

# 中低合金钢化学成分能力验证样品制备及均匀性检验流程探讨

高文工<sup>1</sup>, 白伟东<sup>1</sup>, 郭娟<sup>2</sup>, 柯瑞华<sup>2</sup>

(1. 北京中实国金国际实验室能力验证研究中心, 北京 100081; 2. 钢研纳克检测技术股份有限公司, 北京 100081)

**摘要:** 选取和制备在测试水平、基质等方面与参加者日常检测样品相同或相似, 且均匀性优良的能力验证样品, 一直是成功开展实验室能力验证活动的关键。通过具有典型意义的中低合金钢能力验证项目运作和实施, 探讨并给出此类能力验证项目在样品选材、加工、制备, 以及样品均匀性检验方面的一般原则和方法, 并对中低合金钢能力验证样品制备及均匀性检验相关问题进行探讨。希望此研究能够对从事相关能力验证工作的人员具有一定的帮助和指导作用。

**关键词:** 中低合金钢; 均匀性检验; 能力验证样品

中图分类号: O212

文献标志码: A

文章编号: 1000-7571(2019)01-0077-05

合金钢是相对于碳素钢而言, 在碳素钢的基础上, 为改善钢的一种或几种性能, 向钢中加入一种或几种合金元素, 当加入的合金量超过碳素钢正常生产方法所具有的一般含量时, 称为合金钢。合金元素质量分数小于 10% 的为中低合金钢。中低合金钢在冶金、机械、铁道、矿山、船舶、化工等行业应用非常广泛。中低合金钢能力验证是当前开展次数较多的一类实验室能力验证活动, 其能力验证样品在样品选材、样品加工、样品制备, 以及样品均匀性检验方面存在诸多共性和特性, 且具有典型意义。选取和制备在测试水平、基质等方面与参加者日常检测样品相同或相似, 且均匀性优良的能力验证样品, 一直是成功开展能力验证活动的关键。本文通过中低合金钢能力验证项目运作和实施, 探讨并给出此类能力验证项目在样品选材、加工、制备, 以及样品均匀性检验方面的一般原则和方法, 对中低合金钢能力验证样品制备及均匀性检验<sup>[1]</sup> 相关问题进行探讨, 并通过能力验证结果, 对能力验证样品均匀性进行验证。

## 1 能力验证样品均匀检验

能力验证样品的选取和制备应在测试水平、基质等方面与参加者日常检测的样品相同或相似, 这样才能更真实反映参加者的能力。为确保能力验证样品的均匀性, 避免样品的不均匀导致不同参加者

检测结果的差异, 在实施能力验证计划时分发给参加者的样品必须是一致的, 能力验证样品必须进行均匀性和(或)稳定性检验<sup>[1-2]</sup>。能力验证样品均匀与不均匀是一个相对的概念, 绝对和完全均匀的样品是不存在的。在实践中, 只要差异相对于被测量的不确定度可以忽略不计, 或者差异在允许范围之内, 从应用的角度可以认为样品是均匀的。对样品进行均匀性检验, 其目的不是为了改善样品本身的均匀性, 而是通过均匀性测试, 真实、客观地评价均匀性, 以证明样品是均匀的。

## 2 能力验证样品加工和制备的一般原则

为获得均匀性良好的中低合金钢能力验证样品, 通常选取常规中低合金钢圆钢为原料, 加工和制备一定数量中低合金钢能力验证样品, 且一般要遵循以下原则。

### 2.1 棒料锻轧应遵循的原则

为获得均匀性优良的中低合金钢能力验证样品, 选取质地较好且较粗的中低合金钢圆钢, 推荐规格在  $\phi 100 \sim 220$  mm 之间, 加热后先墩粗, 再锻成棒, 如此重复操作多次(至少两次), 最后锻成若干圆棒(约  $\phi 42 \sim 45$  mm)。对圆棒要求精整, 即表面比较光滑, 避免凹凸不平, 内部晶形结构完好, 不存在

收稿日期: 2018-05-11

作者简介: 高文工(1977—), 男, 工程师, 主要从事实验室能力验证工作和能力验证样品均匀性检验和能力验证数据统计相关研究; E-mail: gavin\_1010@163.com

明显的裂纹、偏析和疏松等缺陷。

锻轧后,对每根圆形棒材进行加工,制备一定数量,规格为  $\phi 38\text{mm} \times 32\text{mm}$  的光谱样品,以及粒度范围为  $10 \sim 0.154\text{mm}$  的屑状样品,作为中低合金钢能力验证待测样品。

## 2.2 能力验证样品均匀性检验的基本原则

能力验证样品均匀性检验通常是在样品制备、分装和编号之后进行,均匀性评定通常在能力验证样品被包装成最小单元之后、分发给参加者之前。抽取样品应随机性进行;若必要,也可以在特性量可能出现差异的部位按一定规律抽取相应数量的检验样品<sup>[1]</sup>。每个样品间应相互独立。对于中低合金钢待测样品,应尽量选取不容易均匀,且具有代表性的部位取样,一般从棒材头部、中部、尾部取样。待测元素应选择具有代表性的元素,如容易偏析的元素,例如 S、P 等,以及主元素,例如 C、Si、Mn 和合金元素 Cr、Ni、Cu 等进行均匀性检验。

## 3 样品均匀性检验的一般方法

### 3.1 抽样

从能力验证样品总体中随机抽取 10 个或 10 个以上具有代表性的样品进行均匀性检验,要求在重复性条件下至少测试两次。所用的测试方法,其精密度<sup>[3]</sup>和灵敏度不应低于能力验证预定测试方法的精密度和灵敏度。

为减少测试过程中测试条件的波动,尤其是避免趋势变化对测试结果的影响,均匀性检验要求对所有样品进行测试,包括重复性的各份试样,都按随机次序进行。例如:有 10 个样品重复测试 3 次,测试的次序可按以下方式(编号为样品号)进行。重复测量 1: 1-3-5-7-9-2-4-6-8-10; 重复测量 2: 10-9-8-7-

6-5-4-3-2-1; 重复测量 3: 2-4-6-8-10-1-3-5-7-9。

需要特别注意的是,上述每个重复测量回合之间不应存在趋向性漂移。倘若存在,应准确检出并进行修正。

### 3.2 光谱样品的均匀性检验

分别从棒材的头部、中部和尾部抽取 10 块样品,对 C、Si、Mn、S、P、Cr、Ni、Cu、Mo 等元素采用火花放电原子发射光谱法<sup>[4]</sup>进行测试,每块样品测试 2 次,采用单因子方差分析法<sup>[1]</sup>对检验结果进行统计处理,选取显著性水平为 5%。统计量与临界值  $F_{0.05}(9, 20)$  比较,确认光谱样品是否均匀。

### 3.3 屑状样品的均匀性检验

从屑状样品总体中随机抽取不少于 10 瓶样品对 C、Si、S、Cr、Cu 等元素采用常规化学分析方法进行测试,每瓶样品测试 2 次,采用单因子方差分析法对检验结果进行统计处理,选取显著性水平为 5%。统计量与临界值  $F_{0.05}(9, 20)$  比较,确认屑状样品是否均匀。

## 4 样品均匀性验证

### 4.1 样品加工和制备

按照中低合金钢样品加工和制备的一般原则和方法,从现场选取牌号为 38CrMoA<sup>[5]</sup>,规格为  $\phi 130\text{mm}$  圆钢棒料,经棒料锻轧,锻轧成规格为  $\phi 42\text{mm} \times 1000\text{mm}$  棒材若干,最终加工制备成规格为  $\phi 38\text{mm} \times 32\text{mm}$  的光谱样品,以及粒度范围为  $10 \sim 0.154\text{mm}$  的屑状样品,作为能力验证待测样品。

### 4.2 抽样及均匀性检验

随机选取 10 块光谱样品,用火花放电原子发射光谱法测试 C、Si、Mn、P、S、Cr、Ni、Cu、Mo 等元素的含量,每个样品测试 2 次,详见表 1。随机选取 10

表 1 光谱样品各元素均匀性检验测定结果

Table 1 Results of homogeneity test for elements of discs samples

样品编号 Sample No.	w(C)/%	w(Si)/%	w(Mn)/%	w(P)/%	w(S)/%	w(Cr)/%	w(Ni)/%	w(Cu)/%	w(Mo)/%
1	0.418, 0.403	0.239, 0.236	0.375, 0.380	0.0146, 0.0141	0.0015, 0.0017	1.46, 1.47	0.021, 0.022	0.0088, 0.0092	0.16, 0.17
2	0.409, 0.421	0.237, 0.236	0.374, 0.372	0.0146, 0.0136	0.0013, 0.0018	1.45, 1.47	0.022, 0.022	0.0099, 0.0085	0.17, 0.17
3	0.416, 0.404	0.240, 0.239	0.374, 0.374	0.0145, 0.0140	0.0014, 0.0014	1.44, 1.45	0.021, 0.021	0.0098, 0.0096	0.16, 0.17
4	0.418, 0.403	0.241, 0.236	0.377, 0.369	0.0147, 0.0148	0.0015, 0.0017	1.46, 1.47	0.021, 0.022	0.0096, 0.0096	0.17, 0.17
5	0.421, 0.407	0.239, 0.239	0.376, 0.367	0.0144, 0.0140	0.0015, 0.0015	1.46, 1.46	0.023, 0.022	0.0097, 0.0106	0.17, 0.17
6	0.421, 0.413	0.238, 0.236	0.374, 0.373	0.0146, 0.0151	0.0016, 0.0017	1.44, 1.44	0.022, 0.023	0.0102, 0.0096	0.16, 0.17
7	0.398, 0.413	0.238, 0.233	0.375, 0.373	0.0144, 0.0139	0.0015, 0.0014	1.46, 1.46	0.023, 0.023	0.0098, 0.0094	0.17, 0.17
8	0.391, 0.399	0.234, 0.236	0.369, 0.372	0.0139, 0.0143	0.0015, 0.0016	1.46, 1.47	0.023, 0.023	0.0101, 0.0102	0.17, 0.17
9	0.419, 0.412	0.238, 0.237	0.376, 0.374	0.0142, 0.0148	0.0016, 0.0015	1.44, 1.47	0.022, 0.024	0.0106, 0.0103	0.16, 0.16
10	0.401, 0.415	0.237, 0.237	0.372, 0.372	0.0136, 0.0140	0.0017, 0.0017	1.44, 1.47	0.023, 0.021	0.0103, 0.0104	0.17, 0.17
平均值 Average	0.410	0.237	0.373	0.0143	0.0016	1.46	0.022	0.0098	0.17

瓶屑状样品,用高频感应炉燃烧后红外吸收法测试 C、S 元素的含量,用电感耦合等离子体原子发射光谱(ICP-AES)<sup>[6]</sup>测试 Si、Cr、Cu、Al 元素的含量。每个样品测试 2 次,详见表 2。

表 2 屑状样品各元素均匀性检验测定结果

Table 2 Results of homogeneity test for elements testing of chips samples

样品编号 Sample No.	w(C)/%	w(Si)/%	w(S)/%	w(Cr)/%	w(Cu)/%	w(Al)/%
1	0.397, 0.401	0.245, 0.242	0.00117, 0.00108	1.488, 1.494	0.00972, 0.00963	1.009, 1.000
2	0.403, 0.400	0.244, 0.249	0.00112, 0.00109	1.483, 1.487	0.00981, 0.00993	1.011, 1.003
3	0.398, 0.399	0.234, 0.252	0.00113, 0.00112	1.489, 1.511	0.00928, 0.00995	1.017, 1.004
4	0.398, 0.406	0.248, 0.237	0.00112, 0.00110	1.492, 1.489	0.00991, 0.00951	1.007, 1.005
5	0.401, 0.405	0.245, 0.245	0.00108, 0.00114	1.521, 1.498	0.00970, 0.00990	1.003, 1.002
6	0.405, 0.404	0.247, 0.234	0.00113, 0.00114	1.493, 1.489	0.00976, 0.00932	1.004, 1.006
7	0.409, 0.402	0.239, 0.237	0.00109, 0.00105	1.496, 1.489	0.00947, 0.00938	1.021, 1.012
8	0.400, 0.401	0.246, 0.246	0.00106, 0.00107	1.522, 1.506	0.00970, 0.00976	1.001, 1.014
9	0.407, 0.393	0.230, 0.234	0.00107, 0.00105	1.490, 1.506	0.00907, 0.00925	1.007, 1.005
10	0.401, 0.402	0.245, 0.240	0.00109, 0.00113	1.491, 1.493	0.00966, 0.00940	1.000, 1.013
平均值 Average	0.402	0.242	0.00110	1.496	0.0096	1.007

采用单因子方差分析法,分别对光谱样品和屑状样品检验结果进行统计处理,选取显著性水平为 5%,统计量与临界值  $F_{0.05}(9,10)$  比较。详见表 3 和表 4。

由表 3 可以得出,C、Si、Mn、P、S、Cr、Ni、Cu、Mo 各元素的统计量  $F$  均小于临界值 ( $F_{0.05}(9,10) = 3.02$ )。表明光谱样品均匀性良好。

表 3 光谱样品的均匀性检验方差分析结果

Table 3 Results of variance analysis for homogeneity tests of discs samples

元素 Element	方差来源 Variance source	自由度 Free degree	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	统计量 $F$ Statistics $F$
C	组间	9	$7.1 \times 10^4$	$7.9 \times 10^5$	1.04
	组内	10	$7.6 \times 10^4$	$7.6 \times 10^5$	
Si	组间	9	$3.7 \times 10^5$	$4.1 \times 10^6$	1.18
	组内	10	$3.5 \times 10^5$	$3.5 \times 10^6$	
Mn	组间	9	$7.5 \times 10^5$	$8.3 \times 10^6$	0.92
	组内	10	$9.0 \times 10^5$	$9.0 \times 10^6$	
P	组间	9	$1.8 \times 10^6$	$2.0 \times 10^7$	1.42
	组内	10	$1.4 \times 10^6$	$1.4 \times 10^7$	
S	组间	9	$1.4 \times 10^7$	$1.6 \times 10^8$	0.87
	组内	10	$1.8 \times 10^7$	$1.8 \times 10^8$	
Cr	组间	9	$1.3 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	1.13
	组内	10	$1.3 \times 10^3$	$1.3 \times 10^4$	
Ni	组间	9	$5.5 \times 10^6$	$6.1 \times 10^7$	1.63
	组内	10	$3.7 \times 10^6$	$3.7 \times 10^7$	
Cu	组间	9	$4.1 \times 10^6$	$4.6 \times 10^7$	2.55
	组内	10	$1.8 \times 10^6$	$1.8 \times 10^7$	
Mo	组间	9	$2.3 \times 10^4$	$2.5 \times 10^5$	1.67
	组内	10	$1.5 \times 10^4$	$1.5 \times 10^5$	

表 4 屑状样品均匀性检验方差分析结果

Table 4 Results of variance analysis for homogeneity tests of chips samples

元素 Element	方差来源 Variance source	自由度 Free degree	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	统计量 $F$ Statistics $F$
C	组间	9	$9.2 \times 10^5$	$1.0 \times 10^5$	0.58
	组内	10	$1.8 \times 10^4$	$1.8 \times 10^5$	
Si	组间	9	$3.3 \times 10^4$	$3.7 \times 10^5$	1.07
	组内	10	$3.5 \times 10^4$	$3.5 \times 10^5$	
S	组间	9	$1.3 \times 10^8$	$1.4 \times 10^9$	1.71
	组内	10	$8.6 \times 10^9$	$8.4 \times 10^{10}$	
Cr	组间	9	$1.3 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	1.35
	组内	10	$1.1 \times 10^3$	$1.1 \times 10^4$	
Cu	组间	9	$7.6 \times 10^7$	$8.4 \times 10^8$	1.73
	组内	10	$4.9 \times 10^7$	$4.9 \times 10^8$	
Al	组间	9	$2.7 \times 10^4$	$3.0 \times 10^5$	0.80
	组内	10	$3.7 \times 10^4$	$3.7 \times 10^5$	

由表 4 可以得出,C、Si、S、Cr、Cu、Al 各元素的统计量  $F$  均小于临界值 ( $F_{0.05}(9,10) = 3.02$ )。表明屑状样品均匀性良好。

### 4.3 样品均匀性验证

为进一步验证能力验证样品的均匀性,采用已完成能力验证结果,对样品的均匀性进行验证。选取相关能力验证项目统计量数据<sup>[7-8]</sup>,计算各元素均匀性检验样品不均匀标准偏差( $S_s$ )后,与 0.3 倍能力评定标准差<sup>[9]</sup> ( $0.3\sigma$ ) 进行比较,确认样品均匀性是否符合  $0.3\sigma$  法则<sup>[1,9]</sup>,数据汇总于表 5。

从表 5 可以得出,能力验证选取的样品相关元

表 5 通过能力验证结果统计量验证样品均匀性

Table 5 Validating sample homogeneity through statistics of proficiency testing results

项目 Item	$w(C)/\%$	$w(Si)/\%$	$w(Mn)/\%$	$w(P)/\%$	$w(S)/\%$	$w(Cr)/\%$	$w(Ni)/\%$	$w(Cu)/\%$	$w(Mo)/\%$
稳健平均值	0.404	0.240	0.375	0.0134	0.0014	1.49	0.023	0.0102	0.174
稳健标准差	0.012	0.0061	0.0069	0.0011	0.00047	0.028	0.0014	0.0013	0.0073
参加者数	75	72	76	72	67	38	37	35	36
0.3 倍能力评定标准差	0.0036	0.0019	0.0021	0.00033	0.00014	0.0084	0.00042	0.00039	0.0022
光谱样不均匀标准偏差	0.0017	0.00056	0.00083	0.00017	0.00010	0.0029	0.00041	0.00036	0.0022
屑样不均匀标准偏差		0.00112			0.00002	0.0044		0.00013	

素的不均匀性标准偏差( $S_s$ )均小于 0.3 倍能力验证能力评定标准偏差( $0.3\sigma$ ),符合 0.3 $\sigma$  法则,表明能力验证样品具有较好的均匀性。

## 5 结果与讨论

按照中低合金钢能力验证样品选材、加工、制备,以及样品均匀性检验的一般原则和方法,可获得均匀性优良的中低合金钢能力验证样品。

对于中低合金钢能力验证光谱样品,样品经过加工和标识后,从棒材的头部、中部和尾部间隔选取样品,被选取的样品相互独立,能够很好地反映不同部位样品间的差异,具有较强的代表性,较好的符合样品均匀性检验的随机性、代表性和独立性 3 个基本原则。

对于能力验证光谱样品和屑状样品,虽然取样和加工均来自同一种材质和棒材,加工和制备源相同,但对光谱样品和屑状样品,分别进行均匀性检验是必要的。如果光谱样品主元素和易偏析元素均匀性较好,对于屑状样品均匀性检验,只选取主量元素和易偏析元素,例如 C、Si、S、Cr、Cu 和 Al 等元素进行均匀性检验,即可满足要求。这种方式无论从能力验证样品均匀性检验的原则和方法看,还是从实际操作和经济角度考虑,都应该是一种较为合理和恰当的模式。

经过多年能力验证样品均匀性检验和项目实施经验,笔者认为按照中低合金钢能力验证样品加工、样品制备和样品均匀性检验的原则和方法,进行此类能力验证样品的选材、加工、制备,以及样品均匀性检验是非常必要和重要的。希望通过本文,能够

对从事相关能力验证工作的人员具有一定的帮助和指导作用。

## 参考文献:

- [1] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS GL003:2018 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南[S]. 2018.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 27043—2012/ISO/IEC 17043:2010 合格评定 能力验证的通用要求[S]. 北京:中国标准出版社, 2013.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 6379—6:2009 测量方法与结果的精确度(正确度与精密度)第 6 部分:准确度值的实际应用[S]. 北京:中国标准出版社, 2009.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 4336—2016 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)[S]. 北京:中国标准出版社, 2016.
- [5] 张丝雨. 最新金属材料牌号、性能、用途及中外牌号对照速用速查实用手册[M]. 北京:中国科技文化出版社, 2005.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 20125—2006 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法[S]. 北京:中国标准出版社, 2006.
- [7] 高文工. NIL PT-1433-1 低合金钢化学成分分析(国际比对)能力验证计划结果报告[R]. 北京:北京中实国金国际实验室能力验证研究有限公司, 2018.
- [8] 高文工. NIL PT-1434-1 低合金钢化学成分分析(国际比对)能力验证计划结果报告[R]. 北京:北京中实国金国际实验室能力验证研究有限公司, 2018.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 28043—2011/ISO 13528:2005 利用实验室间比对进行能力验证的统计方法[S]. 北京:中国标准出版社, 2011.

## Preparation of middle-low alloy steel chemical composition sample for proficiency testing and discussion on homogeneity test procedures

GAO Wen-gong<sup>1</sup>, BAI Wei-dong<sup>1</sup>, GUO Juan<sup>2</sup>, KE Rui-hua<sup>2</sup>

(1. China NIL Research Center for Proficiency Testing, Beijing 100081, China;

2. NCS Testing Technology Co., Ltd., Beijing 100081, China)

**Abstract:** The selection and preparation of proficiency testing samples, which have good homogeneity and same or similar test level and matrix with those of routine inspection samples, is always the key to successfully carry out the laboratory proficiency testing activities. Through the operation and implementation of middle-low alloy steel proficiency testing projects with typical significance, the general principles and methods for sample selection, processing, preparation and homogeneity test were discussed and proposed. Moreover, the related issues in preparation and homogeneity test of middle-low alloy steel sample for proficiency testing were discussed. The study provided certain help and guidance for the persons who engaged in proficiency testing.

**Key words:** middle-low alloy steel; homogeneity test; proficiency testing sample

### 《冶金分析》7篇文章入选2017年度领跑者5000(F5000)顶尖学术论文

根据中信所“2018年中国科技论文统计结果发布会”结果,《冶金分析》有7篇稿件入选领跑者5000—中国精品科技期刊顶尖学术论文。入选2017年度F5000论文的信息如下。

1. **论文标题:**电感耦合等离子体原子发射光谱分析仪器与方法的新进展;文献来源:冶金分析,2014,34(11):1-10;作者:郑国经;机构:北京中实国金国际实验室能力验证研究中心。

2. **论文标题:**微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定煤炭中铅镉铬砷汞铍;文献来源:冶金分析,2014,34(8):22-26;作者:姚春毅,马育松,贾海涛,陈瑞春,李昱瑾,殷萍;机构:河北出入境检验检疫局技术中心,河北化工医药职业技术学院,河北工业职业技术学院。

3. **论文标题:**粉末压片-X射线荧光光谱法测定土壤、水系沉积物和岩石样品中15种稀土元素;文献来源:冶金分析,2013,33(7):35-40;作者:李小莉,张勤;机构:天津地质矿产研究所,中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所。

4. **论文标题:**高倍稀释熔融制样-X射线荧光光谱法测定铅锌矿中主次组分;文献来源:冶金分析,2014,34(1):50-54;作者:罗学辉,苏建芝,鹿青,汤宇磊;机构:中国人民武警警察部队武警黄金地质研究所,北京中医药大学东方学院。

5. **论文标题:**X射线荧光光谱法测定白云石、石灰石中氧化钙、氧化镁和二氧化硅;文献来源:冶金分析,2014,34(1):75-78;作者:乔蓉,郭钢;机构:涟源钢铁集团有限公司。

6. **论文标题:**电热消解-电感耦合等离子体质谱法测定准东煤中15种元素;文献来源:冶金分析,2017,37(6):26-32;作者:张更宇,施云芬,董湘军,魏群,曲涤非;机构:吉林市环境监测站,东北电力大学化学工程学院,中国石油吉林石化分公司污水处理厂。

7. **论文标题:**石墨烯-离子液体修饰玻碳电极同时测定矿石中铅和镉;文献来源:冶金分析,2017,32(2):25-29;作者:李燕红,陈宗保,董洪霞;机构:上饶师范学院,江西省高等学校应用有机化学重点实验室。

# 《冶金分析》投稿须知

《冶金分析》由中国钢研科技集团有限公司和中国金属学会主办。本刊旨在动态反映冶金领域分析测试新技术、新方法、先进经验,报导研究成果,发表综述文章,并介绍国内外冶金分析动态等,适合于冶金、矿山、石油、化工、机械、地质、环保、商检等领域或部门的技术人员及大专院校师生参考。

《冶金分析》1981年创刊,2007年起改为月刊。据2018年版《中国科技期刊引证报告》(核心版),本刊2017年度影响因子为0.745。根据中国科学技术信息研究所的综合科学评价,本刊入选“第4届中国精品科技期刊”,并同时为“中国精品科技期刊顶尖学术论文(F5000)”项目来源期刊。本刊是中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库的核心库期刊、全国中文核心期刊、美国“CA”千种表中国化工类核心期刊,2009年起被ELSEVIER旗下的SCOPUS数据库收录,并为中国知网(CNKI)、万方数据资源系统、中文科技期刊数据库等国内知名数据库所收录。

作为冶金领域中权威的分析技术专业期刊,《冶金分析》的办刊宗旨是为广大冶金分析测试工作者搭建学术交流平台,以最快的速度及时发表国内外的最新研究成果。

## 1 征稿范围

冶金及材料化学成分分析测试技术与方法、冶金过程与环保检测、形态/状态分析、表面/界面及形貌分析等方面具有一定创新性、先进性的研究成果,实验室管理、标准物质研制、能力验证与质量控制方案的应用与创新,仪器设备的研制与技术改进,综述与评论等。

## 2 稿件篇幅

本刊研究与试验报告的印刷版一般为3~4页,约5000~6000字;综述与评论的印刷版一般为4~8页,不超过8000字。

## 3 来稿要求和基本格式

### 3.1 基本要求

来稿应观点明确,数据准确、完整,文字精炼通

顺,层次清晰,结构严谨。文题应简单明确,能反映和概括研究主要内容和特色,切忌过于笼统,避免使用副标题;题目及关键词不能用缩略语、商品名及分子式;标题、作者信息、摘要与关键词须与中文对应翻译为英文,置于全文后。

### 3.2 作者信息

稿件作者不止一位时,请确定一名通讯联系人(若第一作者为学生,则导师为通讯联系人),请在其姓名右上角加“\*”号。作者工作单位必须写全称,注明所属省市及邮政编码;作者单位不止一个时,应在不同单位作者姓名右上角,分别标出阿拉伯数字“1”,“2”等,并在每个作者的工作单位全称前,分别标出相应的阿拉伯数字。

在稿件第一页下方提供:第一作者简介(姓名、出生年、性别、职称、学位、研究方向、联系电话或E-mail),及通讯联系人的性别、职称、学位、联系电话或E-mail;如论文系基金项目,请注明其名称和编号。

### 3.3 摘要及关键词

摘要应具备以下4项内容:研究目的、研究方法和过程、试验结果及主要结论;应有独立性和自明性,注意突出研究工作的创新点;篇幅约为200~300字,是一个独立的短文,即不阅读稿件全文,就能获得必要的信息。

选取4~6个关键词,用分号分隔。

### 3.4 引言

引言作为论文的开场白,应以简短的篇幅介绍论文的研究背景和目的,对相关领域内前人所做的工作和研究进行简要的概括,说明本研究与前人工作的关系,目前的研究热点、存在的问题及立项的意义和创新性,导出本文的主题及完成的主要工作。所引用参考文献以“[阿拉伯数字]”的上标形式按序标注,篇幅一般控制在300~600字。

### 3.5 正文结构层次

稿件正文中“引言”部分不列标题、不编序号,其他标题的层次请按以下格式书写:

1(顶格,空一格,标题,正文另起行)

1.1(顶格,空一格,标题,正文另起行)

1.1.1 (顶格, 空一格, 标题, 正文另起行)

### 3.6 图表

文中图、表应尽量精简或改用文字说明, 图与表的内容不得重复。

图题、表题均采用中英文对照表述, 中文在前、英文在后, 图、表均需有编号和标题, 图、表题号及图中曲线号均用阿拉伯数字标注; 表格采用三线制; 图幅一般为 40 mm(高) × 50 mm(宽), 方框坐标图的横纵坐标应间隔合理、标识清晰, 标目通常采用物理量名称或符号和相应单位表示。曲线图尽可能用 Metlab, Excel, Visio 或 Origin 等软件制作, 稿件中图片为原图或转成相应的文件格式(fig, .xls, .vsd, .opj)而非“.jpg”格式的文档。

### 3.7 符号及单位

稿件中计量单位及符号必须按中华人民共和国法定计量单位及有关 GB 标准规定书写。物理量符号一律用斜体字母, 单位符号用正体字母。

### 3.8 参考文献

参考文献是衡量作者是否具备吸纳本领域最新科研成果的能力、研究态度是否科学严谨以及该论文是否有创新性的标志。参考文献的引用应严格遵循“著录直接引用文献, 最必要、最主要、最新的和正式出版的文献”的原则, 未公开发表的资料一律不得引用, 希望作者跟踪查询相关文献。本刊要求所引用参考文献不得少于 10 篇, 其中应包括一定数量的国外文献和近 5 年的文献。

所著录文献的序号应和正文中引用次序一致, 参考文献应包含作者、文献题名[文献类型]、出处等信息, 中文或其他非英文文献须对应翻译为英文; 被引用文献的作者为 3 人以上只列出前 3 人, 后加“等”或“, et al”; 作者姓名一律采用姓前名后著录法, 西文作者的名字仅用首字母, 名字间无“.”号。格式示范:

[1] Kozono S W, Haraguchi H. Determination of trace iron in indium phosphide wafer by on-line matrix separation and inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Anal. Chim. Acta, 2003, 482(2): 189-196.

[2] 徐志彬, 赵超, 苑丽质, 等. X 射线荧光光谱法测定铬矿熔样方法研究[J]. 冶金分析, 2015, 35(7): 27-31.

XU Zhi-bin, ZHAO Chao, YUAN Li-zhi, et al. Study on the sample fusion method of chromium ore for the determination by X-ray fluorescence spectrometry[J]. Metal-

lurgical Analysis, 2015, 35(7): 27-31.

[3] 王令令, 王桂花. 分析化学计算基础[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 44-64.

### 3.9 唯一性

本刊只受理非国家机密文章。来稿请勿一稿两投, 一经发现, 除停止发表外, 将纳入一稿两投作者数据库, 按年度在网站及期刊上公布。

## 4 稿件处理

### 4.1 来稿受理

本刊 2008 年 6 月起开始启动“期刊稿件在线管理系统”, 实现从接收作者来稿到送审、退修改、编辑加工、录用等全流程网络化管理, 2009 年后将不再接纳纸质投稿。从收稿、审稿到确定稿件是否录用, 约需 3 个月左右。不录用的稿件, 编辑部会尽快通知作者。

### 4.2 稿件修改

作者接到编辑部录用通知后, 应根据通知中提出的意见, 逐条进行认真地修改, 并在规定的时间内将修改稿和英文翻译稿及时返回编辑部; 稿件发表前, 请上网核对并确认 PDF 清样文件, 重点校对个人信息、相关技术要点和图表数据是否有误。

### 4.3 费用及资料发放

稿件录用后编辑部将通知作者缴纳稿件发表费。稿件刊出后, 按规定寄付作者稿酬, 并赠阅当期杂志 2 册。

## 5 声明

为扩大本刊所载论文在国内外的学术影响, 促进科技信息的广泛交流, 本刊已同意国内外有关检索刊物、中国知网(CNKI)、万方数据资源系统、中文科技期刊数据库等摘引或转载本刊所登论文。凡投寄我刊稿件, 本刊将视为已许可上述出版物引用。本刊所付稿酬已包括上述出版物稿酬。

衷心欢迎广大科技工作者踊跃来稿。

### 冶金分析编辑部

地址: 北京市海淀区学院南路 76 号(100081)

网址: <http://yifx.chinamet.cn>

电话: 010-62182398

E-mail: [yjfx@analysis.org.cn](mailto:yjfx@analysis.org.cn)