

中国煤炭工业 科学技术发展报告

(2011—2015)

中国煤炭工业协会 编
神华集团有限责任公司



中国煤炭工业 科学技术发展报告

(2011—2015)

中国煤炭工业协会 编
神华集团有限责任公司

煤炭工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国煤炭工业科学技术发展报告: 2011~2015/中国煤炭工业协会,
神华集团有限责任公司编. --北京: 煤炭工业出版社, 2016

ISBN 978-7-5020-5257-7

I. ①中… II. ①中… ②神… III. ①煤炭工业—技术发展—研究
报告—中国—2011~2015 IV. ①TD82-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 060846 号

中国煤炭工业科学技术发展报告 (2011—2015)

编 者 中国煤炭工业协会 神华集团有限责任公司
责任编辑 罗秀全 肖 力 郭玉娟
责任校对 姜惠萍
封面设计 安德馨

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010-84657898 (总编室)
010-64018321 (发行部) 010-84657880 (读者服务部)

电子信箱 cciph612@126.com

网 址 www.cciph.com.cn

印 刷 北京玥实印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 889mm×1194mm¹/₁₆ 印张 17³/₄ 字数 458 千字

版 次 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

社内编号 8108 定价 120.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换,电话:010-84657880

前

言

党的十八大提出：“科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的核心位置。”煤炭是我国的主体能源和重要的工业原料，煤炭工业是国家的重要基础产业。为了全面反映“十二五”期间我国煤炭科技进步，介绍煤炭工业重点领域的科学技术发展情况，宣传煤炭工业实施创新驱动发展战略取得的成就，中国煤炭工业协会决定与神华集团共同编写出版《中国煤炭工业科学技术发展报告（2011—2015）》（以下简称《报告》）。《报告》全面总结了“十二五”期间煤炭行业科技创新体系建设情况，客观反映了煤炭资源开发和煤矿重大灾害防治基础理论研究进展以及重点领域关键技术攻关成就，详细介绍了科技创新示范工程建设和先进技术推广应用情况，重点提出了“十三五”期间煤炭科技发展的指导思想、主要目标和重点任务。

《报告》共七章。第一章从总体上描述了中国煤炭资源开发现状。第二章全面总结了煤炭行业科技创新体系建设情况，介绍了科技投入、科研平台、人才队伍、科技成果奖励、知识产权和标准制定情况。第三章描述了煤炭资源开发和煤矿重大灾害防治基础理论研究进展，并简要介绍了部分国家科技项目研究进展情况。第四章介绍了煤炭重点领域的理论和技术进展情况，重点从煤矿地质、煤矿建设、煤炭开采、灾害防治、安全避险和应急救援、煤矿信息化、煤炭加工与转化、资源综合利用与节能减排八大领域进行了阐述。第五章对煤炭科技创新示范工程的建设情况做了详细介绍，包括千万吨高效自动化开采矿井、绿色开采生态矿山、煤与瓦斯突出防治、高承压及深部矿井防治水、煤层气开发利用、煤矿井下高效排矸、规模化褐煤物理干燥、现代煤化工、智能矿山建设九大类示范工程，着重从技术创新和示范效应两方面进行了介绍。第六章描述了煤炭工业先进技术与装备的推广应用情况，共选取了80项先进技术与装备。第七章提出了煤炭工业“十三五”期间科技发展的总体思路、重大任务、主攻方向和保障措施。

我们希望，本书将成为所有想了解中国煤炭工业科学技术发

展的人们，特别是煤炭及相关行业从事科学技术研究和管理工作人员的一部具有全面性和客观性的重要文献。

在本书编写过程中，得到了众多煤炭生产、煤矿建设、煤机制造、煤化工等企业以及煤炭高等院校的大力支持，其中，中国煤炭地质总局、煤炭科学技术研究院有限公司、天地科技股份有限公司、中煤科工集团西安研究院、中煤科工集团重庆研究院、中煤科工集团唐山研究院、煤科集团沈阳研究院、安徽省煤炭科学研究院、中国矿业大学、中国矿业大学（北京）、中国石油大学、辽宁工程技术大学、安徽理工大学、华北科技学院的学者和专家在本书编审过程中付出了大量的努力，在此一并表示衷心的感谢！

由于编写时间紧张，本书难以反映“十二五”期间煤炭工业科技发展取得的所有进展，不完善之处，敬请读者见谅！

编 者

2016年3月

目

次

1 综述	(1)
1.1 中国煤炭资源的分布特点	(1)
1.2 煤炭资源开发利用现状	(2)
2 煤炭科技创新体系建设	(3)
2.1 研发投入	(3)
2.2 科研平台建设	(6)
2.2.1 国家级企业技术中心	(6)
2.2.2 国家级研究实验基地	(7)
2.2.3 国家能源研发中心(重点实验室)	(9)
2.2.4 煤炭行业工程研究中心	(9)
2.3 协同创新中心	(11)
2.4 科技人才队伍	(12)
2.5 科技成果奖励	(15)
2.6 知识产权	(16)
2.7 行业标准	(17)
3 基础理论研究	(20)
3.1 煤炭资源开发基础理论	(20)
3.1.1 煤与瓦斯共采理论	(20)
3.1.2 深部软岩工程的耦合支护理论	(20)
3.1.3 采场围岩应力壳理论	(21)
3.1.4 特厚煤层大采高综放开采围岩控制理论	(21)
3.1.5 顶煤放出的散体介质流理论	(22)
3.1.6 固体充填采煤岩层控制理论	(22)
3.1.7 煤矿巷道高预应力一次支护理论	(22)
3.1.8 薄煤层高效开采工艺模式优选理论	(23)
3.1.9 无煤柱沿空留巷强度强化控制理论	(23)
3.1.10 泥质巷道滞后注浆围岩控制理论	(23)
3.1.11 大倾角煤层开采“顶板(R) - 支架(S) - 底板(F)” 系统动力学控制理论	(24)
3.2 重大灾害防治基础理论	(24)
3.2.1 通风理论	(24)
3.2.2 瓦斯防治理论	(25)
3.2.3 动力灾害理论	(25)
3.2.4 火灾防治理论	(27)
3.2.5 水灾防治理论	(28)
3.2.6 煤矿地质灾害防治理论	(29)

3.3 部分国家科技项目介绍	(30)
3.3.1 煤与瓦斯突出灾害模拟和预警模型研究	(30)
3.3.2 煤矿深部围岩结构与应力场探测分析系统研究	(31)
3.3.3 大断面巷道快速掘进与支护基础研究	(32)
3.3.4 数字矿山建设关键技术研究示范	(33)
3.3.5 大型露天矿规模化开采新工艺研究	(33)
3.3.6 中子活化多元素分析仪器的研发与应用	(34)
3.3.7 煤矿井下中硬煤层大功率定向钻进技术与装备	(35)
3.3.8 褐煤、低变质烟煤干燥、热解提质新工艺	(36)
4 重点领域科技发展	(38)
4.1 煤矿地质领域	(38)
4.2 煤矿建设领域	(40)
4.3 煤炭开采领域	(42)
4.3.1 煤炭开采工艺与技术	(43)
4.3.2 煤炭高效开采装备	(45)
4.3.3 煤矿巷道支护	(49)
4.3.4 采煤工作面支护	(52)
4.3.5 露天开采技术与装备	(54)
4.4 灾害防治领域	(56)
4.4.1 煤矿水害防治	(56)
4.4.2 煤矿火灾防治	(57)
4.4.3 煤矿瓦斯灾害防治	(59)
4.4.4 煤矿冲击地压防治	(60)
4.4.5 煤矿粉尘防治	(63)
4.4.6 矿井热害防治	(67)
4.4.7 煤矿地质灾害监测防治	(68)
4.5 安全避险和应急救援领域	(71)
4.5.1 煤矿安全避险	(71)
4.5.2 应急救援平台及装备	(73)
4.6 煤矿信息化领域	(74)
4.6.1 信息化技术	(74)
4.6.2 信息化装备	(76)
4.7 煤炭加工与转化领域	(81)
4.7.1 煤炭洗选加工	(81)
4.7.2 先进燃煤发电	(84)
4.7.3 煤炭分级分质利用	(86)
4.8 资源综合利用与节能减排领域	(94)
4.8.1 煤层气开发利用	(94)
4.8.2 污染物控制及资源化利用	(95)
4.8.3 先进节能	(97)

4.8.4 生态环境恢复与治理	(98)
5 科技创新示范工程	(101)
5.1 千万吨高效自动化开采矿井示范工程	(103)
5.1.1 中煤平朔千万吨级高效综采	(103)
5.1.2 同煤塔山矿特厚煤层千万吨矿井安全高效开采	(104)
5.2 绿色开采生态矿山示范工程	(105)
5.2.1 新巨龙公司绿色煤矿建设	(105)
5.2.2 神东大柳塔矿煤炭现代开采地下水与地表生态保护	(106)
5.2.3 徐州矿务集团东部矿区闭坑环境与安全综合治理	(107)
5.2.4 山西天地煤机装备有限公司边角煤短壁机械化开采	(108)
5.3 煤与瓦斯突出防治示范工程	(108)
5.3.1 阳煤集团寺家庄公司煤与瓦斯突出防治及利用	(108)
5.3.2 淮北矿业集团芦岭煤矿特厚极松软强突出危险煤层瓦斯治理与利用	(109)
5.3.3 龙煤集团煤与瓦斯突出矿井瓦斯治理	(110)
5.3.4 中国平煤神马集团高地应力突出煤层定向卸压增透	(111)
5.3.5 焦煤能源九里山矿低透气性煤层瓦斯高效抽采与利用	(112)
5.4 高承压及深部矿井防治水示范工程	(113)
5.4.1 兖州煤业高承压底板带压开采奥灰水害综合防治	(113)
5.4.2 霍州煤电团柏煤矿下组煤带压开采矿井防治水	(115)
5.5 煤层气开发利用示范工程	(115)
5.5.1 陕西彬长新能源有限公司煤层气开发与利用	(115)
5.5.2 华晋煤层气地面钻井与井下钻孔对接	(116)
5.5.3 山西蓝焰煤层气集团有限责任公司煤层气开发与利用	(117)
5.6 煤矿井下高效排矸示范工程	(119)
5.7 规模化褐煤物理干燥示范工程	(119)
5.8 现代煤化工示范工程	(120)
5.8.1 潞安煤基煤化电热一体化	(120)
5.8.2 内蒙古伊泰集团间接液化制油	(121)
5.9 智能矿山建设示范工程	(122)
5.9.1 神东锦界煤矿智能矿山	(122)
5.9.2 兖州煤业兴隆庄矿安全生产光纤监测系统	(124)
5.9.3 北京龙软煤矿地理信息系统	(125)
6 先进适用技术与装备	(126)
6.1 地质勘探	(126)
6.1.1 井下地质构造超前探测技术与装备	(126)
6.1.2 煤炭资源高精度三维地震勘探技术	(127)
6.1.3 巷道掘进含水异常体电磁综合超前探测技术	(127)
6.2 矿井建设	(128)
6.2.1 大直径反井钻井技术及装备	(128)

6.2.2	千米深井控制冻结凿井关键技术	(129)
6.2.3	一扩成井快速钻井法凿井关键技术及装备	(130)
6.2.4	深部软岩巷道三维网壳锚喷支护技术	(131)
6.2.5	特厚表土层冻结法凿井技术	(131)
6.2.6	岩巷快速掘进综合配套技术	(132)
6.3	煤炭开采	(132)
6.3.1	煤矿切顶卸压沿空成巷无煤柱开采技术	(132)
6.3.2	煤矿井下采选充采集成技术	(133)
6.3.3	高瓦斯矿井煤巷快速掘进工艺	(134)
6.3.4	滑动构造影响下高应力极破碎围岩巷道支护技术	(134)
6.3.5	露天煤矿端帮靠帮开采方法与工艺	(135)
6.3.6	适合“三下”及边角煤开采的短壁机械化采煤技术与装备	(136)
6.4	煤矿安全	(137)
6.4.1	基于孔间地震的采动覆岩破坏探测技术	(137)
6.4.2	冲击地压与瓦斯突出互为诱因矿井灾害治理对策与技术	(138)
6.4.3	基于应力控制的冲击地压综合防治技术	(138)
6.4.4	煤矿卸压区裂隙快速识别与渗透率区划技术	(140)
6.4.5	煤层群开采煤岩渗透率动态监测技术	(140)
6.4.6	深部大采宽条带煤柱稳定性及地表变形控制技术	(140)
6.4.7	煤层开采顶底板岩层变形与破坏特征原位动态测试技术	(141)
6.4.8	DGC 型瓦斯含量直接测定技术及装备	(141)
6.4.9	煤与瓦斯突出综合预警技术及系统	(142)
6.4.10	地面钻井掏煤预抽消突技术	(144)
6.4.11	裂隙岩溶介质大水煤矿水害探查和评价技术	(144)
6.4.12	滑坡灾害远程实时监测预警及调控技术	(145)
6.4.13	集中制冷高低压转换技术与装备	(146)
6.4.14	矿井局部降温技术与装备	(148)
6.4.15	深部煤矿高温热害治理技术及其装备系统	(148)
6.4.16	用于呼吸性粉尘治理的干式除尘技术	(150)
6.4.17	防治煤炭自燃的三相泡沫技术与装备	(151)
6.4.18	高效泡沫降尘技术及装备	(152)
6.4.19	ZJC3D 系列车载矿山救援指挥系统	(153)
6.4.20	无线传感与 DTS 光纤测温系统	(154)
6.4.21	矿用管道瓦斯输送阻爆、抑爆、水封阻火泄爆装置	(155)
6.4.22	大流量(2000 m ³ /h)井下移动式碳分子筛制氮装置	(156)
6.4.23	井下灾区的快速密闭充填技术装备	(157)
6.5	采掘机械与煤矿机电装备	(158)
6.5.1	矿井辅助运输大吨位防爆胶轮运输车——WC80Y 支架搬运车	(158)
6.5.2	矿井提升机双 PWM 变频调速技术	(159)
6.5.3	煤矿井下充填物料管状带式输送机	(160)
6.5.4	新型机载液压钻机掘锚技术	(161)

6.5.5	智能乳化液泵站	(161)
6.5.6	重型悬臂式掘进机系列化产品	(162)
6.6	煤矿自动化与信息化	(163)
6.6.1	KJ36A 型煤矿电力监控系统	(163)
6.6.2	KLX5LM(A)/(B) 本安型信息矿灯	(164)
6.6.3	基于分布式光纤测温技术的煤矿防火预警系统	(165)
6.6.4	矿用无线通信系统	(166)
6.6.5	煤矿安全量化管理及评估信息化系统	(167)
6.6.6	KJ30 矿用救灾无线通信系统	(168)
6.6.7	SAC 型液压支架电液控制系统	(168)
6.6.8	SAM 型煤炭综采智能化控制系统	(169)
6.7	煤层气开发利用	(170)
6.7.1	单一松软低渗煤层压裂增透技术	(170)
6.7.2	三维旋转水射流扩孔及割缝技术与装备	(171)
6.7.3	高能空气冲击致裂强化抽采煤层气技术与装备	(172)
6.7.4	低浓度煤层气深冷液化提纯工艺与装备	(173)
6.7.5	低浓度瓦斯安全输送技术	(174)
6.7.6	高地应力低渗透性煤层微差脉冲爆破致裂技术	(174)
6.7.7	煤层气水平井分段压裂技术	(175)
6.7.8	煤矿采动区煤层气抽采井参数监测技术	(176)
6.7.9	煤矿采动区瓦斯地面井抽采成套技术	(177)
6.7.10	煤矿低浓度含氧瓦斯提浓甲烷技术	(179)
6.7.11	煤矿井下近水平千米瓦斯抽采定向钻进技术与装备	(180)
6.7.12	煤矿井下水力压裂技术与装备	(181)
6.7.13	水平定向钻进技术与装备	(182)
6.7.14	松软突出煤层螺旋钻进技术与装备	(183)
6.7.15	低浓度煤层气变压吸附浓缩分离技术与装备	(184)
6.7.16	采空区煤层气抽采监控技术与装备	(185)
6.8	煤炭洁净加工利用	(186)
6.8.1	高灰难选煤泥的高效分选设备与工艺	(186)
6.8.2	矿物-硬度法难沉降煤泥水绿色澄清技术	(187)
6.8.3	SZ 振动混流褐煤干燥技术	(187)
6.8.4	低阶煤流化床脱水成型技术	(188)
6.8.5	复合式干法选煤设备	(189)
6.8.6	煤焦油非均相悬浮床加氢裂化技术	(190)
6.9	资源综合利用与矿区环境保护	(191)
6.9.1	高效洁净煤粉工业锅炉系列化产品	(191)
6.9.2	采煤沉陷积水区城市次生湿地构建技术	(192)
6.9.3	采煤沉陷区地基处理与工程建设技术	(193)
6.9.4	采煤沉陷区土地复垦与农业生态再塑技术	(194)
6.9.5	复垦农田作物产量预测技术与系统	(195)

6.9.6 微生物修复矿区采煤废弃地技术	(195)
7 “十三五”期间煤炭科技发展展望	(197)
7.1 总体思路	(197)
7.1.1 指导思想	(197)
7.1.2 基本原则	(197)
7.1.3 发展目标	(197)
7.2 重大任务	(198)
7.2.1 提升自主创新能力	(198)
7.2.2 突破核心关键技术	(198)
7.2.3 发展双创与新业态	(199)
7.2.4 扩大国际开放合作	(199)
7.3 主攻方向	(199)
7.3.1 重大基础理论研究	(199)
7.3.2 重点领域科技发展	(199)
7.3.3 重大关键技术攻关	(201)
7.3.4 科技示范工程建设	(202)
7.3.5 先进适用技术推广	(203)
附件一 煤炭行业科学技术奖励目录 (2011—2015)	(206)
(一) 2011—2015 年度国家科学技术奖获奖项目	(206)
(二) 2011 年度中国煤炭工业协会科学技术奖获奖项目	(210)
(三) 2012 年度中国煤炭工业协会科学技术奖获奖项目	(217)
(四) 2013 年度中国煤炭工业协会科学技术奖获奖项目	(226)
(五) 2014 年度中国煤炭工业协会科学技术奖获奖项目	(235)
(六) 2015 年度中国煤炭工业协会科学技术奖获奖项目	(244)
附件二 煤炭行业专利奖励目录 (2011—2015)	(254)
(一) 中国专利奖 (2011—2015)	(254)
(二) 中国煤炭工业专利奖 (2014)	(256)
(三) 中国煤炭工业专利奖 (2015)	(259)
附件三 煤炭行业制修订标准目录 (2011—2015)	(264)
(一) 2011—2015 年批准发布的国家标准 (GB)	(264)
(二) 2011—2015 年批准发布的煤炭标准 (MT)	(268)
(三) 2011—2015 年批准发布的安全标准 (AQ)	(271)
(四) 2011—2015 年批准发布的能源标准 (NB)	(272)

1 综 述

1.1 中国煤炭资源的分布特点

我国煤炭资源分布地域广阔,煤炭资源形成和演化的地质背景多样。按照我国主要含煤地质时代成煤大地构造,可划分为五个 I 级单元,即东北、华北、西北、华南、滇藏五大赋煤区。

结合造山带的存在空间发育,东西向的昆仑山—秦岭—大别山构造带、天山—阴山—图门山构造带和南北向的大兴安岭—太行山—雪峰山构造带、贺兰山—六盘山—龙门山构造带构成了我国煤炭资源的总体分布特征。南北向上,以秦岭—大别山造山带为界,北方赋煤盆地多而南方少;东西向上,西部蒙东地区煤炭资源主要集中于二连盆地,而以东的东北三省煤炭资源呈明显零星分布,甚至大兴安岭一线几乎不存在煤炭资源,进入太行山脉延伸区,两侧煤炭资源较为集中,再往南河南南部至湖北鄂西又进入空白区,直至六盘山两侧煤炭资源才变得丰富;而且,造山带附近无煤炭资源分布。究其原因,先期形成的造山带,在后期煤炭资源形成过程中通常作为构造高部位,充当物源供给区而几乎没有聚煤作用发生;或者先期形成的煤炭资源,在后期造山带隆起过程中被剥蚀殆尽。

结合传统的煤炭地质分区背景,以大兴安岭—太行山—雪峰山和贺兰山—六盘山—龙门山、天山—阴山—图门山和昆仑山—秦岭—大别山为界进一步划分为 9 个赋煤区,立体呈现了煤炭资源的空间分布格局——“九宫分布”。自北而南、自东向西分别为:东部地区辽吉黑赋煤分区(东北三省)、黄淮海赋煤分区(冀、鲁、豫、京、津、苏北、皖北)、华南赋煤分区(闽、浙、赣、苏南、皖南、鄂、湘、粤、桂、琼);中部地区蒙东赋煤分区(内蒙古东部)、晋陕蒙宁赋煤分区(晋、陕、陇东、宁东、内蒙古西部)、西南云贵川渝赋煤分区(云、贵、川东、渝);西部地区北疆赋煤分区(新疆北部)、南疆赋煤分区(青、甘、新疆南部)、滇藏赋煤分区(滇、藏及川西)。

中国煤炭资源的“九宫分布”格局不仅体现出各区含煤岩系沉积特点、主聚煤期分布、资源聚集与赋存等地质规律的不一致,同时也体现出各分区地理环境、气候、水资源、生态特点等要素的不一致,更为突出的是还与中国区域经济社会的发展状况基本吻合。这种区域性的分布造成了我国煤炭工业开发的局部集中,

如晋陕蒙宁地区已成为我国煤炭工业高速发展的金三角,新疆北部地区将成为我国新的煤炭资源中心。

1.2 煤炭资源开发利用现状

2015年全国规模以上煤炭企业原煤产量 36.85×10^8 t,同比减少 1.34×10^8 t,下降3.5%。2015年底,全国煤矿数量1.08万处,其中年产 120×10^4 t以上的大型煤矿1050处,产量比重占68%;年产 30×10^4 t以下的小型煤矿7000多处,产量比重占10%左右。全国14个大型煤炭基地产量占全国总产量的92.3%左右。产量超过亿吨的煤炭省区8个,产量比重占84.1%。

近年来,我国煤炭清洁高效利用取得很大进步。在煤炭分级提质利用方面,选煤技术与装备水平不断提高,原煤入选比例有较大提高,动力配煤、型煤、水煤浆技术得到推广,褐煤提质进入工业化起步阶段。2015年,我国原煤入选率达65.9%,煤矸石综合利用率达到64.2%,矿井抽采瓦斯利用率达到46.4%,土地复垦率达到47%。但我国煤炭洗选率与澳大利亚等国际先进水平相比仍相差约20个百分点,煤矸石及低热值煤综合利用水平偏低,褐煤干燥提质及气化技术不成熟,严重制约着褐煤的综合利用水平。

燃煤工业锅炉方面,新型高效煤粉工业锅炉在甘肃、内蒙古、陕西等西部高寒地区和东部沿海等20多个省区推广应用。该型锅炉燃料的燃烬率达到98%,接近燃气锅炉水平,比普通燃煤工业锅炉提高28个百分点;系统热效率达到89%左右,比普通燃煤工业锅炉提高20多个百分点;由于采用尾部布袋除尘技术、高强度脱硫和低氮燃烧技术,烟尘、二氧化硫、氮氧化物等污染物排放指标远低于国家标准。但我国燃煤工业锅炉量大面广,全国保有量在50万台左右,先进的高效煤粉工业锅炉、水煤浆工业锅炉、低质原料型煤锅炉市场占有率不到20%,而普通锅炉燃烧效率低、排放污染大,是造成我国燃煤利用效率低和环境污染的主要原因之一。

燃煤发电方面,煤电机组平均煤耗降至 $318 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,电站锅炉采用的除尘器效率平均为99.5%左右。全国煤电机组安装脱硫、脱硝设施的装机容量分别达到 $8 \times 10^8 \text{ kW}$ 、 $6.9 \times 10^8 \text{ kW}$,与2005年相比,脱硫机组总装机容量比例由12%提高到95%,脱硝机组总装机容量比例由零提高到82%。全国燃煤电厂超低排放机组装机容量达到 $8400 \times 10^4 \text{ kW}$,烟尘、二氧化硫和氮氧化物的排放水平达到或低于天然气电厂的排放标准。但我国燃煤电厂分布不均匀,京津冀鲁、长三角、珠三角占国土面积约8%,布局了约40%的火电机组,重点地区减排压力很大。中小机组发电效率仍然偏低,全国燃煤发电污染物排放总量较大。

煤炭转化方面,传统煤化工产能过剩,处于产业结构优化调整阶段。煤制油、煤制气等现代煤化工关键技术实现整体突破,示范工程取得成功。煤制油、煤制烯烃、煤制气、煤制乙二醇产能分别达到 $650 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $406 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $44.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、 $150 \times 10^4 \text{ t}$ 。但现代煤化工发展仍存在如下问题:污水成分复杂,综合处理成本较高,处理难度较大;水资源供应、环境保护和经济性仍是产业发展的最重要制约因素;工艺技术有待提升和优化,行业标准缺失。

2 煤炭科技创新体系建设

2.1 研发投入

“十二五”期间，以企业为主体、市场为导向、产学研用相结合的煤炭科技创新体系更加完善，行业自主创新能力稳步提升，创新基础条件建设布局逐渐加强。行业大中型企业普遍建立起技术研发中心或成立科技公司，逐步成为技术创新决策、研发投入、科研组织和成果转化应用的主体，在创新目标提出、创新资源配置和创新活动组织中发挥主导作用。产学研协同逐步成为行业科技创新的主要形式，企业在协同创新中处于关键和主导位置，与科研院所和高等学校形成了优势互补、分工明确、成果共享、风险共担的开放式合作模式。

“十二五”期间，国家继续加大对煤炭基础理论研究和关键技术攻关的投入。据不完全统计，煤炭行业共获批国家重点基础研究发展计划（“973”计划）项目8项（表2-1），重点支持深部煤炭资源开发、褐煤洁净高效转化、低品质煤提质利用、西部地质灾害防治、深部无人采掘装备、西部开采水资源保护等基础理论研究。科技部继续开展“大型油气田及煤层气开发”国家科技重大专项支持项目（表2-2）。煤炭行业共获批国家科技支撑计划项目9项（表2-3），重点支持煤炭伴生资源循环经济、盾构长距离斜井施工、燃煤工业锅炉能效提高、煤矿突水与火灾等重大事故防治、褐煤与低变质烟煤热解提质等关键技术攻关。煤炭行业“十二五”获批国家智能制造装备发展专项项目3项（表2-4），重点支持研发煤炭综采成套装备智能系统。煤炭行业“十二五”获批国家高技术研究发展计划（“863”计划）项目5项（表2-5），重点支持数字矿山、智能采矿装备、煤炭地下气化等核心关键技术攻关。煤炭行业还获批国家科技基础性项目“西部重点矿区土地退化因素调查”，由中国矿业大学和南京环境科学研究所承担。

表2-1 煤炭行业“十二五”获批国家“973”计划项目

序号	项目编号	项目第一承担单位	首席科学家	承担单位
1	2011CB201200	深部煤炭开发中煤与瓦斯共采理论	谢和平	中国矿业大学
2	2011CB201300	中低阶煤分级转化联产低碳燃料和化学品的基础研究	刘振宇	北京化工大学

表 2-1（续）

序号	项目编号	项 目 第 一 承 担 单 位	首席科学家	承 担 单 位
3	2011CB201400	褐煤洁净高效转化的催化与化学工程基础	王建国	中国科学院山西煤炭化学研究所
4	2012CB214900	低品质煤大规模提质利用的基础研究	刘炯天	中国矿业大学
5	2013CB227900	西部煤炭高强度开采下地质灾害防治与环境保护基础研究	缪协兴	中国矿业大学
6	2014CB238900	煤中有害元素分布富集机理及环境污染防治	代世峰	中国矿业大学（北京）
7	2014CB046300	深部危险煤层无人采掘装备关键基础研究	葛世荣	中国矿业大学
8	2015CB251600	我国西北煤炭开采中的水资源保护基础理论研究	张东升	中国矿业大学

表 2-2 煤炭行业“十二五”获批国家科技重大专项支持项目

序 号	项 目 名 称	承 担 单 位
1	重庆松藻矿区复杂地质条件下煤层气开发	重庆松藻煤电有限责任公司
2	山西晋城矿区采气采煤一体化煤层气开发	山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司
3	两淮矿区煤层群开采条件下煤层气抽采	淮南矿业（集团）有限责任公司、 淮北矿业（集团）有限责任公司
4	煤层气与煤炭协调开发关键技术研究	中煤科工集团西安研究院
5	煤矿区煤层气高效抽采、集输技术与装备研制	中煤科工集团重庆研究院
6	煤层气储层工程与动态评价技术（二期）	中国矿业大学

表 2-3 煤炭行业“十二五”获批国家科技支撑计划项目

序 号	项 目 名 称	组 织 单 位
1	神华准格尔矿区煤炭伴生资源循环经济产业项目	神华集团有限责任公司
2	盾构施工煤矿长距离斜井关键技术与示范	神华集团有限责任公司
3	深部及中小煤矿灾害防治关键技术与示范	国家煤矿安全监察局
4	大型煤炭基地高效勘探开发与充填技术及示范	中国中煤能源集团有限公司
5	煤矿突水、火灾等重大事故防治关键技术与装备研发	国家安全生产监督管理总局
6	褐煤、低变质烟煤干燥、热解提质新工艺	煤炭科学技术研究院有限公司
7	大型煤炭基地组合服务技术研发及应用示范	神华集团有限责任公司
8	大型能源基地生态恢复技术与示范	神华集团有限责任公司
9	煤炭高效分选及二次资源开发关键技术与示范	河南省科技厅

表 2-4 煤炭行业“十二五”获批国家智能制造装备发展专项项目

序 号	项 目 名 称	承 担 单 位
1	煤炭综采成套装备智能系统	天地科技股份有限公司、红柳林矿业公司

表 2-4 (续)

序 号	项 目 名 称	承 担 单 位
2	煤炭综采成套装备及智能控制系统	中平能化集团机械制造有限公司、中国平煤神马能源化工集团有限责任公司
3	煤炭综采成套装备智能系统开发与示范应用	太原重型机械集团煤机有限公司、西山煤电（集团）有限责任公司

表 2-5 煤炭行业“十二五”获批国家“863”计划项目

序 号	项 目 名 称	牵 头 单 位
1	数字矿山建设关键技术与应用研究	神华集团有限责任公司
2	大型露天采矿技术与装备	中国中煤能源集团有限公司
3	煤炭智能化掘采技术与装备	中国煤炭科工集团有限公司
4	薄煤层开采关键技术与装备	中国矿业大学
5	煤炭地下气化产业化关键技术	新奥集团气化采煤技术有限公司、 中国矿业大学（北京）

“十二五”期间，全行业共获批国家自然科学基金重点项目 15 项（表 2-6），重点集中在深部煤炭开采、灾害防治、煤层气富集规律、煤共生金属元素富集机理、矿井三维地质模拟等方面。国家自然科学基金委员会与神华集团有限责任公司共同出资设立“煤炭开发利用联合基金”，与山西省共同出资设立“煤基低碳联合基金”，重点支持煤炭应用基础研究。

表 2-6 煤炭行业“十二五”获批国家自然科学基金重点项目

序号	批准号	项 目 名 称	项目负责人	依 托 单 位
1	51434003	深部低渗透高瓦斯煤层瓦斯抽采基础研究	尹光志	重庆大学
2	51434006	深部大变形巷道围岩破坏与稳定性控制研究	王卫军	湖南科技大学
3	51334005	煤矿瓦斯水合分离与储运应用基础研究	吴 强	黑龙江科技大学
4	51234005	矿山顶板灾害预警	何富连	中国矿业大学（北京）
5	51134005	深井热害防治与矿井热能利用	何满潮	中国矿业大学（北京）
6	21136007	低浓度煤层气中 CH ₄ 高效富集过程关键基础问题研究	李晋平	太原理工大学
7	41430318	基于多源数据集成的矿山三维地质模拟理论与应用研究	武 强	中国矿业大学（北京）
8	41430643	侏罗纪煤层上覆 N ₂ 红土采动破坏突水机理及防控研究	李文平	中国矿业大学
9	41430317	矿井瓦斯运移与富集的动力学过程及地球物理探测基础	姜 波	中国矿业大学
10	41430640	煤与瓦斯突出构造物理场研究	郭德勇	中国矿业大学（北京）
11	41330317	鄂尔多斯盆地与煤共生多种金属元素的富集机理与分布规律	孙玉壮	河北工程大学

表 2-6（续）

序号	批准号	项 目 名 称	项目负责人	依 托 单 位
12	41330638	深部煤层 CO ₂ 地质存储与 CH ₄ 强化开采的有效性理论研究	桑树勋	中国矿业大学
13	41130637	群矿采煤驱动下含水层结构变异对区域水循环影响机制研究	张发旺	中国地质科学院水文地质 环境地质研究所
14	41130742	煤矿深部巷道高应力软弱围岩碎胀扩容大变形致灾机理与分析方法	刘泉生	中国科学院 武汉岩土力学研究所
15	41130419	煤矿灾害事件与地震槽波波场特征示范研究——煤层厚度变异与断裂构造和采空区探测	滕吉文	中国科学院地质与 地球物理研究所

据国家统计局数据，2011 年，全国规模以上企业煤炭开采和洗选业 R&D 经费为 145.1 亿元，投入强度为 0.46%；2012 年，全国规模以上企业煤炭开采和洗选业 R&D 经费为 157.9 亿元，投入强度为 0.46%；2013 年，全国规模以上企业煤炭开采和洗选业 R&D 经费为 156.6 亿元，投入强度为 0.48%；2014 年，全国规模以上企业煤炭开采和洗选业 R&D 经费为 151.5 亿元，投入强度为 0.50%。

“十二五”末，煤炭行业科技贡献率为 49.5% 左右，与“十一五”末行业科技贡献率 39.2% 相比大幅提高。

2.2 科研平台建设

2.2.1 国家级企业技术中心

据统计，截至 2015 年底，煤炭行业共有国家认定的企业技术中心 27 个（表 2-7），其中煤炭生产企业 17 个、煤矿建设企业 1 个、煤机装备企业 6 个、煤化工企业 2 个、节能环保企业 1 个。“十二五”期间，共认定国家级企业技术中心 10 个。

表 2-7 煤炭相关的国家级企业技术中心

序 号	国家级企业技术中心名称
1	★中煤北京煤矿机械有限责任公司技术中心
2	★北京天地玛珂电液控制系统有限公司技术中心
3	中煤张家口煤矿机械有限责任公司技术中心
4	开滦（集团）有限责任公司技术中心
5	★冀中能源集团有限责任公司技术中心
6	大同煤矿集团有限责任公司技术中心
7	山西潞安矿业（集团）有限责任公司技术中心
8	山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司技术中心
9	天脊煤化工集团股份有限公司技术中心