

# 钒化工流程高效提取钒元素

吴东峻 刘洪艳 刘 超 (河钢承德钒钛新材料有限公司钒钛事业部, 河北 承德 067002)

**摘要:** 钒是世界上稀有的战略金属, 广泛应用于钢铁、化工、航空航天等领域。电子技术等域钒钛磁铁矿是钒的主要提取原料。中国。是我国重要的特色多金属矿产资源, 探明储量超过 100 亿 t, 居世界第三位。主要分布在西昌、攀枝花、四川、承德等地河北。长期以来, 传统钒工业遵循粗放型经济发展模式, 是一种资源和能源高度依赖、资源消耗量大的单一线性生产模式。不可再生能源和生态环境严重恶化。

**关键词:** 钒化工流程; 钒元素

## 0 前言

钒钠煅烧法是国内外钒生产的主要工艺, 而钒渣则被钒焚烧、浸出、用溶液净化、使钒沉入水中并被焚化。

## 1 钒化工产业特点

我国已形成了从钒钛磁铁矿到钒渣、钒氧化物、钒铁合金等产品的全产业链。低钒正在检索钒。传统的钒提取工艺钠焙钒渣经高温反复焙烧, 钒回收率低于 80%, 其余钒被废渣带走实心钒钛磁铁矿资源利用率低的原因大量的铁、钒、钛、铬与未利用的尾矿、高炉渣一起排放到环境中, 对环境造成影响。铬污染的原因分析钒化工固体废物的分类危险固体废物包括主要有钒渣、铬渣、钒铁渣、钒铁渣等。也就是说, 含钒铁在转炉内直接转化为钢, 得到钢液和含钒钢渣, 钢液进行铸造和轧制。直接继续钒渣法中钒含量约为 5% 这种方法不仅节省了投资, 而且节省了成本, 洛杉矶钒渣精炼过程中损失的铸铁被回收, 但由于钢渣中钒含量低尚未实现大规模工业化生产, 使其成为一种新的钒提取方法。由于钒铁渣的放射性活度低和高浓度, 不能广泛用作水泥等建筑材料, 作为高炉渣。用于生产钒磁铁矿的原料主要由钒铁组成, 钒铁含量约为 0.5%, 再加上一定数量的普通铁, 钙, 煤炭, 矿石回收等, 钒铁在一定比例上加入烧结原料, 生产的烧结矿产品符合标准要求。在没有钒铁的情况下, 钒钛粉末中的硅含量较低, 钛含量较高。矿渣, 粘液相主要是一种铁酸钙, 当添加钒铁渣时, 加入增强粘结性的硅酸钙相; 可以有效地提高烧结矿的生产率, 增加成品率和转鼓率。钒和铬主要应用于冶金工业。将钒和铬列入钢中可能有助于减少钢铁中的铅和镉含量。有效提高钢的性能。目前, 钒和铬主要是在钒和铬合金的基础上加入炼钢过程并对再循环有很大的价值。

## 2 钒化工流程高效提取钒元素

### 2.1 钒渣的技术瓶颈

在钒渣的焙烧过程中, 当铁的氧化程度低于 50% 和不到 80% 时, 将铁运到钒; 这导致钒的氧化速度较慢; 因此, 钒的氧化只有在大部分铁被氧化之后才能加速钒的氧化。同时避免高温区内钒和铁同时氧化而产生的钒渣。温度范围内的热释放速度比其他温度区域快, 可能导致混合料烧结, 因此, 为了避免烧结, 必须在这个温度范围内减缓铁氧化物的快速氧化。钒青铜温度在 300~600℃ 之间, 然后逐渐变成钒酸盐。此外, 钒酸的可溶性盐, 特别是偏钒盐, 在 562℃ 结晶时辐射出氧, 反之亦然, 钒青铜的产生速度

越慢, 钒青铜的生产就越高。事实上, 大多数钒青铜是不溶于水和浸泡在水中。为了避免钒青铜的形成, 必须充分氧化。钒青铜转化为可溶性钒酸盐时, 必须有足够的钠盐链接是必要的, 以加强钠和氧化。钒渣焙烧过程需要不同的反应步骤, 从低温到高温 (在炉内平均停留时间约 4h, 约一半时间停留在区域外的低熔点 (< 650℃) 钠盐试剂中, 反应只发生在气体和固体中。对炉渣中的低成本铁、铁和  $Mn^{2+}$  先进行 O 氧化, 再进行钒的 DES 研究, 结果表明, 钠盐和钒基本上是液-固反应。En 低于 650℃ 时, 钠盐不直接促进钒渣的氧化, 即在此温度范围内, 钒渣中的钒尖晶石先被氧化, 然后由于钠盐熔点低而被氧化钠。逐渐形成盐成分, 开始出现液相, 在这种情况下, 碱性金属开始对钒渣的氧化起到明显的促进作用。气态溶液可刺激钒的钠氧化并加速总的反应。钒钠焙烧时钒的提取强度低的一个重要原因是硅酸盐对钒保持的影响, 其作用原理由三部分组成: 第一, 熔融的玻璃体, 主要由硅酸盐组成, 围绕尖晶石包装; 使钒酸盐的转移、扩散和生成受到阻碍; 第二, 含有钒的尖晶石没有完全氧化; 第二, 在钠煅烧过程中, 颗粒物的钒渣熔化了, 因为钠的焙烧温度在 670℃ 以上。这导致钒渣烧结; 在高温下, 碳酸钠分解成 CO, 在熔融阶段形成气泡, 导致尾渣孔隙度的原因。已经进行的研究表明, 在钒尾渣中的辉石硅锥体的含量相对稳定, 在 900℃ 的焙烧和高酸的情况下, 不可降解, 仅在碱性介质中; 由于技术革新, 开发清洁和高效的铬资源回收技术对钒的综合利用至关重要。

### 2.2 钒渣外推法

流场的第一力传统的钠焙烧和钒的提取工艺主要是对一种液体的强烈反应。气体只有气体溶液的一部分在高温下形成。熔化的玻璃体, 主要是由硅酸盐制成, 包装在尖晶石周围, 阻碍主体对一种气体反应的过程, 降低氧气, 扩散和钒酸盐形成, 其次, 含有钒尖晶石不完全氧化, 而钒青铜的形成降低了钒的沉入度。此外, 传统的钒钠焙烧工艺只允许钒的回收。这不仅会造成潜在的环境危害, 但它也导致宝贵元素的损失。一个新的反应介质半熔盐联合开发的钒渣生产工艺; 将传统的焙烧过程转变为固化液, 从微型炉转变为钒渣焙烧时的氧转移问题, 使液相氧化过程避免套件烧结成问题。而非传统介质中的代熔盐能有效地分解硅酸盐相, 同时破坏硅酸盐相, 确保钒铬的有效氧化、转换和溶解。环境保护部钒和铬的扩散中心, 来源

地钒和铬的转化过程功效除钒浸出程序外，钒浸出氧化程序钒和铜的共萃取铬和铜的性质包括铬有效性。相液电解槽的搅拌和接触对相液电解槽的环境和转移非常重要，需要注入足够的固体相液电解的紧急情况相液电解的紧急情况问题是尽可能少的。二是压力源。浸出压力源于水热处理的压力，水热处理的压力源于温度和压力，浸出过程的压力源于水热处理的压力发展，浸液技术洛杉矶工业公司发展趋势：前一阶段的特点是浸出过程中的压力，而不是传统产品的集中金属冶金、工业和全球资源利用可再生能源技术和环境的发展是一个重要的发展方向，固相扩散对内部扩散的影响；这是压力与压力的协同作用库伦，并在含钒量丰富的碱性环境中，浸出过程的控制和钒成分的控制是限制浸出的关键活动时间和时间浸出作用结果表明，钒和铬的氧化转化温度和反应条件是相同的，这是一种有效的转化。在反应温度不变的条件下，通过改变压力场和流场的作用，可以使碱反应介质的浓度从 80% 降低到 50%。通过深入研究钒渣在富氧碱性介质中的强化机理和多场协同作用规律，预计钒渣在富氧碱性介质中的分解将大大降低钒铬共萃取条件。这为工业化奠定了坚实的基础过程在反应温度 200~400℃ 范围内，传统工艺使钒回收率由 80% 提高到 95% 以上现场强化工艺使铬回收率提高

85% 以上。这使得 RE 得到了充分的利用新工艺采用介质循环，由于反应温度降低，大大降低了能耗；生产废渣、废水和有毒炉膛气体的工艺是清洁的。

### 3 结束语

随着我国钒产业的发展，冶金通讯设计，钒化学工业和钒合金工业链，为了实现废物循环，尽可能将废物转化为资源，使废物成为珍贵的，损害是从根本上解决大规模毁灭性化学废物的资源化和绿色生产问题的有益手段。固体废物氧化钠焙烧法从钒渣中提取钒产生的钒渣。钒尾渣中含有大量的铁和少量的尾渣。钒尾渣 - 铸铁烧结法是把钒尾部分换成钒精矿的一部分，用于烧结和准备烧结，将铸铁回高炉。这项研究收集了钒和钒的元素为炼铁和高炉钒提取尾渣技术的形成。

### 参考文献：

- [1] 世界卫生组织. 国际化学品安全方案 [R]. 日内瓦世界卫生组织. 2019.142-152.
- [2] 李晓军. 钒渣尖晶石生长规律及钒渣钙化焙烧机理的研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2019.
- [3] 莱奥尼德·安德里维奇·斯米诺夫, 等. 钒渣的生产方法 [P]. 中国专利: 86106699, 2019-04-20.

(上接第 248 页) 的时候应采取相应的对顶底板的支护措施。随着煤层向前推进，工作面前方 25m 左右逐渐出现超前集中应力 (图 2c-d)，当工作面推进 25m 时，在停采线后方同样出现应力集中，而工作面前方的集中应力逐渐向深部转移。随着工作面的向前推进，应力集中系数在逐渐变大，集中应力向围岩深部转移。通过切向应力云图可以看出“应力拱”结构随着工作面的推进逐渐向深部发育，使得采场上方形成一个稳定的应力结构。

切向应力处于减压区范围，但应力曲线呈先减小后增大的趋势。当工作面推进 10m 时，覆岩进一步卸压，切向应力仍处于减压区。当工作面推进 15m 时，覆岩卸压至 0，说明工作面后方切向应力为 0 的监测点所处的基本顶均已垮落，由此可判断本煤层的初次来压步距为 15m 左右，此时覆岩切向应力曲线出现了明显的应力峰值。随着工作面进一步推进，应力为 0 的区域进一步变大，曲线应力峰值变大且向深部转移。而在未充分采动时，超前支撑压力变化较大，当充分采动时，超前支撑压力逐渐趋于稳定。

### 6 结论

- ①以杜儿坪矿 68305 综采工作面为背景，建立 FLAC3D 数值计算模型，在工作面推进 5m-30m 期间得到了覆岩塑性区分布特征及切向应力演化特征，发现回采面后方基本顶垮落是由于岩层拉剪混合破裂造成的，而在切向应力云图中，一个稳定的“应力拱”随着工作面推进逐渐形成；
- ②通过调出覆岩切应力曲线，发现初次来压步距在 15m 左右，在未充分采动时，超前支撑压力变化较大，当充分采动时，超前支撑压力逐渐趋于稳定，超前支撑压力基本位于 25m 左右。

### 参考文献：

- [1] 邱晟钧, 张少彦, 曹勇, 薛磊. 综采工作面采动覆岩破坏形态与应力演化规律研究 [J]. 山西焦煤科技, 2020(09):43-47.
- [2] 杨胜利, 刘颖颖, 李杨, 等. 浅埋房柱式采空区下近距离煤层综采顶板控制技术 [J]. 煤炭学报, 2011, 36(03):366-370.

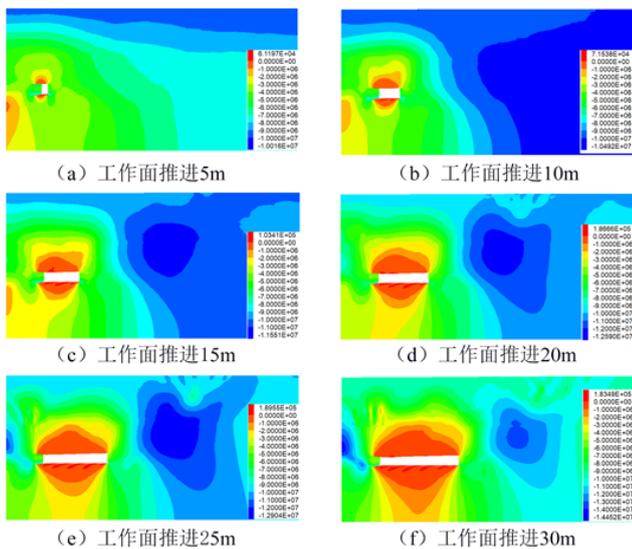


图 2 回采工作面切向应力分布

在 FLAC3D 中调出 29 个应力监测点的切向应力，在工作面推进 5m 时，覆岩受采动影响应力均低于原岩应力，