

探析改质沥青对电解铝用预焙阳极性能的影响

任行强（赤壁长城炭素制品有限公司，湖北 咸宁 437300）

摘要：在工业生产过程中，采用不同的工艺技术方案，以及使用不同的机械设备，都会对预焙阳极的在电解过程中的使用性能造成直接的影响。因此，在本文的分析中，就基于实际生产过程中所使用的生产原料石油焦、沥青的实际特征出发，对其电解铝用的预焙阳极的性能造成的影响进行详细的分析，进而为相关领域的研究人员提供一定的数据参考。

关键词：沥青；电解铝；预焙阳极；碳素工业生产

0 引言

伴随着科学技术的发展，铝电解槽逐步向大型化和自动化发展，使得在铝电解的过程中，逐步意识到预焙阳极质量对电解铝质量提升的重要性。同时，在研究中发现，预焙阳极当中的质量影响因素，粘结剂（煤沥青）性能影响是很重要的方面，因此在本文的研究中，就从改质沥青的角度出发，对其实际的影响效果进行分析，保障制备出优质的预焙阳极。

1 铝电解用预焙阳极的粘结剂（煤沥青）性能影响分析

煤沥青是炼焦工业的副产品。烟煤在炼焦炉中受高温作用发生热分解，得到其中的一种产物即煤焦油。其中煤焦油是生产煤沥青的原料，煤焦油再经过蒸馏得到的残渣便是煤沥青，质量占据总体煤焦油的一半左右。在常温环境下，煤沥青是呈现出黑色固体的状态，同时也不存在固定的熔点，呈现出一定的玻璃相。在加热之后迅速的软化，继续加热之后，会在一定温度下发生熔化。煤沥青当中的组成异常复杂，以此在现阶段的研究中，已经发现超过 70 种不同的物质成分。同时，绝大部分都是三环以上的芳烃物质。对煤沥青的组成分析，焦化工艺和萃取溶剂不同都有影响。

1.1 煤沥青在预焙阳极当中的作用

煤沥青是预焙阳极生产的重要原材料。其质量性能对预焙阳极的整体性能有较大影响，例如对于其体积密度、导电性能、结焦值、强度和化学反应性等方面，都会产生较为直接的影响。而对于这些性能而言，由于与煤沥青的粘结性能产生直接的关联，因此就会使得在其预焙阳极生产中，呈现出较为明显的质量特性。

首先，在进行混捏时，要求煤沥青有着较强的浸润效果，同时具备较高的粘结性，使煅后焦在加入一定量的沥青后具有一定的可塑性。煤沥青本质上是一种热塑性材料，因此在温度大于其软化点的温度时，其自身的浸润性与流动性较强，因此温度就直接决定了糊料制造所需的煤沥青含量。

其次，在焙烧的过程中，要保证煤沥青可以呈现出较为明显的失重效果，以此在实际的焙烧过程中可以凝结出焦炭。因此，在实际生产中，要使得煤沥青始终保持较高的结焦值，而把挥发性控制在较低水平，以促进

失重特性的平稳进展。

再次，在生产预焙阳极的过程中，还要保障石油焦有着较高的质量特性，与高质量煤沥青形成强强联合。预焙阳极在电解槽上使用，会出现氧化反应，因此会生产大量的二氧化碳物质，同时这些二氧化碳，会进一步的参与燃烧环节中，形成一氧化碳。而且煤沥青当中存在着大量的金属杂质，对整体反应呈现出较强的催化作用，进一步的促进了一氧化碳的形成。此情况会增加电解铝的阳极毛耗。为了减少此反应的影响，就要降低煤沥青当中的杂质特别是碱土金属，如 Na 元素，以此控制或减少氧化反应的发生。

1.2 煤沥青不同成分对预焙阳极使用性能的影响

煤沥青当中存在着大量的芳香族，同时呈现出结构较为复杂的组成成分，这样形成的混合多环芳香烃，使得分子量的变化幅度较大。其次，煤沥青中的一些化合物熔点高达几百摄氏度，但是由于是混合物，基于共融性的原理，煤沥青可以在较低温度下实现熔化。煤沥青性质以及一些低分子组分，去除方式不同，会出现不同的性质。

1.2.1 BI 与 TI

BI 与 TI 物质，就是一种多种不同的化学成分的高分子碳氢化合物构成的物质，而不是一种游离状态下的炭。是煤沥青在焙烧过程中的主要成分，同时也是可以让骨料碳颗粒可以很好的与粉料构成一个整体，起粘结桥作用的重要物质。

对这两种物质含量的控制，需要始终控制在一个合理的范围，这样才能在焙烧过程中使沥青质得到较好的焦化性能，进而提高实收率和产品性能。

1.2.2 QI

QI 值是一种在物质焦化过程中出现的物质成分，其在物质当中的含量，主要由炼焦温度、集气管温度以及种类和时间决定。

在原生的 QI 颗粒当中，其大小控制在 $0.5\sim 30\mu\text{m}$ 之间会及时的在原生的 QI 中呈现出一定的惰性。研究发现，无机的 QI 是由灰分颗粒组成，基本上都是在焙烧过程中，一些其他无机物落入其中所导致的问题。另外，无机 QI 当中的灰分，也会以胶体或者悬浮物的形式出现在煤焦油当中。

1.2.3 β 树脂

β 树脂是由一种分子量较大的物质组成, 由于其自身的粘结性较高, 使其在焙烧过程中发挥重要的粘结作用。其在常温状态下, 呈现出固态, 而在加热之后会出现熔融膨胀。其物质的含量高低, 一定程度上直接决定了预焙阳极的实际结焦值和密度。含量过低, 会导致焙烧制品出现强度以及气孔率的不稳定; 含量过高, 煤沥青的粘度会有较大变化, 进而对混捏效果产生不良的影响。

2 中高温煤沥青以及改质沥青性能分析

通过上述分析, 使用改质沥青可以很好的提高预焙阳极质量。但是, 在实际的生产过程中, 还需要对生产过程中的工艺控制, 以及成本进行全面考虑, 选择合适的改质煤沥青。

2.1 沥青软化点的影响分析

软化点的分析可以很好的对煤沥青当中的分子组成实现间接性的分析。在软化点较低的时候, 就说明煤沥青含轻质的组分较多, 中小分子占比比较大, 就需要进行针对性的分析。通过试验可以发现, 改质沥青当中的 β 树脂的含量较高, 相比较改质之前提升了 10% 以上。这是由于甲醛与煤沥青发生了一定的化合物反应, 促进了 β 树脂的生成。而中温沥青的 TI 含量为 42.13%, 而软化点的温度在 91℃。分析发现, 随着 TI 的含量不断增加, 沥青的软化点呈现不断上升的趋势。其次, 伴随着软化点的提升, β 树脂出现含量增加的效果。对煤沥青的 β 树脂提升是软化点提升的主因。另外, 结焦值伴随着软化点的变化也呈现出变化的趋势。

2.2 沥青粘度的影响

沥青粘度是煤沥青的流变性能的体现。混捏过程中, 其粘结剂与骨料的相互作用力, 以及相应的塑性性能, 主要通过煤沥青的粘度体现。通过煤沥青的粘度分析, 发现主要受温度方面的影响。

在实验中发现, 伴随着温度的提升, 煤沥青的自身温度敏感性越发的明显, 同时在一定的温度范畴当中, 出现粘度快速提升的情况。另外, 煤沥青的粘度与温度可以用相关函数的关系式进行表示。这样的关系, 主要是在粘性流动的过程中, 其产生的活化条件所致。在中温的煤沥青反应中, 在处于 120–140℃ 的时候, 会出现粘度快速的下降。而最终在 140℃ 的时候趋于平稳。这是由于在中温煤沥青的反应中, 在这个过程中保持着流变的状态, 因此继续进行温度的提升, 就使得原本的流变体系出现一定的不稳定, 因此出现明显的粘度变化。分析发现, 中温煤沥青当做碳素生产所需的粘结剂, 就需要充分保障混捏的温度可以控制在 140–160℃ 之间。高温煤沥青的研究发现, 伴随着温度的变化, 粘度呈现出较为明显的变化趋势。

在改制沥青的温度控制在 150–210℃ 之间, 发现粘度的变化呈现出直线下降的趋势。而在温度达到 210℃ 以上之后, 其流动性有着明显的提升。因此, 对于使用

的改质沥青而言, 就要保障使用良好的混捏温度, 将其控制在合理的范围当中。

2.3 沥青密度的影响

煤沥青的密度反应缩聚程度的变化。煤沥青的原子比与氢含量有一定的关联性。实验分析发现, 氢含量较高煤沥青的密度较低。煤沥青密度较大的时候, 混捏时, 需要填充在骨料颗粒之间沥青量较多, 会导致焙烧的收缩率降低, 但是阳极的体密度与强度会出现提升。

2.4 结焦值

煤沥青的结焦值与挥发份, 其挥发的实际含量, 与其组成的含量有着较为紧密的联系。高软化点的煤沥青的结焦值较高。实际的生产加工过程中, 为了进一步的提升制品的整体密度以及机械的强度, 就可以通过提升结焦值的方式。这也是预焙阳极生产采用改质之后的煤沥青当作原料的重要原因。

3 总结

综上所述, 对实际使用煤沥青的一些组成部分进行分析, 同时对其在预焙阳极性能中的影响进行针对性的分析, 进而明确出不同组成部分对具体指标的实际影响, 以此优化生产控制工艺, 明确相关工艺参数, 生产出质量较高的预焙阳极。

参考文献:

- [1] 郎光辉, 王慧. 优质预焙阳极助力电解铝降碳生产 [N]. 中国有色金属报, 2021-04-08(007).
- [2] 朱波, 侯振环. 低成本电解铝用预焙阳极研究 [J]. 世界有色金属, 2018(15):10+12.
- [3] 魏银菊, 李凯. 铝用预焙阳极质量新型电解铝生产的影响研究 [J]. 世界有色金属, 2018(13):8+10.
- [4] 陈朝永. 试论高硫石油焦在铝用预焙阳极生产中的应用 [J]. 建筑发展, 2018, 2(4).
- [5] 申康. 电解铝厂大型预焙阳极铝电解槽槽壳焊接工艺的研究 [J]. 建材与装饰, 2017(34):205-206.
- [6] 孙敏. 新型煤沥青对电解铝预焙阳极使用性能的影响 [D]. 辽宁科技大学, 2006.
- [7] 陈泽永. 改质沥青对电解铝用预焙阳极性能的影响研究 [D]. 湖南: 湖南大学, 2010.
- [8] 张艳凤. 改变石油焦性质对电解铝预焙阳极使用性能的影响 [D]. 辽宁: 辽宁科技大学, 2006.
- [9] 王晶. 电解铝用新型炭素预焙阳极的制备与性能研究 [D]. 陕西: 西安科技大学, 2007.
- [10] 张平. 提高电解铝预焙阳极质量的研究 [D]. 湖南: 中南大学, 2004.
- [11] 汤斌先. 成型工序对碳阳极生块质量的影响 [D]. 辽宁: 东北大学, 2006.
- [12] 陈立康. 高性能炭阳极制备及其炭相晶粒度匹配研究 [D]. 湖南: 湖南大学, 2018.

作者简介:

任行强 (1981-) 男, 汉族, 河南淮滨人, 大学本科, 工程师, 研究方向: 预焙阳极生产。