

黄超冠, 蒙义舒, 郭焕花, 等. 过氧化钠碱熔 - 电感耦合等离子体发射光谱法测定钛铝合金中的铬铁钼硅[J]. 岩矿测试, 2018, 37(1): 30 - 35.

HUANG Chao-guan, MENG Yi-shu, GUO Huan-hua, et al. Determination of Chromium, Iron, Molybdenum and Silicon in Ti-Al Alloy by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry with Sodium Peroxide Alkali Fusion[J]. Rock and Mineral Analysis, 2018, 37(1): 30 - 35.

【DOI: 10.15898/j.cnki.11-2131/td.201704240065】

过氧化钠碱熔 - 电感耦合等离子体发射光谱法测定钛铝合金中的铬铁钼硅

黄超冠¹, 蒙义舒¹, 郭焕花¹, 林凌宇¹, 杨春涛²
(1. 广西冶金研究院, 广西 南宁 530023;
2. 玉溪市环境监测站, 云南 玉溪 653100)

摘要:应用电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)测定高钛含量的钛铝合金中铬铁钼硅时,单一酸不能使钛铝合金完全溶解;混合酸溶解样品后仍会出现少量杂质、溶解不完全的现象,且复溶时易出现沉淀现象,即使用浓王水也难以将沉淀再溶解。本实验在 700℃ 温度下,采用过氧化钠进行碱熔 20 min,盐酸酸化,建立了应用 ICP-OES 测定钛铝合金中的铬铁钼硅的方法。实验中采用钛基体匹配的方法降低了试液中钛浓度大于 200 μg/mL 时的钛基体干扰,通过控制过氧化钠使用量来降低待测溶液中的盐分含量保证了测定的稳定性。方法检出限为 0.002 ~ 0.005 μg/mL,测定下限为 0.007 ~ 0.017 μg/mL;采用国家标准物质(GBW02501)进行验证,方法的相对标准偏差(RSD)为 0.90% ~ 4.89%,相对误差为 1.2% ~ 3.6%,回收率为 91.6% ~ 103.8%。本方法与酸溶法相比,样品溶解完全,测定准确、可靠,适用于高钛含量的钛铝合金多元素测定。

关键词: 钛铝合金; 钛基体干扰; 过氧化钠碱熔; 电感耦合等离子体发射光谱法

中图分类号: O657.31; O652.4 **文献标识码:** B

钛铝合金是一种新型合金材料,其密度低、熔点高、可塑性好,并具有高的抗氧化能力,是综合性能最好的轻质高温合金^[1]。钛铝合金主要由 Ti 和 Al 组成,分为 TiAl 合金和钛含量多的 Ti₃Al 合金^[2],被作为飞机发动机高压压气机及低压涡轮叶片的首选材料。钛铝合金中添加 Cr 有助于提高合金的塑性,但会降低其抗氧化能力,而添加 Mo 则有利于提高其抗氧化能力,此外,添加 Fe 和 Si 可降低合金的黏度。因此,准确测定钛铝合金中的铬铁钼硅能够有效指导合金的制造。

目前,对钛铝合金的理化检验方法主要有分光光度法^[3-5]、电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)等。高颂等^[6]主要使用盐酸、硝酸和氢氟酸混

合酸对钛铝合金进行溶解,采用 Ti、Al 和 Nb 基体匹配,ICP-OES 测定钛基铝铌合金(Ti-Al-Nb,其中 Ti 含量 45% ~ 46%,Al 含量 6% ~ 9%)中的其他元素。杜米芳^[7]则采用 50% 的硫酸和 2 ~ 3 滴硝酸混合酸来溶解样品。高颂等^[8]研究发现,TG6 钛合金中铌、钽对 Cu 元素的分析产生较大干扰,而其他杂质元素主要受到钛的基体影响较大。本课题组对钛铝合金进行酸溶解时发现,单一的酸无法使其完全溶解,当合金中含有其他难溶金属元素时,多种酸组合溶解仍会出现少量杂质(如白色不溶物,主要为钛酸、偏钛酸等)和溶解不完全的现象。王卿等^[9]发现含钛量较高的样品在复溶时易出现沉淀现象,即使用浓王水也难以将沉淀再溶解。王小强

收稿日期: 2017-04-24; 修回日期: 2017-06-24; 接受日期: 2018-01-02

基金项目: 广西科技基地和人才专项(桂科 AD16450041)

作者简介: 黄超冠,硕士,工程师,从事高纯金属材料研究。E-mail: yg8107@126.com。

等^[10]指出采用五酸微波消解和硝酸微波消解的方法均不能很好地溶解含钛样品,导致测定结果不准确。

应用过氧化钠碱熔,ICP-OES 法分析硼铁合金^[11]、高碳高硅钢^[12]和高碳铬铁^[13]中的成分已有报道,且均取得了很好的效果。目前没有对钛铝合金应用碱熔进行处理,ICP-OES 分析的报道。考虑到酸溶处理钛铝合金溶解困难的缺陷,本文基于不同温度下熔融时间对测定钛铝合金的影响,采用钛基体匹配消除基体干扰,通过控制过氧化钠用量来降低待测溶液中的盐分含量,建立了在 700℃ 温度下使用过氧化钠对钛铝合金进行碱熔,再盐酸酸化,采用 ICP-OES 测定高钛含量的钛铝合金(Al 含量 <10%)中添加元素铬铁钼硅的方法。

1 实验部分

1.1 仪器和主要试剂

Optima 8000 型电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 PerkinElmer 公司),仪器工作参数为:RF 功率 1300 W;雾化气压力 26 psi (1 psi = 6.89476 kPa);氩气纯度≥99.99%;辅助气流量 0.20 L/min;载气流量 0.55 L/min;泵速 50 r/min;曝光时间 15 s;积分时间:短波 10 s;观察高度 15.0 mm。

AL204 电子天平:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司。

铬、铁、钼、硅单元素标准储备液:1000 μg/mL,购自国家有色金属及电子材料分析测试中心。

高纯钛:纯度 >99.999%,购自北京环球金鼎科技有限公司。

过氧化钠、氢氧化钠:均为优级纯(上海国药集团公司产品)。

5% 氢氧化钠溶液:称取 50.0 g 氢氧化钠于 1000 mL 塑料瓶中,一边搅拌一边缓慢加入 1000 mL 蒸馏水,摇匀。

盐酸:优级纯(上海国药集团公司产品),用蒸馏水配制为 5% 和 50% 的盐酸溶液。

实验用水均为二次蒸馏水。

1.2 样品处理

实验样品为 Ti(>80%)-Al(<10%)合金,主要为国家标准样品(GBW02501)和标准样品(RTi13)。用分析天平称取 0.1 g(精确到 0.0001 g)样品于刚玉坩埚中,添加 1.0 g 过氧化钠并混匀,然后在表面覆盖约 0.5 g 过氧化钠,置于 700℃ 马弗炉中熔融 20 min;取出冷却并置于 100 mL 烧杯中,缓慢加入 50 mL 热水使样品溶解,先用 5% 的氢氧

化钠溶液对沉淀进行洗涤 5 次,并转移洗涤液至 200 mL 容量瓶中;向容量瓶中加入 3 滴酚酞指示剂,再加入 5% 的盐酸溶液洗涤烧杯中的沉淀,电热板上微热溶解,并转移至 200 mL 容量瓶中;当容量瓶中溶液刚好无色时,再加入 50% 的盐酸溶液 4.0 mL,用水定容摇匀,同时做空白样。

1.3 标准曲线的配制

准确称取 0.05 g 高纯钛置于刚玉坩埚中,按 1.2 节样品处理方法进行处理,冷却后转移于 100 mL 容量瓶中,备用。向上述 100 mL 容量瓶中加入相对应量的单元素标准溶液,所配制的混合标准溶液浓度列于表 1。

表 1 标准溶液中待测元素的浓度

Table 1 Concentration of determined elements in standard solution

标准溶液 编号	各元素浓度(μg/mL)			
	Cr	Fe	Mo	Si
STD0	0.00	0.00	0.00	0.00
STD1	0.50	0.50	1.00	0.10
STD2	1.00	1.00	5.00	0.50
STD3	5.00	5.00	10.00	1.00
STD4	10.00	10.00	20.00	5.00
STD5	20.00	15.00	40.00	10.00

2 结果与讨论

2.1 熔融时间和温度的选择

电热板加热直接采用单一酸和混合酸无法彻底溶解样品。如赵庆令等^[14]使用高氯酸-氢氟酸-王水溶解含钛样品时,样品溶液中存在大量的灰白色沉淀。分析样品中如含有铬、钒、钼等酸不易溶出的有色金属元素时,过氧化钠常用来将它们氧化成可溶的含氧酸盐从而分离出来,如李红光等^[15]在 700℃ 温度下对含钛样品进行碱熔均能使样品溶解完全。本实验以测定铁元素为例(铁的标准值 0.3%),称取标准样品(RTi13)0.1000 g,在不同温度下碱熔钛铝合金,研究熔融时间对测定结果的影响。实验发现,在 650℃ 下碱熔钛铝合金样品 30 min 后取出后仍然观察到有少许的颗粒,熔融不完全,直到熔融 1.5 h 后取出的样品才呈均匀的液体状;温度过高则会对坩埚造成损害。为缩短熔样的时间,将熔融温度设定为 700℃,熔融 20 min 后观察到样品完全溶解,可满足测定要求。此外,从图 1 中还可以观察到,700℃ 下将熔融时间延长至 1 h,增加熔融时间对测定结果影响不大。

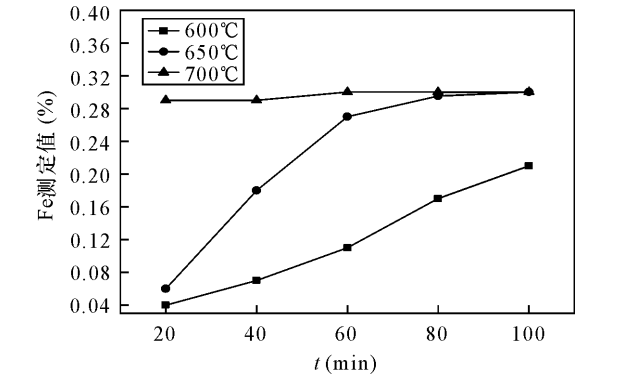


图1 不同温度下熔融时间对测定结果的影响

Fig. 1 Effect of melting time on determination results at different temperature

2.2 分析谱线的选择

ICP – OES 测定复杂基体的样品时经常受到各种光谱干扰,在分析中须选择适当的分析线,并结合光谱的干扰校正技术才能保证检测的准确性,特别是碱熔样品引入试液中大量盐分的影响。本实验用浓度为 1.0 μg/mL 标准溶液在 Cr 267. 716、206. 158、284. 325 nm, Fe 234. 349、238. 204、259. 939、273. 955、302. 107 nm, Mo 202. 031、203. 845、204. 598、281. 616 nm, Si 212. 412、251. 611、288. 158 nm 处进行谱图扫描,同时扫描基体元素钛及主量元素铝,最终选取干扰少、灵敏度高的谱线。确定待分析元素的分析谱线分别为: 铬 267. 716 nm, 铁 238. 204 nm, 钼 240. 598 nm, 硅 288. 158 nm。

2.3 基体干扰实验

实验测定过程中测定样品中所含元素都有可能对其他元素的测定产生影响。高颂等^[6,8]报道了钛铝合金的基体干扰主要来自钛、铌和钽。本实验的钛铝合金主要成分是钛和铝,不含铌、钽元素,因此在此主要探讨钛基体的干扰。

分别准确称取高纯钛样品 0、0. 005、0. 01、0. 02、0. 03、0. 04、0. 05 g,按 1. 2 节样品处理方法进行样品溶解,作为干扰元素,钛的浓度分别为 0、50、100、200、300、400、500 μg/mL,再分别向每一个样品中准确加入 Cr、Fe、Mo 和 Si 单元素标准溶液 1. 0 mL,用水定容于 100 mL 容量瓶中,即最终定容溶液中各标准元素浓度为 10 μg/mL,按 1. 3 节各元素的浓度配制无钛基体标准曲线,对上述溶液进行测定。表 2 中的分析数据表明,随着钛元素浓度的增大,各元素测定结果的相对误差越来越大,表明受钛基体效应的影响越来越明显。当测定相对误差要求在 2% 以内时,如果测定样品溶液中的钛浓度超过 200

表 2 钛元素干扰实验测定结果

Table 2 Interference tests of Ti element

Ti 浓度 (μg/mL)	Cr		Fe		Mo		Si	
	测定值 (μg/mL)	相对 误差 (%)	测定值 (μg/mL)	相对 误差 (%)	测定值 (μg/mL)	相对 误差 (%)	测定值 (μg/mL)	相对 误差 (%)
0	10.00	0	10.00	0	10.01	0.1	10.01	0.1
50	9.99	0.1	9.99	0.1	9.99	0.1	10.00	0
100	9.86	1.4	9.89	1.1	9.90	1.0	9.91	0.09
200	9.77	2.3	9.78	2.2	9.66	3.4	9.70	3.0
300	9.61	3.9	9.60	4.0	9.62	3.8	9.59	4.1
400	9.51	4.9	9.52	4.8	10.67	6.7	9.43	5.7
500	9.37	6.3	9.11	8.9	11.74	7.4	9.28	7.2

μg/mL,为保证测定的准确性,就应该考虑钛基体效应的影响。

2.4 过氧化钠加入量对测定结果的影响

过氧化钠的加入量太少,样品溶解不完全。测定溶液中的盐分过多不仅会污染仪器,同时也影响到等离子体火焰的稳定性,造成测量结果发生偏离。实验时,准确称取 0. 1000 g 钛铝合金国家标准样品(GBW02501,钛含量 88. 448%,铝含量 6. 24%)共 5 份,分别加入过氧化钠 0. 5、1. 0、1. 5、2. 0、2. 5 g,按实验方法进行溶解,碱加入量与各元素的测定相对误差关系如图 2 所示。从图 2 中可以看出,当过氧化钠加入量过少时,对 Cr、Fe 和 Mo 测定结果的影响不大,而 Si 的测定相对误差达 8% 以上;随着过氧化钠加入量的增大,待测溶液中的盐分增多,各元素测定的相对误差也随之增大。实验结果表明,在 3% 的误差范围内,称取 0. 1 g 样品所需的过氧化钠量为 1. 2 ~ 1. 8 g,保证了测定的稳定性。

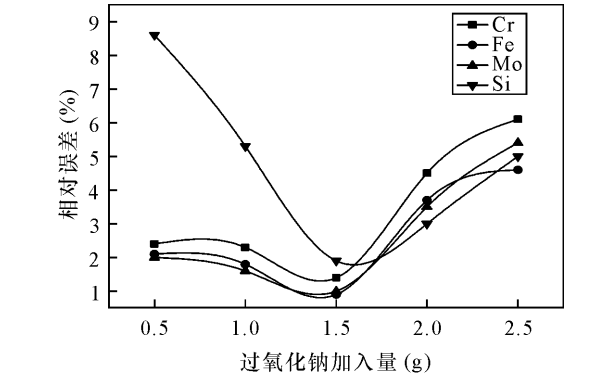


图 2 过氧化钠加入量与测定结果相对误差关系

Fig. 2 Relationship between amount of added Na₂ O₂ and relative error of determination results

2.5 方法检出限和测定下限

方法所带来的误差与样品性质、预处理过程和仪器都有关系。本研究中,空白实验使用过氧化钠的量为 1.5 g,称取 0.05 g 高纯钛作为基体,制备空白溶液。为了能确定方法的检出限和测定下限,反映分析方法在整个分析处理过程的误差,实验测定空白溶液 11 次,以测定结果标准偏差的 3 倍作为方法的检出限,以标准偏差的 10 倍作为方法的测定下限,由此得到的方法检出限为 0.002 ~ 0.005 $\mu\text{g/mL}$,测定下限为 0.007 ~ 0.017 $\mu\text{g/mL}$ 。本方法检出限优于成勇^[16]采用酸溶法测定钛合金中铬铁钼硅的报道,可满足微量元素的测定要求。

2.6 方法精密度、准确度及加标回收率

准确称取 0.1000 g 国家标准物质(GBW02501)两份,按 1.2 节溶样方法进行溶解,向其中一份加入 Cr、Fe、Mo 和 Si 单元素标准储备液各 1.0 mL,即加入量均为 1000 μg ,用水定容于 200 mL 容量瓶中,测定结果见表 3,同时做空白样。表 3 分析数据表明,碱熔酸化法测定钛铝合金中各元素的加标回收率为 91.6% ~ 103.8%,相对误差为 1.2% ~ 3.6%,相对标准偏差为 0.90% ~ 4.89%。测定结果满足钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差(GB/T 3620.2—2007)的分析要求,表明本方法准确、可靠,适用于钛铝合金中微量元素的分析检测。

表 3 方法精密度、准确度及加标回收率

元素	标准值 (%)	测定平均值 (%)	加入量 (μg)	测定总值 (μg)	回收率 (%)	相对误差 (%)	RSD (%)
Cr	1.55	1.52	1000	2457	93.7	1.9	1.16
Fe	0.47	0.48	1000	1396	91.6	1.5	3.08
Mo	2.53	2.56	1000	3598	103.8	1.2	0.90
Si	0.28	0.27	1000	1248	97.8	3.6	4.89

3 结论

钛铝合金易溶于氢氟酸,由于氢氟酸具有极强的腐蚀性,样品溶解后无法使用 ICP-OES 进行直接测定。目前溶解钛铝合金的方法主要以盐酸-氢氟酸-硝酸混合酸溶解为主,酸溶后重新加酸进行复溶时容易出现沉淀现象,且使用王水也无法使之完全溶解;添加酸过多则容易对仪器产生一定的损害;此外,酸溶过程中产生的硅酸会挥发,从而影响硅的测定。本实验采用过氧化钠碱熔的方法对样品进行溶解,再进行盐酸酸化,可以使钛铝合金样品完全溶解,采用钛基体匹配降低了干扰,建立了

ICP-OES 测定钛铝合金中的铬铁钼硅的方法。本方法解决了酸溶样品存在溶解不完全的问题,同时有效地避免了样品中的硅损失,满足硅的测定要求,适用于钛铝合金的多元素分析。

4 参考文献

[1] Chen R R, Ding H S, Yang J R, et al. Temperature field calculation on cold crucible continuous melting and directional solidifying Ti50Al alloys [J]. Rare Metal Materials & Engineering, 2012, 22(3): 647-653.

[2] Chen X, Xie F Q, Ma T J, et al. Microstructure evolution and mechanical properties of linear friction welded Ti₂AlNb alloy [J]. Journal of Alloys & Compounds, 2015, 646: 490-496.

[3] 陈学源. 溴化碲分光光度法测定钛铝合金中微量碲[J]. 稀有金属材料与工程, 1997, 26(4): 56-59.

Chen X Y. TeBr₄ spectrophotometric determination of trace Te in TiAl alloy [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 1997, 26(4): 56-59.

[4] 牛金龙, 陈学源. 铈试剂光度法测定钛铝合金中微量锑[J]. 稀有金属材料与工程, 1997, 26(6): 56-59.

Niu J L, Chen X Y. 5-Br-PADAP extraction spectrophotometric determination of trace antimony in TiAl alloy [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 1997, 26(6): 56-59.

[5] 陈学源, 牛金龙. 钛铝合金中微量磷的测定[J]. 稀有金属材料与工程, 1998, 27(2): 119-121.

Chen X Y, Niu J L. Determination of trace phosphorus in titanium-aluminium alloys [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 1998, 27(2): 119-121.

[6] 高颂, 庞晓辉, 王桂军. 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定高铌钛铝合金中硼硅钨锰[J]. 冶金分析, 2013, 33(11): 59-62.

Gao S, Pang X H, Wang G J. Determination of boron, silicon, tungsten and manganese in high niobium titanium aluminum alloy by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry [J]. Metallurgical Analysis, 2013, 33(11): 59-62.

[7] 杜米芳. 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定钛合金中钼钨铌[J]. 冶金分析, 2015, 35(10): 77-81.

Du M F. Determination of molybdenum, zirconium and niobium in titanium alloy by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry [J]. Metallurgical Analysis, 2015, 35(10): 77-81.

[8] 高颂, 庞晓辉, 梁红玲. 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定 TG6 钛合金中镁钒铬铁钴铜锰钨钼[J]. 冶金分析, 2015, 35(3): 51-55.

Gao S, Pang X H, Liang H L. Determination of magnesium, vanadium, chromium, iron, cobalt, copper,

- manganese, molybdenum and tungsten in TG6 titanium alloy by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry[J]. Metallurgical Analysis, 2015, 35(3): 51–55.
- [9] 王卿, 赵伟, 张会堂, 等. 过氧化钠碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法测定钛铁矿中铬磷钒[J]. 岩矿测试, 2012, 31(6): 971–974.
Wang Q, Zhao W, Zhang H T, et al. Determination of Cr, V and P in ilmenite by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry with sodium peroxide fusion [J]. Rock and Mineral Analysis, 2012, 31(6): 971–974.
- [10] 王小强, 夏辉, 秦九红, 等. 过氧化钠碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法测定多金属矿中的锡钨钛等主次量成分[J]. 岩矿测试, 2017, 36(1): 52–58.
Wang X Q, Xia H, Qin J H, et al. Determination of Sn, W, Ti and other elements in polymetallic ore by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry with sodium peroxide fusion [J]. Rock and Mineral Analysis, 2017, 36(1): 52–58.
- [11] 马兰, 余琼, 覃广河, 等. 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定硼铁合金中的硼[J]. 理化检验(化学分册), 2015, 51(4): 478–479.
Ma L, Yu Q, Qin G H, et al. Determination of boron in ferrobore alloy by ICP-AES [J]. Physical Testing and Chemical Analysis (Part B: Chemical Analysis), 2015, 51(4): 478–479.
- [12] 聂富强, 杜丽丽, 李景滨, 等. 碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)测定高碳高硅钢中的硅含量[J]. 中国无机分析化学, 2015, 5(4): 74–78.
Nie F Q, Du L L, Li J B, et al. Determination of silicon content in high carbon and high silicon steel by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry with sodium peroxide fusion [J]. Chinese Journal of Inorganic Analytical Chemistry, 2015, 5(4): 74–78.
- [13] 全晓红, 刘攀, 聂富强. 碱熔-电感耦合等离子体原子发射光谱法测定高碳铬铁中铬[J]. 冶金分析, 2015, 35(9): 36–41.
Tong X H, Liu P, Nie F Q. Determination of chromium in high-carbon ferrochrome by alkali fusion-inductively coupled plasma atomic emission spectrometry [J]. Metallurgical Analysis, 2015, 35(9): 36–41.
- [14] 赵庆令, 李清彩. 电感耦合等离子体发射光谱法测定锆钛砂矿中钪钛锆[J]. 岩矿测试, 2013, 32(6): 883–886.
Zhao Q L, Li Q C. Determination of Hf, Ti and Zr in zirconium-titanium placer by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry [J]. Rock and Mineral Analysis, 2013, 32(6): 883–886.
- [15] 李红光, 王雪, 王哲, 等. 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定锆钛砂矿中锆钛铁钪钪[J]. 冶金分析, 2014, 34(2): 62–65.
Li H G, Wang X, Wang Z, et al. Determination of zirconium, titanium, iron, thorium and hafnium in zirconium-titanium placer by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry [J]. Metallurgical Analysis, 2014, 34(2): 62–65.
- [16] 成勇. ICP-AES 测定钛合金中硅钒铁铝镍钼铬[J]. 稀有金属材料与工程, 2012, 41(10): 183–186.
Cheng Y. Determination of the silicon, vanadium, iron, aluminum, nickel, molybdenum and chromium in titanium alloy by ICP-AES [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2012, 41(10): 183–186.

Determination of Chromium, Iron, Molybdenum and Silicon in Ti-Al Alloy by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry with Sodium Peroxide Alkali Fusion

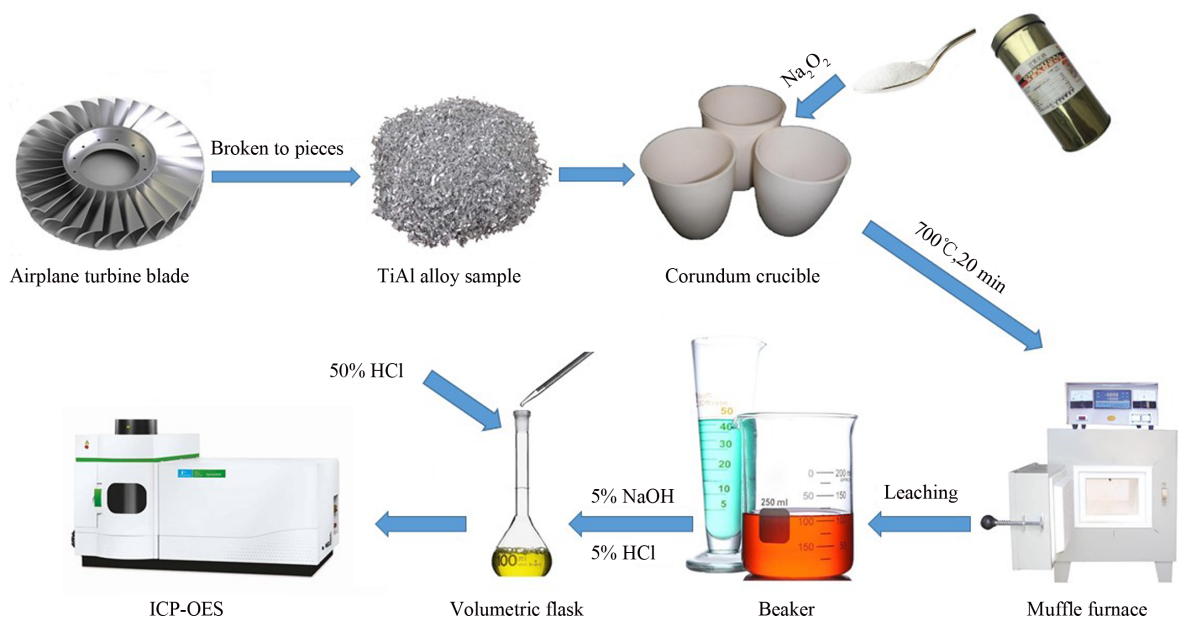
HUANG Chao-guan¹, MENG Yi-shu¹, GUO Huan-hua¹, LIN Ling-yu¹, YANG Chun-tao²

(1. Guangxi Research Institute of Metallurgy, Nanning 530023, China;

2. Yuxi Environmental Monitoring Station, Yuxi 653100, China)

Highlights

- The determination of chromium, iron, molybdenum and silicon in titanium aluminum alloy with high titanium content by ICP-OES was established.
- The sample difficult to be dissolved completely has been solved with sodium peroxide alkali fusion.
- This method avoids the loss of silicon and is suitable for multi-elements determination of titanium aluminum alloy.



Abstract: Single acid cannot completely dissolve Ti-Al alloy with high Ti content when determining chromium, iron, molybdenum and silicon by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). A small amount of impurity remains after dissolving the samples by mixed acid. Furthermore, the precipitation occurs readily during re-dissolution, even if using concentrated aqua regia. In this study, the Ti-Al alloys were fused with sodium peroxide for 20 min at 700°C and were acidified by hydrochloric acid. The method for the determination of chromium, iron, molybdenum and silicon in Ti-Al alloy by ICP-OES was established. The interference from the titanium matrix in samples was improved by the titanium matrix matching method when the concentration of titanium was greater than 200 μg/mL. Additionally, the amount of salt content in solution was controlled by sodium peroxide to ensure the stability of determination. The detection limits and lower determination limits are 0.02 – 0.05 μg/mL and 0.07 – 0.17 μg/mL, respectively. The method has been verified by analyzing the national standard material (GBW02501). The relative standard deviations (RSDs) are 0.90% – 4.89%, the relative errors are 1.2% – 3.6% and the recoveries are 91.6% – 103.8%. Compared with acid solution, the dissolution of the samples is complete using the proposed method. Moreover, the method is accurate, reliable, and suitable for multi-element determination of Ti-Al alloy with high titanium content.

Key words: Ti-Al alloy; interference from titanium matrix; sodium peroxide fusion; Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry