

汽车轮毂用铝合金 A356.2 中常规元素的 PDA 分析

PDA-008

摘要： 铝合金轮毂具有重量轻、造型多样、美观、散热性能好等优点，在汽车轮毂的产销量中占据了绝大部分。直读光谱做为常规金属材料成分的检测手段，因其分析速度快、分析精度高等特点，为产品质量监控提供了可靠的手段。本文利用岛津 PDA-5500S 建立了铝合金轮毂常用牌号 A356.2 的分析方法，并评价了该方法的短期精度和准确度。

关键词： PDA 直读光谱 OES 铝合金轮毂 A356.2

汽车轮毂是汽车轮胎内以轴为中心用于支撑轮胎的圆柱形金属部件，通俗地讲，就是车轮中心安装车轴的部位，是连接制动鼓（制动盘）、轮盘和半轴的重要零部件。

按材质来分，汽车轮毂可以分为钢轮毂、铝合金轮毂和镁合金轮毂等三大类。钢轮毂具有成本低、耐冲击性强、强度较高、承载能力强等优点，但也存在造型单一、易生锈、重量大、散热性能差等弊端，钢轮毂主要是使用在一些低端车型以及对承载力有较高要求的商用车上；镁合金轮毂在汽车行业刚刚起步，使用该种轮毂的成本较高，不适合大面积推广，它在汽车上的用量很少，其主要的应用行业是摩托车行业；铝合金轮毂具有重量轻、造型多样、美观、散热性能好等优点，在汽车

轮毂的产销量中占据了绝大部分。

我国已成为汽车生产消费大国，汽车成为人们日常生活中不可缺少的交通工具，对汽车轮毂的需求也增长迅速，同时也对产品的质量控制提出了更高的要求。

生产铝合金轮毂的材质比较单一，牌号为高硅铝合金 A356.2，采用直读光谱检测时一般有内置曲线和定制曲线的区别，内置曲线虽然有分析范围广、适应性强的优点，但在分析特定牌号时也有它的局限性，这时定制曲线针对性强的优点就体现出来了。岛津 PDA-5500S 因兼具内置曲线和定制曲线的功能，方便了用户的选择，本文选用了 GSB 04-1661-2004(BYG2256C) 铝合金标样，建立了 A356.2 铝合金分析工作曲线，并验证了该分析方法的短期精度和准确度。

实验部分

1.1 仪器

岛津 PDA-5500S 直读光谱仪
日本 STC TS2D 型自动铣床



1.2 分析条件

光源条件：SEQ1 Combined Spark200 Hz、
SEQ2 Normal Spark200 Hz
预燃时间：1500 脉冲

积分时间：1200 脉冲
内标元素：Al 237.2
氩气纯度：>99.995%

1.3 样品制备

铝合金样品因质地较软，为防止分析面的二次污染，一般不适用砂带研磨机加工，推荐用车床或铣床，本方法采用日本 STD 自动铣样机加工样品。

■ 结果与讨论

2.1 标准样品

本方法选用抚顺铝厂生产的 A346 铸造铝合金标样，标样编号 GSB04-1661-2004(BYG2256C)，各元素含量范围宽、梯度好，能满足 A356.2 的分析检测要求，标样的化学成分见表 1。

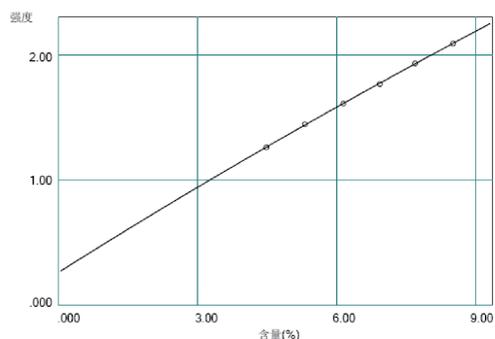
表1 A356标样化学成分(%)

编号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Ni	Pb	Sn	Sr	Ca
1#	4.49	0.59	0.28	0.39	0.56	0.38	0.20	0.19	0.19	0.19	0.20	—	0.0015*
2#	5.32	0.45	0.20	0.25	0.45	0.25	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.063	0.0052
3#	6.15	0.31	0.10	0.11	0.38	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.042	0.0088
4#	6.94	0.14	0.047	0.052	0.29	0.051	0.052	0.050	0.047	0.050	0.049	0.020	0.013
5#	7.70	0.10	0.010	0.010	0.19	0.012	0.0068	0.010	0.0084	0.010	0.010	0.011	0.018
6#	8.52	0.054	0.0052	0.0055	0.10	0.0049*	0.0053	0.0048	0.0042	0.0052*	0.0062*	0.0058	0.030

注：带*的数值为参考值。

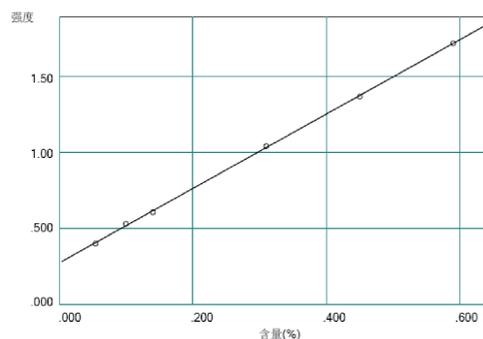
2.2 工作曲线

用选定标样按本方法条件建立工作曲线，曲线线性良好，主要元素工作曲线见下图：



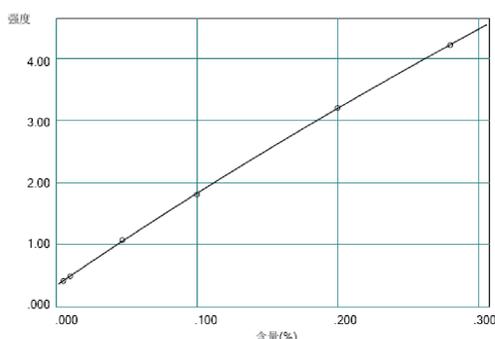
[系数] a b c d S.D
.000000000 2.08522839 4.16409556 -1.0897727 .028056084

图1 Si元素工作曲线(390.5 nm)



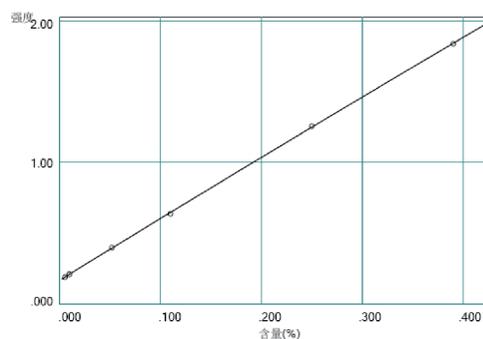
[系数] a b c d S.D
.000000000 .000000000 .409145221 -.11138889 .004201983

图2 Fe元素工作曲线(271.4 nm)



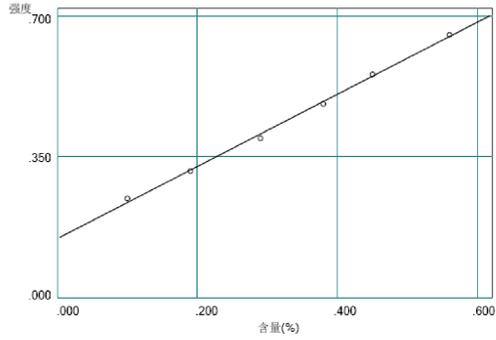
[系数] a b c d S.D
.000000000 .002051567 .062905892 -.02158999 .001111164

图3 Cu元素工作曲线(327.4 nm)



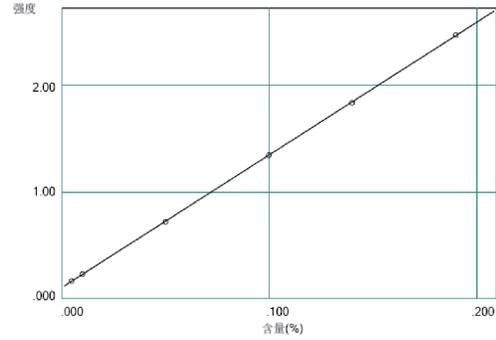
[系数] a b c d S.D
.000000000 .003167656 .226373405 -.03752998 .001757036

图4 Mn元素工作曲线(293.3 nm)



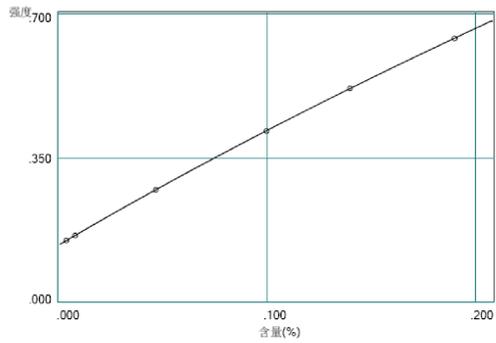
[系数]
a b c d S.D
.000000000 .000000000 1.11727422 -1.6361369 .009905401

图5 Mg元素工作曲线(383.3 nm)



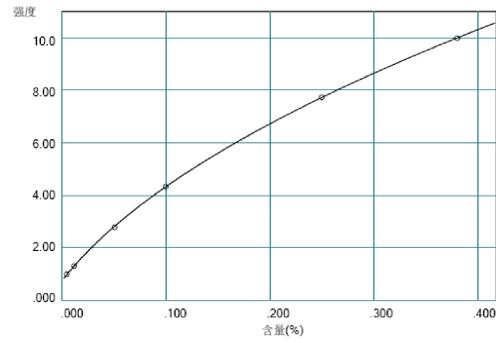
[系数]
a b c d S.D
.000000000 .000000000 .080321537 -.00801983 .000521312

图6 Cr元素工作曲线(267.7 nm)



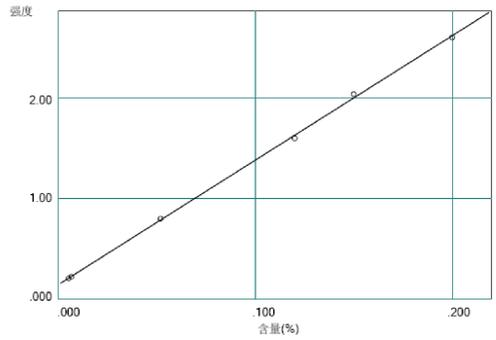
[系数]
a b c d S.D
.000000000 .083962639 .311407254 -.04408983 .000214116

图7 Ni元素工作曲线(231.6 nm)



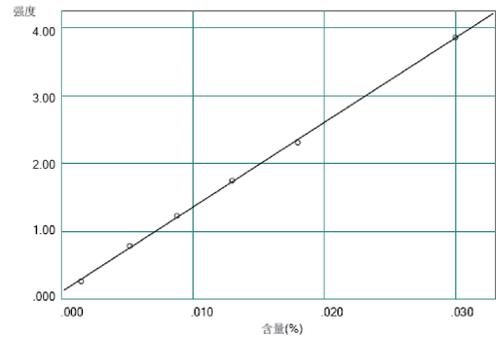
[系数]
a b c d S.D
.000000000 .002326828 .016069458 -.01272242 .000744818

图8 Zn元素工作曲线(206.1nm)



[系数]
a b c d S.D
.000000000 .000000000 .080899036 -.01135598 .002112506

图9 Ti元素工作曲线(337.2 nm)



[系数]
a b c d S.D
.000000000 .000000000 .008005059 -.00082453 .000272979

图10 Ca元素工作曲线(396.8 nm)

2.3 测试数据

选用表1中和A356.2牌号成分相近的4#标样作为验证样,按GB/T7999-2015要求,连续测试11次,统计相对标准偏差和平均值,评价本方法的稳定性和准确度。

表2 标样A356 4#测试精度统计(%)

元素	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Pb	Ca
N=1	7.013	0.141	0.0490	0.0544	0.283	0.0500	0.0494	0.0503	0.0537	0.0524	0.0135
N=2	6.973	0.138	0.0487	0.0532	0.280	0.0499	0.0481	0.0503	0.0535	0.0503	0.0133
N=3	7.016	0.136	0.0493	0.0534	0.282	0.0495	0.0471	0.0499	0.0532	0.0505	0.0134
N=4	6.990	0.135	0.0488	0.0530	0.284	0.0497	0.0486	0.0498	0.0531	0.0505	0.0130
N=5	7.008	0.132	0.0489	0.0523	0.283	0.0496	0.0474	0.0500	0.0531	0.0523	0.0133
N=6	7.005	0.136	0.0490	0.0532	0.287	0.0494	0.0465	0.0498	0.0531	0.0529	0.0136
N=7	6.996	0.136	0.0490	0.0536	0.289	0.0498	0.0475	0.0501	0.0532	0.0514	0.0132
N=8	7.016	0.132	0.0490	0.0525	0.281	0.0495	0.0475	0.0498	0.0529	0.0521	0.0133
N=9	7.008	0.135	0.0490	0.0531	0.285	0.0491	0.0458	0.0497	0.0533	0.0514	0.0133
N=10	6.966	0.136	0.0486	0.0529	0.280	0.0495	0.0472	0.0500	0.0532	0.0518	0.0133
N=11	6.974	0.134	0.0486	0.0529	0.279	0.0494	0.0470	0.0498	0.0528	0.0540	0.0131
AVE	6.997	0.136	0.0489	0.0531	0.283	0.0496	0.0475	0.0500	0.0532	0.0518	0.0133
R	0.0503	0.0083	0.0007	0.0021	0.0094	0.0009	0.0036	0.0006	0.0008	0.0036	0.0006
S.D	0.0184	0.0023	0.0002	0.0006	0.0030	0.0003	0.0010	0.0002	0.0002	0.0011	0.0002
C.V	0.26	1.71	0.45	1.05	1.06	0.52	2.07	0.39	0.45	2.16	1.20
C.V 上限	2	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6
判定(○/×)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

从表 2 的统计结果看，实测数据的相对标准偏差远远小于 GB/T7999-2015 中规定的上限值，说明本方法的测试稳定性良好。

表3 标样A356 4#分析准确度统计

元素	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Pb	Ca
标准值(%)	6.94	0.14	0.047	0.052	0.29	0.050	0.047	0.051	0.052	0.050	0.013
分析结果(%)	7.00	0.14	0.049	0.053	0.28	0.050	0.047	0.050	0.053	0.052	0.013
标准值-分析结果	-0.06	0.00	-0.002	-0.001	0.01	0.000	0.000	0.001	-0.001	-0.002	0.000
允许差(±%)	0.42	0.02	0.008	0.009	0.04	0.009	0.008	0.009	0.009	0.009	0.002
判定(○/×)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

从表 3 的统计结果可以看出，4# 标样分析的偏差值远远小于 GB/T7999-2015 中规定的上限值，说明定制曲线有很好的分析准确度。

■ 结论

使用岛津 PDA-5500S 直读光谱仪，用高硅铝合金标样 GSB04-1661-2004(BYG2256C) 建立专用曲线，分析汽车轮毂用 A356.2 铝合金，有很好的分析稳定性和准确度，可以为铝合金轮毂产品的质量管控，提供有效、可靠的分析检测手段。