

内壁机械除锈机在大口径管道的应用

徐竹林

青岛新瑞洁清洗工程技术有限公司 青岛 266045

摘要：GORGON 项目是澳大利亚 LNG 开发项目，管线建造施工中,由于管线运输及保管过程中保护不当，尤其是 DN750 管线造成管道内壁锈蚀严重，根据业主要求在预制前需要进行内表面清理，去除管壁内氧化铁、沉积物等杂物，满足了施工工艺清洁指标。

关键词：柔性连接的钢刷架、防缠绕牵引器、变频电机。

一前言

LNG 开发项目使用的低温碳钢输送管道，对于工艺管道内清洁要求尤其严格，管道内的氧化铁、杂质、施工料场存放过程中的沉积物，将对管道装置的安全产生极大危害。在 GORGON 项目管线建造施工过程中，必须去除此类影响管道质量的隐患，使用常规清洗方法，压力达到 150Mpa 的高压射流，可以将此类杂质去除，但是成本较高。根据 DN750 管线品种单一，长度一致（9000mm）特点，经过相关部门技术攻关，成功研制出机械管道内壁除锈机，满足了预制前锈蚀清理的工艺要求，并且降低了生产成本。

二．管道内壁除锈机原理

1 动力端

使用一台三相 1.5KW 涡轮减速电机，使用变频器控制机器转速，将转速控制在 280-350 转/分钟。根据管道内截面积，制作底盘及管道支架，使用 400*600*15mm 钢板作为底盘并将电机固定在上面，将以管道半径作为中心距，将四根导向杆连接在电机底盘上，留出伸缩杆空间，使用 8 个 2 寸尼龙转向轮作为滑动载体。

图一动力端



2.除锈单元

使用和电机涡轮减速器原有的钻杆接口，将一根原配合钻杆截断至 500mm，将旋转环连接到中心导向杆前部，这样可以防止人工牵引过程中绳子的缠绕。

根据管道中心距离，使用 8 根厚壁钢管制作伞形支撑架作为除锈单元的骨架。将前后 2 根支撑架连接后，预留调整距离和内壁压紧位置。

在 300*40*10mm 钢板上固定三个平板钢刷作为除锈刷体，平板刷的固定采用 M16 螺栓固定方便磨损后的更换。除锈刷体后部使用导向杆及弹簧和伞形支撑架柔性连接，构成除锈单元。

图二除锈单元



三. 调试

制作完成后，在管道内进行了实验，发现了制作过程中的许多缺陷，主要总结如下

1. 管道内壁不通径，主要存在于管道在运输、装卸过程中挤压变形造成不能除锈机通过，造成除锈机卡堵在管道内，根据此现象调整了电机导向支撑杆长度，改变原有紧贴管道内壁，缩减 10mm 间隙，防止了卡堵现象的再次发生。
2. 导向轮磨损造成运动轨迹跑偏，在制作过程中，由于没有考虑支撑轮除了要作为轴向滑动外，还要克服电机和除锈单元相互扭力，带来的跑偏并损坏滑动轮现象，根据此现象，将尼龙轮改成 2 寸铸铁轮，改变了导向轮的跑偏现象。
3. 运动中动力端和除锈单元分离，现场使用的是一台 1.5KW 电机及涡轮减速机。原设计是运用在岩石的钻孔机械，有可以和钻杆分离的接口并带有自锁装置，使用此装置后，在作业过程中设备在管道内不均匀的运动造成设备摆动，使连接动力端和除锈单元的自锁装置脱开，后采用铰链连接后没有再发生脱开现象。
4. 存在电源磨损隐患，由于管道共计 9000mm，在电源使用方面，使用一台 4kw 变频电机及漏电保护单元，电缆使用普通防水电缆，在使用过程中发现电缆在管道内反复拖拉，容易造成电缆磨损，之后改成船用三防电缆并增加了一层尼龙包覆层，从根本上解决了漏电伤害事故的发生。

四. 除锈效果及应用

除锈机在试验完成后，进行了除锈生产，具有结构简单，操作方便，安全系数较高，除锈速度快等特点。

根据管道内具体状况，采用双向牵引，即在管道两头使用牵引绳牵引，由于在除锈刷设计上采用了螺旋结构，所以管道内壁除锈机具备半自动前进效果，降低了现场操作者的劳动强度。

由于采用优化的产品设计，在实际操作中平均 8 分钟完成一根除锈作业，每台班可以作业 20 根，作业产值 3000 元，比高压射流（8000 元/台班）降低 5000 元/台班。

除锈效果：本方法使用后，能达到半自动化操作，清理后管道内部无毛刺、焊渣、氧化皮，金属内壁光洁，露出金属基面，达到业主要求。在野外施工中，作业简单优于化学清洗、高压射流、喷砂作业。

五. 需要改进的措施

- 1.增加压缩空气吹扫，在除锈过程中将产生的锈及直接吹扫出去，减少一次清理过程。
- 2.将除锈单元，改造成支架式可以适用于不同管径。
- 3.在管道前端设置轨道，使用硬杆对管道除锈机经行牵引机伸缩，进一步提高劳动效率