

# 中国潜水打捞行业团体标准

T/CDSA-305.19-2017

---

## 水下结构物检测测点选择推荐作法

Recommended practice of inspection point plan for underwater 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 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义及缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
4 技术要求 .....	2
4.1 总则 .....	2
4.2 检测类型 .....	3
4.3 检测周期 .....	3
4.4 检测内容 .....	3
5 测点选择基本原则 .....	4
5.1 常规测点 .....	4
5.2 附加测点 .....	4
5.3 检测区域 .....	4
6 导管架水下检测测点选择 .....	4
6.1 根据 DFI 资料和 SCR 选择测点 .....	4
6.2 检测周期分配测点 .....	5
6.3 结合结构物的中长期检测大纲增减测点 .....	5
6.4 根据国家法规、所入船级社或其他第三方机构进行特定测点选择 .....	5
6.5 根据平台结构评估要求选择测点 .....	5
7 测点设计 .....	5
7.1 综合设计 .....	5
7.2 I 类检测 .....	6
7.3 II 类检测 .....	6
7.4 III 类检测 .....	6
8 测点的表示 .....	7
附录 A（资料性附录） 三类检测方法对比表 .....	8
附录 B（资料性附录） 测点布置示例 .....	9
参考文献 .....	10

# 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：潘东民、陈红新、陈勇、王喆、杜颖、邓平、张伟。

# 引 言

水下结构物检测测点的选择是制定检测计划、执行检测程序的前提条件。编写《水下结构物检测测点选择推荐作法》的目的是为选择水下结构物的检测测点提供系统和规范的指导，从而确保所选取的测点能够满足结构物检测要求，水下结构物的检测结果科学、可靠。

《水下结构物检测测点选择推荐作法》执行中国潜水打捞行业协会归口并管理的《水下钢结构检测工作指南》等指南，潜水作业的实施根据中国潜水打捞行业协会《潜水及水下作业通用规则》等的要求。

# 水下结构物检测测点选择推荐作法

## 1 范围

本标准规定了水下结构的测点选择做法。

本标准适用于潜水员或者ROV实施的水下结构检测测点选择。

## 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

GB/T 14090 海上油气开发工程术语

《海上固定平台安全规则》——国家经贸委

SY/T 10030 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

《无损检测人员资格鉴定与认证规范》——中国船级社

《潜水及水下作业通用规则》——中国潜水打捞行业协会

《水下钢结构检测工作指南》——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》——中国潜水打捞行业协会

## 3 术语、定义及缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**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；重要区域/项目指被认为比较危险（易于产生损伤并且在无损检测时要做清理和准备的检测区域）或比结构其他部分更易于受损的区域或项目。

#### 3.1.2

**无损检验** non destructive 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。

#### 3.1.3

**I类检测** I class inspection

称为绿色检测，由具有资格的潜水检测员或由ROV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情况下进行的一般目视检测；目的是探测明显的损伤。

#### 3.1.4

### 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；目的是检测不易发现的损伤。

#### 3.1.5

### III类检测 III class inspection

称为红色检测，由具有资格的NDT操作员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或者隐藏的损伤。

#### 3.1.6

### 普通外观检测 general visual inspection

对水下结构做整体概貌性检查，需要对所有主要构件及次要构件做检测，不需要清理表面生物，发现异常应作特别录像并进一步做详细检查。

#### 3.1.7

### 近距离目视检测 close visual inspection

可以对第一类检测中发现的缺陷及时出具可靠的数据和参考资料，并对第三类检测提供依据。

#### 3.1.8

### 检测手册 inspection manual

为了实现检测的目的，对于每个被检结构物制定的一个长期的检测工作大纲。

#### 3.1.9

### 年检计划 inspection plan

在检测手册的基础上，针对每一年度的检测目标，制定的更为详细的年度检测程序。

#### 3.1.10

### 临时检验 provisional inspection

在定期检测之外，发现重大缺陷/损伤时，发生严重环境条件后（如严重风暴、地震、冰情等）以及出现意外事故（如船舶碰撞、平台上落下较重物品）时，进行的检测。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

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

CSA: 检测发证机构 (Certifying Survey Agency)

CVI: 近距离目视检测 (Close Visual Inspection)

DFI: 设计、建造、安装 (Design Fabrication Installation)

GVI: 普通外观检测 (General Visual Inspection)

NDT: 无损检验 (Nondestructive Testing)

ROV: 遥控潜器 (Remote Operated Vehicle)

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

## 4 技术要求

### 4.1 总则

水下结构物检测的测点选择需遵循如下原则：

- a) 水下结构物检测测点选择的类型、周期、检测内容是测点选择的指导性技术要求，需要严格遵守执行。
- b) 水下结构物检测实施过程中，作业实施应符合中国潜水打捞行业协会《潜水及水下作业通用规则》等潜水作业标准。

## 4.2 检测类型

### 4.2.1 I类检测

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、生物生长情况、阳极和桩腿周围的基础冲刷情况。

### 4.2.2 II类检查

II类检查需要相应的清理，并测量缺陷尺寸、阳极消耗量、生物厚度及覆盖率等。

### 4.2.3 III类检测

III类检测即采用磁粉检测、电场检测、超声波测厚仪、射线装备等无损检测仪器进行的，这类检测需对待检测部位进行预先清理、甚至打磨至金属光泽，并由有一定资格的潜水检测员做认真的检测和记录。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，测点的设计主要是根据对结构部位的受力分析结果和实际使用情况来确定。

## 4.3 检测周期

### 4.3.1 首次检测

对于海上平台，安装完成后，首次检测工作应在认证后不少于9个月或不超过18个月进行。

### 4.3.2 周期性检测

根据我国现行的法定检验制度和海上平台检测的时间经验，以5年为周期制定长期检测工作大纲。在5年检测大纲的基础上，合理地制定并实施年检工作计划。

### 4.3.3 临时检验

在首次检测和周期检测之前，对于发生任何危及导管架结构，均需进行临时检验，临时检验的内容、类型、方法和实施方案根据具体的情况制定和实施。

## 4.4 检测内容

### 4.4.1 结构的机械损伤 / 缺陷

包括：杆件的破裂、杆件的凹陷和失直、杆件的擦伤、烧痕、切口、重点部位（如飞溅区、起重装置附近的构件等）的损伤 / 缺陷。

### 4.4.2 构件上生物的沉积

包括：生物沉积的类型、生物沉积的覆盖率、生物沉积的厚度，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。

### 4.4.3 一般腐蚀状态

包括：确定一般腐蚀的部位、消蚀速率和局部消蚀状况，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。

#### 4.4.4 结构的电位测量

处于阴极防护状态下的结构电位正常值在-1100毫伏至-800毫伏范围内，对于不同的测量电极其正常电位值略有差异。

#### 4.4.5 节点裂纹检测

使用磁粉法、电磁法等确定重要节点的裂纹部位、走向、长度、深度（如果可能的话），并对重点疑问部位进行定期的连续检测，以便确定裂纹的扩展趋势。

#### 4.4.6 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，以便确定壁厚减薄的趋势。

#### 4.4.7 点腐蚀的检测

重点对节点的点腐蚀状况测量其部位、覆盖率、深度等参数，考虑点腐蚀对疲劳寿命的影响。

### 5.5 测点选择基本原则

#### 5.1 常规测点

常规测点的确定遵循如下原则：

- a) 根据检测大纲的要求，在每个检测周期中，整个结构必须完全被检测到。基于 DFI 和 SCR 资料所选取的检测区域原则上要 100%检测。
- b) 5 年为一个检测周期，每年必须选取 20%的区域点进行检测。
- c) 常规测点是在制定检测大纲时选定的，一般不作改变。

#### 5.2 附加测点

附加测点是为了跟踪平台等结构一些缺陷的发展情况，了解结构维修部位的情况，根据实际情况所选取的常规测点以外的测点。附加测点根据实际需要选取。

#### 5.3 检测区域

检测区域的确定包括遵循如下原则：

- a) 选择的检测区域应该包括高应力区域点和疲劳损伤区域点。
- b) 一般来说，测点包括关键杆件的管节点，尤其是承受动态应力的主要焊缝。制造安装时的高应力构件也应该特别加以注意。
- c) 有过损伤的结构应予重点监控和检测。

### 6 导管架水下检测测点选择

#### 6.1 根据 DFI 资料和 SCR 选择测点

测点的选择按照以下步骤进行：

- a) 根据 DFI 资料和 SCR 选择一个周期内的所有测点，常规测点一般需要包括以下区域：
  - 1) 建造不良区域；
  - 2) 高应力区域；
  - 3) 交变应力区域；
  - 4) 修理的区域；

- 5) 钢材厚度大于 50mm 的焊接节点;
  - 6) 切口或穿透孔;
  - 7) 螺栓连接;
  - 8) 承受大的压力的构件;
  - 9) 防腐系统;
  - 10) 电位保护区;
  - 11) 结构上典型的管节点;
  - 12) 飞溅区;
  - 13) 容易发生机械损伤的部位, 如靠船部位;
  - 14) 结构海床基础;
  - 15) 井口部位;
  - 16) 立管、护管。
- b) 在按以上区域选择了常规测点以后, 同时进一步考虑结构的特点, 对一些没有选到的次要构件也选一些作为代表, 以反应整体状况。

## 6.2 检测周期分配测点

考虑测点的构造特点和检测手段, 对测点进行分类, 测点的分类及采用按照如下步骤进行:

- a) 对分类后的测点进行统计, 确定各类测点的数目和总数。
- b) 将各类测点按一个周期进行分组, 如一个周期为 5 年, 则可将每类测点分为 5 组, 每组测点要保证具有一定的代表性, 且能反映全体, 每年只需要检测其中的一组, 就可推测其它同类测点的情况。
- c) 将各组测点在一个周期内排序。

## 6.3 结合结构物的中长期检测大纲增减测点

根据不同的油田结构物的检测大纲, 对特定的被检结构进行选择。持续检测计划开始之前, 经业主、管理者和 CSA (检验机构/船级社) 协议通过。

## 6.4 根据国家法规、所入船级社或其他第三方机构进行特定测点选择

水下设施生产期检验遵照执行《海上固定平台安全规则》等法规要求。根据船级社或第三方机构要求进行特定选择, 具体选择标准要求需要根据当次检测的要求进行特定选择。

## 6.5 根据平台结构评估要求选择测点

在进行结构评估的时候必须考虑的测点选择方法。即使不进行结构评估的时候, 也可作为测点选择的参考方法。

# 7 测点设计

## 7.1 综合设计

对于不同结构、不同的检测目的, 测点的设计是不一样的。一般情况根据结构的DFI及SCR资料, 以及当次检测特定要求从下列几个方面综合考虑测点设计:

- a) 检查影响结构安全的一般性缺陷和重要缺陷;
- b) 修理区域的测点选择;
- c) 施工过程中容易损伤的区域;
- d) 高应力区;
- e) 周期性振动作用的区域;

- f) 节点焊缝;
- g) 切除或开孔部位;
- h) 受压构件;
- i) 结构基础;
- j) 阴极保护系统;
- k) 飞溅区、潮差段及浅水区等易腐蚀区域;
- l) 有腐蚀迹象的区域, 涂层保护区和怀疑内部有腐蚀的地方;
- m) 机械性损伤区域和特殊部位;
- n) 生物生长区域;
- o) 根据结构物的具体情况和不同的检测目的, 在这些容易发生问题的区域或部位布置测点;
- p) 典型的常规水下检测测点设计焊缝裂纹检测可根据实际结构在易受机械碰撞区域、高应力区域以及其他部位进行平均选择。

## 7.2 I类检测

在 I 类检测中还应侧重以下方面:

- a) 导管架或类似结构中水下第一层结构杆件及附件;
- b) 导管架或类似结构中水下第一层结构杆件上的阳极等附属结构;
- c) 登船平台结构杆件;
- d) 靠船件结构及橡胶碰垫;
- e) 带缆桩及节点焊缝;
- f) 桩腿潮差段/飞溅区;
- g) 隔水套管;
- h) 导管架帽与上部模块连接处;
- i) 潮差段/飞溅区立管结构及其外保护层;
- j) 立管卡子、护管、支撑管焊缝节点及螺栓;
- k) 深水导管架裙桩套筒及其附近结构;
- l) 导管架基础四周工业垃圾及其他异物情况。

## 7.3 II类检测

在 II 类检测中还应侧重以下方面:

- a) I 类检测中发现的结构明显变形或机械性损伤部位;
- b) 桩腿与立管夹缝及潮差段生物状况;
- c) 阳极 II 类检测测点选择一般都在各深度、部位均衡兼顾的前提下, 侧重水深较浅的部位, 如靠
- d) 近水面或者水下第一层水平层;
- e) 桩腿及海管立管四周基础冲刷状况;
- f) 靠近水面的立管卡子, 立管卡子 (或电缆护管卡子) 与立管 (或电缆护管) 之间的环向间隙;

## 7.4 III类检测

在 III 类检测中还应侧重以下方面:

- a) II 类检测中发现的结构明显变形或机械性损伤部位;
- b) 壁厚测量要侧重 II 类检测中发现的腐蚀较为明显的区域;
- c) 焊缝检测侧重管节点中沿主管和支管相交的焊缝处。

## 8 测点的表示

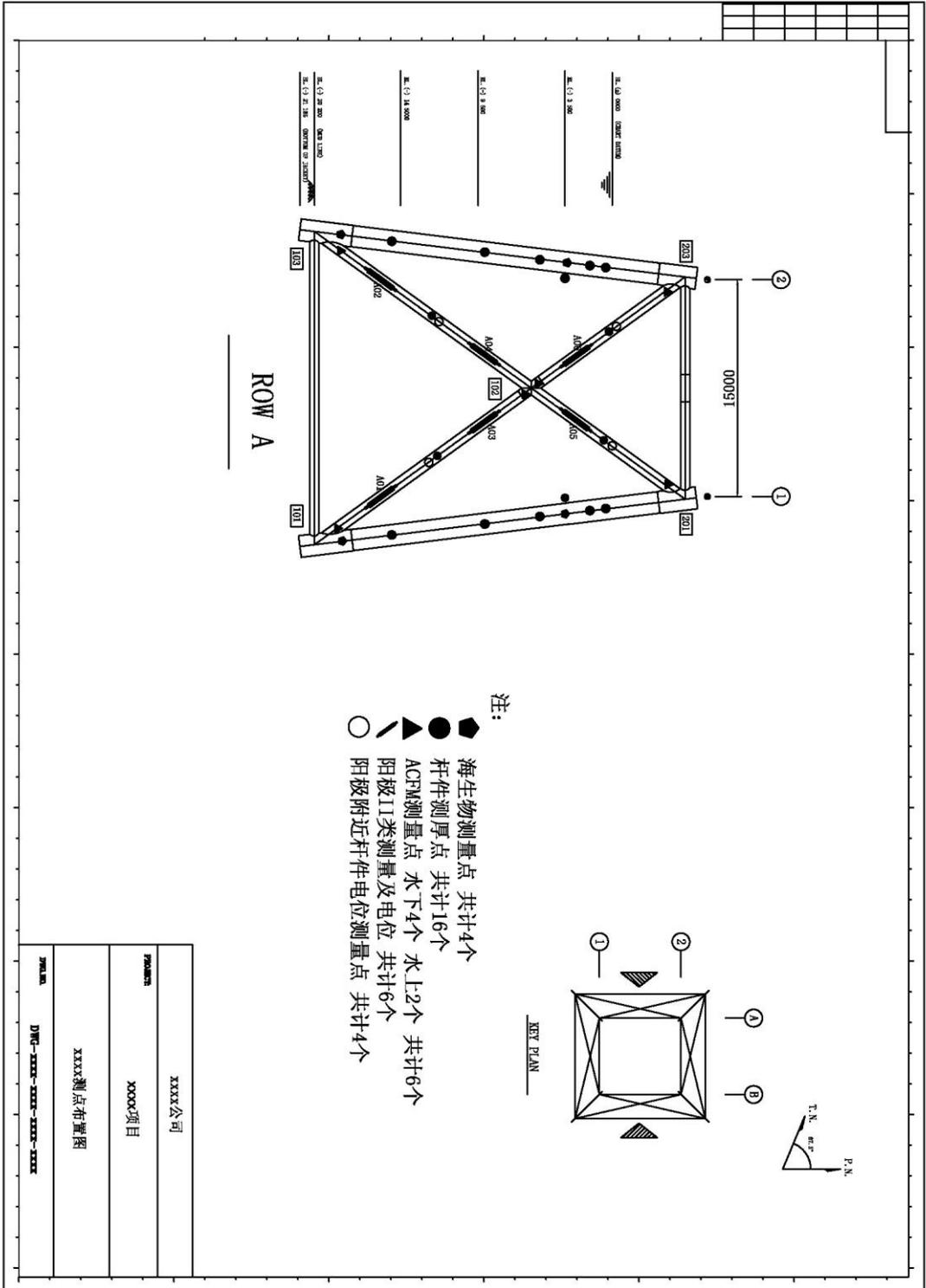
测点的表示应遵循如下原则：

- a) 根据上述方法选定测点之后，测点应该用合适的名称来表示，可以采用与结构物完工图一致的节点编号、杆件编号、阳极编号、肋位号等来表示。
- b) 除给测点命名外，还应在结构简图上使用不同的符号标记不同类型的测点，在方案、报告中应以列表的形式列出测点的相关信息，如测点的名称，测点的所在位置、距离基准点的距离、测点数量等。测点的示意图参见附录 B 所示。

附录 A  
 (资料性附录)  
 三类检测方法对比表

检测类型	目的	对测点的要求	工具	资质要求
I类检测	对结构概貌性了解，探测明显结构缺陷/损伤	不需要清理	目视、录像系统	潜水员具备目视检测证书
II类检测	探测肉眼能观察的结构隐藏性的缺陷/损伤	可进行清理	目视、皮尺等简单量具	潜水员具备目视检测证书
III类检测	探测结构细微的或不能用肉眼观测到的缺陷/损伤，或发现即将发生的隐患	需根据NDT要求进行特定打磨、清理	NDT仪器如ACFM、磁粉探测仪、FMD探测仪、射线探伤仪等	磁粉探伤、测厚需要潜水员具备证书；ACFM、FMD等需要工程师具备操作证书

附录 B  
(资料性附录)  
测点布置示例



## 参 考 文 献

- [1] 《浅海固定平台建造与检验规范》——中国船级社
  - [2] 《水下无损检测技术综述》——中国船级社
  - [4] 陈勇, 杜颖, 宋春娜.项目研发技术报告-检测指导性文件.海油工程维修公司,天津,2007.
  - [5] 欧进萍, 《海洋平台结构安全评定—理论、方法与应用》
  - [6] 《Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design》API RP 2A
  - [7] 《Guidance for SURVEYS USING RISK-BASED INSPECTION FOR THE OFFSHORE INDUSTRY》ABS, 2003
-