

石油建设工程 4

2021
总第71期

PETROLEUM ENGINEERING & CONSTRUCTION

主办单位：中国石油工程建设协会

能源革命需要大力发展天然气

浅谈国际（科威特）项目施工管理

“所有事故都是可以防止的”理念在工程项目中的实践

优化传统放空天然气回收方式提高回收效率



封面为寰球工程公司承建的昆仑能源江苏LNG接收站扩建(三期)工程正式投入运行

《准印证》编号：京内资准字0321-L0103号

“内部资料，免费交流”

冬季保供工程建设项目掠影



10月中旬,由管道局工程公司一公司承建的陕京四线与应张联络线相继完成了主体焊接、管道工程线路试压,标志着应张联络线的全线贯通,为实现竣工投产目标奠定了坚实的基础。



11月12日,由辽河油田建设有限公司承建的辽河油田双台子储气库群—双6储气库扩容上产工程正式投产,成为我国调峰能力最大的储气库。



工程建设公司总承包的济南南曹范LNG调峰储配站项目一期工程今年10月投产,标志着我国内陆地区目前最大政府储气项目投入运营。该工程是济南市“迎峰度冬”天然气保供项目。



11月8日,中国石油工程建设公司中油(新疆)油建分公司承建的冬季保供重点工程呼图壁储气库调整工程(二期)站内改造部分顺利投产。

主编寄语

赶考路上立新功

伟大工程源于伟大目标。实现中华民族伟大复兴目标，激励着中国共产党百年奋斗，向历史和人民交出一份优异的答卷。党的十九届六中全会提出，党团结带领中国人民又踏上了实现第二个百年奋斗目标新的赶考之路，全党要以咬定青山不放松的执着奋力实现既定目标，以行百里者半九十的清醒不懈推进中华民族伟大复兴。

石油工程建设队伍是国家能源建设主力军，也是新时代赶考大军中的一个组成部分。我们响应党的号召，在新的赶考之路上始终把握正确方向，有必要结合学习贯彻党的十九届六中全会精神，深入思考，始终牢记中国共产党是什么、要干什么这个根本问题，始终把握石油工程建设在新时代新征程上为增强国家能源安全保障、促进高质量发展做什么贡献、如何做贡献这个关键问题。

习近平总书记今年10月在山东东营考察调研时强调，解决油气核心需求是我们面临的重要任务。石油能源建设对我们国家意义重大，能源的饭碗必须端在自己手里。习近平总书记指出，石油战线始终是共和国改革发展的一面旗帜，要继续举好这面旗帜，在确保国家能源安全、保障经济社会发展上再立新功、再创佳绩。

总书记对石油战线的嘱托和期待，为我们指明了奋斗的方向。只有把石油工程建设事业融入到石油工业新时代发展的大棋局中，放在国家构建新发展格局的宏大参照系中，看清时代大势，把握发展规律，才能不负重托，不辱使命，建立新功。新的赶考之路，面临新考验新挑战，对工程建设队伍来说，既是能力水平的新检验，也是迎难而上、转型升级的新契机。

面对发展考验，需要我们振奋精神，增强创新能力。解决油气需求核心问题，增强能源安全保障，今后从石油产业发展方向看，包括两个方面，一个是量的保障，一个是质的提升。习近平总书记明确提出，“要加大勘探开发力度，夯实国内产量基础，提高自我保障能力”，“要集中资源攻克关键核心技术，加快清洁高效开发利用，提升能源供给质量、利用效率和减碳水平。”中国石油集团党组贯彻落实总书记重要讲话精神，提出要大力推动绿色低碳发展，助力美丽中国建设；大力推动科技自立自强，为建设科技强国贡献力量；大力推动保供能力建设，认真落实国家能源安全新战略，不断增强能源供应稳定性和安全性。三大国家石油公司都在增强油气保供能力、推动低碳发展方面作出了战略部署，工程建设企业贯彻落实新发展理念，适应传统油气向绿色能源转型发展的新格局，应当不断加快创新步伐，传统油气工程建设业务稳中求进，同时积极进军绿色低碳能源工程建设领域，既助力油气产能建设，降低成本提质增效，又拓展新能源新材料业务领域，为石油工程建设增加新的经济增长点。

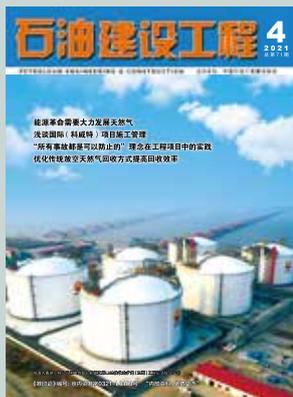
顺应绿色低碳发展大趋势，抢抓发展机遇，迎接市场挑战。推动新能源新材料业务发展，石油工程建设可以



做出积极贡献，延伸产业链，发挥创新创造优势，将科研开发与市场推广有机结合，不断扩大绿色低碳能源建设的市场份额。如昆仑工程锦州公司承担华北石化副氢提纯项目设计工作，4个月设计到项目投产，打通中国石油氢能产业链，为绿色冬奥贡献了石油力量。随需应变，才能超越自我，开创新局。

新时代新征程，需要更有力的能源安全保障，需要更强大的能源公司。建设世界一流的综合性能源公司，需要世界一流的能源工程综合服务商保驾护航作支撑。石油工程建设的赶考之路，也是企业升级发展之路，我们有信心迎接挑战，有决心走向胜利！

杨庆前



主管单位：中国石油天然气集团公司

主办单位：中国石油工程建设协会

总编辑：杨庆前

审稿：郭野愚 赵玉华

编辑：冯尚 王波

电话：010-61915849

传真：010-61915853

投稿邮箱：syjsgc@sina.com

地址：北京市朝阳区樱花园
东街7号102室

邮编：100029

京内资准字0321-L0103号

(内部资料 免费交流)

主编寄语

- 1 赶考路上立新功 杨庆前

权威论坛

- 3 能源革命需要大力发展天然气 彭宁科

行业信息与协会动态

- 6 2021年度中国石油工程建设协会科学技术奖公布
10 2021年度石油工程建设优秀质量管理(QC)小组活动成果
评价结果公布
16 中国石油工程建设协会管道设备保温与防护技术专业委员会
2021年会暨新技术、新工艺、新产品交流及展示会召开
18 中国石油工程建设协会2019—2020年度石油工程建设工法
发布与鉴定会召开

项目管理

- 19 浅谈石油化工钢制管道工程焊接当量在计划管理中的应用 鲍海平 奚慧
21 浅谈国际(科威特)项目施工管理 岳玮 李冰洁

质量与安全

- 25 “所有事故都是可以防止的”理念在工程项目中的实践 韩举锋 孔雪花 许正洪 谢岩江
30 伊拉克M油田水处理厂N台外输水泵的质量分析报告 陶珂瑾

节能与环保

- 32 含硫采出水襁装微生物处理技术及一体化装置研究 王庆吉 卢晓平 韩京恩
35 页岩气采出水处理工艺试验研究 张永红 金艳 何化 袁海涛
39 优化传统放空天然气回收方式提高回收效率 彭范清 钟声

企业建设

- 43 浅议油气工业智能化规划与建设中的若干认识问题 王鸿捷

工程与技术

- 47 大型往复式压缩机的安装技术要点和难点 李俊
51 电源快速切换装置在土库曼斯坦巴格德雷合同区电网的实验
分析及开发探讨 何林海 王晶 孟庆宏 孔俊明 王琨
56 高压螺栓紧固施工方法 朱丽娜 顾长虹 孔明

建设者风采

- 60 走进寰球共青团
——寰球六建公司广东石化乙烯项目青年突击队实践案例
61 “氢”力打造，为绿色冬奥赋能! 梦溪公司

域外传真

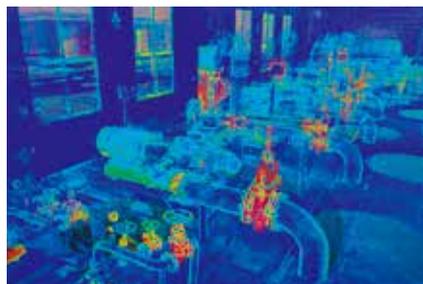
- 63 中亚增气暖家乡
——土库曼斯坦戈克米亚尔气田投产记 何佳欢 葛安龙 孙庆波 鲁友财 李钦梓



P21 浅谈国际(科威特)项目施工管理



P35 页岩气采出水处理工艺试验研究



P43 浅议油气工业智能化规划与建设中的若干认识问题



P61 “氢”力打造，为绿色冬奥赋能!

地球的未来到底是不堪沉重的洪水滔天还是蓝天白云的绿水青山? 取决于人类使用什么能源, 如何使用能源。大力发展天然气是利在当下, 功在千秋。

能源革命需要大力发展天然气

■ 彭宁科



1 天然气利在当下, 功在千秋

人类生活的奢侈追求也许可以降低, 总体的舒适追求却是无法降低的。发展中国家人民提高生活水平的努力没有错误, 愿望必须得到尊重。那么既要实现稳定快速的减排, 又要实现生活舒适的目标, 能源消费的增加就不可避免但又要与过去不同。2020年美国人均消费能源265吉焦, 中国101吉焦, OECD国家平均159吉焦, 发展中国家53吉焦耳。能源消费可以增加, 因而而来的排放却必须减少, 怎么办呢?

尽管所有的减排努力都值得肯定和探索, 但是在当下, 电气化有局限, 不能解决钢铁水泥建材等行业的问题, 因此既能整体保持经济平稳增长又能提高我们生活水平还能实现减排的办法就是尽可能使得化石能源结构轻量化, 也就是尽可能地用天然气替代煤炭和石油燃料。据测算, 在同等热值情况下, 煤炭、石油和天然气的排放比大概是1:0.8:0.4, 那

么用天然气大规模替代煤炭和石油获得10亿吨级别的减排将是显而易见的事实。(煤制气是不能算的, 因为它只是改变了排放的地点而已。考虑到一种一次能源转化为另外一种一次能源的损失, 总体的排放是增加而不是减少。)这样做, 可以说是利在当下, 功在千秋。

天然气在中国的市场空间毋庸多言, 居民用工业用自不必说, 大型燃气轮机发电, 以天然气为主的冷热电三联供等等都可以用天然气。那么, 大家可能担心天然气供气的安全和价格。

首先看, 全球天然气的探明储量在2020年是188万亿立方, 近年来一直维持在这个水平。而储采比在2020年是49, 2010年大概是5, 2000年前后储采比大概是50左右。也就是说, 经过这么多年的开采, 天然气的储量没有什么明显减少; 或者就算从现在开始, 勘探活动全部停止, 已经探明的天然气, 按照现在的年产量, 假如可采比按60%计算, 也能

开采近30年。所以简单说，天然气是用不完的。天然气都用不完，煤炭石油就更不用说了。套用一句话，就是石器时代的结束不是没有石头了，化石能源时代的结束也将如此。

我们再谈价格，在全球减排的努力下，作为化石能源的天然气从总量上也明显而且长期的供大于求，很难再长期维持高价位。何况，天然气也面临水电，核电和可再生能源的竞争。市场肯定有起伏，但是任何担心天然气价格会长期高位的都是杞人忧天。但是不可否认的是，中国国内天然气的目前的高价主要源于低价的国际气源囿于种种原因难以进入市场，而且市场还要消化历史的长协高价气。最近，2021年中，欧洲天然气价格也震荡到高位，但这很难成为长期的趋势和状态。而价格的短期波动，将随着更多天然气基础设施的建设运营，特别是大型地下储气库设施的建设和投入运营，有望得到大幅度缓和。

从2016年开始，美国民粹主义抬头，操起了贸易保护主义的大棒，给自己一手创立的WTO框架下的国际贸易带来了万千难题。被卡脖子成了中国许多行业的梦魇，在芯片上表现的十分突出。但是，具体到天然气，美国在2005年页岩气革命的成功之后，能源不仅自给，而且成了能源净出口国，出口天然气是美国促进经济的重要支柱。事实上，全球天然气从供需平衡上说是买方市场，取决于消费国的意愿。再说，国内还有近2000亿方的产量，还有众多其它气源来平衡市场，被美国卡天然气的脖子，可能性微乎其微。

所以从这个角度来说，让天然气在中国的一次能源结构中尽快扮演更大的角色是没有问题的。在氢能经济到来之前，中国应该大力发展天然气经济。按照林毅夫教授新结构经济学的比较优势原理，在目前中国的资源禀赋结构下，发展天然气经济符合中国国情。投资天然气将激发有效需求，极大地促进经济的发展。

天然气经济，按照产业链说，无非就是上游勘探开发，中游运输，下游使用。上游是老话题，下游刚刚说过，有广阔的空间。新的亮点在于天然气管网和储藏设施。2020年中国天然气消费3306亿方，长距离高压管线7万多公里，地下储气库大概160亿立方。假如到2040年中国消费6000亿或者1万亿方气，那么对于天然气管网的需求也将同步上升，而这是重大的基础设施投资，直接拉动经济。按照国际经验，每公里长输高压管线的投资在1百万到3百万美元之间。假如，中国需要再新建管线10万公里，按平均每公里1000万元人民币计算，总投资将在1万亿人民币以上，这还不包括低压配气管线和其它相关设施比如加压站等。管线的建成和使用将激发更多的天然气需求，通过消费来促进经济。储气库也是同样的道理。特别是地下储气库，在保证供气的安全性方面将担负重大使命。中国最近几次所谓的冬天气荒，从本质上讲，都是因为储运设施的限制而使得市场短时失衡的表现，

并非真的没有气源。

举个欧洲的例子，意大利是高度依赖天然气进口的国家，天然气占一次能源比例约为33%，2020年消费天然气670亿方，其中进口天然气比例高于90%，主要通过长输管线来自利比亚和俄罗斯等国。过去20年中，天然气的供应和基础设施均未发生任何严重问题。2006年俄罗斯与乌克兰冲突紧急情况下导致的供应中断，和2017年奥地利的管道枢纽爆炸而供应中断等等，意大利的天然气供应及天然气价格都是波澜不起，未受影响。应该主要归功于完善的存储系统，妥善的应急计划以及短期管理价格平衡。意大利的地下储气库的工作气量，约占意大利年天然气量需求量的25%，整个国家亦有规划战略储备气。完善的存储及运输基础设施以及完备的应急计划为天然气供应提供了保障。

2 天然气和氢气的协同效应

我还要特别指出的是，天然气的基础设施将和氢能有重大协同效应，氢能的发展将大大延续天然气管网和储藏设施的商业价值。

尽管尚待更多的实验和可行性论证，意大利国家天然气管网公司已经做了天然气管线掺氢10%的试验，非常成功。15%和更高比例的掺混正在试验之中，地下储气库的掺混也在可行性论证之中。通过天然气储运设施为氢气提供同样的储运服务，将彻底打通氢能中间环节的瓶颈，使得绿氢（就是可再生电力电解水而生产的氢气）能够从可再生能源丰富的地方以很低的成本到达负荷中心，这样，在2050年以后，在天然气逐步退出能源主角的时候，天然气基础设施仍将继续为氢能发挥重大作用。毫无疑问，天然气基础设施的价值，将长远倍增。

上面我们讲到了能源生产和消费的革命，以氢能和电动车的为代表的则是技术革命。我们不要忘了体制革命，可能是最重要的革命。

3 监管新政

体制革命，具体到天然气，就是为市场化改革而建立的一整套针对基础设施的新兴的监管政策。

天然气市场的改革其实是我们当下能源行业里最重要的事情，因为市场是产业长期发展最终能否成功的基础。上中下游分离，基础设施独立运营，并向第三方开放，接受监管，这是提高天然气市场效率最重要的举措。在这个过程中，运输系统运营商（TSO），托运商（Shipper）等等对于我们的企业来说都是要学习的新角色。在中国特色的市场经济中，大型央企，省属国企，普通国企，民企，外资企业，都需要寻找自己的角色。

中国目前7万多公里的长输高压天然气管线，长度应该



是不短了，但是基本是一线一个政策，从运营的角度看，网的概念正在国家管网公司和众多省网公司成立的春风中孕育形成。作为调节天然气旺季和淡季需求曲线的地下储气库，大概有160亿方工作气量，刚刚开始进行商业化运作的尝试。如果是盐穴库，地质上的问题相对比较单一好处理，如果是废旧气田或者油田的储层，运行上需要处理很多技术难题。而技术处理的好坏直接关系到商业运营的成败，客户在夏天注入1亿方气，他是希望在冬季提取出同样数量的气，当然是付费。如果冬季提取不够，而且是技术运营上的问题，运营商是需要担负财务损失的。所以，在管网发达的欧洲，储气库也被称作Gas Bank（天然气银行），客户需要的是存取自由的服务。当然，毕竟这是物理银行，无论是供气商客户，还是消费者客户，都要遵循储气和提气的规定。这些规定，有些是最高监管层面的，有些是地区层面的，有些是TSO层面的等等。这个监管的高效成熟运作，在国内正亟待开始。

这些改革的措施已经被证明能极大地促进市场的效率。还是以意大利为例，因为意大利和中国在这点上相似度最高。整个欧洲天然气行业改革历经20余年，从2000年开始意大利逐步将天然气管网分离出来，经过了公司结构和股权改革，2012年意大利国家管网公司SNAM实现了所有权的完全分离，形成了成熟的自主权，国家天然气改革正式完成，实现了“X+1+X”的运营模式。当然这个1不是100%，但是接近。这套为天然气市场改革所制定的基础设施的监管政策带来很多益处。第一是更加活跃的市场，为下游市场的充分竞争奠定基础。天然气市场的改革，也使得天然气管网有了清晰稳定的管理结构，带来了长期可预见性，降低了风险，从而支持了天然气相关基础设施的发展和持续健康的生长。从2006年到2017年，意大利的托运商数量增加超过了3倍，一级和二级市场的容量交易增加了15倍，虚拟交易枢纽天然气交易量增加了8倍。改革让市场变得更加活跃，实

现了上下游的充分竞争。

第二是天然气价格由充分竞争的市场决定。在意大利，天然气基础设施的成本（包含中游所有环节）占最终天然气成本售价的大约20%，而全国性管网运输及储气成本大约占销售价格6%-7%。在欧洲，天然气价格主要受全球及欧洲市场驱动，而天然气基础设施的独立，完善与开放，也带来了更多的参与者及流动性，使得市场更具有竞争性。

第三是保障国家天然气供应安全。完善的基础设施和监管措施将不光保证市场的充分竞争，而且会最大程度地保证供气的安全。看不见的手和看得见的手各自扮演自己的角色。

在中国，这些监管政策的制定，明确和持续优化当然殊为不易，但却是稳定市场发展市场从而带动整个产业链和经济发展的最为关键的举措，值得迎难而上。可以说，能源体制革命能否成功，关键在此。

4 国际合作

在提出“能源革命”四个革命的同时，中国没有忘记一个合作，就是国际合作，可谓高瞻远瞩。无论是建设人类命运共同体，还是推进一带一路，或是落实巴黎气候协定，国际合作都是必不可少的途径，结果也是必然多赢的。原因在经济学原理上无非还是比较优势的缘故，只有各取所长，才能解决共同的问题。但是不可否认，这个过程从来不是一帆风顺的。奥巴马政府签署巴黎议定书，特朗普政府退出，拜登政府再次重申承诺就是一个难以置信的真实案例。对于中国而言，境外境内的国际合作都同等重要。在境内，主要就是外商投资企业的中国业务。以天然气基础设施为例，在最新版的外商产业投资目录里面天然气基础设施都属于鼓励类，在负面清单里面也没有踪影，这说明在决策层是欢迎外资的。这个决策，再加上中国经济长期增长的潜力和良好的创新动能，吸引了具有长期经营经验，走过相似的改革剥离的道路，并有强大实力的国际公司。吸引国际资本，扩大开放面临新的重大机遇，能够快速提高中国天然气基础设施的投资，运营和管理水平。按照林毅夫的新结构经济学，这又是一个发展中国家利用后发优势，迎头赶上的机遇，中国的管网公司应该把握机遇，实现快速且高质量的发展，大幅度提升中国天然气市场的效率，并获得巨大的资产增值。

所以说大力发展天然气是利在当下，功在千秋。“十四五”和2030远景规划天然气消费量是6000亿方，我认为这个比较谨慎，远景可以看到1万亿方甚至更高。果真如此，减排的利益和通过投资对于经济的促进，以及产业升级的效益将是非常巨大的。一石多鸟的举措将实现能源革命。■

作者为意大利国家天然气管网公司(SNAM)

中国公司执行副总裁

(责任编辑 冯尚)

2021年度中国石油工程建设协会科学技术奖公布

2021年下半年, 中国石油工程建设协会组织了2021年度“中国石油工程建设协会科学技术奖”的评选工作, 经过申报、形式审查、专业评审、审定委员会审定和网上公示等程序, 共评选出2021年度石油工程建设科学技术奖50项,

其中一等奖11项、二等奖16项、三等奖23项。石油工程建设科技创新先进团队奖6个, 石油工程建设科技创新先进个人奖3名。

现将评选结果公布如下:

2021年度中国石油工程建设协会科技进步奖获奖名单

序号	项目名称	单位	主要完成人
一等奖获奖项目			
1	特超稠油开发采出液高效处理及资源化利用技术	中油(新疆)石油工程有限公司、 中国石油新疆油田分公司、 新疆科力新技术发展股份有限公司	黄 强 蒋 旭 单朝辉 夏新宇 胡筱波 卜魁勇 张书华 贺吉涛 周京都 于 庆 张侃毅 李 倩 于海洋 刁建华 马 兵 杨立辉 贾庆鹏 高 青 武文静 李琴琴
2	乍得600万吨复杂断块油田地面工程关键技术	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	王和平 王 军 刘 畅 刘卓辉 王珊珊 盛宝成 李 欢 刘明明 李 涛 房 昆 周靖伟 程浩力 庄岳昕 楚海强 赖 欣 张 妍 范岳展 苑仁涛 苏 敏 刘 俊
3	低渗透气田一体化集气站研究与应用	长庆工程设计有限公司	张 璞 郑 欣 王登海 张 磊 张 颖 卢鹏飞 李 娜 李 超 何 蕾 韦 玮 葛 涛 陈 丽 赵 旭 姚欣伟 李何鹏
4	千吨级过氧化氢直接氧化制备环氧丙烷中试绿色技术	中石油吉林化工工程有限公司、 江苏怡达化学股份有限公司	巩传志 刘 准 田柏森 李迎辉 陈中民 刘锦旗 姜喜营 谭长斌 陈惠华 郭晓宇 李 睿 耿金伟 李亚楠 周 凯 王梓旭 崔艳萍 吴建磊 张 虎 吴晓春
5	管道环焊缝全自动超声检测系统	中国石油天然气管道科学研究院有限公司	刘全利 皮亚东 高 静 王 雪 周广言 薛 岩 吕新昱 武 晶 赵丹丹 安志彬
6	废碱氧化成套工艺技术	中国寰球工程有限公司北京分公司	张来勇 王 勇 杨庆兰 易 珂 刘建国 孙淑兰 杨桂春 孙长庚 吉京华 岳国印 王雪梅 张 怡 朱为明 张 鹏 白 硕
7	油田注水数字化工程技术及应用	中国石油天然气股份有限公司 勘探开发研究院	王延峰 贾德利 张仲宏 邓 刚 杨能宇 于九政 胡海燕 吴洪彪 汪文昌 王全宾 高煜婷 吴 辉 胡改星 李夏宁 朱振坤 曹 刚 苏 健 孟思炜
8	滩海人工岛工程安全监测与预警关键技术及应用	中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司、 水利部交通运输部国家能源局南京水利 科学研究院、 中国石油天然气股份有限公司冀东油田 分公司、 中国石油天然气股份有限公司规划总院、 中油辽河工程有限公司、 中国石油天然气股份有限公司大港油田 分公司、 上海达华测绘科技有限公司	苏春梅 沙 秋 焦志斌 李凯双 张彦龙 李 冰 万 军 马汝彦 熊国文 李雨生 王 丹 李顺利 李景林 张书红 颜芳蕊 靳 嵩 熊梦婕 王 丹

续表

序号	项目名称	单位	主要完成人
9	依托水面浮式生产装置(FPSO)的深水水下生产系统关键技术创新及应用	中海石油(中国)有限公司深圳分公司	李志刚 刘义勇 刘华祥 冒家友 于成龙 王文祥 张宁 侯广信 张勇青 王火平 李达 毛志豪 王国富 原庆东 刘向东 刘浩 白雪平 熊学军 周良胜 石锦坤
10	含油污泥热解—高温热氧化协同处理技术及工业应用	西安石油大学	屈撑国 李金灵 鱼涛 杨博 邵志国 吴立刚 黄居州 邢陕青 杨鹏辉
11	高硫高盐复杂油田高压/大口径玻璃钢管道应用关键技术	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	张红 樊学华 于勇 李俊 王竹 黄学东 陈丽娟 李德锦 董磊 迟化昌 唐文辉 赵军 邢明 张雷 蔡峰峰 祝亚茹 全源 卢亚萍 李丹 冯文涛
二等奖获奖项目			
12	页岩气高压除砂模块研发与应用	中国石油工程建设有限公司西南分公司	唐昕 曾林峰 雒定明 张玉明 刘俊 陈志 李刚 肖坤 夏辉 张迅 刘文广 秦璇 罗林林 金红红 何江
13	华北油田集输系统能耗测试分析与应用	中国石油工程建设有限公司华北分公司	林俊岭 底国彬 张朝阳 于敏 许传欣 邢晓东 欧阳东旭 李彦航 刘杰 刘书军 朱倩 邱琪 薛李强 王培培 刘炜
14	储气库地面工程关键技术与装备	中国石油工程项目管理公司天津设计院	姜为民 刘科慧 杨金 卫晓 王东军 王铁军 李力秀 齐德珍 李彦 肖强 周磊 陈博 李立婉 张博 王丹
15	大型石化类设备及其附属框架关键技术研究	中国寰球工程有限公司北京分公司	刘振华 蒋小文 张贵辰 刘建国 张荣钢 强超楠 张雪利 王伏鹏 纪明磊 毛晓峰 彭恒 刘应华 周京华 张宏涛 白玉星
16	百万吨级PTA装置氧化主冷凝器设计制造技术	中国昆仑工程有限公司	陈襄颐 李梦强 隋克鹏 刘树权 陈强 于成科 崔国刚 胡风奎 张杨 祝航 左振京 张涛 张瑞鹏 刘新儒 于胜栓
17	金属结构件机器人焊接技术应用	大庆油田建设集团有限责任公司	刘古文 彭国华 王志强 李灵运 董利苹 唐雪霏 官云胜 吴文强 赵洪元 康军 舒均满 姚兴宏 王忠哲 李克忠 任庆
18	常用复合材料接管角接头超声相控阵检测技术	中国石油天然气第一建设有限公司	龚华 王业民 胡述超 杨鹏 陈庆文 卢建昌 赵阳 高建峰 周成全 孟雁 曾凯 华金德 唐建华 张凤全 张登科
19	长输管道分布式光纤振动传感检测定位技术与应用	中国石油天然气管道通信电力工程有限公司	林晓晖 曾科宏 杨文明 李刚 邸小彪 王飞 李新文 闫会朋 王赢 马彦昉 张磊 张欣 冯国芸 刘克宇 董浩
20	管道工程违章行为智能识别技术与应用	廊坊中油朗威工程项目管理有限公司	代炳涛 王小斌 孙立威 李海鹏 夏荣蓓 李勇 庞博君 刘思好 王峰 杨占东 吴疆 郝祥远 王兆伟 范卫潮 廖福金
21	石油市场量价量化预测关键技术	中国石油天然气股份有限公司规划总院	仇玄 丁少恒 邢治河 余乐安 汤湘华 罗艳托 孔劲媛 万军豪 齐超 葛雁冰 王梦茜 魏昭 张庆辰 张蕾 张虹雨
22	水深500米级水下油气生产设施安装关键技术	中海石油(中国)有限公司深圳分公司	齐金龙 林守强 王德洋 梁光强 冷向林 李想 高超 高高淳 董耀锋 吴雷 王超 曹柳忠 卢德杰 苑宏钰 崔明辉

续表

序号	项目名称	单位	主要完成人
23	长输管道沿线平推式滑坡稳定性评价与快速识别方法	北京科技大学、中国石油工程建设有限公司华北分公司、建设综合勘察研究设计院有限公司、有色金属矿产地质调查中心	杜岩 胡树林 贾金禄 谢谟文 刘秋强 苗胜军 左勛 李远 许镇 丛晓明 熊健 李庆文 胡炜 黄正均 张光耀
24	蜂巢模块式不锈钢双盘内浮顶技术	北斗启明(北京)节能科技服务有限公司	陈江 王洪光 肖吉 李民康 王洪亮 赵志敏
25	渤海边际油田开发海洋工程关键技术创新实践	中海石油(中国)有限公司天津分公司	戴国华 桑军 万宇飞 马金喜 庞洪林 王文光 周新刚 李翔云 陈强 刘英雷 钱欣 陈建玲 吴景健 姜云飞 郭廓
26	防渗膜条件下大型储罐罐底外壁阴极保护设计技术	中国石油工程建设有限公司西南分公司	牟华 黄春蓉 马含悦 唐强 屠海波 张国虎 刘海禄 施岱艳 张平
27	超低温高压一体顶装球阀国产化	中国寰球工程有限公司北京分公司	李敏 贾琦月 吴汉宇 费彬 卓桂朝 赵子贺 安继勇 高天喜 梅晋京 戴文伯 张毅 许碧璇 宋遥 李改云 杨绍夫
三等奖获奖项目			
28	天然气MRC与DHX制冷一体化轻烃回收技术及应用	北京迪威尔石油天然气技术开发有限公司	赵瑜 胡成勇 王亚彬 邓全文 陈鹏轩 张倩 赵亚攀 安杰 张俊 陈蛟驷
29	高含CO ₂ 气田低能耗脱碳工艺技术	中油(新疆)石油工程有限公司	荣少杰 吴昊 丁宇 陈浦 葛劲风 赵亮 张清 王立龙 李国娜 朱友庄
30	天然气大流量实流检定技术研究及应用	长庆工程设计有限公司	姚欣伟 王登海 刘明堃 陈兆安 周玉英 左晨 孙慧 李卫 曹艳 胡俊芳
31	页岩气三甘醇脱水装置工艺及关键设备优化与应用	中国石油工程建设有限公司西南分公司	洪进门 肖秋涛 周英 祁亚玲 陈运强 程林 汤晓勇 刘改焕 曹旭原 王秀娟
32	长庆油田加热炉油改气配套技术研究与应用	长庆工程设计有限公司	王晗 马勇 王青 刘伟 邵刚涛 刘晓丽 李娜 李欣欣 雷文贤 李车站
33	海洋管道登陆水平定向钻设计关键技术	中国石油工程项目管理公司天津设计院	姜为民 杨泽亮 黄水祥 刘瑞宇 陈超 韩鹏 孔霞 李雪 景苏明 康煜媛
34	炼厂气氢回收技术开发	中国昆仑工程有限公司	冯宝林 崔久涛 贺飞 何学坤 李建 梁凯 王健 刘明 刘成会 徐继业
35	非标设备制造关键技术优化及应用	中国石油天然气第七建设有限公司	李建江 任林昌 葛学强 李海峰 李群石 殷蜀越 师娟 王荣青 赵承先 王海波
36	炼油行业废水VOCs处理蓄热燃烧技术工艺包	中国昆仑工程有限公司	章宝成 阮洋 郑承煜 宁永淼
37	丙烷脱氢大型塔器制造与安装技术及应用	中建五洲工程装备有限公司、中建安装集团有限公司	陈晓蓉 吴承贵 程江江 陈建定 任洁 田野 陈静 吴江 金天亮 季可朋
38	伊拉克哈法亚油田CPF3工程玻璃钢和超级双相不锈钢管道施工技术优化与应用	中国石油天然气第一建设有限公司	潘鹏勇 陈均响 刘宏波 刘凯 于海洋 侯宏帅 程太迷 康玉东 马晓春 李冠旭
39	340万吨/年渣油加氢处理装置关键施工技术	中国石油天然气第七建设有限公司	孙旭 邓实 王荣青 师娟 韩文壮 王冠华 刘永华 梅鹏 韩海英 刘进森
40	炼油厂百万吨级蒸馏装置模块化施工技术	中国石油天然气第七建设有限公司	冯庆辉 王瑞奇 贾众 郝其临 张毅 王宁 崔乃友 李维 张德军 李顶立

续表

序号	项目名称	单位	主要完成人
41	电气线路无源监测系统	上海是依科技有限公司、 北京华油鑫业工程技术有限公司	周红生 王锦柏 胡中明 任胜锋 韩举峰 焦晓峰 杨冬飞 杜玉 马滢 薛子麟
42	基于光纤传感的天然气场站泄漏监测系统	中国石油天然气管道通信电力工程有限公司	王飞 厉宇 郭戈 赵岩 邱小彪 王雷 李锐 孔繁宇 李永胜 肖健
43	成品油物流优化技术研究与应用	中国石油天然气股份有限公司规划总院	刘雷刚 常家温 魏志伟 朱海龙 陈东锋 唐喆轶 柴先锋 董丰莲 李晓龙 杨磊
44	基于云发布和数字孪生技术的油气田地面工程协同建造新模式	中国石油工程建设有限公司西南分公司	陈渝 曲京 范睿 王鸿捷 胡耀义 魏士尧 安源 成一宇 冯琦 傅贺平
45	低渗透油田含硫采出水处理工艺与橇装一体化装置及应用	大庆油田有限责任公司油田建设设计研究院、 中国石油天然气集团有限公司地面工程试验基地	王庆吉 夏福军 陈忠喜 王汉强 梁文义 陈明月 姜露 景慧 刘学庆 孔珊珊
46	长输油(气)管道崩塌滚石灾害形成机理及减灾防护技术	华北水利水电大学、 中油辽河工程有限公司、 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所、 建设综合勘察研究设计院有限公司	王忠福 毕丹 何思明 李倩倩 李贵朋 王硕楠 贾金禄 李冬冬 张崇崇 李海龙
47	小口径钢质管道风送挤涂内防腐修复技术	扬州苏油三圆技术有限公司、 中国石油化工股份有限公司江苏油田分公司 采油一厂、 北京华油鑫业工程技术有限公司	周拾庆 官峻 王学兵 何孝康 李志斌 袁荔 康玉阳 李绍兴 郑国斌 张超
48	维护性作业零污染技术研究	大庆油田第七采油厂	曹鼎洪 张柏 王彪 李波 王睿 许万利 寇洪彬 张艳艳 付斌 张洪祥
49	陇东油区采出水处理工艺优化与应用	长庆工程设计有限公司	查广平 林罡 郭志强 王国柱 杜杰 种法国 高飞 吕阳伟 王莉娜 周晓亮
50	L415级管线钢管在含硫化氢酸性环境的应用技术	中国石油工程建设有限公司西南分公司	李科 王非 李天雷 施岱艳 毛敏 姜放 曹晓燕 许言 李朝阳 鲜宁

2021年度中国石油工程建设协会科技创新先进团队获奖名单

序号	团队名称	单位
1	液化天然气技术开发及应用团队	中国寰球工程有限公司北京分公司
2	储气库地面工程技术研发团队	中国石油工程建设有限公司华北分公司
3	芳烃专项团队	中国昆仑工程有限公司
4	长庆工程设计有限公司 电仪信工程设计部	长庆工程设计有限公司
5	实验数据信息建设团队	中国石油新疆油田分公司实验检测研究院
6	智能油气田数字化交付关键技术研究与创新团队	中国石油工程建设有限公司西南分公司

2021年度中国石油工程建设协会科技创新先进个人获奖名单

序号	姓名	单位
1	张志贵	中国石油工程建设有限公司华北分公司
2	巩传志	中石油吉林化工工程有限公司
3	郑帅	中油(新疆)石油工程有限公司

2021年度石油工程建设优秀质量管理(QC)小组 活动成果评价结果公布

中国石油工程建设协会为了调动广大工程技术人员积极参与群众性质量管理活动,促进石油工程建设质量和水平的提高,组织开展了2021年度优秀质量管理(QC)小组活动成果评价工作,经申报、现场发布、专家评分和公示等程序,完成了

成果评价工作。共对144个质量管理(QC)小组活动成果进行了评价,其中一等成果43个、二等成果58个、三等成果43个。

现将2021年度石油工程建设优秀质量管理(QC)小组活动成果评价结果公布如下:

排名	课题名称	小组名称	单位名称	主要贡献人	评审结果
1	受限空间下空冷器管束防冻新方法的研究	寒冰射手QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	李巧马 张双章 章磊 文昊昱 姚权珂 马铭 邓潇 张瑞琦	一等
2	研发一种降低堵塞频次的过滤器	液体管道QC小组	中国石油工程建设有限公司华北分公司	潘毅公 公茂柱 张佳隽 隽文龙 郭靖 袁倩 赵向苗 范立华 蔡磊 韩晓磊	一等
3	减少数字化设计二三维校验不一致数量	量子QC小组	中石油华东设计院有限公司	戴薇薇 孙嫚 李天伟 李红艳 宋磊明 赵宇哲 徐德杰 杨佳佳 刘春阳 宋业阳	一等
4	降低天然气净化厂尾气处理装置能耗	加工一室“净化小能手”QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	曹文浩 胡家全 周明宇 蒲强 肖秋涛 兰林 张政 韩淑怡 王用良 许杨	一等
5	缩短炼化项目抗震专篇编制工时	结构增效小组	中石油华东设计院有限公司	滕文刚 宋福 王文娟 张楠 刘景涛 李洋 李科 邵博 赵翔宇 徐德杰	一等
6	缩短溶气气浮工艺设计耗时	水工艺设计QC小组	中国昆仑工程有限公司吉林分公司	张宇 刘春验 林清武 胡晓明 苏书宇 章宝成 朴东杰 石俊 苏俊涛 姜有连	一等
7	管壳式换热器批量三维建模工具研发	数字化中心摇光QC小组	中石油华东设计院有限公司	魏郁达 任相军 李科 王凯 杨佳佳 冯晓婷 杨刚敏 石桐 邵博 邢伟	一等
8	研发卧式容器自动绘图软件	设计研究院设备室QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	葛颂 马俊超 刘松涛 滕广胜 张凯 李燕平 韩利涛 牛童 唐向向 孙艺军	一等
9	提高数字化交付过程中数据关联准确率	达摩院QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	王鸿捷 胡耀义 孔祥焕 杜侠玲 刘雅琪 彭刘丽 刘永 魏士尧	一等
10	节省热力管道设计人工时	乐智提速QC小组	中石油华东设计院有限公司	石丰艳 祝武川 程彬 单纪军 高滨 刘薇 毕圣 于连敏 李滨县 梁风来	一等
11	降低沙质土壤接地电阻值	接地QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	张凯 蔡忠锋 黄小龙 艾民 张一欣 葛颂 齐昊 刘明慧 郝孟菲 邹龙华	一等
12	集输系统智能化布局软件研发	工艺标准化设计QC小组	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	苏敏 李涛 房昆 郭永强 汤俊杰 刘俊 王珏 梁金雨 吴玉普 袁东	一等
13	降低概算编制工时比	精打细算QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	郭杨 罗远程 唐皓 陈莉 袁罗 孙世青 黄亚 张茜 刘洪飞 向华	一等
14	提高LNG储配项目工艺管道保冷层施工一次验收合格率	LNG储罐QC小组	中国石油工程建设有限公司华北分公司	刘欢 王其龙 潘龙 徐鸿 毛建辉 刘镇 杨威 王卫超 李金帅 吴传民	一等
15	提高黄土塬陡坡穿越施工一次合格率	燃翔QC小组	中国石油管道局工程有限公司燃气分公司	赵斌 吕心致 李梦雅 杨学强 孙江领 王宁 肖彭 戴坤岑 明玥 马春玲	一等
16	管道内检测数据对齐方法的研发	管道评价QC小组	中油管道检测技术有限公司	张畅 刘承磊 李晓晖 尤杰 关喆 祝明 李杰 郑景娜 杨静 侯佳硕	一等
17	提高用于长庆油田减阻剂合格率	科新分公司QC小组	中国石油管道局工程有限公司管道投产运行分公司	李鑫源 芦澍 席作家 肖彭 张珊榕 卢璐 韩学圣 贾秀波 姬鹏举 刘建	一等
18	提高管道工程项目物资类招标采购节支率	招标业务QC小组	中油管道物资装备有限公司	詹欣 张勋 魏义昕 曹蕾 于洪广 刘彦雷 邵常林 刘松林 冯秀玲 郑羽辰	一等
19	轻量化多管径全自动焊接防风棚的研制	翔盛QC小组	中国石油管道局工程有限公司第四分公司	连晓明 芦文发 霸磊 李瑜庆 张晴晴 夏振斌 郝鑫宇 贾玉朋 安保印 龚文新	一等
20	研制一种具有超长传感距离的光纤预警系统	科技刻刀QC小组	中国石油天然气管道通信电力工程有限公司	李刚 曾科宏 杨文明 闫会朋 张杰 马彦昉 葛洪军 王赢 刘勇 梁兴旺	一等
21	提高大口径两步法热力保温管一次合格率	创新QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	张黎犁 宾文军 张健 胡衍明 官云胜 刘海鹰 郭铭 王昕宇 孙刚 鲍大雨	一等

续表

排名	课题名称	小组名称	单位名称	主要贡献人						评审结果
22	智能化管道感应加热器研制	科技中心创新QC小组	中国石油管道局工程有限公司第三工程分公司	马征宾 李志祥	孙克刚 王升	杨文会 张晓敏	温鹏 王林杰	刘坤 马根	一等	
23	降低超高清探头损坏率	超高清探头QC小组	中油管道检测技术有限公司	刘争 于超	苗小波 李春晖	马宁 刘高菲	李玲慧 李振北	张元 姜海洋	一等	
24	提高国际项目邀请招标一次成功率	雏鹰飞翔QC小组	中油管道物资装备有限公司	吴永莉 邵常林	焦丽峰 孙连宏	冯楠 岳文超	武天宇 王进波	衣丽丽 杨昌霖	一等	
25	高压共轨式集成试压泵撬装装置的研制	智勇QC小组	中国石油管道局工程有限公司第四分公司	薄振刚 张春超	黄鑫 杨明	牛淑明 赵嵩	刘宝林 李冰	刘大勇 赵之渊	一等	
26	提高山区陡坡段运管速度	工程安装第四项目部创新QC小组	辽河油田建设有限公司	谭永亮 陈星宇	韩佩君 张楠	于立江 谢晨光	梁宏 王晓江	张强 李纪运	一等	
27	提高大管径液体环氧内防腐管喷涂一次合格率	管三QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	史宏霞 杨庆斌	刘海鹰 隋丹丹	王伟东 刘全庆	马云娜 李振生	汉柏楠 汤刚	一等	
28	提高专业分公司议定事项精细化达标率	睿智QC小组	东北石油管道有限公司	关春林 程旭	刘芳 吴柳	祝琳 杜智超	乔琳 王德春	苏鑫 王洋	一等	
29	提高混凝土牛腿柱一次成型合格点率	产能构件QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	李明 董荔	袁庆春 吕井井	张健 张闯	徐思佳 贾伦	张音 王传宇	一等	
30	储罐高桩承台隔震防火支座的研制	土建室QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	崔炜 叶家剑	詹旺宇 申云涛	逯娟 王学广	王博 刘文涛	李子琪 邓晓敏	一等	
31	10km盾构隧道内管道安装技术研发	穿跨越室长江盾构隧道穿越QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	尤伟星 钱峰	詹胜文 李洪亮	王丽 张磊	任文明 许维青	李晓光 高昆	一等	
32	管道数字化测量成果质检工具研制	大地尖兵QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	朱慧卿 方广杰	崔欣欣 郭福友	谭秋霞 郑飞鸽	刘明 李博	刘明 李博	一等	
33	提高高原地区小口径自动焊接一次合格率	冰刀QC小组	中国石油天然气管道第二工程有限公司	杨海亭 郑立坤	张鹏 赵勤俭	马元松 霍文涛	刘鑫 马力彬	李贤伟	一等	
34	双相不锈钢自动焊焊接工艺研发	焊接试验QC小组	中国石油天然气管道第二工程有限公司	张西雷 唐远刚	王强 张萍	薛慧 韩彦崇	闫光宁 兰国霖	邵洪波 郑前运	一等	
35	提高大口径冷弯管机单管平均加工效率	团创QC小组	中国石油天然气管道第二工程有限公司	尹利省 范培华	杨建 牛勇强	刘志宏 刘挺直	李林 陈小虎	陈斌 郭依军	一等	
36	降低原油码头管廊工程建设费用	配管室管廊工程技术QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	郝翰 杨威	周延 胡海洋	姜东方 孙凤蕊	白爽 王宁	杨璐 李欣	一等	
37	三通不等壁厚连接新型坡口研制	机械QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	尤泽广 房佩文	赵月 付丽	王成 谢超	杜亮坡 邓鑫	牛海仲 李月东	一等	
38	降低尼日尔贝宁项目单点系泊系统水下软管长度	海洋工程事业部单点系泊QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	梁凯 杜伟娜	王亚琼 吴福龙	冯浩 徐增伟	马超 于润泽	周大可 王国斌	一等	
39	提高高钢级管道环焊缝力学性能合格率	线路焊接QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	白芳 杨叠	张振永 许砚新	钟桂香 刘军	杨建中 陈彬	李春锋 王秋合	一等	
40	缩短LNG项目低温管托数据表编制耗时	江苏滨海LNG应力分析QC小组	中海油石化工程有限公司	季龙庆 马良	刘洪佳 邓云川	任伟 胡峰源	曾兆强 肖丽红	程强	一等	
41	长庆气田智能开关井系统研发	智能开关井系统研发QC小组	长庆工程设计有限公司	陈晓刚 张昀	杨紫辰 姚欣伟	高玉龙 杨建	薛岗 马连伟	安维杰 王劲舟	一等	
42	提高超限塔器筒节棱角一次合格率	聚能QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	李建江 藏益江	尹岩 刘正泉	刘世君 刘如涛	周建峰 刘如涛	雒宗君	一等	
43	开发长庆油田LDAR过程VOCs-CH4含量切割方法	环境保护QC小组	中国昆仑工程有限公司吉林分公司	韩雅娇 高磊	谢晖 李汶冬	李晨臣 李成福	韩源 刘春验	秦杨	一等	
44	梯子平台元件库绘图工具研发	设备标准化QC小组	中石油华东设计院有限公司	李大平 亓成刚	毕林涛 王凡	赵恩宏 刘洋	刘鹏 谷铮	陈亢	二等	
45	新型高效三相分离器的研究	机械工程所第一QC小组	中油辽河工程有限公司	宋诚 钱媛	高岩 王欣	伊军 史传麒	李迪	郝广娃	二等	
46	提升压裂返排液除油率	环保提质增效QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	肖芳 杨晓娇	何化 张丽娜	赵琼 唐吉丹	瞿冯斌 徐雅迪	何彦	二等	
47	提高高陡坡段焊接一次合格率	宁216QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	郭庆生 曹刚	陈古荐 孙愉	周江 梁辉	熊杰 马先	梁苏东 任玲	二等	
48	提高巴佐伊压气站AVEVA平台设计成果一次交付准确率	画图我们是认真的QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	李沫 董宇	徐洁 李璞	李春艳 周翔宇	王一荃 梁俊奕	周雪	二等	

续表

排名	课题名称	小组名称	单位名称	主要贡献人	评审结果
49	信息化市场管理系统开发	智慧软件QC小组	中油工程项目管理公司天津设计院	甘泽盖文政 李磊李炯 王昊高蕙涵 刘冬洋宫凤鸣 刘喆刘姝曼	二等
50	缩短组撬管道系统试压工期	应用技术研究所锐“疫”进取QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	刘文广胡锦刘林远 李朝阳 贾晓林刘勇峰 陈晓利高鑫 杨凡曾文	二等
51	降低AFAS系统电缆耗量	仪电信室QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	李沿宏牟泰权 袁东筱 周明军 罗浩	二等
52	降低小型LNG双金属全容罐拱顶重量	钢铁侠QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	焦建国张诚 罗林林高程 高兴毛翔 张迅刘俊 向海云雒定明	二等
53	提升焊接式阀门管道系统清洁质量	管道清洁度控制QC小组	中国寰球工程有限公司北京分公司	于晓泉谢小强 江宁赵伟 彭勇马杰 田刚李亚鹏 韦雪康	二等
54	高含CO ₂ 天然气精脱硫工艺技术的研发	攻关先锋号QC小组	中国石油工程项目管理公司天津设计院	王铁军俞乐平 刘贤明侯爽 方海波袁海涛 王绪文于淳光 吴常建陈飞宇	二等
55	降低注汽管线热损失	热工第一QC小组	中油辽河工程有限公司	马铭泽于海滨 赵兴罡王禹智 张馨周乐乐 张洁 刘庆	二等
56	提高微水试验测定地层渗透系数的准确性	勘察所水文地质勘察QC小组	中国石油工程建设有限公司华东环境岩土工程分公司	钱明兰 庞家伟戈开文 吕连勋甘永和 郭世超 刘元钊	二等
57	改变顶管隧道竖井地连墙施工工艺,提高施工工效	中俄东线中段监理地连墙技术攻关QC小组	北京斯派克工程项目管理有限责任公司	雍天朋王传祥 杨先成肖金波 吴江 乔永胜 祁春雷	二等
58	降低油气管道勘察钻探作业安全风险	勘察QC小组	中油工程项目管理公司天津设计院	潘亚男盛立云 张亚斌胡冬梅 赵培尚刘宗新 王国利王宝萍 张益欣王磊	二等
59	缩短管道表的编制时间	管道表编制过程研究QC小组	兰州寰球工程有限公司	苏晓丽张学利 黄智熊超 魏宏涛王润华 王伟 张艳君	二等
60	缩短BIFP项目集输管道线路施工图设计时间	远航QC小组	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	程浩力吴玉普 张连来夏茂进 蔡峰峰韩婧 张吉明马彬 孙学艺郝天宇	二等
61	提高机械复合管管道系统应力分析准确性	油气集输室“不索何获”QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	陈俊文王晓玉 彭方宇唐昊 姜炜王菲 郭艳林 杨帆	二等
62	提高岩土工程钻探泥浆回收率	勘察室QC小组	中国石油工程建设有限公司西南分公司	赵普王彬全 亢会明张晓光 辜利江赵向阳 康胜郭涵宇 童少芳郭涵宇	二等
63	提高EPIPEVIEW上传数据的组态效率	自动化工程第一QC小组	廊坊开发区中油龙慧自动化工程有限公司	赵雁婕朱同 汪金满傅涛 王晓光桑婧 王小静康亚杰 穆云婷	二等
64	穿管小车的研制	特业分公司QC小组	中国石油管道局工程有限公司第一分公司	张玮张赛 陈国顺董冰 周建安刘传富 张野董天宇 董明明李猛	二等
65	储罐施工小型电动切割装置的研制	第四分公司先锋QC小组	中国石油管道局工程有限公司第三工程分公司	张宁王雅冬 赵宏斌白杨 饶雪飞吴国亚 李杰王化忠 张哲刘超	二等
66	提高泰国沿海地区顶管基坑施工合格率	泰国海豹顶管基坑QC小组	中国石油管道局工程有限公司亚太分公司(原东南亚项目经理部)	凌建磊温增强 王国臣刘彦辉 孙秀全杨永兴 郭英奇孙永 蔡成冯成功	二等
67	提高国际工程程序文件报审通过率	电气仪表工程分公司仪表自动化安装、调试QC小组	河北华北石油工程建设有限公司	崔志诚郑海涛 廉小伟张保林 刘建设高东洲 马胜白静 关虹李勤松	二等
68	提高大口径管道连头自动焊合格率	职工培训学校自动焊QC小组	辽河油田建设有限公司	倪洪源甄云峰 王汉石孙锐 董芳芳袁吉庆 栗佳班耀服 赵广臣马雷	二等
69	提高Φ1219主管线穿越一次成功率	穿越工程项目部QC小组	辽河油田建设有限公司	黄剑姜海 马贺平林野 焦永红刘邦 张皓添韩晓冬 姜军徐明越	二等
70	三通拉拔杆安装与拆卸装置研制	弯管管件设计研究所QC小组	中油管道机械制造有限公司	晏利君王建皓 樊炳超庞东英 王银帆 祝鹏杨彬 孙海兵高越峰	二等
71	提高砂层定向钻穿越泥浆性能一次验收合格率	水平定向钻穿越QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	刘兆营黄国滨 常胜波王坤鹏 柏琳史晓林 李子月郭金满 田志超王泽雨	二等
72	提高管道施工作业带草甸移植成活率	青藏管道QC小组	西藏青藏石油管道有限公司	高晓飞许芝瑞 李国锋白大勇 汪海波魏威 闫定弘李雷 刘军林春杰	二等
73	提高钢骨架复合管的组对效率	求实工程建设QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	丛日友童雷 于笑晨蒋风松 王怀庆陈涛 李深姜丽杰 毛勇陈忠泽	二等
74	十万立储罐环形补强圈切割器的研发	化建二部QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	朱尧曹建辉 孙清涛徐可 于笑晨姚秋媛 张亚伟郑贵东 夏振东左春春	二等

续表

排名	课题名称	小组名称	单位名称	主要贡献人					评审结果
75	降低水平定向钻回拖管道防腐层漏点率	泰国北部成品油管道HDD QC小组	中国石油管道局工程有限公司亚太分公司(原东南亚项目经理部)	张自力 张晓伟	任成龙 李晓峰	张 莉 甄文选	陈仲举 赵 航	单旭东 刘 雷	二等
76	石油炼化检修换热器电动抽芯机的研制	金属结构分公司-金属检修QC小组	辽河油田建设有限公司	鞠兴永 臧延雷	商建营 王 涛	刘 庚 孟德龙	李 莉 张 洋	窦向杰 李 锴	二等
77	提高15万方原油储罐机械清洗效率	储罐机械清洗QC小组	中国石油管道局工程有限公司国际事业部	寇 准 刘 政	田劲松 胡佳顺	侯进才 张 劲	赵国来 金 欢	刘宝海 张文静	二等
78	大型石油化工装置仪表电缆机械化敷设工艺	电仪QC小组	中国石油天然气第六建设有限公司长庆乙烷制乙烯项目部	秦小林	林 云	莫兴慧	杨立广	田增强	二等
79	小型焊接作业车研制	五星创新团队QC小组	河北华北石油工程建设有限公司	饶雪飞 成 娜	杨贵武 康文远	张 宁 彭曙光	程 红 叶霆龙	勾承涛 魏立秀	二等
80	提高城市热力管道HDPE电熔补口质量	管道防腐QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	马士锋 尹峰哲	寇建峰 殷峰炎	朱 闯 郝亚龙	王德华 王 孟	王东升 陈雪枫	二等
81	山地(大坡度)管线自动焊工艺研究	职工培训学校自动焊QC小组	辽河油田建设有限公司	王汉石 孙 锐	董芳芳 梁 才	栗 佳 李纪运	赵广臣 黄 荣	甄云峰 张 强	二等
82	改进自动焊机焊接参数,提高焊接一次合格率	炼化工程分公司一管道自动焊接技术研究QC小组	河北华北石油工程建设有限公司	肖 鹏 侯 慈	叶忠瑜 邹 权	周晓兰 郑海涛	徐雪辉 崔 凯	曾垂旋	二等
83	减少地下连续墙钢筋笼入槽时间	中俄东线长江盾构监理部QC小组	北京兴油工程项目管理有限公司	赵 良 孙 宇	吴军时 赵盛刚	唐世刚 周邦国	盛 苗 刘二龙	梁 峰 郭精学	二等
84	投资费用快速计算系统研发	知行蚂蚁QC小组	中国石油天然气管道工程有限公司	么文增 任子位	吴 汉 李 凯	孙洪滨 关智夫	王晓露 秦 丹	蒋 威 穆立鹏	二等
85	缩短产建注水站外系统设计时间	注水QC小组	长庆工程设计有限公司	高 飞 董 巍	赵大庆 毛泽生	李欣欣 王瑞英	李 言 程忠钊	王 斌	二等
86	提高新疆区域勘察设计项目投标报价精准率	西北胡杨QC小组	中国石油工程建设有限公司华北分公司	李晓峰 王 健	姚 攀 庞瑞娥	黄 杨 向 越	乔明亮 李朝刚	周 慧 张芳影	二等
87	提高数字化项目概算编制效率	数字化概算QC小组	大庆油田设计院有限公司	朱家嘉 刘志成	张涵钧 张 锐	谢丽香 牛国红	李智君 郭 强	李思良 刘少南	二等
88	提高无降温盘管大体积混凝土浇筑一次合格率	筑垒QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	李亚章 钱忠如	高景刚 黄金超	徐成林 鲁金林	陈 琦 张 宏	李延良 许吉俊	二等
89	缩短一体化集成装置模块化预制管段焊口RT射线无损检测时间	工艺技术质量攻关QC小组	长庆工程设计有限公司	李国明 王 浩	张新友 王 勇	杨 光 廖烜华	张玉玺 张会平	郑晓利 郑 静	二等
90	页岩油大井组返排液处理装置研制	“凭”水相逢装置研制QC小组	长庆工程设计有限公司	张俊尧 陈兆安	王 骏 谭 凯	王昌尧 庞永莉	王 青 杜 鑫	霍富永 池 坤	二等
91	减少中大型混凝土水池渗漏点	乌鲁木齐项目部中大型混凝土水池施工质量控制QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	张洪涛 赵焕欣	李迂祥 周阳阳	王 新 丁富超	干松月 何松柏	邵泽华 伊万元	二等
92	提高氧气管道内壁光洁度检验一次合格率	泉州项目工艺管道施工QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	刘 鹏 董利波	于志义 彭新凯	王自明 冯 杰	邢社甫 陈红伟	余佳佳 李继文	二等
93	降低维保日常检修泄漏率	钦州项目经理部QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	牛纬涛 周建东	张万超	张云朋	晏圣平	邵伟涛	二等
94	石油化工装置厚壁管道对接焊缝PAUT质量控制	洛阳中油检测公司中化泉州项目QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	王业民 高 鹏	杨 鹏 宋哲源	张海武 叶振林	华金德 杜 宁	李保伟 陈 超	二等
95	基于地理位置的黄土信息查询工具的研发	黄土研究QC小组	长庆工程设计有限公司	杨星月 朱桥川	王治军 张 曦	侯大勇 刘 斌	耿生明 潘俊义	杜志伟 李 雪	二等
96	N08825换热管胀接技术的研发	胀接试验QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	王家璐 胡风奎	刘树权 张 毅	董 峰 朱慧君	刘 枫 张齐明	赵 祥 乔艳军	二等
97	提高大体积混凝土内外温差控制合格率	青春塔里木QC小组	兰州寰球工程有限公司	高玉丞 佟明勇	张 敏 范鸿彪	武亚娟 王 雷	马凯强 吕 梦	张 鹤	二等
98	缩短档案系统图纸存档时间	信息中心QC小组	长庆工程设计有限公司	高仕举 张 哲	任晓峰 王 斐	张 鑫	王 博	张庆华	二等
99	北蒸馏装置整体大型模块块化施工创新	锦西项目部创新性课题QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	王瑞奇 李 维	何江涛 崔乃友	迟朝晖 张德军	郝其临 魏境远	仝玉坤 李顶立	二等

续表

排名	课题名称	小组名称	单位名称	主要贡献人	评审结果
100	提高往复式压缩机紧固部件质量	机组安装攻关QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	潘尊贵 张益权 刘迪 李新 孙玉伟 尤宝林 郭俊涛 辛国帅 张乐文 李钢	二等
101	提高自控回路控制率	仪表自控施工QC小组	大连石化公司建筑安装工程有限公司	孙泳峰 刘丛堂 张军 刘永昌 周博 乔祯 宋卓锐 孙中凯 徐清平 李馨	二等
102	提高设计管理工作对详细设计报土库曼审查新规的适应性	土库曼项目设计管理QC小组	寰球工程项目管理(北京)有限公司	杨汉宝 王建伟 苑辉 张凤平 高健雄 陈云斌 张栓记 程雪岩	三等
103	提升国际工程储罐顶部管口承载	数字化储罐仿真QC小组	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	崔健 崔振宁 董磊 占双林 袁玲 李魏 秦黎 李肖蔚 邓海军 晋永革	三等
104	提高B9项目仪表专业设计效率	仪表技术服务QC小组	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	祁晋茹 宋江涛 任新华 潘春妹 陈艳 吴佳欢 陈锦玉 王若静 郭瑞彤	三等
105	20万m ³ LNG储罐预防裂纹混凝土配合比研究与应用	20万方LNG储罐预防裂纹混凝土配比研究QC小组	中国寰球工程有限公司北京分公司	高天喜 沈阳 吴永光 刘述桃 潘勇 张引强 孙俊若 李想 张卫平 於善静	三等
106	有效控制PCCP管道安装流量偏差≤3%	PCCP管道安装质量控制小组	新疆寰球工程公司	杨建 王成 邓坚 蔡金龙 李继 于峰 伍兵 马涛 张昊 李力	三等
107	油气集输管道穿越用钢制套管新型密封端的研制	远航QC小组	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	程浩力 吕铖 王军 吴玉普 马晓天 尤雪梅 徐学敏 刘畅 周勇 池恒	三等
108	电气/仪表类设备催交能力提升	电气/仪表类设备催交能力提升小组	上海寰球工程有限公司	邵奇 段美娜 杨思妹 谷安迪	三等
109	制定前期研究阶段挠性立管对浮体偏移的限制性界面参数	挠性立管性能优化设计QC小组	中海油研究总院有限责任公司	贾鲁生 黄俊 王德军 刘毅 安思宇 李琰程 宋紫君 李刚 梁文洲	三等
110	改进采矿方法,实现贫富分采、分采分运	采矿方法试验研究QC小组	中国寰球工程有限公司北京分公司	王政 孟庆新 张然 宋维鹏 张玉龙 胡爱民 张燕飞 孙俊奇 全庆亮 苏东良	三等
111	雷61储气库模块化研究	模块化技术攻关小组	中油辽河工程有限公司	李志岩 王文 周丽洋 李鑫 刘璇 于奇 崔雨虹 梁俊逸	三等
112	聚烯烃全自动智能立体仓库系统在工程设计中的质量控制	成套设备QC小组	中国寰球工程有限公司北京分公司	蒋宇 李芳玲 岳巍 汪洋 刘志芳 李文杰 董奇 刘益弘 宋宇宸 沈楠	三等
113	提升工程总承包项目现场培训质量的解决方案	工程总承包项目现场培训质量提升QC小组	中国寰球工程有限公司北京分公司	夏刚宁 杨柳 张冰 郭德兴 孙博辉 秦建军 杨汝广 乜宇伶 张硕 刘一民	三等
114	结合OA基于Python实现考勤自动化管理	HQPMC自动化办公研究小组	寰球工程项目管理(北京)有限公司	高峰 宋海韬 郑涛 许丽 王玮 张茜 覃俊雄 李腾瑜 龚妍 程雪岩	三等
115	一体化海洋监测系统国产化方案研究	一体化海洋监测系统国产化方案研究QC小组	中海油研究总院有限责任公司	钟雨桐 徐正海 周学军 张艺 郑伟 何骁勇 朱春丽 陈迪 张颖 王婷婷	三等
116	海上平台原油发电机组利旧研究	海上平台设备利旧QC小组	中海油研究总院有限责任公司	刘维滨 王文祥 贾津耀 尚超 杨风允 于邦廷 秦小刚 柯尔钦乎 吕东	三等
117	焊帽镜片防霜雾装置的研制	技术装备处焊接培训QC小组	中国石油管道局工程有限公司第三工程分公司	陈宏伟 王以兵 王要飞 巨世庆 黄家耀 郭亚芳 黄彩凤 叶广岳 兰国霖 梅伯全	三等
118	提高工作站镀锌铁皮加工主材利用率	防腐保温QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	呼延鑫 付世宇 李力 贾朝阳 曹旭辉 姜祥宇 沙丽莎 王锐 刘华 王磊	三等
119	缩短大口径长输管道盾构隧道安装工期	长输管道施工QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	刘喜才 王勇 赵文杰 任磊 周宇辰 张思 张智 高尚稳 冯殿波 窦进成	三等
120	提高柱塞泵安装精度	工艺QC小组2	大庆油田建设集团有限责任公司	常浩 楚震 刘畅 于明琦 吴迪 马卫东 朱德臣 姜涛 郝江 刘庆东	三等
121	提高在役管线动火切割管口合格率	科技中心QC小组	中国石油管道局工程有限公司第一分公司	祖宝华 裴运涛 陈爽 梅杰 黄正 张帅 张微 宋小亮 蒋帅 黄卫兵	三等
122	降低拆装开孔机、封堵器液压管的登高作业频率	抢险二机组QC小组	西安西北石油管道有限公司	陈建锋 康彦锋 刘辰 贾宝连 张鹏 张根有 梁海龙 陈晨 康彦斌 钟华	三等
123	降低长输管道项目全自动焊接油耗	节能降耗QC小组	大庆油田建设集团有限责任公司	周彤 王迪 王其贵 陈立伟 杨阳 胡亮 杨靖 钱杨 马乐泉 孟海燕	三等
124	提高铝镁料仓焊接一次合格率至98%	独山子炼化化工EPC项目QC小组	新疆寰球工程公司	李继 卢麒安 蔡金龙 于峰 赵剑强 李磊 张昊 杜朝阳 王坚 赵巍	三等

续表

排名	课题名称	小组名称	单位名称	主要贡献人	评审结果
125	电缆开断判别装置的研制	电缆开断判别装置小组	大庆油田建设集团有限责任公司	郭道厚 卫 东 王宝春 韩怀亮 张安保 陶 珊 郝亚龙 张 鹏 程继东 袁 野	三等
126	压缩机组基础底部锚板接触面打磨专用工具的创新	长庆乙烷制乙烯项目部QC小组	中国石油天然气第六建设有限公司长庆乙烷制乙烯项目部	陆 敏 彭文进 张 鹏 李高翔	三等
127	焊材库管理技术	80万吨/年长庆乙烷制乙烯项目焊材库管理技术	中国石油天然气第六建设有限公司长庆乙烷制乙烯项目部	李祖祥 蒋明道 曹 黎 樊春涛 陈 晨 党文博 张文印 孔祥超	三等
128	大中型混凝土全包容LNG储罐罐内烟尘控制	LNG储罐施工创新QC小组	中国石油天然气第六建设有限公司江苏LNG项目部	廖志成 吕彦祈 马 星 周永光 程庆龙 田 博 胡建平 陈芝文 田泽旭	三等
129	裂解炉炉管焊接质量控制	裂解炉炉管焊接质量控制QC小组	中国石油天然气第六建设有限公司长庆乙烷制乙烯项目部	蒋明道 陈启林 杜振江 耿彦海 刘 航 冷荣政 文星星 李卫红 李硕宁	三等
130	大中型混凝土全包容LNG储罐外罐衬板自动焊应用技术	LNG储罐施工创新QC小组	中国石油天然气第六建设有限公司江苏LNG项目部	廖志成 吕彦祈 马 星 周永光 程庆龙 田 博 胡建平 陈芝文 田泽旭	三等
131	利用QC方法提高管道试压效率	大树石化项目QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	顾长虹 朱丽娜 潘颖男 赵瑞华 杨少鹏 孙肖锋 范萌萌 刘海波 高 杰	三等
132	提高金属管道内防腐施工一次合格率	水处理金属管道内防腐QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	张洪涛 王 新 李迁祥 邵泽华 干松月 姬中华 杨志斌 徐明东	三等
133	提升远程网络培训的有效性	项目管理学院QC小组	廊坊中油朗威工程项目管理有限公司	王 峰 李 勇 代炳涛 王洪霞 牛益民 剧 璐 金 梦 万 超 李君宇 谢佳原	三等
134	低温LNG管道保冷系统的开发	勘察设计QC小组	中海油石化工程有限公司	肖丽红 王兴龙 邓金涛 王 庆 孙 航 刘洪佳 张京周 杨 庆 秦 冉 崔 丽	三等
135	提高人均采购经济效益	采购部精益求精QC小组	中国石油工程建设有限公司华北分公司	赵 俊 蔡 峰 张 学 梁 冰 李学峰 段 延 张 卉 李琼丽 刘慧超 何俊杰	三等
136	提高非金属玻璃钢管道保温发泡质量	非金属玻璃钢管道防腐保温质量管理小组	中油(新疆)石油工程有限公司	陈光华 程明红 徐安营 张廷胜 李 科 舒远军 朱小均 朱宏斌 丁亚克 史秀红	三等
137	提高信息管理平台在设计管理工作中的使用率	信息化管理QC小组	中国石油天然气第七建设有限公司	张春丽 于素霞 王晓丽 赵丽丽 丁 飞	三等
138	提高钛合金管道一次焊接合格率	凝胶、微球MVR蒸发结晶系统钛合金管道焊接QC小组	中国石油天然气第一建设有限公司	卫国伟 邓 波 杨 阳 高 兵 宋艳东 席攀成 罗秀清 曾一凡 孙秀国 张志龙	三等
139	研制滑阀阀板拆安工具	滑阀施工QC小组	大连石化公司建筑安装工程有限责任公司	王继琛 徐先富 张 伟 任立伟 门曰生 郝 鹏	三等
140	镍9钢剩磁控制	镍9钢剩磁控制QC小组	北京兴油工程项目管理有限公司	李善亮 尚 峰 郑光然 邸 铠 张文富 田国宏 彭 勇 谢小强 赵金涛	三等
141	研制槽板弯通模具尺	电仪公司调试工段QC第一小组	中油吉林化建工程有限公司	丁吉生 张立新 崔宏军 赵晓慧 曾 瑞 宫宴鹏 陈一冰	三等
142	提高小直径接管焊缝热处理成功率	小直径接管施工QC小组	大连石化公司建筑安装工程有限责任公司	王瑛璐 柴 亮 张忠刚 柴世成 姜子龙 孙正润	三等
143	试验BIM技术在监理管理工作的应用探索	能力提升QC小组	吉林油田公司基建工程处	刘明慧 王 磊 陈 惺 吴春荣 张会雪 赵雪松 陈福才 刘桂林 高文林 陈传东	三等
144	小口径管道全自动焊接技术(磁吸式焊机)焊口质量控制	磁吸式焊机焊口质量控制QC小组	中油(新疆)石油工程有限公司	马英捷 黄 涛 李龙斐 郭 伟 穆晓龙 文 彬 荆玉博 刘德彪 艾尔肯·阿布力孜 殷新虎	三等

中国石油工程建设协会管道设备保温与防护技术专业委员会2021年会暨新技术、新工艺、新产品交流及展示会召开



10月15日至16日，中国石油工程建设协会管道设备保温与防护技术专业委员会2021年会暨新技术、新工艺、新产品交流及展示会在中国防腐之都河南长垣召开。本次会议由专委会与中国石油工程建设有限公司华北分公司、河北雄安分公司、长垣市防腐业协会联合主办。中国石油工程建设协会常务副理事长杨庆前、长垣市人大常委会主任夏治中等协会和市领导出席会议。专委会主任郭慧军在会上作工作报告并在会议结束时做总结讲话。各会员单位、科研院所、生产企业、施工企业等各界代表220余人参加了会议。

本次年会以“合作、创新、共赢、发展”为主题，围绕“双碳”背景下石油石化行业防腐蚀技术发展进行技术交流与研讨。会议期间，与会代表观摩了各参会单位的展台并参观了长垣市防腐产业园。

中国石油工程建设协会常务副理事长杨庆前在致辞中表示：中国石油工程建设协会“十四五”期间，将以石油、石化业务转型升级和新能源发展为契机，大力推动防腐行业发展，积极组织各项交流互动，在团体标准申报、项目报优、产品鉴定、

技术推介等方面发挥更大作用，加大研讨活动频次和质量，发挥资深专家的引领作用，相互沟通、密切合作、共同发展。

长垣市人大常委会主任夏治中对会议的顺利召开表示热烈的祝贺，在致辞中介绍了长垣市防腐产业的发展成就。并表示，本次会议在长垣召开，聚集打通了行业上下游产业链，聚合了防腐保温产业优质资源，搭建了“政、产、学、研、用”的交流平台，将为长垣带来发展前景更好、技术含金量更高的科技项目，同时也将为长垣防腐产业转型升级打造更为广阔的发展空间。

郭慧军代表专委会作年度工作报告，回顾总结2020年和2021年专委会各项工作，分析了新形势、新任务，安排部署2022年重点工作。

郭慧军在工作报告中指出：当前，全球能源正在形成石油与天然气、常规与非常规、化石与非化石协同发展的新格局，随着传统能源行业的深化改革和新能源产业的快速发展，防腐行业也迎来新机遇与新挑战，绿色、安全、高效、节能、规范、优质已成为当前防腐行业发展的基本要求。加快构建产、学、研协同创新体系，提升自主创新能力，打造核心特色技



中国石油工程建设协会常务副理事长
杨庆前致辞



长垣市人大常委会主任夏治中致辞



中国石油工程建设协会管道设备保温与防护技术
专业委员会主任郭慧军作年度工作报告



专家报告介绍防腐保温新技术、新工艺、新产品



参会代表观摩产品展区



参会代表参观长垣市防腐产业园

术，培育自主知识产权，将成为防腐行业高质量发展的关键。

面对新的形势任务，广大会员企业要坚持创新驱动，通过不断优化技术研发体系，在新技术、新材料和新产品上下功夫；走绿色发展道路，加快形成核心人才、核心技术、核心产品；要以科技创新引领市场进步，实现更高水平的内涵型增长，进而促进企业转型升级。同时呼吁广大会员企业通过不断提高产品质量、提升服务能力、保障工程质量来赢得客户、赢得市场，以高质量创造高效益。

会议期间，协会副秘书长赵玉华深度解读了中国石油工程建设行业企业信用评级的意义和方法；副秘书长侯同瑞详细阐述了团体标准申报的原则和要求。

18位业内专家、教授从理论研究、实验分析和现场应用等多角度报告了防腐保温新技术、新工艺、新产品，内容涵盖绿色环保水性涂料、激光除锈、智能区域阴极保护、大口径管道全自动补口、液态隔热保温涂层等等，报告信息量大、技术性强、创新性足，引发参会代表强烈热议和高度肯定。

本次年会在长垣市人民政府、长垣市防腐业协会以及华正建设集团有限公司、濮阳市双星防腐安装有限公司、河南省赢合科技有限公司等单位的大力支持和协助下圆满结束。会议主题鲜明、内涵丰富，对当前能源行业发展形势分析准确，路径清晰，凝聚了与会代表对行业发展的广泛共识，为全面促进专委会业务提升奠定了坚实基础。■

中国石油工程建设协会2019—2020年度 石油工程建设工法发布与鉴定会召开



金秋时节，丹桂飘香。2019—2020年度石油工程建设工法发布与鉴定会10月27日至29日在桂林举行。会议由中国石油工程建设协会主办，中国石油天然气第六建设有限公司协办，桂林宝石花医养服务有限公司承办。

中国石油工程建设协会副秘书长、综合办主任侯同瑞主持首次大会。会上，寰球公司总经理助理、六建公司党委书记、执行董事慕仁社和桂林宝石花医养服务有限公司总经理陈世勇分别致欢迎辞。慕书记在致辞中介绍了六公司基本情况和近年来在市场领域和业务领域发展、施工技术创新、施工工法提炼、前沿施工技术研究和储备等方面工作，表示将借助石油工程建设工法发布东风，向石油工程建设协会和兄弟单位学习经验，继续加大科技创新力度，加快数字化转型与智能化发展步伐，切实提高企业施工技术水平、管理水平和企业核心竞争力，推动公司高质量发展。

中国石油工程建设协会副秘书长、鉴定委员会副主任李广远对“2019—2020年度石油工程建设工法”初评审和工法发布、鉴定等相关事项进行说明。

中国石油工程建设协会常务副理事长、鉴定委员会主任杨庆前对会议的顺利召开表示热烈祝贺，对六建公司和宝石花医养服务公司的大力支持表示衷心感谢。杨庆前在讲话中指出，工法是企业标准的重要组成部分，是企业开发应用新技术工作的一项重要内容，是企业技术水平和施工能力的重

要标志，也是企业核心竞争力的具体体现。石油工程建设工法发布与鉴定会是中国石油工程建设协会为石油石化工程建设从业者和工程技术人员提供的很好的交流展示平台，协会会员单位要持续推动科技创新，优化施工工艺，培育和总结形成更多更好的工法，有效推动行业科技进步和科技成果转化。杨庆前指出，要加强对工法标准的掌握和对工法编制指南的学习，提高工法编制水平。要组织年轻技术人员多参加工法评审，把先进的技术和科学管理结合起来，有效推动年轻技术人员的技术能力和水平。杨庆前强调，要发扬“追求卓越、铸就

经典”的国优精神，加大工法推广应用，多组织开展群众性质量管理活动和争先创优活动，把一大批高水平的QC成果、石油工程建设工法、优秀项目管理成果、优秀勘察设计成果推广应用到工程项目建设中去，保证工程质量和本质安全，提高工程建设整体水平，推动行业创建精品工程、优质工程，形成石油工程建设优秀品牌。

会上，各会员单位工法发布人阐述了各自工法特点、工艺原理、关键技术、流程与操作要点以及工法的先进性、应用效果和取得的效益。与会专家认真审阅技术申报鉴定文件资料并作精彩点评，经现场质询、答辩、讨论形成最终鉴定意见。30多家会员单位申报石油工程建设工法96项，鉴定通过75项。■



近年来,国内掀起大型炼化一体化项目建设高潮,而在石油化工装置安装高峰期,工艺管道安装计划管控尤为重要。为了更好地管控管道安装施工进度,本文阐述了如何计算焊接当量,定义了焊工每日焊接当量,以及如何进行计划编制与监测方面,为项目管理提供了一定的依据,有利于项目管理过程中工艺管道安装计划管理,使项目早日建成投产。

浅谈石油化工钢制管道工程焊接当量在计划管理中的应用

■ 鲍海平 奚慧



石油化工装置的钢制管道工程安装量大,材质种类多、规格多,安装工序复杂,涉及管子、管道组成件验收、除锈防腐、加工预制、焊接、无损检测、焊接后热处理、管线无应力安装、阀门安装、支吊架安装、管道强度试验、吹扫、气密等工序。依据《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》(SH 3501-2011)管道又分八个等级,

因此要求的焊接工艺评定及工艺规程完全不同。在项目实践中以日焊接当量作为计划管理参数取得较好的应用项目。

1 焊接当量的概念及作用

管道的焊接当量(Equivalent weld),又叫吋口,也称吋径、达因(Dia-Inch),是以管道直径(英寸)数为基础

并考虑材质、壁厚等因素来计算和统计焊接工作量的一个基本单位，管道直径为1英寸的一个基准焊口计为1个焊接当量。

在石油化工装置的管道安装过程中，焊接当量常用于表示管道的焊接工作量和焊工绩效考核，本文阐述的主要应用在管道安装计划管理方面。

基准焊接当量是在设定的各影响因素条件下不需要进行折算（即折算系数为1）的焊口。

本文所确定的基准当量的影响因素条件如下：材质为碳钢；直径（吋）为1；壁厚（mm）小于等于8；接口型式为对接；区域为预制厂；焊接方法是手工电弧焊。

2 焊接当量折算的影响因素

所有可能影响焊接当量折算，如因素有作业准备时间、作业难度、作业条件、作业方法、作业环境、甚至是操作姿势、连续作业时间、作业间断时间、等待时间等，均可对焊接当量折算产生影响。但为了测算方便，将这些影响因素具体归结为6类，即：材质因素、直径因素、壁厚因素、接口型式因素、区域因素和焊接工艺因素。其中，焊接工艺因素细分为焊接方法、是否充氩和是否预热三个影响因素。

3 各影响因素的折算系数

折算系数是指在其他条件不变时，某影响因素下的实际焊接时间与基准焊接当量设定条件下的焊接时间的比值。如果基准焊接当量需要的焊接时间为1，而由于某因素的影响使实际焊接时间变为1.2，我们就将该影响因素的折算系数确定为1.2。

由于考虑的影响因素较多（虽然仍不能覆盖所有因素），在进行计算时工作量会很大且繁琐，所以焊接当量折算如果仅用于计划编制和计划统计时，部分影响因素和折算系数可以忽略或简化。

通常计划管理仅考虑壁厚因素。在壁厚在8毫米以下的焊口10个1英寸的焊口就是10个焊接当量，2个5英寸的焊口也是10个焊接当量。超过8毫米每增加2毫米加乘一个0.1的系数。

4 焊接当量的计算

根据同类项目经验通过管子壁厚和焊缝种类不同而采取了以下加权的计算公式。

公式一：

装置区的焊接当量=管线总长度×0.127（修正系数）×管线吋口+（弯头数量×管线吋口×2）+（三通数量×管线吋口×3）+（法兰数量×管线吋口）+（大小头数量×管线吋口×2）

公式二：

非装置区的焊接当量=焊口数（管线总长度/单根管线长度）×管线吋口+（弯头数量×管线吋口×2）+（三通数量×管线吋口×3）+（法兰数量×管线吋口）+（大小头数量×管线吋口×2）

公式一和公式二中的管线吋口即管线外径的英制，只是1种外径规格的管子计算方法，所有规格的管线均按上面公式计算，求和总焊接当量。

5 日焊接当量的确定

结合已建成大型炼化一体化项目经验值，综合考虑壁厚、材质、自动焊、半自动焊、焊接区域、焊工熟练程度和无损检测等因素，施工过程中，预制阶段取每名焊工日焊接当量40个，安装阶段取每名焊工日焊接当量25个。

6 计划编制

结合发布的一二级计划，业主执行层组织承包商编制的三级计划。以管线试压吹扫为目标，促工艺管线成线为抓手，组织工艺管道施工，在工艺管道施工图完成和管道组成件全部到场时，全面开展百日工艺管道安装劳动竞赛。根据总的焊接当量、焊接工期和日焊接当量，计算出焊工数量。如下式：

每天预制投入焊工数量=总焊接当量40%/（100天×40焊接当量）每天安装投入焊工数量=总焊接当量×（1-40%）/（100天×25焊接当量）

注：根据石油化工装置安装经验及工艺复杂程度，初步确定预制深度取40%。依据计算结果，在计划编制过程中，要求承包商投入焊工人数和焊机等，达到计划与资源匹配。

7 计划监测

计划监测过程中，严格控制每名焊工的日焊接当量，在每天下班前汇总焊工日焊接当量，确认无误后，向业主报告当日完成的总焊接当量和投入的焊工人数，计划管理人员每日统计分析当日全项目完成的焊接当量。

通过分析未完焊接当量、日焊接当量和焊工投入，来计算四级作业计划是否能够按照三级计划完成。若计划超前，分析是否焊工日焊接当量过高，质量有所滑坡，或停工待料、焊工投入多，存在窝工现象；若计划滞后，是否是焊工日焊接当量完成过低，焊接水平差，或焊工投入少。有的放矢，做的计划管控心中有数，依据偏差情况，制定纠偏措施，有利于的进度和质量管控，业主根据每月的完成、质量情况给予一定奖励，争取早日实现项目建成投产。■

作者单位：吉林梦溪工程管理有限公司
（责任编辑 冯尚）

熟悉国际施工管理程序是涉外工程的重中之重,会直接影响到工程项目的安全、质量、工期、成本等诸多方面。因此,需要施工现场的管理人员更加深入地了解国际与国内施工管理的区别,以及在各类资源匮乏的国际环境中,如何更合理的利用我方固有资源和当地资源,做到让苛刻的业主、管理公司满意;如何才能在有效时间内到达预期的施工管理目标,更好地维护公司的最大利益。

浅谈国际(科威特)项目施工管理

■ 岳玮 李冰洁

随着国家“走出去”战略步伐的加快,让工程建设人员意识到了海外市场的无限潜力,开始相继走出国门谋求发展。中国公司近几年在中东地区包括卡塔尔、阿联酋、巴林、沙特阿拉伯承接了许多工程,其中不乏成功的项目,但也有许多公司在初次涉足这块神秘的土地后交了昂贵的学费,现结合本人在科威特清洁燃油项目施工过程中的经验,对科威特地区的海外项目管理进行分析和阐述。



1 施工组织

首先,在先期考察中对当地法律、传统宗教信仰、生活习惯、文化背景、原材料供应、交通运输、通信、能源、机械设备等广泛收集信息,要做到详尽、真实的调查,为工程可行性研究提供依据。在国外进行项目施工的第一个特点是资源组织难度大、周期长,无论设备、材料和人员的组织都远不如国内方便。海湾国家尽管很富有,但是生产资料和施工材料却非常匮乏,基本都是靠进口而来,这就要求我们在资源方面要有很强的预见性和计划性,尤其在工程开始前就必须做好准备工作。

就人力资源而言,首先要经过工作签证指标的申请、审

批。工作签证指标需要当地政府审批,由于当地政府机构办事效率低下,从申请到批准,最快也得4个月的时间,办理护照、体检、签证办理和等待机票也得一个月的时间。要解决这个问题不外乎是两个办法:一是项目执行计划中的关键岗位人员要及时到位,在现场及时拍板定案;第二个办法是通过专题会多次讨论研究,编制完整的人力使用计划、人员调遣计划、设备调遣计划、设备及材料采购计划、食宿和临建计划、整体施工计划等,确定主要的资源需求和解决方案。

2 管理公司(PMC)

在国外承包工程,和承包商打交道的不是业主,而是业主的代理——管理公司,即我们常称呼的监理。

管理公司在合同执行过程中的地位和作用,从理论上讲是业主和承包商的中间人,是业主的代理人,同时又是设计师、施工监理、发生合同纠纷时的准仲裁者,他的权力可以左右甚至主宰承包商的命运。可以说,承包商在现场的一举一动、一言一行都得听命于管理公司,这对习惯于国内粗放式管理进行工作的现场管理人员来说是难以接受的。我们大多数的管理和技术人员,都试图想减少工作程序和降低工作标准,这往往会造成承包方和管理公司的工程师发生很多摩擦。特别是工程的初期,这种磨合甚至长达数月,耽误时间,损失效益。究其原因,是我们对西方施工管理理念不熟悉,对工程师的地位和作用不明确,对按国际惯例管理的方法不适应。解决这个问题的办法:一是加强国际工程管理理论学习,并借鉴以往的工程成功案例,理论结合实际,汲取经验,提高自身业务能力;二是配备充足的有涉外项目经验的相关管理人员。

3 项目管理

国内施工项目,在项目管理、技术及规范、质量标准和现

场施工等方面都比较完善,但是与海外项目要求的标准相比还是有很大差异,规则要求的深度和区别简要归纳如下:

3.1 安全管理

针对科威特清洁燃油项目,业主及PMC对安全医护设施等、都有具体明确的要求。业主和管理公司对安全的管理充分体现“安全第一”的理念。承包商必须设有专职安全工程师,并赋予极大的权力,他可以随时行使安全否决权。管理公司也有专职安全管理人员,施工作业票申请必须由其签字才能生效。正常的施工安全标准也非常高。如施工通道,哪怕使用寿命只有几个小时,也要铺设1m宽外加栏杆扶手的通道,否则就不签发作业票申请单。违反安全规定的,安全工程师随时可以宣布停止违反者1天,甚至1周的工作。对性能不佳、不能确保安全作业的机具,乃至吊车,也常常被限制在一定的作业范围内使用或干脆不准使用。科威特劳动部门对承包工程中的造成工伤事故责任者的司法追究也相当严格,往往动用法律手段。因此组织国外工程的施工,从在国内准备

工作起至施工任务完成的全过程都要十分谨慎小心,不要吝惜在安全上所花的时间和费用,否则一旦发生大的事故,造成的损失更大。同时安全方面的高要求,也意味着所承担的费用比国内要高出很多。

3.2 质量管理

科威特项目质量管理方面与国内的区别主要表现在既要有组织上的保证,又有过程控制。既要求承包商设立专职的质量管理部门和专职质量检查人员,又注重施工技术方案的试验室及质量保证的可靠程度;既注重对产品加工结果的检查,又更注重对产品加工过程的质量控制。如管道焊接,焊接检查员根据图纸进行现场检查,检验合格签字后才可以施焊。焊接完毕后,焊接检查员要对焊接外观质量进行检查,检查合格签字后才能录入焊接系统,进行下一步NDT检验。这些工作程序均需焊接检查员在现场亲自操作。当任何一种工序出现了问题,都要无条件的整改。当探伤合格报告出来后,焊接工作才算结束。在这种严格的、繁琐的工序下,常常因检验、试验花费大量的时间,增加了大量的费用,也常使作业无法如期按计划执行,甚至会连锁反应引起其它方面的矛盾。所以要把国外工作搞好,我们在思想认识上、观念上和工作习惯上要有一个根本性的转变。

3.3 计划(工期)管理

国内工程的计划(工期)管理,基本方法是在合同约定工期内进行阶段性的检查和协调。必要时,要求承包商的上级管理单位行政干预。至于承包商每天在什么部位,做什么工作是不加过问的。国外工程反其道而行之,合同总工期的管理有严格的控制,并且采用计算机和先进的软件不断分析资源、预测可能完成的时间、时刻发文提醒承包商注意已造成的工期延误和要求承包商拿出确保工期的整改措施。常用的手段是采取经济处罚,这就迫使承包商不得不及时整改以避免因工程延误造成的巨额损失。做为管理人员,我们要认真细致地分析日作业计划和总工期的关系,切实做到国内常说的日保周,周保月,月保总工期。

3.4 技术管理

3.4.1 工程设计及技术标准

国际工程和国内工程技术标准要求不同,设计图纸通过审批需要一些时间。国外工程多执行美标或欧标,设计图纸通过审批所花时间较长,一旦协调不好就会影响采购和施工工作。很多项目都是边设计边施工,

JGSK
JOINT VENTURE

KNPC – Clean Fuels Project (CFP)
TOOL BOX MEETING
HSE TOPIC WEEK NO. 09-2018 Date : 03 SEPT 2018

PINCH POINTS

Any place or position where you could place any part of your body either in between or under an area where movement could trap and/or injure any part of your body. There are pinch points all around us all day, every day. We need to always be situationally aware. We need to be constantly alert to what could be a pinch point.

Just at a desk, The sliding draw, the wheels on the chair, the chair arm rest when sliding chair in are all potential pinch points.

Pinch points may cause minor injuries through to fatalities.



Personal	Behaviour
<ol style="list-style-type: none"> 1. What parts of the body can be trapped in 'Pinch Points'? 2. Why is it important to you that you do not get injured by a 'Pinch Points' risk? 3. What are you 'committed' to doing to making sure you and others do not get injured by 'Pinch Points'? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. What do you 'do' when you see someone at risk from a 'Pinch Point' incident occurring? 2. How many times a day do you see someone putting themselves at risk from 'Pinch Point' incidents? 3. Who are most likely people to be injured from 'Pinch Point' incidents?
Culture	Systems
<ol style="list-style-type: none"> 1. Why do many people still take shortcuts and put themselves at risk from 'Pinch Point' incidents? 2. What do the majority of workers understand about 'Pinch Point' risks and injuries? 3. How can we help everyone understand the importance of not getting trapped by Pinch Point risks? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. What systems and procedures do we have to protect ourselves from 'Pinch Point' Risks? 2. What tools and equipment do we have to protect ourselves from Pinch Point injuries? 3. What can we do to better educate people about Pinch Point risks?

In construction the pinch points are far more serious than at the desk. Almost any time there is movement there is potential for a pinch point. Injuries occur when the movement is insufficiently predicted.

Use tag lines, poker or prod to guide moving loads – Keep your hands away from moving loads and moving parts of plant and machinery.

Place spacers between materials to prevent pinch and crush injuries.

Think before you reach.....Protect your hands!

"ALWAYS ALERT-NO ONE GETS HURT"

B	C	D	E	F	G	H	I	CP		CQ		CR		CS		CT		CJ		CV	CW	CX	CY				
								2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017										
Unit	Disc Cod	ACTIVITY DESCRIPTION	WEIGHT %	Int. ACT WV	START DATE	FINISH DATE	TYPE	09	16	23	30	07	14	21	28	04	11										
								Nov	Nov	Nov	Nov	Dec	Dec	Dec	Dec	Jan	Jan	Jan	Jan								
136	10	Site Work and Civil	28.78%	3.425393			S																				
							A	85.03%	85.31%	85.74%	86.14%	86.56%	86.90%														

这就要求现场技术人员要与设计建立行之有效的沟通渠道，定期或不定期地开工程技术协调会。

3.4.2 施工方案和措施

在国外任何单项工程开始施工都必须首先申报施工方案和措施，经过工程师批准后才能进行施工。所以施工方案和措施必须及早进行，否则各项准备都完成了，会因为方案和措施没有批复滞后开工。

在施工方案编制方面也有几个要点。一是依据要说清楚，包括引用的规范、标准；二是必须有切实可行的安全环保内容；三是报批的方案和实际实施必须一致，否则方案一经批准，而实际上又做不到，那就会自讨苦吃；四是方案必须有各个环节的实施责任人；五是涉及建筑物安全和施工安全的方案，要附有计算说明书。这些众多的而且必须按照国外计算规则计算的工作，他们并不给你指出是哪里不合格或哪项不符合要求，也常常是我们刚出国的技术人员遇到的一个难题。对此问题一是要注意格式，二是要明白他们的关注点，当然还可以请教国外工程师给予指点。

3.5 材料及运输管理

3.5.1 材料设备采购和验收

国外工程管理中材料特别是永久材料的质量控制比较严格。首先要报送生产厂家和供应商，管理公司进行审核，审核合格后可以实施采购。这样一个生产厂家从报批到批

复一般需耗时一个月的时间，如厂家资料有问题，那会耗时更长。

在科威特，施工生产资料供应严重不足，绝大部分材料依靠进口，如果不能提前与厂家签订合同，下达准确供货计划，工程往往会因为缺少生产材料而停工。很多建筑材料在科威特没有生产工厂，完全依靠进口，供货商又不储备大量库存，造成物资紧缺。可想而知，如果项目不能提前安排材料采购和供应计划，而像国内那样需要材料时才联系采购，一定会严重影响工程进度。

国外工程要深刻领会材料、配件采购不方便的特点，尽量避免计划漏项或材料质量问题。一旦发生漏项或品种不齐或因为质量问题不能使用，会严重影响施工的进度。在质量方面一是在签合同时就应约定相应的检测办法，并要求供应商提供第三方机构检测证书；二是材料到场后立即进行验收并及时取样进行检测。

3.5.2 进出口和清关

进出口和清关也是国际项目的一个特定情况。进出口和清关虽然不复杂，但是也是一项很重要的工作，尤其在施工资源匮乏国家，很多资源需要进口，如果处理不好，常常会“望眼欲穿”。如果自己力所不及，可以考虑选用有实力和经验的清关代理，通过他们与港务当局、海关及政府的关系会及时解决清关过程中出现的预料之外的问题。



3.6 资质和人员管理

3.6.1 单位施工资质

科威特项目KNPC对于施工资质要求比较严,不具备要求的施工单位不得进入KNPC的合格承包商的短名单。即使具备了总体施工资质还不够,很多具体专业的施工都必须取得当地认可的资质,比如高压电缆头制作、光纤测试和熔接、检验试验的操作等,这些专业我们国内从事了几十年,施工上不存在任何问题,但是如果未取得科威特当地的资质,是绝对不允许进场施工的。因此我们一定要了解工程所在国家对施工资质方面的要求,否则看似简单的施工,就因为不具备当地资质而眼睁睁不能施工。想要取得当地资质是一个相当漫长的过程,一般在本标段的合同工期内是来不及的,解决办法只有两个,一是分包出去,二是借牌联合。这两个办法同时也带来两个问题,一是让利于外,加大自己的成本;二是施工时容易受制于人,尤其是对经验和经历不足初涉国外项目的管理团队,风险大增。

3.6.2 项目关键岗位人员和特种作业人员

项目经理、QC经理、安全经理等关键岗位人员,必须报送详细的资料并面试获得业主及管理公司的批准,否则就是不承认你的工作。

特种作业人员的上岗也必须经过业主方及PMC培训及考试认证,方可进行作业,如焊工、起重机械司机、架子工、起重指挥、电工、机械操作、医生等。

3.7 现场管理

3.7.1 施工作业层组织

对于自己组织施工的劳动力密集型作业,或者是群体联合的作业,作业人员队伍的组成建议以我为主、外援为辅,这样项目组织施工才不会失控。但是作业层人员完全依靠自己的工人也是不可行的。因为受用工指标、气候、成本多方面因素的影响,必须使用一部分外籍劳工,而外籍劳工一般工作效率又不高。所以在科威特项目我们的管理模式是由中国管理人员管中国工人、中国工人管外籍劳工,这样金字塔型组织有利于提高整体工作效率。

3.7.2 劳动力和生活要求

国外项目的劳动用工,首先要有施工合同,然后才能申请工作指标配额,没有配额工作指标就不能组织人员进场。科威特对使用其本国劳务人员也有指标规定,主要目的是限制外来人员,增加本国人员的就业几率。同时科威特经济发达,对劳工的使用和待遇是有限定的,比如加班限制、节假日休息约定,工资保障约定,解除合同补偿等等。

中东地区人民的宗教信仰和生活习惯对工程承包的影响也是我们必须要考虑的重要因素之一。中东大部分国家都信仰伊斯兰教,外国劳务人员也基本为穆斯林,如孟加拉、巴基斯坦、尼泊尔等国工人。穆斯林每天要进行五次礼拜,当地规定在礼拜时所有商店关门暂停营业(包括加油站),政府部门周四、周五休息。每年在斋月的时候工人只工作半天,但要付其全额工资,如果施工中需要雇用外籍管理人员及工人,则必须要考虑到这些因素。

3.7.3 业主提供施工条件

科威特当地对于施工临建设施要求十分严格。施工现场的临时厕所清理必须由专业粪便处理车进行清理,生活和施工垃圾要求分开存放,现场饮用水必须进行降温处理(高温炎热,要求水里加冰块)。这些施工临建系统运行维护的投入是很大的,花费往往达数百万人民币。

4 工程进度及索赔

国际工程中进度款和工程索赔极为重要,在这个位置的管理人员必须具有极强的专业知识技能和语言沟通能力,同时必须非常固定,减少人员流动性。只有这样才会保证工程款能够及时、充足到位,为工程顺利进行提供保证。索赔不要因为金额小或事情小而放弃,很多项目在执行过程中,不会注意一些小的索赔,比如说一个人或一辆车的窝工,很多管理人员可能不会把此作为索赔的线索,因为金额小,日积月累这方面的损失往往更大。同时,在确定索赔目标时,还要做到弃小争大,明确哪些索赔是可以舍弃的,哪些是必须争取的,特别是一些对方反应特别强烈的,要主动妥协和让步,使对方在心理上得到一些平衡和安慰,利于达到自己的索赔目标,索赔谈判中,切忌不分大小全部坚持。

5 结束语

施工企业想在全球经济一体化中取得生存和发展机会,需要更多与时代发展要求相适应的高素质、复合型人才,使各项管理标准化、国际化,所以,建立稳定的人才队伍和先进的管理机制才是提高施工企业内部凝聚力和增强企业对外竞争力的重中之重。■

作者单位:中油吉林化建工程有限公司
(责任编辑 冯尚)

本文基于北京华油鑫业工程技术有限公司某高纯多晶硅产业升级建设项目安全监理工作实例,阐述了管安全就是管隐患,管隐患就是及时消除人的不安全行为、物的不安全状态、环境因素以及管理缺陷,当影响安全作业的这四大主要因素得到有效控制的情况下,正如杜邦安全理念所提的“所有事故都是可以防止的”。华油鑫业安全监理人员在对潜在的安全风险做出充分评估的基础上,从建立健全管理体系入手,加强事前管理、事先预防,狠抓过程管控,落实法定职责,强化依法监督,推动整个项目安全生产取得良好业绩。

“所有事故都是可以防止的”理念 在工程项目中的实践

■ 韩举锋 孔雪花 许正洪 谢岩江

1 工程建设项目安全管理要求

1.1 工程建设项目规模及组成

2018年4月至2019年6月,北京华油鑫业工程技术有限公司(以下简称华油鑫业)承担了某高纯多晶硅产业升级建设项目监理合同。项目建地点位于乌鲁木齐某区某工业园,为新建项目,总投资40多亿元。建成后,生产的多晶硅产品品质将达到电子级二级及以上,主要服务于高品质的单、多晶硅片市场用料。

1.2 安全监理工作的难点

依据项目监理合同约定,监理工作的范围为施工阶段全过程的监理,项目管理模式为建设单位+监理(仅1家监理公司)+施工承包商,监理需要同时面对6家土建承包商、5家安装承包商、36家大包厂家单位。在施工高峰期时,仅投入的塔吊、龙门吊、履带吊、汽车吊等吊装设备多达到300余台;前期基础土方

开挖,投入机械设备近500台(辆);临时用电设备种类多达上百种;施工高峰期投入作业人员接近12000人。以上综合因素使整个项目面临点多面广、交叉作业问题多、多种安全隐患同时出现,导致安全监理工作面临许多不可预见的局面。

1.3 项目安全管理目标

安全管理作为高纯多晶硅产业升级建设项目管理的重中之重,建设单位确定的安全管理目标:重大因工死亡事故为零;坍塌(满堂脚手架、脚手架、设备)事故为零;重大火灾为零;重大环境污染事故为零;设备安装、吊装作业事故为零。华油鑫业在建设单位的安全管理上制定监理分目标:在工程建设过程中遵守国家和地方的施工安全规定,严格执行建设单位有关规定,人身伤亡事故为零,设备事故为零,时间损失为零,不造成环境污染。负责监督施工单位安全体系的有效运行,并审核安全施工方案,督促各施工单位与甲方安全施工协议的签订,落实安全施工措施的实施。

项目危大工程一览表

序号	危险性较大工程名称	发生时段	涉及到危险及不利因素	控制措施	责任单位	责任人
1	冷氢化区域土方开挖和支护	流化床E和流化床FG土方开挖	土方开挖深度大于5m,属于深基坑	1. 由施工单位组织专家对专项施工方案进行论证及审批; 2. 监理部编制《危险性较大的分部分项工程安全监理实施细则》,并加强过程施工现场巡检; 3. 施工单位对基坑作业进行自控监测; 4. 建设单位组织第三方进行基坑监测。	中化四建	陈xx
2	精馏塔类设备吊装	精馏3级AB塔吊装	起吊重量336.28吨	1. 吊装方案编制,组织专家论证及审批; 2. 设备基础验收,对1000吨履带吊车进场验收; 3. 起重工具在使用前进行正确检查验收; 4. 做好应急预案,并保证可立即启用。	中化三建	唐xx

为确保总目标和分目标的实现,华油鑫业制定的措施包括:一是向项目监理部派出1名持有国家注册安全工程师资格的安全总监,11名持有专业安全监理工程师资格的安全监理人员,作为安全监理工作的基础保障;二是在执行监理工作过程中,所有安监理人员以安全第一,严格监管指导思想,紧紧围绕项目安全管理目标,以“所有事故都是可以防止的”为安全管理基本理念,强化过程管理,把安全风险管控在隐患前面,把隐患消除在事故前面,扎实持续的开展安全监理工作;三是项目监理部所有监理人员本“管工作必须管安全”的原则,全员参与安全监理工作,确保项目安全稳步推进。

2 完成安全生产责任制度,建立健全安全管理体系

2.1 明确各单位各级安全管理责任

从建设单位到监理,到施工单位,各级的安全管理体系职责清晰,责任明确。在建设单位的管理体系中,成立了安全管理委员会,项目总指挥作为项目部安全第一责任人,对整个项目安全负责,副总指挥对总指挥负责,配合总指挥开展相关管理工作,按照管工作就必须管安全的原则,建设单位相关部门的负责人,对其属地安全负责。项目监理部成立安全管理委员会,建立安全生产责任制度,总监理工程师作为项目监理部安全第一责任人,对整个监理项目安全负责,安全总监对总监理工程师负责,配合总监理工程师开展项目安全监理工作。同时,项目监理部各专业工程师在管好本专业的同时,必须管好属地安全。40多家施工单位(含大包厂家),每个施工单位均成立安全管理委员会,建立安全管理体系,项目经理是安全第一责任人,同时设置安全经理、专职安全员、文明施工负责人、机械安全管理负责人、仓库安全管理负责人、消防保卫负责人、临时用电负责人、安全防护负责人等。每个负责人都有明确的岗位职责。

2.2 强化安全管理体系正常运行

项目监理部对内部以及所有参建的施工单位制订了检查和考核办法,通过周报形式掌控安全管理体系运行情况。项目监理部实行项目安全管理体系运行周报,按照建设单位的授权,每天检查施工单位安全管理体系运行情况,每周以周报的形式直接向建设单位项目总指挥上报。建设单位项目总指挥审阅后签字,由项目监理部在项目部公示栏进行公布,最终达到不断强化施工单位严格落实安全责任的目的。

管理体系检查的评定结论分为:优良,合格,不合格三个等级,依据是周报的总得分。管理体系的实得分是参加测评人员的所得分值之和。90分以上为优良,75分以上为合格。75分(不含)以下为不合格。

2.3 建立健全建设项目安全管理制度

为提升建设建设项目安全管理水平,依据国家法律法规及建设单位《××工程建设安全管理规定要求》健全工程项目安全管理体系,规范工程建设安全管理,实现工程管理标

准化、制度化、规范化,达到“高起点、高标准、高效益、高水平”的管理要求,项目各参建单位制定一系列安全管理制度,包括建设单位安全管理10项制度、监理单位安全管理9项制度、施工单位安全管理21项制度。

2.4 建立完善建设项目应急管理体系

在建设单位的工程建设应急管理体系构架下,要求参建单位组织编制应急预案,落实应急组织建设和应急物资储备,做到一旦有事,能够快速响应应急。

要求建设单位方编制该项目的综合应急预案,监理单位编制本单位综合应急预案,施工方需编制专项应急预案和现场处置方案。专项应急预案针对的事故类型主要包括:人身伤亡事故;垮(坍)塌事故;火灾、爆炸事故;触电事故;机械设备突发事件;食物中毒;环境污染事件;恶劣天气;急性传染病;交通事故。针对上述事故均要编制相应的专项处置方案。

2.5 建立完善安全教育培训考核体系

建设单位项目部对监理、施工单位主要管理人员培训;项目监理部内部全体监理人员进行安全培训,施工单位本单位施工人员进行安全培训,分别建立培训记录,并组织考试,考试合格后才可上岗。建设单位、项目监理部监督检查各个施工单位安全教育培训情况。

2.6 统一编制建设项目安全文明施工管理手册

建设单位编制项目安全文明施工管理手册,项目监理部编制施工项目的安全管理控制方案,施工单位编制本单位的安全文明施工管理方案。项目监理部对所有施工单位安全文明施工管理方案落实情况实施跟踪检查。

3 加强建设项目安全风险管控,及时分析隐患分布情况

管安全就是管隐患,管隐患就是控风险。项目监理部介入在项目监理工作后,及时对建设项目从安全角度开展了安全预评价,主要分为危险有害因素的辨识和危险度评价。并根据施工过程中可能产生的危险有害因素制定了控制措施。同时,项目监理部督促各个施工单位编制安全危险源清单和管控措施,由安全总监对其执行和落实情况进行跟踪检查,并实施纠偏措施。后期随着施工进度的不断推进,进入高峰期后,一些安全隐患逐渐减少,一些依然重复出现,同时又有新的隐患出现。为及时消除各类隐患,防止事故发生,项目监理部及时梳理了隐患清单,并对隐患分布情况进行分析。

3.1 施工高峰期的安全隐患清单

- (1) 进料作业类安全隐患
- (2) 吹扫、试压、气密试验类安全隐患
- (3) 高处作业类安全隐患
- (4) 临边、孔洞作业类
- (5) 吊装作业类安全隐患
- (6) 临时用电类安全隐患



现场检查发现的5元一顶的安全帽,用手轻轻一挤,立马变形



施工人员站在女儿墙上不系安全带,靠人手牵着安全带作业



作业人员操作台式电钻未带护目镜、违规带手套操作

- (7) 动火作业类安全隐患
- (8) 受限空间类安全隐患
- (9) 脚手架类安全隐患
- (10) 作业环境类安全隐患
- (11) 安全管理方面的隐患
- (12) 其他作业缺陷类安全隐患

3.2 分析安全隐患源头,做到对症下药,有的放矢

施工现场的安全隐患源头主要体现在:劳保穿戴不齐全,或劳保属于三无产品,施工单位为省钱,施工人员配发5元一顶的安全帽,拿到手里,轻轻一挤就变形;不会正确使用安全带,高处作业不设生命绳;氧气乙炔气瓶混放,气瓶离动火点安全距离不足,或气瓶软管用铁丝绑扎;吊装作业不拉设警戒线,或警戒线设置不规范,或吊钩保险装置缺失,吊车支腿置放规范等;临时用电一闸多机、开关箱不设漏电保护器、电源线直接插入插座使用、未作业时焊条未及时从焊钳上取下;动火作业无作业票、动火点未配灭火器;受限空间作业无监护人,作业前未进行气体检测等等,充分体现出个别施工单位安全管理人员业务能力差,安全管理制度执行不到位的情况十分严重。综合上述,现场出现的所有安全隐患,让人触目惊心,非常担忧。

3.3 造成现场安全隐患主要原因

一是作业队伍不稳定,除了必要的管理人员,现场一线作业人员都是雇佣的临时工。例如以土建单位为例,项目一启动,5家土建单位,清一色的从当地雇佣临时工。临时工进场后,在进行一次简单的安全交底之后,就开始干活,没有时间接受规范的安全培训;

二是临时工人员文化层次低,有的人基本不识字,甚至连自己的名字都不会写;

三是临时工干活按天算,干一天当场结账,不结账第二天就可能不会来了,没有团队意识,施工队伍不稳定;

四是施工单位的部分管理人员本身安全责任意识差,安

全管理知识掌握不清,在识别不出安全隐患的情况下,对本单位人员安全管理要求很低,对作业人员的违章行为视而不见。

4 加强安全意识培训与宣贯,实施有效的隐患管控措施

4.1 开展专题安全培训活动

强化专题培训提高安全技能。以建设单位确定的“零事故,零伤害”安全管理目标为原则,项目监理部不定期利用安全例会或晚上时间,配合建设单位安环部给施工单位进行专项安全培训。如高处作业安全培训、临时用电安全培训、吊装作业安全培训等等。从2018年3月截止2019年6月项目竣工,安全监理共组织安全专题培训26次,利用安全例会、监理例会组织安全培训46次。

4.2 现场开展一边检查一边培训活动

强化施工现场过程安全教育强化安全知识。安全管理重心在施工现场,现场的安全管理重心是如何管控作业人员的违章行为。在现场对个别作业人员的违章行为,安全监理一边检查,一边采取一对一的方式现场直接教育整改,对一个作业班组存在3人以上有违章行为的,要求这个作业班组全体临时停工,现场接受安全教育培训。

4.3 开展安全宣传活动

在每周一、周三、周五晚上召开的安全例会上,利用幻灯片、图片等方式,一目了然,很直观的方式,讲解一些安全事故案例,对容易出现隐患的作业状况,作业环节进行分析,告知所有参会的安全管理人员,只要规范作业,用心管理,安全事故是可以防止的。如对于高处作业不系安全带的违章行为,通过培训事故案例教育作业人员明白安全带、防坠器、安全绳的重要性和遵守操作规程的必要性。同时,也让安全监管人员了解作业现场安全管理的薄弱点和重点管控点,确保各环节的安全作业得以有效管控。其次利用安全生产月,组织了安全签名和按图查隐患活动。从2018年3月截止2019年6月项目竣工,安全监理组织举办不同层次、不形式的安全活动48次。



安全监理针对安全隐患问题多的的施工单位组织的现场专题培训大会



安全监理现场开展一边安全检查一边培训活动

4.4 开展安全检查跟踪活动

利用项目安全管理、安全隐患台账、临时用电等微信群，建设单位安全管理人员和安全监理随时将现场发现的安全隐患发布到群里，警告和提醒施工单位及时整改、消除安全隐患。做到小隐患当场整改，大隐患按“三定”（定人、定时、定措施）原则整改进行。

4.5 开展安全通报活动

充分利用周一安全例会、周三监理例会、周五安全例会 and 每天早晨进行的安全早会，及时通报现场发现的安全隐患及隐患整改情况，做到隐患不排除，不得施工作业。

4.6 开展安全隐患排查活动

要求施工单位自己开完现场安全早会，再利用20分钟时间对现场进行一次隐患排查，以确保作业前，先把各类安全

隐患排查一遍，在“零”隐患状态下开始作业。

4.7 开展安全经验分享活动

在安全例会上，要求每个施工单位安全经理给大家分享安全隐患排查做法和经验，促使施工单位之间相互比较，相互学习，共同提高安全管理水平。项目建设期间在监理例会、安全例会上分享安全经验60余次。

4.8 开展安全奖罚活动

每周配合建设单位对施工单位开展“红黑榜”评选活动，对表现隐患排查成绩优异的，获得红榜第一名的施工单位，由建设单位给予10万现金奖励。被评为黑榜第一名的施工单位，由建设单位给予10万元的处罚。

5 营造良好的安全沟通环境，帮扶为主必要时适当惩戒

整个项目分5个标段，每个标段配置专职安全监理，每天和建设单位安全环保部一起到现场巡检检查，及时纠正作业人员的不安全行为。遇到无知违章时，安全监理人员对违章员工以和谐、耐心的态度讲解违章作业造成的后果，严禁安全监理出现大声呵斥、语气蛮横、态度恶劣行为，以免违章者产生逆反心理继续违章。经过安全监理人员的努力，一段时间内，施工单位作业人员规范作业、安全作业都有了很大的改观。经过安全有效管理，逐渐让施工单位临时招聘的非机工养成了良好的工作习惯，如现场规范使用安全带、安全绳、防坠器，动火现场能够自觉配置灭火器，吊装作业能够自觉拉设警戒线等。项目建设历时463天，共督促排查、整改各类安全隐患15650余项次。

对于安全管理意识差、现场安全隐患屡禁不止多的施工单位，监理部采取同时约谈项目经理、安全经理的方式或采取处罚的手段，不断督促施工单位提高安全意识和强化安全隐患管控措施。项目建设期间，共约谈各个施工单位项目经理、安全经理16人次，并根据违章情况及时下发监理处罚单。

严格执行项目安全管理规定。我们监理严格执行建设单位规定，劳保鞋和安全带不符合要求，不得进入施工现场和登高作业。

6 强化标准化管理和推广好经验，严格作业许可和设备报验制

6.1 强化标准管理，通过推广好经验、好做法，不断督促施工单位提升安全自控能力。

在项目前期的地下管廊施工过程中，为落实管沟塌方预防措施，安全监理将中国石油长输管道施工中的“防砸棚（箱）”预防塌方经验推荐给施工单位，有效提升了管沟塌方事故伤害预防能力；建议建设单位搭建脚手架模型，供施工单位实地培训使用；现场设置大高危作业风险提示牌；针对动火作业、高处作业、起重作业、临边安全等高危作业统一编制安全防护要求公示牌等。



利用安全生产月组织的按图查隐患活动

6.2 建立健全施工作业许可制度。

项目刚启动时,根据建设单位安排,项目监理部负责项目编制了一整套作业许可票,并严格监督执行。主要涉及动土作业许可票、吊装作业许可票、临时用电作业许可票、占道作业许可票、受限空间作业许可票等9项作业许可票。在施工作业过程中,通过严格执行作业许可票,充分发挥了作业的管控作用,有效预防和遏制了安全事故的发生。例如,由于作业场地有限,有时一条狭窄的临时道路上,有几十台吊车同时作业,一些施工单位为了抢进度,见缝插针,为吊车争抢位置,出现打架、相互干扰的不安全因素。严格落实占道作业许可票,无论哪个施工单位,需要占道作业,提前一天向建设单位和监理报批,领取占道作业许可票,一车一票,车在票在,无许可票一律不得占道作业。

6.3 按规范要求严格落实施工设备、工器具进场报验制度。

加强施工机械设备及工器具安全性能管理,对需要进场吊装设备、用电设备、工器具等,由安全监理验收合格后,颁发许可证和合格标签,有效的控制施工机械设备和工器具带“病”进场,极大地降低和减少了安全隐患。

7 完善安全监理工作痕迹,合理规避资料缺失风险

工作要留下工作痕迹,安全监理更要留下管理痕迹。所谓的安全管理痕迹,就是与安全管 理有关的培训记录、交底记录、检查记录、会议记录以及图片、影像资料等。从规范的角度来讲,安全管理资料是工程项目管理的重要组成部分,是确保工程施工现场生产安全、文明施工,消除安全隐患,预防生产安全事故过程管理的具体体现。尤其是建设行政主管部门及相关部门对工程进行检查时,安全监理资料毫无疑问,是必查之项。通过审查监理资料可以反映监理过程中监理规划的实施情况、人员到位、施工方案的审批、材料的使用、工序交接验收、关键工序的旁站、强制性标准的实施、安全文明施工等过程控制情况。

8 建议

要想在建设项目实现“所有事故都是可以防止的”这一安全管理理念,不仅要靠安全监理的责任心和业务技能,更需要建设单位大力支持和施工单位的主动配合。无论是建设单位,监理单位,还是施工单位,在安全管理要坚持务实不务虚,始终把安全监管工作当作头等大事来抓,而且是要严抓、细抓、用心抓,建立强有力的安全管理体系和安全管理团队,配备业务能力强安全管理人员,建立健全各项安全管理管控制度,结合现场实际制定切实可行的安全管控措施,及时把安全风险管控在隐患前面,把隐患消除在事故前面,真正做到人人讲安全、人人抓安全、人人管安全、人人会安全,形成所有项目参建人员、全方位、全覆盖的的安全管理网络,以保证和促进工程建设的安全。

施工单位作为施工安全责任单位,要积极强化整个项目管理的安全大局意识,熟知岗位职责,切实履行一岗双责,坚持管工作就得管安全的原则。现场施工单位的项目经理、技术负责人、质量负责人、安全负责人、班组长等等,都应该坚持管工作就得管安全。健全项目所有安全管理人员的安全业务能力和安全服务意识的考核制度,对安全管理人员的安全管理情况采取一票否决制。好的要奖励,差的要处罚,比如隐患上报奖励机制。

从建设单位和安全监理层面来讲,安全管理是一项综合性、技术性、实干性很强的技术工作,安全监理人员要想管好安全,打铁还需自身硬,先得掌握各类安全知识和安全技能。实际工作中,一些安全监理人员在施工现场会遇到许多安全细节问题而往往不能得心应手地处理好,甚至对存在的安全隐患不能及时发现、排除,因此,建设单位和监理单位务必加强对安全管理人员的业务能力培训。

在项目运行过程中,所有参建的安全管理人员要养成不断学习的好习惯,对国家、行业的安全技术标准、规范要熟知,对现场发现的安全隐患,要有对标意识,按标准规范去督促施工单位整改安全隐患,不能内行人说外行话。

工程建设中的安全管理是一项重在过程管控的艰巨的工作,对现场安全隐患检查和督促整改,不能丝毫放松警惕,作为监理单位要积极主动联合建设单位、施工单位多组织各类安全专项检查和专项整改。对日常的现场安全管理要常检查、严落实、促整改。不重视现场安全检查,怎么能发现隐患,甚至连隐患的位都不清楚,安全隐患整改也无从谈起。同时,只检查不整改,等于完全没有检查。现场安全管理,最忌讳走过场、搞形式。形式主义的安全检查,其实就是最大的安全管理隐患。■

作者单位:北京华油鑫业工程技术有限公司
(责任编辑 冯尚)

从多年来所承建的海外项目经验得出，由于动设备出现的问题（机械密封泄露、轴承等产品的质量问題，设计、制造缺陷），影响工程进度的事例很多，需要引起我们对动设备的高度重视。

伊拉克M油田水处理厂N台外输水泵的质量分析报告

■ 陶珂瑾

1 基本概况

自2013年投产运行以来，伊拉克M油田N台外输水泵均出现非驱动端轴承高温问题而导致停车，M油田频繁的、不间断地派人员到现场，对N台泵因非驱动端轴承高温、仪表温度模块数据漂移等导致不规则停车进行抢修、维修。N台泵中只有3台泵在带病运行，2台泵正在更换泵轴（因现场装配条件限制，维修后的泵是否能正常运转尚无法确认），其余4台泵已经停止工作。

2 质量问题描述

将P-341×E的非驱动端轴承室解体，检查发现径向轴承发生轴向位移、泵轴与径向轴承配合处直径偏小。

M油田派人前往维修，将N台泵的非驱动端轴承室解体

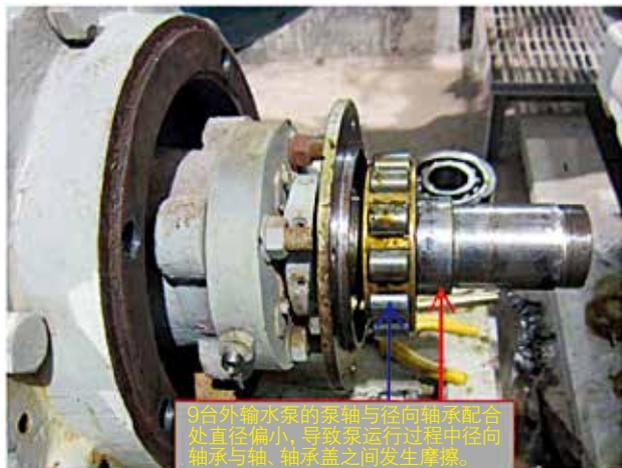


图1 非驱动端轴承解体

后，发现轴承室的配件均存在各种质量问题：泵轴与径向轴承配合处直径偏小、调整垫圈和锁紧垫片尺寸不一致、径向轴承与轴承盖摩擦等。

泵均发生不间断的报警停车：P-341×A，非驱动端轴承室温度为102℃；P-341×D非驱动端轴承室温度为78.9℃；P-341×G两次电机绕组温度大于105℃，报警停车；P-341×F电机绕组温度C项高于A、B项18℃，C项温度98.8度，A相81.4℃，B相80.8℃。



图2 H泵电机绕组数据漂移

对P-341×A泵、P-341×D泵拆卸后，发现平衡盘、平衡环、叶轮口环、挡套等均严重磨损，A泵壳体存在长60mm、宽7mm裂缝等铸造缺陷，A泵第6级壳体没有装导叶套。

因原泵体与新发货的配件尺寸存在不完全符合现象，导致工人对P-341×A泵、P-341×D泵反复的组装、拆卸、调整、对相关配件进行研磨，维修后泵是否能正常服役及服役多长时间有待检验。



A泵壳体存在长约80mm, 宽7mm的裂缝。

图3 A泵壳体存在裂缝

3 原因分析

从泵的选型上是没有问题的,要达到280m的扬程肯定需要多级泵。但泵在制造厂的二次设计中出现了问题,这些问题在工厂短暂的性能试验运转中大部分没有暴露出来,在现场投产运行一段时间后逐渐暴露出来,严重影响了泵的正常运行。对于出现的问题现简要分析如下。

3.1 泵非驱动端轴承温度超标

因为非驱动端多了推力轴承,在正常情况下,非驱动端的轴承温度要比驱动端高一些,但不会超出规范要求。如果超出要求,说明设备存在一定问题。根据现场反映的情况,造成非驱动端轴承温度高的主要原因有:

1) 由于主轴非驱动端与径向轴承配合部分的轴颈尺寸偏小,导致轴承内圈不能固定在轴上(一般要求为过盈配合),工作过程中轴承和轴径受热膨胀,使配合间隙增大,造成轴颈在内圈内产生相对转动(即跑内圈),从而造成摩擦发热;

2) 非驱动端径向轴承内圈没有按规范要求设置轴向定位装置,使径向轴承内圈工作中在轴上移动,与轴承内压盖发生严重摩擦而发热;

3) 多级泵轴向力平衡装置效果差,根据厂家提供的图纸,泵是8级泵,叶轮是按同一方向排列,在工作中转子受到的轴向力很大,按这种结构轴向力主要由平衡装置平衡,剩余的不平衡力由推力轴承承受。如果作用在平衡装置上的平衡力小于轴向力,那么推力轴承受到的轴向力就会增大而摩擦发热,平衡力越小,推力轴承受到的轴向力就越大,摩擦产生的温度就越高。

3.2 平衡装置平衡效果差的原因

- 1) 平衡盘面积设计过小;
- 2) 平衡盘前引水套间隙过小,平衡液流量不足,所产生

的平衡力不足,平衡力不能平衡轴向力,一方面推力轴承受力增大而发热,同时平衡盘与平衡环严重摩擦发热,并将热量传递给轴承;

3) 平衡盘与平衡环间轴向间隙过大,使泄流量增大,平衡力不能平衡轴向力,一方面增大了推力轴承受力而发热,另一方面使平衡盘与平衡环相摩擦发热,并将热量传到轴承座上。

3.3 推力轴承锁紧螺母止动垫片问题

推力轴承锁紧螺母止动垫片直径太大,不能起到防松作用,锁紧螺母在工作中易松动,无法实现推力轴承的轴向定位,轴承内圈在轴向力的作用下来回串动,通过滚动体来回撞击外圈发热,并使振动加大,响声增大。

3.4 泵驱动端和非驱动端轴承孔不同心,使轴承受力不均而发热

3.5 泵轴与电机轴不同心,使轴承受力不均而发热

3.6 轴承质量不合格;轴弯曲,使轴承倾斜,轴承受力不均发热

3.7 电机定子温度高

- 1) 电机质量有问题,定子铁损、铜损比较大,造成定子发热;
- 2) 三相电压不平衡,引起三相电流不平衡,造成定子发热;或绕组有短路,引起三相电流不平衡增大损耗发热。

4 结论

动设备是装置的心脏,是输送血液(各种介质)的动力。熟知油田和化工工程的人应知道,装置试运、投产、运行中最容易出问题的是仪表、动设备两个专业,这两个专业具有的特殊性,其他专业是代替不了的。为保证泵、压缩机在整个过程中的正常运行,主要应控制好以下几个环节:

采购:要购买质量有保证的产品,不能单以价格作为选择厂家的主导依据;

制造:质量控制不严、生产管理混乱,没有严格按照规范进行设计、生产、装配,是造成故障频发的直接原因;

监造:监造人员一定要懂动设备技术,要有责任心;

安装、试运:严格按施工技术规范施工;

操作、维护:严格按规范、规程进行操作和维护。■

作者单位:中国石油工程建设有限公司

(责任编辑 冯尚)

为解决油田边缘零散区块开发过程中面临的含油污水处理及去向问题,大庆油田进行了可移动搬迁的橇装化微生物处理技术研究。微生物处理现场试验的结果表明:采用“微生物预处理装置+微生物处理装置”工艺,处理后水质可达到“含油量 $\leq 10\text{mg/L}$ 、悬浮固体含量 $\leq 15\text{mg/L}$ ”的滤前控制指标,并且生物处理技术可以有效除硫,去除率可达到96%,为后续颗粒滤料过滤及精细处理奠定了基础。

含硫采出水橇装微生物处理技术及一体化装置研究

■ 王庆吉¹ 卢晓平² 韩京恩³

随着外围油田的逐渐开发,一些零散区块系统依托性差,一般处于环境敏感区域,采出的含油污水不能外排,需输送至污水处理站进行集中处理。随着开发时间的延长,采出液综合含水率逐渐升高,含油污水量逐年增加。输送成本较高、管理难度大,并且影响已建处理系统的稳定运行(严重超负荷等),对含油污水就地处理回注,是缓解该矛盾的有效措施,但该类区块储层渗透率低,对注水水质要求高,注水水质需达到特低渗透油层注水水质“5.1.1”指标。针对分散区块含油污水的特点以及含油污水就地处理回注的生产需求,利用微生物处理技术,筛选、配伍、培养出一种适合外围油田分散区块含硫采出水的微生物菌剂,开发出了一套适合外围分散区块橇装一体化采出水处理装置,能够作为后续颗粒滤料过滤和精细过滤的前端预处理进行有效除油和除硫,提高了分散区块采出水橇装处理的最终出水水质。

1 水质可生化性分析

为了使筛选的菌群及现场处理装置设计参数更有针对

性,首先对采自油田边缘零散区块的采出水进行水质分析,分析项目主要包括污水中主要污染因子及微生物生长影响因子等,检测结果见表1。

从表1可以看出,来水中除悬浮污油及固体外,还存有一部分的乳化油,采用微生物法对乳化油进行破乳,应筛选相应的破乳菌,同时考察水中较高的硫化物和总铁含量对微生物的影响。另外,微生物细胞组织的化学分子式如 $\text{C}_{60}\text{H}_{87}\text{N}_{12}\text{O}_{23}\text{P}$,根据对该水样水质分析结果 $\text{BOD}_5:\text{N}:\text{P}=179:6.5:0.21$,其中 $\text{BOD}_5=179\text{mg/L}$;总氮 $=6.5\text{mg/L}$;总磷 $=0.21\text{mg/L}$,加上水温、pH值、盐度(矿化度)、微量元素等水质条件,认为该污水具有较高的可生化性。

2 菌种筛选及降解能力验证

2.1 菌种筛选

菌种筛选过程使用以下培养基:每1L培养基含有 NaNO_3 1.5g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1.5g, K_2HPO_4 1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5g, KCl 0.5g, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.01g, CaCl_2 0.002g, 蒸馏水1000mL以及原

表1 水质检测结果

检测项目	含量 mg/L	检测项目	含量 mg/L	检测项目	含量 mg/L
CODcr	784~857	总氮	6.5~10.4	总碱(HCO_3^-)	1084~1250
pH	7~8	氨氮	<3.1	矿化度	5167~5540
BOD_5	179~227	硝酸盐氮	<0.17	铁	0.42~0.61
油含量	25~57	总磷	<0.33	总磷	0.21~0.33
悬浮固体含量	32.1~54.7	磷酸根	<0.15	总铁	8.75~10.64
硫化物	34.8~45.1	硝酸盐	26.7~32.4	氯离子	107~128
温度 $^{\circ}\text{C}$	35~42 $^{\circ}\text{C}$	碳酸根	<0.05		

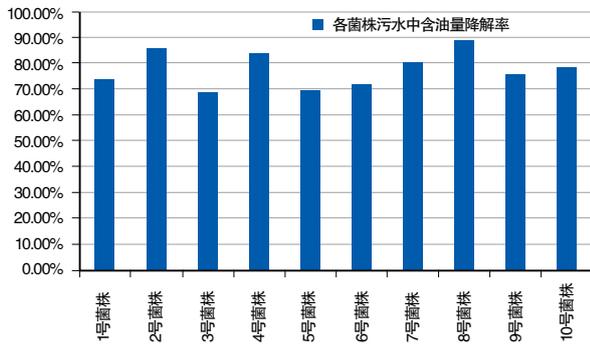


图1 各菌株原油降解能力检测结果

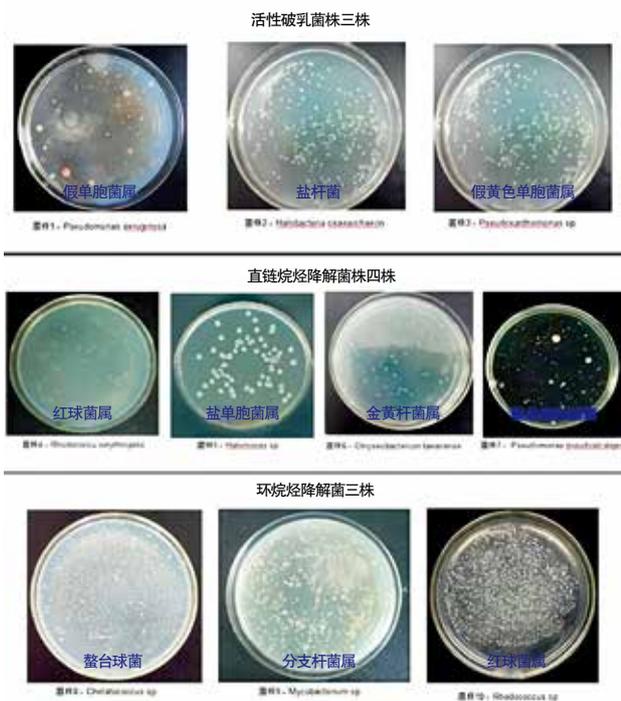


图2 微生物菌种照片

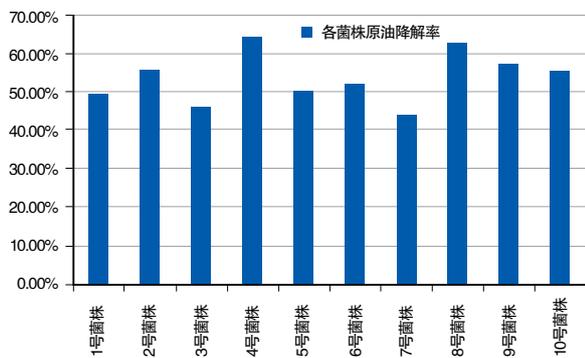


图3 各菌株原油降解效能验证

油1g, pH 7.0。分离培养基为筛选用无机盐液体培养基中加入2%琼脂。将5g石油污染土壤样品加入100mL筛选用培养基中, 35℃、150r/min摇床培养7天。待培养液混浊后, 吸取5mL培养

液重新转入新鲜液体培养基中, 与上述培养条件相同连续转接富集培养3次。采用稀释平板法进行分离, 将培养液系列稀释后, 取0.2mL稀释液涂布于固体培养基中, 培养48h; 待平板长出菌落后选择不同颜色及形态的单菌落, 分别回接于含油液体培养基中, 在两种含油培养基中均能生长的即为石油降解微生物。筛选得到了10个具有较强原油降解能力的纯培养菌株, 将各菌群按照5%的体积比例投入到新鲜液体培养基中35℃、150r/min摇床培养7d。检测结果表明, 原油降解率达到43.6%–64.2%, 如图1所示。这表明各菌株在35℃的较高温度条件下具有良好的原油降解能力, 168h内可降解原油436–642mg/L。

2.2 菌种降解能力验证

使用肇东一联含油污水代替原油培养基, 将菌株培养液按照10%的体积比接种至污水中, 35℃, 150r/min摇床培养48h。结果表明各菌种水中油含量降解率为67.9%–88.5%, 如图3所示。这表明筛选得到的微生物菌群对外围某分散区块含油污水具有良好适应性, 并且具有较高的原油降解能力。

3 微生物撬装处理装置设计

为满足零散区块含油污水就地处理设备的需求, 通过优化设计, 实现了整套设备的模块化, 占地面积非常小, 运输和安装灵活方便。将装置所有设备集成为两个撬装件, 尺寸分别为8.5m×2.4m×2.9m和8m×2.4m×2.9m, 装置处理量为10m³/h, 两级总停留时间不超过12h。污水首先进入微生物预处理油水分离区进行油水分离(如图4所示)。微生物预处理装置内设置有微生物折流板、微孔陶瓷曝气器、弹性组合填料、自动污油回收装置、自动排污装置。

微生物预处理装置出水自流入微生物处理装置(如图5所示), 在微生物的新陈代谢作用下污水中的有机物被微生物分解转化, 一部分作为营养物质合成微生物细胞结构, 另一部分被分解成二氧化碳和水, 并且在微生物活动过程中分泌一些特殊酶类, 可进一步去除水体中的有机悬浮物及残存污油, 达到生物降解的目的。另外微生物种可利用水中无机盐、有机物作为营养物质, 无需添加其他营养, 处理后果对环境影响小, 不产生二次污染。微生物处理装置内设置有微生物折流板、微生物供氧所需的中孔纤维曝气管、耐油性微生物组合填料、自动污油回收装置, 自动排污装置、移动冲洗竖片过滤器。微生物降解后的水进入装置内竖片式过滤装置将水中多余的悬浮物截留起到过滤作用。竖片式过滤装置可通过时间继电器对设备进行吸扫式反洗去除截留的悬浮物。

4 现场试验结果

4.1 微生物现场培养和驯化

首先清水试运行, 检查机泵运行是否正常, 曝气风机运行

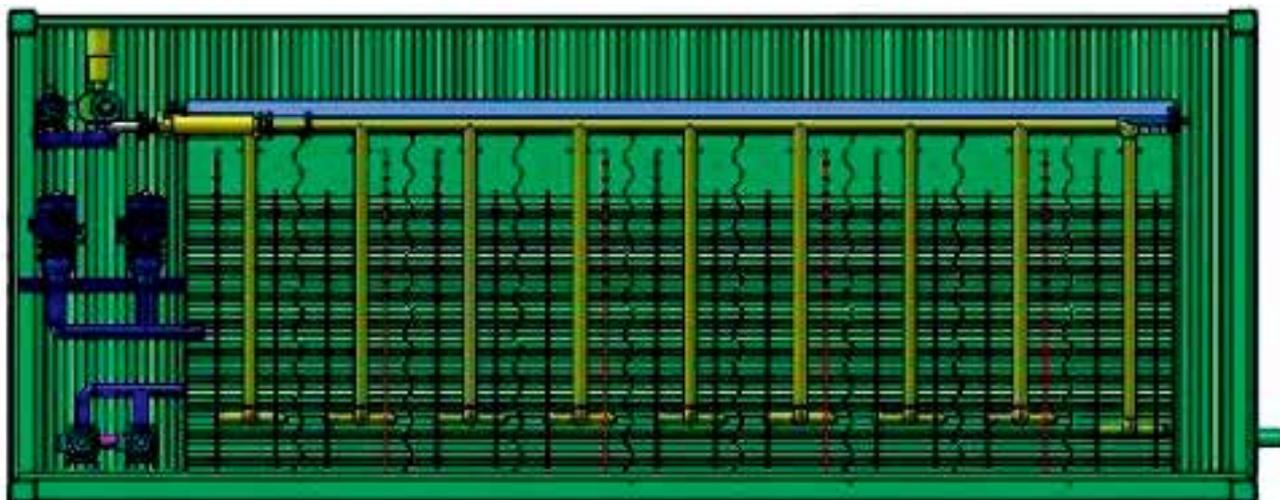


图4 微生物预处理装置结构图

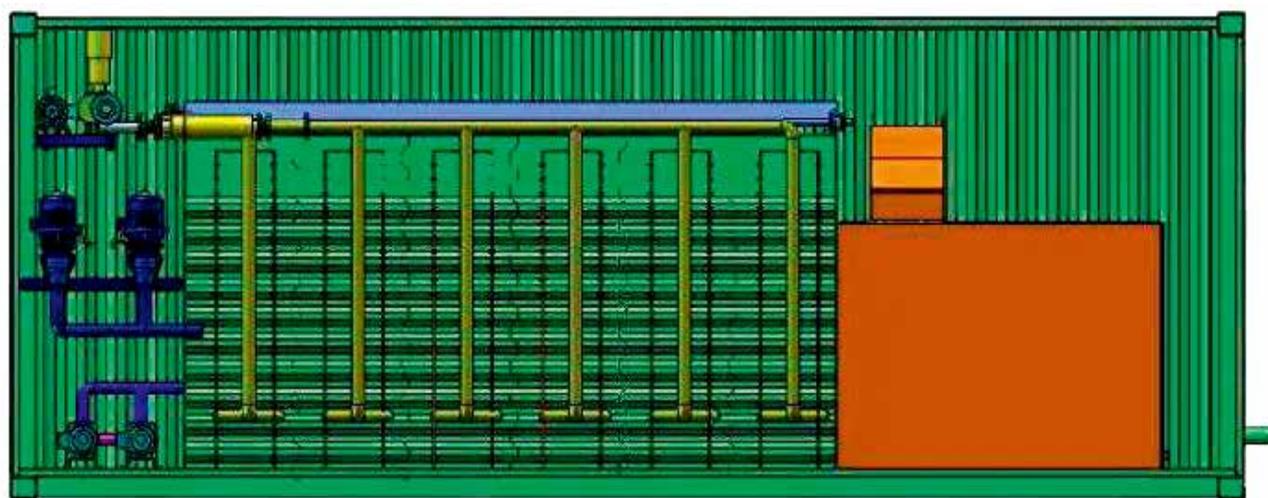


图5 微生物处理装置结构图

是否稳定,曝气效果良好无偏曝现象,并且整体设备荷载运行72小时无异常情况。然后开始进污水连续运行,同时分批次投加菌种 1m^3 ,期间持续观察水质情况,微生物生长情况。

4.2 现场试验结果

利用流程“来水→微生物预处理装置→微生物处理装置→过滤器→出水”进行现场试验,旨在考察微生物反应池的去除效果。

处理量 $9.5\text{m}^3/\text{h}$,来水含油量 $<112\text{mg}/\text{L}$ 、悬浮固体含量 $<41.5\text{mg}/\text{L}$ 、含硫量在 $<34.4\text{mg}/\text{L}$ 时,经过撬装化微生物装置(含过滤器)后,出水含油量平均值为 $1.41\text{mg}/\text{L}$ 、悬浮固体平均值为 $3.99\text{mg}/\text{L}$ 、粒径平均值为 $0.942\mu\text{m}$ 、硫含量平均值为 $1.16\text{mg}/\text{L}$,达到预期的“10.15”装置滤前出水控制指标,微生物除油及除硫效果较为理想,出水悬浮固体含量较高。

5 结论

(1) 针对高含硫含油采出水特点,共筛选到了10株可用于

采油污水处理的菌株,包括3株破乳菌、4株直链烷烃降解菌和3株环烷烃降解菌。

(2) 验证了微生物对含采出水的处理效果,根据现场处理效果可以看装置对含油量的去除率为96%,悬浮固体的去除率96%,对硫化物去除效果较为明显,去除率达到96%。处理后水质可达到“含油量 $\leq 10\text{mg}/\text{L}$ 、悬浮固体含量 $\leq 15\text{mg}/\text{L}$ 、硫化物含量 $\leq 2\text{mg}/\text{L}$ ”的预期制指标。

(3) 优化设计了撬装一体化微生物处理装置内部结构,实现了较短停留时间内的微生物高效降解,最终形成了采出水微生物撬装一体化技术。在后端增加粗过滤和精细过滤系统后可弥补了油田含硫采出水撬装处理工艺的空白,可以满足零散小区块油田低渗透或特低渗透采出水就地回注的处理要求。■

作者单位: 1. 大庆油田建设设计研究院

2. 大庆油田有限责任公司第一采油厂

3. 大庆油田有限责任公司第十采油厂

(责任编辑 冯尚)

页岩气采出水具有含盐量高和污染物成分复杂,含有机物、悬浮物和油等,针对废水特点,提出采用“旋流气浮-三维多效电催化氧化-脱盐系统”处理工艺,对页岩气采出水进行试验研究,其中脱盐系统包括过滤装置、电渗析和反渗透装置。中试结果表明,这种工艺处理后出水指标均优于设计要求,为页岩气采出水达标外排处理工程化应用提供了技术支撑。

页岩气采出水处理工艺试验研究

■ 张永红¹ 金艳² 何化¹ 袁海涛³



页岩气是一种以吸附、溶解、游离状态赋存于泥页岩中的清洁、低碳、非常规天然气资源。页岩气开发具有开采寿命长、产量高和生产周期长的优点,已成为全球油气资源勘探开发的新亮点。页岩气井多采用大规模水力压裂,其技术原理是利用储层的天然裂缝或人为诱导产生裂缝系统,将含有各种添加剂的压裂液在高压下注入地层,进一步扩大储层裂缝网络,再通过支撑剂支撑裂缝来改善储层裂缝网络系统,从而达到增产目的。

页岩气开采产生的废液成分复杂,主要来源于压裂液和页岩气地层。为了诱导储层裂缝和保护开采设备,水力压裂所

使用的压裂液除了淡水,还包含了不同含量的减阻剂、杀菌剂、防垢剂、黏土稳定剂和表面活性剂等化学物质。四川页岩气威远区块和长宁区块,在水平井压裂结束后,预计压裂液在其生命周期中会有30%~70%将返回至地表成为返排水。返排水经过页岩压裂后不仅保留了原有压裂液的化学物质,而且由于长时间接触地层岩石而混入悬浮有机物、油脂、天然放射性物质、重金属、酚类、酮类等多种污染物。这些污染物的含量还将随着压裂液与页岩气层接触时间的延长而增加。页岩气水力开采所带来的废水排放和地下水污染等环节问题,已引起各国政府和民众的高度关注。

目前国内页岩气采出水多为简单处理后回注, 现有一些研究工艺也主要针对处理后能否达到国标GB8978-1996《污水综合排放标准》, 如张太亮等采用混凝-磁分离-电化学技术, 袁建梅等采用臭氧氧化技术, 许剑等采用电絮凝和臭氧氧化技术等。这些研究中均没有涉及到脱盐的要求。然而, 页岩气采出水Cl⁻浓度和矿化度均很高, 多数地方排放标准中均有对氯离子浓度或者总溶解性固体的指标要求。

本研究的目的是提供一种页岩气采出水处理工艺, 处理后的出水水质同时满足(GB8978-1996)《污水综合排放标准》和(DB51/190-93)《四川省水污染物排放标准》一级排放标准。

1 试验水质及试验流程

1.1 试验水质

试验用水为四川某气田页岩气开采作业排出废液, 进水水质和设计出水水质见表1, 出水水质同时满足(GB8978-1996)《污水综合排放标准》和(DB51/190-93)《四川省水污染物排放标准》的一级排放标准。

表1 进水以及设计出水水质

检测项目	进水	设计出水
pH值	6.5~8.5	6~9
ρ(油)/(mg·L ⁻¹)	123	≤5
ρ(SS)/(mg·L ⁻¹)	166	≤70
COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	1460	≤60
ρ(氯离子)/(mg·L ⁻¹)	17200	≤300
总硬(mg·L ⁻¹)	2481	/
氨氮(mg·L ⁻¹)	60.3	15
BOD ₅ (mg·L ⁻¹)	646.3	30
TDS(g·L ⁻¹)	28.2	/
钡(mg·L ⁻¹)	234.1	2.0
锶(mg·L ⁻¹)	146.5	/
硫化物(mg·L ⁻¹)	未检出	1.0
氟离子(mg·L ⁻¹)	未检出	10

说明: “/”表示不作要求。

1.2 试验工艺流程

针对页岩气采出水的水质特点, 通过前期工艺试验探索, 本次试验采用“旋流气浮-电催化氧化-组合脱盐系统”联合处理工艺, 具体流程见图1, 其中虚线部分为试验流程。

1.2.1 旋流气浮

低剪切旋流气浮的作用是去除油和悬浮物, 包括进水混凝系统、旋流腔体和加压注气系统。含悬浮物和油的污水和混凝药剂带压切向进入旋流腔体, 在弱离心力作用下进行同向混合, 当运动至注气段, 微气泡与悬浮物充分碰撞粘附形成絮体, 絮体向上随溢流排出, 清水相由底流排出。

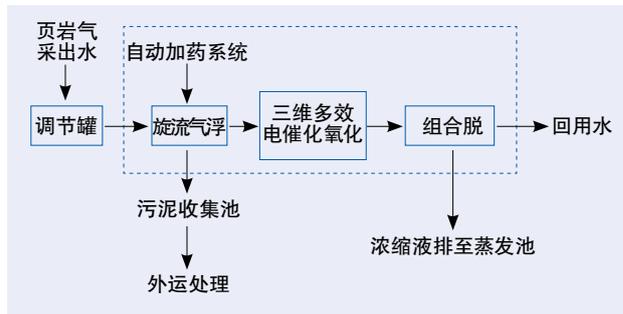
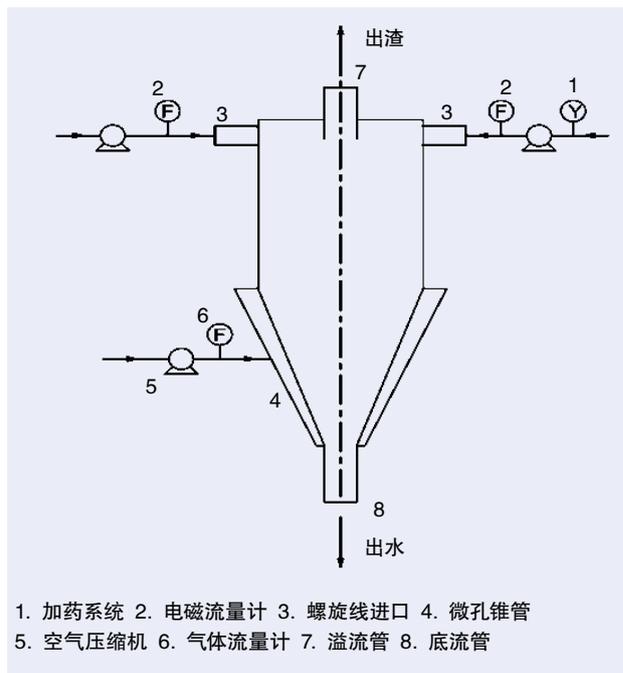


图1 页岩气采出水处理工艺流程



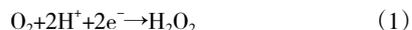
1. 加药系统 2. 电磁流量计 3. 螺旋线进口 4. 微孔锥管
5. 空气压缩机 6. 气体流量计 7. 溢流管 8. 底流管

图2 旋流气浮示意图

1.2.2 三维多效电催化氧化系统

电化学氧化作为一种“环境友好”的高级氧化技术, 在难降解有机废水处理方面的应用备受关注, 其具有高度的灵活性, 既可单独应用又可与其他处理工艺组合应用。本技术是将三维电极法和电Fenton法相耦合的多效氧化新技术。本试验装置中电催化氧化电极采用钛涂钎材质, 极板间距0.5m, 极板间放置粒子电极, 采用碳粉、陶土、活性成分、成孔剂和粘合剂等混合压制成型, 然后高温800-1000℃烧结而成, 比表面积比较大为373.2m²/g。将粒子催化电极引入电Fenton体系中, 增大了工作电极表面积, 缩短了污染物迁移距离, 极大提高了处理效果。

通过三维多效电催化氧化和电Fenton耦合, 可在反应器内产生更多羟基自由基。在反应器中H₂O₂可通过溶解氧在阴极还原生成:



H₂O₂与催化剂Fe²⁺构成的氧化体系为Fenton试剂, 在酸性条

表2 分析与检测方法

指标	分析/检测方法	标准/仪器
石油类	重量法	水和废水监测方法(第四版)
COD _{Cr}	高氯重铬酸钾消解法	GB/T 10247-2008
SS	重量法	水和废水监测方法(第四版)
氯离子	硝酸银滴定法	酸式滴定管
pH	玻璃电极法	pH计
电导率	玻璃电极法	电导率仪

件下, H₂O₂被Fe²⁺催化分解产生活性很高的羟基自由基(OH·):



在三维多效电催化氧化体系中将废水中的有机物, 通过直接电氧化或者间接强氧化剂氧化的方式分解成小分子有机物或直接矿化成CO₂与H₂O, 从而使废水的COD_{Cr}得到降低, 同时也降低油含量。

1.2.3 组合脱盐系统

组合脱盐系统由过滤装置、电渗析(ED)和反渗透(RO)装置组成。过滤采用中空超滤膜, 材质为PVDF, 截留分子量100kD; 电渗析(ED)采用日本旭硝子, 配置的离子交换膜型号为CMV型阳离子交换膜和AMV型阴离子交换膜, 与反渗透相比具有耐污能力强, 浓缩比高等特点, 其浓水含盐量可浓缩至20%以上; 反渗透装置所配置的反渗透膜元件采用DOW公司产品。

组合脱盐系统内流程为: 电氧化系统产水先进入超滤系统去除悬浮物和胶体, 确保SDI<3, 保护后续电渗析膜和反渗透膜, 延长膜使用寿命; 超滤产水进入ED装置进行浓缩, ED浓缩液电导率达到160ms/cm以上, 外排至浓缩液蒸发池, ED淡水控制电导率在5-10ms/cm, 作为反渗透(RO)装置的进水, RO浓水浓缩至含盐量2%-3%回流至电系统, RO淡水水质达到回用水质要求, 直接排至回用水箱。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

聚丙烯酰胺(PAM)、七水硫酸亚铁、聚合氯化铝(PAC)以及NaOH均为市售成品, 其中NaOH为30%工业级溶液, 聚丙烯酰胺、硫酸亚铁和聚合氯化铝(PAC)分别配成0.1%、15%和15%的水溶液使用。

2.2 试验方法

旋流气浮系统规模25/d, 分离区水利停留时间6min, 运行过程中加PAM5~20mg/L, PAC50~150mg/L。

电催化氧化试验装置规模为2.5t/d, 功率为500w, 空气曝气量为3m³/h, 亚铁投加量为0.5~1.5mmol/L。装置分为电催化氧化反应区和絮凝沉淀分离区, 絮凝反应投加PAM为1mg/L,

PAC为30mg/L, 废水总停留时间为2.5h。

脱盐浓缩试验装置规模为2.5t/d, 电渗析(ED)淡水室和浓水室流量250L/h, 极室循环流量150L/h, 膜间电压3~6V, 电流为2~6A。反渗透装置最大设计压力0.69Mpa, 运行压力为0.25Mpa~0.35Mpa。由于旋流气浮处理规模大于电催化氧化和脱盐组合系统, 所以, 旋流气浮为间歇运行, 各个处理装置直接设置有中间水箱和输送泵。

2.3 分析与检测方法

实验过程中COD_{Cr}、石油类、氨氮、SS等的分析检测方法见表2。

3 试验结果与分析

3.1 加药量对旋流气浮运行影响

3.1.1 絮凝剂的影响

页岩气采出水经旋流气浮处理后, COD_{Cr}、石油类和SS都有一定去除, 但去除效率受药剂投加量的影响。在助凝剂投加量不变, 改变絮凝剂投加量时, 其处理效果见图3。

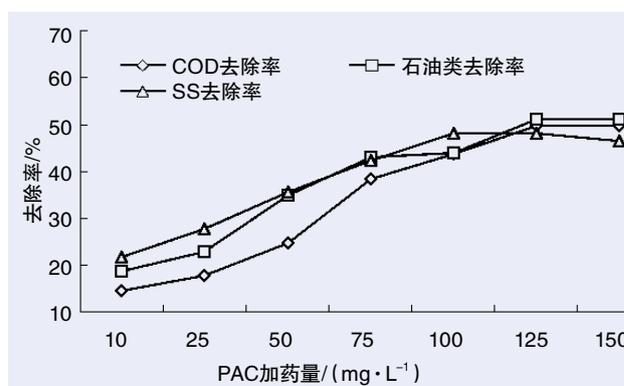


图3 PAC加药量对旋流气浮处理效果影响

从图3可看出, 气浮出水的COD_{Cr}、石油类和SS的去除率随PAC浓度的增加而增加, 当PAC浓度为100mg/L时, 悬浮物的去除率达到最大值为48.3%, 当PAC浓度为125mg/L时, COD_{Cr}和石油类的去除率达最大值, 分别为49.9%和51.2%。当PAC浓度

继续增加时, COD_{Cr}和石油类的去除率无明显增加, 悬浮物的去除率反而有所下降, 过量PAC反而增加了出水悬浮物浓度。本着“最佳处理效率、最少药剂用量”的原则, 确定旋流气浮运行时PAC的最佳投加浓度为125mg/L。

3.1.2 助凝剂的影响

以PAC浓度125mg/L为最佳絮凝剂投加量, 改变助凝剂PAM投加量时, 其处理效果见图4。

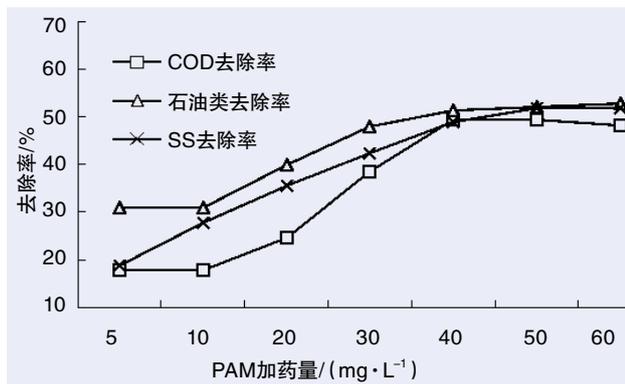


图4 PAM加药量对旋流气浮处理效果影响

从图4可看出, 气浮出水的COD_{Cr}、石油类和SS的去除率随着PAM浓度的增加而增加, 当PAM浓度为40mg/L时, COD_{Cr}和石油类的去除率达到最大值, 分别为49.3%和51.2%, 当PAM浓度为50mg/L时, SS的去除率达最大值, 为51.9%。当PAM浓度继续增加时, 石油类和SS的去除率无明显增加, COD_{Cr}的去除率反而有所下降, 过量PAM导致废水中PAM残留量增加, 反而增加了出水COD_{Cr}浓度。确定旋流气浮运行时PAM的最佳投加量为40mg/L。

3.2 三维多效氧化系统运行效果

3.2.1 曝气量的影响

在电解过程中, 压缩空气由电解槽底部多孔板均匀分布后进入反应器, 使反应体系成为气-液-固三相三维体系。压缩空气主要起到两方面的作用: 搅拌作用, 提高了传质速度, 并且对粒子电极表面进行在线清洗和活化; 为反应体系提供O₂, 在阴极和活性炭表面还原生成H₂O₂, 当体系中存在亚铁离子时, 形成Fenton反应, 促进有机物分解。

结果表明, 曝气量为1.8m³/h·m²的处理效果最好, 当曝气量大于1.8m³/h·m²时, COD和油的去除率反而下降, 因为填料电极是一个动态的吸附-氧化-脱附过程, 曝气量太大不利于污染物吸附, 并且随着曝气量增大, 反应器中溶解氧量已趋于稳定, 继续增加曝气量对提高处理效果无益。因此, 控制曝气量在1.8m³/h·m²。

3.2.2 Fe²⁺投加量的影响

三维电催化氧化反应器中投加Fe²⁺有利于降解页岩气采出水COD。电解过程中生成的H₂O₂氧化能力有限, 在Fe²⁺的催

化下形成Fenton反应生成氧化能力极强的OH, 使废水中有机物和石油类得到有效去除。

当Fe²⁺投加量从0提高到1.0mmol/L时, COD和石油类的去除率明显增加, 对悬浮物的去除没有任何影响, 当Fe²⁺投加量从1.0mmol/L增加到1.5mmol/L时, 去除率提高不明显, 再持续增加Fe²⁺投加量COD和石油类反而略有下降, 这主要是由于Fe²⁺投加量过高, 过量Fe²⁺会与有机物争夺强氧化剂OH, 从而影响处理效果。考虑到增加Fe²⁺不仅增加药剂费, 而且增加污泥产量, 因此选择1.0mmol/L为最佳投加量。

3.2.3 反应时间的影响

试验结果表明, 随着反应时间的增加, COD和石油类的去除率逐渐增加, SS的去除率基本保持不变, 当反应时间大于1.5h时, COD和石油类的去除率基本保持稳定。

3.3 脱盐系统运行效果

3.3.1 电渗析电导率变化

控制整套处理系统浓水排量大小的关键是脱盐系统中的电渗析装置, 其主要作用的将浓水浓缩至最小量, 即可实现浓水浓度越高, 其浓水的量也就越小。本系统中采用针对页岩气采出水复杂离子特性设计的耐污染型高倍浓缩电渗析装置, 图8为本系统中电渗析运行过程中浓水侧的TDS随时间的变化趋势。电渗析装置开始运行时, 淡水侧离子不断向浓水侧迁移, 使得浓水侧电导率快速上升, 直至装置运行稳定, 浓水侧的TDS就趋于稳定, 系统实现连续稳定运行。

3.3.2 脱盐系统出水水质

脱盐系统是整个处理工艺的核心, 其中反渗透(RO)装置产水即为整套处理装置的产水。通过前面的气浮和三维多效电催化氧化装置处理后, 其石油类和悬浮物均已经达到排放标准, 但是, Cl⁻和COD_{Cr}还是超标, 因此在脱盐系统中主要考察Cl⁻和COD_{Cr}指标。RO产水的Cl⁻和COD_{Cr}分别为230mg/L和52mg/L, 分别≤300mg/L和60mg/L的排放指标, 石油类和悬浮物均未检出, 即整套处理工艺出水优于设计回用指标。

4 结论与建议

页岩气采出水处理工艺“旋流气浮-三维多效电催化氧化-脱盐系统”处理后出水的COD_{Cr}为52mg/L, Cl⁻为230mg/L, SS和石油类未检出, pH为6.6, 均优于设计要求COD_{Cr}≤60mg/L, 氯离子≤300mg/L, SS≤10mg/L, 石油类≤5mg/L, pH=6~9油浓度小于3mg/L。

在实际工程中, 新处理工艺与蒸发结晶系统结合, 解决浓液最终出路问题, 能够彻底解决页岩气采出水的处理难题。■

作者单位: 1. 中国石油工程建设有限公司西南分公司

2. 华东理工大学国家盐湖资源综合利用工程技术中心

3. 大庆油田工程建设有限公司安装公司

(责任编辑 冯尚)

随着节能环保要求的提高以及井场工况参数的变化,原有的放空天然气回收技术已经不能完全适应。通过对已有的放空天然气回收技术进行分析,剖析其优缺点,通过优化和改进传统放空天然气回收模式,提出几种放空天然气回收的新思路,使得全过程、最大化的回收放空天然气。

优化传统放空天然气回收方式 提高回收效率

■ 彭范清 钟声



随着温室效应、雾霾等环境污染问题影响加大,环境保护迫在眉睫,在国家大力倡导下,绿色环保可持续发展是各大行业必须遵循的一条规则。放空天然气回收是将原本要排放至大气燃烧的天然气进行回收。作为能源行业,放空天然气是一项节能环保产业,不仅回收废弃天然气,回收后更是清洁能源。因此,对于放空天然气的回收技术自身更要达到节能环保的要求。传统放空天然气回收方式能够针对稳定放空量、稳定来气压力等单一状态放空天然气进行回收。针对油田不同井位、不同井口压力、不同运输等复杂的环境下,如何优化和改进传统放空天然气回收方式,将提高放空天然气回收的节能环保水平。

1 放空天然气回收方式

放空天然气回收技术经过多年的发展形成形式多样的利用方式,常用的回收主要包括:1)管道输送;2)CNG回收;3)供应燃料气;4)液化天然气回收。2008年至今,放空天然气回收业务在塔里木油田已经开展近10年,上述方法使用最为常用。随着未来技术发展,天然气吸附回收、天然气水合物回收等新技术会逐步使用。

1.1 管道输送

油田公司针对油气井采出的具有足够压能的油气混合物,采用油气混输的模式,通过集气站汇集,并初步分离,分

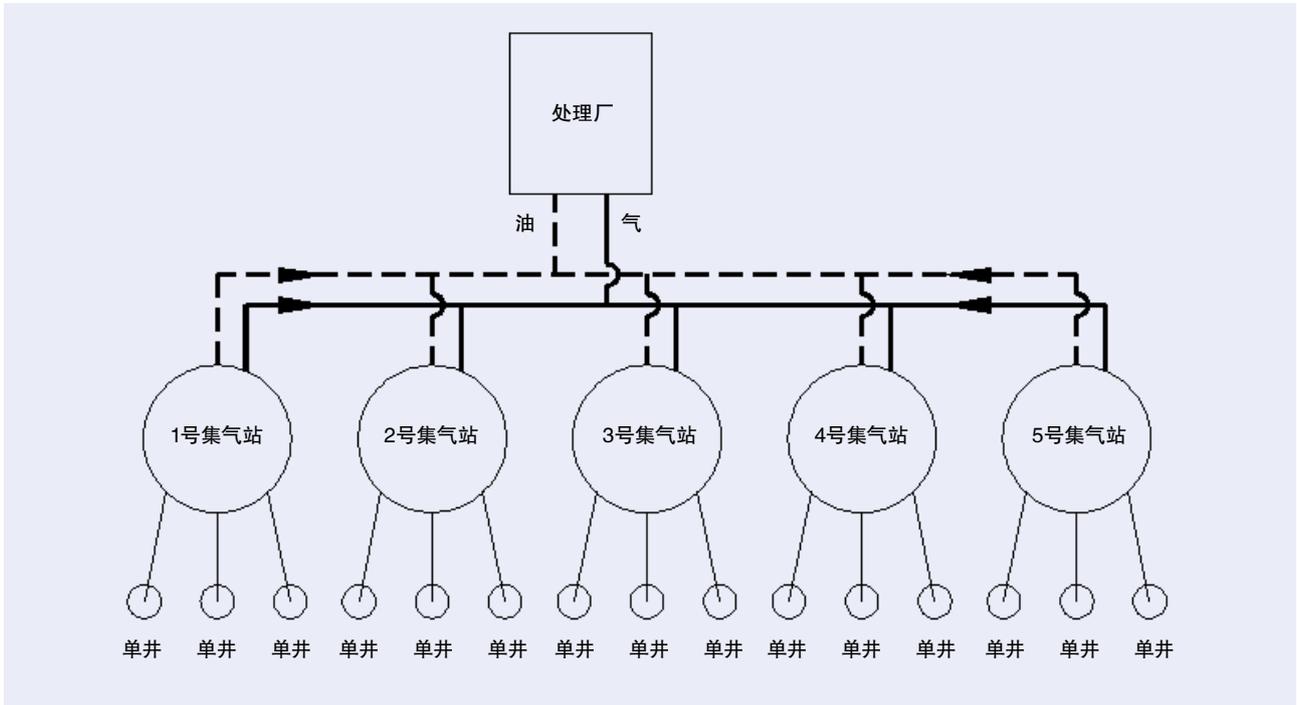


图1 管道集输放空空气

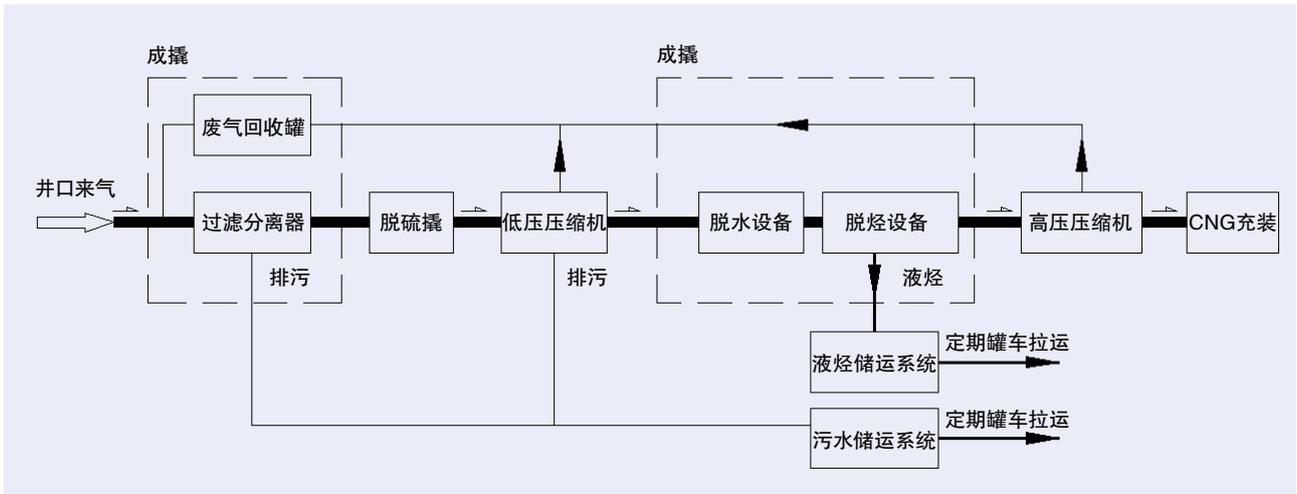


图2 CNG回收流程

离出天然气及原油，分别输送至处理厂处理。塔里木油田目前建成3座处理厂，均采用此方式将天然气进行回收。这种模式的特点是井口压力能高，气量大并且稳定。由于该方式基本适用在高产能井，仅在早期油田开发阶段建成，按传统意义该部分不属于放空气，但随着时间的推移，油气井产能衰减，原有管道已经不能够满足使用要求。原本可继续产出的油井由于管道输送背压，无法继续生产，若现场需要继续采油生产，则需建设地面配套工程，天然气将被放空。

1.2 CNG回收

在油田开发早期，地处偏远的零散井，CNG回收技术逐渐兴起。经过多年的发展CNG回收技术已经相对完善，从设

备供应商到设计施工，技术比较成熟。CNG回收的主要流程是，天然气来气后经过进站过滤分离器初步分离去除液态物质及机械杂质，对于需要脱出硫化氢的天然气需增加脱硫设备，边远井多采用固体吸附剂脱出，之后进入原料气压缩机增压，然后脱水脱烃，净化气进入CNG压缩机增压，最后进入充装柱充装，目前该流程已经形成撬装化设计。

CNG回收的优缺点都很明显，能够对边远零散井的放空气回收，设备撬装、容易搬迁。缺点主要有以下几点：1) 随着油田公司管道系统的完善，边缘零散井的位置逐渐变的“边缘”，在油田滚动开发下，需CNG回收数量逐渐减少，以塔里木油田沙漠运输公司为例，在早期建设的CNG回收站中，目

前仅保留2座CNG回收站,且不是连续生产。而油田公司面临新问题在于低压少气量的单井天然气回收,故CNG回收应转换模式;2)由于新建CNG站在油井开发后初期,根据油井的衰减特性,初期的天然气气量是较大的,假如某单井初期天然气气量产能为 $15 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$,按CNG槽车每车拉运 4000Nm^3 计算,需要拉运约38次,由于地处边缘区,运距长,耗时多。而气井在一段时间后,气井可能衰减至 $1 \sim 2 \times 10^3 \text{Nm}^3/\text{d}$,甚至更低,初期制定的开发规模严重大于现状产能,这就会使站场缩减产能,搬迁设备频繁;3)站场运管人员多,其中CNG充装工任务最为繁重。

1.3 供应燃料气

油田加热炉等在冬季需要大量燃料气,放空气回收处理为成品气后,返输作为燃料气是比较经济的,变废为宝。在长庆油田,冬季可以看到油罐闪蒸气大部分都回收用于加热炉燃料。供应燃料气相比于CNG回收减少运输及充装环节,但该方式回收总量并不大。

1.4 液化天然气回收

放空天然气回收通过脱水、脱烃等净化流程后进行深冷液化,液化后进行储存,最后通过LNG罐车拉运。液化天然气技术在国内已经比较成熟,已经建成多个LNG液化工厂,但对于放空天然气回收站这种小气量使用LNG回收应用案例较少。LNG回收设备初投资较大,建站上没有CNG灵活,由于放空天然气的产能具有不确定性,该方式也存在一定风险,同时LNG目前的市场售价也是制约LNG回收发展的因素,LNG受季节变化波动较大。总体来说,目前市场上LNG液源紧缺,对于具有稳定放空气的站场,LNG回收的储存和运输较CNG更方便,可采用该模式回收放空天然气。

2 优化放空气回收方式

2.1 管道集输优化

2.1.1 高低压双管集输回收放空天然气

问题描述:传统管道集输往往只敷设单管高压集输或者高、中压双管集输。该模式在单井运行初期问题不大,各个串接井口油压都较高,有足够的压力能,能够满足各个单井正常生产,但是单井生产衰减情况各不相同,有的单井衰减特别快,运行几个月时间,可能就变为低产井,天然气气量每天由十几万方跌至几千方。这部分天然气已经无法进入集输管线,单井将无法继续生产。

优化方式:放空天然气回收可采用双管建设的方式进行建设,建设高低压集输管线,高压管线可以在井口完井后即可投入使用,低压管道用于井口衰减后的低压气收集。该模式可对完井测试的大气量进行回收,也可以在站场运行后期的低压少气量进行回收,实现油田开采全过程天然气“零排放”,并且站场无需建设多个站场。放空天然气回收参与企

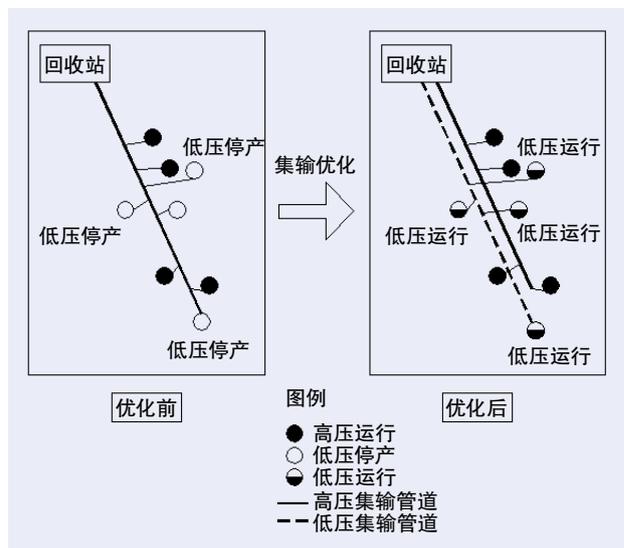


图3 管道集输优化

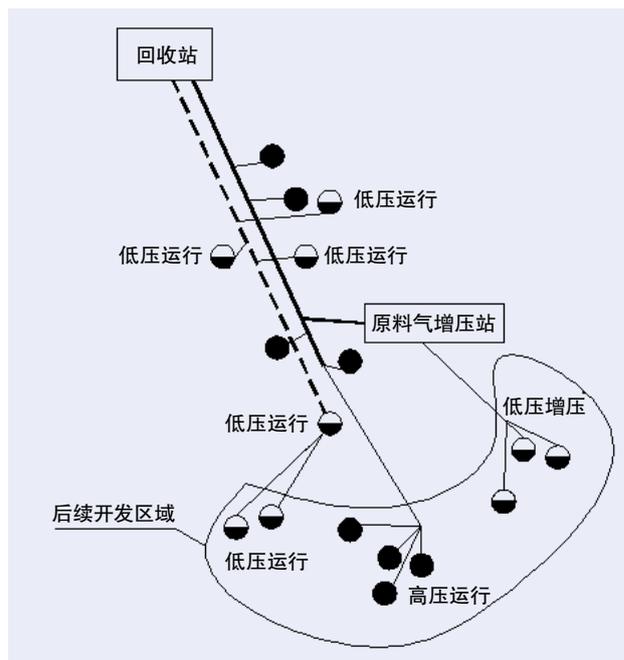


图4 后续开发区域集输方案

业众多,油田公司只提供气源,其余天然气站场的建设、运输和销售均由参与公司自行解决。该模式中各企业应该注重与油田勘探开发布局结合,合理选择集输线路。在双管集输后进入天然气回收站,集中建设一座回收处理站。高低压管道运行压力可以根据回收站设计情况进行确定。

优化之后的管道还可以对未来开发井进行继续利用,新开发的高压井进入高压集输管道,低压单井可继续进入低压管线集输,直到集输管道利用率最大。对于低压管道已经无法收集的单井,建设增压站,增压天然气进入高压集输管道,集输方案示意如图4。这样能够最大限度的减少回收站的建设数量,既经济又方便管理。

2.1.2 油田集气站新建低压流程回收放空天然气

问题描述: 对于油田公司已建的集气站来说, 油气集输分为高中压集输的情况, 到后期单井衰减, 单井天然气无法汇集进入集气站的情况。塔里木油田的集气站目前运行均出现该情况。

优化方式: 在集气站旁新建低压回收流程, 进行原料气增压, 增压后的天然气重新返回集气站。该方式充分利用原有集气管线, 不用新建管线, 建设一座原料气增压站即可, 节约建设成本。同时集气站汇集多个单井天然气, 天然气总量比单口天然气气量更稳定, 建设风险降低。

2.2 气举采油优化CNG回收

CNG回收中需要将增压的天然气通过槽车拉运, 这个过程中需要大量的人员, 如充装工、运输人员等。而在油田采油中, 气举法采油也需要高压气体。所谓气举采油是指当地层供给的能量不足以把原油从井底举升到地面时, 油井就停止自喷, 为了使油井继续出油, 人为的通过向油管注入高压气体, 用以降低井筒液体的密度, 在井底流压的作用下, 将液体排出井口。气举采油是油井停喷后用人工方法使其恢复自喷的一种机械采油方式。

故在气举采油中需要大量高压气体对需要气举的油井进行气举作业, 这无疑是提高放空天然气回收利用的好途径, 不需要CNG充装, 也不需要进行槽车拉运, 将增压后的天然气注入气举系统即可, 可以大大减少运行成本。

3 典型案例

3.1 热普井区放空天然气集输工程

热普井区放空天然气集输工程是新疆博瑞能源有限公司在热普井区建设的一套天然气回收工程, 主要包括热普区块各零散单井 (RP6C、RP10C2、RP11、RP3001、RP3013、RP1101、XK9004等), 集输管线总长15.1km, 集输管线运行压力为低压运行, 运行压力0.3~0.8MPa, 设计压力1.6MPa, 新建回收站1座位于热普1井附近, 设计处理量 $10 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$, 处

理后的天然气通过管线外输。在该工程前期建设时, 未考虑建设高低压双管集输流程, 站场运行后期在集气末端区域井口产能衰减, 单口井产量约 $3000 \text{Nm}^3/\text{d}$, 该部分天然气只能放空而不能进入集输系统回收。单独建设回收站的整站设备投资大、建设周期长。同时在集输管道末端区域油田公司又开发新井, 井口压力较高, 此时高压气又无法接入该低压集输管道。之后只能在RP3单井选址新建CNG回收站, 回收该片区低压井放空气, 并且需要增加CNG拉运车辆。若集输管道其他地方也出现低压井的情况, 继续建设回收站, 就显得比较浪费投资。相反, 如在建设初期敷设高低压双管集输, 则在集气管道末端建设一台低压原料气压缩机增压即可回收低压单井天然气, 原料气增压后进入高压集输管道。

3.2 TZ117气举注气站工程

TZ117气举注气站原为塔里木油田TZ117井放空天然气CNG回收站。原放空天然气回收站的天然气来气后经过过滤分离, 然后进入低压脱水, 脱水后的天然气进入CNG压缩机增压, 增压后进入充装柱进行充装。在2014年开始油田进行气举采油, TZ117站由CNG回收改为气举注气站, 气举注气压力12MPa, 设计气举注气量 $4 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。气举站运行至2018年, 已经扩建至 $14 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 产能, 站内压缩机6台, 站场运行效果良好。

3.3 塔中2号集气站回收站工程

塔中2号集气站回收站工程地处塔中2号集气站, 站场建设为解决塔中2号集气站部分单井衰减, 无法进入原油田集输管网而设置的一个回收站。站场设计处理量为 $10 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$, 进站压力1.0MPa, 出站压力7.5MPa。站场与2015年建设, 至2018年已经累计回收约 $7200 \times 10^4 \text{Nm}^3$ 天然气, 效益显著。由于汇集多口低压井, 单个井的产能波动对站场运行影响不大, 经过多年的运行, 站场设备运行平稳。该站建设既未影响已有油田集输流程, 又对低压单井放空天然气进行回收处理。

4 结论及建议

放空天然气回收是一项节能环保工程, 工作任重道远。放空天然气回收涉及范围广不仅在油田单井中存在, 在页岩气开采、套管气回收、处理厂火炬气回收、原油罐闪蒸气回收等多方面都有涉及。同时, 在设计放空天然气回收站的过程中, 发现很多老站在放空天然气回收中改造较困难, 在新建站场应该重视天然气零排放, 在设计初期就考虑放空天然气回收的措施。总之, 每种放空天然气回收都具有各自的特殊性, 只有突破传统思维, 不断优化回收方式, 才能更高效的完成节能环保任务。■

作者单位: 四川省机械研究设计院

(责任编辑 冯尚)

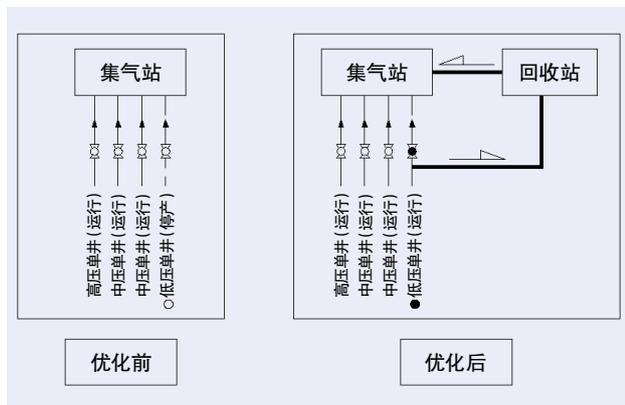
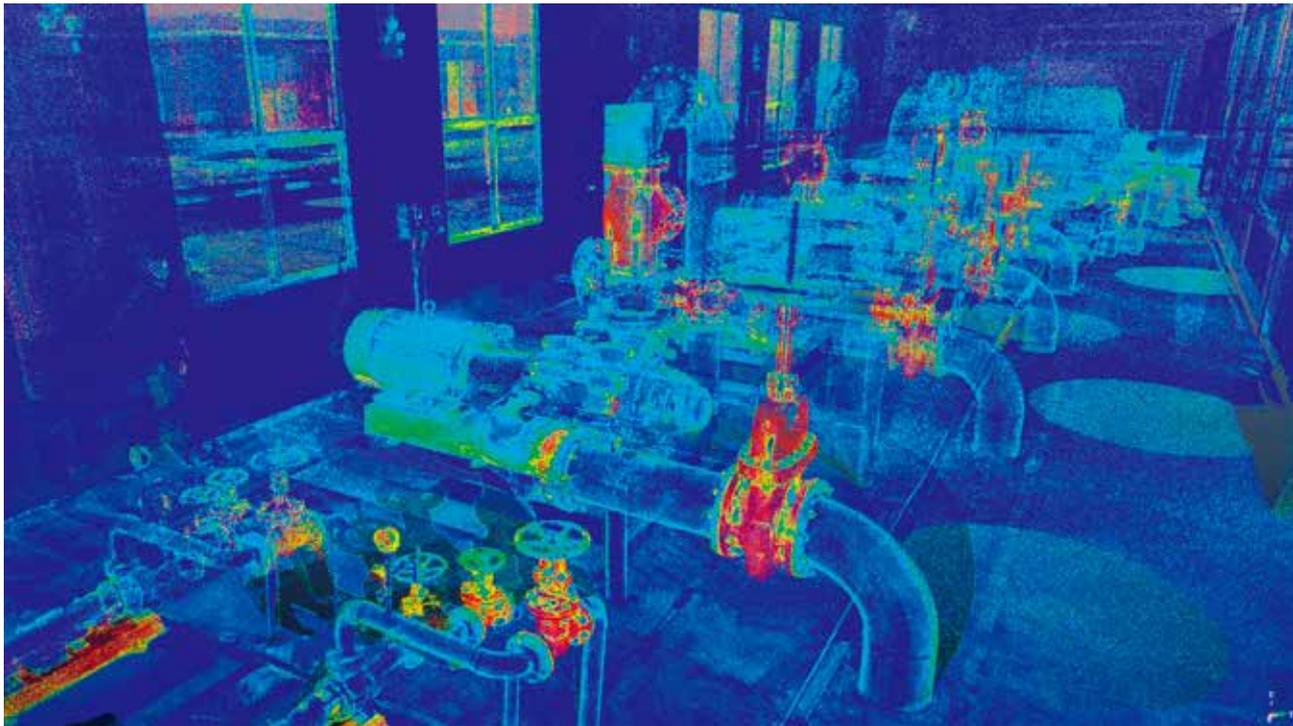


图5 新建低压流程优化放空气回收

智能油气田、智能管道等正在逐步引领油气田工程建设与运行管理迈向一个新时期。本文总结了油气工业智能化建设规划工作中可能面临的认识方面的问题，分析了问题产生原因；提出了智能油气田、智能管道、智能工厂的典型架构，阐述了智能应用、数据生态、数据仓库、协同设计在该架构中的位置与逻辑关系。

浅议油气工业智能化规划与建设中的若干认识问题

■ 王鸿捷



人类工业史上的信息技术革命催生的人工智能、云计算、大数据、物联网等新型IT技术的快速发展，为全球油气工业生产、经营及管理模式的持续变革和科学发展提供了技术条件。尤其是智能工厂、智能油田、智能气田、智能管道等油气领域相关技术基础工作及实践项目的试点和推进，使得油气工业对智能化转型后产生的价值和效益有了更加急迫的需求。但从目前来看，在全球范围内，对油气工业智能化的定义、建设愿景、建设目标等尚缺乏统一的认识和标准。

在从事相关工作的实践中，发现很多同事也还存在较为

模糊的概念和认识，本文试图站在一个规划者的视角，对这些影响规划工作和管理层决策的问题加以分析和总结，以期理顺油气工业智能化相关思路。

1 智能油气田/管道/工厂的典型架构

对比荷兰皇家壳牌公司、马来西亚国家石油公司、英国BP石油公司、沙特阿美石油公司、哥伦比亚管道公司、中石油、中石化、中海油等国内外油气企业开展的相关数字化或智能化建设成果和价值所在，发现能源行业实现以先进信息

技术为手段的智能化转型,所处的IT“生态环境”难以提供油气工业智能化规划与建设的体系化解决方案。

基于对油气工业智能化发展愿景、建设目标、建设原则、建设重点和难点、关键技术路线的探索和研究,笔者及其团队提出了一种油气工业智能化转型的典型架构。

该架构主要包括上下两大部分,底层是企业级的“数据生态”,上层是企业级的“智能应用”。

“数据生态”是由企业的“智能应用主数据平台及其支撑体系”构成,包含了智能应用主数据平台、全产业链(建设与运营过程中的设计、采购、施工、运行)及附属产业链(冶炼、制造、物流、仓储等)的数据仓库两级结构。这两级结构的相互作用与促进发展构建了油气工业智能化发展的基础环境。

“智能应用”指的是围绕企业核心目标(降本增效、自主可控等等),以贯穿于油气企业规划、建设及运营全生命周期的企业价值模型/经济模型为核心,所构建出的一系列智能化应用系统或应用平台。笔者特别强调的是,这里的智能应用已经远不是以可视、可控为核心所构建的。

2 规划与建设过程中常见认识问题

2.1 认知方式的问题

认知方式的第一个问题,也许是一个哲学问题。我们是怎样认知这个世界的?毫无疑问,我们绝大多数时候是基于经验、自身具有的知识来认识世界的,并很大程度上支配了我们在管理与决策上的言行。互联网的出现,使认知方式变得复杂而有趣。共享单车的出现,使整个自行车产业链发生了巨大变化,“永久”“凤凰”“捷安特”这些具有悠久历史和产业品牌的制造商,随着共享单车的出现,一夜之间面临门店关张、从业者下岗分流的局面,他们不得不面对一个原本不属于产业链上的数据平台运营商,并将之作为市场开发的重要环节。类似情况同样发生在淘宝、京东、支付宝以及大量互联网平台商所带来的变化上。

互联网产业的兴起不仅仅造成一个个产业链的解构和重组,而且也是对我们认知方式的颠覆。我们原本所具有的经验、知识是不是足以面对智能化油气田的基本条件?我们是否可以触摸到明天的产业链状态与结构?我们是否已经将自己的企业在未来石油工程智能化的产业链上,处于哪个环节、哪个位置做出了清晰地定位?

互联网时代的认知方式,可能应该是:经验和知识可以造就你过去的成功,但很可能成为下次失败的根源。如果我们谈论一个面向未来的与互联网紧密相关的事物,除了经验与知识,可能还应该以企业在互联网时代的“产业链位置”和企业在“数据链中的位置”作为视角重构我们的认知方式,从而获得符合逻辑和客观发展趋势的认知结论,而这种认知

结论可能是全新的、乃至颠覆性的。

认知方式的第二个问题,比较简单。从认知事物的角度看,世界上只有两种人:以目标为导向的人和以资源为导向的人。前者通过梳理愿景、确定表达远景的条件作为目标、确定现状、确定实现每个目标的路线以完成对一个特定愿景的实现方式;后者从自身条件出发确定近期或远期的工作。这两类人在管理与决策层面对推动一个整体体系的发展,产生着不同的作用。第一类人,看似总在忙于一堆无关的事情,其实每件事情都统一在一个特定目标和特定路线的总体规划与分项计划中,总在不断接近愿景;第二类人,经常会出现“我不会、我不懂、我没条件”的感叹,从而将系统整体的发展缓慢归咎于外在条件。

分析认知方式的目的,有助于理解对下面几个问题的分析讨论。

2.2 智能化时代企业竞争优势

在油气工业的智能化转型过程中,企业的竞争优势是什么?传统的工程设计技术优势、工程采购或施工优势,会不会一夜之间,不得不面对今天的“永久”“凤凰”“捷安特”所面临的问题?

按照笔者的观点,这个问题不但会出现,而且在一些油气工业领域已经出现了。换言之,工程公司在工程建设产业链中,以“企业-企业”的模式形成横向的价值传递与价值交换关系;互联网技术的发展和智能化油气产业发展的需求,催生了以“企业数据-数据平台服务商-企业”为特征的纵向数据关系的诞生。

在此情况下,工程公司不但需要关注本企业在工程建设产业链中的地位和横向企业间数据交付能力,还不得不关注本企业在智能化典型架构中“智能应用”和“数据生态”中的位置。需要提出的是:工程设计、工程采购、工程施工、工程运营所构成的建设与运营产业链,是一个横向产业链的话,工程设计无论就建设而言或是运营而言,位于产业链的龙头地位和引领地位;但从智能油气田、智能工厂、智能管道的纵向数据链看,工程设计、工程采购、工程施工、乃至工程的后期运行,都居于远离智能应用的数据链末端,扮演的仅仅是数据源的角色。

若工程公司向“数据平台运营商”交付设计、采购、施工、运行数据成为智能化时代“数据生态”创建的基本法则,这类数据平台在智能化架构中将起到连接数据源和智能应用的关键作用。

如果企业智能化数据链架构中长期居于远离智能应用的位置,其传统竞争优势的产业地位将面临巨大冲击。

基于这一认识,互联网时代的油气工业竞争优势的培养与孕育,不仅应高度关注“行业技术水平”和“全产业链数字化协同能力”等竞争力的提升,还应积极关注本企业在智能

化体系中的数据链位置提升问题。

考虑到行业内优质工程公司所具备的综合能力,构建面向智能化油气田建设的新的竞争优势的重点,应尽早体现在与“数据生态”相关规划与建设工作上,同时积极参与“智能应用”的价值模型创建与应用开发工作中。

2.3 不同视角对智能化规划与建设的影响

(1) 油气工业的智能化规划与建设,是以基于现有资源和业务流程为导向,还是以未来发展愿景与目标为导向,是决定油气工业智能化转型可持续发展的两种不同视角;基于不同视角的认识论和方法论,将深刻影响规划与建设的方式和建设的成效。

(2) 有学者提出:“智能化油气田是数字化油气田的延伸。”从规划的视角看,笔者认为“智能化”与“数字化”两者之间的建设愿景不同、目的不同、架构不同、智能应用构建的逻辑不同、对产业链各企业角色关系改变的效果不同,因此二者之间存在本质的区别。前者是基于对特定目标的全产业链和全生命周期为视角的一系列“价值模型”的定义、以“数据生态”为支撑、以智能分析和智能干预为手段、满足“降本增效、自主可控”等要求为目标所构建的系统,具有统一架构、统一规则、统一规划下的持续性和长期性;后者是以数字气田或虚拟气田为基础、以数据采集与分析为手段、以“可

视、可控”等需求为目标所构建的系统,烟囱状应用结构决定了其建设具有可中断性、数据规则与应用架构之间具有随机性地特征。

数字化建设工作的积极意义在于:数字化时代的一切尝试与发展,为规划与考量智能化提供了正反两方面的经验与教训,是可以继承和发展的宝贵财富;但是当我们进行智能化规划与建设时,仍然需要站到不同视角,正确处理好两者之间的关系。

2.4 智能化典型架构

企业级数据生态的构建是一项创造性的工作,其核心要素是贯穿于油气工程规划、建设和运营管理全产业链及附带产业链底层数据的搜集及数据仓库(数据源、信息源)的规划与建设、以及基于数据仓库和智能应用实时数据的主数据平台构建,其中,基于EDDS(Engineering Data-Delivering System)理念的数字化交付平台构建,是完成此项工作的关键输入条件之一。

企业级智能应用的研发也是一项创新性工作,其核心是一系列企业级的价值模型/经济模型,并构建出一系列贯穿研究对象在全产业链、全生命周期内的智能应用系统。这一工作需要油气企业自身、国内外专家学者,以及IT等企业单位或个人共同协作完成,而且需要在应用过程中不断优化



和完善。

2.5 工程公司在智能化整个体系中位置

工程公司业务领域主要包括设计、采购和施工等相关建设期工作,而油气企业的智能化本身则应涵盖规划、建设和运营管理全生命周期。从这个角度讲,工程公司在油气企业的智能化规划与建设中,仅提供设计、采购和施工等相关建设期的数据源、信息源,某些有前瞻性的工程公司则正在尝试提供承载此类数据源、信息源的数据仓库和数据交付平台。

需要说明的是:上述数据仓库,并不是支撑油气工业智能应用的主数据平台,主数据平台需按照智能应用的服务需求,向数据仓库获取历史或实时的有效数据进行分类存储,并以服务化的方式管理,同时按照智能应用价值模型/经济模型的需求,获取、存储、管理智能应用自身产生的历史或实时数据为智能应用自身服务。

工程公司是工程建设数据仓库的数据提供者,其所使用的数据产生工具受数据仓库运营者的制约和控制。

2.6 智能应用的构建逻辑

从实际应用的范围来讲,既有对油气工业物理工厂、物理油田、物理气田、物理管道等实体物质的智能应用,也有对数字工厂(或虚拟工厂)、数字油田(或虚拟油田)、数字工厂(或虚拟工厂)、数字管道(或虚拟管道)的虚拟物质的智能应用,又有对油气工业全生命周期的生产经营管理的智能应用。

智能化条件下的业务应用规划逻辑,必须要与非智能化条件下的业务应用区别开来。智能化条件下业务应用的核心是企业级价值模型/经济模型的构建,而此项工作就是要以实现提质、降本、增效这一本质目标为出发点。智能应用需要大量科研和技术基础工作研究成果的支撑,尤其是建立企业级价值模型/经济模型,需要专家团队的智慧,而不是纯粹的IT技术或工程专家就可以完成。

2.7 智能应用、数字化交付、协同设计的关系

智能应用是油气工业智能化价值实现的工具,应当具备任意油气生产经营管理变量发生情况下对整体生产系统影响的智能分析与干预决策的能力。在智能化时代,智能应用与数据生态构成了智能化的两大核心要素,数字化交付则按照智能应用的需求和标准通过主数据平台获取油气工程全生命周期的数据源、信息源。协同设计则仅限于建设期的设计过程,向业主或数据承包商交付的数据仅为智能应用数据需求的小部分。站在智能化数据链的视角(不是工程建设产业链的视角),协同设计属于智能应用所需设计数据的产生范畴,对设计数据的质量负责;同样,智能化体系下的数字化交付,属于按照智能应用所提出的标准、范围、格式等,进行数据分类、传输的范畴,是交付的通道与工具。从这个角度

讲,二者是可以独立存在的模块,在没有特定要求情况下,协同设计的结果可以进行手工交付;而数据交付能力,与协同设计能力一样,应当被视为企业竞争力的一种表现形式,并通常会用于高端客户的强制性交付要求。

因此,从数据链的视角看,智能应用是智能化体系中“主数据平台”规划与建设的输入;智能企业“主数据平台”根据智能应用的需求向全产业链各数据仓库提出数字化交付的标准、范围、格式、内容、工具等,是产业链各类数据仓库的交付目标;产业链各环节的数据仓库根据“主数据平台”所制定的交付标准、范围、格式、内容等,向设计协同(E的各专业协同)、设计采购协同(E与P的数据协同)、设计采购施工协同(E、P、C的数字化协同)等等协同形式,提出数字化交付标准、范围、格式、内容、工具等方面的要求;因此,按照上述逻辑,协同设计在智能化的纵向数据链中,是基于特定项目、特定数字化交付要求、采用特定工具、面向多设计专业所展开的一种设计组织模式,是远离智能化核心业务的设计类数据的产生者。

2.8 油气工业智能化规划工作的组织方式

油气工业的智能化规划与建设对传统观念、已有技能、业务流程、管理制度等将带来巨大变化。

首先,需要识别和确认石油工程建设智能化发展未来的典型架构,确立企业在未来横向产业链和纵向数据链上的更具竞争力的位置,明确企业现状及现有位置在未来整个体系架构中的优势与劣势,作为布局、规划、计划相关工作的基本条件。

其次,明确智能应用、数字化交付、协同设计、协同建设(设计采购施工产业链与附带产业链的平台化协同组织)在未来产业结构中的作用与价值,有目的的加以组织和规划。

第三,明确油气工业的智能化规划与建设,是“企业战略+业务/业态+信息技术(IT)”的综合规划与建设,实现规划者、管理者、决策者、实施者之间对工作目标、实施方法等认识的高度统一,是保障各项工作有效开展的重要条件。

3 总结

本文总结了油气工业智能化建设规划工作中可能面临的认识方面的问题,分析了这些问题产生的原因;提出了智能油气田、智能管道、智能工厂的典型架构,阐述了智能应用、数据生态、数据仓库、协同设计在该架构中的位置与逻辑关系;强调了传统竞争优势的企业注重新的竞争优势培养的极端重要性;表达了在这一变革时期,对企业管理者和智能化建设的决策者、规划者,解决好各类认识问题、合理规划与实施相关工作的高度关切。■

作者单位: 中国石油工程建设有限公司西南分公司
(责任编辑 王波)

本文以中海石油惠州炼化分公司加氢装置4M125-35.6/23.8-153.8-BX、2D125-37/23.8-105.3-BX型以及中国石油华北石化公司加氢装置2D80-24/21-95-BX型往复式压缩机组的实际安装为例,针对大型往复式压缩机的安装技术要点、难点进行阐述分析,对提高大型往复式压缩机安装技术具有一定的指导和借鉴意义。

大型往复式压缩机的安装技术 要点和难点

■ 李俊

近年来随着石油化工装置规模不断扩大,往复式压缩机制造技术及其行业也在不断地发展,压缩机的机型也在向大型、多级、高压化发展。大型往复式压缩机的安装不同于一般设备,因为这类压缩机结构复杂、配合精密、工序繁琐、在安装及调试上具有一定的复杂性。压缩机的安装质量,直接影响机组运行的稳定性及使用寿命。通过中海石油惠州炼化分公司加氢装置4M125-35.6/23.8-153.8-BX型以及中国石油华北石化公司加氢装置2D80-24/21-95-BX型往复式压缩机组的实际安装为例,针对大型往复式压缩机的安装技术要点、难点进行探讨和分析。

1 机组介绍

4M125-35.6/23.8-153.8-BX及2D80-24/21-95-BX型往复式压缩机组均由沈阳鼓风机集团有限公司设计制造。4M125-35.6/23.8-153.8-BX型是双作用气缸M型对动平衡式,4列4缸3级压缩;2D80-24/21-95-BX型是双作用气缸D型对动平衡式,2列2缸2级压缩。各列气缸水平布置并分布在曲轴两侧,电机采用增安型无刷励磁同步电机。整机由压缩机主机、电动机、各级进出口缓冲罐、级间冷却器、注油器、盘车器、润滑油站等辅助设备构成,分体散装到货,现场组装。

2 安装前施工准备

依据往复式压缩机组的结构特点,确定压缩机各零部件的安装顺序,以主机施工为主,辅机安装穿插进行,抓好各工序衔接,保证机组安装过程紧凑、顺畅进行。

在安装施工前,作为安装压缩机及附属设备安装用的结构平台必须铺设完毕;同时厂房内双梁桥式起重机安装及报

验完毕,具备压缩机安装及其附属设备的吊装使用。

机组安装部位和零部件表面的防锈油用洗油清洗干净,用压缩空气将表面清洗剂吹干,并将机组及零部件各部位油孔清理、吹扫干净,检查设备或零部件表面有无损伤等缺陷,清洗检查合格后涂抹一层润滑油。

3 机身就位

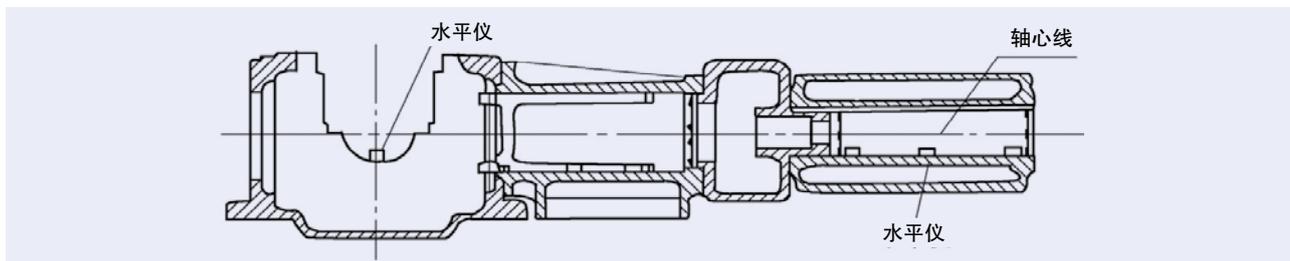
机身就位前,应清除基础表面浮浆层,并用压缩空气将基础表面杂物吹扫干净。带锚板的地脚螺栓的光杆部分及锚板应刷防锈漆,锚板及放置垫铁处的基础表面应铲平,确保其与基础表面应接触均匀,接触面积不得小于50%。机身整体吊装并放置在基础垫铁上,吊装过程中应保持机身基本水平和稳定;通过垫铁调整机身水平度和标高。机身若采用无垫铁安装,机身放置在找平地板上,通过调整顶丝和增减机身底座与找平地板间的调整垫片来保证机身水平度和标高。

◆ 关键点、难点:

✓ 机身就位前,应进行煤油试漏检查,煤油浸泡时间不得少于4h,检查合格后,应将底面的白垩粉清理干净。主要是检查铸造质量及运输过程中对机身是否造成损坏能及时发现并处理。

4 曲轴箱安装

机身水平度应用框式水平仪检测,其精度等级为0.02/1000mm。列向水平在十字头滑道处测量,水平不应超过0.05mm/m,列向水平宜高向气缸端;轴向水平度在机身轴承座孔处测量,水平度不应超过0.05mm/m,轴向水平度宜高向电机端。水平度并以两端数值为准,中间值做参考,两者水平度偏差不得大于0.05mm/m。



轴向及列向水平度测量

地脚螺栓灌浆中间层是干砂,上下结合部位用100mm砂浆进行密封。待养生期结束后紧固地脚螺栓。地脚螺栓应按对称位置均匀拧紧,在紧固过程中机身的水平度不应发生变化。机身地脚螺栓的紧固力矩应符合产品说明书中的规定。机身精找完毕在二次灌浆前,确认电机联轴器与压缩机联轴器间距、磁场中心、其轴线应与机身在一条线上,各找正数据复测合格后,方可进行二次灌浆。

◆ 关键点、难点:

✓ 在参数测量作业前,应彻底清洗放置水平仪的测量表面,水平仪的测量的测量精度宜选0.02mm/1000mm。不能打磨或修研测量表面,避免水平仪的测量数据出现缺失或误差。

✓ 水平测量过程中应考虑施工环境温度和日光照射对水平度的影响,有效监测作业环境温度变化和日光照射的时间间隔,了解机身及气缸水平度的变化规律。

✓ 若机组采用无垫铁安装,地脚螺栓液压力矩紧固应在二次灌浆后进行,紧固时在找平底板上打表监测,紧固后复查机组水平度,确保机身的水平度不发生变化。



百分表监测机组找平底板

5 接筒气缸的安装

气缸各级水套应进行水压试验,若制造厂已进行水压试验可以不做(需提供气缸本体及水冷夹套的水压试验合格证明文件)。将接筒气缸与机身以止口进行定位,连接面上的O型密封圈应全部放入沟槽中,紧固连接螺栓后,应使接筒气缸与机身连接面全部接触无间隙。机身十字头滑道中心线与机身主轴承孔中心线垂直度是靠精密设备加工保证

的,安装时不需再进行检测。安装气缸支撑,通过支撑底板上的调整螺钉或垫铁调整气缸水平度。采用水平找正法时,气缸水平度在气缸镜面前、中、后三点位置上测量应不大于0.05mm/m,且倾斜方向应与滑道一致(宜高向气缸端盖)。

◆ 关键点、难点:

✓ 气缸支撑的二次灌浆应在活塞杆跳动值检查完毕后进行,避免活塞杆跳动至超差后无法进行调整。

✓ 将接筒气缸与机身以止口进行定位,安装前结合部位应均匀、连续不间断地涂抹厂家提供的厌氧密封胶,并按产品说明书中规定的力矩进行紧固。

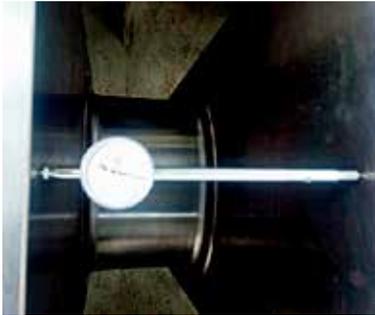
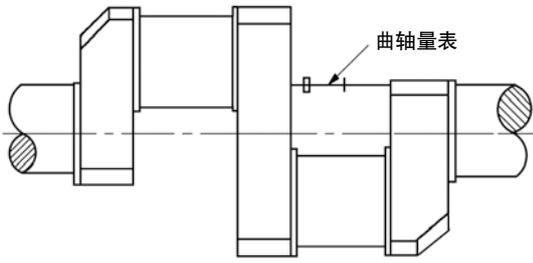
6 曲轴、连杆、十字头的安装

曲轴、连杆、十字头出厂时进行油封的防锈油,安装前应彻底清洗干净,连杆十字头上的油孔、油槽应用压缩空气吹洗干净,确保油槽、油孔畅通、清洁。主轴承与主轴颈、连杆大头瓦与曲柄销、连杆小头瓦与十字头销的接触面及径向间隙是靠精密的机械加工保证的,在紧固螺栓达到拧紧力矩的条件下,其配合间隙值应产品说明书中的规定。

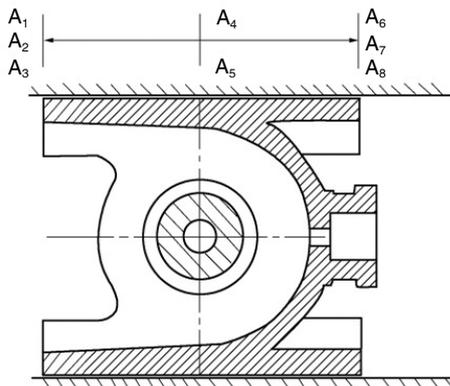
主轴承与主轴颈、瓦背与瓦座应紧密贴合,当轴瓦外圆直径小于或等于200mm时,接触面积不小于瓦背面积的85%;当轴瓦外圆直径大于200mm时,接触面积不小于70%,且接触均匀;轴承合金层表面,一般情况下不应刮研,若与主轴颈局部接触不良时,允许微量修研合金层表面。主轴承盖和连杆螺栓的拧紧力矩是靠螺栓拧紧后的伸长量来保证的,伸长量和拧紧力矩参照产品说明中的规定进行。

曲轴在机身上就位安装后,应在主轴颈上复查轴向水平度,且不得大于0.05mm/m;在曲轴销0°、90°、180°、270°四个位置测量其曲拐臂间距离,其偏差值应符合产品说明书的规定。检测定位轴承轴向间隙应符合产品说明书中的规定。

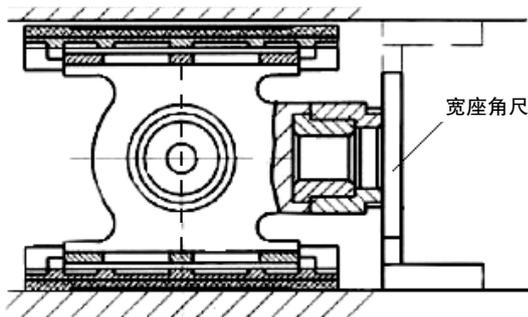
机身与中体为整体结构,主轴承孔中心与十字头滑道中心的垂直度是靠数控机床的加工来保证的,安装时其两中心的垂直度不需进行测量。压缩机机身两侧的十字头系作对称运动、滑履受力方向不同,制造厂在出厂时已将十字头滑履上的垫片数量调整完毕,组装时应按制造厂所作的标记进行,防止装错;以保证活塞杆轴心与滑道轴心重合。用着色法检查十字头滑履与滑道的接触面积,应达到70%以上并均匀



曲柄臂间距测量

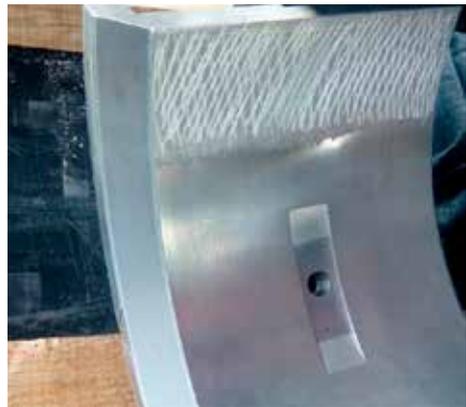


塞尺测量十字头滑履与滑道间隙



十字头端面与滑道垂直度测量

接触；十字头与连杆连接后，用塞尺在十字头滑履与滑道全行程的各位置上测量间隙，其间隙值应符合产品说明书中的规定。用宽座角尺及塞尺测量十字头在滑道前、后两端与上、下滑道的垂直度，其允许偏差符合产品技术文件的规定，无规定时垂直度为0.2mm/m。



修研主轴承瓦口

◆ 关键点、难点：

✓ 主轴承与主轴颈、连杆大头瓦与曲柄销、连杆小头瓦与十字头销的径向间隙测量均采用测量法，主轴承及连杆大小头瓦内径的测量必须在主轴承压盖螺栓、连杆螺栓达到规定的紧固力矩条件下进行测量。

✓ 主轴承压盖螺栓在规定液压紧固力矩条件下，用塞尺测量主轴承与主轴颈侧间隙应为顶间隙的1/2，若间隙过小，则需要修研瓦口直至符合间隙要求，避免机组运行过程中润滑不良，导致主轴承温度过高或主轴承磨损过快。

7 填料及刮油环安装

组装填料时，每组密封环、节流环的装配关系及顺序应按随机样图中“填料件”图中的要求进行，不得装反；各填料环端面、填料盒端面的接触面积不应小于70%，每组填料密封环与填料盒间隙，应符合产品说明书中的规定。填料组装时，应保证注油孔、漏气回收孔、充氮孔及冷却水孔畅通、清洁。并填料盒安装完毕后整体安装在汽缸上，对冷却水腔按随机资料的要求进行水压试验。

刮油器组装时，刮油刃口不应倒圆，刃口方向不得装反；当采用单向刮油环时，其刃口应朝向机身方向。刮油环组与刮油盒轴向间隙可通过增减青裸纸垫片数量来调整，轴向间隙值应符合产品说明书中的规定。

8 活塞和活塞杆安装

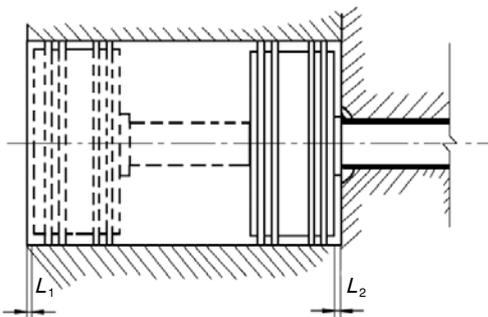
活塞体和活塞杆已按规定进行连接紧固成一体,不需现场解体和重新组装。活塞环与活塞环槽轴向间隙、活塞环放入气缸的开口间隙、支撑环与环槽轴向间隙,均应符合产品说明书中的规定。活塞环在活塞槽内用手应能自由转动,手压活塞环时,环应能全部沉入槽内,活塞装入气缸内,同组活塞环开口的位置应互相错开,所有开口位置应与阀孔错开。

活塞推入气缸前,应在活塞杆尾部套入保护套,以避免安装时刮伤填料密封环和刮油环。清洗、安装活塞杆的止推环(两半)、压力体及锁紧螺母,采用压铅法检查调整活塞在气缸的前、后止点间隙,保证活塞杆径向水平、垂直跳动值符合产品说明书中的规定。活塞前后止点间隙合格后,退出锁紧螺母,定位螺圈上的螺钉涂上厌氧胶后拧入,最后液压紧固锁紧螺母。测量活塞体与气缸镜面的径向间隙,其间隙应均匀分布,其偏差值符合产品说明书中的规定且不应大于平均间隙的 $1/8 \sim 1/6$ 。

◆ 关键点、难点:

✓ 压力体定位螺圈的螺钉、十字头平衡铁的紧固螺栓必须涂抹厌氧胶后拧入,平衡铁紧固螺栓紧固力矩必须符合产品说明书中的规定,防止机组运行过程中螺钉或螺栓松脱。

✓ 活塞杆冷态跳动值检查,测量点距填料法兰100mm处,活塞由内止点向外止点运行时,活塞杆上表面升高为正值,活塞杆下表面下降为负值。活塞杆径向水平、垂直跳动值检查合格后进行气缸支撑的二次灌浆。



活塞的前后止点间隙测量



活塞杆冷态跳动值检查

9 气阀的安装

安装网状阀时需复检阀片,缓冲片、升程垫的相互位置,应与随机出厂资料中气阀图中的安装示意位置相一致,如不符合应进行调整。带有压差的气阀,应保证压差活动灵活,无卡滞现象,并能使阀片全部压下。同一气阀的弹簧自由度应相等,弹簧在弹簧孔中应无卡住和歪斜现象。气阀连接螺栓安装时应拧紧,严禁松动。组装完成的气阀组件应用煤油做气密性试验,环状阀在5min内不允许有连续滴状渗漏,网状阀在5min内允许连续滴状渗漏,但不得形成线状流淌式渗漏。气阀装入气缸时注意吸、排气阀在气缸中的正确位置,不得装反。

10 电动机安装

拆检、清洗电机轴承箱,检查轴承表面是否清洁无损伤;用涂色法检测轴承衬背与轴颈的接触状况,接触角及接触面积;用压铅法检查轴承顶间隙,其值应符合产品技术文件的要求。检查调整电机励磁机的空气间隙应符合产品技术文件规定。压缩机与电机采用刚性连接,电动机安装应以压缩机为基准,轴向定位尺寸应符合产品技术文件的规定,电机轴与曲轴对中偏差为:径向位移不大于 0.03mm ,轴向倾斜不应大于 0.05mm/m 。电动机与压缩机对中符合要求后,安装联轴器、飞轮,复测压缩机曲拐壁间距差,以监视联轴器、飞轮安装对曲臂差产生的影响在规定的偏差范围内。

◆ 关键点、难点:

✓ 压缩机与电动机进行对中前,必须对电动机进行试运转,找出电机的磁力中心线,并在电机轴颈上做好标记。

✓ 电机与压缩机采用刚性联轴节,对中时必须考虑曲轴窜动量,确认电机联轴器与压缩机联轴器间距、磁场中心位置后进行精对中操作,找对中数据合格后,方可进行电机的二次灌浆。

11 结束语

压缩机的解体、清洗、组装是一个细致,繁琐的施工过程,期间会出现各式各样的问题。在4M125-35.6/23.8-153.8-BX及2D80-24/21-95-BX型往复复式压缩机安装施工过程中,针对机组安装的关键点与施工难点,在量具、测量面的选择处理、装配间隙测量调整方面采取了有效的应对措施,严格过程控制、做到了安装检测数据与随机文件的要求相符。最终机组一次试车成功并持续稳定运行,各测点温度、机组振动值、吸排气压力均达到了设计要求,优质、高效、安全的完成了施工任务。■

作者单位: 中油吉林化建工程有限公司
(责任编辑 王波)

对巴格德雷合同区电网进行的4次快切实验结果进行分析,发现了基于双源同频同相系统开发的国内电源快切装置不适用于巴格德雷合同区电网的原因,必须根据当地电网实际和负载特性,改变快切同期捕捉算法和动作判定条件,开发适用于双源同频不同相系统的新装置,通过理论计算,可以达到预期目的,是可行的。

电源快速切换装置 在土库曼斯坦巴格德雷合同区 电网的实验分析及开发探讨

■ 何林海¹ 王晶¹ 孟庆宏² 孔俊明² 王珽¹

中国石油(土库曼斯坦)阿姆河天然气公司勘探开发的阿姆河右岸巴格德雷合同区(A、B区块)担负着向国内供气的艰巨任务,区内2座天然气处理厂为一级负荷,由合同区自备电厂和当地电网两个电源供电,前者为主电源,后者为备用电源,安装有备用电源自投装置(简称备自投)。由于备自投切换时间在1.5s以上,电源切换成功后,处理厂主要生产设施(电机居多)已停运,造成天然气放空,重新恢复生产缓慢,影响向国内平稳供气。为进一步解决处理厂连续供电问题,2017年在A区天然气处理厂110kV变电站安装了1套国内已有应用的电源快速切换装置(简称快切),进行实验,希望能在电源切换时处理厂生产不受影响(切换过程时间200ms以内,不影响生产),探索处理厂“保电”另一蹊径。本文对这次实验结果进行分析,找出实验失败的原因,研究开发新型装置的可行性。

1 电源切换技术发展现状

快切与备自投一样,作用也是在工作电源故障后将备用电源自动投入,使供电延续,尽可能保证用电设施不停运,或者停运时间尽可能短。但从使用效果上来说,快切又与备自投有着本质的区别。备自投是在工作电源失电后(工作电源无压、无流,工作电源断路器断开)才进行切换,动作时间一般1~3秒,在这个时间内,大部分用电设施因停电而停运,生产负荷中的电机会因电压降较大而停机,电源恢复时,由于电机启动电流较大,需要分批再启动,从而影响重要企业的生产,带来较大经济损失或社会影响。快切是在工作电源故

障的第一时刻就进行切换,动作时间一般在100~500毫秒。国内最早从2000年开始研究快切,用于发电厂厂用电电源的切换,作为替代备自投的新型电源切换装置。发展迄今,在发电厂的应用已很成熟,在确保发电厂厂用电负荷的连续生产及安全运行上发挥了有效的作用。在工业企业变电站,生产负荷中大部分是异步电动机,失电后的电机残压特性与厂用电类似,快切的极短电源切换时间,使电机不停运成为可能。近十年来,快切在石化、矿山等企业逐步应用,并取得较好的效果,也说明了这一点。

2 快切在巴格德雷合同区电网的实验情况

2.1 实验过程

A区天然气处理厂110kV变电站系统接线图见图1,外电进线(支路1)来自土库曼当地电网,电厂进线(支路2)来自中国石油(土库曼斯坦)阿姆河天然气公司巴格德雷合同区自备电站。运行方式为110kV母联断路器(E3)闭合,E2和E5间进行快切。

2017年10月1日,在A区天然气处理厂110kV变电站进行了4次快切实验,其中1次失压切换,3次事故切换。切换方式采用串联切换,即先断后合,切换模式按切换条件有快速切换、越前时间切换(同期捕捉切换)、残压切换、长延时切换4种模式,切换启动后装置从4种模式中选择最佳模式完成无扰动切换。实验时装置整定值生产厂根据以往工程经验和现场情况设定,见表1。4次快切实验情况综合见表2。

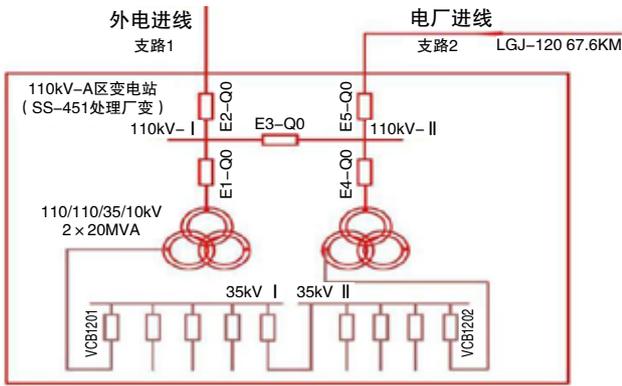


图1 A区天然气处理厂110kV变电站接线图

表1 快切装置实验时主要定值摘要

序号	定值名称	整定值	整定范围	单位	备注
1	失压起动幅值	50	[20 ~ 90]	V	
2	失压起动延时	0.1	[0.1 ~ 5]	s	
3	快切频差	1.5	[0.1 ~ 2]	Hz	
4	快切相角差	35	[0.5 ~ 60]	度	
5	同捕允许频差	5	[0.1 ~ 5]	Hz	
6	同捕越前相角	-90	[-120 ~ -30]	度	
7	残压切换幅值	40	[20 ~ 70]	V	
8	长延时间	3	[0.5 ~ 10]	s	

表2 4次快切实验情况综合分析

实验序号	触发快切动作方式	快切前开关状态	快切时开关动作及完成时间	实际动作过程记录	实际动作过程分析(对照装置Comtrade录波波形)
1	失压切换(断开电厂侧开关)	E5、E3合位, E2分位	跳E5, 合E2 280ms (A区天然气处理厂大部分电机停运)	0000ms 支路2失压起动 0100ms 支路2失压起动切换 0100ms 串联切换 0100ms 跳支路2开关 0100ms 输出后加速接点 0129ms 跳支路2开关成功 0219ms 合支路1开关 0219ms 切换条件: 残压切换 0280ms 合支路1开关成功 0280ms 切换成功	1. 母线电压低于50V, 失压启动, 100ms延时, 发出跳闸脉冲219ms时, 发出合闸命令, 61ms后开关合上, 残压切换成功(280ms) 2. 100ms是装置设定的自有的延时, 是考虑躲过系统扰动形成低电压, 防止快切误启动。
2	事故切换(线路保护装置发信)	E5、E3合位, E2分位	跳E5, 合E2 476ms (A区天然气处理厂大部分电机停运)	0000ms 支路2保护起动切换 0000ms 串联切换 0000ms 跳支路2开关 0000ms 输出后加速接点 0020ms 跳支路2开关成功 0415ms 合支路1开关 0415ms 切换条件: 残压切换 0476ms 合支路1开关成功 0476ms 切换成功	1. 快切启动时, 相角差为164.958度, 频差0.13Hz, 相角差不满足快切条件, 快速切换不成功; 2. 100ms时, 频差6.11Hz, 大于5.0Hz, 不满足同期切换条件, 同期切换不成功(此时相角差-81.879度); 3. 415ms时, 母线电压低于30V满足残压切换的条件, 发出合闸脉冲后61ms, 开关合上。 4. 快切启动前, 相角差160多度, 是此次快速切换未能成功的关键因素。
3	事故切换(线路保护装置发信)	E2、E3合位, E5分位	跳E2, 合E5 172ms (A区天然气处理厂运行正常)	0000ms 支路1保护起动切换 0000ms 串联切换 0000ms 跳支路1开关 0000ms 输出后加速接点 0030ms 跳支路1开关成功 0109ms 合支路2开关 0109ms 切换条件: 越前时间 0172ms 合支路2开关成功 0172ms 切换成功	1. 快切启动时, 相角差为163度, 频差0.053Hz, 相角差不满足快切条件, 快速切换不成功; 2. 100ms时, 频差4.22Hz, 满足同期切换频差条件, 同时相角差-105度, 故等同期切换相角差条件满足后, 109ms发出合闸脉冲; 63ms后, 开关合上, 此时相角差为-12度; 3. 快切启动前, 相角差160多度, 是此次快速切换未能成功的关键因素。
4	事故切换(线路保护装置发信)	E5、E3合位, E2分位	跳E5, 合E2 537ms (A区天然气处理厂大部分电机停运)	0000ms 支路2保护起动切换 0000ms 串联切换 0000ms 跳支路2开关 0000ms 输出后加速接点 0021ms 跳支路2开关成功 0476ms 合支路1开关 0476ms 切换条件: 残压切换 0537ms 合支路1开关成功 0537ms 切换成功	1. 快切启动时, 相角差为111.338度, 频差0.042Hz, 相角差不满足快切条件, 快速切换不成功; 2. 100ms时, 频差5.86Hz, 大于5.0Hz, 不满足同期切换条件同期切换不成功(此时相角差-85.5度); 3. 476ms时, 母线电压低于30V满足残压切换的条件, 发出合闸脉冲后61ms, 开关合上。 4. 快切启动前, 相角差110多度, 是此次快速切换未能成功的关键因素。

2.2 实验结果

4次实验,只有第三次切换时间比短(172ms),A区天然气处理厂电机没有停运,生产正常,达到了预期效果,其它3次切换时间均较长(280ms、476ms、537ms),造成A区天然气处理厂电机停运,影响了正常生产,没有实现预期目标。

3 快切实验结果分析

3.1 实验结果分析

第一次实验中的失压起动100ms发跳支路2开关信号(29ms后成功跳开)、再经119ms才发出残压起动合支路1开关信号,在定值或动作逻辑上有2个问题:

(1) 100ms、119ms长延时完全是电压定值设置过低引起的(失压起动条件:电压幅值 $\leq 50V$ (整定范围20-90V),起动延时0.1s(整定范围0.1-5s);残压切换条件:电压幅值 $\leq 40V$ (整定范围20-70V))。

(2) 支路2电源端开关跳开,在已经判断出无压、无流而失压起动,129ms延时成功跳开支路2开关的同时,完全可以同时发出合支路1开关的信号,不必再找越前时间切换、残压切换等条件,这样本次实验切换时间至少可以缩短到190ms。

通过调取第二、三、四次实验的Comtrade录波波形,发现:

(1) 快速切换不成功是因为保护起动快切时两路电源的相角差不满足合闸的条件(频差 $\leq 1.5Hz$ (整定范围0.1-2Hz)、相角差 $\leq 35^\circ$ (整定范围0.5-60度))。支路1即土库曼当地电网,与支路2即巴格德雷合同区自备电站自发电的电压(按中国电网标准要求发电)相角差很大,实验起动前的相角差在100度以上。通常情况下,两条支路若来自同一电网系统,相角差不超过10度。在中国,电网电压质量要求严格,即使不同电网,频差控制在50Hz上下、偏差0.2Hz以内(系统容量较小时,放宽为 $\pm 0.5Hz$),相角差不超过10度,国内快切的技术参数都是基于此条件设计,所以国内快切效果比较理想。

第二、三、四次实验切换起动时支路1、支路2频差分别为0.13Hz、0.053Hz、0.042Hz,可以作为两支路实验前运行频差,据了解,这是实验前自备电站进行调频处理所致。后来又收集巴格德雷合同区电网2017年10月至2018年4月的频

率曲线,发现土库曼当地电网电压频率质量相比2011年已改善了许多,最高频率50.26Hz,最低频率49.72Hz,偏差范围+0.26~-0.28Hz之间,频率质量较好;自备电站最高频率50.14Hz,最低频率49.9Hz,偏差范围+0.14~-0.1Hz之间,频率质量好;两电网(支路)正常运行时频差一般在+0.12~-0.42Hz之间,所以可以得出结论,支路1、支路2是双源同频不同相系统,频差不是快速切换不成功的决定因素。

(2) 系统断开故障回路的开关后,首先进行快速切换方式判定,当不满足快速切换判定条件后,自动转入同期捕捉切换、残压切换、长延时切换判定,当满足任何一项判定条件时,即刻发出合闸命令,切换完成。只有第三次实验满足了同期捕捉切换条件(同期捕捉允许频差 $\leq 5Hz$ (整定范围0.1-5Hz)、相角差 $\leq -90^\circ$ (整定范围-120-30度)),频差符合,等到相角差满足同期条件后以最短时间合闸,达到预期,而第二、四次实验均没有碰到符合越前时间切换的同期条件而延迟400多毫秒、母线电压衰减至残压切换条件(电压幅值 $\leq 40V$ (整定范围20-70V))才发出合闸命令,没有达到预期。这是由于保护起动切换时2个支路的相角是随机的,相角差是否落在整定范围内也具有随机性,加之2个支路相角本身存在较大差异;工作电源断路器跳闸后,母线频率跌落很快,既要满足频差条件,又要满足相角差条件,判定条件是静态的,而非动态追踪计算,快切装置是被动适应判定条件,所以快切达到理想效果的机会概率不高,同期捕捉切换不成功,只能经较长延时到满足残压切换,而残压切换电压定值较低,使延迟时间更长,切换虽完成,但处理厂电机已经失压停机。

快速切换不成功时最佳的后备方案是同期捕捉切换。有关数据表明:工作电源断路器跳闸后,备用电源断路器在第一个同期点(相角差过0附近)合闸,该点的电压差几乎为0,母线电压衰减和电动机转速下降不至于很大,且冲击很小,时间约为0.1-0.6秒,时间长短与判定条件有关。本次实验的装置,设定了频差和相角差同时满足某值的2个静态条件,出现第二、第四次试验相角差满足条件、频差不满足条件而实验失败,第二次实验却成功,为研究继续带来希望,说明相角差过0附近是快切成功的先决条件,实验装置的这种判定条



2a 分支/母线电压采样

2b 频率/相角差波形

图2 第一次实验时录波波形

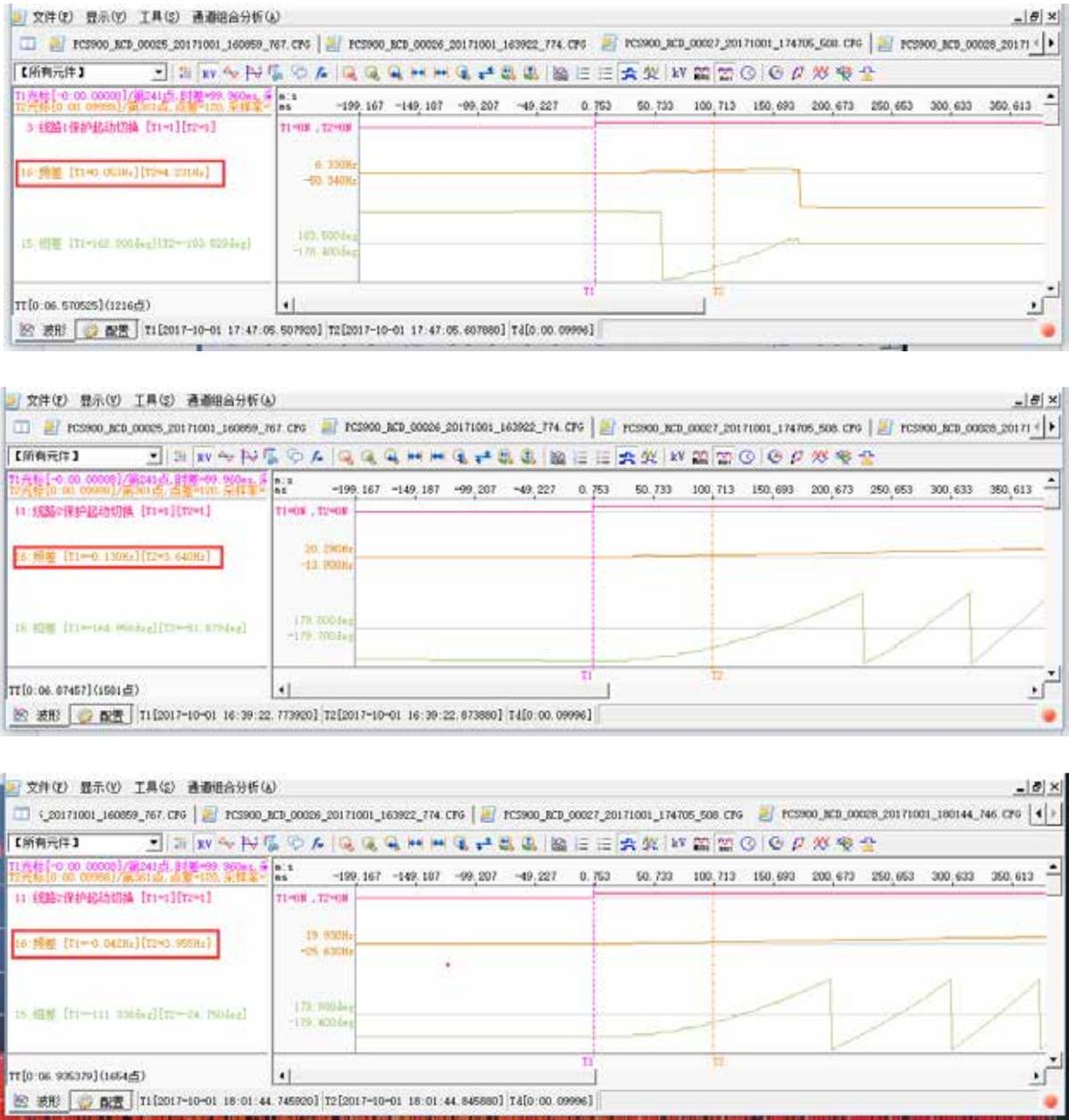


图3 第三次实验时频差/相角差录波波形

件有问题。若总结基于巴格德雷合同区电网运行情况和天然气处理厂负载特性的残压特性曲线，采用更好的算法和判定条件，装置实时跟踪各电源电压的频率及频差变化、相角及相角差的变化，在同期判别过程中，计算出目标电源与残压之间相角差及加速度，按照电源开关合闸时间进行计算得出合闸提前量，把频差和电压差综合考虑而非仅按频差值、相角差满足“与”的条件来考虑，从而保证残压与目标电源电压在第一次相位重合时合闸，时间控制在200ms内，是有希望的，第三次实验是例证，第二、第四次实验也间接提供了成功的借鉴数据。

3.2 分析总结

目前国内大部分快切装置（包括本次实验装置），软硬件开发一是基于两支路为双源同频同相系统，其频差不超过 0.2Hz，角度差不超过10度，二是基于电厂用电系统的主接线、负荷 特性、运行方式等及其决定的残压特性。土库曼巴格德雷合同区电网的两个支路为双源同频不同相系统，快切装置启动时刻相角差大、相角随机等，造成快速切换不可能成功，同期捕捉切换成功可能性极低，残压切换时间太长，均达不到预期效果。同时，巴格德雷合同区天然气处理厂电机数量和容量、配电变压器数量和容量远大于电厂厂用

电,此外还有大量的高低压电容器,电机所驱动的负载比较复杂(多种压缩机、水泵、风机等),这些都对天然气处理厂110kV母线残压特性造成影响,使其与电厂厂用电母线残压衰减速度、残压特性显著不同,这些不同也是造成本次实验不成功的原因之一。

经对此装置进行研究,通过提高电压定值、频差定值和降低越前相角,对相关逻辑做修改,可以使失压切换时间控制在200ms内;同期捕捉切换成功概率提高,从15%的成功率提高到25%,但达不到100%;残压切换整个过程缩短,但时间仍在350ms以上。综上所述,继续使用国内现有快切装置或对其改进,进行实验,都不能实现目标,必须改变思路,针对巴格德雷合同区电网的实际参数,开发对路产品。

4 开发研究的初步思路

经过广泛调研和研究计算,提出初步思路:借鉴现有快切装置的软硬件设计,深入分析本次试验结果,研究巴格德雷合同区电网2个电源各种运行方式、运行条件、故障类型下的母线残压特性,以及处理厂各种负荷、电力设施等对母线残压特性的影响,开发出新的算法,改进逻辑判定条件,最终开发出新的快切装置。

(1)改变同期捕捉算法每半个周波计算一次,根据母线和线路的相角差、相角差加速度、频差、频差加速度、电压差

以及开关动作时间,计算出提前发合闸命令的时间,确保合闸瞬间相角差小于设定值,就好比两个人在400米圆形跑道上跑步,起点不同,奔跑速度不同,但总可以计算出两人每次相遇的时间,这样就改变了以往快切装置启动后被动适应各切换条件下定值的问题,变为引入多种变量,尤其是频差加速度、相角差加速度,主动寻找同期点进行快速快切。对于巴格德雷合同区电网,角差大,分闸后频率跌落快速,“相遇”时间更短,新算法优势明显。计算公式为:

$$\left| \Delta\Phi - \left(2\pi\Delta f T_{sw} + \pi \frac{df\Delta}{\Delta t} T_{sw}^2 \right) \right| < \varphi_{zd}$$

式中:

$\Delta\Phi$ — 母线和线路的相角差;

Δf — 母线和线路的频差;

T_{sw} — 开关动作时间;

$df\Delta/\Delta t$ — 频差加速度;

φ_{zd} — 合闸瞬间设定的相角差。

(2)对快切装置的各种切换方式及其条件重新统筹考虑除对以往参数及其定值进行取舍、调整,动作逻辑进行修改外,引入电压差与频率差之积等条件,增加对当地电网的适应性。

按照这个思路,对应上述4次实验,新的快切理论完成时间见表3,可以看出,效果大幅改善,可以达到预期目标。

表3 新快切装置4次快切实验理论计算结果

实验序号	触发快切动作方式	快切前开关状态	快切时开关动作及理论完成时间	原实验完成时间	完成时间比较
1	失压切换 (断开电厂侧开关)	E5、E3 合位, E2 分位	跳 E5, 合 E2, 190ms	280ms	-90ms
2	事故切换 (线路保护装置发信)	E5、E3 合位, E2 分位	跳 E5, 合 E2, 140ms	476ms	-336ms
3	事故切换 (线路保护装置发信)	E2、E3 合位, E5 分位	跳 E2, 合 E5, 150ms	172ms	-22ms
4	事故切换 (线路保护装置发信)	E5、E3 合位, E2 分位	跳 E5, 合 E2, 120ms	537ms	-417ms

5 结束语

(1)目前国内基于双源同频同相系统开发的快切装置不适用于土库曼斯坦巴格德雷合同区电网的双源同频不同相系统。

(2)研究巴格德雷合同区电网和天然气处理厂负载特性,改变同期捕捉算法并对快切的各种切换模式及其判定条件重新统筹考虑,开展适用于巴格德雷合同区电网的快切装

置算法和软硬件的研究,开发出对路新装置,通过理论计算,可以达到预期目的,是可行的。■

作者单位: 1. 中油(新疆)石油工程有限公司

2. 中国石油(土库曼斯坦)阿姆河天然气有限公司

(责任编辑 王波)

高压螺栓紧固的质量直接关系到装置气密成功与否,由于传统人工敲击紧固扭矩值不精准,且部分施工作业区域没有作业空间,液压扳手紧固越来越受到广大用户的青睐。本文以某公司30万吨/年润滑油高压加氢装置为例,介绍一下高压螺栓紧固的施工方法。利用此法大大缩短了施工周期,提高了施工质量和气密效率,从而增加了经济效益。

高压螺栓紧固施工方法

■ 朱丽娜 顾长虹 孔明

随着石油化工业的快速发展,各种大型装置应运而生,装置的规模也越来越大,与之配套的工艺管道、设备管口大规格螺栓的使用也越来越多。由于传统人工敲击紧固扭矩值不精准,且部分施工作业区域没有作业空间,为确保装置气密一次性投运成功,液压扳手紧固越来越受到广大用户的青睐。对于现场施工中大规格高压螺栓紧固的施工质量和生产效率的提高都具有极其重要的意义。

本文以某公司30万吨/年润滑油高压加氢装置为例,介绍一下高压螺栓紧固的施工。本装置高压管道最高设计压力22.26MPa,液压扳手紧固法兰共计95对,其中螺栓规格最大为M90×3×780,最小为M36×3×320,材质主要为35CrMoA/30CrMoA、25Cr2MoVA/30CrMoA。使用本法后,高压螺栓的紧固施工比同类型装置的施工周期缩短,施工质量大幅度提升,气密效率大幅度提高,经济效益显著增加。

1 施工工艺流程

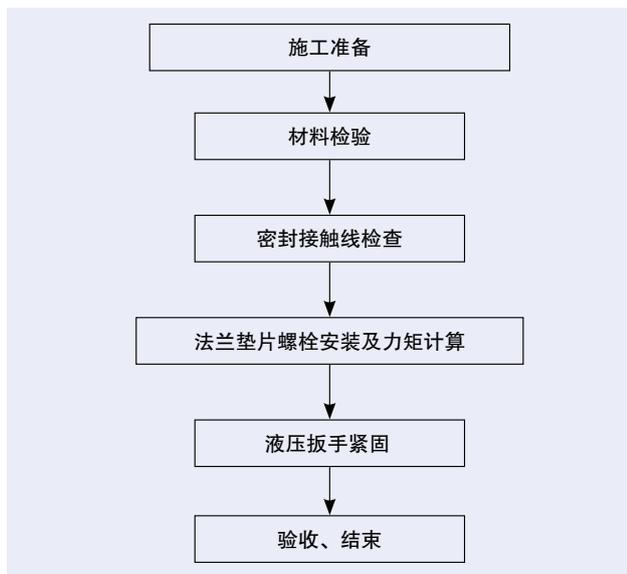


图1 施工流程

2 施工准备及材料检验

2.1 施工准备

根据需要紧固螺栓的规格,准备力矩扳手和配套的套筒,套筒选型需要与现场紧固位置相结合,正确选用合适的套筒形式,套筒分为中空式和套筒式,中空式主要用于螺栓间距小,周围有障碍物的地方,套筒式主要用于位置相对宽松的一些位置。

准备好法兰密封线检查使用的红丹,保护法兰密封面的防锈油以及塑料布等。熟悉图纸,对施工作业人员进行技术、安全交底,明确验收标准。



图2 液压扳手准备

2.2 材料检验

2.2.1 法兰验收

(1) 检查法兰质量证明书内容是否齐全,主要为:产品名称和标准号、公称压力、公称尺寸、密封面形式及壁厚等级;材料牌号及检验试验结果;产品数量、批号及质量检查部门印记。

(2) 法兰外观检查, 主要检查法兰密封面及密封垫片的密封面处是否有影响密封性能的划痕、斑点、毛刺等缺陷; 法兰的外缘应有许可标志, 产品标准号、公称尺寸、公称压力、材质及密封面型式代号, 应与质量证明书相符。

(3) 高压部分法兰材质主要为S32128、15CrMo、20#, 对于铬钼合金钢、含钼奥氏体不锈钢材质的法兰还应采用光谱分析或其他方法对主要合金元素含量进行验证性检验, 检验合格后法兰密封面应涂抹二硫化钼加以保护。

2.2.2 密封垫片验收

(1) 检查垫片的产品合格证和标志是否齐全, 内容包括标准号、材质、产品代号、公称压力、公称直径、垫片型式等内容。

(2) 金属环垫的加工尺寸、精度、粗糙度应符合设计文件和产品标准的要求, 表面应无裂纹、凹槽、径向划痕及锈蚀等缺陷。

(3) 金属环垫应逐件进行硬度检验, 检验结果应符合设计文件或产品标准的规定。

(4) 由于装置区高压部分密封垫片为金属环垫, 材质主要为10#、304, 根据行业标准做硬度及光谱检验。材质为10#的金属垫, 检验合格后表面应涂上防锈油。

2.2.3 紧固件验收

(1) 检查紧固件的产品合格证和标志是否齐全, 内容包括名称、规格、尺寸、数量, 材料牌号及检验、试验结果, 标准编号、批号及质量检查部门的印记。

(2) 检查紧固件的螺纹应完整, 无划痕、毛刺等缺陷、加工精度应符合产品标准的要求。

(3) 紧固件应有标志, 内容包括制造厂标识、材料代号、螺纹规格和公称长度。

(4) 由于高压螺栓的设计压力在11.13~22.26MPa, 材质为35CrMoA/30CrMoA、25Cr2MoVA/30CrMoA, 按照行业标准应该对部分螺栓和螺母进行硬度检验, 且对螺栓螺母采用光谱分析对其主要合金元素含量进行验证性检验。

3 施工要点

3.1 密封接触线检查

高压螺栓紧固部分法兰密封面基本为RJ型, 在法兰及金属环垫到货后, 法兰环槽密封面与金属环垫用红丹粉做接触线检查。具体方法如下:

(1) 清理法兰密封面, 用白布将法兰密封槽和金属环垫擦拭干净, 对高压法兰进行编号;

(2) 将金属环垫放入密封槽内, 并保持垫圈上表面与法兰表面平行, 金属环垫应与环槽配合紧密无晃动, 金属环垫可手动在环槽内转动, 初步目视检查金属环垫密封面与环槽密封面无明显的间隙;

(3) 在金属环垫的密封面(或密封线)上均匀涂抹薄薄的一层红丹, 将环垫轻轻放入环形槽中, 密封面贴实后沿环槽圆周方向轻微转动金属环垫一个角度, 然后取出金属环垫;

(4) 检查法兰环槽密封面及金属环垫密封面, 合格的法兰密封面应形成一圈不间断的红丹痕迹, 金属环垫的合格密封面是一圈颜色较非密封部位红丹颜色浅的封闭环线, 此时可判定高压法兰与金属环垫密封面检查合格, 如果发现有明显的偏差或者不连续, 应根据检查情况进行手工研磨处理或机械处理, 严重的必须更换;

(5) 对检查合格的金属环垫接触面进行编号, 并与其配套的法兰编号相同;

(6) 检查合格的金属环垫及法兰应该及时安装, 不能及时安装的, 要对法兰环槽密封面和金属环垫做好防锈和防变形保护。



图3 法兰环槽密封面与金属环垫用红丹粉做接触线检查

3.2 法兰垫片螺栓安装及力矩计算

(1) 将检验完好的法兰螺栓垫片根据施工图纸对号安装, 安装中根据管道中设计条件: 当管道设计温度 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ 时, 螺栓的螺纹部分应该涂抹高温防咬合剂; 当管道设计温度 $< 400^{\circ}\text{C}$ 时, 螺栓螺纹部分涂抹二硫化钼。

(2) 螺栓力矩值计算

1) 拧紧螺栓时的拧紧力矩:

$$M = K_t Q_0 \times 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m} \quad (\text{式-1})$$

式中: Q_0 — 预紧力, N;

K_t — 拧紧力系数;

d — 螺栓的公称直径, mm。

系数 K_t 与螺纹表面及法兰的光洁度、润滑状况、拧紧速度、所用拧紧工具、以及反复拧紧时的温度变化等有关, 通常在0.1~0.3之间变化(经验值取0.2)。

预紧力 $Q_0 = \sigma_0 \times A_s$, A_s 为螺栓在螺纹处的有效横截面积; $A_s = \pi \times d_s^2 / 4$, d_s 为螺纹部分危险剖面的计算直径; $d_s = (d_2 + d_3) / 2 \times d_3 = d_1 - H / 6$, H 为螺纹牙的公称工作高度; $\sigma_0 = \sigma_i$, σ_i 为螺栓材料的20℃许用应力(GB150规定)。

举例: M20的螺栓, 8.8级。

$$M = K_t \times \sigma_i \times A_s \times d \times 10^{-3}$$

$$= 0.19 \times 219 \times 245 \times 20 \times 10^{-3}$$

$$= 204 \text{ N} \cdot \text{m}$$

2) 如果螺栓厂家规定扭矩值, 按照规定扭矩执行。

如没有规定扭矩要求, 也可参照表1查询并计算所需扭矩大小。(注意: 螺栓拆松扭矩为上紧扭矩的1.5~2.5倍。)

3) 泵压力与扭矩值转换确定扭矩后, 根据所用扳手的型号, 查询《压力扭矩对照表》, 扭矩数值需与泵站设定的压力相对应, 不同型号泵站主机设定值可能不同。

3.3 液压力扳紧固

3.3.1 液压力扳扳手检查

(1) 泵站、高压软管、工作头(含反作用力臂)、套筒等组件是否完整;

(2) 电动泵站所需电源为220V50Hz, 确保接地良好, 避免触电;

(3) 检查泵站电源是否完好: 电源线无裸露, 插头完好; 检查压力表: 表盘内充满硅油, 如有漏油, 不能使用。检查泵站油量: 油箱充满液压油, 按照油箱标尺, 充满液压油, 油量不足, 不能启动泵站。油管表面无损坏, 快速接头完好, 油管长度满足现场使用需求。套筒规格必须正确, 与螺母匹配, 应能完全罩住螺母。(注意: 若螺栓太长需更换加长套筒。)

3.3.2 液压力扳扳手启动

(1) 液压力扳扳手的联接联接顺序为: 液压泵站→高压油管→液压力扳工作头→适配套筒。(注意: 切忌使用扳手等工具拧紧螺纹套, 会引起螺纹变形。)

(2) 点动启动接通电源(220V), 按下遥控器上“启动键”, 泵启动; 再次按下“启动键”, 则泵停止。如此点动几次, 可使液压油充满系统内的各个阀块, 保障油路畅通。

(3) 压力设定启动泵站, 根据螺栓力矩值调整泵的工作压力, 一手按着遥控器“工作键”按钮不动, 同时另一手顺时针转动调压阀进行升压, 此时通过压力表观察压力上升, 升

表1 螺栓螺母最大扭矩值推荐

强度区分		4.8		6.8		8.8		10.9		12.9	
最小破断强度		392MPa		588MPa		784MPa		941MPa		1176MPa	
材质		一般构造用钢		机械构造用钢		铬钼合金钢		镍铬钼合金钢		镍铬钼合金钢	
螺栓 M	螺母 (mm)	扭矩值		扭矩值		扭矩值		扭矩值		扭矩值	
		KGM	NM	KGM	NM	KGM	NM	KGM	NM	KGM	NM
14	22	7	69	10	98	14	137	17	165	23	225
16	24	10	98	14	137	21	206	25	247	36	353
18	27	14	137	21	206	29	284	35	341	49	480
20	30	18	176	28	296	41	402	58	569	69	676
22	32	23	225	34	333	55	539	78	765	93	911
24	36	32	314	48	470	70	686	100	981	120	1176
27	41	45	441	65	637	105	1029	150	1472	180	1764
30	46	60	588	90	882	125	1225	200	1962	240	2352
33	50	75	735	115	1127	150	1470	210	2060	250	2450
36	55	100	980	150	1470	180	1764	250	2453	300	2940
39	60	120	1176	180	1764	220	2156	300	2943	370	3626
42	65	155	1519	240	2352	280	2744	390	3826	470	4606
45	70	180	1764	280	2744	320	3136	450	4415	550	5390
48	75	230	2254	350	3430	400	3920	570	5592	680	6664
52	80	280	2744	420	4116	480	4704	670	6573	850	8330
56	85	360	3528	530	5149	610	5978	860	8437	1050	10290
60	90	410	4018	610	5978	790	7742	1100	10791	1350	13230
64	95	510	4998	760	7448	900	8820				
68	100	580	5684	870	8526	1100	10780				
72	105	660	6468	1000	9800	1290	12642				
76	110	750	7350	1100	10780	1500	14700				
80	115	830	8134	1250	12250	1850	18130				
85	120	900	8820	1400	13720	2250	22050				
90	130	1080	10584	1650	16170	2500	24500				
100	145	1400	13720	2050	20090						
110	155	1670	16366	2550	24990						
120	175	2030	19894	3050	29890						

1. 以上是德国工业标准, 表中扭矩值为螺栓达到屈服极限的70%时所测定。
2. 建议锁紧力矩值为: 表中数据X(70-80)%
例如: M48, 8, 8级螺栓, 则锁紧力矩为: $400 \times 80\% = 320 \text{ KGM}$
3. 拆松力矩为锁紧力矩的1.5-2倍。
例如: 上例锁紧力矩为320KGM, 则其拆松力矩约为 $320 \times (1.5-2) = 480-640 \text{ KGM}$
[仅供参考]

至所需压力, 紧固调压阀下的蝶形阀, 锁定压力。(注意: 泵的压力只能从低压向高压调节。)

(4) 空转按着遥控器“工作键”不放, 系统进油, 此时可看到工作头的驱动方驱开始旋转。当听到工作头“啪”的一声, 则驱动方驱停止转动, 此时松开“工作键”, 系统回油, 当再次听到工作头“啪”的一声, 表示工作头复位完成, 继续工作。按上述方式, 使驱动方驱运转数圈, 无异常, 即可将工作头放在螺栓上开始工作。

(5) 调整驱动方驱更换驱动轴的安装方向, 以适应扭紧还是拆松螺栓。按下锁紧器的按钮即可拆下方驱。

3.3.3 液压扳手运转控制

(1) 螺栓紧固

螺栓紧固前, 施工人员在螺栓上编写紧固序号(图4(1)), 紧固过程中采用对称法紧固, 在现场施工条件允许的情况下, 采取两同步或四同步方法紧固。紧固过程中螺栓分三次紧固, 分别为计算力矩值的75%、100%、100%力矩值紧固。

例如:

两同步紧固方法如图4(1): 第一遍两同步紧固的每名操作人员在紧固中分别先用75%扭矩值对角紧固4条1号螺栓, 然后顺时针紧固剩余螺栓。最后两遍紧固方法同上, 紧固力矩为给定力矩的100%。

四同步紧固方法如图4(3): 四同步的每名操作人员在三遍紧固中分别紧固整个法兰螺栓的四分之三, 即1-2-3-1-2-3-1-2-3, 使所有人员的工作轨迹有半圈重合, 由此来缩小预紧力差异化。最大限度的均衡因机具及人员差异造成的扭矩不均匀。

工作头、套筒、螺母连接好后, 调节反作用力臂, 找到可靠的支点, 工作头固定好后, 反复按动遥控器“工作键”按

钮, 即可紧固螺母, 直至螺母上紧不动。

紧固完成后, 随意抽取2条螺栓进行检查, 螺栓在计算的力矩值下使用液压扳手紧固不动即为合格。

(2) 建议三人配合操作两人在螺栓上固定工作头, 发布控制“工作键”的命令; 另一人听取指令, 控制遥控器。如遇紧急情况及时关机。注意事项: 拧紧螺母后, 如工作头卡死拿不下来, 切记捶打; 此时应长按“工作键”按钮, 同时扳动工作头上的压力释放扳机, 释放系统压力(油压), 即可取下工作头。

(3) 移动机组随螺栓位置的变换, 需移动工作头。液压扳手上配有手柄, 方便移动设备。调整工作头上的油管旋转接头, 以方便摆放。

(4) 泄压关机工作结束后, 一手按着遥控器“工作键”按钮, 另一手松开蝶形阀, 再逆时针转动调压阀, 直至压力表指针指示压力几乎为零, 泄压完成; 松开“工作键”按钮, 再按下“启动/停止键”, 关闭泵站。(注意: 每次工作结束后, 请将系统压力卸至零, 再入库保存, 避免调压阀弹簧长期受压造成失效。)关机后, 拆下油管, 将工作头、泵站、油管、套筒清洗干净, 检查有无遗漏附件(驱动方驱、手柄等), 放入专用包装箱后入库保存。



图5 液压紧固

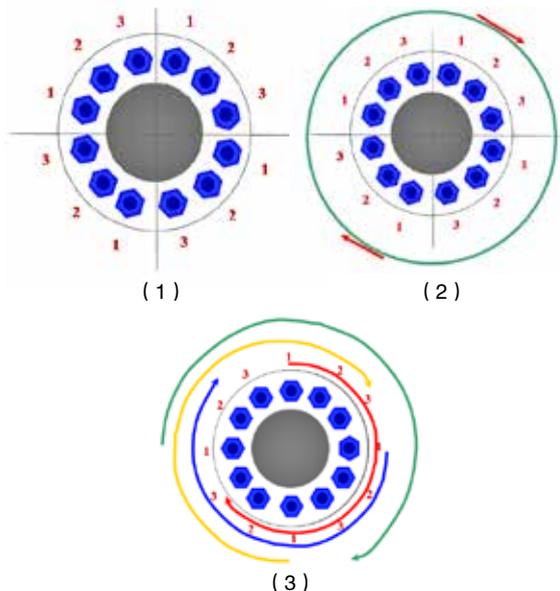


图4 螺栓紧固方法

3.4 验收、结束

液压紧固时需专职质检员现场确认, 紧固完成后及时检查确认, 填写相关记录, 经项目专职质检员签字后, 整个紧固工作结束。

4 结束语

采用以上技术紧固螺栓, 每条螺栓受力均匀, 扭矩非常精准, 扭矩重复精度达到 $\pm 3\%$ 左右, 法兰及垫圈受力更加均匀, 密封效果更好, 具有省时、省力、安全等特点, 减轻了施工人员的劳动强度, 提高了施工质量。施工过程相对简单, 质量检查更加量化, 容易掌握, 施工效率高。和传统的螺栓紧固方法相比, 可以有效缩短施工周期, 节约施工成本, 同时大大提升了一次气密成功率, 为顺利开车投产创造了条件。■

作者单位: 中国石油天然气第一建设有限公司

(责任编辑 王波)

寰球六建公司广东石化乙烯项目部以青年突击队为载体，探索“攻坚型、学习型、发展型、关爱型”四型一体的青年突击队建设模式。

走进寰球共青团

——寰球六建公司广东石化乙烯项目青年突击队实践案例

凸显“攻坚型”属性 带领青年奋发作为

广东石化炼化一体化项目是中国石油集团“十三五”期间投资建设的最大炼化项目。2020年6月30日，项目建设伊始。寰球六建公司广东石化乙烯项目部在各级党组织的领导下，围绕项目建设中心工作，立足团员青年实际，以“青春建功创一流”实践活动为主线，大力开展“青”字号活动，把团的工作、活动与团的建设有机结合起来，不断提升团青工作的影响力、战斗力和创新力，以“青年突击队”为抓手，以现场施工为切入点，引导广大青年员工立足岗位立足岗位奋进新征程。

乙烯项目部下辖4个分部和6个职能部门，共107名青年，其中党员11名，项目部根据每位青年的专业和特长，进行划区域管理，确保关键位置、核心部位无盲区，精心选择勇担责、业务精的青年负责区域和部室的青年突击工作。

青年突击队在不同区域、不同岗位，围绕目标，发挥潜能，以超常决心、超常举措、超常力度，扎实推进项目高标准建设，展现了在重点工程、重大项目、重要工作中的青春担当。

发挥“学习型”作用 有效解决施工难题

青年突击队60多年的历史建设经验表明，青年突击队不仅是团结带领青年奋发作为的重要载体，更是在思想上锻造青年的有效途径。

为此，乙烯项目部充分发挥突击队思想引导作用，将突击队中勇于担当、乐于奉献的优秀青年培养为各专业技术带头人。为抢抓项目管道成线率施工，各分部青年突击队负责人积极落实专业工程师负责制，成立了多个专业小组，以P91管线焊接为关键控制点，狠抓管道施工和钢结构收尾关键线路。各专业工程师从材料状态、工艺管道原材料检验、防腐除锈、焊材管理、工艺纪律、焊接作业要求、热处理、无损检测等方面全流程加强现场技术服务与管理，为作业人员解决各种施工技术难题。

打造“发展型”舞台 鼓励青年施展才华

项目发展建设中的难题需要青年运用其特有的创新思维去解决，而青年也能更好地发挥自身特长，做出业绩、获得成长。青年突击队则能够在其中起到关键的平台和纽带作用。

以工艺管道施工突击为例。乙烯装置工艺管道焊接总量高达120万吋径，焊口数量达28万道，管道总长约260km，仅阀门、支架、管件就有29万台套，施工量非常大，焊接工艺要求高，管廊穿管难度大，安全风险系数高。按照项目施工计划安排，10月份要完成20万吋径的焊接当量，这无疑是一项艰巨又繁琐的工作。乙烯项目部围绕项目建设重点工程、重要任务和“卡脖子”难题问题，集中统筹，日夜赶工，打响了“冲刺四季度、决胜3·30”的百日会战。青年突击队也积极发挥青年主力军作用，号召各专业技术人员结对子、攻难点，用实际行动全力夺取生产主动权，并与项目党支部的“党员示范岗”“党员责任区”高度融合在一起，让“青年突击队”成为项目建设攻坚创效的主力军，实现了现场施工哪里最困难哪里就有“青年突击队”的身影。

营造“关爱型”文化 构建和谐稳定环境

习近平总书记提出，关心和支持青年是全社会的共同责任。而作为青年突击队，更应该把关心、关爱青年突击队员放在心上，全力打造和谐温馨的“家”文化氛围。

为此，广东石化乙烯项目部在突击队建设中组织有特色的“暖心”服务活动：不定期组织篮球比赛等活动，帮助青年员工增强凝聚力、向心力、战斗力，进一步丰富广大青年员工的业余文化生活；开展了“师带徒”活动，为新员工配备经验丰富的老员工担任师傅，为青年员工成长搭建平台；高度重视员工的伙食问题，按照季节变化制定不同的食谱，坚持荤素搭配、合理膳食的原则，尽量满足员工的不同口味需求；设立健身房、洗衣房、浴室、篮球场等设施。以心暖心，让每个青年都感到项目“家”一般的温暖。■

寰球六建公司供稿
(责任编辑 王波)



北京2022年冬奥会已进入倒计时阶段，一场举世瞩目的体育盛会将在“双奥之城”开幕。为助力绿色冬奥，中油工程全力以赴推进氢能项目建设，保障冬奥会清洁能源供应。

“氢”力打造，为绿色冬奥赋能！

■ 梦溪公司

由中油工程成员企业北京项目管理公司梦溪公司监理的中国石油河北张家口销售分公司崇礼北加油加氢合建站项目，是为保障冬奥会能源供应，展示中国石油新能源发展品牌形象的重要项目，对于加快张家口地区交通领域清洁能源的推广运用，打造绿色交通示范项目，助推“氢能张家口”工程建设，有着极为重要的战略意义。

项目在原有站房的东侧及北侧扩建站房，面积从389平方米扩建到625平方米，站房及罩棚外包装全部更换为冬奥会特色主题，并且于站房正面增加LED显示屏、加油岛新增一台加油机器人，充分体现加油智慧站特色，为2022年冬季奥运会及城市形象增添独特风采。

面对工期短、任务重、各单位交叉作业及夜间作业等困难挑战，项目监理部与各参建单位协同配合，严格执行管理规定，施工质量、安全、进度全面受控，为项目一次投用成功提供了坚实保障。

排除万难 履职尽责

北京项目管理公司梦溪公司于8月10日成立了河北张家口加油站项目监理部。现场施工正值崇礼区雨季，为了保证工期，时常冒雨施工，夜间加班作业。项目监理部全员加班加点，全程在岗监管现场作业，保证现场施工安全保质保量完成。

崇礼北加油加氢合建站项目原是一座商混站，场地标高超出设计标高两米，混凝土地面约厚40厘米，这给现场土方撤运造成了很大困难。经项目监理部积极协调、土建单位共同努力，仅用半个月时间就将地面标高调整为设计标高。

崇礼北加油加氢合建站项目北侧原有一座山体，部分山体处于崇礼北施工现场建筑红线范围内，项目监理部在审查施工组织设计时，发现其施工顺序存在较大安全隐患，项目总监立即组织召开监理例会，要求施工单位更改施工组织设计，敲定现场基础施工顺序为由南向北，错开与山体撤土交



叉作业时间,保证现场施工安全处于受控状态。

项目现场场地空间有限,为现场材料的摆放造成了困难。项目监理部根据现场实际情况,充分利用基础开挖顺序分步分阶段采购材料,合理利用现场仅有的场地,保证了现场材料的合理分类摆放。

9月13日,中国石油销售板块开展内部体系审核工作。审核前,项目监理部针对体系审查清单逐项对比施工现场进行自查。对于自检自查发现的问题,项目监理部要求施工单位及时完成整改。体系审核过程中,项目监理部积极迎检,及时提供各项检查资料,并解答审核组提出的各项问题。审核组对施工现场的质量及安全表示满意,审核打分获得90分以上的高分,创造了河北销售公司体系审核历史最高分。

崇礼北加油加气站项目作为2022年冬季奥运会氢气供应项目,受到了社会各界的高度重视,张家口市委书记、副市长多次到项目现场慰问并检查指导工作,对监理单位的工作及现场施工情况表示满意。

加强监管 全面受控

项目监理部每周组织开展质量、安全联合大检查,召开监理例会,对现场质量、安全、进度进行讲评,确保项目高质量推进。

8月30日,项目监理部在巡检时,发现站房钢结构梁、柱未按照设计要求在二层及屋面混凝土楼板浇筑前在主、次梁位置安装锚固钉,此情况会导致结构仅有四根钢结构柱支撑,造成混凝土楼板的形变,可能导致楼板在钢结构柱位置发生开裂,变形严重会导致墙体开裂,影响房屋结构安全。项目监理部立即下发质量、安全预警,要求施工单位立即整改,并全过程旁站监督了整改情况。

9月13日,项目监理部在审查玻璃幕墙施工图纸时,发现

幕墙设计在原站房与接建钢结构站房处未设计伸缩缝,由玻璃幕墙通铺。原站房沉降多年,而接建钢结构站房为新建筑物,会产生不均匀沉降,玻璃无任何伸缩空间,在后期使用过程中容易产生开裂破碎的现象。项目监理部及时与建设单位沟通,讨论衔接部位的设计图纸变更工作。设计于当日便出具了新版的设计图纸。

项目建设期间,共发现问题36项,全部落实整改完成。项目监理部认真的工作态度、过硬的专业素质及丰富的工作经验,得到了建设单位的肯定及高度赞扬。

勇于创新 工艺领先

氢能源作为2022年冬季奥运会一大亮点,将向世界展示我国新能源开发成果,为减少污染排放表明决心。崇礼北加油加气合建站引进加气工艺,将氢气作为能源供给氢燃料汽车。但氢气由生产商生产之后压缩运输至现场,需要经过现场卸氢机卸至现场储氢瓶组中,此过程只能保证卸氢率达到60%至70%。

为提高氢气利用率,项目监理部与施工单位通力合作,使用创新工艺。当运输车内氢气压力不足时,由两台压缩机加压送入储氢瓶组中,并且由现场一台冷水机组运作对压缩机进行冷却,保证压缩机作业过程中不发生过热情况;当车辆进入加气站需要加气时,由控制柜控制将储氢瓶组中储存的压缩氢气由加气工艺管线输送进加气罩棚下的加气机,对车辆加气。期间,由第二台冷水机组对加气机进行冷却处理,保证加气机作业正常不发生过热现象。如出现氢气泄漏情况,氢气报警器将触发警报,保证了现场卸氢、加气过程的安全进行。加气设备区安装了火焰报警器,并建造了防爆墙,地面全部采用不发火混凝土浇筑,确保加气设备区不产生火花且防爆。

从技术水平来看,我国示范性加气站和燃料电池客车车载供氢系统尚处于35MPa压力的技术水平。为与客车配套,崇礼北加油加气站采用45MPa隔膜式压缩机、45MPa储氢瓶组和35MPa氢气加注机等设备,保持我国现有先进水平。

把握现在 展望未来

加氢能源的引入,为2022年冬奥会增添了一道亮丽的风景线,同时也为梦溪公司的未来市场打开了一扇崭新的大门。我国加气站项目处于持续发展阶段,梦溪公司通过首次参与加气站的建设,对加气工艺的原理与工艺有了进一步的认识,为今后持续开拓氢能市场打下了坚实的基础。梦溪公司为参与冬奥会服务设施的建设做出贡献而感到光荣,也有信心为我国加气站的建设积极贡献力量。■

作者单位: 中国石油集团工程有限公司北京项目管理分公司

(责任编辑 王波)

中国石油集团冬季保供重点项目——土库曼斯坦戈克米亚尔气田提前5天安全平稳一次投产成功。中国石油工程建设公司土库曼斯坦分公司作为工程保障主力军，打赢了土库曼斯坦冬季保供首场攻坚战，为保障国内天然气供应做出了突出贡献。

中亚增气暖家乡

——土库曼斯坦戈克米亚尔气田投产记

■ 何佳欢 葛安龙 孙庆波 鲁友财 李钦梓

土库曼斯坦当地时间11月15日，中国石油集团冬季保供重点项目——戈克米亚尔气田提前5天安全平稳一次投产成功。该项目是阿姆河B区东部气田二期项目的3个气田之一，主要包括新建一个集气站（井站合建）、一条集气支线、1口单井及2.75KM采气管线、24.3KM集气支线以及东霍贾古尔卢克集气站改扩建等工作内容，项目顺利投产标志着东部气田二期地面工程建设圆满收官。

今年初，中国石油工程建设有限公司（CPECC）土库曼斯坦分公司制定了与阿姆河公司一体化同频共振，全力以赴为阿姆河公司“建设世界一流天然气示范项目”提供更好服务创造更高价值的工作主轴，牢牢站稳了阿姆河公司工程保障主力军位置。冬季保供期间积极响应阿姆河公司“四为四

保”“五比五看”号召，不等不靠，提前组织，精心筹划，在全体参战将士共同努力下，打赢了土库曼斯坦冬季保供首场攻坚战，为保障国内天然气供应做出了突出贡献。

提前筹划 科学组织 确保按时完成工期节点

该项目工期十分紧张，人力资源严重不足，物资运输持续受阻，疫情防控压力较大，诸多不利因素叠加，按期投产成为了巨大挑战。

今年7月，分公司提前开始布置项目相关工作，对设计、物资运输、现场施工等各方面工作进行统筹安排部署，现场施工伊始，即组织参建方以天为单位制定详细施工计划和应





急响应措施，优化施工方案，提前安排土建、工艺管道、钢结构及电气专业进行预制，二次优化设计方案，合理安排预制顺序，土建基础预制率达到95%，工艺管道预制率达到75%，电气仪表预制率达到60%，完成1196道焊口，电缆敷设10.81km，各项设备安装130多台套，施工进度、质量、安全、防疫全面受控。

克服困难 排除阻力 安全有序组织项目实施

中土航班长期中断，项目面临专业技术人员紧缺、厂家服务人员无法动迁到现场的困境，分公司组织协调厂家利用远程视频进行视频监控和技术交流，确保各项设备安全平稳运行。

项目位于阿姆河B区东部山区，地势起伏大，山路崎岖，集气站又处于区域内最高点，支线拐点多，从营地往返集气站约3个小时，如遇雨雪天气往返至少需要4个小时，为节约时间，提高工作效率，项目人员中午主动留在现场用餐，饭后不休息，继续进行项目施工和电气仪表等设备调试，以及投产前的各项准备工作。分公司始终把安全生产和疫情防控作为重中之重，针对项目实施提前制定安全施工工作方案，严格落实疫情防控要求，实行分级、分类、分区的网格化管理，确保疫情防控和生产经营两不误。

识别风险 应急演练 确保投产目标顺利实现

每年11月，土库曼斯坦时常降温降雪，项目线路又长达23公里，全线275个热煨弯管，通球预膜存在卡堵风险，井口油压15MPa，井温40℃，通过集气支线到达东霍集气站后存在形成水合物风险。项目部每天组织召开碰头会，掌握当天计划完成情况，做好第二天工作安排，及时协调解决遇到的问题困难。结合戈克气田特殊情况，分公司技术部（试运部）与HSE部门综合分析投产过程中可能存在的风险因素，组织进行应急演练，增强应对突发事件的能力和各个小组协同作战能力，有效保证了项目顺利投产。

凝心聚力 众志成城 打赢冬季保供首场战役

调试阶段，经过大家共同努力，发电机和UPS提前1天调试完成，达到给自控系统和通信设备供电条件。随后大家连续8天加班加点，进行仪表回路测试及联调、井口RTU、气液联动阀等调试工作，顺利完成自控系统测试。在电气、仪表紧张调试同时，设备、工艺专业工程师也在同步做好各种设备、阀门保养工作。四川油建55岁电气带班人代红，自9月开工以来，坚持吃住在现场，直至项目投产72小时性能测试完成。投产当晚，集气站突降大雪，无法正常换班，运行监护人员鲁友财、孙庆波连续值守18个小时，期间处置了GOK-101井井压升高可能导致的联锁关井情况，为戈克气田的正常平稳运行提供了有利保障。

当土方标兵焊工焊接完最后一道集气站管线连头口后，中方管工用刚学的俄语说到：“谢谢，辛苦你了。”可土方焊工却通过翻译说道：“你们中国人才最辛苦，你们一年多没有回家了，应该说谢谢的是我，和你们在一起工作我很自豪。”

在公司党委的统一领导下，土库曼斯坦分公司积极协调整合各参建单位资源，面对冬季保供任务，大家戮力同心，毫不退缩，始终以饱满的热情和积极的工作态度全身心投入到保供战役中。

在业主阿姆河公司写来的感谢信中，再次肯定分公司全体干部员工的高度政治责任感、强烈的使命担当意识，以及顾大局、勇担当、甘奉献、强执行的“石油铁军”作风形象。接下来，土库曼斯坦分公司将再接再厉，秉承“忠诚担当、拼搏奉献、合规高效、履职尽责”的企业文化方针和服务理念，继续发挥一体化和本土化优势，确保冬季保供后续两个项目按计划顺利投产，最终赢得今冬明春冬季保供工作的全面胜利。■

作者单位：中国石油工程建设公司土库曼斯坦分公司

（责任编辑 王波）



重点工程建设项目掠影



11月1日,广东石化炼化一体化项目120万吨/年乙烯装置1#裂解炉汽包吊装就位,标志着该裂解炉主体顶平台安装封顶完成,为全面工艺配管打下坚实基础。



11月26日,从寰球工程公司获悉,天津南港LNG应急储备项目T-6201储罐穹顶第七段混凝土浇筑顺利结束,标志着储罐一阶段项目穹顶混凝土施工节点圆满完成,后续四台储罐主要施工内容将由外罐土建转入内罐安装施工。



11月21日,昆仑工程公司总承包的辽阳石化五号工程项目如期顺利中交。该工程是辽阳石化和昆仑工程公司共同承担开发的科研及试验项目,对于昆仑工程公司完善芳烃及其衍生物布局有重要战略意义。



11月25日,从中油工程北京项目管理公司获悉,由斯派克公司监理的江苏滨海LNG配套输气项目线路焊接里程达到393公里,提前完成国家管网建管分公司下达的年度焊接目标,为实现2022年“6.30”投产目标奠定坚实的基础。



编印单位: 中国石油工程建设协会

发送对象: 行业有关部门、企业, 以及会员单位

印刷单位: 北京顶佳世纪印刷有限公司

印刷时间: 2021年12月

印刷数量: 2500册