

综 述

我国采煤沉陷区现状、综合治理模式及治理建议

胡炳南¹, 郭文砚²

(1. 煤炭科学研究总院, 北京 100013; 2. 中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083)

[摘要] 采煤沉陷对矿区的土地、水资源、建(构)筑物、生态环境等都会造成严重破坏, 直接影响到矿区经济发展、社会稳定及生态环境的可持续发展。通过采煤沉陷区采出煤量、塌陷面积等调研数据, 以县(市区)为采煤沉陷区研究单元, 得出我国重点采煤沉陷县(市区)排名; 针对我国采煤沉陷区存在的土地、水资源、建筑物等破坏问题, 归纳总结多种采煤沉陷区综合治理模式及应用案例; 提出绿色开采对策与综合治理建议。

[关键词] 采煤沉陷区; 综合治理模式; 绿色开采; 治理建议

[中图分类号] TD82 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2018) 02-0001-04

Mining Subsidence Area Status, Syntheses Governance Model and Governance Recommendation

HU Bing-nan¹, GUO Wen-yan²

(1. China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;

2. Resources and Safety Engineering School, China University of Mining Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Mining subsidence would destroyed land of mining area, water resource, building, ecological environment and so on, and mining area economic development, social stability and ecological sustainable development were influenced directed also. According some investment data of extraction coal quantity, subsidence area and soon, it taking county as studying element of mining subsidence area, and the ranking of emphasis mining subsidence counties in domestic was obtained, to some destroy problems of land, water resource and building in mining subsidence in domestic, generalized and summarized multiple syntheses governance models and application cases, green mining countermeasures and syntheses governance recommendation were put forward.

Key words: mining subsidence area; syntheses governance model; green mining; governance recommendation

煤炭资源作为我国重要的基础能源, 对国民经济的发展起到了不可替代的促进作用^[1]。但煤矿开采都会产生不同程度的地表沉陷, 我国采煤沉陷区分布范围广, 采煤沉陷区经常发生地表塌陷、地裂缝、水土流失、房屋建筑损坏、地表积水、生态环境恶化等问题, 对土地、水资源、建(构)筑物、环境造成巨大破坏, 严重威胁到国土安全、人民群众的生存和生命财产安全。

采煤沉陷区的治理直接影响到矿区的经济、社会的稳定、生态环境的可持续发展, 是我国煤矿区亟待解决的一大难题。党中央和国务院对采煤沉陷区治理工作十分重视。“十三五”规划纲要^[2]中, 明确将全面推进采煤沉陷区改造转型、加大生态严重退化地区修复治理力度和加强生态保护力度作为国民经济和社会发展的重点。因此, 采煤沉陷区的综合治理也是近年来矿山工作者与相关科研人员的重要研究课题之一。

1 概述

1.1 煤炭地位

根据统计数据^[3], 煤炭在我国能源总量中一直占主导地位。如图1, 2006—2016年煤炭产量从2.57Gt, 增长到3.41Gt, 其中, 2013年煤炭产量达到最大值3.97Gt; 煤炭与能源生产总量占比, 由77.45%下降到69.6%, 其中, 2011年占比最大, 为77.8%。随着煤炭需求放缓、新能源发展加快和环境制约加剧等, 我国原煤产量开始减少, 煤炭在能源中占比也相应减少。尽管煤炭在我国能源中占比逐渐减少, 但未来较长一段时期内, 煤炭仍将是我国重要的基础能源。

1.2 累计采煤量

采煤沉陷区与累计采煤量紧密相关。通过调研和收集国家统计局与工业协会原煤产量数据, 得出全国2006—2016年累计原煤总产量37.49Gt。按累计原煤产量省份排名前10名依次为山西、内蒙、

[收稿日期] 2017-10-09

[基金项目] 国家科技重大专项资助项目(2016ZX05068002-003)

[作者简介] 胡炳南(1960-), 男, 浙江金华人, 研究员, 博士, 主要从事岩层控制与矿区采动损害防治技术研究工作。

[引用格式] 胡炳南, 郭文砚. 我国采煤沉陷区现状、综合治理模式及治理建议[J]. 煤矿开采, 2018, 23(2): 1-4.

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2018.02.001

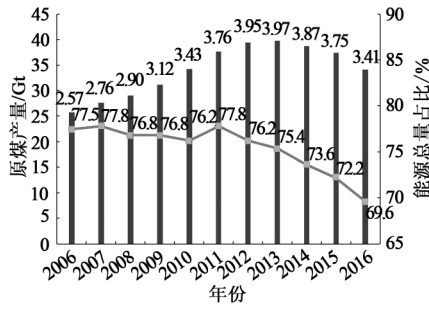


图 1 2006—2016 年煤炭产量及其煤炭与能源总量占比
 陕西、河南、贵州、山东、安徽、新疆、黑龙江和河北。前 10 名省（区）2006—2016 年累计总采煤量见图 2。

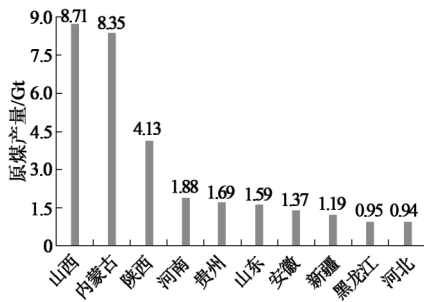


图 2 前 10 名省（区）2006—2016 年累积采煤量

我国煤炭生产以井工开采为主，2015 年井工开采产量 3.43Gt，占总产量 3.75Gt 的 91.5%。2006—2016 年井工开采累计采煤量与总采煤量相比多在 90% 以上。

1.3 采煤沉陷区调研数据

井工煤矿开采都会产生不同程度的地表沉陷。煤炭资源的长期大强度开采势必引起大规模的采煤沉陷区。据 2007 年煤科总院开采设计分院对我国近 100 个原国家统配煤矿的统计资料，71 个煤矿采煤塌陷区面积 4000km²，其他近 30 个原国家统配煤矿和地方煤矿合计的塌陷区面积至少 4000km²，采煤塌陷区面积总计可达 8000km²。采煤沉陷区与累计采出煤量相关，常用万吨塌陷率表示，一般为 0.0024 km²/万 t。

经过煤炭黄金 10a 开采后，根据 2017 年研究^[4]，我国共有 23 个省（市区）151 个县（市区）分布有采煤沉陷区，形成采煤沉陷区面积 20000km²，部分资源型城市塌陷面积超过了城市总面积的 10%。目前，我国采煤沉陷区涉及城乡建设用地 4500~5000km²，涉及人口 2000 万人左右，其中，山西省采煤沉陷区受灾人口为 230 万人。

根据调研累计采煤沉陷，同时引入反映采煤沉

陷区积水情况的区域降水量和潜水位因素、采煤沉陷区居民人口密度、采煤沉陷区土地利用类型以及相对市区距离等因素，以县（市区）为采煤沉陷区研究单元，进行因素赋值、分类加权和综合评分，综合得出采煤沉陷区治理重要性程度，形成全国重点采煤沉陷区排名，见表 1（前 40 名）。

表 1 全国前 40 名重点采煤沉陷县（市区）

排名	县（市区）	排名	县（市区）
1	淮南凤台	21	平顶山新华
2	淮北濉溪	22	郑州新密
3	淮南潘集	23	曲靖富源
4	宿州埇桥	24	阜阳颍东
5	唐山古冶	25	淮北杜集
6	商丘永城	26	淮北烈山
7	济宁任城	27	淮南八公山
8	济宁微山	28	淮南谢家集
9	济宁兖州	29	邯郸磁县
10	济宁邹城	30	邯郸峰峰
11	枣庄滕州	31	邯郸武安
12	阜阳颍上	32	唐山丰南
13	徐州沛县	33	唐山丰润
14	泰安新泰	34	唐山路南
15	大同南郊	35	邢台内丘
16	吕梁柳林	36	邢台沙河
17	阳泉矿区	37	济宁高新
18	张家口蔚县	38	济宁嘉祥
19	重庆巫山	39	济宁汶上
20	平顶山卫东	40	泰安肥城

2 采煤沉陷区面临的问题

2.1 地表土地塌陷破坏

煤矿开采造成的大面积地表塌陷和地表裂缝。在平原地带，原来平坦土地变得坑坑洼洼，原来保水的水浇地变成了不保水的旱地，对地表土地的破坏十分严重。我国土地资源比较紧缺，人多地少，人均耕地不及 1000m²。截至 2011 年底，我国井工煤矿采煤塌陷破坏土地已达 10000km²，其中 60% 是耕地或其他农用地，造成的地表土地塌陷问题是非常严重的。在山地和丘陵地带，采煤沉陷易引发滑坡和泥石流等地质灾害。

2.2 地面建（构）筑物损坏

采煤塌陷使地面建筑物和构筑物等基础设施损害，造成房屋开裂、倒塌；公路路面不均匀沉降、路面断裂；桥梁桥台下沉、错位等；供电、通讯、供水、排水等管线路等基础下沉、杆路移位、错位等。2007 年，煤炭科学研究总院对我国 19 个省 86 个煤矿区的采煤沉陷区累计沉陷面积、受损建筑物面积等基础数据进行统计，其中沉陷面积为 4030km²，而受损建（构）筑物面积达 7.5×10⁶

m²。当采煤沉陷区建(构)筑物损害严重、影响人民日常生活且难以治理与修复时,应实行搬迁安置。据统计,山西省2015年采煤沉陷区治理覆盖全省11个设区市48个县区136个乡镇440个村,共搬迁安置74966户和209769人。

2.3 地表耕地积水淹没

在平原地区,特别是潜水位较高的区域,如黄淮地区徐州、淮北、淮南、枣庄、兖州济宁等矿区,往往造成大面积的地表积水,淹没耕地,改变了当地的地貌结构和生态环境。据资料统计,从2000年到2016年,淮南煤田开采导致的采煤沉陷区积水面积达74.69km²,其中,65.3km²积水下方为农田和村庄,而地面沉降的平均深度达到了6~7m,积水较深,农田无法恢复耕种。2014年底,徐州市贾汪区潘安采煤塌陷面积达11.66km²,区内积水面积2.40km²,平均深度4m以上。

2.4 地下水资源流失和污染

地表裂缝可能导致地表水与地下水沟通,使地表水体流失并引起地下水水质恶化,使居民生活用水和灌溉用水困难,对于山西、陕西等水资源相对匮乏的煤矿区,影响更严重。据2014年统计,大同市采煤造成当地地下水水位以年平均1~1.5m速度下降、水井干枯,地下水矿化度、总硬度大幅超标,污染严重。

3 采煤沉陷区综合治理模式

采煤沉陷区综合治理应采取因地制宜原则,宜农则农、宜渔则渔、宜建则建。一般地,根据其区域位置和积水与否进行规划:在远郊旱地区,以挖深垫浅的农业复垦为主,积水区以水产养殖为主;在城镇旱地区,以开发城镇建设用地为主,积水区以生态景观恢复建设为主,并积极发展光电能源与综合利用等新兴发展方向。

3.1 农林复垦模式

采煤沉陷区地表大部分是郊区耕地和农田。采煤沉陷造成耕地损坏,甚至无法耕种,其综合治理首要考虑保护和恢复耕地农业种植。常用的复垦方法^[5]有疏排法、就地取土法、挖深垫浅法、固体废物充填法等。其中充填复垦主要是利用矸石回填、粉煤灰回填及其他固体废弃物或客土回填,平整土地后进行农业种植。农业耕种条件不好的地段,也可以发展林业种植。这样既避免了矸石山占地和污染环境,也可有效治理采煤沉陷。

3.2 水产养殖和水库蓄水模式

对于采煤沉陷积水区,多为水源充足、水质良

好的封闭水域,可发展养鱼、养鸭、鱼鸭混养或者水产加工等养殖业,合理配置,综合开发。既改善了矿区生态环境,也安置了农村富余劳动力,还增加了农民收入,经济效益显著。如,河南永城县年沉陷土地 $4.00 \times 10^6 \text{ m}^2$,永城市水利局因地制宜,在面积大、积水深的塌陷区,大力发展水产养殖,目前已修整鱼池 $3.33 \times 10^6 \text{ m}^2$,其中高产养殖利用水面 $2.46 \times 10^6 \text{ m}^2$,商品鱼产量5000t。

同时,对于采煤沉陷区地表积水严重的区域,如淮南、淮北、徐州等矿区,可建设地表塌陷区水库进行蓄水调节^[6]。淮南计划将采煤沉陷区及沿淮洼地作为引江济淮末端调蓄水库,提升区域防洪、供水能力。

3.3 城镇建设模式

随着经济发展的需要,推进新型城镇化建设是我国“十三五”的一项发展目标,但理想的工程建设用地日趋紧张,而采煤矿区也面临着经济转型发展的需要、农村搬迁选址建设的难题,因此将采煤沉陷区开发为建设用地是缓解城镇化建设、加快煤矿转型建设发展的有效途径。

在不断实践和应用中,一些采空区探测技术、地基稳定性评价技术、建(构)筑物抗变形等沉陷区建筑复垦技术不断完善与发展。如淮北矿业集团在30多年的采空区上方建设了百米超高层办公中心与小高层楼宇;焦作市在采煤沉陷区进行工业园区建设,建设许多抗变形的框架结构厂房和居民楼。所有这些建筑都在安全使用。

3.4 生态建设模式

随着社会的进步、科技的发展,人们越来越重视可持续发展和生态环境保护,景观生态再造技术^[7-8]也逐渐应用到采煤沉陷区治理中,常见的有观光农业利用、工业旅游和生态旅游开发、其他休闲旅游开发利用模式。

这一复垦模式改变了过去只重视农林复垦利用,创新了综合再生利用复垦模式。如:安徽凤台县对采煤沉陷区进行综合治理,形成了乔、灌、草,农、林、牧、渔结合的立体生态系统,把沉陷区的治理与生态修复结合起来,实现了沉陷区的经济、生态可持续发展;开滦将130多年开采形成的采煤沉陷区建设成为包括南湖国家城市湿地公园、地震遗址公园、南湖运动绿地、国家体育休闲基地等集生态保护、旅游度假、休闲娱乐的城市中央生态公园。

3.5 新能源产业模式

国家能源局鼓励新能源产业建设。各地相继推

行采煤沉陷区风力发电、光伏发电以及农光互补、渔光互补等多种新能源综合产业模式。在采煤沉陷区不积水、风能和阳光充足地区,可发展为风力发电和光伏发电基地。如,在山东新泰,利用采煤沉陷区土地 $7.992 \times 10^7 \text{ m}^2$ 建设了首个农光互补模式的 200MW 光伏发电示范基地;在山西大同,利用采煤沉陷区建设了国家先进技术光伏发电示范工程,2016 年已启动发电运营。在采煤沉陷区积水地区,可采用固定式或者漂浮式光伏发电装置发展新能源产业。在安徽淮南,采用农光互补模式,建设了 300MW 水面漂浮式光伏电站;在山东枣庄,采用渔光互补模式,建设了 400MW 光伏电站。

4 绿色开采对策与综合治理建议

4.1 绿色开采对策

(1) 在“三下”压煤和生态脆弱区域,大力推行矿区减沉开采技术^[9-10]。通过矿区减沉开采技术,控制煤炭开采地表沉陷,减少土地资源破坏与“三下”受护体损害。常用的矿区减沉开采技术有:条带开采、充填开采、采空区或离层带注浆开采、协调开采等。充填开采^[11]已在我国河北邢台、邯郸,山东新汶、淄博、兖州,黑龙江双鸭山等矿区应用,取得了较好的保护效果。

(2) 在井下矸石处理上,大力推广矸石不上井直接充填工艺技术。通过减少矸石地面排放来减少矸石占地、避免矸石山带来的环境污染。试验井下选煤厂,煤矸井下分离,避免矸石提升上井,直接采空区充填,减少地表沉降,同时,也可增加井筒的提升能力。

4.2 综合治理建议

(1) 制定好采煤沉陷区综合治理政策并进行精准落实。“十三五”规划纲要明确了全面推进采煤沉陷区改造转型、加大生态严重退化地区修复治理力度。2016 年 4 月,《中共中央国务院关于全面振兴东北地区等老工业基地的若干意见》中也指出要制定采煤沉陷区综合治理政策,加快采煤沉陷区居民避险安置及配套基础设施、公共服务设施和接续替代产业平台建设,着力保障和改善民生。中央政府很重视采煤沉陷区的治理工作,要把纲要和意见具体落实好,需要制定精准政策并抓紧落实。

(2) 探索采煤沉陷区的综合治理新技术和新模式。要加强采煤沉陷区的精细化治理,针对不同采煤沉陷区所在区域,采取相应的生态保护和修复技术,寻求提高经济效益、生态效益和社会效益的新模式。如:西部干旱半干旱脆弱区动态采煤塌陷

区生态建设技术,水环境采动破坏与含(隔)水层再造技术;东北稳沉、寒冷采煤沉陷区生态修复优化技术;华东平原采煤沉陷积水区水土资源同步利用技术;采煤沉陷区建(构)筑物等基础设施损害修复与重建技术等。在综合治理上不断优化,不断创新,不断进步。

(3) 开展全国采煤沉陷区基本情况普查。经过黄金十年开采后,采煤沉陷区基本情况尚不够清楚。特别是,近年来国家实施落后产能矿井的有序关闭后,2015 年就需关闭 1052 处煤矿。掌握全国采煤沉陷区基本情况,特别是主体缺失采煤沉陷区,是进行全国采煤沉陷区综合治理的迫切需要。

(4) 启动采煤沉陷区综合治理规划编制、相关机制和标准研究。充分利用采煤沉陷区资源,鼓励采煤沉陷区综合治理与城镇新农村建设相结合,允许采煤沉陷区综合治理与城镇商业开发建设相结合,统筹考虑采煤沉陷区治理费用与受影响村庄搬迁费用,统筹考虑采煤沉陷区治理支出费用与城镇商业开发建设收益。同时,为了调动治理主体的积极性,需要启动研究农地林地与建设用地增补转换挂钩机制;为了保障建设用地稳定和安全,需要设立采煤沉陷区建设用地地基稳定性标准课题研究。

[参考文献]

- [1] 李凤明. 我国采煤沉陷区治理技术现状及发展趋势 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (3): 8-10.
- [2] 国民经济和社会发展第十三个五年规划 [EB/OL] http://www.sh.xinhuanet.com/2016-03/18/c_135200400_2.htm, 2016-3-18.
- [3] 国家统计局. 《中国统计年鉴 2017》[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [4] 张文忠. 全国采煤沉陷区搬迁改造政策及综合治理规划前期研究 [R]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2017.
- [5] 李树志. 我国采煤沉陷土地损毁及其复垦技术现状与展望 [J]. 煤炭科学技术, 2014, 42 (1): 93-97.
- [6] 陈永春, 袁亮, 徐翀. 淮南矿区利用采煤塌陷区建设平原水库研究 [J]. 煤炭学报, 2016, 41 (11): 2830-2835.
- [7] 李树志, 高均海. 采煤塌陷区景观生态再造技术 [J]. 选煤技术, 2006 (S1): 62-66.
- [8] 马立强. 采煤塌陷区复垦与再生利用研究: 国内外研究进展与发展趋势 [J]. 中国林业经济, 2013 (1): 47-50.
- [9] 钱鸣高, 许加林, 缪协兴. 煤矿绿色开采技术 [J]. 中国矿业大学学报, 2003, 32 (4): 343-348.
- [10] 胡炳南, 张鹏. “十三五”我国安全高效矿井建设发展环境研究 [J]. 煤炭经济研究, 2016, 36 (11): 11-16.
- [11] 胡炳南. 我国煤矿充填开采技术及其发展趋势 [J]. 煤炭科学技术, 2012, 40 (11): 1-6.

[责任编辑: 李青]