

清管球收发球器端盖安全防护装置的设计与应用经济价值

董宝柱（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300459）

摘要：“清管球收发球器端盖安全防护装置”是油田技术人员根据现场实际需要进行的发明创造。此防护装置充分利用了油田现有物料和工程余料，具有结构简单、可操作性强的特点。它适用于海上、陆地各种清管作业，对清管作业开启快开盲板过程中的安全风险具有防护作用，可作为清管球收发球器附属产品开发，批量生产，具有较强产品属性，推广应用效果好，具有显著的经济价值。此安全防护装置对清管球收发球作业有很大的安全保障作用，对油田安全生产和经济效益有着重要意义。

关键词：清管球收发球器；快开盲板；压力；应用前景；经济价值

0 前言

本设计属于海上采油平台清管球收发球器领域，设计用于清管球收发球器快开盲板的二次安全防护装置。清管器收发球装置，简称收发球筒，属于管道附件，广泛用于各种介质输送管道。一般安装在主管道的两端，用于发射和接收清管器，在管道投产前及投产后运营阶段的常规清管作业和海管内检测通球，清除管线积存杂质，保证管线的正常运行。收发球筒打开快开盲板，在装取清管器检查时，存在泄压不完全、杂质堵塞、操作不规范等情况，造成收发球器筒内憋压，从而导致打开快开盲板时突然崩开伤人和污染环境的情况。为了避免上述情况发生，特研制了清管球收发球器端盖安全防护装置，作为收发球筒打开快开盲板时的二次防护，进而达到设备使用的本质安全，避免人身伤害事故出现，同时避免了企业因此受到的经济损失。

1 创新背景

1.1 清管球收发球器介绍



图 1 清管球收发球器图



图 2 快开盲板图

清管器收发球筒^[1]是清管扫线设备的重要组成部分，它安装在管线两端用于发射及接收清管器。它主要是由快开盲板、筒体、异径管、鞍式支架等部分构成。主要功能是在输油、气干线内发送和接收清管球，用于清除输油、气干线内的积水及杂质，也用于施工完毕、投产之前的管内清扫。保证管道投运前清扫干净，

运营阶段运行时及时清除铁锈、结晶、结蜡等有碍油品输送，提高管道输送效率的装置。

1.2 相关事故案例

在采油过程中，清管球收发球作业频率较高，涉及管线较多，操作工开启快开盲板时，风险性较高，因人员操作不当，泄压不完全等复杂情况造成的伤害事故频发。查阅资料发现国内外，这类安全事故较多。

1997年12月11日，陆地某采油厂，人员在清管作业中，泄压管线冻堵，泄压不完全，打开快开盲板时快开盲板突然崩开，造成1人左眼球摘除，右眼视力下降，颅骨骨折，颅内积水。

2006年7月9日，大港石化对南疆堡头输油管线全线投入使用时，清管作业中，作业人员快开盲板崩开，造成3人死亡、1人重伤。

2013年5月25日，某终端在建设期进行海管陆岸关断清管作业过程中，发生了一起清管器从收球筒飞出击中人员头部致死事故。

从案例中可以看出安全风险主要集中在打开快开盲板的步骤上，目前只是规范操作程序，同时在快开盲板上张贴标识“高压危险，侧方操作”。由于人员技能水平不同、工况复杂程度不同、所处环境不同、设备维护保养程度不同等等，这就无形中给作业过程中埋下安全隐患。

1.3 渤海油田现状

目前，海底管道清管频次：海上设施间输送湿气/合格原油管道每隔3个月1次；登陆输气管道/海上设施间输送干气管道每隔12个月1次；登陆输气管道/海上设施间输送干气管道每隔12个月1次；海上设施间输送湿气/合格原油管道每隔3个月1次；混输/水管道每隔2个月1次；混输/水管道每隔2个月1次海上设施间输送湿气/合格原油管道每隔3个

月1次。渤海油田目前所辖海底管道327条,每年通球作业2000余次。由上调研可以看出海上采油平台常规通球作业量非常的大,如何更好的控制好作业安全就成为本次创新项目的课题研究方向。

综上可知,现有技术不能有效解决此项问题。根据油田生产实际需要,设计制作出的清管球收发球器安全防护装置,可有效解决和预防此类快开盲板伤人事故的发生,同时,此装置具有工艺简单、低成本、适用性强的特点。

2 解决方案

为了对清管球收发球器打开快开盲板^[2]风险控制,决定制作一款清管球收发球器安全防护装置的产品,经过反复推敲和论证,最终确定了设计方案。

2.1 清管球收发球器端盖安全防护装置设计

清管球收发球器安全防护装置包括,由一个防冲击板、两个带螺纹拉杆、两个半圆夹持板、两个可调节夹紧器、两个限位器、两个可调固定轴、两个活动套、若干螺母组成。

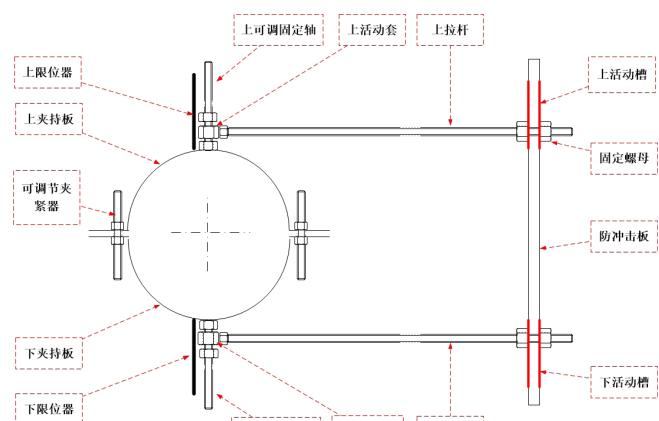


图3 清管球收发球器端盖安全防护装置设计图



图4 清管球收发球器端盖安全防护装置实物图

2.1.1 各关键部件作用

①限位器: 防止防冲击板旋转清管球收发球器对侧,失去防护作用;

②可调固定轴、活动槽: 二者配合可实现装置适用不同尺寸的清管球收发球器;

③夹紧器: 固定夹持板在不同尺寸的清管球收发球器上;

④拉杆: 拉杆一端是螺纹形式,可调节防冲击板与快开盲板之间的距离。

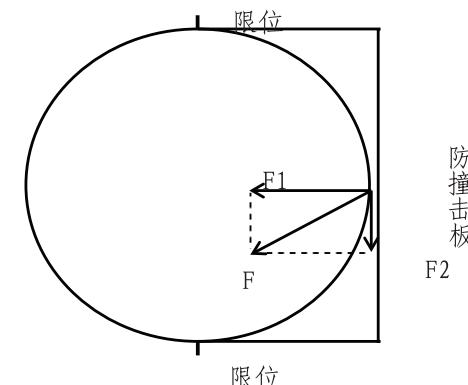


图5 限位器矢量图

2.1.2 装置抗冲击强度计算

为了保证该装置在二次防护时,能够保证足够抗冲击力,对选材进行了严格的筛选,选用硬度及抗拉强度高的钢制材料。并进行强度计算;如下表:

表1 装置强度数据表

部件名称	部件材质	截面 cm	扭转力 KN	抗拉 T	额定压 力 MPa	数 量
防冲击板	Q235	宽度15; 厚度1	352.5	35.95	235	1
螺纹拉杆	1045ACR	直径3	565.2	56.65	800	2
夹持板	Q235	宽度10; 厚度1	235.0	23.97	235	1
可调节夹紧器	1045ACR	直径1.4	123.1	12.55	800	8
限位器	1045ACR	直径1.2	90.4	9.22	800	2
固定轴	1045ACR	直径3	565.2	56.65	800	2

2.2 工作原理

利用夹持板,通过夹紧器将可调固定轴固定在清管球收发球器上,然后拉杆连接防冲击板,通过活动套活动实现改变防冲击板的位置,打开快开盲板前将防冲击板旋转至清管球收发球器快开盲板正对面,即拉杆接触限位器为止。打开快开盲板确定安全后,再将防冲击板旋转至清管球收发球器端面一侧。最终实现此装置,作业时开启,作业后关闭的功能。清管球收发球器日常通球作业中,打开快开盲板操作一直是一个风险较高的工作,针对作业风险,设计制作的这款清管球收发球器安全防护装置,有效规避清管球收

发器作业风险。

2.3 操作方法

首先，在收发球作业时，泄压完毕后，打开快开盲板前，将防冲击板旋转至快开盲板正对面，启动安全防护功能，然后开启快开盲板，待快开盲板开启至一定角度，确定无冲击后，将防冲击板旋转至收发球器一侧，最后完全打开快开盲板。

然后，在完全打开快开盲板后，观察内部情况前，将防冲击板再次旋转至球筒正对面，防止球后端憋压冲出伤人。



图 6 现场安装实物图

2.4 现场实施

目前清管球收发球器端盖安全防护装置在渤海油

田某采油平台应用，同时升级了清管球收发球器作业操作规程^[3]，并已经在某油田 5 个平台推广应用，日常收发球作业使用 120 余次，保证安全作业 0 事故。该设计应用得到了现场作业人员的一致好评，人员在开启快开盲板时心理没有了恐惧感，对清管球收发球作业快开盲板安全事故发生起到很好的防范作用，大大提升了清管球收发球器作业安全性。

3 应用优点与经济价值

3.1 应用优点

①二次防护有效规避清管球收发器作业打开快开盲板风险，实现设备的本质安全；

②此安全防护装置为可调节式，适用多种尺寸清管球收发球器；

③不改变清管球收发球器本体，安装方便；

④操作简单，只需转动防护板便能起到防护作用。

3.2 推广前景

①此装置适用广泛，可在陆地油田、海上油田、管道公司等涉及清管作业的行业；

②产品属性较强，应用效果较好，推广意义较大，适用于所有油田。

3.3 经济价值

提升品牌形象：企业采用先进的安全防护装置，可以展示其对安全生产的重视和对技术的追求，从而提升品牌形象和市场竞争力。

满足客户需求：在竞争激烈的市场中，企业若能提供更安全、更可靠的清管球收发球器产品，将更容易赢得客户的信任和青睐。

综上所述，清管球收发球器端盖安全防护装置的经济价值主要体现在减少事故损失、提升生产效率、降低运营成本和增强市场竞争力等方面。该设计装置制造成本低，增加了本质安全，杜绝事故发生，每年避免近百万万的设备维修及油田产量损失费用。产品量产后，售卖对象为需要收发器作业的管道作业者，市场巨大，预计产品销售价值能够达到 1000 万以上。

参考文献：

- [1] 王世斌, 岳嵩, 林洋帆等. 清管器收发球筒的设计 [J]. 现代化工, 2016, 36(07):204-206.
- [2] 丁琪, 王刚. 清管球收发器设计细节分析及应用 [J]. 机械工业标准化与质量, 2023(07):36-39.
- [3] 刘帅, 赵海宁, 马保合等. 天然气场站发球流程及存在的风险和风险管控措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(17):77-78.