411-2016 (CZ988)										4.58		
	控制样品	YSBS21463-2004										4.83		
29	试验样品	GSBH40068-93 M-4											0.271	
	控制样品	YSBS21463-2004											0.36	
30	试验样品	YSBS21463-2004	0.856	0.33								4.83		0.261
	控制样品	YSBS11490-2017	1.1	0.29								7.94		0.087

注：试验样品及控制样品共计 33 块，均选自日常检测用的标准样品，样品成分均匀，无缺陷。

表 B.1 C 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40068-93 M-1	0.483	0.489	0.0135	0.0295
GSBH40070-94 (W9) -3	0.634	0.623	0.0174	0.0397
BHG1203 (W18Cr4V) -3	0.707	0.708	0.0200	0.0461
GSBH40088-1996-4	0.821	0.823	0.0234	0.0548
YSBS21463-2004	0.856	0.877	0.0250	0.0589
GSBH40088-1996-6	1.09	1.090	0.0313	0.0750
YSBS11480a-2010	1.68	1.635	0.0474	0.1163
YSBS45107-2007/T011-3	2.69	2.741	0.0801	0.2000

表 B.2 Si 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40088-1996-1	0.065	0.075	0.0015	0.0112
GSBH40068-93 M-5	0.171	0.171	0.0039	0.0197
YSBS11480a-2010	0.235	0.258	0.0062	0.0273
GSBH40088-1996-8	0.281	0.280	0.0067	0.0293
YSBS21463-2004	0.33	0.338	0.0082	0.0344
GSBH40088-1996-6	0.352	0.345	0.0084	0.0350
BHG1203 (W18Cr4V) -5	0.412	0.413	0.0101	0.0410
BHG1001-3	0.5	0.499	0.0123	0.0486
GSBA68065	0.522	0.511	0.0126	0.0496
GSBH40088-1996-7	0.648	0.630	0.0156	0.0601
YSBS45107-2007/T011-5	1.11	1.099	0.0275	0.1014

表 B.3 Mn 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40070-94 (W9) -1	0.047	0.047	0.0004	0.0069
GSBH40088-1996-1	0.069	0.070	0.0008	0.0077
GSBA68065	0.077	0.075	0.0009	0.0079
GSBH40068-93 M-2	0.12	0.106	0.0014	0.0091

GSBH40070-94 (W9) -3	0.166	0.174	0.0026	0.0116
GSBH40070-94 (W9) -6	0.261	0.272	0.0043	0.0153
YSBS11490-2017	0.298	0.283	0.0045	0.0157
GSBH40088-1996-4	0.307	0.313	0.0050	0.0168
GSBH40068-93 M-1	0.343	0.346	0.0056	0.0180
GSBH40088-1996-6	0.405	0.414	0.0067	0.0206
GSBH40070-94 (W9) -5	0.562	0.558	0.0092	0.0260

表 B.4 P 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40068-93 M-2	0.0044	0.003	0.0004	0.0013
GSBH40068-93 M-1	0.01	0.012	0.0009	0.0023
GSBH40088-1996-8	0.02	0.020	0.0015	0.0034
GSBH40088-1996-7	0.026	0.026	0.0018	0.0040
GSBH40088-1996-6	0.034	0.034	0.0024	0.0051
BHG1203 (W18Cr4V) -5	0.0343	0.036	0.0024	0.0052
GSBH40068-93 M-5	0.046	0.046	0.0031	0.0065

表 B.5 S 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40088-1996-1	0.0043	0.005	0.0004	0.0017
GSBH40070-94 (W9) -6	0.0089	0.008	0.0008	0.0022
YSBS45107-2007/T011-3	0.015	0.014	0.0013	0.0030
GSBH40070-94 (W9) -5	0.023	0.023	0.0022	0.0043
GSBH40088-1996-7	0.026	0.024	0.0023	0.0044
GSBH40088-1996-6	0.034	0.034	0.0034	0.0059
GSBH40088-1996-8	0.04	0.040	0.0040	0.0068
GSBH40070-94 (W9) -3	0.059	0.061	0.0061	0.0097

表 B.6 Cr 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
----	-----	------	--------	--------

GSBH40070-94 (W9) -1	1.85	1.895	0.0176	0.0829
GSBH40088-1996-1	2.55	2.507	0.0248	0.0935
GSBH40070-94 (W9) -3	3.31	3.307	0.0342	0.1074
GSBH40088-1996-4	3.54	3.568	0.0373	0.1120
GSBH40088-1996-5	3.9	3.881	0.0410	0.1174
GSBH40070-94 (W9) -5	4.83	4.839	0.0523	0.1341
GSBH40070-94 (W9) -6	5.49	5.528	0.0604	0.1461
YSBS45107-2007/T011-5	7.54	7.480	0.0835	0.1801
YSBS11480a-2010	11.29	11.310	0.1287	0.2467
BHG1001-3	12.45	12.413	0.1417	0.2659
BHG1001-1	14.36	14.364	0.1647	0.2998

表 B.7 Mo 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40068-93 M-5	0.472	0.483	0.0039	0.0252
BHG1203 (W18Cr4V) -5	0.525	0.537	0.0045	0.0266
GSBH40068-93 M-1	1.02	1.010	0.0098	0.0389
GSBH40088-1996-5	2.51	2.488	0.0264	0.0771
GSBH40088-1996-6	3.75	3.680	0.0397	0.1080
GSBH40088-1996-8	4.93	4.844	0.0528	0.1382
YSBS11490-2017	9.6	9.460	0.1045	0.2577

表 B.8 V 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40070-94 (W9) -6	0.428	0.445	0.0034	0.0183
GSBH40068-93 M-5	0.619	0.618	0.0080	0.0248
GSBH40070-94 (W9) -3	1.6	1.583	0.0338	0.0611
GSBA68065	2.62	2.664	0.0626	0.1018
GSBH40088-1996-7	4.51	4.736	0.1180	0.1797
YSBS45107-2007/T011-5	7.08	7.041	0.1795	0.2663

表 B.9 W 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
----	-----	------	--------	--------

GSBH40068-93 M-1	1.3	1.304	0.0166	0.1618
GSBH40068-93 M-5	1.6	1.702	0.0240	0.1690
GSBA68065	4.12	3.978	0.0666	0.2097
GSBH40088-1996-8	4.33	4.340	0.0734	0.2162
GSBH40088-1996-6	6.85	6.912	0.1215	0.2622
GSBH40088-1996-5	9.27	9.261	0.1654	0.3043
YSBS45107-2007/T011-3	14.31	14.594	0.2651	0.3997
BHG1203(W18Cr4V)-3	18.136	18.025	0.3293	0.4611

表 B.10 Co 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
YSBS41411-2016 (CZ988)	4.58	4.596	0.0683	0.2240
YSBS21463-2004	4.83	4.768	0.0691	0.2321
YSBS11490-2017	7.94	8.039	0.0838	0.3858
YSBS45107-2007/T011-2	10.79	10.873	0.0965	0.5190

表 B.11 Al 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40088-1996-4	0.059	0.067	0.0017	0.0162
GSBH40088-1996-5	0.101	0.103	0.0023	0.0204
GSBH40088-1996-7	0.128	0.128	0.0027	0.0233
GSBH40068-93 M-4	0.271	0.268	0.0049	0.0397
GSBH40068-93 M-1	0.484	0.485	0.0085	0.0651
GSBH40068-93 M-5	0.866	0.857	0.0145	0.1087
GSBH40068-93 M-2	1.51	1.464	0.0243	0.1799

表 B.12 Cu 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
GSBH40088-1996-1	0.046	0.050	0.0019	0.0081
GSBH40070-94 (W9) -1	0.087	0.080	0.0021	0.0107

GSBH40088-1996-8	0.148	0.149	0.0027	0.0168
GSBH40088-1996-4	0.211	0.207	0.0033	0.0219
GSBH40068-93 M-5	0.233	0.220	0.0034	0.0230
GSBH40088-1996-6	0.248	0.245	0.0036	0.0252
YSBS21463-2004	0.261	0.255	0.0037	0.0261
GSBH40070-94 (W9) -3	0.39	0.396	0.0050	0.0385

表 B.13 Ni 的实验室间试验所得结果

样品	认定值	总平均值	重复性限 r	再现性限 R
YSBS45107-2007/T011-5	0.02	0.021	0.0010	0.0033
BHG1203 (W18Cr4V) -5	0.0412	0.041	0.0013	0.0042
GSBH40088-1996-1	0.072	0.073	0.0019	0.0056
YSBS11480a-2010	0.106	0.104	0.0025	0.0069
GSBH40088-1996-7	0.224	0.220	0.0045	0.0119
GSBH40088-1996-8	0.245	0.243	0.0049	0.0129
GSBA68065	0.429	0.417	0.0080	0.0205
GSBH40070-94 (W9) -3	0.541	0.552	0.0104	0.0263