

管道救援装备-封堵器互锁式平衡装置

曹 雨 龚 岩 王 琥 程志杰 王国超

国家油气管道应急救援廊坊队

一、研发创意

液压封堵缸是进行油气管道封堵抢险作业时主战装备，在实际使用过程中可能出现以下情况：

原封堵缸配备为普通换向阀。启动封堵缸后，工作时通过操作换向阀完成收（缩）轴，当封堵头到达封堵位置时，通过封堵缸内的铜制锁环完成主轴锁定。但是在带压状态下，机械锁无法满足主轴锁定的功能，只能通过断开液压管路接头，封闭缸内油路达到液压互锁的功能。人为的操作疏忽势必会造成施工隐患。

封堵缸进出油路全部断开后，缸内液压油处于密封状态，当日晒高温使得缸内压力急剧升高，超过封堵缸承压范围时，剪切缸体连接螺纹造成缸盖崩飞的恶性事故。

封堵缸放置时，受环境影响（高温），缸内压力上升的同时使得主轴由于截面差的作用下持续向外伸出，以至于将缸罩全部顶变形。严重的造成缸体连接螺纹拉变形出现漏油情况（无法使用）。

为解决上述问题，我们通过改造换向阀，研制出封堵器互锁式平衡装置。

二、成果简介

新设计开发的阀组以钢制阀块为核心集成了手动换向阀、平衡阀、高压溢流阀等主要元件，配备压力表、管接头等辅助元件形成封堵缸的新阀组，其中平衡阀与高压溢流阀为插装阀，手动换向阀为板阀通过螺栓固定。

封堵缸工作时，伸缩轴的速度可通过换向阀调节，达到位置后，松开阀柄后换向阀自动回中位，封堵缸停止工作。在油路中配置的平衡阀的作用是当主轴伸缩轴受到阻力时（封堵头卡住出现油缸憋压力时），当超过 10MPa 时，平衡阀立即开启连通至油缸 B 腔，缸内活塞两端压力平衡，油缸停止工作，保护封堵缸过载操作。平衡阀（插装式）在手动换向阀后，用于平衡油缸 A、B 腔内压力，同时平衡阀内配置单向液压锁，使用封堵缸工作时 A、B 腔压力平衡互锁。在 A、B 腔油路中分别增设 2 个高压溢流阀（插装式），当因环境高温造成缸内压力升高至 12MPa 时自动向缸外排油泄压，保护封堵缸。同时平衡阀互锁功能仍起到油缸锁定的功能。

三、技术特点

1. 技术方案

本项目根据生产实际需求和存在的问题出发，为了解决液压油路互锁和封堵缸高温超压释放的功能要求，对原封堵缸液压换向阀进行优化设计，完成新液压阀块的设计，并安装在封堵缸后成功应用于施工现场。设计方案如下：

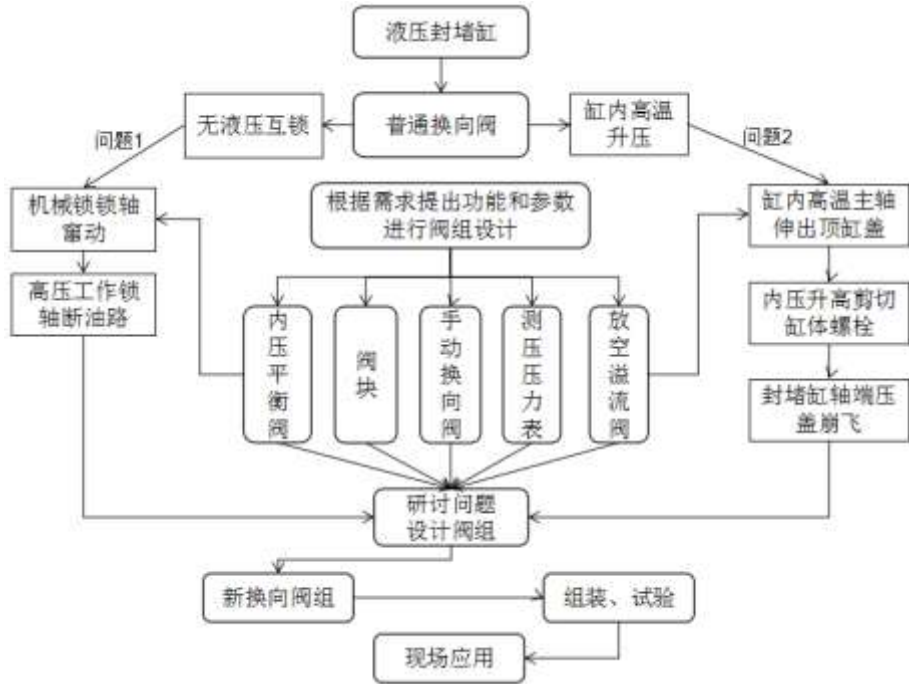


图 1 设计思维导图

2. 技术内容

（1）现有封堵缸出现的问题：

封堵缸通过液压换向阀完成主轴的伸缩功能，在过去使用中出现大量的问题，主要问题如下：

在带压状态下，机械锁无法满足主轴锁定的功能，只能通过断开液压管路接头，封闭缸内油路达到液压互锁的功能。人为的操作疏忽势必会造成施工隐患。

封堵缸进出油路全部断开后，缸内液压油处于密封状态，当日晒高温使得缸内压力急剧升高，超过封堵缸承压范围时，剪切缸体连接螺纹造成缸盖崩飞的恶性事故。

封堵缸放置时，受环境影响（高温），缸内压力上升的同时使得主轴由于截面差的作用下持续向外伸出，以至于将缸罩全部顶变形。严重的造成缸体连接螺纹拉变形出现漏油情况（无法使用）。

（2）液压阀组优化设计

经过设计小组人员的多次讨论和优化，最终确定液压原理如图所示。

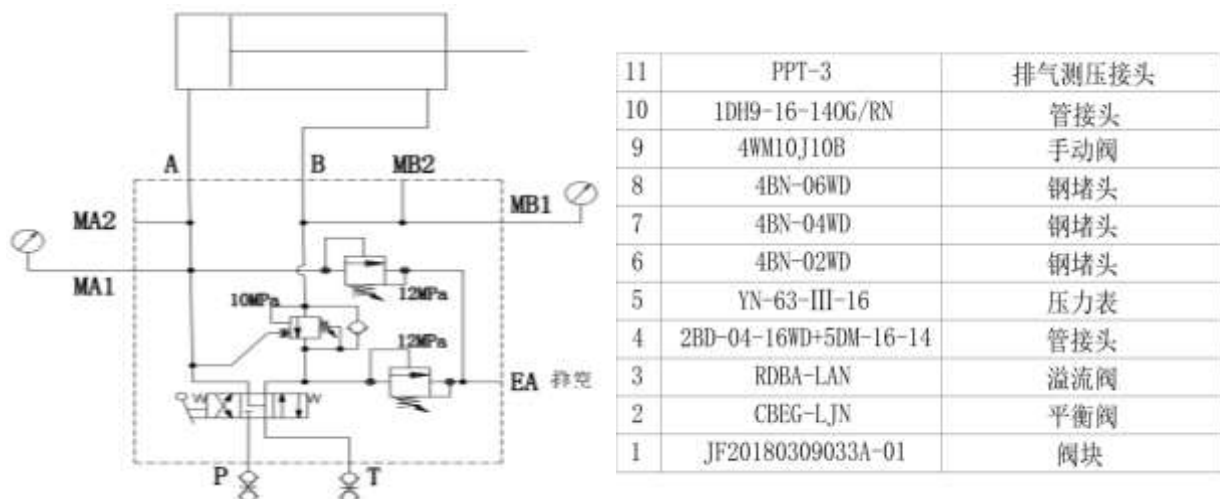


图 2 新液压阀组原理图

工作原理：新设计开发的阀组以钢制阀块为核心集成了手动换向阀、平衡阀、高压溢流阀等主要元件，配备压力表、管接头等辅助元件形成封堵缸的新阀组，其中平衡阀与高压溢流阀为插装阀，手动向阀为板阀通过螺栓固定。

封堵缸工作时（伸轴），换向阀处于右位（平行位），供油 P 口进油至油缸 A 腔使得封堵缸伸出，伸轴的速度可通过换向阀调节，达到位置后，松开阀柄后换向阀自动回中位，封堵缸停止工作。在油路中配置的平衡阀的作用是当主轴伸轴受到阻力时（封堵头卡住出现油缸憋压力时），当超过 10MPa 时，平衡阀立即开启连通至油缸 B 腔，缸内活塞两端压力平衡，油缸停止工作，保护封堵缸过载操作。油路上 A、B 腔的压力可通过压力表体现出来。

封堵缸缩轴工作时，换向阀处于左位（交叉位），供油 P 口油路通过平衡阀内的单向阀至油缸 B 腔使得封堵缸缩回，缩轴的速度同样通过换向阀调节和停止。缩轴过程中主轴缩轴受到阻力时（封堵头卡住），B 腔油路超过 10MPa 时，平衡阀同样立即开启连通至油缸 A 腔，缸内活塞两端压力平衡，油缸停止工作，保护封堵缸过载操作。

由液压原理图可以看出平衡阀（插装式）在手动换向阀后，用于平衡油缸 A、B 腔内压力，同时平衡阀内配置单向液压锁，使用封堵缸工作时 A、B 腔压力平衡互锁。在 A、B 腔油路中分别增设 2 个高压溢流阀（插装式），当因环境高温造成缸内压力升高至 12MPa 时自动向缸外排油泄压，保护封堵缸。同时平衡阀互锁功能仍起到油缸锁定的功能。

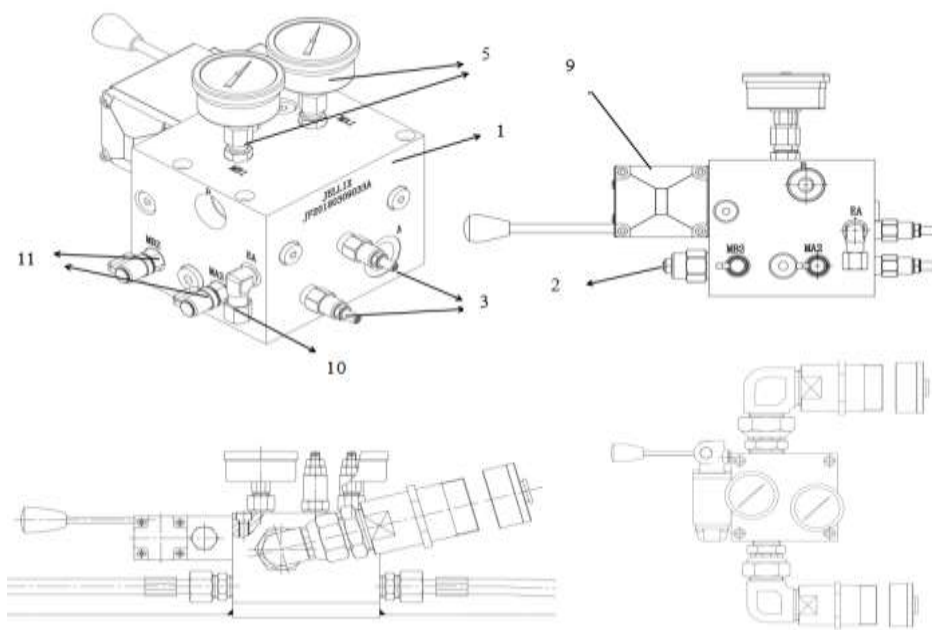


图 3 新液压阀组安装图示

根据液压原理图，完成阀组的结构设计，整个阀组部置十分紧凑，阀块供油路配备(ETN)5100-S2-20B 快速接头和回油路配备(ETN)5100-S2-24B 快速接头完成整个新封堵缸液压阀组的设计与安装图。

四、实践应用成效

新阀组已经完成封堵缸的安装并成功应用于抢修现场。现场施工人员反映封堵缸工作良好，操作简易，并且避免了安全隐患。该新封堵缸已在“中俄原油管道漠河-大庆段阀室改造”“西气东输管道长铝支线上街段双侧四封不停输封堵”“中石化川气东送武石化支线不停输封堵”等抢险作业中多次应用。

五、代表性图片



六、成果联系人

姓名：李计川

联系方式：13903262640

地址：河北省廊坊市开发区四海路 18 号

