

管道跨海铺设牵引施工方案设计

肖仁富 孙毅峰 韦振良

【摘要】 牵引是有别于顶推、转体、提升的又一种工程应用方式。本文简要介绍一项管道跨海铺设工程牵引施工方案设计。

【关键词】 管道跨海铺设 牵引动力系统 施工程序

1 概述

某管道跨海铺设工程直线距离4km，因牵引施工平台受环境因素影响（风向、海流）及管道行进受海底地形、地貌影响，管道铺设长度约4km~5km。

管道跨海铺设采用分节段焊接接长，逐节段向前牵引的铺设方案。由工厂加工成型的96m长管道节段运至焊接现场后，与前一节管道对接并焊接成型。置于管道铺设牵引施工平台上的牵引动力系统将管道向前牵引96m并对牵引施工平台抛锚定位。再将下一管道节段运至焊接现场，并重复上述施工步骤，直至管道跨海铺设完成为止。

管道铺设牵引施工平台由泊船、牵引动力系统及抛锚定位系统组成。抛锚定位系统由泊船自备。能承载200T以上锚固力的海底锚爪、锚索联接器、钢绞线、千斤顶、泵站、控制台组成牵引动力系统。两台牵引千斤顶分别置于泊船前、后端，并通过带转向装置的反力座与泊船相对固定。置于泊船前端的千斤顶通过钢绞线、锚索联接器与海底锚爪连接；置于泊船后端的千斤顶通过另一束钢绞线、锚索连接器与铺设管路的端部

相接（如图1所示）。千斤顶运行方向相反，固定于泊船前端的千斤顶牵引泊船前进，固定于泊船后端的千斤顶牵引管道前进，从而达到铺设管道行进速度加倍、牵引速度达100 m/h的目的。



图1 管道牵引示意图

牵引索的配制应满足管道铺设一个循环前进约400m的要求。即管道连续铺设4个节段后，通过放牵引索、泊船移动，将海底锚爪在管道铺设路径的前方400m处重新锚固，以满足下一个循环管道铺设施工的要求。

由于施工平台较长时间连续在海面上作业，风大浪高天气状况的出现不可避免。受施工影响，泊船随波浪自由浮动受到千斤顶通过牵引索与海底锚爪、牵引索与管道连接所形成的前、后垂直方向的约束。因此泊船应采取相应的抗风浪措施，以确保施工人员及牵引动力系统电气设备的安全。

2 牵引动力系统主要设备及技术参数

牵引动力系统主要设备由柳州市建筑机械总厂生产的QDCL300-2000型千斤顶、YBZ-2×95

肖仁富：柳州欧维姆工程有限公司高工
孙毅峰：柳州欧维姆工程有限公司项目部经理

型液压泵站和QK-8型主控台组成。设备主要技术参数详见表1、表2。

表1 千斤顶主要技术参数

型号	额定油压	额定牵引力
QDCL300	25MPa	2000KN

表2 泵站主要技术参数

型号	额定油压	额定流量
YBZ-2×95	31.5MPa	2×95L/min

3 施工准备

3.1 设备安装

(1) 将牵引千斤顶安装到带转向装置的反力座上。要求反力座转向装置在竖直面转向范围为 $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ；

(2) 泵站分别就近安放于对应千斤顶旁，并正确连接泵、顶之间的油路及泵站电源线；

(3) 安装主控台与泵站之间的控制电缆。

3.2 设备调试

检查设备安装正确无误及泵站注满液压油后，按操作规程要求，启动泵站和主控台。要求：

3.2.1 系统运行各项功能与各项功能操作按钮一一对应；

3.2.2 千斤顶前、后顶运行连续；

3.2.3 行程开关安装、调整后应满足使用要求。

3.3 制索

3.3.1 按等长度原则并在定值张力情况下，对钢绞线下料，下料长度为 $65m+4 \times 48m$ 。并在等值张力情况下对钢绞线逐根画线作标识。每根钢绞线标识间隔为 $65m+4 \times 48m$ ；

3.3.2 用挤压器在钢绞线一端加工P锚；

3.3.3 将一端带P锚的钢绞线穿进锚索连接器，并逐根编号，平行理顺。在P锚紧贴锚板的情况下，在锚索连接器的外侧灌注15~20cm长度的环氧砂浆。

3.4 穿索

3.4.1 第一次穿索数量为6根，穿过千斤顶夹持器内圈6孔；

3.4.2 穿索原则由上往下，穿索顺序依次为梳线器1、千斤顶、导向锚、梳线器2，要求钢绞线在穿制过程中不可错位交叉，最后与绕线器可靠连接；

3.4.3 每穿一根钢绞线，在导向锚上安装一付夹片，对钢绞线锚固；

3.4.4 穿索时，要求每根钢绞线上的等长度标识对齐；

3.4.5 穿索完成后，将锚索连接器与对应接点可靠连接；

3.4.6 当千斤顶牵引力达800KN左右时，穿另外12根钢绞线，使每台千斤顶所穿钢绞线数量达18根。

3.5 预紧

用手动操作方式按图2所示操作程序操作。

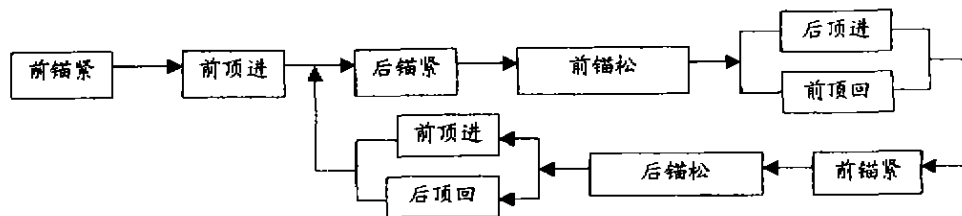


图2 预紧操作程序示意图

预紧力合适、且前后顶均回程到位后，前后夹持器均压紧（牵引施工前再将压板抬起适当高度），停机。

4 牵引施工

4.1 准备工作全部就绪，各岗位人员到位，操作人员启动动力系统设备，并使其处于连续牵引工作状态；

4.2 当第一节管道牵引到设计位置前10m时，即停机，观察泊船因惯性力向前运行带动管路前进的距离，并根据前面观测数据规律，决定后续管道牵引的停机距离。牵引距离不足部分，用手动操作解决。

5 牵引过程质量控制及技术措施

5.1 牵引动力系统动力储备系数、安全系数

5.1.1 QDCL300型千斤顶额定牵引力为2000kN，满足牵引力不大于200吨的要求。假如工程施工后期管道前进摩擦阻力超过千斤顶额定牵引力，则采用牵引动力船在前方提供辅助牵引动力，安装于泊船前端的千斤顶提供主要牵引

力，泊船后部的千斤顶前、后夹持器均夹紧钢绞线的方法，完成管路牵引任务；

5.1.2 本工程选用 $\phi 15.24\text{mm}$ 、低松弛、高强度钢绞线作牵引承力索。每台千斤顶应用18根钢绞线，能承载4572kN牵引力。安全系数约2.3；

5.1.3 锚索连接器能承载3000kN以上荷载力，安全系数1.5以上。

5.2 突发超载控制

海底地形、地貌情况不明，为预防牵引过程中因管道端部碰到行进路径上的障碍物出现突发超载情况，产生不良后果，动力系统采用限压控制以避免突发超载对牵引动力系统产生的危害。

5.3 定位控制

为防牵引动力系统停机后，泊船因惯性力继续带动管路前进，对后续管道对接产生不利影响，泊船自备后锚应及时施力，克服泊船惯性力。并采用第四条第2款所述技术措施进行定位、调整，然后用泊船锚索定位系统定位。

《结构工程新理论和新技术研究》 青年学者学术讨论会在东大召开

“OVM徐百川预应力奖学金”设立者柳州市建筑机械总厂、东大砦及预应力砦结构实验室、江苏省土建学会预应力学术委员会、华东预应力中心共同组织的《结构工程新理论和新技术研究》青年学者学术讨论会于6月15日在东南大学土木工程学院召开，华东预应力中心主任孟少平教授主持了会议。吕志涛院士、柳州市建筑机械总厂陈谦厂长与谢正元副主任、东大土木工程学院李爱群院长、江苏省建筑设计院任家骥总工、南京市建筑设计院汪凯副院长等作了热烈而精辟的发言，十二位青年学者作了精彩的学术报

告，涉及到预应力砦结构的弹塑性分析，抗震、隔震理论，索网空间结构，碳纤维加固理论与实践等许多学科领域，一批青年学者崭露头角。

学术讨论会编印了题为《结构工程新理论和预应力新技术研究》论文集。论文集共收集论文31篇，吕志涛院士题写了序言。会议还评出论文一等奖4名、二等奖6名、三等奖12名。

会议还举行了OVM徐百川预应力奖学金基金会第一次颁奖仪式，获奖者代表博士研究生吴刚代表全体获奖者发了言。

（摘自《预应力技术信息》2001.6刘进军文）

5.4 其它

5.4.1 由于海底地形、地貌变幻莫测，为防管道牵引铺设过程中，管道端部受海底障碍物阻挡无法前进的故障问题发生，管道端头用浮筒类设施提高海床或采取其它可有效滑越障碍物的技术措施；

5.4.2 及时了解天气及海浪等气象信息，为

安全施工提供保证。并对泵站电机、电控设备等采取有效的安全防护措施；

5.4.3 每牵引一个节段管道，对设备进行一次全面检查、维护，确保设备处于良好工作状态。

6 施工程序

施工程序如图3所示。

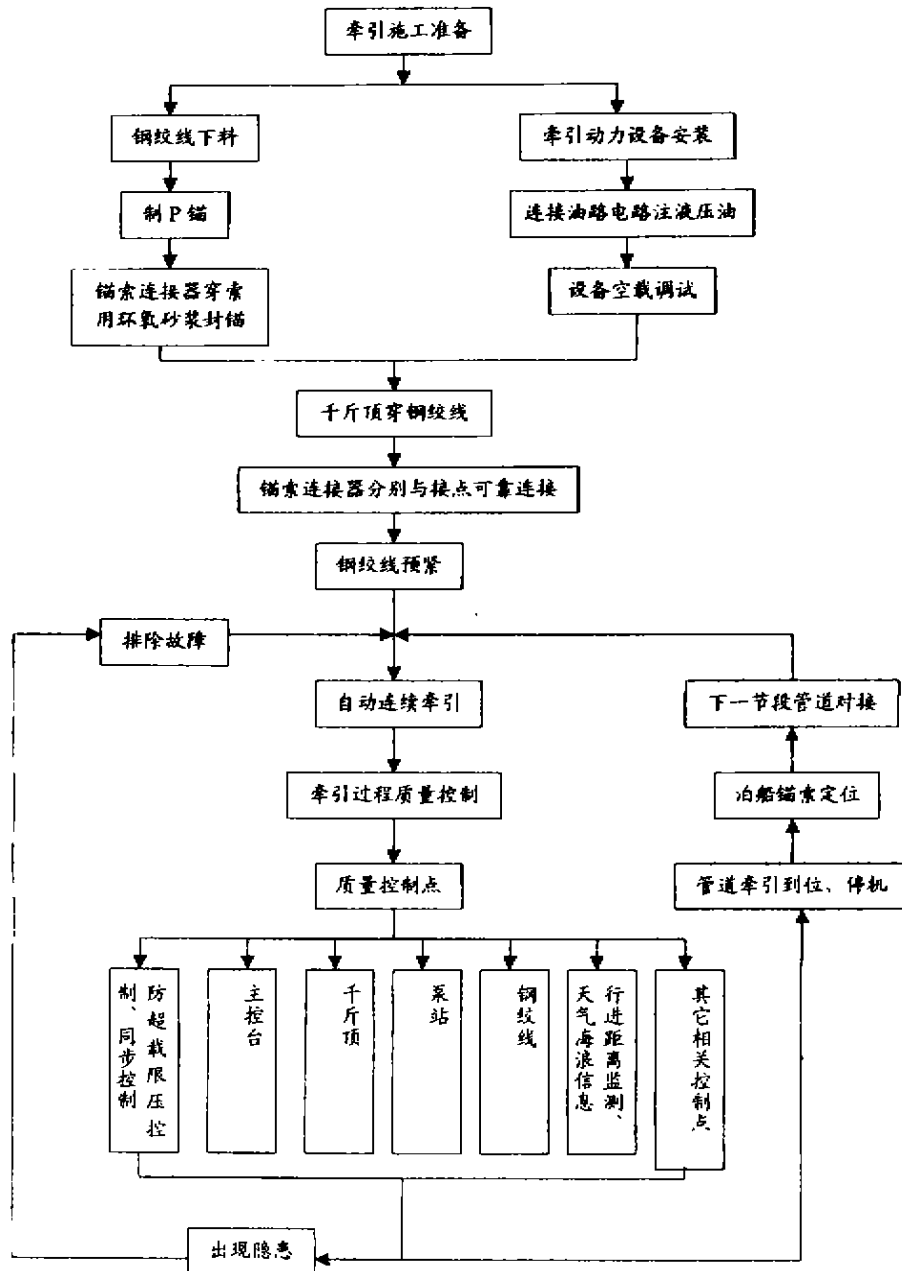


图3