



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21412.5—2010/ISO 13628-5:2002

---

## 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 13628-5:2002, IDT)

2010-09-02 发布

2010-12-01 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 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 缩略语 .....	5
4 功能要求 .....	6
4.1 总要求 .....	6
4.2 工程特定要求 .....	6
5 质量保证 .....	7
6 设计要求 .....	7
6.1 概述 .....	7
6.2 设计方法 .....	7
6.3 分析 .....	7
7 部件设计、制造和试验 .....	9
7.1 概述 .....	9
7.2 电缆 .....	10
7.3 电缆的性能要求 .....	11
7.4 电缆的结构分析 .....	12
7.5 电缆的制造 .....	12
7.6 验证试验 .....	13
7.7 电缆部件验收试验 .....	14
7.8 光缆 .....	16
7.9 软管 .....	17
7.10 金属管 .....	24
8 终端及其附属设备的设计 .....	33
8.1 概述 .....	33
8.2 终端 .....	33
8.3 附属设备 .....	34
9 脐带缆的设计 .....	34
9.1 温度范围 .....	34
9.2 最大工作载荷 .....	35
9.3 最小破断载荷 .....	35
9.4 最小弯曲半径 .....	35
9.5 动态使用寿命 .....	35
9.6 海床稳定性 .....	35
9.7 运行环境 .....	35

9.8	横截面布置	35
9.9	成缆	36
9.10	子束	36
9.11	内护套	36
9.12	铠装	36
9.13	外护套	36
9.14	长度标识	37
10	脐带缆的制造和试验	37
10.1	脐带缆制造	37
10.2	验证试验	38
11	脐带缆工厂接收试验(FATs)	39
11.1	概述	39
11.2	外观和尺寸检查	40
11.3	电缆	40
11.4	光缆	40
11.5	软管	40
11.6	金属管	40
12	储存	41
12.1	概述	41
12.2	脐带缆保护	41
12.3	备用管	41
12.4	维修工具	41
12.5	整体试验	41
13	安装前的工作	41
13.1	脐带缆数据	41
13.2	路由资料	42
13.3	终端及附属设备资料	42
13.4	依托设施资料	42
13.5	水下结构物资料	43
13.6	调研买方设施	43
14	装船	43
14.1	概述	43
14.2	对装船设备的技术审查	43
14.3	装船程序	44
14.4	装船前会议	44
14.5	装船前试验	44
14.6	装船作业	45
14.7	中止和开始装船	45
14.8	脐带缆的搬运	45
14.9	装船监测	46
14.10	用卷筒或转盘装船	46
14.11	装船后试验	46
15	安装作业	46

15.1	概述	46
15.2	安装船舶和设备要求	47
15.3	安装前的勘查	47
15.4	I型或J型管的拖拉作业	48
15.5	水下终端的安装(起始端)	50
15.6	铺设路由	50
15.7	干线铺设作业要求	50
15.8	铺缆船定位达到要求的触地点	50
15.9	控制和检测铺设长度	51
15.10	铺设期间的完整性监测	51
15.11	埋设作业	52
15.12	水下终端定位方法(另一端)	52
15.13	水下终端的下放	52
15.14	水下终端的拖拉	53
15.15	管线的交叉	53
15.16	弱连接的配置	53
15.17	铺设后的勘查	53
15.18	埋设后的勘查	53
15.19	拖拉后的试验	54
15.20	连接后的试验	54
15.21	安装辅助设备的回收	54
15.22	应急程序	54
15.23	修复	54
15.24	安装后的勘查	55
附录 A (资料性附录)	买方功能规格书中提供的信息	56
附录 B (资料性附录)	脐带缆试验	59
附录 C (资料性附录)	优先选用的软管和金属管尺寸	62
附录 D (规范性附录)	软管和脐带缆的特性试验	64
附录 E (资料性附录)	疲劳试验	67
图 D.1	试验压力/压力衰减试验布置图	64
图 D.2	软管动态响应的试验装置示意图	66
图 E.1	典型脐带缆安装示意图	68
图 E.2	脐带缆沿摇摆绞缆轮进行疲劳试验的典型布置图	69
图 E.3	脐带缆模型疲劳试验的典型布置图	69
图 E.4	典型动态脐带缆安装的偏移外形图	70
图 E.5	典型试验布置图——脐带缆承受固定端部接头拉力下的弯曲	70
表 1	交流试验电压	14
表 2	公称内径和壁厚公差	17
表 3	同心度	17
表 4	试验压力、爆破压力与设计工作压力的比率	19
表 5	等效应力设计系数	26

表 B.1	电缆/电缆部件	59
表 B.2	光缆	59
表 B.3	软管	60
表 B.4	金属管	60
表 B.5	脐带缆	61
表 B.6	电缆	61
表 B.7	光纤	61
表 B.8	软管	61
表 B.9	金属管	61
表 C.1	优先选用的软管尺寸/压力等级	62
表 C.2	优先选用的金属管尺寸	62
表 E.1	动态脐带缆弯曲疲劳试验的典型试验模型	67

## 前 言

GB/T 21412《石油天然气工业 水下生产系统的设计和操作》分为九个部分：

- 第 1 部分：一般要求和推荐做法；
- 第 2 部分：用于海底和海上的挠性管系统；
- 第 3 部分：过出油管(TFL)系统；
- 第 4 部分：水下井口和采油树装置；
- 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：修井/完井立管系统；
- 第 8 部分：水下生产系统中水下机器人(ROV)接口；
- 第 9 部分：遥控操作工具(ROT)干预系统。

本部分为 GB/T 21412 的第 5 部分。

本部分等同采用 ISO 13628-5:2002《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》(英文版)。

本部分等同翻译 ISO 13628-5:2002。

为便于使用，本部分作了下列修改：

- “ISO 13628 的本部分”改为“GB/T 21412 的本部分”；
- 删除国际标准的前言；
- 对 ISO 13628-5:2002 中的疑误进行了更正，并在相应之处用脚注进行了说明。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 E 为资料性附录。附录 D 为规范性附录。

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本部分由全国石油天然气标准化技术委员会(TC 355)归口。

本部分起草单位：海洋石油工程股份有限公司。

本部分主要起草人：周美珍、张维庆、程寒生、高光才、李小军、张艳春、杨博、郭建文、赵淑文、李红、牛勇。

## 引 言

本部分基于 API Spec 17E:1998 第二版和 API RP 171:1996 第一版。

采用本部分的用户应当注意,对于特定的应用场合可能需要不同于该标准的要求,或者是比标准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,供应商应当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 的本部分规定了水下控制系统、化学药剂注入、气举、公用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，并给出了推荐做法，用于石油天然气行业。

GB/T 21412 的本部分适用于单独的电缆、光纤、热塑性软管或金属管的脐带缆，或它们组合的脐带缆。

GB/T 21412 的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。

GB/T 21412 的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。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

- ISO 527(所有部分) 塑料 拉伸性能的测定
- ISO 1402 橡胶、塑料软管及软管组合件 液压试验
- ISO 4080 橡胶和塑料软管及其组合件 透气性的测定
- ISO 4406 液体传动 油液 固体颗粒污染等级代号
- ISO 4672:1997 橡胶、塑料软管 低温曲挠试验
- ISO 6801 橡胶或塑料软管 容积膨胀的测定
- ISO 6803 橡胶、塑料软管及软管组合件 无挠曲液压脉冲试验
- 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
- ISO 8308 橡胶和塑料软管及非增强软管 液体壁透性测定
- IEC 60228 电缆的导体
- IEC 60502-1 额定电压 1 kV( $U_m=1.2$  kV)到 30 kV( $U_m=36$  kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分:额定电压 1 kV( $U_m=1.2$  kV)和 3 kV( $U_m=3.6$  kV)电缆
- IEC 60502-2 额定电压 1 kV( $U_m=1.2$  kV)到 30 kV( $U_m=36$  kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 2 部分:额定电压 6 kV( $U_m=7.2$  kV)到 30 kV( $U_m=36$  kV)电缆
- IEC 60793-1-1 光纤 第 1 部分:总规范 总则
- IEC 60793-2 光纤 第 2 部分:产品规范
- IEC 60794-1-1 光缆 第 1 部分:总规范 总则
- IEC 60794-1-2 光缆 第 1 部分:总规范 光缆性能基本试验方法
- ASTM A 370 钢制品力学性能试验的标准试验方法和定义
- ASTM A 450/A 450M 碳钢、铁素体合金及奥氏体合金钢管常用要求的标准规范
- ASTM E 562 用系统的人工逐点计数法测定体积因数的试验方法
- ASTM G 48 使用三氯化铁溶液测定不锈钢和相关合金耐点蚀和缝隙腐蚀标准试验方法