XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

团 体 标 准

T/CPI XXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

石油天然气钻采设备 在役高压管汇使用、维护与检验规范

Petroleum natural gas drilling and production equipment-

Specification for use，maintenance and inspection of in-service high-pressure manifold

|  |
| --- |
| （征求意见稿） |
|  |

中国石油和石油化工设备工业协会

**ICS** 75.180.10

**E**92

目 次

[前  言 III](#_Toc4701)

[1 范围 1](#_Toc27137)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc7194)

[3 术语、定义和缩略语 2](#_Toc19313)

[3.1 术语和定义 2](#_Toc23156)

[3.2 缩略语 2](#_Toc19589)

[4 安装使用技术要求 2](#_Toc30327)

[4.1 使用前的要求 2](#_Toc8160)

[4.2 安装要求 3](#_Toc30427)

[4.3 使用时的要求 3](#_Toc23923)

[4.4 使用后的要求 4](#_Toc30592)

[5 维护保养要求 4](#_Toc20109)

[6 维修的要求 5](#_Toc28088)

[6.1 总则 5](#_Toc10094)

[6.2 维修级别（RL） 5](#_Toc26650)

[6.3 人员 5](#_Toc605)

[6.4 管汇鉴别 5](#_Toc28079)

[6.5 维修的内容及方法 5](#_Toc20631)

[6.6 标志 5](#_Toc32693)

[7 检测要求 6](#_Toc22416)

[7.1 资格鉴定 6](#_Toc6732)

[7.2 检验周期 7](#_Toc17757)

[7.3 检测设备要求 7](#_Toc13262)

[7.4 检验前的程序 12](#_Toc32060)

[7.5 检验内容和方法 13](#_Toc30625)

[7.6 检测完成后的程序 20](#_Toc1431)

[7.7 检测记录和报告 22](#_Toc8376)

[8 失效分析 23](#_Toc2810)

[8.1 弯头冲蚀磨损 23](#_Toc14640)

[8.2 由壬连接接头断裂 23](#_Toc18384)

[8.3 内壁腐蚀 23](#_Toc28573)

[8.4 活动弯头断裂 23](#_Toc24287)

[8.5 歧管接头断裂 23](#_Toc30731)

[8.6 活动弯头活动关节刺漏 23](#_Toc26337)

[8.7 歧管刺漏 23](#_Toc24000)

[8.8 旋塞阀公由壬端刺漏 24](#_Toc6062)

[8.9 管汇内壁裂纹 24](#_Toc5177)

[附录A 25](#_Toc19910)

[附录B 26](#_Toc18692)

前  言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出。

本文件由由中国石油和石油化工设备工业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

石油天然气钻采设备 在役高压管汇使用、维护与检验规范

1. 范围

本文件规定了额定压力为35 MPa至175 MPa的石油天然气钻采设备在役高压管汇使用、维护与检验程序和方法。

本文件适用于油气田固井、压裂、地面测试、钻井等井口施工作业用的高压管汇及元件：

——阀门（旋塞阀、单向阀、闸阀、节流阀、紧急切断阀）；

——压裂头；

——活动弯头；

——刚性管线；

——油嘴管汇；

——活接头总成；

——各种异型整体接头（包括L形接头、T形三通、十字形四通、歧管三通、Y形三通、爪形四通）；

——钻井液循环管线、防喷管线及放喷管线；

——大通径管汇。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证（GB/T 9445-2015，ISO 9712：2012，IDT）

GB/T 11533 标准对数视力表

GB/T 18182 金属压力容器声发射检测及结果评价方法

GB/T 20739 橡胶制品 贮存指南（GB/T 20739—2006，ISO2230：2002，IDT）

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

GB/T 22513 石油天然气工业 钻井和采油设备 井口装置和采油树（ISO 10423：2009，MOD）

SY/T 5072 石油厢式工程车通用技术条件

SY/T 5323 石油天然气工业 钻井和采油设备 节流和压井设备（SY/T 5323-2016，API Spec 16C：2015，MOD）

SY/T 6270 石油天然气钻采设备 固井、压裂管汇的使用与维护

SY/T 6355 石油天然气生产专用安全标志

NB/T 47013.4 承压设备无损检测第4部分：磁粉检测

NB/T 47013.9 承压设备无损检测第9部分：声发射检测

NB/T 47013.12 承压设备无损检测 第12部分：漏磁检测

ISO 18265 金属材料 硬度值的换算

ASTM E 140 金属标准硬度换算表 布氏硬度、维氏硬度、洛氏硬度、表面硬度、努氏硬度和肖氏硬度之间的关系

1. 术语、定义和缩略语
   1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

高压管汇 high pressure manifold

用于汇集、输送由固井泵、压裂泵排出的固井液、压裂液以及地层返回的高压流体的专用设备。

大通径管汇 Large diameter manifold

主通道规格不小于4 1/16”的压裂用高压管汇元件。

检验 inspection

通过观察和判断，适当时结合测量、试验所进行的符合性评价。

芯棒 mandrel

穿入空心工件孔腔的导电体。通电后，在被检件上形成周向磁场。

可见泄漏 visible leakage

通过直接观察或使用视频设备，在压力测试期间看到的测试液泄漏。

注：可以通过压力边界或在界面处观察到泄漏。

* + 1. 额定压力 rated working pressure

装置设计在运行时能承受和/或控制的最大内压。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

PSL：产品规范级别（Product Specification Level）

PR：性能要求（Performance Requirement）

1. 安装使用技术要求
   1. 使用前的要求

a) 目视检查包括以下内容：

1.内外表面应无裂纹、明显凹坑或缺损。

2.密封面的磨损、腐蚀程度不影响密封性能。

3.密封件应完好。

4.铭牌或本体的标志应完好。

5.刚性管线应无明显弯曲变形。

b) 检查旋塞阀、闸阀、节流阀、单向阀、活动弯头等管汇元件，应处于正常工作状态，阀门开关、活动弯头转动应灵活。

c) 活接头、螺纹及密封圈使用前应清洗干净。

d) 检查安全卡箍和安全软绳外表是否有裂纹和断丝现象，发现其中任一缺陷，均应更换。

e) 在含硫化氢环境下， 应使用抗硫化氢的管汇元件( 抗硫化氢的管汇元件的铭牌和本体上有“SOURGAS”标志)。产出液中的硫化氢分压等于或超过GB/T 20972(所有部分)规定的酸性环境中的硫化氢分压最低值，则适用。

f) 使用管汇应配备超压保护装置。

g) 所有阀门应有清晰的开、关标识，标识应与阀门开关状态一致。

h) 压裂施工现场应安装高清摄像头，保证施工时能实时监测整个高压区的工作状况。高压区域应设置安全警示带、安全防护栅栏和安全标志，安全标志应符合SY/T 6355的规定。

i) 对施工所有高压管汇应建立使用时间、检测时间、编号和累计使用时间（累计使用小时、液量、砂量）。

* 1. 安装要求

a) 所有接头连接处不应强行安装。管汇连接后应使用安全卡箍和安全软绳捆绑。每条管路的起点和终点使用卸扣固定。

b) 管汇元件装卸过程中应避免碰撞，除翼型螺母外不允许敲击。

c) 管汇元件安装或拆卸时不应损坏螺栓、螺母、工作密封表面及活接头连接处。

d ) 两个活动弯头串接时，与活动弯头连接的刚性管线(阀门)在靠近活动弯头处需支撑固定。

e) 活动弯头不允许使用三个或三个以上连续串接。

f) 地面的活动弯头、刚性管线等管汇元件应采用橡胶垫块支撑，必要时可在橡胶垫块下部增加垫木调整高度；高压管路直线段距离大于6m时应采用基墩或地锚固定支撑；管线与基墩或地锚之间应安装厚度不小于10mm的橡胶垫，地脚螺栓应不小于M16。

g) 两条高压管路之间不应有接触，当两条高压管路之间距离小于30 mm时应使用橡胶块或垫木隔开。

h) 管汇橇出口应采用活动弯头连接并落地。

i) 管汇橇与分流管汇之间每条管路中宜安装一个旋塞阀和一个挡板式单向阀，旋塞阀和单向阀串联安装，单向阀标识方向与液体流向一致。

j) 泄压管路宜安装在最外侧的主管线上。泄压管路的安装方式为:在单向阀与分流管汇之间安装T形三通，在T形三通上依次安装旋塞阀和泄压管线。

k) 井工厂压裂井场超过两口井时应采用分流管汇。

l) 连接所有高压管汇时应使用新的减振支撑胶皮。

m) 连接高压管汇，不得损伤工作密封表面及连接处。

n) 高压管汇安装总体要求，见附录A。

* 1. 使用时的要求

a) 不推荐使用管螺纹，如果要使用管螺纹，拧紧力矩应符合表1的要求。

1. 管汇元件螺纹拧紧力矩值

|  |  |
| --- | --- |
| 管线管螺纹规格 | 拧紧力矩，N·m |
| 2LP | 2032～2600 |
| 3LP | 2400～3000 |
| 4LP | 2600～3252 |

b) 活动弯头不应在连续旋转、摆动和承受轴向负荷的工况下使用。

c) 单向阀标识方向应与流体流动方向一致。

d) 管汇连接后应进行静水压试验，试验压力不低于设计施工限压。试压前，应充分循环管线，排尽空气。

e) 管汇输送的流体压力不应超过额定压力，工作温度不应超过额定温度，流量控制要求参见SY/T 6270附录A。

f) 管汇元件工作压力建议不超过其额定工作压力的90%。

g) 不宜使用歧管接头，宜使用T形接头。

h) 施工时严禁人员进入高压区。实时监测管汇的工作情况，当出现刺漏、爆裂等紧急情况时应立即停泵、关井口，泄压后对其进行整改。

i) 出现泄漏需要整体更换的活动弯头、旋塞阀、单向阀等应对泄漏部位进行标记并做好记录。

* 1. 使用后的要求

a) 不应在带压工况下拆卸管汇。

b) 应将阀门、活动弯头、管线中的水泥或酸液等腐蚀性物质冲洗干净，不应有腐蚀性物质残留。

c) 应按使用说明书的规定注入新的密封润滑脂，直到挤出旧的密封润滑脂。

d) 拆卸后任何外露的外螺纹表面、活接头密封面或法兰面应采取保护措施，活接口或螺纹应佩戴保护套，以防密封面受损。

e) 记录管汇元件的使用时间、砂量、液量、压力等参数。

f) 将参与施工的管汇及管汇元件进行分类、检测、保养、储存。

1. 维护保养要求

a) 每次作业后，应对管汇元件进行常规维护保养。进行常规维护保养时，应按4.1 a)的要求对管汇元件内外表面进行目视检查，不应有可见的裂纹，承压件本体不应有明显的冲蚀。

b) 对点蚀、冲蚀凹坑等缺陷部位，应按SY/T 6270的7.5.3条的要求进行壁厚检测。

c) 端部连接用的非金属密封件不应有裂痕、裂缝、老化或破碎现象。

d) 密封面和密封槽不应有明显压痕、划伤或碰伤。

e) 阀门开关应灵活，环形管汇、活动弯头应转动灵活。

f) 阀门以及环形管汇、活动弯头的旋转部分应加注润滑脂。

g) 对于长期放置未使用的管汇元件，至少一年保养一次。

h) 橡胶密封件的存放需按照GB/T 20739或者生产厂家的规定进行存放。除非厂家有特殊说明的，存放期不应超过2年。

i) 维护保养后，应进行防腐处理，对于裸露的螺纹、密封面和密封槽应带上相应的保护套，防止生锈或损坏，并及时填写使用保养记录。

j) 有缺陷的管汇元件，应停止使用并送检。

k) 高压管汇储存和运输过程应采用垫木支撑或者撬装，不允许直接堆放在地面。

1. 维修的要求
   1. 总则

维修包括修理和再制造，应按GB/T 22513中附录N规定的修理和再制造要求进行，不适合于更换或不更换零件的现场维修和管汇的调整。

* 1. 维修级别（RL）

维修级别按GB/T 22513中N.2的要求。

* 1. 人员

维修操作人员应经过设备制造商的专业培训并取得资格。

* 1. 管汇鉴别

被维修的管汇应通过下列标志或标志的追踪记录进行鉴别:

a) 原制造厂家。

b) 规格和额定压力。

c) PSL、PR、额定温度值、材料级别及相应的RL。

d) 序列号和其他有关的可追溯性资料（如适合时）。

e) 总体情况意见。

修理者/再制造者，应对产品的修理或再制造标明的RL级别和RL级别的确定原则等资料形成文件。

* 1. 维修的内容及方法

a) 应按维修单位的书面规范进行拆卸和清洗。维修级别为RL2~RL4的产品，要求全部拆卸。拆卸时应对零件进行分类或以其他方式进行识别，以避免重新装配时混淆或装错。

b) 所有关键尺寸均应验证，制造商提供需要控制尺寸的书面规范。验证结果应形成书面文件并保存。

c) 对零件损坏的表面(如点蚀、片蚀、锈蚀、碰伤等)修理，采用打磨或用细砂布去除锈蚀和毛刺。

d) 对目测和无损检测中发现存在裂纹的零件予以报废。

e) 更换零件应优先采用原始设备制造商制造的零件，或满足原始设备制造商的设计要求制造的零件。

f) 零部件需要焊接时，应按GB/T 22513中N.6的规定进行。

g) 重复使用和再制造的零件应按GB/T 22513中N.7的规定执行，验证结果应形成书面文件，并保存。

h) 组装后，应按GB/T 22513中7.4.9或SY/T 5323的规定进行额定压力下的静水压试验，并进行防腐处理。

* 1. 标志

维修后的管汇应按本文件要求做标志，标志位置见GB/T 22513中第8章的规定，在紧靠PSL标志处做下列标志:

a) 修理用“RPR”标志再制造用“RMFR”标志。

b) 修理者/再制造者的名称或商标。

c) 修理/再制造级别(RL)。

d) 修理/再制造日期(月和年)。

维修后的产品应保留原有的标志。

1. 检测要求
   1. 资格鉴定
      1. 检验检测机构资质

检验检测机构应具备CNAS或CMA资质，检验检测能力范围涵盖被检验检测对象，其中产品类应包括阀门 、高压管汇元件、钻井液循环管汇、防喷管汇、放喷管线等，参数类应包括金属材料无损检测。

检验检测机构应具备特种设备无损检测机构资质，核准项目最低要求为常规检测（CG）。

* + 1. 人员资质
       1. 资格要求

检测人员应按GB/T 9445或BS EN ISO 9712规定的要求取得资格，每种适用的资格要求至少应包括：

a) 与检测人员资格等级相应的培训和经历。

b) 相应等级的理论考试和实践能力考试。

c) 视力检查。目视检验人员应按GB/T 9445规定的要求，每年进行一次视力检查。

d) 具备本文件及相关工业应用标准的知识。

* + - 1. 书面记录

依据本文件，从事高压管汇检验的机构对检测人员的教育、培训、经历和资格应有书面记录，书面记录应包括如下内容：

a) 建立履行书面记录的管理职责。

b) 建立人员资格要求。

c) 所有资格的证明文件。

* + - 1. 培训要求

所有具备资格的人员应完成资格等级培训。培训可由认证机构或其他单位完成。培训应包括如下内容：

a) 每种适用的检测方法的原理。

b) 每种适用的检测方法的检测程序，包括检测设备的校准和操作。

c) 适用的工业标准的相关内容。

* + - 1. 考核

考核可以由认证机构或外部机构组织完成。所有的检测人员都应顺利通过以下考核：

a) 适用的检测方法的通用和专业原理、检测程序和相应标准的笔试。

b) 操作考核应包括设备安装、校验、检测技术、操作程序、相应等级检测结果的解释及相关报告的准备。

c) 检验检测人员未经矫正或经矫正的近（距）视力和远（距）视力应不低于5.0（小数记录值为1.0），测试方法应符合GB 11533的规定。每年应检查一次身体，不得有色盲。

* + - 1. 资历

所有申请资格鉴定的人员都应具备书面程序所要求的经历。

* + - 1. 资格复审

资格重审要求应在书面程序中明确。

对所有人员的资格重审至少每5年进行一次。若一个独立的检验机构在前12个月内没有进行过规定方法的检测，或变换雇员时，要求进行人员资格重审。作为资格重审的最低要求，所有人员都应做到：

a) 通过相应等级的笔试，笔试内容包括目前适用的检测程序和行业标准。

b) 提供能够继续满足操作要求的证明。

* + - 1. 文件

所有资格鉴定程序要求保留记录和文件资料。下面所列为最低要求：

a) 所有证明检测人员完成培训计划和经历的记录。

b) 认证机构应保存考核结果，并在要求时提供。

c) 每位合格检测人员的记录至少应保存到其资格鉴定过期一年以后。

注：所有的资格鉴定和相关文件都应得到授权机构人员的批准。

* 1. 检验周期
     1. 压裂管汇

压裂管汇元件的使用满足以下条件之一时，应进行检验：

a)累计上井使用时间达到200h。

b)使用砂量达到1500立方米。

c)使用液量达到55000立方米。

d)作业15口井后。

e)正常使用的常规压裂作业用高压管汇，距上次检验时间间隔已达半年。

* + 1. 固井管汇

固井管汇一年检验一次。

* + 1. 钻井作业用高压管汇

钻井液循环管线、防喷管线及放喷管线每6个月检验一次。

* + 1. 特殊情况

高压管汇使用中出现下列情况需重新检验：

a)停用超过1年。

b)本体发生严重磕碰。

c)发现应力腐蚀、严重局部腐蚀冲蚀或者气体腐蚀。

d)本体经过补焊处理。

e)同批高压管汇发生过爆裂事故。

f)经过特殊工况使用（如高浓度硫化氢和二氧化碳）。

g)使用方没有按规定进行定期检查的。

h)检验人员或使用单位认为应该缩短检验周期的高压管汇件。

* 1. 检测设备要求
     1. 磁粉检测设备
        1. 磁化电源

磁化电源应装有电流表。电流表在正常情况下，至少半年校准一次。当设备进行重要电气修理或大修后，或者设备停用一年以上应重新进行校验。校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - 1. 线圈

通过放置一个通电线圈，在被检产品的周围形成一个纵向磁场。线圈的匝数应在线圈上清楚地标明。线圈应进行检查，以保证内部线圈匝数的完整，并符合检验机构质量保证程序。对于新线圈，可通过比较电阻或磁通值来确定。

线圈的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - 1. 芯棒

在被检产品内部插入一个导体，并接通电源，调整电流，形成一个圆周磁场。电流表上应有一个用于显示电流不足的声光报警器。导体应与工件表面绝缘，以防止电接触或引起电弧烧伤。

* + - 1. 磁轭

磁轭是一种手持式磁化装置，可用来检测工件表面上任何方向的缺陷。磁轭有固定的或带活动关节的磁极，可由交流电或直流电激励。在应用时，优先选择带活动关节磁极的磁轭。当使用磁轭最大间距时，交流电磁轭至少应有45N的提升力，直流电磁轭至少应有177N的提升力，交叉磁轭至少应有118N的提升力（磁极与试件表面间隙小于等于0.5mm）。通常采用具有适当质量的钢棒或钢板检测磁轭的提升力。磁轭核查周期：

a)磁轭提升力每半年核查一次。

b)在磁轭损伤修复后应重新核查。

c)停用三个月首次使用前核查。

提升力检测的频率和程序应符合检验机构的质量保证程序。磁轭的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - 1. 接地故障断路器

当使用线圈或磁轭进行湿法磁粉检测时，电路中应接有一个接地故障断路器。

* + - 1. 磁场指示器

可用的磁场指示器应能在大约5Gs范围内吸附磁粉。磁场指示器只限于表明外部磁场的存在，即空气中的磁力线，而不是材料中的磁力线。

* + - 1. 磁强计和高斯计
         1. 高斯计

用于验证相对磁场强度的高斯计应按照检验机构的质量保证程序进行校准。高斯计的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - * 1. 磁强计

磁强计的精度应按照检验机构的质量保证程序进行校准。磁强计的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - 1. 磁粉
         1. 湿荧光磁粉

使用时，荧光磁粉悬浮于载液中。该载液应是低粘度（运动粘度5mm2/s或以下）、非荧光、闪点高于93℃并且能够完全润湿被检表面。荧光磁粉置于紫外线光下时，能发出色泽鲜明的黄绿色荧光。应采用低流速施加磁悬液，防止细小缺陷显示被冲掉。应合理使用循环系统、喷雾容器或其他设施。

磁悬液应按照制造商的说明书连续或定期混合配置，磁悬液的体积浓度应在0.1%至0.4%之间。油基载体磁悬液的试验时间为1h，水基载体磁悬液的试验时间为30min。沉降试验应在一个无震动、无磁性的环境中完成。对于雾状罐装磁粉，制造商的批量检验可用于代替磁粉的沉降试验。

磁悬液的混合浓度应在使用前进行检查。循环系统的磁悬液浓度检查至少应每班进行一次。

* + - * 1. 黑色磁粉和白色背景

黑色磁粉的制造商应提供或指定与黑色磁粉兼容的白色背景涂层（反差增强剂）。检测时，所有背景涂层的总厚度不应超过0.05mm。黑色磁粉悬浮于载液中。该载液应是低黏度（5cSt或以下）、闪点高于93℃并且能够完全润湿被检工件表面。应采用低流速施加磁悬液，防止细小缺陷显示被冲掉。应合理使用循环系统、喷雾容器或其他设施。

* + - * 1. 紫外线

紫外线用于照射荧光磁粉的磁痕。通过合适的黑光灯或其他光源提供紫外线。它在工作状态下应具有为被检表面提供波长达到或接近365nm和强度不低于1000μw/cm2的紫外线能力。通过被检表面的紫外线感应器检测紫外线强度。检测期间，检测表面的可见光强度应不大于21.5 lx。

检测紫外线或可见光强度的仪器应按照检验机构的质量保证程序进行校准。仪器的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + 1. 超声测厚设备
       1. 测厚仪的线性

应根据检验机构的质量保证程序校准测厚仪读数的线性。测厚仪的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - 1. 灵敏度检查

使用超声波测厚仪从高压管汇件外表面测量壁厚。超声波测厚仪的测量探头是一个双晶探头，其直径不应超过9.53mm。对比试样的厚度读数与实际厚度的误差应在±0.025mm之内。

如果使用超声波测厚仪测量内部缺陷部位的剩余壁厚，测厚仪探头应能检测到一个平行表面试块上，埋深至少为9.7mm、直径为0.79mm的平底孔，测量精度应为±0.25mm。这种检测能力的验证可作为检验机构定期校准的一部分。如果灵敏度检查是在校准期间完成的，应在校准记录中指明。

* + - 1. 耦合剂

耦合剂用于润湿高压管汇件的表面，并保证探头与被检高压管汇之间的声能传输。耦合剂应不含有影响测量读数的污染物。耦合剂中可添加不损害高压管汇件表面的防锈剂、甘油、防冻液或润湿剂等。耦合剂应具有足够的黏度，在探头不施加过大压力的情况下，耦合良好。

* + 1. 深度计

深度计应按照检验机构的质量保证程序进行校准。应记录深度计的校准检查结果，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + 1. 水压试验设备

水压试验设备应满足：

a) 水压试验设备测量范围(0～250)MPa。

b) 应具有超压自动卸荷功能。

c) 具有压力曲线记录功能。

* + - 1. 类型和准确度

压力测量仪表至少应精确到满量程的±2%。如果使用压力测量仪表代替压力传感器，应使试验压力在其满量程的20%至80%。

* + - 1. 校准程序

压力测量仪表应定期用标准压力测量装置或砝码试验器，至少在满量程的3个平均点上重新校准（校准点不包括0点和满量程点）。

* + - 1. 校准周期

校准周期应根据使用的重复性和使用程度确定。根据记录的校准历史，校准周期可延长或者缩短。

在能建立校准历史记录和新延长时间间隔（最长增加三个月）之前，间隔延长的增加应限制在3个月内，最大校准间隔不超过1年。

* + 1. 声发射检测设备

声发射检测系统应包括传感器、前置放大器、系统主机、显示和存储等单元。系统主机应有覆盖检测区域的足够通道数，应至少能实时显示和存储声发射信号的参数（包括到达时间、门槛、幅度、振铃计数、能量、上升时间、持续时间、撞击数），宜具有接收和记录压力、温度等外部电信号的功能。

声发射检测设备应按照检验机构的质量保证程序进行校准。声发射传感器、前置放大器和系统主机每年至少进行一次校准。检测机构应制定校准作业指导书，校准结果应有相应记录和报告，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

声发射设备软件在首次投入使用前、软件版本升级后及遭到网络攻击后都应进行软件测试确认。

* + 1. 漏磁检测设备
       1. 漏磁检测设备组成

漏磁检测设备应包括电源、磁化装置、磁场传感器、扫查装置、信号处理单元及信号显示单元。漏磁检测设备、校准试件、对比试件及被检工件应满足NB/T 47013.12标准要求，同时应满足：

a) 磁化装置采用永久磁铁。

b) 磁场传感器可以采用霍尔元件。

c) 扫查装置应适应一定范围管汇直径变化。

d) 信号显示单元采用手持式无线传输显示器。

* + - 1. 对比试样

对比试样用来确定所有探头共同的灵敏度，对比试样的壁厚和人工缺陷尺寸不限定。对比试样内径应与被检管体内径一致。对比试样可以有一个或多个人工缺陷。人工缺陷通常是1.6 mm(1/16in)的通孔。如果有多个孔，那么它们的设置应间隔开，以便获得清晰可辨的信号。

对比试样的每个人工缺陷的检测显示值应接近(平均波动值±10%)，应在制造时校准，并且以后至少每两年校准一次。

* + 1. 超声波探伤仪

超声波探伤仪应按照检验机构的质量保证程序进行校准。应采用A型脉冲反射式超声波探伤仪。探伤仪增益控制增量不大于0.5dB。使用的探头频率应在2.25 MHz~10.0 MHz之间。耦合剂应保证探头与被检高压管汇元件之间的有效耦合。检测表面应无干扰检测灵敏度或读数的污染物。防锈剂、甘油、防冻液或润湿剂可以添加到耦合剂中，前提是不损害被检表面。探伤仪的灵敏度应使其能够检测、显示和记录体积型缺陷，包括但不限于裂纹和凹坑。探伤仪的校准检查结果应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + 1. 照明设备
       1. 外表面照明
          1. 自然光

自然光条件下不需要表面照明。

* + - * 1. 夜间和封闭设施内的照明

被检测的表面散射光水平至少要达到538 lx。在封闭的固定位置设施内的照明应符合检验机构的质量保证程序。记录检查结果，包括检查日期，读数和检查者的身份。现场应有这些记录。

* + - * 1. 便携式设备的夜间照明

被检测的表面散射光水平至少要达到538 lx。在检测工作开始时，应验证合适的照明条件，以保证便携式光源有效地照在被检测表面。在检测工作过程中，当照明光源改变相对被检测表面的位置或强度时，应检查照明。

用于照明的光学仪器应依据检验机构的质量保证程序进行校准。校准检查应进行记录，校准记录应包括最新校准日期、到期日期和校准人员的姓名。

* + - 1. 内表面照明
         1. 用于照明的镜子

反射表面应是一个提供不变影像的无染色的镜子。反射表面应平整并清洁。

* + - * 1. 便携式光源

在最大检测距离处可以产生强度大于1076 lx的便携式光源可用于内表面照明。

* + - * 1. 其他的光源

满足文件要求的照明能力的光源可以用于内表面的检测。

* + - * 1. 光学检测设备

检测工作开始时，内窥镜或其他光学的内表面检测设备的分辨率应进行检查。在工作期间，设备的部分或全部部件进行组装时，检测设备也应进行检查。放置在102mm的物镜上的J-4字母应能够通过光学检测设备清楚读出。

* + 1. 检验服务车

检验机构宜配置检验服务车，检验服务车应满足：

a) 检验服务车用于在施工作业现场开展在役高压管汇检验服务。功能宜包括静水压试验、检维修工具运输、检测仪器储存、现场办公、现场施工照明、人员休息、安全监视等。

b) 检验服务车的设计规范、制造工艺及技术质量应符合SY/T 5072标准要求。

c) 所有仪器设备宜布局合理，方便操作、检查和维护。箱体设计和布置符合整车载荷分布要求，无偏重现象。

d) 试压区与办公区之间安装隔墙（隔墙内设有5mm防护钢板），并设有150mm ×120mm观察窗。

e) 箱体设备具有良好的密封及抗震动能力，以保障设备能适应在潮湿、下雨及风沙等气候条件下作业。

f) 试压设备宜采用液驱大排量高压增压系统，能实现试验数据同步传输。

g) 试压设备具有污水回收再利用设施。

h) 电路外接接口应符合防爆要求。

i) 底板铺设防滑橡胶。

* + 1. 安全防护装置

a) 静水压试验时，如果采用固定式安全防护装置，装置高度不低于2m，安全防护装置的材质为钢板或者钢板和缓冲材料的组合，应避免试压介质因泄漏飞溅伤人。

b) 移动式安全防护装置只与检验服务车配套使用，使用过程中移动式安全防护装置位于被试压对象与试压设备之间。

c) 移动式安全防护装置优先采用不锈钢材质，材质厚度不小于8mm，具有可拆卸性。

d) 安全防护装置上应设置警示标志，在周边拉警戒线。

* + 1. 检维修专用工具

检验机构应配置适用于各类高压管汇元件的拆装用的检维修专用工具，包括旋塞阀阀盖拆卸工具、旋塞阀阀芯拆卸工具、单流阀拆卸工具、活动弯头拆卸工具、起吊和运输装置等。

* 1. 检验前的程序
     1. 工作场地要求

检验机构/操作者应在一个合适的工作场地进行检测。阀门、刚性管线和各种接头应分类摆放，现场划分待检区、检验区、已检合格区、维修区及报废区，并具有足够的周转空间。

a) 检测场地温度：-20℃至45℃。

b) 检测场地相对湿度：最大90%，非凝结型。

c) 电源：持续稳定的220V交流电源及380V交流电源。

d) 环境光照度达到538lx以上。

e) 要求场地通风、防雨。

f) 作业地面硬化平整。

g) 具有起吊重量400kg的高压管汇件吊装设备。

h) 具有空压机，排气量不小于1m3/min。

* + 1. 待检高压管汇要求

a) 待检高压管汇应表面清洁，无疏松锈层、泥浆和其它影响检测效果的附着物。

b) 待检高压管汇所悬挂的标签应尽量避开易发生损伤部位。

c) 检测前应对高压管汇进行表观目视检查，合格后，方可进行检测。

* + 1. 工作场地文件要求

检验机构所持有的与作业相关的检测程序文件、法律法规、参考标准及记录表格等应适用于工作场地。检测人员认证的附加文件也应适用。

* + 1. 设备可用性

每次检测工作开始前，都应首先调试设备，并使其处于良好的工作状态。

* + 1. 描述比较

检验机构应确定即将检测的高压管汇件就是用户要求检测的高压管汇件。可以通过比较工作要求和高压管汇件的标志来确定，例如原制造厂家、型号规格、PSL、PR、产品编号、额定压力、内径、功能或法兰连接等。

* + 1. 编号或标记

a) 所有的检测都应是可追溯的，可以通过每个高压管汇件的出厂编号或用户自编号标记实现。应了解前次检查时间和情况数据记录。

b) 在用户同意的情况下，任何一个没有出厂编号及用户自编号的高压管汇件都应标识一个具有唯一性的数字编码。

c) 应先将原铭牌妥善保管，用标记牌在各总成主体和承压件本体上标记检测序列号。

d) 记录所有待检总成的原标记和待检序列号。

e) 记录所有待检承压件本体（如阀体、活动弯头体、直管等）上的原标记和待检序号。

* + 1. 降级条款

每个高压管汇件都应在此类构件要求的所有必要检测程序全部完成后才能进行评价。可能会出现这样的情况，即在所有要求的检测程序完成前发现有裂纹、孔洞或不可修复的缺陷，在发现可报废状况的情况下是否停止该构件的检测应由用户和检验机构讨论确定。

* 1. 检验内容和方法

实际检验项目和检验流程需与用户沟通，在项目合同里明确。检验项目可参照表 2所列开展。

1. 高压管汇件检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 检验项目 | | | | | | | | |
| 资料审查 | 宏观检测 | 危险截面壁厚检测 | 磁粉检测 | 静水压试验 | 声发射试验 | 硬度检测 | 漏磁检测 | 超声检测 |
| 旋塞阀 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | × | △ |
| 单向阀 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | × | △ |
| 活动弯头 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | × | △ |
| 刚性管线 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | O | △ |
| 油嘴管汇 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | × | △ |
| 各种异型整体接头 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | × | △ |
| 钻井液循环管线、防喷管线及放喷管线 | √ | √ | √ | √ | √ | — | — | × | △ |
| **注：**“√”表示应做项目，“O”表示适用于大通径管汇内检测或者外检测，“—”表示可选项目，“×”表示无要求，“△”表示PSL 3/3G和PSL 4对应的本体、盖、端部和出口连接和阀杆可选做项目。 | | | | | | | | | |

* + 1. 资料审查

资料审查应包括下列内容：

a) 待检产品制造文件资料：产品合格证、质量证明文件等。

b) 运行记录资料：管汇元件的累计使用时间、累计砂量、累计液量、使用压力和上一次检测结束后的使用时间、砂量、液量、压力等参数，以及运行中出现的异常情况等。

c) 检验资料：历次检验报告。

d) 其他资料：修理和维修更换的文件资料等。

* + 1. 拆解、清洗和打磨处理

a) 维修人员负责高压管汇件的拆解、清洗、修理、打磨及装配等操作活动。

b) 检查活动弯头和各种类型阀门的功能是否正常，若正常，则不拆解。若不正常，则进行拆解维修。

c) 对于用户有明确要求拆解的和成撬总成必须进行拆解。

d) 除普通直管及贯通式直管外，其他所有管汇件在检测前必须拆卸翼形螺母、弹性卡圈。

e) 拆解过程中，对零部件进行编号，检测结束后依照之前的编号顺序进行装配，使所有零部件之间的相对位置保持不变。

f) 拆解过程中，注意避免零件之间的配合面划伤。

g) 拆解完成后，待检区域应进行清理，清除所有的油脂、松散铁锈和其他影响检测过程和检测准确性的异物。可采用煤油浸泡和清洗，确保配合面干净无油污。

h) 对零件损坏的表面（如点蚀、片蚀、锈蚀、碰伤等）修理，采用打磨或用细砂布去除锈蚀和毛刺。

i) 所有产品的检测部位，应进行喷丸、喷砂或打磨处理，表面漆膜应全部去除，使零件本体露出金属光泽。喷丸、喷砂或打磨时，应对螺纹及密封面进行保护。

* + 1. 宏观检测

对每个高压管汇件的外表面进行目视检测。转动每个高压管汇件并对其整个表面进行目视观察，检测是否有目视可见的缺陷。

照亮高压管汇件内表面，通过镜子、内窥镜或5～10倍放大镜从进出口两端分别对高压管汇件内表面进行目视检测，并记录目视可见的缺陷和内涂层状况。

宏观检测内容包括：

a) 内外表面应无裂纹、明显凹坑或缺损。

b) 密封面的磨损、腐蚀程度不影响密封性能。

c) 铭牌或本体标志应完好。

d) 刚性管线应无明显弯曲变形。

e) 所有阀门应有清晰的开、关标识，标识应与阀门开关状态一致。

f) 本体与接头的连接合理。

g) 阀件开关、活动弯头转动应灵活、轻便，不得有锈蚀锈死状况。

注：对于宏观检测发现的裂纹及存在严重冲刷腐蚀的部位，要准确记录其尺寸位置并拍照。

* + 1. 危险截面壁厚检测
       1. 表面准备

放置探头的区域表面应清洁，无疏松铁锈、污垢、油脂或其他影响高压管汇件表面检测灵敏度或读数的异物。

* + - 1. 校验

将探头平稳的放在标准试块上，如果读数不稳定，则表明仪器出现故障，应进行修理或更换。所有用于校验的标准试块都应与被检测材料具有类似的声速和衰减特性。在使用之前，标准试块应置于与待检高压管汇件相同的环境温度中至少30min，以减少由于温度差异造成的测量误差。将标准试块放在待检高压管汇件表面并实现充分接触的情况下，可以将时间缩短为10min。

* + - 1. 校验频率

如下情况应进行重新校验：

a) 每次换班检测开始时。

b) 连续检测或测量了25个区域。

c) 在电源中断或更换电源时。

d) 操作人员（检测人员）变更时。

e) 工作期间关闭设备前。

f) 修理或更换影响系统性能的组件后，恢复操作之前。

g) 探头、电缆或耦合剂类型变化时。

h) 完成工作后，关闭仪器之前。

i) 当测量读数与高压管汇件的使用壁厚极限推荐值的差值不足0.25mm时。

* + - 1. 不合格的校验

如果不能核准前次现场校验精度时，那么从最后一次有效校验起所作所有测量都应在正确校验之后重新测量。

* + - 1. 检测程序

用超声波测厚仪检测危险截面的壁厚（在规定的检测区域，取4点进行检测）。检测时需满足如下要求：

a) 对于每次测量，应在读数稳定后，比较读数与使用壁厚极限推荐值。稳定的读数是指保持相同数值（在±0.025mm以内）至少3s的读数。

b) 对于凹坑的剩余壁厚测量，采用深度计测量凹坑深度，用凹坑邻近平均壁厚减去凹坑深度来确定凹坑的剩余壁厚。凹坑邻近平均壁厚由凹坑两对面壁厚读数的平均值决定。应当去掉正常表面之上的金属凸起，以利于凹坑深度的测量。

c) 当遇到一个边缘读数时，围绕低读数周围检测以发现壁厚减少更多的区域。

d) 当有可以报废高压管汇件的测量读数时，检查表面状态并清理表面，但不应去除任何基体金属，验证测厚仪校验并重新检查厚度测量。

e) 除了SY/T 6270规定的检测对象，其他高压管汇件测点布置或点数可由用户指定，但不得低于SY/T 6270的要求。

* + - 1. 验收准则

如果壁厚值不大于使用壁厚极限推荐值，予以报废，使用壁厚极限推荐值参照SY/T 6270中7.5.3条执行。

* + 1. 磁粉检测
       1. 概述

无损检测按照GB/T 22513中7.4.2.2.8、7.4.2.2.9、7.4.2.3.8、7.4.2.4.11、7.4.3.2条或NB/T 47013.4的要求进行。PSL 1和PSL 2应进行表面无损检测，PSL 3/3G和PSL 4应进行表面无损检测和内部无损检测。

* + - 1. 检测方法

a) 整体磁化：采用连续法。操作时首先用磁悬液喷淋产品表面，使表面充分湿润，然后进行磁化，在磁悬液喷淋结束稍后（约2～3秒）停止磁化。

b) 周向磁化：磁化方法优先采用芯棒法，对于无法使用线圈法或者芯棒法检测的部位，可采用磁轭法。电流值须满足检测灵敏度要求，重点检测承压件本体内、外表面可以实施检测的部位。检测比例为100%。

c) 纵向磁化：优选线圈法，不具备实施线圈法时可选用磁轭法。

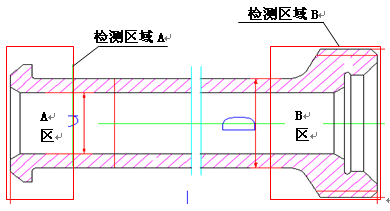
d) 磁悬液：优先采用荧光湿法，对于不具备荧光湿法检测条件的施工现场，经过用户同意，可采用黑色磁粉湿法。

e) 电流类型：选用交流电。

f) 电流值：交流磁化电流值选有效值，依据NB/T 47013.4给定的磁化规范公式计算。并用A1-30/100试片验证。

* + - 1. 检测部位

a) 磁粉检测重点部位为公母由壬接头处及台肩结构变化处等应力易集中的部位，如图 1所示。



1. 刚性直管磁粉检测区域

b) 周向磁化重点检测承压件本体内、外表面可以实施检测的部位。

c) 纵向磁化重点检测对接焊缝、连接由壬、铰接部位、连接丝扣、螺纹及其他根据以往经验判断易产生裂纹处。

* + - 1. 照明

目视检测和可见光磁粉检测表面的照明应满足6.8.2的要求。荧光磁粉检测表面的照明应满足6.1.8.3的要求。

* + - 1. 表面准备

待检表面应进行清理，清除所有的油脂、污垢及其他干扰磁粉流动性和缺陷显示的异物。如果使用白色背景和黑色磁粉检测，表面涂层（油漆等）包括白色背景涂层应光滑，且厚度不大于0.05mm。

* + - 1. 荧光法
         1. 概述

使用纵向和横向/圆周磁场对待检测区域进行检测。检测在暗区（最大可见光强度21.5 lx）内进行。检测开始前，检测人员应在暗区内至少停留1min，以便眼睛适应环境。检测人员不应戴墨镜或变色眼睛。

* + - * 1. 磁轭

高压管汇件关键区域进入暗区后，在外表面横向放置磁轭。通电激励磁轭，轻轻喷洒磁粉，至少停留3s，以便缺陷显示形成，然后使用紫外线进行检测。如果没有发现缺陷显示，关闭并移动磁轭，并保持检测区域的适当重叠，重复上述步骤。继续移动磁轭进行检测，直至完成整个关键区域外表面纵向缺陷的检测。按照上述同样的程序，纵向放置磁轭检测整个区域的缺陷。轻轻喷洒磁粉，至少停留3s，以便缺陷显示形成，然后使用紫外线进行检测。继续移动磁轭进行检测，直至完成整个关键区域外表面横向缺陷的检测。检测完成后，清除高压管汇件表面的磁粉和其他材料。

* + - * 1. 线圈

高压管汇件关键区域进入暗区后，磁化关键区域并轻轻喷洒磁粉，至少保持3s，以便缺陷显示形成，然后使用紫外线进行检测。旋转高压管汇件，完成整个圆周检测，然后沿着高压管汇件移动线圈，检测连续区域，直到关键区域外表面横向缺陷全部检测完成，移动线圈时至少要有25mm的磁化区域重叠。检测完成后，清除高压管汇件表面的磁粉和其他材料。

* + - * 1. 芯棒

高压管汇件关键区域进入暗区后，磁化高压管汇件并在关键区域的全长范围内喷洒磁粉，至少保持3s，以便缺陷显示形成，然后使用紫外线检测关键区域内形成的纵向缺陷显示。旋转高压管汇件并检测连续区域，直到关键区域外表面全部检测完成。检测完成后，清除高压管汇件表面的磁粉和其他材料。

* + - 1. 白色背景和黑色磁粉湿法
         1. 概述

使用纵向和横向/圆周磁场对待检测区域进行检测。检测应在照明良好的场地（最小可见光强度538 lx）内进行。检测人员不应戴墨镜或变色眼睛。

白色反差背景材料应用于整个高压管汇件关键区域外表面。操作过程中应小心，不要损坏背景涂层。

* + - * 1. 磁轭

将高压管汇件放置在照明良好的场地内。通电激励磁轭，轻轻喷洒磁粉，至少停留3s，以便缺陷显示形成，然后目视检测。如果没有发现缺陷显示，关闭并移动磁轭，并保持检测区域的适当重叠，重复上述步骤。继续移动磁轭进行检测，直至完成整个关键区域外表面纵向缺陷的检测。按照上述同样的程序，纵向放置磁轭检测整个区域的缺陷。轻轻喷洒磁粉，至少停留3s，以便缺陷显示形成，然后目视检测。继续移动磁轭进行检测，直至完成整个关键区域外表面横向缺陷的检测。检测完成后，按照用户的要求，清除高压管汇件表面的磁粉、白色背景材料和其他材料。

* + 1. 超声检测
       1. 表面准备

待检高压管汇元件表面应进行清理，清除疏松铁锈、污垢、油脂或其他干扰检测灵敏度或读数的异物。

* + - 1. 校准

与增益(分贝)控制相关显示屏的线性应至少每6个月校准一次。

* + - 1. 校验

对比试样应有足够的长度以满足定期动态校验要求，并应与待检高压管汇元件具有同样的公称外径、公称壁厚和声学特性。对比试样的内、外表面都应有横向和纵向刻槽。用于校验的人工缺陷应符合下列要求：

a) 最大长度：12.7 mm(0.5in)；

b) 最大深度：公称壁厚的5%；

c) 最大宽度：1.0 mm(0.040in)。

人工缺陷对于回波幅度的影响，应通过比较缺陷两边的反射回波幅度进行验证。人工缺陷一侧的回波幅度应至少达到另一侧的79%。为了加强对疲劳裂纹检测，本文件规定深度为壁厚5%的刻槽用于在役高压管汇的检测。刻槽应间隔开，以保证每个刻槽的显示清晰可见，并且不受其他刻槽或端部的影响。

* + - 1. 静态校验

A扫描显示范围应调整到至少1.5倍跨距。同一方向上所有探头的人工缺陷回波幅度都应在平均信号幅度的10%以内。应按照检验机构的标准作业程序设定门限(阈)值，该门限(阈)值不应大于对比试块信号值。应设置内、外表面闸门，使来自内、外表面的回波能够进入闸门。调整设备的增益和门限(阈)值，确保最低的信噪比(S/N)为3∶1。

* + - 1. 动态校验

应进行动态校验，以确保连续两次检测对比试样结果的可重复性。如果一次扫查的缺陷回波幅度小于另一次扫查的缺陷回波幅度的79%(2dB)，则该系统应重新调试和动态校验，每一次校验都应进行记录。

* + - 1. 校验检查

每次检测工作开始时应进行超声检测设备校验。如下情况应进行重新校验：

a) 每次换班检测开始时；

b) 连续作业4h或每检查50件应至少校验一次，以先达到为准；

c) 电源中断时；

d) 工作期间关闭设备前；

e) 修理或更换一个可能会影响系统性能的组件后，恢复运作前；

f) 更换探头或电缆，或调整探头时；

g) 工作结束，关闭设备之前。

* + - 1. 不合格的校验

以下情况构成不合格校验：

a) 校验检查表明，参考基准水平幅度的变化超过2dB；

b) 校验检查表明，人工缺陷的扫查读数偏离参考点超过5%。

对于校验不合格的设备，应进行调试，校验合格后应对上一次校验后检测的所有试样进行重新检测。

* + - 1. 检测程序

a) 各种探头的扫查顺序不限定。为了确定缺陷的位置，也可适当提高增益。

b) 超出参考信号幅度的显示应在外表面进行标识定位。作为定位缺陷的辅助，额外的增益也可用于扫查。

c)应做好检测及缺陷读数的记录。检验机构应保留这些文件至少一年。

* + - 1. 评价

裂纹是不可接受的，任何可辨别的类似裂纹的显示都应进行评定。超出规定的门限值的显示都应在外表面进行标识。所有检测发现的缺陷显示都应进行记录。检验机构应保留这些文件至少一年。

* + 1. 部件装配

a) 对于活动弯头，应装配新的黄油挡圈、O型密封圈、盘根、孔用弹性挡圈、钢球塞、钢球、油堵等。

b) 对于旋塞阀，应装配新的侧面弧片、密封弧片、弧片密封圈、旋塞、旋塞O形圈、旋塞支撑环、阀盖O形圈、阀盖支承环、黄油嘴总成等。

c) 对于其他装配体，依据制造厂家的要求进行部件更换。

* + 1. 静水压试验
       1. 总体要求

高压管汇件在检测维修工作完成并形成装配后，必须进行静水压试验。要求：

a) 试验压力为额定工作压力。

b) 应使用清水或有添加剂的水作为试验流体。

c) 可见泄漏应为在压力保持期内观察到的任何测试流体释放。在压力增加或压力泄放期间释放的流体不应视为泄漏。

d) 当使用视频设备代替直接观察时，分辨率和亮度应足够确定是否发生泄漏。

e) 在试验对象和压力测量/记录设备与压力源隔离并且高压管汇外表面已经彻底干燥之前，所有保压期都不应开始。

f) 所有压力测试应在添加填料油脂之前进行，在装配过程中使用的润滑可以接受。

g) 静水压试验应在喷漆或涂漆前进行。

h) 试压合格后，出具的检测报告应含试压曲线。

* + - 1. 静水压试验方法

静水压试验应包括下列步骤：

a) 升压前须排尽系统中的空气。

b) 初次保压时间不少于3min。

c) 将压力减少到零。

d) 第二次保压达到试验压力后，稳压10~15min。

* + - 1. 验收准则

如果保压期间没有可见泄漏，则试验结果可以接受。并观察压力变化值≤试验压力的5%或3.4MPa（取较小值）为合格。整个保压期间的压降应维持在5%试验压力或3.45MPa以内，以较小者为准。

* + 1. 声发射试验

声发射检测应远离噪声源，其检测流程如下：

a) 模拟源。用模拟源来测试检测灵敏度和校准定位。采用φ0.3，硬度为HB的铅笔芯折断信号作为模拟源。铅芯伸出长度约为2.5mm，与高压管汇件表面夹角为30°左右，离传感器中心(100±5)mm处折断。其响应幅度值应取三次以上响应平均值。

b) 通道灵敏度测试。在开始之前和结束之后应对通道灵敏度进行测试。对每一个通道进行模拟源声发射幅度值响应测试，每个通道响应的幅度值与所有通道的平均幅度值之差应不大于±4dB。

c) 设置时间参数。用断铅实验来测定实际的峰值鉴别时间（PDT）、撞击鉴别时间（HDT）、撞击闭锁时间。

d) 确定门槛值。用逐步提高门槛值的方法来确定实际测量中的门槛值。

e) 按照确定的传感器阵列在被检件上确定传感器安装的具体位置。整体检测时，传感器的安装部位尽量远离人孔、接管、法兰、支座、支柱、垫板和焊缝部位；局部检测时，被检测部位应尽量位于传感器阵列中间。传感器安装部位应进行表面处理，使其表面平整并露出金属光泽，安装时，应涂上耦合剂。

f) 高压管汇密封试验。保压时间一般应不小于10 min。

g) 声发射试验应贯穿于整个静水压试验过程中。检测程序和结果判定参照GB/T 18182或 NB/T 47013.9的规定进行。

* + 1. 硬度检测

a) 硬度检测不作强制要求，一般根据用户要求开展硬度检测。

b) 适当时，硬度检测的方法应符合GB/T 228.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1或GB/T 230.1的规定。

c) 硬度值应按ISO 18265或ASTM E 140对其相应范围内的材料进行转换。如果还存在其他转换表，使用者可建立ISO 18265或ASTM E 140范围之外的各个材料间的换算关系表。

d) 硬度试验应按照制造商规范指定的位置进行。重点对易变形、应力集中和晶间腐蚀较重的部位进行硬度检测。

e) 如果本体、端部和出口连接装置及卡箍毂端有不同的材料标记，则每个零件均应进行试验。

f) 验收准则按照GB/T 22513中的7.4.2.1.3的要求进行。检测后作图记录，对异常点详细标记位置和硬度值。

* + 1. 漏磁检测
       1. 表面准备

开展管体内表面检测时，应清洗内表面，清除影响漏磁检测设备移动的泥浆和涂层等。

* + - 1. 校验
         1. 探头灵敏度调整

应以实际检测速度对对比试样进行检测，使得每个探头产生一个参考信号。调整设备，使每个探头产生的信号幅度等于或大于满量程的25%，明显高于探头的背景噪声。所有探头应调整到同一信号幅值(平均幅值±10%)。不允许满量程显示，因为超过量程的信号幅度不能显示。

* + - * 1. 信噪比

对于人工缺陷，检测设备产生的最小信噪比(S/N)为3∶1。

* + - * 1. 校验频率

在每次检测工作开始时，应对漏磁检测设备进行常规校验。如下情况应进行重新校验：

a) 每次换班检测开始时。

b) 一次连续操作中检测或测量了50件。

c) 发生电源中断。

d) 工作期间关闭设备前。

e) 修理或更换了一个可能影响系统性能的组件，在恢复运作前。

f) 探头、导线或当前设置改变时。

g) 任务结束，关闭设备之前。

* + - * 1. 不合格的校验

每次检测对比试样，人工缺陷产生的信号应在校验幅值的20%之内。如果校验不符合上述规定，设备应重新调试，达到要求后对上一次校验后所检测的所有高压管汇件重新检测。

* + - 1. 内表面检测程序

a) 将漏磁检测设备放至管内壁上，确保扫查装置紧贴在管内壁上；

b) 启动电源，漏磁检测设备按照规定速度在管内壁爬行，实时观察无线传输显示器上信号曲线波动情况。如果移动速度变化超过正常检测速度的10%，在可疑区域，应改为正常检测速度进行重新检测。

c) 对于可疑部位，做好定位，采用其它无损检测手段进行复查。

d) 应做好检测及缺陷数据的记录。检验机构应保留这些文件至少一年。

注：大多数情况下，记录保留一年。如果需要更长的保存期，需要业主/使用者和检验机构之间达成特定要求。

* 1. 检测完成后的程序
     1. 结果评价

检测结果分为合格、降级使用和报废。

* + - 1. 合格

所有检测项目都合格，检测数据全部在规定合格范围内，判定为合格。

* + - 1. 报废或降级处理

高压管汇件有下列情况之一时，应予报废：

a) 本体折断、刺穿、胀裂、扭曲或严重弯曲。

b) 水眼堵塞，无法通开。

c) 被火烧过或被硫化氢污染，经过检验发现材质或机械性能变化。

d) 活动弯头和阀门在检测过程中无法拆解和维修。

e) 经过无损检测发现有疲劳裂纹。

f) 测量壁厚值小于SY/T 6270附录C规定的使用壁厚极限推荐值。

g) 在更换密封后，连续3次试压泄漏。

h) 静水压试验过程中有可见变形。

i) 使用过程中曾出现承受压力超过强度试验压力（指出厂时的强度试验压力）。

j) 累计使用时间达到设计使用寿命。

注1：一般不作降级处理，对于需要降级处理的高压管汇，由检验机构与用户商量并达成共识，并在检验报告中详细注明。

注2：用记号笔或漆笔对不合格检测项目进行缺陷标记。

注3：降级处理的高压管汇，其工作压力不得超过35MPa。

注4：报废处理的高压管汇禁止在任何地区使用。

* + 1. 清洗、维护保养

清洗、维护保养需满足如下要求：

a) 清除管汇件表面所有的磁粉和其他物质。

b) 应按使用说明书的规定注入新的密封润滑脂，直到挤出旧的密封润滑脂。

c) 任何外露的外螺纹表面、活接头密封面或法兰面应采取保护措施，活接头或螺纹应佩戴保护套，以防密封面受损。

d) 更换的橡胶密封件应在存放有效期内。除非厂家有特殊说明，橡胶密封件的存放有效期不超过2年。

e) 高压管汇件存放过程应采用垫木支撑或者撬装。

* + 1. 油漆喷涂

如果用户要求进行油漆喷涂，可以在合格的高压管汇件清洗干净并干燥后，对脱漆部位进行补油漆。喷漆过程应满足：

a) 设施应符合环保要求，避免对周边居民造成影响。

b) 在地面上铺设枕木，将高压管汇件放置在枕木上进行油漆喷涂操作。

c) 借助砂轮机、钢丝刷等工具进行手工打磨，表面处理后用干燥、清洁的压缩空气吹去所有可见浮尘。

d) 喷漆必须在表面处理完后4小时内完成，当环境相对湿度小于40%时，可适当延长时间，但不能超过12小时。

e) 油漆环境的温度应在5-38℃之间，理想温度为15-30℃，环境温度低于5℃或高于38℃时应停止油漆施工。环境相对湿度应小于85%，喷漆理想湿度为40%-60%。金属表面温度应高于露点温度3℃以上，否则应停止施工。

f) 油漆施工人员应具备一定的油漆涂装技能，经过必要的技能培训和安全技术教育，考试合格取得上岗证后方可上岗。

g) 油漆调制应按照“先用先调，后用后调”的原则，并按需求量进行调制。首次选用的油漆或工作条件改变较大时，应对施工工艺参数进行验证。

h) 需要多层涂装时，选择合适的各层涂层间的时间间隔，一般在第一道漆干燥后再施工第二道漆。记录间隔时间。

i) 喷漆完成后阀门表面的标记、钢印等应清晰可见。

* + 1. 统计数量

统计每种规格的高压管汇件，确定总数，根据评价结果进行分类摆放。

* + 1. 工作场地清理

在离开工作场地之前，检验机构应保证以下条款已经完成：

a) 废弃物清理：工作场地应清洁，清除所有检测过程中产生的废弃物。

b) 溶剂的处理：工作场地使用的清洗溶剂应进行合适的处理。

注1：溶剂、清洁物及其他废弃物会含有危险材料。如果适用，其成分数据表应清晰，处理这类产品时，应遵守相应的法律法规和注意事项。这些物质的储存、运输、使用及其产生的废弃物的处理都应考虑到。应遵守废弃物和废溶剂的处理方法的规章制度。

* + 1. 检验标识

检验标识分钢印和RFID电子标签两种。

* + - 1. 钢印

将检测可追溯性标识印在不锈钢钢片上并将不锈钢片通过不锈钢卡箍固定在本体上，应不易拆卸，标识清晰。检测可追溯性标识内容应包含：

a) 检测机构名称。

b) 检测机构资质。

c) 产品编号。

d) 检测编号。

e) 检测日期。

f) 检测结论。

g) 建议下次检测日期。

注：宜将二维码或者条码等记录高压管汇身份的信息载体印在不锈钢钢片上。

* + - 1. RFID电子标签

电子标签采用陶瓷封装加铝合金外壳，或者采用综合性能更加优良的材料进行封装，通过不锈钢卡箍固定在高压管汇件上。其特点如下：

a) 电子标签为无源电子标签。

b) 具有耐高温、耐高压、耐腐蚀及抗碰撞特性。

c) 信号辐射效果好，周边读取距离在0.5m以上，读取时应避免其它电子标签信号干扰。

d) 检测可追溯性标识内容与钢印一致。

* 1. 检测记录和报告
     1. 记录

a) 应按照检验流程的要求记录相关信息，所有检测数据应具有可追溯性，并按相关法规、标准和（或）合同要求保存所有记录，保存期限至少五年。

b) 记录应保持清晰、易于识别和可检索，并应避免损坏、变质或遗失。

c) 所有静水压试验均应使用压力记录装置。记录应标识记录设备，应注明日期，并应签名。

d) 电子版数据资料应保存在受控的硬盘内，做好安全防护措施。

e) 签字可以是电子版。

* + 1. 报告

高压管汇检验报告应至少包括以下内容：

a) 项目名称。

b) 报告编号。

c) 委托单位名称。

d) 检测机构的名称和检测资质。

e) 产品名称和型号规格。

f) 产品数量和产品编号。

g) 委托方地址和检验地点。

h) 送样日期和检验日期。

i) 环境条件。

j) 检验用仪器设备（具有可追溯性编号并在有效期内）。

k) 检验依据标准。

l) 检验检测方法。

m) 检验结论。

n) 检验、审核和批准人员签字。

o) 检验项目结果清单。

p) 判废和降级使用的理由，附图片说明。

注：检验报告宜附带可查询真伪的二维码。

1. 失效分析
   1. 弯头冲蚀磨损

冲蚀及磨损的主要部位位于弯头的外拱内壁处及靠近弯头的附近部位，如附录B图 3所示。冲蚀部位呈现出条纹、沟洼及麻坑，通过测厚可发现冲蚀部位有明显减薄现象。

弯头表面的冲蚀磨损主要由机械力产生，压裂液中的砂粒具有很高的硬度，其硬度可能超过管汇材质，在运动过程中对金属材质表面造成微切削和塑性变形。另外，压裂液在柱塞泵往复式推力作用下，形成脉动反复循环力，在各种因素的共同作用下，弯头表面产生沟洼、孔洞和裂纹。弯头的最大冲蚀磨损率与平均磨损率随着压裂液流量和砂粒浓度的增加而增加，随着弯头内壁直径的增大而减小。流场的最大压力区分布在弯头的外拱内壁区域，同时该区域的疲劳寿命次数最低。

* 1. 由壬连接接头断裂

由壬连接接头的断裂部位大多位于由壬圈中的母头螺纹部位，裂纹源从螺纹底部过渡部位沿径向向内部扩展，如附录B图 4所示。机加工缺陷和热处理不当是导致由壬接头断裂的主要原因。在机加工过程中齿根过渡部位的Ｒ圆弧过渡较小，易在该部位形成应力集中区域，在应力集中部位形成裂纹，当裂纹扩展到一定程度时就会突然发生断裂现象。另外，调质处理的回火温度过低，会造成材料的硬度偏高，实际断口为脆性断口，可能是因为形成了第一类回火脆性，增大了工件脆性开裂的危险性。

* 1. 内壁腐蚀

高压管汇处于高温、高压、高含硫化氢等苛刻环境下工作，而且管道因迂回转折而引起巨大拉压应力，易产生腐蚀坑，如附录B图 5所示。腐蚀失效为塑性失效，腐蚀缺陷区的等效应力达到屈服极限后管线失效。均匀腐蚀区的等效应力随缺陷长度和深度的增加而增加，局部腐蚀区的等效应力随腐蚀深度的增加而增加，随半径的增加而减小。

* 1. 活动弯头断裂

如附录B图 6所示，活动弯头断裂失效原因：

a) 机械性能不合格，低温冲击韧性平均值低于标准规定值，导致产品脆性大、韧性差。

b) 金相组织不均匀，原材料不合格，材料中有害元素P、S含量很高，材料组织致密度差，导致产品快速失效。

c) 通过对失效产品进行毛坯剖切，发现毛坯内表面有伤痕，内壁大面积拉伤。

d) 可能是在煨弯过程中芯轴拉伤所致，这种缺陷必定导致应力集中。

* 1. 歧管接头断裂

歧管接头断裂如附录B图 7所示，其主要原因是撬架设计不合理，旋塞阀没有固定，带动整个管线上下振动，使歧管接头母由壬端迅速疲劳断裂。

* 1. 活动弯头活动关节刺漏

活动弯头活动关节刺漏的原因可能是密封件存在质量问题，非金属材料不耐酸。也可能弯头零件最终热处理后没有进行精加工，热处理变形没有消除，导致球道直径方向变形，装配后的内外接头存在挤压应力。热处理后的变形导致密封端面平面度过大，两配合零件端面不平行，从而导致密封失效。

* 1. 歧管刺漏

歧管刺漏如附录B图 8所示。对失效零件内孔进行荧光磁粉探伤，内壁出现多条纵向裂纹。歧管接头在热处理前，对内孔相贯线处尖锐部分没有倒圆，造成热处理应力集中，尖角处出现微裂纹。应在制造加工时对尖角进行打磨。

* 1. 旋塞阀公由壬端刺漏

对失效零件表面进行荧光磁粉探伤，发现轴颈处根部有环状裂纹，如附录B图 9所示，裂纹由外向内进行扩张，裂纹为应力裂纹。低温冲击韧性远低于标准规定值，导致产品脆性大，韧性差。

* 1. 管汇内壁裂纹

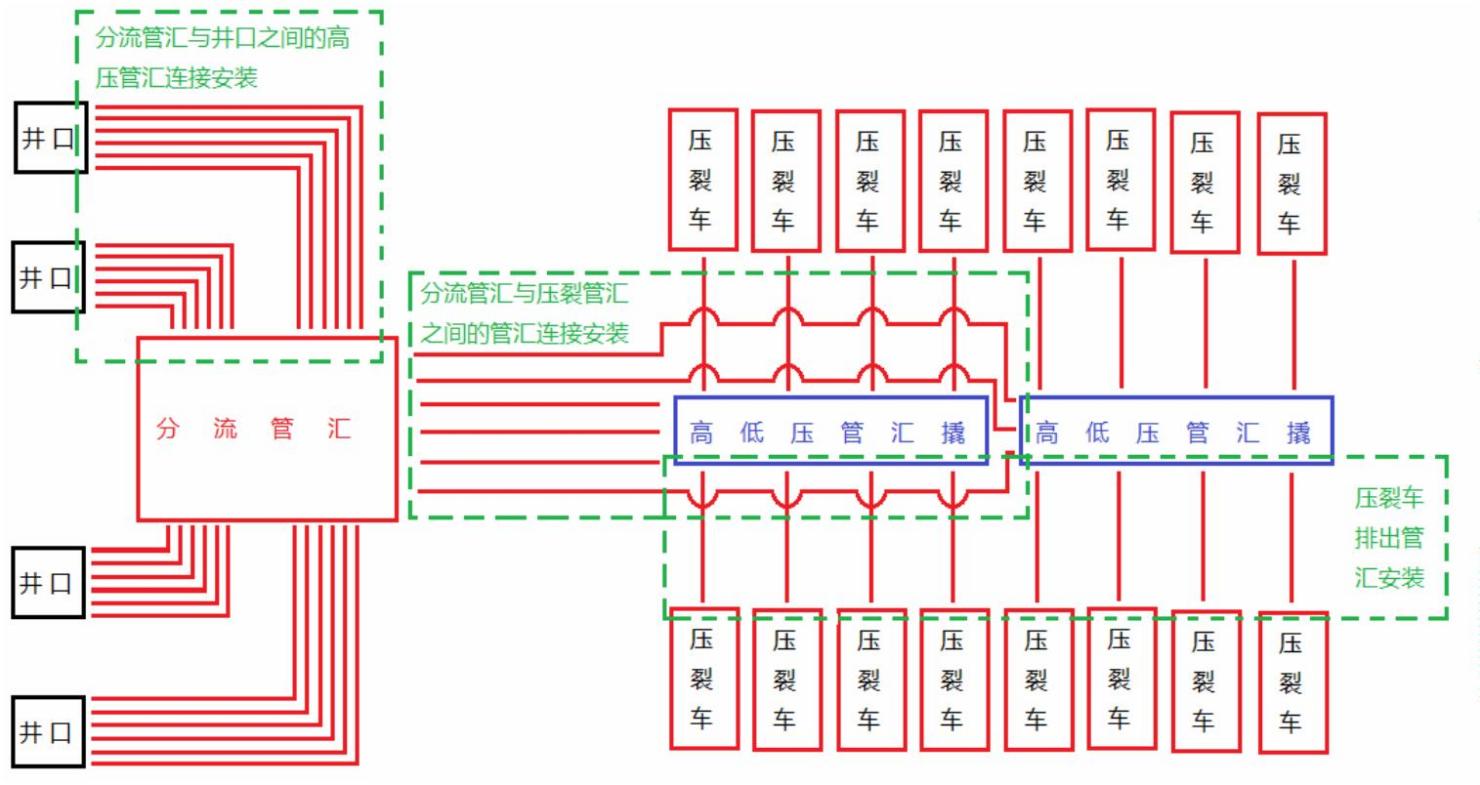
通过荧光磁粉检测，发现弯头和直管内壁存在裂纹，如附录B图 10所示。其原因是管汇受到长期阶段性循环施压，应力集中，金属疲劳失效。

附录A

（规范性附录）

高压管汇连接示意图

高压管汇连接示意图见图 2。



1. 高压管汇连接示意图

附录B

（资料性附录）

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Administrator\Desktop\胜利油田井下特车大队弯头2010.12.29\DSC04581.JPG  图 3 弯头冲蚀磨损 | C:\Users\Administrator\AppData\Roaming\Tencent\Users\910389889\QQ\WinTemp\RichOle\QO$81GXP)~2)NHI2{4T9[A3.png  图 4 由壬连接接头断裂 |
| SDC17942  图 5 内壁腐蚀 | QQ图片20150506224930  图 6 活动弯头断裂 |
| 图片3  图 7 歧管接头断裂 | 图 8 歧管刺漏 |
| 图 9 旋塞阀公由壬端刺漏 | SDC17644  图 10 管汇内壁裂纹 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_