

Mixing Method of Alkali Slag Filling of Basement Type

Xiaobing Chen¹ Wanhai Sun¹ Fujun Jiang¹

Jiangsu Suyan Jingshen Co., Ltd., Huai'an Jiangsu, 223200, China

Abstract

The technology of rock salt mining by filling-water solution has been developed rapidly. This technology can not only solve the problem of surface stacking, but also effectively restrain the ground settlement of salt caver. However, in the process of slurry mixing, there are some problems, such as large area of slurry mixing device, high operation intensity, difficult equipment maintenance, high labor cost, pipe wear or scaling. In order to solve the related problems of slurry mixing, this paper puts forward a mixing method of alkali slag filling of basement type, which has the advantages of small installation area, low field operation intensity, and improved filling efficiency of alkali slag injection well, and has good application effect.

Keywords

Basement type; the treatment of alkali slag; solid filling; mixing slurry on the ground

一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法

陈晓兵 孙万海 蒋伏君

江苏苏盐井神股份有限公司, 中国 · 江苏 淮安 223200

摘 要

利用碱渣注井充填处理盐穴技术已得到了迅速发展, 碱渣注井充填不仅可以解决地面堆放处理问题, 还可以有效抑制盐穴采空区的地面沉降问题。但是在碱渣注井调浆过程中, 存在调浆装置占地面积大, 作业强度大、设备维护难、人工成本高、管道磨损或结垢等问题。为解决调浆存在的相关问题, 本文提出了“一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法”, 该方法具有装置占地面积小, 现场作业强度低, 同时也提高了碱渣注井的充填效率, 具有良好的应用效果。

关键词

预埋地库式, 碱渣处理; 固体充填; 地面调浆

1 引言

在氨碱法制碱工艺中, 往往会产生大量的废渣 (即碱渣), 每生产 1t 纯碱将产生 300 ~ 500kg 的碱渣 (干基), 其主要成分为: 硫酸钙、碳酸钙、氢氧化镁和二氧化硅等。我国每年碱渣排出量高达 800 万 t, 通常采用地面堆积方式来处理碱渣, 这样不仅会占用大量土地, 破坏生态环境, 还会污染土壤和地下水。国内外曾开展过碱渣资源化利用研究。例如, 苏联曾进行过利用碱渣制取水泥和混凝土砌块^[1], 我国也进行过碱渣制取水泥、碱渣制取碳化砖和建筑胶凝材料的试验和生产^[2-4]。波兰的依伏罗茨拉夫碱厂曾利用碱渣来改良土壤, 并取得过一定的成果, 我国的大连制碱工业研究所曾经利用含氯较低的碱渣, 对国内一些城市的酸性土壤进行过改良, 也取得过较好的效果^[5]。日本曾利用过碱渣进行过填海造陆的探索^[5]。以上处理方法都曾取得过一定效果, 但是由于国情、资金或技术的问题, 难以得到大范围的推广,

而且即使投入生产, 对碱渣的利用量也非常有限。为了解决碱渣固废处置问题, 科研人员将目光转向了地下盐穴。

井矿盐是通过水溶法开采岩盐资源而得到的。水溶法开采是把水或淡盐水作为溶剂注入矿床, 在矿床进行物理化学作用, 将盐类矿物就地溶解转变为卤水, 然后进行采集与输送的采矿方法。该方法具有资源利用率高、生产方便等优势^[6]。随着井矿盐不断开采, 在地下形成体积巨大的盐穴, 单个盐穴体积在几万方至几十万方不等。如果盐穴处理不当, 可能会引发地面沉陷、地下水污染等问题, 造成了严重的社会影响和巨额的经济损失^[7]。对于盐穴处理, 当前比较好的处理方式是利用固体进行充填, 以提高盐穴的地质稳定性^[8]。利用碱渣对地下盐穴进行充填, 可以抑制井下盐腔体积收缩, 控制地表沉降, 成为井下盐腔综合利用的重要方向。将充填采矿技术应用于井下盐腔采空区治理中, 不仅可以很好地解决这一问题, 同时还能解决碱渣固废处置难题。近年来, 利用盐腔充填处理碱渣技术得到了迅速发展, 碱渣注井充填有效抑制了盐穴采空区的地面沉降问题, 社会效益显著。

目前, 在碱渣充填盐穴系统生产现场, 往往存在一些

【作者简介】陈晓兵 (1975-), 男, 中国江苏淮安人, 本科, 助理工程师, 从事制盐相关生产系统工艺研究。

问题：一是碱渣中砂粒对注浆管的磨损问题十分严重，生产中需要频繁更换管材；二是碱渣中的难溶物附着在管道上结垢导致管道堵塞，需要定期注水冲洗。三是碱渣堆积矿区占用土地资源，之前的调浆装置位于地面上，调浆作业强度大、设备维护、人工成本高，相关问题严重制约了碱渣注井充填技术的发展。针对上述碱渣注井调浆存在的相关问题，本文提出“一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法”，该方法具有装置占地面积小，现场作业强度低，同时也提高了碱渣注井的充填效率。

2 方法简介

为解决碱渣充填存在的相关问题，可以对相关调浆工艺进行优化，可以采取预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法，这样能够极大地提高碱渣注井充填效率，解决碱渣地面堆置问题，减轻现场劳动作业强度，解决碱渣中砂粒对浆体充填管道的磨损问题，同时减少管道内壁结垢物的形成，具有良好的社会效益。

2.1 装置简介

一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法，包括：调浆池、钙液储存罐、卤水储存罐、注渣井、排卤井及盐穴，该方法的装置组成如图 1 所示。

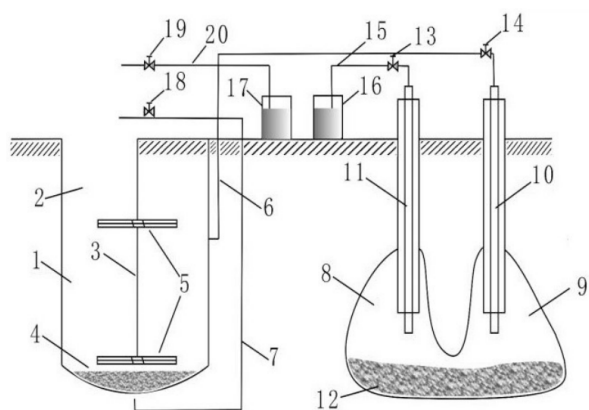


图 1 一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆装置示意图

图中：1- 调浆池、2- 挡板、3- 搅拌器、4- 池底不溶物、5- 桨叶、6- 浆体充填管道、7- 抽吸管道、8- 排卤井盐穴溶腔、9- 注渣井盐穴溶腔、10- 注渣井、11- 排卤井、12- 溶腔不溶物沉渣、13- 第三阀门、14- 第二阀门、15- 排卤管道、16- 卤水储存罐、17- 钙液储存罐、18- 第四阀门、19- 第一阀门、20- 钙液管道。

调浆池为立式，上部筒体为圆柱状，底部封头为椭球状，调浆池预埋至地下，筒体上口一半封闭，一半开敞，调浆池内安装有搅拌器。钙液储存罐上连接有钙液管道，钙液管道的一端延伸至筒体上口的开敞处上方，钙液管道上连接有阀门。注渣井、排卤井分别位于两个盐穴上方；调浆池通过浆体充填管道连接于注渣井，浆体充填管道上连接有阀门，排

卤井通过排卤管道连接于卤水储存罐，排卤管道上连接有阀门；调浆池底部封头中心处有圆孔 a，圆孔 a 处连接有抽吸管道，抽吸管道上连接有阀门，抽吸管道的一端延伸至筒体上口的开敞处上方，抽吸管道上方出口处有滤网，且滤网可拆卸。

调浆池上部筒体高出地面约 30 ~ 50mm，调浆池筒体内部直径 $D=3 \sim 5\text{m}$ ，上部筒体高度 $H=6 \sim 8\text{m}$ ，底部封头椭球底高度 $h=1.1 \sim 1.8\text{m}$ ，调浆池壁厚为 8 ~ 15mm；调浆池封闭部分和开敞部分交界处焊接有两块面向进料口敞开的拼接钢制导料板，下部导料板倾斜，上部导料板呈竖直状；调浆池的筒体四周均匀设置有竖向挡板。

抽吸管道直达调浆池顶部封闭处上方竖直导料板，抽吸泵设置于调浆池顶部封闭处上方；抽吸管道出口处连接有一根橡胶软管，软管悬挂于竖直导料板上，抽吸管道的管口处设有阀门，打开阀门，打开抽吸泵，滤渣和浆液进入抽吸管道中，浆液通过橡胶管重新进入调浆池中，滤渣留在管道口滤网 a 处。

搅拌器为双层六叶斜桨式搅拌器，搅拌器包括搅拌轴、叶轮组成及传动装置，搅拌轴固定安装于调浆池顶部中心处，叶轮为双层；传动装置包括安装固定于调浆池顶部封闭处上方的电机、减速机、联轴器、机架及底座。搅拌器双层桨叶之间的调浆池侧壁处有圆孔 b，圆孔 b 位于调浆池挡板之间；圆孔 b 连接浆体充填管道，浆体充填管道的管径为 170 ~ 220mm，浆体充填管道上安装有阀门，浆体通过浆体充填管道泵送至地下目标盐穴中。

2.2 实施步骤

完成相关装置制作后，在实际生产过程中，主要采取以下相关步骤开展碱渣注井调浆：

①打开钙液管道上的第一阀门，将钙液储存罐中的钙液输送至调浆池中，注入钙液至调浆池液面达到双层叶轮 1/2 处时，关闭第一阀门，打开搅拌器。

②运渣车将预处理的碱渣倾倒入调浆池内，根据配比继续注入钙液，调浆池内液面以高于搅拌器桨叶，不超过筒体顶部为宜。预处理指碱渣包括除砂、澄清、压滤工艺，预处理之后的碱渣浓度为 40% 以上，以粉粒为主。

③待浆体充分搅拌均匀后，打开浆体充填管道上的第二阀门，将调配好的浆体输送至目标盐穴中。将碱渣和钙液按照一定配比制成的浆体，浆体浓度为 15% ~ 40%，调浆池中多余浆体可以通过浆体充填管道输送至其他矿区。

④注入地下盐穴中的浆体在盐腔中絮凝沉积形成具有一定强度的充填体，同时驱替出盐穴中的饱和卤水从排卤管道进入到地面的卤水储存罐，然后进行加工生产。

⑤重复上述步骤至目标盐穴被完全充填，对盐穴进行封孔处理。

该装置配套的充填系统主要有：废渣液收集站、浆体制备站、地面注浆站、地下盐穴等四个部分。碱渣、钙液产

生于废渣液收集站，浆体制备站中有调浆池，调浆池中设置有搅拌器、抽吸管道，地面注浆站控制第二阀门将调配好的浆体通过浆体充填管道运输至目标地下盐穴，地下盐穴中设置有注渣井及排卤井的管道。

3 技术特点

预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法，主要有以下技术特点：

①预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法，其调浆池采用多层次滤除处理，解决了碱渣充填中大量颗粒不溶物对管道磨损，减少频繁更换管材成本。

②通过合理设置搅拌装置参数，优化调浆工艺，配制出流动性能较好的浆体，加快浆体进入盐穴中扩散絮凝充填进度。

③该方法也解决了碱渣处置难题，减轻了现场作业强度，提高了碱渣注井充填效率。碱渣注井充填后能极大地提高盐穴采空区的强度，降低采空区沉降、盐穴收缩等地质灾害。

4 应用效果

本方法已在江苏苏盐井神股份有限公司（简称“苏盐井神”）实现了工业化应用，并取得良好的应用效果。该方法已成为苏盐井神的一项关键技术，进一步促进了苏盐井神“盐碱钙循环产业链”持续发展，并已申报相关发明专利“一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆装置及碱渣注井充填盐穴方法”（ZL202410321625.1），苏盐井神拥有本方法的知识产权。

5 结语

本文针对碱渣注井调浆过程中存在的相关问题，提出了“一种预埋地库式碱渣注井充填盐穴调浆方法”，该方法具有装置占地面积小，现场作业强度低，同时也提高了碱渣注井的充填效率，具有良好的应用效果。该方法不仅解决了碱渣充填中大量颗粒不溶物对管道磨损，减少频繁更换管材成本；还可以加快浆体进入盐穴中扩散絮凝充填进度；另外，也减轻了现场作业强度，提高了碱渣注井充填效率。该方法的成功应用，将进一步促进碱渣注井充填处理盐穴技术快速发展，具有广阔的推广应用前景。

参考文献

- [1] 王宝民，王立久，李宇. 国内外碱渣治理与综合利用、进展及对策[J]. 国外建材科技，2003，（3）：47-48.
- [2] 侯贵华. 用碱渣烧制白色水泥[J]. 化工环保，2003，23（3）：161-164.
- [3] 张柏寿，吴意诚，司志明等. 利用碱渣在立窑中的煅烧阿利尼特水泥的试验研究[J]. 水泥，1994，（9）：1-7.
- [4] 邹苏萍，蒋元海. 利用烟矸石、碱渣生产新型水泥的研究[J]. 矿产保护与利用，1994，（2）：48-51.
- [5] 刘心中，姚德，董凤芝，等. 碱渣（白泥）综合利用[J]. 化工矿物与加工，2001，（3）：1-4.
- [6] 王清明. 盐类矿床水溶开采[M]. 北京：化学工业出版社，2003.
- [7] 刘成伦，廖振方，鲜学福. 盐矿安全问题及环境污染的防治[J]. 中国安全科学学报，2003，13（3）：62-63.
- [8] 宋茜茜；刘凯；付星辉；李行；岩盐资源充填式水溶开采新技术[J]，中国井矿盐，2019，50（4）：19-21.