《煤岩微观测试保真干燥预处理技术规范》

团体标准编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

课题组于2026年7月向中关村绿色矿山产业联盟提交团体标准提案表，2026年8月参加中绿盟组织的团体标准立项评审会，并于 2026年8月7日获得中关村绿色矿山产业联盟团体标准立项，项目批准号：GRMP-2025-23，项目名称：煤岩微观测试保真干燥预处理技术规范。

2. 起草单位、参编单位

起草单位：贵州大学

参编单位：贵州盘江精煤股份有限公司、中国矿业大学、贵州省煤层气页岩气工程技术研究中心、贵州比得煤业有限公司、毕节中城能源有限责任公司、贵州松河煤业发展有限责任公司、贵州盘江马依煤业有限公司

3. 主要起草人

本标准主要起草人为马振乾、左少杰、高为、王明仲、周金恋、段勇信、蒙禹旺、郑雄、孙元田、吴学武、何勇、颜岭、赵春、邹传坤、马丹、董江应。

其中，马振乾、左少杰、高为、王明仲等主要负责本标准文件的撰写工作；周金恋、段勇信、蒙禹旺、郑雄、孙元田、吴学武等负责本标准相关资料收集与整理；何勇、颜岭、赵春、邹传坤、马丹、董江应等负责对撰写完成条款审查并提出相应的修改意见。

二、制定(修订)标准的必要性和意义

煤层瓦斯是煤矿安全生产的重大灾害因素之一，瓦斯突出事故严重威胁矿工生命安全和矿井正常生产。随着煤炭开采深度的不断增加，煤层瓦斯压力和含量持续升高，瓦斯防治难度日益加大。传统石门揭煤技术在西南地区近距离薄及中厚煤层群中应用时，存在钻孔工程量大、抽采瓦斯衰减快、揭煤周期长等弊端，严重制约了矿井的采掘接续与安全安全。“地面水平井分段压裂+井下定向钻孔预

抽”井地联合技术可有效实现煤层的大幅增透，有效缩短预抽时间。作为一项新技术，目前行业内针对该技术体系的专项规范存在严重的“标准真空”，该技术施工时只能参考煤层气井压裂施工的技术规范，这已成为了制约该技术发展的紧迫问题。这种核心技术准则的缺失，导致现场工程实践存在极大的盲目性与不可控性，压裂强度设定不当极易造成破坏巷道围岩完整性，或压裂不足遗留局部的高压瓦斯“孤岛”；而评价体系的脱节更易导致防突预测失真，埋下致命隐患。

目前，国内在煤层气开发领域已制定了一些相关标准，如NB/T 11124《煤层顶板水平井分段压裂抽采煤层气技术方案设计规范》、NB/T 11465《煤矿采动区地面L型顶板水平井抽采瓦斯技术方法》、KA 29《煤层定向长钻孔井下分段水力压裂技术规范》等，但这些标准主要针对单一技术环节，缺乏对"地面水平井压裂+井下定向钻孔"联合快抽技术方案的系统性设计规范。在实际工程中，各煤矿企业在技术方案设计方面缺乏统一的技术依据，导致设计质量参差不齐，抽采效果难以保证，瓦斯防治安全隐患突出。

制定《地面水平井压裂-井下定向钻孔联合快抽技术方案设计规范》团体标准，对于规范联合快抽技术方案设计流程、统一技术指标和要求、提高瓦斯抽采效率和安全性、推动煤炭行业技术进步具有重要意义。该标准的实施将有助于提升井工煤矿瓦斯治理水平，保障煤矿安全生产，促进煤层气资源化利用，更是落实国家矿山灾害精准治理战略、遏制灾害事故的必然选择。

三、主要起草过程

本标准的编制工作严格按照团体标准制定程序，遵循“充分调研、科学论证、广泛征求意见、严格审查”的原则，分阶段有序推进。主要起草过程如下：

（1）资料收集与调研

课题组自2025年3月以来，标准起草组收集了国内外煤层气钻井、压裂、排采、瓦斯抽采等相关标准和技术资料，包括GB/T 40546《煤层气井排采工程设计规范》、DZ/T 0250《煤层气钻井作业规范》、NB/T 10009《煤层气井排采技术规范》、NB/T 11169《煤矿井下瓦斯抽采长钻孔定向钻进技术规范》、GB 50471《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》等，并对国内主要煤矿企业的瓦斯防治技术和煤层气开发技术进行了调研。

（2）标准申请提出及立项

课题组于 2026 年 7 月提出团体标准提案，经会议评审，于 2026 年 8 月获得中关村绿色矿山产业联盟团体标准立项。

（3）标准撰写及征求意见稿形成

标准立项后，课题组成员讨论确定本标准总体思路、总体框架与主要内容，并积极开展标准撰写工作，起草组重点围绕地面水平井部署、钻完井设计、压裂设计、排采设计、井下定向钻孔设计、井下抽采设计等核心技术内容进行了详细规定。于 2026 年 9 月完成标准初稿；经多次线上、线下会议讨论后，初步形成本标准的征求意见稿。

四、制定(修订)标准的原则和依据

本标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

标准编制遵循以下原则：

（1）科学性原则。标准中的技术指标和设计方法基于系统的工程实践和理论分析，确保技术内容的科学性和可靠性。水平井部署、压裂设计、定向钻孔设计等关键技术参数均经过工程验证。

（2）实用性原则。标准充分考虑了我国井工煤矿的实际条件和技术水平，提供了系统完整的技术设计方案，涵盖了从设计资料收集到效果评价检验的全过程，便于各煤矿企业参照执行。

（3）先进性原则。标准引入了"地面水平井分段压裂-井下定向钻孔联合快抽"的创新技术理念，将地面压裂增渗技术与井下定向钻孔抽采技术有机结合，体现了瓦斯治理技术的先进发展方向。

（4）协调性原则。标准与现行国家标准、行业标准保持协调一致，引用了 GB/T 40546、DZ/T 0250、SY/T 系列标准、NB/T 系列标准、GB 50471 等多项相关标准，确保了技术要求的协调性和一致性。

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准与国家现行法律、法规和其他强制性标准协调一致，至标准编制之日尚未发现计划编制标准与现行法律、法规和强制性标准存在冲突或抵制。此外，参考了其他国内外相关标准，具体如下：

（1）引用 GB/T 40546《煤层气井排采工程设计规范》和 DZ/T 0250《煤层气钻井作业规范》，作为水平井钻完井设计和排采设计的规范性引用文件。

（2）引用 SY/T 6276《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系》、SY/T 6922《煤层气井井下作业安全技术规范》等标准，确保安全技术要求与行业现行标准协调一致。

（3）引用 GB 50471《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》和 NB/T 51006《瓦斯预抽消突效果评价技术规范》，作为井下抽采设计和效果评价的技术依据。

（4）参考 NB/T 11124《煤层顶板水平井分段压裂抽采煤层气技术方案设计规范》和 NB/T 11465《煤矿采动区地面 L 型顶板水平井抽采瓦斯技术方法》的技术思路，但本标准聚焦于"地面水平井压裂+井下定向钻孔"联合快抽技术方案的系统设计，具有独特的技术内容。

六、标准主要内容说明

本标准是在团队在盘江精煤股份有限公司火烧铺矿等完成了工业性试验与应用之后，依据现场施工情况编制。现场以火烧铺矿 24 采区穿越整个龙潭组煤系地层的 241 石门掘进为应用地点，基于已有地质资料和采掘规划，沿 241 石门设计轨迹方向部署 1 口“L”型地面水平井，通过钻井、录井、测井、压裂增透、快速抽采等工程手段，对石门揭煤地质情况进行超前预测预报，形成了优快钻完井、适配性压裂增透、井上井下联合快速预抽及预抽效果综合评价等技术，缩短了井下揭煤时间，提升了石门掘进效率，提高了瓦斯综合利用率，为石门揭煤“长探快掘”提供了可靠技术支撑，建成了具有较大推广应用价值的大跨度煤层群石门瓦斯水平井预抽试验工程。在火烧铺矿具体应用情况如下：

① 地质探测及目标层段优选

首先对待增透煤层进行地质评价，旨在通过多维度勘探明确压裂煤层群的基本参数，精准界定技术的适用边界并为压裂设计提供基本数据，为井地联合治理技术设计的提供依据。该技术的应用矿井应满足具备地面施工场地、煤层群分布

集中、层间距通常为近距离薄及中厚煤层群等赋存特征。同时，煤层群中部分目标煤层需具备渗透率低、初始瓦斯含量高、瓦斯压力大及突出危险性等特性，且传统井下抽采周期无法满足生产接续要求。在实施前，规定必须通过水力压裂法或地应力解除法获取最大水平主应力、最小水平主应力及垂直应力的大小与方位，并计算地应力差异系数，以此判定应采取纵向穿层压裂或是体积缝网改造模式。并在钻进阶段，在钻井、录井、测井等过程中实时收集记录数据分析，对石门揭煤区域的地质情况进行超前预测预报，进一步提升地质评价的准确度。此外，必须开展系统的瓦斯地质参数测试，全面测定瓦斯压力、瓦斯含量、吸附解吸常数及扩散系数；并结合实验室岩石力学测试，明确煤层及顶底板的弹性模量、泊松比、力学强度及断裂韧性，特别是通过计算脆性指数来量化评估煤体受高压流体冲击后形成复杂连通缝网的能力。

② 钻完井及压裂增透技术

地面水平井分段压裂设计及施工阶段侧重于“造缝卸压”，通过量化施工参数，确保裂缝网络能有效贯通多煤层并覆盖石门揭煤的核心影响区。在水平井轨迹部署与靶点控制上，规定水平井段（设计长度通常为 600 至 1200 米）应优先部署在煤层群中的待石门揭煤区域，轨迹需沿着石门，且尽可能在石门内，以引导裂缝贯穿全部煤层。基于覆盖半径设计及石门揭煤防突法距要求，压裂范围必须覆盖石门两侧各不小于 30 至 50 米的控制区。在段簇参数优化方面，需确保分段长度与段内煤层群数设计合规，并利用限流压裂技术确保各簇裂缝的均衡扩展。施工过程强调大排量泵注以产生足够的穿层净压力，并推荐使用低伤害、易降解的滑溜水体系，配合阶梯式配比的支撑剂（如陶粒或石英砂）。为对压裂效果进行评价，施工期间必须布设地面或井下微震监测系统，实时获取裂缝演化事件点以及监测三维空间压裂效果；并在施工结束后完成裂缝发育高度、长度及宽度方向的波及体积反演，以此校验裂缝半长及穿层缝高，全面验证压裂设计的有效性。

③ 井上下快速接续预抽技术

井地协同抽采阶段通过合理布置井下定向钻孔群与地面压裂改造区在三维空间上的精准对接，使井上下抽采在空间和时间上合理配合，实现煤层瓦斯的连续高效抽采。在三维空间精准对接方面，井下定向长钻孔（设计孔深 100 至 300 米）的轨迹严格依据石门布置位置参数及微震监测反馈的压裂范围进行动态调整；确

保定向钻孔与水平井压裂段中心的偏差必须控制在有效抽采增透半径内，确保有效抽采范围完全覆盖石门，使钻孔直达高导流缝网。在时空接续启抽时刻上，按照“先地后井”的抽采逻辑，规定地面水平井应在压裂排采后立即启抽；待抽采气体流量大幅下降至关键节点后，方可施工井下定向钻孔。即井下定向钻孔的启抽时刻需精准卡位在地面水平井排采快速抽采期完成、煤层有效应力趋于稳定的“窗口期”，配合井下 15 至 30 kPa 的高负压，实现地面“大范围面状卸压”与井下“点状强力抽吸”的无缝接续。此外，针对压裂扰动区需采用柔性自适应封孔工艺，保障单孔瓦斯抽采浓度长期稳定在高位区间。

④ 预抽效果检测与评价

需要形成全面量化的防突达标判据体系，在石门揭煤前对增透煤层进行效果评价检验。该体系主要从实测地面排采数据、井下定向钻孔抽采数据、残余瓦斯检验数据等多维度进行判断，并采用了多源数据融合评价方法。具体而言，规定评价必须结合地面井的产气产水曲线、井下钻孔的瓦斯抽采浓度与流量衰减规律，以及微震反演的裂缝覆盖度。同时，引入残余瓦斯含量计算模型，通过累计抽采量精准反演目标区域的平均残余瓦斯含量。并要求必须通过原位密闭取芯对煤层残余瓦斯含量和压力进行实测验证，实测残余瓦斯压力必须稳定在 0.74 MPa 以下，且残余瓦斯含量必须降至 8 m^3/t 以下的安全临界值。通过多源动态数据与核心检验指标的交叉印证，最终确保目标区域实现零突出、零超限的绝对安全揭煤。

现场应用表明，通过地面水平井大排量分段压裂与井下定向长钻孔的精准时空对接，目标揭煤区域煤岩体的渗透率得到大幅改善，原本长达数月甚至数年的石门揭煤瓦斯预抽期被大幅缩短，消除了应力集中与高瓦斯异常区，实现了石门的安全、快速揭煤。在这一系列成功的工程应用中，团队优化并积累了大量的压裂-抽采施工参数。这些经过现场充分验证、可复制性的成功经验证明了该技术体系的可靠性，更为本标准中各项核心工程参数的确定，提供了最直接、最有力的支撑。

本标准为规范类标准，规定了地面水平井压裂-井下定向钻孔联合快抽技术方案设计所需资料、设计内容、技术要求、设计书格式等。针对此，本标准从设计原则和依据资料、设计内容和技术要求、设计书三方面阐述，具体内容如下：

1. 范围

本标准规定了地面水平井压裂-井下定向钻孔联合快抽技术方案设计所需资料、设计内容、技术要求、设计书格式等。本标准适用于井工煤矿利用地面水平井对煤层进行压裂，并联合井下定向钻孔技术对煤层瓦斯快速抽采的技术方案设计，主要应用于石门揭煤前的瓦斯预抽。

2. 术语和定义

标准引入了"煤层群""地面水平井分段压裂""井下定向钻孔"等术语和定义。其中，"煤层群"定义为在一定地质区域内，赋存有多个煤层，且这些煤层在空间上彼此接近、开采过程相互影响的煤层集合；"地面水平井分段压裂"定义为通过在地面钻一口 L 型的井眼，将水平段精准布设于目标水平、方位等，然后利用封隔工具将水平段分隔为多个独立段，依次进行高压水力压裂；"井下定向钻孔"定义为采用可控随钻测控定向钻机从井下按预设路径施工的长钻孔。

3. 设计原则和依据资料

标准规定了设计应符合相关法律法规及标准要求，设计应以地质资料为基础进行设计，并结合钻进资料进行调整。设计依据资料包括矿区地质资料（煤岩层地质柱状图、煤岩层物理力学参数、水文地质条件、地应力测试结果、瓦斯地质参数等）、矿井生产资料（矿井巷道布置、采掘部署、瓦斯抽采系统、瓦斯监测系统、通风系统、供电系统资料等）、石门揭煤资料（石门揭煤巷道的标高、方位、断面形状、尺寸、支护方式等）和地表资料（主要包括地表附近的地形、地貌、建筑等）。

4. 设计内容和技术要求

标准详细规定了以下设计内容和技术要求：

（1）水平井部署：应遵循"井地协同、安全高效"的原则，确保水平井水平段在三维空间上能与拟揭煤石门轨迹基本重合或平行，压裂波及范围必须全面覆盖石门揭煤防突法距要求。综合勘探资料，避开大型断层、陷落柱等复杂地质构造。

（2）水平井钻完井设计：水平井应采用 L 型水平井；井身结构设计按照 DZ/T 0250 执行；井眼轨迹设计包括井口位置、造斜点、水平段方位、水平段长度、各靶点三维空间坐标等；测井按照 SY/T 6691 和 SY/T 6692 执行；录井按照 SY/T 6438 和 SY/T 6923 执行。

（3）压裂设计：综合考虑水平井水平段煤层群的力学性质、脆性指数、厚度、层间距及应力阴影效应进行精细分段；在每段内布置 1 至多个压裂簇，利用限流压裂技术确保各簇裂缝均衡扩展；优化设计压裂施工排量、规模、泵注程序等参数；采用微地震地面监测或微地震井中监测方法实时获取压裂范围。

（4）排采设计：结合矿井地质条件、产气量、产水量预测结果进行排采方式选择；优化排采制度，以短时间抽采压裂影响区内大量瓦斯为目标合理控制排液量、井底流压等；排采设计按照 GB/T 40546 和 NB/T 10009 执行。

（5）井下定向钻孔设计：钻孔应与拟揭煤石门方向平行，布置在石门周围，且在水平井分段压裂有效缝网影响范围内；定向钻孔数量一般控制在 4~8 个；钻场布置位置应满足安全法距要求；井下定向钻孔施工不宜过早，必须在地面水平井压裂排采泄压、气体流量出现明显下降之后尽快开展；定向钻孔设计施工按照 NB/T 11169 执行。

（6）井下抽采设计：定向钻孔施工、退钻完成后应立即开展封孔并连网抽采瓦斯；充分考虑煤层渗透率、瓦斯压力、含量等设计抽采负压；钻孔封孔应采用柔性自适应封孔材料或高压注浆封孔工艺；钻孔孔口必须安装高效的水气分离装置、自动放水器及计量防护装置；瓦斯抽采按照 GB 50471 执行。

5. 抽采效果评价与检验

标准规定了抽采效果评价方法，通过分析地面水平井和井下定向钻孔抽采数据之和分析抽采率及参与瓦斯含量；地面水平井抽采按照 GB/T 34547 执行，井下定向钻孔抽采按照 NB/T 51006 执行。目标区域消突效果检验按照 NB/T 10363 执行。

6. 安全及环保要求

标准规定了应急措施和安全环保要求，针对作业过程可能产生的风险及异常情况，应提前制定相应的应急措施和技术要求；根据《煤层气地面开采安全规程》《煤矿安全规程》、SY/T 6276、SY/T 6922 等相关要求制定安全环保措施。

7. 设计书

标准规定了设计书应有设计人、审批人及审批结果信息，编写提纲见附录 A。附录 A（资料性）为设计书编制提纲，包括设计目的、设计依据、矿井地质概况、

水平井压裂设计、压裂设计、排采设计、井下抽采设计、抽采效果评价与检验、健康安全环保要求等内容。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

本标准在编制过程中，起草组对关键技术参数和设计方法进行了充分的讨论和论证。对于水平井部署原则、压裂分段设计、定向钻孔数量确定等关键技术问题，起草组综合考虑了地质条件、工程实践和技术经济性等因素，经充分讨论后达成一致。在征求意见和审查过程中，未出现重大分歧意见。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

本标准未直接采用国际标准。在标准编制过程中，参考了国际煤层气开发领域的先进技术经验和实践经验，结合我国井工煤矿瓦斯防治的实际特点，自主制定了适合我国国情的地面水平井压裂-井下定向钻孔联合快抽技术方案设计规范。

九、贯彻标准的措施建议

（1）组织措施。建议中关村绿色矿山产业联盟通过各种渠道宣传推广本标准，组织相关培训和技术交流，提高各单位对本标准的认识和理解。

（2）技术措施。建议各煤矿企业按照标准要求配备相应的技术力量和仪器设备，开展技术人员培训，确保标准的有效实施。

（3）实施建议。建议本标准自实施之日起，各相关煤矿企业在开展地面水平井压裂-井下定向钻孔联合快抽技术方案设计时参照执行，并结合实际工程经验不断完善和提高。

十、其他应予说明的事项

无。