



指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD 07-2013

中国船级社
在役海底管道检验指南

2013

2013年9月1日生效

北京
Beijing

出版说明

《在役海底管道检验指南》是为了满足和克服国内外，特别是国内在役海底管道安全需求日益上升，而具体检验要求简单且和当前检验技术发展不协调的状况进行编写的。

该指南充分吸收了海底管道主要应用国家的法律法规对在役海底管道的发证和检验要求，及在役海底管道检验项目的经验教训，同时考虑了海底管道完整性管理相关要求。

指南内容分3章：

第1章总则

给出指南的适用范围、依据、定义、检验种类和证书要求。

第2章检验

给出了在役海底管道发证的一般要求，及各检验种类的特殊检验要求。

第3章检验结果的处理

给出的检验缺陷的一般处理规定，各主要缺陷的推荐评价方法，和缺陷的减缓、干预及修理措施的一般方法和特点。

附录1 资料审查

给出资料审查的主要明细。

附录2 外部检查

给出了海底管道外部检查的具体项目。

附录3 内腐蚀监测

给出了内腐蚀监测的主要项目。

附录4 全面检查

给出全面检查的一般要求、方法、合于使用评价和全面检查参考周期。

中国船级社

目 录

第1章	总则.....	1
第1节	适用范围和依据.....	1
第2节	定义.....	2
第3节	检验种类.....	3
第4节	证书.....	3
第2章	检验.....	5
第1节	一般要求.....	5
第2节	初次检验.....	5
第3节	年度检验.....	6
第4节	换证检验.....	7
第5节	临时检验.....	8
第3章	检验结果的处理.....	9
第1节	一般规定.....	9
第2节	缺陷评价.....	10
第3节	减缓、干预、修理措施.....	11
附录1	资料审查.....	14
1.1	特征资料.....	14
1.2	状态资料.....	15
1.3	检测机构及人员资质.....	15
附录2	外部检查.....	16
2.1	一般要求.....	16
2.2	平管的外部检查.....	16
2.3	立管系统的外部检查.....	16
附录3	内腐蚀监测.....	18
附录4	全面检查.....	19
4.1	一般要求.....	19
4.2	全面检查的方法.....	19
4.3	合于使用评价.....	20
附录5	《海上设施符合证书》样本.....	23

第1章 总 则

第1节 适用范围和依据

1.1.1 适用范围

本指南适用于中国船级社(以下简称本社)对中国海域在役运营的海底管道系统(不包括柔性管系统)的发证检验。其他海域的海底管道系统的发证检验可参照此指南执行。

1.1.2 参考法规、标准

1.1.2.1 国内

- (1) 原能源部令第4号《海上石油天然气生产设施检验规定》(1990);
- (2) 国家安全生产监督管理总局令第4号《海洋石油安全生产规定》(2006);
- (3) 国家安全生产监督管理总局令第25号《海洋石油安全管理细则》(2009);
- (4) 交通运输部《海上固定设施安全技术规则》(1997);
- (5) 中国船级社《海底管道系统规范》(1992);
- (6) 中华人民共和国《石油天然气管道保护法》(2010)。

1.1.2.2 国际

- (1) 美国机械工程师学会American Society of Mechanical Engineers (ASME)
 - ASME B 31.8S Managing System Integrity of Gas Pipelines, 2010
 - ASME B 31G Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines, 2009
 - ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and other Liquids, 2006
 - ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems, 2010
- (2) 美国石油协会American Petroleum Institute (API)
 - API Spec 5L Specification for Line pipe, 2007
 - API STD 1104 Welding of Pipelines and Related Facilities, 2005
 - API RP 2X Ultrasonic and Magnetic Examination of Offshore Structure Fabrication and Guidelines for Qualification of Technicians, 1996
 - API RP 1110 Pressure Testing of Liquid Petroleum Pipelines, 1997
 - API RP 1111 Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design), 1999
- (3) 美国船级社American Bureau of Shipping (ABS)
 - Guide for Building and Classing Subsea Pipeline System, 2008

Guide for Building and Classing Subsea Riser Systems (Riser Guide)

(4) 挪威船级社Det Norske Veitas (DNV)

DNV Rules Rules for Submarine Pipeline System, 1981

DNV-OS-F101 Submarine Pipeline Systems (2010)

(5) 其他标准Other standards

BS-7910 Guide to methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures

NACE SP0206 Internal corrosion direct assessment methodology for pipelines carrying normally dry natural gas, 2006

NACE SP0110 Wet Gas Internal Corrosion Direct Assessment, 2010

PDAM Pipeline Defect Assessment Manual

SSPC-SP 1 Solvent Cleaning

SSPC-SP 3 Power Tool Cleaning

SSPC-SP 10 Near-White Blast Cleaning

第2节 定义

1.2.1 海底管道系统

系指用于输送石油、天然气或水等介质海底管道工程设施的所有组成部分，包括平管、立管、支撑构件、管道附件、防腐系统、配重层、泄漏检测系统、报警系统、应急关闭装置等。

1.2.2 平管

系指于最大高潮时位于水下部分的管道(立管除外)。该管道可能全部或部分地悬跨于海床上或放置于海底或埋设于海底泥面以下。

1.2.3 立管系统

系指立管、立管支撑、所有附件和腐蚀防护系统。

1.2.4 立管

系指连接海底管道与水上结构物之间的管路。立管延伸至输入/输出管道与生产设施之间的海上应急隔离点处(如，ESD阀门)，其底部的膨胀弯管亦属于立管的一部分。

1.2.5 作业者

系指负责实施海底管道系统作业的企业，或者按照项目合同的约定，负责实施海底管道系统作业的实体。

1.2.6 申请人

系指按本指南的规定，向本社提交检验申请的海底管道系统的作业者或其代理人。

第3节 检验种类

1.3.1 初次检验

对现有已经建成的海底管道系统，作业者拟获取本社颁发的《海上设施符合证书》，应提交申请并进行相应的初次检验。根据海底管道系统的建造历史，可分为以下两种情况并区别对待：

- (1) 在本社监督下建造的海底管道系统；
- (2) 非在本社监督下建造的海底管道系统。

1.3.2 年度检验

海底管道系统从获得《海上设施符合证书》之日起，应每年进行一次定期的年度检验。在正常情况下，可根据海底管道所在区域的气候条件和海底管道的工作状况，于到期之日的前后3个月内安排检验。

1.3.3 换证检验

海底管道系统从获得《海上设施符合证书》起，在证书有效期到期前，应进行一次换发证书的检验，通常此次检验应安排在证书到期前的3个月内进行。换证检验的期限一般不超过5年。

1.3.4 临时检验

当海底管道发生事故或发现缺陷，对该海底管道的完整性产生重大影响时，为保持所持有证书的有效性，作业者应及时申请对该海底管道系统进行临时检验。

第4节 证书

1.4.1 证书的签发

对在役海底管道系统，作业者根据相应的检验种类的规定，申请并经本社检验确认，该系统符合指定的要求，将由本社签发《海上设施符合证书》（证书样本见附录5）。证书的有效期通常不超过5年，特殊情况可根据实际状况适当缩减其有效期。

1.4.2 证书的签署和换发

凡已获得本社签发的《海上设施符合证书》的海底管道系统，须申请进行本章第3节规

定的相应检验。经本社检验后认为该系统满足相应指定的要求，则对《海上设施符合证书》进行换发、或在签证栏上签署，从而保持该证书继续有效。

1.4.3 保持证书有效的条件

凡遇下列情况之一者，本社签发的海底管道系统的《海上设施符合证书》即自行失效：

(1) 当作业者在规定的范围内未遵守海底管道系统的操作规程，致使该系统遭受重大损坏时；

(2) 不按期履行本章第3节规定进行检验时；

(3) 当发现海底管道系统出现与本指南的要求相背的严重缺陷，而申请人或作业者未报告本社且未进行必要的改进时；

(4) 凡海底管道系统发生损坏、改建、修理或重大更换以及变换输送介质或输送条件有重大变更，未申请本社进行检验和认可时。



第2章 检 验

第1节 一 般 要 求

2.1.1 在役海底管道系统应接受下列规定的检验：

- (1) 初次检验；
- (2) 年度检验；
- (3) 换证检验；
- (4) 临时检验。

第2节 初 次 检 验

2.2.1 初次检验申请

2.2.1.1 已建成并投用的海底管道系统申请本社检验时，本社将对该系统进行现有海底管道系统的初次检验。

2.2.1.2 申请人应向本社提交要求进行现有海底管道系统初次检验的申请书。申请书至少应包括下列内容：

- (1) 海底管道系统的名称或其他称谓；
- (2) 执行该管道系统建造检验的船级社名称；
- (3) 建成日期、投用日期及运行记录；
- (4) 敷设位置、总长、管径等；
- (5) 输送介质、输送条件(压力、温度等)；
- (6) 作业者称谓、地址；
- (7) 申请人签名。

2.2.2 初次检验的内容

2.2.2.1 非在本社监督下建造的海底管道系统

(1) 资料审查，包括管道的特征资料、状态资料(见附录1)。根据实际情况，经本社同意后，该资料也可适当简化；

(2) 海底管道系统外部检查(见附录2)。对于投用后5年内未进行外部检查的海底管道，可接受其建造后完工调查报告和检查资料作为初次外部检查内容的补充；对投用超过5年的在役海底管道，如果初次检验之前5年内进行了外部检查、且该外部检查的评估结果仍然可行，则也可作为初次外部检查内容的补充；

(3) 海底管道系统内腐蚀监测(见附录3)；

(4) 对海底管道的安全保护装置系统进行功能模拟试验或查看记录；

(5) 对于输送油气的水底管道，除接受上述规定的检验外，一般于投用后3年内进行首次全面检查，全面检查的检验内容参照附录4，首次全面检查之后的全面检查周期按照本指南附录4中表4.3.1.8条确定；

(6) 对于输送油气之外的其他水底管道，当服役年限达到设计年限后，若要继续使用，应进行全面检查，检查内容参见附录4，全面检查的周期可参照附录4中表4.3.1.8确定。

2.2.2.2 在本社监督下建造的水底管道系统

在本社监督下建造的水底管道系统初次检验的内容基本同2.2.2.1，但提供的特征资料主要是设计相关资料(附录1.1.1)，制造、安装、完工试验等过程的相关文件可不提供。

第3节 年度检验

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 所有水底管道应进行年度检验。

2.3.1.2 验船师应当在全面了解被检水底管道的使用、管理情况，且认真调阅水底管道技术资料和管理资料的基础上，对水底管道运行监控记录、水底管道隐患监护措施实施情况记录、水底管道改造施工记录、检修报告、水底管道故障处理记录进行审查，并记录审查情况。

2.3.1.3 验船师应对审查的数据进行综合评价，重点关注下列管段，确定事故容易发生的位置以及发生事故造成严重后果的位置：

- (1) 穿、跨越管段；
- (2) 工作条件苛刻以及承受交变载荷的管段；
- (3) 曾经发生过泄漏以及抢险抢修过的管道，地质灾害发生比较频繁区域的管段；
- (4) 已经发现的严重腐蚀或者其他危险因素的管段。

2.3.2 年度检验的内容

(1) 资料审查，主要审查管道的状态资料(见附录1.2)；

(2) 根据水底管道系统外部检查计划，核实外部检查执行情况(见附录2)；

(3) 水底管道系统内腐蚀监测(见附录3)；

(4) 对水底管道的安全保护装置系统进行功能模拟试验或查看记录；

(5) 对于输送油气的水底管道，根据其全面检查计划，核实全面检查执行情况。当发现存在超出有关安全技术规范规定的缺陷，并且不能满足安全使用要求，可要求进行全面检查(全面检查内容见附录4)；

(6) 对于输送油气之外的其他水底管道，当服役年限达到设计年限后，若要继续使用，应进行全面检查(见附录4)，且根据全面检查结果制定检查计划，核实全面检查执行情况。

2.3.3 年度检验的结论

2.3.3.1 年度检验现场工作结束后，验船师应当根据检验结果作出下述检验结论：

- (1) 检验结果满足规定要求，在《海上设施符合证书》上进行年度检验签署；
- (2) 检验中发现存在超出有关安全技术规范规定的不合格项，根据评估结果提出限制使用的条件。

2.3.3.2 有条件的作业者应当将年度检验及其检验结论录入海底管道管理系统，用信息化技术进行管理。

第4节 换证检验

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 海底管道的换证检验应在证书到期前的3个月内进行。

2.4.1.2 验船师应当在全面了解被检海底管道的使用、管理情况，并且在认真调阅海底管道技术资料和管理资料的基础上，对海底管道运行监控记录、海底管道隐患监护措施实施情况记录、海底管道改造施工记录、检修报告、海底管道故障处理记录进行审查，记录审查情况。

2.4.1.3 验船师应对审查的数据进行综合评价，重点关注对下列管段检验，确定容易发生的位置以及发生事故造成严重后果的位置：

- (1) 穿、跨越管段；
- (2) 工作条件苛刻以及承受交变载荷的管段；
- (3) 曾经发生过泄漏以及抢险抢修过的管道，地质灾害发生比较频繁区域的管段；
- (4) 已经发现的严重腐蚀或者其他危险因素的管段。

2.4.2 换证检验的内容

(1) 资料审查，主要审查管道的状态资料(见附录1.2)；

(2) 根据海底管道系统外部检查计划，核实外部检查执行情况(见附录2)；

(3) 海底管道系统内腐蚀监测(见附录3)；

(4) 对海底管道的安全保护装置系统进行功能模拟试验或查看记录；

(5) 对于输送油气的水底管道，根据其全面检查计划，核实全面检查执行情况。当发现存在超出有关安全技术规范规定的缺陷，并且不能满足安全使用要求，可要求进行全面检查(见附录4)。

(6) 对于输送油气之外的其他海底管道，当服役年限达到设计年限后，若要继续使用，则一般应进行全面检查，检查内容参见附录4，全面检查的周期应参照附录4中表4.3.1.8确定。

2.4.3 换证检验结论

2.4.3.1 换证检验现场工作结束后，验船师应当根据检验结果作出下述检验结论：

- (1) 允许换证，并签发新的《海上设施符合证书》；
- (2) 检验中发现存在超出有关安全技术规范规定的不合格项，限期整改。在整改完成前，根据评估结果提出限制使用条件。

2.4.3.2 有条件的作业者应当将换证检验及其检验结论录入海底管道管理系统，用信息技术进行管理。

第5节 临时检验

2.5.1 在遇到下列情况，为保持所持有证书的有效性，作业者应及时申请对该海底管道系统进行临时检验：

- (1) 海底管道系统所在区域发生强烈地震，或由于外界因素使其受到强力干扰；
- (2) 海底管道输送介质发生变化；
- (3) 实施海底管道的水下维修，更换重要设备；
- (4) 更换该海底管道系统的作业者；
- (5) 出现其他有必要进行检验的状况。

第3章 检验结果的处理

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 当观测到一个缺陷时，申请人应进行的评估如下：

- (1) 量化缺陷参数；
- (2) 识别导致缺陷的原因；
- (3) 评估检验结果的精确性和不确定性。

3.1.1.2 如果证实检验结果存在问题，应该进行必要的附加检验或测试。

3.1.1.3 如果缺陷不可接受，做进一步评估，包括：

- (1) 海底管道系统是否继续营运；
- (2) 维修方法。

3.1.2 评估及处理

3.1.2.1 对于每一个检测或观测到的潜在不可接受缺陷和异常现象，作业者都应当及时安排评价机构对其进行安全评估，包括对管道系统将来运行条件的设定和安全的影响。

3.1.2.2 对影响海底管道系统安全和可靠性的缺陷应该选择切除缺陷管段或进行局部加强修理。或者通过重新评定永久降低营运条件的措施，可以允许不修理，例如降低运营压力。

3.1.2.3 如海底管道系统的检验结果中存在不可接受的缺陷，且可能仍在设计条件或降低营运条件下进行临时的营运，直至该缺陷被移除或修理，须证明在当前条件下管道系统能保持完整性和规定的安全水平，其中可能包括降低营运条件和/或其他临时措施。

3.1.2.4 对评估为不可接受的缺陷，作业者应该保留作为改进管道系统完整性管理计划的依据(适用时)。

3.1.3 报告和缺陷处理

3.1.3.1 检验单位在检验任务完成后，应出具检验报告书。

3.1.3.2 检验报告应提出检验结论，允许使用和允许换证结论应明确使用参数，全面检查报告应给出下次全面检查周期。

3.1.3.3 作业者应当对评价要求进行处理的缺陷和问题进行修复或采取降压使用的措施。评价机构可以在出具报告前将需要处理的缺陷书面通知作业者。作业者处理完成并且经过评价机构确认后，评价机构再正式出具给出允许使用结论的评价报告。

3.1.3.4 缺陷修复前作业者应当制订修复方案，缺陷的修复应当参考本章第3节内容或按照有关要求，相关记录应当存档。

3.1.3.5 作业者对管道采取相应的修复或降压措施，并且经评价机构确认后，评价机构应当重新对风险结果进行修正(即风险再评估)。风险评估的结果应当纳入管道使用等级工作中。

3.1.3.6 有条件的作业者应建立海底管道管理数据库，妥善保存检验原始数据、数据分析处理结果和结论。

第2节 缺陷评价

3.2.1 缺陷类型

3.2.1.1 在役海底管道存在的主要缺陷有金属损失、凹痕、裂缝、划痕、自由悬跨、局部屈曲、整体屈曲、裸露、位移、涂层破坏、阳极破坏等。

3.2.2 缺陷评价

3.2.2.1 缺陷的评估一般应采取海底管道管理计划中给出的方法(适用时)，或采用本节推荐的方法及等效方法。

3.2.2.2 金属损失

(1) 金属损失指管道的内外腐蚀及其他引起管壁金属损失的缺陷，可参考本社的《海底管道结构分析指南》或ASME B31.G(腐蚀管道剩余强度的确定方法)；

(2) 评估的腐蚀缺陷类型一般包括：单个腐蚀缺陷、相互作用腐蚀缺陷和复杂形状缺陷；

(3) 评估方法一般分为简便方法和详细方法，简便方法指对腐蚀缺陷进行量化，并用公式直接计算，详细方法一般指有限元分析或全尺寸模型试验。简便方法相对详细方法一般更保守。

3.2.2.3 凹痕

(1) 凹痕缺陷的最大许用营运压力评估可以参考美国船级社的《海底管道规范》，其提供的评估方法主要考虑凹痕的长度和深度的影响。

(2) 拖网促使的最大许用凹痕深度要考虑拖网碰撞频率的影响。

(3) 含有划痕的凹痕评估可参考科学出版社的《管线力学》。

3.2.2.4 裂纹

裂纹缺陷的评估可参考BS 7910(金属结构缺陷的验收评估方法指南)。

3.2.2.5 划痕

划痕缺陷的评估可以参考PDAM《管道缺陷评估手册》。

3.2.2.6 自由悬跨

自由悬跨可参考中国船级社的《海底管道结构分析指南》。

3.2.2.7 局部屈曲

局部屈曲的评估可以参考中国船级社的《海底管道结构分析指南》。

3.2.2.8 整体屈曲

整体屈曲的评估可以参考中国船级社的《海底管道结构分析指南》。

3.2.2.9 裸露

海底管道裸露评估可以参考挪威船级社的DNV-RP-F107(管道保护的风险评估)。

3.2.2.10 位移

管道偏离原来路由的位移缺陷评估可参考中国船级社的《海底管道结构分析指南》，或SY/T 10007-1996《海底管道稳定性设计》。

3.2.2.11 涂层破坏

涂层破坏缺陷的评估可参考本社《海底管道系统规范》第6章要求。

3.2.2.12 阳极破坏

涂层破坏缺陷的评估可参考本社《海底管道系统规范》第6章要求。

第3节 减缓、干预、修理措施

3.3.1 一般规定

3.3.1.1 减缓、干预和修理是改善和增强海底管道安全水平的重要措施，其基础应该是管道工程的长期检验计划或依据检验计划而开展的相关任务。

3.3.1.2 减缓是指采取措施降低海底管道失效的可能性和后果，是一种预防性维护，主要针对管道的内部状况。

3.3.1.3 干预指对管道外部海床条件和支撑条件变化的纠正性措施。

3.3.1.4 维修是指恢复受损管道系统结构完整性和/或承压功能的纠正性措施。

3.3.1.5 必要时，在实施前须对采取的减缓、干预和修理活动进行技术鉴定，例如干预工具适用性鉴定、修理夹具适用性鉴定或新化学药剂适用性鉴定。

3.3.1.6 减缓、干预和修理措施不得使管道系统的安全水平低于设计规定的安全水平。

3.3.1.7 一般情况下，减缓、干预和修理工作包括以下内容：

- (1) 详细的实施计划；
- (2) 必要的技术鉴定；
- (3) 组建实施团队；
- (4) 任务实施，包括设备运输、安全保障、后勤保障、会议讨论、测试、实施、完成、无损检测、试验、团队解散和任务结束等；
- (5) 文件归档。

3.3.1.8 所有的减缓、干预、修理措施应保留记录。

3.3.1.9 所有的修理应由有资格的人员按照协议约定的规格书和程序执行，并达到海底管道原来的标准。

3.3.1.10 如果维修涉及焊接，则相关人员、方法和设备应满足本社《海底管道系统规范》附录C的要求。进行其他类型的修复时，人员、方法和必要设备的要求应符合对应工作的要求。

3.3.1.11 所有维修应由有丰富经验的资质人员按照协议约定的程序进行测试和检验。无损检测人员、设备、方法和接受准则可参考本社《海底管道系统规范》第11章要求。

3.3.2 减缓

3.3.2.1 常用的减缓措施包括：

- (1) 限制操作参数，包括最大允许操作压力、入口温度、流量等；
- (2) 使用化学药剂，为了降低腐蚀速率、减少流动摩擦阻力、减少结垢、降低水合物形成的可能性；
- (3) 清管器清管，为了除去结垢、沉淀物和弯管处的积液。也可以临时性的加大流量冲出管道中聚集的液体或固状颗粒。

3.3.3 干预

3.3.3.1 主要用于控制轴向热膨胀导致的侧向或隆起屈曲、提高管道坐底稳定性、保护管道免受第三方损坏、提高热绝缘性能和减少悬跨的长度和高度。

3.3.3.2 常用的措施包括：

- (1) 海面抛石；
- (2) 针对第三方破坏方式的特定防护(垫层、保护结构、水泥浆袋、碎石覆盖等)；
- (3) 挖沟。

3.3.4 维修

3.3.4.1 维修的目的是通过加固或替换损伤管段来恢复管道的安全级别。

3.3.4.2 根据损伤的程度，维修可以分为临时性和永久性。可以接受永久性维修前的临时性维修，但必须证明在临时性维修措施和/或采取的其他措施(减压、减少流量等)条件下，能保持管道的设计完整性和安全水平。

3.3.4.3 管道损伤最适合的维修措施取决于损伤程度、损伤机理、管道材料、管道尺寸、损伤位置、载荷条件、压力和温度等条件，常用的维修措施有：

- (1) 切除受损管段，通过焊接或机械连接器安装新的替换短管；
- (2) 通过在管道外壁安装维修卡具的局部维修，卡具的类型和功能取决于损伤机理，结构型卡具要能满足维修管壁的轴向和径向承载条件，而泄漏型卡具要满足卡具内的泄漏密封要求。

3.3.5 缺陷维修案例—泄露

3.3.5.1 以海底管道的泄漏缺陷维修为例，给出缺陷修理的一般过程和要求：

(1) 在修理任何泄露前，首先分析泄露原因。

(2) 选择管道泄漏维修的最佳措施，主要取决于损伤原因、管道材料、管道尺寸、泄露位置、荷载条件，压力和温度，可能采用下述维修措施：

① 切除被损坏部分的管段，用焊接或机械连接的方式安装一段新管。

② 使用夹具时，可以用焊接、填充材料、摩擦或其他认可的机械方法获得密封。

(3) 泄漏的法兰和连接可以通过安装覆盖泄露法兰或连接的密封夹具、增加螺栓预紧力，或更换垫片和密封圈等方式进行密封。在增加螺栓预紧力前，应通过计算证明不会发生螺栓、法兰或垫片/密封圈的应力超标。如由于更换垫片等原因引起螺栓失去预紧力，则应用新螺栓进行法兰连接。

(4) 所有的修复夹具、套具、管段和机械接头都应在安装之前进行评定，并在安装后进行泄露试验。

CCS

附录1 资料审查

1.1 特征资料

1.1.1 设计相关资料

(1) 海底管道系统说明书, 包括: 设计基础、管材规格书、焊接规格书、安装规格书、水压试验规格书、配重层规格书(如适用时)、除水及干燥规格书(如适用时)等;

(2) 海底管道计算书, 包括: 坐底稳性计算书、在位强度计算书、悬跨分析计算书、安装计算书、立管计算书(包括吊装计算书)(如适用时)、跨越分析计算书(如适用时), 落物分析计算书、侧向屈曲及隆起屈曲计算书(如适用时)等;

(3) 海底管道图纸, 包括: 总体布置图、路由图、近平台(近岸)布置图、立管布置图(包括登陆管道登陆部分)、管体图、管道附件图、节点连接图、阳极布置图、阳极安装图、穿跨越详图(如适用时)等;

(4) 海底管道材料清单, 包括: 管材、法兰、三通、Y型连接及其他相关附件等;

(5) 防腐系统, 包括管道和立管防腐涂层涂敷技术要求, 阴极保护系统设计计算和技术要求, 阳极设计计算及配置, 确定内腐蚀余量计算, 内腐蚀控制及技术要求, 绝缘法兰配置等。

1.1.2 制造过程相关资料

(1) 管材及管件材料规格说明;

(2) 钢管及管件的制造工艺规程、焊接工艺规程、无损探伤检验规程、热处理规程、水压试验规程等;

(3) 防腐涂层的技术要求和涂敷规程;

(4) 加重层的技术要求和施工工艺(如适用时);

(5) 牺牲阳极的材料制造、安装技术要求;

(6) 焊接和无损探伤检验人员的资格证书。

1.1.3 安装过程相关资料

(1) 铺管程序及图纸;

(2) 铺管过程中焊接工艺规程认可试验报告, 无损检测、涂装、加重层检测等技术规程;

(3) 立管安装、膨胀弯安装程序;

(4) 立管与海底管道的连接方法和工艺规程说明;

(5) 接岸段管段的铺设、连接程序;

(6) 铺设、安装使用的专门作业船及设备说明(备查);

(7) 从事海上安装的焊接和无损探伤检验人员资格证书。

1.1.4 完工试验相关资料

- (1) 无损探伤检验报告；
- (2) 有关挖沟、埋设和防护工程的报告(如适用)；
- (3) 有关防腐系统性能报告；
- (4) 水压试验报告；
- (5) 后调查报告。

1.2 状态资料

1.2.1 安全管理资料

包括安全生产许可证、安全管理规章制度与安全操作规则。

1.2.2 技术档案资料

包括改造、维修等施工、竣工验收资料等。

1.2.3 运行状况资料

1.2.3.1 包括日常运行监控和维护记录、隐患排查治理记录、改造与维修资料、故障与事故记录。

1.2.3.2 海底管道运行监控记录，包括输送介质分析报告(硫化氢、二氧化碳和游离水)，工艺参数(例如输送介质压力、温度、流量)记录、清管记录、压力异常波动记录、外部或内部腐蚀监控记录、阴极保护系统故障记录、海流和海底管道振动记录(如适用时)、海底管道修理或者改造的资料，海底管道事故或者失效资料，海底管道的各类保护措施的使用记录等。

1.3 检测机构及人员资质

检测机构及人员应至少符合下列要求：

- (1) 检测机构应满足主管部门和行业的相关要求，拥有满足检测要求的检测设备，并具有检测技术力量和质量控制体系；
- (2) 检测操作人员，数据收集、处理、分析和报告的人员应具有业内认可的专业能力。

附录2 外部检查

2.1 一般要求

- (1) 新建海底管道，一般应于投用后1年内进行首次外部检查；
- (2) 海底管道在进行外部检查后，应根据外部检查的结果制定下次外部检查计划，外部检查的各类检测项目周期一般应不超过5年；
- (3) 管道建造完工后的调查报告和检测资料，可以作为首次外部检查内容的补充；
- (4) 对于存在影响海底管道安全的因素，如管道类型不同、路由地质条件复杂、环境影响恶劣、出现管道悬跨、支撑件脱落、阳极消耗异常等情况时，应根据实际检查结果及其评估报告，缩短海底管道外部检查周期。

2.2 平管的外部检查

平管的外部检查应确保满足设计需求且不会发生损坏。检查内容应至少包括：

- (1) 管道位置、走向、埋设深度或暴露状况；
- (2) 自由悬跨，包括长度、高度及端部支撑状况；
- (3) 为减小自由悬跨而安装的支撑状况；
- (4) 影响海底管道完整性或影响附属结构的局部海床冲刷；
- (5) 影响海底管道完整性的沙波运动；
- (6) 过量管道运动，包括膨胀影响；
- (7) 水下阀门的完整性，包括保护结构；
- (8) Y型和T型连接器，包括保护结构；
- (9) 非埋设海底管道的沉降量，特别是在阀门、三通的位置；
- (10) 管道保护物的完整性(例如：护垫，覆盖物，沙袋、砾石坡等)；
- (11) 管道、涂层和阳极的机械损坏；
- (12) 大量处于或靠近海底管道的瓦砾堆，可能导致海底管道或外部防腐系统的损坏；
- (13) 明显的管道屈曲变形；
- (14) 与其他管道、海缆的交叉状况；
- (15) 保温层有效性。

2.3 立管系统的外部检查

除适用平管外部检查的上述要求外，对立管系统(包括膨胀弯)的检查内容应特别考虑：

- (1) 由于管道膨胀或基础沉降引起的立管位移;
- (2) 涂层损坏;
- (3) 在封闭条件下或套管里任何立管的腐蚀控制技术(如适用时);
- (4) 海生物发展程度;
- (5) 任何以前腐蚀损害区域的发展程度;
- (6) 立管支撑和导向的完整性和功能;
- (7) 保护结构的完整性和功能;
- (8) 立管阳极的电位测量;
- (9) 立管阳极消耗及其状态;
- (10) 膨胀弯与其他管道、海缆的交叉状况。

CCS

附录3 内腐蚀监测

海底管道作业者应根据管道日常运行和维护情况进行内腐蚀监测和检查工作，验船师应检查对应的内腐蚀监测和检查记录。

(1) 流体分析

即监测流体的物性参数和采样液腐蚀性成分的化学分析，流体添加剂的使用记录；

(2) 腐蚀探测

例如：腐蚀挂片、其他可回收探针对管道腐蚀率进行定期或在线检测；

(3) 壁厚测量

即在指定区域的壁厚测量记录。

CCS

附录4 全面检查

4.1 一般要求

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 全面检查，是指按一定的检查周期对在役海底管道进行基于风险的检测。

4.1.1.2 属于下列情况之一的油气管道，如风险超出可接受程度，应当进行全面检查和合于使用评价：

- (1) 运行工况发生显著改变从而导致运行风险提高的；
- (2) 输送介质种类发生重大变化，改变为更危险介质的；
- (3) 年度检验结论要求进行全面检查的；
- (4) 所在地发生地震、滑坡等重大地质灾害的；
- (5) 有重大改造维修的；
- (6) 停用超过1年后再启动的。

4.1.1.3 对于输送油气之外的其他海底管道，当服役年限达到设计年限后，若要继续使用，应进行全面检查，检查周期表可参照附录4、表4.3.1.8确定。

4.1.1.4 属于下列情况之一的管道，应适当缩短全面检查周期：

- (1) 1年内多次发生泄漏事故及受自然灾害、第三方破坏严重的；
- (2) 发现应力腐蚀，严重局部腐蚀或者全面腐蚀的；
- (3) 承受交变载荷，可能导致疲劳失效的；
- (4) 防腐(保温)层破坏严重或者无有效阴极保护的；
- (5) 检查中发现除前几项以外的严重问题；
- (6) 验船师和作业者认为应当缩短全面检查周期的。

4.1.1.5 全面检查的方案和合于使用评价的内容需报本社供审查。

4.2 全面检查的方法

检测单位应当根据风险评估确定的结果，选择合适的全面检查方法。推荐的全面检查方法有内检测、耐压(压力)试验、直接检测和直接评价。检测单位可以采用上述任一或任何组合方式对海底管道进行检测。

4.2.1 内检测

对具备内检测条件的海底管道，可采用管道内检测器对管道内外腐蚀状况、几何形状进行检测。

4.2.2 耐压(压力)试验

对不具备内检测条件的海底管道，可以采用耐压(压力)试验的方法进行全面检查。耐压

(压力)试验按照相应国家标准、行业标准及管道设计标准的规定。

4.2.3 直接检测

综合海底管道所处环境条件、检测周期和成本等因素考虑，一般较少采用直接检测的方法，但当发现管道有严重的内腐蚀缺陷，或者以内腐蚀、应力腐蚀、外腐蚀为主要失效模式时，可以进行直接检测判断其内外腐蚀情况。

4.2.4 直接评价

4.2.4.1 若有资料证明，某些海底管道不具备采用内检测、耐压试验或直接检测等方法时，可接受直接评价的方法进行全面检查。

4.2.4.2 下列情况下，原则上不应采用直接评价方法进行全面检查：

- (1) 新建的油气海底管道；
- (2) 富含CO₂、H₂S等介质且可能成为主要失效原因的海底管道；
- (3) 其他风险较大的海底管道。

4.2.4.3 直接评价应选用成熟可靠的方法，满足相关国际或行业标准的要求，且需报本社审查。

4.2.4.4 直接评价的内容至少包括：评价腐蚀速度、判定腐蚀位置、评价腐蚀控制措施、制定腐蚀监管措施以及再次评价计划。

4.3 合于使用评价

4.3.1 合于使用评价

4.3.1.1 海底管道全面检查后，应进行合于使用评价。合于使用评价包括对海底管道进行的应力计算；对危害海底管道结构完整性的缺陷进行剩余强度评估与超标缺陷安全评定；对危害海底管道安全的主要潜在危险因素进行管道剩余寿命预测，以及在一定条件下开展材料适用性评价。

4.3.1.2 全面检查和合于使用评价，应当采用完整性管理理念中的检验检测评价技术，开展基于风险的检测，并且确定管道的事故后果严重区。

4.3.1.3 评价单位应当结合海底管道全面检查情况进行合于使用评价，并且确定管道许用参数和下次全面检查日期。

4.3.1.4 有下列情况之一的管道，应当按照许用压力进行强度校核：

- (1) 全面减薄量超过管道腐蚀裕量；
- (2) 操作参数发生增大的；
- (3) 输送介质种类发生重大变化，改变为更危险介质的；
- (4) 存在较大变形、挠曲、破坏，以及支撑件损坏等现象且无法复原的；
- (5) 法兰经常性泄漏、破坏的；
- (6) 评价人员或者作业者认为有必要的。

4.3.1.5 对全面检查中发现的危害海底管道结构完整性的缺陷进行剩余强度评估与超标缺陷安全评定，在剩余强度评估与超标缺陷安全评定过程中应当考虑缺陷发展的影响，并且根据剩余强度评估与超标缺陷安全评定的结果提出运行维护意见。

4.3.1.6 根据危害海底管道安全的主要潜在危险因素选择海底管道剩余寿命预测方法，包括腐蚀寿命、裂纹扩展寿命、损伤寿命等。

4.3.1.7 有下列情形之一的钢制管道，应当进行材料适用性评价：

- (1) 材质发生劣化的；
- (2) 输送介质种类发生重大变化，改变为更危险介质的。

4.3.1.8 应当结合全面检查和合于使用评价结果，确定管道下次全面检查日期，其全面检查周期不得大于下表的规定，并且最长不能超过预测的管道剩余寿命的一半。

全面检查周期表

表4.3.1.8

检测方法	操作条件下的应力水平			全面检查周期 (年) ^①
	≥ 50% SMYS	30% ~ 50% SMYS	<30% SMYS ^②	
内检测	PF ^⑤ ≥ 1.25MAOP ^③	PF ≥ 1.39MAOP	PF ≥ 1.65MAOP	5
	PF ≥ 1.39MAOP	PF ≥ 1.65MAOP	PF ≥ 2.20MAOP	10
	不允许	PF ≥ 2.00MAOP	PF ≥ 2.75MAOP	15
	不允许	不允许	PF ≥ 3.33MAOP	20
耐压试验	TP ^④ ≥ 1.25MAOP	TP ≥ 1.39MAOP	TP ≥ 1.65MAOP	5
	TP ≥ 1.39MAOP	TP ≥ 1.65MAOP	TP ≥ 2.20MAOP	10
	不允许	TP ≥ 2.00MAOP	TP ≥ 2.75MAOP	15
	不允许	不允许	TP ≥ 3.33MAOP	20
直接检测	抽样检测危险迹象 ^⑥	抽样检测危险迹象	抽样检测危险迹象	5
	检测所有危险迹象	抽样检测危险迹象	抽样检测危险迹象	10
	不允许	检测所有危险迹象	检测所有危险迹象	15
	不允许	不允许	检测所有危险迹象	20
直接评价	(1) 对于不具备内检测条件的新建油气海底管道，在投用后6个月内做1次内腐蚀直接评价； (2) 对于不具备内检测条件的在役油气海底管道，初次检验时，须进行内腐蚀直接评价。			2

注：① 时间间隔为最大值，根据采取的维修和预防工作情况可以缩短。此处，某些危险可能极具破坏性，

因此可能需要大幅缩短检测的时间间隔。如果发生时效性事故，要立即重新确定检测的时间间隔；

② SMYS表示选用管材最小规定屈服应力；

③ MAOP表示最大允许操作压力；

④ TP表示试验压力；

⑤ PF表示预测失效压力，按ASME B31G或类似标准确定；

⑥ 对于直接检测过程，包括了对危险迹象直接检测的时间间隔。根据危险迹象的严重程度和以前的检测结果，确定危险迹象取样的时间间隔。除非对所有危险进行检测和维修，再检测的最大时间间隔为：对在等于或大于规定的最低屈服强度(SMYS)50%条件下操作的管道——5年，对于在低于规定的最低屈服强度50%条件下操作的管道——10年。

4.3.2 全面检查、合于使用评价报告与问题处理

4.3.2.1 检测人员应当根据全面检查情况和所进行的全面检查项目，准确填写全面检查记录，及时出具全面检查报告。合于使用评价工作结束后，评价人员应当根据全面检查报告和所进行的合于使用评价项目，出具合于使用评价报告。合于使用评价报告中应当明确许用参数、下次全面检查日期等。

4.3.2.2 作业者应当对合于使用评价过程中要求进行处理的缺陷进行修复或者采取降压运行的措施。评价单位可以在出具报告前将需要处理的缺陷书面通知作业者。作业者处理完成并经过评价单位确认后，评价单位再正式出具合于使用评价报告。

4.3.2.4 缺陷修复前，作业者应当制定修复方案，缺陷的修复应当按照有关要求，相关文件记录应当存档。

4.3.2.5 作业者对管道采取相应的修复或采取降压措施，并且经评价单位确认后，评价单位应当重新对风险预评估结果进行修正(即风险再评估)。风险评估的结果应当纳入管道使用管理工作中。

4.3.2.6 作业者应当将全面检查与合于使用评估结果存档，有条件的应当将全面检查与合于使用评估结果录入海底管道管理系统，用信息化技术进行管理。

4.3.2.7 本节4.3.2.1至4.3.2.5的工作内容应报本社审查认可，验船师应当及时将全面检查、合于使用评价结果输入相关发证系统。

附录5 《海上设施符合证书》样本

Form CCF

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

海 上 设 施 符 合 证 书
OFFSHORE INSTALLATION COMPLIANCE CERTIFICATE

No. _____

中国船级社应 _____ 之申请签发。

Issued at request of _____ by

China Classification Society.

设施名称 Name of the Installation	设施类型 Type of the Installation	设施位置 Location of the Installation

兹证明本设施业已按照 _____ 的有关要求进行了检验，适合在拟定的区域从事相应的工作，但必须满足下列的限制条件(如有时)：必要的年度及定期检验。

THIS IS TO CERTIFY THAT the above-mentioned installation has been surveyed in accordance with the _____ promulgated by _____ and found to be fit to operate in the area intended, subject to the following limitations (if any): Annual surveys and periodical surveys shall be carried out.

本证书有效期至

This Certificate is valid until

发证地点

Issued at _____

发证日期

Issued on _____

中 国 船 级 社

CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

备 注
REMARKS

This certificate covers the following related content:
本证书的检验范围包含下列概要:

CCS

年 度 检 验 签 证
ENDORSEMENT FOR ANNUAL SURVEYS

兹证明本设施业经按前述规则

THIS IS TO CERTIFY that at a survey required by _____
的要求进行了检验，符合规则的有关规定。

of these Rules, this installation was found to comply with the relevant provisions of these Rules.

地 点
Place _____

日 期
Date _____ 中国船级社验船师
Surveyor to CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

地 点
Place _____

日 期
Date _____ 中国船级社验船师
Surveyor to CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

地 点
Place _____

日 期
Date _____ 中国船级社验船师
Surveyor to CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

地 点
Place _____

日 期
Date _____ 中国船级社验船师
Surveyor to CHINA CLASSIFICATION SOCIETY