

**COOPERATIVE PROJECT ON METHANE CAPTURE AND USE:
BEST PRACTICE GUIDANCE FOR EFFECTIVE METHANE DRAINAGE
AND USE IN COAL MINES**

煤层气抽采与利用合作项目：

有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南

秘书处记录

一 简介

1. “关于促进东欧及独联体国家煤矿瓦斯项目融资的预算外项目”(2005-2008)的成果已于2009年6月份在能效21项目(EE21)指导委员会第20次会议上公布(ECE/ENERGY/GE.4/2009/9)。

2. 2008年10月召开的煤层气项目专家组(AHGE)第4届会议决定开展“煤层气抽采与利用合作项目：有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南”(ECE/ENERGY/GE.4/2008/2)作为后续项目。该项目包括目前能效21项目规划中正在进行的煤矿区煤层气项目(ECE/ENERGY/2009/8)。详见附件。

二 项目背景

3. 当今世界煤炭工业，尤其是在新兴经济国家缺乏系列管理瓦斯问题的原则和标准，指导各级决策者，包括煤矿所有者和开采者、政府官员及技术人员有效解决瓦斯问题。针对这个问题，作为本项目的支持机构，联合国欧洲经济委员会与甲烷市场化合作伙伴计划共同出版了《有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南》。项目报告详细阐述了煤矿瓦斯抽采与利用的意义、目标和原则，旨在减少矿工伤亡、保护煤炭资源、减少温室气体排放和有效利用煤层气资源。在瓦斯抽采基础设施和运行方面投入足够的资金，将带来显著的安全和环境效益，同时促进煤矿经济向更盈利性的方向健康发展。

4. 自工业革命以来，煤炭在世界一次能源生产中始终占据重要地位。未来一段时期，主要的工业经济、新兴经济、过渡经济乃至世界经济仍将依赖煤炭能

源。

5. 目前, 煤炭占世界一次能源消费的25%, 占电力行业能源消费的40%, 占钢铁及制铝业能源消费的近70%。国际能源署(IEA)项目中指出, 2030年新兴经济体的能源需求将增长93%, 其中大部分增长来自中国和印度。煤炭将成为满足这部分需求的重要来源。

6. 由于煤炭产量的日益增长, 煤炭开采也随之深入, 在世界许多国家浅层储量逐渐枯竭, 开采不断向深部及高瓦斯煤层延伸, 生产也将更富挑战性。同时, 社会对煤矿安全生产和环境管理提出了更高的要求。

7. 实施有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南对于减少经常与煤炭生产相伴的瓦斯灾害、减少温室气体排放以及环境保护具有重要意义。

三 煤矿瓦斯对安全和环境的挑战

8. 世界各国的煤炭行业、政府、贸易机构及职业安全专家均为频繁发生瓦斯爆炸事故及其严重性深感忧虑。为了科学有效地控制风险, 需要在全世界范围内推广好的采矿方法, 因为即便是在发达国家, 煤矿也无法避免安全风险。无论什么地点及开采条件, 瓦斯事故风险是可以有效降低的。

9. 瓦斯是一种易燃易爆气体, 爆炸界限为5%~15%。在这个范围内, 即使浓度比规定下限低2.5倍或比上限高2倍, 因为存在爆炸风险, 不能进行运输、收集或利用。

10. 煤矿对瓦斯风险进行有效管理的同时也能够减少温室气体排放。甲烷是一种重要的温室气体, 其温室效应是二氧化碳的20倍。煤矿是甲烷主要的排放源。甲烷占全球温室气体总排放量的14%, 而煤矿所排出的甲烷占全球甲烷排放量的6%, 约相当于每年4亿吨二氧化碳当量。预计到2020年, 煤矿瓦斯的排放量将达到7亿9千3百万吨二氧化碳当量。

四 煤层气赋存及治理

11. 在煤炭井口开采达到某一深度下, 通常甲烷含量达80%-90% 以自然形态储存于煤层中。由于煤炭开采煤层受到挠动, 煤层气从煤层中被释放出来。只有当煤层气与空气混合后, 煤层气才具有可燃性, 并存在爆炸隐患。

12. 在某些地质条件下, 煤矿也排出大量的二氧化碳(如澳大利亚, 法国, 南非和中欧)。煤层中的二氧化碳对矿井通风系统管理有重要影响。为了降低爆

炸风险，煤矿采取的值得赞许的办法包括通过通风系统等办法快速稀释混合气体至安全范围内，避免瓦斯浓度达到爆炸范围。当矿井中的瓦斯流量超过通风系统的能力，为保证能够甲烷能够足够稀释，则可以在瓦斯涌入到巷道之前通过抽采系统将其抽出。

13. 瓦斯抽采系统包括选择适当的捕集方法和有效的抽采系统。一个好的抽放系统能把瓦斯浓度控制在爆炸界限最高值的两倍以上（30%或以上），能够安全抽采和运输瓦斯，并在有条件的情况下对其进行利用。

五 瓦斯治理相关规定

14. 降低爆炸风险至最小的方法应与实施有效的矿井通风和瓦斯利用安全规程相结合，同时可以提高瓦斯的抽采数量与质量。此外，制定实施瓦斯抽采、运输、利用安全规程不仅有利于提高抽采标准，更能增加清洁能源及促进温室气体减排。

六 井下瓦斯预测

15. 虽然各国的具体情况不同，但是在一般情况下，根据其地质及开采条件井工矿的瓦斯流量是可预测的。由于煤层间、地下水系及瓦斯互相牵制的复杂关系，目前对于深部开采及多层开采仍缺乏可靠的瓦斯涌出量测量方法。尽管如此，关于瓦斯流量、瓦斯抽采、通风要求及其利用的理论有很多，可以在煤矿开采规划中加以利用。

16. 根据瓦斯的特点，不正常的瓦斯涌出或突出是很难预测的，但在哪种条件下容易发生瓦斯突出是可知的。因此遵循正确的指导可以更有效地管理这类风险。开采活动有时候会影响临近的天然气储层，导致难以预测的瓦斯突出，涌出量可能是预期的两倍。类似的情况可以在前期通过预测数据和测量数据对比可知。

七 通风系统的作用

17. 高瓦斯采煤工作面的最大抽放率主要由两种因素决定：1) 矿井通风系统稀释瓦斯气至安全浓度的能力；2) 矿井瓦斯抽采系统的效率。

18. 运营成本是矿井通风系统设计的决定因素。通风系统的电量消耗是矿井运营中最大的开支，与空气流量的三次方成正比。因此，建设瓦斯抽采系统或提

高抽采效率通常比增加通风量更节省成本。

八 瓦斯抽采

19. 瓦斯抽采的目的是在瓦斯进入巷道前从源头处抽采浓度较高的瓦斯。从严格监管的角度来看, 只有足够的抽采量才能保证通风系统稀释的气体不会超标。有实例证明, 最大限度实现瓦斯抽采能够保障安全生产、减少环境污染、促进能源利用。

20. 瓦斯抽采主要包括采前预抽和采后抽采。采前预抽是直接降低煤层瓦斯流量的唯一方式。因此, 如果抽采煤层是瓦斯涌出的主要来源, 那么预抽就显得尤为重要, 但通常这种技术只适用于中-高渗透率的煤层。采后抽采包括由于采煤释放出来的甲烷在进入通风巷之前的抽采, 还包括有时在工作面上方或下方的采动区域的甲烷抽采。采后抽采可以包括地面钻孔和井下钻孔。

21. 抽采方法的选择不当和实施效果差都会导致抽采率较低、大量气体进入工作面。如果抽采浓度达不到安全水平(如低于 30%), 将对瓦斯运输与利用产生负面影响。

22. 通过正确安装与维护、定期监测和系统的钻孔规划能够使瓦斯抽采系统的作用得到明显提高。有实例可以证明能够建立和管理高效的瓦斯抽放系统。是否具有高效的瓦斯治理系统是保证高瓦斯井工矿能够盈利的一个主要决定因素。

23. 世界各地煤矿的实践经验表明, 投资建设高效的瓦斯抽采系统可以缩短因瓦斯问题而停工的时间、更安全的开采环境, 而且还可以促进瓦斯利用, 实现减排。

九 甲烷利用与减排

24. 煤矿瓦斯是一种具有多种用途的清洁能源。图 1 总结了全球范围内已知的煤矿瓦斯项目的分布情况, 包括正在运营中、建设中、规划中以及过去开展过的项目。该数据是来自国际甲烷市场化合作伙伴计划建立的、包含了全球 240 多个项目的数据库。如图所示, 主要项目类型包括发电、进入天然气管道和锅炉燃气(基于项目数量)。

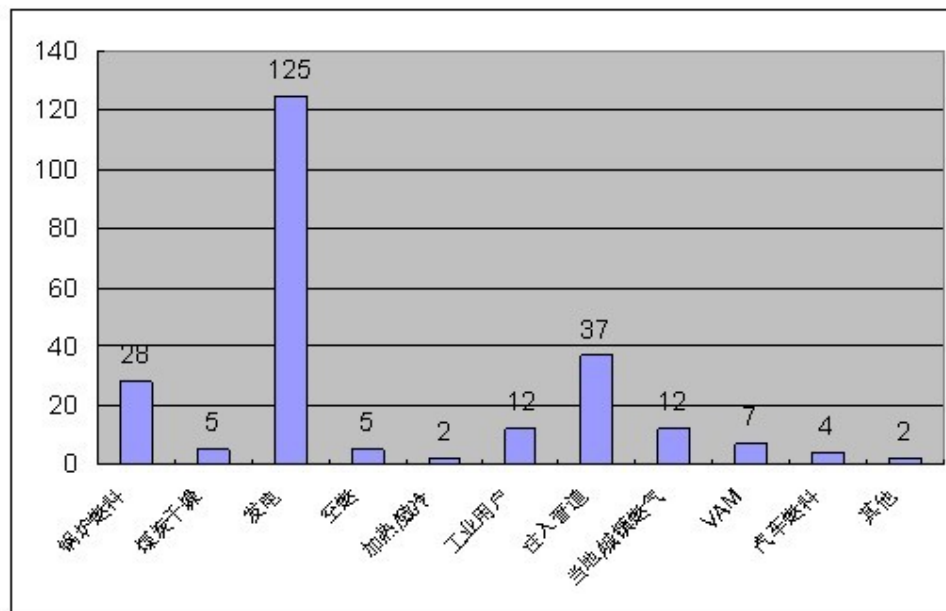


图 1: 全球各类项目煤矿瓦斯的利用情况。根据利用类型, 本图显示了国际甲烷市场化合作伙伴计划掌握的全球上正在运行和开发中的煤矿瓦斯项目的总数。

25. 瓦斯提纯技术已经被开发并广泛应用 (如在美国), 用来去除高浓度煤层气中的杂质-尤其是预抽阶段的煤层气-使之符合严格的管道质量标准。对于其他利用方法, 可能不需要应用成本较高的提纯技术, 而是通过提高井下瓦斯抽放标准, 避免高成本投入。

26. 通过合适的设备与程序处理, 未利用的瓦斯可以通过点火炬的方式安全销毁, 从而实现温室气体排放最小化。全球变暖系数 (GWP) 大于 20 的甲烷经过燃烧可以转换成 GWP 仅为 1 的二氧化碳。

27. 未进入抽采系统的瓦斯将被稀释到矿井乏风中, 然后直接排入大气, 其甲烷浓度通常在 1% 以下。尽管浓度很低, 但矿井乏风却是全球最大的甲烷排放源。目前已有几处煤矿 (如澳大利亚、中国和美国) 正在开展矿井乏风利用示范项目和商业化项目, 采用热氧化技术实现减排 (如乏风发电), 同时还不断涌现出其他矿井乏风减排技术 (如催化氧化)。

十 成本与经济性分析

28. 有效的瓦斯抽采可以降低爆炸风险, 从而降低发生事故的风险。风险的降低进而又能促使相关投入减少。虽然各国因瓦斯相关事故投入的资金有所差

别，但投入都很大。例如，某个典型的采用长壁开采的高产矿井，如果由于瓦斯相关意外或事故导致该矿井每年停产或关闭 10% 的时间，将造成 800 万到 1600 万美元损失。一起事故对一个大型煤矿所造成的损失范围达 200 万到 800 万美元以上，包括各种生产损失费、诉讼费用、赔偿费用和罚款等。同时，瓦斯抽采还能促进瓦斯回收利用。此类能源回收项目本身具有经济性，如煤层气销售或瓦斯发电、制成汽车燃料或其他以瓦斯为原料的产品等。

29. 瓦斯回收与利用项目不断增加，其中包括自愿减排量（VERs）、核证减排量（CERs）等形式的碳减排额度或其他如单位减排量（ERUs）等收入来源。潜在的碳融资机会可能是煤矿瓦斯利用项目具备经济可行性的关键因素，否则有些项目在经济性方面将毫无吸引力可言。此外，碳融资可能是一些减排项目的唯一收入来源，如矿井乏风氧化（无能源回收）或煤矿瓦斯销毁等。矿井乏风同样可以用于发电，但是，如果没有碳收入或其他鼓励措施（如电价优惠或投资组合标准），那么利用矿井乏风进行商业化发电将不具备可行性。

30. 目前，由于投资发电固定设备与基础设施的机会成本较高，大多数煤矿的决策投资可能更倾向于扩大煤炭生产，而非开发煤矿瓦斯利用项目（尤其是发电）。然而，为了实现未来的环保目标，煤矿企业却可能需要进一步改善瓦斯抽采效果，以达到严格的矿井安全标准。这样做既可提高瓦斯抽采浓度，也为瓦斯回收利用项目提供额外的激励。

十一 结论

31. 采取全面综合的方法控制煤矿瓦斯释放到工作面及随后排放到大气中，将对整个矿井的安全生产、大气环境，尤其对温室气体减排，带来很多益处：

（1）世界各国已经在甲烷赋存、预测和治理方面积累了丰富的经验，目前相关推广应用将有助于增强矿井安全。实施好的瓦斯抽采方法，可以大大降低煤矿中瓦斯爆炸风险。

（2）高效的瓦斯抽采系统可以提高矿井生产力，所以建设完善的抽采系统具有很好的商业价值，同时也有利于获得高浓度煤矿瓦斯，为开发利用带来较大商机；

（3）甲烷是一种重要的温室气体，因此通过瓦斯抽采利用、矿井乏风氧化等措施可以大大降低甲烷排放。

附录

项目描述

项目名称：煤层气抽采与利用合作项目：有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南

国家：乌克兰、哈萨克斯坦和中国

历时：12-18 个月

国家实施机构：参与国家的能源、煤炭与工业的政府部门、公司、组织与机构

执行机构：联合国欧洲经济委员会

项目预算：10 万美元

协办单位：美国甲烷市场化伙伴计划、美国环保局与联合国欧洲经济委员会

简要说明：联合国欧洲经济委员会煤层气项目专家小组第三届会议和第四届会议认为当今世界煤炭工业，尤其是在发展中国家，缺乏一系列指导各级决策者（煤矿所有者和开采者、政府官员及技术人员）有效管理瓦斯问题的原则和标准。因此，在煤层气项目专家小组第四届会议上提出开展“煤层气抽采与利用，改善煤矿安全合生产作项目”（2008 年 10 月）。为了促进煤矿安全，作为本项目的支持机构，联合国欧洲经济委员会与甲烷市场化合作伙伴计划共同出版了《有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南》。项目报告详细阐述了煤矿瓦斯抽采与利用的意义、目标和原则，旨在减少矿工伤亡、保护煤炭资源、减少温室气体排放和有效利用煤层气资源。按计划，《有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南》将于 2010 年 03 月在印度召开的“甲烷市场化大会暨展览会”上发布，届时将有众多公司高层领导、政府和国际机构的高级官员参加此次会议。

虽然编写和出版该指南的作用十分明显，但是只有让广大读者了解指南的内容，并把最佳实施方案作为煤炭开采培训的一部分，才能充分实现体现该项目的价值。因此，我们将通过在瓦斯事故比较集中的煤矿举办各种区域性研讨会向目标人群进行宣传推广。全球知名专家将从指南中选取一些内容进行专题演讲，介绍在现有采矿环境中应用这些实践经验的效益及方式。

所举办的研讨会将为当地研讨会的后续工作进行评估，旨在为合作矿井带来效益。研讨会将重点关注当地煤矿在生产中所遇到的问题，包括分析与煤矿瓦斯

有关的安全问题，并帮助煤矿寻找经济且有效地解决这些问题的方法。除了有助于促进煤矿安全生产，该项目还有利于创建煤矿瓦斯市场。

目标： 本项目的目标是研究、培训、应用和宣传煤矿区有效抽采及利用煤矿区煤层气最佳实施方案指南的有关知识，树立相关的意识，并促进新兴经济国家该煤层气领域的发展。

主要成果就是开展工作，规划并召开三个研讨会，同时将组织专家对煤矿的开采条件和瓦斯抽放与利用情况进行评估。包括改善联合国欧洲经济委员会选定的成员国（哈萨克斯坦和乌克兰）以及中国的煤矿的瓦斯抽放和利用情况。将选取这些地区中的愿意和我们进行合作的煤矿企业，并进行下一步的工作，主要方式将由专家提供咨询，为那些希望在瓦斯抽放和利用方面采用最佳实施方案的专业人士提供有用的材料。欧洲经济委员会负责该项目的官员将组织国际煤矿瓦斯专家，选择一些具分析价值的煤矿企业，并开展进一步的活动。标准的制定将结合分析模板与研讨会框架开发。相关成果将汇编成文件并出版。

我们还将利用欧洲经济委员会现有的网站 (<http://www.unece.org/energy/cmm/Welcome.html>) 建立该项目网站，并对公众开放。网站日常更新包括项目进行期间的相关报告和其它材料，该项目的工作成果都可以通过网站获得。该网站还将成为联系和寻求专家帮助的平台，与甲烷市场化伙伴计划的数据库相连接。

为了开展这些活动，欧洲经济委员会和煤层气项目专家小组将选择并确定举办研讨会的场地，鼓励存在瓦斯相关安全问题的煤矿企业的一起参与。

预期成果： 项目的主要成果就是宣传该指南，鼓励在煤炭行业中采用这些做法，促进发生过瓦斯安全事故的矿区改善安全、环境和经济状况。

抽采的瓦斯可以作为燃料进行利用或销售，因此这将有助于市场的形成。项目组成员将在项目国家（乌克兰、哈萨克斯坦和中国）举办一系列研讨会，对项目进行介绍和宣传，并在文件中介绍一些欧洲经济委员会成员国的信息。除了召开研讨会，项目组专家将在当地专家的帮助下，对在煤矿甲烷回收和利用方面存在问题的矿区的条件和项目开展情况进行评估。专家们将在研讨会上提交他们的评估结果，并提出一些提高瓦斯抽采和利用、改善安全生产的建议。如果可能，将选择项目国家的煤矿，有项目组专家就如何改善瓦斯回收和利用提出具体建

议。

主要活动：

(1) 评估项目国家煤田的特点与实践，找出阻碍改善煤矿瓦斯回收和利用、影响煤矿安全的原因。

(2) 建议实施改善瓦斯回收利用、促进煤矿安全生产的最佳方案；邀请并鼓励煤矿行业和当地政府的主要负责人参加系列研讨会；

(3) 提出应用最佳方案的方法，提供开采条件相关培训的资料。如果有机会将由专家组成员向煤矿就某些问题提供咨询，就如何改善瓦斯回收和利用提出具体建议。

Advance