

# 清管器收发球筒的设计

王世斌<sup>1\*</sup>, 岳嵩<sup>2</sup>, 林洋帆<sup>2</sup>, 张鹏哲<sup>1</sup>

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;

2. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 简要介绍了收发球筒结构、功能以及设计中注意的问题, 对比了 GB 150、GB 50251 和 GB 50253 3 个不同标准设计计算的结果。结果表明, 无论采用压力容器还是压力管道工程设计规范设计清管器收发筒, 对设备本来说都是可靠的, 也是可行的, 采用按照压力管道工程设计规范进行设计的清管器收发球筒可以减少人员成本和管理成本。

**关键词:** 清管器收发球筒; 快开盲板; 压力管道

**中图分类号:** TE973.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0253-4320(2016)07-0204-03

**DOI:** 10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.07.051

## Brief discussion on design of pig traps

WANG Shi-bin<sup>1\*</sup>, YUE Song<sup>2</sup>, LIN Yang-fan<sup>2</sup>, ZHANG Peng-zhe<sup>1</sup>

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China)

**Abstract:** The structures, function of pig traps and some key points during its design process are briefly introduced. The calculation results for the equipments based on 3 different design codes, GB 150, GB 50251 and GB 50253, are compared. The results show that the pig traps would be reliable and feasible no matter which design code is used (the pressure vessel design code or piping engineering design code). However the personnel and management cost would be reduced if the pig traps are designed by using piping engineering design code.

**Key words:** pig traps; quick actuating closure; pressure pipeline

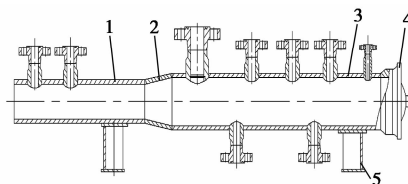
在长输管道项目中清管器收发球装置是管道系统的重要组成部分之一, 主要由清管器收发球筒、清管器提升装置、清管器运输装置和清管作业污物收集装置组成。清管器收发球装置是管道项目建成后投运阶段和后期运行维护阶段的重要工艺设备, 对管线的检测、清洗起重要作用。清管器收发球筒是清管器收发球装置的重要组成部分之一, 一般安装在长输压力管道的两端、中间(泵)站或清管站内, 起接收和发送清管器的作用。

在国内, 长期以来国家、行业对于收发球筒的设计一直没有编制出指导性的标准规范, 本文中结合国内外有关清管器收发球筒的设计规范和设计经验, 重点对清管器收发球筒在设计过程中的关键问题进行介绍。

## 1 清管器收发球筒结构

清管器收发球筒主要由小筒、锥段、大筒、快开盲板及附件组成。清管器收发球筒结构示意图见

图 1。



1—小筒; 2—锥段; 3—大筒; 4—快开盲板; 5—鞍座等附件

图 1 清管器收发球筒结构示意图

清管器收发球筒设计时小筒内径要求与连接管道的内径一致, 大筒通常要求比小筒大 50 ~ 100 mm; 筒长要求由清管器的长度决定, 通常清管器收发球筒的大筒长度为清管器长度的 1.1 倍, 对于清管器发球筒的小筒长度一般取 1.5 m 左右, 清管器收球筒的小筒长度同样受清管器长度的影响, 通常为 1.1 倍清管器长度, 与大筒同长。

## 2 清管器收发球筒功能

清管器收发球筒的设置主要有以下作用。

介质分离:通过清管器能够避免同一管道输送不同介质时造成的第二次输送的介质与残留在管道中的第一次输送介质的混合。

清扫和维护:通过清管器能够有效地清除在管道建设期间残留的杂质、运行维护期间的杂质和结蜡等,提高管道的输送效率,减少因杂质造成的管道腐蚀。

检测功能:采用一些智能的清管器,能检测到管道焊缝处的裂纹、夹渣和管道堵塞等缺陷,降低管道的运行风险。

定位功能:智能清管器不仅有检测功能,还能把检测数据返回至控制室,通过数据分析能快速找到管道缺陷所在位置。

### 3 设计标准选取

在国内,到目前没有形成一套完善的针对清管器收发球筒的国家设计标准,20世纪90年代,清管器收发球筒的设计、制造、验收和检验标准均采用《压力容器》GB 150<sup>[1]</sup>,近年来随着陆上管道的发展,清管器收发球筒的设计标准逐渐向相连接的管道选用标准靠拢,例如《输油管道工程设计规范》GB 50253<sup>[2]</sup>和《输气管道工程设计规范》GB 50251<sup>[3]</sup>,在这些规范中对于清管器收发球筒是作为管道附件来考虑的,并没有对清管器收发球筒的设计做

更详细地描述,设计选用该规范的目的也只是为了方便使用单位对设备和管线的统一管理。现在,尽管按照GB 150设计的清管器收发球筒还存在,笔者认为采用GB 50251和GB 50253压力管道工程设计规范设计的清管器收发球筒在未来将占据主流市场。

从目前笔者参与设计的国际项目以及其他公司完成的国际项目来看,清管器收发球筒的设计和制造标准主要是ASME B31.4<sup>[4]</sup>和ASME B31.8<sup>[5]</sup>,同时结合ASME VIII Div 1<sup>[6]</sup>进行快开盲板的设计。

#### 3.1 不同设计标准选取对壁厚计算的影响

下面举一个实例对比按照GB 150、GB 50251和GB 50253 3个不同标准计算清管器收发球筒的壁厚计算结果。

例:已知压力管道直径 $D_i = 24''$ (DN600),管线设计压力 $P_c = 6.0$  MPa,设计温度 $20^\circ\text{C}$ ,清管器收发球筒设置在清管站场内,该清管器收发球筒设计主题材料选用Q345,计算该装置的小筒壁厚,见表1壁厚计算对比表。

从表1的计算结果分析采用3个不同标准设计,清管器收发球筒的计算壁厚相近。因此,选取不同的设计标准设计清管器收发球筒均是安全可靠的,且不会造成材料成本的显著变化。

(上接第203页)

延长,因此最终选择 $V$ (正己烷): $V$ (异丙醇): $V$ (乙醇): $V$ (二乙胺) = 50:25:25:0.2为流动相进行样品检测,结果如图5所示。

流速定为 $0.6$  mL/min。流速增加,系统压力增加,不利于色谱柱的保护。

### 4 结论

笔者建立了HPLC法测定克唑替尼的含量和光学纯度,采用Shim-pack VP-ODS  $C_{18}$ 色谱柱对克唑替尼进行含量测定,以甲醇(含 $0.1\%$ 三氟乙酸)-水(含 $0.1\%$ 三氟乙酸)为流动相进行梯度洗脱;流速为 $0.6$  mL/min;检测波长为 $268$  nm;柱温为 $25^\circ\text{C}$ 。克唑替尼质量浓度在 $0.05 \sim 2.51$  mg/mL范围内与峰面积呈良好的线性关系( $r = 0.9999$ ),克唑替尼的检测限为 $2.0$  ng,定量限为 $6.0$  ng,分别取3批克唑替尼样品进行检测,平均质量分数为 $99.2\%$ , $RSD$

为 $0.1\%$ 。采用岛津CHIRALPAK<sup>®</sup> AD-H色谱柱对克唑替尼进行光学纯度测定,以 $V$ (正己烷): $V$ (异丙醇): $V$ (乙醇): $V$ (二乙胺) = 50:25:25:0.2为流动相,流速为 $0.6$  mL/min<sup>-1</sup>,检测波长为 $268$  nm,柱温为 $30^\circ\text{C}$ ,克唑替尼与其异构体杂质能完全分离,分别取3批克唑替尼样品进行检测,光学纯度 $ee\%$ 为 $98.0\%$ , $RSD$ 为 $0.3\%$ 。该法简便可靠,可用于克唑替尼的质量控制。

#### 参考文献

- [1] 侯文静,胡欣,史爱欣. 克里唑替尼的药理作用及临床评价[J]. 中国临床药理学杂志,2012,28(6):469-471.
- [2] 孙亚飞,孙占莉,肖旭华. 克里唑替尼合成路线图解[J]. 中国医药工业杂志,2013,44(12):1308-1310.
- [3] Ou S H, Bartlett C H, Mino-Kenudson M, et al. Crizotinib for the treatment of ALK-rearranged non-small cell lung cancer: A success story to usher in the second decade of molecular targeted therapy in oncology[J]. Oncologist,2012,17(11):1351-1375. ■

表1 壁厚计算对比表

序号	执行标准	计算公式	设计系数 $F$	计算厚度 <sup>(4)</sup> /mm
1	GB 50253	$\delta = p_c D_i / 2 \Phi F \sigma_s$	0.6 <sup>(1)</sup>	9.23
2	GB 50251	$\delta = p_c D_i / 2 \Phi F \sigma_s$	0.5 <sup>(2)</sup>	11.08
3	GB 150	$\delta = p_c D_i / (2[\sigma]^t \Phi - p_c)$	(3)	10.11

注:(1)根据《输油管道工程设计规范》GB 50253 第5.2节设计系数根据地区等级划分为0.72和0.6;(2)根据《输气管道工程设计规范》GB 50251 第4.2节设计系数根据地区等级划分为0.72、0.6、0.5和0.4;(3)在《压力容器》GB 150中定义了钢材许用应力取值,根据该标准表6查得材料的许用应力为181 MPa;(4)本壁厚计算仅是按照内压设计计算的壁厚,实际工况下还要考虑其他外部载荷,如管道的轴向推力、风载荷、地震载荷、水压试验、接管开口补强等,以便校核各部分强度,并根据校核结果确定最终的筒体厚度。

### 3.2 不同设计标准选取对制造、检验和验收的影响

按照 GB 150、GB 50251 和 GB 50253 3个不用标准设计的清管器收发装置的制造均应参照 GB 150《压力容器》或 ASME VIII Div. 1 的有关规定进行,均要求有压力容器制造资质的制造单位加工制造。

对水压试验的要求,在 GB 50253 的 2003 版中明确要求,清管器收发装置应同线路一起试压,在 2014 版去掉了这一强制要求,尽管升级版的规范中没有明确要求管线与清管设施一同进行水压试验,目前部分项目还一直沿用这一要求,清管器收发球筒同压力管道一起试压,对于站内的压力管道水压试验的压力要求为 1.5 倍设计压力。同样在 GB 50251 中对于站内管线水压试验的压力要求为 1.5 倍设计压力,同样从其功能及以往的经验做法,清管设施的水压试验还是与管道一同进行,试验压力也是 1.5 倍设计压力。

按 GB 150《压力容器》进行设计的清管器收发球筒,强度试验压力通常为设计压力的 1.25 倍,如果同样要求与站内压力管道一起试压,会导致在试压过程中产生环向应力超过 0.9 倍屈服强度的现象。从这一点上来说,建议尽可能选用压力管道工程设计规范设计清管器收发球筒,这样清管器收发球筒与长输管道规范能保持更好的一致性。

### 3.3 不同设计标准选取对用户管理的影响

根据《压力容器》GB 150 进行设计的清管器收发球筒,按要求应进行压力容器划类,这就要求使用单位配备具有压力容器专业知识,熟悉压力容器相关的法律、法规、安全技术规范和标准的工程技术人员按照压力容器的要求进行安全管理工作,对

于日常的操作、维护和定期检验等要求都远高于压力管道工程设计规范。从这一方面而言,采用 GB 150 设计清管器收发球筒给用户提出了更高的安全管理要求,但是增加了使用单位的日常安全管理成本支出。

对于快开盲板的设计,3个标准基本一致,均应有安全自动联锁装置,采用 ASME VIII Div. 1 的规定进行设计。

在国际工程的设计应用上,清管器收发球筒标准的选用情况跟中国基本相似。不同于国内的是,在国际项目上国际知名公司壳牌公司编制了针对清管器收发球筒的企业标准 DEP 31.40.10.13<sup>[7]</sup>,在该标准中详细介绍了清管器收发球筒的结构、开口设置以及材料选择等要求,是一部专门针对清管器收发球筒设计的标准,供设计人员参考使用。

## 4 小结

综合以上分析,结合当前的实际使用情况,以及作者自身在国内外工程项目实践过程中遇到的问题及解决办法,得出如下结论及建议。

(1)从理论计算上来看,无论采用压力容器还是压力管道工程设计规范设计清管器收发筒,对设备来说都是可靠的,也是可行的,设计计算壁厚造成的材料成本影响对整个工程来说甚微。

(2)结合清管器收发球筒的结构和使用功能,按照压力管道工程设计规范进行设计,既可以保持与长输管道规范的一致性,又可以在制造、检验和验收等方面大大降低工作量,节省成本。

(3)对于我国油气田清管器收发球筒,主要设置在清管站或者中间站内,此类站内压力容器少,对使用单位而言,采用按照压力管道工程设计规范进行设计的清管器收发球筒,可以减少用户在压力容器安全管理方面的人员成本投入和管理成本的支出。

## 参考文献

- [1] GB 150—2011. 压力容器[S].
- [2] GB 50253—2014. 输油管道工程设计规范[S].
- [3] GB 50251—2015. 输气管道工程设计规范[S].
- [4] ASME B31.4. Pipeline transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids[S].
- [5] ASME B31.8. Gas transmission and distribution piping systems[S].
- [6] ASME VIII Div. 1. Boiler and pressure vessel code-rules for pressure vessels[S].
- [7] DEP 31.40.10.13. Design of pipeline pig trap systems[S]. ■