

浅谈长输管道海域部分与陆域部分安全评价的区别

高小龙（天津北海油人力资源咨询服务有限公司，天津 300450）

姚 爽（大庆亚兴安全科技股份有限公司天津分公司，天津 300300）

摘 要：长输管道是指产地、储存库、使用单位间的用于输送商品介质的管道，有别与油气田内部的集输管线。长输管道作为能源运输重要手段，具有安全、高效、节能、环保的特点。随着经济的发展及城市的扩张，部分临海城市长输管道的管道路由选择空间越来越小，因此跨海长输管道逐渐增多，跨海长输管道又分为陆域段与海域段，长输管道海域部分与陆域部分安全评价和评价要点有明显的区别。

关键词：长输管道；海域部分与陆域部分；安全评价

0 引言

跨海长输管道往往不只是由入海点到登陆点之间的管道构成，实际上还包含上下游至阀室或者站场的陆域管线，因此整个跨海长输管道工程的安全评价比单纯的陆上长输管道更复杂、更繁琐，主要突出在安全评价报告报批单位、安全评价导则、安全评价依据、工程危险有害因素辨识等方面。

1 报批单位

在进行安全评价过程中，首要工作就是现场勘查，根据《安全评价检测检验机构管理办法》“安全评价检测检验机构应当在开展现场技术服务前七个工作日内，书面告知项目实施地资质认可机关，接受资质认可机关及其下级部门的监督抽查”。

陆上油气管道根据其项目特点一般报批单位为工程建设地点属地应急管理局或者应急管理厅，但是海域段管道确没有明确的属地管理单位，因为应急管理局或者应急管理厅其执法区域仅限于陆地区域，对于海域管道既没有执法权力也没有执法工具。应急管理部所设的海洋石油安全生产监督管理办公室主要是承担海上石油天然气安全生产的综合监督管理工作，工作对象是石油天然气开采行业，而管道运输业不在其监管范围内。所以造成了海域段管道报批部门的不确定性。

目前根据各跨海长输管道项目属地应急管理部门的要求，采取的方式主要有：方案一将长输管道海域部分安全评价报告作为陆域安全评价报告的附件进行上报评审；方案二是长输管道海域部分安全评价报告单独上报，由属地应急管理部门协调海洋局、发改委等部门或者相关专家进行评审；方案三是将长输管道海域部分安全评价报告完全参照陆上油气管道进行上

报评审；方案四是长输管道海域部分安全评价报告由企业自主组织专家进行评审，评审报告备查。根据实际执行情况方案二执行难度较大，主要体现在跨政府部门的协作难度大，备案版报告归口问题难以解决。

2 安全评价导则

安全评价导则规定了安全评价的程序、安全评价报告的内容、安全评价报告的格式等基本要求，能有效的推进安全评价工作的执行，对安全评价起指导性纲领作用，其重要度不言而喻。

而目前陆上长输管道安全评价工作执行的导则为《陆上油气管道建设项目安全评价导则》（AQ/T3057-2019），该导则第一节明确指出该标准不适用于海底油气管道，因此长输管道海域段安全评价采用《陆上油气管道建设项目安全评价导则》稍显牵强，而且该导则要求的很多内容海底管道并不涉及，例如：人员密集高后果区、山岭隧道、采矿区、大中型穿跨越、与公路、电力线路、铁路的交叉并行、伴行路等等情况，另外阀室、站场等等设施海底管道也不涉及，如果仅仅只是把这些内容删除，安全评价报告将显得很单薄，缺乏说服力，但目前又没有针对长输管道海域段安全评价的评价导则。

所以推荐采用的方式是参考《陆上油气管道建设项目安全评价导则》（AQ/T3057-2019）中要求的安全评价程序和安全评价报告格式，并针对长输管道海域段的特点对评价内容进行扩充完善。这样既方便了与陆域管道安全评价报告格式的一致性，便于统一评审，又能囊括长输管道海域安全评价的相关内容，不至于评价缺项。

相对于《陆上油气管道建设项目安全评价导则》（AQ/T3057-2019）的要求长输管道海域段安全评价

增加的主要内容包括：海底管道入海点和登陆点周边环境、海洋水文条件分析、浅地层剖面探测情况、海底冲淤情况、海底障碍物、海域开发情况（港口、航道、锚地、养殖、其他海底工程、保护区）等情况介绍，并且在后续的定性、定量安全评价中对这些内容进行补充分析。

3 评价依据

安全评价依据是安全评价的基础，安全评价依据引用的正确与否直接决定了安全评价报告的准确性与真实性，因此评价依据对安全评价工作也是至关重要的。

长输管道陆域段安全评价和海域段安全评价评价依据的不同点在于标准规范及工程基础资料，标准规范不再展开叙述，工程基础资料的不同主要在于长输管道陆域段安全评价资料包括《可行性研究报告》、《地质灾害危险性评估报告》、《地质勘察报告》、《地震安全性评价报告》、《压覆矿产资源评估报告》、《通航安全性评价报告》等资料，而长输管道海域段安全评价除了要依据上述资料外还需要补充《海域使用论证报告书》、《航道通航条件影响评价》、《海底管道路由勘测报告》等具有海域特色的相关资料。

其中《海域使用论证报告书》是针对项目用海的分析论证内容，归纳给出项目用海可行或不可行的论证结论，《海域使用论证报告书》决定了海域使用的合法性；《航道通航条件影响评价》主要是论证评价管道工程对现有航道通航条件的影响并提出减小或者消除影响的对策措施，由有审核权的交通运输主管部门或者航道管理机构进行审核，《航道通航条件影响评价》决定了工程项目对航道的影响，《航道通航条件影响评价》审核通过后才可以进行施工作业；《海底管道路由勘测报告》是为了探测海底地质条件，以确定施工方式，并验证路由的合理性，《海底管道路由勘测报告》一般由地震剖面探测、侧扫声纳探测和水深测量同船同步进行。

由于海底管道的特殊性，建设单位对海管安全评价了解较少，可能部分安全评价前置资料准备不充分，导致安全评价周期大大延长，甚至耽误施工进度安排，因此安全评价前应及时与建设单位进行沟通，对资料的收集应具有前瞻性，以免造成工程延误引起经济损失。

4 危险有害因素分析

危险有害因素分析是安全评价报告的核心内容，

其分析的全面性将直接影响安全评价的方向和安全评价的重点，关键危险有害因素的缺失将引起严重后果。

长输管道海域段相对于陆域段增加的危险因素主要有：自然灾害（台风、风暴潮、波浪、海底冲刷、海水海泥腐蚀、海生物侵蚀等）、渔港及渔业活动的影响、海上交通活动、疏浚活动等。

其中海上交通活动对海底管道的威胁最大，特别是船只抛锚、收锚、拖锚等活动对海底管道影响巨大，通航等级为3万吨级的航道，其代表船型锚重一般为10.5t，10.5t锚重的应急抛锚贯入深度约为0.46m，嵌入深度约为1.62m；而30万吨级船舶一般装配20.625t的大抓力锚，根据落锚贯入计算参考DNVGL-RP-F107和DNVGL-RP-F114，得到20.625t的大抓力锚在海床土壤中的贯入深度为4.68m，在石块保护层中的贯入深度为0.59m，锚爪拖曳在石块中贯入深度为1.5m，因此海底管道对管道埋深要求更高。而海底环境的复杂性及铺管船铺管过程中操作偏差的不确定，可能到时管道实际埋深高于设计埋深，可能导致管道悬空/裸露，造成重大隐患，在定性定量评价中应重点评价。

海底管道相对于陆地管道其腐蚀条件更复杂，海底管道外部腐蚀有：海水腐蚀、海泥腐蚀、杂散电流干扰腐蚀、细菌腐蚀、浓差电池腐蚀和应力腐蚀等。主要考虑海泥及海水的下列条件温度、氧含量、电阻率、流体的化学成分、海生物活动、pH值、流速等。同时海底管道的阴极保护形势也不同于一般的陆地管道，海底管道采用牺牲阳极法（铝-锌-钢合金），形状为手镯型。镯式铝牺牲阳极的内表面和侧面需要涂敷环氧涂料防腐，并且在施工期间还要进行临时的阴极保护，这在评价过程中也是应当注意的。

另外海底管道还需要考虑抗漂措施，陆地管道在针对河流大、中型穿（跨）越穿时一般按《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）第4.2.3节的要求和公式进行抗漂浮验算，验算不合格的需设置压重块等抗漂浮稳管措施。而海底管道全线采用混凝土配重层，配重层的目的是提供管道的负浮力，以及在安装期对管线管和整个管道运行寿命期内提供对腐蚀涂层的机械保护。配重层的厚度一般大于40mm，由于海底环境较为复杂，海底管道仅仅依靠自身重力，难以保证管道的稳定及安全，特别是输气管道，输送介质密度小，更应该加大配重层的厚度。同时混凝土配重层还能对海底管道系统起到保护作用，防止由落物、渔具、船舶、抛锚引起的损伤。这些也应当在评

价过程中引起注意。

海底管道界面示意图如图 1。

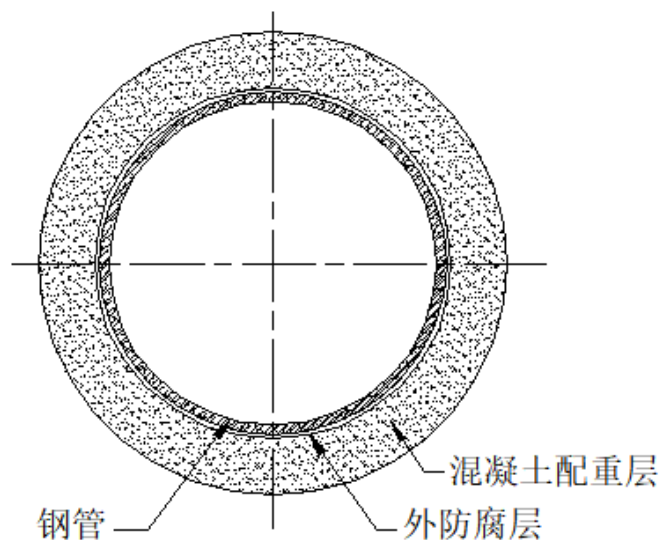


图 1 海底管道界面示意图

在工艺方面的危险有害因素辨识过程中,海底管道相对于陆地管道最大的特点是没有增压、分输等工艺,整条管道只有输送功能。陆地管道(以输气管道为例)根据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)第 4.5 节对管道线路截断阀设置有间距要求,截断阀的设置主要是便于事故控制和检修维护。但是海底管道就没有此项要求,有的海底管道长度甚至超过 50km,远远大于陆地管道标准要求的一类地区 32km,这种情况带来的问题就是截断阀间距与放空能力校核,实际上海底管线不可维修且放空量较大,原则上海底管道不考虑放空,但是海底管道极端事故状态下确实有放空需求,管道内大量的气体放空导致放空时间长,可燃气体容易聚集,可能引起闪爆事故,这些在安全评价过程中也应当关注。

5 结论

尽管海底管道相对于陆地管道在安全评价过程中有各种区别,但是在实际操作过程中应对工程项目的特点进行充分的论证,来选取适宜的方法和方式进行安全评价工作。例如:在海底管道位于海岛或陆岛之间,管道路由较短,海域段全路由采用的定向钻方式进行敷设,那么其本质上与陆域管道的大型水域穿越并无不同,而且定向钻穿越深度的调节对施工量无明显影响,一般定向钻海域穿越的穿深能保证在海底泥面以下 10m,可以有效避开船舶抛锚、沉船、落物及水文条件对管道的影响。

因此采用定向钻穿越的海域长输管道完全可以参照陆域长输管道进行安全评价,定向钻施工示意图如图 2。

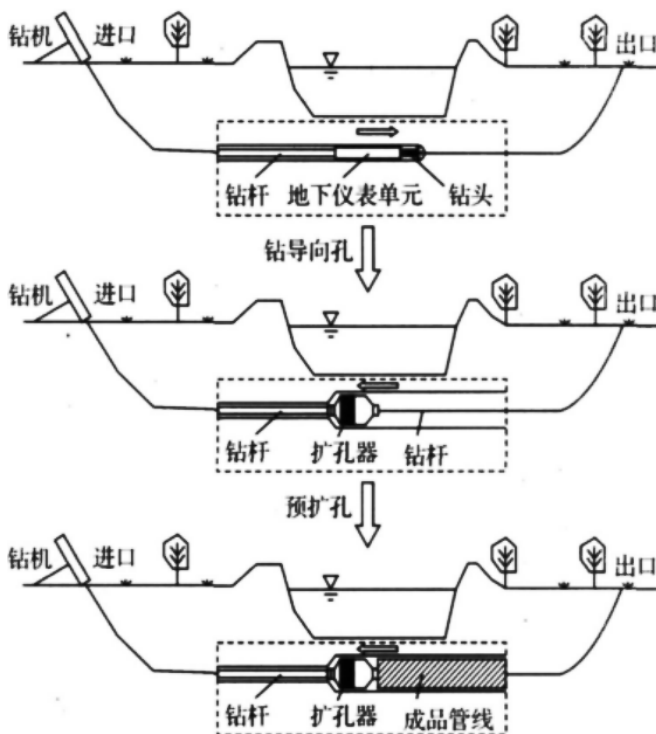


图 2 定向钻施工示意图

但是目前国内采用的较常用的海底管道铺设方法为 S 型铺管船法,典型的 S 型铺管船法铺设曲线如图 3。

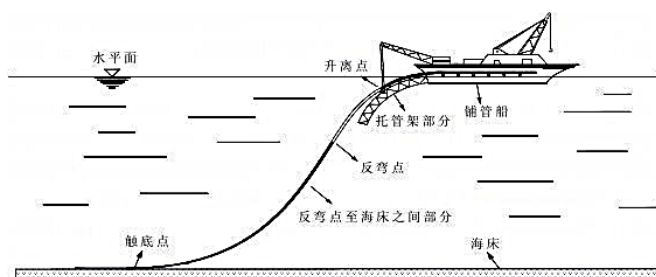


图 3 S 型铺管船法示意图

采用铺管船铺设的海底长输管道应当充分尊重海域管道的特点,进行分析辨识与评价,力求安全评价报告的完整性。

参考文献:

- [1] 林柏泉,张景林编.安全系统工程[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2007.