



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29167—2012/ISO 16708:2006

---

## 石油天然气工业 管道输送系统 基于可靠性的极限状态方法

Petroleum and natural gas industries—Pipeline transportation systems—  
Reliability-based limit state methods

(ISO 16708:2006, IDT)

2012-12-31 发布

2013-07-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 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 .....	1
4 符号和缩略语 .....	5
5 设计和运行的原则 .....	6
6 基于可靠性的极限状态方法 .....	8
6.1 一般要求 .....	8
6.2 设计和运行基础数据——数据收集 .....	8
6.3 安全要求——目标 .....	8
6.4 失效模式分析 .....	8
6.5 不确定性分析 .....	9
6.6 可靠性分析 .....	9
6.7 安全和风险评价 .....	9
7 设计和运行要求 .....	10
7.1 一般要求 .....	10
7.2 设计和施工 .....	10
7.3 运行和维护 .....	10
7.4 再评定 .....	10
7.5 危害 .....	11
8 验收准则和安全等级 .....	11
8.1 安全要求 .....	11
8.2 极限状态分级 .....	11
8.3 流体分类 .....	12
8.4 管道地区和后果分类 .....	12
8.5 安全等级 .....	13
9 目标安全水平和风险级别 .....	14
10 失效模式 .....	14
10.1 概述 .....	14
10.2 内部压力导致的失效模式 .....	14
10.3 外部压力导致的失效模式 .....	14
10.4 外部载荷效应导致的失效模式 .....	15
10.5 第三方活动导致的失效 .....	15
10.6 腐蚀环境导致的失效模式 .....	15
10.7 组合载荷导致的失效 .....	16

11 管道运行管理 .....	16
11.1 一般要求 .....	16
11.2 运行管理规程 .....	16
附录 A (资料性附录) 不确定性和可靠性分析——方法描述 .....	19
A.1 概述 .....	19
A.2 不确定性分类 .....	19
A.3 概率分布的确定 .....	20
A.4 统计不确定性的评估 .....	22
A.5 变量的联合描述 .....	23
A.6 典型的不确定性度量 .....	24
A.7 可靠性分析 .....	26
A.8 可靠性计算方法 .....	27
A.9 结果的解释 .....	29
A.10 LRFD 格式中分项安全系数的校准 .....	30
附录 B (资料性附录) 统计数据库——不确定性取值 .....	34
B.1 管线管基本性能 .....	34
B.2 最大内压——海洋管道(不包括陆上段) .....	37
B.3 载荷效应不确定性——海洋管道 .....	37
附录 C (资料性附录) 目标安全水平——推荐方法 .....	40
C.1 概述 .....	40
C.2 选择目标安全水平的原则 .....	40
C.3 管道失效数据 .....	41
C.4 结构设计标准中的安全水平 .....	42
C.5 推荐的目标安全水平 .....	43
参考文献 .....	46

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 16708:2006《石油天然气工业 管道输送系统 基于可靠性的极限状态方法》。

本标准做了下列编辑性修改：

- 删除了 ISO 16708:2006 的前言和引言；
- 增加了本标准的前言和引言；
- 用“本标准”代替“本国际标准”。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司、中国石油天然气管道工程有限公司、中国石油天然气集团公司北京天然气管道有限公司、中海油田服务股份有限公司物探事业部。

本标准主要起草人：苗青、闫锋、李云杰、徐波、赵子峰、董绍华、李成钢、柳建军、兰浩、王龙、李其抚、王玉彬、张静楠。

## 引 言

本标准是以 GB/T 24259—2009《石油天然气工业 管道输送系统》为核心的管道业系列标准之一。只要满足 GB/T 24259—2009 的最低要求,本标准允许使用创新的技术和工艺方法,如基于可靠性的极限状态方法。

本标准对应用概率方法——“基于可靠性的极限状态方法”,在给出推荐做法、指定框架和原则方面,对 GB/T 24259—2009 提供了补充。

管道在设计和运行期间的完整性管理采用以下两种极限状态方法:

——确定性方法,对特征载荷和抗力应用安全系数;

——概率方法,以对相关极限状态应用结构可靠性分析为基础,例如,基于可靠性的极限状态方法。

通常采用确定性方法(通过预校安全系数),也可明确要求采用概率方法(在实际安全水平上的直接校核)。两种方法都满足安全要求,如图 1 所示。

# 石油天然气工业 管道输送系统

## 基于可靠性的极限状态方法

### 1 范围

本标准规定了石油天然气工业中,为使用 GB/T 24259—2009 允许的基于可靠性的极限状态方法进行管道的设计、运行和再评定所需要的功能要求和原则。基于可靠性的极限状态方法为在设计和运行中预测管道的安全性提供了系统的方法。

本标准适用于石油天然气工业中陆上和海上刚性金属管道。

本标准是对 GB/T 24259—2009 的补充,在 GB/T 24259—2009 没有提供明确规定和可以应用极限状态方法的情况下采用,如下列情况(但不限于这些):

- 对新概念的评定,如使用新技术或对于行业经验不足的设计;
- 由于设计基础改变而进行的对管道的再评定,如服役期延长,其可以包括由于完整性监测的改进和运行经验的增加而带来的不确定性的降低;
- 在深水外部压力下的失稳;
- 极端载荷,如地震载荷(如断层通过处)、冰载荷(如来自大型冰凌的冲击);
- 基于应变的准则可以适用的场合。

### 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。

GB/T 24259—2009 石油天然气工业 管道输送系统(ISO 13623:2000,MOD)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **基本变量 basic variable**

引入极限状态函数中的载荷或抗力变量,包括说明极限状态函数自身模型不确定性的变量。

#### 3.2

##### **特征载荷 characteristic load**

用于确定载荷效应的载荷的名义值。

注:特征载荷一般是根据载荷分布函数上侧定义的一个分位数来确定的。

#### 3.3

##### **特征抗力 characteristic resistance**

用于确定承受能力的强度参数的名义值。

注:特征抗力一般是根据抗力分布函数下侧定义的一个分位数来确定的。