

巴瑞克（Barrick）公司位于智利北部的萨尔迪瓦（Zaldívar）铜矿是热回收的先行者，十多年前就率先投资采用了此项技术。现在，该工艺方案已经开始获利。

撰稿和摄影：CHRISTIAN PEÑA

居于领先地位



罗伯特·维拉罗伯斯（左）和纳尔逊·瓦尔迪维亚要确保萨尔迪瓦铜矿生产保持节能高效。



萨尔迪瓦铜矿（Zaldivar）是一露天矿，其矿坑面积达1240多公顷。

智利北部的阿塔卡马沙漠是地球上最干旱的地方之一，年平均降雨量只有一毫米。它也是世界上最富有的矿区之一，蕴藏着许多大型铜矿。铜被称为是“智利人的工资”，是智利经济发展的动力。全世界50%的铜是从这里开采出来的。

萨尔迪瓦（Zaldivar）矿就是这贫瘠沙漠上的铜矿之一。该铜矿位于海拔3300米高处，地处圣地亚哥以北1400公里，安托法加斯塔海港（Antofagasta）以东175公里。拥有和经营该铜矿的巴瑞克黄金公司是全球著名的矿业公司，在全世界拥有27家金矿和铜矿，还有几个矿业项目正在开发之中。

于1995年开矿的萨尔迪瓦矿是巴瑞克黄金公司最大的一座铜矿，有大约750名员工，采用传统的露天开采法生产纯电解铜。在破碎车间里，矿石先经过三道破碎和堆积工序。然后进行堆浸选矿作业，利用化学和细菌药剂使铜矿溶解。溶解后的铜矿再进行精选，并在溶剂萃取车间的浸出液中进行浓缩提纯。最终，在电解车间里生产出高品位、高质量的电解铜。

刚开始，萨尔迪瓦铜矿电解车间的生产能力为年产12.5万吨电解铜。几年前，该车间经改建后年生产能力提高到了15万吨，比原设计能力高出了20%。通过增大设备的流量，提高了生产能力。2007

年，萨尔迪瓦铜矿共生产了14.3万吨铜。加工后的电解铜大部分装船运往日本、中国和美国。

过去的一年是迄今为止面临最大挑战的一年，因为石油成本的不断攀升，对其它生产成本——如原料、化学药品、运输费用及后勤供应等产生了一系列的多米诺效应。由于燃料成本的不断上涨和要求减少二氧化碳废气排放的压力不断增加，迫使巴瑞克公司和其它许多公司一样，必须找到有效方法来降低成本，提高效率。

最近任命的巴瑞克公司萨尔迪瓦铜矿总经理罗伯特·梅恩-尼科尔斯（Robert Mayne-Nicholls）解释说：“在不影响生产的情况下，我们想要成为能源利用最有效的公司。在萨尔迪瓦铜矿，我们利用阿法拉伐的工艺已经能够实现这一目标。”

巴瑞克黄金公司的萨尔迪瓦铜矿在1995年投入运营时就开始与阿法拉伐合作。那时，巴瑞克黄金公司在萨尔迪瓦矿的电解车间里采用了板式热回收工艺的解决方案，并投资购买了16套阿法拉伐的带垫圈板式换热器，用于铜提取工艺。

阿法拉伐的这些设备安装在四条平行的生产线上，总共可回收4.8万千瓦的能量。

“我们刚用上阿法拉伐的板式换热器，就开始了一场真正的革命，”萨尔迪瓦铜矿能源和水资源利用顾问纳尔逊·瓦尔迪维亚（Nelson Valdivia）说，“它们结构紧凑、传热迅速，完全改变了一切。投资这项技术带给我们的收益在今天更是显而易见。”

► 事实资料

巴瑞克黄金公司和萨尔迪瓦铜矿

- 巴瑞克黄金公司经营27家矿山，其矿山勘探及开采项目遍及五大洲。
- 到2007年底，巴瑞克公司已经探明储量和概算的黄金储量总共为1.246亿盎司，铜储量为62亿磅，金矿内的含银储量为10.3亿盎司。
- 萨尔迪瓦铜矿是智利北部地区的一个露天堆浸铜矿，平均海拔为3300米，矿坑面积达1240多公顷。
- 萨尔迪瓦铜矿有750名员工。



萨尔迪瓦铜矿采用16套阿法拉伐的板式换热器来回收4.8万千瓦热能。

“在不影响生产的情况下，我们要成为最有效地利用能源的公司。在萨尔迪瓦铜矿，我们采用阿法拉伐的工艺技术，已经能够实现这一目标。”

巴瑞克黄金公司萨尔迪瓦矿总经理 罗伯特·梅恩-尼科尔斯

阿法拉伐在智利的销售工程师鲁本·阿里亚加达 (Ruben Arriagada) 说，萨尔迪瓦铜矿是真正先行者。“萨尔迪瓦铜矿是采用此工艺的首批工厂之一，”他说，“他们很早就对热回收工艺进行了投资，而现在这已经成为了生产中的必备工艺。要是萨尔迪瓦铜矿过去没有进行这项投资，那么他们今天的成本会要高得多。”

“而且它们还可为我们节省空间，因为板式换热器占用的空间只是传统管壳式换热器的很小一部份，”他继续解释说，“管壳式换热器要占据整个足球场那么大的空间。”

安装和维护都变得简易，这是阿法拉伐设备的另一大优越性。每天都可以对换热器进行视觉检测，每年只需进行一次维修保养工作。“在我们需要进行一些细微的调整时，他们都会来到现场处理。而象框架结构这样的主要部件开始磨损时，我们可以要求阿法拉伐提供技术支持和维修服务，”巴瑞克公司萨尔迪瓦铜矿维修监理和车间经理罗伯特·维拉罗伯斯 (Roberto Villalobos) 说。

尽管富电解溶液对设备有极大的腐蚀性，但萨尔迪瓦铜矿自1995年开始还从未更换过一块换热板。板材的抗腐蚀性取决于溶液的硫酸铜含量以及换热器各自不同的设计，这样就可将腐蚀性降低到最小。

此外，阿法拉伐的换热器还在大自然的力量面前证明了其安全可靠。2007年11月14日，一次大地震袭击了智利北部的采矿区，导致萨尔迪瓦铜矿大面积停电，停产10小时。

电力恢复后，瓦尔迪维亚检验证实阿法拉伐的设备依然完好无损。“智利和采矿区域都属于地震地带，智利所有工厂的地基都要经过特别加固以应付地震发生，”他说，“令人惊讶的是，阿法拉伐换热器居然可以照常工作，就像什么都没发生过。”

瓦尔迪维亚六年前开始在萨尔迪瓦铜矿工作时，就已经对阿法拉伐非常熟悉。“我以前在智利的另一个工厂有过与阿法拉伐成功合作的经历，”他



巴瑞克黄金公司的罗伯特·梅恩-尼科尔斯 (左) 和纳尔逊·瓦尔迪维亚

>>>

阿法拉伐在
智利的销售工程师
鲁本·阿里亚加达



萨尔迪瓦铜矿的
纯电解铜年产量
高达15万吨。

▶▶ www.alfalaval.com/here/coppermine/Zaldivar

>>> 说，“阿法拉伐在采矿行业非常有名，因为他们拥有确实高效的能源回收技术。”

阿法拉伐的鲁本·阿里亚加达会定期拜访萨尔迪瓦铜矿。“我要确保我们提供的是最好的能源回收方案。”他说。

随着能源成本的持续上涨，对能源效率的需求也日益增长。梅恩-尼科尔斯认为，未来三年将会是对包括采矿业在内的所有工业的一次能源挑战。在保持现有生产发展速度不变的情况下，必须降低能源的整体消耗，减少有害气体的排放。萨尔迪瓦铜

矿的能源回收目标就是这一规划的一部分。

“采用阿法拉伐的工艺技术开创双赢局面，”梅恩-尼科尔斯说，“他们的板式热回收技术能够帮助我们实现那些目标。”

但还有许多事情有待我们去完成。“我们发现目前的形势是，全球各个行业都必须竭尽全力地降低能耗，”梅恩-尼科尔斯说，“我们很乐意不断地采纳新工艺技术，进一步提高我们的能源利用效率。”

萨尔迪瓦铜矿和阿法拉伐公司目前正在探索能源回收方面的未来合作方式，以便降低整体成本。n

▶ 铜生产过程中的热回收

成功的过程

—热回收工艺可降低成本，减少二氧化碳废气排放

萨尔迪瓦铜矿用16套阿法拉伐的板式换热器，在提铜工艺的最后步骤——电解工序中回收热量。

矿石经破碎后用硫酸浸出，硫酸可以溶解矿石中的铜。这种含铜的溶液再用有机溶剂来萃取杂质。洗涤去杂后再去除有机溶剂，并循环返回洗涤工艺段。洗涤后剩下的含铜和酸的溶液，被称为“富电解液”。

将富电解液放置于电解槽中，然后通过两个电极——阳极和阴极进行通电。铜会通过电流吸引沉积在阴极上。铜含量很低的剩余电解

液再循环返回到浸出步骤。在返回过程中，通过阿法拉伐的换热器，利用贫铜电解液来预热富电解液。

萨尔迪瓦铜矿分别在其四条生产线上使用了四台阿法拉伐的MX25板式换热器。此外，萨尔迪瓦铜矿还有一台阿法拉伐M10型换热器，可在工艺的最后步骤中用水来加热富电解液。换热器全天24小时作业。

“我们从1995年开始使用，这些设备就一直在运行，从未出现过任何大问题。”

“这些设备非常可靠，”萨尔迪瓦铜矿的维修经理罗伯特·维拉罗伯斯说，“我们从1995年开始使用，它们就一直在运行，从未出现过任何大问题。”

由于有了这种换热器工艺方案，萨尔迪瓦铜矿就能够回收4.8万千瓦的热量。它相当于每年可节省大约460万美元的成本，并且每年电解车间还可减少大约66吨二氧化碳的废气排放。此外，板式换热器占用的空间要比传统的管壳式换热器小得多。

这些换热器的设计使它们的保养工作变得尽可能简单。



萨尔迪瓦铜矿的维修经理
罗伯特·维拉罗伯斯

16台换热器在四条生产线上运行，悬挂在一条承重杆上，由一条导向杆支撑。“这就使得我的工作变得简单而轻松，”维拉罗伯斯说，“由于一次只有一台换热器停止工作，它不会对整个生产造成大的影响。”n