

电解铝行业能效“领跑者”企业典型经验与实践案例

一、广元市林丰铝电有限公司

广元市林丰铝电有限公司设计产能 25 万吨/年。2021 年生产优质原铝 25.8 万吨，铝液交流电耗 12828.2 千瓦时/吨，比能效标杆水平提升 1.32%。主要做法有：

（一）升级改造生产使用频率较大、依赖程度较高的设备。

更换电解槽智能打壳气缸 1404 台、采用新型低氧化铝浓度控制操控系统、更换高效电机 218 台等，实现电耗降低 82 千瓦时/吨。投运智能槽控机电解槽，相比原槽控机电解槽电耗下降 12 千瓦时/吨。



电解槽智能打壳气缸



智能槽控机

(二) 使用新型电解铝防氧化涂料和保护环。阳极单耗降低至 460 千克/吨，降低了阳极更换频率，减少了热量损失。

铜冶炼行业能效“领跑者”企业典型经验与实践案例

一、江西铜业股份有限公司贵溪冶炼厂

江西铜业股份有限公司贵溪冶炼厂主要生产阴极铜、硫酸、金、银、三氧化砷产品，其中阴极铜设计产能 92 万吨，2021 年生产高纯阴极铜 102 万吨、硫酸 190 万吨、金 25 吨、银 400 吨、三氧化二砷 2100 吨。2021 年铜精矿冶炼工艺生产阴极铜单位产品综合能耗 187.8 千克标准煤/吨，比能效标杆水平提升 27.77%。主要做法有：

（一）实施风机变频等节能技改项目。实施倾动炉车间主风机、硫酸车间二氧化硫风机变频改造，部分车间 LED 照明改造，全厂冷却塔水压驱动改造，先进的空气悬浮风机替代传统离心鼓风机、两级螺杆空压机替代传统离心空压机，天然气替代液化气、煤和部分柴油改造，年减少约 8.1 万吨二氧化碳排放。

（二）建设能源管理中心。建设基于企业实时数据库平台并整合各工艺单元 DCS 系统的能源管理中心，实现能源监控、能耗统计、能耗分析、绩效分析、成本分析等，为能源预测、优化调度、决策分析奠定基础。



能源管理中心

二、云南铜业股份有限公司西南铜业分公司

云南铜业股份有限公司西南铜业分公司采用铜精矿冶炼工艺生产阴极铜，设计产能 21 万吨/年。2021 年铜精矿冶炼工艺生产阴极铜 18.35 万吨，单位产品综合能耗为 210.83 千克标准煤/吨，比能效标杆水平提升 18.91%。主要做法有：

（一）自主研发硫酸铜三效混流真空蒸发技术。利用真空环境降低电解液沸点、蒸汽余热用于多效蒸发，提高硫酸铜蒸发效率，2021 年蒸汽单耗比常压蒸发下降 38.9%，节约 3951.45 吨标准煤。



阴极电解法—艾萨电解系统

(二)建设余热锅炉回收余热。火法系统均配有余热锅炉，年有效回收利用余热折合 1.96 万吨标准煤，占外购能源 22.36%。实施烟气制酸系统“一转”至“一吸”中间冷却系统余热回收改造，在硫酸三、四系列各新建热管锅炉（替代 SO_3 冷却器）回收烟气余热，产出 0.55 兆帕饱和蒸汽外供锌业、硫酸铵生产用汽，年节约 4205 吨标准煤，减少二氧化碳排放约 1.35 万吨。



余热发电机组

（三）实施天然气替代燃煤。天然气消费量占比提升至12.01%，煤炭消费占比由40%下降至20.83%。

三、赤峰云铜有色金属有限公司

赤峰云铜有色金属有限公司采用铜精矿冶炼工艺生产阴极铜，设计产能40万吨/年。2021年铜精矿冶炼工艺生产阴极铜42.92万吨，单位产品综合能耗为213.22千克标准煤/吨，比能效标杆水平提升17.99%。主要做法有：

（一）自主研发并应用铜冶炼新技术。研发并应用金峰双侧吹熔池熔炼技术。研发粗铜连续吹炼技术，将PS转炉吹炼的造渣期和造铜期两个反应过程分置在双侧吹造渣炉和顶吹造铜炉内连续进行，实现粗铜吹炼过程的连续化。研发双炉连续炼铜技术，解决铜冶炼生产吹炼工序中存在的含硫烟气无组织逸散和难收集难题，实现铜精矿冶炼生产粗铜的清洁、高效、连续化作业。

（二）回收余热用于蒸汽拖动、余热发电。在侧吹熔炼炉、多枪顶吹吹炼炉设置余热锅炉，回收高温烟气的热量，产出中压饱和蒸汽，再经转化工序的过热器过热，过热后的中压过热蒸汽直接用于拖动制氧站1台18000千瓦深冷制氧压缩机、硫酸工段2台3500千瓦二氧化硫风机、2台1800千瓦配气风机，2021年产中压饱和蒸汽约98.65万吨，其中直接用于拖动设备的蒸汽为74.51万吨，余热发电6369万千瓦时。制酸干吸工序设置低温热回收装置，产生的低压饱和蒸汽一部分进入低压饱

和蒸汽管网供全厂使用，一部分经转化工序低压蒸汽过热器过热后用于余热发电，2021 年产低压饱和蒸汽约 81 万吨，余热发电 14035 万千瓦时，占全厂用电 25%。



蒸汽拖动深冷制氧压缩机



蒸汽拖动二氧化硫风机

铅冶炼行业能效“领跑者”企业典型经验与实践案例

一、江西金德铅业股份有限公司

江西金德铅业股份有限公司拥有 8 万吨电铅生产能力，2021 年铅冶炼工艺生产电铅 9.6 万吨，单位产品综合能耗为 261.19 千克标准煤/吨，比能效标杆水平提升 20.85%。主要做法有：

（一）应用先进的氧气侧吹金属熔融还原炉技术。铅冶炼工艺采用新乡县中联金铅有限公司的氧气侧吹金属熔融还原炉技术，此技术在处理氧气底吹炉产出液态熔炼高铅渣和铅杂料具有一定优势。

（二）实施空压机变频等节能技改。空压机采用永磁变频及双级压缩技术，并将管网压力与主机联锁，空压机根据管网压力变化自动调节频率，节电 95 万千瓦时。将恒功率控制的硅整流器更换为恒电流控制，电流随着槽面生产变化自动调节，年节电 112.6 万千瓦时。



无油螺杆式空压机

(三) 实施停车棚光伏发电项目及太阳能路灯改造项目。

使用太阳能板作为停车棚顶棚，年节约 27.5 万千瓦时。安装使用 40 余套太阳能 LED 路灯，年节电 0.6 万千瓦时。



车棚棚顶光伏发电

二、云南驰宏锌锗股份有限公司会泽冶炼分公司

云南驰宏锌锗股份有限公司会泽冶炼分公司拥有年产 6 万吨粗铅、10 万吨电锌及 20 万吨渣综合利用能力。2021 年生产粗铅 8.92 万吨，单位产品综合能耗为 211.57 千克标准煤/吨，

比能效标杆水平提升 8.01%。主要做法有：



粗铅系统全景图

（一）应用先进的熔炼工艺技术。采用富氧顶吹熔炼+液态高铅渣侧吹还原+烟化挥发工艺，熔炼采用自热熔炼，液态高铅渣经还原炉直接还原，有效利用液态高铅渣物理热，降低燃料消耗。新建侧吹熔化炉处理含锌二次资源和低品位氧化矿，拆除粗铅系统电热前床，减少冶炼电力消耗 450 万千瓦时/年，年减少二氧化碳排放约 2745 吨。

（二）实施还原炉枪口、风机等节能改造。改造还原炉枪口铜水套，重新砌筑枪口砖及炉墙砖，配套冷却循环水设备设施，减缓枪口砖烧损，延长还原炉炉砖使用寿命至 2 年，提高了能源利用效率。实施粉煤制备大功率风机节能升级改造、化学水处理提高 EDI 使用寿命升级改造，年节能 1054 吨标准煤，减排二氧化碳约 5234 吨，节约新水用量 13 万吨。

（三）利用天然气代替发生炉煤气作为铅锌冶炼工业炉的燃料。建设 3000 立方米/小时 LNG 气化站，替代发生炉煤气，

淘汰两段式煤气发生炉生产系统，实现年减排二氧化碳 2.22 万吨，节约 1700 余吨标准煤。

（四）建设能源管理中心。构建能源管理工业网络，具有采集与处理主要生产位置能源数据、监视与控制能源设备等功能，实现节能降耗管控一体化。



智慧能源管理平台

锌冶炼行业能效“领跑者”企业典型经验与实践案例

一、云南驰宏资源综合利用有限公司

云南驰宏资源综合利用有限公司拥有年产粗铅 6 万吨、电铅 10 万吨、电锌 10 万吨、硫酸 28 万吨、1.6 平方米阴阳极板 2.4 万片、3.2 平方米阴阳极板 3.2 万片、金 150 千克、银 180 吨、镉、铋、锑 400 余吨等稀贵金属的综合生产能力。2021 年生产 11.24 万吨电锌，单位产品综合能耗为 869.73 千克标准煤/吨，比能效标杆水平提升 20.93%。主要做法有：

（一）应用先进的湿法炼锌技术。采用 109m² 鲁奇式沸腾炉，连续浸出一连续净化、48h 长周期锌电积工艺，实现高锗硫化矿深度净化。同时，运用工艺连续化、设备大型化以及自动化程度高的自动剥锌技术。

（二）建设空分、DWHS 吸收塔，更换节能空压机。新建一套 12000 标立方米/小时空分项目，提高艾萨炉富氧熔炼浓度，实现增产增效，每年可节约 5871 吨标准煤，降低天然气消耗 21.6 万立方米，减少二氧化碳排放 10690 吨。更换 4 台节能型螺杆空压机改造，年节约 250 吨标准煤。新建 DWHS 吸收塔装置取代一吸收塔装置，回收利用生产反应热，副产 0.6 兆帕饱和蒸汽，年节约 7500 余吨标准煤。



低温余热回收吸收塔



余热发电机组

二、河南豫光锌业有限公司

河南豫光锌业有限公司拥有 25 万吨锌锭、30 吨精铟、1100 吨精镉生产能力。2021 年生产 28.3 万吨锌锭，单位产品综合

能耗为 927.61 千克标准煤/吨，比能效标杆水平提升 15.67%。

主要做法有：

（一）实施余热发电、电机变频改造。建成两套余热发电机组，总装机容量 6.2 兆瓦，年可发电 3200 万千瓦时，节约标准煤 3933 吨。实施风机、水泵高压变频改造，球磨机、搅拌器永磁电机改造，压缩空气系统余热利用改造，变频螺杆空压机改造，蒸汽冷凝水回用改造等节能技改项目，年可节约标煤约 5000 吨。



余热发电机组



空压机余热回收

(二) 建设 12 兆瓦光伏发电系统，实施天然气替代煤气。

厂区部分厂房屋顶和闲置空地建设 12 兆瓦分布式光伏电站，年可发电 1400 万千瓦时，节约标煤 1720 吨。天然气代替煤气发生炉，回转窑实现“以焦代煤”。



分布式光伏发电

(三) 建设能源在线监测平台。采集能耗数据和产品产量，实现用能设备的实时在线监控和能效分析，并通过关键设备节能优化控制系统，提高关键用能设备的运行平稳性。