

潜水作业在海上某石油平台的实践应用

刘树华 张海荣 古文威 周鲁尧 李金华 廖正毅

中海石油(中国)有限公司湛江分公司 广东湛江 524057

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13230

[摘要] 海上生产设施如海洋石油平台的导管架、隔水管、油气立管、牺牲阳极等环境和结构为海洋生物群体的生长提供了一个理想的场所,海生物附着在构件的表面上,改变了构件表面的粗糙度和阻尼系数,增大了构件的表面积,增加了结构的总重量(有时海生物的重量甚至会超过构件的重量),使结构所承受的重量载荷、波浪载荷及海流作用力大幅度增大,还将增加钢结构的腐蚀速度,同时,海生物的附着也增加了水下无损检测的困难,海生物大致分为硬质、软质和粘质海生物三类,主要为藤壶、牡蛎等。由于平台导管架海生物生长迅速,并且有渔网、垃圾及废弃物等在各桩腿、结构间缠绕。根据平台结构安全分析要求,平台海生物高度超过设计要求时即应该进行彻底的清除,为消除生产设施的安全隐患,所以必须定期通过潜水作业方式开展对导管架等结构的海生物清理工作。

[关键词] 海上生产设施;潜水作业;导管架;海生物

一、引言

潜水作业是指采取一定的方式,按照一定的方法和步骤,主动地从空气中穿过空气-水界面没入水面以下(入水)、向深处进发(下潜)、到达水底或目的地深度(着底)后逗留一段时程并从事一定的活动(水底逗留),又从水底或目的地深度离开(离底),向浅处返回(上升),经过一定的规程(减压),最后露出水面(出水)的全过程。

目前世界上主要的商业潜水方式分为以下几种:

1. 自携式水下呼吸器潜水(斯库巴) SCUBA diving

2. 水面供气式空气潜水

Surface supplied air diving

3. 水面供气式混合气潜水

Surface supplied mixed gas diving

4. 饱和潜水

Saturation diving

1、自携式水下呼吸器潜水(斯库巴)

优点:简单、方便、动员快、人员配备少、设备成本低等;

缺点:缺乏通讯或通讯不可靠、受水面监控力度低、工作深度浅、风险较大。

作业深度:40m→30m;我国标准为40m;

一般不提倡在近海区域使用,只用于简单的、应急的潜水。

2、水面供气式空气潜水

指潜水员水下呼吸空气是通过管道由水面供给的一种潜水方式。

优点:简单、经济、最常用的潜水方式;

缺点:受氮麻醉和氧中毒的限制;

作业深度:中国60m

欧洲50m

日本55m

美国67m(p02 1.6ata)

→57m(p02 1.4ata)

3、水面供气式混合气潜水

指潜水员水下呼吸混合气是通过管道由水面供给的一种潜水方式。

优点:控制氧分压、解决氮麻醉、呼吸阻力小、作业深度相对较大、适用于多层面水深作业;

缺点:减压时间长(120m/30min,减压691min)、体温散失(空气的6倍)、经济性(氦气费用贵、增加额外的设备)、风险较大(水深大、长时间水下减压);

深度限制:英国75m30min

美国90m

中国120m

4、饱和潜水

为了避免潜水员频繁加减压,饱和潜水技术由此产生。潜水员通过闭式潜水钟入水;呼吸气体(氦氧混合气)通过脐带缆供给潜水员;目前国内最大作业水深185m,国内试验最大作业水深300m,国外最大试验深水520m;

饱和潜水的原理

当潜水员在某一压力下停留足够时间后,在实际情况下按24小时计,机体组织内溶解的惰性气体量达到了最大限度,生理学称为“完全饱和”。一旦达到“完全饱和”,如环境压力不变,潜水员可在该深度停留、生活、工作28天,而体内惰性气体量不会继续增加,最后可以用减压方案一次安全地减压回到常压。根据这个原理,潜水员在某个深度长时间潜水后,返回到相当于该水深的压力环境中(水面高压居住舱)休息,潜水一休息可多次反复,待潜水作业任务完成后,再一次减压返回水面常压,这种潜水方式称为饱和潜水。

最大时间限制

每次:不超过28天

每年:不超过182天

二、项目背景

海上某石油平台位于南海海域,是一座4腿12裙桩井口平台,水深122.4m,采用桩身直径2134mm,打桩深度为66米。平台于2008年安装投产,设计寿命20年。导管架双斜,斜率:1:10;导管架工作点标高为:EL(+)8.6m。导管架,工作点尺寸18X12米,导管架设有7个水平层:分别为:EL(+)8.6m,EL(-)12m,EL(-)34m,EL(-)58m,EL(-)83m,EL(-)109m,EL(-)122.4m。导管架水平层自上而下从第一至六层设有隔水管导向和传递隔水管水力的构件,泥面处设置防沉板。导管架附件有一条电缆护管,4条泵护管,一条立管等。平台飞溅区范围为EL(-)3.43米至EL(+)7米,飞溅区内的杆件(包括斜向杆件)考虑了6毫米腐蚀余量。导管架的防腐措施:导管架防腐分大气区、飞溅区、和全浸区三个区域,大气区采用重防腐涂层,飞溅区采用重防腐涂层与阴极保护联合保护的方法,全浸区采用牺牲阳极的阴极保护法。

海上某平台根据定期检验计划,编制、提交定期检验施工方案,并通过CCS(中国船级社)批准。依据CCS(中国船级社)《海上固定平台安全规则》、《在役导管架平台结构检验指南》、《固定式海上平台结构检验要求》等规范要求,对某平台导管架进行海生物清除及特别检验。项目潜水作业以平台为依托开展,根据工作水深,选用空气潜水作业(水面管供式空气潜水),使用高压水射流设备清除海生物;潜水设备在平台各层甲板布置,设备之间使用管线连接,在平台靠船甲板布设潜车站。

三、作业情况

3.1、作业内容

3.1.1、提供空气潜水设备、人员对导管架的主腿、所有水平支撑、斜支撑、立管、海水管、排污管、井口隔水管等从海平面以下至-50米以浅的所有海生物的清除工作。

3.1.2、导管架从海平面以下至-50米的所有阳极附着海生物的清除工作。

3.1.3、导管架从海平面以下至-50米附着和缠绕的鱼网、废弃物的清除工作。

3.1.4、导管架杆件、节点、阳极等的检验。

3.2、作业环境及区域

3.2.1、作业点位于南海西部海域的珠江口盆地,油田平均水深 110~130 米。由于该油田地处台风海区,所以在本次作业过程中可能会遇到的自然灾害有台风、热带气旋、季风、强对流等恶劣天气。

3.2.2、作业平台采用 4 腿 12 裙桩导管架结构形式,带有修井模块和生活区,具备吊机及相应吊装条件。施工设备根据作业需要放置在文作业平台吊车半径可覆盖的指定吊货区位置,在靠船甲板布置潜水站,潜水员使用潜水吊笼进行出入水潜水作业。

3.3、检验结论

3.3.1、水下结构目视检验

EL (-) 50000 以上导管架水下结构总体状况良好,各主要结构和杆件未发现弯曲、位移、凹陷等缺陷,平台附件包括隔水套管、立管和电缆护管的管卡与平台主体连接状况良好,原油混输管线、电缆护管、消防泵管等状态良好,无弯曲、无机械损伤,管卡结构牢固,螺栓无缺失;牺牲阳极与平台连接牢固,目视消耗在正常范围。

3.3.2、海生物厚度测量

导管架水线以下全部结构均被海生物覆盖,海生物覆盖率 100%,海生物种类基本为硬质海生物藤壶,较少软质的藻类海生物附着在硬质海生物上面,数量较少可忽略不计。测量海生物最大厚度 120mm,最小厚度 10mm,平均厚度约为 40mm。根据检验计划选取导管架水下结构 8 个取样点进行海生物取样称重,取样点大小为边长 50cm 的正方形,各取样点海生物重量在 0.2 斤~9.4 斤之间,平均重量约 4.8 斤。



图1 导管架及杆件水下海生物附着情况

3.3.2、牺牲阳极检测

导管架水下结构各牺牲阳极全部在位,阳极支架与导管架结构连接牢固,

未见脱落、缺失。根据检验计划对 40 块阳极进行物理尺寸测量,阳极表面海生物清理后,观察阳极表面白色覆盖物约占 100%,最大厚度约 20mm,平均厚度

10mm 左右。测量 40 块阳极周长值在 420mm~650mm 之间,按阳极损耗等级标准划分,35 块为等级 B: 状态良好,棱角变圆,轻微麻点,原始尺寸的 80%~94%; 5 块为等级 C: 状态开始恶化,已难辨原始形状,麻点广泛分布,原始尺寸的 50%~79%。根据检验计划对 40 块阳极进行电位测量,阳极电位值在-1021mv~-1059mv,所检阳极电位值均处于正常范围。



图2 水下牺牲阳极测量情况

3.3.3、结构电位测量

根据检验计划选取导管架不同深度层面的 180 个典型结构进行结构保护电

位测量测得电位值在-990mv~-1049mv 之间,结构保护电位值均处于正常范围。

3.3.4、管节点焊缝无损检测 (ACFM)

根据检验计划按照 20%的抽检比例,选取 13 个导管架水下各重要受力杆件

的 T、K、Y 节点 49 道焊缝进行 ACFM 探伤检验,所检焊缝未发现缺陷。

3.3.5、杆件测厚

根据检验计划对选取导管架立柱、水平杆件、斜杆件 311 个测厚点位(剖

面),测厚点位涵盖导管架从飞溅区到全浸区全部杆件,对导管架主腿部分进行

测厚(潜水员):水面至 EL (-) 3 米之间,每间隔 0.5 米为一个截面,每个截

面测 8 个点进行测厚。(-) 3 米至 EL (-) 10 米之间,每间隔 1 米为一个截面,每个截面测 8 个点进行测厚。EL (-) 10 米至 EL (-) 50 米之间,每间隔 3 米为一个截面,每个截面测 8 个点进行测厚。测厚数据与建造厚度数据对比,腐蚀率在 0.1%~3.0%之间。

3.3.6、构件充水探测 (FMD)

根据检验计划对选取 7 条导管架不同深度层面的斜杆件、水平杆件进行构

件充水探测,所测杆件未探测到内部充水。

四、相关释义

4.1、ACFM

ACFM 技术是从交流电压降法 (ACPD) 技术的基础上发展起来的,它的特点是探测器不必与工件接触,并且无需预先进行校准就能确定裂纹的尺寸,通过感应探头在待测工件中感应出均匀电流,此均匀电流又在工件外部感应出磁场,当工件中存在裂纹时,电流场和感应磁场均会发生畸变,检测探头检测磁场场强的变化,由检测信号来判断裂纹是否存在,并可确定其尺寸。该系统由英国的技术软件咨询公司 (Technical Software Consultants Ltd., TSC) 制造,目前已经在各检验工程中应用。

ACFM 检测设备包括硬件和软件两部分,硬件包括水上模块、水下模块,计算机、变压器、ACFM 探头和校准试块等,软件为裂纹检测分析系统,具有人机界面,便于学习和使用。

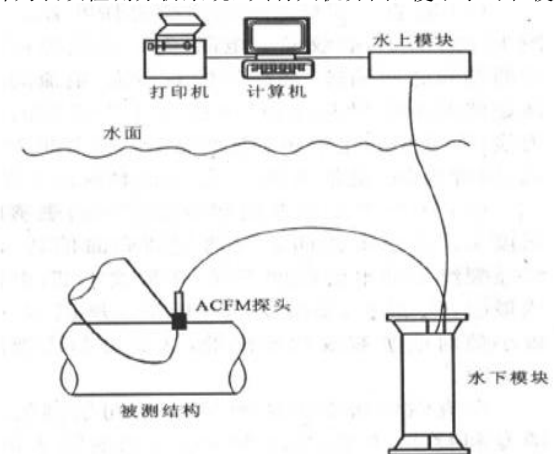


图3 ACFM 系统组成

五、项目技术评价

通过潜水作业对海上石油平台的导管架、杆件、节点、阳极等进行定期检测,可以有效的对海生物的生长情况、机械损伤、涂层破损情况、阳极情况进行了解,便于对水下结构部分做出及时有效的评估,按照行业和企业双重标准对平台的整体安全性做出客观评估,对发现的问题、隐患及时处理,极大的保障了企业财产安全和作业人员安全。因此,项目的及时开展有着极大必要性和不可估量的作用。

【参考文献】

- [1]GD 24-2019 在役导管架平台结构检验指南 2020 (CCS)
- [2]Q/HS 2109-2018 固定式海上平台结构检验要求
- [3]GB 26123-2010 空气潜水安全要求
- [4]CCS 固定式导管架平台结构基于风险的检验指南 2020