

《油井水泥增压稠化仪校准规范》 编制说明

油井水泥增压稠化仪校准规范编制组
二零二五年十二月

《油井水泥增压稠化仪校准规范》编制说明

一、任务来源

随着国家在计量管理、质量监督等方面的法规政策不断完善和更新，以及随着科技不断进步，油井水泥的使用场景不断拓展，对检验设备的性能要求以及检测方法提出不同的要求。但国内目前并没有成文的增压稠化仪校准规范，急需进行校准规范的制订以适应行业的发展。由中国国检测试控股集团股份有限公司、国家水泥质量检验检测中心负责《油井水泥增压稠化仪校准规范》的编制工作。

二、规范起草的背景、目的与意义

随着我国石油、天然气固井技术突飞猛进，石油行业在国际市场上的竞争力凸显，油井水泥的性能指标对于采油井的安全和稳定至关重要。检验设备校准规范能保证测量数据的准确性，避免因设备误差导致对水泥关键参数的错误判断以及供需双方对产品质量的异议争端。准确的设备校准结果为油井水泥的选择和使用提供科学依据，有助于提高油井的建设质量，确保水泥在不同地质条件和井下环境都能发挥良好的性能，增强油井的密封性、耐久性和安全性。

随着国家在计量管理、质量监督等方面的法规政策不断完善和更新，以及随着科技不断进步，油井水泥的使用场景不断拓展，对设备的性能要求以及检测方法提出不同的要求，所以急需进行校准规范的制订以适应行业的发展。计量校准通过提供高质量的检测设备和专业的计量校准，确保油井水泥检测设备-增压稠化仪的准确性和可靠性，从而为油井水泥的生产、施工和质量评估提供准确的数据支持。同时油井设备计量校准的技术创新和研发活动，推动了油井水泥检测设备的技术进步和升级。新的检测技术和设备的应用，提高了油井水泥检测的效率和精度，为油井水泥产业的技术创新提供了有力的支撑。但国内目前并没有成文的增压稠化仪校准规范，急需进行校准规范的制订以适应行业的发展。

三、编制原则、依据及有关标准主要内容说明

标准编制遵循“合规性、必要性、先进性、可操作性”的原则，尽可能与国际通行标准接轨，注重标准的可操作性，本规范依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1033-2016《计量标准考核规范》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。同时参考了其中国家标准 GB/T 10238-2015《油井水泥》、GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》、以及建材行业标准 JC / T 2000-2019《油

井水泥物理性能检测仪器》。

合规性：本标准符合相关法律法规、产业政策以及强制性标准的要求，根据标准文件按照 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。

必要性：随着国家在计量管理、质量监督等方面的法规政策不断完善和更新，以及随着科技不断进步，油井水泥的使用场景不断拓展，对检验设备的性能要求以及检测方法提出不同的要求。其中国家标准 GB/T 10238-2015《油井水泥》、GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》、以及美国石油协会 API SPECIFICATION 10A-2019《Cements and Materials for Well Cementing》都规定了油井水泥试验的通用方法和要求，其中涵盖了增压稠化仪的部分相关性能指标和检测方法，建材行业标准 JC/T 2000-2019《油井水泥物理性能检测仪器》规定了增压稠化仪的主要构造、技术要求以及检验方法。但国内目前并没有成文的增压稠化仪校准规范，急需进行校准规范的制订以适应行业的发展。

先进性：在实验室环境下，通过先进的计量标准器具和检测设备，能够对各种类型的增压稠化仪进行精确的校准和性能评估。开发计量校准软件和数据管理系统，通过记录和管理计量校准数据，为设备的维护管理提供数据支持。开展增压稠化仪与计量校准技术的融合研究，将先进的计量校准技术应用于增压稠化仪中，提高设备的智能化水平和自动化程度。参与行业标准的制定和修订，推动油井水泥检测设备计量校准行业的规范化和标准化发展。

可操作性：《油井水泥增压稠化仪校准规范》行业标准是基于实验研究结果，在行业内部开展广泛的咨询和协商，提出符合实际操作的标准化要求，可操作性强。

四、 规范的主要构成

本校准规范由 8 个章节和 7 个附录组成，分别为：1) 范围；2) 引用文件；3) 概述；4) 计量特性；5) 校准条件；6) 校准项目与校准方法；7) 校准结果表达；8) 复校时间间隔，以及附录 A：校准证书内页格式；附录 B：校准记录参考格式；附录 C：温度偏差校准不确定度评定示例；附录 D：压力偏差校准不确定度评定示例；附录 E：转速偏差校准不确定度评定示例；附录 F：时间示值偏差校准不确定度评定示例；附录 G：稠化时间误差不确定度评定示例

五、 规范的编制过程

预研阶段：2025 年 1 月-6 月，牵头起草单位开展了国家行业标准相关政策制度研究，并对油井水泥增压稠化仪校准规范进行实验研究并确定校准参数。

起草阶段：2025 年 7 月-9 月，对我国行业标准化相关内容进行资料收集、查阅、分析和整理等工作，再根据相关实验结果，确定标准主要技术内容和标准框架结构，JJF 1001-1998《通用计量术语及定义》、JJF 1033-2001《计量标准考核规范》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。参考了 GB/T 10238-2015《油井水泥》、GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》、以及建材行业标准 JC/T 2000-2019《油井水泥物理性能检测仪器》等标准技术要求，编写《油井水泥增压稠化仪校准规范》标准草案。

意见征集：2025 年 10 月-12 月，标准起草工作组针对立项评审意见进行了修改，并于 2026 年 1 月将《油井水泥增压稠化仪校准规范》行业标准（征求意见稿）及编制说明报送中国建材联合会，拟向同行、上下游、检验检测机构、科研院所、大专院校等相关机构进行意见征求。

2026 年 3 月召开预审会，会后根据会议意见修改征求意见稿，并于 4 月底完成并提交报批稿。

六、 主要编制说明

6.1 适用范围

油井水泥增压稠化仪(以下简称增压稠化仪)是用于测定油井水泥浆在一定的温度和压力试验条件下稠化时间和 15-30min 稠度的专用仪器。

该仪器是由一个能承受一定温度和压力的釜体、一个装有搅拌浆叶的可旋转的圆筒式浆杯和测量稠度的电位计组成。浆杯和压力釜之间的加热介质采用专用矿物油。它的工作系统包括：稠度测量、温度控制和测量、压力表、计时器及传动部分。

6.2 计量特性

增压稠化仪计量特性见表 1。

序号	计量特性	技术要求
1	温度偏差	±2℃
	压力偏差	±1.7MPa
	传动轴转速	150r/min±15r/min

	计时器偏差		$\pm 30\text{s/h}$
2	稠化时间	90~120min	不大于标准样品证书不确定度
注：以上指标不用于合格性判定，仅供参考。			

6.3 校准条件

实验室应清洁，环境温度保持 $23^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，周围无腐蚀性气体。

6.4 校准用标准器

标准器	技术要求
温度测定仪	量程 $0^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ ，分度值不大于 0.1°C
标准压力表	量程 $0\text{MPa}\sim 250\text{MPa}$ ，精确度 0.1 级
秒表	分度值不大于 0.1s
天平	量程 $0.1\text{g}\sim 500\text{g}$ ，分度值不大于 0.01
转速表	量程 $0.1\text{g}\sim 500\text{g}$ ，分度值不大于 0.01g
标准样品	稠化时间校准应采用国家有证标准样品，推荐使用 GSB 08-3910

6.5 校准项目

校准项目包括温度偏差、压力偏差、传动轴转速偏差、计时器偏差、稠化时间误差。

七、 试验验证

为对制定的标准进行试验方法验证，对目前常用的油井水泥增压稠化仪进行了大量的验证试验，并在此基础上对本规范进行了论证、补充和完善，并委托广电计量检测集团股份有限公司对本规范拟定校准方法进行验证并出具验证报告。验证试验主要包括外观检查、恒温水槽温度偏差、温度均匀度、温度波动度、使用稠化时间国家有证标准样品进行稠化时间偏差验证试验。本单位自行验证实验结果如下：

1. 以同一样品验证油井水泥增压稠化仪的重复性，实验数据如表 1 所示。

由表 1 数据得到 15-30min 最大稠度值的平均值为 20 Bc，标准偏差 0.82Bc，变异系数为 4.1%。稠化时间的平均值为 106min，标准偏差 1.20 min，变异系数为 1.1%。15-30min 最大稠度值以及稠化时间变异系数相同且满足水泥生产企业质量管理规程中的要求。在同一试验条件下试验结果重复性良好。且以本组数据进行该仪器不确定度分析，结果满足标准样品不确定度范围。但由于重复性试验

时间需求大，可操作性低，故放弃作为测定仪校准规范的计量特性。

表 1 油井水泥稠化时间重复性数据

序号	油井水泥级别	水灰比/%	15-30min 最大稠度值/Bc	稠化时间/ min
1	G 级	44	21	104
2	G 级	44	20	105
3	G 级	44	20	105
4	G 级	44	21	107
5	G 级	44	19	106
6	G 级	44	21	107
7	G 级	44	20	106
8	G 级	44	19	105
9	G 级	44	20	108
10	G 级	44	19	106

2. 温度偏差验证

用温度测量仪或标准温度计检定。将热电偶的测量端与温度仪探头（或标准温度计）平行地捆在一起放在油浴中，选择代表设备满量程的三个以上温度点进行检定。或者根据 JC/T 2000-2019 标准规定的试验方案检定 23℃、27℃、38℃、60℃、77℃和 95℃各点的温度。温度应由低至高间断地升温或恒温。注意在每次改变温度之后，至少应使温度稳定 15min，然后读取温度值，每个温度点测量三次，取平均值。实验数据如表 2 所示。

表 2 增压稠化仪稠化温度偏差验证实验数据

设定温度/℃	测试值/℃			平均值/℃	标准偏差/℃
23	22.8	23.2	23.1	23.0	0.2
27	27.1	27.2	26.9	27.1	0.2
38	38.2	38.1	38.1	38.1	0.1
60	59.9	60.3	60.1	60.1	0.2
77	77.0	77.2	76.8	77.0	0.2
95	94.8	94.7	94.8	94.8	0.1

由表 2 数据得到，设置增压稠化仪的 23℃、27℃、38℃、60℃、77℃和 95℃

各点的温度的标准偏差最小为 0.1℃，最大为 0.2℃。均匀度波动度均能满足不超过 2℃ 计量特性。

3. 增压稠化仪压力偏差验证

用标准压力表检测。检测时，打开增压稠化仪的电源开关,上紧釜盖，将标准压力表拧入增压稠化仪釜盖的热电偶螺孔中，预留半扣，打开供气阀，当釜体内充满油后拧紧标准压力表，使整个系统处于密封状态。然后打开增压泵开关，使釜体内的压力达到所要求的设定值，应依次在(17.0±1.7)MPa、(34.0±1.7)MPa、(52.0±1.7)MPa 三个点进行检测。每个压力点升压测定一次，降压测定一次，每个测量点压力值稳定 1min，读取标准压力表和被测设备显示的压力数值并记录，精确至 0.1MPa。测定的三次数据取平均值，精确至 0.1MPa。增压稠化仪压力偏差验证实验数据如表 3 所示。

表 3 增压稠化仪压力偏差验证实验数据

设定温度/MPa	测试值/MPa			平均值/MPa	标准偏差/MPa
17.0	17.2	17.1	17.2	17.2	0.06
34.0	34.2	34.3	34.1	34.2	0.10
52.0	52.2	52.4	52.2	52.3	0.11

由表 3 数据得到，设置增压稠化仪的 17.0MPa、34.0MPa、52.0MPa 三个压力值进行检测。压力值 17.0MPa 偏差为 0.2 MPa，压力值 34.0MPa 偏差为 0.2 MPa，压力值 52.3MPa 偏差为 0.3 MPa。均匀度波动度均能满足不超过 1.7 MPa 计量特性。

4. 油井水泥标样验证

规范油井水泥稠化时间校准应采用国家有证标准样品，本次验证使用标准样品由中国国检测试控股集团股份有限公司（国家水泥质量检验检测中心）研制，编号 GSB 08-3910，标准样品的标准值和不确定度及稠化时间值验证试验数据见表 4。

表 4 油井水泥稠化时间标准样品及验证数据

项目	稠化时间/ min
标准值	106
扩展不确定度 (k=2)	3

验证试验	105
	108
平均值	106

从表 4 可以得到本次标准样品验证试验得到油井水泥稠化时间 106min。与标准样品绝对误差分别为 1min 和 2min，均在标准 GB/T 10238 对油井水泥稠化时间误差要求范围内。

八、 知识产权说明

在标准的制定过程中做了大量工作，针对标准中检测项目分别进行了专利查新，本标准不涉及专利等知识产权问题。

九、 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

针对油井水泥检测的特殊性，开发定制化的计量校准设备。制造环节注重设备的质量控制和生产工艺的提升，确保每一台设备都符合计量校准的精度标准，为油井水泥检测提供可靠的硬件支持。在实验室环境下，通过先进的计量标准器具和检测设备，能够对各种类型的增压稠化仪进行精确的校准和性能评估。开发计量校准软件和数据管理系统，通过记录和管理计量校准数据，为设备的维护管理提供数据支持。

准确的检测数据是油井水泥质量控制和工程安全的关键。计量校准产业链通过提供高质量的检测设备和专业的计量校准服务，确保油井水泥检测设备的准确性和可靠性，从而为油井水泥的生产、使用和质量评估提供准确的数据支持。计量校准的技术创新和研发活动，推动了油井水泥检测设备的技术进步和升级。新的检测技术和设备的应用，为油井水泥产业的技术创新提供了有力的支撑。计量校准规范的实施，促使油井水泥生产企业更加重视检测设备的计量校准和质量控制。企业通过建立完善的计量管理体系，加强设备的定期校准和维护，提高油井水泥产品的质量稳定性。

十、 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

在标准的修订过程中进行了调研工作，本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性一致，与其他制修订的水泥及设备标准没有交叉和冲突的情况，制定本标准与目前的标准体系可相互协调，补充完善现有标准体系，并具有一定的先进性、科学性和适用性。

十一、 标准性质的建议说明

油井设备计量校准的技术创新和研发活动,推动了油井水泥检测设备的技术进步和升级。新的检测技术和设备的应用,提高了油井水泥检测的效率和精度,为油井水泥产业的技术创新提供了有力的支撑。本规范的制定为油井水泥增压稠化仪校准规范校准规范的专用标准,与其他标准没有交叉冲突的情况。制定本规范与目前的标准体系可相互协调,补充完善现有标准体系,并具有一定的先进性、科学性和适用性。

该标准作为推荐性的行业标准报批。

十二、 其他应予说明的事项

无

油井水泥增压稠化仪校准规范编制组

2025 年 12 月