



园区内整个电解铝生产线的集控室只有一人值守。



信发发现代农业产业园推动工农融合发展，打造零碳园区。

# 一粒石子『吃』六遍，『两高』大户变绿色卖家

建链、延链、强链，信发集团从循环经济中『掘金』超百亿元

走进位于山东省聊城市茌平区的信发集团，展现在面前的是一个充满科技感的“未来工厂”：不见粉尘不见烟，生产线上不见工人，热电、电解铝、建材和生态农业等全产业链降碳减排。一粒石子“吃”上六遍，工业固体废物变身为环保建材。这家曾经的高耗能高排放大户，在减排转型过程中挖到了矿——循环经济，循环经济壮大了企业规模，带动整体增加效益超过100亿元。

走出转型阵痛的信发集团，由最初的“小火电”逐渐成长为一家集发电、供热、氧化铝、电解铝、铝深加工、环保建材等产业于一体的绿色低碳循环企业。

文/片 记者 杨璐 李岩松 王开智 戴伟 聊城报道

## 首次“卖空气”赚了7.43亿元

在信发集团的热电厂集控室，监控大屏上的排放数值实时更新：3号锅炉二氧化硫浓度0.003毫克/立方米，粉尘浓度0.775毫克/立方米、氮氧化物浓度31.627毫克/立方米，对应的国家超低排放标准值分别是35毫克/立方米、5毫克/立方米和50毫克/立方米。

“我们的指标仅为国家超低排放标准的万分之一，二氧化硫的排放时常监测显示为0.000毫克/立方米，真正达到了超低排放，所以碳配额的盈余也就多。”信发集团副总经理张怀涛说。

2021年7月16日全国碳排放权交易市场正式启动，目前已经顺利完成两个履约周期。碳市场的交易机制，简单说就是把“二氧化碳排放权”当作商品来买卖，通过市场行为达到控制碳排放总量的目的。

“排碳有成本，减碳有收益”。信发集团尝到了碳资产管理的“甜头”。统计数据显示，2019年、2020年两年，信发集团碳排放实现盈余总量1759万吨。在第一个履约周期实现交易量1407.6万吨，占全国总交易量7.47%；总交易金额7.43亿元，占全国总交易额的9.1%，居全国同期首位。

第二个履约周期配额收紧，“这次交易了一部分，还自留了不少碳指标。”张怀涛说。碳价是碳市场的风向标，配额收紧预期催生碳价上涨，今年国内碳市场价格首次突破百元关口，较成立之初上涨超100%，不少配额盈余企业选择了“惜售”。

## 爆破13台“小火电”下血本搞好环保

## 把固废吃干榨净从花一亿到赚百亿

在新型环保建材产业园，随着机械手

沂蒙山区

# 精选绿茶

豌豆鲜 板栗香 茶园直供

人工采摘一芽一叶

成就北方好茶叶

qilu 齐鲁农超

农超优选

¥29.9/罐

2015年8月11日，随着轰隆的巨响，信发集团首批7座凉水塔轰然倒下，与之配套的7台总装机容量68万千瓦的燃煤机组也正式退出历史舞台。

信发集团始建于1972年，前身是一家装机容量仅1500千瓦、资产不足1500万元的地方燃煤电厂，浓烟滚滚的烟囱曾是一代电厂人的记忆。

日趋严格的生态环保政策督促和倒逼企业争分夺秒治污减排。自2015年以来，信发集团先后关停，爆破了13台30万千瓦以下燃煤机组，总装机容量共计164.5万千瓦，彻底告别“小火电”时代。

“当时，单这些机组企业就损失了一百多个亿，淘汰落后产能的决心下得非常大。”张怀涛回忆说。

去旧换新，信发集团总投资320亿元上马了9台66万千瓦高效超超临界机组，发电耗煤仅为248克/千瓦时。经测算，新机组烟尘排放小于1毫克/立方米，二氧化碳排放小于3毫克/立方米，打破了当时国内燃煤电厂的清洁高效纪录。

2014年以来，对标世界一流，信发集团加强前瞻布局，持续推动装备提档升级，技术更新换代，目前各产业链均达到超低排放，人均发电量、产铝量、能耗和效益居世界前列。智能化物料输送全封闭式控制，水处理系统实现零排放。集团所属11家企业被列入应急减排A级企业，10家企业被评为“绿色工厂”。

回望这十年，在管理者看来，新发展理念含金量十足，“绿色”投入是最划算的买卖。“如果没有环保整治的当头一棒警示，我们还在老路上走，走不远，也活不好。”2023年，信发集团完成主营业务收入2907亿元，实现利润201亿元。

上下翻飞，每年近3亿块蒸压砖、2.4亿平方米纸面石膏板，发往全国各地。

很难想象，这些高性能环保建材都是废弃的粉煤灰、炉渣、电石渣变身而来。

在信发集团，一粒小石子能被反复“吃”六遍：先煅烧产生石灰，石灰生成电石，电石产生聚氯乙烯，聚氯乙烯工序产生的废料电石渣可以替代石灰生产氧化铝，同时替代石灰用于电厂脱硫，脱硫产生的脱硫石膏生产石膏粉，石膏粉再制成石膏板。

一粒石子贯穿四大产业链，从废料、废渣变为优质建材。按市场价算，一吨石子约125元，卖出去的纸面石膏板约1500元，单这一个环节的利用，石子的价值就提升了11倍。

工业固体废物是一种巨大的可再利用资源。信发集团投入上亿元开展专项研发，经过上百次试验，攻克了41项技术难题，获得了18项专利，开发建设了粉煤灰渣制砖、制砌块，脱硫石膏生产石膏粉、石膏板、石膏砂浆等多个固废综合利用项目。

“上游产生的废料，变成下游所需的原料，全部变废为宝，实现‘灰灰不见灰，出渣不见渣，固废变资源’。”张怀涛介绍，过去闲置的固体废物既占用土地，又污染环境，每年的处理费用就达到亿元以上，信发集团通过“建链、延链、强链”，不断完善循环经济，形成能源、铝、化工、生态产业链网，每年可处理固废1400万吨，直接实现年销售收入20亿元，每年可带动整体循环经济增加效益100亿元以上。

## 布局“绿电”源头减碳应对碳市场扩容

“电解铝行业生产工艺边界清晰一致，数据溯源易得且准确度较高，质量有保障，属于碳排放数据基础较好的重点行业之一。”张怀涛说。

今年以来，全国碳市场首次扩围预期升温，电解铝行业有望继发电行业之后，被优先纳入统一碳市场。目前我国碳排放主要集中在发电、钢铁、建材、有色、石化、化工、造纸、航空等重点行业，这八个行业占到了全国二氧化碳排放的75%左右。

信发集团早已未雨绸缪。在数据核算上提前布局，配合相关政府部门、行业协会、专业机构的碳市场扩围研究工作，从核算边界、生产工艺以及排放源数据的计量、溯源、获取、存证等方面提供了翔实的生产证明材料。启动双碳智能平台建设，构建涵盖集团所有产业的碳排放核算体系，最终实现数据直采和智能核算。

一方面深耕碳排放控制和管理，另一方面发展绿色新能源，实现源头减碳。

“下一步在‘绿电’上下功夫。”张怀涛表示，电解铝行业的主要排放源是电力间接排放。集团计划投资约50亿元，建设总装机容量约100万千瓦的太阳能光伏发电，目前部分负荷已经实现并网发电；计划合作投资76亿元，建设装机容量135万千瓦的风电项目，前期工作也在积极推进中。项目全部投产后，至少每年可减少碳排放150万吨。



信发集团利用电厂废弃的粉煤灰渣生产蒸压标砖，变废为宝。



信发集团生产的环保建材纸面石膏板将发往全国各地。

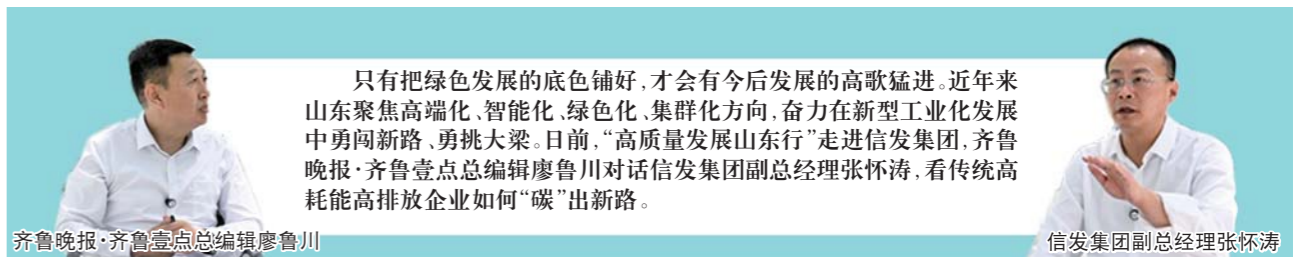


信发集团的砌块生产车间干净整洁，非常环保。



信发集团在达标排放的基础上全部实现超低排放。

## 对话信发集团副总经理张怀涛向“绿”而行“碳”出新路



齐鲁晚报·齐鲁壹点总编辑廖鲁川

信发集团副总经理张怀涛

记者 杨璐 李岩松 王开智 崔宇晴 陶春燕 聊城报道

## 环保排放指标处于世界先进水平

廖鲁川：现在信发集团的环保达到了怎样的水平？

张怀涛：信发集团从2014年加大设备升级改造，始终对标世界一流，环保排放指标处于世界先进水平，发电机组二氧化硫排放量仅为国家超低排放标准值的万分之一。氧化铝、电解铝、炭素等在达标排放的基础上也全部实现超低排放。生产车间的物料都是封闭式管道输送，从根本上杜绝了扬尘污染。

廖鲁川：烧煤、发电、炼铝，在公众眼中是再传统不过的行业，践行绿色低碳发展理念，我们从认识到行动上，是怎样一步一步实现的？

张怀涛：我们是从发电起家，先后关停了13台30万千瓦以下燃煤机组，总装机容量达到164.5万千瓦。同时，建设了9台66万千瓦高效超超临界机组，每度电煤耗率仅为248克，这对于信发而言是质的飞跃。建材板块也进行了整体性升级改造，砖、砌块、石膏粉、石膏板的生产制造，有的是无人车间，有的做到了高度自动化、智能化生产。可以说，我们以装备提档升级、技术更新换代推动节能减排，实现污染防治源头化、物料管控封闭化、排放达标超低化。

## 淘汰落后产能尝到减碳“甜头”

廖鲁川：“爆破”13台小燃煤机组，当时是怎样的情形？

张怀涛：当时这些机组还在出力，每台投资近十亿元，十几台机组就是一百多亿元，关停它们下了非常大的决心。但是我们也尝到了“甜头”，上1台66万千瓦的机组就能顶4台15万千瓦机

组，这笔账很划算。现在1台机组一年发电50亿度，需要50个人，如果是原来的机组至少需要500人，人员效率提升了10倍，发电煤耗也大大降低。集团已有11家企业被生态环境部列入应急减排A级企业，是行业内最多的。

廖鲁川：在全国碳市场首个履约周期，信发集团碳排放配额交易额占全国总交易额的9.1%。从“排放大户”到碳市场最大玩家之一，我们做了什么？

张怀涛：在碳达峰、碳中和“3060”目标大背景下，集团早在2016年国家启动全国碳市场时就着手抓碳排放工作，从碳资产管理的体系建设入手，完善碳排放核算及管理能力建设。2021年12月率先完成全国碳市场第一个履约周期配额清缴。全流程绿色化生产是我们的目标，集团正在建设绿色低碳全流程智慧化平台，覆盖所有产业板块，二氧化碳总量是多少，生产过程中减了多少碳，碳足迹实现可视化。

## 打通上下游构建四大循环产业链条

廖鲁川：循环经济是信发集团的一大亮点，这种循环产业链网是如何构建并运行的？

张怀涛：我们以热电厂为中心点，打通上下游供应链条。为了大量消耗

电，1999年上马了解铝项目；依托电解铝，又投产了氧化铝项目；氧化铝需要烧碱，又上马了烧碱项目；烧碱产生氯气，我们又生产聚氯乙烯；烧碱需要原盐，在泰安有了盐厂；聚氯乙烯的前端还需要电石、石灰。通过建链、补链、强链，逐步形成了能源、有色金属、高端化工、生态环保四大循环产业链条。以煤矿开发、发电、供热为主的能源产业链；以铝土矿开发、氧化铝、炭素、电解铝、铝深加工为主的有色金属产业链；以盐矿开发、液碱、石灰、电石、聚氯乙烯及精深加工为主的高端化工产业链；以固废综合利用和现代农业为主的生态环保产业链。四大循环产业链之间深度耦合，上下产业衔接，左右工序相连，上一家企业产生的废气、废水、废渣，变成下一家企业生产所需的能源、原料，实现高效利用最大化。

廖鲁川：我了解到“聊热入济”长距离供热项目正在推进，这可以帮助降低城市供暖能耗，实现绿色供暖。

张怀涛：是的，利用工业余热供暖，不仅可为济南市及周边地区的供热需求提供可靠的保障，也能减少燃煤等传统能源的使用，助力减污降碳。我们的电厂热源丰富稳定，热效率高，本身也有几十年的余热供暖经验。目前，项目正在紧锣密鼓地推进，加快电厂内机组改造等工作。



66万千瓦高效超超临界机组，发电煤耗仅248克/千瓦时。