

我国煤炭资源开发利用“三率”调查与评价^{*}

冯安生^{1,2}, 卞孝东^{1,2}, 郭俊刚^{1,2}, 吕振福^{1,2}

(1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006; 2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 河南 郑州 450006)

摘要:介绍了我国煤矿开采回采率、原煤入选率和利用率“三率”调查结果。我国煤矿资源当年原煤产量2 493 959.4 kt。大型矿山数量占全国总数的8.00%, 原煤产量占全国总量的60.71%。我国煤矿采区回采率为83.29%, 原煤入选率为41.83%, 视褐煤入选后原煤入选率为50.42%; 调查矿山煤炭共伴生资源利用率平均值为30.21%。

关键词:煤炭资源; 调查评价; 采区回采率; 原煤入选率; 利用率

中图分类号: F124.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2016)05-0005-05

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2016.05.002

An Investigation on Mining Recovery, Processing Ratio and Utilization ratio of Coal Mines in China

FENG Ansheng^{1,2}, BIAN Xiaodong^{1,2}, GUO Jungang^{1,2}, LV Zhenfu^{1,2}

(1. Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Zhengzhou 450006, China; 2. National Engineering Center for Multipurpose Utilization of Non-Metallic Mineral Resources, Zhengzhou 450006, China)

Abstract: The paper introduces results of a comprehensive investigation on coal mines all over China. Statistical data concerning mining recovery, processing recovery, utilization ratio were analyzed. total output of raw coal was about 2 493 959.4 kt. Large scale coal mines were accounting for 8.00% in all in China and production capacity was accounting for 60.71%. Mining recovery was 83.29%, the processing ratio of raw ore was 41.83%, if the lignite was processed the processing ratio of raw ore was 50.42%; the utilization ratio of associated minerals was 30.21%.

Key words: coal resources; investigation; mining recovery; processing ratio; utilization ratio

煤炭开发利用“三率”指标(开采回采率、选矿回收率和综合利用率)调查与评价是国土资源部2012年6月启动的全国重要矿产资源“三率”调查与评价工作的一部分。本次调查评价工作以2011年为调查基年,调查评价对象为全国范围内2009~2011年间正常生产的煤炭矿山企业(采矿权人)。如无特殊说明,文中统计数据为2011年正常生产矿

山数据。文章主要介绍了本次煤矿资源开发利用“三率”调查与评价成果。本次调查评价技术方法参见本刊2016年第5期《全国重要矿产资源开发利用三率调查方法与程序》。

1 调查评价范围与矿山代表性

据国土资源部统计,2011年全国共有煤炭采矿

* 收稿日期: 2016-05-29

基金项目: 中国地质调查局地质矿产调查评价项目(1212011220930)

作者简介: 冯安生(1964-),男,河南商丘人,研究员,博士,所长,主要研究方向为矿产资源综合利用。

权证 13 360 个^[1],其中,大型矿山 621 座,中型矿山 1 301 座,小型及以下 11 438 座。

本次共调查了大、中、小型矿山 9 742 座^[2-3],占全国煤矿总数 72.92%,其中正常生产煤矿 7 138 个,其中大型矿山 571 个、中型矿山 737 个、小型及以下矿山 5 830 个。调查覆盖面广,代表性强。

全部正常生产矿山年度原煤产量 2 493 959.4 kt。矿山分布在黑龙江省、云南省、山西省等 25 个省(区、市),矿山分布与煤矿储量分布一致。

调查正常生产矿山中大型矿山数量占比 8.88%,原煤产量 1 514 033.1 kt,占全国采出矿石量的 60.71%,说明我国煤矿矿山规模集中度较高。

2 资源储量和开发利用情况

2.1 煤炭资源储量

本次调查矿山 2011 年底保有资源储量为 3 174.69 亿 t,其中山西保有资源储量最多,占全国的 24.25%,其次为内蒙古、宁夏、陕西和甘肃,分别占全国的 16.9%、10.3%、7.6%、5.7%。本次调查 25 个省(区、市)2011 年底煤矿保有资源储量见图 1。

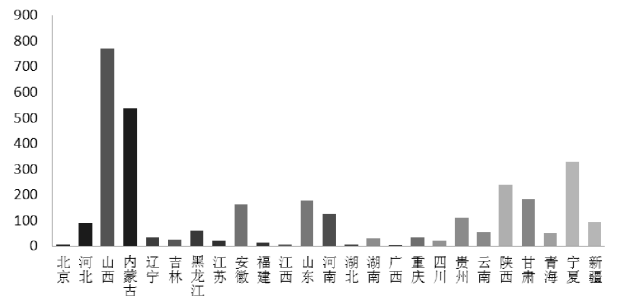


图 1 煤矿保有资源储量(亿 t)

2.2 煤炭开发利用情况

2.2.1 正常生产煤矿数量及原煤产量

本次调查的 7 138 个正常生产煤矿,设计生产能力 29.10 亿 t,2011 年实际生产能力 28.30 亿 t,动用储量 33.77 亿 t,原煤产量 24.9 亿 t。2011 年原煤产量最高的地区是内蒙古自治区,达到 6.83 亿 t。此外,山西、陕西、山东、河南、安徽原煤产量均超过 1 亿 t,分别为 5.81、2.02、1.33、1.14、1.05 亿 t。

不同规模、开采方式煤矿数量统计结果见表 1。结果表明,按开采方式划分,我国煤矿数量以井工开采为主,按规模划分,我国煤矿数量以小型矿山为主。参与调查的煤矿的开采方式、生产规模符合我

国煤炭资源开采实际。

表 1 不同规模、开采方式煤矿数量统计

开采方式	煤矿数量/座			
	大型	中型	小型	合计
露天开采	23	50	209	282
井工开采	548	687	5 621	6 856
合计	571	737	5 830	7 138

根据本次煤炭资源“三率”调查,全国露天、井工开采煤矿原煤产量分别为 4.97、19.97 亿 t;按规模划分,大型、中型、小型煤矿原煤产量分别为 15.14、5.16、4.64 亿 t,详见表 2。

表 2 不同规模、开采方式原煤产量统计

开采方式	原煤产量/kt			
	大型	中型	小型	合计
露天开采	243 247.6	109 956.6	144 016.2	497 220.4
井工开采	1 270 785.5	405 759.1	320 194.4	1 996 739.0
合计	1 514 033.1	515 715.7	464 210.6	2 493 959.4

2.2.2 选煤厂情况

本次调查正常生产矿山中共调查选煤厂 684 个,设计入选能力 13.87 亿 t,2011 年实际入选原煤量为 10.43 亿 t;由于褐煤水分大,遇水易泥化,难以入选,因此在实际生产过程中褐煤不参与选矿。故在计算时,入选原煤量区分为实际入选原煤量和视褐煤入选后入选原煤量。如将褐煤视为入选,2011 年入选原煤总量为 12.58 亿 t。

调查的煤矿中大型选煤厂 298 个、中型选煤厂 178 个、小型选煤厂 208 个,实际入选原煤量分别为 9.06、1.12、0.25 亿 t。如将褐煤视为入选,2011 年大、中、小型选煤厂入选原煤量分别为 10.66、1.52、0.40 亿 t。调查范围内,北京、湖北、广西、青海 4 个省(区、市)无选煤厂。

3 采区回采率

采区是所有正规开采煤矿生产布局最基本的生产单元,采区回采率是“三率”重要指标之一^[4],是衡量煤炭资源合理开采的重要考核指标,也是本此调查评价工作的重点。经过对填报数据库数据研究分析,最终确定 7 138 个调查煤矿中,6 372 个煤矿填报的采区回采率可信,参与到采区回采率的各类统计计算中。

2.1 采区回采率的区域分布特点

本次煤炭资源“三率”调查采区回采率全国平均值为 83.29%。采区回采率最高的省份是青海省,达到 91.94%;最低的省份是陕西省,为 75.28%。本次煤炭资源“三率”调查 2011 年全国矿井动用储量 33.77 亿 t,如采区回采率提高 1%,即可增加煤炭资源产量 33 770 kt。

据统计,本次煤炭资源“三率”调查,68% 以上省(区、市)煤矿采区回采率达到全国平均值,仅山西、山东、河南、贵州、陕西、陕西、甘肃、宁夏、新疆等 8 个省份采区回采率未达到全国平均值。以地区分布来看,我国东部、南方贫煤地区煤矿的采区回采率总体上高于西部地区煤矿的采区回采率。各省(区、市)煤矿平均采区回采率见图 2。

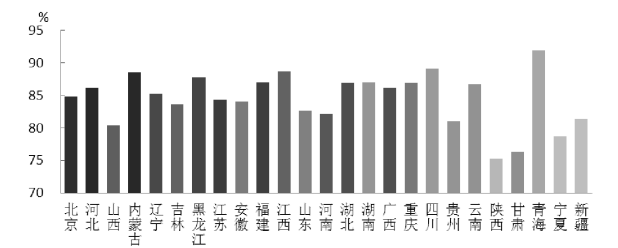


图 2 调查各省(区、市)煤矿平均采区回采率

2.2 采区回采率与生产规模的关系

将所有可信样本按生产规模划分为大型、中型、小型进行分类统计,统计结果详见表 3。

从表中可以看出,不同生产规模煤矿 2011 年采区回采率平均值总体呈现大型煤矿低于中型煤矿,中型煤矿低于小型煤矿的特点。从各生产规模煤矿采区回采率达标率来看,同样具有大型煤矿低于中型煤矿,中型煤矿低于小型煤矿的特点。

表 3 煤矿采区回采率与生产规模的关系			
生产规模	煤矿数量/处	采区动用量/kt	采区回采率/%
大型	566	1 758 827.6	82.53
中型	706	562 334.4	83.83
小型	5 100	483 736.2	85.43
合计	6 372	2 804 898.2	83.29

分析其原因:小型煤矿主要开采薄煤层,大、中型煤矿主要开采厚煤层和中厚煤层。而随着煤层厚度增加,在机械化开采时更容易造成厚度和面积损失,其资源回收的难度加大,开采薄煤层则更容易“吃干榨净”。由此可见,以开采薄煤层为主的小型

煤矿采区回采率略高于大中型煤矿并不能说明其资源回收水平高,相反,若结合开采煤层厚度分析,可以认为在同等煤层厚度条件下,大中型煤矿开采的采区回采率高于小型煤矿。

2.3 采区回采率与开采方式的关系

将所有可信样本按不同开采方式划分为井工开采、露天开采进行分类统计,统计结果详见表 4。

表 4 采区回采率与开采方式的关系			
开采方式	煤矿数量/处	采区动用量/kt	采区回采率/%
井工开采	6 106	2 290 594.1	80.51
露天开采	266	514 304.1	95.70
合计	6 372	2 804 898.2	83.29

从表中可以看出,不同开采方式煤矿 2011 年采区回采率平均值总体呈现:露天开采高于井工开采的规律。从各不同开采方式煤矿采区回采率达标率来看,具有露天开采远高于井工开采的规律。

分析其原因:用露天开采不因巷道布置原因设置相应保护煤柱(如阶段煤柱),也不存在边角煤,开采时直接对煤岩进行剥离,采区损失量小,采区回采率较采用井工开采方式高。同时部分露天煤矿对于近水平及缓倾斜煤层,采用顶板拉沟向底板推进的开采方式,并使用倾斜分层,同时配以辅助设备清扫浮煤;对于倾斜和急倾斜煤层,除了采用顶板露煤和水平分层外,还使用前装机或者推土机回采三角煤,做到煤炭资源“吃干榨尽”,因此采区回采率指标较高。

3 原煤入选率

选煤不但可以除去煤中杂质(包括矸石和硫),提高煤炭产品质量,增加煤炭规格品种,减少无效运输,提高热效率,较少二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放量,同时也是综合利用资源,提高企业经济效益的重要手段。在实际生产过程中褐煤不参与选矿,因此在计算过程中,如果入选不包括褐煤,则原煤入选率=入选原煤量/原煤总量;如果视褐煤入选,褐煤按 100% 入选计,则原煤入选率=(入选原煤量+褐煤量)/原煤总量。

本次“三率”调查与评价 7 138 个煤矿中,684 个煤矿填报的原煤入选率可信,参与到原煤入选率的各类统计计算中。

3.1 原煤入选率的区域分布特点

按行政区划统计分析 2011 年实际调查原煤入选率为 41.83% ;如将褐煤视为入选,2011 年视褐煤入选后原煤入选率为 50.42%。本次煤炭资源“三率”调查煤矿 2011 年原煤产量 24.9 亿 t,如采区回采率提高 1%,可增加原煤入选量 24 900 kt。

调查省(区、市)2011 年原煤入选率见图 3。由图 3 可知,安徽省原煤入选率最高,达到 92.74% ;湖南省原煤入选率最低,为 3.14%。北京市、湖北省、青海省、广西壮族自治区无原煤入选率填报,但广西壮族自治区在将褐煤视为入选后,原煤入选率为 40.37%。从地区分布来看,我国北方地区原煤入选率高于南方地区,东部地区原煤入选率高于西部地区。

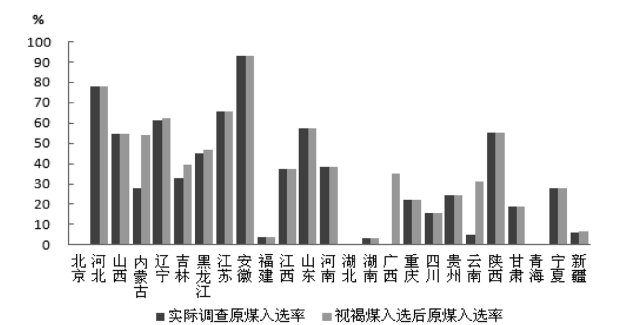


图3 调查省(区、市)2011 年原煤入选率

3.2 原煤入选率与选厂规模的关系

通过统计调查省(区、市)的原煤入选率数据,得到调查省(区、市)不同规模选厂原煤入选率,详见表 5。

从表中可以看出,大、中、小型煤矿实际调查原煤入选率为 60.43%、21.87% 和 5.40% ;如将褐煤视为入选,则大、中、小型煤矿视褐煤入选后原煤入选率为 65.51%、23.48% 和 5.90%。原煤入选率整体上具有大型煤矿的高于中型煤矿,中型煤矿高于小型煤矿的特点。

表 5 不同规模选厂的原煤入选率			
煤矿 规模	选厂 数量	入选原煤率/%	
		实际调查原煤入选率	视褐煤入选后原煤入选率
大型	298	60.43	65.51
中型	178	21.87	23.48
小型	208	5.40	5.90
合计	684	41.83	50.42

万方数据

分析其原因,在煤炭分选技术发展的初期,限于选煤技术的落后和装备水平较差,出现一批规模较小、工艺较为落后的小型选煤厂,随着煤炭分选技术发展加快,选煤厂产业集中度进一步增强。为了满足用户不同的要求,使煤炭产品价值进一步提升,同时减少直销原煤产生的无效运输,大、中型煤矿通过新建和技术改造建成了一大批生产规模大,选煤技术高的选煤厂,原煤入选率显著提高。反观小型煤矿选选意识较差,尤其在煤炭“黄金十年”,煤炭销售可观的情况下,部分小型煤矿直接销售原煤,并不对自身产品进行洗选,因而原煤入选率很低。

4 综合利用

我国煤炭共伴生矿产资源种类繁多,目前已知的有煤层气、高岭岩(土)、耐火粘土、膨润土、硅藻土、石墨、石英岩与石英砂、硫铁矿、伊利石、红柱石、海泡石、镁质粘土、陶土、菱铁矿、石灰岩、菱镁矿、石膏、珍珠岩、浮石、沸石、玄武岩、大理石、生物灰岩、凝灰岩、卵石等 25 种。在石煤中钒、钼、镍、镓、硫、磷等伴生元素达到工业品位,铜、银、砷和稀土元素也有综合回收利用的价值。

4.1 煤炭共伴生资源利用率

本次“三率”调查与评价,有 786 个煤矿有煤炭共伴生资源数据填报,参与到煤炭共伴生资源综合利用率的各类统计计算中。煤炭共伴生资源储量情况见表 6。

表 6 煤炭共伴生资源资源储量			
编号	矿产名称	储量单位	保有资源储量
1	高岭土	矿石 kt	108 016.72
2	硅藻土	kt	74 514.80
3	镓	金属量 万 t	0.16
4	硫铁矿	kt	56 680.7
5	煤层气(瓦斯)	亿 m ³	1 050.9
6	铝土矿(耐火粘土)	矿石 kt	3 124
7	膨润土	矿石 kt	4 275.6
8	陶瓷土	矿石 kt	63.3
9	油页岩	kt	1 309 631.7
10	锗	t	13 321.01

本次调查省(区、市)煤矿煤炭共伴生资源综合利用情况见表 7。

表 7 煤炭共伴生资源综合利用统计

序号	名称	填报该资源 煤矿数量	填报利用该资 源煤矿数量	利用率 /%
1	高岭土	5	1	58.00
2	硅藻土	1	0	0.00
3	镓矿	1	0	0.00
4	硫铁矿	12	3	96.94
5	煤层气(瓦斯)	738	85	25.95
6	耐火粘土	2	0	0.00
7	膨润土	5	1	95.00
8	油页岩	17	8	98.93
9	锗	3	2	89.46
10	铝土矿	1	0	0.00
11	陶瓷土	1	0	0.00
合 计		786	100	30.21

本次调查填报煤炭共伴生的硅藻土有 1 处、镓的有 1 处、铝土矿有 1 处、陶瓷土的有 1 处、耐火粘土有 2 处,且并均未进行综合利用。

含有煤层气(瓦斯)的煤矿共有 738 处,有 85 处进行了综合利用,煤层气(瓦斯)综合利用率 25.95%,利用率较低。全国 25 个省(区、市)有 14 个省份煤层气(煤矿瓦斯)没有利用,绝大多数的煤矿瓦斯直接向大气排放,造成了严重的空气污染。

本次填报的煤炭共伴生资源综合利用数据较少,填报的煤炭共伴生资源利用种类偏少,整体数据覆盖面小。分析其中原因,其一是由于煤炭共伴生资源综合利用率是鼓励性标准,部分煤矿填报人员并未按要求填报煤炭共伴生资源综合利用情况;其二由于煤炭共伴生资源的品质大多劣于独立赋存的矿产资源,开发利用的技术复杂,成本增加,企业的积极性不高。

4.2 煤矸石利用率

本次“三率”调查与评价,有 6 369 个煤矿有煤矸石相关数据。经过对填报数据研究分析,最终确定该 6 369 个煤矿填报的煤矸石数据可信,参与到煤矸石利用率各类统计中。

4.2.1 按行政区划统计分析

按行政区划统计分析,2011 年全国煤矸石利用率平均值 75.34%,其中煤矸石利用率最高的是江苏省,达到 99.12%;最低的是甘肃省,为 15.22%;北京无煤矸石综合利用数据。整体东部煤矸石综合利用水平高于东北,东北煤矸石综合利用水平高于中西部。各省煤矸石利用率见图 4。

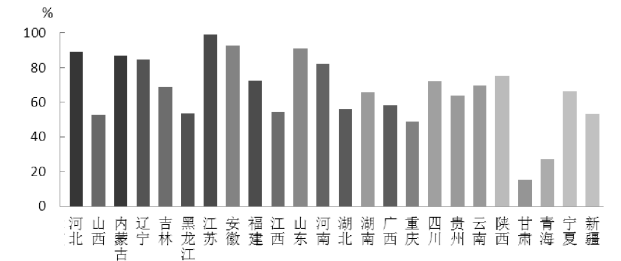


图 4 调查省(区、市)煤矸石利用率

4.2.2 按生产规模分析评价

按生产规模统计分析本次煤炭资源“三率”调查省(区、市)煤矸石利用情况详见表 9。从表 9 可以看出,按生产规模分析,我国煤矸石利用率平均为 75.34%。整体看来,大型煤矿由于管理水平高于中、小型煤矿,对煤矸石综合利用工作相对重视,加之有足够的费用投入本项工作,整体水平较中、小型煤矿要高。

表 9 按生产规模划分煤矸石利用率

煤矿规模	综合利用 煤矿数量	排放量 /kt	利用量 /kt	煤矸石利 用率/%
大型	544	264 386.0	216 096.6	81.74
中型	678	73 043.5	39 539.6	54.13
小型	5 147	69 089.9	50 617.3	73.26
合计	6 369	406 519.4	306 253.5	75.34

调查发现煤矸石综合利用方向主要为:作为筑路和充填材料,煤矸石发电、制作建筑材料,作为化工原料等。

4.3 矿井水利用率

本次“三率”调查与评价中,有 3 206 个煤矿有矿井水相关数据。经过对填报数据研究分析,最终确定该 3 206 个煤矿填报的矿井水数据可信,参与到煤矸石利用率各类统计中。

4.3.1 按行政区划统计分析

统计数据显示,我国矿井水利用率平均为 67.43%,其中矿井水利用率最高的是辽宁省,达到 99.12%,最低的是吉林省为 1.07%。湖南、青海无矿井水利用数据。按地区分析,东部及西部缺水(如辽宁、内蒙古、新疆、甘肃、山西等)的矿井水利用率较高。分析其原因,由于东部及西部缺水地区水资源赋存少,矿井水利用是缓解矿区缺水的必然选择,因此整体水平较高。调查省(区、市)矿井水利用率见图 5。

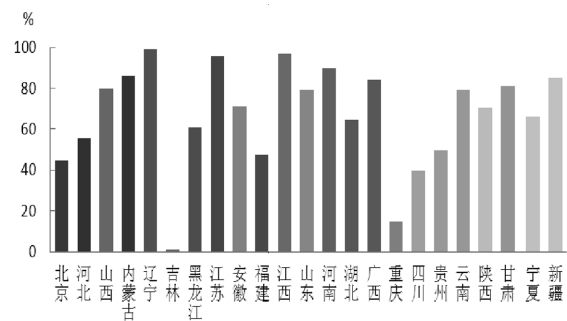


图5 调查省(区、市)2011年矿井水利用率

4.3.2 按生产规模统计分析

按煤矿生产规模统计分析全国矿井水利用情况,详见表10。

表 10 按生产规模划分矿井水利用率情况				
煤矿规模	综合利用煤矿数量	2011 年排放量/万 m ³	2011 年利用量/万 m ³	矿井水利用率/%
大型	375	164 957.07	147 200.66	89.24
中型	459	45 416.22	29 080.13	64.03
小型	2372	82 720.09	21 343.68	25.80
全国	3206	293 093.38	197 624.46	67.43

从表10可以看出,调查煤矿的矿井水利用率平均为67.43%,大、中型煤矿矿井水综合利用率明显高于小型煤矿。

分析其原因,大、中型煤矿普遍重视环境保护与水资源综合利用,普遍积极采取措施,通过井下复用、农业灌溉、选煤、生活用水等途径提高水资源的综合利用率,而小型煤矿相对而言对水资源重视程度不够,存在严重的浪费问题。

5 结论

- (1) 当年全部 7 138 座正常生产煤矿矿山年度原煤产量 2 493 959.4kt。其中,大型矿山数量占比 8.00%,大型矿山原煤产量 1 514 033.1 kt,占全国原煤产量的 60.71%。
- (2) 全国煤矿矿山平均采区回采率 83.29%。露天开采的采区回采率平均为 95.70%,井工开采的采区回采率平均为 80.51%。
- (3) 我国煤矿原煤入选率为 41.83%,视褐煤入选后原煤入选率为 50.42%。
- (4) 我国煤炭共伴生资源利用率平均值为 30.21%,煤矸石利用率 75.34%,矿井水利用率 67.43%。
- 参考文献:
- [1] 国土资源部矿产开发管理司,国土资源信息中心.《二〇一一年全国非油气矿产资源开发利用统计年报》[R].北京,2012.
- [2] 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所.全国重要矿山“三率”调查与评价数据库[DB/MT].郑州,2015.
- [3] 冯安生,许大纯,吕振福,等.全国重要矿山“三率”综合调查与评价[R].郑州:中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所,2015.
- [4] 冯安生,许大纯.矿产资源新“三率”指标研究[J].矿产保护与利用,2012(4):4-7.