

新型可拆卸式低温旋转接头的研究与设计

尚延伟 姚贵昌 王万海 马 瑞

连云港杰瑞自动化有限公司, 江苏 连云港 222006

摘 要:传统一体式低温旋转接头在更换密封圈时需要先将滚珠逐个取下,才能将旋转接头的旋转外壳和旋转轴分开,但由于密封圈内部弹簧的张紧力传递到滚珠和旋转轴及旋转外壳的滚道上,很难将滚珠取出,造成密封圈更换困难。新型可拆卸式低温旋转接头,采用旋转外壳与滚珠滚道分离的结构形式,可快速拆卸旋转外壳和旋转轴,不必将滚珠取出即可更换内部密封圈,提高旋转接头密封圈更换效率,减少停机维护时间。

关键词:低温旋转接头;可拆卸;液化天然气;结构设计

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2015.06.020

0 前言

低温旋转接头是 LNG 装车^[1]鹤管中的关键部件,要求在 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温环境^[2]下无泄漏,并保证旋转顺畅,为了达到上述要求,首先在旋转对接部分采用了端面密封和径向密封的两级密封形式;其次在旋转接头内部辅助氮气循环,置换旋转接头内部的空气,并将热量传递到外界,防止出现旋转接头内部结冰以及低温收缩造成滚珠和滚道卡死^[3],因此旋转接头需实现对 LNG 和氮气双重密封。低温旋转接头的动密封圈一般采用聚四氟乙烯内装特殊弹簧制成的密封圈^[4],但密封圈在使用过程中会产生磨损,加上老化、塑性变形等因素^[5],需要定期更换。传统的一体式低温旋转接头^[6]在更换密封圈时需要先取出滚珠才能将旋转轴和旋转外壳拆开,取出密封圈操作费时费力,鉴于此,设计了一种新型可拆卸式低温旋转接头,可将滚道和旋转外壳分离,不必取出滚珠即可更换密封圈。

1 低温旋转接头结构

1.1 传统一体式低温旋转接头结构

传统一体式低温旋转接头,结构见图 1。由于旋转外壳和滚道^[7]是一体的,在更换密封圈时需要先将滚珠逐个取出后,才能将旋转外壳和旋转轴分离,因此密封

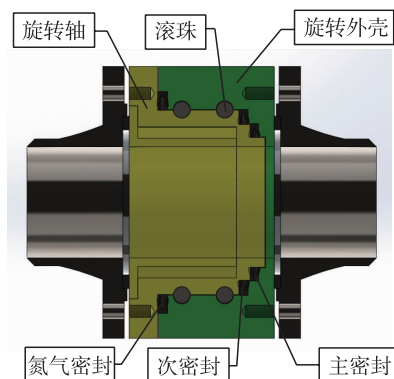


图1 传统一体式低温旋转接头

圈更换十分困难。

1.2 新型可拆卸式低温旋转接头结构

新型可拆卸式低温旋转接头主要由旋转轴、旋转外壳、滚道、滚珠、主密封圈、次密封圈、氮气密封圈、法兰、铜垫片等组成,结构见图 2。

新型可拆卸式低温旋转接头将旋转外壳和滚道分开制作,利用圆柱销定位和螺钉固定,圆柱销定位见图 3,螺钉固定见图 4。由于是低温工况,销钉和螺钉的材质采用 316 L 不锈钢,圆柱销和螺钉处采用铜垫片密封^[8]。

收稿日期:2015-06-30

作者简介:尚延伟(1984-),男,江苏连云港人,助理工程师,学士,主要从事能源装卸设备的设计与研发工作。

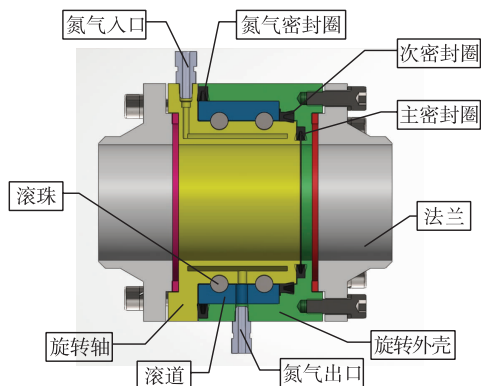


图2 新型可拆卸式低温旋转接头结构

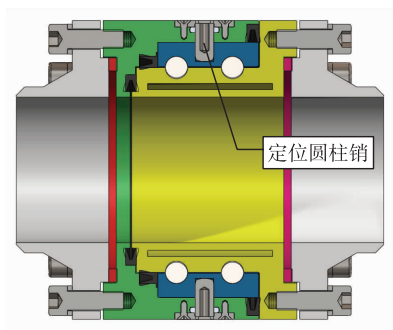


图3 圆柱销定位

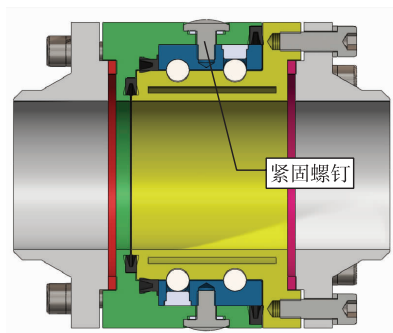


图4 螺钉固定

新型可拆卸式低温旋转接头对 LNG 密封采用两级密封,主密封采用端面旋转密封,次密封采用轴用旋转密封,氮气密封采用端面旋转密封。密封圈更换见图5,首先将新密封圈固定在旋转外壳上,然后再利用圆柱销和螺钉将其与滚道固定好即可。

新型可拆卸式低温旋转接头内部设置一整圈氮气通道^[9],利用氮气循环将热量带出。两侧的法兰采用螺钉将其固定在旋转轴和旋转外壳上,中间使用金属缠绕垫进行密封。

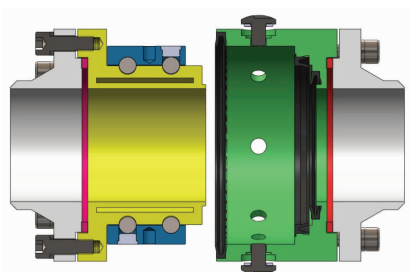


图5 密封圈更换

2 新型可拆卸式低温旋转接头技术特点

新型可拆卸式低温旋转接头将旋转外壳和滚道采用径向分离,形成孔轴配合的结构形式^[10],并采用销钉定位和螺钉紧固的方式,结构可靠,装拆方便。

新型可拆卸式低温旋转接头 LNG 密封部位采用端面旋转密封和轴用旋转密封两种密封方式^[11],密封效果更好,可靠性更高。

新型可拆卸式低温旋转接头使用了3个带弹簧的密封圈和一些铜垫片。相对于现有的其他类型低温旋转接头^[12],密封圈使用数量少,可以降低旋转接头成本。

传统一体式低温旋转接头30个滚珠取放和密封圈更换需要8h完成,而新型可拆卸式低温旋转接头不必取放滚珠,可在1h内完成密封圈更换。新结构大大缩短了密封圈更换工时,提高了效率,缩短了装车橇停机时间,对预防 LNG 的泄漏^[13]起到了重要作用。

3 结论

对传统一体式低温旋转接头进行了优化设计,针对密封圈更换困难的问题,提出了旋转外壳和滚道独立、并采用径向圆柱销定位和螺钉固定的新型低温旋转接头结构,在不取出滚珠的情况下即可快速更换密封圈,缩短了 LNG 终端接收站停工时间。

参考文献:

- [1] 贺耿,王正,包光磊. LNG 槽车装车系统的技术特点[J]. 天然气与石油, 2012, 30(4): 11-14.
He Geng, Wang Zheng, Bao Guanglei. Technical Characteristic of LNG Truck Loading System[J]. Natural Gas and Oil, 2012, 30(4): 11-14.
- [2] 熊光德,毛云龙. LNG 的储存和运输[J]. 天然气与石油, 2005, 23(2): 17-20.
Xiong Guangde, Mao Yunlong. LNG Storage and Transportation[J]. Nature Gas and Oil, 2005, 23(2): 17-20.
- [3] 程峰. 旋转接头故障分析与处理[J]. 通用机械, 2005, 25(1): 50-51.
Cheng Feng. Failure Analysis and Countermeasure for Rotation Joint[J]. General Machinery, 2005, 25(1): 50-51.
- [4] 邱永福. 聚四氟乙烯在流体密封中的应用[J]. 石油化工设备技术, 2005, 26(3): 50-53.
Qiu Yongfu. Application of PTFE in Fluid Sealing[J]. Petro-Chemical Equipment Technology, 2005, 26(3): 50-53.
- [5] 王爱民,高卫. 旋转接头泄漏分析与改造[J]. 液压与气动, 2006, 15(8): 82-83.

- Wang Aimin, Gao Wei. The Leakage Analysis and Improvement of the Swivel Joint[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2006, 15 (8): 82-83.
- [6] 宋 坤, 衣 鹏, 胡贤文. LNG 槽车装车橇应用和国产化进程[J]. 天然气与石油, 2013, 31(3): 5-9.
- Song Kun, Yi Peng, Hu Xianwen. Application of Skid-mounted LNG Tanker Loading Facility and Its Localization Progress [J]. Natural Gas and Oil, 2013, 31 (3): 5-9.
- [7] 徐建宁, 屈文涛, 赵 宁. 滚动轴承的温度场和热变形分析[J]. 轴承, 2006, (5): 1-3.
- Xu Jianing, Qu Wentao, Zhao Ning. Analysis on Temperature Field and Thermal Deformation of Rolling Bearings [J]. Bearing, 2006, (5): 1-3.
- [8] 朱 斌, 朱 路, 林建华, 等. 机械密封用碳石墨环现状与展望[J]. 流体机械, 2012, 40(3): 40-43.
- Zhu Bin, Zhu Lu, Lin Jianhua, et al. Current Situation and Prospect of Carbon Graphite Ring for Mechanical Seal [J]. Fluid Machinery, 2012, 40 (3): 40-43.
- [9] 沈光林. 氮气在油田生产中的应用[J]. 特种油气藏, 2005, 12(4): 100-102.
- Shen Guanglin. Application of Nitrogen in Oilfields Production [J]. Special Oil and Gas Reservoirs, 2005, 12 (4): 100-102.
- [10] 濮良贵, 纪名刚. 机械设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- Pu Lianggui, Ji Minggang. Mechanical Design [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [11] 吴晓元, 陈忠基, 徐广普, 等. 旋转接头的密封失效形式及防治方法研究[J]. 冶金设备, 1997, 23(3): 20-25.
- Wu Xiaoyuan, Chen Zhongji, Xu Guangpu, et al. Study on the Failure Forms and Improvement Ways of Rotating Union [J]. Metallurgical Equipment, 1997, 23 (3): 17-20.
- [12] 杜光能. LNG 终端接收站工艺及设备[J]. 天然气工业, 1999, 19(5): 82-86.
- Du Guangneng. Process and Equipment of LNG Terminal Receiving Station[J]. Natural Gas Industry, 1999, 19 (5): 82-86.
- [13] 林素辉, 何 锋. 液化天然气接收站 LNG 的泄漏与预防[J]. 天然气技术与经济, 2011, 5(增刊 1): 92-93.
- Lin Suhui, He Feng. Leakage and Prevention in LNG Receiving Station [J]. Natural Gas Technology and Economy, 2011, 5 (Suppl 1): 92-93.

磨溪龙王庙组气藏开发创十项国内第一

2015 年 11 月 19~22 日, 磨溪龙王庙组气藏的 008—6—X 1 等 5 口井陆续投产, 由此, 中国石油西南油气田公司增加 $430 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 产气能力。这罕见的投产节奏、增产幅度, 与磨溪龙王庙组气藏开发创造的十项国内第一密不可分。

2012 年 9 月, 中国石油西南油气田公司组织钻探磨溪 8 井, 发现磨溪龙王庙组气藏; 2013 年 11 月, 完成地质研究, 钻井等勘探作业。经国土资源部审查, 探明地质储量 $4\,403.83 \times 10^8 \text{ m}^3$, 为国内迄今最大的单位海相整装气藏。

磨溪龙王庙组气藏是国内寒武系地层发现的第一个特大气藏, 实践中首创的古老碳酸盐岩天然气地质理论和勘探开发工程技术, 对开辟国内天然气开发新领域有重要的指导作用。

磨溪龙王庙组气藏, 地跨四川省遂宁市、重庆市潼南县等地, 中国石油西南油气田公司大胆探索“高产井培育”新技术, 为国内第一个开发井全部是大斜度井或水平井的气藏。截至 2015 年 11 月 22 日, 钻成开发井 21 口, 单井平均测试日产量达 $164 \times 10^4 \text{ m}^3$, 居国内含硫气藏之首。

天然气净化是去除天然气中剧毒物质——硫化氢的必要工序。为开发磨溪龙王庙组气藏而建的净化厂, 由 7 套装置组成, 应用自主创新技术, 硫黄回收率达 99.8%, 为国内最高水平, 应用“蒸发结晶”技术处理生产废水, 成为国内第一座全部回收再利用生产废水的天然气净化厂。

从 2012 年 9 月发现磨溪龙王庙组气藏, 到 2015 年 10 月建成年产能 $110 \times 10^8 \text{ m}^3$ 天然气的设计规模, 历时 37 个月, 速度为国内大型气藏开发之最。在诸多提速措施中, 净化装置、采输气站建设全部实现“橇装化”发挥了关键作用, 即“模块化”设计、“工厂化”制造, 再运送工地“搭积木”组装, 这在国内也是第一次。

开发磨溪龙王庙组气藏, 气井、管道、净化装置的全部技术参数汇集在计算机系统中, 全气藏一个生产调控中心, 单井站无人值守, 员工分头巡检。生产指挥、技术人员站在调控中心大厅, 能看到各重要部位的实时数据、现场动态; 生产发生异常状况, 计算机系统能自动连锁报警并紧急停产。

磨溪龙王庙组气藏开发为国内特大气藏开发树立了“互联网+天然气生产”的新样板。

(王 路 摘自《四川石油报》)