CCS

中国煤炭学会

**煤矿矿井水深井灌注技术规范**

Technical Specification for a Series of

Deep Well Injection of coal mining wastewater

（征求意见稿）

**编制说明**

**编制单位：中国煤炭地质总局勘查研究总院**

**2023年8月**

CCS/T ××××—××××

代替GB/T17608-1998

中国煤炭学会团体标准

ICS 73.040

D24

**编制说明**

**一、工作简况**

1.1任务来源

本团标项目来源于中国煤炭学会2021年第二批团体标准立项，项目编号t/ccs2021055，归口管理单位中国煤炭学会。

自2019年起，中国煤炭地质总局勘查研究总院将矿井水深井灌注技术的研究列为重点科技方向，至今自筹经费立项3项，承担科技局及煤炭企业科技研发项目5项，累计科研投入近4000万元。

1.2协作单位

本标准协作单位包括内蒙古天耀能源高新技术有限公司、深圳能源资源综合开发有限公司、江苏远方动力科技有限公司 、中煤地生态环境科技有限公司、中煤科工集团南京设计研究院有限公司、中建环能（山东）环境科技有限公司、北京中环智云生态环境科技有限公司、北京中矿博能节能科技有限公司、神木市前渠生态环保有限公司、内蒙古久科康瑞环保科技有限公司、中煤（北京）环保工程有限公司、北京低碳清洁能源研究院、华能煤炭技术研究有限公司等多家企业及研究机构。

1.3主要工作过程

《煤矿矿井水深井灌注技术规范》标准编写团队于2021年11月编制了项目设计书，进行可行性论证、项目概算。2021年12月北中国煤炭地质总局组织专家对项目总体设计进行了初审，2021年12月末项目通过了中国煤炭学会的终审。

2022年1月—12月，按照项目进度安排，开展了下列工作:

1、2022年1月-3月针对《煤矿矿井水深井灌注技术规范》（以下简称《规范》）研究内容，项目组进行走访、座谈和调研、收集与矿井水深井灌注相关的标准、规范、管理办法、论文、科研报告。对已有的研究成果进行了综合研究，为编制《规范》奠定了基础。

2、2022年4月~6月，项目组研究编制出《规范》(工作组讨论稿)。

3、2022年7月，项目组在北京组织专家召开了《规范》(工作组讨论稿)研讨会。

4、2022年8月~11月，项目组召开3 轮组内研讨会，对专家意见进行讨论，确定修改方案。

5、2022年12月~2023年1月，项目组根据专家意见，修改完善《规范》(工作组讨论稿)，形成《规范》(征求意见稿)及其编制说明。

6、2023年1月~2023年2月初，《规范》(征见稿)及其编制说明面向社会公开征求意见。

7、2023年3月末，项目组根据社会公开征求的意见和建议，形成了《规范》(征求意见稿)及其编制说明。

1.4主要起草人

杜松，博士，中国煤炭地质总局勘查研究总院地质封存技术研究所所长，副研究员，第五届中国科协青年托举人才。哈工大环境工程专业博士，斯坦福大学访问学者，中国科协青年托举人才，全国膜与水处理行业专家库专家，ADB亚洲发展银行专家库专家，WRI世界资源研究所专家库专家。获省部级科技一等奖1项目，二等奖5项，行业奖若干；《煤炭科学技术》环保领域特聘执行主编，《能源与环境保护》编委；参与国家重大课题5项目，专著1项，发表科技论文30余篇；授权发明专利20余项。国内首先提出采用地质封存技术处理煤矿高盐水的思路与建议。

赵岳，博士，中国煤炭地质总局地质封存技术研究所，主任工程师；中国矿业大学（北京）博士；长期从事深井灌注与地质封存技术研究。公开发表学术论文30余篇，其中SCI期刊6篇、中文核心期刊9篇；授权专利6项，其中发明专利3项；软件著作权5项。获得省部级奖项6项，厅局级奖项4项。在本团标研究工作中承担技术标准研究等主要工作。

**二、主要技术内容的论据及主要内容说明**

2.1 标准主要内容的依据

（1）本文件按照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。

（2）本文件以研究示范项目为依托，深入了解深井灌注技术，技术概念及技术特征对标美国UIC法案相关技术规范及管理办法、以及相关文献等，同时结合我国实际环保要求及地质条件，研究制定出适合我国煤矿行业的矿井水深井灌注技术规范。

（3）参考的主要标准包括：

GB 20426 煤炭工业污染物排放标准

GB 3838 地表水环境质量标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 18598 危险废物填埋污染控制标准

DB37/T 4310 地热尾水回灌技术规程

Q/SY 01004 气田水回注技术规范

SY/T 6596 气田水注入技术要求

SY/T 5329 碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法

SY/T 6881 高含硫气田水处理及回注工程设计规范

Q/SY DQ0605 大庆油田油藏水驱注水水质指标及分析方法

DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程

DZ/T 227 地质岩心钻探规程

2.2 标准主要技术内容的论据及说明

现阶段主要从灌注区地质要求、灌注（封存）水质要求、灌注井建设要求、灌注工程技术、监测与闭井要求，经过深入研究与专家论证，提出如下规范。

（1）灌注区域地质要求

灌注层在区域上构造简单，地质构造简单，平均倾角小于30°；地层具有一定的储集性，封闭性，横向连通性，有足够的储存空间，无贯通浅部可利用含水层的垂向的导流裂隙或断层。

灌注层应具有良好的渗透性、孔隙度，一定的均质性和厚度，使灌注液以拟定灌注速率进入该地层。

灌注层上下应有一定厚度的隔离层，上部地层隔离层外宜有渗透性较小的缓冲层，缓冲层外还应具有一定厚度的外隔离层，实现对所灌注矿井水的完全隔离，避免已储存的液体达到可利用的含水层区域。

灌注区要求不具有已探明的矿产资源。

**表2-1灌注区域地质要求条件表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地质要求  层位 | 深度（m） | 厚度（m） | 渗透率（mD） | 含水率 |
| 灌注层 | ≥1200且与煤层底板距离≥800m，与饮用水含水层底部边界距离≥1000 | ≥50 | ≥10mD | ≤50% |
| 隔离层 | — | ≥30 | ≤1mD | — |
| 缓冲层 | — | ≥50 | ≤5mD | — |
| 外隔离层 | — | ≥30 | ≤1mD | — |
| 灌注层总含盐量 | ≥1000mg/L | | | |

（2）灌注矿井水的水质要求

灌注矿井水应先通过沉淀絮凝等手段除去悬浮物和沉淀物。

水质各项指标满足附表A.2灌注水质要求。同时满足《气田水注入技术要求》（SY/T 6596），《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329）。

被灌注的矿井水须不含生物毒性及放射性。

灌注水的总含盐量应低于灌注层水质本底值。

以混水实验或模拟计算确定回注水与灌注层地下水的配伍性，不能产生大量沉淀堵塞地层。

**表2-2灌注水质要求**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **灌注矿井水** |
| 悬浮物(mg/L) | ≤30 |
| 悬浮物颗粒直径中值（μm） | ≤5 |
| pH | 6～9 |
| TDS | ≤100000且小于地层水TDS |

（3）灌注井要求

灌注井井型可选择直井、斜井、水平定向井或丛式定向井。井身由二层或二层以上的同心管组成，由外至内分别是表层套管、长套管、灌注管（或不下套管）。

一开，在最外层隔离层之上，下入表层套管，并采用水泥固井的方法，封闭可饮用含水层与灌注井最外层套管（表层套管）之间的缝隙。

二开，在孔口与灌注目的层顶部之间，下入长套管，且表层套管与长套管之间的缝隙需用水泥灌注封闭，其中最外层隔离层以下部分的缝隙可采用耐酸水泥封闭。

三开，钻穿灌注目的层完钻，灌注段可采用不下套管、下套管射孔或下入圆孔式滤水管。

全井井身质量满足设计及相关标准要求（《水文水井地质钻探规程》（DZ/T 0148）、《地质岩心钻探规程》（DZ/T 227）、《钻井井身质量控制规范》（SYT5088）相关条款）。

全井进行岩屑录井、钻时录井、钻井液录井。在钻孔施工过程中需在灌注层取岩心。执行《油田开发井取心资料技术要求》（SY/T 5366），《地质岩心钻探规程》（DZ/T 0227）相关条款。

全井段进行地球物理测井。测井项目包括井径、井斜、井温、自然伽马、伽马-伽马、双侧向电阻率、自然电位、声波时差、密度测井，条件允许时采用井壁微电阻率成像法、超声成像测井等。

执行《固井设计规范》（SY/T 5480）相关条款。采用声波变密度测井检测固井质量，水泥胶结质量的评价应符合《固井质量评价方法》（ST/T 6592-2004）的规定。

（4）灌注工程

1）抽（压水）试验阶段

在井口水不能自流的情况下对灌注目的层进行抽水试验。在未能成功实施抽水试验时，进行压水试验，获取相关参数。

抽（压水）试验前需进行洗井。如果使用气举反循环或者清水钻进不用洗井，直接做抽、注水试验。

抽（压水）试验需获取深部含水层参数。

2）灌注运行期

孔口应用全自动流量计、水压自计系统（压力式水位计）。

灌注前观测、记录流量表起始读数、灌注井水位、压力、水头等原始数据；记录灌注量（瞬时灌注量和累计灌注量）、水温、井口管道压力表读数。

当井口压力达到加压回灌设计值时，应停止加压灌注，待井口压力下降时安全值以下，再进行检查、维护。

建立灌注记录台账。记录数据包括：瞬时流量（m3/h）、孔口压力（MPa）、每日灌注时长、日注量（m3）、注水泵频率（Hz）。统计累计灌注总量（m3），绘制流量—压力历时曲线。

（5）深井灌注监测

监测周期包括三个阶段，即灌注前、灌注期、灌注后期。

监测包括地表水、承压水层、灌注层监测。

地下监测包括：封存盖层、缓冲层、承压水层、封存层、浅部含水层监测。

地表监测包括：地表水、100平方公里沉降监测、地表生态系统监测。

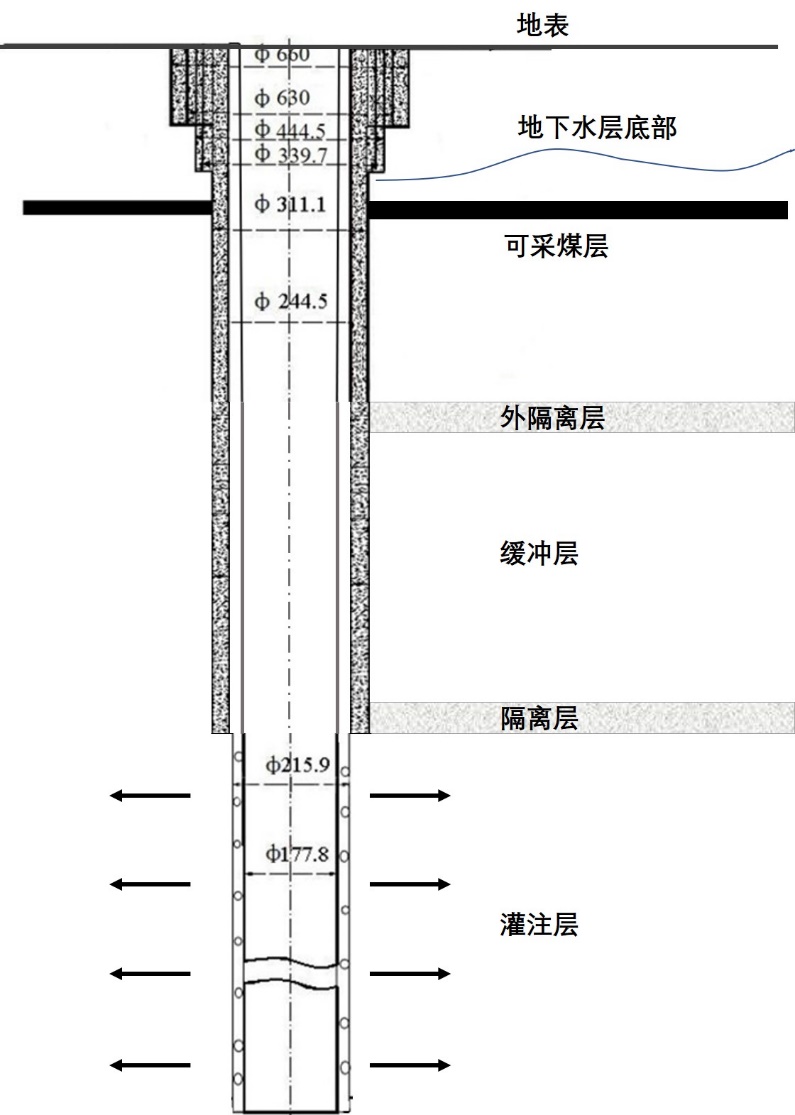
灌注前期要对环境背景值进行监测，主要包括浅表水、封存层水质、水量、水温等。

灌注期要持续监测灌注井灌注速率、井口压力、灌注温度、井底压力(此值通过其它变量计算得出)、灌注水质。在灌注场地周围布设监测井，对浅表水、承压水层、封存层水质、水量、水温、压力进行监测。灌注过程中监测到特征污染物数据异常，且变化速率持续增大，应立即停止回灌。

灌注后期即为封场后监测，需对地表水及地下水进行5年以上持续监测。

（6）闭井

矿井水深井灌注工程完成后，需对灌注井场进行有序闭井，提交灌注井、灌注场地关闭计划、关闭设计，按照设计流程进行闭井及场地关闭，并在闭井期间及闭井后，继续进行持续监测。



## 图2-1 灌注层、隔离层及缓冲层及灌注井结构示意图

**三、采用国际标准的程度及水平的简要说明**

美国地下回灌技术始于20世纪30年代，最初用于油田和天然气行业。随着经济和技术的发展，地下回灌的应用涉及的方面越来越广，从最初用于油田作业，处理石油开采过程中的油田盐水和其他废液，扩展到金属制造、化学品生产、制药、农业生产等领域。随着新型环境问题的不断出现，深井地下回灌技术也在不断发展，目前地下回灌已触及各领域，回灌井分类也细分为六类。

表3-1 美国地下回灌井的分类

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **注入介质类型** | **注入地层** | **应用领域** |
| Ⅰ | 危险废物、其他工业和市政废液、放射性废物 | 所有地下饮用水源（USDW）之下。 | 炼油、金属制造业、化学品生产、制药、商业污水处理、市政污水处理和食品加工等 |
| Ⅱ | 天然气储运作业或石油天然气采掘过程产生的废液和天然气脱出的混合废水；为了提高石油和天然气的采收率而注入的液体；储存标准温度和压力下为液态的烃类化合物 | 储油地层 | 石油天然气采掘业 |
| Ⅲ | 过热蒸汽、水或其他流体 | 依矿物埋藏的深度而定 | 盐类的溶剂采掘、铀或其他金属的现场滤取、采用Frasch工艺开采硫磺矿 |
| Ⅳ | 危险性废物和放射性废物 | 地下饮用水层之下 | 该类井由于直接危害公众健康，已被禁止使用 |
| Ⅴ | 没有被以上四类井回灌废液包括的液体类型 | 根据实际需要 | 据实际需要热泵系统中空调水回灌含水层； 地表流体的排泄，主要为暴雨径流回灌地层； 含水层的补给井； 控制地面沉降的地下水回灌井等 |
| Ⅵ | CO2 | 枯竭油气藏，地下含水层等 | 应对全球气候变化 |

在美国，为保证回灌工程不会对环境造成影响，防止注入的废液转移、扩散、泄露到地下饮用水源，深井回灌技术对选址、井结构、灌注液与灌注井材料相容性、操作与监控、闭井都要严格的规范要求。

本标准建立的主要借鉴《Underground Injection Control(UIC)》管控法案中的I类井及II类井的技术规范及管理办法，结合我国实际地质条件及政府及地方环保要求尤其对矿井水治理与管理的要求，进行有针对性地研究与探讨，旨在制定出完全适合我国煤矿行业发展的，适合煤矿矿井水处理的一系列技术标准。

**四、重大分歧意见的处理经过和依据；**

无

**五、贯彻中国煤炭学会标准的要求和措施建议**

中国煤炭地质总局专门针对本项目研究成立课题组，委任杜松为项目负责人，全面负责“煤矿矿井水深井灌注技术规范”项目研究，其他项目成员分工如下表。

**表6-1人员分工表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位 | 项目分工 |
| 1 | 杜松 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 总体负责/煤矿高盐水深井灌注研究 |
| 2 | 赵岳 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 高矿化度矿井水灌注技术研究 |
| 3 | 张玉峰 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 技术相关政策法规研究 |
| 4 | 谢志清 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 专家顾问 |
| 5 | 丁晏 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 灌注水质标准研究 |
| 6 | 宋思彤 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 地层选择研究 |
| 7 | 范莹琳 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 灌注井研究/国外标准研究 |
| 8 | 车巧慧 | 中国煤炭地质总局  勘查研究总院 | 灌注井建设方法 |

根据本项标准的研究的内容，设立3个技术小组，保障项目高效进行。

**七、其他应予说明的事项。**

无。