

干燥褐煤替代烟煤作为电厂燃料的可行性

李功民¹ , 常士玖²

(1. 唐山市神州机械有限公司, 河北 唐山 063001;

2. 神州集团 锡林浩特市神工制造有限公司, 内蒙古 锡林浩特 026000)

摘 要: 介绍了 SZ 型振动混流低温干燥系统的技术特点、工作原理和设备构成情况, 以 600 MW 机组电厂掺烧 50% 褐煤需要的干燥生产系统为例, 分析了干燥提质工程投资、加工成本及经济效益, 该技术的成功应用, 拓展了褐煤使用空间。

关键词: 褐煤; 低温干燥; 电厂; 设计方案; 经济效益

中图分类号: TD946. 2 文献标识码: A 文章编号: 1005-8397(2011)04-0040-05

东北地区发电厂设计燃料煤种多为烟煤, 配有钢球磨中间储仓式制粉系统, 采用热风送粉。由于近年来电煤价格上涨幅度大、煤源供应紧张, 目前许多电厂都在考虑掺烧煤源充足、价格低廉的褐煤。但是褐煤水分高(30% ~ 40% 左右), 发热量低(约 13. 38 MJ/kg), 掺烧 50% 褐煤时制粉系统干燥出力达不到设计指标, 经常影响机组带负荷。因此, 掺烧褐煤的关键问题是对

其进行干燥处理, 将褐煤水分降到 15% 以下, 提高发热量, 从而使机组能够在掺烧 50% 褐煤时稳定运行。

1 褐煤质量及电厂对干燥煤的要求

一般褐煤全水分 35%, 灰分 15% ~ 20%, 发热量 13. 38 ~ 14. 21 MJ/kg。发电厂要求干燥褐煤水分降到 15% 以下, 发热量提高 4. 18 MJ/kg, 达到 17. 97 MJ/kg 以上。

2 干燥技术

目前, 以褐煤干燥去水为主要目的的设备主

收稿日期: 2011-05-30

作者简介: 李功民(1955—), 男, 河北唐山人, 唐山市神州机械有限公司董事长, 高级工程师, 电话: 0315-2961860。

表 4 复振筛筛分产物粒度组成

筛面筛缝/mm	0. 15				0. 20			
单位处理量/m ³ · (m ² · h) ⁻¹	29. 88				28. 22			
粒级/mm	筛上物/%		筛下物/%		筛上物/%		筛下物/%	
	产率	累计产率	产率	累计产率	产率	累计产率	产率	累计产率
> 0. 50	10. 81	10. 81	0. 13	0. 13	13. 22	13. 22	0. 37	0. 37
0. 5 ~ 0. 25	27. 95	38. 76	0. 40	0. 53	30. 80	44. 02	0. 64	1. 01
0. 25 ~ 0. 125	48. 55	87. 31	7. 21	7. 74	43. 57	87. 59	14. 00	15. 01
0. 125 ~ 0. 075	4. 10	91. 41	15. 63	23. 37	3. 82	91. 41	16. 65	31. 66
0. 075 ~ 0. 045	1. 63	93. 04	13. 43	36. 80	1. 66	93. 07	12. 99	44. 65
< 0. 045	6. 96	100. 00	63. 20	100. 00	6. 93	100. 00	55. 35	100. 00
灰分/%	11. 23		20. 55		11. 21		20. 21	

4 结 语

对复振筛的一系列中间试验, 取得了许多宝贵数据和资料, 为该种新型筛分设备在选煤领域应用迈出了可贵的第一步。

从目前来看, 关键在于在保证工艺要求的前

提下, 进一步提高单位面积处理量, 这应从选用开孔率更大的聚氨酯筛面或选用耐磨的不锈钢编织筛网上着手, 再做系列试验。

在中间试验中, 发现筛下物中均含有少量大于 0. 50 mm 颗粒, 其原因可能是条缝筛孔本身对粒度控制不是很严格; 而且聚氨酯筛面具有挠性。

要有两种: 回转式滚筒干燥机和神州公司的专利产品——SZ 振动混流干燥设备。

2.1 回转式滚筒干燥机

传统的滚筒干燥机是采用 $600 \sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气与物料直接接触进行热交换, 用于煤泥或洗精煤干燥, 随着褐煤大规模开发利用和市场对高热值煤的需求, 褐煤干燥逐步受到关注。一些厂家将滚筒干燥机用于褐煤干燥, 但由于褐煤挥发分析出温度低, 大颗粒煤与粉煤干燥路径一致、时间相同, 粉煤在干燥器内易着火发生燃爆, 因此采用传统的高温热风干燥方法应用于低变质的褐煤, 即使在顺流条件下也会导致干燥后的煤炭损失部分挥发分, 还存在易自燃、产品不稳定、产品粉碎度高、粉尘大等问题。目前该法正处于探索阶段, 大规模推广应用还没有成功的实例。

2.2 SZ 振动混流干燥技术

针对低阶烟煤和褐煤挥发分高、燃点低的特性, 神州公司创造性地提出煤炭低温大风量干燥技术路线, 自主研发了 SZ 洒落式振动混流干燥系统设备。该设备是利用低变质煤燃点以下的低温热介质与高水分煤接触, 去除煤中水分, 干燥过程安全可靠。干燥器采用多层振动床按“Z”形布置的立式结构, 占地面积小、产能可实现大型化, 可提高褐煤发热量 $2.09 \sim 6.27\text{ MJ/kg}$ 。经试验场工业性生产和西乌旗科达褐煤提质公司等用户工业化应用, 设备性能指标达到了装备整体设计要求, 通过了中国煤炭工业协会组织的技术鉴定。鉴定指出, 该技术在褐煤、低阶烟煤、油母页岩的干燥提质方面具有广阔的应用前景, 达到了同类技术的国际领先水平。

2.2.1 SZ 干燥器的工作原理

SZ 型振动混流干燥设备采用连续操作方式。如图 1 所示, 湿物料通过干燥器顶部的回转布料器均匀进入干燥器, 在干燥器内部的多层振动干燥床上分散形成“Z”形物料长龙, 一部分粒度小于床孔的细物料穿过床孔垂直下落, 大部分粗颗粒物料形成疏松料层沿干燥床床面移动, 移至床体端部洒落到下一层干燥床上。热烟气由送风机给入干燥机底部, 热气流在干燥器内由下至上与各层干燥床上的湿物料充分混合, 将物料干燥。在气流上升过程中, 由于多层振动床的存

在, 会产生横向气流, 这样在干燥器内既有物料与热气流水平方向的逆流, 又有两者之间垂直方向的逆流, 因而形成了特有的混流干燥, 干燥效果十分明显。粗细物料与热风在混流过程中经过多次混合—分离—再混合—再分离的过程被均匀干燥, 大部分物料从干燥器的底部输出, 极小部分细物料随气流进入除尘器, 除尘器分离出的物料作为产品回收。

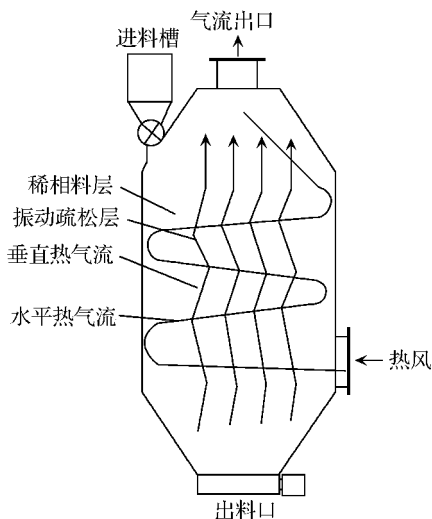


图 1 振动床混流干燥器工作原理示意

2.2.2 主要特点

(1) 采用低温大风量干燥, 安全性高。振动混流干燥器采用 $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的低温热介质, 工作温度低于褐煤的挥发分析出点, 达不到有机物质的释放条件。干燥器内待干燥物料在运动状态下微负压运行; 粗细原煤干燥后水分均匀, 煤粉水分约 10% , 不会发生过干燥现象; 干燥器和除尘系统中含有大量载湿介质; 干燥器内含氧量低于 16% , 诸多因素决定了在干燥器内不具备煤粉爆炸的条件, 设备运行安全性高。

(2) 根据煤质状况及用户所要求的脱水量, 可以对物料粒度、干燥时间和干燥介质温度等参数进行设置。

(3) 物料与热介质在干燥器内直接接触, 既有水平方向的逆流, 又有垂直方向的逆流, 形成了特有的混流干燥作用, 煤与介质接触充分, 干燥效率高。

(4) 干燥器为立式组合结构, 占地面积小。

(5) 设备大型化, 单台设备最大处理能力达

240 t/h。

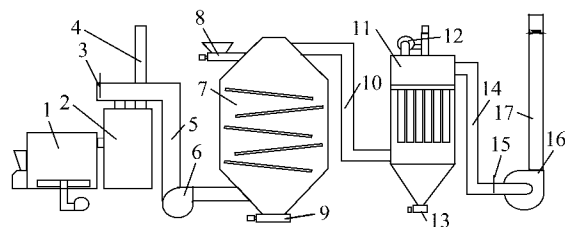
(6) 尾气中不含有机物或有害气体, 不会造成环境污染。实践中多次检测结果表明, 干燥过程所排放的气体主要是含有一定量水蒸气的热空气, 并无煤热裂解或热分解的有机产物或其它有害气体污染物, 因此, 直接排入大气不会造成环境污染。

(7) 干燥产品颗粒形状好, 粉碎率低。由于独特的干燥方式, 物料在干燥器振动床上运行平稳, 上下层间落差小, 再加上上升气流对物料的缓冲作用, 颗粒破碎率很低, 保存完整, 避免了转筒式、洒落式干燥的缺点, 减少了粉尘含量, 便于物料储存和运输。

(8) 采用逆流式干燥, 煤粉产率低, 除尘系统负担小。

2.2.3 干燥系统主要组成设备和作用

振动混流干燥系统由热源部分、干燥器部分、排放气体除尘部分、配电控制部分组成, 见图 2。



1—热风炉; 2—沉降室; 3—烟囱; 4—调节挡板;
5—进风道; 6—热风机; 7—干燥器; 8—给煤机;
9—出料机; 10—干燥器出风道; 11—布袋除尘器;
12—反吹装置; 13—除尘器出料机; 14—除尘器出风道;
15—调节挡板; 16—排风机; 17—排风口

图2 原煤干燥系统工艺流程示意

(1) 热源系统包括热风炉、沉降室、配风装置和热风机, 作用是为干燥器提供风压、风量、风温, 满足物料干燥要求的洁净热源;

(2) 干燥系统包括进料给煤机、布料器、振动床、保温隔热箱体、锁气卸料器、顶部降尘罩、底部物料收集箱体、钢结构框架、平台和检修间, 作用是完成物料的脱水干燥和进出料;

(3) 除尘系统包括袋式除尘器、引风机和管路, 作用是滤除排气中的煤粉, 一方面使排气达到排放标准, 另一方面回收排气中的粉煤;

(4) 配电控制系统包括供配电、干燥参数

(热源、干燥气流和物料) 的检测和系统设备控制, 设备控制可以根据用户的需要设计成手动操作、PLC 编程控制、自动控制等多种形式。

2.2.4 SZ 型振动混流干燥设备的应用现状

SZ 型振动混流干燥设备是一种新型的大宗物料干燥设备, 由于产量高、运行稳定、适用范围广, 已成功为国内外多家煤矿进行了设计安装, 截止目前, 投产和在建的项目如表 1 所示。

3 褐煤振动混流干燥项目实例

西乌旗科达褐煤提质有限公司位于内蒙古锡林郭勒盟西乌珠穆沁旗白音华工业园区, 设计处理原煤 60 t/h, 采用 SZ 型低温振动混流干燥成套设备和复合式干法选煤联合生产工艺对白音华煤田的低质褐煤进行提质加工。根据该地区褐煤灰分低、水分大的特性, 2010 年 2 月对煤炭生产系统进行了改造, 取消了干选系统, 增设了深度干燥脱水系统。根据用户对产品的要求, 干燥生产系统可以脱水 15 ~ 25 百分点, 使产品发热量提高 3.34 ~ 6.27 MJ/kg, 将 15.46 MJ/kg 的原煤热值提高到 18.81 ~ 20.91 MJ/kg, 产品售价从 100 元/t 提高到 210 ~ 330 元/t, 产品价格比原煤增加 1 ~ 2 倍, 为白音华煤田低质褐煤的开发利用, 探索了一条新途径。

白音华煤矿现有生产系统包括原煤准备系统、干燥系统、产品储装系统和煤粉处理系统 4 部分。露天矿原煤经过刮板运输机给入分级筛, 筛分出大于 400 mm 粒级特大块煤直接销售, 小于 400 mm 粒级原煤经过两级破碎机破碎到 30 mm 以下, 破碎物用胶带输送机给入 SZ 型振动混流干燥器。由 11 MW 沸腾炉产生的热烟气经过沉降室后与空气混合成 220 ~ 240 °C 的热风给入干燥器, 与湿煤进行热交换。干燥后的产品煤进入产品仓, 干燥系统除尘器回收的煤粉经热压成型系统压制成型煤后掺入产品中。

4 干燥系统设计方案

4.1 建设规模和技术要求

(1) 建设规模。对于 600 MW 的发电机组, 每小时耗煤量为 400 t, 如果掺烧 50% 褐煤, 则褐煤干燥系统处理能力为 200 t/h, 年处理能力为 150 万 t/a。

(2) 干燥系统对煤炭的质量要求。褐煤全水分 35%，发热量 13.38 ~ 14.21 MJ/kg，干燥后水分要降至 15%，发热量提高 4.18 MJ/Kg。

(3) 主要设备选型。选用两套 SZ - 100 - 20 型振动混流干燥器，即可满足处理量 200 t/h 的要求。

表 1 SZ 型振动混流干燥设备用户

干燥煤种	用 户	规格/t · h ⁻¹	数 量	生产工艺	脱水百分点
干燥 + 干选工艺	珲春金山矿业公司	120	1	预干燥 + 干选	5
	中电投蒙东能源白音华煤电公司	200	1(预留第 2 台)	褐煤干燥 + 干选	12.5
	越南汪砦煤炭公司	120	1	预干燥 + 干选	5
洗精煤 (低质烟煤)	神华股份金烽分公司韩家村洗煤厂	200	1(预留第 2 台)	洗精煤干燥	10
	包头个体(贾玉宝)	60		低质烟煤干燥	10
褐煤(深度干燥)	内蒙古西乌旗科达褐煤提质公司	60	1	褐煤干燥	20 ~ 25
	内蒙古霍煤双兴煤气化有限公司	120	1	褐煤干燥	20 ~ 25
油母页岩	吉林成大弘晟能源有限公司	80	2	油母页岩干燥	5.5

表 2 原煤和提质煤化验结果

项 目	全水分 M_t /%	灰分 A_d /%	挥发分 V_{ad} /%	高位发热量 /MJ · kg ⁻¹	低位发热量 /MJ · kg ⁻¹
原煤样品	32.55	14.93	37.24	24.32	15.25
提质煤发热量 20.90 MJ/kg	9.21	17.89	37.14	23.68	20.89
提煤发热量 18.81 MJ /kg	16.72	16.42	37.04	24.24	19.06

4.2 干燥系统方案

(1) 单套干燥系统处理湿煤能力 100 t/h，根据上述脱水要求，脱水量约 23 500 kg。

(2) 干燥器热源。振动混流干燥器采用 240℃ 的低温热烟气直接干燥，可以根据当地低质燃料的实际情况，采用沸腾热风炉、循环流化床炉或煤粉炉等多种炉型。考虑电厂有余热，可以利用换热器获得低温热风与热风炉产生的高温烟气混合，以减少热风炉的规模、投资，降低燃料成本。

(3) 干燥器的设计。① 干燥器主体。考虑脱

水率的要求，在入料粒度 30 mm 时，通过设计振动床角度、床面孔径尺寸、振动频率等参数，保证物料在干燥器内停留 15 min 以上。② 供风方式。在干燥器的底部和中部进风，提高上部风温，保证干燥效率。

(4) 除尘系统。根据用户对环保指标的要求，综合考虑到干法除尘系统简单、生产管理方便，回收的煤粉价值较高等情况，确定采用袋式除尘器进行干法除尘，除尘器滤袋选用耐温、防结露滤料。

4.3 150 万 t/a 干燥生产系统投资(见表 3)

表 3 150 万 t/a 干燥工程总投资估算

工程名称	技术特征	投资 /万元	投资比例 /%
2 套 SZ - 100 - 20 干燥成套设备	热源系统 干燥器总成 除尘系统 干燥设备配电、控制 28MW 热风炉及配套设施 给料、排料机、干燥器 干式除尘	3 240.00	55.00
辅助配套设备	含产品运输、供配电及控制系统	589.08	10.00
安装工程	安装辅材、安装及调试费	589.08	10.00
土建工程	土建基础、皮带走廊、厂房	1 178.16	20.00
其他费用	设计、工程管理、预备费	294.547	5.00
合计		5 890.90	100.00

注：投资估算供参考，干燥设备在确定技术协议后适当调整，辅助配套设备、土建工程以初步设计为准。

$\Phi 3.4 \times 28$ m 泥料滚筒干燥机在土城矿选煤厂尾煤干燥中的应用

梁 波

(盘江精煤股份有限公司 土城矿选煤厂, 贵州 盘县 553529)

摘 要: 论述了 $\Phi 3.4 \times 28$ m 泥料滚筒干燥机系统的工作原理、工艺流程以及干燥过程中的环保措施, 土城矿选煤厂针对生产应用中出现的炉膛温度低、导料板易变形等问题, 采取了加大引风机叶轮、缩短导料板长度等措施, 收到了较好的效果, 取得了节能减排、生态环保、经济效益显著的效果。

关键词: 选煤厂; 泥料滚筒干燥机; 尾煤; 应用

中图分类号: TD946.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8397(2011)04-0044-04

土城矿选煤厂是盘江精煤股份有限公司下属的矿区型大型炼焦煤选煤厂, 入洗量 3.0 Mt/a (568.18 t/h), 入选原煤牌号为气煤、肥煤和 1/3 焦煤。随着矿井机械化采煤程度的提高, 矿井原煤质量变差, 入选原煤灰分逐步提高, 煤泥含量大幅增加, 导致煤泥水处理难度加大, 高灰及

细颗粒煤泥无法回收。以往是将无法干燥回收的尾煤泥直接由汽车运到煤泥堆放场, 不但要支付煤泥运费及场地租用费, 还给周围环境造成影响, 环保压力较大, 难以实现洗水闭路循环。为了将污染环境的尾煤泥回收, 变废为宝, 2009 年 1 月, 选煤厂引进了唐山协力科技公司的 $\Phi 3.4 \times 28$ m MNGG 型泥料滚筒干燥机。该设备单台处理煤泥量为 50 t/h, 入料水分 45% ~ 55%, 是目前国内处理量最大的尾煤泥料滚筒式干燥机。唐山协力与土城矿选煤厂共同承担了该设备的安装、调试、投产等工作。

收稿日期: 2011-06-24

作者简介: 梁 波 (1982—), 男, 贵州龙里人, 2005 年毕业于贵州大学机械学院, 工学学士, 贵州盘江精煤股份有限公司土城矿选煤厂机电副厂长, 助理工程师。

5 150 万 t/a 褐煤干燥系统经济指标

5.1 生产成本(见表 4)

表 4 150 万 t/a 干燥系统生产成本

费用名称	总成本/万元	吨原煤成本/元
辅助材料费	164.45	1.06
电费	1 307.13	8.71
燃料费用	1 620.00	10.80
工资	126.00	0.84
设备折旧费	465.74	3.10
其他	150.00	1.00
合计	3 833.32	25.56

5.2 经济效益分析

干燥前褐煤全水分 35%, 发热量 $Q_{\text{net, ar}}$ 为 13.38 MJ/kg, 价格 260 元/t, 干燥成本为 25.56

元/t; 干燥后产品全水分 15%, 发热量 $Q_{\text{net, ar}}$ 为 17.56 MJ/kg, 产率 76.74%; 同等热值烟煤价格 520 元/t, 则每干燥 1 t 原煤差价为: $520 \text{ 元/t} \times 75.5\% - (260 + 25.56) \text{ 元/t} = 112.24 \text{ 元/t}$, 全年干燥 150 万 t 原煤的总差价为: $112.24 \text{ 元/t} \times 150 \text{ 万 t} = 16\,836 \text{ 万元}$ 。

6 结束语

随着振动混流干燥技术的日臻完善, 大量的褐煤提质后可以转化为优质煤炭资源, 提高产品附加值, 增强褐煤在市场的竞争力。褐煤干燥提质不仅能为企业带来很好的经济效益, 而且为用户解决了生产使用上的若干技术难题。褐煤干燥后替代烟煤燃烧, 在技术、经济、节能降耗、环保要求等方面都较为理想。

● ENGLISH ABSTRACT ●

Present status in China of coal preparation industry & consideration on its development in the Twelfth Five-Year Plan

MA Jian
(China Coal Processing & Utilization ,
Beijing 100713 , China)

Abstract: In the period of the Eleventh Five-Year Plan , raw coal to be cleaned was speedily increased and cleaning technology and equipment were speedily developed , but problems did exist as relatively low ratio of raw coal to be cleaned , imbalanced development of cleaning technology and management; in pace with the increase of coal production and consumption in large extent and more and more pressure from environmental requirement , in the period of the Twelfth Five-Year Plan , target should be the construction of large-scale modernized coal preparation plants with high quality and high efficiency , structure of coal products be optimized , so to promote changing the mode of growth in Chinese coal economy.

Keywords: coal; coal preparation; status; quantity of coal to be cleaned; consideration

Development & application of FJC44 jet-aerated flotation machine for coal

ZHAO Shu-yan et al.
(Tangshan Guohua Int'l Sc. & Tech. Co.
Ltd. , Tangshan , Hebei 063020 , China)

Abstract: Introduced is the FJC44 jet aerated machine for coal flotation , being the largest unit capacity in China , regarding is structure , working principle and special features such as large quantity of micro-bubbles evolved and high bubble mineralization; renovated was the structure of cell body and jet aeration-mixing component , and optimized was its technical parameters; its application denoted that the energy consumption is the lowest in present , and the separation indices are satisfactory.

Keywords: large-scale jet-aerated flotation machine; bubble mineralization; structure; technical parameter; energy saving

An approach to the technical design of slime-water system at Yushujing Coal Preparation Plant

HAO Jing-shan et al.
(Shanxi John Finlay Huaneng design Co. Ltd.
Beijing filiale , Beijing 100004 , China)

Abstract: Aiming at the special feature of raw coal in Yushujing Plant as easy sliming of its refuse , in course of technical design , expounded were the selection of thickener , filter press and other equipment , technical arrangement of thickening and filtering shops , installation of automatic system for reagent addition; proposed was measures for improvement against problems confronted during operation; thence , regular operation of the slime-water system achieved and clean production ensured.

Keywords: coal preparation plant; slime-water system; sliming of refuse; thickener; filter press; reagent addition

● ENGLISH ABSTRACT ●

Study on a new equipment for dry cleaning of coal

LIANG Shi-hong et al.
(Sch. of Envir. & Chem. Eng. , China Univ. of Mining
& Tech. (Beijing) , Beijing 100083 , China)

Abstract: Problems confronted in existing air-HM fluidized bed analysed; a new equipment for dry cleaning of coal designed; its separation principle and points of innovation introduced; simulative experiment of separation gave good results , being a reliable basis for developing a new industrial equipment for dry cleaning of coal.

Keywords: dry cleaning of coal; air-HM fluidized bed; discharge by vibration; study

Feasibility of substituting bituminous as power plant fuel by lignite after drying

LI Gong-min et al.
(Tangshan Shenzhou Manufacturing Group
Tangshan , Hebei 063001 , China)

Abstract: Introduced is the SZ low-temperature drying system with vibrating mix-flow , regarding its special technical feature , working principle , and equipment components; taking a 600MW generator set as example , in which 50% fuel substituted by lignite , the required drying system predicted , the project investment , production cost and economic benefit analysed; its successful application will enlarge the space of lignite utilization.

Keywords: lignite; low-temperature drying; power plant; design option; economic benefit

Benefit analysis for power generation by use of extracted methane at Renlou Coal Mine

WANG Rui-xia
(Renlou Coal Mine , Wanbei Coal & Elec.
Group Co. , Suixi , Anhui 235123 , China)

Abstract: Introduced is the present status of methane extraction and its utilization at Renlou Mine; in which the transportation of low concentration methane , power generation and automatic control of the system are integrated; the first stage construction of power generation by methane gas had been completed and put into operation , evaluation denoted that the total investment will be recovered within less than 3 years , thence , not only energy resource be save , air quality be promoted , but also remarkable economic benefit be attained.

Keywords: coal mine; mine methane; power generation , benefit