

简述铝及铝合金中多元素的ICP分析方法

杨 柳

内蒙古锦联铝材有限公司 内蒙古 029200

摘要: 铝和铝合金用途比较广泛,尤其是在工业当中的应用较多,铝合金是一种结构材料,也是重要的功能材料,目前在航空航天和通讯等领域应用也比较广泛,由于制造业的发展,给铝和铝合金中的多元素分析提出了新要求。目前常用方法有很多,其中ICP分析法,在具体测定中有一定的优势,可以提供一些相关的技术和依据。

关键词: 铝; 铝合金; 多元素; ICP分析法

材料和成分会直接地影响铝合金性能,所以对成分检测和控制对质量有巨大的影响。当前的铝和铝合金分析,大多都使用化学分析法,这种方法有光度法、原子吸收光谱法、电感耦合等离子体原子发射光谱法。其中电感耦合等离子体原子发射光谱法,就是ICP分析法,这种方法具有非常明显的优势,检测的精度非常,干扰相对比较小,可以同时进行多元素测定,这些优点在实际分析中,使用起来比较方便快捷,也是化学分析法不能比拟的,是一种无机元素的测定方法。当前铝和铝合金的用量较大,尤其是在工业领域的应用非常广泛。铝和铝合金材料由于结构和性能的优势,当前在航空和航天领域中应用非常广泛,使用量也非常的大。同时在汽车领域中,铝和铝合金的应用量也非常大。在一些其他相关行业当中,应用也比较广泛。通过这些情况可以知道,铝和铝合金与国计民生息息相关,要想确保铝和铝合金的性能,测定其多元素的具体含量情况,在铝和铝合金应用过程中,具有非常重要的作用。

1 ICP分析的发展和和应用情况分析

1.1 基本情况分析

这种分析方法,在上个世纪就已经进入到了应用阶段了,原理是以电感耦合和等离子激发的光源,被进行电离激发,进而以光的形式发射,由于不同元素激发过程中,产生的光不同,发射的波长也有很大不同,以及不同的特征光谱,因此,可以根据特征光波长,还有不同元素发射的光情况,可以指导强弱也是不同的,基于这样的情况,应当采用特征定性分析方式,还有定量分析来了解具体情况。随着时代的不断发展和进步,相关技术也在不断地发展,铝和铝合金性能,也在不断地提高了,虽然材料成分会在一定程度上影响了材料性能,要想更好地控制材料质量,进行检测是比较有效的方法。虽然当前现行的方法有很多种,而且每种方面有各自的优点,ICP具有比较明显的优势,所以当前被广泛地应用。

在进行具体测定过程中,应当考虑各种因素产生的影响,才能更好地进行测定,确保测定结果的准确。

1.2 ICP的基础理论

ICP的炬焰主要是通过气体氩,经过电离形成的。具有稳定的形成条件,但是要有高强度的电磁场,还应当有一定的工作气体,以及维护气体等相关条件。在进行检测时,氩气会进行丝状放电,并产生局部的电离使其成为导体和感应电流,这时会加热气体,形成火炬的状况,这种情况也可以叫做ICP炬焰。ICP光源会形成环形结构,通过高频感应电流,以及趋肤效应,具有很强的分析性能。所以在具体使用过程中,应用这种基础理论,不仅可以更好地进行分析,而且具有一定的先进性,这样才能促进相关理论不断地优化。

1.3 ICP分布情况分析

在实际分析过程中,由于炬焰是由上而下进行温度升高,这种温度升高是渐进的形式,所以温度会有一定特点。就是尾焰的温度,一般是在5000K时,感应放电区的温度会升高,可以达到10000K。炬焰分布的差异情况,会使分析条件发生一定变化,比较容易进行优化。ICP炬焰会分为预热区,还有初始的辐射区,以及标准分析区分为了三个部分。在具体使用过程中,应当充分地考虑这些标准分区情况,这样才能更好地进行优化。

1.4 ICP电离放电过程

ICP的放电中,会有一些的过程,具体包括了以下步骤。第一步,是蒸发。第二步,是进行离解和原子化。第三步,是进行激发。第四步,是进行电离。第五步,是进行一定的扩散和迁移。第六步,是进行辐射和迁跃。第七步,是进行自吸收。等到离子体通过电子时,就可以进行能量传递了,然后会获得动能,并传递给其他粒子。在实际工作中,会激发处机理模型,主要有五种,第一,是Penning的电离反应模型。第二,是电荷转移的反应模型。第三,是复合等离子体的模型。第四,是双

极扩散的模型,第五,是辐射俘获模型。值得注意的是,在具体操作过程中,应当严格地按照步骤进行操作。

2 铝和铝合金中的多元素来源分析

2.1 铝中的杂质元素分析

在铝中会存在一些杂质元素,主要是 Fe_2O_3 和 SiO_2 ,以及 Ga_2O_3 等,在通过了电解后,能够得到还原效果,但会污染铝液。在铝土矿中,比较明显杂质元素是铁矿物,就是Fe的氧化物,这种氧化物是以杂质的状态存在,能够对铝质量产生最直接的影响。如果矿物是呈现微小颗粒状态的,并且能够相互地包裹,会出现黏结情况,这时 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 是水晶的状态,而铝中杂质的解离性也会在一定程度上降低,即进行相关试验,也无法将Fe和Al彻底地分离。铝中还含有S这种杂质,含量如果在0.7%以上,就会出现蒸发和分解情况,从而产生严重的腐蚀情况,Fe杂质含量就会增长,会在一定程度上损坏材料的性质,同时硫离子也能够与铁发生一些反应,形成新的硫化化合物,导致了Fe含量提升,进而加重了腐蚀状况。使用烧结法生产氧化铝,但是铝烧结期间,铝酸钠会发生一定转换,主要是由Al进行转化的,这种情况的特点是易溶于水。其中的原硅酸钙,也是通过Si来转化的,但是这种物质不溶于水,所以稳定性较强,可以现实Al和Si分离,当前大多使用拜耳法,但是不管使用那种方法,都会含有 SiO_2 和 SiO_2 。在进行电解时,会分解铝中的 SiO_2 ,并与 AlF_3 发生反应,从而生成了气状融入到烟气中。其他的杂质也可以还原,将其融入到Al中,使Al液的品位在一定程度上降低。近年来虽然铝和铝合金使用量较大,但是其中的Si含量,都控制在0.005%以内,其中Ga矿物是随铝矿生成的,大约占到看0.01%左右,在铝溶解时Ga也会发生变化,主要在溶液当中。Ga和Al的化学性质是相同的,实际操作中分离难度比较高,所以铝会有Ga这种元素的存在,在Al和Ga固溶度较高时,含量可以达到20%,所以Ga是在Fe和Si之后的。铝有具有很强的使用作用,而且这样材料比较环保,在许多行业种都比较适用,在工业等领域被广泛应用。

2.2 在预焙阳极当中的杂质分析

预焙阳极块含有多种材料,通过严格的工艺加工才能制作成,运用特定的方法才能制成初步形状,然后才能进行焙烧,最后生产出所需材料。材料当中的石油焦,还有煤沥青是最主要的原料,这些原料当中也含有金属杂质,这些杂质进入预焙阳极中,对使用寿命产生影响,同时还会影响铝液品质。在预焙阳极中重要的原料是石油焦和煤沥青,因此对炼化工艺由很高要求,由于石油焦中杂质含量的变化,会影响预焙阳极块,导致杂质含

量产生变化。在实际生产中,原材料当中的杂质,可以用粉碎工艺,还有磨粉工艺来进行处理,但是要注意材料会聚集情况,各种杂质含量也要进行分析,并严格控制各项杂质的含量。

2.3 氟化盐中当中的杂质元素分析

在对Al进行电解时,从阴极的主反应种可以析出一些Al,当条件变化了, Na^+ 和 Al^{3+} 会发生一定变化,导致析出电位情况出现,而且会使差值减小,这时Na和Al会放电析出。而进行阴极析出时,Na会被大部分地被内衬吸收,剩余的一部分会进入Al液当中。在对Al进行电解时,Na会进行化学反应,而电解的Al会含有一部分的Na元素,在这样的情况下,有些情况是无法避免。而Al液中当Na也会受到温度的影响,当酸性较强的情况下,Al液当中的Na含量就会变的较低。当前在国内的一些电解铝厂,为了降低温度和能耗,大都将摩尔比控制在2.1~2.5间,槽温也要进行严格的控制,940~970℃温度之内,含量控制在0.004%~0.008%之间。

2.4 工具对Fe含量的影响情况分析

在进行电解时,会出现一些电解槽破损情况,这样的情况就会侵蚀阴极钢棒,使其受到侵蚀。或者是在实际工作种,由于对过程控制的不严格,使得阳极钢爪出现了一些变化,进而导致了磷生铁环出现变化,因为接触了电解质熔体,Fe质会掉入电解槽当内,再经过了长时间浸泡以后,导致了Fe含量增加了,这就会相关因素带来一定变化。特别是电解槽的情况,通过加热的情况下,槽底部位会出现沉积物,而这些沉积物,在温度的影响下会发生一些熔化,这样会加剧槽底的裂缝情况,并将这些裂缝在一定程度上扩展了,最后浸入到了裂缝中,将其中的Fe和Si带出,但是这样也会影响了Al液品质。当电解槽出现阴极炭块断裂时,还会出现一些变化情况时,这时的电解Al液杂质也会发生变化,严重的需要大修。

3 测量实验和相关研究

3.1 试样选择

在进行实验过程中,应当先选择样品,通常都会使用标样的铝合金。标样大小一般是 $40 \times 50\text{mm}^2$,试样的厚度也有一定要求,一般是在1cm厚度,铝合金的标样编号,一般是在GBW02215和GBW02216,以及GBW02217和GBW02218,还有GBW02219中选择,为了有效地保证表面平整,在进行实验之前,可以用砂纸对表面进行打磨,这样可以去除表面的氧化层,使表面变得整洁光滑。

3.2 放电电容优化分析

在具体试验过程中,应当考虑限流电阻情况,一般都选择R2,还可以选择电容值C,实际的选择情况,也决定了放电时间,其常数为RC。原子发射问题也要进行考虑,尤其是持续时间问题,要充分地进行考虑,同时也应当考虑持续时间问题,因为这些具体的情况,都需要受到时间的影响,所以时间问题应当充分地考虑。在相同的情况下,电阻值也有一定的不同,进而导致了电容发生了变化,当电容出现增大情况时,信号和背景也会发生变化,一般都是会增大,但对增大信号情况,无法准确地进行判断,也不能以这些作为灵敏度分析基础。所以在具体实验过程中,对各种情况应当充分地考虑,这样才能更加明确具体的放点情况。

3.3 等离子体的定义分析

对于在非束缚态下的粒子组成,当中的多粒子体系,被称为是等离子体,这也是物质第四态。当等离子体的存在情况是比较有序状态时,会比固、液、气态的情况差了一些,但也可以改变物质的能量情况,物质情况变的更加有序。按照具体的温度情况分析,同时也要对高温和低温等离子体进行分析,等离子体产生的具体方法,主要有以下四种。第一,是热至电离产生。第二,是因为辐射产生的等离子体。第三,是放电和电离。第四,是激光诱导所产生的等离子体。

3.4 干扰校正技术情况分析

通过对所有元素的分析,发现都会存在一些谱线干扰,基于这样的情况在进行分析时,应当考虑测定的限变差。一般主要的干扰来源有,复合辐射和韧致辐射,还有分子辐射和杂散光等干扰。运用光谱干扰进行消除,主要方式是预分离和预富集方法。使用高分辨率的光谱仪进行分析,主要是光谱干扰校正法,还有干扰系数校

正法,以及背景干扰校正法。随着相关技术的不断发展,分析方法不增加,在实际工作中,选择也越来越多,而且准确率也不断地提高了,这种情况对相关技术的发展,起到积极的推动作用。

4 结束语

结合全文,对铝和铝合金的中多元素来源和ICP分析法进行了分析,通过这些分析,其为可以对铝和铝合金的应用,起到一些积极的作用,并为相关的研究提供一些参考。随着我国经济的不断发展,铝的应用不断增加,而且应用范围也越来越广泛了,基于这样的情况,如何更好地应用铝和铝合金,受到了广泛地关注,也促进了相关技术发展。

参考文献:

- [1]刘攀.铝及铝合金中元素分析的标准应用现状与方法研究进展[J].冶金分析,2020,03:32-50.
- [2]张宏亮.铝及铝合金中杂质元素的来源及生成过程[J].黑龙江科技信息,2020,11:61-63.
- [3]郁树林,彭增海.铝及铝合金中杂质元素的光谱分析方法研究[J].上海金属.有色分册,2021,02:59-61.
- [4]刘广东,姜红艳.ICP等离子发射光谱法测定铝合金中的微量元素锡和铅[J].刘广东,姜红艳.河北冶金,2014(02).
- [5]王莹莹.Co对7085铝合金微观组织及淬透性的影响[D].中南大学,2014.
- [6]王艺淋.高强高韧7050铝合金厚板的疲劳与断裂行为研究[D].中南大学,2014.
- [7]张爱平.稀土对3105铸轧铝合金的组织性能影响[D].东北大学,2013.