

# 煤矿乏风（通风瓦斯）甲烷氧化技术经济及社会效益分析

马晓钟

胜利油田胜利动力机械集团

**摘要：**本文介绍了我国通风瓦斯排放的现状与通风瓦斯减排带来的社会、经济、环境等效益，分析了通风瓦斯利用技术应用方式与经济可行性，研究了平顶山矿区与阜新矿区的矿井通风瓦斯的利用潜力，并对具体项目进行了经济分析。

**关键词：**矿井通风瓦斯；甲烷氧化技术；经济分析

## 1 煤矿乏风的排放及利用现状简述

### （1）排放总量巨大

煤矿开采中，瓦斯排出量的 70% 是通过乏风（通风瓦斯）排出的。我国煤矿开采中，每年通过乏风排出的纯甲烷在 100 ~ 150 亿  $\text{m}^3$  左右。一个高瓦斯矿区百万吨产量的矿井，每分钟的乏风量在 5000 ~ 10000  $\text{m}^3$  左右，每分钟通过乏风排出纯甲烷就是 25  $\text{m}^3$  ~ 50  $\text{m}^3$ ，每年排出的纯甲烷就是 1000 ~ 2000 万  $\text{m}^3$ 。相当于向大气排放了 130 ~ 250 万吨二氧化碳。

### （2）清洁排放和能量利用难度大，目前全部直接排空

由于煤矿乏风的甲烷含量极低，如果进行提纯分离，不论是用变压吸附方法，还是用变温吸附分离方法，面对含量巨大的空气和微少的甲烷，都必然需要相对于甲烷产量更多的加压耗能或加温耗能。所耗的能量，远远超过获取甲烷的能量。因而不论从能源的角度，还是从经济的角度，都是行不通的。另外，由于乏风中的甲烷含量远远超出了甲烷的空然比范围，用直接燃烧的办法处理（排放或利用热能）也是行不通的。两种传统办法均不能解决乏风的有效处理问题，所以只能选择直接排放，造成了巨大的污染和能源浪费。

## 2 煤矿乏风甲烷氧化技术的研究意义

截至目前，只有为数不多的几家国外研制单位进行了煤矿瓦斯氧化技术的研究和装置开发，其装置从原理上分为两种：逆流式煤矿瓦斯热氧化装置和逆流式煤矿瓦斯催化氧化装置。由于种种原因还没有任何一项技术研究被应用于工业现场，更没有推广使用。

胜动集团研究完成的煤矿乏风甲烷氧化技术是目前国内唯一通过现场工业性试验的技术成果，在可利用乏风浓度、氧化控制、热量利用等方面取得了突破性进展。单就这几项就让我国的超低浓度甲烷氧化利用技术方面走在了世界的前列。

### (1) 煤矿乏风甲烷氧化技术的推广应用将大量节约能源

我国每年排空的乏风相当于 100 ~ 150 亿  $\text{m}^3$  的纯甲烷当量，与西气东输的 120 亿  $\text{m}^3$  天然气量相当。这就好比每年有 1000 ~ 1500 万吨原油或 2000 ~ 3000 多万吨煤炭被白白浪费掉，其数量差不多是一个 350 ~ 500 万千瓦的超大型火力发电厂一年的用煤量。所以，如果我们能将乏风氧化利用技术推广应用，节能效果将十分显著。

### (2) 煤矿乏风甲烷氧化技术具有明显环保效益

每年有 100 ~ 150 亿  $\text{m}^3$  的纯甲烷通过乏风排空，相当于排放约 2 亿吨二氧化碳。如果能够全部实现清洁排放，将完成我国宣称的到 2010 年减排 10 亿吨二氧化碳的 1/5 任务。此外，还由于我国煤矿瓦斯对空排放量占全部工业生产排放甲烷量的 1/3，所以这一减排量将是我国工业生产甲烷总排放量的 20% 还多，是我国年总温室气体排放量的近 5%，环保效益十分明显。

### (3) 煤矿乏风甲烷氧化技术的推广应用将有效促进煤矿生产安全

煤矿开采中，用于通风的耗电是巨大的，为此付出的用电费用也是较多的。而排出的瓦斯又不能利用和获取收益，只是单项的成本支出，所以有的煤矿，为了减少费用，通风量不足，造成矿井瓦斯超限，存在着严重的不安全因素。煤矿乏风甲烷氧化利用技术可以有效地处理乏风，实现清洁排放，获取减排和

节能收益，改变煤矿通风只支出没有效益的局面（被动通风只花钱），既达到了通风的目的，又能获取了经济效益（促进环保和安全，还能挣到大批钱）。因此，乏风氧化技术必将有力促进煤矿通风的积极性，“变被动为主动，变花钱为挣钱”，有力的推进煤矿安全生产，安全意义巨大。分析示意如下图。

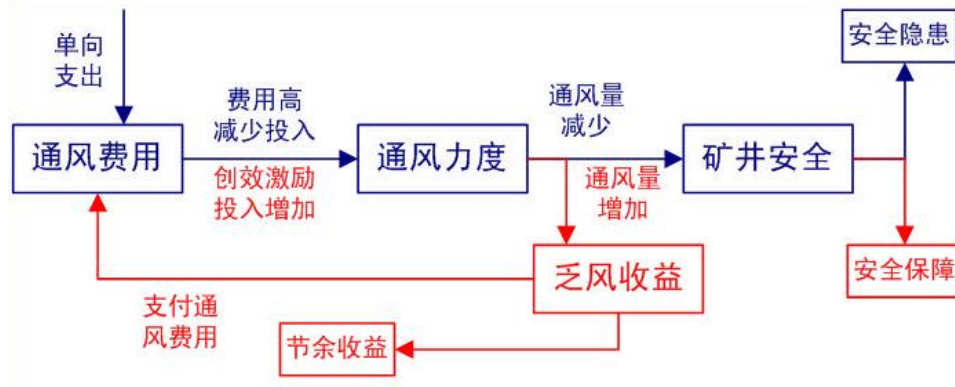


图 1 煤矿通风瓦斯利用促进矿井安全生产示意图

(4) 煤矿乏风甲烷氧化技术的推广应用将制造大批就业岗位，有效缓解就业压力，充分体现煤矿生产中“以人为本”的理念

根据运行维护需要，如果氧化技术可以大面积推广应用，那么全国至少可以解决 5000~10000 个就业岗位，而由这个技术所带动的其他诸如陶瓷、各类机械制造产业的效益也是可观的。此外，正如上面所分析的矿井作业安全问题将被有效遏制，这对保障煤矿财产及矿工生命安全将起到非常积极的作用。由于乏风占煤矿瓦斯排放甲烷总量的 70%，解决掉乏风的利用问题就解决掉了较大的煤矿安全隐患，无论从社会舆论还是煤矿自身来讲，都很好地做到了“名利双收”的目的，体现了“以人为本”的科学发展观。

### 3 煤矿乏风甲烷氧化技术的应用方式及其经济效益分析

根据煤矿乏风中甲烷含量情况、现场冷、热、电需求及其他实际条件，下文将对煤矿乏风甲烷氧化技术的应用方式进行简单介绍，并重点对应用方式的经济效益进行深入分析、计算。

(1) 不利用氧化热，只将乏风中甲烷氧化，实现清洁排放、获取减排收益

如果乏风中甲烷含量在 0.3% 以下，且没有其他浓度的瓦斯掺混，可以只进

行甲烷氧化。这样在实现清洁排放、减小污染、获取减排收益的同时，也具有较好的社会效益和经济效益。在乏风的甲烷含量大于 0.25% 时，如果有需要，也可有少量的热量用于制热，例如提供洗澡用热水或局部的采暖等。应用流程如下图所示：



图 2 煤矿通风瓦斯氧化技术

在经济效益方面分析，以一个单体氧化装置为基数进行分析，项目投资与回报情况如下表所示：

表 1 项目经济性分析表

NO.	项目名称	金额
1	投资费用	272.00 万元
2	运行费用	56.20 万元
3	项目总收入 CDM 年收益 发电年收益 节约煤炭费用 制冷年收入	144.83 万元 0 万元 0 万元 0 万元 0 万元
4	净收益	88.63 万元
5	投资回报率	32.58%

一般煤矿的乏风量是比较大的，所以是多台组合使用的情况比较多。如果多台使用，在基础设施配套和运行费用上都会降低的，所以将会有更好的投资回报率。

## (2) 利用氧化热生产热蒸汽，实现冷、热、电三联供

矿井乏风的甲烷含量大于 0.5% 或可以通过其他浓度的瓦斯可把乏风的甲烷

含量掺混到大于 0.5% 以上，又有一定量的制冷和制热的需求时，可以采用热电冷联供的应用方式。即：氧化热生产蒸汽发电，发电后的余热的一部分通过制冷装置进行制冷，其余部分满足制热需求。这样我们就在实现清洁排放，获取减排收益的同时，还获得了发电、制冷、制热收益。应用流程如下图所示：

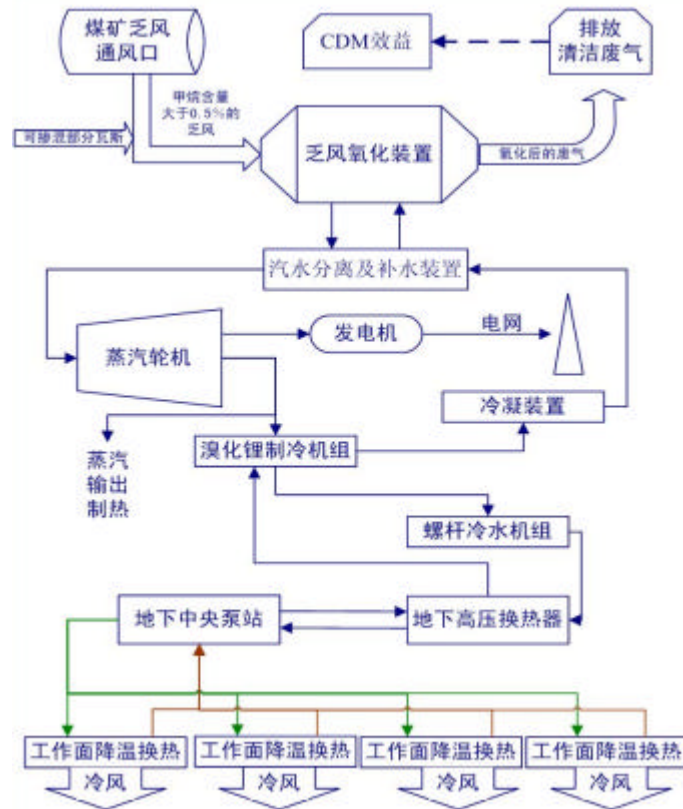


图 3 矿井通风瓦斯发电及余热利用流程图

一台 1500kW 蒸汽轮机需要的蒸汽条件是：压力为 2.4MPa；温度为 350℃；汽量为 8.7t/h。根据条件可应配套 6 台氧化装置，经济效益分析如下：

表 2 项目经济性分析表

NO.	项目名称	金 额
1	投资费用	2550.00 万元
2	运行费用	665.00 万元
3	项目总收入 CDM 年收益 发电年收益 节约煤炭费用 制冷年收入	1848.29 万元 1158.64 万元 475.20 万元 54.45 万元 160.00 万元
4	净收益	1183.29 万元
5	投资回报率	46.40%

由上表可见，采取冷、热、电联供应用方式的投资回报率达到 46%，同时满足了煤矿对冷、热、电的需求，对制冷、制热量的不同调配将会有不同的回报率。

### (3) 应用方式分析总结

通过上面分析可见：单独 CDM 收益就可以保证每种应用方式有不错的投资回报，差不多在 30% 左右。在这个基础上，如果根据现场的具体条件和可用乏风的情况，围绕制冷、制热、发电三个方面有效地对能源进行综合利用，实现热能的梯度利用（高热能发电，余热进行制冷制热），将会产生更高的经济效益，投资回报率将接近 50%。

另外，乏风氧化技术的应用方式也不仅限于以上 2 种，煤矿可以根据自身的需要灵活组合，首先应考虑满足自身的冷、热、电需求，再考虑采用投资回报最多的应用组合方式。如果可以通过掺混把乏风中甲烷浓度提高一些，蒸汽生产质量将可以有效提高。这样在各级热量利用中热效率将会提高，经济效益也将更高。事实上，根据热能的几种不同需求，为了运行方便和分期实施，可在一个地方，采取几种单一方式同用，也是比较好的应用方式。

总之，灵活的应用方式、较高的投资回报，都让乏风甲烷氧化利用技术的推广应用更加现实，前景更加广阔。

## 4 煤矿乏风甲烷氧化技术应用案例及其效益分析

### (1) 平煤集团八矿

乏风情况：有四个排风井口，总排量为每年 27.4 亿  $\text{m}^3$ ，甲烷含量为 0.35%；  
利用方式：可以安装 4 台每小时处理 6 万  $\text{m}^3$  乏风的氧化装置，产热供井工洗澡；  
经济效益分析如下表：环保效益：全年将减排二氧化碳 7.72 万吨，实现 CDM 收益 540 万元；节煤费用：145 万元；增加就业岗位：8~10 人。

表 3 项目经济性分析表

NO.	项目名称	金 额
1	投资费用	1270.00 万元
2	运行费用	265.00 万元
3	项目总收入 CDM 年收益 发电年收益 节约煤炭费用 制冷年收入	685.91 万元 540.70 万元 0 万元 145.21 万元 0 万元
4	净收益	420.91 万元
5	投资回报率	33.14%

(2) 阜矿集团五龙矿

乏风情况：排量为 1.2 万 m<sup>3</sup>/h，甲烷含量为 0.5%，并且附近有瓦斯可以掺混，能够保证可利用的乏风有更高的甲烷含量。推荐掺混到甲烷含量为 0.75% 时使用，这样效率运行更高。利用方式：发电。根据乏风的排量，可选择乏风氧化装置 12 台，配套 3000kW 蒸汽轮发电机组一台。经济效益分析如下表。环保效益：全年将减排二氧化碳 33.1 万吨，实现 CDM 收益 2317 万元；增加就业岗位：15~20 人。

表 4 项目经济性分析表

NO.	项目名称	金 额
1	投资费用	5000.00 万元
2	运行费用	1230.00 万元
3	项目总收入 CDM 年收益 发电年收益 节约煤炭费用 制冷年收入	3267.67 万元 2317.27 万元 950.40 万元 0 万元 0 万元
4	净收益	2037.67 万元
5	投资回报率	40.75%

## 5 煤矿乏风甲烷氧化技术效益综述

从上述煤矿乏风甲烷氧化技术的社会及经济效益方面的深入分析表明，无论从煤矿自身生产安全、国家节能减排政策落实、经济收益等各个方面，煤矿乏风甲烷氧化技术都具有巨大而积极的作用。此类技术的出现填补了一个领域的空白，其推广应用也将开创一个煤矿瓦斯利用的新局面，为促进我国煤矿可持续发展起到重要的作用，同时也为我国节能减排工作，找到一条新路子，分担一部分压力。