



## Phelps Dodge Morenci：树立了高产铜矿的新标杆

作为全球铜生产商中的领先企业之一，在成功开采美国西南部低品位矿床方面，Phelps Dodge 拥有悠久的历史。Morenci 矿也不例外——尽管单凭作业规模即已树立了 Phelps Dodge 的标杆地位，并使 Morenci 位居全球最大矿山的行列。Freeport McMoRan Copper & Gold Inc. 拥有 Morenci 的 85%，其余 15% 为 Sumitomo Corp. 拥有。

地处东亚利桑那州的 Morenci 日处理 700,000 公吨（770,000 短吨）原料，年产 381,000 公吨（420,000 短吨）铜。虽然矿床矿石总品位仅为 0.27% 铜，但是凭借其在生产效率和生产规模方面的优势，为 Morenci 赢得了该公司的旗舰地位。

### 技术利用

Morenci 采掘和加工作业较早地采用了多项新技术以降低成本。Morenci 率先将全球定位系统 (GPS) 用于成矿控制、斜率控制以及精确电脑控制卡车调度。在众多 Phelps Dodge 公司团队和加工工艺的支持下，Morenci 经理们不断评估和实施各项采掘和设备养护新技术——其中包括扩展数据无线电网路传输技术、炮眼钻机自动化技术，以及可将卡车轮胎使用寿命延长至 120,000 至 150,000 小时的各项系统。

他们还将新技术应用到加工设施中。在先前的熔炼炉遗址上，Morenci 于 1984 年停止了熔炼作业。2001 年，Morenci 暂停了其选矿厂作业，全矿实现了 100% 溶剂萃取/电解沉积 (SX/EW) 作业。Morenci 现已成为使用 SX/EW 方法生产电解铜的全球最大生产商。凭借其 607 公顷（1,500 英亩）的浸滤面积，该矿已成为利用此技术加工低品位矿物而受益的典范。

但是，Morenci 的加工经理们并未因此而止步不前。他们又开始利用其公司自己开发的技术着手建设加压浸出工厂，以便从黄铜矿的矿化作用中提高铜的回收率。该工艺已在亚利桑纳州 Phelps Dodge Bagdad 矿的一个中试工厂通过了验证。公司将投资约 2.1 亿美元用于新工厂建设、选矿厂重新启动，以及将矿石运至工厂的输送系统建设。该项目不仅可以利用铜回收产生可观的经济效益，而且还可以通过集中浸滤延长矿山的开采寿命，并提供一种更加灵活的资源管理方式。

消费者对铜的需求的急剧增长提高了铜的价格，从而使这座自 1937 年开始开采的矿山受益匪浅。但是，高昂的铜价也为其提出了新的难题。

“从许多方面说，在铜价飞涨的今天，矿山管理正成为一个更加困难的问题，”该矿总经理 Peter Quinn 称。“当铜价低落时，各种约束限制显而易见，行业内对熟练员工和设备的竞争降低。但是，我们现在作任何决策都必须同时兼顾矿山的近期和长远利益。”

## 解决无计划的分散作业

Morenci 负责铜回收工作的五座作业矿井四散分布在一个 5 公里 × 8 公里 (3 英里 × 5 英里) 的广阔区域内。无计划的分散作业包括: 黄铜矿以及辉铜矿、孔雀石、蓝铜矿、硅孔雀石等铜氧化物的矿石作业。大部分可回收铜蕴藏在硫化铜矿石和辉铜矿中。

五种各不相同的矿石进一步增加了矿山规划、钻探和爆破方案制定的复杂性。“超过 80% 的原料直接送到原矿浸滤台,” 碎料和装料经理 Mike Kridel 称。“我们可以根据铜回收条件以及更常用的大块材料检测方法、装料周期和粉碎机性能等计算出各项碎料数值。”

对卡车卸料情况的视频监控使他们可以对由爆破形成的原料尺寸进行评估。Morenci 使用 Aquila 钻探系统确定钻探位置, 并且正在评估使用可自动调整下拉和旋转动作以获得最佳性能和钻头使用寿命的自动化钻探系统。

负责日常装料工作的 13 台挖掘机中有 8 台配备了 47 立方米 (62 立方码) 铲斗, 5 台配备了 31 立方米 (40 立方码) 铲斗。工作台高度 15 米 (50 英尺), 宽度从最小的 46 米 (150 英尺) 到标准宽度 61 米 (200 英尺) 各不相同。13 台挖掘机中有 11 台配备了数字化驾驶系统, Kridel 认为该系统可以改善装料周期并对机器的操作和运行状况进行更加方便的远程监控。与上述挖掘机配合工作的是一支由 81 台载重量为 236 公吨 (260 短吨) 的 Caterpillar® 793B 和 793C 卡车组成的车队。

## 道路养护和轮胎保护

该矿场的平均运程约为 10 公里 (6 英里), 运输量最繁重时达 18 公里 (11 英里)。匝道 (包括安全护道) 宽 40 米 (130 英尺), 坡度百分数 10。为了防止卡车轮胎载荷过重, 电脑控制的卡车调配系统会对每小时吨英里指标进行监控。一支由 3 台 Cat 24H 和 7 台 Cat 16G 自动平地机组成的车队精心养护着运料路, 并可快速部署至问题区域。平地机可以方便地通过安全护道上的缺口清理撒落物。该矿还使用卡特彼勒轮式推土机和履带式拖拉机负责装料区和卸料区的养护。

正是依靠他们对运料路的辛勤养护, 该矿卡车轮胎的平均使用寿命达到 56,000 至 68,000 公里 (35,000 至 42,000 英里), 有些甚至高达 97,000 公里 (60,000 英里)。

“我们的 North American One Mine 计划旨在寻找每项作业的最佳范例, 并将上述范例推广应用到我们在美国西南部的所有六个矿山,” Quinn 称。“该计划内设一个团队负责对运料路进行定期检查并报告他们发现的情况。此外, 我们每个季度还要对多项矿山指标进行内部检查。内部检查是以标准作业程序为基础。”

## 延长机器使用寿命和提高能见度

Morenci 制定了一项旨在使其老旧卡车继续运行的计划。尽管时间计指示仪表显示的平均数据已达 80,000 (小时), 但是 793 型卡车仍保持 82% 的可用率, 该数据已将可导致机器无法运行的所有机械因素考虑在内。为了将卡车的使用寿命延长至 120,000 至 150,000 小时, Morenci 与该地区的卡特彼勒经销商 Empire Machinery 签订了“担保改造 (Certified Rebuild)”合同。

卡特彼勒“担保改造”项目可以让卡车所有主要部件达到该型号的新的规格要求, 从而让卡特彼勒的机器焕发新的生命。矿主可以获得配备了各项最新技术和机械更新的如新机器——以及为该机器提供的新的质量保证。Empire 今年将为 Morenci 改造 12 辆 793 型卡车。

Morenci 卡车车间主管 Manny Herrera 将上述卡车车队保持高可用率的原因归功于全状态监控计划和预先养护计划。技师在卡车接受保养 (间隔周期为 500 小时) 前三天即抽取油料样品。然后利用油料分析结果制定卡车在车间期间的任何额外养护计划。养护分析员会将重要信息管理系统 (Vital Information Management System, 简称 VIMS) 数据、油料分析报告和操作员报告汇总在一起以形成工作指令。

卡车车间正努力建设一套全面预先养护系统。Herrera 相信, 可进行大规模数据传输的无线电网路系统将促进这项工作的完成。在总部位于亚利桑那州 Safford 的 Phelps Dodge 矿山技术小组 (Mine Technology Group) 的大力支持下, Morenci 将于今年实施这项新的无线电技术。技师们可以利用该系统从卡车车间实时监控卡车的运行状况。其目标是: 在小问题发展成为大问题前将之发现和解决。

## 人才培养和环境保护

该矿现有 1,200 名员工从事采掘作业，并有相同人数的员工从事加工作业。为了培养一支技能熟练的员工队伍，Phelps Dodge 和 Morenci 采取了许多方法和步骤。

在 400 名卡车操作员中，工作经验不足一年的约占 65%。为了培养这些新的卡车操作员，Morenci 对每个操作员均实施了为期四天的操作课程培训。该课程依靠 Immersive Technologies 开发的动态卡车模拟器进行任务培训和技能考核。

为了加强各个等级的养护技师力量，该采掘公司还在 Safford 的 Eastern Arizona College 为他们提供了 62 个带奖学金的进修机会。在为期一年的技师课程培训期间，学员们每周四天在课堂学习，每周一个带薪工作日在该矿的车间实习。课程毕业后，学员们即可以获得副学士学位并进入该矿为期三年的学徒课程培训。

2006 年是 Phelps Dodge 在 Morenci-Clifton 社区工作的第 126 个年头。最近数十年来，通过复垦和修复那些先前的采掘矿场——有些是在现在矿场的道路上，有些则在 Phelps Dodge 产业范围之外——该公司始终致力于对矿区周围环境的改善。随着 Morenci 继续充分利用新技术以维持该矿的经济寿命，无论是采掘规划还是复垦规划都将会拥有广阔的前景。

### 环境管理

Morenci 环境规划主要致力于达到或超过各项要求、预先解决采掘作业产生的各种环境影响，以及恢复那些不再使用的先前矿区。

处理原料——铜、锌和锰通常低集中度地自然分布在采掘过程中曾经移动过的废矿石中或者尾矿的废矿石中。在上述两种情况下，上述原料均会按照矿物性质在指定区域内得到安全处理。之所以规定指定区域是为了保证正在进行中的环境保护。

保护水质——Morenci 使用价值 9 百万美元的水回收和控制系统保护矿山水质，并利用一系列监测井检测下游水质。

循环水——选矿厂每处理 1 吨铜矿石约需使用 1,900 升（500 加仑）水，但是其中仅有 322 升（85 加仑）——是“新”水。其余皆为回收的水。平均每加仑水可以使用超过 3 次。