

预计到2030年，我国关闭或废弃矿井将达到1.5万处。直接废弃不仅会造成资源的巨大浪费和国有资产的损失，还可能诱发后续的安全、环境等问题。不过也有一些废旧煤矿，依托已有资源和自身优势，进行了积极探索，尝试着让老矿焕发新生。

废而不荒， 旧矿井的“新生意”

文 / 本刊特约撰稿人 李鹿

日前，“2021辽宁·阜新草莓音乐节”在阜新百年国际赛道城举办。而这场时尚活动的举办场地是曾经的巨型煤矿坑。不再采煤后，经过治理，这个巨型煤矿坑焕发新生，举办过中国汽车漂移锦标赛，还将举办军事嘉年华。

随着“双碳”目标的提出，我国煤炭消费比例将逐步降低，“十四五”期间，煤矿数量也将进一步压缩。据中国工程院重大咨询研究项目“我国煤矿安全及废弃矿井资源开发利用战略研究”，预计到2030年，我国关闭或废弃矿井将达到1.5万处。

受政策变动、开发思路不清晰、资金投入大等因素影响，目前绝大多数

煤矿关闭后被直接废弃。这不仅会造成资源的巨大浪费和国有资产的损失，还可能诱发后续的安全、环境等问题。不过也有一些废旧煤矿，依托已有资源和自身优势，进行了积极探索，尝试着让老矿焕发新生。

矿区变电场

8月23日，中国平煤神马集团一矿的12兆瓦光伏发电项目正在加速推进中。而这一项目正好建在该矿的矸石山上。

“十四五”期间，中国平煤神马集团计划投资120亿元，利用该集团屋顶、矸石山、工业空地、荒山荒地等空地资源，建设光伏电站。到

“十四五”末，中国平煤神马集团光伏开发建设规模将达3吉瓦。

不止是中国平煤神马集团，很多煤矿都尝试着利用矿区空地发展光伏产业。曾经被当作“历史包袱”的采煤沉陷区，经过治理后，则成为许多废旧煤矿发展光伏产业的优势。

光伏发电也成为目前采煤沉陷区开发利用的重点之一。

我国众多废旧煤矿根据自身条件，探索发展光伏产业，在实践中逐步形成了三种主要利用模式：“光伏+生态治理模式”“光伏+水产养殖模式”以及“光伏+农业种植模式”。

“光伏+生态治理模式”，如国家能源集团神东煤炭公司布尔台采



<< 亚洲第一大废弃露天矿——阜新海州露天矿，如今成为国家矿山公园，市民清早齐跳广场舞。

煤沉陷区“生态+光伏”示范基地。该示范基地生态治理区总面积为4万亩，1.5万亩生态治理区主要位于规划区内的林地和光伏板阵间；2.5万亩生态产业区主要位于光伏板下和光伏板阵间，整机装机达容量50万千瓦。该示范基地按“林光互补”和“农光互补”的模式种植饲料草。据神东煤炭公司环保管理处副总工程师李强介绍，未来，这里的地质环境治理率可达100%，土地复垦率可达100%，植被覆盖率将由19%提高至64%，区域植物将达上百种，局地气候可以得到有效改善。

“光伏+水产养殖模式”，如淮南水上光伏项目。2016年3月30日，

淮南采煤沉陷区水上漂浮式、渔光互补光伏电站顺利并网发电。该项目覆盖面积约1400亩，总装机容量为40兆瓦，总投资4亿元。光伏电站建成之后，环境逐步改善，许多村民又返回打渔。一些村民经过培训之后，成为光伏电站的维护人员。

“光伏+农业种植模式”，如山西孝义西辛庄镇100兆瓦光伏发电与生态农业结合项目。该项目利用现有煤矿废弃基地，在光伏发电的空地上种植紫花苜蓿等经济作物，同时在光伏电池板的阴面种植竹柳和元宝枫等经济性林业作物。这样，既可恢复和改善当地自然环境，还实现了农业生产、生态改善与光伏发电的应用结合。

同时，一些单位还尝试着利用废旧煤矿残存的煤炭及煤层气等能源类资源。

据了解，我国关闭矿井赋存的煤炭资源量约为420亿吨。这些资源无法通过现有的技术手段进行开采，但通过地下气化则可以产生清洁的可燃气体。

早在1958年至1962年，我国就先后在大同、皖南、沈北等矿区进行了自然条件下的煤炭地下气化试验。

2009年4月至2010年12月，中国矿业大学在甘肃华亭安口矿进行了地下导控气化工业性试验。经过试验，项目年气化采煤量1.8万吨，日产煤气20.4万立方米，煤气可装机容量4000千瓦，工业性试验实际装机容量1000千瓦。整个气化过程产气稳定、发电运行平稳可靠。

不过，国家能源集团科技部主任李全生表示，目前煤炭地下气化还存在着单炉产气量小、运行不稳定、运行时间短、污染物扩散规律认识不清等问题；需要进一步研究废弃矿井规模化生产技术，提高单炉服务年限和产气量。

相较而言，采空区煤层气抽采则更具现实意义一些。

“十一五”末，原晋煤集团岳城矿就开始抽采采空区煤层气。截至目前，岳城矿已抽采煤层气3000万立方米，目前每天的折纯产气量在2万立方米左右，已经稳定产气10多年。

晋能控股集团煤与煤层气共采国家重点实验室日前透露，山西省已累

计在废弃矿井采空区施工抽采井100余口，抽采利用采空区煤层气1.28亿立方米。

矿区变景区

煤炭是我国重要的工业领域。在几十年甚至上百年的发展中，许多煤矿本身就是具有深厚历史文化价值的工业遗产。

比如，中国共产党第一次独立领导并取得完全胜利的安源路工人大罢工就发生在安源煤矿。这里诞生了中国共产党第一个产业工人支部、最早的地方党校（团校）、在中国共产党领导下创办的全国第一个工人消费合作社……

在已公布的4批工业文化遗址中，煤炭矿区有12个，包括安源煤矿、唐山煤矿等。

现在，安源煤矿不仅是一座正在生产的老矿，还成为一个红色爱国主义教育基地。

除了安源煤矿，一些具有历史文化价值、独特地质条件的煤矿在关闭之后，保留了原有厂房建筑、井下巷道，建设了国家矿山公园，尝试发展文旅产业。目前，我国有22个煤矿类国家矿山公园，其中10个已开园。

这10个已开园的国家矿山公园中，既有井工煤矿，如河北唐山开滦煤矿国家矿山公园、山西大同晋华宫矿国家矿山公园等；也有露天煤矿，如内蒙古满洲里市扎赉诺尔国家矿山公园、辽宁阜新海州露天矿国家矿山

公园。一些煤矿类国家矿山公园运营得还不错。今年“五一”小长假，山西大同晋华宫矿国家矿山公园接待游客1.2万人。

有的关闭露天煤矿则利用特有地势，发展特色文旅产业。

比如文章开头提到的辽宁阜新新邱区，利用新邱露天矿等废弃矿坑打造阜新百年国际赛道城。目前，该赛道城已举办多次汽车越野比赛。2019年1月，该项目还通过国家发改委评审，入围全国“千企千镇工程”。

“整体而言，这些工业旅游目的地空间分布零散、关联性差，没有形成完整的、成熟的工业旅游线路。目前已开发的国家矿山公园游客感知维度单一、体验性差、满意度低。工业旅游产品滞后于旅游产品的整体开发水平。”中国工程院院士、中国矿业大学（北京）教授彭苏萍表示。

京煤集团则尝试着把分散的煤矿遗存连起来。

2020年，京西所有煤矿关闭。之后，京煤集团将打造“一线四矿”京西煤矿工业遗存文旅区。“一线”就是门大线——门头沟到大台的运煤铁路线，是詹天佑京张铁路的辅助铁路；“四矿”指王平、木城涧、大台和千军台煤矿。一条铁路串起4处煤矿遗存，有望盘活京西煤矿遗存资源，带动门头沟农村经济发展。

对于下一步煤矿工业遗迹文旅开发，彭苏萍建议，要将废弃矿井生态开发与新兴产业培育、资源枯竭型城



<< 游客在广西合山国家矿山公园“触摸”百年矿业遗迹，体验工业旅游。

市转型等结合，实施分级分类差异性生态开发；立足区位条件、地域特色等，整合工业遗产、周边自然生态、民俗文化等旅游资源，形成新型旅游产品体系。

矿区变水库

过去几十年里，我国煤炭主产区都在中东部地区，包括河南、河北、山东、山西以及陕西关中地区、淮南、淮北等地。这些区域开采的煤在地质上多属于石炭—二叠系煤。在这一开采煤层下方，普遍发育有极为富

水的奥陶系灰岩含水层。这就导致我国煤炭开采一般会排出大量的矿井水，并形成巨大高落差的地下空间。开采时，矿井水会给煤矿安全带来危害；外排时，又会面临污水达标排放问题。一些煤矿则转变思路，尝试着对这些水资源、空间资源进行开发。

从2010年开始，国家能源集团神东煤炭公司就在大柳塔矿，将废弃巷道封闭加固，建成了首个煤矿分布式地下水库。截至目前，神东矿区已累计建成33座地下水库，储水量达到3100万立方米，年供水量接近7000万

立方米。目前，神东矿区95%以上的生产、生活和生态用水来自井下。

矿井水存在地下，不仅可供煤矿生产生活所用，还可以与煤炭开采形成的高落差地下空间结合，发展废弃矿井抽水蓄能发电。中国工程院院士、安徽理工大学校长袁亮认为，废弃矿井抽水蓄能发电可作为解决弃光、弃风问题的有效方式。

据了解，目前，我国尚未有利用废弃矿洞建设抽水蓄能电站工程实例，但已有相关设想。

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司曾先后开展了2个利用废弃矿坑建设抽水蓄能电站的设计研究。一个是河北滦平抽水蓄能电站，利用上喇叭沁村西沟采区闭坑作下水库。另一个是辽宁阜新抽水蓄能电站，利用海州废弃矿坑作下水库。阜新站址作为规划站址已被列入辽宁省抽水蓄能选点规划报告。

利用煤矿地下空间储气、储油、储存二氧化碳也有很大的潜力。中国工程院院士、石油地质与油气勘探专家赵文智介绍，“十三五”期间，我国废弃煤矿的地下空间就有15亿立方米，具备150亿立方米的地下储气能力。

目前，我国已有利用盐穴等储气的工程实践，尚未利用废弃煤矿地下空间进行储气、储油等。废弃煤矿地下储气、储油相关技术还处于摸索阶段，仍需加强技术研发，完善相关政策。■