

2025

Garlock 技术与应用白皮书

锂电篇



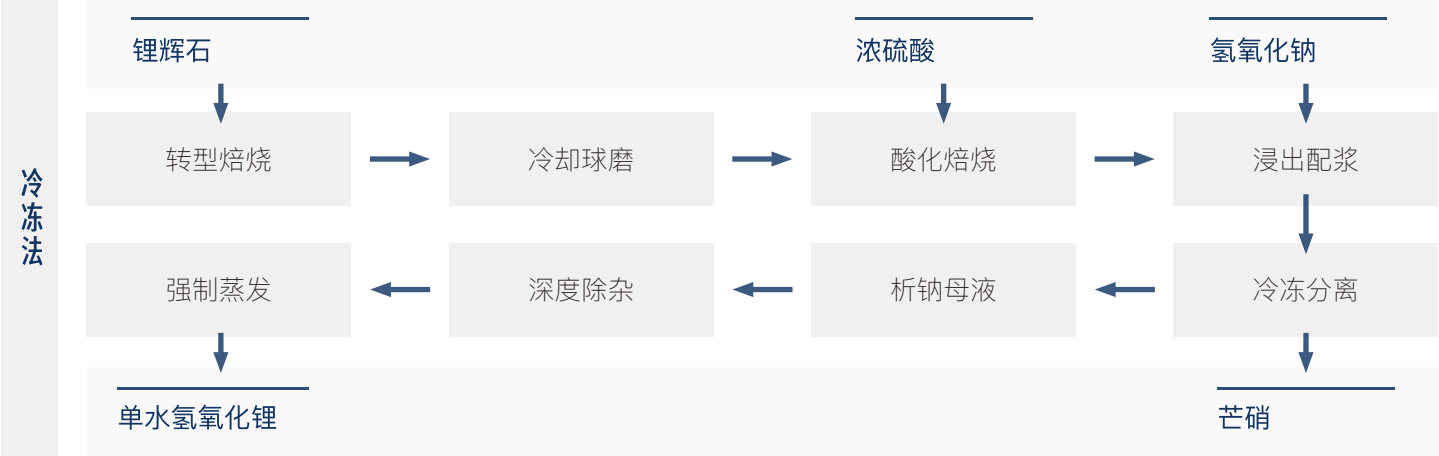
锂电行业

氢氧化锂是锂产业链中重要的核心锂源，是一种呈白色结晶性粉末状的无机化合物，溶于水，微溶于乙醇，具有强碱性，是制造动力电池、玻璃、陶瓷等产品的重要原材料。氢氧化锂的上游原材料主要是锂资源，包括锂矿石和卤水。氢氧化锂的生产方式分为“苛化法”和“冷冻法”两种，“苛化法”是国外生产氢氧化锂的主流方式，工艺简单成熟且投资少，但这种方式生产的氢氧化锂品质较低，且对原材料的纯度要求较高。“冷冻法”又称一步法是国内氢氧化锂企业采取的主流生产方式，产品出品质量高，但工艺流程长且投资成本高。动力电池是氢氧化锂最主要的下游应用市场，并且随着新能源汽车产业的飞速发展，氢氧化锂需求持续上涨。

锂电产业链



氢氧化锂生产工艺——冷冻法



氢氧化锂生产工艺——苛化法



锂电产业链

上游	中游	下游
锂资源开采与加工 在锂资源的开采与加工过程中，Garlock 的密封技术确保了生产过程中介质的高效传输和安全密封。特别是在涉及强酸、强碱等腐蚀性介质的环境中，Garlock 的高性能垫片能够有效防止泄漏，保障生产过程的稳定性和安全性。	氢氧化锂和碳酸锂生产 在氢氧化锂的生产过程中，Garlock 的密封技术主要应用于生产设备和管道的系统。Garlock 的 GYLON® 3545 垫片由 100% 聚四氟乙烯（PTFE）材料制成，其上下层微网格和中间带芯层的结构具有卓越的耐化学腐蚀性，能够耐受强酸、强碱等腐蚀性介质。同时，它具有高补偿性，能够适应法兰面的不平整度，确保密封性能。	动力电池制造 在动力电池的制造过程中，Garlock 的密封技术同样发挥着重要作用。特别是在电解液、电极材料的生产 和运输过程中，Garlock 的密封解决方案能够有效防止泄漏，保障生产过程的安全性和效率。
核心产品： Garlock Klosure® 系列重载油封，GYLON® & GYLON EPIX® 垫片	核心产品： STRESS SAVER® 3504, GYLON® 3545 ,GYLON EPIX® & ABRA-LINE® P2000 膨胀节	核心产品： Model 64 油封，PS-SEAL 轴封 & P2000 膨胀节，STRESS SAVER® 3504,GYLON EPIX®,GYLON® 3545 & ABRA-LINE® 膨胀节



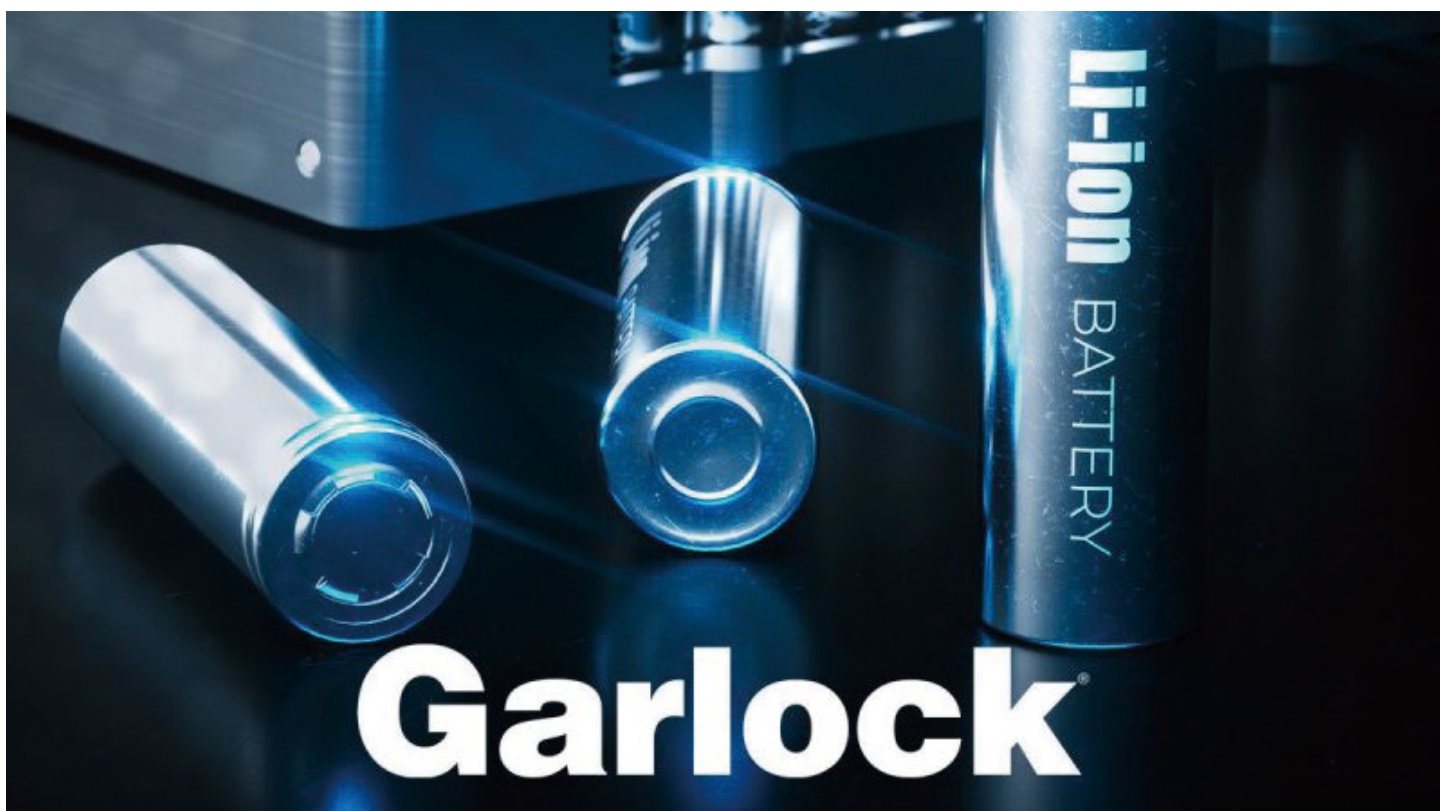
锂矿一般分为锂辉石型和卤水型两种类型。
开采工艺主要分为锂辉石露天开采和盐湖卤水提锂。

卤水提取

盐水被抽到地面并收集到一个蒸发池中，在池中加入水合石灰浆，以促进镁等其他金属的沉淀。浆料通过高密度聚乙烯管道从一个池子泵到另一个池子，以提高浆料纯度。颜色的变化反应了较高的锂浓度。这个过程相当缓慢，因为整个周期需要 18 个月才能完成。

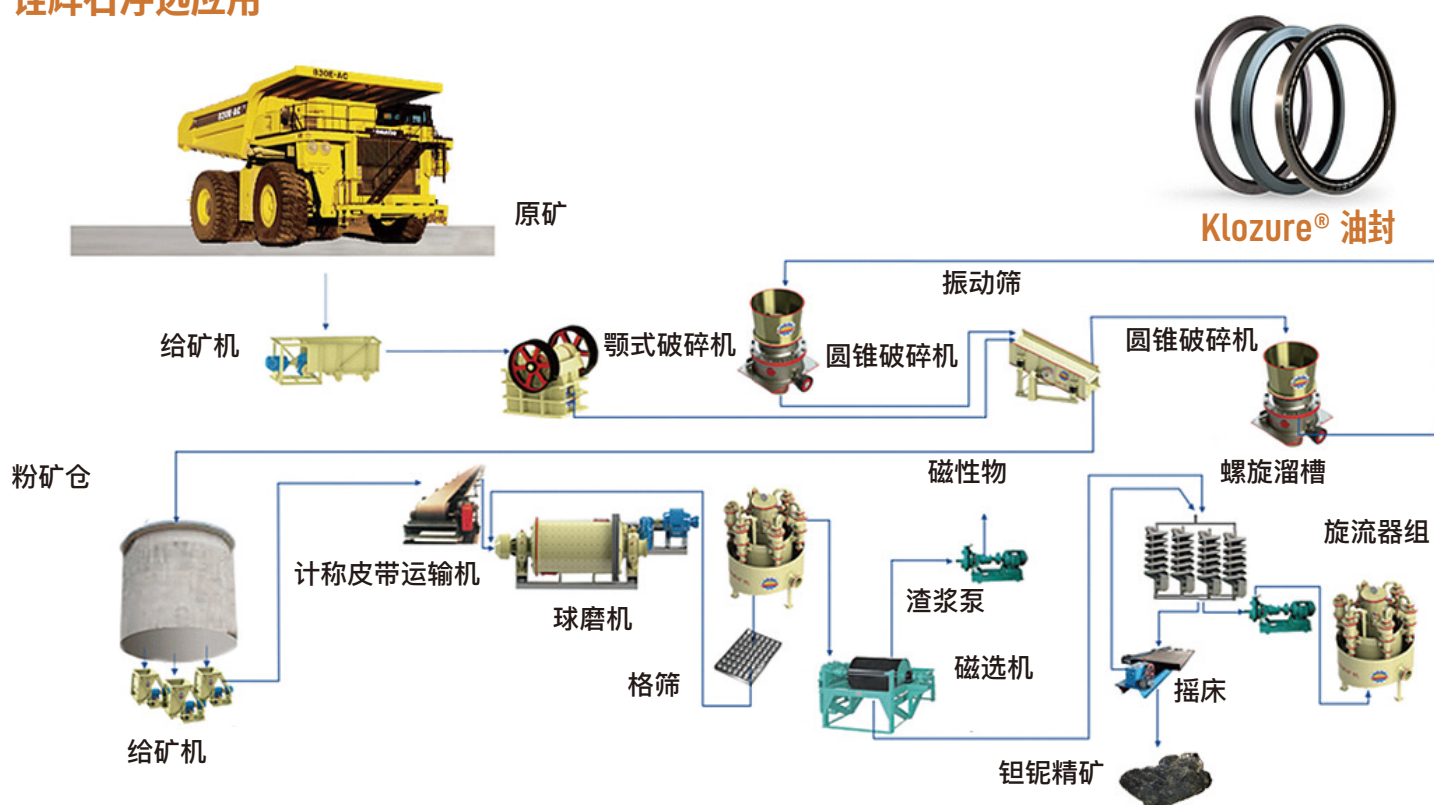
锂辉石选矿

流程包括：1. **磨矿**：先将矿石磨细，使有用矿物与其他矿物（或脉石矿物）解离。2. **调浆加药**：调整矿浆浓度适合浮选要求，并加入浮选药剂，以提高效率。3. **浮选分离**：矿浆在浮选机中充气浮选，完成矿物的分选。4. **产品处理**：浮选后的泡沫产品和尾矿产品进行脱水分离。





锂辉石浮选应用



卤水提取 - 应用



管道，泵，阀门
需要稳定耐久的
密封产品。

采用柴油机泵抽取地下盐水，经高密度聚乙烯塑料管道输送至蒸发池。

问题： 法兰使用廉价的橡胶垫片

3545/3760 /3504 EPX



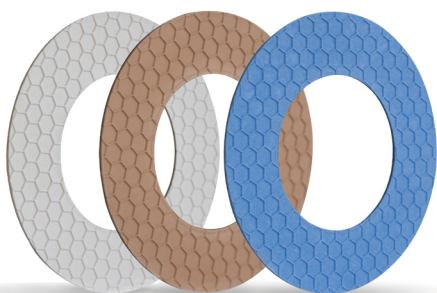
密封，不仅寿命低，而且法兰松弛会造成载荷损失。随着时间的推移，垫片容易被吹出。

机遇： 每个“盐湖”都有 16 公里的高密度聚乙烯管道。Garlock 与客户讨论并应用 3545/3760/3504 EPX。

锂电 | 行业产品聚焦



Garlock



GYLON EPIX®

GYLON® & GYLON EPIX® 垫片

耐受硫酸和盐酸、强碱等腐蚀性介质，适用于恶劣的化学品工况。第一代高性能改性 GYLON® 垫片在金属法兰上使用经验丰富可靠，而低载荷、低泄漏、易安装的新一代改性聚四氟乙烯 GYLON EPIX® 垫片可解决非金属低压管道的密封难题。

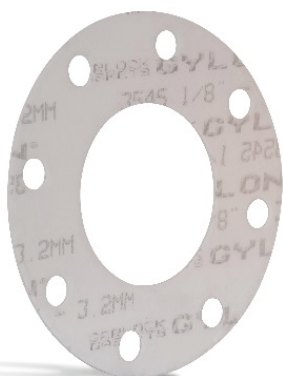
GYLON EPIX®

低载荷、低泄漏、易安装的新一代改性聚四氟乙烯垫片，适合多种低压的非金属管道法兰，较低的扭矩就能实现紧密密封。

特色

- 一种厚度兼容了两种厚度的功能
- 等同于 1/16" 厚度垫片的密封性能和螺栓载荷保持能力
- 拥有 1/8" 厚度垫片的压缩率以及与法兰的适应性
- 专利的六边形表面突起结构提供了优异的密封性能以及对有缺陷法兰表面的适应能力
- 材质与传统的 GYLON® 相同

- 可提供板材和切割垫片
- 添加二氧化硅 / 铝硅酸盐微珠 / 硫酸钡的改性 PTEE
- 厚度：3/32"
- 最低温度：-450° F / -268° C
- 最高温度：400° F / 204° C
- 最高压力：750 psig / 52 bar



GYLON® 3545

微网格带刚性芯层的纯 PTFE 垫片，适合绝大部分腐蚀性介质。它是一种高度可压缩的微网格的 100%PTFE 垫片材料，其压缩率高达 60~70%，具有高补偿性，适用锂精炼环节。在锂电池回收过程中，针对回收过程中强化学介质（如酸液）的管道连接，提供具有完整性和低载荷适应性的静密封方案，不同表面结构的密封方案可适配不同的法兰面并以较低载荷就能实现紧密密封。

特色

- 白色
- 可提供板材或切割垫片
- 符合 FDA 法规和 ABS 规范
- 最低温度：-450° F / -268° C
- 最高温度：500° F / 260° C
- 最大压力：1200 PSI / 83 bar
- 最大 PxT (1/16")：
350,000 ° F x PSIG / 12,000 bar x ° C
- 最大 PxT (1/8")：
250,000 ° F x PSIG / 8,600 bar x ° C

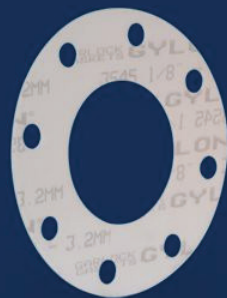
应用

- 强碱
- 强酸
- 脂肪族烃和芳香族烃
- 氯场合
- 低温工况
- 搪玻璃设备
- 低螺栓载荷工况



产品聚焦

GYLON®
Style 3545



Garlock

行业

锂电精炼

客户

全球知名锂生产商

领先密封技术™



锂矿开采



精炼加工



电极生产



电池组装



电池回收

背景

客户是全球领先的电动汽车电池锂供应商，在中国运营着多个大型锂生产基地，包括技术级和电池级氢氧化锂和碳酸锂。生产基地的设备和管道由多种材质组成（金属，FRP, PTFE 内衬），尺寸多且采用多种标准，由于介质腐蚀性强对垫片选型要求很高。客户希望选用的垫片种类少，密封性能好且维修方便。垫片对强酸、强碱的耐化学性都需要兼容。

面临的挑战

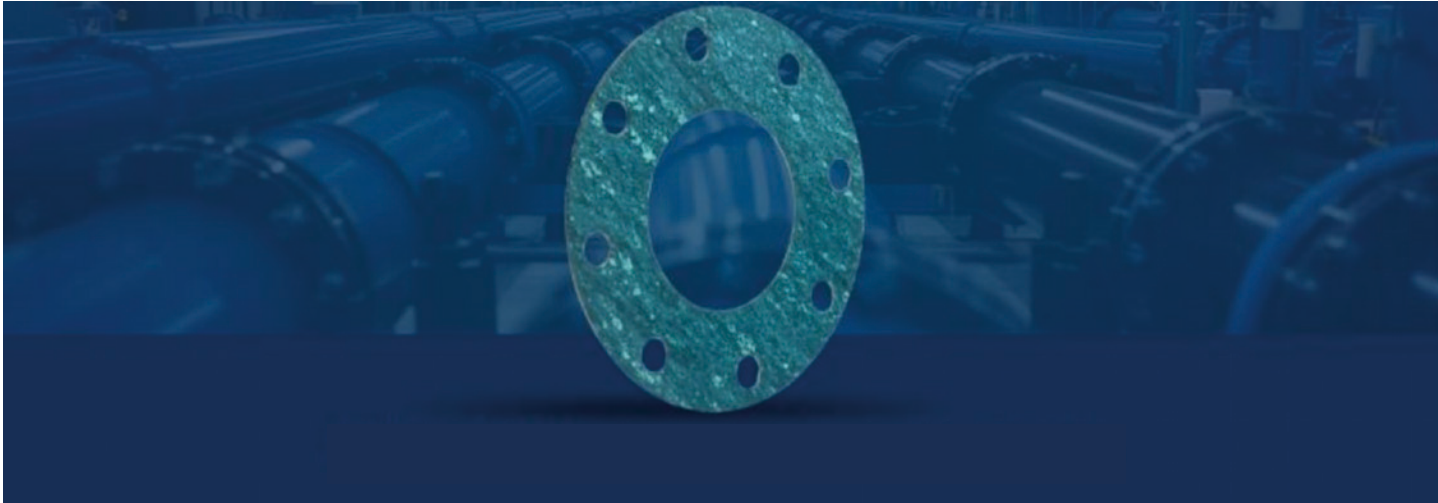
客户选用了 PTFE 衬里的法兰具有好的腐蚀性，但是 PTFE 衬里不如钢制法兰强度高无法承受高密封载荷，且法兰面容易存在一些波浪度即不平整。选择密封方案需考虑因素主要有：1) 耐受工作介质，2) 高补偿，3) 容易密封。若是面压较低时垫片与法兰面容易有间隙或垫片未压紧会引起泄漏，而密封面压高容易导致衬里法兰压裂或衬里法兰变形甚至损坏。

操作工况

安装位置：硫酸管道
尺寸 S: DN20 ~ DN200, PN16
温度 T: <120°C
应用 A: PTFE 内衬法兰, RF
介质 M: 20% 硫酸, 5%HF, 15% 硫酸钠
压力 P: 6bar

解决方案

根据客户工厂大量使用 PTFE 衬里法兰的工况，我们推荐 GYLON® 3545 垫片。GYLON® 3545 垫片由 100% 的聚四氟乙烯材料组成，有着优异的耐化学腐蚀性，无论是酸还是碱都适应。对于 PTFE 衬里钢制法兰，其表面的不平整度给密封带来了挑战，高度可压缩的 GYLON® 3545 解决这一密封难点。此外，客户非常关心扭矩，M&Y 和硬度等信息，Garlock 团队按需工况提供了技术支持和每个垫片的扭矩指导，客户对我们的技术服务非常满意。



MULTI-SWELL™ 3760 垫片 (NSF-61 & 372 认证) 合成纤维和专有橡胶粘合剂

MULTI-SWELL™ 3760 可解决低载荷法兰的泄漏难题，与存在水或油“渗透”的传统植物纤维和软木垫片相比，MULTI-SWELL™ 会吸收油或水后自膨胀并实现更紧、更可靠的密封。

规格

- 材料：合成纤维板材及专有橡胶
- 最低温度：-100° F / -73° C
- 最高连续工作温度：400° F / 205° C
- 最大压力：500 PSI / 34.5 bar
- 最大 P_xT(1/16")：150,000 (° F x PSIG) / 5,100 (° C x bar)
- 最大 P_xT(1/8")：100,000 (° F x PSIG) / 3,400 (° C x bar)

特色

- 在油、水工况中的轻型法兰中施加压缩载荷
- 通用性高于只在油中膨胀的垫片 — 可减少库存品种
- 适用于低载荷法兰
- 比标准纤维垫片更易压缩，在低载荷下也能密封
- 可提供板材或垫片，便于现场切割
- 在许多应用中可取代植物纤维垫片 — 不会渗液滴漏，提高工厂安全性
- 通过 NSF-61 & 372 饮用水认证

应用

- 压缩机
- 发电机
- 泵
- 齿轮箱
- 铸造水管法兰
- 变压器
- 视镜
- 舱口盖
- 手孔 / 人孔



重载油封

Garlock Klosure® 系列重载油封通常应用于高速、高载荷、高跳动等恶劣工况当中。这一系列油封的弹性体通常采用 MILL-RIGHT® 系列的混炼胶料，其特殊配方极大地改善了橡胶材料的耐磨性和耐腐蚀能力。Garlock 为配套的设备在高速、高冲击、高温等苛刻条件下提供了有效的轴承密封保护方案，改善了轴承、齿轮等关键零部件的润滑环境，显著地延长了设备使用寿命，减少了设备维修成本。



26



143

145



64



23



53



59

Model 64

其中 Model 64 油封解决轴孔不对中问题，是一款耐磨损、耐冲击的油封产品。它可延长设备轴承使用寿命，确保锂矿生产运输过程效率的提升。

规格

- 最小轴径：8.000 英寸 / 203.2 mm
- 最大轴径：74.409 英寸 / 1890.0 mm
- 最高运行线速度：35.6m/s
- 弹簧配置： 装配式不锈钢指型弹簧和环形弹簧
- 材料选项： Mill-Right® N、Mill-Right® ES 和 Mill-Right® V



P2000 膨胀节

膨胀节是一种连接在刚性管道系统中的特殊设计的工程产品，它可以达到以下一项或多项功能：吸收位移；缓解因温度变化，载荷应力、泵送压力波动、磨损或沉降引起的系统应力，降低机械噪音，补偿不同轴度，消除不同金属之间的反应。

Style P2000 膨胀节将最优的机械设计与最新的织物和弹性体技术相结合。其具备出色的承压和位移能力，适用于从管道以及注重安全性的各种应用。Style P2000 拥有同类产品中相对最佳的弹性系数、位移能力和承压能力，这些性能与竞争对手的产品相当甚至更优，能够确保在极端条件下保持耐用性。

无论是在阴极浆料加工、公用设施支持还是工艺管道中，减少故障并延长正常运行时间都至关重要。管道系统振动会导致锂离子电池生产的早期故障和停机。Garlock 的 P2000 膨胀节可将设备与这些力隔离，从而确保其长久使用寿命。



产品聚焦 | P2000 膨胀节



Garlock

行业

锂矿

客户

电铲制造商

领先密封技术™



锂矿开采



精炼加工



电极生产



电池组装



电池回收

背景

客户是国内外知名的电铲制造商。该客户制造的电铲广泛应用于全球各大露天矿场，当然也包括锂矿的开采。作为矿场大型关键挖掘设备，通常一台电铲配合数十台矿用车的开采运输作业。一旦电铲出现故障停机，其影响面大，带来的经济损失巨大。

面临的挑战

电铲的机构非常复杂，有提升机构、推压机构、回转机构、行走机构等。这意味着电铲需要有大量的传动系统和执行机构，也意味着整个电铲需要有大量的密封，从而来保护数量众多的齿轮、轴承等重要零部件。这么多的密封部位，对密封性能和可靠性提出巨大挑战，某一处密封的失效，都会引起严重的后果。同时，数量众多的密封，也对采购组织、售后服务、质保索赔等工作的开展带来挑战。

操作工况

安装位置：各种齿轮箱、轴承箱等。
尺寸：多种规格，大小不等。
温度：运行温度 $-50 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。
应用：矿区粉尘大，部分矿区位于极寒地带。
介质：润滑油，外部杂质（水、粉尘等）。
速度：输入轴的线速度较高，可达 15m/s 。

解决方案

因矿区工况恶劣，同时对密封有着高可靠性的要求，客户选择了 Garlock Klokure® 系列油封。根据不同的应用，Garlock 提供了整体的密封解决方案，包括 Klokure 23 型、26 型、53 型、59 型、64 型、143 型、145 型等密封件，使设备具备优异的密封性能和密封寿命，从而大幅减少因为密封失效而停机的概率，为终端矿山用户创造大量价值。同时，Garlock 整体密封解决方案的提供，也为矿山用户订购油封等配件带来极大的便利。

行业
锂矿

客户
矿用车制造商

领先密封技术™



背景

客户是全球知名的大型矿用车制造商。该客户制造的大型矿用车广泛应用于全球各大露天矿场，包括煤矿、锂矿、油砂等的开采运输。作为矿场大型关键运输设备，减少矿用车停机时间，提高矿用车的出勤率是保障矿场作业效率，提高经济效益的关键。

面临的挑战

矿用车的核心驱动部件为电动轮，作为载重几百吨的矿用车的动力传输和载荷承载的关键部件，电动轮的结构较为复杂。它既需要将电机的动力经过行星齿轮减速系统实现减速增扭，同时电动轮的轮端系统还需承担近百吨的载重，在行驶过程中还承受矿区坑洼路面的冲击。不管是减速系统的齿轮，还是轮端系统的轴承，在这种恶劣的作业工况下，都离不开良好的润滑。而良好的润滑环境，往往离不开性能优异的油封。比如，电动轮减速系统的润滑剂采用的是齿轮油，而电动轮轮端系统的润滑剂通常采用的是润滑脂。如何防止润滑剂的泄漏，避免两个系统之间润滑剂的窜动、污染，以及如何防止粉尘、水等外界污染物进入电动轮内部，是确保整个电动轮稳定、高效工作的关键。

运行工况

- 安装位置：电动轮减速系统和轮端系统的密封区隔；轮端系统与外界的区域。
- 尺寸：根据矿用车的吨位而定，油封尺寸通常大于 1000mm。
- 温度：运行温度约 -40 ~ 100℃。在某些环境炎热或工况恶劣的矿区运行，温度会更高。
- 应用：动态密封，承受重载冲击，存在较大轴孔偏心。同时，环境恶劣，尘土飞扬，要求油封具备良好的耐磨性能。
- 介质：减速系统的齿轮油，轮端系统的润滑脂，外部杂质（水、粉尘等）。

解决方案

矿用车设备庞大，维修保养通常费时费力，因此造成的停工损失较大，矿山用户希望设备能够可靠、高效地运行。而矿用车载重量大，加之道路坑洼，对电动轮的冲击巨大；同时矿山作业环境恶劣，尘土飞扬，对电动轮的长时间良好工作带来巨大挑战，为实现恶劣工况下的可靠作业，客户选择了 Garlock Kloxure® 64 型重载油封，为刚性矿用车的核心部件——电动轮的长期稳定运行保驾护航。该油封具有优异的耐油、耐磨、耐高温性能，同时能够承受最大 3.18mm 的轴孔不同心度，使其特别适用于矿用车电动轮重载恶劣工况。几十年来，Garlock 油封在全球各大矿区为关键挖掘、运输设备的可靠运行默默贡献着自己的力量，深受矿山用户的喜爱和信赖。

PS-SEAL® 轴封

在动力电池制造过程中，特别是电池制浆混合阶段，对密封方案的要求同样严格。在锂电池正负极材料加工过程中，大量使用各种旋转设备如搅拌器、螺带混料机、犁刀混合机、喂料器、螺旋输送机、旋转阀等，这些应用场合有着不同的介质、压力、温度、速度和径向跳动、洁净度要求等特殊性。尤其是配料和搅拌工序，**配料准确性和混料均匀性**直接影响电池性能。

锂离子电池的电极制造中，对电池浆料的主要要求是：分散均匀一致，如果浆料分散不均，会出现严重的团聚现象，这最终对电芯的电化学性能会造成非常大的影响；其次，浆料要有良好的沉降稳定性和流变特性，满足极片涂布工艺的要求，通过涂布得到厚度均一的涂层。混料工艺对锂离子电池的生产至关重要。正极材料混合时有高粘稠度，有颗粒度，需要耐磨的动密封解决方案。

使用 Garlock 的轴封产品可解决粉料混合搅拌工艺中的易磨损、易漏粉、高速、高温和易被污染的密封难题，同时耐用性佳，可降低设备停机时间并减少维护成本。



应用：PS-SEAL® 应用场景之电池制浆搅拌

操作工况

温度：常温～70℃

介质：电池浆料，正极：磷酸锂液体（有颗粒），负极：石墨和水

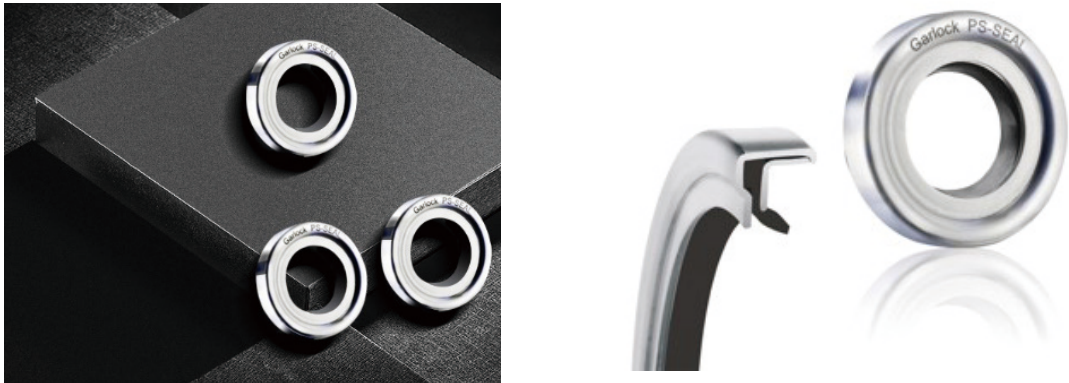
压力：最大 4bar

设备：电池制浆搅拌机

尺寸：150*180*12mm



PS-SEAL® 标准旋转轴密封



Garlock 独有的改性聚四氟乙烯 GYLON® 材料从配方到工艺控制已符合美国的 FDA 要求，并获得了美国药典 USP VI 认证以及欧盟的 1935.2004 认证，符合 ATEX 防爆应用要求，可用于高达 45m/s（唇口线速度）的高速搅拌场合。在对锂电行业高密度、高磨损和强腐蚀的介质密封应用中，PS-SEAL® 在密封性能、可靠性、安装维护便利性等方面大大优于机械密封和编织盘根的表现。

PS-SEAL® 的密封唇材料采用专利的高性能各向同性的 GYLON® 材料，有多种符合 FDA 要求的材料选项，在抗渗透性、耐磨性和耐腐蚀性上，都有优异的性能。同时，Garlock PS-SEAL® 密封唇还具有低摩擦性和或自润滑性。这些特性使得 Garlock PS-SEAL® 在高压、高速以及无润滑的工况下均展示出出色的密封性能和超长的密封寿命。特别适用于电极粉料、浆料的混合、搅拌设备的密封。

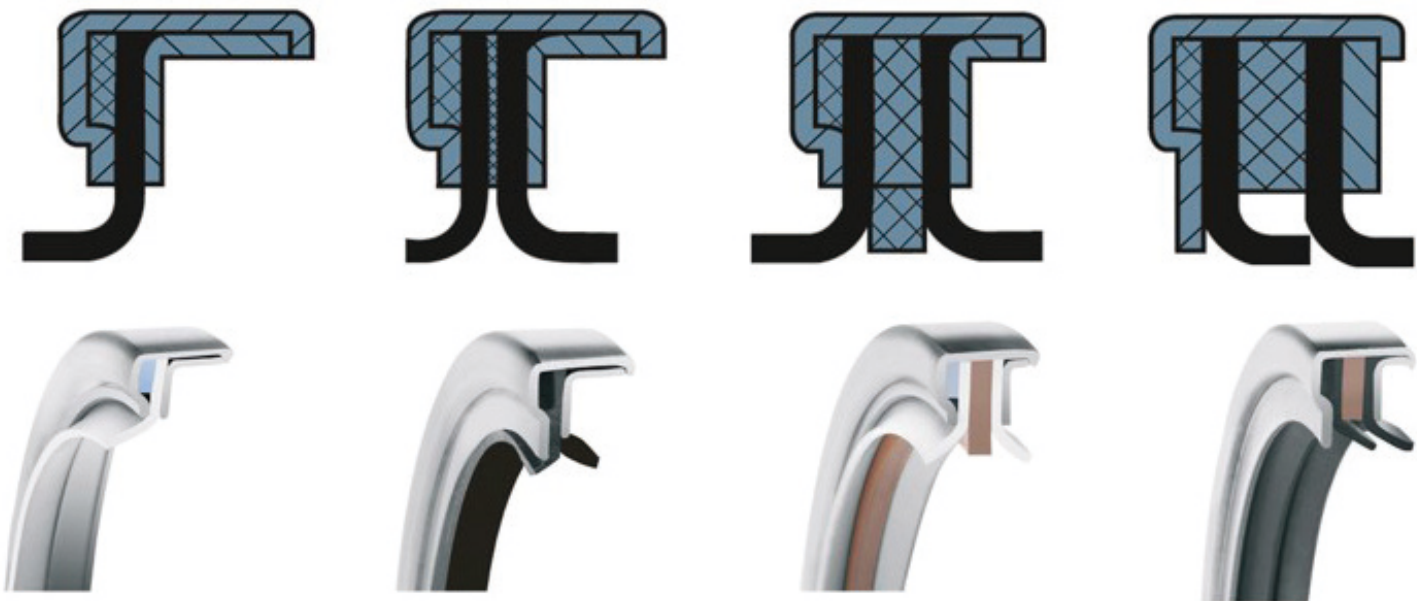
PS-SEAL® 非标旋转轴密封

反向单唇

带附唇的正向单唇

反向双唇

同向双唇



Garlock
— An ENPRO Company —



Garlock 微信公众号

欢迎访问网站：
www.garlock.com.cn

卡勒克密封技术（上海）有限公司

上海市闵行区申虹路 928 弄

虹桥嘉汇 5 号楼 101 室

邮编：201106

电话：86-21-64544412

传真：86-21-64775793

邮箱：sales.china@garlock.com

客服热线：4008 9412 88