

一般不大于 5%，相对误差一般不超过 10%，说明该分析方法准确可靠，已完全满足分析上的要求。

表 4 分析精密度与准确度 (%)

元素	标准值	11 次测定 平均值	相对误差	RSD
Ta	3.00	3.02	-0.67	1.07
	3.80	3.78	-0.53	1.44
	4.60	4.56	-0.87	0.69
Zr	0.025	0.027	+8.00	3.61
	0.050	0.051	+2.00	3.05
	0.10	0.101	+1.00	2.97
Hf	0.80	0.82	+2.50	0.98
	1.50	1.50	0.00	0.81
	2.20	2.18	-0.91	0.88

3.6 合金样品分析

部分新型镍基高温合金试样分析结果见表 5。

表 5 合金试样分析结果 (%)

合金炉号	元 素 数 值	Ta	Zr	Hf
	分析值			
258	分析值	3.71	0.026	1.58
	冶炼加入量	3.8	—	1.6
2510	分析值	3.74	0.039	1.48
	冶炼加入量	3.8	—	1.6
2511	分析值	3.84	0.034	1.46
	冶炼加入量	3.8	—	1.6
2512	分析值	3.82	0.034	1.54
	冶炼加入量	3.8	—	1.6
824	分析值	3.66	0.018	1.49
	冶炼加入量	3.8	—	1.6
2513	分析值	3.65	0.016	1.51
	冶炼加入量	3.8	—	1.6

4 结论

(1) 采用 ICP-AES 法测定新型镍基高温合金中 Ta、Zr 和 Hf 的含量，结果准确、可靠。在本实验范围内，Ta 和 Hf 的相对标准偏差一般不大于 3%，相对误差一般不超过 ±5%；Zr 的相对标准偏差一般不大于 5%，相对误差一般不超过 10%，已完全满足分的上的需要。

(2) 通过系统的试验研究，消除了 ICP-AES 法测定 Ta、Zr、Hf 某些影响因素（如酸度影响、谱线干扰等），取得了满意的效果。

参考文献

1. 柯瑞华. 最新国外钢铁及合金化学分析标准方法. 北京: 中国物资出版社, 1992, 545~561

2. 钢铁及合金化学分析方法: GB223.41-85

3. 陈新坤. 电感耦合等离子体光谱法原理和应用. 天津: 南开大学出版社, 1987, 193~238

4. 辛仁轩. 电感耦合等离子体光源—原理、装置和应用. 北京: 光谱实验室编辑部, 1984, 143~155

5. 徐秋心等. 实用发射光谱分析. 成都: 四川科学技术出版社, 1993, 438~440

新型倾斜材料

日本住友电气工业株式会社，开发出了表面是陶瓷内部是超硬合金结构的倾斜材料（FGM），以金属陶瓷（陶瓷与金属的复合材料）为母材，从表面到 100μm 的深度范围内形成倾斜构造，表面 20μm 内形成不含金属的钛瓷，其结果可以在表面导入 800N/mm² 的压缩残留应力，而且硬度也可以大幅度提高到 HV2200。

制造工艺是在金属陶瓷的烧结过程中形成倾斜构造，所以只需改良现有设备，就可以得到类似镀层构造的新材料，在成本方面也占很大优势。

用这种倾斜材料制作的切削工具，与过去的金属陶瓷相比耐磨性能提高 2 倍，耐缺损性能提高 5 倍，为过去的金属陶瓷所不能完成的断续湿式旋削或复杂形状的旋削开辟了新的道路，为机械加工的高度化作出了贡献。从而作为新型原材料而受到关注。

该公司已经决定将这种新型倾斜材料运用到切削工具上，并于 1995 年 8 月实现制品化。

倾斜材料是使两种不同材料的内部组织阶段性变化而合成的新材料，目前正在研究陶瓷和金属等用于宇宙间的放热材料。该公司也参与了 FGM 国家计划，与大阪大学产研高性能极限材料研究中心共同研究，积累了许多基础技术经验。

超硬工具，现在主要有超硬合金或金属陶瓷，以及在金属陶瓷上镀上陶瓷等材料，如今借助新型倾斜材料 FGM 的登场可以期待扩大需求。

（杨变英）