

登陆海管预调试潮汐水取水过滤方法设计

宣英杰

海洋石油工程股份有限公司 天津 300461

【摘要】海管清管试压是海管预调试作业中比较重要的一个环节,需要注入淡水或添加缓蚀剂的海水完成海管清管及后续试压工作。淡水或海水注入前需要过滤到规范要求精度方可使用,但对于登陆海管来说,由于施工条件限制不能海上取水亦没有淡水资源的情况下,只能依靠海边取水来完成海管清管试压等预调试施工。潮汐海水泥沙含量高、悬浮物多,在使用前如何进行海水过滤、如何达到规范要求的使用精度是需要进行具体研究的。文中结合舟山群岛某登陆海底管道预调试海边取水的需求,围绕海水取水方式、沉淀池设计计算、不同过滤器组合设计等工程设计,有效的解决了海边潮汐水的取水及过滤,将海水过滤到符合工程需求的标准。

【关键词】登陆海管;沉淀;海水过滤器

1 概述

通常海底管道清管及试压用水必须能通过孔径为 $50\mu\text{m}$ 的机械过滤器过滤,且悬浮物不超过 $20\text{g}/\text{m}^3$ 方可用于海管预调试作业。预调试作业绝大部分为海上取水,具有取水便捷、水质好、易过滤的特点。对于从海上登陆的海管预调试用水海边取水及过滤方法,本文依据工程实例对相关内容进行了重点研究设计。

浙江舟山市某工程从岛屿向陆地铺设 2 条 32 寸海底管道,该管道从岛屿到陆地登陆点间的海管管容达到近 2 万立方。登陆点海水每日受到潮汐影响,海水浑浊、海水中悬浮物达到 $130\sim 150\text{g}/\text{m}^3$,远远超过施工需求的 $20\text{g}/\text{m}^3$ 的要求。根据施工条件特点,本文针对潮汐海水取水方法、泥沙及悬浮物沉淀过滤的方法,进行了若干方法设计及计算。

2 海水过滤方式设计

2.1 海水沉淀池设计分析

根据地区调查报告,受舟山市定海区(海管登陆点)及岱山县(海管另一端)当地具体海域涨落潮影响,每次涨落潮海水中携带较多泥沙杂质,水文泥沙测验表明,勘测海域的泥沙含量较大,涨潮底层最大含沙量达到 $1.342\text{kg}/\text{m}^3$,落潮达到 $0.923\text{kg}/\text{m}^3$ 。该高含沙量海水注入海管不但无法完成海管注水冲洗及清理管道的作用,更容易沉积底层导致在通球过程中逐渐形成淤泥堆积堵塞海管。为此如何实现泥沙的沉淀,是保证海水过滤的首要任务。

沉淀池的设计可依据涨落潮的时间规律、地质泥层情况以及水资源需求量等数据参数来综合计算。

根据施工区域的涨落潮数据,海区涨落潮历时不等,落潮历时长于涨潮历时。如表 2-1 所示。

表 2-1 定海、岱山涨落潮历时

	定海(海管登陆点)	岱山(海管另一端)
平均涨潮历时	5h40min	5h52min
平均落潮历时	6h45min	6h34min
历时差	1h05min	42min

利用每个涨潮期 5h40min 完成沉淀池海水注入,在退潮历时的 6h45min 内完成海水沉淀及海水抽取。

海管登陆点每天高潮位与低潮位的潮差资料如表 2-2 所示,高潮位和低潮位的平均潮差为 2.06m,且根据地质调查报告,该地基土的构成第一层为淤泥层,厚度为 0.3~2.5 米。综上数据,最好的沉淀池挖取深度为 2.5 米以上为宜。保证从最低潮位开始涨潮后沉淀池有水灌入。

表 2-2 定海、岱山潮差

	定海	岱山
平均潮差	206cm	191cm
最大潮差	397cm	373cm
资料年限	1978-1989	1981-1989

沉淀池的设计主要依据是在涨潮期实现海水灌

注,落潮期实现海水沉淀及抽取,即在涨潮最高时间点完成沉淀池蓄水,在随后退潮至最低潮位时,即6h45min内完成海水沉淀及海水抽取两项工作。因此沉淀池可抽取海水量计算应为:

可使用海水量 = $500\text{m}^3/\text{h} \times (6.75\text{h} - 3\text{h})$, 即 1875m^3 ;

其中: $500\text{m}^3/\text{h}$ 为潜水泵流量;

6.75h 为一个退潮期,见表 2-1;

3h 为满足过滤器进口需求的海水静置沉淀时间。

因此,根据沉淀池深度 2.5 米、可利用深度 2 米的需求,计算出沉淀池设计尺寸可为 $30\text{m} \times 30\text{m} \times 2.5\text{m}$,满足 1 个落潮期内海水沉淀后供应需求,图 2-1 所示的沉淀池挖取前情况。



图 2-1 沉淀池挖取

2.2 取水点箱式吊架设计

沉淀池内经过 3 个小时沉淀,通常上层 1.5—2m 的海水可满足进入过滤器进行再次过滤,因此尽可能抽取上层清液,是保证后续过滤器的过滤效果及过滤速度的关键。通常在施工支持船上的抽水作业,可以把潜水泵固定在船舷边垂直抽取海水;对于在海边沉淀池内抽水,垂直固定 1 个潜水泵进行吸水作业,会出现因潜水泵的震动及巨大抽吸力使潜水泵周围海水因搅动变浑浊,影响海水沉淀过滤效果。

而通过设计一个箱式吊架,将潜水泵置于箱式吊架中,可较好的解决了上述两种作为难题。其一,箱式吊架外形尺寸较大、潜水泵内置于箱式吊架其中避免了潜水泵与外界的直接扰动,缓冲了对海底泥层的扰动。其二,潜水泵内置于箱式吊架中,抽取的海水是从箱式吊架上层进入箱内的沉淀海水,沉淀效果更为理想。如图所示。

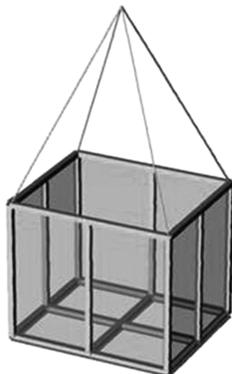


图 2-2 潜水泵箱式吊架

2.3 过滤器组合过滤创新性设计

要海水达到 $50\mu\text{m}$ 的过滤精度,通常需要使用过滤器进行过滤。在海管预调试作业中,进行海水过滤的过滤器最常用的有三种:分别为袋式过滤器、篮式过滤器及反冲洗过滤器。袋式过滤器容易清洗,更换快捷每次仅需 30 秒即可完成,具有过滤处理流量大、过滤精度高、效率高、成本低等特点;篮式过滤器通常过滤介质当中夹杂的小型固体,具有结构简单,拆卸容易的特点,成本略高;反冲洗过滤器是全自动过滤模式,依靠内部的压差控制设备自动进行反冲洗,即内部滤网堵塞后形成压差,促使过滤器内部反向冲洗掉滤网上堵塞的杂质完成海水过滤,作业时不用更换滤芯因此作业效果较高。

海管登陆点受每日涨落潮影响海水水质较差,携带较多杂质且悬浮物多,使用上述三种过滤器均不能很好的完成海水过滤,一次性达到 $50\mu\text{m}$ 的过滤标准易使过滤器堵塞、频繁反向冲洗等情况,过滤效率比较低。

通过对几种过滤器使用条件的选用,创新性设计出了由反冲洗过滤器及两个袋式过滤器组合过滤的方式,即先自动反冲洗过滤器完成 $300\mu\text{m}$ 海水过滤,虑掉大部分水中悬浮物,将所过滤液体分两个支路分别进入袋式过滤器(选取 $50\mu\text{m}$ 微米过滤精度),进而分级完成海水过滤。过滤器组合设计图如图 2-3 所示。

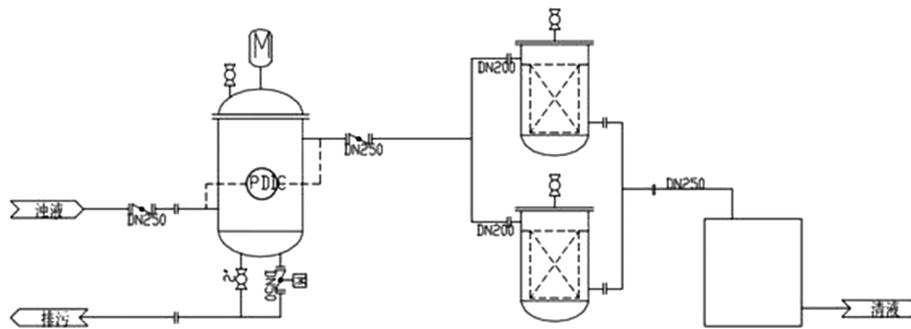


图 2-3 过滤器组合设计图

设计原理为:反冲洗过滤器反冲洗模式效率高,对于较洁净海水可实现 $50\mu\text{m}$ 精度过滤,降低至 $300\mu\text{m}$ 标准时效率会大幅提高作业效率。制取的过滤海水分别进入两个具备高精度过滤的袋式过滤器,当一个滤袋过滤效率降低后,仓内压力升高到一定数值即指示滤网堵塞、承压过高需更换滤袋,同时另一个袋式过滤器可正常作业,如此保证整个海水过滤流程连续高效完成。图 2-4、图 2-5 为反冲洗过滤器正向过滤及反向冲洗过程示意图;图 2-6 为袋式过滤器示意图。

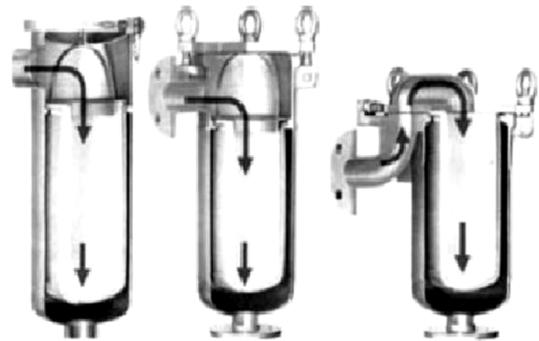


图 2-6 袋式过滤器

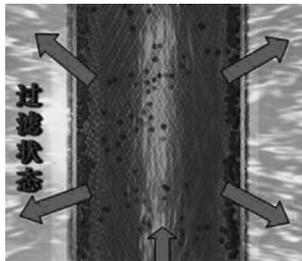


图 2-4 反冲洗过滤器滤网过滤状态

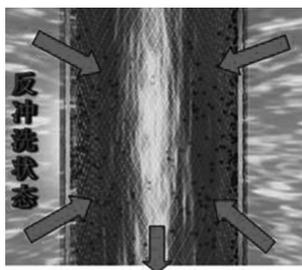


图 2-5 反冲洗过滤器反冲洗状态

3 结语

文中介绍了登陆海管在预调试期间,利用潮汐海水进行沉淀及过滤取水的相关设计。通过沉淀池的设计给出了如何最有效利用每个涨潮和落潮周期,实现海水灌入、沉淀及抽取;通过潜水泵箱式吊架的设计,在抽取上层清水及减少潜水泵对泥层的扰动方面有很好的效果;通过对不同效果的过滤器组合设计使用,使每种过滤器分担不同的过滤任务,在增强整体过滤效率和过滤质量两方面都得到很好的实行。对于潮汐海水的沉淀过滤,文中阐述的方法经过工程应用,在每个涨落潮周期内较好的实现了海水的沉淀过滤,其中的设计方法、计算及选型对类似的工程项目有参考意义。

【参考文献】

- [1]王帅强,程方,纪少新,翟继超,樊雄,王太辰. 纤维过滤处理渤海海水的效能研究,水处理技术,2014(09).
- [2]周胜锰. 一种养殖海水过滤系统,当代水产,2018(06).
- [3]王新鹏,任显龙. 自清洗过滤器在海水淡化中的应用与控制设计,锅炉制造,2013(03).