



中华人民共和国国家标准

GB/T 21412.4—2013/ISO 13628-4:2010
代替 GB/T 21412.4—2008

石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第4部分：水下井口装置和采油树设备

Petroleum and natural gas industries—Design and operation of subsea
production systems—Part 4: Subsea wellhead and tree equipment

(ISO 13628-4:2010, IDT)

2013-12-31 发布

2014-10-01 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 | VII |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 3 |
| 3 术语、定义、符号和缩略语 | 4 |
| 3.1 术语和定义 | 4 |
| 3.2 符号和缩略语 | 9 |
| 4 使用条件和产品规范级别 | 11 |
| 4.1 使用条件 | 11 |
| 4.2 产品规范级别 | 11 |
| 5 系统一般要求 | 12 |
| 5.1 设计和性能要求 | 12 |
| 5.2 材料 | 22 |
| 5.3 焊接 | 22 |
| 5.4 质量控制 | 23 |
| 5.5 设备标志 | 26 |
| 5.6 贮存和发运 | 27 |
| 6 水下采油树和油管悬挂器的总设计要求 | 28 |
| 6.1 总则 | 28 |
| 6.2 采油树阀组 | 29 |
| 6.3 水下采油树总成的试验 | 37 |
| 6.4 标志 | 37 |
| 6.5 贮存和发运 | 41 |
| 7 特定要求——水下采油树相关设备和分总成 | 41 |
| 7.1 法兰式端部和出口连接 | 41 |
| 7.2 ISO 毂连接用卡箍 | 54 |
| 7.3 螺纹式连接 | 54 |
| 7.4 其他端部连接装置 | 55 |
| 7.5 螺柱、螺母和螺栓 | 55 |
| 7.6 密封垫环 | 55 |
| 7.7 完井导向基座 | 56 |
| 7.8 采油树连接装置和油管头 | 57 |
| 7.9 立式采油树对扣或密封接头 | 60 |
| 7.10 阀、阀组和驱动器 | 61 |
| 7.11 TFL Y形短节和转向器 | 71 |
| 7.12 再入接口 | 72 |
| 7.13 水下采油树帽 | 73 |

| | | |
|------|-------------------------------|-----|
| 7.14 | 采油树帽送入工具 | 76 |
| 7.15 | 采油树导向架 | 78 |
| 7.16 | 采油树送入工具 | 81 |
| 7.17 | 采油树管路 | 84 |
| 7.18 | 出油管线连接装置系统 | 85 |
| 7.19 | 辅助设备送入工具 | 88 |
| 7.20 | 采油树安装的液压或电动或光学控制连接 | 89 |
| 7.21 | 水下节流阀和驱动器 | 92 |
| 7.22 | 其他设备 | 101 |
| 8 | 特定要求——水下井口装置 | 105 |
| 8.1 | 总则 | 105 |
| 8.2 | 临时导向基座 | 105 |
| 8.3 | 永久导向基座 | 106 |
| 8.4 | 导管头 | 110 |
| 8.5 | 井口头 | 112 |
| 8.6 | 套管悬挂器 | 114 |
| 8.7 | 环空密封总成 | 116 |
| 8.8 | 套管悬挂器锁定衬套 | 117 |
| 8.9 | 孔保护装置和耐磨衬套 | 118 |
| 8.10 | 防腐帽 | 120 |
| 8.11 | 送入、回收和试验工具 | 120 |
| 8.12 | 拖网防护结构 | 120 |
| 8.13 | 井口装置的倾角和定向 | 120 |
| 8.14 | 水下泥线套管悬挂器和密封总成 | 121 |
| 9 | 特定要求——水下油管悬挂器系统 | 121 |
| 9.1 | 总则 | 121 |
| 9.2 | 设计 | 121 |
| 9.3 | 材料 | 124 |
| 9.4 | 试验 | 124 |
| 10 | 特定要求——泥线悬挂设备 | 124 |
| 10.1 | 总则 | 124 |
| 10.2 | 泥线悬架坐放或提升环 | 128 |
| 10.3 | 套管悬挂器 | 128 |
| 10.4 | 套管悬挂器送入工具和回接接头 | 130 |
| 10.5 | 弃井封盖 | 130 |
| 10.6 | 水下完井泥线转换设备 | 130 |
| 10.7 | 油管悬挂器系统——水下完井泥线转换设备 | 131 |
| 11 | 特定要求——钻通泥线悬挂设备 | 131 |
| 11.1 | 总则 | 131 |
| 11.2 | 外部钻通套管悬挂器(在混合套管悬挂器壳体外部) | 132 |
| 11.3 | 混合套管悬挂器壳体 | 132 |
| 11.4 | 内部钻通泥线套管悬挂器 | 133 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| 11.5 | 环空密封总成 | 135 |
| 11.6 | 孔保护装置和耐磨补芯 | 136 |
| 11.7 | 油管悬挂器系统——水下完井的钻通泥线设备 | 137 |
| 11.8 | 弃井封盖 | 137 |
| 11.9 | 送入、回收和试验工具 | 137 |
| 附录 A (资料性附录) | 水下立式采油树 | 138 |
| 附录 B (资料性附录) | 水下卧式采油树 | 142 |
| 附录 C (资料性附录) | 水下井口装置 | 145 |
| 附录 D (资料性附录) | 水下油管悬挂器 | 147 |
| 附录 E (规范性附录) | 泥线悬挂和转换系统 | 150 |
| 附录 F (资料性附录) | 钻通泥线悬挂系统 | 157 |
| 附录 G (资料性附录) | ISO(API)螺栓式法兰连接装配指南 | 159 |
| 附录 H (资料性附录) | 水下井口装置送入、回收和试验工具的设计和试验 | 167 |
| 附录 I (资料性附录) | 涂层系统应用程序 | 169 |
| 附录 J (资料性附录) | 材料兼容性的筛选试验 | 172 |
| 附录 K (资料性附录) | 提升耳板的设计和试验 | 176 |
| 附录 L (资料性附录) | 高压试验指南 | 188 |
| 附录 M (资料性附录) | 采购指南 | 190 |
| 附录 NA (资料性附录) | 本部分与 GB/T 21412.4—2008 的主要技术变化 | 206 |
| | 参考文献 | 210 |
| 图 1 | 水下井口装置用双通径采油树示例 | 31 |
| 图 2 | 油管头上立式采油树示例 | 32 |
| 图 3 | 卧式采油树示例 | 33 |
| 图 4 | 孔贯穿的示例 | 34 |
| 图 5 | 化学溶剂注入井下和 SCSSV 的采油树阀示例 | 36 |
| 图 6 | 17SS 型整体或盲板法兰 | 49 |
| 图 7 | BX-149 和 BX-150 抗腐蚀环槽交替粗加工和精加工详图 | 50 |
| 图 8 | 17SS 型和 17SV 型焊颈法兰的焊端准备 | 50 |
| 图 9 | 采油树导向架 | 79 |
| 图 10 | 节流阀常用节流孔结构 | 93 |
| 图 11 | 水下采油树和井口装置上的外部载荷 | 108 |
| 图 12 | 永久导向基座载荷 | 109 |
| 图 13 | 典型导管头 | 111 |
| 图 14 | 典型井口头 | 112 |
| 图 A.1 | 导向型立式采油树 | 139 |
| 图 A.2 | 导向型 TFL 采油树 | 140 |
| 图 A.3 | 无导向型立式采油树 | 141 |
| 图 B.1 | 导向型卧式采油树 | 143 |
| 图 B.2 | 无导向型卧式采油树 | 144 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 图 C.1 | 水下井口装置 | 146 |
| 图 D.1 | 同心油管悬挂器 | 147 |
| 图 D.2 | 多孔油管悬挂器 | 147 |
| 图 D.3 | 卧式采油树油管悬挂器 | 148 |
| 图 D.4 | 卧式采油树延长的油管悬挂器 | 149 |
| 图 E.1 | 泥线悬挂(井口头)和转换设备 | 151 |
| 图 E.2 | 泥线转换设备 | 152 |
| 图 E.3 | 泥线悬挂构件轴对称横截面应力分布 | 154 |
| 图 E.4 | 泥线悬挂构件极限应力值 | 155 |
| 图 F.1 | 钻通泥线悬挂系统 | 158 |
| 图 G.1 | 法兰对法兰对准公差 | 164 |
| 图 G.2 | 一个工具、两个工具和四个工具横截面螺栓扭矩上紧顺序 | 165 |
| 图 K.1 | 钩环和耳板形状和尺寸(不按比例) | 177 |
| 图 K.2 | 水下提升耳板尺寸(不按比例) | 179 |
| 图 K.3 | 提升装置显示的吊索与垂直方向角度的图示 | 182 |
| 图 K.4 | 锻造耳板 NDE 区域 | 186 |
| 图 K.5 | 焊接耳板局部试验 | 186 |
| 图 K.6 | 焊接耳板 NDE 区域 | 187 |
| 图 M.1 | 水下设备 PSL 决策树 | 191 |
| 表 1 | 材料要求 | 12 |
| 表 2 | 内螺纹连接的额定压力值 | 15 |
| 表 3 | 最低设计确认试验要求 | 21 |
| 表 4 | 压力试验图示 | 38 |
| 表 5 | ISO(API)法兰的额定工作压力和尺寸范围 | 41 |
| 表 6 | API SBX 型压力自封垫环 | 43 |
| 表 7 | 额定工作压力 34.5 MPa(5 000 psi)的 17SS 型法兰和螺栓基本尺寸 | 46 |
| 表 8 | 19 mm($\frac{3}{4}$ in)和 25 mm(1 in)的 17SS 型法兰和螺栓基本尺寸 | 47 |
| 表 9 | 额定工作压力 34.5 MPa(5 000 psi)的 17SS 型焊颈法兰的颈部和孔尺寸 | 48 |
| 表 10 | API 抗腐蚀环槽初步加工详图 | 49 |
| 表 11 | 额定工作压力 34.5 MPa(5 000 psi)的 17SV 型法兰的毂和孔尺寸 | 51 |
| 表 12 | 额定工作压力 34.5 MPa(5 000 psi)的 17SV 型法兰旋转环和螺栓基本尺寸 | 52 |
| 表 13 | 额定工作压力 69 MPa(10 000 psi)的 17SV 型法兰毂尺寸 | 53 |
| 表 14 | 额定工作压力 69.0 MPa(10 000 psi)的 17SV 型法兰盘和螺栓基本尺寸 | 53 |
| 表 15 | 井口系统——标准尺寸和型式 | 57 |
| 表 16 | 阀和驱动器设计和操作参数 | 62 |
| 表 17 | 平行双通径阀组通径中心距离 | 63 |
| 表 18a | PSL 2 阀工厂验收试验文件示例 | 66 |
| 表 18b | PSL 3 阀工厂验收试验文件示例 | 67 |
| 表 18c | PSL 3G 阀工厂验收试验文件示例 | 68 |
| 表 19 | 液压驱动器工厂验收试验文件示例 | 69 |
| 表 20 | 水下阀的标志 | 70 |
| 表 21 | 水下阀驱动器的标志 | 70 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 表 22 | 水下阀和驱动器总成的标志 | 71 |
| 表 23 | 液压操作的水下节流阀操作试验的工厂验收试验记录示例 | 95 |
| 表 24 | 机械操作和(或)带有机超控操作试验的液动操作水下节流阀的工厂验收试验 记录示例 | 95 |
| 表 25 | 液压驱动器工厂验收试验数据表示例 | 98 |
| 表 26 | 水下节流阀工厂验收试验数据表范例 | 100 |
| 表 27 | 水下节流阀数据表标志 | 101 |
| 表 28 | 水下节流阀手动驱动器数据表标志 | 102 |
| 表 29 | 水下节流阀液压驱动器数据表标志 | 102 |
| 表 30 | 水下节流阀和驱动器总成的标志 | 103 |
| 表 31 | 试验压力 | 114 |
| 表 32 | 套管悬挂器和耐磨衬套的最小垂直孔尺寸 | 116 |
| 表 33 | 孔保护装置的最小垂直孔 | 119 |
| 表 34 | 由压力引起的最大许用应力 | 126 |
| 表 35 | 泥线转换油管头总成——试验压力 | 133 |
| 表 36 | 套管悬挂器和耐磨衬套的最小垂直孔尺寸 | 134 |
| 表 37 | 孔保护装置的最小垂直孔 | 137 |
| 表 G.1 | 推荐的法兰螺栓扭矩(API 润滑脂) | 160 |
| 表 G.2 | 推荐的法兰螺栓扭矩(API 润滑脂) | 160 |
| 表 G.3 | 推荐的法兰螺栓扭矩(PTFE 填充基涂层) | 161 |
| 表 G.4 | 推荐的法兰螺栓扭矩(PTFE 填充基涂层) | 162 |
| 表 G.5 | 法兰连接拧紧记录 | 166 |
| 表 K.1 | 耳板的制造公差 | 178 |
| 表 K.2 | 永久安装水下设备提升点设计 | 181 |
| 表 L.1 | 高压试验指南 | 188 |
| 表 NA.1 | 本部分与 GB/T 21412.4—2008 的主要技术变化 | 206 |

前 言

GB/T 21412《石油和天然气工业 水下生产系统的设计与操作》分为如下几个部分：

- 第 1 部分：一般要求和推荐做法；
- 第 2 部分：水下和海上用无粘接柔性管系统；
- 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：完井或修井隔水管系统；
- 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：粘接柔性管规范；
- 第 11 部分：水下和海上用柔性管系统。

本部分为 GB/T 21412 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 21412.4—2008《石油和天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第 4 部分：水下井口装置和采油树设备》，与 GB/T 21412.4—2008 相比，除编辑性修改外技术上有了较多变化，附录 NA 中给出了相应技术变化的一览表。

本部分采用翻译法等同采用 ISO 13628-4:2010《石油和天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第 4 部分：水下井口装置和采油树设备》。

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 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级(ISO 8501-1:2007, IDT)
- GB/T 9253.2—1999 石油天然气工业 套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验(API Spec 5B:1996, IDT)
- GB/T 19830—2011 石油天然气工业 油气井套管或油管用钢管(ISO 11960:2004, IDT)
- GB/T 20174—2006 石油天然气工业 钻井和采油设备 钻通设备(ISO 13533:2001, MOD)
- GB/T 20972(所有部分) 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 [ISO 15156(所有部分)]
- GB/T 21412.1—2010 石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第 1 部分：一般要求和推荐做法(ISO 13628-1:2005, IDT)
- GB/T 21412.3—2009 石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第 3 部分：过出油管(TFL)系统(ISO 13628-3:2000, IDT)
- GB/T 21412.8—2010 石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第 8 部分：水下生产系统的水下机器人(ROV)接口(ISO 13628-8:2002, IDT)
- GB/T 21412.9—2009 石油天然气工业 水下生产系统的设计与操作 第 9 部分：遥控操作工具(ROT)维修系统(ISO 13628-9:2000, IDT)
- GB/T 22512.1—2012 石油天然气工业 旋转钻井设备 第 1 部分：旋转钻柱构件

GB/T 21412.4—2013/ISO 13628-4:2010

(ISO 10424-1:2004, MOD)

——GB/T 22513—2008 石油天然气工业 钻井和采油设备 井口装置和采油树(ISO 10423:2003, MOD)

——SY/T 6917—2012 石油天然气工业 钻井和采油设备 海洋钻井隔水管接头(ISO 13625:2002, MOD)

——SY/T 10008—2010 海上钢质固定石油生产构筑物的腐蚀控制(NACE RP 0176:2003, IDT)

本部分还做了下列编辑性修改:

——纠正了文中的错误;

——纳入了 ISO 13628-4:2010 技术勘误表 1 的内容,并在其外侧页边空白位置用垂直双线(∥)标示。

本部分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。

本部分负责起草单位:宝鸡石油机械有限责任公司。

本部分参加起草单位:中国海洋石油总公司、石油工业井控装置质量监督检验中心、国家油气井井口设备质量监督检验中心。

本部分主要起草人:范亚民、王定亚、刘小卫、李唐都、李清平、曹砚峰、耿亚南、张祥来、孙洪祥、张玉树、张川。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 21412.4—2008。

石油天然气工业

水下生产系统的设计与操作

第 4 部分：水下井口装置和采油树设备

1 范围

GB/T 21412 的本部分规定了水下井口装置、泥线井口装置、钻通泥线井口装置以及水下立式和卧式采油树规范,以及设备搬运、试验和安装所需的相关工具。还规定了独立的分总成(用来建造完整的水下采油树总成)和完整的水下采油树总成的设计、材料、焊接、质量控制(包括工厂验收试验)、标志、贮存和运输。

用户有责任确保水下设备满足其安装地所属国家政府法规的任何附加要求。这不在本部分的范围之内。

当适用时,本部分也可应用于卫星井、丛式井和用于基盘式的多层完井等方面的设备。

本部分适用于下列设备:

- a) 水下采油树
 - 采油树连接装置和油管悬挂器;
 - 阀、阀组和阀驱动器;
 - 节流阀和节流阀驱动器;
 - 排放阀、测试阀和隔离阀;
 - TFL Y形四通;
 - 再入接口;
 - 采油树帽;
 - 采油树管路;
 - 采油树导向架;
 - 采油树送入工具;
 - 采油树帽送入工具;
 - 采油树安装的出油管线或控制管缆连接装置;
 - 油管头和油管头连接装置;
 - 出油管线底座和送入回收工具;
 - 采油树安装的控制装置接口(仪器、传感器、液压管或管配件、电气控制装置电缆和附件);
- b) 水下井口装置
 - 导管头;
 - 井口头;
 - 套管悬挂器;
 - 密封总成;
 - 导向基座;
 - 孔保护装置和耐磨衬套;
 - 防腐帽;
- c) 泥线悬挂系统