



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21412.5—2017/ISO 13628-5:2009  
代替 GB/T 21412.5—2010

---

## 石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第5部分：水下脐带缆

Petroleum and natural gas industries—  
Design and operation of subsea production systems—  
Part 5: Subsea umbilicals

(ISO 13628-5:2009, IDT)

2017-10-14 发布

2018-05-01 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 .....	V
引言 .....	VI
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	3
3.1 术语和定义 .....	3
3.2 缩略语 .....	8
4 功能要求 .....	9
4.1 总要求 .....	9
4.2 工程特定要求 .....	10
5 安全、设计与试验原理 .....	10
5.1 应用 .....	10
5.2 安全目标 .....	10
5.3 系统审查 .....	10
5.4 基本要求 .....	10
5.5 设计原理 .....	11
5.6 试验 .....	12
6 设计要求 .....	13
6.1 概述 .....	13
6.2 载荷 .....	13
6.3 载荷效应分析 .....	16
6.4 安装分析 .....	20
6.5 疲劳寿命 .....	21
7 部件设计、制造和试验 .....	21
7.1 概述 .....	21
7.2 电缆 .....	22
7.3 软管 .....	30
7.4 光缆 .....	38
7.5 金属管 .....	42
8 终端及附属设备的设计 .....	55
8.1 设计原则 .....	55
8.2 设计过程 .....	55
8.3 铠装终端 .....	55
8.4 钢管和软管终端 .....	55
8.5 电缆终端 .....	56
8.6 拖拉头 .....	56

8.7	上部悬挂	56
8.8	水下终端接口	57
8.9	水下脐带缆终端	57
8.10	弯曲限制器	57
8.11	抗弯曲加强件	57
8.12	附属设备	58
9	脐带缆的设计	60
9.1	温度范围	60
9.2	最大拉伸载荷	60
9.3	极限拉伸载荷	60
9.4	最小弯曲半径	60
9.5	横截面布置	60
9.6	成缆	61
9.7	子束	61
9.8	内护套	61
9.9	铠装	61
9.10	外护套	62
9.11	长度标识	62
10	脐带缆的制造和试验	62
10.1	脐带缆制造	62
10.2	评定及验证试验	64
11	工厂接收试验(FAT)	64
11.1	概述	64
11.2	外观和尺寸检查	65
11.3	终端电连续性	65
11.4	终端试连接	65
11.5	电缆	65
11.6	光缆	65
11.7	软管	65
11.8	金属管	66
11.9	终端	66
11.10	连续性检查	66
12	储存	66
12.1	概述	66
12.2	脐带缆保护	66
12.3	备用缆	67
12.4	维修工具	67
12.5	整体试验	67
13	安装前的工作	67
13.1	脐带缆的数据	67
13.2	路由资料	68

13.3	终端和辅助设备资料 .....	68
13.4	依托设施资料 .....	68
13.5	水下结构物资料 .....	69
13.6	依托设施调研 .....	69
14	装船 .....	69
14.1	概述 .....	69
14.2	对装船设备的技术审查 .....	69
14.3	装船程序 .....	70
14.4	装船前会议 .....	70
14.5	装船前试验 .....	70
14.6	装船作业 .....	71
14.7	中止和开始装船 .....	71
14.8	脐带缆的搬运 .....	71
14.9	装船监测 .....	72
14.10	用卷轴或转盘装船 .....	73
14.11	装船后试验 .....	73
15	安装作业 .....	73
15.1	概述 .....	73
15.2	安装船舶和设备要求 .....	73
15.3	安装前的勘查 .....	74
15.4	I型或J型管的拖拉作业 .....	75
15.5	水下终端的安装(起始端) .....	77
15.6	铺设路由 .....	77
15.7	干线铺设作业要求 .....	77
15.8	铺缆船定位达到要求的触地点 .....	77
15.9	控制和检测铺设长度 .....	78
15.10	铺设期间的完整性监测 .....	78
15.11	埋设作业 .....	79
15.12	接近铺设终点的铺设(终端铺设) .....	80
15.13	水下终端的下放 .....	80
15.14	水下终端的拖拉 .....	81
15.15	管线的交叉 .....	81
15.16	浮性附件 .....	81
15.17	弱连接的配置 .....	81
15.18	铺设后的勘查 .....	81
15.19	埋设后的勘查 .....	82
15.20	拖拉后的试验 .....	82
15.21	连接后的试验 .....	82
15.22	安装辅助设施的回收 .....	83
15.23	应急程序 .....	83
15.24	修复 .....	83
15.25	安装后的勘查 .....	83

附录 A (资料性附录)	买方功能规格书中提供的信息 .....	84
附录 B (资料性附录)	脐带缆试验 .....	90
附录 C (资料性附录)	优先选用的软管与金属管尺寸 .....	94
附录 D (规范性附录)	软管和脐带缆的特性试验 .....	95
附录 E (资料性附录)	疲劳试验 .....	99
附录 F (资料性附录)	载荷效应分析 .....	101
附录 G (资料性附录)	脐带缆全尺寸试验 .....	110
附录 H (资料性附录)	金属管材料列表 .....	115
附录 I (资料性附录)	金属管壁计算示例 .....	129
附录 J (资料性附录)	金属管屈曲 .....	134
参考文献	.....	136

## 前 言

GB/T 21412《石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作》分为 15 个部分：

- 第 1 部分：一般要求和推荐做法；
- 第 2 部分：用于海底和海洋的非粘结挠性管系统；
- 第 3 部分：过出油管(TFL)系统；
- 第 4 部分：水下井口装置和采油树设备；
- 第 5 部分：水下脐带缆；
- 第 6 部分：水下生产控制系统；
- 第 7 部分：完井/修井隔水管系统；
- 第 8 部分：水下生产系统的水下机器人(ROV)接口；
- 第 9 部分：遥控操作工具(ROT)维修系统；
- 第 10 部分：粘结性挠性管规格书；
- 第 11 部分：用于海底和海洋的挠性管系统；
- 第 12 部分：动态生产立管；
- 第 13 部分：水下生产系统远程操作工具和接口；
- 第 14 部分：水下高完整性压力保护系统；
- 第 15 部分：水下结构物及管汇。

本部分为 GB/T 21412 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 13628-5:2009《石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第 5 部分：水下脐带缆》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 3956—2008 电缆的导体(IEC 60228:2004, IDT)
- GB/T 5563—2013 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法(ISO 1402:2009, IDT)
- GB/T 7129—2001 橡胶或塑料软管 容积膨胀的测定(idt ISO 6801:1983)
- GB/T 9574—2001 橡胶和塑料软管及软管组合件 试验压力、爆破压力与设计工作压力的比率(idt ISO 7751:1991)
- GB/T 18422—2013 橡胶和塑料软管及软管组合件 透气性的测定(ISO 4080:2009, IDT)
- GB/T 21412.8—2010 石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第 8 部分：水下生产系统的水下机器人(ROV)接口(ISO 13628-8:2002, IDT)

本部分由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本部分起草单位：海洋石油工程股份有限公司、中海油研究总院。

本部分主要起草人：周美珍、程寒生、郭宏、刘华建、张飞、方伟、闫嘉钰、许文虎。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 21412.5—2010。

## 引 言

本部分第二版基于 ISO 13628-5 第一版,ISO 13628-5 第一版基于 API Spec 17E 第二版和 API RP 17I 第一版。ISO 13628-5 第一版已被 API 作为 API Spec 17E 第三版采用。API Spec 17E 第四版将与本部分第二版保持一致。

采用本部分的用户应注意,对于特定的应用场合可能需要不同于本部分的要求,或是比本部分中规定内容更深入的要求。本部分无意禁止供货商提供产品或买方去接受供应商所提供的产品,对于特定的应用场合,尤其是在技术上存在革新或发展的情况下,可选择替代的设备或工程办法。当采用替代做法时,供应商应对不同于本部分的做法进行标识并提供详细说明。

# 石油天然气工业

## 水下生产系统的设计和操作

### 第5部分：水下脐带缆

#### 1 范围

GB/T 21412 的本部分规定了脐带缆及相关附属设备的设计、材料选择、制造、设计验证、试验、安装和操作要求,并给出了推荐作法,用于石油天然气工业。附属设备不包括上部组块硬件装置,这些硬件是指那些在上部组块悬挂终端之上,不与脐带缆永久连接的设备。

本部分适用于单独的部件,如电缆、光纤、热塑性软管或金属管构成的脐带缆,或它们组合成的脐带缆。

本部分适用于静态或动态运行的脐带缆,其路径可为水上-水上,水上-水下和水上-水下。

本部分不适用于相关部件接头,除非这些接头影响到脐带缆或其附属设备的性能。

本部分仅适用于以下尺寸的金属管:壁厚  $t < 6$  mm,内径  $ID < 50.8$  mm (2 in)。大于这些尺寸的产品应视为管/管道并且按照公认的管线/管道标准进行设计和制造。

本部分不适用于额定压力小于 7 MPa (1 015 psi) 的金属管或软管。

本部分不适用于额定电压高于标准额定电压  $U_0/U(U_m) = 3.6/6(7.2)$  kV rms 的电缆,其中  $U_0$ 、 $U$  与  $U_m$  由 IEC 60502-1 与 IEC 60502-2 定义。

#### 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 5564—2006 橡胶和塑料软管 低温曲挠试验 (ISO 4672:1997, IDT)

GB/T 5568—2013 橡胶或塑料软管及软管组合件 无屈挠液压脉冲试验 (ISO 6803:2008, IDT)

ISO 527(所有部分) 塑料 拉伸性能的测定 (Plastics—Determination of tensile properties)

ISO 1402 橡胶、塑料软管及软管组合件 液压静力试验 (Rubber and plastics hoses and hose assemblies—Hydrostatic testing)

ISO 4080 橡胶、塑料软管及其组合件 透气性的测定 (Rubber and plastics hoses and hose assemblies—Determination of permeability to gas)

ISO 4406 液体传动 油液 固体颗粒污染等级代号法 (Hydraulic fluid power—Fluids—Method for coding the level of contamination by solid particles)

ISO 6801 橡胶或塑料软管 容积膨胀的测定 (Rubber or plastics hoses—Determination of volumetric expansion)

ISO 7751 橡胶、塑料软管和软管组合件 试验压力、爆破压力与设计工作压力的比率 (Rubber and plastics hoses and hose assemblies—Ratios of proof and burst pressure to design working pressure)

ISO 13628-8 石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作 第8部分：水下生产系统的水下机器人 (ROV) 接口 (Petroleum and natural gas industries—Design and operation of subsea production systems—Part 8: Remotely Operated Vehicle (ROV) interfaces on subsea production systems)

ISO 8308 橡胶和塑料软管及非增强软管 液体壁透性测定 (Rubber and plastics hoses and tub-