



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33508—2017

---

## 立管疲劳推荐作法

Recommended practice for riser fatigue

2017-02-28 发布

2017-09-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义、符号、代号和缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	5
3.3 符号 .....	5
3.4 希腊字符 .....	7
4 疲劳设计 .....	7
4.1 总则 .....	7
4.2 使用 S-N 曲线进行疲劳评估 .....	8
4.3 疲劳损伤评估程序 .....	10
4.4 整体疲劳分析程序 .....	10
4.5 疲劳应力 .....	11
4.6 裂纹扩展计算疲劳评估 .....	12
5 S-N 曲线 .....	13
5.1 总则 .....	13
5.2 双斜率 S-N 曲线:SY/T 10049 .....	13
5.3 单斜率 S-N 曲线 .....	13
5.4 例外和删减范围 .....	13
5.5 应力集中系数 .....	13
5.6 S-N 曲线的选择 .....	14
5.7 S-N 曲线评定 .....	15
6 涡激振动(VIV)引起的疲劳损伤 .....	15
6.1 VIV 分析 .....	15
6.2 验收准则 .....	17
6.3 简化的疲劳损伤评估 .....	17
6.4 缓解 VIV 的方法 .....	20
7 组合的疲劳损伤 .....	21
7.1 总则 .....	21
7.2 验收准则 .....	21
7.3 组合的 WF 和 LF 疲劳损伤 .....	21
7.4 与 VIV 疲劳损伤组合 .....	22
8 设计疲劳系数 .....	22
8.1 总则 .....	22
8.2 标准的设计疲劳系数 .....	23

8.3	基于增强风险的安全系数 .....	23
8.4	基于具体工况的结构可靠性分析的安全系数 .....	30
8.5	VIV 安全系数 .....	30
9	疲劳寿命延寿评估 .....	31
9.1	在役疲劳检测 .....	31
9.2	疲劳寿命延长 .....	32
9.3	剩余疲劳寿命评估 .....	32
附录 A (规范性附录)	疲劳损伤评估 .....	34
附录 B (规范性附录)	安全原理和安全级别 .....	46
参考文献	.....	47
图 1	双斜率 S-N 曲线的基本定义 .....	9
图 2	弯曲应力的计算 .....	12
图 3	激发长度的一般速度剖面(最后一种工况下,两部分相加得出 $L_{exc}$ ) .....	18
图 4	$(A/D_h)_{rms}^{CF}$ 为激发长度的函数 .....	19
图 5	$(A/D_h)_{rms}^{IL} / (A/D_h)_{rms}^{CF}$ 为交叉流模数的函数 .....	19
图 6	详细步骤 .....	26
图 7	从响应面到 $\partial X_D / \partial X_i$ .....	27
图 A.1	高频和低频响应和组合响应简图 .....	38
图 A.2	在焊缝位置修改的端部厚截面 .....	40
图 A.3	设计寿命 15 年的安全系数 .....	42
图 A.4	设计寿命 20 年的安全系数 .....	43
图 A.5	设计寿命 25 年的安全系数 .....	44
图 A.6	设计寿命 30 年的安全系数 .....	45
表 1	典型的疲劳评定程序汇总表 .....	8
表 2	典型的立管焊缝几何形状 .....	14
表 3	设计疲劳系数 DFF .....	23
表 4	安全级别系数 $\gamma_{sc}$ .....	24
表 5	式(29)采用的系数 .....	25
表 6	随机变量 .....	28
表 B.1	安全级别分类 .....	46
表 B.2	可接受的失效概率(每根立管每年)与安全级别的对比 .....	46

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会(SAC/TC 96)提出并归口。

本标准起草单位:国家油气钻井装备工程技术研究中心、宝鸡石油机械有限责任公司、中国石油大学(北京)、中海油研究总院、中海油田服务股份有限公司钻井研究院。

本标准主要起草人:杨玉刚、陈才虎、朱宏武、颜波、李清平、王春春。

# 立管疲劳推荐作法

## 1 范围

本标准规定了立管疲劳分析有关的推荐作法。

本标准适用于所有类型金属立管的疲劳极限状态评估。然而,8.2中给出的标准设计疲劳系数只适用于钢制立管。本标准的评估程序适用于按照任何公认规范设计的立管,如 DNV-OS-F201。

注1:本标准的目的是表述金属立管承受重复载荷波动的疲劳评估方法,并对 DNV-OS-F201 推荐的疲劳分析方法进行补充。见 SY/T 10049。疲劳设计的目的是为了确保立管有足够的疲劳寿命。计算的疲劳寿命是立管在制造和作业期间制定有效检测程序的基础。

注2:为了确保立管完成其预期的功能,宜对承受疲劳载荷的每一个代表性的立管进行疲劳评估(如适用,通过详细的疲劳分析支持)。宜注意立管的任何构件或零件、每一个焊接接头和附件或其他形式的应力集中是潜在的疲劳裂纹源,宜分别予以考虑。

## 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。

SY/T 10049—2004 海上钢结构疲劳强度分析推荐作法

ISO 2394: 1998 结构可靠性总原则(General principles on reliability for structures)

BS 7910 金属结构裂纹验收评定方法指南(Guide on methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures)

DNV-CN-30.6 海洋结构物的结构可靠性分析(Structural reliability analysis of marine structures)

DNV-OS-E301 系泊定位(Position mooring)

DNV-OS-F201 动态立管(Dynamic risers)

DNV-RP-C205 环境条件和环境载荷(Environmental conditions and environmental loads)

DNV-RP-F204: 2010 立管疲劳推荐作法(Riser Fatigue)

UK DOE: 1984 英国能源部 海上设施 设计和施工指南(Offshore installations: Guidance on design and construction)

## 3 术语、定义、符号、代号和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**腐蚀余量 corrosion allowance**

管子或构件壁厚允许腐蚀和(或)侵蚀和(或)磨损所增加的量。

#### 3.1.2

**设计疲劳系数 design fatigue factors; DFF**

安全系数用来增加避免疲劳失效的概率。使用寿命应施加 DFF,计算的疲劳寿命应比使用寿命和