

48-51

为降低海底管道工程造价广开思路

TE 173.11

符辰

中国海洋石油生产研究中心, 北京, 100086

摘要 建设大口径长距离海底管道耗资巨大。在当前国际经济环境比较严峻的情况下, 进一步降低工程造价已摆上议事日程, 而实行更加科学的工程管理, 借鉴、吸收近年来不断面世的新技术、新方法, 使降低造价成为可能。

关键词 海底管道 降低造价 路由调查 挖沟 立管

近年来, 中国海洋石油总公司对开发战略进行了调整, 变以油为主为油气并举、向气倾斜, 因此, 今后将会建造更多的大口径长距离海底输气管道。海洋石油工业是高风险、高投入的行业, 长距离海底管道的造价占项目总投资的比例非常高。据现有资料介绍, 直径 500 mm 的海底管道平均每 km 造价为 50 万美元以上, 因而每建造 100 km 管道就需投入 5 000 万美元以上的巨资; 但事物总是一分为二的, 投资越大, 可降低成本的因素也就越多, 降低成本的可能性就越大。近来国际市场原油价格暴跌, 并很可能低迷徘徊一段时间, 伴随着亚洲金融风暴的冲击, 世界经济也受到影响, 在这种情况下, 全方位降低海上油气田的开发成本对海洋石油企业来说已迫在眉睫。在参考了近年来国内外的研究成果、工程实践的基础上, 结合自己在工作中的经验, 对如何降低海底管道工程造价提出几点建议, 供大家参考。

我们习惯上把管道工程分为 4 部分: 路由调查、工程设计、制造和安装、投产后的维修。这 4 部分的工作不是相互独立、截然分开的, 而是互相关联、互相影响的, 尤其是路由调查方案的确定, 与设计和施工之间的联系极为紧密。调查结果直接影响设计与施工, 而最初的设计思路又影响着调查方案的制定, 因此, 费用的控制应贯穿于工程的各个阶段, 而施工前的工作对费用控制尤为重要。

1 路由调查阶段的费用控制

路由调查内容的周全与否及调查结果的准确性, 对海底管道尤其是长距离管道的设计、施工乃至运行都至关重要。海底管道路由调查是一个系统工作, 涉及多领域、多学科, 包括定位、测深、地貌、地质、风、浪、流、潮、海洋生物、腐蚀等各种要素, 因而调查的费用也较高。以每 100 km 管道路由的详勘为例, 若调查内容包括测深、地貌、浅层剖面、表层沉积物取样、地质钻孔及相应区域的风、浪、流等, 其费用会高达几百万元人民币。由于工程前期方案存在很大的不确定性, 在项目的各个阶段, 管道路由的起点和终点都有可能发生变化, 都可能引起部分路由段甚至整个路由的改变, 若几经反复, 上千万元的投资就会付诸东流, 因此, 为更有效地控制

制费用，我们应当遵循以下原则。

1.1 对不同的工程阶段进行不同深度的调查

(1) 可行性研究阶段 在此阶段，建设项目还停留在整个项目是否可行以及如何取舍的阶段上，不确定性因素非常多。此时路由调查的目地在于了解路由区的区域性水深、地貌、地质特征，然后根据选线原则选择出几条可行的线路，不必开展过多过深的路由调查工作。调查重点应放在广泛收集相关区域的历史资料上，如收集附近油气田的资料及我国沿海大陆架普查资料。如果有必要，可以请专业人员对所掌握的资料进行相关分析，以便得出用于可行性研究的基础参数。

(2) 初步设计阶段 此阶段的调查应对可行性研究初步选出的几条路由进行适当的实地初勘。调查目的主要是对沿线水深、地貌、海床沉积物及其活动性、人为及天然障碍物、危害性地质构造等，有进一步地实地了解，以便确定出条件较好的路由。必须注意的是，初勘阶段仍不宜对路由的局部做过细的调查，尤其不宜做过多的钻孔取样。

(3) 详细设计和施工阶段 初步设计完成后，管道路由已基本确定，若没有大的方案变动，线路不会改变；因此，这个阶段的工作重点应放在工程地质调查上，并对初步调查中不够细、初步设计后建议修改或带有不确定性因素的局部路由段进行补充调查。

1.2 引进竞争机制，实行科学管理

目前国内有多家企业和科研机构有能力独立或联合承揽海底管道路由的调查业务，因此在选定承包商时应采用招投标制，这样在满足业主要求的前提下可适当降低勘查费用。当然，这里并不排除与质量好、信誉高的承包商建立长期的伙伴关系，但大型的路由调查应尽可能采取招投标制。另外有一点特别值得注意的是，除非不得已，路由调查的时间应尽量避免恶劣天气出现概率较高的月份，否则，无论是否采取招投标，也无论各家标底相差多大，各承包商都会在正常费用的基础上增加可能碰上恶劣天气而造成的窝工费用。此外，如果工期允许，钻孔应当安排在物探完成后，这样钻孔位置和深度的确定就会更加合理。

1.3 遵守规范，合理选定调查项目

同一调查阶段调查项目的多少及其深度要求是影响调查费用的主要因素，因此，应当严格遵守相关的调查规范，合理选定调查项目，没必要做的坚决不做。例如是否需要了解海床土的动力特性，在确定调查项目前可以查阅国家地震烈度委员会颁布的我国地震烈度区划图，获得相关区域的地震烈度；根据设计规范，如果管道在路由区所划定的烈度下可以不设防，就不必要求承包商提供海床土的动力特征值。又如对钻孔位置和深度的选择，管道路由地质钻孔的目的：一是与剖面资料相结合揭示不同沉积物的类型及厚度，二是取得沉积物样品，再通过土工实验取得沉积物的物理力学参数。因此，钻孔位置要布置合理，力争以数量相对少的钻孔来获取较满意的结果，例如，在表层及浅层沉积物厚度变化较大的路由段适当加密钻孔，而在沉积物厚度变化不大的区域相应减少钻孔且钻孔深度以揭示到目标层为限，不应盲目增加。

总之，应本着科学的态度，根据各项目的不同特点制定调查方案，而非照抄照搬。

2 设计阶段应注意的几个问题

工程造价控制要贯穿于项目建设全过程，这一点毫无疑义，但必须重点突出。很显然，

工程造价控制的关键阶段在于投资决策和设计阶段,而在项目作出投资决策后,控制工程造价的关键阶段就在于设计阶段。据西方一些国家分析,设计费一般只相当于工程全寿命费用的1%以下,而对工程造价的影响度却占75%以上。由此可见,在设计中对整个方案或其中的某些方面进行优化,对降低整个工程的造价起着至关重要的作用。因此,在设计阶段应加深对项目中所遇问题的研究,未雨绸缪,以取得事半功倍的效果。下面略举几例。

2.1 挖沟

这些年来,在多个项目中,凡需要挖沟埋设的管道其设计埋设深度几乎雷同。挖沟及埋设费用在管道工程总费用中占有较高的比例,其对项目成本的影响表现在挖沟作业本身的费用,和延长了项目整个工期的费用。决定管道是否挖沟的因素为:(1)管道能否靠自重来维持其在海床上的稳定;(2)管道能否抵抗外来非环境因素(如船只抛锚等)的影响。因为埋设深度取决于海床土遭受水动力侵蚀而造成的侵蚀深度及锚的入土深度,所以不同海域甚至同海域的不同区段海床沉积物种类和土的力学指标不同,锚的入土深度必然有差别。不同的水动力条件,造成的侵蚀深度也不相同,因而“不同海域、不同条件下的管道挖沟深度大致相同”显然是缺乏科学、细致的论证。对几km、十几km的短距离管道,挖沟费用的影响可能不太明显,但对上百km甚至数百km的长距离管道,其影响则是巨大的。

2.2 立管

伴随着海洋石油工业的发展,不断会有新的课题摆在工程建设者面前。围绕着如何解决所遇到的实际问题以及如何降低工程造价,不断有新思路、新方法出现。过去的实践表明,这些新思路、新方法,很多具有可操作性,有些还具有普遍性,很值得我们借鉴。如近年来出现的一种新型立管系统,值得推荐。

立管是海上生产设施的关键设备,具有经济、安全2方面的重要性。对围绕中心平台布设众多井口平台或水下生产系统的油气田来讲,平台需要设置生产、试验、注水等多种管道,立管的重要性就不言而喻了。

立管对平台的安全性也至关重要,它的损坏会危及整个生产系统。为此,在立管设计中要考虑区别于海底管道的多种安全因素,如防止船只碰撞,在防腐蚀方面增加要求,对结构进行加强等。

在设计立管时还应充分考虑立管安装时的不同特点及方法。以立管所依托的平台来划分,立管安装通常分为2种:(1)为已建成平台增设立管;(2)为新建平台安装立管。

2.2.1 为已建成平台增设立管

传统的安装方法主要是吊装。首先在陆地将立管系统制造、组装完毕,然后用船运至海上,再用浮吊将立管吊起并安装在导管架外侧,最后由潜水员用立管卡子将立管固定。

为解决已建成平台在立管安装过程中对浮吊的依靠并减少潜水作业,一种新型立管系统应运而生。这种主要基于需要套管保护的深水(100m以上)立管系统是通过平台上已有的井槽安装的。与传统的立管系统相比,其主要优点为:

(1)更加安全 新型立管系统位于导管架内侧,不会受到船只碰撞。

(2)节省投资 新方法可节省投资约30%~60%,因为:安装过程中不再需要大型起重船只;不再或极少需要潜水作业;新型立管的质量较轻,材料费及建造费都被节省。

(3)质量减小 新型立管的安装是直立方式,立管减小了壁厚,可节约钢材20%~

40%；如果立管是自支撑系统，还减少了平台的荷载。

(4) 易于检修 新型立管系统中立管与套管相对独立，因此检修方便。

(5) 对安装天气的依赖性少 安装新型立管系统不需要浮吊，因此在施工周期的选择上自由度相对较大。

2.2.2 新建平台的立管系统

由于在已建成平台增设立管的成功，这种新型立管系统的使用已延伸到新建平台的立管设计中，并且在北海的几个油气田开发中得到了应用。对于新建的海上油气设施，立管设计要面临3个问题：(1) 目前就需要安装的立管系统；(2) 将来肯定要安装的立管系统；(3) 将来有可能要安装的立管系统。

传统的安装方法，相对已知的立管系统（包括前面提到的前2类），是在新平台的设计阶段就完成立管系统设计的方法，其作法为：

(1) 对于已知的立管 如果在平台制造阶段对立管的需求就已经确定，传统的立管安装方式主要有：①在平台建造时将立管安装在导管架上；②在导管架上安装J形管，管道铺设完成后将海底管道通过J形管拉到平台上部形成立管。用该方法安装立管所面临的问题是，如果今后立管出现问题，则很难采取补救措施。

新型立管系统也可在平台制造阶段完成，并可在今后根据需要移走或更换。

(2) 对于将来有可能安装的立管 如果设想今后的开发需要增加立管，立管可以在建造阶段安装，但不能保证完全满足今后的需要。多年不能投入使用的立管系统，如果不能得到很好的维护，就会受到损坏；并且立管即使不使用，也会给平台施加永久荷载。另外，预留立管的材料费和安装费很可观。

新型立管系统可以避免对可能安装的立管系统的预测，而“当真正需要时再安装”的优点在于其经济性和准确性。

新型立管系统与传统立管系统相比更具有安全性、经济性和灵活性。近年来完成的安装和研究表明，新型立管系统的优越性已得到了证明。作为一种标准方法，这种立管系统正越来越为作业者所接受。

3 结束语

影响海底管道工程造价的因素很多，本文仅提出了一些肤浅的建议。作为项目管理三大控制之一的费用控制是贯穿于工程建设的各个阶段、各个环节的，如果每位参与项目的工程技术人员在确定工程方案时都能开动脑筋，那么在满足安全性的前提下，多方位多角度地降低海底管道工程造价是能够实现的。

（收稿日期：1998-07-20；编辑：张天祥）