

附件 3

《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准》
（修订 GB 21522-2008）

编制说明

《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准》修订编制组

2024年7月

目 录

一、项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
二、行业概况.....	1
2.1 我国煤炭开采行业概况.....	1
2.2 国外煤炭开采行业概况.....	2
三、标准修订的必要性分析.....	2
3.1 我国对于甲烷等非二氧化碳温室气体管控的要求.....	2
3.2 我国对煤层气（煤矿瓦斯）管控的要求.....	2
3.3 煤炭开采行业煤层气（煤矿瓦斯）排放的基本情况.....	3
3.4 煤层气（煤矿瓦斯）防治技术和安全生产技术.....	3
3.5 现行标准的主要问题.....	3
四、行业排放情况及控制技术分析.....	4
4.1 煤层气（煤矿瓦斯）排放现状.....	4
4.2 煤矿瓦斯利用技术现状.....	4
五、煤层气（煤矿瓦斯）环境影响分析.....	5
六、标准主要技术内容及确定依据.....	5
6.1 适用范围.....	5
6.2 结构框架.....	6
6.3 术语和定义.....	6
6.4 抽采要求.....	7
6.5 排放控制要求.....	8
6.6 监测要求.....	11
6.7 实施与监督.....	12
七、修订前后标准比较.....	13
八、修订后标准主要条款与国外标准比较.....	13
8.1 美国.....	13
8.2 印度.....	14
8.3 澳大利亚.....	14
8.4 欧盟.....	14
8.5 小结.....	14
九、修订后标准的技术经济和环境效益分析.....	15
9.1 环境效益.....	15
9.2 经济效益.....	15
9.3 相关设备国产化水平.....	16

一、项目背景

1.1 任务来源

为适应国家生态环境保护工作需要，进一步完善国家生态环境标准体系，2022年3月，生态环境部下发文件《关于开展2022年度第一批国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2022〕142号），下达《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准（暂行）》（GB 21522—2008）（以下简称《标准》）的修订任务，项目编号为2022—3，项目承担单位为国家应对气候变化战略研究和国际合作中心。

1.2 工作过程

（1）开题论证

2022年3月—2024年1月，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心组织相关专家成立标准修订编制组，广泛调研相关政策和咨询煤炭生产企业，分析国际煤炭行业甲烷排放管控相关的经验，与多家设备厂商和瓦斯利用企业进行沟通，对现行标准的主要问题系统进行梳理，组织论证当前标准的制约条件，编制了标准修订开题论证报告和起草标准修订草案。

2024年2月，开题论证报告经专家组审查，顺利获得审议通过。

2024年4月，编制组召开专家研讨会，根据专家意见对标准修订草案和编制说明进行了修改完善。

2024年5月，针对标准的关键参数和安全性等问题召开了由中国工程院院士牵头的专题论证会，编制组根据会议意见补充、完善论证材料，调整编制说明，并基本解决标准修订所涉及的安全性问题。

2024年6月，组织召开专家审查会，审查通过标准修订草案的征求意见稿。

二、行业概况

2.1 我国煤炭开采行业概况

我国是世界上最大的煤炭生产国，“十二五”至“十三五”期间，煤炭产量由37.6亿吨增长到39.0亿吨，累计生产376.8亿吨左右。2023年，我国煤炭产量再创历史新高，达到47.1亿吨，同比增长3.4%，占世界煤炭总产量的53%左右。

我国煤矿开采业以井工煤矿为主导，2021年，煤矿总数减至4500座内，产业集中度提升，20家原煤产量超3000万吨的企业贡献65.3%的全国产量，大型煤矿（年产120万吨以上）占总产量85%。露天煤矿也是我国煤矿开采的重要组成部分，2021年，全国357座露天煤矿，产能近10亿吨，其中，内蒙古和新疆露天煤炭资源丰富，两地占全国露天煤炭资源的90%，露天煤矿产量占总煤炭产量的21.4%。

2.2 国外煤炭开采行业概况

国际能源署预计，2023 年，全球煤炭产量约为 87.4 亿吨，近 30 年年均增长 1.86%，煤炭占一次能源生产中的比例常年维持在 28.5%左右。在印度、中国和印尼产量增加抵消美国和欧盟产量下降的推动下，全球煤炭产量同比增长 1.8%。其中，动力煤和褐煤约占总产量的 87%，冶金煤占 13%。支撑冶金煤产量增长的主要动力来自蒙古国。从 1990 年至 2019 年，国外产煤国家煤炭产量由 30.0 亿吨增加至 39.8 亿吨，增量占世界煤炭生产增量的 29%；其中，印尼、印度、澳大利亚等 3 国合计增长 14.3 亿吨，但美国、德国、波兰和英国等 4 国合计减少 7.8 亿吨。

国外的煤矿以露天煤矿为主，2019 年国外产煤国家煤炭产量 39.8 亿吨，其中露天煤矿产量达到 32.2 亿吨，约占全部煤炭产量的 81%。14 个产煤国家的露天煤矿产量占比均在 50%以上，其中，印度、印尼、德国、蒙古国、土耳其、加拿大和英国 7 个国家露天矿产量占比在 90%以上；澳大利亚、俄罗斯和哥伦比亚 3 个国家露天矿煤炭产量占比在 70%至 90%之间；美国、南非、哈萨克斯坦和越南 4 个国家露天矿煤炭产量占比在 50%至 70%之间。

三、标准修订的必要性分析

3.1 我国对于甲烷等非二氧化碳温室气体管控的要求

我国高度重视甲烷等非二氧化碳温室气体的管控，将其视为应对气候变化、推动可持续发展的重要一环。控制甲烷排放不仅对缓解全球变暖有显著效果，还能促进能源高效利用、提升安全生产水平，并彰显我国在国际气候治理中的责任担当。

自 2009 年起，我国逐步确立并强化温室气体减排目标，“十二五”、“十三五”时期，非二氧化碳温室气体的管控力度进一步加大。2020 年，习近平主席在联合国大会上重申中国减排决心，承诺 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和，随之而来的是对能源行业更严格的排放要求。进入“十四五”规划阶段，中国对甲烷等非二氧化碳温室气体的管理策略变得更加精细化和系统化。2021 年，一系列政策文件密集出台，强调加强非二氧化碳温室气体管控。同年 11 月，生态环境部联合多部门发布的《甲烷排放控制行动方案》，标志着我国甲烷排放管理进入全新阶段，提出“十四五”期间建立完善的政策、技术和标准体系，提升监测监管能力，推进甲烷资源化利用，并强调与污染物减排的协同控制，为“十五五”期间进一步提高甲烷排放控制效能奠定坚实基础。

3.2 我国对煤层气（煤矿瓦斯）管控的要求

早期政策强调安装煤矿通风和瓦斯抽采系统，确保矿井安全，随后通过《煤矿安全规程》等文件明确了瓦斯监测、抽采的各项技术指标和操作规范，要求实时监测瓦斯浓度、流量、压力等参数，确保抽采效率与安全。

“十一五”以来，我国出台系列政策加速煤层气抽采利用，鼓励煤层气发电和资源化

利用。“十二五”、“十三五”期间持续加强瓦斯抽采系统的建设和瓦斯资源的综合回收利用，提出严格的排放标准，推动技术的发展，力求实现有效控制煤矿瓦斯。进入“十四五”，政策导向更加注重煤炭行业绿色低碳转型，生态环境部等多部门发布指导意见，要求加强甲烷排放监测和评估，推动煤炭绿色开采，加大对甲烷采收利用的支持力度。

《“十四五”现代能源体系规划》明确了煤矿瓦斯利用量的具体目标，修订后的《煤矿安全规程》取消了瓦斯利用浓度限制，为低浓度瓦斯利用扫清障碍。

《甲烷排放控制行动方案》进一步强调了煤炭行业甲烷排放的核算、报告和核查制度，推动煤矿瓦斯的高效抽采利用，并要求严格遵守排放标准，完善相关规章制度，适时修订法规标准，以强化甲烷排放控制监管，促进煤炭行业向更安全、环保、高效的生产模式转变。

3.3 煤炭开采行业煤层气（煤矿瓦斯）排放的基本情况

煤层气作为非常规天然气的一种，蕴含于煤层内部，其主体成分是甲烷，存储形态多样，既吸附于煤颗粒表面，亦游离于煤孔或溶于地下水。煤层自身既是这种气体形成的介质也是存储空间，煤层气的开采涉及排水降压以促使甲烷解吸并集中采集。

煤矿瓦斯核心成分为甲烷，是煤炭开采中必须严格管控的安全隐患。它与煤的生成过程共生，源自植物物质的地质演化。煤层具有强吸附性，能大量束缚瓦斯，尤其是在高含量煤层中，瓦斯体积可达煤体积的数倍。开采作业导致煤层压力变化，促使原本吸附的瓦斯释放进入矿井环境，形成安全隐患。

3.4 煤层气（煤矿瓦斯）防治技术和安全生产技术

煤矿瓦斯对人体健康和安全生产有一系列危害，因此煤矿瓦斯治理是我国煤矿的一项重要任务，各煤矿都必须为对煤矿瓦斯事故进行预防和应对措施，综合防治瓦斯涉及通风、监控、抽采、供电、防爆、防尘、防火、爆破、避险等技术领域，以及技术、装备、人才、管理等多个方面。

3.5 现行标准的主要问题

3.5.1 现行标准的基本情况

现行《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准（暂行）》（GB 21522-2008）由原环境保护部于2008年制定并发布，填补了我国从控制温室气体排放角度出发的煤炭开采行业的甲烷排放控制要求空白，提高了煤炭开采的安全性能，促进了甲烷资源的回收利用和处置，减少了温室气体排放，对于积极应对气候变化、减缓温室效应具有重要意义。

3.5.2 现行标准不能完全满足煤层气（煤矿瓦斯）管控要求

由于《标准》制定时的低浓度瓦斯和风排瓦斯利用技术不成熟，且《煤矿安全规程》出于对当时抽采瓦斯利用技术的安全性能等方面的考虑，只允许利用浓度超过30%的瓦

斯，限制了低浓度瓦斯的回收和利用。随着我国对煤炭行业开采技术的不断投入，煤矿瓦斯抽采利用技术不断突破，低浓度瓦斯的抽采利用技术已经十分成熟。2022年修订的《煤矿安全规程》更改了对低浓度瓦斯利用的限制，采用非直燃方式利用低浓度抽采瓦斯已是合规的处理方式。在我国更为严格的温室气体控排目标下，现行《标准》的瓦斯浓度限值设置已落后，无法满足新的减排需求。

四、行业排放情况及控制技术分析

4.1 煤层气（煤矿瓦斯）排放现状

我国煤炭开采行业的煤层气（煤矿瓦斯）排放主要集中于井下的煤层气和煤矿瓦斯。目前主要的煤矿瓦斯排放环节是井工开采阶段，主要包括煤矿开采过程中从煤层、巷道或采空区抽采以及随通风进入乏风系统中的煤矿瓦斯。

从我国公布的最新温室气体清单结果来看，2018年中国能源活动的甲烷排放量约为6.0亿吨二氧化碳当量，其中煤炭开采的甲烷排放量为5.3亿吨二氧化碳当量，占能源活动甲烷排放的88%、全国甲烷排放总量的39%、全国温室气体排放总量的4.5%。

4.2 煤矿瓦斯利用技术现状

4.2.1 回收利用技术分类

煤矿瓦斯按浓度（甲烷体积分数）主要分为三大类：高浓度瓦斯、低浓度瓦斯和风排瓦斯。根据不同的甲烷浓度，可采用不同种类的技术对煤矿瓦斯进行回收利用，具体情况如表4.1所示。高浓度瓦斯（甲烷体积分数 $\geq 30\%$ ）的回收利用技术主要有瓦斯发电、LNG/CNG制备、工业及民用气等。低浓度瓦斯（甲烷体积分数 $< 30\%$ ）一般不可以进行较长距离的管道输送，行业上推荐直接利用，主要利用技术为低浓度瓦斯发电和掺混氧化，提纯技术目前仍在示范阶段。风排瓦斯指矿井为保证安全从通风系统排出的浓度低于1%的瓦斯，主要通过无焰氧化方式进行利用，还可用作辅助燃料利用。

表 4.1 煤矿瓦斯综合利用技术路线

甲烷浓度 90%以上	主要来源：地面煤层气抽采及少量的煤矿井下抽采。 用途：民用、汽车燃料等。
甲烷浓度 30%—90%	主要来源：煤矿井下抽采 用途：民用、化工染料、燃气锅炉、发电、甲烷提纯等。
甲烷浓度 8%—30%	主要来源：煤矿井下抽采 用途：基本全用于低浓度瓦斯发电。
甲烷浓度 1%—8%	主要来源：煤矿井下抽采 用途：部分瓦斯发电项目；蓄热氧化供热或发电。
甲烷浓度 1%以下	主要来源：煤矿风排瓦斯 用途：少量用于氧化项目配气，剩余全部排空。

4.2.2 高浓度瓦斯

高浓度瓦斯便于储存和远距离输送，可从不同气源点收集后通过管路输送至大型瓦斯

发电厂，也可在气源附近建设小型电站就地利用。目前，高浓度瓦斯发电、民用及工业利用技术相比其他浓度瓦斯的技术而言可行性高，技术路线成熟、收益稳定，是我国目前普遍采用的瓦斯利用方式。我国自“十一五”时期起已建设出了一批世界领先的高浓度瓦斯利用项目，成功提高了煤矿高浓度瓦斯抽采利用率，达到了很好的甲烷减排效果。

4.2.3 低浓度瓦斯

低浓度瓦斯不便于长距离输送，往往只能就近送入煤层气管网或在气源点附近采用内燃机组发电。浓度在 8% 以上的低浓度煤矿瓦斯常用通过瓦斯内燃机实现化学能向电能转化的发电配套余热利用。浓度在 8% 以下的煤矿瓦斯较难燃烧发电，主要作为掺混气源与风排瓦斯或空气混合后，采用催化氧化或蓄热氧化等技术，通过回收氧化过程中产生的热量，为厂区供暖、制冷、发电。

目前我国的低浓度瓦斯发电具备工程应用条件，特别是浓度在 8% 以上的低浓度瓦斯利用发电技术已经相当成熟。我国很多高瓦斯和突出矿井中都安装了匹配该浓度抽采瓦斯的发电利用设施，经过了较长时间的工程应用实践，运行相当稳定，发生重大安全事故的可能性相对较低。

4.2.4 风排瓦斯

风排瓦斯因其甲烷浓度过低和风量巨大，直接利用难度极高，主要通过掺混氧化和辅助燃料技术实现利用。前者将风排瓦斯与低浓度瓦斯混合，提升甲烷浓度至约 1%，便于无焰氧化；后者则探索将其作为工业燃烧设备中的助燃剂替代部分空气，减少化石燃料消耗，但需克服煤尘等杂质带来的挑战。

风排瓦斯氧化技术仍面临成本高昂、收益较低的问题，盈利依赖高碳交易价格和大规模实施。风排瓦斯氧化利用虽回报率低于内燃机发电，但在政策支持与碳减排收益的激励下，可提升煤矿企业的经济效益，对我国减排温室气体与能源利用策略意义重大。

五、煤层气（煤矿瓦斯）环境影响分析

煤矿瓦斯中含有部分有毒有害气体，且包含大量粉尘，是空气质量的污染源之一。除污染空气外，煤矿瓦斯的危害性主要在于威胁安全生产和造成温室效应方面。其主要成分甲烷在空气中的浓度大于 50% 时，能使人缺氧而窒息死亡；当浓度处于 5%—16% 区间内时，遇火则可能引发爆炸，导致一系列连锁灾害。同时，甲烷也是仅次于二氧化碳的全球第二大温室气体，约占全球温室气体排放总量的 18%，持续排放可能会导致温室效应，进而引发一系列环境问题，包括海平面上升、生态问题、区域灾害和危害人类健康等。

六、标准主要技术内容及确定依据

6.1 适用范围

煤层气（煤矿瓦斯）的排放控制涉及矿井及煤层气地面开发系统的抽采要求、排放控

制要求等技术要求，以及排放监测和监督实施等各个环节，同时新旧设施（新建矿井及煤层气地面开发系统瓦斯和现有矿井及煤层气地面开发系统瓦斯）的甲烷排放控制也需进行差异化规定。为此本标准对相关内容进行了具体规定：

本标准规定了煤层气（煤矿瓦斯）的抽采要求、排放控制要求、监测要求、实施与监督要求。

本标准适用于现有矿井及煤层气地面开发系统瓦斯排放控制管理与新建矿井及煤层气地面开发系统项目的环境影响评价、设计、竣工验收及其建成后的瓦斯排放控制管理。

本标准适用于法律允许的污染物排放行为，新建矿井及煤层气地面开发系统的选址和特殊保护区域内现有矿井及煤层气地面开发系统的管理，按《中华人民共和国大气污染防治法》的相关规定执行。

6.2 结构框架

本标准正文包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、抽采要求、排放控制要求、监测要求，以及实施与监督等七个章节。

新修订的标准适当区分新建煤矿和现有煤矿，在标准实施时间上，要求新建矿井在标准修订发布的次年开始按此修订标准管理；建议给予现有矿井两年的改造时间，要求现有矿井在标准修订发布次年的两年后开始按此修订标准管理。新建矿井及煤层气地面开发系统自 202□年□月□日起，现有矿井及煤层气地面开发系统自 202□年□月□日起，其煤层气（煤矿瓦斯）排放控制按照本标准的规定执行，不再执行《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准（暂行）》（GB 21522—2008）中的相关规定。

6.3 术语和定义

本次修订对原有术语和定义进行修订，且增加和删除了部分相关术语和定义。

（1）修订的术语和定义为：煤层气、煤矿瓦斯、瓦斯抽采、瓦斯抽采系统、排放。修订的主要依据为 2015 年发布的国家标准《煤层气（煤矿瓦斯）术语》（GB/T 31537-2015）。

（2）绝对瓦斯涌出量、煤（岩）与瓦斯突出、煤（岩）与瓦斯突出矿井已不再在修订后的标准文本中出现，故删除。现有矿井及煤层气地面开发系统、新建矿井及煤层气地面开发系统已拆分为两条新定义，故删除原定义。

（3）为了标准文本的解释需要，新增的术语和定义为：抽采泵站、现有矿井及煤层气

地面开发系统、新建矿井及煤层气地面开发系统、抽采纯量，定义的主要依据为原《标准》和 2015 年发布的国家标准《煤层气（煤矿瓦斯）术语》（GB/T 31537—2015）。

6.4 抽采要求

现行标准的第 4 条为技术要求，包括对于煤矿甲烷排放控制的两个方面：抽采要求和排放控制要求。编制组将原第 4 条拆分为两条：4 抽采要求和 5 排放控制要求。当前第 4 条聚焦于抽采相关的要求，对企业提出煤层气（煤矿瓦斯）提出抽采要求，提高井下生产安全性，减少风排瓦斯排放。

本次修订对现行标准中的相关内容进行更新与精简。

（1）修订稿 4.1 条是对现行标准 4.1.1 条的修订。《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》（GB 50471）是专门针对煤矿瓦斯抽采利用设计进行要求和规范的国家强制性标准，其中包含比原标准 4.1.1 条更加严格的抽采系统建设要求，因此修订稿 4.1.1 条考虑引用 GB 50471 中的 5.1.1 条，修改为：

矿井建立瓦斯抽采系统的条件按 GB 50471 执行。

（2）修订稿 4.2 条是对现行标准 4.1.2 条的修订。通过调研相关的标准、规范和文献，当前在各类公开发表中“瓦斯抽放”说法已基本替换为“瓦斯抽采”。本条修改为：

凡符合 4.1 条件，并同时具备以下两个条件的矿井，应建立地面永久瓦斯抽采系统：

- a) 瓦斯抽采系统的抽采纯量可稳定在 2 立方米每分钟以上；
- b) 瓦斯资源可靠、储量丰富，预计瓦斯抽采服务年限在五年以上。

（3）修订稿 4.3 条是对现行标准 4.1.3 条的修订。AQ 1026 已经升级为国家标准《煤矿瓦斯抽采基本指标》（GB 41022）。本条修改为：

煤矿瓦斯抽采指标按 GB 41022 执行。

（4）修订稿 4.4 条是对现行标准 4.1.4 条的修订。国家强制标准《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》（GB 50471）中有明确关于矿井瓦斯抽采系统工程设计的的要求，本条修改为：

矿井瓦斯抽采系统工程设计要求按 GB 50471 执行，瓦斯抽采方法以及瓦斯抽采管理按 AQ 1027 执行。

（5）修订稿 4.6 条是新增的条款。修订后的排放控制要求中，部分甲烷浓度在 8%—30%之间的低浓度瓦斯禁止排放到大气中。修订后的排放限值处于煤矿瓦斯的爆炸极限范围内，在低浓度瓦斯的运输、利用和排放的过程中必须遵循“阻火泄爆、抑爆阻爆、多级防

护、确保安全”的原则，设置必要的安全保障措施，否则容易引起安全隐患。

为论证 8%瓦斯浓度排放的安全性和可行性，编制组召开由煤矿开采领域中国工程院院士领衔，联合煤炭科工集团、中国安全生产科学研究院等多家权威科研机构的核心专家参与的论证会，深入探讨了排放限值下调的必要性与潜在风险，与会专家一致认为修订标准对控制甲烷排放、履行国际气候承诺至关重要，同时强调了低浓度瓦斯利用技术的成熟度及其经济性，同意排放限值下调至 8%。专家们指出，8%浓度限值虽处于爆炸范围内，但风险基本可控，可通过参照《煤矿低浓度瓦斯管道输送安全保障系统设计规范》（GB 40881-2021）等国家标准，确保瓦斯抽采、运输和排放过程的安全。各煤矿企业应积极响应，持续提升瓦斯利用率，以实际行动支持国家减排目标和可持续发展战略。

本条新增为：

低浓度瓦斯的运输和排放应按 GB 40881 执行，确保输送、利用和排放的安全性。

6.5 排放控制要求

修订稿第 5 条是根据现行标准 4.2 条内容进行修订和新增的条款。

（1）修订稿 5.1 条是对现行标准 4.2.1 条的修订。在标准实施过程中需对新建煤矿和现有煤矿进行区分的：要求新建矿井在标准修订发布的次年开始按此修订标准管理；给现有矿井两年的改造时间，在标准修订发布次年的两年后开始按此修订标准管理。

鉴于我国非二氧化碳温室气体管控的强化，标准排放限值拟下调至 8%。一方面，在生态环境部《关于进一步加强煤炭资源开发环境影响评价管理的通知》、山西省发改委等 5 部门的《关于进一步加快煤矿低浓度瓦斯综合利用的通知》等文件中均已提及“甲烷体积浓度大于等于 8%的抽采瓦斯，在确保安全的前提下，应进行综合利用”，为限值下降至 8%提供政策上的参考和先例；另一方面，甲烷浓度在 8%以上的低浓度瓦斯抽采利用技术已非常成熟，具有较好经济性，将排放限值下调至 8%具有充分的技术基础。且根据编制组对我国煤矿安全性事故的调研和整理，2010—2024 年煤矿瓦斯相关的事故数量逐渐下降，低浓度瓦斯利用环节极少有事故记录，无一例是 8%以上低浓度瓦斯利用的爆炸事故。

调研显示，部分煤矿瓦斯抽采存在浓度高（甚至高于 30%）但纯量小的现象，导致利用和销毁成本高昂，环境影响相对有限。瓦斯纯量不足影响瓦斯利用发电的稳定性和利用效率。因此，拟将抽采纯量纳入考量，以确保瓦斯发电设施正常运行。

标准修订中主要考虑需要避免因抽采纯量过低导致利用设施无法启动的问题。我国煤

矿中已装机发电机组的单机功率大多为 0.5 兆瓦到 1.5 兆瓦，部分进口发电机组的单机功率可达 3 兆瓦左右。根据相关单位对山西省瓦斯利用量前三十名的煤矿企业的调研，瓦斯利用电站的单机功率基本在 0.5 兆瓦到 1.0 兆瓦之间。基于企业调研数据和瓦斯发电相关测算，当前最大单机功率（3 兆瓦）的甲烷利用设施能够运行并完成甲烷处理的最低抽采纯量为：9.9 立方米每分钟。因此，对于瓦斯浓度在 8% 以上且抽采纯量高于 10 立方米每分钟的抽采瓦斯有较好的利用手段，可以将抽采纯量为 10 立方米每分钟定为另一个判定指标。抽采纯量的计算方法参考《煤矿井下煤层瓦斯抽采半径直接测定方法抽采量法》（GB/T 42638-2023）中钻孔抽采纯量、累计钻孔抽采纯量的公式结合本标准抽采纯量的物理意义得到。

矿井的煤层气（煤矿瓦斯）主要排放口包括：煤层气开采井口装置、瓦斯抽采泵站放空管、发电或储气罐等瓦斯利用和储存设施排放口、瓦斯销毁设施排放口以及风井出风口等地面设施的排放口。因此需要在上述点位安装监控设备以判定企业排放是否达标。

甲烷体积分数和抽采纯量均考虑参考大气污染物排放标准中普遍采用小时均值执行。

本条修改为：

自 202□年□月□日起，新建矿井及煤层气地面开发系统的煤层气（煤矿瓦斯）排放执行表 6-1 规定的排放限值。

自 202□年□月□日起，现有矿井及煤层气地面开发系统的煤层气（煤矿瓦斯）排放执行表 6.1 规定的排放限值。

表 6.1 煤层气（煤矿瓦斯）排放限值

受控设施	控制项目	排放限值	排放监控位置
煤层气地面开发系统	煤层气	禁止排放	煤层气开采井口装置
煤矿瓦斯抽采系统	高浓度瓦斯 (甲烷体积分数 $\geq 30\%$)	禁止排放	瓦斯抽采泵站放空管； 发电或储气罐等瓦斯利用或储存设施排放口； 瓦斯销毁设施排放口
	浓度高于或等于 8% 的低浓度瓦斯 ($8\% \leq$ 甲烷体积分数 $< 30\%$) 且 抽采纯量 ≥ 10 立方米每分钟	禁止排放	瓦斯抽采泵站放空管； 发电等瓦斯利用设施排放口； 瓦斯销毁设施排放口
	浓度高于或等于 8% 的低浓度瓦斯 ($8\% \leq$ 甲烷体积分数 $< 30\%$) 且 抽采纯量 < 10 立方米每分钟	—	瓦斯抽采泵站放空管； 发电等瓦斯利用设施排放口； 瓦斯销毁设施排放口
	浓度低于 8% 的低浓度瓦斯 (甲烷体积分数 $< 8\%$)	—	瓦斯抽采泵站放空管； 发电等瓦斯利用设施排放口； 瓦斯销毁设施排放口
煤矿回风井	风排瓦斯	—	风井出风口

注：甲烷体积分数为任何 1 小时的平均浓度，抽采纯量为与甲烷体积分数对应的同一时间段均值

抽采纯量按公式（1）进行计算：

$$q_t = \frac{\int_0^t C_{CH_4} \times F_n dt}{t} \quad (1)$$

式中：

q_t ——考察时间段（ t ）内的抽采纯量均值，单位为立方米每分钟（ m^3/min ）；

C_{CH_4} ——考察时间段（ t ）内某时刻抽采瓦斯气中甲烷的体积分数，单位为百分之一（%）；

F_n ——标准状态下，考察时间段（ t ）内某时刻抽采瓦斯气的流量，单位为立方米（ m^3 ）；

t ——抽采瓦斯时间，单位为分钟（ min ）。

（2）修订稿 5.2 条是对现行标准 4.2.2 条、4.2.3 条和 4.2.4 条的合并和修订。现行标准中 4.2.2 条、4.2.3 条和 4.2.4 条均是对于高浓度瓦斯的就地利用、异地利用和销毁处理等方面的要求，因此相关要求合并为一条。

本条修改为：

对可就地利用的高浓度瓦斯，应建立瓦斯储气罐或建设瓦斯利用设施，可采取民用、发电、化工等方式加以利用；对目前无法就地利用的高浓度瓦斯，可采取压缩、液化等方式进行异地利用；对目前无法利用的高浓度瓦斯，应进行销毁处理。

（3）修订稿 5.3 条是新增的条款，对于禁止排放的浓度高于或等于 8%且抽采纯量大于等于 10 立方米每分钟的低浓度瓦斯也提出了利用和销毁的要求。利用的要求参考了高浓度瓦斯的利用方式，考虑到低浓度瓦斯的浓度可能处于甲烷爆炸极限范围内，民用、压缩和运输较为危险，因此在利用方式中未明确要求民用和异地利用。

本条新增为：

对可利用的浓度高于或等于 8%且抽采纯量大于等于 10 立方米每分钟的低浓度瓦斯，应配套建设瓦斯利用设施，可采取发电等方式加以利用；对目前无法利用的浓度高于或等于 8%且抽采纯量大于等于 10 立方米每分钟的低浓度瓦斯，应进行销毁处理。

（4）修订稿 5.4 条是新增的条款，对于浓度低于 8%或抽采纯量小于 10 立方米每分钟的低浓度瓦斯和风排瓦斯也提出了鼓励性的要求。对浓度低于 8%或抽采纯量小于 10 立方米每分钟的低浓度瓦斯和风排瓦斯的利用和销毁技术还不够成熟，无法强制要求控排，但

减少此种类瓦斯排放可以有效降低甲烷排放，有益于人体健康和积极应对气候变化，应鼓励企业在确保安全的前提下积极尝试利用和销毁风排瓦斯，推动技术进步。

本条新增为：

对浓度低于 8%的低浓度瓦斯或抽采纯量小于 10 立方米每分钟和风排瓦斯，宜在确保安全的前提下，探索开展综合利用。

6.6 监测要求

(1) 修订稿 6.1 条是对现行标准 5.1 条的修订。煤层气（煤矿瓦斯）主要的排放口包括煤层气开采井口装置、矿井瓦斯抽采泵站放空管、发电或储气罐等瓦斯利用和储存设施排放口、瓦斯销毁设施排放口，以及风井出风口等地面设施的甲烷排放口等。在上述排放口设置甲烷浓度、流量、压力和温湿度传感器或集成传感器可以有效的监测和计算煤矿排放到大气中的各类瓦斯的浓度和抽采纯量。

本条修改为：

煤层气开采井口装置、矿井瓦斯抽采泵站放空管、发电或储气罐等瓦斯利用和储存设施排放口、瓦斯销毁设施排放口，以及风井出风口等地面设施的甲烷排放口应设置甲烷传感器，以及流量传感器、压力传感器及温湿度传感器或集成传感器，对煤层气、高浓度瓦斯、低浓度瓦斯和风排瓦斯的甲烷浓度，以及流量、绝对压力、温湿度或标准状态流量等相关排放参数进行监测。抽采泵站应设甲烷传感器防止瓦斯泄漏。

(2) 修订稿 6.2 条是对现行标准 5.2 条的修订。新建、改建和扩建煤矿自动监控设备的相关传感器，应在 6.1 条要求的位置安装传感器，并满足煤矿安全管理部门的《煤矿安全监测系统及检测仪器使用管理规范》（AQ 1029-2019）和《污染源自动监控管理办法》等相关规定要求。数据联网等要求已并入新修订的 6.4 条。

本条修改为：

新建矿井及煤层气地面开发系统应按照 AQ 1029 和《污染源自动监控管理办法》等相关规定，安装煤层气（煤矿瓦斯）排放自动监控设备。

(3) 修订稿 6.3 条是对现行标准 5.3 条的修订。为保证监测结果数据的准确性，一般也会对各监测传感器的安装点位布置和维护也提出相应要求，现有矿井各传感器，应满足《煤矿安全监测系统及检测仪器使用管理规范》（AQ 1029-2019）和《污染源自动监控管理办法》（国家环境保护总局令 第 28 号）要求。现行标准中只要求甲烷传感器应符合

《瓦斯抽放用热导式高浓度甲烷传感器》（AQ 6204）规定的技术指标。但现有企业中也广泛采用了激光式甲烷传感器，可满足甲烷浓度监测要求，因此考虑要求安装了热导式传感器的煤矿按照 AQ 6204 要求，安装激光式传感器的煤矿安装《煤矿用激光甲烷检测仪》（NB/T 10182）要求。

本条修改为：

各传感器布置和维护应按照 AQ 1029 和《污染源自动监控管理办法》要求，甲烷传感器应达到 AQ 6204 或 NB/T 10182 规定的技术指标，并符合 AQ 6201 煤矿安全监控系统通用技术要求。

（4）修订稿 6.4 条是对现行标准 5.4 条的修订。主要变动是将现行标准 5.2 中的与生态环境部门数据中心联网的要求调整到本条。考虑到现行标准中联网的规定只适用于新、改、扩建的矿井，而为了加强煤矿瓦斯排放的管理和监控，需要收集和监测新建和已建等各类矿井的甲烷排放相关数据，确保各类矿井的煤矿瓦斯排放均不超过排放限值要求。

本条修改为：

企业应按照有关法律和《环境监测管理办法》的规定，对排放状况进行监测，与生态环境部门的监控中心联网，并保存原始监测记录。

6.7 实施与监督

（1）修订稿 7.1 条是对现行标准 6.1 条的修订。经开题论证会专家意见，生态环境主管部门可以完整覆盖现行标准中的实施主体“县级以上人民政府环境保护行政主管部门”，且各级生态环境主管部门都应有监督实施本标准的权责。

本条修改为：

本标准由县级以上生态环境主管部门负责监督实施。

（2）修订稿 7.2 条是新增的条款。有时因为安全生产或意外应急的原因，煤矿必须对部分抽采瓦斯进行紧急对空排放，也可能导致超过排放限值的排放。考虑到紧急情况并非人为主观因素导致的超标排放，故需要将这种情况设置为豁免情况，不纳入达标判定。紧急情况的相关表述参考已印发的相关大气污染物排放标准和欧盟追踪和减少甲烷排放的新法规的表述，要求企业需要及时上报意外情况，并自证直接排放的必要性，由环境部门保留存证，必要性可采用抽查的方式核证企业证明材料。

本条新增为：

煤矿出现紧急情况时，出于安全、应急原因必须直接排放的煤层气（煤矿瓦斯）排放不纳入达标判定。企业应在紧急情况发生后 2 小时内向辖区生态环境主管部门报告，并在 10 天内提交书面材料证明煤层气（煤矿瓦斯）直接排放的必要性。企业应及时采取必要修复措施。

七、修订前后标准比较

修订前后 GB 21522 的主要内容对比见表 7.1。

表 7.1 修订前后的 GB 21522 的主要内容对比

修订内容	GB 21522-2008	GB 21522 修订稿
抽采要求	抽采相关要求的引用文件发生变化，对于低浓度瓦斯的运输安全性保障需要加强	将原第 4 条拆分成了 4 抽采要求和 5 排放控制要求
		4.1 条引用标准，简化了对矿井建立瓦斯抽采系统的要求
		4.3 条和 4.4 条根据引用标准的变化，调整了引用的表述
		4.6 条新增了对低浓度瓦斯输送和排放中的安全性保证要求
排放控制要求	甲烷排放限值要求相对较低	5.1 条提高了对于煤矿瓦斯甲烷排放限值的要求，禁止排放的限值从 30% 提高到了部分 8%；增加了抽采纯量作为判定禁止排放的另一个指标，要求浓度高于 8% 同时抽采纯量较大的瓦斯气禁止排放；明确排放监控位置要求；明确甲烷浓度是小时均值浓度；增加抽采纯量计算公式。
		将现行标准的 4.2.2 条、4.2.3 条和 4.2.4 条合并。
		5.3 条新增了对于禁止排放的浓度高于等于 8% 且抽采纯量大于等于 10 立方米每分钟的低浓度瓦斯的利用和销毁的要求。
		5.4 条新增了对于不在排放限制要求之内的低浓度瓦斯和风排瓦斯的鼓励性要求，希望可以提高低浓度瓦斯和风排瓦斯的回收利用率，降低甲烷排放。
监测要求	部分条款不明确	6.1 条增加和更新了需要监测的位置，明确监测对象和参数。
		6.2 条和 6.3 条增加了对于各排放口监测应参考的标准，也增加了激光式甲烷传感器的技术指标要求。
实施与监督	未考虑紧急情况的豁免	7.2 条新增了紧急情况下煤层气（煤矿瓦斯）排放的豁免情况。

八、修订后标准主要条款与国外标准比较

8.1 美国

根据美国环境署（EPA）和国际能源署统计，2017 年美国煤矿甲烷排放占甲烷排放总量的 8%。美国对煤层气（煤矿瓦斯）排放采取的措施主要分为两大类：推进煤层气（煤矿瓦斯）利用和完善甲烷排放报告机制。

1980 年的《能源意外获利法》第 29 条，通过“先征后返”补贴，提升了煤层气市场竞争力。近年来，美国在州和联邦层面采取多项措施降低甲烷排放，如设定可再生能源最低销售比例，激发瓦斯发电投资；加州碳交易市场为瓦斯利用项目带来额外收益；联邦土地瓦斯利用项目免征资源税，刺激瓦斯抽采。EPA 于 2010 年更新温室气体报告计划，要求每年释放 3650 万立方英尺甲烷的地下煤矿需要计算其温室气体排放量并遵循指定的程序向 EPA 进行报告，为甲烷排放监管提供数据支撑。

8.2 印度

印度作为全球第三大煤炭生产国，其煤矿瓦斯管控措施相比欧美国家较为宽松。印度主要通过解除煤矿瓦斯价格管控和推动煤矿瓦斯利用研究等措施激励煤矿瓦斯的生产和利用。2012 年印度政府允许私企参与煤矿开采，2017 年取消了煤层气生产的价格控制，旨在促进天然气价格提升和瓦斯项目运营，增强了回收项目的经济吸引力。

近年来，印度加强了瓦斯抽采技术的研究，但商业化应用仍局限于示范项目，规模有限。目前，印度正逐步构建煤矿瓦斯的利用体系，通过政策调整和技术研发扩大瓦斯回收利用的规模和效益，但仍处于发展阶段。

8.3 澳大利亚

澳大利亚是世界第五大煤炭生产国，其煤炭出口量位居世界第二。澳大利亚主要以露天煤矿为主，昆士兰州和新南威尔士州作为澳洲煤炭的主要生产地区，产量占澳大利亚总煤炭产量的 97%。由于澳大利亚的煤矿生产十分集中，其煤矿瓦斯排放控制主要以州层面政策为主，同时以市场作为辅助刺激瓦斯利用。

澳大利亚通过州级法律框架监管煤层气（煤矿瓦斯），各州规定存在差异。昆士兰州 2004 年立法优先要求商业使用煤矿瓦斯，否则允许火炬燃烧，但直接排放须符合安全和技术可行性。新南威尔士州 1989 年《矿产资源法》将煤矿瓦斯视为副产品，原政策倾向火炬燃烧，但后续立法变更强制要求企业利用或焚烧瓦斯，禁止直接排放。

8.4 欧盟

煤矿瓦斯排放也是欧盟能源行业最大的甲烷排放源，约占欧盟甲烷排放总量的 31% 左右。欧盟 2019 年井工煤矿的甲烷排放占比更高，约为 82.8 万吨，占煤矿甲烷排放的 83.3%。欧盟理事会于 2024 年 5 月 27 日通过一项属于欧盟应对气候变化一揽子计划“减碳 55%”一部分的关于追踪和减少欧盟国家甲烷排放的新法规。

新法规要求能源运营商必须在源头监测甲烷排放，形成监测报告，并接受独立认证机构的检查。新法规要求对于焦煤以外的煤矿，自 2025 年 1 月 1 日起，甲烷销毁或燃烧设施的效率必须达到 99% 以上，且抽采瓦斯禁止排放；自 2027 年 1 月 1 日起，矿井乏风瓦斯排放应低于 5 吨甲烷/千吨原煤；自 2031 年 1 月 1 日起，矿井乏风瓦斯排放应低于 3 吨甲烷/千吨原煤。新法规也规定了一些紧急情况和特殊情况的处理办法。

8.5 小结

当前世界上主要的煤炭生产国家对于煤矿甲烷的排放大多是以采取鼓励抽采利用的要

求或者激励政策为主，少数国家对于甲烷的排放有强制的管控，除欧盟的新法规外，很少有国家是针对煤矿行业甲烷排放的浓度或者其他参数有专门的管控规定。欧盟新法规对于抽采瓦斯的管理力度非常强，但也未根据甲烷浓度和抽采纯量进行区别管理。我国在煤炭行业甲烷排放限值标准上的相关规定在国际上已属于比较严格的管控措施和管控形式，修订后仍将是国际上最为严格的标准之一。

九、修订后标准的技术经济和环境效益分析

9.1 环境效益

修订《标准》、下调煤矿瓦斯排放限值可以有效减少甲烷的排放，减缓气候变化，体现我大国责任。据国家发展改革委公布数据，2020年我国瓦斯抽采量为128亿立方米。基于山西省数据，8%—30%甲烷浓度的瓦斯约占总抽采量的42%，以此推算，此类瓦斯量约53.7亿立方米。若有一半抽采纯量超10立方米每分钟，标准修订后每年可削减甲烷排放26.85亿立方米，约等于7%的煤炭开采行业甲烷排放。

预计2030年我国煤炭产量约52亿吨，甲烷排放约2830万吨。据估计，2030年瓦斯抽采量至少145亿立方米。假设在8%—30%之间的抽采瓦斯量中有50%的抽采纯量在10立方米每分钟以上，则标准修订后2030年至少可减少甲烷排放30.6亿立方米。标准修订后我国能源领域甲烷排放将大幅降低，有助于全面践行“双碳”战略，并进一步提升我负责任大国的形象。

9.2 经济效益

本次修订主要是对于提高部分低浓度瓦斯的排放限值要求。受影响的煤矿需要安装瓦斯利用或销毁设备来实现修订后的排放限值要求，还需要安装监控设备来满足相关监测要求。以甲烷浓度8%、抽采纯量10立方米每分钟为例，基于山西省调研，瓦斯发电设备投资成本均值540万元每兆瓦，10立方米每分钟纯量适配两台1兆瓦发电设备。设备运维成本含人工（48万元）及维护（180万元），总计228万元/年。设备年发电量按75%效率和7000小时运行计算，达 1050×10^4 千瓦时。电价0.4元每千瓦时，年收益420万元，净收益192万元，投资回收期5.6年。根据对企业调研，甲烷监测设备购置及安装费10—30万元，年维护成本约10万元。

全国840处高瓦斯煤矿、719处煤与瓦斯突出矿井中，若30%已安装8%—30%低浓度瓦斯利用设施，且半数能抽采高于10立方米每分钟的瓦斯，则约550处煤矿需新增低浓度瓦斯利用或销毁设施。

9.3 相关设备国产化水平

我国的煤矿瓦斯利用技术已经比较成熟，多数设备和技术已经成功实现国产化，与国际先进技术相比性能基本接近，甚至部分技术已经处于国际领先的地位。低浓度瓦斯利用是《标准》修订重点，其相关设备的国产化水平直接关系到标准修订后各企业的执行成本。目前国内主要瓦斯利用设备制造商包括济南柴油机、胜利油田胜利动力机械集团、淄博淄柴新能源等，产品覆盖不同甲烷浓度的瓦斯发电需求，展现出成本和投资回收期优势。例如，胜利油田的发电机组投资成本 2500—8000 元每千瓦，回收期 3—20 年，优于国际品牌卡特彼勒等。

国产低浓度瓦斯发电机组在甲烷浓度较高的瓦斯气发电项目上，不仅在关键的瓦斯利用效率上与国际标准并驾齐驱，且在初始投资上大多低于国际同类产品、投资回收期也更短。鉴于此，瓦斯排放浓度限值下调后，各煤矿有充分的国产利用设备选择空间，且大多具有较好的经济成本，投资回收期较短。《标准》的修订更有助于国产设备水平进一步提升，激励低浓度瓦斯利用的技术与设备的研发，进一步降低成本和提高效率，促进国内瓦斯资源的有效转化与利用。