

# 中国潜水打捞行业团体标准

T/CDSA-305.21-201

---

## 水下钢结构检测工作指南

Guidance for underwater inspection of underwater steel structure

2017-3-15 发布

2017-3-15 实施

中国潜水打捞行业协会 发布



# 目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义及缩略语.....	1
3.1 术语和定义.....	1
3.2 缩略语.....	2
4 检测目的.....	3
4.1 总则.....	3
4.2 检测工作的目的.....	3
5 检测原则.....	3
5.1 总则.....	3
5.2 I类检测.....	3
5.3 II类检测.....	3
5.4 III类检测.....	4
6 检测计划.....	4
6.1 总则.....	4
6.2 检测大纲.....	4
6.3 检测作业计划.....	4
6.4 年度检验、定期检验、临时检验.....	5
7 检测内容.....	5
7.1 总则.....	5
7.2 结构的机械损伤 / 缺陷.....	5
7.3 构件上生物的沉积.....	5
7.4 一般腐蚀状态.....	5
7.5 阳极块消蚀的状况.....	5
7.6 电位测量.....	5
7.7 桩基的冲刷与堆积.....	6
7.8 节点裂纹.....	6
7.9 构件的壁厚测量.....	6
7.10 点腐蚀的测量.....	6
8 检测技术方法及要求.....	6
8.1 总则.....	6
8.2 I类检测的方法及要求.....	6
8.3 II类检测的项目方法及要求.....	6

8.4 III类检测的方法与要求.....	10
9 数据处理.....	11
9.1 II类检测数据处理.....	11
9.2 III类检测数据处理.....	11
参考文献.....	12

# 前 言

本部分按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由水下应急救援专业委员会提出，由中国潜水打捞行业协会归口管理。

本标准起草单位：海洋石油工程股份有限公司维修公司。

本标准主要起草人：宋立崧、熊志强、潘东民、陈勇、刘凯、张大伟、张伟。

# 引 言

水下检测是保障水下结构完整性、了解和掌握水下结构物当前或临时状态的最为主要的手段，检测结果为评估平台状态提供重要的数据基础。编写《水下钢结构检测工作指南》的目的是为检测作业的实施提供规范的指导和建议，包括水下检测计划、内容、实施方法，以及数据处理等水下检测的流程，确保检测的质量及评估结果。

# 水下钢结构检测工作指南

## 1 范围

本指南规定了水下检测的原则、检测计划、检测内容、检测技术方法及数据处理的要求。本指南适用于海上平台导管架及其他水下钢结构的年度检验、定期检验和临时检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 26123 空气潜水安全要求

《海上固定平台安全规则》——国家经贸委

JT/T 746 无人遥控潜水器协同潜水作业要求

SY/T 10030-2004 海上固定平台规划、设计和建造的推荐做法 工作应力设计法

《海上固定设施安全技术规则》——中华人民共和国船舶检验局

《潜水及水下作业通用规则》——中国潜水打捞行业协会

《水下钢结构交流电磁场裂纹检测规程》——中国潜水打捞行业协会

《水下钢结构杆件进水检测规程》——中国潜水打捞行业协会

E2261-03 《Standard Practice for Examination of Welds Using the Alternating Current Field Measurement Technique》, ASTM

ABS-46 《Guide for Nondestructive Inspection of Hull Welds》 2002, ABS

《Guidance for Post-hurricane Structural Inspection of Offshore Structures》 2009, API

## 3 术语和定义及缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

#### 3.1.1

**DFI Design Fabrication Installation**

以设计 (DESIGN)、建造 (FABRICATION)、安装 (INSTALLATION) 的记录为依据的已安装后结构资料。

#### 3.1.2

**结构状态记录 structure condition record**

被设计用来方便更新和保存检测结果的重要区域/项目的记录或者图形。

#### 3.1.3

### 无损检验 **nondestructive testing**

在不损害被检对象使用性能的前提下，通过专用工具或目力观测对被检对象的物理性能、质量（包括外观和内部质量）进行评价的工作。

#### 3.1.4

##### I 类检测 **I class inspection**

称为绿色检测，由具有资格的检测潜水员或 ROV（遥控潜器）所携带的闭路电视摄像机在不需要进行预先清理检测项目的情况下进行的一般目视检测。目的是探测明显的损伤。

#### 3.1.5

##### II 类检测 **II class inspection**

称为蓝色检测，在对检测项目经过规定的清理或准备工作后，由具有资格的潜水检测员或由 ROV 进行的近距离目视检测。目的是探测不易发现的损失。

#### 3.1.6

##### III 类检测 **III class inspection**

称为红色检测，由具有资格的 NDT 操作员/技师按照指定的规程进行的近距离目视检测和无损检测。目的是探测即将发生的或隐藏的损伤。

#### 3.1.7

##### 水下无损检测 **underwater nondestructive testing**

是指在水下对被检对象进行的无损检测。

#### 3.1.8

##### 超声波测厚 **ultrasonic thickness measurement**

对水面以上及水下和船舶水下结构进行超声波厚度测量。

#### 3.1.9

##### 磁粉检测 **magnetic particle inspection**

磁粉探伤

利用漏磁场与磁粉来检测铁磁性材料表面和近表面不连续的一种无损检测方法。

#### 3.1.10

##### 交流电磁场检测 **alternating current field measurement**

一种通过测量所施加的交流电均匀磁场变化来发现与测量金属表面裂纹缺陷的无损检测技术。

#### 3.1.11

##### 进水构件探测 **flooded member detection**

使用超声波或射线探测构件内是否有水，依此来判断是否存在穿透型裂纹或其它使水渗到构件内部的检测技术。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本指南。

ACFM: 交流电磁场检测 (Alternating Current Field Measurement)

FMD: 进水杆件检测技术 (Flooded Member Detection)

MPI: 磁粉检测 (Magnetic Particle Inspection)

NDT: 无损检测 (Nondestructive Testing)

ROV: 遥控潜器 (Remote Operated Vehicle)

SCR: 结构状态记录 (Structure Condition Record)

UWMPI: 水下磁粉检测 (Underwater Magnetic Particle Inspection)

UWNDT: 水下无损检测 (Underwater Non-destructive Testing)

## 4 检测目的

### 4.1 总则

水下检测的目的是为保障海上平台结构（主要是导管架结构）或其他钢结构的完整性、及时跟踪在役钢结构状态及其发展趋势提供安全性评估数据，以便针对性开展例行的维护和必要的维修工程。常规检测的目的注重了解结构的历年发展和变化趋势，而意外事故检验则着重于检查诊断结构的损伤、损坏情况以及找出原因，并根据可靠的检测数据，通过计算分析，对结构的完整性做出正确的评估，以及提出合理的维修策略（包括维修方案、维修时机和经济效益），从而保证结构物的安全，同时也为采取重大措施时的决策提供必要的数据和理论依据。

### 4.2 检测工作的目的

检测工作的目的主要包括以下几个方面：

- a) 发现钢结构在结构设计制造阶段存在或服役后由于种种因素在钢结构上产生的缺陷/损伤，确定它们的部位和程度，评估它们对结构可使役性的可能影响；
- b) 为钢结构安全评估提供真实、可靠的结构状态数据；
- c) 检测原设计的合理性，给设计人员提供很有价值的反馈信息；
- d) 为修订更合理的检测程序和检测计划提供数据；
- e) 为优化例行的钢结构维护程序，如维护的内容、方法、技术指标、维护间隔、维护效果提供数据；
- f) 为选择和优化维修方案、加固方案等提供依据；
- g) 为法定检验和公证检验提供第一手素材。

## 5 检测原则

### 5.1 总则

首先做I类外观检查，确定结构的整体情况，再根据I类检测评估结果，决定是否增加检测内容，并按计划项目做II类检测。评估II类检测结果，必要时补做II类测点和调整III类测点，并完成III类检测项目；最后评估III类检测结果，以确定是否还要增加新的检查内容或改用其他的检查方法。

### 5.2 I类检测

I类检测是一般性外观检查，不需要对被检查的部位进行清理。主要是通过目视做宏观上的检查。I类检测多用于水下检查，以此了解构件的机械性损坏、杆件变形、脱落、腐蚀情况、海生物、牺牲阳极以及基础冲刷等。

### 5.3 II类检测

II类检测是详细的外观检查，检测的部位是根据检测计划中规定的项目进行，II类检测既要考虑到结构的横向比较，又要有历年累积比较，同时也要安排I类检测中发现问题的部位。做II类检查需要进行相应的打磨清理，并且要测量损坏或缺陷的形状和尺寸，做出定性判断和定量描述。写报告要按规定格式并附图或照片。

#### 5.4 III类检测

III类检测是由持证的检验人员使用无损检验仪器对结构的损伤部位、连接点、管节点进行探伤检查，人员资格、作业程序和仪器要预先得到认可。测点的设置按检测计划和II类检查中怀疑有问题的部位。水下作业时，清理打磨和操作过程要有必要的录像。

### 6 检测计划

#### 6.1 总则

海洋平台及其他水下结构物均应制定长期的检测工作大纲和检测作业计划，包括年度检验、定期检验和临时检验，检测内容应符合《海上固定平台安全规则》等的要求。

#### 6.2 检测大纲

检测大纲是用于指导在一个规定的时间周期内制订检测作业计划并实施的文件。长期检测大纲的周期应不超过五年。检测大纲至少应由以下内容组成：

- a) 检测项目（范围）的说明；
- b) 每个检测项目的检验类型；
- c) 每个检测项目所用的手段，方法和装备；
- d) 检测的频率和时间进度表；
- e) 如果有重大发现和/或发生偏离检测作业计划的情况下所采取的措施；
- f) 作为报告、记录和档案的规程；
- g) 作为更新结构状态记录 SCR 和检测大纲的规程；
- h) 检测机构的描述。

#### 6.3 检测作业计划

##### 6.3.1 检测作业计划制定的依据

检测作业计划应至少基于以下内容进行制定：

- a) 检测大纲；
- b) 连续不断更新的 SCR；
- c) 船级社或法定主管机关有关检测规范、技术指导性文件；
- d) 被检测结构物业主或船东所提出的检测要求；
- e) 国内外相关的技术标准、法规等；
- f) 被检测对象的背景材料，包括结构的设计资料、焊接、工作年限、历次检测的记录报告，缺陷损伤及修理的情况；
- g) 被检对象所处海域的环境资料（包括水深、水温、风浪、流向、季节、海生物、海洋污染等）。

##### 6.3.2 检测作业计划的内容

检测作业计划将直接指导检测的实施，至少应包括以下内容：

- a) 检测内容、范围、要求、环境说明、注意事项等，包括潜水方式、供气方式、潜水减压方案（含应急减压方法说明）、照明供电、通讯系统、录相监督系统等；
- b) 标明检测对象、类型、项目、设备、实施顺序和日期的作业进度计划表；
- c) 所要求的检测设备、辅助设备及安全保障系统的清单及调遣方案；
- d) 作业人员名单、职责分配与资格要求，现场人员中至少应有相应检测方法的 UWNDT-II 级人员及潜水监督人员，验船师名单不列入作业计划；
- e) UWNDT 工艺及验收标准，以及发现缺陷后的处理办法等。

#### 6.4 年度检验、定期检验、临时检验

我国《海上固定平台安全规则》及《海上固定设施安全技术规则》中将检测计划分为年度检验、定期检验和临时检验。平台的年度检验应在首次签发检验合格证书或最近一次检验合格证书签证日期后，每周年前后三个月内进行。定期检验可代替年度检验。定期检验的间隔期应不超过五年，可在现有证书到期前后三个月内进行定期检。平台结构水下临时检验是在以下情况下进行的：

- a) 发生事故或自然灾害，对平台造成损害和影响安全，须进行恢复修理；
- b) 平台管理者在年度检验或定期检验的间隔中认为必要时所进行的检验。

### 7 检测内容

#### 7.1 总则

检测内容的制定应以水下钢结构物的DFI和SCR为基础，并侧重高应力和高使用率的区域、易发生损伤或发生损伤的结构，以及疲劳损伤的构件。检测的基本内容应根据钢结构的实际情况确定，检测测点的选择参考中国潜水打捞行业协会《水下结构物检测测点选择推荐作法》。

#### 7.2 结构的机械损伤 / 缺陷

结构的机械损伤或缺陷检测内容主要包括：

- a) 杆件的破裂；
- b) 杆件的凹陷和失直；
- c) 杆件的擦伤、烧痕、切口等；
- d) 重点部位（如飞溅区）的损伤 / 缺陷。

#### 7.3 构件上生物的沉积

应在不同的水深至少对四至五根杆件进行测量，确定其最大值和平均值，沉积生物检测的内容包括：

- a) 生物沉积的覆盖率；
- b) 生物沉积的厚度；
- c) 生物沉积的类型。

#### 7.4 一般腐蚀状态

确定一般腐蚀的部位、消蚀速率和局部消蚀状况等。

#### 7.5 阳极块消蚀的状况

测量阳极块的体积、消蚀速率和局部消蚀状况等。

#### 7.6 电位测量

对阳极及阳极附近杆件进行电位测量。

## 7.7 桩基的冲刷与堆积

对桩基处泥面进行检查，确定冲刷或堆积的程度，检查至少包括桩腿、桩靴和管线的立管泥面附近等危险区域。

## 7.8 节点裂纹

使用ACFM确定重要节点的裂纹部位、走向、长度、深度，并对有疑问部位进行定期的连续检测。

## 7.9 构件的壁厚测量

使用超声波测厚仪对各主要杆件进行普遍的壁厚测量，对于重点杆件应进行定期连续测量。

## 7.10 点腐蚀的测量

重点对节点的点腐蚀状况测量其部位、覆盖率、深度。

# 8 检测技术方法及要求

## 8.1 总则

水下检测根据检测的范围和检测的方法，分为I类检测、II类检测和III类检测。水下检测作业的实施应遵照中国潜水打捞行业协会《潜水及水下作业通用规则》等作业标准实施。

## 8.2 I类检测的方法及要求

I类检测是由潜水员本人或携带录像机或操作ROV，对水下结构进行一般性外观检查，以了解构件的损伤、损坏、杆件的变形或脱落、腐蚀情况、海生物生长情况、阳极和桩腿周围的基础冲刷情况。潜水员要在行走的过程中随时报告路线、方位及发现的情况，对重要发现要在水下做好记录。潜水员出水后要立即同记录人员核对，以便即时纠正错误的记录、并且在24小时内写出第一手检测报告。

## 8.3 II类检测的项目方法及要求

### 8.3.1 总则

II类检测是详细的外观检查，是对规定的测点和选择的内容进行检查。II类检查需要相应的清理，并测量缺陷尺寸、阳极消耗量、附着生物厚度及覆盖率等。II类检测是定量描述的阶段，要求按照规定的格式出具第一手报告，并根据需要附图或照片。

### 8.3.2 机械性损伤检查

#### 8.3.2.1 总则

II类机械性损伤检查是针对I类检测中发现的有机械性损伤杆件、节点或在年度检验中规定的节点和构件进行测量记录。对检测计划中规定的选择杆件做II类检查时两端节点也要同时检查。节点的选择要有针对性，检查中发现局部的小凹陷、小变形等要详细地描述清楚，必要时做相应的清理。

#### 8.3.2.2 弯曲

构件由于受到各种工作载荷（静力载荷与动力载荷等）和环境载荷（主要有风、流、波浪、冰及地震等）以及偶然载荷（船舶的碰撞、坠落物的撞击等）的作用，发生弯曲现象。如果在上次检测时也存在弯曲，那么要将以上数据与上次的检测结果进行比较，并做出评价。为了留下可靠的记

录，要对其进行照相、录相；如果条件不允许，则至少要画出示意图，并附有详细的说明。如图1所示，在检查弯曲时应注意测量出以下数据：

- a) 弯曲的起始点到构件节点的距离 X；
- b) 弯曲部分的长度 L；
- c) 弯曲最深与正常位置的垂直距离 W。

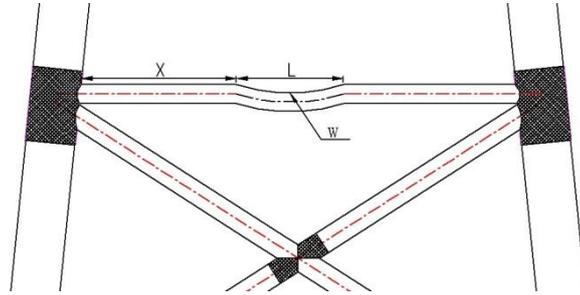


图1 构件弯曲状况参数测量示意图

### 8.3.2.3 凹陷

当构件或沉箱等结构受到偶然载荷（如船舶的碰撞、坠落物的撞击等）的作用，将发生局部凹陷。如图2所示，检查时的测量及评估记录应该包括以下内容：

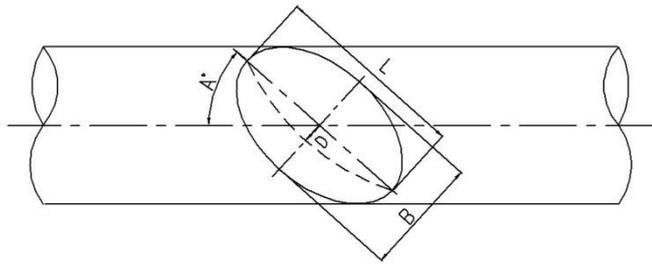


图2 凹陷结构参数测量示意图

- a) 测量凹陷长度 L；
- b) 测量凹陷宽度 B；
- c) 测量凹陷深度 D；
- d) 测量凹陷长度方向与构件轴线方向的夹角  $A^\circ$ ，以及时钟位置；
- e) 对于凹陷深度超过杆件直径 2% 的缺陷，除测量凹陷的形状外，还要附加杆件的直线性测量，测量结构附图说明；
- f) 对于损伤严重的杆件或节点，要附以照片或录像加以说明；
- g) 在对凹陷进行评估时，要对其是否有必要进行水下超声波测厚与水下电位测量做出判断。

### 8.3.2.4 其他损伤

除了以上两种损伤外，还有烧伤、裂缝、划痕、凹槽等损伤，其测量的工艺手段与前两种基本相似，并在其它检测方法中有所包含。

## 8.3.3 结构腐蚀检查

### 8.3.3.1 腐蚀检测点的选择

II类腐蚀检测点的选择要有代表性、类比性和规律性，包括以下内容：

- a) I类检测发现的重点腐蚀部位；
- b) 检测计划中规定的有特定含义的测量部位。

### 8.3.3.2 腐蚀检查内容

腐蚀检查分为一般性腐蚀和点腐蚀两种检查方法，对于一般性腐蚀的检查，在发现大面积锈蚀的部位要测厚和加密电位测点，以确定结构腐蚀的减少量、剩余量以及结构受保护的程 度。对于严重的点腐蚀，除现场测量小孔的深度、直径、分布率以外，还要用塑胶印模的方法对点腐蚀做进一步室内测量，以取得准确的数据。

### 8.3.4 附着生物检查

II类附着生物检查要区分硬质和软质生物的比率、确定附着生物厚度、面积范围、覆盖率、分辨附着生物的性质以及确定主质附着生物的类型。附着生物检查要求如下：

- a) 硬质附着生物 的测量要选择离焊道 50cm 以外的部位，测量的面积以 500mm×500mm 为参考，用尺子等测量工具直接测量；对软质附着生物的厚度测量则要在顶流的部位或潜水员用手轻轻地按下去使附着生物贴在结构上进行测量；
- b) II类附着生物的检查要在结构清理之前测量；
- c) 测点选择要有历年相同的部位，以便比较和评估；
- d) 对拍照的部位一定要做好标识，例如结构名称、方位、测点编号，检查日期等都要写在牌子上连同附着生物一起拍照，以防混淆。

### 8.3.5 牺牲阳极的检查

II类阳极检查数量及位置是由I类检测结果和检测计划中选择的块数及位置确定，对牺牲阳极检查内容包括但不限于以下几个方面：

- a) 阳极是否仍然完好地固定在结构上、阳极有无破碎、脱落以及固定阳极的支架是否完好；
- b) 测量阳极的剩余周长和长度，如图 3 所示，以确定阳极的消耗情况（每块阳极选两头和中间三个测点）；对于梯形截面的阳极，还需要测量梯形的高度。在测量阳极的尺寸时需彻底清除阳极上的反应产物，以确保数据更精确；

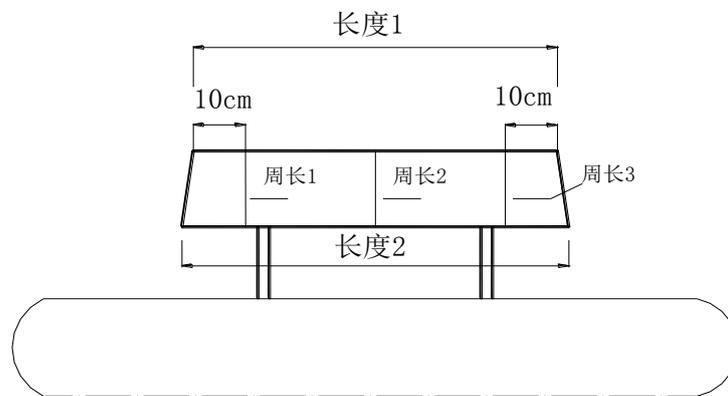


图3 牺牲阳极参数测量示意图

- c) 阳极外观检查确定腐蚀范围、白色覆盖程度以及点腐蚀深度；
- d) 测量阳极的电位；
- e) 对于损坏严重的阳极除图示外，还要附照片说明。

### 8.3.6 基础冲刷检查

#### 8.3.6.1 检查内容

对水下结构的基础部分，包括桩腿周围基础、底层水平拉筋、隔水套管等部位都要做基础情况检查，以确定是冲刷还是淤积以及其速率。II类基础冲刷检查的内容有：

- a) 导管架底层水平杆件的悬空和淤泥情况；

- b) 桩腿周围冲刷/淤泥的深度和扩展范围;
- c) 海床特别是冲刷/淤泥处的土质情况说明;
- d) 结构外围的冲刷/淤积以及掉落或沉淀物的情况。

#### 8.3.6.2 检查要求

基础冲刷检查的要求如下:

- a) 腿柱周围局部的冲刷要详细测量和描述,平台桩腿间和平台以外 3m 距离内都要进行测量,在此范围内较大尺寸的异物要进行详细记录;
- b) 基础冲刷测量以底部泥面上的水平构件为基准,从冲刷最深部为中心开始向周围八个方向(或 4 个方向、6 个方向,根据具体的结构情况定,但至少 4 个方向)每隔 1 米左右测量一次冲刷深度,并将测量结果按一定的顺序记录下来;
- c) 潜水员出水后在第一手检测报告中写明基础冲刷的情况,并画出基础冲刷图;
- d) 在浑水状态或业主有特殊要求的情况下,可采用手持成像声纳等声学设备进行海床面的扫测,但检查内容、覆盖范围应至少满足以上要求,参数设置应根据实际情况设置,以保证图像可辨识度满足基础冲刷的测量需求。最终除了设备扫查图像、扫查报告以外,也要出具潜水员的第一手检测报告,以及基础冲刷图。

#### 8.3.7 电位测量

电位测量是一种用来检查水下结构腐蚀保护程度的简单方法。通过电位读数可以证实结构的保护是否满足设计要求。测量电位时潜水员入水前和出水后都要做试块校正。结构的正常保护电位在  $-800\text{mV}$  至  $-1100\text{mV}$  之间,由于阳极的多样化,阳极的电位范围不同,对于目前水下结构常用的铝锌阳极,电位值在  $-1000\text{mV}$  至  $-1100\text{mV}$  之间 ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$  电极)。需要做电位测量的部位有:

- a) 检测计划中规定的有代表性的杆件、节点和阳极块;
- b) 水下结构腐蚀严重的地方;
- c) 局部冲刷的杆件、桩腿以及被掉落积压的部位;
- d) 消耗异常的阳极及附近结构。

#### 8.3.8 杆件、靠船件、潮差带的检查

选择一定比例的杆件做 II 类详细检查。为了了解杆件的变化情况,如腐蚀的影响、海生物的生长、尺寸测量以及壁厚测量。检查时要做表面清理,随时做记录和进行草图描述,必要时附照片。检查及记录内容主要包括:

- a) 检查靠船件的橡胶体是否损坏、数量是否足够,检查撕裂、破碎、掉落等,检查固定螺丝、轴杆、固定卡箍等的牢固性,检查腐蚀、海生物、损伤等情况,以上内容必须反映在检测报告;
- b) 对桩腿超差带位置进行检查,是否有伤害、油漆涂层脱落、生物的分布情况等,以上内容必须反映在检测报告中。

#### 8.3.9 立管的检查

##### 8.3.9.1 机械损伤

外观检查凹痕、裂纹、断裂、变形、涂层损坏和其他缺陷。

##### 8.3.9.2 腐蚀检查

外观检查腐蚀和涂层情况,检查焊缝和弯曲部位,进行测厚。

##### 8.3.9.3 电位测量

对管壁、阳极、法兰和涂层损坏区进行电位测量。

#### 8.3.9.4 阳极检查

对阳极的总体情况、白色覆盖物、阳极消耗率、损伤情况、破裂情况等进行检查。

#### 8.3.9.5 附着生物

检查立管上附着生物的类型、厚度和覆盖率等。

#### 8.3.9.6 管子轴向和侧向位置

测量立管轴向和侧向距结构的距离，并对测点进行记录。

#### 8.3.9.7 立管支撑

对于立管卡子进行检查，检查螺栓的松紧程度，螺栓有无脱落情况等。同时对立管在泥面的支撑情况进行检查。

#### 8.3.9.8 管线入口处壁厚的测量

对腐蚀比较严重的立管入口部位选取测量。

### 8.4 III类检测的方法与要求

#### 8.4.1 总则

III类检测在结构方面主要是针对焊接部位的裂纹检验和壁厚测量，III类检测时，检验人员要按程序操作。操作人员所使用的仪器设备都要有资格或合格证书，以保证测量精度和取得可靠的检查结果。对怀疑有问题的部位要清理打磨、拍照，作业过程须有必要的录像。III类检测主要包括测厚、UWMPPI检测、ACFM检测、FMD检测。水下操作人员应取得国家认可机构颁发的相应的检测资质证书，ACFM水面操作人员应取得国家认可机构颁发的ACFM专项资质证书。

#### 8.4.2 超声波测厚

##### 8.4.2.1 测厚准备

测厚检查前对被测表面进行清理打磨，并对测厚仪进行校核和测试。

##### 8.4.2.2 测厚方法

对于圆管构件的测厚，取截面的时钟点位12、3、6、9四点进行测量；对于板的厚度，取500mm×500mm的范围，将该范围进行分割成网格的形式，网格的大小略大于探头的最大尺寸，最后取平均值。

##### 8.4.2.3 测厚取值

对于测厚取值问题，需要根据不同情况择优选择取值方法，如在腐蚀较为严重、重要构件、应力集中区域选择测厚值的最小值作为基准，其他情况取平均值。

#### 8.4.3 UWMPPI 检测

UWMPPI检测前需要将被测区域的海生物清理干净，并将构件表面打磨干净，具体要求如下：

- a) 对被检焊缝及两边各10cm的范围进行清理；用钢丝刷、高压水或喷砂等方法清理到足以能探测到磁痕所需的程度，如用支杆法，应清理至金属出白；
- b) 对焊缝两边进行较细的目视检验，对咬边、焊瘤、气孔、弧坑、夹层、锈斑、飞溅等可能出现的假显示进行记录区分。

#### 8.4.4 结构 ACFM 检测

水下钢结构物焊缝表面缺陷ACFM检测的技术方法及相关要求按中国潜水打捞行业协会《水下钢结构交流电磁场裂纹检测规程》规定的内容执行。

#### 8.4.5 FMD 检测

海洋工程结构物水下钢结构密封杆件FMD检测的相关要求按中国潜水打捞行业协会《水下钢结构杆件进水检测规程》规定的内容执行。

### 9 数据处理

#### 9.1 II类检测数据处理

##### 9.1.1 海生物测厚

海生物测量数据处理要求如下：

每个测厚区在不同水深测量的海生物厚度应整理在同一个专门的表格中以便形成对比；  
测量数据尽量形成曲线以直观的显示海生物随着水深的不同而呈现的变化趋势。

##### 9.1.2 电位测量

电位测量数据应整理在同一个专门的表格中以便形成对比，同时尽量将这些数据直观的反映在曲线图中。

##### 9.1.3 基础冲刷

基础冲刷的数据应根据潜水员提供水下检测报告汇总，并将所有数据尽量直观的在图纸上反映出来。

##### 9.1.4 非常规数据

I类、II类检测中发现异常状况，如杆件弯曲等，应用图纸直观的将各个数据反映出来。

#### 9.2 III类检测数据处理

##### 9.2.1 水下测厚

同一导管架的水下测厚数据应整理在同一个专门的表格中以便形成对比，表格中应该包括测厚点的位置、测厚数据、DFI数据，以及腐蚀率的计算结果。

##### 9.2.2 ACFM 检测

ACFM检测完成后的数据处理应该根据中国潜水打捞行业协会《水下钢结构交流电磁场裂纹检测规程》规定的内容执行，且所有数据汇编归集到一个表格中，以反映探测结果。

##### 9.2.3 其他检测数据

其他检测数据应以检测项目为单位，统计到同一表格中，以直观反映检测结果。

## 参 考 文 献

- [1] 《海上固定式平台入级与建造规范》——1992 中国船级社
- [2] 《浅海固定平台检验指南》——1997 中国船级社
- [3] 《浅海固定平台建造与检验规范》——2004 中国船级社