

# 智利铜产业水资源问题专题（一）：干旱

——金瑞期货铜矿专题报告

2023年2月6日

## 核心观点：

- 智利是全世界最大的铜矿生产国，因智利独特的地形气候以及铜矿分布，使得水资源问题对部分铜矿生产有着重要影响
  - 智利独特的国土面貌使得智利气候环境十分复杂，总体呈现北干南湿的特点。而当前智利正在经历一场持续超过 13 年的超级干旱，水资源十分紧张，中部地区影响尤其严重。
  - 智利铜矿分布集中在北部与中部地区，其中又以气候半干旱半湿润且铜矿开采较为依赖地表水的中部地区最容易受干旱影响。铜矿产量最高的北部安塔卡马沙漠地区铜矿开采主要依赖海水和地下水；南部气候湿润水资源丰富，但铜矿较少。
  - 2022 年智利中部 Los Pelambres 以及 Los Bronces 两座铜矿因干旱等问题累计减产 10 万吨
- 海水淡化是智利铜矿企业应对水资源紧张问题的主要解决方案。
  - 狭长的地貌使得智利大部分铜矿距离海洋直线距离不足 100 公里，为其利用海水进行淡化提供了极大便利。Escondida 已经建成了智利最大的海水淡化厂并将生产用水从地下水完全转向淡化海水
  - Los Pelambres 以及 Los Bronces 均已经开始海水淡化项目，预计项目落成后两座铜矿将不再会受到干旱缺水影响
  - 智利中部仅剩 Andina 仍有一定缺水风险，中长期来看缺水将不再是智利铜矿生产所面临的主要风险
  - 高昂的项目建设成本以及淡化设备使用成本是铜矿使用淡化海水所面临的主要问题

吴梓杰

F03092033

邮 箱：[wuzijie@jrqh.com.cn](mailto:wuzijie@jrqh.com.cn)

精矿生产是用水最大的环节



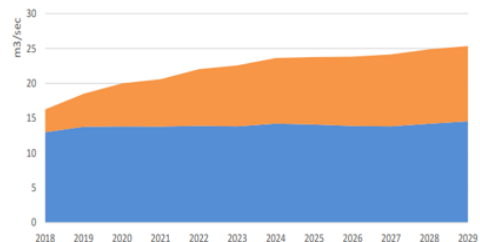
• Concentration • LX-SX-EW • Smelting and Refining • Other

地表水约占智利铜矿用水的24%



• 海水 • 地表水 • 地下水 • 其他

未来智利铜矿使用海水比例将会持续提高<sup>4</sup>



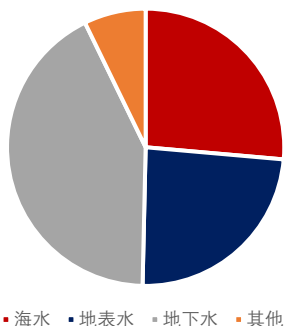
## 一、 极端干旱天气困扰智利铜矿生产

### 1.1 智利水资源对铜矿生产有重要影响

智利是全世界最狭长的国家，国土面积横跨七个气候区，气候整体呈现北干南湿的特点。智利位于南美洲西部，国土坐落于太平洋与安第斯山脉之间，南北长 4300 公里，东西平均宽 200 公里，是全世界最狭长的国家之一。狭长的国土使得智利气候环境十分复杂，包含了多种不同的气候类型，但总体呈现北干南湿的特点。智利北部以沙漠气候为主，在副热带高压笼罩下终年干旱，年降水不到 20mm；其中安塔卡马沙漠是全世界降水最少的地区，被成为世界旱极。中部是首都圣地亚哥所在地，人口众多经济发达，以地中海气候为主，气候干湿两季分明，降水主要集中在每年冬季（6-8 月），但年总降水同样并不充沛，平均降水约 300-500mm，仅与我国黄土高原相当。南部地区人口稀少，以海洋性气候为主，终年寒冷湿润，降雨极其丰沛，部分地区年均降水可达 4000-5000mm。

智利的铜矿主要集中在北部沙漠地区和中部山区，南部仅有少量分布。智利的铜矿主要聚集在北部沙漠地区，其中安塔卡马沙漠是全世界最大的铜矿带，聚集了包括世界第一大铜矿 Escondida 在内的超过 10 座主要铜矿，年产铜超过 200 万吨。因其气候干旱缺乏降雨和地表径流，铜矿生产主要依赖地下水以及淡化海水。中部圣地亚哥大区附近的山区则拥有 Andina, Los Pelambres 等大型铜矿，主要依赖河流、冰川等地表水进行铜矿生产，2021 年铜元素产量约 130 万吨。南部气候湿润区域内大型铜矿仅有 El Teniente，同样生产用水主要以地表水为主，2021 年产铜不到 50 万吨。

图表 1 约 24%的智利铜矿依赖地表水生产，其中中部地区占 60%



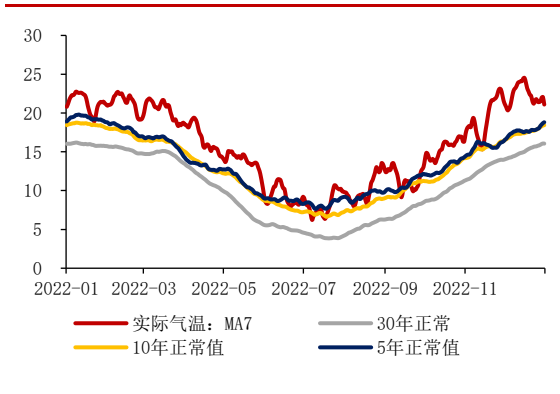
数据来源：COCHILCO，公司财报，金瑞期货

铜矿分布与降水分布错位，干旱与水资源问题成为智利铜矿生产的重要问题。从上文可以看到，智利的铜矿分布正好与降水分布存在错位现象，主要铜矿区位于干旱少雨的沙漠以及地中海气候区，水资源丰富的南部仅有少量铜矿。而矿产生产又是智利最大的水资源消耗活动，包括铜矿在内的全部矿产生产约消耗了智利年总用水的 75%，其中又以铜矿为主；因此水资源问题在智利铜矿生产中始终是一个重要的矛盾与风险因素。

### 1.2 干旱问题困扰智利

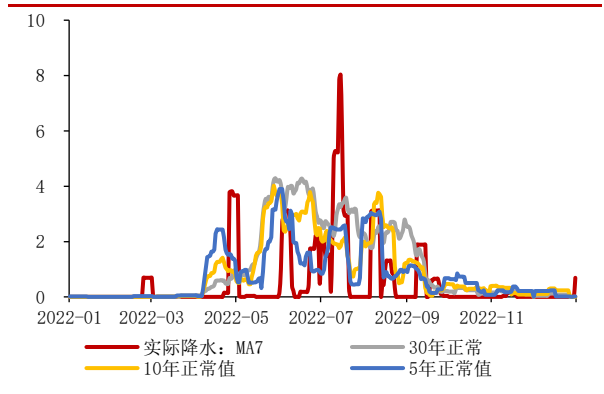
极端的高温与异常的降水使得智利当前深陷干旱问题困扰。智利历史罕见的全国性超级干旱已经持续超过 13 年，高温与缺水的问题持续恶化。干旱主要发生在智利中部地区，从首都大区圣地亚哥的天气数据可以看到，智利中部最近 10 年平均气温持续升高，已经 30 年平均气温有明显的上升，2022 年全年气温则高于过去 5 年平均气温。降水方面，过去 5 年平均降水较 30 年均值有所下降，今年以来的降水问题则更加严峻，不仅总降水量有所下降，同时降水也表现出短时间高强度的特征。不足的降水使得智利地表径流，特别是最重要的水源冰川融水难以得到补充，而异常的高温又增加了地表径流的蒸发量，使得水资源整体严重不足。此外，高温天气下异常的短时间高强度降水模式又使得降水会在短时间内迅速流失，无法像以往的降水那般有效的补充冰川水资源。

图表 2 圣地亚哥地区 2022 年及历史气温



数据来源: Bloomberg, 金瑞期货

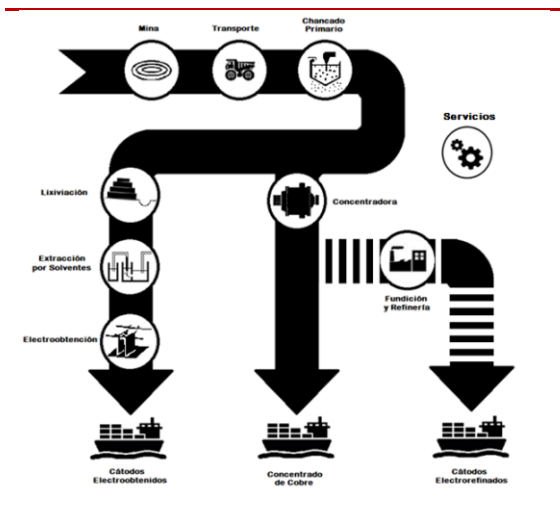
图表 3 圣地亚哥地区 2022 年及历史降水



数据来源: Bloomberg, 金瑞期货

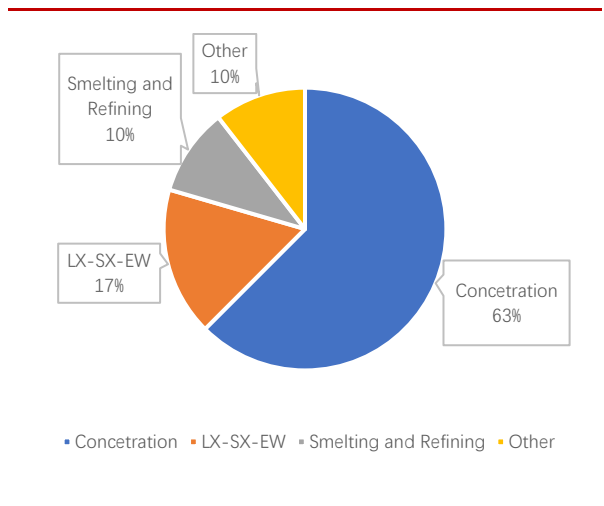
缺水主要影响铜精矿生产，湿法冶炼未受明显影响。从生产环节来看，精矿生产是智利铜生产过程中耗水最大的单一环节，占总生产耗水的 60%以上，其中铜矿的研磨与浮选是最主要的耗水环节；湿法与精矿冶炼用水分别占总用水的 17%和 10%；湿法工艺整体用水较少，其主要的水消耗来自于浸出垫蒸发过程，整体耗水较小，用水效率较高，从产量来看也未受干旱的影响。

图表 4 铜矿生产耗水环节一览



数据来源: COCHILCO, 金瑞期货

图表 5 精矿生产是用水最大的环节



数据来源: COCHILCO, 金瑞期货

实际上缺水已经造成智利中部两座主要铜矿的精矿在 2022 年减产。根据智利主要铜矿企业所披露的财报来看，智利因干旱而出现明显减产的铜矿主要是 Antofagasta 旗下的 Los Pelambres 以及 Anglo

America 旗下 Los Bronces，两座铜矿也均位于受干旱问题困扰较为严重的智利中部地区。其中 Los Pelambres 因干旱问题 2022 年上半年累计铜产量较去年同期减少 7.09 万吨，总降幅达 42%；Los Bronces 产量较去年同期减少 3.25 万吨，降幅 22.64%。

下半年干旱问题暂时缓解，铜矿产量出现回升，但干旱风险仍在。2022 年下半年随着用水问题的缓解，Los Pelambres 产量出现了明显回升。根据财报披露，2022 年第三季度 Antofagasta 铜产量为 18.19 万吨，较上季度增长 40.1%，主因 Los Pelambres 的产量由于供水状况改善而几乎翻了一番。

另外，其他智利矿山也面临干旱冲击的风险。尽管实际生产未受影响，但智利其他铜矿企业也表达了对水资源紧缺可能造成生产扰动的担忧。根据 BHP 在公司官网发布的水资源专题数据可以看出，位于智利北部沙漠的 Escondida 与 Pampa Norte 均属于存在重大水资源风险的项目，若管理不当水资源问题可能对生产造成较大影响。

## 二、海水淡化推广下矿产扰动逐步减弱

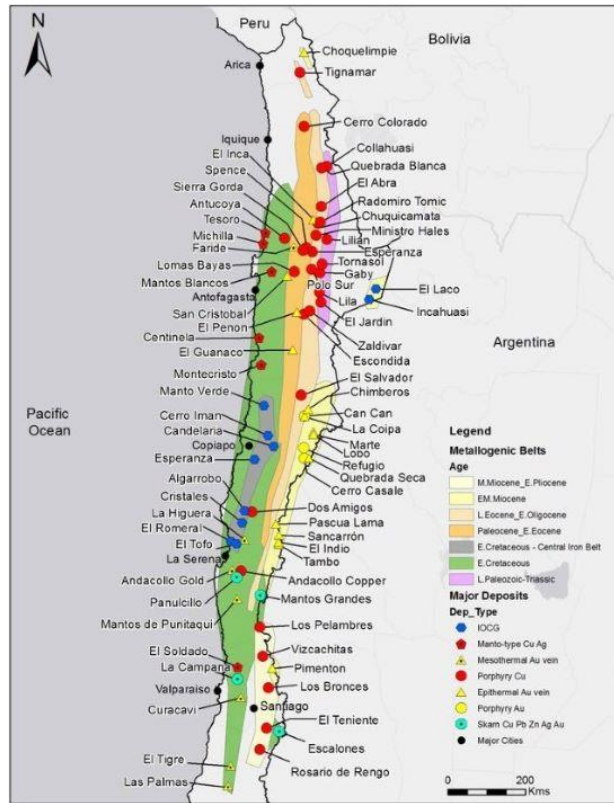
为了应对持续短缺的水资源，包括 Los Bronces 以及 Los Pelambres 两座铜矿在内的智利铜企纷纷选择兴建海水淡化工厂，以摆脱对陆地淡水资源的依赖。未来随着淡化海水在智利铜矿生产中的逐步普及，干旱问题所可能带来的减产风险将会逐渐降低。

### 2.1 海水淡化趋势下，干旱影响预计将显著降低

#### 2.1.1 水资源紧缺的应对方案——海水淡化

海水淡化是智利铜矿企业应对水资源紧张问题的主要解决方案。智利背靠安地斯山脉而面向大西洋，是全世界最狭长的国家，东西宽仅 100-300 公里，这使得智利大部分铜矿距离海洋直线距离不足 100 公里，为其利用海水进行淡化提供了极大便利。根据各矿企财报的数据显示，建造一座海水淡化工厂一般耗时 2-3 年，建设周期较短，建成后可快速见效。而从工艺上看，铜精矿浮选对水质要求较低，淡化海水可以较好的满足生产所需。

**图表 6 智利铜矿大多距离海岸较近，便于利用海水**



数据来源: kuraminerals.com, 金瑞期货

**Escondida 已经建成智利最大的海水淡化设施，实现 100%利用使用淡化海水进行铜矿生产。**

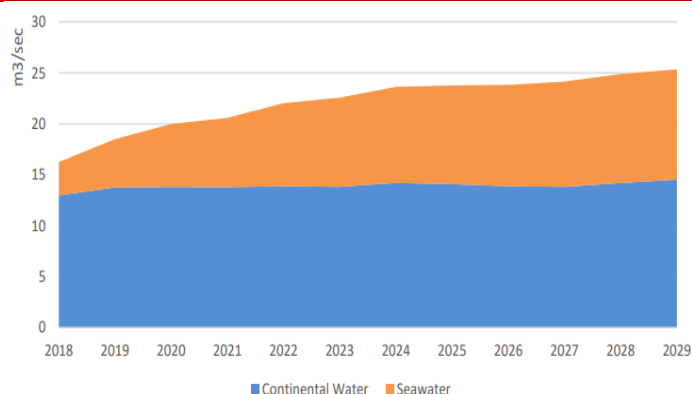
Escondida 坐落于智利北部阿塔卡马沙漠，此处终年干旱少雨且缺乏地表水资源，因此铜矿过去主要以地下作为生产用水来源。2006 年 Escondida 建立了智利第一座大型海水淡化厂，年淡化海水约 16 万吨。随后 BHP 又于 2017 年投资开始了新的海水淡化工厂建设，并通过三年时间建成了年淡化海水量超过 100 万吨的 Escondida Water Supply (EWS) 淡化工厂。从 2020 年开始，Escondida 已经实现完全依赖淡化海水进行生产并关停全部地下水开采设施。

### 2.2.2 海水淡化趋势下，未来干旱对智利铜矿产量影响预计显著降低

智利的干旱主要影响中部地区铜矿用水，南北部因干旱带来的用水风险较低。从前文的分析可以得知，智利北部铜矿富集的安塔卡马沙漠等地本身是终年无雨的世界旱极，当地铜矿生产并不依赖于降水；而智利南部降水丰沛，水资源丰富，且南部大型铜矿较少；因此干旱问题最主要影响的是智利中部的铜矿。而智利中部的铜矿中，又以主要使用地表水的三座铜矿 Los Pelambres、Los Bronce 以及 Andina 面临的缺水风险最高，三座铜矿合计年产量约 84 万吨，占使用地表水生产的铜矿产量 60%，占智利全国铜矿产量的 15%。

目前智利铜矿企业正在大规模推进海水淡化项目，未来干旱对铜矿产量的影响预计显著降低。根据智利铜业委员会 2019 年的一份研究报告显示，未来十年智利铜产业用水中海水占比将从 2020 年的不到 30% 上升至占比 50% 左右。



**图表 7 未来海水淡化比例将会持续提高**


数据来源: COCHILCO, 金瑞期货

随着智利中部大型铜矿海水淡化项目的推广，干旱问题对智利铜矿生产的影响将会显著减少。Los Pelambres 与 Los Bronce 均已开始海水淡化项目，项目建成后将会基本解决水资源不足问题。Los Pelambres 于 2021 年提交了海水淡化工厂的计划并开始建设工厂，截至 2022 年底建设进度已经完成 93%，预计工厂将在 2023 年 2 季度建成投入使用。该工厂投产后海水淡化效率将达到 400 升/秒，约折合 1250 万立方米/年。而根据 Antofagasta 披露的数据显示，2018 年 Los Pelambres 年产铜矿 37 万吨，共计耗水约 2300 万立方米，铜生产单位耗水约 60 立方米/吨。因此海水淡化设备预计能为铜矿提供当前生产所需约一半的用水，预计项目投产后将会基本解决铜矿所面临的缺水风险。而根据 Antofagasta 的计划，未来该海水淡化厂将在获得许可后增加一倍海水淡化量，预计到 2025 年 Los Pelambres 生产所需水源将有 95% 来自于海水淡化以及回收用水。此外，2022 年 11 月 Anglo American 发布公告称已与 Aguas Pacifico 签订协议，确保了 2025 年起 Los Bronces 铜矿的淡化水供应。

**图表 8 Los Pelambres 海水淡化工厂已经接近完工**


数据来源: kuraminerals.com, 金瑞期货

智利中部其他铜矿受干旱问题影响更小。除了易受干旱影响的 Los Pelambres 和 Los Bronce 外，智利中部的其他两座铜矿 El Soldado 以及 Carmen de Andacollo 的生产用水均以地下水为主，水源较为稳定，受高温与降雨的影响同样较小。因此，目前来看仍将受到干旱潜在风险影响的仅剩 Andina 一座大型铜

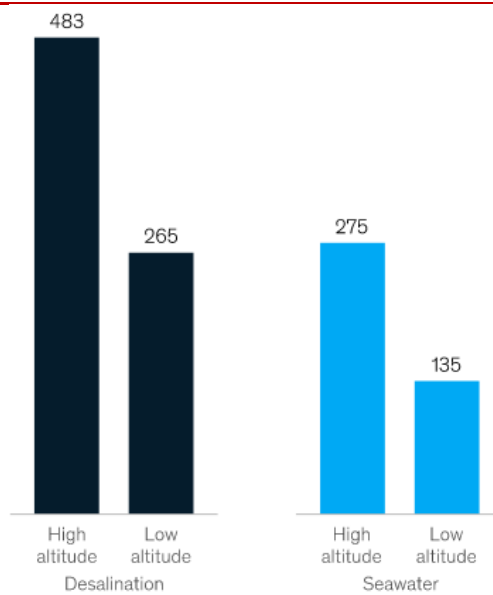
矿，涉及年产量大约 17 万吨。虽然目前 Andina 并未披露任何海水淡化工厂的项目，但是从其用水构成来看，Andina 对地表水的依赖程度仅占约 50%，其余 50%由地下水和矿井水构成，且其位于水资源相对丰富的冰川区，受到干旱的风险明显低于地表淡水占生产用水超过 80%的 Los Bronce 以及 Los Pelambres。此外，由于 Los Bronce 和 Andina 铜矿位置相近，且都有 Codelco 作为主要股东，未来或有与 Los Bronce 共用海水淡化工厂的可能。因此综上所述，未来智利中部铜矿企业受到干旱影响的风险或将显著降低。

#### 2.2.4 成本问题是海水淡化推广的主要问题

但海水淡化推进中应当考虑到部分地区成本较高的风险。尽管狭长的地形给智利铜矿利用海水淡化带来了巨大的便利，但是地形同样也是海水淡化最大的不利因素。智利有众多铜矿集中在西部安第斯山脉区域，高海拔和复杂的山区地形使得通过管道运水需要付出高昂的能源与金钱成本。因此对于部分位于高原和山地的铜矿，利用淡化海水进行生产可能面临高昂的成本问题。

建设成本同样是铜矿采用淡化海水潜在的问题。根据 BHP 披露，Escondida Water Supply 项目共计投资 34 亿美元，相比之下 Codelco 即将投产的年产 3 万吨扩建项目 Rajo Inca 投资仅 13.8 亿美元。考虑到海水淡化工厂作为纯成本项目，无法像扩建一样为铜矿带来潜在的额外收益，而高昂的投资成本意味着更大的资金压力与较长的投资回报周期，这或将使得矿企主动选择海水淡化厂的意愿较低。

图表 9 部分铜矿利用海水成本较高



数据来源：麦肯锡咨询，金瑞期货

## 分析师声明

负责撰写本研究报告的研究分析师，在此申明，报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正。作者薪酬的任何部分不会与本报告中的具体建议或观点直接或间接相联系。

## 免责声明

本报告仅供金瑞期货股份有限公司（以下统称“金瑞期货”）的客户使用。本公司不会因为接收人受到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告由金瑞期货制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开的资料，但金瑞期货对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。金瑞期货可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。

本报告中的信息、意见等均仅供投资者参考之用，并非作为或被视为实际投资标的交易的邀请。投资者应该根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用报告之内容，独立做出投资决策并自行承担相应风险。本公司及其雇员不对使用本报告而引致的任何直接或者间接损失负任何责任。

本报告版权归金瑞期货所有。未获得金瑞期货事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道。

## 金瑞期货研究所

地址：广东省深圳市彩田路东方新天地广场 A 座 32 层

电话：400-888-8208