中国煤炭学会团体标准

**《长距离、中浓度管输煤浆的技术条件》**

**编制说明**

|  |  |
| --- | --- |
| **起草单位：** | 陕西神渭煤炭管道运输有限责任公司 |
|  | 清华大学 |
|  | 中煤科工清洁能源股份有限公司 |
| **起草时间：** | 2023年5月 |

目录

[一、工作简况 1](#_Toc134282389)

[1.任务来源 1](#_Toc134282390)

[2.背景、目的、意义 1](#_Toc134282391)

[3.主编单位 1](#_Toc134282392)

[4.协作单位 2](#_Toc134282393)

[5.标准主要起草人及其所做的工作 3](#_Toc134282394)

[二、标准主要技术内容的论据 3](#_Toc134282395)

[三、主要试验（验证）的分析、综述报告 7](#_Toc134282396)

[四、采用国际标准的程度及水平的简要说明 8](#_Toc134282397)

[五、重大分歧意见的处理经过和依据 8](#_Toc134282398)

[六、贯彻中国煤炭学会标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容） 8](#_Toc134282399)

[七、其他应予说明的事项 8](#_Toc134282400)

**《长距离、中浓度管输煤浆的技术条件》编制说明**

# 一、工作简况

## 1.任务来源

中国煤炭学会中煤学会学术函【2022】11号下发了《关于中国煤炭学会2022年团体标准立项的通知》。本标准由中国煤炭学会提出并归口，由陕西神渭煤炭管道运输有限责任公司牵头起草编制，清华大学、中煤科工清洁能源股份有限公司协作编制。

## 2.背景、目的、意义

煤炭作为我国能源供应的压舱石和稳定器，其主体能源地位在未来相当长的一段时间内都不会改变。从党的十八大会议开始，就要求把生态文明建设纳入中国特色社会主义事业总体布局，强调要尊重自然生态的发展规律，在更高层次上促进生态文明建设。因此，煤炭的输送尤为重要，相较传统公路、铁路输送模式，管道输煤在清洁、无损、连续、经济等方面占据绝对优势，但管道运输对煤浆的要求极为严格，既要满足下游客户的需求，又要满足管道输送的要求，所以编制科学的中国煤炭学会团体标准《长距离、中浓度管输煤浆的技术条件》，既是推动煤炭清洁、高效的输送，更是填补了管道输煤行业产品技术条件的空白，为管道输煤行业产品质量特性检测提供参考，推进长距离管道输煤行业的发展，规范长距离、中浓度管输煤浆的术语和定义、质量要求、取样、检验和判定、产品标识、运输和储存。

## 3.主编单位

陕西神渭煤炭管道运输有限责任公司是陕西煤业化工集团全资子公司，神渭管道输煤项目是中国第一条输煤管道，同时也是当前世界上处于运营状态的唯一一条输煤管道，作为神渭管道输煤项目的建设运营单位，陕西神渭煤炭管道运输有限责任公司肩负中国管道输煤行业发展重任，神渭管道输煤项目管道全长727公里，途径4市18个县（区），全长727km，其中主管道长595km。2022年累计输送原煤478.17万吨。

标准起草人李冰一发表管道输煤、煤浆制备及煤浆检验等领域专利20篇，核心期刊3篇；标准起草人王崇峰发表煤浆制备和煤浆运输领域专利16篇，核心期刊1篇；标准起草人王东民是中国煤炭学会煤矿运输专业委员，浆体浓缩与管道输送学术委员，负责的项目多次荣获省级奖项，发表3篇论文，申请专利22项，已获得授权10项；标准起草人闫建党从事煤气化工艺技术、固液两相流理论及管道输煤技术研究工作二十余年，担任浆体浓缩与管道输送学会副秘书长，发表多篇论文及专利。标准起草团队成员均是致力于管道输煤、煤化工以及煤炭清洁高效利用等领域，经验丰富，团队成员之间各有所长、分工协作、搭配合理；团队累计申请专利91项，授权专利50项（发明7项，实用新型43项）；申请计算机软件著作权11项，已登记软件著作权9项，完成企业标准的编写和下发，多次申报地方标准和团体标准。

## 4.协作单位

（1）清华大学是中华人民共和国教育部直属的全国重点大学，位列国家“双一流”、“985工程”、“211工程”。标准起草人所在院系为土木水利学院，设有水沙科学与水利水电工程国家重点试验室、黄河研究中心等平台。标准起草人韩文亮教授长期致力于固液两相流的研究，编辑浆体管道相关书籍，所在团队先后承担或完成国家自然科学基金重点项目、国家重点研发计划和国际科技合作专项等国家级项目，发表文章52篇，文章被引用次数520余次，完成《以细颗粒浆液为载体的固液两相流管道输送研究》、《粗颗粒垂直管水力提升规律的研究》等项目，参与并提供技术指导神渭管道输煤项目的运行。标准起草人傅旭东教授所在团队先后承担或完成[国家自然科学基金](https://baike.baidu.com/item/%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%9F%BA%E9%87%91/9951549?fromModule=lemma_inlink)重点项目、国家重点研发项目等国家级项目10余项，发表SCI论文18篇，曾获第十二届中国青年科技奖。

（2）中煤科工清洁能源股份有限公司主要推广煤炭洁净高效利用技术，包括煤粉、水煤浆、煤泥洁净燃烧和制气以及“三废”处理和资源化利用。标准起草人何国锋主持和参与完成40多项纵向科研课题，其中，国家科技攻关项目、国家重点研发计划15项，研究成果达到国际先进水平的有20多项，获得省部级科技进步一等奖4项，二等奖3项，主持制定相关国家标准5项。标准起草人孙海勇长期致力于水煤浆制备与燃烧、水煤浆气化、煤炭高效利用技术的开发，发表有关水煤浆制备、煤气化等领域发明专利11项，实用新型12项，先后荣获国家知识产权局、中国煤炭工业协会、北京市等省部级科技成果奖励6项。

## 5.标准主要起草人及其所做的工作

本标准主要起草人为陕西神渭煤炭管道运输有限责任公司李冰一、王崇峰、王东民、闫建党，清华大学韩文亮、傅旭东，中煤科工清洁能源股份有限公司何国锋、孙海勇。其主要工作如下：

（1）编制标准草案、提出实施方案；

（2）组织开展标准试点工作，编制试点分析报告；

（3）提出各项技术指标及检测方法；

（4）编制标准征求意见稿及编制说明等文件。

# 二、标准主要技术内容的论据

为测试中浓度管输煤浆在长距离管道内输送时满足的技术条件，制备一批性能不同的煤浆，化验其重量浓度、密度、表观黏度、稳定性、pH、粒度分布等指标。

影响煤浆性能的关键因素之间相互交织，相互影响，具体体现在：最大粒径和最小粒径的配比影响着稳定性，极限体积浓度与重量浓度、煤粒沉降之间的摩擦、粒度级配、粒度排列有关，粒度级配、重量浓度和温度是黏度、流动性的关键影响因素。管输煤浆性能研究试验采用江苏秋林重工股份有限公司提供的MBS2436型棒磨机，钢棒材质为65Mn，钢棒尺寸分别为ᵠ75mm、ᵠ65mm、ᵠ50mm，钢棒负荷为80%，对管输煤浆的最大粒度和最小粒度、粒度级配、重量浓度等参数进行探索试验，并分别检验煤浆中煤粒的沉降状态（稳定性）和表观黏度等，直到取得适合于管道运行的参数为止。

以下为煤浆参数研究试验：

1、最大粒径和最小粒径确定依据：管输煤浆实现长距离管道输送采用往复式隔膜泵，该类型泵能通过的最大粒径为1.2mm，因此确定管输煤浆最大粒径为1.2mm，最小粒径为0.045-0mm。

2、粒度级配确定试验：拟定12组粒度级配，第一组最大粒径1.2mm含量为17%，之后逐渐下调到0%-2%范围内；最小粒径（0.045-0mm）第一组含量为0，之后逐渐增大到30%。

表2.1 粒度级配确定试验数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粒度/mm | 筛下物负累积值/% | | | | | | | | | | | |
|  | 第一组 | 第二组 | 第三组 | 第四组 | 第五组 | 第六组 | 第七组 | 第八组 | 第九组 | 第十组 | 第十一组 | 第十二组 |
| +1.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| -1.2-0.83 | 76 | 81 | 95 | 91 | 95 | 97 | 98 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| -0.83-0.425 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 88 | 90 | 94 | 98 | 98 | 99 | 99 |
| -0.425-0.3 | 55 | 61 | 66 | 71 | 74 | 78 | 80 | 83 | 85 | 86 | 87 | 90 |
| -0.3-0.15 | 49 | 52 | 55 | 58 | 61 | 64 | 67 | 70 | 72 | 74 | 76 | 80 |
| -0.15-0.075 | 17 | 22 | 27 | 32 | 37 | 39 | 41 | 44 | 46 | 48 | 50 | 54 |
| -0.075-0.045 | 5 | 10 | 15 | 20 | 23 | 26 | 28 | 30 | 33 | 35 | 38 | 43 |
| -0.045 | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 26 | 28 | 30 |
| 重量浓度/% | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 表观黏度/mPa·s | 5.1 | 6.8 | 9.9 | 14.3 | 18.6 | 21.3 | 22.6 | 33.6 | 50.4 | 71.9 | 92.5 | 124.4 |
| 稳定性 | 0.5h内快速沉降 | 1.3h内快速沉降 | 5h内基本沉降 | 10h内中速沉降，48h产生硬沉淀 | 16h内中速沉降，72h产生硬沉淀 | 24h内缓慢沉降，72h产生少量硬沉淀 | 24h内缓慢沉降，72h无硬沉淀 | 72h无硬沉淀 | | | 24h内几乎不沉降 | |

3、浓度确定试验：选取试验2中第八组粒度级配，分别配以45%、48%、51%、53%、55%、57%的重量浓度。

表2.2 重量浓度确定试验数据表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验 | 第一组 | 第二组 | 第三组 | 第四组 | 第五组 | 第六组 |
| 重量浓度/% | 45 | 48 | 51 | 53 | 55 | 57 |
| 表观黏度/mPa·s | 12.7 | 18.3 | 24.6 | 46.3 | 63.9 | 94 |
| 稳定性 | 1.5h内快速沉降 | 2h内中速沉降 | 24h内缓慢沉降，72h无硬沉淀 | | | 24h内几乎不沉降 |

4、密度、pH测试：选取试验2中第七、八、九组粒度级配和试验3中第三、四、五组重量浓度，化验管输煤浆的密度和pH值。

表2.3 密度、pH测试数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粒度/mm | 第一组 | 第二组 | 第三组 | 第四组 | 第五组 | 第六组 | 第七组 | 第八组 | 第九组 |
| 筛下物负累积值/% | | | | | | | | |
| +1.2 | 100 | | | 100 | | | 100 | | |
| -1.2-0.83 | 98 | | | 99 | | | 100 | | |
| -0.83-0.425 | 90 | | | 94 | | | 98 | | |
| -0.425-0.3 | 80 | | | 83 | | | 85 | | |
| -0.3-0.15 | 67 | | | 70 | | | 72 | | |
| -0.15-0.075 | 41 | | | 44 | | | 46 | | |
| -0.075-0.045 | 28 | | | 30 | | | 33 | | |
| -0.045 | 20 | | | 22 | | | 25 | | |
| 重量浓度/% | 51 | 53 | 55 | 51 | 53 | 55 | 51 | 53 | 55 |
| 密度/t/m³ | 1.141 | 1.142 | 1.145 | 1.144 | 1.146 | 1.15 | 1.151 | 1.152 | 1.154 |
| pH | 7.6 | 7.6 | 7.4 | 7.5 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | 7.4 |

5、环管运行试验：分别以同一粒度级配和重量浓度，在同一管径的条件下，在不同流量下进行环管试验，测定其压差，计算摩阻损失。环管水平段长280m，垂直段长20m，外径610mm，壁厚10.3mm。

表2.4 环管运行试验数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 第一组 | 第二组 | 第三组 | 第四组 | 第五组 | 第六组 | 第七组 | 第八组 | 第九组 | 第十组 | 第十一组 | 第十二组 | 第十三组 | | 第十四组 | 第十五组 | | 第十六组 | 第十七组 | | 第十八组 |
| 粒度/mm | 筛下物负累积值/% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +1.2 | 100 | | | | | | 100 | | | | | | | 100 | | | | | | | | |
| -1.2-0.83 | 98 | | | | | | 99 | | | | | | | 100 | | | | | | | | |
| -0.83-0.425 | 90 | | | | | | 94 | | | | | | | 98 | | | | | | | | |
| -0.425-0.3 | 80 | | | | | | 83 | | | | | | | 85 | | | | | | | | |
| -0.3-0.15 | 67 | | | | | | 70 | | | | | | | 72 | | | | | | | | |
| -0.15-0.075 | 41 | | | | | | 44 | | | | | | | 46 | | | | | | | | |
| -0.075-0.045 | 28 | | | | | | 30 | | | | | | | 33 | | | | | | | | |
| -0.045 | 20 | | | | | | 22 | | | | | | | 24 | | | | | | | | |
| 重量浓度/% | 51 | | 53 | | 55 | | 51 | | 53 | | 55 | | | 51 | | | 53 | | | 55 | | |
| 管径 | DN600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 流量/m³/h | 1545 | 1775 | 1545 | 1775 | 1545 | 1775 | 1545 | 1775 | 1545 | 1775 | 1545 | 1775 | 1545 | | 1775 | 1545 | | 1775 | 1545 | | 1775 |
| 压差/kPa | 16.968 | 17.489 | 15.177 | 20.996 | 19.587 | 25.095 | 13.658 | 17.674 | 14.798 | 21.547 | 19.893 | 25.198 | 13.498 | | 17.554 | 14.894 | | 21.387 | 20.112 | | 24.899 |
| 摩阻损失/kPa/m | 0.0606 | 0.0625 | 0.0542 | 0.0750 | 0.070 | 0.0896 | 0.0488 | 0.0631 | 0.0529 | 0.0770 | 0.0710 | 0.0899 | 0.0482 | | 0.0627 | 0.0532 | | 0.0764 | 0.0718 | | 0.0889 |

6、停车再启试验：选取试验2中第八组粒度级配和试验3中第四组重量浓度的煤浆，停放在管道内36h，在管道截面上中下取样，分析煤浆重量浓度梯度的变化，以1545-2000m³/h的流量重新启动环管设备，观察浆体因静置沉降状态变化所引起的有关效果。

表2.5 停车再启不同流量下摩阻损失

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 流量m³/h | 1638 | 1747 | 1952 | 1538 |
| 压差kPa | 20.208 | 19.899 | 27.633 | 15.658 |
| 摩阻损失kPa/m | 0.0722 | 0.0711 | 0.0987 | 0.0559 |

表2.6 静置前后不同流速下煤浆技术指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 流量m³/h | 位置 | 静置前 | | | 静置后 | | |
| 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 |
| 1545 | 重量浓度/% | 52.83 | 53.02 | 53.14 | 52.23 | 53.12 | 53.47 |
| 表观黏度/mPa·s | 40.9 | 47.0 | 48.2 | 41.4 | 47.3 | 50.6 |
| 1775 | 重量浓度/% | 52.87 | 53.01 | 53.13 | 52.47 | 53.06 | 53.42 |
| 表观黏度/mPa·s | 41.7 | 46.3 | 49.1 | 41.3 | 47.8 | 50.1 |

表2.7 不同静置时间煤浆重量浓度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 静置时间 | 静置期间重量浓度/% | | |
| 上 | 中 | 下 |
| 静置8h | 43.4 | 54.7 | 55.5 |
| 静置16h | 14.7 | 57.4 | 60.2 |
| 静置24h | 5.3 | 59.3 | 61.7 |
| 静置36h | 2.8 | 60.1 | 62.8 |

# 三、主要试验（验证）的分析、综述报告

1、最大粒径和最小粒径配比：粗颗粒（≥1.2mm）含量由17%逐渐下调到0，细颗粒（0.045-0mm）由0增大至30%，可以降低沉降速度，阻止煤水分选现象，逐渐增大了煤浆稳定性，通过试验得出，粗颗粒含量太多，细粒级含量太少，会加速煤水分选，稳定性不佳；粗颗粒含量太少，细颗粒含量太多，会恶化浆体流动性，因此粗颗粒含量0-2%，细颗粒含量20-25%的管输煤浆适宜长距离输送。

2、粒度级配：结合煤浆的表观黏度、稳定性，确定最佳粒度级配范围为：

表3.1 最佳粒度级配

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粒度/mm | +1.2 | -1.2-0.83 | -0.83-0.425 | -0.425-0.3 | -0.3-0.15 | -0.15—0.075 | -0.075-0.045 | -0.045 |
| 负累积产率/% | 100 | 98-100 | 90-98 | 80-85 | 67-72 | 41-46 | 28-33 | 20-25 |

3、重量浓度：重量浓度超过55%，表观黏度直线上升；重量浓度低于51%，煤浆沉降速率偏快，且管道运输经济效益不佳，因此确定最佳重量浓度范围为51-55%。

4、密度、pH：在最佳粒度级配范围和重量浓度范围内，煤浆的密度范围为1.141-1.154t/m³。结合制浆用水技术指标和管道内部材质要求，管输煤浆pH范围为7-9。

5、表观黏度和稳定性：在最佳粒度级配范围和重量浓度范围内，煤浆表观黏度为24.6-63.9mPa·s，72h静置无硬沉淀。

6、环管运行试验：根据往复式隔膜泵出口压力和站间管道距离，53%重量浓度管输煤浆输送时，设计管道输送时摩阻损失设计值为0.0522-0.0770MPa/km，在最佳粒度级配范围和重量浓度范围内，环管运行时的摩阻损失均在设计值范围内，表明标准中规定的管输煤浆技术指标满足长距离管道输送要求。

7、停车再启试验：煤浆在管道内静置沉降36h后，环管运行系统停车再启一次成功，表明煤浆的流变性和稳定性均符合设计要求，未发生堵管现象；继续稳定运行一段时间后，压差与静置前相差不大，表明系统重启后能在短时间内达到混匀的效果。因此标准中管输煤浆技术指标满足长距离管道输送要求。

# 四、采用国际标准的程度及水平的简要说明

本标准不涉及国际国外标准。

# 五、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中无重大分歧意见。

# 六、贯彻中国煤炭学会标准的要求和措施建议

本标准发布后，使用单位须对标准进行宣贯，并按新标准的实施日期执行。

# 七、其他应予说明的事项

无。