

海底浸出箱从大洋多金属结核中 提取有价金属^①

李先柏

(冶金工业部长沙矿冶研究院, 长沙 410012)

摘 要 提出了用海底浸出箱从大洋多金属结核中提取有价金属的构想及渗透浸出法。论述了海底浸出箱类型、结构及工作原理, 探讨了海底箱式浸出法工艺设备构成及其对浸出工艺的要求。

关键词 大洋多金属结核 浸出 海底箱式浸出 浸出设备

大洋多金属结核富含铜、镍、钴、锰等七十余种元素, 许多国家和地区在开发大洋多金属结核及钴结壳方面都在积极地进行着研究工作, 联合国等国际组织也给予了极大的关注。我国陆地铜、镍、钴、锰四种金属的工业储量远远不能满足国民经济的需要, 因此, 积极开发国际海底富矿区, 对维护我国开发国际海底资源权益、开辟新的矿产资源来源均具有重要的现实意义和深远的战略意义。

1 海底箱式浸出法的提出

大洋多金属结核资源的开发是一项高风险项目, 技术上要突破采矿和冶炼工艺两大难关, 经济上也有较大的风险。如果开发大洋多金属结核的投资与成本均比陆地矿高甚至高出许多, 必将失去与陆地矿在经济上的竞争力, 妨碍大洋多金属结核资源的开发利用。

根据文献报道, 大洋多金属结核资源开发中的开采、运输和冶炼三个作业环节里, 投资方面所占比例分别为 7.8%~32%、2.1%~21.9%和 50%~87.9%, 作业成本上所占比例分别为 5.9%~22.4%、3.7%~21.0%以及 60.5%~90.4%。由此可见, 开采、运输和冶

炼均对大洋多金属结核开发的经济性起着不同程度制约作用, 其中存在着改善整个开发经济性的巨大潜力。

目前认为具有工业前景的大洋多金属结核采矿方法有连续绳斗集矿法(CLB)、空气水力提升法(AL)和海底自行集矿法(CSM)。冶炼方法有亚铜离子氨浸法、加压硫酸浸出法、氯化焙烧-水浸法、熔炼-硫酸浸出法、气体还原-氨浸法和盐酸(或硫酸)直接浸出法。无论是采矿方法还是冶炼方法都处于试验阶段, 要付诸工业实施还存在许多困难, 需进一步改进完善。就整个大洋多金属结核处理过程来看, 结核矿需要提升到采矿作业船上, 经过脱泥脱水及干燥, 运到陆地加工厂进行冶炼加工。工艺复杂、设备投资大, 特别是运输量大, 因此投资及作业成本高, 严重妨碍了其开发利用, 有必要探索一种新的处理方法。

作者参考国内外有关资料, 根据陆地金属矿原地浸出、堆浸及淋浸工艺原理, 提出了海底箱式浸出法及渗透浸出法。海底箱式浸出法是利用集矿机将结核矿采入海底行走的浸出箱中, 在浸出箱中浸出有价金属, 浸出母液通过贮液箱由输液管提升到海上作业船上进一步处理。海底箱式浸出法直接在海底浸出结核矿,

^① 收稿日期: 1994-09-17; 修回日期: 1994-11-14

浸出渣就地排放,简化了采矿作业,免除了结核矿的扬矿和运输,对环境影响小,具有较大的可行性和开发前景。

2 海底箱式浸出技术

2.1 海底箱式浸出法的工艺设备组成

海底箱式浸出法主要由集矿、浸出、浸出母液处理、海底摄像、中心控制及遥控系统组成,其组成示意图见图1。

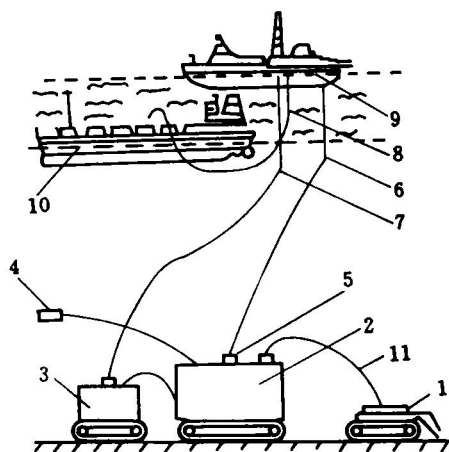


图1 海底箱式浸出法系统示意图

1—集矿机; 2—浸出箱; 3—贮液箱; 4—遥控器;
5—接触器; 6—浸出液输送软管; 7—母液输送软管;
8—输送管; 9—作业船; 10—运输船;
11—集矿输送软管

(1) 集矿系统

集矿系统由集矿机和集矿输送软管组成。集矿机将在海底呈半埋式或全埋式的结核矿采集起来,吸入集矿管道,在集矿管道后端洗涤脱泥,送入集矿机上的破碎机破碎,然后将其送入料仓,再送入海底浸出箱。集矿机与浸出箱可通过遥控装置在海底自动连接和分离。

(2) 浸出系统

浸出系统由海底浸出箱、贮液箱、浸出液注入及浸出母液提升装置和浸出液配制槽组成。在作业船上浸出液配制槽内配制浸出液,由注液装置注入浸出液,于装入结核矿的浸出

箱内浸出有价金属,浸出结束后通过过滤装置过滤,滤液进入贮液箱由浸出母液提升装置送入海上作业船,按浸出作业程序注入洗水洗涤浸出渣,洗液送入海上作业船配制新的浸出液,经洗涤后的浸出渣倾入海底。

(3) 浸出母液处理系统

浸出母液的处理及加工可根据具体情况及要求,在海上作业船上建立相应的生产线。

(4) 海底摄像系统

海底摄像系统用于观察海底作业现场,为控制集矿机、海底浸出箱、贮液箱及浸出母液提升装置提供依据,摄像机分别位于集矿机的前部及浸出箱和贮液箱顶部。摄得的图像通过光纤电缆和图像处理系统显示在海上作业船的控制台荧光屏上,必要时,操作人员通过遥控系统对集矿机、海底浸出箱及浸出母液提升系统进行控制。

(5) 遥控系统

根据开采工艺及海底采集设备状况、浸出工艺、海底浸出箱及贮液箱设备状况、环境参数,由海上作业船中心控制室发出指令,控制集矿机开采路线、行走、工况及海底浸出箱和贮液箱行走、操作及工况。

2.2 大洋多金属结核浸出工艺

大洋多金属结核海底箱式浸出可采用机械搅拌浸出和渗透浸出。机械搅拌浸出法要求设备结构复杂,难以操作和维修,在海底实现工业化生产有一定的难度,但它对浸出工艺适应性较好。作者根据陆地金属矿原地浸出、堆浸及淋浸法原理,提出了结核矿渗透浸出法。即将浸出液注入海底浸出箱内的结核矿上,让其在重力和扩散作用下渗透到结核矿中进行浸出,在箱底收集浸出母液。渗透浸出法具有工艺及设备结构简单、操作简便、易于控制、稳定可靠和处理量大等特点,是一种较为理想的浸出方法。

2.3 海底浸出箱的构造及工作原理

(1) 海底机械搅拌浸出箱

海底机械搅拌浸出箱结构示意图见图2。由集矿机装入一定量的结核矿于底部过滤器密

封的浸出箱内，注入浸出液，通过遥控系统启动搅拌装置进行搅拌浸出，浸出结束后停止搅拌，启动密封顶板升降装置降下密封顶板，过滤，滤液经贮液箱提升到海上作业船上。再升高密封顶板密封过滤器，注入洗水，按浸出作业程序洗涤浸出渣，洗液经贮液箱提升到海上作业船上供配浸出液用，浸出渣倾入海底。

(2) 海底渗透浸出箱

海底渗透浸出箱结构示意图见图 3。由集矿机装入一定量结核矿于底部过滤器密封的浸出箱内，通过注液口注入浸出液渗透浸出，浸出结束后，通过遥控装置启动密封顶板升降装

置降下密封顶板，过滤，滤液经贮液箱提升到海上作业船上。再升高密封顶板密封过滤器，注入洗水按浸出作业程序洗涤浸出渣，滤液经贮液箱提升到海上作业船上供配浸出液用，浸出渣倾入海底。如需要可在浸出箱和贮液箱上配置浸出液循环系统，以提高浸出率和浸出母液中有价金属的浓度。

3 海底箱式浸出法对浸出工艺的要求

海底箱式浸出法浸出作业要求浸出工艺除具有陆地浸出作业的优点外，还应具备以下特点：低温、直接浸出；浸出液及洗液在结核矿中渗透速度快；浸出速率快；浸出剂消耗低并能再生利用；对海底生态环境影响小，无污染；浸出液最好能用海水配制。进行浸出工艺研究除全面考察工艺技术经济指标外，还应重点考察浸出液在结核矿中的渗透速度、反应速度及其对海底生态环境的影响。从目前报导的大洋多金属结核浸出工艺来看，常温常压直接浸出法通过进一步完善后可适应箱式浸出的要求。冶金工业部长沙矿冶研究院研究的常温常压盐酸浸出工艺具有浸出温度低、金属回收率高、生产成本低、工艺简单、环境污染小及适应性强等优点，并能同时回收铜、镍、钴、锰、铁等五种以上的金属。浸出液在结核矿中的扩散速度快，浸出速率大。用常温常压盐酸浸出工艺进行结核矿渗透浸出探索试验，效果较为理想。

参考文献

1 Benjamin W *et al.* IC 8924. U S Department of Interior, 1982.

2 Agarwal J C *et al.* In: 104 Aunual Meating of the AIME, New York, 1975.

3 刘明深(译). 国际海底开发动态, 1993, (7): 1-6.

4 刘明深(译). 国际海底开发动态, 1993, (8): 1-10.

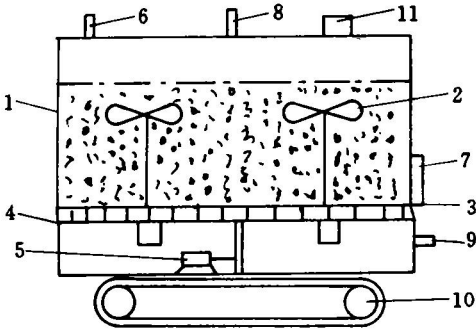


图 2 海底机械搅拌浸出箱示意图

1—箱体；2—搅拌装置；3—过滤器；4—密封顶板；
5—升降装置；6—结核矿入口；7—浸出渣排出口；
8—浸出液入口；9—滤液出口；10—行走装置；11—遥控器

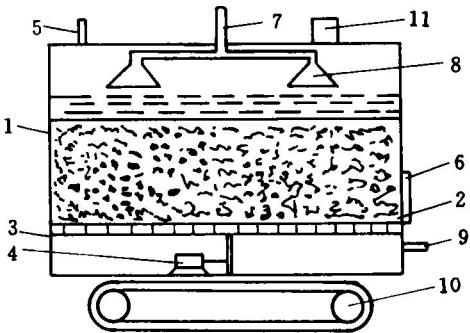


图 3 海底渗透浸出箱示意图

1—箱体；2—过滤器；3—密封顶板；4—升降装置；
5—结核矿入口；6—浸出渣排出口；7—浸出液入口；
8—喷淋器；9—滤液出口；10—行走装置；11—遥控器