

CPASE XX 000—20XX 《钢质管道涡流内检测技术规范》

编制说明

一、目的及意义

油气管道涡流内检测技术在国内外均已形成成熟的应用体系，该技术适配低压力、低流量管道以及双金属复合管等耐腐蚀合金管道的检测工况，能够实现检测器的平稳运行并获取高质量的检测数据，在新建管道基线检测、非常规工况管道定期检测、双金属复合管全周期检测等场景中应用效果显著。

随着我国油气管道网络的持续完善，双金属复合管铺设里程不断增加，低流速、低压、非标发球装置等非常规工况管道的检测需求大幅增长，涡流内检测技术的应用普及率持续提升。但现阶段国内尚未发布针对油气管道涡流内检测的专项技术标准，行业内检测单位的作业流程、设备性能选型、人员从业资质、数据处理精度、检测结果验证等环节缺乏统一的技术规范和评判依据，易造成检测施工质量管控缺失、检测数据精度不达标、检测结果无法有效支撑管道完整性评价等问题，严重制约了涡流内检测技术在管道安全管理中的应用价值。

为填补国内钢质管道涡流内检测专项标准的空白，规范涡流内检测行业的市场行为和技术实施要求，保障涡流内检测的施工质量与数据精度，统一检测全流程的技术指标和操作准则，为检测作业实施、检测结果评定、管道完整性管理提供科学、统一的技术依据，推动我国钢质管道涡流内检测技术的标准化、规范化发展，特编制本《钢质管道涡流内检测技术规范》。本规范的实施，将有效提升钢质管道涡流内检测工作的标准化水平，保障检测数据的准确性和可靠性，为油气管道的完整性评价、缺陷修复及安全运行提供重要技术支撑，对维护能源输送管道安全、防范管道安全事故具有重要的现实意义和应用价值。

二、任务来源

本标准项目由中国特种设备安全与节能促进会提出并归口，根据《中国特种设备安全与节能促进会团体标准管理办法》的相关规定，由四川德源兴能科技股份有限公司作为主要起草单位牵头开展编制工作，标准主要起草人为孙鹏。编制过程中充分征集了行业内相关单位的意见和建议，结合国内钢质管道涡流内检测的工程实践经验完成标准草案编制。

三、编制过程

1、立项调研阶段：中国特种设备安全与节能促进会管道内检测专业委员会针对国内钢质管道涡流内检测的行业现状和标准需求开展专项调研，梳理了国内涡流内检测技术的应用场景、工程实践经验及行业痛点，明确了标准编制的必要性和核心方向，提出标准立项申请并获批。

2、起草筹备阶段：确定四川德源兴能科技股份有限公司为主要起草单位，组建标准编制工作组，明确编制分工和工作进度。编制工作组系统梳理了国内外涡流内检测相关的国家标准、行业标准及技术文献，总结了国内涡流内检测在新建管道、低压力低流量管道、双金属复合管等工况下的工程实践数据，为标准编制提供了坚实的技术和实践依据。

3、草案编制阶段：编制工作组结合调研结果和工程实践，遵循 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，完成了《钢质管道涡流内检测技术规范》草案的编制，明确了标准的适用范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、检测实施准备、

内检测作业实施、检测数据分析、检测结果验证、检测报告等核心内容，确定了泡沫涡流检测器、皮碗涡流检测器的性能指标和适用工况。

4、意见征集阶段：编制工作组完成标准草案后，将通过中国特种设备安全与节能促进会向行业内相关检测单位、管道运营单位、设备研发单位等征求意见，根据反馈意见对标准草案进行修改和完善，形成征求意见稿。

四、标准编制原则

1、合规性原则：本文件严格遵循 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》的编制要求，同时与现行的钢质管道内检测、管道完整性管理、管道运行规范等国家标准(如 GB/T 27699-2023、GB 32167-2015)、行业标准(如 SY/T 5536-2016、SY/T 5922-2012)保持协调一致，确保标准的合规性和兼容性。

2、实用性原则：本文件紧密结合国内钢质管道涡流内检测的工程实践，针对陆上钢质管道、双金属复合管道的检测需求，以及低压力、低流量、高温、高压等不同工况，明确了不同类型涡流检测器的适用范围和性能要求，制定了从作业准备到报告编制的全流程可操作技术规范，确保标准的实用性和可操作性。

3、科学性原则：本文件基于涡流内检测的技术原理和工程实践数据，科学制定了检测器的性能指标、检测精度要求、数据质量验收准则和结果验证标准，明确了人员资质、设备校准、清管作业、设标跟踪等关键环节的技术要求，确保检测结果的准确性和可靠性，为管道完整性评价提供科学依据。

4、前瞻性原则：本文件在总结现有工程实践的基础上，兼顾了涡流内检测技术的发展趋势，对检测器的防爆性能、承压能力、通过能力等提出了前瞻性要求，同时将海底管道涡流内检测纳入参照适用范围，为后续技术应用和行业发展预留了空间。

5、统一性原则：本文件统一了钢质管道涡流内检测的术语和定义、设备分类及性能指标、作业流程及技术要求、数据分析及报告编制规范，解决了行业内检测标准不统一、操作不规范的问题，实现了涡流内检测全流程的技术标准化。

五、框架结构和主要内容

(一) 框架结构

本文件采用国家标准规范的通用框架结构，整体分为正文、附录、编制说明三部分，正文共设 9 个章节，另含 3 个规范性附录，编制说明共设十三项内容。具体框架如下：

1、正文：范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、检测实施准备、内检测作业实施、检测数据分析、检测结果验证、检测报告；

2、规范性附录：附录 A 清管阀发球作业程序；

3、编制说明：目的及意义、任务来源、编制过程、标准编制原则、框架结构和主要内容、确定依据、对比情况、标准的关系、依据、处置、建议、事项。

(二) 主要内容

1、范围：明确了本文件的技术要求适用范围为陆上钢质管道及双金属复合管道的涡流内检测，海底管道涡流内检测可参照执行，同时界定了标准覆盖的核心环节包括一般要求、设备选择、人员资质、检测准备、作业实施、数据分析、结果验证及报告编制。

2、规范性引用文件：列出了本文件引用的现行国家标准、行业标准，包括钢质管道内检测、

管道完整性管理、管道防腐、清管阀、管道运行、缺陷评价等方面的标准，明确了引用文件的版本适用规则。

3、术语和定义：界定了涡流内检测、通过性检测、高低压 / 高低流速管道、压差、清管阀、设标等 13 个核心术语的定义，统一了行业内的术语表述。

4、一般要求：明确了检测单位及人员的资质要求（检测机构需不少于 8 名认证工程师，核心岗位需持涡流内检测工程师证书），规定了涡流内检测的通用工况要求、设备调试、清管作业、压力监测、保密要求等内容，区分了泡沫涡流检测器和皮碗涡流检测器的适用工况。

5、检测实施准备：提出了检测设备的选择及性能要求，明确了检测器的通过能力、承压能力、防爆性能等通用要求，分类规定了泡沫和皮碗涡流检测器的传感器参数、缺陷检出能力；要求开展管道调查与信息收集，编制包含检测目的、清管方案、应急预案等内容的检测方案。

6、内检测作业实施：制定了检测作业区域布置、踏勘设标与跟球、检测前清管、管道通过性检测、涡流检测作业的具体技术要求，明确了发球、收球的作业流程和安全要求，规定了检测数据质量验收准则和现场服务报告的提交要求及内容。

7、检测数据分析：要求先对检测数据进行质量检查和预处理，对严重缺陷点及时报告，规定了检测预报告（初版报告）和终版报告的提交时间及核心内容。

8、检测结果验证：明确了验证点的选择原则（每百公里不少于 5 个，单连续检测段不少于 2 个）、验证过程的操作要求，规定了验证报告的核心内容，明确了检测结果不合格的整改措施。

9、检测报告：确定了涡流检测终版报告由内部金属损失检测报告、检测数据特征总表、用户端软件三部分组成，详细规定了各部分的具体内容和编制要求。

10、规范性附录：制定了发球筒发球、清管阀发球、收球的标准化作业程序，明确了各环节的操作步骤和技术要求，保障现场作业的规范性和安全性。

六、确定依据

1、适用范围确定依据

基于国内涡流内检测技术的主要应用场景为陆上液体、气体及混输钢质管道和双金属复合管道，海底管道涡流内检测应用尚未形成规模化工程实践，因此将陆上管道作为直接适用范围，海底管道作为参照适用范围。

2、设备要求确定依据

结合国内工程实践，泡沫涡流检测器适配 U 型管道、低流速 / 低压管道等工况，皮碗涡流检测器适配高温、高压、高流速管道等工况，据此区分两类检测器的适用范围；同时根据管道检测的实际需求，确定了检测器的通过能力（1.5D 弯头、20% OD 直管道变形）、传感器参数及缺陷检出精度等性能指标。

3、人员资质确定依据

为保障检测工作的专业性，结合行业内检测机构的人员配置现状，确定检测机构需配备不少于 8 名经中国特种设备安全与节能促进会管道内检测专业委员会认证的涡流内检测工程师，核心管理和技术岗位需持相应工程师证书。

4、作业流程确定依据

依据 GB/T 27699-2023《钢质管道内检测技术规范》的核心要求，结合涡流内检测的技术特点，制定了清管、通过性检测、设标跟球、发球收球、数据分析、结果验证的全流程作业规范，确保与

现有内检测标准的协调性。

5、检测精度确定依据

基于国内涡流内检测的工程实践数据和设备研发水平，确定了金属损失、针孔类缺陷的检测阈值和量化精度，以及特征定位的轴向、周向精度要求，兼顾了检测技术的实际水平和管道完整性评价的实际需求。

6、数据质量验收确定依据

根据不同管道的安全风险等级（首次检测 / 高风险管道、已检测且运行良好管道），区分制定了数据丢失、传感器噪声、数据降级等指标的验收准则，确保检测数据能够有效支撑管道完整性评价。

附表 1 相关技术参数编制依据

技术参数	编制依据	来源类型
1. 5D 弯头通过能力	中国船级社认证报告	第三方认证
20%OD 变形通过能力	中国船级社认证报告	第三方认证
常规承压能力	中国船级社认证报告	第三方认证
10MPa 压力限值	中航光电航空插头规格	市场调研
检测精度指标	GB/T 27699 附录 B. 2. 4	国家标准
检测精度指标	中国船级社测试报告	第三方测试
针孔缺陷量化精度	我司专项验证结果	企业测试
0. 5MPa 背压	我司发球测试数据	企业测试



格式/Form: CP0806R12

中国船级社质量认证有限公司
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY CERTIFICATION CO., LTD.

产品试验证明

CERTIFICATE OF PRODUCT TEST

编号: S02307003

兹证明根据本机构及申请人要求,按照下述产品标准和技术要求,本机构对下列产品进行了检查和评价,结果符合
要求,特予以证明。

This is to certify that according to the requirements of CCS and the applicant, according to the following product standards and technical requirements, this institution has inspected and evaluated the following products, and the results meet the requirements. We hereby certify that they meet the requirements.

申请人/地址
APPLICANT/ADDRESS
四川德源管道科技股份有限公司
成都市高新区益州大道北段777号中航国际交流中心A座1801
Room 1801, Block A, AVIC Centre, No.777, Yizhou Avenue North Section, High-Tech Zone, Chengdu, Sichuan, China

产品名称/型号/规格 (产品明细见附表)
DESCRIPTION/MODEL/SPECIFICATIONS (FIND NEXT PAGE PRODUCT DETAILS)

PIGPRO® 管道电磁满流内检测系统/ DNS50-DN1200
PIGPRO® Electromagnetic Eddy Current Pipeline I.I System/ DNS50-DN1200

制造商/地址
MANUFACTURER/ADDRESS
四川德源管道科技股份有限公司
成都市高新区益州大道北段777号中航国际交流中心A座1801
Room 1801, Block A, AVIC Centre, No.777, Yizhou Avenue North Section, High-Tech Zone, Chengdu, Sichuan, China

生产厂/地址
FACTORY/ADDRESS
四川德源管道科技股份有限公司
成都市高新区益州大道北段777号中航国际交流中心A座1801
Room 1801, Block A, AVIC Centre, No.777, Yizhou Avenue North Section, High-Tech Zone, Chengdu, Sichuan, China

试验项目及结果/Test items and results: 详见附表/See the attached page for details

试验地点/Test site: 成都 Chengdu

本机构依据与中国船级社签订的《PIGPRO® 管道电磁满流内检测系统》(编号: CJS-T-101), 对申请产品名称及型号为 PIGPRO® 电磁满流内检测系统/ DNS50-DN1200 的上述产品进行了见证和检查审核。

CCSC witnessed and report review the above name for PIGPRO® Pipeline Electromagnetic Eddy Current Pipeline I.I System (DNS50-DN1200) and the above test item(s) for model product according to "Test outline for PIGPRO® Electromagnetic Eddy Current Pipeline I.I System (No. CJS-T-101)" for mutual confirmation between CCSC and the applicant.

兹证明: 成都型号为 PIGPRO® 电磁满流内检测系统/ DNS50-DN1200 的上述产品的上述试验项目的试验结果符合《PIGPRO® 管道电磁满流内检测系统》(编号: CJS-T-101) 的要求。

This is to certify that the above name for PIGPRO® Electromagnetic Eddy Current Pipeline I.I System (DNS50-DN1200) and the test result of the above test item(s) for model product comply with the requirements of "Test outline for PIGPRO® Electromagnetic Eddy Current Pipeline I.I System (No. CJS-T-101)".

签发地点: 北京
Issued at Beijing

签发机构: 中国船级社质量认证有限公司
Issued by China Classification Society Certification Co., Ltd.

签发日期: 2023 年 12 月 7 日
Issued on December 7, 2023

本证书的有效性依赖于获证方在获证时的工作符合获证时的工作要求, 若本证书所获证产品的设计发生变更, 应重新提交本证书, 以便本机构进行审核。获证方应遵守本证书所获证产品的技术要求, 并应遵守本证书所获证产品的技术要求, 并应遵守本证书所获证产品的技术要求, 并应遵守本证书所获证产品的技术要求。

产品明细/技术规格 Product details/Technical specifications

类型 Item	内容 Contents	参数 Parameter
单个探头参数 Parameter of single probe	能识别 20×20×1mm 金属损失的最大提高值 Max. lift off value that 20×20×1mm metal loss can be detected	20mm
	在 90%置信度下, 探头缺陷深度量化精度 Depth sizing accuracy of probe (90% certainty)	±1.3mm
	在 90%置信度下, 探头缺陷长度量化精度 Length sizing accuracy of probe (90% certainty)	±11mm
检测系统参数 System parameter	检出缺陷类型 Defect that detectable	一般金属损失、坑状金属损失、轴向沟槽、环向沟槽、轴向沟槽、环向沟槽、针孔缺陷 General, pitting, axial grooving, circumferential grooving, axial slotting, circumferential slotting, pinhole
	POD=90%时的普通内壁缺陷检测阈值(深度) Detection threshold (POD=90%)	1mm
	普通内壁缺陷报告阈值(深度) Anomaly reporting threshold (Depth)	10mm
	检出率 (POD)	≥90%
	识别率 (POI)	≥90%
	置信度 Certainty	≥90%
	在 90%置信度下, 检测系统缺陷长度量化精度 Length sizing accuracy of system (90% certainty)	±12mm
	在 90%置信度下, 检测系统缺陷宽度量化精度 Width sizing accuracy of system (90% certainty)	±11mm
	在 90%置信度下, 检测系统缺陷深度量化精度 Depth sizing accuracy of system (90% certainty)	±1.3mm
	在 90%置信度下, 检测系统缺陷轴向定位精度 System accuracy of distance to adjacent girth weld (90% certainty)	±0.014m

No. A 00048530

第 2 页 共 3 页 Page 2 of 3

格式/Form: CP0806R12

在 90%置信度下, 检测系统缺陷轴向定位精度 System accuracy of circumferential position (90% certainty)	±5°
耐水压性能 Max. water pressure resistance	10MPa

格式/Form: CP0806R12

在 90%置信度下, 检测系统缺陷轴向定位精度 System accuracy of circumferential position (90% certainty)	±5°
耐水压性能 Max. water pressure resistance	10MPa
可通最小弯头尺寸 Min. radius of bend through capacity	1.5D 90°弯头 1.5D 90° bend
可通管道凹陷尺寸 Max. deformation through capacity	20% OD (管道外径)
可适应高温环境温度 Max. temperature	90°C

试验项目及结果 Test items and results

序号 No.	试验项目 Test item	见证方式 Method	试验结果 Result
1	单个探头性能试验 Single probe performance	现场见证 Field verification	合格 Pass
2	检测系统缺陷检测性能试验 System defect inspection performance	现场见证 Field verification	合格 Pass
3	检测系统耐水压性能试验 System water pressure resistance	现场见证 Field verification	合格 Pass
4	检测系统弯头通过能力试验 System bend through capacity	现场见证 Field verification	合格 Pass
5	检测系统管道凹陷通过能力试验 System dent through capacity	现场见证 Field verification	合格 Pass
6	检测系统耐高温能力试验 System Max. temperature	现场见证 Field verification	合格 Pass

七、对比情况

本文件是国内首部针对钢质管道涡流内检测的专项团体标准，目前国内尚无同类型专项标准，与现行的钢质管道内检测相关标准相比，具有以下特点：

1、针对性更强：现行标准如 GB/T 27699-2023《钢质管道内检测技术规范》为通用内检测标准，涵盖漏磁、超声、涡流等多种检测方法，本文件聚焦涡流内检测技术，针对其技术特点和应用工况制定了专项技术规范，内容更具体、针对性更强。

2、设备分类更细致：本文件根据工程实践将涡流内检测器分为泡沫涡流检测器和皮碗涡流检测器，详细区分了两类检测器的适用工况、传感器参数、缺陷检出能力，解决了通用标准中涡流检测设备分类模糊的问题。

3、工况适配更全面：本文件针对低压力、低流量、高温、高压、U 型管道、双金属复合管等不同工况，明确了相应的检测设备选择和作业技术要求，适配了国内涡流内检测的主要应用场景。

4、作业流程更具体：本文件制定了发球筒、清管阀的标准化发球作业程序和收球作业程序，明确了设标跟球、清管、通过性检测的具体技术要求，为现场作业提供了可操作的标准化流程。

与国外相关涡流内检测标准相比，本文件充分结合了国内钢质管道的管网特点、运行工况和工程实践经验，在设备性能指标、作业流程、人员资质等方面更贴合国内行业现状，同时兼顾了与国际先进技术标准的协调性，确保检测技术要求与国际接轨。

八、标准的关系

1、上位标准：本文件遵循 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》的编制要求，其技术要求不得与国家法律、行政法规及强制性国家标准相抵触。

2、引用标准：本文件规范性引用了 GB/T 27699-2023、GB 32167-2015、GB/T 23257-2017 等国家标准和 SY/T 5536-2016、SY/T 5922-2012 等行业标准，本文件的技术要求与引用标准保持协调一致，对引用标准中未明确的涡流内检测专项技术要求进行了补充和细化。

3、平行标准：本文件为钢质管道内检测的专项标准，与漏磁、超声等其他内检测技术的相关标准为平行关系，共同构成钢质管道内检测的标准体系，为不同检测技术的实施提供各自的技术依据。

4、参照标准：本文件将海底管道涡流内检测纳入参照适用范围，后续可根据海底管道的检测实践，在本文件基础上制定专项的海底管道涡流内检测技术标准。

九、依据

本文件的编制主要依据以下几方面内容：

1、国家标准化管理规定：遵循 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》的编制要求，确保标准的格式、结构和表述符合国家标准规范。

2、现行相关标准规范：引用并遵循钢质管道内检测、管道完整性管理、管道运行、缺陷评价、清管阀等方面的现行国家标准和行业标准，确保本文件的技术要求与现有标准体系协调一致。

3、工程实践经验：总结了四川德源兴能科技股份有限公司等单位在新建管道基线检测、低压力低流量管道检测、双金属复合管检测、非标发球装置管道检测等方面的工程实践经验和数据，确保标准的实用性和可操作性。

4、行业技术需求：基于国内钢质管道涡流内检测行业的标准化需求，针对行业内存在的检测

标准不统一、操作不规范、数据精度无统一要求等问题，制定了相应的技术规范和指标要求。

十、处置

本文件中部分内容可能涉及专利，本文件的发布机构中国特种设备安全与节能促进会不承担识别专利的责任。对于标准实施过程中涉及的专利问题，由专利权利人及使用方自行协商解决，本文件的发布和实施不构成对任何专利的许可或侵权认定。

十一、建议

1、标准宣贯：建议中国特种设备安全与节能促进会组织开展本标准的宣贯工作，面向行业内的管道运营单位、检测机构、设备研发单位等进行标准解读和培训，确保相关单位准确理解和掌握标准的技术要求和操作规范。

2、配套资料编制：建议编制与本标准配套的操作指南和应用案例集，结合工程实践对标准中的关键技术要求 and 作业流程进行详细解读，为现场作业提供更具体的技术指导。

3、技术交流与合作：建议组织行业内的技术交流和研讨活动，分享涡流内检测技术的应用经验和发展成果，推动检测机构、管道运营单位和设备研发单位的合作，促进涡流内检测技术的创新和升级。

4、人员培训与认证：建议依托中国特种设备安全与节能促进会管道内检测专业委员会，开展涡流内检测工程师的培训和认证工作，提升行业从业人员的专业素质和技术水平，保障标准的有效实施。

建议本文件发布实施后，由中国特种设备安全与节能促进会牵头，组织相关单位对标准的实施情况进行跟踪和评估，及时收集行业内的反馈意见和应用过程中发现的问题。根据技术发展和工程实践的需要，适时对本标准进行修订和完善，确保标准的时效性和科学性，更好地服务于钢质管道涡流内检测行业的发展和油气管道的安全运行。

十二、事项

本文件编制过程中，已充分梳理了国内外相关标准和工程实践经验，征求了行业内相关单位的意见和建议，无重大分歧意见和需要特别说明的事项。

十三、申请征求意见

经过编制组的共同努力，团体标准《钢质管道涡流内检测技术规范》已完成征求意见稿等征求意见文件，具备了征求意见条件，请主管部门审查并组织向社会征求意见。