

海上平台化学药剂撬块整体优化选型设计

许瑞杰（中海油能源发展装备技术有限公司设计研发中心，天津 300452）

摘要：结合渤中某平台化学药剂撬块现场运行时出现的问题，对海上平台化学药剂撬块进行整体优化选型设计。在满足海上平台生产需求的前提下，通过整体优化设计、化学药剂泵等部件优化选型解决生产中化学药剂撬块出现的问题，保证稳定生产的同时尽可能降本增效。

关键词：海上平台；化学药剂撬块；化学药剂泵；优化选型

1 简介

渤中某平台化学药剂撬块设计寿命 20 年，已投产运行 19 年，化学药剂撬块腐蚀老化严重，需要对化学药剂撬块进行重新设计。本文结合该平台化学药剂撬块运行时出现的一些问题对海上平台化学药剂撬块整体进行优化设计研究。

1.1 海上平台化学药剂系统简介

化学药剂系统在海上平台油气田开发过程中有着重要的作用，在原油处理系统、生产水处理系统、天然气处理系统及公用系统均需要通过化学药剂提高设备的处理效率，延长设备及管线的使用寿命。

1.1.1 海上平台常用化学药剂

海上平台化学药剂系统在不同的加药点定量投加多种化学药剂，投加方式既有连续的，也有间歇的。在不同时期，投加药量也有变化，工艺上有比较严格的规定。但因实际操作过程比较繁琐，很难做到同步监测，几种因素造成加药量不足或过量的现象时有发生，影响了化学药剂应有的效果。同时由于化学药剂本身的物性如形态、粘度等不同也会对化学药加药稳定性产生影响。原油处理系统常用药剂，包括：降凝剂、防腐剂、消泡剂、破乳剂、降粘剂；生产水处理系统常见的化学药剂，包括：浮选剂、絮凝剂、阻垢剂、除氧剂、反相破乳剂；天然气处理系统常用化学药剂，包括：防冻剂、硫化氢抑制剂等；公用系统常筒药剂，包括：杀菌剂、防海生物化学药剂等。如表 1 所示。

表 1 常用的化学药剂

类型	作用
破乳剂	破坏乳状液的稳定性，改善油水分离效果
消泡剂	防止油液起泡，改善油气分离效果
防腐剂	防止或缓解处理设施受油井产出腐蚀物的腐蚀
降凝剂	降低原油凝点，防止管线内的原油冻结

降粘剂	降低原油粘度，便于原油分离外输
反相破乳剂	使含油污水中的微小有机颗粒凝聚并使之沉降下来，达到净化污水的目的
除氧剂	将经过脱氧塔之后的海水中残余的氧气脱除，以防止海水长时间的腐蚀
杀菌剂	用来控制水处理系统中细菌的生长
防海生物化学药剂	防止海洋生物在海水系统内生长
阻垢剂	用以帮助海水或生产水中碳酸盐和硫酸盐的溶解，减少结构
絮凝剂	主要用于从水中脱除悬浮固体颗粒
浮选剂	用于稳定气泡以改善浮选机的浮选效果
防冻剂	降低天然气水化物的形成温度
硫化氢抑制剂	通过中和作用或者络合作用减少硫化氢含量

1.1.2 海上平台化学药剂撬块简介

海上平台化学药剂系统是能够储存、搅拌、注入化学药剂的系统，通常由化学药剂罐、化学药剂搅拌器和化学药剂注入泵组成，整个系统安装成撬即海上常见的化学药剂撬块。

海上平台化学药剂撬块由若干个化学药剂罐体组成，每个罐体配有独立的搅拌器、人孔、加热器，每个罐体设置独立人孔便于清罐作业，每个罐体都配有相对应的化学药剂泵、流量标定管、过滤器、安全阀、压力表、阻尼器、各类阀门、各种管路附件，按照工艺流程组合而成。

1.2 海上平台化学药剂撬块现状

海上平台化学药剂撬块一般由化学药剂罐、化学药剂搅拌器和化学药剂注入泵等部分组成。以渤中某平台为例，其化学药剂撬块现状：平台现配置破乳剂、降凝剂、防腐剂、抗凝剂四种药剂，通过化学药剂撬注入生产井中。单种化学药剂注入系统包括：1 台化学药剂罐、1 台化学药剂泵、行程开关、量筒、调节

阀门、流量计等,药剂通过支路流量计及调节阀门调整注入量。如表2所示。

表2 渤中某平台化学药剂撬块主要设备能力

设备编号	设备名称	能力	设备尺寸 mm
S-P-102	破乳剂泵	0.05m ³ /h, 12500kPaG	820×714×600
S-X-102	破乳剂罐	5m ³	2200×2200×2400
S-P-103	降凝剂泵	0.05m ³ /h, 12500kPaG	820×714×600
S-X-103	降凝剂罐	5m ³	2200×2200×2400
S-P-104	防腐剂泵	0.05m ³ /h, 12500kPaG	820×714×600
S-X-104	防腐剂罐	5m ³	2200×2200×2400
S-P-105	抗凝剂泵	0.05m ³ /h, 12500kPaG	820×714×600
S-X-105	抗凝剂罐	5m ³	2200×2200×2400

2 化学药剂块设备校核

2.1 化学药剂罐校核

海上化学药剂罐根据设计压力分为压力容器及常压容器,设计压力大于-0.02MPa,小于0.1MPa的属于常压容器,设计压力大于0.1MPa的属于压力容器。具有挥发性的化学药剂需要惰性气体密封通常选用压力容器;非挥发性化学药剂选择常压容器。渤中某平台化学药剂罐为常压容器,平台化学药剂有破乳剂、降凝剂、防腐剂、抗凝剂,药剂均无强挥发性,选择常压容器设计合理。

化学药剂罐容积计算:

$$V=Q \times 24 \times T$$

式中:

V- 药剂罐体积, m³;

Q- 药剂注入量, m³/h;

T- 供应船的最大运输周期, d。

该平台化学药剂泵注入量0.05m³/h,自持周期4天,计算药剂罐体积4.8m³,现场药剂罐有效容积5m³满足设计需求。

2.2 化学药剂泵校核

化学药剂泵是一种输送并计量输送化学药剂的计量泵,通常为往复泵。海上平台常用的化学药剂泵主要为柱塞式和隔膜式计量泵。根据泵头数量又可分为单头泵和多头泵。

2.2.1 化学药剂泵选型

通过液力端的结构形式分为:柱塞泵、液压隔膜

泵和机械隔膜泵。海水平台常用的化学药剂泵形式是柱塞泵和液压隔膜泵。渤中某平台化学药剂泵为柱塞泵,考虑到本平台化学药剂均无剧毒或可燃性,对化学药剂泵密封性要求不高,选择柱塞式化学药剂泵设计合理。如表3所示。

表3 不同液力端化学药剂泵特点

	柱塞泵	液压隔膜泵	机械隔膜泵
优点	可以输送介质粘度高的化学药剂价格低廉	可以输送介质中等粘度高的化学药剂接触药剂的部件无动密封,不会有泄漏风险	可以输送高粘度介质接触药剂的部件无动密封,不会有泄漏风险价格低廉
缺点	填料密封,不能输送毒性、腐蚀性强的化学药剂	设备价格高,维护费用高	隔膜由机械直接驱动,受到较高应力,隔膜需要经常更换

化学药剂泵按泵体数量可分为:单头泵或多头泵。多头泵是多个计量泵由一台电机驱动,每台泵都可以输送不同的介质自由调节泵流量。渤中某平台化学药剂泵为单头泵,每种化学药剂配置一台化学药剂单头泵。

2.2.2 化学药剂泵能力校核

化学药剂即计量泵用于精确计量,电动机通过曲柄、连杆、十字头、往复部件改变工作腔体容积,从而吸入和排出化学药剂,达到属于的目的。

通常要求计量泵的稳定性精度不超过±1%。计量泵在10%额定流量以下操作时,计量精度下降较大,故一般不宜在10%额定流量以下操作。选型时最好考虑泵的操作点在30%额定流量以上。

2.2.2.1 化学药剂泵流量校核

渤中某平台有五口生产井,每口生产井每种注入量约0.01~0.005m³/h。当五口井100%注入药剂时,单台药剂泵流量不小于0.05m³/h。该平台每种化学药剂泵流量为0.05m³/h,满足生产井化学药剂注入需求。但由于每口生产井化学药剂注入量随产液变化而变化,当五口井总注入量小于额定流量30%时,化学药剂泵的计量精度会下降,影响平台正常生产。

2.2.2.2 化学药剂泵出口压力校核

化学药剂泵出口压力取决于注入点的注入压力,渤中某平台生产井口压力12000kPaG,化学药剂泵设计的出口压力12500kPaG。考虑管道压力损失,一般200~300kPaG,化学药剂泵出口压力满足生产需求。

2.3 其他附件校核

2.3.1 化学药剂罐搅拌机

搅拌操作过程是化工、石油化工、医药、食品工

业中最常见的操作过程之一，其目的是使两种或两种以上的介质能达到最大程度的接触，从而在预定的时间内完成所需要的混合、传质、传热或反应过程，或同时进行上述两个以上的过程。海上平台化学药剂罐搅拌器主要是将化学药剂与水或柴油混合。化学药剂罐容积越大搅拌器功率越大，通常来说化学药剂罐容积 $\leq 1\text{m}^3$ ，搅拌器电机功率 0.25kW ， $1\text{m}^3 <$ 化学药剂罐容积 $\leq 5\text{m}^3$ ，搅拌器电机功率 1.5kW 。渤中某平台化学药剂罐容积 5m^3 ，搅拌器电机 1.5kW ，化学药剂罐搅拌器选型合理。

2.3.2 化学药剂泵前滤器

化学药剂注入泵前设置泵前滤器用以过滤化学药剂中的杂质，滤器根据结构形式可以分为：篮式滤器和Y型滤器。篮式滤器和Y型滤器的过滤原理基本一致，考虑到篮式滤器配备放空阀和排污口且其顶部法兰为快开法兰便于清理滤网，估通常滤器选择篮式滤器。渤中某平台化学药剂泵前滤器为Y型滤器，建议改为篮式滤器。

3 化学药剂撬块存在问题

渤中某平台化学药剂撬块日常使用，存在以下问题：

- ①化学药剂泵腐蚀老化严重，故障率高；
- ②化学药剂粘度大导致加药不均匀，达不到预期效果；
- ③目前化学药剂泵没有备用泵，当药剂泵故障时影响化学药剂注入。

针对上述问题，拟开展渤中某平台化学药剂撬块整体布局优化及药剂泵选型研究，优化化学药剂撬块的整体布局，针对生产实际需求，对化学药剂泵进行选型分析，以满足平台生产的需求。

4 化学药剂撬块优化设计

4.1 问题一：化学药剂泵腐蚀老化严重，故障率高

改造方案：化学药剂泵设计寿命20年，已使用19年。经现场调研其外表腐蚀严重，且故障率高。因此对化学药剂泵进行整体更换。

4.2 问题二：药剂粘度大导致加药不均匀，达不到预期效果

改造方案：将单头化学药剂泵改为多头化学药剂泵。现有化学药剂注入系统通过化学药剂泵增压后给通过管线分配给多个注入点同时注入化学药剂。注入点化学药剂注入量通过流量计监测，注入量通过阀门及化学药剂泵行程调节。但是部分平台药剂粘度较大，

往往存在如下问题：

①粘度过大导致化学药剂通过管线分配不均匀，导致注入点注入量无法准确调节；

②粘度过大导致流量计监测数据不准确。

综上所述，为了克服现有化学药剂系统输送和计量高粘度介质的缺点对现有化学药剂流程进行优化设计。新的适用于高粘度介质的化学药剂系统通过多头泵代替普通化学药剂泵+流量计，每个注入点配一个泵头注入量可以通过行程开关调节，各支路可以均匀的分配药剂。

4.3 问题三：目前化学药剂泵没有备用泵，当药剂泵故障时影响化学药剂注入

改造方案：化学药剂多头泵多配置一个泵头作为备用泵头。综上所述改造方案如下：

- ①拆除原化学药剂撬计量泵及附属设备，包括：量筒、阻尼器、阀门、流量计；
- ②安装多头柱塞计量泵；
- ③管线适应性改造。

5 结论

本项目通过多头泵代替普通化学药剂泵+流量计，每个注入点配一个泵头注入量可以通过行程开关调节，各支路可以均匀的分配药剂。新的化学药剂系统收益如下：

- ①更换化学药剂泵提高了化学药剂撬的可靠性，保障平台正常生产；
- ②均匀的将化学药剂分配到各注入点，提高注入效率；
- ③准确的标定出各个注入点的化学药剂注入量，提高了药剂的注入精度；
- ④增加了备用泵头，解决了现场药剂泵无备用泵的问题；
- ⑤节省了多个流量计，减少了工程投资及日常维护费用。

参考文献：

- [1] 海洋石油工程设计指南编委会. 海洋石油工程设计指南第1册[M]. 北京：石油工业出版社出版，2007.
- [2] 王沙，胡智辉，黄志刚等. 海洋平台化学药剂注入泵的选型及设计[J]. 化工设计通讯，2019，45(04):39.
- [3] 于慧. 海上平台化学注入撬装置的研制与应用[J]. 化工装备技术，2000(03):44-47.
- [4] 中石化上海工程有限公司. 化工工艺设计手册[M]. 北京：化学工业出版社，2018.