热烈庆祝中国地质学会成立100周年
1922～2022
www.geojournals.cn/georev

双碳背景下我国煤炭资源勘查开发布局研究

霍超[1)],刘天绩[1)],樊斌[2)],赵岳[1)],王丹凤[1)],张吉路[1)],郑翠[1)]

1）中国煤炭地质总局勘查研究总院,北京,100039;

2）潞安化工集团有限公司五阳煤矿,山西长治,046205

内容提要:随着双碳背景下国家能源结构调整和生态文明建设的要求,本文从保障国家主体能源安全和优化煤炭资源勘查开发布局的角度考虑,阐述了中国煤炭资源分布特点及勘查开发现状;从坚持集约与协调发展、改革与创新发展、绿色与清洁发展的基本原则出发,分析了新时期煤炭资源勘查目标:加强大型煤炭基地资源勘查、推进新增煤层气资源储量、加快煤系矿产资源勘查;从资源禀赋、开发强度、市场区位、环境容量、输送通道等方面出发,阐述了14个大型煤炭基地开发布局方向及建设规模,同时要加快煤层气的开发利用。研究成果对未来一段时期煤炭资源勘查开发及煤炭工业高质量发展具有重要的指导意义。

关键词:双碳背景;煤炭资源;资源勘查;开发布局

煤炭作为我国的基础能源和工业原料,长期以来为经济社会发展和国家能源安全稳定供应提供了有力保障。根据地质勘查成果分析,我国能源资源禀赋特点为“相对富煤、缺油、少气、缺铀”,这就决定了煤炭资源作为我国最主要的基础性能源消费地位短时间内难以改变(赵平,2018;王双明,2020)。随着能源种类保障程度的多元化、新能源及非常规能源的迅速发展,煤炭消费在在我国一次能源消费结构中的比重在逐步降低,近10年占比从69%下降到了约58%。

近年来,面对气候变化、环境风险挑战、能源资源约束等日益严峻的全球问题,我国提出了“碳达峰”“碳中和”这一新的目标和愿景。我国碳排放的主要来源是煤炭,煤炭资源的勘查开发从源头直接影响着煤炭产业的整体低碳化水平,随着我国经济发展进入新常态,煤炭工业发展进入新时代,煤炭勘查开发进入转型发展的新时期,生态文明建设和能源结构调整以不可抗拒的力量推动着煤炭生产方式、消费方式的深刻变革(秦容军,2021;朱超等,2021)。在牢固树立“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念的基础上,立足煤炭在我国能源体系中的主体地位和压舱石作用,重新对煤炭资源勘查开发布局审视和优化,可为实现“碳达峰、碳中和”目标做出贡献(李浩荡等,2019)。因此,在论述全国煤炭资源分布概况、勘查开发现状的基础上,对新时期全国煤炭资源勘查开发利用作出总体安排和布局,有利于指导煤炭资源工作的宏观性、战略性、政策性文件制定,进而促进煤炭工业绿色、低碳发展。

1 我国煤炭资源分布特征

我国煤炭资源丰富,分布地域辽阔,根据《全国煤炭资源潜力评价》成果和最新收集数据,全国2000 m以浅煤炭资源总量达到5.9 Tt(万亿吨,$\times 10^{12}$t),累计探获资源量2.02 Tt,其中,保有资源量达1.95 Tt;预测资源量3.88 Tt(王海宁,2018)。我国煤炭资源总体分布情况特征如下:

(1)我国煤炭资源分布区域与消费区域的矛盾。我国煤炭资源储量的地域分布格局呈现西部和北部多,东部和南部少,而煤炭消费需求主要是在经济发达的东部地区,从而导致煤炭资源分布与消费需求不匹配,区域供需矛盾突出(滕吉文等,2016),随着国家去产能工作的实施速度加快,煤炭生产力逐步向西部地区集中,供需矛盾将越发凸显。

(2)我国煤炭资源丰富区与生态环境脆弱的矛盾。我国煤炭资源储量丰富的区域,生态环境较脆弱。14个大型煤炭基地中有9个分布于生态环境

注:本文为国家能源局煤炭工业发展“十三五”规划子课题的成果。
收稿日期:2021-09-19;改回日期:2021-11-19;网络首发:2021-12-20;责任编辑:刘志强。Doi: 10.16509/j.georeview.2021.12.051
作者简介:霍超,男,1985年生,硕士,高级工程师,主要从事煤炭资源勘查及煤矿地质灾害治理技术研究;Email: 493578419@qq.com。

脆弱的晋陕蒙宁规划区和西北规划区,这两个区域是我国现今和今后煤炭生产建设的重点地区,也是我国现今与未来煤炭供应的主要基地。煤炭资源开发活动具有较强的时间持续性、空间扩展性、开发周期长等特点,必然要使本来就很脆弱的生态环境进一步恶化(李霞等,2019;王玥等,2020)。

(3)我国煤炭资源煤类储量不均衡,优质煤炭资源储量有限。我国煤类齐全,从褐煤到无烟煤各个煤化阶段的煤都有赋存,但各煤类在储量、区域分布等方面存在不均衡性,与煤类消费需求也存在较大的差距。我国褐煤和低变质烟煤资源量占比较大,而优质无烟煤和炼焦用煤储量有限。

2　我国煤炭资源勘查开发现状分析

2.1　煤炭资源勘查现状

全国保有煤炭资源储量中尚未利用资源量为 1.54 Tt。按勘查程度划分:达勘探(精查)工作程度的资源量为 0.25 Tt,占尚未利用资源量的 16.2%;详查工作程度的资源量为 0.30 Tt,占尚未利用资源量的 19.5%;普查工作程度的资源量为 0.51 Tt,占尚未利用资源量的 33.1%;预查工作程度的资源量为 0.47 Tt,占尚未利用资源量的 30.5%,勘查布局较合理(王海宁,2018)。

根据《全国煤炭资源潜力评价》最新成果,从规划区勘查程度看,东北规划区、华南规划区勘查程度最高,其详查程度分别达到了 71%和 89%,黄淮海规划区、西北规划区、西南规划区勘查程度均为中等,详查程度分别达到了 58%、69%和 66%;晋陕蒙宁规划区勘查程度较低,其详查程度为 48%。我国总体上勘查程度中等,东部地区勘查程度高,中、西部勘查程度低,具有进一步勘查空间。

2.2　煤炭资源开发生产现状

按照《煤炭工业发展"十三五"规划》要求,全国煤炭开发总体布局分为东部地区(包括河北、山东、北京、天津、江苏、浙江、福建、广东、海南和台湾)、中部地区(包括山西、河南、安徽、江西、湖北和湖南)、东北地区(包括黑龙江、吉林、辽宁)和西部地区(内蒙古、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、西藏、重庆、云南、贵州、四川和广西)。

从我国煤炭开发现状来看,根据国家煤矿安全监察局公告,截止 2019 年 12 月底,具备安全生产许可证等证照齐全的生产煤矿 3111 处,产能 36.22 亿吨/年。从矿井生产能力大小划分:小型煤矿 1248 处,占生产煤矿总数的 40.12%;中型煤矿 980 处,占生产煤矿总数的 31.50%;大型煤矿 883 处,占生产煤矿总数的 28.38%,说明我国大型和中型煤矿占生产煤矿总数的 2/3,规模化程度在逐渐提高。从地区分布来看,东部地区生产煤矿 182 处,中部地区生产煤矿 1042 处,东北地区生产煤矿 356 处,西部地区生产煤矿 1531 处,说明我国煤炭资源开发存在不均衡性,随着小型煤矿逐步退出,未来煤炭开发将进一步向西部地区集中(樊大磊等,2021)。

生产煤矿产能地区分布方面(表 1),东部地区生产煤矿产能 218.31 Mt(百万吨, $\times 10^6$ t),中部地区生产煤矿产能 1285.06 Mt,东北地区生产煤矿产能 134.71 Mt,西部地区生产煤矿产能 1983.83 Mt,西部地区煤炭产能约占全国煤炭产能的 50%。生

表 1 我国各省生产煤矿数及产能情况

Table1 Number and capacity of coal mines produced by provinces in China

地区	省份	煤矿数(处)				产能(Mt)	原煤产量(Mt)
		大型	中型/处	小型	合计		
东部	河北	19	13	5	37	61.05	50.752
	山东	30	56	20	106	140.03	118.756
	江苏	5	1	0	6	11.14	11.027
	福建	0	1	32	33	6.09	8.317
	合计	54	71	57	182	218.31	188.852
中部	山西	305	332	6	643	994.75	971.094
	河南	41	51	93	185	141.62	108.733
	安徽	35	6	0	41	126.96	109.895
	江西	0	4	78	82	8.29	4.412
	湖北	0	0	10	10	1.20	0.385
	湖南	0	3	78	81	12.24	13.747
	合计	381	396	265	1042	1285.06	1208.266
东北	黑龙江	26	12	266	304	81.65	51.950
	吉林	5	6	21	32	18.41	12.170
	辽宁	16	4	0	20	34.65	32.920
	合计	47	22	287	356	134.71	97.04
西部	内蒙古	198	162	23	383	897.00	1035.237
	陕西	95	109	47	251	497.73	634.124
	宁夏	15	4	3	22	73.55	71.680
	甘肃	17	10	10	37	46.93	36.631
	青海	3	6	8	17	11.30	10.072
	新疆	35	37	5	77	169.08	237.733
	重庆	4	8	30	42	17.48	11.508
	云南	5	14	102	121	41.63	47.796
	贵州	20	111	118	249	133.52	129.695
	四川	8	24	282	314	88.75	32.964
	广西	1	6	11	18	6.86	3.566
	合计	401	491	639	1531	1983.83	2251.006
总计		883	980	1248	3111	3621.91	3745.525

注:数据来源于国家煤矿安监局和国家统计局。Mt=百万吨。

产煤矿产能省份分布方面,山西 994.75 Mt、内蒙古 897.00 Mt、陕西 497.73 Mt,合计产能 2389.48 Mt,三西地区集中化程度达到 63.22%,产能集中化程度愈发明显(林燕,2020)。

从煤炭产量生产情况看,根据国家统计局发布数据,2020 年,全国原煤产量 3.90 Gt(亿吨,$\times 10^9$ t)比上年增长 1.4%;我国进口煤炭总量为 0.304 Gt,同比增长 1.5%;全国煤炭消费量同比增长 0.6%。全国 24 个产煤省区中,排名前十的分别为:山西、内蒙古、陕西、新疆、贵州、安徽、山东、河南、宁夏和云南,其中前 8 个省份产量均超过 0.1 Gt。山西、内蒙古和陕西原煤产量分别为 1.063 Gt、1.001 Gt 和 0.679 Gt,三省区原煤产量合计达到 2.743 Gt,占全国的 71.4%。从数据可以看出,我国煤炭开发布局持续优化,煤炭产能进一步向资源禀赋好、开采条件优、生产成本低的区域集中,中西部产煤区的重要作用和战略地位进一步得到提高(张鹏,2019;周少统,2020)。

3 双碳背景下煤炭资源勘查开发布局研究

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻落实新发展理念和"四个革命,一个合作"能源安全新战略,深化煤炭供给侧结构性改革,实施新型煤炭地质勘查战略、资源合理开发战略、大型基地建设战略、绿色煤炭发展战略、资源节约和保护战略,加快构建高质量发展的煤炭地质勘查产业体系,科学规划煤炭产能,促进煤炭行业高质量发展,为国民经济平稳较快发展提供安全稳定的能源保障(霍超,2020;王旭东,2020)。

煤炭资源勘查开发布局基本原则为:

(1)坚持集约与协调发展。根据我国能源消费需求和煤炭资源赋存条件,全面统筹全国煤炭生产能力,持续优化煤炭生产开发布局和产能结构,对优质煤炭资源勘查的同时要化解煤炭过剩产能,进一步优化资源配置,促进富煤的西部地区对煤炭资源的开发,扩大优质增量供给,降低煤炭产能和市场供需之间的矛盾,促进供需动态平衡(李红霞等,2020)。

(2)坚持改革与创新发展。深化煤炭供给侧结构性改革,创新发展理念,优化煤炭资源勘查开发整体布局,推动建立煤炭上下游协同发展机制,统一开发,合理利用,推动煤炭产业从横向扩张向纵向延伸转变(李惠云,2019)。

(3)坚持绿色与清洁发展。煤炭资源勘查开发应坚持"生态优先、绿色发展"的理念,将绿色发展理念贯穿于煤炭勘查开发全过程,推进煤炭资源勘查开发与生态环境保护相协调,最大限度减轻对生态环境的破坏,实现煤炭产业绿色和可持续发展(武强等,2019)。

3.1 煤炭资源勘查布局研究

按照"压缩东部、限制中部和东北,优化西部"的总体要求,今后一个时期,我国煤炭资源勘查总体布局的基本思路是:加强大型煤炭基地资源勘查,提高勘查精度,满足新时期大型煤炭基地开发需要;推进新增煤层气资源储量,为煤层气产业化基地建设提供资源保障;加快煤系矿产资源勘查,提高资源利用率。

(1)提高大型煤炭基地资源保障程度。提高大型煤炭基地详查、勘探资源占比,为矿区建设提供资源保障;加大大型整装煤田地质勘探与评价工作力度,为资源枯竭矿区产能转移和矿井接续提供基础;加大生产煤矿深部区勘探力度,为矿井水平延伸、提高矿井服务年限提供支持(张建强等,2020)。

(2)推进新增煤层气资源储量。煤层气是赋存于煤层中与煤共伴生、以甲烷为主要成分的优质清洁能源。一是以沁水盆地和鄂尔多斯盆地东缘为重点,扩大储量探明区域,增加优质地质储量,为煤层气产业化基地建设提供资源保障(门相勇等,2017)。二是加快新疆、内蒙古、甘肃、四川、云南、贵州等地区煤层气资源调查和潜力评价,力争在西北中—低煤阶地区煤层气勘探取得积极进展(孙粉锦等,2018;侯淞译,2018)。三是在辽宁、黑龙江、安徽、河南等省份高瓦斯矿区,加强煤炭与煤层气资源综合勘查和评价,增加煤矿区煤层气探明地质储量。

(3)加快煤系矿产资源勘查。我国煤系共伴生矿物资源丰富,种类繁多,分布广且品质高,过去由于多种原因,对煤系矿产资源勘查程度重视不高。新时期需重视煤系伴生资源的勘查与评价,进一步开展煤系中有工业应用价值的锗、镓、铀、锂、铝、稀土等新兴战略性矿产和页岩气、油页岩、天然气水合物、富铀煤资源等能源矿产以及石墨、粘土矿、高岭土等其他非金属矿产资源的勘查和评价,推进由单一煤炭地质勘查向煤系矿产地质勘查的转变,加强资源协同开发与综合利用,提高资源利用率(黄炳香等,2016;侯慎健等,2019)。

3.2 煤炭资源开发布局研究

长期以来,受煤炭资源分布及产业布局等因素

影响,我国煤炭产业在发展过程中逐步形成了东、中、西梯级开发的格局(图 1)。东部地区离消费市场近,开发时间早,资源日渐枯竭,中部和东北地区开发强度大,投资效益降低,随着时间推移,煤炭开发加速西移成为必然趋势。按照《煤炭工业"十四五"高质量发展指导意见》中提出"优化煤炭资源开发布局"要求,根据我国煤炭消费需求、资源潜力、区域经济特征,结合 14 个大型煤炭生产基地建设实际,科学评价 14 个大型煤炭基地的资源禀赋、开发强度、市场区位、环境容量、输送通道等因素,对大型煤炭基地功能合理定位和科学规划,进一步优化开发布局,推动煤炭资源开发与生态环境保护系统性规划,同时提高煤炭资源保障能力。

(1)冀中、鲁西、河南、两淮基地:这 4 个煤炭基地资源储量有限,地质条件复杂,生产成本高,随着煤矿开采深度的加大使得安全生产压力增加,要逐步降低生产规模,同时做好资源枯竭、灾害严重煤矿的逐步退出。根据《煤炭工业"十四五"高质量发展指导意见》,冀中、鲁西、河南、两淮基地煤炭产量分别稳定在 60 Mt/a(百万吨/年, 10^6 t/a)、120 Mt/a、120 Mt/a、130 Mt/a 左右(图 2)。

(2)蒙东(东北)、晋北、晋中、晋东、宁东、云贵基地:这 6 个煤炭基地开发强度大,要科学合理控制煤炭生产总量,进一步推进煤炭基地提质,大力发展大型、特大型煤矿,实现高产高效,保障区域能源需求,尤其山西、陕西、蒙西地区是我国煤炭主产区,也是我国主要的煤炭调出地区,担负着全国煤炭供应保障的责任(郑文升等,2010)。根据《煤炭工业"十四五"高质量发展指导意见》,蒙东(东北)基地煤炭产量稳定在 5 Gt/a;晋北、晋中、晋东基地煤炭产量合计控制在 900 Mt/a 左右;宁东基地煤炭产量稳定在 80 Mt/a;云贵基地煤炭产量稳定在 250 Mt/a(图 2)。

(3)神东、陕北、黄陇、新疆基地:这 4 个基地煤炭资源储量丰富,开采条件好,是承接我国煤炭产业西移的重要基地(郑德志等,2019),在开发过程中



图 1 我国煤炭生产开发布局示意图

Fig. 1 Layout of China's coal production and development

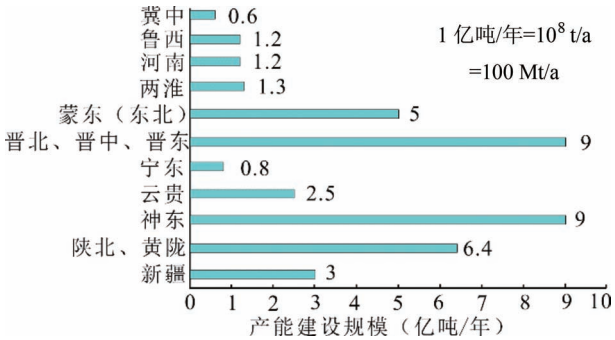


图 2 14 个大型煤炭基地产能建设规模布局情况

Fig. 2 Capacity construction scale layout of 14 large coal bases

要统筹考虑生态环境、市场需求、基础设施等因素，科学制定煤炭工业发展规划，充分衔接产业布局，优化煤炭资源开发节奏和开发规模，有序推进基地建设和煤炭产业发展。根据《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》，神东基地煤炭产量稳定在 900 Mt/a；陕北和黄陇基地合计控制在 640 Mt/a 左右；新疆基地煤炭产量稳定在 300 Mt/a（图 2）。

（4）加快煤层气的开发利用。我国煤层气资源丰富，据原国土资源部统计资料，埋深在 2000 m 以浅的煤层气资源量为 30.05×10^{12} m^3（康永尚等，2017），占全球煤层气资源总量的 11.6%。煤层气开发方面，2020 年全国煤层气产量为 102.3×10^8 m^3（据国家统计局数据），煤层气开发总的来说进展缓慢，目前主要集中在中—高煤阶煤层气分布区，对低煤阶煤层气分布区开发程度较低。应从煤层气自身特殊条件和客观规律出发，加大煤层气资源开发利用，除可作为补充能源，还有助于减少煤矿瓦斯事故、降低环境污染、实现双碳目标等多重效应（徐凤银等，2021）。

4 结论

（1）我国煤炭资源丰富，累计探获资源量 2.02 Tt（万亿吨，$\times10^{12}$t），保有资源储量 1.95 Tt，总体呈现出煤炭资源分布区域与消费区域的矛盾、煤炭资源丰富区与生态环境脆弱的矛盾、煤类储量分布不均衡等特征。

（2）全国尚未利用煤炭资源从勘查程度（勘探、详查、普查、预查）来看，总体上勘查现状程度为中等。东北规划区、华南规划区勘查程度最高，黄淮海规划区、西北规划区、西南规划区勘查程度均为中等，晋陕蒙宁规划区勘查程度较低。

（3）我国当前大型和中型煤矿占生产煤矿总数的 2/3，西部地区生产煤矿数量、产能均约占全国的 50%，煤炭开发布局和保障能力得到持续优化，煤炭资源开发战略重心逐步向资源禀赋好、开采条件优、生产成本低的西部地区集中。

（4）根据我国煤炭资源赋存特点、消费需求、环境承载能力等因素，新时期煤炭勘查开发布局主要围绕 14 个大型煤炭基地开展，勘查布局方面主要提高大型煤炭基地资源保障程度，同时提高煤层气资源储量和加快煤系共伴生矿产资源勘查；开发布局方面降低冀中、鲁西、河南、两淮基地生产规模，控制蒙东（东北）、晋北、晋中、晋东、宁东、云贵基地生产规模，有序推进神东、陕北、黄陇、新疆基地生产建设。

参 考 文 献 / References

（The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract）

樊大磊，李富兵，王宗礼，苗琦，白羽，刘青云. 2021. 碳达峰、碳中和目标下中国能源矿产发展现状及前景展望. 中国矿业，30(6)：1~8.

侯慎健，王佟，张博，左明星，江涛，马国东. 2019. 对新时代中国煤炭资源勘查工作发展思路的探讨. 西安科技大学学报，39(2)：341~346.

侯淞译. 2018. 近年国内煤层气产业发展现状. 中国煤层气，15(1)：42~45，29.

黄炳香，赵兴龙，张权. 2016. 煤与煤系伴生资源共采的理论与技术框架. 中国矿业大学学报，45(4)：653~662.

霍超. 2020. 新疆煤炭资源分布特征与勘查开发布局研究. 中国煤炭，46(10)：16~21.

康永尚，孙良忠，张兵，顾娇杨，叶建平，姜杉钰，王金，毛得雷. 2017. 中国煤储层渗透率主控因素和煤层气开发对策. 地质论评，63(5)：1401~1418.

李浩荡，张庆华，朱拴成，张淑同. 2019. 新时代我国煤炭产业高质量发展路径研究. 煤炭经济研究，39(5)：72~76.

李红霞，陈磊，连亚伟. 2020. 基于去产能政策下我国煤炭产业战略分析. 煤炭工程，52(6)：184~190.

李惠云. 2019. 新时代我国煤炭行业高质量发展路径探讨. 中国煤炭，45(10)：22~26.

李霞，崔涛. 2019. 我国煤炭资源可持续发展的保障分析. 中国煤炭，45(1)：33~37.

林燕，张衡，白秀佳，叶泽宇. 2020. 我国煤炭矿产资源产业转移态势的产业梯度系数视角分析. 地质论评，66(S1)：139~142.

门相勇，韩征，高白水，任继红，崔宝磊. 2017. 我国煤层气勘查开发现状与发展建议. 中国矿业，26(S2)：1~4.

秦容军. 2021. 国外碳达峰碳中和经验借鉴及对我国煤炭行业发展的启示. 煤炭经济研究，41(3)：23~27.

孙粉锦，田文广，陈振宏，孙斌，杨敏芳，孙钦平，祁灵，张勇雪，吴蓓. 2018. 中国低煤阶煤层气多元成藏特征及勘探方向. 天然气工业，38(6)：10~18.

滕吉文，乔勇虎，宋鹏汉. 2016. 我国煤炭需求、探查潜力与高效利用分析. 地球物理学报，59(12)：4633~4653.

王海宁. 2018. 中国煤炭资源分布特征及其基础性作用新思考. 中国煤炭地质, 30(7): 5~9.

王双明. 2020. 对我国煤炭主体能源地位与绿色开采的思考. 中国煤炭, 46(2): 11~16.

王旭东. 2020. 我国煤炭行业高质量发展指标体系及基本路径研究. 中国煤炭, 46(2): 22~27.

王玥, 赵欣, 黄勇, 孙杰. 2020. 我国主要赋煤区煤炭生态地质特征研究. 中国煤炭地质, 32(2): 1~4+21.

武强, 涂坤, 曾一凡, 刘守强. 2019. 打造我国主体能源(煤炭)升级版面临的主要问题与对策探讨. 煤炭学报, 44(6): 1625~1636.

徐凤银, 王勃, 赵欣, 云箭, 张双源, 王虹雅, 杨赟. 2021. "双碳"目标下推进中国煤层气业务高质量发展的思考与建议. 中国石油勘探, 26(3): 9~18.

张建强, 宁树正, 陈美英, 龚汉宏, 张莉. 2020. 我国煤炭资源开发前景及对策. 地质论评, 66(S1): 143~145.

张鹏. 2019. 我国煤炭供应格局变化研究. 煤炭经济研究, 39(8): 75~79.

赵平. 2018. 新时代煤炭地质勘查技术及发展方向思考. 中国煤炭地质, 30(4): 1~4.

郑德志, 吴立新. 2019. 新时期我国煤炭供给面临的新问题及对策建议. 煤炭经济研究, 39(6): 79~84.

郑文升, 王晓芳, 丁四保. 2010. 蒙东地区与东北三省煤炭资源开发的区域合作研究. 人文地理, 25(5): 92~96.

周少统. 2020. 我国煤炭供需趋势及开发强度研究. 煤炭科学技术, 48(S1): 85~88.

朱超, 史志斌, 鲁金涛. 2021. 碳达峰、碳中和对我国煤炭工业发展的影响及对策. 煤炭经济研究, 41(4): 59~64.

Fan Dalei, Li Fubing, Wang Zongli, Miao Qi, Bai Yu, Liu Qingyun. 2021&. Development status and prospects of China's energy minerals under the target of earbon peak and carbon neutral. China Mining Magazine, 30(6): 1~8.

Hou Shenjian, Wang Tong, Zhang Bo, Zuo Mingxing, Jiang Tao, Ma Guodong. 2019&. Development of China's coal resources exploration in the new era. Journal of Xi'an University of Science and Technology, 39(2): 341~346.

Hou Songyi. 2018&. Development status of China coalbed methane industry in recent years. China Coalbed Methane, 15(1): 42~45+29.

Huang Bingxiang, Zhao Xinglong, Zhang Quan. 2016&. Framework of the theory and technology for simultaneous mining of coal and its associated resources. Journal of China University of Mining & Technology, 45(4): 653~662.

Huo Chao. 2020&. Research on distribution characteristics and exploration and development layout of coal resources in Xinjiang. China Coal, 46(10): 16~21.

Kang Yongshang, Sun Liangzhong, Zhang Bing, Gu Jiaoyang, Ye Jianping, Jiang Shanyu, Wang Jin, Mao Delei. 2020#. The controlling factors of coalbed reservoir permeability and CBM development strategy in China. Geological Review, 63(5): 1401~1418.

Li Haodang, Zhang Qinghua, Zhu Shuancheng, Zhang Shutong. 2019&. Research on the high quality development path of China's coal industry in the new era. Coal Economic Research, 39(5): 72~76.

Li Hongxia, Chen Lei, Lian Yawei. 2020&. Strategic analysis of China's coal industry under cutting overcapacity policy. Coal Engineering, 52(6): 184~190.

Li Huiyun. 2019&. Discussion on the high-quality development path of China's coal industry. China Coal, 45(10): 22~26.

Lin Yan, Zhang Heng, Bai Xiujia, Ye Zeyu. 2020#. Analysis of industry transfer trend of coal mineral resources industry in China based on the industrial gradient coefficient perspective. Geological Review, 66(S1): 143~145.

Qin Rongjun. 2021&. Foreign carbon peak carbon neutralization experience for reference and its enlightenment to the development of coal industry. Coal Economic Research, 41(3): 23~27.

Li Xia, Cui Tao. 2019&. Supportability analysis of sustainable development for coal resources in China. China Coal, 45(1): 33~37.

Men Xiangyong, Han Zheng, Gao Baishui, Ren Jihong, Cui Baolei. 2017&. Present situation and development suggestion of CBM exploration and development in China. China Mining Magazine, 26(S2): 1~4.

Sun Fenjin, Tian Wenguang, Chen Zhenhong, Sun Bin, Yang Minfang, Sun Qinping, Qi Ling, Zhang Yongxue, Wu Bei. 2018&. Low-rank coalbed methane gas pooling in China: Characteristics and exploration orientation. Natural Gas Industry, 38(6): 10~18.

Teng Jiwen, Qiao Yonghu, Song Penghan. 2016&. Analysis of exploration, potential reserves and high efficient utilization of coal in China. Chinese Journal of Geophysics, 59(12): 4633~4653.

Wang Haining. 2018&. New perspectives on coal resources distribution pattern and its fundamental function in China. Coal Geology of China, 30(7): 5~9.

Wang Shuangming. 2020&. Thoughts about the main energy status of coal and green mining in China. China Coal, 46(2): 11~16.

Wang Xudong. 2020&. Study on high quality development index system and basic path of coal industry in China. China Coal, 46(2): 22~27.

Wang Yue, Zhao Xin, Huang Yong, Sun Jie. 2020&. Study on coal eco-geological features in main chinese coal hosting areas. Coal Geology of China, 32(2): 1~4+21.

Wu Qiang, Tu Kun, Zeng Yifan, Liu Shouqiang. 2019&. Discussion on the main problems and countermeasures for building an upgrade version of main energy (coal) industry in China. Journal of China Coal Society, 44(6): 1625~1636.

Xu Fengyin, Wang Bo, Zhao Xin, Yun Jian, Zhang Shuangyuan, Wang Hongya, Yang Yun. 2021&. Thoughts and suggestions on promoting high quality development of China's CBM business under the goal of "double carbon". China Petroleum Exploration, 26(3): 9~18.

Zhang Jianqiang, Ning Shuzheng, Chen Meiying, Gong Hanhong, Zhang Li. 2020#. Prospects and countermeasures of coal resources development in China. Geological Review, 66(S1): 139~142.

Zhang Peng. 2019&. Research on the change of China's coal supply pattern. Coal Economic Research, 39(8): 75~79.

Zhao Ping. 2018&. Pondering on coal geological exploration technology and development orientation in the New Era. Coal Geology of China, 30(4): 1~4.

Zheng Dezhi, WU Lixin. 2019&. New problems and countermeasures for China's coal supply in the new period. Coal Economic Research, 39(6): 79~84.

Zheng Wensheng, Wang Xiaofang, Ding Sibao. 2010&. Regional cooperation in coal exploitation between the eastern area of inner Mongolia and the three provinces in northeast China. Human Geography, 25(5): 92~96.

Zhou Shaotong. 2020&. Research on coal supply and demand trend and development intensity of China. Coal Science and Technology, 48(S1): 85~88.

Zhu Chao, Shi Zhibin, Lu Jintao. 2021&. The impact of carbon peak and carbon neutrality on the development of China's coal industry and its countermeasures. Coal Economic Research, 41(4): 59~64.

Study on national coal resources exploration and exploitation layout under carbon neutrality and emission peak settings

HUO Chao[1), LIU Tianji[1), FAN Bin[2), ZHAO Yue[1), WANG Danfeng[1), ZHANG Jilu[1), ZHENG Cui[1)

1) *General Prospecting Institute of China National Administration of Coal Geology*, *Beijing*, 100039;

2) *Wuyang Coal Mine of Lu'an Chemical Group Co. Ltd.*, *Changzhi*, *Shanxi*, 046205

Abstract: With national energy structure adjustment under carbon neutrality and emission peak settings as well as ecological civilization construction requirements, considering from national main energy security and coal resources exploration, this paper expounds coal resources distribution characteristics and exploration, exploitation status quo. Based on the basic principles of intensive and coordinated development, reform and innovative development, and green and clean development, this paper describes the distribution characteristics of coal resources in China and the present situation of exploration and development. Based on the basic principles of intensive and coordinated development, reform and innovative development, and green and clean development. This paper analyzes the targets of coal resources exploration in the new period, including strengthening the exploration of large coal base resources, promoting the increase of coalbed methane reserves and accelerating the exploration of coal measure mineral resources. From the aspects of resource endowment, development intensity, market location, environmental capacity and transportation channels, the paper expounds the development layout direction and construction scale of 14 large coal bases, in addition, accelerating the development and utilization of coalbed methane . The research results have important guiding significance for the exploration and development of coal resources and the high-quality development of coal industry in the future.

Keywords: carbon neutrality and emission peak settings; coal resources; resource exploration; development layout

Acknowledgements: This study was sponsored by subproject of the "13th Five Year Plan" for coal industry development of National Energy Administration

First author: HUO Chao, male, born in 1985, master degree candidate, senior engineer, mainly engaged in coal resource exploration and coal mine geological disaster control technology research; Email: 493578419@ qq.com

Manuscript received on: 2021-09-19; Accepted on: 2021-11-19; Network published on: 2021-12-20

Doi: 10. 16509/ j. georeview. 2021. 12. 051 **Edited by**: LIU Zhiqiang