



贵金属开采中蠕动软管泵技术的研究

更高的运行效率和更长的正常生产时间

主要结论

在贵金属矿山使用蠕动软管泵来传送高密度的磨蚀性矿料浆具有很多显著的优势。对于竞品泵类型，在处理具有不同密度、超远距离且极少中断的磨蚀性矿料浆时存在较大困难。而在矿料浆中添加化学品时更是难上加难。

总的来说，蠕动软管泵具有以下优势：

- 显著缩短泵停机时间
- 无需特殊工具即可进行现场维护
- 更高的运行效率和产能
- 通过更好地处理腐蚀性化学物质和磨蚀性矿料浆来提高安全性
- 需要的过滤机数量更少，过滤机容量可减少 75% 每台盘式过滤机的成本约 100,000 美元，因此可节省大量资金
- 无需为机械密封提供冲洗水：很多离心泵每分钟要耗费多达约 72 升的水
- 减少储存尾矿所需的设施；由于更少的水和更高的浆料密度，可减少所需的尾矿池数量

目录

- 2 贵金属开采
- 3 离心泵的缺点
- 4 案例研究 – 铌提取
- 6 案例研究 – 铂提取
- 6 案例研究 – 黄金开采
- 7 总结



上图：泵送采矿作业中含有大量沙砾和固体的水

承担社会与环境责任

贵金属的提取往往会对环境造成更大的损失。蠕动软管泵可通过安全、负责任的传送来帮助妥善保护环境。

贵金属开采

耗水量是人们对过滤采矿强烈关注的问题，因为在该过程中会耗费大量的水资源。在第一个阶段中，矿石会被粉碎并研磨，然后粉矿会与泡沫浮选槽中的水混合，以便从中提取贵金属。产生的尾矿泡沫将在沉淀池中增稠，其中溢流的成分为水，而底流则含有浓缩矿料浆，其浓度通常为 40-75%，沉淀池底部的矿料浆浓度最高。

在贵金属开采设施中，最理想的情况是让浓密机底流具有较高的干固体含量；含水量越小，压滤机的效率就越高。而安装在浓密机下方的泵将决定允许的最大干固体含量。因此，泵技术成为了一项限制因素。▶

► 矿山通常会为每个罐至少配备两台泵，一台用于从罐中抽吸，另一台用于向 300 米外的过滤机供料。与重型蠕动泵相比，典型的离心式浆料泵无法在这样的泵送条件变化下保持精准的固定流量。

离心泵的缺点

离心泵被广泛应用于采矿中，特别是在尾矿浓密机底流应用中，但它们的缺点也显而易见。例如，离心泵可以处理的流体含固量非常有限。在很多应用中，由于强酸性或磨蚀性颗粒等因素，叶轮只能使用几周时间。

为了克服腐蚀问题，矿山工作人员可以使用由高合金特殊材料制成的离心泵，从而降低主要组件的更换频率。但是，这类泵需要大量的资本投入，价格高昂，并且磨耗率也未有改善。

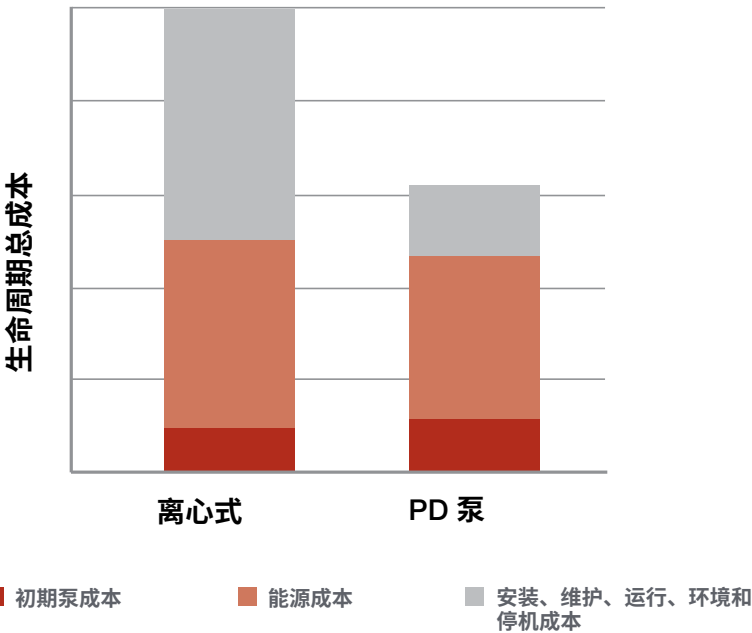
不同于其他泵，Bredel 蠕动软管泵的性能不受浆料和化学物质的磨蚀性 / 侵蚀性影响。蠕动泵的众多优势包括：

- 没有机械密封
- 无需使用水封套
- 无需密封水冲洗系统
- 没有与泵送流体接触的运动部件
- 抽吸作用不会产生内部摩擦，从而提高耐磨性

延长泵运行时间而无需维护或减少停机时间软管泵的无磨损特性得益于其独特的工作原理。不同于其他泵，矿产品的磨蚀性不会影响泵的使用寿命，从而显著减少对日常维护和备件的需求。

离心泵会继续以设定的速度运转，但随着靠近底流尾矿浓密机罐底的矿料浆密度越来越高，流速将会降低（通常罐底三分之一位置的固体含量

生命周期成本 – 相对比较离心泵与正排量 (PD) 泵



高达 75%)。Bredel 泵可保持稳定的泵送流量，而不受矿料浆密度的影响。

像 Bredel 软管泵这样的泵几乎都不用维护，因为它们既没有需要更换的叶轮、缸套、外壳、耐磨护衬和密封件，也没有会发生堵塞或磨损的止回阀。软管是唯一会被磨损的部件，但无需借助任何工具就能更换，整个过程只用短短几分钟。更长的软管寿命让客户可以减少维护停机时间和备件库存；这两点对于在偏远地区的恶劣环境下进行采矿作业很重要。

当然，在成本上的另一个优势在于，Bredel 软管泵可以将过滤机的容量降低多达 75%。 ►

怎么采矿与采什么矿同样重要。ICMM 正在推动技术改进以支持安全和环境绩效。此外，还要不断推动可持续绩效的改进

ICMM 2017 主席，Donald Lindsay，Teck 总裁兼首席执行官



上图：浓密机底流应用中的
Bredel 80 软管泵

▶ 盘式过滤机不仅非常昂贵，每台机器大约需要 100,000 美元，而且供料还必须保持恒定才能确保达到最高的工作效率。但是，与干固体含量关系更直接的是储存尾矿的尾矿池。同样，更少的矿料浆体积意味着可以使用更小的尾矿坝，而更少的含水量还能降低尾矿坝发生渗流的风险，从而提高安全性。更少的含水量可降低尾矿坝发生渗流的风险，从而提高安全性。

案例研究：铌提取

铌 (Nb) 是一种稀土金属，具有超凡的耐腐蚀性能，因此非常耐热和耐磨。目前，全球大部分的铌都来自三座矿山：巴西 CBMM 的矿山；巴西 CMOC International 的矿山；以及加拿大 Niobec 的矿山。

在 CMOC International 的 Ouvidor 矿山，其矿料浆由 44% 的铌与水、硫酸、异丙基和絮状物组成。随着料浆在底流尾矿浓密机罐底变得越来越浓，固体含量会升高至 75%。

简而言之，离心泵无法处理如此高的固体浓度。

有时候，活塞泵被用来处理高密度的泥浆，但是耐磨蚀性能较好的活塞泵非常昂贵。

后来安装了 Bredel 软管泵，使用直径为 75mm 的吸入管和排送管从罐中排放泥浆，然后将它们传送到 300 米外的压滤机。如果压滤机上的压力增加，则可以手动控制泵以降低其速度。在过滤除去固体之后，剩余的废水会被泵送到泻湖或尾矿坝。▶

矿业公司每出现一次设备故障事件，每小时会造成高达 3,000 美元的损失



► 这时候，水中仍残留有腐蚀性的化学物质。Bredel 泵不仅可以处理磨蚀性固体，还可以处理化学成分。

在 Ouvidor，离心泵曾因为磨蚀和化学腐蚀而受损严重。维修泵所导致的停机时间至少为 6-8 小时。此外，还必须从浓密机下方拆除泵。相比之下，更换 Bredel 的软管和润滑剂只用不到四个小时就能完成，并且还不用安装备用泵，因此可以延长正常运行时间并提高产能。

目前，矿山已经安装了好几台 Bredel 软管泵，其中一些已经可靠运行了近十年。许多泵都被用来泵送铌料浆（占 44%），尽管一些泵是为新的应用而采购的，但仍有许多泵取代了原有的离心泵。

Bredel 65 就是一个很好的例子，它取代了需要经常维护的离心泵。七年后，Bredel 仍然表现出色，能以 $7\text{m}^3/\text{h}$ 的流速通过 3m 高、8m 长的排放管进行泵送。大约在同一时间还安装了 Bredel 50，用它取代了配备开式叶轮的离心泵，这是因为化学物质和磨蚀容易导致叶轮受损。在这种罐传送应用中，铌料浆能以 $4.5\text{m}^3/\text{hr}$ 的流速通过 4m 高、5m 长的管道进行排放。

在 Ouvidor 的其他地方，Bredel 泵被用于包括凝结剂定量、废料抽吸和压滤机进料在内的各种应用。后一种应用原来采用的是立式离心泵，但它们既无法以高浓度传送料浆，也无法承受压滤机的压力。取而代之的 Bredel 泵已经成功使用了 9 年，►

上图：软管泵将废液从压滤机传送到尾矿池

几台 Bredel 软管泵正在泵送罐中的铌料浆，每天运行 18 至 24 小时，EPDM 软管的使用寿命可达五个月

- ▶ 它能沿着 320m 长的排放管（3m 高）以 $28\text{m}^3/\text{h}$ 的流速和 7 bar 的压力泵送含有氟硅酸的磷酸盐废料。

案例研究 – 铂提取

考虑到精炼过程中的损耗，以及在布什维尔德杂岩中发现的不同矿石的铂含量各不相同，必须处理 10 至 40 吨矿石才能收获一盎司的铂。浓缩是将矿粉分为两部分的过程：一部分富含高价值的矿物质（精矿），而另一部分是废料（尾矿）。从经济的角度考虑，这一步至关重要，因为它能减少必须运输到冶炼厂 / 精炼厂的原料体积。

Sibanye Platinum 在南非的 Waterval 工厂安装了六台 Bredel 100 软管泵输送比重为 1.4 至 1.7 的特定比重铂料浆。四台 Bredel 100 泵被用于在 90-100m 的距离内将矿料浆从浓密机传送到储罐，另外还有两台被用于在大约 180m 的距离内在储存槽之间传送矿料浆。

案例研究 – 黄金开采

一项有意思的案例研究是 GoldCorp 集团在墨西哥经营的 Peñasquito 金矿。客户 Mex-MexPeñoles 是一家铸造厂，主要负责接收 Peñoles 集团矿山的所有精矿，然后进行加工分离。

泵应用主要集中在用于酸浸和热酸浸（用于从矿石中提取矿物）的浓密机底流。为此采用了多台 Bredel 软管泵，其中一些已经使用了 13 年以上。浸出是使用化学溶剂将黄金从矿石中溶解出来，这是一种名为炭浆法 (CIP) 的工艺的一部分；尽管使用了包括氰化物在内的腐蚀性化学物质，但泵的寿命仍能达到如此之长。此外还会用到碳颗粒，其主要作用是吸附黄金，然后再使用热碱将黄金与碳分离。使用的



其他化学品还包括用于水处理的石灰，以及用于固体凝结和水回收的絮凝剂。

上图：处理后的废水将重新用于浓密机底流

在巴西 AngloGold Ashanti 的 Queiroz 矿山，其浓密机底流尾矿应用中的离心泵也被 Bredel 软管泵所取代，因为前者不仅维护成本极高，而且耗水量惊人。两个单元（四个泵）被用在处理黄金浆料的两个罐上，料浆的固体含量为 70% ($30\% \text{H}_2\text{SO}_4$)，粘度为 $2150 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。在该矿山的其他地方，两台较小的 Bredel 泵在酸浸应用中被用来传送氰化物和苛性钠混合物。▶

自从安装了 Bredel 100 软管泵，一个矿山将备件成本降低了近 50%

► 在 Mineracoa Turmalina Ltd 位于巴西的金矿中，很多软管泵正被用来处理乙醇、盐酸以及固体含量高达 73% 的矿料浆（68% 的废固体，5% 的水泥和水）等物质。在该情况下，矿料浆经过长度为 500 米的水平管道，以及另外长度为 300 米的垂直管道来向下进行排放。由于从罐到最终出口的超远距离，泵所产生的最大排放压力要达到 12 bar。尽管存在腐蚀性化学物质以及高达 12 bar 的背压，但在这些黄金提取过程中，即便 Bredel 软管泵每天连续工作 18 小时，其软管寿命仍可达到 3 至 5 个月。

总结

传送矿石、精矿和浆料残余物是工业采矿过程的重要组成部分。但是，矿山经营者必须不断探索履行其社会和环境责任的方法。

在世界各地的矿山中，Bredel 重型软管泵帮助不同的公司减少了耗水量和化学制品用量。此外，更短的维护周期和更少的零配件，也使得 Bredel 软管泵可以帮助矿山经营者履行其环保义务，同时节省成本。■



Bredel

Hose Pumps

Bredel 软管泵是沃森马洛流体技术集团的品牌。

沃森马洛流体技术集团是盒式蠕动泵及相关流体技术的全球领导者。公司旗下共有十个不同专业领域的品牌，但它们共同为客户的泵送和流体传输流体应用提供了全套解决方案

wmftg.co.uk

+44 (0)1326 370370

info@wmftg.co.uk

**WATSON
MARLOW**

Fluid Technology Group
