青海省重点领域有色金属冶炼行业节能降碳技术改造工作方案

为坚决遏制“两高”项目盲目发展，推动我省电解铝、铜冶炼、铅冶炼、锌冶炼等行业节能降碳和绿色转型，依据《青海省严格能效约束推动重点领域节能降碳技术改造实施方案（2021-2025年）》（青发改产业〔2021〕848号）和《青海省重点领域企业节能降碳技术改造总体实施方案》，制定本方案。

一、基本情况

全省现有电解铝企业8户，设计总产能296.5万吨，能效全部达到基准水平，无达到标杆水平企业；铅、锌、铜冶炼企业各1户，设计产能均为10万吨，能效全部达到基准水平，无达到标杆水平企业。（详见附件2）

二、工作目标

到2025年，现有电解铝、铅、锌、铜冶炼企业要依据各自技术改造方案明确的技术路线，按照时间节点稳步推进技改工作，达到预期目标。黄河鑫业有限公司实施技术改造，中国铝业股份有限公司青海分公司实施产能置换后，能效达到标杆水平，其它企业能效力争达到标杆水平。

三、重点任务

1. 分类推动能效水平提升。

省、市（州）工信部门要根据《青海省有色金属冶炼企业节能技术改造项目清单》（详见附件3），认真组织企业分年度实施项目建设，分类做好企业能效水平提升工作。**一是**督促现有11户有色金属冶炼企业加快技术改造进程，积极协助企业解决改造过程中存在的问题；跟踪掌握企业项目实施情况，及时补充完善企业技术改造项目清单；对已完成技术改造的，由属地工信部门及时核实能效水平，向省工信厅报送更新能效清单目录。**二是**对新建项目，要严把项目准入关口，强化项目节能审查，新建项目能效水平原则上应达到标杆水平。**三是**对在建项目，确保能效水平低于本行业能耗限额准入值，力争达到标杆水平。新建、在建项目在投产后一年内，由属地工信部门及时组织开展能效水平调查，按程序报送列入能效水平清单。**（省工业和信息化厅，西宁市、海东市、海西州人民政府按职责分工负责）**

|  |
| --- |
| 专栏一 电解铝领域企业技术改造计划清单 |
| **2022年底实施改造完成项目13个：**1.青海西部水电有限公司420kA电解槽大修项目2.青海西部水电有限公司烟气余热利用节能改造项目3.青海百河铝业有限责任公司净化车间北厂三四净化排烟系统整体优化节能技术改造项目4.青海桥头铝电有限责任公司电解槽磷生铁浇铸项目（35台）5.青海桥头铝电有限责任公司电解厂动力车间一、二期电解系列稳流控制系统改造项目6.青海物产工业投资有限公司天然气焙烧电解槽项目7.青海物产工业投资有限公司极防氧化涂料技术的应用项目8.青海佳韵铝业股份有限公司阳极电流在线监测系统配合单点打壳下料系统项目9.青海佳韵铝业股份有限公司数字化槽控机控制系统改造项目10.青海海源绿能铝业有限公司母线提升机无风抱紧、增压改造项目11.青海海源绿能铝业有限公司400KA电解槽大修项目12.青海海源绿能铝业有限公司开槽技术应用项目13.青海海源绿能铝业有限公司阳极喷涂技术应用项目**2023年底拟实施改造完成项目33个：**1.青海西部水电有限公司420kA电解槽全石墨化磷生铁浇筑技术改造项目2.青海西部水电有限公司空压机节能改造项目3.青海西部水电有限公司分布式光伏发电项目4.青海百河铝业有限责任公司全石墨化阴极电解槽技术探索及实践项目5.青海百河铝业有限责任公司电解槽燃气焙烧项目6.青海百河铝业有限责任公司电解槽半石墨化阴极磷生铁浇铸技术项目7.青海百河铝业有限责任公司新鲜氧化铝风动溜槽输送系统技改项目8.青海百河铝业有限责任公司净化车间北厂1#、2#净化系统排烟风机变频改造项目9.青海百河铝业有限责任公司铸造车间北厂1#混合炉电改气技改项目10.青海百河铝业有限责任公司分布式光伏项目11.青海百河铝业有限责任公司阳极炭块开槽设备采购安装项目12.青海百河铝业有限责任公司330系列节能型钢爪更换项目13.青海百河铝业有限责任公司电解烟气净化增加脱硫系统项目14.青海百河铝业有限责任公司阳极导杆激光清洗项目15.青海桥头铝电有限责任公司新型节能阻流电解槽改造项目（50台）16.青海桥头铝电有限责任公司电解槽槽控机升级改造项目17.青海桥头铝电有限责任公司组合式干燥器改造项目18.青海桥头铝电有限责任公司分布式光伏建设项目19.青海桥头铝电有限责任公司预焙阳极开槽项目20.青海桥头铝电有限责任公司铝导杆（3000根）和阳极钢爪更新（3200组）项目21.黄河鑫业有限公司电解槽应用磷生铁浇铸及石墨化技术改造项目22.黄河鑫业有限公司预焙阳极炭块底部开槽技术改造项目23.黄河鑫业有限公司阳极涂层技术应用项目24.黄河鑫业有限公司阳极钢爪自动焊接系统研制与应用项目25.黄河鑫业有限公司铝导杆机器人激光清洗机项目26.黄河鑫业有限公司电解一系列整流机组稳流系统升级改造项目27.黄河鑫业有限公司分布式光伏发电项目28.青海物产工业投资有限公司铝电解智能精准控制系统改造项目29.青海物产工业投资有限公司电解槽低电压管理节能技术应用项目30.青海物产工业投资有限公司电解槽节能技改大修项目31.青海物产工业投资有限公司循环水泵节能改造项目32.青海海源绿能铝业有限公司槽控机控制系统升级改造项目33.青海海源绿能铝业有限公司新建开槽设备项目**2024年底拟实施改造完成项目7个：**1.青海百河铝业有限责任公司330系列母线优化及磁流体稳定性提升技术研究及应用（补偿母线）项目2.青海桥头铝电有限责任公司新型节能阻流电解槽改造项目（60台）3.青海桥头铝电有限责任公司铝导杆（3000根）和钢爪更新（3000根）项目4.青海桥头铝电有限责任公司变压器、整流柜节能改造项目5.黄河鑫业有限公司电解槽应用磷生铁浇铸及石墨化技术改造项目6.黄河鑫业有限公司阳极涂层技术应用项目7.青海海源绿能铝业有限公司400kA电解槽全石墨化磷生铁浇筑技术改造项目**2025年底拟实施改造完成项目5个：**1.黄河鑫业有限公司电解槽应用磷生铁浇铸及石墨化技术改造项目2.黄河鑫业有限公司阳极涂层技术应用3.中国铝业青海分公司 600kA 电解槽产能置换升级项目4.青海百河铝业有限责任公司全石墨化阴极电解槽试验项目5.青海海源绿能铝业有限公司分布式光伏建设项目 |

|  |
| --- |
| 专栏二 铅、锌、铜领域企业技术改造计划清单 |
| **2022年底实施改造完成项目1个：**1.青海铜业有限责任公司外供同鑫化工及杭萧钢构蒸汽管网项目**2023年底拟实施改造完成项目1个：**1.西部矿业股份有限公司锌业分公司变压器更新项目**2024年底拟实施改造完成项目1个：**1.青海西豫有色金属有限公司多金属资源循环利用及环保升级改造项目项目**2025年底拟实施改造完成项目1个：**1.青海铜业有限责任公司落后电机淘汰更新项目  |

（二）加强节能降碳技术研发应用。

组织具备科研条件的有色金属冶炼企业加强节能降碳技术装备研发，收集整理运行稳定、节能效果好、易于复制推广的节能技术，结合《产业结构调整指导目录》（鼓励类）《绿色技术推广目录》《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022年版）》等明确的先进成熟技术，加快省内同行业企业推广应用。建设绿色工厂，进一步提升能源利用效率。鼓励发展循环经济，加强余热、余压回收，实现能量梯级利用。鼓励企业探索从蒸汽驱动向电力驱动转变，开展供电系统适应性改造。**（省发展改革委、省科技厅、省工业和信息化厅，西宁市、海东市、海西州人民政府按职责分工负责）**

|  |
| --- |
| 专栏四 有色金属冶炼领域绿色低碳技术重点方向 |
| **加强先进技术攻关：**开展高质量阳极技术、电解槽综合能源优化、数字化智能电解槽、铜冶炼多金属回收及能源高效利用、铅冶炼能源系统优化、锌湿法冶 金多金属回收、浸出渣资源化利用新技术等一批共性关键技术的研发应用。探索一批铝电解惰性阳极、新型火法炼锌技术等低碳零碳颠覆性技术。**加快成熟工艺普及推广：**电解铝领域重点推动电解铝新型稳流保温铝电解槽节能改造、铝电解槽大型化、电解槽结构优化与智能控制、铝电解槽能量流优化及余热回收等节能低碳技术改造，鼓励电解铝企业提升清洁能源消纳能力。铜、铅、锌冶炼领域重点推动短流程冶炼、旋浮炼铜、铜阳极纯氧燃烧、液态高铅渣直接还原、高效湿法锌冶炼技术、锌精矿大型化焙烧技术、赤铁矿法除铁炼锌工艺、多孔介质燃烧技术、侧吹还原熔炼粉煤浸没喷吹技术等节能低碳技术改造。建设企业能源系统优化控制中心。淘汰能耗高的风机、水泵、电机等用能设备，推进通用设备升级换代。 结合电解铝和铜铅锌冶炼工艺特点、实 施节能降碳和污染物治理协同控制。创新工艺流程再造。鼓励有色、钢铁和建材等企业间区域流程优化整合，实现流程再造，推进跨行业相融发展。 |

（三）推动产业集聚融合发展。

聚焦我省工业园区集中集聚发展，新建拟建项目应对照我省园区功能定位入驻，提升能源环境等基础设施使用效率，推动优势产业互补，推进能源资源梯级利用，促进区域协调发展。支持关联产业集群化发展，构建企业首尾相连、互为供需和能源系统、公辅设施互联互通的产业链，减少物流运输能源消耗，提高资源综合利用水平。鼓励不同产业和行业融合发展，提高资源转化效率，实现协同节能降碳。**（省工业和信息化厅、省自然资源厅、省生态环境厅、省水利厅、西宁市、海东市、海西州人民政府按职责分工负责）**

三、工作要求

各有关部门要加强协同配合，形成工作合力，确保各项工作按时限要求有序推进。各地方要高度重视，进一步靠实属地责任，切实发挥监管职能，确保相关政策标准和要求执行到位。有关行业协会要充分发挥桥梁纽带作用，引导行业企业凝聚共识，形成一致行动，协同推进节能降碳工作。有关企业要强化绿色低碳发展意识，落实主体责任，严格按照时间节点要求完成各项技改任务，不断提高能效水平。

附件：1.《电解铝、铜铅锌冶炼企业能效基准水平和标杆水平表》

2.《青海省有色金属冶炼行业能效水平清单》

3.《青海省重点领域有色金属冶炼领域企业节能技术改造项目清单》

附件1

电解铝、铜铅锌冶炼企业能效基准水平和标杆水平表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 产品名称 | 指标名称 | 指标单位 | 基准水平 | 标杆水平 | 计算参考标准 |
| 1 | 电解铝 | 铝液交流电耗 | 千瓦时/吨 | 13350 | 13000 | GB 21346 |
| 2 | 铜冶炼 | 铜冶炼工艺(铜精矿- 阴极铜) | 单位产品综合能耗 | 千克标准 煤/吨 | 380 | 260 | GB 21248 |
| 粗铜工艺(铜精矿-粗铜) | 260 | 140 |
| 阳极铜工艺(铜精矿- 阳极铜) | 290 | 180 |
| 电解工序( 阳极铜- 阴极铜) | 110 | 85 |
| 3 | 铅冶炼 | 粗铅工艺 | 单位产品综合能耗 | 千克标准 煤/吨 | 300 | 230 | GB 21250 |
| 铅电解精炼工序 | 120 | 100 |
| 铅冶炼工艺 | 420 | 330 |
| 4 | 锌冶炼 | 火法炼锌工艺：粗锌(精矿-粗锌) | 单位产品综合能耗 | 千克标准 煤/吨 | 1620 | 1450 | GB 21249 |
| 火法炼锌工艺：锌(精矿-精馏锌) | 2020 | 1800 |
| 湿法炼锌工艺：电锌锌锭(有浸出渣火法处理工艺) (精矿- 电锌锌锭) | 1280 | 1100 |
| 湿法炼锌工艺：电锌锌锭(无浸出渣火法处理工艺) (精矿- 电锌锌锭) | 950 | 800 |
| 湿法炼锌工艺：电锌锌锭 (氧化锌精矿- 电锌锌锭) | 950 | 800 |

附件2

青海省有色金属冶炼行业能效水平清单

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 地区 | 企业名称 | 设备类型 | 主要产品 | 设计产能（万吨） | 实际产量（万吨） | 指标名称及单位 | 基准水平 | 标杆水平 | 企业现有能效水平 | 备注 |
| 1 | 西宁市 | 中国铝业青海分公司 | 180KA×520台,200KA×282台电解槽 | 电解铝 | 40.00  | 40.39 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13092.81 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 2 | 西宁市 | 青海百河铝业有限公司 | 240KA×312台,330KA×564台电解槽 | 电解铝 | 70.00  | 69.65 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13149.25 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 3 | 西宁市 | 青海桥头铝电股份有限公司 | 240KA×472台电解槽 | 电解铝 | 30.00  | 29.63 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13243.08 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 4 | 海东市 | 青海西部水电有限公司 | 240KA×236台,420KA×272台电解槽 | 电解铝 | 45.00  | 43.27 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13271.85 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 5 | 西宁市 | 黄河鑫业有限公司 | 350KA×286台,400KA×286台电解槽 | 电解铝 | 60.00  | 57.16 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13294.87 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 6 | 海东市 | 青海佳韵商贸有限公司 | 200KA×120台电解槽 | 电解铝 | 6.50  | 6.6 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13305.94 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 7 | 西宁市 | 青海物产工业投资有限公司 | 240KA×162台电解槽 | 电解铝 | 10.00  | 10.77 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13334.81 | 基准水平 | 2021年10月-2022年9月数据 |
| 8 | 西宁市 | 青海海源绿能铝业有限公司 | 400KA×312台电解槽 | 电解铝 | 35.00  | 13 | 铝液电解交流电耗(kwh/t) | 13350 | 13000 | 13328.87 | 基准水平 | 2022年6月-11月数据 |
| 9 | 海西州 | 青海西豫有色金属有限公司 | 空压机×1 球磨机×1 风机×2 | 电铅 | 10.00  | 7.76 | 铅电解精炼工序(kgce/t) | 120 | 100 | 54.03 | 标杆水平 | 2021年数据 |
| 铅冶炼工艺(kgce/t) | 420 | 330 | 287.19 | 标杆水平 | 2021年数据 |
| 粗铅 | 12.00  | 9.08 | 粗铅工艺(kgce/t) | 300 | 230 | 230.86 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 10 | 西宁市 | 青海铜业有限责任公司 | 熔炼炉× 1 吹炼炉×1 阳极精炼炉×2 | 阴极铜 | 10.00  | 11.33  | 电解工序 ( 阳极铜- 阴极铜)(kgce/t) | 110 | 85 | 84.18 | 标杆水平 | 2021年数据 |
| 粗铜工艺 (铜精矿-粗铜) | 260 | 140 | 142.17 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 阳极铜工艺 (铜精矿- 阳极铜)(kgce/t) | 290 | 180 | 194.4 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 铜冶炼工艺 (铜精矿- 阴极铜)(kgce/t) | 380 | 260 | 307.61 | 基准水平 | 2021年数据 |
| 11 | 西宁市 | 西部矿业股份有限公司锌业分公司 | 电解槽×86保护气氛感应电炉×1压力釜×3燃气锅炉×5 | 锌锭 | 10.00  | 11.37  | 湿法炼锌工艺：电锌锭 (无浸出渣火法处理工艺)(精矿- 电锌锌锭)(kgce/t) | 950 | 800 | 821.68 | 基准水平 | 2021年数据 |

附件3

青海省重点领域有色金属冶炼领域企业节能技术改造项目清单

| 序号 | 所属重点领域 | 企业名称 | 所在地区 | 项目名称 | 技改投资总额(万元) | 资金来源 | 技术改造内容 | 实施时间 | 当前能效水平及所属能效范围 | 改造后预期效果 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电解铝 |
| 1 | 电解铝 | 青海西部水电有限公司 | 青海省海东市民和县 | 420kA电解槽大修 | 15240 | 自筹 | 采用一体化成型的50%高石墨质阴极，通过优化电解槽的阴极结构，特别是优化电解槽阴极炭块与阴极钢棒的组合形式，将钢棒按照一定比例分割成上下两部分，从而改变阴极钢棒的导电结构，采用双阴极钢棒电解槽的焙烧启动和工艺控制操作技术，保持双阴极钢棒电解槽的高效运行，减少铝液水平电流，提高电解槽稳定性，降低电解槽能耗的目的。 | 2021年1月－2022年12月 | 铝液电解交流电耗13271.85（kWh/t）（ 基准水平） | 铝液电解交流电耗13089（kWh/t）（基准水平） | 升级改造（已实施） |
| 420kA电解槽全石墨化磷生铁浇筑技术改造 | 13206 | 自筹 | 对420kA系列71台电解槽采用全石墨化阴极，磷生铁浇筑阴极技术。通过优化电解槽的阴极结构，特别是优化电解槽阴极炭块与阴极钢棒的组合形式，从而改变阴极钢棒的导电结构，降低炉底压降，采用磷生铁浇筑阴极电解槽的焙烧启动和工艺控制操作技术，保持电解槽的高效运行，减少铝液水平电流，提高电解槽稳定性，降低电解槽能耗的目的。 | 2023年1月－2023年12月 | 铝液电解交流电耗13069（kWh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 烟气余热利用利用节能改造 | 2450 | 自筹 | 在电解槽烟气净化总烟管上，安装烟气余热回收热换装置，电解槽烟气在余热回收装置内与一次热媒进行热交换，各余热回收装置并联使用，一次热媒通过管网汇集并输送至热用户处，用作采暖热水或送至生活用水换热站生产50℃生活用水，从而达到回收利用电解烟气余热的目的。 | 2021年5月－2022年11月 | 由收集的电解烟气余热供热水、供暖，年均节约标煤约2700吨。 | 升级改造（已实施） |
| 空压机节能改造 | 280 | 自筹 | 通过对空压系统重点耗气单元及空压机进行节能技改。 | 2023年1月－2023年6月 | 铝液综合交流电耗13450（kWh/t） | 升级改造 |
| 分布式光伏发电 | 10380 | 自筹 | 实施装机容量为20MW分布式光伏发电项目。 | 2023年3月－2023年12月 | 新建 |
| 2 | 电解铝 | 青海百河铝业有限责任公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 全石墨化阴极电解槽技术探索及实践 | 2500 | 自筹 | 在330kA系列选取10台电解槽进行全石墨化阴极和磷生铁浇铸技术进行，试验计划采用两种方案进行：5台采用“石墨化阴极+高导电钢棒+磷生铁浇铸”方案；5台采用“石墨化阴极+嵌铜钢棒+磷生铁浇铸”技术。  | 2023年1月－2023年12月 | 铝液电解交流电耗13149.25（kWh/t）（基准水平） | 单台电解槽铝液电解交流电耗降低50(kwh/t），10台电解槽全年公司铝液电解交流电耗下降4（kWh/t） | 升级改造（试验） |
| 电解槽半石墨化阴极磷生铁浇铸技术 | 32003 | 自筹 | 电解槽阴极采用磷生铁浇铸技术，阴极炭块使用50%石墨质材料。大幅降低电解槽阴极压降，使槽平均工作电压进一步降低。电解槽综合运行指标优于传统电解槽。 | 2022年2月-2023年12月 | 铝液电解交流电耗13044.25（kWh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 电解槽燃气焙烧 | 510 | 自筹 | 利用燃气焙烧法对大修新启动电解槽进行焙烧。一是把电解槽四天的通电焙烧期由燃气焙烧替代。节约焙烧期四天的用电量，降低电解槽启动电量，从而降低铝液综合交流电耗；二是电解槽利用燃气焙烧后，槽内温度分布均匀，在焙烧期间阳极无偏流情况发生。而且可以实现电解槽无效应启动，尽可能避免和减小高温对槽内衬的热冲击，使电解槽能尽快转入正常生产。 | 2022年12月-2023年12月 | 升级改造 |
| 330系列母线优化及磁流体稳定性提升技术研究及应用（补偿母线项目） | 9500 | 自筹 | 对330I、II系列增加补偿机组及补偿母线，使电解槽磁场结果及分布更均，对电解槽的稳定生产和降低吨铝直流电耗很有意义。 | 2023年1月－2024年12月 | 升级改造 |
| 净化车间北厂三四净化排烟系统整体优化节能技术改造项目 | 381 | 第三方筹资（EMC项目） | （1）6台排烟风机高效能改造；（2）除尘器12套一投料器及12套二次投料器改造；（3）排烟管路换热器旁增加旁通烟道；（4）20套破损反应器修复。 | 2021年12月-2022年7月 | 排烟风机辅助动力电耗下降至约164（kWh/t） | 升级改造 |
| 新鲜氧化铝风动溜槽输送系统技改 | 4600 | 自筹 | 新建新鲜氧化铝输送方式，采用氧化铝仓库内的袋装氧化铝由天车吊运至下料平台，通过下料斗进入风动溜槽结合斗式提升机配合输送的方式，将新鲜氧化铝输送至各净化系统新鲜储仓。 | 2022年12月-2023年8月 | 空压机辅助动力电耗下降至约58（kWh/t） | 升级改造 |
| 2 | 电解铝 | 青海百河铝业有限责任公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 净化车间北厂1#2#净化系统排烟风机变频改造 | 530 | 自筹 | 1.对北厂区1#、2#净化系统加装8台变频器。2.根据变频器选型安装连接电缆。3.设计砖混结构高压变频室。4.高压变频器采用空水冷冷却方式。 | 2023年5月-2023年9月 | 铝液电解交流电耗13149.25（kWh/t）（基准水平） | 排烟风机辅助动力电耗下降至约160(kwh/t） | 升级改造 |
| 铸造车间北厂1#混合炉电改气技改 | 240 | 自筹 | 对铸造车间原有1#、2#两台40t电加热混合炉进行拆除，基础加固后新砌筑1台50t燃气混合炉，安装燃烧控制系统、助燃系统、排烟系统等辅助设备。 | 2022年12月-2023年4月 | 铝锭动力电单耗下降至约33(kwh/t） | 升级改造 |
| 分布式光伏项目 | 8875 | 自筹 | 1.实现光伏并网发电，提高可再生清洁能源利用。2.光伏与电解铝耦合拓扑研究。3.支撑电解直流侧光伏接入的电解铝生产运行工况实时仿真研究。4.光伏发电互补协同的电解铝稳流控制策略研究。 | 2022年4月-2023年5月 | 减少网购电折吨铝电耗约30kWh/t-AL | 新建 |
| 阳极炭块开槽设备采购安装 | 600 | 自筹 | 240系统加装1套（2台）开槽阳极设备，需采购安装开槽阳极设备。电解槽使用开槽阳极具有提高阳极导电性能、降低阳极效应、升高电流效率的优点，通过以上优点，最终达到降低系列电耗的目的。 | 2022年10月-2023年12月 | 铝液电解交流电耗下降约10kWh/t-AL | 升级改造 |
| 330系列节能型钢爪 | 2100 | 自筹 | 2023年330系列节能型钢爪计划外购9000件（含结构性钢爪7500件及复合型钢爪1500件），达到对330系列部分铸钢爪更换为节能型结构性钢爪的目的。 | 2022年10月-2023年12月 | 铝液电解交流电耗下降约5kWh/t-AL | 升级改造 |
| 电解烟气净化增加脱硫系统 | 5000 | 自筹 | 在330电解系列的原有烟气干法净化系统上增加半干法或湿法烟气脱硫系统，共增加2套，大幅度降低污染物排放。实施脱硫项目后，积极争取阶梯电价政策，剔除排烟风机电量。 | 2022年10月-2023年12月 | 动力电单耗下降约5kWh/t-AL | 升级改造 |
| 阳极导杆激光清洗项目 | 100 | 自筹 | 利用激光清洗将污染物从工件表面移除，实现精确、高效的清洗，使铝导杆与大母线接触表面更加光洁，降低接触面压降。 | 2023年1月-2023年12月 | 动力电单耗下降约3kWh/t-AL | 升级改造 |
| 2 | 电解铝 | 青海百河铝业有限责任公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 开展全石墨化阴极电解槽试验 | 15000 | 自筹 | 在330kA系列选取20台电解槽进行全石墨化阴极和磷生铁浇铸技术进行试验，试验计划采用三n种方案进行：5台采用“石墨化阴极+高导电钢棒+磷生铁浇铸”方案；5台采用“石墨化阴极+嵌铜钢棒+磷生铁浇铸”技术；10台采用“石墨质阴极+高导电钢棒+磷生铁浇铸”方案。 | 2023年1月-2025年12月 | 铝液电解交流电耗13149.25（kWh/t）（基准水平） | 单台电解槽铝液电解交流电耗降低50kwh/t-AL | 升级改造 |
| 3  | 青海桥头铝电有限责任公司 | 青海省西宁市大通县 | 新型节能阻流电解槽改造（50） | 3865 | 自筹 | 采用阴极组装磷生铁浇铸工艺、增加阴极钢棒截面积、电解槽内保温技术、50%石墨阴极炭块、侧部为氮化硅结合碳化硅块冷捣糊技术以及优化阴极组装工艺，实现电解槽在低电压下稳定运行，达到了铝电解槽高效节能的目的。 | 2022年-2023年 | 铝液电解交流电耗13243.08（kWh/t）（ 基准水平） | 铝液电解直流电耗13008.32(kwh/t） | 升级改造 |
| 电解槽磷生铁浇铸项目（35台） | 2705 | 自筹 | 采用阴极组装磷生铁浇铸工艺、增加阴极钢棒截面积、电解槽内保温技术、50%石墨阴极炭块、侧部为氮化硅结合碳化硅块冷捣糊技术以及优化阴极组装工艺，实现电解槽在低电压下稳定运行，达到了铝电解槽高效节能的目的。 | 2022年 | 铝液电解直流电耗13013.32（kWh/t） | 升级改造 |
| 电解厂动力车间一、二期电解系列稳流控制系统改造 | 26.5 | 自筹 | 对原有整流变压器稳流系统进行升级改造后，提高整流变偏移绕组参与调节精度，提升整流机组稳流控制效果，达到调整、稳定直流电流，减小系列供电波动，改善铝电解生产的电能质量，降低铝电解吨铝电耗的目的。 | 2022年 | 铝液综合电耗较实施前降低22（kWh/t） | 升级改造 |
| 电解槽槽控机升级改造 | 1450 | 自筹 | 对电解一、二车间12个工区共计472台电解槽智能模糊控制系统升级改造，提供可行的槽况预判分析和数据分析。满足精准物料控制和精准换极控制，不具备如下料控制、换极处下料精准控制，实现精益管控节能的目的。 | 2022年-2023年 | 铝液电解直流电耗13006.69(kwh/t） | 升级改造 |
| 组合式干燥器改造 | 939.78 | 自筹 | 11台组合式干燥器改造为鼓风零气耗吸附式干燥机，拆除原变压器，采购、安装4台10kV最新型节能型油浸式1250KVA变压器。 | 2022年-2023年 | 铝液综合电耗较实施前降低26（kWh/t） | 升级改造 |
| 3 | 电解铝 | 青海桥头铝电有限责任公司 | 青海省西宁市大通县 | 分布式光伏建设项目 | 8800 | 自筹 | 计划在一、二期厂区屋顶及空余场地安装28MW分布式光伏发电设备，接入厂区供电系统。 | 2023年 | 铝液电解交流电耗13243.08（kWh/t）（ 基准水平） | 年度可提供约2700万kWh的绿色电能 | 新建 |
| 预焙阳极开槽项目 | 623 | 自筹 | 基于目前的生产基础，在不影响焙烧车间正常生产运转和炭块库炭块输送工作的前提下，增加4台阳极底部开槽机及相关的输送、除尘设施，实现阳极底部开槽批量生产，连续为电解提供开槽阳极。 | 2023年 | 铝液综合电耗较实施前降低60（kWh/t） | 新建 |
| 新型节能阻流电解槽改造（60） | 5247 | 自筹 | 采用阴极组装磷生铁浇铸工艺、增加阴极钢棒截面积、电解槽内保温技术、50%石墨阴极炭块、侧部为氮化硅结合碳化硅块冷捣糊技术以及优化阴极组装工艺，实现电解槽在低电压下稳定运行，达到了铝电解槽高效节能的目的。 | 2023年-2024年 | 铝液电解直流电耗12941(kwh/t） | 升级改造 |
| 铝导杆（3000根）和阳极钢爪更新（3200组）项目 | 铝导杆52.8万，钢爪更新1656万 | 自筹 | 采购、更新铝导杆及阳极钢爪。 | 2022年-2023年 | 按照现场测量数据，阳极铝导杆与小盒卡具之间的压降降低6mV。 | 升级改造 |
| 铝导杆（3000根）和钢爪更新（3000根）项目 | 铝导杆58.8万，钢爪更新993.5万 | 自筹 | 采购、更新铝导杆及阳极钢爪。 | 2023年-2024年 | 按照现场测量数据，阳极铝导杆与小盒卡具之间的压降降低6mv，铁碳压降降低5mV。 | 升级改造 |
| 变压器、整流柜节能改造 | 11000 | 自筹 | 对现有一、二期整流变压器、二期整流柜节能改造，降低能耗。 | 2023年-2024年 | 铝液综合电耗较实施前降低35（kWh/t） | 升级改造 |
| 4 | 黄河鑫业有限公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 电解槽应用磷生铁浇铸及石墨化技术改造 | 14931 | 自筹 | 在电解槽大修时，采用磷生铁浇铸技术，并使用全石墨化阴极替代石墨质阴极，降低炉底压降。 | 2023年1月-2023年12月 | 铝液电解交流电耗13294.87(kwh/t）（ 基准水平） | 铝液电解交流电耗13160(kwh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 4 | 电解铝 | 黄河鑫业有限公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 预焙阳极炭块底部开槽技术改造 | 824.96 | 自筹 | 在焙烧阳极炭块库改造安装3台（6工位）阳极底部开槽设备，增强电解槽生产过程中阳极气体排出，降低运行电耗。 | 2022年4月-2023年8月 | 铝液电解交流电耗13294.87(kwh/t）（ 基准水平） | 升级改造 |
| 阳极涂层技术应用 | 1500 | 自筹 | 在阳极上喷涂特质涂料，延长换极周期，降低电解槽电耗。 | 2023年1月-2023年12月 | 新材料应用 |
| 阳极钢爪自动焊接系统研制与应用 | 482 | 自筹 | 采用机器人焊接替代传统人工焊接钢爪组，降低导杆组压降。 | 2022年1月-2023年8月 | 升级改造 |
| 铝导杆机器人激光清洗机 | 197 | 自筹 | 在组装悬链生产线上安装2台导杆激光清洗机器人，对阳极导杆与电解槽水平母线接触部位进行清洗。 | 2022年1月-2023年9月 | 升级改造 |
| 电解一系列整流机组稳流系统升级改造 | 98.45 | 自筹 | 通过实施电解一系列整流机组稳流系统升级改造，提升一系列稳流控制精度，满足电解车间正常生产需求。 | 2023年1月-2023年10月 | 升级改造 |
| 分布式光伏发电项目 | 12638 | 自筹 | 推动太阳能光伏产业发展， 有效利用厂内屋顶及空地闲置资源，采用分布式屋顶和地面光伏发电全部自用模式， 就地消纳，降低电费节约生产成本。 | 2022年1月-2023年12月 | 新建 |
| 电解槽应用磷生铁浇铸及石墨化技术改造 | 15718 | 自筹 | 在电解槽大修时，采用磷生铁浇铸技术，并使用全石墨化阴极替代石墨质阴极，降低炉底压降。 | 2024年1月-2024年12月 | 铝液电解交流电耗13080(kwh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 阳极涂层技术应用 | 1500 | 自筹 | 在阳极上喷涂特质涂料，延长换极周期，降低电解槽电耗。 | 2024年1月-2024年12月 | 新材料应用 |
| 电解槽应用磷生铁浇铸及石墨化技术改造 | 15718 | 自筹 | 在电解槽大修时，采用磷生铁浇铸技术，并使用全石墨化阴极替代石墨质阴极，降低炉底压降。 | 2025年1月-2025年12月 | 铝液电解交流电耗13000(kwh/t）（标杆水平） | 升级改造 |
| 4 | 电解铝 | 黄河鑫业有限公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 阳极涂层技术应用 | 1500 | 自筹 | 在阳极上喷涂特质涂料，延长换极周期，降低电解槽电耗。 | 2025年1月-2025年12月 | 铝液电解交流电耗13294.87(kwh/t）（ 基准水平） | 铝液电解交流电耗13000(kwh/t）（标杆水平） | 新材料应用 |
| 5 | 青海物产工业投资有限公司 | 青海省西宁市大通县 | 天然气焙烧电解槽项目 | 55 | 自筹 | 通过引用先进技术，采购了一台燃气焙烧装置，并进行了相应的燃气管线改造。将原有电解槽预热使用的电阻加热焙烧法，替换为更加节能高效的燃气焙烧法。 | 2022年3月－2022年5月 | 铝液电解交流电耗13334.81(kwh/t）（基准水平） | 铝液电解交流电耗13334(kwh/t）（基准水平） | 新建（已实施） |
| 极防氧化涂料技术的应用 | 30 | 自筹 | 通过与相关厂家进行联合实验的方式，对于阳极炭块敷设涂层的方式，减缓阳极氧化，提高阳极使用周期，从而降低能源消耗，降低碳排放。 | 2022年1月－2022年12月 | 升级改造 |
|  |
| 铝电解智能精准控制系统改造项目 | 800 | 自筹 | 对现有的槽控系统进行改造，实现电解槽精确下料控制，打壳“深度”可控，形成控制系统的闭环控制，打造铝电解智能控制中心，进而降低电耗，提升电流效率，进一步降低生产成本。 | 2023年3月－2023年12月 | 铝液电解交流电耗13159(kwh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 5 | 电解铝 | 青海物产工业投资有限公司 | 青海省西宁市大通县 | 电解槽低电压管理节能技术应用项目 | 600 | 自筹 | 通过改善系列生产槽电解质成分，保持炉膛的进一步规整，同时辅助低过热度管理思想和减少散热条件等方式实现低电压管理，考虑到新开槽效率偏低，电耗过高，通过对电解槽焙烧、启动、非正常期的用料、电压管理、技术条件管理等方面大胆尝试探索，进一步降低生产成本和提高市场的竞争力。 | 2023年3月－2023年12月 | 铝液电解交流电耗13334.81(kwh/t）（基准水平） | 铝液电解交流电耗13159(kwh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 电解槽节能技改大修项目 | 880 | 自筹 | 对240kA电解系列12台单位产品铝液电解交流电耗较高的预焙铝电解槽利用大修槽的机会实施实施内衬结构优化，主要内容为：1）通过计算机模拟仿真软件进行校验，采用抑制水平电流技术减小槽内水平磁场，提高槽内流体动力学稳定性；2）对电解槽内衬进行热场模拟分析及内衬结构优化设计，从而获得更为理想的全槽热平衡状态，为稳定生产、节能降耗打下基础；3）采用磷生铁浇注阴极钢棒节能技术，有效降低阴极组压降，从而降低生产能耗。 | 2023年3月－2023年10月 | 升级改造 |
| 循环水泵节能改造项目 | 45 | 自筹 | 针对公司循环水系统老化，能耗偏高的问题，计划开展循环水系统整体优化节能改造项目，对公司的循环水系统进行整体优化，更换节能电机，对水泵及相关管路进行优化，节约能源消耗。 | 2023年3月－2023年6月 | 铝液综合电耗13465(kwh/t） | 升级改造 |
| 6 | 电解铝 | 青海佳韵铝业股份有限公司 | 青海省海东市化隆县 | 阳极电流在线监测系统配合单点打壳下料系统 | 731 | 自筹 | 在原有控制柜的基础上，增添智能单点打壳和单点下料，实行真正的区域浓度控制；换极采取单点停料，从而减少对整槽的影响，提高新极导电速度；能够控制打壳深度，打壳深度可调；对堵料和壳头包的情况，通过氧化铝浓度工艺控制的原理，从源头上解决堵料和壳头包，并对火眼卡堵、卡锤头准确报警，可以降低效应系数，使氧化铝浓度控制在1.5%--2.5%的范围之内。 | 2022年2月－2022年4月 | 铝液电解交流电耗13305.94(kwh/t）（基准水平） | 铝液电解交流电耗13197(kwh/t）（基准水平） | 升级改造（已实施） |
| 数字化槽控机控制系统改造项目 | 550 | 自筹 | （1）设备购置：购置数字化电解槽智能槽控机121台、区域浓度控制系统120套、在线精准母线位置系统120套；服务器、后台数据、工区客户端、机房监控各2台；远程工艺服务器、网络机柜及其组件、光纤设备及附件、电流频率转换器各1台；电流信号驱动器4台；全套备板10套。（2）软件购置：购置阿尔惠特铝电解智能控制系统嵌入式控制软件（V1.0）1套。 | 2022年2月－2022年4月 | 升级改造（已实施） |
| 7 | 中国铝业青海分公司 | 青海省西宁市大通县 | 600kA 电解槽产能置换升级项目 | 347745.17 | 自筹 | 对现有40万吨产能进行产能置换，另外购置20万吨产能，建设成60万吨600KA电解生产及配套的电解铝生产线。 | 2023年1月－2025年3月 | 铝液电解交流电耗13092.81(kwh/t）（基准水平） | 铝液电解交流电耗12624(kwh/t）（标杆水平） | 产能置换 |
| 8 | 青海海源绿能铝业有限公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 母线提升机无风抱紧、增压改造 | 200 | 自筹 | 将原来顶部压紧气缸换成Ø180弹簧气缸，将气缸压紧改进为弹簧压紧。进气时弹簧气缸中的弹簧压缩，抱腿张开套入阳极导杆，断气后弹簧复位抱腿抱紧。同时每台设备增加2组增压器和8个180L储气罐（简单压力容器，手续齐全），均匀布置在设备顶部，利用增压器进行升压，储气罐进行稳压。 | 2022年3月-2022年12月 | 铝液电解交流电耗13328.87 (kwh/t）（基准水平） | 铝液电解交流电耗13328.87(kwh/t）（基准水平） | 升级改造（已实施） |
| 400KA电解槽大修 | 1040 | 自筹 | 104台电解槽大修时，采用磷生铁浇铸阴极技术，并使用曲面阴极技术，降低炉底压降。 | 2022年 | 升级改造（已实施） |
| 开槽技术应用 | 750 | 自筹 | 通过采购开槽阳极炭块的方式，对于阳开槽阳极技术进行实验。预计该技术能够优化阳极气体排出，降低电解槽效应，优化电流排布，提高电解效率，从而降低能源消耗。 | 2022年 | 升级改造（已实施） |
| 8 | 电解铝 | 青海海源绿能铝业有限公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 阳极喷涂技术应用 | 50 | 自筹 | 在阳极上喷涂特质涂料，延长换极周期，降低电解槽电耗。 | 2022年 | 铝液电解交流电耗13328.87 (kwh/t）（基准水平） |  | 升级改造（已实施） |
| 槽控机控制系统升级改造项目 | 500 | 自筹 | 对电解一、二车间6个工区共计208台电解控制系统升级改造，提供可行的槽况预判分析和数据分析。 | 2023年 | 铝液电解交流电耗13228 (kwh/t） （基准水平） | 升级改造 |
| 新建开槽设备项目 | 360 | 自筹 | 在焙烧阳极炭块库改造安装2台阳极底部开槽设备，增强电解槽生产过程中阳极气体排出，降低运行电耗。 | 2023年 | 升级改造 |
| 400kA电解槽全石墨化磷生铁浇筑技术改造项目 | 300 | 自筹 | 电解槽大修时采用100%石墨质阴极，降低炉底压降。 | 2024年 | 铝液电解交流电耗13128(kwh/t）（基准水平） | 升级改造 |
| 分布式光伏建设项目 | 1500 | 自筹 | 计划在一、二期厂区屋顶及空余场地安装分布式光伏发电设备，接入厂区供电系统。 | 2025年 | 新建 |
| 铅、锌、铜冶炼 |
| 9 | 铅冶炼 | 青海西豫有色金属有限公司 | 青海省格尔木市昆仑经济开发区 | 多金属资源循环利用及环保升级改造项目 | 209970 | 自筹 | 项目的建设内容包括三部分：第一部分在南侧新增占地范围内建设20万 t电铅/a规模的铅生产系统，建成后原有铅冶炼系统及配套的冶炼烟气制酸系统停产；第二部分在原有厂区内对生产系统的配套进行改扩建，主要包括化学水处理站改扩建、污酸污水处理站改扩建、氧气制备站扩建、酸库改扩建、综合管网改造以及与上述各车间配套的供气、给排水、供配电、仪控及消防系统等；第三部分是对原有贵金属生产系统进行改造，以满足铅系统产生的铅阳极泥及外购铜阳极泥处理规模需求。 | 2023年3月-2024年10月 | 粗铅工艺230.86（kgce/t）（基准水平）铅电解精炼工序54.03（kgce/t）（标杆水平）铅冶炼工艺287.19（kgce/t）（标杆水平） | 粗铅工艺162.79（kgce/t）（标杆水平），铅电解精炼工序77.85（kgce/t）（标杆水平），铅冶炼工艺259.22（kgce/t）（标杆水平） | 新建 |
| 10 | 锌冶炼 | 西部矿业股份有限公司锌业分公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 变压器更新 | 60 | 自筹 | 依据GB20052-2020表9中容量2500的3级能耗标准要求：空载损耗28.8KW，负载损耗184.5KW，熔锌炉变压器空载损耗33.6KW，负载损耗288.6KW，未达到因家3级以上标准要求属于淘汰产品。将现有油变更换为干变，将现有的油变进行维修做为备用。 | 2023年 | 湿法炼锌工艺： 电锌锭(无浸出渣火法处理工艺) (精矿- 电锌锌锭) 821.68（kgce/t） （基准水平） | 综合能耗821.34（kgce/t）（基准水平） | 淘汰设备更新 |
| 11 | 铜冶炼 | 青海铜业有限责任公司 | 青海省西宁市甘河工业园区 | 外供同鑫化工及杭萧钢构蒸汽管网项目 | 150 | 自筹 | 制酸系统转化工序一层和四层分别配置功率4200kw、2200kw电加热器，配建126m2低压配电室及公辅设施。 | 2021年12月－2022年1月 | 粗铜工艺能耗(铜精矿-粗铜)142.17（kgce/t） （基准水平），阳极铜工艺 (铜精矿- 阳极铜) 194.4（kgce/t） （基准水平），电解工序 ( 阳极铜- 阴极铜)84.18（kgce/t）（标杆水平），铜冶炼工艺 (铜精矿- 阴极铜)307.6（kgce/t） （基准水平） | 铜冶炼工序能耗298（kgce/t）（基准水平） | 改造升级（已实施） |
| 落后电机淘汰更新 | 315.89 | 自筹 | 属于国家淘汰高耗能设备，根据国家强制性要求进行逐步淘汰，于2025年全部更新完成。 | 2023年-2025年 | 淘汰设备更新 |