

海上平台立管、管卡工程安装施工技术探讨

程国志

湛江中海石油检测工程有限公司，广东省湛江市 524057

摘要：近年来随着海洋石油工业的发展，平台结构的吊装、海上运输、海上附属结构安装的工程项目越来越多。对海上立管安装工程凭借平台自身的吊机和气动卷扬机配合吊装作业安装施工。根据多次现场实际施工过程中对潜水安装工程总结了一些心得体会。

关键词：潜水海上结构安装工程总包；海上平台立管、管卡陆地预制；海上平台立管、管卡安装

引言

近年来随着海洋石油工业的发展，平台结构的吊装、海上运输、海上附属结构安装的工程项目越来越多。对海上立管安装工程凭借平台自身的吊机和气动卷扬机配合吊装作业安装施工，随着在市场经济大环境下，如何能做到节能减排，降低工程施工费用，承包商在总包工程中的施工管理进行探讨。

本文在根据多次现场实际施工过程中对潜水安装工程总结了一些心得体会。

1 陆地预制施工材料要考虑的因素

结构管材选用主要考虑的因素包括以下几个方面：

1) 在陆地预制前需成立专项工程施工项目组，项目组成员一定要有相关工程施工作业经验人员组成，特别是结构工程师一定要有相关工作经验和责任心的人员担任，结构工程师在项目施工进度顺利与否起着很关键的作用。在施工过程中要考虑阳极的安装位置不能与管卡相冲突及立管弯头方向的位置标记及预制构件的尺寸复核和技术指导。立管弯头与立管之间需用斜支撑固定（防止吊装过程中变形和碰撞导致损坏）

2) 在选用构件管材材料时要根据设计规格书的要求和规范一定要选用正规厂家的的管材材料，在管材验收时需附带构件管材生产厂家的构件管材的相关合格的检验证书。

3) 预制前相关焊接的规范要充分准备好（焊接程序 WPS）人员和施工设备的相关资质证书要符合施工作业相关要求。

4) 预制完工后 NDT 工程师对各构件的焊缝需按照检测要求认真的检验，检验要求必须符合检验规范，立管预制完工后需最后进行水压试验，水压试验要符合构件的设计规格书的要求。

5) 构件的油漆要符合设计规格书的要求和规范，油漆施工必须要符合设计规格书的油漆的施工相关工艺要求。

6) 构件的法兰连接螺栓及数量要符合设计规格书的要求，采购量要富余原数量的 30% 的余量，预防在潜水施工安装过程中丢失。

7) 构件在装船运输过程中要做好相关的保护措施和固定措施防止构件在运输过程中撞坏和构件的油漆损坏。

2 管卡、立管安装施工技术

管卡、立管安装施工步骤如下：（注：水下安装时，前提是作业海区必须要有良好的作业海况及潮水情况和潜水作业时间以保证水下安装作业安全、顺利的进行）

2.1 组建一支具有海上工程安装经验的潜水安装施工队伍，这只队伍对工程安装的安全、施工进度起着关键性的作用。

2.2 潜水施工的设备、机具准备（如：安装用的气动绞车，气动绞车具有安全、稳定、起重力度大、经济适用等特点）、吊装用吊带、葫芦、滑轮、卸扣、液压拉伸器、棘轮扳手、水平尺、电痒切割系统设备、充气浮力袋、试压设备、脚手架材料等相关设备、机具。

2.3 安装设备的布置前，结构工程师根据需安装立管的位置计算出安装位置上方的吊点布置位置，架子工根据吊点位置将脚手架按照要求搭设完毕。结构工程师计算出吊装的立管和管卡的载重量而选用合适的材料、吊装机具。绞车安装、吊装门架预制安装、吊点筋板安装等焊接要按照相关焊接要求进行对绞车的安装和吊点筋板安装部位需用三角筋板进行固定，对吊装门架预制时需选用合适的 WH 型工字钢材对门架两端主支撑两边需预制斜支撑进行固定，安装焊接后需对各焊缝做磁粉检验。确保安装施工安全进行。

2.4 项目组在潜水安装作业前组织潜水员对安装施工方案进行详细的讲解及安装过程中需注意的安全问题及各事项及安装的管卡、立管的安装角度、标高、安装方向进行熟悉。结构工程师对安装管卡和立管按照安装设计图纸对构件用白色的油漆记号笔做好相关标记。

2.5 潜水员对安装位置的海床进行调查，确保安装位置无障碍物，若有阻碍安装位置的障碍物需进行清理。

2.6 潜水员对平台导管架安装位置的横支撑杆件、斜支撑杆件、桩腿等位置的海生物进行彻底的清理（若有阻碍安装位置的阳极需切除，安装完工后再对其阳极进行恢复安装）。

2.7 潜水监督、技术人员带领水面辅助人员先对需安装的管卡的吊带吊点进行预制再对管卡进行水平调整到安装状态，如管卡较重需在安装的管卡预制好浮力袋以减轻管卡的吊装重量。吊车操作员利用平台的吊车钢缆与管卡吊点连接的吊带将管卡吊装到入水 5 米左右，潜水员入水对预制在管卡的浮力袋进行充气以减轻管卡的重量，潜水员将绞车的钢缆与平台吊车吊装管卡的吊点的吊带进行水下连接。连接好后潜水员指挥绞车钢缆收紧同时平台吊车慢慢将钢缆放松，绞车钢缆将管卡吊装成垂直受力状态，此时平台吊车钢缆已经完全放松，潜水员解掉与吊车钢缆相连接吊带的下方吊点与连接管卡一端的卸扣后潜水员电话通知潜水控制室电话员通知吊车钢缆出水。潜水员水下指挥绞车配合对各管卡进行安装，管卡靠近安装位置时潜水员给浮力袋放气并解除浮力袋后通知水面人员将浮力袋拉出水面。管卡安装后需调整上下管卡的水平及同心度，固定在导管架一侧的管卡螺栓紧固度要适中（不能对连接螺栓完全紧固，下步安装立管时还需对管卡固定螺栓进行微调），潜水员再打开锁紧立管管卡一侧的管卡合页等下一步安装立管做好准备。待立管调整进入管卡后再对固定导管架一侧的管卡螺栓进行锁紧固定。

表 1 管卡所示安装参数

管卡类型	管卡重量	桩腿管卡内径	桩腿直径	桩腿侧管卡安装螺栓数量及规格	电缆护管直径	安装标高
CLAMP TYPE A	3700Kg	2624mm	2624mm	M36X320 BOLT, 4HEX. NUTS/10 套	356mm	EL(-)1 600



图 1

2.8 管卡安装完毕后再进行立管安装，立管安装一般需 2 名潜水员配合作业。大家知道平台的导管架一般都是倾斜一定的角度固定安装在海床上，导管架有一定的倾斜角度也导致立管安装也有一定的角度（如：图二）所示，立管安装步骤如下：

1) 将需安装的立管固定吊点位置用事先准备好长度的吊带进行预制，同时在立管上预留 1 至 2 个临时简易管卡（在调整立管角度时用）预制的吊带与吊车连接位置一般需 3 至 4 个备用卸扣（方便潜水员在水下用绞车钢缆吊点与平台吊车吊点倒扣连接时使用）如立管较重需在安装的立管预制好浮力袋以减轻立管的安装重量(如需要)。

2) 吊车操作员利用平台的吊车将立管吊装到入水约 5 米左右，潜水员入水后将绑扎在立管上的浮力袋进行充气，浮力袋充气后将绞车的钢缆与平台吊车钢缆连接吊装立管的吊点进行水下连接（如需要）。连接好后潜水员指挥绞车钢缆收紧同时平台吊车慢慢将钢缆放松，绞车将立管吊装成垂直状态，水面辅助人员将固定在弯头的绳索锁紧防止立管弯头转向导管架内侧，此时潜水员解掉平台吊车钢缆连接立管吊点一端的卸扣后吊车钢缆出水。潜水员水下指挥绞车配合对立管进行安装，立管靠近安装位置时潜水员对浮力袋放气并解除配合吊装用的浮力袋后通知水面人员将浮力袋拉出水面，立管在安装位置与锁紧管卡有一定的位置时如立管此时不能进入事先打开的管卡里面，此时潜水员可在立管与管卡之间预制收紧点利用手扳葫芦和小吨位吊带将立管拉入管卡后适中锁紧，潜水员此时根据设计安装要求对水下安装的第一节立管弯头与海床之间的标高和立管弯头的方向根据事先在锁紧立管管卡一侧和立管上做好的方向标记利用绞车和手扳葫芦进行相应的调整。立管弯头与海床之间标高（标高需用测量尺进行测量）和立管弯头方向调整完毕后对管卡利用棘轮扳手和液压拉伸器进锁紧固定。安装下一节立管步骤和第一节立管方法内似（需注意的问题是：在两节立管法兰连接部位约 20cm 左右位置时将部分连接螺栓将两端法兰连接初步锁上螺母防止上下立管移位，

潜水员将第一节立管法兰凹槽需清理干净后再将密封垫圈放进凹槽潜水员利用手指检查密封圈放进凹槽后的平行度在没有异常情况后再将立管上下两端法兰的其他连接螺栓进行连接,在此时连接的过程中需用棘轮扳手 360 度方位对称将螺栓螺母依次紧固锁紧两端的法兰,收紧法兰连接螺栓过程中要检查好法兰面收紧的平行度,但不能一次性将单个螺栓过度紧固,待两个法兰面贴紧紧固到一定位置时要测量法兰之间间距是否均匀到位,法兰均匀到位后再利用液压拉伸器对两个两端法兰连接螺栓的螺母在 360 度对称的情况下进行最后的锁紧紧固。

3) 立管安装完毕后对安装后的立管内径进行通管录像检查,检查是否有异物存在于立管内径之中,立管内径检查无异常问题后进行立管整体水压试压。试压需按照安装设计要求和相关水压试压要求进行,在试压过程中若出现不保压的情况需安排潜水入水对立管法兰连接部位用白色的纱布对两端法兰连接部位进行缠紧,再利用试压机将染色剂注入立管内径,潜水员在染色剂注入立管内径后对法兰连接部位进行详细的检查,如检查法兰的位置有泄漏的情况下潜水员在水下检查纱布是可以发现漏点位置的。对出现问题的法兰连接部位拆卸检查垫圈重新安装直至问题解决。

4) 立管安装完工后需对立管整体安装后的状态进行水下照相、水下录像。最后编制完工报告和相关安装数据提交甲方。

表 2 22"/26"立管安装参数

混输立管总体参数					
规格	尺寸	数量	空气中重 (T)		备注
22"/26"	约 46284mm	1	34.7		有 5 块阳极
分段参数 (按标从低到高 4 段)					
序号	尺寸	数量	空气中重 (T)		
第 1 段	约 13162mm	1	11T		有 1 块阳极、带 5 米弯头
第 2 段	约 17008mm	1	11.9T		有 4 块阳极
第 3 段	约 16114mm	1	11.8T		
说明: 立管设计压力 3.5MPa 试验压力为 4.043 MPa					



图 2

3 管卡、立管安装难点

1) 立管管卡、立管预制需要足够的焊工进行作业，焊工需按照要求严格持证和实际的作业水平进行作业，作业时需严格按照焊接程序 WPS 执行，构件陆地预制是很繁琐的工作程序，需要很多相关的文件、资料支持才能正常施工，构件预制的进度直接影响整体工程的施工进度，特别是立管是阳极安装位置和管卡预制的尺寸要求非常高如此项工作出现问题将导致整个工程能否顺利的进行，陆地预制时需要有内似海上安装工程经验的结构工程师为整个工程安装保驾护航。

2) 海上施工现场的海况和潮水是安装工程能否顺利进行关键性因素。进行海上安装潜水施工队伍的组成需要有一定相关工作经验的潜水员队伍组成，潜水员的实际现场作业经验也是整个海上安装工作顺利进行的关键性因素。

3) 立管吊点预制时若预制绑扎吊点不牢固吊装时吊带和立管脱落是非常危险的会造成安全事故的发生。吊装立管吊带的预留尺寸不准确时将增加安装的难度这就要求对整个工程的项目负责人和潜水领队作业能力要求很高。水下管卡同心度调整，若上下管卡同心度调整不到同一个位置时立管是很难进到锁紧管卡里面的，这个需要有内似作业经验的潜水员执行此项工作。

4) 立管法兰连接紧固作业需要有经验的潜水员完成，在立管下水前需对法兰凹槽、和法兰面进行清理，法兰密封圈摸上一层薄黄油后用干净的纱布包扎好再由潜水员带入水中进

行安装，密封圈安装前需潜水员再次对法兰凹槽进行清理检查，确认凹槽内无异物时再将密封圈放入凹槽并检查密封圈的平行度。法兰的连接必须采用 360 度对称的螺栓紧固方法进行紧固，不能单次将螺栓特别紧固需依次循环进行紧固锁紧。

5) 对安装位置有碍安装的阳极进行切除后恢复阳极安装，在阳极切除前需先请示甲方，在甲方同意先切除后安装阳极方案后再进行切除阳极相关作业，恢复阳极安装潜水员需持有水下焊接证书和相关接阳极作业经验的潜水员完成此项工作，恢复阳极安装后需对恢复的阳极进行电位测量，电位的测量数值符合保护电位数值为准。

4 管卡、立管安装工程总结

本次工程是本公司以总包的方式进行作业，为了响应甲方节能减排，降低工程费用充分利用资源整合完成此项工作，在整个工程施工是利用平台的吊车和施工方的绞车配合安装作业比选用浮吊进行施工作业相比较其难度增加较多，难度的增加随之的工程危险性也相应增加，这对整个工程的管理经验，工程施工经验、工程设备准备方面提出更高的要求，在工程作业过程中会存在这样和那样的问题，但是在甲方大力支持下和潜水作业的人员、水面辅助人员的协助配合下在有效作业时间内圆满完成了此项工程。同时也给内似工程施工积累宝贵的施工经验为下步内似的工程安装打下坚实的基础。

4.2 本次工程存在的相关问题

在本次工程中，项目投入的人员、设备、耗材及工程管理主要存在的相关问题

4.2.1 施工设备

焊接设备需保证良好的工作状态，相关配件要准备充分，作业人员的作业水平工作能力问题的体现将减少焊接时的返修率，这对工程的进度有一定的影响。

4.2.2 作业人员能力

工程的技术人员经验还需提高，海上安装作业经验是全方位的工作能力综合素质体现，潜水安装作业经验人员要按要求配备这都对工程施工效率有一定的影响。

4.2.3 施工组织

在海上作业前项目组需加大对工程安装数据的搜集力度，在施工过程中与平台其他施工存在交叉作业问题，项目组需积极与施工平台方进行协调，各作业点人员要积极配合，各作业点通信要保持畅通沟通到位，确保在保证安全的前提下不影响施工进度。

4.2.4 作业海区气象

本次施工是在 3 月份至 5 月份进行的，此段时间作业气象较好，工程开展进度较快，但此季节强对流天气很不稳定对工程作业产生一定的危险因素，在作业前需对气象资料收集要全面，要充分了解此季节的气象特殊变化情况，如有强对流气象迹象时项目指挥人员要准确、果断下达指令，确保施工安全、有序进行。

4.2.5 本次工程的闪光点

1) 项目组在施工过程中积极与甲方沟通、协调工程中所遇到的各种问题，确保本次工程安全、顺利的进行，在甲方规定的时间内完成本工程。

2) 本次工程作业涉及的工种较多，全体作业人员能服从统一指挥，大局意识较强，团队协作能力较强。

3) 在施工过程中全体作业人员加班加点的工作，表现出了吃苦耐劳，不怕困难的顽强工作作风，在施工作业期间严格要求自己，坚守工作岗位。

4) 本次工程在施工前充分的进行作业前安全、质量、技术交底会议，在施工过程中要求人人做安全员，相互之间提醒，施工作业有条不紊的进行，没有发生任何安全事故，甲方对在施工过程中人员的安全意识和安全防范措施给予充分的肯定。