

“海工联盟会标”水下管汇 产品认证实施专用规则

Special certification implement rules for subsea structures and manifolds
of CODIA monogram

2026-09-30 发布

2026-10-15 实施

中国船级社质量认证有限公司

目 次

Contents

1. 目的	1. Objective
2. 范围	2. Scope
3. 引用文件	3. Normative references
4. 术语、定义和缩略语	4. Terms, definitions and abbreviations
5. 认证依据/模式/单元	5. Basis for certificate/Certificate mode /Certificate unit
6. 认证基本环节	6. Basic procedure for certificate
7. 认证实施	7. Certification implement
8. 主要原材料和关键零部件清单及质量 要求	8. Main material and key component checklist and quality requirements
9. 认证证书	9. Certificate
10. 认证标志的使用	10. Usage of certificate marks
11. 认证时限	11. Certificate duration
12. 认证收费	12. Certificate fees

前 言

Foreword

本规则根据公司文件《GI2001技术文件管理须知》要求，并基于国家标准GB/T 21412.15-2017《石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第15部：水下结构物及管汇》的要求编制。

本规则起草单位：合格评定技术研究院

本规则主要起草人：刘芝娜

1 目的

本规则规定了“海工联盟会标”水下管汇产品认证的认证模式及流程、认证的实施、认证证书等要求，旨在确保“海工联盟会标”水下管汇产品认证工作规范有效地实施。

2 范围

本规则适用于中国深远海海洋工程装备技术产业联盟“海工联盟会标”的水下管汇产品或其他同等产品的认证。

本产品认证实施专用规则应与中国船级社质量认证有限公司（下文简称“本机构”）《PCR-000000产品认证实施通用规则》（下文简称“通用规则”）一起使用。

3 引用文件

引用文件未注明日期，其最新版本适用于本规则。

(1) ISO 9712: 2021 无损检测 人员资格鉴定与认证

(2) ISO 10423: 2022 石油和天然气工业.钻井和开采设备.井口设施和采油树设备

(3) ISO 10474: 2013 钢和钢制品-检验文件

(4) GB/T21412.1-2010 石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第1部分：一般要求和推荐做法

(5) GB/T 21412.15-2017 石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第15部：水下结构物及管汇

(6) GB/T 22513-2023 石油天然气钻采设备井口装置和采油树

(7) GB/T 9445-2024 无损检测 人员资格鉴定与认证

4 术语、定义和缩略语

通用规则的术语和定义适用于本专用规则。

4.1 术语和定义

4.1.1 水下管汇

水下管汇是由主管、支管、阀门、控制单元、分配单元、连接单元等组成的复杂系统。水下管汇主要是用来分配、控制管理石油和天然气的流动，其安装在海底井群之间，将数口油气井的油气集中起来，再通过一条输油管线混合油气流，送到最近的油气生产平台或岸上基地做进一步处理。

4.2 缩略语

4.2.1 DBB 双截断泄放阀（double block and bleed valve）

4.2.2 DIB 双隔离泄放阀（double isolation and bleed valve）

4.2.3 EFAT 扩展出厂验收试验（extend factory acceptance testing）

- 4.2.4 FAT 出厂验收试验 (factory acceptance test)
- 4.2.5 FMECA 故障模式影响与危害度分析(failure mode, effects and criticality analysis)
- 4.2.6 HAZOP 危险与可操作性分析 (hazard and operability study)
- 4.2.7 PSL3G 产品规范等级 (production specification level) 3G
- 4.2.8 QT 质量鉴定试验 (quality test)
- 4.2.9 ROV 水下机器人 (remotely operated vehicle)
- 4.2.10 SCM 水下控制模块 (subsea control module)
- 4.2.11 SIT 系统完整性试验 (system integration test)
- 4.2.12 SEM 水下电子模块 subsea electronic module

5 认证依据/模式/单元

5.1 认证依据

GB/T 21412.15-2017 石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第15部：水下结构物及管汇

DIN EN ISO 13628-15: 2012-01 石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第15部：水下结构物及管汇

5.2 认证模式

单件单批：设计评估+试验+工厂审查+制造检验

产品认证模式与认证证书及标志对照表

认证模式	证书及标志
单件/单批产品认证	单件/单批产品认证证书， 该件/批产品授予“产品认证”标志  

注：认证不能免除项目业主方按海工规范开展的第三方检验。

5.3 认证单元划分

水下管汇原则上按工作原理、主要结构形式（丛式管汇、基盘式管汇、管道终端管汇）、技术参数（如压力等级等）、主要组件、基础结构、支撑结构、安装场地的不同划分单元。

同一申请方，不同地域生产场地的产品作为不同的认证单元

6 认证基本环节

6.1 单件单批认证工作流程

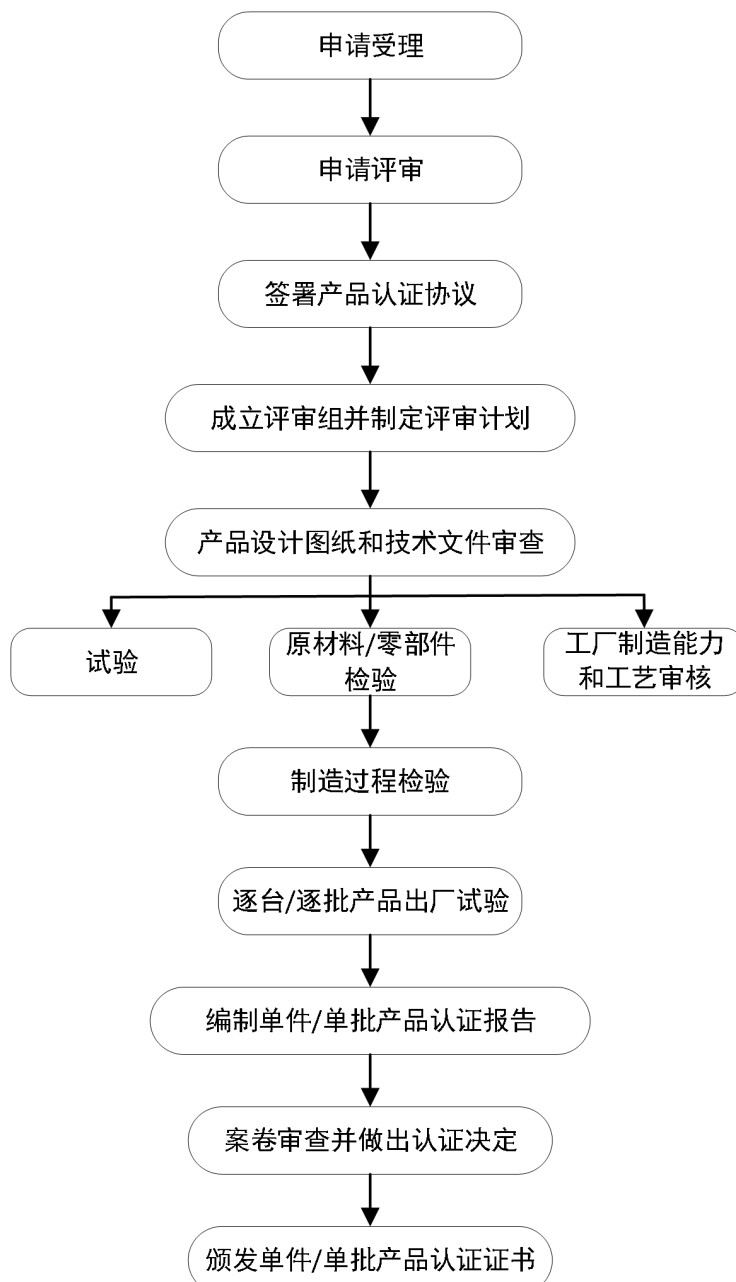


图3 单件单批认证流程图

7 认证实施

7.1 认证申请

申请方应提供产品认证相关的资料。根据认证工作的需要，认证评审人员可要求申请者提供其他证据资料。包括但不限于如下内容：

- 1) 产品认证申请书
- 2) 技术资料清单

本条款规定的资料内容仅为技术部分，基本信息应提供的内容见通用规则内相关内

容要求。根据认证工作的需要，认证评审人员可要求申请者提供其他证据资料。包括但不限于如下内容：

序号	项目	管汇
1	产品基本信息	√
1.1	产品名称、型号、规格及主要用途。	√
1.2	产品的工作原理、结构特点和性能参数。	√
1.3	产品的设计、制造和检验标准。	√
2	产品技术资料	
2.1	产品适用的技术标准；	√
2.2	产品总体说明书，详细阐述水下管汇的产品规格、设计思路、原则、方法以及主要特点，包括设计背景、设计目标、设计依据、设计方案、数据表等内容；	√
2.3	产品设计图纸，主要部件图纸、零部件和材料清单等；	√
2.4	装配图、水下管汇的安装现场总布置图、防腐布置图	√
2.5	水下管汇所使用的所有材料（如阀门、过球指示器、连接器、管线、流量计、密封件、压力传感器、水下控制模块等）设备规格书、材质规格书、制造规格书及质量证明材料；	√
2.6	设计计算书 (包括但不限于结构分析、管路计算分析、材料选择分析、防腐、管理流体计算、吊装计算书)	√
2.7	风险评估/分析报告：包括故障模式影响与危害度分析 FMECA、危害识别（HAZID）、危害与可操作性分析(HAZOP)等。	√
2.8	仿真验证报告：含模型验证资料、计算底稿、设计优化记录	√
2.9	主要工艺图纸及及过程质量控制文件；	√
2.10	试验程序及验收标准、试验大纲（包括质量鉴定试验、出厂验收试验、系统完整性试验等）	√
2.11	外观标志及说明	√
2.12	操作维护手册及完工文件	√
3	基础结构、支撑结构相关技术资料	
3.1	防沉板基础	√

3.1.1	防沉板总体布置和细节图	√
3.1.2	预装配防沉板总装及细节图	√
3.1.3	预装配防沉板涂覆和标示图	√
3.1.4	预装配防沉板水下机器人（ROV）接口图	√
3.1.5	防沉板的承载力、滑移、沉降、扭转和贯入能力计算报告；	√
3.1.6	防沉板强度计算报告；	√
3.1.7	设计基础规格书；	√
3.1.8	结构材料规格书；	√
3.1.9	其他需要的图纸	√
3.2	吸力桩基础	
3.2.1	吸力桩结构图	√
3.2.2	吸力桩涂覆和标示图；	√
3.2.3	吸力桩承载能力、贯入能力和抗拔力计算报告	√
3.2.4	吸力桩强度分析报告（包括屈曲分析）	√
3.2.5	设计基础规格书；	√
3.2.6	结构材料规格书	√
4 过程控制文件		
4.1	采购主要部件验收标准（如：高强度耐腐蚀材料、面漆、密封材料、阀门组、管线、连接器、压力传感器、水下控制模块、流量计、过球指示器等）	√
4.2	主要原材料和关键零部件供应商清单	√
4.3	制造、装配工艺规程（包括表面喷砂处理、成型与弯制、焊接组装、热处理、防腐等）	√
4.4	主要生产设备清单	√
4.5	实验室资质（如有时）	√
4.6	检验/试验设备清单（包括设备型号、校准情况等）	√
4.7	水下管汇生产安装过程检验规程、检验点、检验方法和要求	√
4.8	产品标识情况及可追溯性规定	√
4.9	产品质量和不合格品控制程序	√
4.10	产品包装、贮存、使用规定	√
4.11	产品标识情况及可追溯性规定	√

4.12	安装方案（包括安装程序、人员安全和环境保护计划措施、人员资格和技能要求、安装过程中检测点、测量及检验要求、试验程序及检验清单、质量记录和质量记录保存程序）	√
4.13	操作维修手册（包括维护计划、检验间隔、日常维护项目、与运行程序或维护措施有关的安全要求、环境保护措施、所需的专门工具和设备、人员资格和技能要求、操作指南、质量记录和质量记录保存程序）	√
4.14	回收程序、退役要求和限制	√
5 质量管理体系文件		
5.1	质量管理体系认证证书（如 ISO 9001）	√
5.2	质量管理手册、程序文件及作业指导书。	√
5.3	质量控制记录和检验报告，包括产品制造过程中的关键质量控制点记录。	√
6 安全和环境体系文件		
6.1	产品安全认证证书或相关安全测试报告。	√
6.2	环保认证证书或相关环保测试报告。	√
6.3	产品在海洋环境下运行的特殊安全和环境要求证明文件。	√
6.4	其他证明文件	√
6.5	如果产品涉及专利或知识产权，提供相关证明文件。	√
6.6	如果产品已在其他国家或地区以及其他认证机构获得认证，提供相关认证证书或测试报告。	√

注 1：在资料的提供过程中，可协商提供形式，并得到双方书面认可。

注 2：试验程序/大纲等应通过本机构的批准。

7.2 申请评审

认证评审人员对申请方提交的《产品认证申请书》和相关资料进行申请评审。

7.3 签署产品认证协议

按照通用规则的相关规定执行。

7.4 成立检查组并制定计划

项目管理人员指派人员成立检查组，检查组长负责制定计划。

7.5 设计评估

7.5.1 设计评估准则

对产品设计所选用的标准、规范、方法、原理、假设等的充分性和适宜性进行评估。

水下管汇设计评估内容通常涉及多个方面,以确保其在实际海洋环境中的安全性、可靠性和高效性。对设计文件的符合性进行审查,并给出审查意见,确保设计文件的安全性、合规性。

7.5.2 设计完整性核查

对申请方提交的设计文件的完整性进行核查,包括图纸、计算书和其他技术资料,要求在设计上不漏项。

图纸和技术文件应符合下列要求:

- (1) 图纸的绘制、修改、标注应符合通行的准则;
- (2) 应是以适当方法复制的正式设计或施工图纸。图面应保证清晰,且重要图样的实际比例还应保持所标注的绘制比例;
- (3) 全部图纸和技术文件应以最终提交的、经过批准的有效文本为准;
- (4) 提交图纸和技术文件者应对提交图纸和技术文件具有的合法拥有权;如提交的系专利图纸,应是该专利拥有者,否则应经专利拥有者书面同意。申请方应对所提交图纸、技术资料的合法性负责。

7.5.3 设计评估关键要素

7.5.3.1 技术符合性评估:对水下管汇的设计方案进行全面的审查,评估其是否符合国内外相关的行业标准和规范,以及产品技术规格书要求,确保设计的安全性、可靠性及合规性。

7.5.3.2 技术可行性评估:评估设计中所采用的技术是否成熟、可靠,是否能够满足海洋油气开采的实际需求。同时,应审查设计中是否存在技术难题或潜在风险。

7.5.3.3 结构稳定性与环境适应性评估:对水下管汇的结构设计进行详细的分析和评估,包括其承载能力、抗震性、抗风浪性等方面。对水下管汇设计的环境适应性进行评估,包括装置在高盐度、高湿度、强风浪等恶劣环境下的耐腐蚀性和稳定性。

7.5.3.4 操作便捷性评估:审查设计的操作流程是否合理、简便,是否方便操作人员进行日常操作和维护。评估还应考虑到操作人员的技能和经验水平,确保设计符合实际操作需求。

7.5.3.5 安全控制系统评估:对设计中的安全控制系统进行重点审查,包括安全阀、压力控制系统等。评估这些系统是否能够在紧急情况下迅速响应,并有效防止事故的发生。

7.5.4 仿真验证报告审查

7.5.4.1 一般规定

7.5.4.1.1 根据审查需要,要求申请方提供仿真模型文件、计算底稿进行复核,或要求对特定环节进行补充仿真验证;对于仿真验证存在重大缺陷、结果不可靠或未完成规定仿真验证的设计方案,应判定设计审查不合格,要求申请方整改后重新提交。

7.5.4.1.2 水下管汇在设计阶段应开展系统性仿真验证工作,仿真验证应贯穿概念设计、详细设计及设计优化等全流程,作为设计方案可行性、安全性及可靠性的核心验证依据。仿真验证结果应形成正式报告,纳入设计审查资料清单,与其他设计文件一同提交认证机构审查。

7.5.4.1.3 仿真验证应基于水下管汇实际应用的海洋环境、作业工况及设计参数开展,采用经行业认可、具备有效性验证的仿真软件及方法。仿真模型的假设条件、边界条件、参数选取应与实际工程应用一致,并在仿真报告中明确说明,确保仿真结果真实、准确、可追溯。

7.5.4.2 仿真验证范围

水下管汇设计仿真验证应至少覆盖以下核心系统及环节,本机构可根据管汇复杂度、应用水深、作业环境风险等级,要求调整仿真验证范围:

- (1) **结构力学仿真:** 包括管汇本体、支撑结构(吸力桩、防沉板等)、连接器、阀组等关键部件的结构强度、刚度、抗疲劳性、抗外压特性及稳定性;重点验证在设计水深、海流载荷、安装/回收工况、温度变化下的结构完整性,以及提升装置、保护结构的抗冲击、抗拖拉载荷能力。
- (2) **流体力学仿真:** 包括生产管线、液控及化学药剂管线的流体流动特性、压力损失、流量分配、冲蚀磨损、清管通球可行性等;重点验证管线内流体流动稳定性,以及特殊工况下的流体响应特性。
- (3) **密封性能仿真:** 包括阀门密封面、连接器密封结构、法兰接口等关键密封部位的密封性能;重点验证在设计压力、温度循环、介质腐蚀环境下的密封可靠性,以及防止海水侵入、介质泄漏的能力。
- (4) **阴极保护仿真:** 包括管汇本体及附属结构的阴极保护系统有效性;重点验证牺牲阳极的电流分布、保护范围及设计寿命内的保护效果,确保结构件满足防腐要求。
- (5) **安装与操作仿真:** 包括管汇海上安装、就位、回收过程的力学特性,ROV/潜水员作业通道可达性,吊耳受力合理性,干涉情况等;重点验证安装过程的安全性、操作便捷性及与配套工具的兼容性。

7.5.4.3 仿真验证要求

- (1) **模型建立要求**

仿真模型应准确反映水下管汇的实际结构、材料特性、连接方式及系统耦合关系，关键部件的模型参数应基于产品手册、试验数据或行业标准确定，不得采用无依据的经验参数。

建立的仿真模型应进行模型验证，可通过与缩尺试验、同类工程实际数据对比的方式，验证模型的准确性和有效性，模型误差应控制在行业认可范围内，验证过程及结果应纳入仿真报告。

(2) 指标验证要求

仿真验证结果应与设计指标进行定量对比，所有仿真指标应满足本规则及产品设计规格书的要求。关键指标的仿真结果，应保留详细的计算过程、曲线图表和数据记录，确保可追溯、可复核。

对于未达到设计指标的项目，应分析原因并对设计方案进行优化，直至仿真验证结果合格。

(3) 优化设计要求

仿真验证应作为设计优化的核心手段，针对仿真中发现的结构薄弱点、流体流动瓶颈、密封风险、安装干涉等问题，及时调整设计方案，并重新开展仿真验证，直至满足要求。设计优化过程应形成完整记录，明确优化原因、措施及前后仿真结果对比，纳入仿真报告和设计修改文件。

7.5.4.4 仿真报告要求

仿真验证完成后应编制正式的仿真验证报告，报告应内容完整、数据详实、结论明确，至少包括以下内容：

- (1) 仿真验证任务概述：包括验证目的、范围、依据（本规则、设计规格书、行业标准等）；
- (2) 仿真模型说明：包括软件名称及版本、模型建立思路、系统组成及耦合关系、参数选取依据、模型验证过程及结果；
- (3) 工况设置：包括各类工况的边界条件、假设条件、触发条件及模拟内容；
- (4) 仿真过程及结果：包括各类工况下的计算过程、关键数据、曲线图表，以及与设计指标的定量对比分析；
- (5) 问题分析及设计优化：包括仿真发现的设计问题、原因分析、优化措施及优化后的仿真验证结果；
- (6) 仿真结论；
- (7) 附件：包括仿真模型文件、计算底稿、试验验证数据、设计修改文件等。

7.5.4.5 仿真报告审查要求

- (1) 仿真验证的范围、方法、软件是否符合本规则及行业标准要求；
- (2) 仿真模型的建立是否准确、参数选取是否有依据、模型验证是否有效；
- (3) 工况设置是否全面，是否覆盖关键设计工况和风险场景；
- (4) 仿真结果是否满足设计指标要求，未达标项是否已完成优化并验证合格；
- (5) 仿真报告的内容是否完整、数据是否详实、结论是否明确。

7.5.4.6 仿真验证结果的复用与更新

若水下管汇设计方案发生局部修改，应根据修改范围判断是否重新开展仿真验证：涉及核心结构、关键参数、材料选型的修改，应重新开展相应环节的仿真验证；局部非关键修改，可通过模型局部调整进行验证，并将相关修改资料提交认证机构，认证机构对修改的设计方案进行评审，主要针对更新的影响，更改部分是否满足要求进行评审，评审通过后重新颁发相应的证书或证明（证书或证明中应明确表示设计方案的版本号及更改日期）。

当水下管汇的应用环境、作业工况发生变化时，申请方应及时更新仿真模型和工况设置，重新开展仿真验证。完成更改后，应向认证机构提出认证申请，认证机构应对新认证单元完成的认证工作。

7.5.5 设计评估除对设计文件进行评审校核外，必要时可通过原型试验或型式试验以验证设计文件的准确性和可信性。

7.5.6 设计符合性评估

7.5.6.1 当所有的评估内容均符合规范、标准和/或适用要求时，方可认为设计评估结果合格。

7.5.6.2 审查中若需要申请方补充资料或做进一步说明，或因发现设计或技术文件的规定偏离规范、标准和/或适用要求而不同意批准，将通知申请方进行补充或由认证机构退换全部提交资料。

7.5.6.3 如本机构同意批准或有条件的批准，则在图纸和文件上加盖本机构的批准印章或备查印章等标志，并连同本机构的书面审查意见或批准通知退给申请方。本机构保留一套备查。

7.6 试验

7.6.1 初次认证/再认证抽样原则

取样时应在认证产品认证检查员在场见证的前提下取样和封样。

7.6.2 试验项目和方法

7.6.2.1 试验项目

水下管汇的试验验证应完成以下试验项目

- (1) 质量鉴定试验 (QT)
- (2) 出厂验收试验 (FAT)
- (3) 扩展出厂验收试验 (EFAT)
- (4) 系统完整性试验 (SIT)
- (5) 虚实融合测试

7.6.2.2 质量鉴定试验 (QT)

7.6.2.2.1 总体试验要求

(1) 水下管汇用的阀、连接器应单独进行相应的性能鉴定试验，性能鉴定试验应满足所用规范标准及本指南的相应要求。

(2) 结构完整性要求：

- 在各种试验过程、吊装过程中，样机不应有不符合要求的永久变形。
- 如有充分的证据，如经过认可软件采用公认的方法进行了有限元分析，则可免除此项。
- 此项目亦可结合后期的吊装等试验一起进行。
- 提升装置：所有耳板和提升装置焊缝应视为“关键焊缝”。提升耳板也应至少按单个耳板的安全工作载荷 (SWL/耳板数量) 的 2.5 倍进行验证载荷试验。在验证载荷试验之后，耳板应采用磁粉和(或)着色渗透进行检测。在投入使用之前进行重大修理或修改之后，应重复进行验证载荷试验。

(3) 非金属密封件的流体兼容性测试

流体兼容性测试的目的是对非金属密封件的耐温和耐压性能。

如果使用非金属密封件，则应按照 ISO10423 的要求或 GB/T 22513 附录 E（资料性附录）性能鉴定程序进行相应试验。如使用的非金属密封件仅用于密封外界海水，且有证据证明其在海水中的性能符合设计要求（包括设计寿命要求），则不需要进行液体兼容性试验。否则仍须进行液体兼容性试验。

7.6.2.2.2 闸阀 QT

闸阀 QT 项目技术要求及试验方法见下表。

序号	试验项目	技术要求及试验方法
1	室温下驱动器扭矩/ 操作力试验	按制造商确定的程序，在最大压差下测量开启推力/扭矩，并记录在案。推力或扭矩应在制造商的设计规格范

2	室温下驱动器扭矩/ 操作力测试	围内。
3	室温下动态试验	a) 将阀门充满介质后完全关闭, 额定工作压力不小于 69.0 MPa (10000 psi) 的阀门使用气体, 其余采用水或气体; b) 下游端泄压至 0; c) 在上游端加压至额定工作压力; d) 在最大压差下打开阀门, 直至阀门完全打开; e) 关闭阀门, 直至阀门完全关闭; f) 下游端泄压至 0; g) 重复步骤 a) 至 f) , 开关循环 240 次;
4	最高温度下动态试验	在被测阀门各部位温度达到要求并稳定后开始测试, 测试介质为气体。 测试程序如下: a) 完全关闭阀门, 将上游端加压至额定工作压力; b) 在最大压差下打开阀门, 直至阀门完全打开; c) 关闭阀门, 直至阀门完全关闭; d) 下游端泄压至 0; e) 重复 a) -d) 步骤, 直至开关 30 次循环
5	最高温度下阀体气压试验	在最高/最低温度下的气压测试中, 试验期间温度不应超出最高/最低温度 11°C。压力变化应小于规定测试压力的 5 % 或 3.45 MPa (500 psi) /小时, 取二者中的较小值。
6	最高温度下阀座气压试验	
7	最高温度下阀座低压气试验	
8	最低温度下动态试验	在被测阀门各部位温度达到要求并稳定后测试, 测试介质为气体。 测试程序如下: a) 完全关闭阀门, 将上游端加压至额定工作压力; b) 在最大压差下打开阀门, 直至阀门完全打开; c) 关闭阀门, 直至阀门完全关闭; d) 下游端泄压至试验压力的 1 % 或更小; e) 重复 a) -d) 步骤, 直至开关 30 次循环。
9	最低温度下阀体气压试验	在最高/最低温度下的气压测试中, 试验期间温度不应超出最高/最低温度 11°C。压力变化应小于规定测试压力的 5 % 或 3.45 MPa (500 psi) /小时, 取二者中的较小值。
10	最低温度下阀座气压试验	
11	最低温度下阀座低压气试验	
12	阀体压力/温度循环试验	在被测阀门各部位温度达到要求并稳定后测试, 测试介质为气体。 测试程序如下: a) 完全关闭阀门, 将上游端加压至额定工作压力; b) 在最大压差下打开阀门, 直至阀门完全打开; c) 关闭阀门, 直至阀门完全关闭; d) 下游端泄压至试验压力的 1 % 或更小;

		e) 重复 a) -d) 步骤, 直至开关 30 次循环。	
13	室温下阀体气压试验	气压测试应在静水压测试合格后进行, 保压期间无连续性气泡, 大气压下测得的泄漏量应小于下表规定值:	
14	室温下驱动器液压缸压力试验 (仅对液动闸阀进行)	密封形式	最大泄漏量
15		通孔	30cm³/h / (公称尺寸 25.4mm)
16		阀杆密封	60cm³/h
17		静密封 (阀盖密封、端部连接)	20cm³/h
18	室温下驱动器液压缸低压力试验 (仅对液动闸阀进行)	测试程序如下: a) 阀门处于关闭状态; b) 上游端加压至额定工作压力的 5 %~10 %, 下游端通大气; c) 压力稳定后, 保压 1 h, 保压期下游端收集泄漏量; d) 泄压至 0; e) 下游端加压至额定工作压力的 5 %~10 %, 上游端通大气; f) 压力稳定后, 保压 1 h, 保压期上游端收集泄漏量; g) 泄压至 0。	
19	最终拆解与检验	型式测试完成后, 拆解、检查阀门, 并拍照记录所有相关部件。除垫片和密封件外, 金属零部件不应有磨损或永久变形的情况。	
20	电连续性试验	在阴极保护系统中的阀门, 涂装前, 采用不超过 12V 的直流电阻测试仪测量阀门、驱动器和其他连接设备所有外部零部件的电连续性, 电阻不应超过 0.1Ω。	
21	壳体外压测试	a) 被测阀门处在全开或全关的位置, 阀腔压力保持在大气压力水平; b) 放入高压舱内, 将高压舱内压力升至额定水深压力的 1.1 倍; c) 压力达到试验压力后, 切断压力源, 保压至少 1h。保压期间观察并记录阀门压力变化与泄漏情况。	
22	阀门开关循环测试	a) 高压舱内压力降至额定水深压力并保持; b) 最大压差下进行开关操作, 从全关至全开为一个循环, 累计进行 300 次液压开关循环, 每开关 10 次记录 1 次最大开启推力/扭矩; c) 记录压力变化和泄漏情况;	
23	开关循环	开关循环测试应选择主密封阀座进行测试, 应在最大压差下开关循环 300 次。	
24	性能检测		

7.6.2.2.3 球阀 QT

球阀 QT 项目技术要求及试验方法见下表。

序号	试验项目	技术要求及试验方法
1	室温下静水压壳体试验	静水压壳体测试保压期间应无任何可见泄漏，保压期内压力不应低于规定测试压力，起始测试压力不应超过规定测试压力的 5%。静水压阀座测试，软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208:2015 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀门（止回阀除外）的泄漏量不应超过 ISO 5208 Rate C。DBB 和 DIB 阀门的金属密封阀座测试泄漏率不应超过 ISO 5208 Rate C 规定值的 2 倍。低压气阀座测试，软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208:2015 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀门（止回阀除外）的泄漏量不应超过 ISO 5208 Rate C。关于高压气阀座测试，软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208:2015 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀门（止回阀除外）的泄漏量不应超过 2 倍的 ISO 5208 Rate C。
2	室温下静水压阀座试验	a) 阀门处于半开启状态，阀腔内充满水； b) 完全关闭阀门，保持中腔和下游端压力为大气压； c) 在阀门上游端施加额定工作压力； d) 在最大压差下打开阀门，直至阀门完全打开； e) 关闭阀门，直至阀门完全关闭； f) 中腔和下游端泄压至测试压力的 1%或更小； g) 重复 c)~f)步骤，直至完成 240 次开关循环； h) 将阀内压力泄至大气压。
3	室温下阀座气压试验	a) 阀门处于半开启状态，排空阀腔内的水； b) 关闭阀门，上游端压力调整至额定工作压力的 1.1 倍； c) 压力稳定后，在阀门中腔检测泄漏，保压时间不少于 1 h； d) 上游端继续保压，阀门中腔压力调整至额定工作压力的 1.1 倍； e) 压力稳定后，在下游端检测泄漏，保压时间不少于 1 h； f) 上游端和中腔压力泄放至大气压，下游端压力调整至额定工作压力的 1.1 倍； g) 压力稳定后，在中腔检测泄漏，保压时间不少于 1h 。
4	室温下扭矩/推力测试	在被测阀门各部位温度达到最高温度并稳定后开始测试，测试介质为气体。 测试程序如下： a) 最大压差下关闭阀门，将上游端加压至额定工作压力； b) 打开阀门，直至阀门完全打开； c) 关闭阀门，直至阀门完全关闭； d) 下游端泄压至测试压力的 1% 或更小； e) 重复 a) -d) 步骤，直至开关 30 次循环； f) 泄压至 0。
5	室温下动态试验	a) 部分开启阀门； b) 加压至额定工作压力； c) 待压力稳定后，保压 1 h，观察压力变化与泄漏情况与泄漏情况；

		d) 不泄压, 将阀门关闭。
6	阀座气压试验	a) 阀门处于关闭状态; b) 上游端加压至额定工作压力, 下游端通大气; c) 待压力稳定后, 保压 1 h, 观察压力变化与泄漏情况与泄漏情况; d) 泄压至 0。
7	最高温度下动态试验	a) 阀门处于关闭状态; b) 上游端加压至额定工作压力的 5%–10%, 中腔和下游端通大气; c) 待压力稳定后, 保压 1 h, 观察压力变化与泄漏情况与泄漏情况; d) 泄压至 0。
8	最高温度下阀体气压试验	在最高/最低温度下的气压测试中, 试验期间温度不应超出最高/最低温度 11°C。压力变化应小于规定测试压力的 5%或 3.45 MPa (500 psi), 取二者中的较小值。
9	最高温度下阀座气压试验	
10	最高温度下阀座低压气试验	
11	最低温度下阀体气压试验	
12	最低温度下阀座气压试验	
13	最低温度下阀座低压气试验	
14	最低温度下动态试验	a) 阀门处于关闭状态; b) 上游端加压至额定工作压力的 5%–10%, 下游端通大气; c) 待压力稳定后, 保压 1 h, 观察压力变化与泄漏情况; d) 泄压至 0, 阀门恢复至室温。
15	阀体压力/温度循环试验	a) 阀门处于关闭状态, 上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; b) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 15 min; c) 上游端泄压至大气压; d) 再次将上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; e) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 30 min; f) 上游端泄压至大气压; g) 第三次将上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; h) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 15 min; i) 按 a)–h) 步骤再检测中腔阀座密封性能, 在下游端检测泄漏量; j) 按 a)–h) 步骤再检测下游端阀座密封性能, 在中腔检测泄漏量;
16	室温下阀体气压试验	a) 阀门处于关闭状态, 上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力;

		b) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 15 min; c) 上游端泄压至大气压; d) 再次将上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; e) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 30 min; f) 上游端泄压至大气压; g) 第三次将上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; h) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 15 min; i) 按 a)–h) 步骤再检测中腔阀座密封性能, 在下游端检测泄漏量; j) 按 a)–h) 步骤再检测下游端阀座密封性能, 在中腔检测泄漏量;
17	室温下阀座气压试验	a) 阀门关闭, 上游端加压至额定工作压力的 1.1 倍; b) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压不少于 1 h; c) 上游端继续保压, 将阀门中腔压力也调整至额定工作压力的 1.1 倍; d) 压力稳定后, 在下游端检测泄漏, 保压不少于 1 h; e) 将上游端和中腔泄压至大气压, 下游端加压至额定工作压力的 1.1 倍; f) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压不少于 1 h。
18	室温下阀体低压气试验	a) 阀门处于关闭状态, 上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; b) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 15 min; c) 上游端泄压至大气压; d) 再次将上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; e) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 30 min; f) 上游端泄压至大气压; g) 第三次将上游端压力调整至 0.55MPa–0.69MPa 之间的测试压力; h) 压力稳定后, 在中腔检测泄漏, 保压时间不少于 15 min; i) 按 a)–h) 步骤再检测中腔阀座密封性能, 在下游端检测泄漏量; j) 按 a)–h) 步骤再检测下游端阀座密封性能, 在中腔检测泄漏量;
19	室温下扭矩/推力测试	按制造商确定的程序, 在最大压差下测量开启推力/扭矩, 并记录在案。 接受准则: 推力或扭矩应在制造商的设计规格范围内。
20	最终拆解与检验	型式测试完成后, 拆解、检查阀门, 并拍照记录所有相关部件。除垫片和密封件外, 金属零部件不应有磨损或永久变形的情况。
21	高压浸入试验	阀门在完成功能测试和型式测试后进行高压舱测试。 阀门各外部接口和监测管路应正确连接并经验证密封良好。
22	高压舱内静水压壳体试验	a) 高压舱内保持 1.1 倍的设计水深压力。 b) 阀门处于半开启状态, 阀腔内压力升至不少于额定工作压力的 1.1 倍; c) 保压时间不少于 15min, 保压期间观察并记录阀门压力变化与泄漏情况。
23	高压舱内静水压阀座试验	a) 高压舱内保持设计水深压力的 1.1 倍。 b) 阀门处于关闭状态, 上游一侧阀座增压至 1.1 倍的额定工作压力; c) 保压时间不少于 15 min, 观察并记录阀门泄漏情况;

		d) 泄压至 0; e) 将阀门全开全关一次; f) 上游一侧阀座增压至 1.1 倍的额定工作压力, 保压时间不少于 15 min; g) 保压期间观察并记录阀门泄漏情况。 h) 泄压至 0; i) 将阀门全开全关一次; j) 上游一侧阀座增压至 1.1 倍的额定工作压力, 保压时间不少于 15 min; k) 保压期间, 保压期间观察并记录阀门泄漏情况; l) 泄压至 0; m) 将阀门全开全关一次; 双向密封的阀门, 重复 b) ~m) 的步骤再检测另一端阀座的泄漏情况
24	高压舱内开关循环试验	a) 高压舱内保持 1.1 倍的设计水深压力; b) 阀门处于关闭的状态, 选择阀门的一端加压至额定工作压力。所有的阀座测试应在同一方向; c) 完全打开阀门; d) 完全关闭阀门, 下游泄放压力至大气压; e) 保持最大压差下, 从全关至全开再至全关为 1 次循环; f) 累计完成 300 次带压差开关循环测试; g) 从第 1 次带开关循环开始, 每 10 次循环记录 1 次最大开启推力/扭矩。
25	开关循环	开关循环测试应选择主密封阀座进行测试, 应在全压差下开关循环 300 次。
26	性能检测	

7.6.2.2.4 连接器 QT

连接器 QT 项目及执行标准见下表。

序号	试验项目	执行标准
1	锁紧力测试	SY/T 7397
2	静水压测试	SY/T 7397; GB/T 21412.4
3	气密封测试	GB/T 21412.4
4	200 次压力循环测试	GB/T 21412.4
5	温度/压力循环测试	GB/T 21412.4, GB/T 22513
6	外载 弯矩测试	SY/T 7397
7	荷载 扭矩测试 (试 3 次)	API 17TR

8	弯扭复合测试	SY/T 7397
9	连接系统性能测试	SY/T 7397
10	开合测试 20 次	SY/T 7397
11	最终密封测试	GB/T 21412.4

7.6.2.3 出厂验收试验 (FAT)

7.6.2.3.1 闸阀 FAT

闸阀 FAT 的试验项目、技术要求及试验方法见下表。

序号	试验项目	技术要求及试验方法								
1	室温下静水压壳体试验	1) 静水压测试保压期间应无可见泄漏（气泡）。起始测试压力值不应超过规定测试压力的 5%。压力变化应小于规定测试压力的 3 % 或 2.0 MPa（300 psi）/小时，取二者中的较小值。 2) 出厂测试的气压测试，应在常规静水压测试合格后进行，保压期间应无可见泄漏（气泡），压力变化应小于 2.0 MPa（300 psi）/小时。起始试验压力值不应超过规定试验压力的 5%，最终压力测试结束压力值不应低于规定试验压力。 3) 型式测试的气压测试，应在静水压测试合格后进行，保压期间无连续性气泡，大气压下测得的泄漏量应小于表 3 的规定值。 表 3 闸阀型式测试的气压测试最大泄漏量 <table><tr><th>密封形式</th><th>最大泄漏量</th></tr><tr><td>通孔</td><td>30cm³/h / （公称尺寸 25.4mm）</td></tr><tr><td>阀杆密封</td><td>60cm³/h</td></tr><tr><td>静密封（阀盖密封、端部连接）</td><td>20cm³/h</td></tr></table>	密封形式	最大泄漏量	通孔	30cm³/h / （公称尺寸 25.4mm）	阀杆密封	60cm³/h	静密封（阀盖密封、端部连接）	20cm³/h
密封形式	最大泄漏量									
通孔	30cm³/h / （公称尺寸 25.4mm）									
阀杆密封	60cm³/h									
静密封（阀盖密封、端部连接）	20cm³/h									
2	室温下静水压阀座试验									
3	阀座气压试验（适用于 PSL3G 及以上阀门）									
4	扭矩/操作力试验	阀门开启推力或扭矩应在制造商的设计规格范围内。								
5	阀体气压试验（适用于 PSL3G 及以上阀门）	a) 阀门处于关闭状态，上游端压力调整至 1.0 倍额定工作压力，下游端通大气压； b) 上游端压力稳定后，隔离压力源，保压时间至少 15min，观察下游端泄漏情况； c) 上游端泄压至大气压后阀门全开全关； d) 再次将上游端压力调整至 2.0Mpa ± 0.2Mpa（300psi ± 30psi）； e) 压力稳定后，隔离压力源，保压时间至少 15 min，观察下游端泄漏情况； f) 按 a) –e) 步骤在下游端施加试验压力，上游端通大气，在上游端检测泄漏量。								
6	通径试验	阀门经装配、操作及所有压力测试完成后，通径规进行测试，通径规应完全通过左右阀座。								

7.6.2.3.2 球阀 FAT

球阀 FAT 的试验项目、技术要求及试验方法见下表。

序号	试验项目	技术要求及试验方法
1	静水压壳体试验	a) 阀门两端安装泵板，或焊接封堵工； b) 阀门处于半开启位置，阀腔内注满水并排净空气； c) 阀腔内压力调整至 1.0 倍额定工作压力，压力稳定后隔离压力源； d) 开始计时，保压时间不少于 1h。
2	功能操作和扭矩测试	a) 半开启阀门，阀腔内注满水并排净空气； b) 关闭阀门，在阀门上游端施加 1.0 倍的额定工作压力； c) 保压时间应不少于 15min； d) 观察并记录泄漏情况； e) 泄压至 0，阀门全开全关 1 次； f) 在阀门上游端施加 1.0 倍的额定工作压力； g) 保持测试压力，保压时间不少于 30min； h) 观察并记录泄漏情况； i) 泄压至 0，阀门全开全关 1 次； j) 在阀门上游端施加 1.0 倍的额定工作压力； k) 保压时间不少于 15min； l) 观察并记录泄漏情况； m) 泄压至 0，阀门全开全关 1 次。
3	静水压阀座试验	测试压力应为额定工作压力的 1.1 倍，两端阀座测试应分别进行 3 次保压测试。第 1 次保压时间 15min，第 2 次保压时间 30min，第 3 次保压时间 15min。
4	中腔泄压试验	泄压时的压力值应小于阀门额定工作压力的 33%。 a) 阀门处于半开启状态，充满水； b) 关闭阀门； c) 关闭两侧泄放口； d) 阀腔内施加压力，直到中腔压力释放到阀座，记录泄压时的压力值和端口位置。对于有两个自泄阀座的阀门，继续对中腔施加测试压力，直到第二个阀座泄压，记录泄压时的压力值。
5	低压气阀座试验	a) 阀门处于关闭状态，阀门上游端施加 0.55~0.69 MPa (80~100 psi) 的测试压力； b) 压力稳定后，保压时间不少于 15min，观察并记录阀腔泄放孔或下游的泄漏情况； c) 泄压至 0，阀门全开全关 1 次； d) 第 2 次在阀门上游端施加 0.55~0.69 MPa (80~100 psi) 的测试压力； e) 压力稳定后，保压时间不少于 30 min，观察并记录阀腔泄放孔或下游的泄漏情况； f) 泄压至 0，阀门全开全关 1 次； g) 第 3 次在阀门上游端施加 0.55~0.69 MPa (80~100 psi) 的测试压力；

		h) 压力稳定后, 保压时间不少于 15 min, 观察并记录阀腔泄放孔或下游的泄漏情况; i) 泄压至 0, 阀门全开全关 1 次; j) 应按 a)~i) 的步骤在另一侧密封端进行测试。
6	高压气壳体试验 (应用工况介质为气体时进行此试验)	a) 阀门处于半开启状态; b) 阀腔内施加 1.1 倍的额定工作压力; c) 阀门完全浸泡在水中, 保压时间不少于 1h。
7	高压气阀杆密封完整性试验 (应用工况介质为气体时进行此试验)	a) 阀门处于半开启状态, 阀腔内加压至额定工作压力的 1.1 倍; b) 保压时间不少于 15min, 观察并记录阀门的泄漏。
9	电连续性试验	在阴极保护系统中的阀门, 涂装前, 采用不超过 12V 的直流电阻测试仪测量阀门、驱动器和其他连接设备所有外部零部件的电连续性, 电阻不应超过 0.1Ω。
10	通径试验	阀门经装配、操作及所有压力测试完成后, 使用附录 B 规定的通径规进行测试, 通径规应完全通过左右阀座。

7.6.2.3.3 连接器 FAT

连接器 FAT 项目及执行标准见下表。

序号	试验项目	执行标准
1	固定端静水压力测试	SY/T 7397; GB/T 21412.4
2	固定端气密封测试	GB/T 21412.4
3	移动端 hub 静水压力测试	SY/T 7397; GB/T 21412.4
4	金属密封带压测试	SY/T 7397
5	鞍颈+撬装接头静水测试	ASME B31.8, GB/T 21412.4
6	移动端总成气密封测试	GB/T 21412.4
7	电连续性测试	GB/T 21412.
8	拉近工具功能测试	SY/T 7397
9	短期压力功能测试	SY/T 7397
10	密封更换工具功能测试	SY/T 7397
11	OB 临时保护功能测试	SY/T 7397
12	清淤工具功能测试	SY/T 7397

7.6.2.3.4 整体 FAT

序号	试验项目	技术要求及试验方法	备 注
1	大管线冲洗	管道内部无可见异物、无焊渣、无固体颗粒，出水清澈。 a) 冲洗作业前，核查管线装配质量及端口封堵状态，确认管汇主路阀门处于全开状态，封闭所有非冲洗作业接口，规范划定作业区域； b) 完成高压冲洗泵、过滤装置与管汇冲洗端口的连接作业，检查各连接部位的密封状态，保证连接可靠； c) 通入冲洗用水，冲洗水质应洁净、无可见杂质，水中氯离子含量不宜大于 30 ppm；确认管路无渗漏后，设定冲洗设备的工作压力与流量参数； d) 启动冲洗设备，采用规定流速对管线开展循环冲洗作业，全程监测介质流动状态； e) 定期拆解检查过滤器滤芯，滤芯附着焊渣、氧化皮及其他杂质时，应对滤芯进行更换； f) 冲洗水流速度不宜低于 1.5 m/s，保证管路死角、弯头部位积存杂质充分排出；持续开展冲洗作业，直至出水口介质目视洁净，无可见固体杂物、油污及浑浊现象； g) 冲洗质量合格后，关停冲洗设备，排空管线内部残留积水，采用吹扫工艺对管线进行干燥处理，保证管线内壁无可见杂质； h) 冲洗作业完成后，及时封闭管线两端接口并落实密封防护措施，避免外界杂质与水汽侵入管路内部； i) 完整记录冲洗测试相关数据及工况信息，填报 FAT 测试记录表，由作业人员及检验人员签字确认。	清除主管中的碎屑、焊渣和污垢，保证主管线的清洁性，冲洗用水的水质应清洁，氯离子含量小于 30ppm。 试验完成后，对管线进行吹扫，保持管线干燥，并做好密封保护工作；
2	通球测试	验收标准： 清管球能顺利通过生产管线，内窥镜检查管道内无异物、无破损。测试前生产管线上所有的阀门打开，端部连接器 Hub 上的压力帽拆除。 通球测试流程如下： (1) 使用尼龙绳牵引定制的清管球通过主管线，若过程中出现卡球，记录卡阻的位置后反向牵出清管球； (2) 检查卡球的原因后重新测试，若清管球顺利通过，使用内窥镜检查内部有无破损，若无明显损伤即满足要求；	目的是清除生产管线内的杂物、积液、积污，提高管道输送效率，减少摩阻损失和管道内壁腐蚀，延长管道的使用寿命

7.6.2.4 扩展出厂验收试验（EFAT）

序号	试验项目	技术要求及试验方法
----	------	-----------

序号	试验项目	技术要求及试验方法
1	连接器移动端 安装测试	连接器移动端顺利完成安装、回收，移动端动作平稳、行程到位、锁止可靠；装配完成后整体结构稳固无偏移、无晃动。 a) 测试前，熟悉水下连接器安装图纸、技术规格书及验收标准，明确移动端对接参数、锁紧流程及验收技术要求。 b) 检查连接器移动端及固定端的临时保护设施，确认已拆除；检查密封面，确认清洁、无损伤。 c) 检查移动端壳体、密封件、锁紧结构及导向结构，确认外观完好，无变形、划伤、破损及锈蚀。 d) 检查连接器固定端，确认处于完全打开状态，密封环已安装到位。 e) 用吊装工装吊持连接器移动端，完成调平对中，确认移动端与固定端对接同轴度符合设计公差要求。 f) 下放移动端，依靠导向结构对位贴合，下放过程中观察对接状态，确认无强行挤压、卡滞及偏移。 g) 移动端就位后，ROV使用连接器专用拉伸工具将移动端与固定端拉近。 h) ROV安装扭矩工具锁紧连接器，记录锁紧圈数及力矩值。 i) 检查连接器开关指示，确认处于关闭位置。 j) 连接器锁紧后，进行背压测试，测试压力为50bar，保压时间15min。初始压力宜高于保压压力7%~8%，保压结束时压力应不低于50bar，压降应不超过5%。 k) 背压测试合格后，泄放测试管线压力。 l) ROV使用扭矩工具解锁连接器，记录解锁圈数及力矩值。 m) 检查连接器开关指示，确认处于打开位置。 n) 确认解锁完全后，ROV操作拉伸工具将移动端与固定端脱离，观察脱离过程中有无卡阻。 o) ROV锁紧移动端筒体锁销，回收拉伸工具。 p) 检查连接器密封面，确认无损伤。 q) 对每个连接器固定端依次完成安装、锁紧、解锁及拆卸循环测试，验证移动端重复安装适配性与动作稳定性。 r) 测试完成后，将移动端吊装至存放区域，对固定端及移动端密封面采取保护措施。 s) 测试过程中出现对位偏移、卡滞、锁止不到位等异常时，应立即停止作业，排查缺陷并整改合格后重新测试。
2	连接器移动端 极限工况安装及工具 测试	在设计允许的极限对位偏差条件下，配套专用安装工具及ROV操作对接适配良好，连接器移动端应可完成正常对位落座、全行程锁紧与解锁拆卸作业，装配过程无结构干涉及变形损伤。 a) 测试前，熟悉水下连接器安装图纸、技术规格书及验收标准，明确移动端对接参数、锁紧流程及验收技术要求。 b) 检查连接器移动端及固定端的临时保护设施，确认已拆除；检查密封面，确认清洁、无损伤。 c) 检查移动端壳体、密封件、锁紧结构及导向结构，确认外观完好，无变形、划伤、破损及锈蚀。

序号	试验项目	技术要求及试验方法
		d) 检查连接器固定端，确认处于完全打开状态，密封环已安装到位。 e) 连接吊机与连接器移动端间的索具，根据技术规格书调整移动端倾斜角度，包括前倾角度及左/右倾斜角度。 f) 用吊装工装吊持连接器移动端，完成调平对中，确认移动端与固定端对接同轴度符合设计公差要求。 g) 吊装移动端沿导向柱下放，下放过程中根据技术规格书调整移动端角度，模拟极限安装状态，观察移动端能否正确对接，确认无强行挤压、卡滞及偏移。 h) 安装拉伸工具，检查ROV接口及可操作性。 i) 移动端就位后，ROV使用连接器专用拉伸工具将移动端与固定端拉近。 j) ROV安装扭矩工具锁紧连接器，记录锁紧圈数及力矩值。 k) 检查连接器开关指示，确认处于关闭位置。 l) 连接器锁紧后，进行背压测试，测试压力为50bar，保压时间15min。初始压力宜高于保压压力7%~8%，保压结束时压力应不低于50bar，压降应不超过5%。 m) 背压测试合格后，泄放测试管线压力。 n) ROV使用扭矩工具解锁连接器，记录解锁圈数及力矩值。 o) 检查连接器开关指示，确认处于打开位置。 p) 确认解锁完全后，ROV操作拉伸工具将移动端与固定端脱离，观察脱离过程中有无卡阻。 q) ROV锁紧移动端筒体锁销，回收拉伸工具。 r) 检查连接器密封面，确认无损伤，并对密封面采取保护措施。 s) 安装连接器固定端密封清洁工具，按使用手册操作，确认清洁工具与固定端密封面正确接触，检查ROV通道及操作。 t) 安装连接器移动端密封清洁工具，按使用手册操作，确认清洁工具与移动端密封面正确接触，检查ROV通道及操作。 u) 在连接器密封替换工具上安装测试密封环，按操作手册完成密封环的安装及回收，检查ROV通道及操作。 v) 完成上述安装、回收、清洁工具及密封替换工具测试后，将移动端吊装至存放区域。 w) 检查连接器密封面及着陆结构，确认完好；对固定端及移动端密封面采取保护措施。 x) 测试过程中出现对位偏移、卡滞、锁止不到位等异常时，应立即停止作业，排查缺陷并整改合格后重新测试。
3	压力帽安装回收测试	测试中连接器压力帽可顺利完成安装与回收作业，拆装过程无异常卡阻，作业性能满足产品手册要求。 a) 检查连接器压力帽、连接器固定端及密封圈密封面，确认无磕碰、划伤等缺陷，各密封面完好、洁净。 b) 清理密封槽内杂物，选用匹配规格的密封圈完成装配，确认密封圈安装平整，无扭曲及偏移。 c) 采用专用索具连接压力帽与吊机设备，确认连接牢固。

		d) 吊装压力帽至连接器固定端对接位置, 按压力帽安装手册完成对位安装, 不得强行操作。 e) 安装完成后, 核查压力帽与固定端的对接装配状态, 确认贴合良好、连接无异常。 f) 检查压力帽状态指示装置, 确认开关指示标识处于关闭位置。 g) 按压力帽操作手册进行回收作业, 观察运行状态, 确认无卡阻异常。 h) 回收完成后, 检查开关指示标识, 确认处于打开位置。 i) 将回收后的压力帽吊装至指定存放区域, 对连接器固定端及压力帽密封面采取保护措施。
4	电飞线电连续性测试	电飞线电连续性测试各芯线回路导通状态良好, 无断路、虚接现象, 测试阻值均满足设计及规范要求, 电气连通性能可靠。 a) 测试前, 确认电飞线已完全断电, 各芯线均不带电。 b) 清理电飞线两端接头及对接端子, 检查线缆及插头外观, 确认无破损、氧化及变形缺陷。 c) 将测试仪器探头分别对接电飞线对应芯线端子, 确认接触良好、无虚接及松动。 d) 启动测试仪器, 逐一对各芯线回路进行导通及电阻值检测。 e) 观察仪器显示数据, 记录各回路导通状态及电阻值。 f) 复查电飞线接头及线缆整体状态, 确认测试过程中未造成线缆损伤及端子变形。 g) 整理全部测试数据, 排查是否存在断路、虚接及阻值超标等异常。 h) 确认所有回路电连续性合格后, 填写测试原始记录。
5	电飞线绝缘测试	在测试电压1000V直流稳压的测试条件下, 相间和对地绝缘电阻应不小于10GΩ, 即为合格; 测试回路绝缘性能稳定, 测试数据重复性好、无明显波动偏差、无绝缘低现象。 a) 测试前, 检查电飞线外观及接头状态, 确认线缆无破损、老化及受潮, 接头洁净干燥。 b) 断开线缆两端外接设备, 确认测试回路完全断电、空载, 无外接电路干扰。 c) 确认接地端连接可靠, 接地良好。 d) 使用兆欧表对电飞线各尾线端进行相间绝缘测试, 测试探头应接触紧密。 e) 测试完成后, 对线缆芯线充分放电, 释放残余电压。 f) 使用兆欧表对各尾线端与接地端依次进行对地绝缘测试。 g) 确认绝缘测试全部合格后, 填写测试记录并归档保存。
6	光飞线光损测试 (如有)	光飞线出厂光损测试回路实测总光损, 不应大于理论参考光损值。理论参考光损值为所有连接器附加光损与光缆传输光损之和, 单处连接器光损参考限值为 0.5 dB, 光缆单位长度光损参考值为 0.2 dB/km。 a) 测试前, 检查光纤线缆, 确认无过度弯折、破损及压伤。 b) 清洁光飞线两端光纤接头端面, 确认端面洁净、无粉尘及污渍。

		c) 配置光源工作波长为1310nm。 d) 将稳定光源对接光飞线一端光纤接口，在光飞线另一端对接光功率计，确认对接精准紧密、轴心对齐。 e) 待信号稳定后，读取光功率计读数，计算光纤链路插入损耗。 f) 配置光源工作波长为1550nm。 g) 待信号稳定后，读取光功率计读数，记录光损数据。 h) 逐一对光飞线所有光纤芯路依次完成1310nm及1550nm波长测试，记录各组损耗数据。 i) 单组测试完成后，拆卸光纤接头，对端面采取防护措施。 j) 整理全部测试数据，排查因光纤损伤或对接偏差导致的光损超标等异常。 k) 确认所有芯路光损指标合格后，整理测试设备，归档测试数据。
7	水下仪表通信测试	MCS界面显示的传感器读数符合测试时实际工艺状态。 a) 在MCS主控界面选取SCM、SEMA通信通道，登录MCS主控系统界面，确认系统运行状态正常。 b) 激活SCM-01设备SEMA通信通道，建立主控系统与水下控制模块之间的通信连接。 c) 确认通信通道连接成功，无通信中断、故障报警现象。 d) 通过MCS主控界面调取水下管汇流量计、压力温度传感器（PPTT）、过球指示器、含砂测试仪等各类水下仪表的实时监测数据。 e) 检查数据刷新正常、显示稳定、读取功能完好，无数据缺失、乱码、跳变等异常情况。 f) 通过MCS系统读取SCM、SRM的设备自检数据（Housekeeping）。 g) 核对设备供电状态、运行参数、故障日志及各类基础工况信息，确认各模块运行状态正常。 h) 完成SCM SEMA通道全部测试项目后，在MCS主控界面切换至SCM SEM B备用通信通道。 i) 确认SEM B通道通信建立稳定后，重复执行本条d)至g)测试步骤。
8	液压阀门功能测试	逐一检查各液压阀门的开启与关闭，阀门信号对应、开关正常

7.6.2.5 系统完整性试验（SIT）

7.6.2.5.1 测试目标

SIT 试验是为了在陆上模拟所有可能在海上的操作，并在一定的程度上验证所有永久安装于海底的相关的设备/系统的功能和性能。

7.6.2.5.2 测试质量控制原则

- (1) 部件和子系统完整性试验和记录；
- (2) 最终的电控和液压控制接口功能试验和记录；
- (3) 所有连接部件和模块的配合测试和记录；

- (4) 模拟实际安装、干涉和产品模拟操作，以确认和优化相关程序和规格书；
- (5) 在实际中可能遇到的特殊条件包括极端恶劣条件下操作，以发现系统、工具和程序中的任何不足；
- (6) 在相关实际条件下操作，以提供诸如响应时间、扭矩之类的系统数据；
- (7) 安装、装配试验，以验证设备可以按程序进行装配（必要时在湿的条件下），并完成其功能；

7.6.2.5.3 ROV/潜水员通道及接口测试

ROV/潜水员通道及接口测试的目的是检查 ROV/潜水员可顺利到达作业位置、通道无阻碍，水下作业工具与各接口匹配。测试步骤如下：

- (1) 对照图纸，检查操作接口机械完工状态符合设计文件要求；
 - (2) 将作业工具吊装至操作接口，检查作业工具与操作接口对接良好并断开，有足够的操作空间；
 - (3) 模拟 ROV/潜水员实际水下作业的路径，检查通道是否有阻碍；
- 验收标准：作业工具与操作接口匹配；ROV/潜水员有足够的操作空间。

7.6.2.5.4 系统上电和液压建立测试

系统上电和液压建立测试的目的是确认各设备动力供应可顺利建立。测试步骤如下：

- (1) 检查各上电设备的绝缘性能正常，各液压回路连接完毕；
- (2) 确保所有断路器均处于断开状态，并检查各个回路，确保回路无短路；
- (3) 依次闭合开关，检查电源指示灯、照明灯工作情况；
- (4) 确认没有问题后，将 SCM 等设备对应开关合闸上电；
- (5) 启动液压动力站，完成液控系统液压建立，检查并确认各压力监测点压力正常；

验收标准：SCM、电飞线、液控阀门等设备动力供应可正常建立。

7.6.2.5.5 通讯测试

通讯测试的目的是验证传感器信号反馈正常。测试步骤如下：

- (1) 检查各传感器信号可正常传输至 MCS 或模拟器；
- (2) MCS 或模拟器发出操作指令，检查各设备动作正常；
- (3) 进行多设备的通讯和不同通讯方式的通讯测试，验证通讯无干涉；

验收标准：安装于水下管汇的各传感器与 MCS 或模拟器间通讯正常，多设备通讯、不同通讯方式间无干涉。

7.6.2.5.6 液压系统控制功能测试

液压系统控制功能测试的目的是验证液控阀门可通过液压进行正常操作。测试步骤如下：

- (1) 检查液压系统压力符合操作要求，确认液控阀门处于关闭状态；
- (2) 通过 MCS 或模拟器控制各液控回路的开闭，逐个对液控阀门进行开关操作，确认液控阀门可正常开启和关闭，开关指示正确；
- (3) 记录液控阀门启动的压力值；
- (4) 记录液控阀门打开和关闭的时间；
- (5) 测试完成后，断开液压源，系统泄压；

验收标准：安装于水下管汇的液控阀门，可通过液压控制进行相应的开关操作，操作压力在设计允许范围。

7.6.2.5.7 声学应答器/转换器的装卸和锁紧测试

该测试的目的是为了确认转换器能无障碍地安装、取下和锁上。

7.6.2.5.8 吊耳测试

该测试吊耳的强度是否满足技术规格书中的要求。

7.6.2.5.9 电连续性测试

(1) 该检查的目的是为了确认水下中心管汇的各部件间已用接地电线连接，部件间的连接电阻小于等于 0.100Ω ；阳极与结构被保护处的连接电阻小于 0.010Ω 。

(2) 电气连续检查应在水下中心管汇装配完成（压力帽可不装）后进行。

7.6.2.5.10 开口保护

- (1) 开口保护是在焊接或加工之前，当管子较长时间不用时，用盖子将开口盖上；
- (2) 所有管线都应进行该保护，盖之前应确认管内是清洁的，盖子本身是完好的。

7.6.2.6 虚实融合测试

7.6.2.6.1 针对水下管汇的阀门、连接器等关键部件进行虚实融合测试。

7.6.2.6.2 测试项及测试要求

虚实融合仿真测试结果应形成正式报告，测试过程的原始数据、仿真曲线、故障记录等应完整留存，保存期限不少于产品设计寿命。

测试报告要求：

虚实融合仿真测试报告应内容完整、数据详实、结论明确，至少包括以下内容：

- 测试概述：包括测试目的、范围、依据（本规则、产品规格书、测试方案等）、测试时间、测试人员、设备信息；
- 测试准备情况：包括实体设备调试结果、数字模型标定验证结果；

- 测试方案执行：包括各测试项目的工况设置、故障注入方案、测试步骤及执行情况；
- 测试数据与分析：虚实数据及对比、性能指标分析；
- 不合格项整改：包括测试中发现的不合格项、原因分析、整改措施、复测结果；
- 测试结论：明确说明虚实融合测试是否通过；
- 附件：包括测试方案、配置参数、原始数据记录表、数据对比等。

阀门虚实融合试验的技术要求及试验方法见下表

序号	试验项目	技术要求及试验方法										
1	虚实融合测试 —阀座密封虚拟测试	密封测试接受准则对应的密封面的密封比压 q 应满足： $q_{min} \leq q \leq [q]$。 式中：q 为密封比压，即密封面的接触压力，单位为 MPa； q_{min} 为必须比压，即保证密封面不发生泄漏所需的最小接触压力，单位为 MPa。 $[q]$为许用比压，即密封面材料在不发生过度压溃或失效条件下所能承受的密封比压上限，由密封面基材屈服强度确定，单位为 MPa。 a) 将实测密封尺寸参数输入密封测试模型； b) 计算各工况内压下的密封面密封比压 q；										
2	虚实融合测试 —考虑粗糙度的泄漏率测试	水下闸阀金属对金属密封面泄漏率应当满足以下要求： 1) 静水压测试保压期间应无可见泄漏（气泡）。起始测试压力值不应超过规定测试压力的 5%。压力变化应小于规定测试压力的 3 % 或 2.0 MPa（300 psi）/小时，取二者中的较小值。 2) 出厂测试的气压测试，应在常规静水压测试合格后进行，保压期间应无可见泄漏（气泡），压力变化应小于 2.0 MPa（300 psi）/小时。起始试验压力值不应超过规定试验压力的 5%，最终压力测试结束压力值不应低于规定试验压力。 3) 型式测试的气压测试，应在静水压测试合格后进行，保压期间无连续性气泡，大气压下测得的泄漏量应小于下表的规定值。 <table><tr><th colspan="2">闸阀型式测试的气压测试最大泄漏量</th></tr><tr><td>密封形式</td><td>最大泄漏量</td></tr><tr><td>通孔</td><td>30cm³/h / （公称尺寸 25.4mm）</td></tr><tr><td>阀杆密封</td><td>60cm³/h</td></tr><tr><td>静密封（阀盖密封、端部连接）</td><td>20cm³/h</td></tr></table> 水下球阀金属对金属密封面泄漏率应当满足以下要求： 1) 静水压壳体测试保压期间应无任何可见泄漏，保压期内压力不应低于规定测试压力，起始测试压力不应超过规定测试压力的 5%。 2) 静水压阀座测试，软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208:2015 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀门（止回阀除外）的泄漏量不应超过 ISO 5208 Rate C。DBB 和 DIB 阀门的金属密封阀座测试泄漏率不应超过 ISO 5208 Rate C 规定值 的 2 倍。 3) 出厂测试中的低压气阀座测试，软密封阀门和油封式旋塞阀的泄	闸阀型式测试的气压测试最大泄漏量		密封形式	最大泄漏量	通孔	30cm ³ /h / （公称尺寸 25.4mm）	阀杆密封	60cm ³ /h	静密封（阀盖密封、端部连接）	20cm ³ /h
闸阀型式测试的气压测试最大泄漏量												
密封形式	最大泄漏量											
通孔	30cm ³ /h / （公称尺寸 25.4mm）											
阀杆密封	60cm ³ /h											
静密封（阀盖密封、端部连接）	20cm ³ /h											

		漏量不应超过 ISO5208:2015 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀门（止回阀除外）的泄漏量不应超过 ISO 5208 Rate C。关于高压气阀座测试，软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208:2015 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀门（止回阀除外）的泄漏量不应超过 2 倍的 ISO 5208 Rate C。 4) 型式测试中的气压测试，泄漏量在保压期间内应小于下表的规定值。 <table border="1"> <tr> <th colspan="3">球阀型式测试的气压测试最大泄漏量</th></tr> <tr> <th>阀门</th><th>密封形式</th><th>允许泄漏量</th></tr> <tr> <td rowspan="3">球阀</td><td>阀芯</td><td>软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀座的泄漏量不应超过 ISO 5208 的 C 级规定值的 2 倍。</td></tr> <tr> <td>阀杆密封</td><td>无任何可见泄漏。</td></tr> <tr> <td>静密封（阀体密封）</td><td>无任何可见泄漏。</td></tr> </table>	球阀型式测试的气压测试最大泄漏量			阀门	密封形式	允许泄漏量	球阀	阀芯	软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀座的泄漏量不应超过 ISO 5208 的 C 级规定值的 2 倍。	阀杆密封	无任何可见泄漏。	静密封（阀体密封）	无任何可见泄漏。
球阀型式测试的气压测试最大泄漏量															
阀门	密封形式	允许泄漏量													
球阀	阀芯	软密封阀门和油封式旋塞阀的泄漏量不应超过 ISO5208 的 A 级（无可见泄漏），金属密封阀座的泄漏量不应超过 ISO 5208 的 C 级规定值的 2 倍。													
	阀杆密封	无任何可见泄漏。													
	静密封（阀体密封）	无任何可见泄漏。													
3	虚实融合测试 —温度压力循环测试	密封测试接受准则对应的密封面的密封比压 q 应满足： $q_{min} \leq q \leq [q]$。 式中：q 为密封比压，即密封面的接触压力，单位为 MPa； q_{min} 为必须比压，即保证密封面不发生泄漏所需的最小接触压力，单位为 MPa。 $[q]$ 为许用比压，即密封面材料在不发生过度压溃或失效条件下所能承受的密封比压上限，由密封面基材屈服强度确定，单位为 MPa。 a) 按标准规定的温度压力循环曲线对温箱模型施加载荷； b) 计算阀门密封面接触压力；													
4	虚实融合测试 —(开关循环测试（耐久性磨损寿命）)														
5	虚实融合测试 —阀座密封虚拟测试														

连接器虚实融合试验的技术要求及试验方法见下表

序号	试验项目	技术要求及试验方法
1	虚实融合测试—温度压力循环测试等	同阀门。

7.6.3 试验场所的要求

产品的试验应在具有 CMA 资质试验机构进行。

7.6.4 编制试验报告

检查组向本机构提交试验工作报告，给出结论。

试验项目应符合本规则中 7.6.2 的要求,当所有试验项目全部符合产品的认证依据标准要求时,则判定合格。

如试验失败,允许申请方在规定期限内完成整改(自试验不合格通知之日起计算)。按照认证依据要求,重新对整改后的样品进行试验。未能按期完成整改,视为申请方放弃申请。

7.6.5 试验设备要求

7.6.5.1 一般规定

用于检查、试验或考核材料或其他装置的仪器设备,应按照制造商规定的周期溯源到国家或国际认可的基准,并予以识别、控制、校准和调整,以保持符合本测试认证规范要求的准确度。

7.6.5.2 压力测量仪表的类型和准确度

试验压力-测量设备的准确度应不低于 2 级。如果用压力仪表代替压力传感器使用,则选择的压力仪表应满足试验压力指示为满量程的 20%-80%。

7.6.5.3 压力试验记录

所有的静水压试验宜采用图形记录仪。该记录应标明记录装置、日期和签名。

气压试验记录应书面规定试验参数和验收准则。

如果图形记录仪没有按照本章节要求的压力测量仪表进行校准,则应使用已校准的压力测量仪表,且压力测量仪表每次保压期开始和结束的读数应写在记录图表上。

7.7 工厂审查

7.7.1 文件审查

制造厂生产和检验用的主要文件,如产品标准和工艺规程(包括检验、试验规定)或产品图纸和技术文件、产品验收技术条件或验收准则应满足规范、标准和/或适用要求。

7.7.2 工厂质保能力审查

7.7.2.1 一般规定

按通用规则的规定执行。

制造商应具备质量控制体系,包含由具备能力的人员参与并具备明确的责任,以涵盖质量控制的各个方面。

材料在制造和施工的各个阶段都应可识别。

制造和施工应符合经批准的图纸和规范。规范的编制应参考与相关结构相关的公认规范、标准或规则。

水下管汇结构设计分析中规定的尺寸公差应在制造和施工过程中遵守。

所有缺陷和不足都应在结构部件和设备被涂漆、涂层或使其不可接近之前予以纠正。

7.7.2.2 主要质量控制点

7.7.2.2.1 原材料与零部件质量控制要求

(1) 材料检验:

对采购的原材料(如钢材、铝合金等)进行质量检验,检查质量证明文件,确保材料符合设计要求和相关标准。

进行必要的复验,以确保材料性能的稳定性和可靠性。

(2) 零部件检验:

对关键零部件进行性能鉴定测试和功能验证。

确保零部件的质量和性能满足设计要求,具有足够的耐用性和可靠性。对主要元器件进行出厂验收测试;其他元器件的合格证、出厂试验报告的审核。

(3) 焊接质量控制:

对水下管汇结构的焊接质量进行严格检查,包括焊缝外观、尺寸和内部质量的检查。采用无损检测技术对焊缝进行抽检或全检,确保焊接质量符合规范要求。

(4) 装配及安装质量控制:

在装配过程中,对零部件的安装位置、紧固情况、运动灵活性等进行检查。

确保各部件之间的配合间隙、相对位置等符合设计要求,实现精确的装配和定位。

7.7.3 产品一致性检查

工厂审查时,应在生产现场对申请认证的同一型号产品进行一致性检查,以确认制造厂生产同一型号产品的工艺、设备、主要原材料和关键零部件、过程控制及性能指标等与型式试验抽取的样品保持一致。若认证涉及多系列产品,则每系列产品应至少抽取一个型号做一致性检查。重点核实以下内容:

a) 认证产品的标志和/或包装箱上所标明的产品名称、规格型号与初次试验报告(对应本规则 7.6.3.1.1 初次认证试验项目的报告)上所标明的一致;

b) 认证产品的结构及参数应与初次试验报告上所标明的一致;

c) 主要原材料和关键零部件(详见本规则第 8 条款的要求)满足产品要求一致性能力的验证。主要原材料和关键零部件变更或其供应商变更,应在实施前向本机构申报并获得批准后方可执行。

7.7.4 编制工厂审查报告

检查组向本机构提交工厂审查报告,给出结论。

如果整个审查过程中未发现不符合项,则审查结论为合格。

如果发现不符合项，不危及到认证产品符合认证依据的标准时，工厂应在规定的时间内采取纠正措施，报检查组确认其措施有效后，则审查结论为合格。

如果发现不符合项，危及到认证产品符合认证依据的标准，或工厂生产和质量保证能力不具备生产满足认证要求的产品时，则可终止审查，申请方 3 个月后方可重新申请认证。

7.8 制造检验

7.8.1 一般要求

当认证模式中包含“制造检验”时，工厂审核应按批准的质量体系和图纸资料进行。单个部件和设备应满足各自产品的相关要求并应通过出厂验收试验和系统集成测试的验证。

应在制造现场全面执行验收程序以保证部件按相关要求制造并满足系统的性能要求。

7.8.2 审查前准备

对于首次制造水下管汇设备的制造厂，现场检查员应对制造厂的生产能力，包括生产场所、设施及制造厂的质量保证体系、施工人员的总体资质、分包方等各方面进行评估确认。

开工前，现场检查员应对制造厂开工制造及其检验的有关准备情况进行检查和确认，如：建造准备工作计划、施工/焊接工艺、焊工/无损检测人员资质、产品持证要求清单、焊接规格表、无损检测图、检验/试验项目表、有效检测设备清单、有关制造用材料、制造公差标准、分包方情况（适用时）以及开工前必需的图纸文件等技术资料等。

现场检查员应审阅已批准的图纸资料、试验大纲（程序）和审图意见并审批现场的施工图纸、施工工艺以确认施工的图纸、施工工艺符合已批准的图纸资料和相关规范要求并按已批准的图纸资料、试验大纲（程序）、工艺进行检验。

7.8.3 审查要求

现场检查员在进行具体产品审核时，应了解整个水下管汇/设备的工作原理，弄清所检产品在系统中所起的作用，掌握设备规格书的具体要求。

现场检查员应依据已批准的图纸和设备规格书对产品进行检验。

制造检验包括制造期间的检验及出厂前的检验和试验。

制造检验包括但不限于下列项目的检验：

- (1) 确认检验、试验计划；
- (2) 确认焊工资质或对焊工资质进行评定；
- (3) 检查焊接工艺规程和相应的焊接工艺评定记录；

- (4) 检查材料的证书或文件；
- (5) 见证焊缝的无损检验和审查无损检验记录，关注工艺管线与结构件的不同要求；
- (6) 检查焊后热处理记录，特别是具有酸性介质的压力管线应满足相关标准的要求；
- (7) 检查设备、各组件和部件的安装、尺寸等关键参数与批准的图纸及相关标准一致；
- (8) 检查设备防腐作业达到预定要求，关注工艺管线与结构件的不同要求；
- (9) 检查设备上的控制、监控和仪表与批准的图纸相一致；
- (10) 依照批准的试验大纲（程序），进行试验检验；
- (11) 按照检验、试验计划，确认检验项目按计划完成。
- (12) 检查各方预先达成一致的其它项目。

7.8.4 对关键人员审核要求

(1) 无损检测（NDE）人员

进行无损检测（NDE）人员应通过国家认可的培训机构培训、考核、取得无损检测资格，培训的程序应满足 GB/T 9445 的规定。

(2) 目视检验人员

进行目视检验的人员应按照 ISO 9712 或 ASNT SNT-TC-1A, 每年进行一次视力检查。

(3) 焊接检验人员

目视检验焊接作业和完工焊缝的人员，应取得下列资格和证书：

- AWS 认证的焊接检验员；或
- AWS 认证的高级焊接检验员；或
- AWS 认证的助理焊接检验员；或
- 按制造商形成文件的培训计划认证的焊接检验员。

(4) 其它人员

所有进行其它直接影响材料和产品质量的质量控制活动人员，应按照制造商形成文件的要求进行资格鉴定。

7.9 复核与认证决定

本机构复核和认证决定人员对认证的各个环节进行评价，以确定是否批准认证并颁发相应认证模式的认证证书。批准认证的条件如下：

- 1) 检查组提交的资料完整且评审报告的结论为推荐颁发证书；

- 2) 检查发现的不符合已整改验证合格;
- 3) 认证决定人员评定检查组资料为合格;
- 4) 该产品在生产、使用过程中未发生重大安全、质量、环保风险责任;
- 5) 认证证书及认证标志的使用满足本机构的要求 (适用于再认证);
- 6) 申请方已交纳了有关认证费用。

8 主要原材料和关键零部件清单及质量要求

8.1 取证检验要求

水下管汇的主要原材料及关键部件按 A、B、C 三类进行取证检验。其原则是 A、B、C 类部件应具有本机构证书或本机构可接受的证书, C 类只需工厂证书。

水下管汇重要部件质量检验要求

序号	设备名称	检验类别		
		A	B	C
1	水下管汇	×		
1.1	管汇连接器	×		
1.2	阀组与阀	×		
1.3	接头 (包括液、电、信号)	×		
1.4	支撑结构 (吸力桩、防沉板等)	×		
1.5	保护结构 (如防渔网)		×	
1.6	水下清管器接发球装置	×		

8.1.1 A 类设备取证要求

- ① 设计文件应经过本机构审查批准;
- ② 开工前, 有关建造文件应经本机构审查批准;
- ③ 责任方和认证机构派代表参加开工会;
- ④ 制造过程中, 应根据质量保证计划报检;
- ⑤ 性能、功能试验、压力试验和负荷试验应报检;
- ⑥ 认证机构应审核设备制造记录。

8.1.2 B 类设备取证要求

- ① 与安全有关的设计资料应经过本机构审查批准;
- ② 性能、功能试验、压力试验和负荷试验应报检;

③ 本机构应审核设备制造记录。

对于 A、B 类设备，本机构应审核制造厂的质量管理体系及其质量保证/质量控制（QA/QC）系统，开工前应审核制造厂的质量计划，并确定质量控制点和检验活动类别。

8.1.3 C 类设备工厂证书要求

与安全有关的，本机构接受制造厂提供产品证书的设备。工厂应根据公认的标准、规范，按公认的制造方法进行制造，如果采用非公认的标准、规范，则相关文件、计算和分析报告应由本机构进行设计审查。

8.1.4 认证前已取得其他机构颁发的证书的关键部件，应将其他机构的认证报告及其他资料提交本次认证机构，认证机构对提交的资料进行评估后，提出评审要求，补充完成相应的设计评审和试验。

8.2 原材料及主要部件质量要求

所有材料的选择应符合 GB/T 21412.15 第 7 条款的要求；

序号	名称	质量要求
1	生产/注入阀门	产品质量证明
2	油嘴	
3	控制部件	
4	水下连接器	
5	法兰	
6	配管、锻件及管件	GB/T 21412.15 产品材料证书及产品质量证明
7	紧固件	ISO 10474 Type 3.2 产品材料证书及产品质量证明
8	管汇结构的承压件用材料（碳钢、低合金钢、不锈钢或镍基合金）	GB/T 21412.15 产品材料证书及产品质量证明
注：如果上述主要原材料和关键零部件存在多个制造商，均应按上述要求逐一列出。		

9 认证证书

产品认证证书要素至少包含：委托人名称、地址；产品名称、型号、规格，需要时对产品功能、特征的描述；制造商名称、地址；产品生产厂名称、地址；认证依据的标准、技术要求；认证模式；证书编号；发证机构、发证日期和有效期；其他需要说明的内容。

9.1 认证证书的有效性

单件/单批产品认证证书仅对单件/特定批次的产品有效。

9.2 认证证书的保持、变更、换新、暂停、撤销及认证范围的扩大和缩小

按本机构通用规则条款 9.2 的相关规定执行。

10 认证标志的使用

产品认证标志的使用应符合本机构通用规则条款 10 相关的要求。认证标志样式见本规则条款 5.2。

11 认证时限

11.1 设计评估

一般情况下，每个单元 40~70 人天。对于其他特殊情况，双方协商解决。

11.2 试验

一般情况下，各试验人天数如下：

- (1) 质量鉴定试验 (QT)，每个单元 15~20 天
- (2) 出厂验收试验 (FAT)，每个单元 5~10 天
- (3) 扩展出厂验收试验 (EFAT)，每个单元 5~10 天
- (4) 系统完整性试验 (SIT)，每个单元 5~8 天
- (5) 虚实融合测试，每个单元 3~5 天

11.3 工厂审查

工厂审查包含办公室文审、现场审查等。

根据认证单元进行工厂审查，一般每个认证单元初次工厂审查为 6~8 人天。

如单次工厂审查涉及多个认证单元，可按以下方式核算：

- (1) 2 个认证单元：工厂审查人天数=1 个认证单元人天数 $\times 2 \times 0.8$ ；
- (2) 3 个认证单元：工厂审查人天数=1 个认证单元人天数 $\times 3 \times 0.6$ ；
- (3) 4 个及以上认证单元 (N：认证单元数)：工厂审查人天数=1 个认证单元人天数 $\times N \times 0.5$ 。

对于其他特殊情况，双方协商解决。

11.4 制造检验

一般情况下，每个单元 5~8 人天。

12 认证收费

认证费用按本机构产品认证计费规定收取。