

石油建设工程 4

2020
总第67期

PETROLEUM ENGINEERING & CONSTRUCTION

主办单位：中国石油工程建设协会

能源转型和新的能源地缘政治
大口径管道机械化作业工效及成本研究
一种创新的工程公司云平台建设理论与实践
一线坚守尼日尔三百天

经过500余天施工建设，中俄东线天然气管道中段2020年12月3日正式投产

《准印证》编号：京内资准字0320-L0103号 “内部资料，免费交流”

中国石油工程建设协会2020年勘察设计专业委员会年会暨石油工程建设技术与管理交流会掠影



2020年12月15日至18日，中国石油工程建设协会在海南省海口市召开了2020年勘察设计专业委员会年会暨石油工程建设技术与管理交流会。图为会议主席台。



中国石油集团工程股份有限公司副总经理李崇杰发表讲话



中国石油工程建设协会理事长汪世宏致辞



协会常务副理事长杨庆前宣读表彰文件



大会会场

主编寄语

于变局中开新局

世间风云变幻，时代仍步步向前。携手走过2020年不平凡的历程，当今世界正经历百年未有的大变局，世情、国情、油情都发生了深刻变化，我们面临的机遇和挑战也更为复杂多变。中共十九届五中全会站在“两个一百年”奋斗目标的历史交汇点，审议通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，谋划了未来5年乃至15年中国发展的宏伟蓝图。我们要深刻领会把握全会精神实质，科学认识、准确把握当前及未来一段时间我国发展面临的深刻复杂的内外环境和发展大势，构建新发展格局的战略构想和重要着力点，准确识变、科学应变、主动求变，善于在危机中育先机、于变局中开新局，抓住机遇，应对挑战，奋勇前进。石油工程建设行业如何贯彻落实中央精神，结合行业实际做好“识变、应变、求变”，开创发展新局面？这是我们必须解答的时代新课题。

准确识变是前提。看清变化趋势，谋篇布局，应该树立全局观念、系统思维、国际视野，深入把握世情、国情、油情，科学分析企业面临的发展机遇与风险挑战。既要看到我国已经进入高质量发展新阶段，质的要求高于量的追求，又要看到新冠疫情对国际政治经济格局的影响。党中央及时作出适应性战略调整，决定加快构建完整内需体系，形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局，由此对各行各业带来市场环境的深刻变革，不能试图再用“老办法”来解决“新问题”。三大国家石油公司正处于推动高质量发展、建设世界一流企业的关键阶段，要看到石油行业形势严峻，海外项目停建、缓建，低油价和疫情影响油气消费的叠加效应导致石油企业效益下滑，工程建设项目投资大幅缩减，市场竞争进一步加剧，工程建设企业提质增效、转型升级更加迫切。看清大势，顺势而变，才能做到危中求机。

科学应变抢先机。我们应该保持战略定力，处变不惊，谋定而后动。观大势，定方向，要把工程建设企业摆在统筹国际国内“两个大局”和创建一流企业的坐标系中，科学谋划企业“十四五”发展，优化完善三年国企改革行动方案，适时调整发展目标，切实改进发展模式。坚持内外部和国内外市场并重、管理与技术双轮驱动。特别注重对标世界一流和行业先进，找出自身存在的短板弱项，明确管理提升方向，努力形成一套适应外部环境变化、适合自身实际、引领企业高质量发展的指标体系。还要重视制度建设，持续健全考核激励、协调共享和风险防控“三种”机制，用好指挥棒，有的放矢，精准施策。

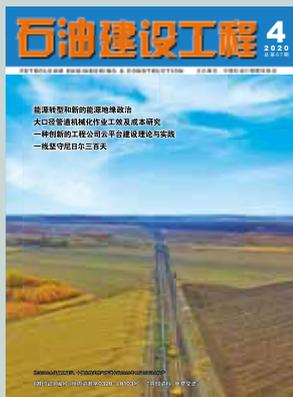
主动求变添活力。变局当前，需要我们迎难而上，勇于担当，干实事，抓重点。石油工程建设企业要立足于确保油气产业链供应链稳定运行、确保三大集团公司和客户价值最大化的工作大局，履行服务保障的重要职责，强化市场营销工作，进一步优化调整市场布局，有保有压；进一步增强市场竞争能力，尤其是市场洞察规划、客户需求挖掘、

品牌营销推介和全球资源整合等方面的能力；进一步增强合力，增强一体统筹，增进内外协作，加强党组织建设，加强队伍建设，大力弘扬劳动精神、劳模精神、工匠精神，形成推动高质量发展的强大合力。

目标已经明确，蓝图已经会就。即将踏上“十四五”发展征程，变化中潜藏着风险和机遇。我们相信，经历多年磨练砥砺，广大石油工程建设者蕴藏着强大的潜力，能够让一项项伟大的工程平地而起、一条条管道连通万里，也一定能够同心同德、顽强奋斗、勇于变革、奋发有为，以新的荣光迎来更加美好的明天。



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0320-L0103号

(内部资料 免费交流)

主编寄语

- 1 于变局中开新局 杨庆前

权威论坛

- 3 能源转型和新的能源地缘政治 丹尼尔·耶金

行业信息与协会动态

- 7 2020年度石油工程建设优秀勘察设计奖评选结果公布
17 2020年度中国石油工程建设协会科学技术奖评选结果公布
21 2020年度石油工程建设优秀咨询奖评选结果公布
24 中国石油工程建设协会2020年勘察设计专业委员会年会暨石油工程建设技术与交流管理交流会召开

项目管理

- 25 大口径管道机械化作业工效及成本研究 吴波
27 关于地下综合管廊项目PPP模式的思考 王丽 张文旋

质量与安全

- 29 球形储罐安装过程中的质量控制 宋广富 崔升龙
35 钢结构负载情况下的加固设计 朱杰

节能与环保

- 37 低温余热发电新工艺应用研究探讨 刘亮德
40 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

- 44 一种创新的工程公司云平台建设理论与实践 王鸿捷

工程与技术

- 47 软土地基上的沉淀池结构设计 张维秀 张元琦
50 柴油发电机容量计算浅析 史永果
53 浅谈天然气模块化装置包装技术 高鑫 谈文虎 刘林远 肖俊

建设者风采

- 57 白景阳：在焊花中熔炼工匠精神 王利 夏利
59 董旭：笃行致远，争做能源工匠 张秋娟

域外传真

- 61 雄赳赳勇闯巴士拉 王才
63 一线坚守尼日尔三百天 中油工程项目管理公司



P03 能源转型和新的能源地缘政治



P29 球形储罐安装过程中的质量控制



P40 优化传统放空天然气回收方式提高回收效率



P57 白景阳：在焊花中熔炼工匠精神

创新的加速带来人们行为方式、工作方式和生活方式的转变，也势必改变石油所扮演的角色。

能源转型和新的能源地缘政治

■ 丹尼尔·耶金

两年前，一家能源领域的国际金融投资公司CEO考察硅谷后回到华盛顿。他想与人讨论的不是油价，也不是伊朗在中东的活动，而是他在加州看到的惊人一幕。他说：“我简直不敢相信，到处都是特斯拉。”

然而，特斯拉更惊人之处并不在销售量，因为特斯拉的销量并不足为奇，更惊人的的是它的市值。2019年特斯拉汽车销量仅为36.8万，丰田、通用、福特、大众汽车销量共4200万，而特斯拉的市值比这几家市值的总和还大。

这是否意味着能源转型马上到来？全球油气煤的需求将大幅减少？欧洲、加州等地政府不断推动能源转型，出台2035年后禁止销售内燃机等措施。

这一转型将给全球经济带来巨大影响，将扩大各国实力的变化与冲突，尤其是在中美之间，其结果，改用邓小平的话来说，就是一个地球，两种制度，体现在技术、网络、金融和商务方面。

为改变世界能源生产和利用的方式，现在开展了大量的工作。但很可能这一转变所需的时间和成本超过很多人的预计，也需要有更多的技术创新来支撑。对于美国来说，还面临油气行业相关的1000万人口就业的问题。

当然，全球实力版图的变化过程几乎不会是一条直线，因为颠覆性事件时有发生，会不可避免地影响其走向。我们没料到页岩革命会发生，也没料到2008年的金融危机，或电动汽车的复兴，或太阳能成本的骤降，也没料到传染性极高的蝙蝠病毒造成了全球性的疫情和经济的黑暗时代，而这一黑暗时代现在变得昏黄不定。

在新冠疫情危机发生之前，世界经济总量为87万亿美元，且发展情况良好，有望在五年内达到100万亿美元。但新冠疫情给世界经济造成了严重打击，它打乱了人们的生活，导致了种种悲剧，大量人失业，小微企业挣扎求存，公司经营面临严峻压力，部分国家更为贫困，很多人希望破灭，多国政府债台高筑无以复加，经济产出遭受巨大损失。

世界经济的恢复需要两到三年时间，而经济总量达到



沙特阿拉伯正在努力减少对石油的依赖。

100万亿美元可能需要十年之久，这还是建立在2021年夏季前疫苗和有效治疗方法能大规模应用的前提下。新冠疫情会改变人们的行为，起码在未来一段时间里，人们会避免聚集，这也将影响出行、社交活动，以及教育方式和公司经营的模式。

在交通方面，人们可能会变得更倾向于使用私家车，而不是需要出行的时候才暂时使用其他方式（例如打车）。起码在未来几年，人们会尽量自己开车而不是坐飞机。人们对公共交通工具会持一种更为谨慎的态度。

数字化技术带来了新的工作方式，让虚拟世界代替了现实世界，这也使得广义上的数字化进程驶入了快车道。即使封锁措施结束，这些影响还将持续很长时间。美国的航空客运量在911事件后过了三年才重回之前的水平，2008年经济危机后更是花了七年才得以恢复。创新的加速，尤其是人工智能、机器学习和自动化技术领域的发展将改变各种类型的工作。而行为方式、工作方式和生活方式的转变也势必改变石油所扮演的角色。

1 气候变化和政治压力迟早会推动世界转向低碳能源

关于能源未来的讨论已可以用“能源转型”这个词加以

概括，尤其是195个国家已签署了2015年的巴黎协议，承诺将全球气温升幅控制在比工业化前水平高2摄氏度的范围以内，并尽最大努力将升幅进一步限制在1.5摄氏度以内。

要实现这一目的，就必须在2050年或之后不久达到“净零排放”，这一目标已被欧盟、英国和日本等国家和地区所采纳。乔·拜登（美国当选总统）也承诺要让美国“走上一条不可逆转的净零排放道路”。2020年7月，他提出了“公平的清洁能源未来”愿景，这是一项耗资2万亿美元的气候计划，配备有“落实执行机制”，旨在2035年前将发电领域的碳排放完全清零，并让整个美国经济从石油、天然气和煤炭（在2019年美国能源总消费量中共计占比80%）转向太阳能和风能（目前共占比3.7%）以及其他技术，从而达成“不晚于2050年”实现“净零排放”的目标，同时美国还将确定存在哪些“气候非法”国家。

这一气候浪潮还在不断扩大。在欧盟，“调整边境税”，即根据碳排放征收关税，已被纳入政治议程，而在美国也越发如此。这种边境税的设计和 implement 很可能是复杂且充满争议的。很多公司，包括部分油气和电力企业，也做出了“净零排放”的承诺，某些主要的养老基金已将“巴黎目标”和“气候风险”纳入了投资评价的ESG标准当中，银行正不断缩减对传统能源项目的信贷融资，一些汽车制造商也计划在本世纪30年代全面转向电动车生产。

政府必然会利用其监管权力和惩罚措施推动这一冲刺进程，越来越多的地方计划在本世纪30年代禁止汽油车的销售，而汽车制造商如不能在新车生产过程中满足日益趋紧的排放目标，也将面临愈发严厉的惩罚措施。上述政策旨在降

低轿车和轻型卡车所产生的二氧化碳排放，二者共计占全球总排放量的11%。但各国政府也得考虑这些禁令对就业的影响以及开车人对电动汽车的接受度。但随着时间的推移，这一影响也将逐渐消弭。例如在美国，现有汽车的平均车龄已接近12年。

2019年，电动汽车在汽车销售总量（轿车和轻型卡车）中仅占2.1%，但随着环保及气候政策的趋紧和车用电池成本的下降，这一数字必然会显著增长。在HIS Markit（埃信华迈）的预测中，基准情景将是一种“对抗”的局面，即2050年电动汽车将在届时的20亿辆车中占比33%，在新车销售量中占比60%。在“自治”情景，即低碳经济转型速度更快的情况下，电动汽车将占车辆总数的51%，以及新车销售量的77%。

在“自治”情景下，各地政府，尤其是在城市，会就气候变化持更强硬的立场，采取禁售汽油车等措施，同时工业界也会在降低电池成本方面取得更大进展。另外，“自治”情景下，新型出行方式，包括无人驾驶车辆和打车/拼车服务也会在交通生态系统中发挥更重要的作用，进一步提高电动汽车的使用度。同时，新冠疫情危机也可能改变政府、汽车制造商和消费者方面的因素，从而加速或减缓电动汽车产业的发展。

历史证明，能源转型很难在短时间内完成。第一次重大能源转型是从木柴到煤炭，其关键时刻是在1709年1月，一位名叫亚伯拉罕·达尔比的金属工匠发现了如何利用煤“提高炼铁效率”。但两个世纪之后，煤才取代木柴和废弃物成为世界第一大燃料。石油是1859年在宾夕法尼亚州西部发现



以特斯拉为代表的电动汽车加速替代传统燃油汽车。

的，但到了一个世纪之后的20世纪60年代，它才取代煤炭成为世界头号能源来源。

2 以前所未有的速度部署先进技术将对供应链造成巨大挑战，所需的供应链尚规模不足，抑或还未建立

当然，推动当前能源转型的政府政策、资金、社会行动和尖端技术是之前的几个世纪所无法比拟的。但这些力量面对的是一个规模庞大且极其复杂的能源体系，它支撑着新冠疫情前体量可达87万亿美元的全球经济，而目前世界能源的84%仍来源于化石燃料。

一大问题是资金，各国政府为了应对眼前的危机已负债累累，他们是否还有足够的资金以及资金使用的弹性？根据IHS Markit全球经济预测，今年世界GDP将缩水4.5%。假如明年年中疫苗能广泛应用，2021年全球GDP将增长4.4%，换言之2022世界经济才能恢复到2019年的水平，而如果疫苗的研发落地没有那么快，世界经济的复苏只会更加缓慢。经济创伤很可能是惨痛且影响深远的，最为突出的是大规模的失业潮和小微企业的经营困难，这些企业缺乏资金基础，也难以获得融资。

另一个重大问题是如何建立低碳未来所需的供应链。为了满足2050年净零排放的目标，我们需要以前所未有甚至难以想象的速度和规模部署现有或新兴技术，这对供应链造成了严峻的挑战，因为其发展所需的供应链尚规模不足，抑或还根本不存在。例如，要实现2050年的目标需要共计1.4万吉瓦的风力和太阳能发电能力，这是现有各类发电站装机容量总和的两倍之多。另外，从原材料的获取，运输，再到使用寿命到期后的弃置处理或回收利用，这些新型供应链还要接受政府和投资人的ESG评价，分析其可持续发展能力和社会环境影响。

即便如此，气候变化和政治压力迟早会推动世界转向低碳的能源来源，而从现在开始思考这一转型将会如何影响未来的全球力量格局并不过早。

3 得益于政府的大力推动，中国的电动汽车保有量占全球总数的一半

初步看来，中国将是未来能源转型中获益最多的国家。尽管中国拥有强大的石油产业，也是世界第五大石油生产国，但其自身产量远远不能满足世界第二大经济体的能源需求。中国75%的石油供应来自进口，目前已成为全球最大的石油进口国。

很多年来，中国政府一直将依赖进口原油视为一个重大的战略问题。近几年，也有人将这一风险称为“马六甲困境”，指的就是途径新加坡进入南海的那条狭窄的海峡。降低石油对外依存度将为中国带来巨大的战略利益。

但能源转型的利好还不止如此，中国已在其所谓的“新能源”领域占据了全球领先地位。中国每年的新车销售量比美国还多，如果这些车辆都靠汽油驱动，就意味着要进口更多的石油和污染问题的恶化。正如中国前科学技术部部长万钢所说，中国需要抓住“发展电动汽车的战略窗口期”，而这一点中国已经做到了。得益于政府的大力推动，中国目前的电动汽车保有量是全球总数的一半。

然而，这不仅仅是一个减少石油进口和城市污染的问题。对中国而言，要想在内燃机车上追赶国际大型汽车公司已为时太晚，但利用电动汽车实现跨越式发展可以让中国超越成熟的汽车制造商，在全球市场上取得领先地位。

中国已经在电动汽车电池的必要成分锂方面占据了主导地位。虽然锂在许多国家都有开采，但中国站在整个供应链的顶端，拥有全球80%以上的电池制造能力。而世界在逐渐转向太阳能的过程中也将很大程度上依赖中国生产的商品。中国的太阳能制造企业在过去十年中大幅降低了太阳能成本，中国现在生产着全球近70%的太阳能电池板。

如果中国有可能成为能源转型的大赢家，那么其北方邻国将面临风险。俄罗斯总统普京曾说，“我从未把俄罗斯称作能源超级大国，但我们确实比世界上几乎所有国家都有更大的可能性。这是一个显而易见的事实。”从当前俄罗斯能源资源的巨大规模和丰富程度来看，这确实显而易见。它是世界三大石油生产国之一，是第二大天然气生产国，同时保持着世界最大天然气出口国的地位。

地理位置、从苏联继承的超级大国遗产，以及包括核武器在内的军事实力是俄罗斯大国复兴的重要因素。但同时，俄罗斯建立在石油和天然气基础上的能源实力是其全球影响力的关键，也是该国与中国关系日益密切的重要因素。这些资源使俄罗斯成为世界经济的重要参与者。

然而，俄罗斯对石油和天然气出口收入的依赖也是一种战略风险。油气收入为俄罗斯提供了财政基础，正常情况下，这些收入占政府预算的40%至50%，占出口收入的55%至60%，约占GDP的30%。20年来，“俄罗斯需要改革，实现多元化，减少对石油和天然气的依赖”已成为一个反复出现的主题，但目前来看仍是挑战。

4 为减少石油依赖、进行多元化投资，石油收入是至关重要的资金来源

随着其他地区的资源开发，尤其是近年来美国一跃成为全球最大的石油生产国，外界对中东石油优势地位的关注已逐渐减弱。但石油仍然对该地区许多国家的经济地位至关重要，而能源转型将削弱这一地位。

基于上述情况，再加之国内年轻人的就业需求，沙特王储穆罕默德·本·萨勒曼推出了“2030年愿景”改革计划。

“自上世纪70年代初以来，沙特便开始制定五年发展计划，”一位沙特官员表示。“这些计划目标一致，即多元化经济，发展私营经济，降低对石油的依存度。但我们并未完成这三个基本目标。”2030年愿景旨在实现上述目标，并在这一过程中建立一个主权财富基金，王储曾表示该基金将比“地球上最大的基金还大”，并在国外进行多元化投资。

在任何情况下，对根植于石油收入的经济进行重塑都是一项挑战。在当前新冠大流行和全球经济低迷的大背景下，这一挑战更加艰巨。事实上，为减少对石油的依赖、进行多元化投资，石油收入都是至关重要的资金来源。

阿布扎比已经向我们展示了一个石油出口国可以采取何种措施，以使其尽可能免受石油价格波动以及当前能源转型的影响。2007年，在石油转型的论调还远未被广泛接受的时候，阿布扎比就制定了《2030年经济展望》，以备不能依赖石油的时代到来。阿布扎比王储穆罕默德·本·扎耶德当时说道，“50年后，我们可能只剩最后一桶石油，当它被运往国外的时候，我们会伤心吗？我可以告诉你们，如果我们今天投资于正确的行业，我们到时候将欢庆。”二十年前，阿布扎比GDP几乎全部依赖石油，而现在，非石油收入已占到GDP的60%。尽管有这种面向未来的转变，但只要油气资源还有市场，海湾国家很可能仍会采取使油气价值最大化的战略。

天然气现已成为能源转型过程中的关键燃料，以及国际石油公司和国家石油公司的战略核心。在美国，天然气发电在电力中的占比从2010年的20%增长至2020年的40%，煤炭发电则从40%降至20%。主要得益于天然气的利用，美国二氧化碳排放量已回至1990年的水平，而GDP则较那时增长一倍。如果将2019年全球煤炭发电总量的1%替换为天然气发电，就能减少相当于1100万辆汽车一年的排放量。IHS Markit预计，LNG市场在未来20年将以年均3%的速度增长。

世界各地对天然气的态度各不相同。印度正在建设一个600亿美元的基础设施系统，以扩大天然气在经济中的使用，替代引发室内空气污染的传统燃料。但在欧洲和北美，反对天然气的声音越来越多。这些论调认为天然气仍属化石燃料，会带来二氧化碳以及甲烷排放，天然气的使用与净零排放的目标相悖。尽管如此，近期美国加利福尼亚州的停电事件表明，不稳定的可再生能源发电需要天然气的协同。随着时间推移，新技术将改变天然气在燃料组合中的地位。商业可行的电网规模储能将降低对天然气的需求，而碳捕获、利用与封存则会扩大天然气的作用。这也凸显了能源转型的动态本质，它依靠技术的进步，也许并不会直线变化。

5 完成2050年的净零排放目标需要突破和创新

乔·拜登已明确表示，如当选，新政府将推动美国尽快

重返巴黎协定，并在全球气候政策方面走在前列。科研和新能源技术开发对能源转型至关重要，而美国在这一方面已处于强势地位。

无论是要实现2050年的净零排放目标，还是大规模减少大气中的碳含量，都需要化学、物理和材料科学的突破和创新，以及碳捕获、氢燃料、数字化、制造、人工智能、机器人、软件、数据分析等技术的进步。

虽然拜登和特朗普在气候变化政策及相关监管方面态度迥异，但无论是谁赢得大选，美国都将继续保持在能源技术方面的领先地位。美国的技术优势得益于其独特而富有活力的能源创新生态系统，涵盖能源部的17个国家级实验室、各个大学、研究机构以及无数公司和初创企业。再加上鼓励冒险精神的文化以及能够调动资本的金融体系。举个例子，如今美国国内超过60个先进核能项目由私营部门主导。在对未来技术发展至关重要的基础科学研究方面，本届美国政府能源部每年投入超过65亿美元，远多于其他国家。

得益于过去十年的“页岩革命”，也就是所谓的压裂技术，美国现有资源基础已经发生了改变。这场革命在2008年是无法想象的，当时美国还是世界第一大石油进口国，其国内的油气行业也逐渐衰弱。

在疫情暴发前，页岩革命使美国超过沙特和俄罗斯，一跃成为了世界第一大石油生产国。同时，美国已成为世界上最大的石油出口国之一以及第一大天然气生产国，并将成为LNG的主要出口国之一。页岩革命带来了超过2000亿美元的新厂投资，减少了几千亿美元的贸易赤字，创造了数百万个工作岗位，并为联邦和州政府的财政收入做出了巨大贡献。

鲜为人知的是，油气产量的快速增长使美国在国际事务中扮演的角色及其外交政策的灵活性有了新的发展。例如，美国对印度的油气出口是两国关系不断发展的基础之一。随着未来几十年能源转型的展开，此前的页岩革命也为全球能源安全奠定了坚实的基础。

在新的世界能源版图上航行，许多国家需要做出重大抉择。如果美国的“禁止水力压裂”运动越来越活跃，或者即使只是对油气开发施加新的重大限制，其结果将是美国产量的骤降，以及进口量的激增。

疫情后经济复苏，全球油气消费将再次增长，而一旦美国供应缺失，全球供应将出现缺口，其他石油出口国将急于填补。这样一来，这些国家将成为能源转型中的意外受益者，至少在未来十年、二十年，甚至三十年将是如此。■

作者为著名能源研究专家、埃信华迈副董事长。

文章由陆如泉翻译。

(责任编辑 冯尚)

2020年度石油工程建设优秀勘察设计奖 评选结果公布

2020年下半年,中国石油工程建设协会组织了2020年度“石油工程建设优秀勘察设计奖”评选工作。经过申报、形式审查、专业组初评、石油工程建设质量奖审定委员会审定和网上公示等程序,在申报的170个工程项目中,共评选出2020年度石油工程优秀勘察设计奖139项,其中一等奖22项,二等奖49项,三等奖68项。

现将评选结果公布如下:

2020年度石油工程建设优秀设计奖名单

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
一等奖项目			
1	伊拉克哈法亚油田三期2000万吨/年地面建设工程	中国石油工程建设有限公司 北京设计分公司	张红 房昆 邢明 董磊 张国栋 徐屹 李庄 蒋含文 张云 刘凯 宋江涛 刘卓涛 袁玲 迟大炜 樊学华
2	神木气田米-38区块19×108m ³ /a产建地面工程	西安长庆科技工程有限责任公司	赵一农 胡建国 张祥光 陈丽 谢总 张迪 徐勇 周晓亮 杨剑 姚欣伟 董博 陈明辉 李欣欣 杜杰 卢博
3	川东北高含硫气田宣汉开县区块气田工程	中国石油工程建设有限公司 西南分公司	汤晓勇 边云燕 阮虹 黄静 何珺 刘棋 魏志强 杜仕涛 肖芳 万霜 周堰文 董子健 陈雨晖 李天雷 范海峰
4	延113-延133井区14亿方/年天然气开发项目地面工程(天然气处理部分)	大庆油田工程有限公司	刘岩 田佳玉 汪玉同 范印帅 杜婷婷 彭非 孙晓康 曹玮 秦文宇 张学敏 王真 张雪楠 宋衍茹 宫成欣 孙雪松
5	蓬莱19-3油田1/3/8/9区综合调整开发工程设计	中海油研究总院有限责任公司 海洋石油工程股份有限公司	高鹏 刘培林 高磊 胡伟 李强 郑伟 张伟 付殿福 宋文路 陈子婧 孙晋华 杨风允 丁海燕 林娜 付勃昌
6	陕京四线输气管道工程	中国石油工程建设有限公司西南分公司、中国石油工程建设有限公司华北分公司、中国石油天然气管道工程有限公司、大庆油田工程有限公司、中油辽河工程有限公司、四川科宏石油天然气工程有限公司	陈静 李强 李祁迂 牛念 孙世青 程冠男 陈万 雷富凯 左斐 程荣朋 武玉梁 秦文宇 李劲松 崔欣 罗山
7	西气东输二线工程南昌-上海支干线	大庆油田工程有限公司	张春元 解玉鑫 柴义 秦文宇 孙淼 吴东峰 杜艳萍 唐娜 曹毅渊 董智超 李睿 曹双庆 窦广录 姚卉 刘庆洪
8	铁大线安全改造工程(鞍山-大连段)	中国石油天然气管道工程有限公司	张鑫 武化宇 胡延江 曲路 张炳宏 张登泰 田冬 曹学武 王桂东 李超男 朱林 于楠 丁哲 张璐 高越
9	抚顺-锦州成品油管道工程	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	公茂柱 张志贵 张佳 刘磊 尚增辉 商峰 郭靖 齐太民 张伟涛 陈永久 李洪达 郭亮 于红侠 哈田甜 顾昊轩
10	中卫-贵阳联络线配套相国寺储气库工程	中国石油工程建设有限公司 西南分公司	李巧 胡连锋 胡玲 李正才 邹姝琰 刘新野 冷晓翔 张胜利 郑兴 李峰 王海兰 张雪辉 陈雨晖 蒋华全 陈桂平
11	中国石油广西石化1000万吨/年炼厂成品油外输管道及配套油库工程	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	谭红梅 商峰 杜明俊 刘祥忠 刘艳峰 轩兰兰 王丽 张伟涛 朱长弓 刘峰 谭博寅 梁缘 刘海宁 赵常英 袁倩

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人					
12	新浦烯烃110万吨/年轻烃综合利用项目	中国寰球工程有限公司北京分公司	刘建国 刘振华 唐东江	张霄航 王 琥 周兴龙	王雪梅 弓普站 潘红宇	齐 昆 王 放	路 毅 杨桂春	姚德群 刁旺占
13	神华宁煤400万吨/年煤炭间接液化项目煤气化装置	中国寰球工程有限公司北京分公司	张来勇 隋建伟 曹新波	刘燕儒 杜 剑 耿金月	王秋枫 张焕照 魏秉奎	吴 笛 李 敏	冯延忠 马连强	杨小艳 肖 峰
14	辽阳石化俄罗斯原油加工优化增效改造240万吨/年渣油加氢装置	中石油华东设计院有限公司	辛若凯 周庆伟 李天伟	李铁森 霍光学 车明刚	聂 程 谭晓飞 罗 楠	王德会 刘毓康	丁相林 马 卿	翁亚妮 孙明菊
15	中粮生物化学(安徽)股份有限公司改造项目(燃料乙醇)	中石油吉林化工工程有限公司	张丽华 孟凡超 李 强	艾衍林 赵 放 王源平	苑文博 杨卫凯 薛文娟	董勤文 王 胜	孙成志 郭林林	何清秀 王家宝
二等奖项目								
16	杏七区中部II、III块三元复合驱产能建设	大庆油田工程有限公司	李玉春 陈 巍 张银雪	张 淼 谷雨婷 蒋雪峰	孙海英 粘兴旺 王爱琴	马丽娟 崔海亮	王 南 王景芳	马晓强 孙嘉晨
17	文昌9-2/9-3/10-3气田群开发工程设计	海洋石油工程股份有限公司 中海油研究总院有限责任公司	陈荣旗 于成龙 谢金秋	李志刚 李天斌 黄福祥	钟文军 张 明 黄 俊	黄冬云 张 飞	王会峰 吴 非	安维峥 熊景昌
18	巴格德雷合同区域A区萨曼杰佩气田增压工程	中国石油工程建设有限公司 西南分公司、北京设计分公司	赵兴元 秦 璇 朱梓骁	宋 楠 马兆颖 程镜霓	惠晓荣 毛立军 高 宇	全 佳 张国虎	高建林 祝雁红	董春伟 常 菲
19	塔中凝析油稳定及储运工程	中油辽河工程有限公司	王荧光 喻友均 于飞云	易良英 赵媛媛 李彩丽	窦玉明 王婉青 郭昕南	候远盛 金 山	吕宏光 李 谦	梁 勃 高 岩
20	苏里格南区块30×108m ³ /a产建地面工程	西安长庆科技工程有限责任公司	王莉华 赵 晶 杨宏丽	郑 欣 韦 玮 贾海海	刘银春 翟 龙 李占强	杨恒远 张 鑫	杨银银 王 鑫	张 丹 冯启涛
21	玛湖地区玛北油田地面建设工程	中国石油工程建设有限公司中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	苏艳丽 田 慧 朱少华	威亚明 赵海燕 李 巍	张侃毅 李 超 刘建超	罗新占 李凤新	严文强 张 洁	贾庆鹏 王立龙
22	龙西地区塔21-4区块产能建设	大庆油田工程有限公司	李玉春 王孝天 程少伟	董洁楠 韩 超 范明月	赵全俊 王锡东 苏 旭	栾晓堃 张 利	汪庆梅 王 坚	朴文英 邓 钢
23	新木采油厂木17区块调改及产能建设工程	吉林石油集团石油工程有限责任公司	马占恒 陈莹洁 杨倩倩	王亚林 杨秀梅 温冬冰	王云辉 李剑波 吕哲林	梁雁宇 陈松波	崔心江 周海莲	杜忠磊 吴 梅
24	东莞市中油建兴仓储有限公司立沙岛石化仓储项目	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	王 芸 王 琪 田丽端	宋义伟 邹 婷 沈 菊	尚增辉 蔡 磊 刘清华	邵艳波 崔 岩	杨智超 冯延勇	徐娟娟 杨 畅
25	浙石化4000万吨/年炼化一体化项目马目油库-鱼山输油海底管道工程	中油工程项目管理公司天津设计院	刘瑞宇 孔 霞 张鹏涛	杨泽亮 韩 鹏 侯盛锋	姜为民 康煜媛 黄昕明	陈 超 刘黎明	黄水祥 张 伟	景苏明 王 昊

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人					
26	西气东输三线中卫-靖边联络线工程	中国石油天然气管道工程有限公司	赵子峰 安云鹏 王震	张文伟 陈硕 苏卫锋	王 昊 王志勇 闫明珍	刘绍兴 杨帆	刘少山 陈聪	王立业 郭昊
27	山西天然气有限公司大同液化调峰储备集散中心项目	中国石油工程建设有限公司西南分公司	陆永康 董君 白宇恒	汪贵 徐伟 霍静	谢顶杉 曾彬洋 李 佳	刘顺剑 王柱华	马少峰 阙焱	郭建 李朝阳
28	中国石油北京润滑油厂(华北物流中心)配套完善二期工程	大庆油田工程有限公司	刘岩 赵红梅 刘艳	陈光 王淑霞 何承霖	王博 苏世翱 王宗科	张羽 蒙磊	申宝珠 柴义	贾晨光 庄慧慧
29	中国石油广西销售柳州油库工程	中国石油工程建设有限公司华北分公司	谭红梅 谭博寅 李杰锋	史军 康巍 刘海宁	尚增辉 陈鹏 秦海燕	张永健 齐太民	朱孝伟 刘磊	王顺义 林万强
30	约旦能源和矿产资源部亚喀巴石油终端项目	中国石油集团东北炼化工程有限公司	王笑静 史国旭 孙燕	李家财 刘孟晗 钟永锋	张磊 王毅 曾颖	王超 赵薇	吴戈 孙德胜	李国栋 檀君
31	中国石油哈尔滨石化公司15万吨/年烷基化	中国石油集团东北炼化工程有限公司	何晓昶 杜晟杰 徐继业	张锦威 谷禹男 赵刚	杜云散 刘斌 庄旭	吴涛 付文景	杨永峰 张明宇	刘复生 王腾达
32	盘锦北方沥青股份有限公司30万吨/年环烷基馏分油加氢装置及配套工程	中国石油集团东北炼化工程有限公司	王铁刚 郝天歌 陈娟	李明 刘光楠 李伟娇	于姣洋 胡小平 孟令玲	王洋 杨东东	段天浩 李欣阳	吴仕生 郑重
33	辽阳石化俄罗斯原油加工优化增效改造项目140万吨/年连续重整-抽提装置	中石油华东设计院有限公司	金龙 武小红 刘幸平	任建生 武洁 张婧	丁相林 施艳玲 刘毓康	曾明华 何开贞	刘伟 孙娜	卢红光 秦素亚
34	哈萨克斯坦巴弗洛达尔石化厂质量升级一期工程	中国石油集团东北炼化工程有限公司	张成武 姜建国 高志红	李昕益 吉源 郭小宇	于杨 马琳 何印红	孙琪 张颂	董毅宁 李猛	王为 张敬辉
35	中国石油吉林石化公司炼油厂汽油国VI质量升级烷基化项目	中石油华东设计院有限公司	刘登峰 金磊 张楠	徐彪 刘鹏 许步建	梁泽涛 孙兴华 孙东庆	刘士银 徐令宝	董爱娜 谭雅文	张艳霞 王文刚
36	中国石油庆阳石化公司20万吨/年异构化装置	中石油华东设计院有限公司	李小娜 胡进旭 王文刚	谢崇亮 雒瑜 孙明菊	迟志明 刘洋 李卫忠	刘健 曹松	刘小龙 张聪	吕伟鑫 孟令燕
37	大连石化公司350万吨/年重油催化裂化装置反再系统改造项目	中石油华东设计院有限公司	刘艳苹 许勤 刘景涛	谢恪谦 马涛 谢超	吴宇 段克胜 袁泉	夏志远 吕连杰	路则锋 李倩	杨文慧 郭本强
38	中国石油大庆石化分公司20万吨/年C5/C6异构化装置	中国石油集团东北炼化工程有限公司	李劭 王勤 杨东东	金熙俊 蒋峰 李晓丹	李伟娇 王添星 王新博	段天浩 徐艳皎	赵研 郭雯	李智 蒋伟宁
39	马钢奥瑟亚化工有限公司35万吨/年焦油加工项目	上海寰球工程有限公司	李瑞忠 赵伟 肖红	范丽娜 严知银 陈春燕	陈颖 迟旭全 黄欢欢	徐之珉 徐春香	孙鑫 王昊	邓昕 汪海鑫
40	吉林油田电力系统安全隐患治理工程	吉林石油集团石油工程有限责任公司	马占寒 孙文龙 李维东	张伟 周野 王铁柱	杨雨龙 张雪松 张广	刘卓明 潘珊	刘宏彪 潘良萍	魏润泽 沈萃萃

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
41	中国石油北京润滑油厂(华北物流中心)配套完善二期工程厂房库房联合体建筑工程	大庆油田工程有限公司	王金国 张松石 潘德涛 耿 雷 齐 燕 孙嘉晨 马建新 张相晶 廖远航 张 涛 计晓明 王 潇 刘长春 常 青 刘晓丽
42	伊拉克哈法亚油田60MW燃气轮机电站工程	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	马 坤 孙为森 郑 刚 吕大海 张婷婷 郑 文娟 黄海棉 韩宗谭 秦 黎 邢 妍 孙 博 石 娟 刘学敏 杨东岳 李 红
43	克拉玛依城南新居住区二期工程	中国石油工程建设有限公司中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	鲁建莉 潘建军 尹 洁 唐坚梅 左 林 葛 民 李俊鸿 黄希民 张秀丽 王 萍 常红英 缪远晴 王 春 张 玲 黄 威
44	沁园(润诚苑5#楼)	中油辽河工程有限公司	张 野 李海龙 姚 磊 孙 今 王福林 左 毅 荣俊杰 姚康莹 王 乐 时祥超 李 波 刘心洋 张哲萌 张 俊 郭 晗
45	克拉玛依供热系统维修改造工程	中国石油工程建设有限公司中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	郭效富 王双印 胡翠华 李 靖 胡春林 吴伟栋 孙国成 杨 华 尹 娜 赵 婉 赵梅蕊 唐坚梅 周 宁 解 雷 赵诗璐
46	北一区断东西块二次上返三元驱产能建设	大庆油田工程有限公司	杨清民 林欣迪 刘洪剑 谢大雨 曹 娟 王好宇 刘 芳 崔海亮 李 琦 黄 哲 王 洋 宫贵胜 刘非飞 高畅 李明迪
47	老区油田变电站无人值班、集中监控系统建设工程	大庆油田工程有限公司	王同强 母 丹 高小淇 景志远 周秀兵 王 鹤 王 青 孙 雷 柴清瑶 李佩霖 段花利 钟 雨 王宇喆 计晓明 崔晓明
48	中十九含油污水深度处理、注水变电、注入站工程	大庆油田工程有限公司	杨清民 邹立超 李舒婷 张 华 蒙 磊 杨伟民 肖桂丹 吴 迪 王翔波 张鹏宇 王忠孝 郭姝含 邓 钢 周金鹏 李宇静
49	红岗油田15MWp分布式光伏电站项目建设工程	吉林石油集团石油工程有限责任公司	刘 伟 曹英波 杨秀梅 张丽苹 沈萃萃 郭岫岩 邱城鑫 杨巍巍 李子平 马明华 刘卓明 陈 平 孙文龙 张 广 李东伟
50	伊拉克西古尔纳一期产出水管道项目	中国石油天然气管道工程有限公司	赵世扬 张明思 李 军 李 安 高雪利 王国兴 韩 云 周 亮 宋永胜 胡春伟 张思萌 王安祺 张永祥 王新超 李忠田
51	宋家沟天然气处理厂边坡工程	大庆油田工程有限公司	王金国 吴东峰 张松石 蒋 明 郭向东 黄子忠 王 真 张嘉韬 刘庆洋 张 超 常福明 于作斌 曹毅渊 张诗悦 曹 莽
三等奖项目			
52	长庆油田站场无人值守工程	西安长庆科技工程有限责任公司	池 坤 申芙蓉 张 平 丑世龙 张 超 李欣欣 杨晓锋 邵刚涛 李俊杰 董 博
53	杏十区纯油区聚驱2块产能建设	大庆油田工程有限公司	李玉春 李必怡 林晓莉 王 坚 马绪军 胡宝林 陈洪禹 孟祥坤 马 欣 李思良
54	宋芳屯油田芳505-1区块、卫星油田卫星加密区块产能建设工程	大庆油田工程有限公司	李慧静 赵 航 刘 璐 罗 舜 刘 刚 李明迪 王晓刚 魏海燕 邓 彬 郭 闯

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
55	跃满集中试采工程	中油辽河工程有限公司	常昊 夏东胜 周庆林 张旭 王亮 张利生 赵财立 金光浩 雷建军 吕泽锋
56	延113-延133井区14亿方/年天然气开发项目地面工程	中国石油天然气管道工程有限公司	王梅 许莉 叶占营 苏锋 单鹏 崔少东 铁明亮 吴龙平 陈玥 王小龙
57	德深致密气田产能建设工程	吉林石油集团石油工程有限责任公司	石少敏 王堃 徐洋 张楠 郭美佳 曹月蕊 候旭 陈伟 张厚军 曲佳楠
58	伊拉克哈法亚油田地面建设CPF3工程	中国石油工程建设有限公司第一建设公司	黎家纯 杨党库 杜立国 王豫 李廷江 华爽 姚炳敏 高淑红 孙晓斌 张一欣
59	格拉美三期井场原油集输项目	中油工程项目管理公司天津设计院	陈红兵 郝颜杰 刘子健 刘玉琳 张鹏涛 李刚 耿超 袁甲 靳亚芹 王海涛
60	徐深气田产能建设工程	大庆油田工程有限公司	刘岩 何承霖 陈光 李寅赫 王君彪 杨美玲 张伟东 李春阳 陈超 沈亨通
61	吴起油田高89-新193区100万吨产能建设地面工程	西安长庆科技工程有限责任公司	王萌 朱国承 张江 王智 李倩 杜鑫 李小丽 王超 王瑞英 张彩婷
62	宋芳屯油田芳14-4区块产能建设工程	大庆油田工程有限公司	李红岩 张颖 刘刚 苗磊 王雪松 周阳阳 王晓刚 储开峰 袁琳 孙继红
63	榆林气田南区增压开采地面工程	西安长庆科技工程有限责任公司	杨家茂 杨光 李曙华 杨立雷 张璞 杨莉 刘小江 翟龙 首晓洁 毛振宇
64	陕京四线香河-西集联络线及马坊-香河-宝坻支干线(香河-宝坻段)	中国石油天然气管道工程有限公司 中油辽河工程有限公司	毛平平 杨帆 黄丽 李广群 袁琳 李朋 左雷彬 张国强 崔欣 马超宇
65	涉县-沙河煤层气管道工程	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	谢可凯 陈静 刘志田 陈冰 徐军同 哈田甜 张春晓 王郁 刘增浩 苏冀珍
66	中国石油四川石化炼化一体化工程-炼油区中间罐区	中国昆仑工程有限公司 (辽宁分公司)	王育富 丁海洋 姜威 边治理 毛凤瑞 庞旭 郭淋淋 张娜 黄硕 盛东旭
67	大连LNG项目二期工程	中国寰球工程有限公司北京分公司	黄永刚 张毅 王珊珊 安小霞 于世华 张鹏 程静 李文忠 郑建华 包光磊
68	国家石油天然气大流量站塔里木检定点工程	中国石油工程建设有限公司 西南分公司	黄和 朱明高 胡益武 贾晓林 袁东筱 杨其睿 郑源 胥杰 冯帅 林成玲
69	天然气长输管道技术装备工业试验中心项目	中国石油天然气管道工程有限公司	刘运生 张文伟 康焯 郝振鹏 徐静 崔炜 杨洪渊 王瑜 冯骋 孙竟

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
70	西气东输二线广州压气站工程	中国石油天然气管道工程有限公司	刘 淼 王利方 韩 云 杨 威 王小龙 吴佳楠 刘宝辉 边海荣 崔艳星 陈 玥
71	华能重庆两江新区冷热电三联供项目天然气管道工程	中国石油天然气管道工程有限公司	耿万鹏 朱本廷 廖海华 范 琦 王德洋 刘 伟 史龙飞 胡 健 张世彬
72	巴基斯坦卡西姆港LNG接收站管道工程	中国石油工程建设有限公司中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	郭 峰 李广斌 薛 斌 霍军良 冯志阳 姚腾飞 孙 奇 祝小鲸 李新龙 刘英杰
73	中缅天然气管道河池压气站工程	中国石油工程建设有限公司西南分公司	舒绍屹 黄 俊 严静文 何 江 李俊龙 秦 锋 高 宇 李 强 祝令卿 唐 强
74	石家庄市三环及东部三市天然气管网一期工程	中国石油工程建设有限公司华北分公司	崔 豫 樊梦芳 陈 鹏 刘增浩 苏冀珍 崔杏杏 梁 冰 刘亮德 张亚超 付立欣
75	西气东输二线广南支线梧州压气站工程	中国石油天然气管道工程有限公司	梁 烜 王 溟 苏 锋 石竟成 吕 杨 史 伟 刘 录 张 蓉 任 菲 李恒东
76	惠州大亚湾伊科思新材料科技发展有限公司碳五/碳九分离及综合利用项目	中石油吉林化工工程有限公司	张丽华 于礎豪 赵晓君 韩明君 孙德利 苑其山 范 鑫 孙旭彬 曹永亮 焉昊宇
77	辽阳石化俄罗斯原油加工优化增效改造40万吨/年气体分馏装置	中石油吉林化工工程有限公司	史家伟 刘明东 张凤涛 李 学 高合龙 曹永亮 王振兴 刘 洋 刘 鹏 张 辉
78	中国石油青海油田格尔木炼油厂航煤生产配套完善改造项目	中石油华东设计院有限公司	刘瑞萍 董佳鑫 王国旗 聂 程 张艳霞 夏永胜 韩新研 刘 岩 李 威 王 彬
79	锦州石化公司10万吨/年MTBE装置	中国石油集团东北炼化工程有限公司	韩志超 陈 君 林春光 张健民 冯 浩 王 健 张 红 张俊杰 王 智 杨文宝
80	中国石油长庆石化公司1.4MT/a催化裂化装置节能优化改造项目	中石油华东设计院有限公司	李雅华 谢恪谦 赵 飞 夏志远 魏广春 许步健 辛全礼 吕连杰 马 涛 邱 峰
81	神华宁煤400万吨/年煤炭间接液化项目火炬设施	中国寰球工程有限公司北京分公司	张来勇 刘燕儒 孙继涛 张 晶 许 斌 胡 涛 赵迎军 张 旭 全 梅 林彦亭
82	5.5万吨/年丁苯橡胶装置隐患治理	兰州寰球工程有限公司	李 辉 宋喜霖 林玉清 韩瑶峰 赵宗桂 吕建军 王小平 陶浩斌 苏 平 王晓慧
83	中国石油广西石化公司氢气回收节能项目二期工程氢气回收装置(二)	中石油华东设计院有限公司	胡耀强 孙雪惠 宋业阳 刘 艳 孙运起 苏云磊 高 健 霍光学 刘 莎 刘一鸣
84	中石油克拉玛依石化有限责任公司汽柴油国VI标准质量升级项目15万吨/年轻汽油醚化装置	中石油华东设计院有限公司	赵 霞 温世昌 刘 勇 刘遵信 张西存 杨晓光 艾 木 孙晓阳 于洲航 安晓杰
85	中化弘润石油化工有限公司成品油质量升级及配套工程项目 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ 制氢装置	中石油华东设计院有限公司	龙 钰 张晓辉 杨 娇 全先亮 刘 勇 张西存 门连国 苏云磊 孙明菊 李玖云

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
86	中化弘润石油化工有限公司成品油质量升级及配套工程项目硫磺回收联合装置	中石油华东设计院有限公司	于海霞 何红梅 张迎徐 秦磊 邢建刚 张轶 孙明菊 杨刚敏 李 宁
87	大连石化公司27万吨/年硫磺烟气排放达标二期改造	中国昆仑工程有限公司	崇杰 徐坡 冷雪冰 乔玥 王欢欢 杨艺 刘欣 危晓丽 张永广 张艺澄
88	抚顺石化公司热电厂烟气超低排放改造工程	中国昆仑工程有限公司	俱虎良 陈星 赵宾 徐畔 刘晨曦 庄健 马洪明 李广生 张艳锋 袁哲
89	芬美意香料(张家港)有限公司年产25000吨食品用香精香料项目	上海寰球工程有限公司	孙钢 吴斌 徐航航 袁燕 夏翔 薛凤忠 刘以平 胡晓敏 田鑫 齐凤霞
90	中国石油四川石化有限责任公司污水处理厂固体废物焚烧处理装置改造项目	中国昆仑工程有限公司	隰春争 李广生 李博鑫 上官少鹏 俱虎良 栗伟宁 徐博文 应明 杨建 张瑞鹏
91	吉林油田公司地质资料库扩建工程	吉林石油集团石油工程有限责任公司	高扬 程志勇 李华 李剑波 李亚迪 周慧平 卢帆 盖长专 张广 陈一宁
92	长庆油田“志-靖-安”电网供电质量提升工程	西安长庆科技工程有限责任公司	孙贇 郑晓利 吕阳伟 张彩婷 李兴华 郝颖珺 谭滨 李俊杰 高思超 蒋燕
93	乌鲁木齐-兰州光通信系统改造工程	中国石油天然气管道工程有限公司	韩冬梅 刘永军 渠忠强 马元将 孙振超 刘晓峰 刘桂志 陈聪 刘丽婧 司辉
94	塔里木油田轮南作业区反恐怖防范重要目标联系点试点工程	大庆油田工程有限公司	张德发 何文波 宋星润 曹双庆 张雪飞 高畅 杨美玲 张开典 黄虹 杨卫平
95	大港油田港西新城路网工程	中油工程项目管理公司天津设计院	姜为民 张福星 肖建坤 刘士艳 靳亚芹 郭若朴 刘龙彪 李卫东 李丹 汪世英
96	彭阳前线保障点	西安长庆科技工程有限责任公司	杨娇 朱利捷 刘小平 朱林 刘宏梅 王璐 赵玉慧 李喆 王劲 薛洁
97	龙潭区生活垃圾无害化处理场地下水污染防控治理工程(污水处理站)	中国昆仑工程有限公司(吉林分公司)	翟勇 韩翼臣 石俊 章宝成 车显文 王文文 朴东杰 魏春雷 王冬雪 苑蓉

2020年度石油工程建设优秀勘察奖名单

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
一等奖项目			
1	西气东输三线西段管道工程测量	中国石油天然气管道工程有限公司、中国石油工程建设有限公司西南分公司、大庆油田工程有限公司、中油辽河工程有限公司、中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	王福东 王国栋 谢 剑 万仕平 寇明明 夏树新 郭铁民 吐尔逊江 韩天培 黄伯和 李 振 徐国杰 陈广文 陈 联 陈 西
2	陕京四线输气管道工程测量	中国石油工程建设有限公司西南分公司、中国石油工程建设有限公司华北分公司、中国石油天然气管道工程有限公司、大庆油田工程有限公司、中油辽河工程有限公司	吕继书 罗伟国 丁国锋 李 振 杨 军 王晴生 郭铁民 李作开 黄利军 徐博亚 罗 沅 刘长立 张 成 廉 波 胡 贤
3	西气东输三线天然气管道东段干线(吉安—福州)工程勘察	中国石油天然气管道工程有限公司、四川科宏石油天然气工程有限公司	陈光联 邓 勇 张灵芳 陈 光 高剑锋 宫 爽 李清军 陈国文 彭楚峡 黄文杰 李 犇 王 军 钟 威 关晓坤 刘文斌
4	伊拉克哈法亚油田岩土工程勘察项目	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司、青岛中油岩土工程有限公司	陈情来 李攀峰 钱 明 孙 岳 马永峰 田龙龙 方浩亮 王学武 翟桂林 马洪浩 李 东 李 龙 张吉坤 赵 琼 胡龙虎
5	安徽省天然气建设工程地质灾害危险评估	中油辽河工程有限公司、建设综合勘察研究设计院有限公司	贾金禄 毕 丹 李贵朋 付 乐 丛晓明 刘立凯 赵 鑫 杜 岩 卢洪源 杨 帆 邱 军 李 刚 李思文 崔高祥 梁 钊
6	抚顺—锦州成品油管道工程测量	中国石油工程建设有限公司华北分公司	黄 平 左 勳 高慎明 魏艳平 胡树林 李冬泉 牛根良 司建国 王兵兵 郭桂仁 杨 军 马严辉 胡 兵 李承亮 陈 煊
二等奖项目			
7	辽河油田地下管线探绘工程	中油辽河工程有限公司	李萌军 李 振 邵 家 廉 波 郭铁民 罗继先 关 昊 王 建 马 驰 刘金菊 杨逸若 李荀鹤 姚 博 张 悦
8	坦桑尼亚输气管道工程工程测量	中国石油天然气管道工程有限公司	万志海 袁顺新 王福东 陈瑞良 方广杰 姚辉文 寇明明 王鹏飞 韩天培 王小萍 陈 微 刘立华 赵鹏飞 吕红涛 王海潮
9	辽河油田空间基础数据转换测绘工程	中油辽河工程有限公司	李 振 罗继先 廉 波 李萌军 郭铁民 朴 雷 张哲萌 傅 乐 张依妮 张东进 杨 阳 姚 博 孔令宇 杨逸若 关 昊
10	塔里木油田凝析气轻烃深度回收工程岩土工程勘察	中国石油工程建设有限公司西南分公司	梁国卿 向 阳 亢会明 巫春霖 曹 昱 陈 福 邓 艳 吴有亮 康 胜 王彬全 郭涵宇 赵 普 李 欣 李志为 赵 连
11	东方区域气田开发平台场址和管道路由工程勘察	中海油研究总院有限责任公司、中海油田服务股份有限公司物探事业部工程勘察作业公司	王俊勤 吴文峰 谢波涛 朱友生 朱海山 陈岱新 张海红 陈冠军 李家钢 罗进华 黄 俊 周 超 刘在科 王虎刚 尤启明
12	神木气田第二天然气处理厂系统岩土工程勘察	西安长庆科技工程有限责任公司	朱桥川 王治军 侯大勇 耿生明 杜志伟 刘加文 郭玉华 吴 军 潘俊义 刘 斌 纪 鹏 槐东升 周 鹏 曾发荣 杨绥院
13	海南省环岛管网文昌—琼海—三亚输气管道工程岩土工程勘察	中油辽河工程有限公司	毕 丹 李贵朋 刘燕宁 杨国胜 张哲萌 姜海洋 赵倩维 宋 杨 杨 帆 赵 鑫 崔高祥 隗英博 李嘉磊 孙 蕾 由双海
14	采油四厂A4地理信息系统地形图航拍及管道测量	大庆油田工程有限公司	张金良 宋丽丽 季厚振 孙 雷 丁国峰 刘亚东 吕睿頔 李相斌 夏树新 韩 江 金林植 陈广文 王宇赤 徐兹正 刘 伟

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人					
15	华瀛石油化工有限公司燃料油调和配送中心及配套码头补充勘察	大庆油田工程有限公司	张允亭 李大龙 马承武	杨风学 滕丽 张学军	义宗贞 罗惟惟 赵宏伟	夏智心 解先娟	张木春 韩国栋	蒋索宇 顾铁
16	辽阳石化俄罗斯原油加工优化增效改造岩土工程勘察	中国昆仑工程有限公司辽宁分公司	张志英	柏力萍	田珺	李凯	李柏涛	丁丽娜
17	长庆油田2018年安全环保隐患治理工程测量	西安长庆科技工程有限责任公司	王研 刘文龙 李大亮	何军 何冰 胡伟明	李相庭 张小鹏 雷学锋	秦晓刚 陈怀民	许崇良 罗东山	王鹏 李锋
三等奖项目								
18	采油一厂地下管线测量工程	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	王兵兵 陈煊	魏艳平 苏世宗	张洁洁 杨军	胡树林 李强	牛根良	刘真真
19	安徽省天然气管道工程测量	中油辽河工程有限公司	马晓元 马驰	邵家 李荀鹤	李振 张哲萌	廉波 陈楠	郭铁民	杨逸若
20	西气东输三线天然气管道东段干线(吉安-福州)工程测量	中国石油天然气管道工程有限公 司、四川科宏石油天然气工程 有限公司	谢剑 王军	郭福友 刘文斌	丁轶 左海玉	陈瑞良 高思愚	彭楚峡	舒飞
21	阿赛线增输及安全扩能工程 岩土工程勘察	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	郭桂仁 李春明	李承亮 张建伟	胡兵 李磊	张莎莎 张光耀	高慧子	陈煊
22	昌吉吉木萨尔地面系统整体规划 项目测绘工程	中国石油工程建设有限公司中油 (新疆)石油工程有限公司 设计分公司	张建国 刘星含	陈联 李亮	班伟 魏天成	文彬 周新良	李晓山	易湘
23	四川富顺区块试采TPO FEED&DD工程岩土工程勘察	中油辽河工程有限公司 建设综合勘察研究设计院有限公司	贾金禄 栗晨曦	毕丹 赵鑫	李贵朋 卢洪源	李刚 宋杨	邱军	刘立凯
24	中国石油天然气股份有限公司 内蒙古销售公司赤峰油库迁建 项目岩土工程勘察	中国石油工程建设有限公司 华北分公司	罗兰英 白玉	张莎莎 胡兵	司建国 郭桂仁	李冬泉 张建伟	高慧子	宁健厚
25	长庆油田2018年安全环保隐患 治理岩土工程勘察	西安长庆科技工程有限责任公司	纪鹏 张凤喜	王治军 张宏杰	耿生明 宋继文	苏健 吴江林	周鹏	骆建文
26	开远-蒙自支线天然气管道 工程测量	中油辽河工程有限公司	李振 王建	关昊 张悦	李萌军 马驰	廉波 张东进	孔令宇	陈楠
27	哈尔滨-沈阳输气管道工程 (长春-沈阳段)勘察	中国石油天然气管道工程有限公司	杨晓军 江凤鸣	宫爽 陈国文	郭书太 黄文杰	代云清 李清军	高思愚	周劲松
28	杏二十七联合站一期工程勘察	大庆油田工程有限公司	张允亭 孙秀华	蒋索宇 李云成	夏智心 解先娟	李大龙 吕玉兰	杜兴龙	崔哲
29	蓬莱19-3油田1/3/8/9区综合 调整海洋工程勘察	中海油研究总院有限责任公司、中 海油田服务股份有限公司物探事业 部工程勘察作业公司	陶华 于洋	谢波涛 李强	陈磊 薛滨	高磊 黄必桂	任帅波	李家钢
30	大北至南疆利民3号阀室输气管 道工程DNAA034-DNAA035号 桩木扎提河穿越工程勘察	大庆油田工程有限公司	张允亭 马承武	杜保成 张学军	余文龙 赵宏伟	赵小宁 武力强	义宗贞	李大龙
31	扎哈泉油田地面设施完善 工程测量	中国石油工程建设有限公司 青海分公司	杨井辉 魏谦晓	康英平 马成学	高海波 王文祥	梁铎川 蔡钟	潘垒涛	雷生彬

2020年度石油工程建设优秀计算机软件奖名单

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
一等奖项目			
1	基于可靠性的天然气管道设计软件	中国石油天然气管道工程有限公司	张文伟 董平省 余志峰 代小华 罗叶新 赵仕浩 孔芊丁 毛平平 周亚薇 张振永 罗禹 周元欣 王晓峰 蔡丽韫 刘艳东
二等奖项目			
2	“HQC LNG ONE”快捷设计优化集成软件	中国寰球工程有限公司北京分公司	郑雪枫 侯茜 杨帆 王红 牛占川 于蓓蕾 李玉秋 佟跃胜 季鹏 安小霞
3	国际油气管道项目线路计算软件	中国石油天然气管道工程有限公司	王洪波 王贵涛 薄国公 李寄 何祖祥 李春锋 苏兰茜 杨建中 吴沙 齐万鹏 王东源 武玉梁 赵洋 景其隆 刘墨
三等奖项目			
4	多环境下软件使用情况监控技术研究及实施项目	中国石油工程建设有限公司西南分公司	孔祥焕 汤晓勇 王鸿捷 冯琦 傅贺平 马先 夏成宓 胡耀义 张勇 刘永
5	换热器工程化计算软件	中国寰球工程有限公司北京分公司	朱为明 陈萍 杨桂春 苏燕兵 马明燕 孙文强
6	升气塔盘及塔釜结构设计软件	中国寰球工程有限公司北京分公司	陈卓 孙淑兰 黄莺 吉京华

2020年度石油工程建设优秀标准设计奖名单

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
三等奖项目			
1	计量掺液一体化装置标准化设计	中油辽河工程有限公司	李刚 杨琨 王宁 胡静 赵财立 刘旋 高姿乔 崔雨虹 赵斌 于浩
2	输气管道工程数字化P&ID标准图集	中国石油天然气管道工程有限公司	刘亮 姜晗 陆美彤 左艳萍 李丹 位世荣 刘艳东 谷俐 刘少山 孙立刚
3	国际工程阴极保护典型图集	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	王莹 谷丰 池恒 樊学华 陈丽娟 王慧心 刘畅 刘艺盈 全源 董振丰
4	站场建筑室内装修标准图集(管道篇)	中国石油天然气管道工程有限公司	张红霞 李和庆 陈玥 杨峥 张月红 翟建习 赵砚仑 李军 陈晓郁 王云龙
5	青藏高原加油站标准化设计	中国石油工程建设有限公司青海分公司	叶栋 范武 曾振铎 李玉婷 陈清廉 陈凯 张佳伟 薛冬华 张娟娥 周晨

2020年度中国石油工程建设协会科学技术奖 评选结果公布

2020年年初开始,中国石油工程建设协会组织开展了2020年度“中国石油工程建设协会科学技术奖”的评选工作,经过推荐申报、形式审查、专业评审、审定委员会审定和网上公示等程序,完成了该奖项的评选工作。2020年度共评选出科技进步奖55项,其中一等奖10项、二等奖15项、三等奖30项;科技创新先进团队奖4个,科技创新先进个人奖4名。

现将评选结果公布如下:

2020年度科技进步奖获奖名单

序号	项目名称	单位	主要完成人
一、油气集输储运组			
一等奖获奖项目			
1	低渗透油田小型伴生气混烃回收工艺与装置	西安长庆科技工程有限责任公司	郝海霞 朱国承 胡建国 周子栋 葛 涛 韩志杰 杨 充 柴治国 穆 凯 刘 勇 解智堂 孙 赟 薛 洁 杨 丽 田 鹏
2	中东地区伴生气增压和预处理关键技术与应用	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	房 昆 惠晓荣 王元春 张 红 杨 蒙 张婷婷 高彦平 徐 屹 宋维妮 薛 超 彭 强 侯欣欣 王汝军 郁辰阳 彭楠楠
3	油气田节能评价与管控关键技术	中国石油天然气股份有限公司规划总院、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院	吴 浩 徐 源 王林平 马建国 解红军 晏耿成 陈由旺 王 曼 吕毫龙 朱英如 郑 刚 吕莉莉 韩鹏刚 魏江东 林 冉 程 颢
二等奖获奖项目			
4	华北油田输油方式调整及功能优化整合技术研究	中国石油工程建设有限公司华北分公司	张志贵 邵艳波 张鹏虎 尚增辉 刘 欣 刘 磊 王 亮 林俊岭 南子龙 杜明俊 曲 虎 马志远 段思禹 周立贤 张 瑾
5	煤制气硫黄回收工艺包开发与应用	中国石油工程建设有限公司西南分公司	蒲远洋 周明宇 兰 林 游 龙 陈祖翰 程 林 杜通林 汤晓勇 王 非 陈运强 肖秋涛 杜仕涛 万 娟 薛文奇 张 勇
6	长输油气管道典型地质灾害评价关键技术	中油辽河工程有限公司、华北水利水电大学、建设综合勘察设计院有限公司	王忠福 毕 丹 李贵朋 贾金禄 张俊然 丛晓明 李冬冬 杜 岩 李倩倩 何志磊 付 乐 李嘉磊 赵 鑫 李泽勤 林 琳
7	天然气处理装置大型化关键技术与应用	中国石油工程建设有限公司西南分公司、中国石油天然气第七建设有限公司	胡 玲 韩淑怡 陈运强 任林昌 刘文广 张 毅 程 林 毛立军 柯 翔 刘 俊 李建江 王用良 兰 林 万晓东 刘 路
8	非再生液体脱硫工艺技术及应用	西安长庆科技工程有限责任公司	葛 涛 王登海 郑 欣 薛 岗 王振嘉 张 颖 李 超 谢 纛 卢鹏飞 谭 军 何 蕾 陈 丽 张 云 张 延 闫晓峰
三等奖获奖项目			
9	管网条件下天然气管道设计关键技术	中国石油天然气管道工程有限公司	张文伟 董平省 毛平平 刘少山 赵仕浩 远双杰 安云朋 代小华 裴 娜 王 震 罗 禹 孙立刚 许靖宇 朱 明 王 湜
10	滩海海底管道完整性管理关键技术及应用	中国石油天然气股份有限公司规划总院、中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	李 冰 刘仕鳌 苏春梅 郝晓东 张彦龙 沙 秋 李志彪 李凯双 牟永春 王长军
11	油气管道工程智能工地管控系统建设关键技术及应用	中国石油天然气股份有限公司西南管道分公司建设项目管理中心、中国石油集团工程技术有限公司	刘 错 周剑琴 王学军 杨国晖 边彦玮 魏振宏 戴国文 罗 杰 王克宽 王玉雷

续表

序号	项目名称	单位	主要完成人					
12	合水油田地面工程的新工艺新技术研究与应用	西安长庆科技工程有限责任公司长庆油田分公司第十二采油厂	翟博文 查广平	王 晗 姬 蕊	林 罡 郟海霞	白剑锋 孙 赟	王 萌 王 斌	
13	CALM型单点系泊系统设计关键技术与应用	中国石油天然气管道工程有限公司天津分公司	刘瑞宇 景苏明	杨泽亮 康煜媛	黄水祥 刘黎明	陈 超 黄昕明	韩 鹏 孔 霞	
14	天然气脱蜡工艺技术	中国石油工程建设有限公司西南分公司、塔里木油田分公司	王用良 郑保领	李海荣 刘改焕	浦 硕 陈运强	赵海龙 刘 棋	王金山 贺江波	
15	陕京四线输气管道工程精细化设计技术与应用	中国石油工程建设有限公司西南分公司	陈 静 李 巧	李 强 张双蕾	李祁迂 王棠昱	牛 念 张 晗	李 岳 王瑞军	
二、施工组								
一等奖获奖项目								
1	中俄东线天然气管道用管材及阀门制造关键技术	北方公司中俄东线天然气管道工程项目部、中国石油天然气集团公司管材研究所、中国石油集团渤海石油装备制造有限公司、宝鸡石油钢管有限责任公司、成都成高阀门有限公司、中国石油管道局工程有限公司	罗志立 李 超 刘 斌	池 强 王鹏宇 曾和友	李国鹏 苏学瑞 李 猛	牛 辉 张伟卫 祝 鹏	曾品其 王 鹏 李 鹤	侯 宇 赵 波 邓志伟
2	油气田地面工程标准化施工技术与管理	中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司、大庆油田有限责任公司、大庆油田建设集团有限责任公司	汤 林 仇 凯 叶喜太	班兴安 方西盛 贾纯斌	胡玉涛 王志强 郭道厚	苗新康 张宏志 贺长河	崔新村 孙百通 吕 滨	张松石 王忠哲
二等奖获奖项目								
3	中俄东线北段线路数字化设计与智慧工地建设及非开挖穿越施工技术	北方公司中俄东线天然气管道工程项目部、中国石油管道局工程有限公司	王春林 李 庆 崔 凯	马金凤 王 磊 刘 欢	曹会清 胡钰杰 赵 洋	任 涛 叶 明	王大伟 祁永春	王 佳 刘 图
4	中小型天然气液化厂施工关键技术	大庆油田建设集团有限责任公司	张宏志 董利萍 孙更柱	王志强 葛 兵 崔永凯	赵洪元 王淑敏 杨轶轩	刘立新 白 鹏	舒均满 王 静	张光宇 陈 健
5	冻土层长输管道原位破碎多级回填技术与应用	华北水利水电大学、中国石油工程建设有限公司华北分公司、廊坊市华邦统产机械有限公司、四川大学	杨 晨 王保建 胡 兵	刘 颖 王忠福 左 勛	张朝阳 韩金峰 尹 霄	胡树林 张俊然	韩宗师 刘真真	刘恩龙 张 立
6	超大型PX吸附塔工厂整体制造关键技术	中国石油天然气第七建设有限公司	邓存武 耿 开 梁家群	任林昌 师 娟 赵承先	李海峰 王海波 张德福	李建江 万晓东	王荣青 殷蜀越	王家军 岳金锁
三等奖获奖项目								
7	高填方区大型工业建构筑物地基加固组合技术与应用	中国建筑东北设计研究院有限公司、中石油云南石化有限公司、中建东北岩土工程有限公司、辽宁省岩土与地下空间工程技术研究中心	张丙吉 郝志良	宋官武 王显峰	戴武奎 王 颖	孙光武 雷 刚	李洪亮 辛全明	
8	覆土储油罐施工关键技术	中国石油天然气第一建设有限公司	王万民 尹卫刚	陈 欢 冯 杰	庄俊磊 王松涛	丁 进 姚中华	李清君 郭葆军	
9	磁粉智能检测评定系统	中国石油天然气第七建设有限公司	吴 昊 郑 春	景文学 张 伟	王荣青 姚甲伟	耿 开 高金保	师 娟 岳 雷	
10	天然气净化处理装置模块化设计预制安装一体化协同技术	中国石油天然气第一建设有限公司	杨党库 宋雪波	黎家纯 汪 奎	谢荣辉 王 伟	张学东 张永乐	史永果 徐大伟	
11	精对苯二甲酸（PTA）装置钛管焊接施工技术	中国石油天然气第七建设有限公司	张 圣	苗福林	付 恒	张建虎	王 宁 许呈根	
12	催化装置全重力下流式外取热器管束吊装技术	中国石油天然气第七建设有限公司	仝玉坤 贾 众	冯庆辉 黄俊竹	牛纬涛 钟 博	庞学龙 李顶立	李卫星 张 毅	
13	中东高热、湿陷性黏土地区砼基础施工技术	中国石油天然气第七建设有限公司	孙彦钊 孙振江	关启军 庄宗磊	张 涛 姜晓东	王荣青 任灿升	师 娟 李计凯	

续表

序号	项目名称	单位	主要完成人					
14	大型自支撑锥顶储罐桁架及罐顶安装技术	中国石油天然气第七建设有限公司	刘永鹏 郝浩	郑前 孙杰	申晓太 周生明	师娟	王荣青	张立东
三、信息及软件组								
一等奖获奖项目								
1	中国石油客户关系管理系统功能提升与运行维护	中国石油天然气股份有限公司规划总院	隋毅 张曦 马志斌	冯杰 周澜 马旭敏	陈旭 郝晶 武超	王洪旭 王子昂 古超	骆科东 兰志轩 闻硕	高峰 蒋爱莲 倪杰清
2	抽油机井智能化测控系统及关键技术	重庆科技学院、天津万众科技股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司、中国石油大港油田第一采油厂、重庆大学、中南财经政法大学	辜小花 李彦普 王占广	唐德东 杨光 陈文斌	杨利平 邓鹏飞 李仁杰	李太福 魏钢 张自强	胡玉涛 社会尧 刘虹	胡勇 聂玲 李语燕
二等奖获奖项目								
3	油气田地面工程协同化设计集成平台	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	王元春 陆学同 王汝军	惠晓荣 李默宇 刘昭颖	许国栋 李鑫 王珏	程浩 占双林	蔡标 李博颖	盖争 鲁彦伯
4	中国石油油品销售物流管理系统(2.0版)	中国石油天然气股份有限公司规划总院	祝彦会 董萌 薛旦阳	杨文军 易万里 王磊	刘涛 白红生 王婧宜	王华 柴先锋	曾峰 徐鹏	刘雷刚 王坤
三等奖获奖项目								
5	炼化生产经营信息化综合工作平台	中国石油天然气股份有限公司规划总院	刘建 徐定宇	谭蕾 赵宝生	张彦 王华	杨文军 王喆	董政	曹炳武
6	长庆油田地理信息数据坐标转换系统	西安长庆科技工程有限责任公司	贾鹏 罗东山	陈怀民 何冰	王治军 李锋	李相庭 李晓飞	杨廖蓉	颜佩丽
7	基于数据中台多层级的成品油销售指标标准化应用系统	中国石油天然气股份有限公司规划总院	杨文军 赵雷	冯仕 王贺	刘速 肖法起	郭宏标 辛衍涛	张艳芳	张栋
8	油气田空间地理数据管理系统与线路工程制图技术	中油辽河工程有限公司	李振 卢洪源	罗继先 李荀鹤	李海龙 姚博	廉波 李丽娜	郭铁民	姚磊
9	大连石化大数据应用平台(1.0)	中国石油天然气股份有限公司规划总院	徐泽进 杨程	赵宝生 杨丛	彭连军 曹妍明	王楠 董丰莲	王磊	刘江涛
10	SP3D三维实体管架设计模块2.0	中国寰球工程有限公司北京分公司	张怡 杜欣	王喜全 宋遥	刘智珩 杜飞	邢睿 杨平	蔡春梅	刘佳
四、综合组								
一等奖获奖项目								
1	聚酯反应器多功能大型化技术与应用	中国昆仑工程有限公司	陈襄颐 吕陈秋 周雪松	张宇航 张锦 孟令岩	陈强 周帆 左振京	赵国平 刘哲 谢晓梅	贾志轩 陈久波 殷昌创	韩伟 李梦强 杨志兵
2	高硫高盐油田管道及设备全生命周期动态腐蚀防护技术	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	樊学华 池恒 王慧心	于勇 迟化昌 王莹	张红 李向阳 全源	谷丰 刘颖艳 刘艺盈	董磊 张莹娜 刘畅	陈丽娟 朱德闻 李世超
3	催化轻汽油醚化技术创新与应用	中石油华东设计院有限公司、凯瑞环保科技股份有限公司、丹东明珠特种树脂有限公司	刘成军 杨军朝 段宏毅	孙方宪 周璇 李惊琛	温世昌 郭佳林 赵著禄	葛立军 于兆臣 何红梅	吕晓东 赵霞 于海霞	石凤勇 王馨 刘晓玲
二等奖获奖项目								
4	油气田冷凝式加热炉	唐山冀东石油机械有限责任公司	刘兆海 祁红卫	杨笑松 成艳红	琚泽庆 历丽	张雪岩 刘洪章	程伟 刘敬敏	王锋
5	伊拉克油田回注用排碱水高质处理技术	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	郝红海 茹瑞英 王丽荣	金永青 刘建兴 洪伟	李金林 王鹏 郭振东	朱陈银 付强伟	陶贤文 李庄	袁国清 李博颖

续表

序号	项目名称	单位	主要完成人
6	大庆油田水驱及聚驱采出水提质提效达标处理工艺技术	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公司地面工程试验基地	夏福军 陈 鹏 孟祥春 陈忠喜 高小淇 刘 静 金胜男 王金星 马晓强 穆 平 韩国勇 尤 勇 张 冰 王祎楠 熊 健
7	船体罐体机器人超高压水除漆除锈技术与应用	北京德高洁清洁设备有限公司、北京华油鑫业工程技术有限公司	李毅光 徐 刚 王常红 杨冬飞 许正洪
三等奖获奖项目			
8	小型清水注水站立体化设计技术与应用	西安长庆科技工程有限责任公司	程忠钊 翟彦和 郭志强 王瑞英 冯启涛 闵祥斌 张玉玺 王 斌 王 超 李欣欣
9	高氨氮污水短程硝化反硝化技术与应用	中国昆仑工程有限公司	胡威夷 耿海燕 张 杰 董 莹 孙千惠 胡 爽 杨 帆 陈 扬 张璐姗 姜 磊
10	液态CO ₂ 驱油橇装注入技术与应用	西安长庆科技工程有限责任公司、长庆油田分公司第五采油厂	赵大庆 王潜忠 商永滨 杨 涛 高 飞 程忠钊 王国柱 孙银娟 马春红 种法国
11	一体式往复压缩机房噪音治理技术与应用	西安长庆科技工程有限责任公司	李 喆 杨 涛 刘小平 朱利捷 郭 亮 杨 娇 付 浩 薛丽娜 周妮妮 颜朝勇
12	油田35kV移动式变电终端建造技术	西安长庆科技工程有限责任公司	孙 贇 郑晓利 谭 滨 李小川 郝颖璐 吕阳伟 蔡培升 蒋亚锋 李化龙 邵刚涛
13	LNG用管道保冷系统	中国寰球工程有限公司北京分公司	贾琦月 张 怡 代永清 王 秀 彭涛明 李改云 张 鹏 李 敏 吴汉宇 杨绍夫
14	3万方及以下LNG双金属全容罐设计技术	中国石油工程建设有限公司西南分公司	张 迅 雒定明 张玉明 金红红 罗林林 姜 泉 张 诚 徐嘉爽 彭 婵 张乐长
15	油气站场危废一体化智能安全存储技术	北京洪安科瑞科技有限责任公司、中石油管道有限责任公司西部分公司、北京华油鑫业工程技术有限公司	白 戈 杨 鹏 杨璟轶 张铁钢 张 杰 高 琦 刘中庆 杜 玉 杨冬飞
16	高海拔地区1300万吨/年炼厂建设项目管理创新与应用	中石油云南石化有限公司	宋官武 杨建让 黄让敏 李志刚 魏 晓 李多顺 陈学安 郁 江 黄 宁 曹 阳

2020年度科技创新先进团队获奖名单

序号	团队名称	申报单位
1	大型乙烯成套技术开发创新团队	中国寰球工程有限公司北京分公司
2	伊拉克哈法亚油田三期地面工程关键技术研究团队	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司
3	页岩气集输及处理成套技术研究团队	中国石油工程建设有限公司西南分公司
4	西安长庆科技工程有限责任公司工程勘察部	西安长庆科技工程有限责任公司

2020年度科技创新先进个人获奖名单

序号	申报单位	姓 名
1	中国石油工程建设公司北京设计分公司	张 红
2	中国石油工程建设有限公司西南分公司	施辉明
3	中油（新疆）石油工程有限公司	戚亚明
4	西安长庆科技工程有限责任公司	侯大勇

2020年度石油工程建设优秀咨询奖 评选结果公布

2020年年初开始,中国石油工程建设协会组织了2020年度石油工程建设优秀咨询奖的评选。经过申报、形式审查、发布评审、专家量化打分和网上公示等程序,完成了该奖项的评选工作。共评选出2020年度“石油工程建设优秀咨询奖”44项,其中一等奖7项,二等奖15项,三等奖22项。现将评选结果公布如下:

2020年度石油工程建设优秀咨询奖名单

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人				
一 油气集输储运组							
一等奖项目							
1	伊拉克哈法亚油田2000万吨/年地面工程总体规划	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	张红 黄京俊	寇志军 赵仲慧	邢明 李辉	张婷婷 杨嗣翥	卢亚萍 刘晓艳
2	玛湖地区原油500万吨地面工程规划	中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	罗新占 肖继湘	戚亚明 麻杨军	黄强 缪文	李龙 董彦超	刘伟林 宁江平
3	大港油田板南储气库可行性研究	中油工程项目管理公司天津设计院	刘科慧 刘艳文	姜为民 赵春喜	王东军 来斌	齐德珍 许涛	李跃飞 王丹
4	内蒙古兴洁天然气有限公司40万吨/年天然气液化储配库项目可行性研究报告	中国石油工程建设有限公司华北分公司	孟红 王郁	李简 王亮	陈思 刘永锋	朱长弓 杨永超	刘艳峰 张泽
二等奖项目							
5	江苏省沿海输气管道专项规划	中国石油天然气管道工程有限公司	董平省 钱锋	赵仕浩 梁勇	冯凯 张汉蒸	李宝忠 王利方	徐水营 李洪涛
6	哈拉哈塘油田奥陶系碳酸盐岩油藏全生命周期开发规划方案	大庆油田工程有限公司	李玉春 李慧静	李铁军 莫小伟	王晓黎 林佳	李延春 粘兴旺	丛蕾 闫萍
7	中亚哈萨克斯坦地区大型油气田联合开发地面工程预可研项目	中国石油工程建设有限公司北京设计分公司	邓静 武晓辉	段黎娜 李海军	张妍 张优	胡梅花 王运涛	何养民 王一然
8	长庆油田原油稳定及伴生气综合利用示范工程可行性研究	西安长庆科技工程有限责任公司	王萌 孙赟	朱国承 孙慧	赵玉君 郎永飞	王智 王超	鄯海霞 库亚荣
9	安岳气田高石梯~磨溪区块灯四气藏二期开发方案(地面工程)	中国石油工程建设有限公司西南分公司	王畅 李朝智	刘馨月 王慧灵	陈娟 牙亚萌	何彦 陈勇彬	钱勇 李刚
10	双鱼石区块栖霞组气藏试采方案地面工程方案	中国石油工程建设有限公司西南分公司	陈金金 杨洁	常艳兵 钱勇	陈娟 袁东筱	李婷婷 林成玲	冯帅 杨晓娇
11	长庆气田第一净化厂天然气气质提升工程可行性研究	西安长庆科技工程有限责任公司	乔光辉 蔡之兴	王登海 李春亮	薛政 刘伟	张文超 赵玉慧	李亚萍 张方帅
12	兰州站出站三公里管道隐患治理工程可行性研究报告	中国石油天然气管道工程有限公司	左雷彬 李洪涛	李国辉 张效铭	马晓成 唐培连	黄丽 张志广	康亚光
13	安徽省天然气宣城-宁国-黄山支线工程可行性研究	中油工程项目管理公司天津设计院	刘科慧 张博	赫德明 孙洪升	李霖 苑玉崇	侯仰杰 宋娱	程为 刘艳文

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
14	华北石化-北京新机场航煤管道工程可行性研究报告	中国石油工程建设有限公司华北分公司	公茂柱 郭靖 张佳 王佳 范立华 郭子宁 轩兰兰 李杰锋 刘增浩 张立民
三等奖项目			
15	川庆钻探长庆银川河东基地(宁夏长庆工业园)迁建项目可行性研究	西安长庆科技工程有限责任公司	刘宏梅 朱利捷 刘小平 李琪 胡俊芳 演强 薛洁 颜朝勇 付浩 王鑫
16	秧田冲油库至昆明长水机场航煤储运工程可行性研究报告	中国石油天然气管道工程有限公司	刘鹏飞 邵强 刘伟 王德洋 胡健 廖海华 董晓琪 付丽 胡协兰 王锐
17	太阳-大寨地区8亿立方米/年页岩气开发方案(地面部分)	中国石油工程建设有限公司西南分公司	甘淳静 赵国安 郭姝琰 程树 史建华 曹亮 祁晓丽 沈杰 张胜利 汪永波
18	鄂尔多斯盆地长北区块天然气补充开发项目(长北二期)地面工程可行性研究	西安长庆科技工程有限责任公司	周妮妮 胡涛 胡建国 杨光 范君来 张颖 吕阳伟 张鑫 张军蓉 王国柱
19	玛湖井区110kV输变电工程可行性研究	中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	王晶 胡鹰 何林海 蒋玉君 肖继湘 夏添 吴红文 鲁楠 张勇 尹洁
20	中国石油长庆石化分公司航煤增产项目——航煤储运系统扩建工程可行性研究	西安长庆科技工程有限责任公司	庞永莉 杨立雷 张雅茹 贾海海 张超 成杰 刘元刚 薛丽娜 刘守亮 李治
21	风城油田吞吐开发区集输系统密闭改造可行性研究	中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	李倩 蒋旭 张侃毅 马兵 夏新宇 王延磊 张亦龙 翟波 张瑶 于海洋
22	伊拉克国家油气调控中心项目可行性研究	中国石油天然气管道工程有限公司	李勇 段得福 汪涛 司辉 尹明路 刘永军 康亚光 王云龙 周琳 徐博
23	华电河北迁安分布式能源站项目燃料部分可行性研究	中国石油工程建设有限公司西南分公司	廖勇 刘凌钧 王科钞 汪永波 董任辉 霍静 代明明 张迅 刘顺剑 刘国平
24	沁水盆地马必区块南区煤层气开发项目10亿方/年产能开发方案	西安长庆科技工程有限责任公司	赵一农 刘银春 郑欣 王敏 韦玮 王明 刘谦 曹艳 杨建东 温亚
25	榆林气田南区增压开采开发方案	西安长庆科技工程有限责任公司	杨家茂 杨光 薛岗 杨立雷 张璞 张颖 葛涛 翟龙 冯启涛 李喆
26	陇东油区采出水环评符合性治理工程(二期)可行性研究报告	西安长庆科技工程有限责任公司	查广平 王国柱 郭志强 王彦斌 潘峰 孙赧 冯启涛 高飞 孙银娟 齐君
27	玛北地区天然气中冷装置项目可行性研究	中油(新疆)石油工程有限公司设计分公司	沈万军 唐红梅 葛劲风 周浩 邓燕梅 宋宇 马娜 赵海威 屈志伟 田冬妮
28	输气管道地区等级复核高后果区识别及信息收集项目专题研究报告	中国石油天然气管道工程有限公司	邓小涛 杨昊 刘志增 刘鹏飞 李莲 高轶夫 张洪帅 代志光 连大焕 金丰
二 炼油化工组			
一等奖项目			
1	新疆中泰昆玉新材料有限公司年产120万吨PTA项目可行性研究报告	中国昆仑工程有限公司	周海鸽 王新兰 王小丰 左振京 朱轩 吉振兴 杨艺 钱兆英 李瑾 李骞
2	浙江石油化工有限公司4000万吨/年炼化一体化项目节能评估报告	中国寰球工程有限公司北京分公司	桑晋 耿晓建 纪文峰 周琳 高阳 曾惠芝 张文成 付大春 郭小丹 于海
3	山东滨化滨阳炼化有限公司40万吨/年工业白油项目申请报告	中国昆仑工程有限公司	孙富伟 苏文利 范景新 李瑾 李犇 郭敬 冯勇军 谢萍 王建平 李滨

续表

序号	项目名称	获奖单位	主要贡献人
二等奖项目			
4	通辽金煤化工有限公司乙二醇扩能技术改造工程	中国昆仑工程有限公司（辽宁分公司）	张 轶 姚春东 白 亮 路 斌 杨艳梅 高 丹 刘 璐 刘 辉 韩 焱 陈明照
5	神华宁煤集团煤化工基地有机化工产物增值利用规划	中国寰球工程有限公司北京分公司	陈晓梅 匡卓贤 桑 晋 金熙俊 张银龙 杨卫兰 叶由忠 韩建新 房 晶 任艳彬
6	中国石油天然气股份有限公司大庆石化分公司环境风险评估报告	中国昆仑工程有限公司（吉林分公司）	秦 杨 杨 威 李敏娜 金玉花 张振林 张宏艳 赵 静 冯 涛 余运江 张新宇
7	兰州石化公司国VI油品质量升级项目——炼油厂烷基化装置改造可行性研究	兰州寰球工程有限公司	贾 盼 屈 帅 孙锦凌 范振杰 刘大江 付丽敏 刘 贺 席永胜 张伟星 安红旗
8	辽宁省铁岭市年产30万吨燃料乙醇项目可行性研究报告	中石油吉林化工工程有限公司	祝 涛 艾衍林 孙 亮 赵 放 郭华芳 刘 方 林 港 孙旭彬 杨钟祥 李凤强
三等奖项目			
9	辽阳石化分公司芳烃厂和炼油厂低温热综合利用改造	中国昆仑工程有限公司（辽宁分公司）	王焕玉 王春泽 刘 辉 刘 策 王 阳 关佳媛 庞 旭
10	中国石油天然气股份有限公司大连石化分公司加工进口俄罗斯含硫原油技术改造工程项目的竣工环境保护验收监测报告	中国昆仑工程有限公司（吉林分公司）	秦 杨 时进元 张振林 金玉花 李敏娜 张宏艳 赵 静 冯 涛 袁艳杰 余运江
11	大庆石化公司炼油厂炼油结构调整优化项目—新建22万吨/年烷基化装置可行性研究	兰州寰球工程有限公司	张小平 刘大江 贾 盼 张艳君 刘 贺 杨光涛 杜延军 王小军 安红旗 苏晓丽
12	中国石油天然气股份有限公司大连石化分公司大气污染环境风险评估专题报告	中国昆仑工程有限公司（吉林分公司）	杨 威 金玉花 张振林 张宏艳 秦 杨 王晓坤 王 旭 袁艳杰 赵 静 冯 涛
13	伊泰伊犁能源有限公司100万吨/年煤制油示范项目评估报告	中国寰球工程有限公司北京分公司	牛旭东 孙永洁 周 琳 戚仍模 陈晓梅 陈 晖 张焕照 孙繁旭 匡卓贤
14	中国石油抚顺石化公司热电厂烟气超低排放改造工程	中国昆仑工程有限公司	俱虎良 陈 星 赵 宾 徐 畔 刘晨曦 庄 健 李广生 王 妍 于 瑶 马静园
15	新疆库车节能与环境一体化气体工程可行性研究报告	中国昆仑工程有限公司	劳国瑞 周雪松 巫小元 李博鑫 杨志兵 化 国 杨 剑 刘青青 武润宇 栗伟宁
16	中国石油哈尔滨石化公司120万吨/年催化装置再生烟气脱硝治理项目可行性研究报告	中国昆仑工程有限公司	李博鑫 何 峰 李广生 杨 剑 王家祺 冯 硕 郝天旭 赵宇宁 李 欣 黄文超

中国石油工程建设协会 2020年勘察设计专业委员会年会 暨石油工程建设技术与交流管理交流会召开

2020年12月15日至18日,中国石油工程建设协会在海南省海口市召开了2020年勘察设计专业委员会年会暨石油工程建设技术与交流管理交流会。会议内容丰富,包含了勘察设计专业委员会年会、石油工程建设技术与交流及石油建设工程建设优秀咨询奖的评选。

2020年12月16日8:30会议开始,177名代表参加会议。中国石油工程建设协会理事长汪世宏致辞,汪世宏理事长在致辞中对一年来对协会工作给予支持和帮助的各方表示了感谢,对协会工作,特别是勘察设计专委会的工作给予了表扬和肯定,并对下一步工作提出了希望,指出了方向和目标。

中国石油集团工程股份有限公司副总经理李崇杰发表讲话,肯定了中国石油工程建设协会的行业权威性,肯定了协会的工作,并对今后的工作提出了希望,同时也对会员单位参与行业工作提出了希望,并表示中国石油集团工程建设板块将会一如既往地支持协会的工作,支持协会做好行业的事。

协会副秘书长、勘察设计专委会副主任委员赵玉华代表勘察设计专委会和协会分管的部分工作做了工作报告。赵玉华在报告中向大会报告了勘察设计专委会一年来的工作情况及下一步工作部署,报告了协会勘察设计、科技、质量管理(QC)小组活动、企业信用评价、工程创优及评优咨询、期刊、搭建平台开展技术与交流及向更广阔的平台推荐优秀工程项目及先进人物等情况。从报告中可以看到,协会和勘察设计专委会的工作取得了骄人的成绩。同时,她还对下一步工作进行了部署。

协会常务副理事长杨庆前宣读了2020年度石油工程建设优秀勘察设计奖和本次大会征集的获奖论文的表彰文件。宣读完毕后,石油工程建设优秀勘察设计奖获奖代表胸带写着光荣两字的大红花,在激情澎湃的乐曲中依次走上主席台领奖,拍照留念。

中国石油工程建设协会勘察设计专委会年会圆满结束,之后大会进入石油工程技术与管理交流阶段。这一阶段的会议,不但内容丰富,更重要的是一个站在高层面、高水平的交流。18位作报告的专家来自中国石油、中国石化、中国海油及知名民营企业,他们大部分是长期从事技术与管理的资深专家,其中不乏国家和行业级大师、国务院津贴获得者、企业中高领导等等。他们的报告基本上代表了所属领域的高层次,与会代表均表示收获颇大。

上述两阶段的会议分别由中国石油工程建设有限公司(CPECC)副总经理汪桃义、中国寰球工程有限公司张来勇、大庆油田有限责任公司副总经理庞铁力主持。

12月17日下午,会议进入石油工程建设优秀咨询奖的评选阶段。2020年59个咨询成果申报参加咨询奖的评选,经形式审查后,有48个咨询成果进入大会发布评选阶段。来自中石油、中石化的12位行业资深专家组成了评选专家组,评选分炼油化工组和油气田与储运组,两个专家组均由国家及勘察设计大师担任组长,其他专家全部为教授级高级工程师。通过申报人现场发布、专家质疑、答辩、量化打分等,历时一天半,最终评出获奖成果44项,其中一等奖7项、二等奖15项、三等奖22项。■



根据中缅油气管道施工经验,结合我国油气管道的发展现状,通过大幅提高机械化施工水平,使用国内外先进施工机械,降低人工成本,获得更多经济收益。

大口径管道机械化作业工效及成本研究

■ 吴波



美国奥格DD-1100水平定向钻机

回顾过去,大庆油田在20世纪六十年代建设铁路外运原油库,油库内建有专用铁路线和有关的装油设备。其原油主要就是靠铁路外运,油罐列车每天像长龙一样,将油库的原油源源不断地运向全国各地相关炼油厂。从70年代到80年代末是世界上天然气发展的高峰期,世界上几条最大规模的输气干线都是在这一时期建成的,根据国内外长输管道的设计、建设经验,一般管道口径大于700毫米时,通常称之为大口径管道。西气东输工程采用了1016毫米管径,而之前在四川地区敷设的管道,管径多为80~159毫米。

1 油气管网建设全面提速

截至2010年年底,我国已经建成的油气管道总长度约为8.5万千米,其中天然气管道4.5万千米,原油管道2.2万千米,成品油管道1.8万千米。而到2020年,我国油气管网规模将达到16.9万千米,其中天然气管道里程为10.4万千米、原油管道里程为3.2万千米、成品油管道里程为3.3万千米。到2025年,全国油气管网规模将达到24万千米,全国省区成品油、天然气主干管网全部连通,100万人口以上的城市实现成品油管道基本接入,50万人口以上的城市天然气管道基本接入,天然气用气人口增长到5.5亿人。届时原油、成品油、天然气管网里程将

分别达到3.7万千米、4.0万千米和16.3万千米,石油储备达到发达国家平均水平,天然气(含LNG)储存能力达到400亿方。全国油气管网衔接储运、服务产销的格局初步形成。

根据国家发展改革委和国家能源局发布的《管网规划》中我国的油气管网发展规划,从表1中可以看出,天然气管道建设看出2020年至2025年的发展速度是前5年的2倍,原油管道和成品油管道发展速度两者基本相当,证明了油气管网总体建设上将提速。

表1 我国油气管网发展规划

管道类别	天然气管道 (万千米)	原油管道 (万千米)	成品油管道 (万千米)
2010~2020年①	5.9	1	1.5
2020~2025年②	5.9	0.5	0.7
①年平均增长率	0.59 (万千米)/年	0.1万千米/年	0.15 (万千米)/年
②年平均增长率	1.18 (万千米)/年	0.1万千米/年	0.14 (万千米)/年
发展速度②/①	2	1	0.93

2 管道机械化施工在大口径管道建设中的应用

油气管网建设怎么提速的呢,这就不得不说到管道的机械化施工,例如中国和缅甸间的油气管道施工。

中国和缅甸间的油气管道是我国重要的能源战略通道,建设这条管道对于保障我国能源供应安全具有战略意义。这条跨国管道在缅甸境内全长771千米,原油管道国内段全长1631千米,天然气管道国内段全长1727千米。但是这条管道是施工难度最大的管道之一,管道沿线地形地貌,地质条件复杂,多崇山峻岭。这条油气管道穿越河流部分交付给管道公司下的穿越公司。穿越公司为确保按时完成穿越河流,调

集了最优良的装备(美国奥格DD-1100水平定向钻机)。

为保证管道施工工艺,中石油管道局投入了最先进的技术装备,包括获得国家专利的长输管道全自动切割机(又名数控管道相贯线切割机)。从2011底开始,该机械已经先后应用于非洲的博茨瓦纳、我国的嘉峪关,西安等地。过去都是人工来参与的管道划样切割,全由长输管道全自动切割机替代。Thinkpipe牌长输管道全自动切割机的特殊优势,如下表2。

表2 Thinkpipe牌长输管道全自动切割机的特殊优势

与工厂加工相比	thinkpipe全自动切割机适用于现场切割
与磁力切割设备相比	thinkpipe全自动切割机可以切割螺旋钢管,和其它圆整度不好的管道
与原有设备相比	thinkpipe全自动切割机可以切割3米直径的管道

为保证管道焊接质量,管道公司采用天然气管道切割坡口机,该机械广泛应用于中缅天然气管道的施工和建成后的维抢修工作,并被向其他工程推荐。这种切割坡口机(中缅天然气推荐型)的主要贡献特点如表3。

表3 天然气管道切割坡口机的特点

1	坡口机身锻打,热处理精细,使用寿命长;
2	坡口机械切削,环保安全,不损伤母材,最小限度切削母材,坡口质量优良,满足高焊接要求;
3	坡口机哈弗设计,安装简便,操作简单,运行平稳,作业效率高,减少油气停输时间,提升施工单位经济效益;
4	坡口机结构紧凑,密封好,能在狭小空间和恶劣环境使用,不受作业方向与空间限制(指高空、地表与水下作业);
5	坡口机多用途,通过更换夹具与刀具,一台机器可实现对多种管径管道进行切断、坡口与镗孔修口,降低施工单位采购成本;
6	坡口机动力配置多样,满足各种工况要求(主要为常规场所与防暴场所);
7	坡口机厂家可以根据不同焊接工艺要求,提供各种形式的刀具;
8	坡口机刀具多样,加工坡口角度多样,可调镗孔深度,满足焊接工艺高要求。

3 人类工效学

中缅管道施工给人的一个印象是“热”,在缅甸,管道局中缅管道项目部室外的墙上,挂着一个温度计,指针一直都在40摄氏度以上。像这样高的温度,一身筒装都热得汗如雨下,更何况穿工作服戴安全帽,奋战在施工现场的管道工人。管道X公司根据中缅管道(缅甸段)X标段油气管线所处地区等级,管道设计压力等各项数据,结合管道经过的地形、线路高差、水源点等因素进行综合分析之后,根据人类工效学制定了分段清管测径试压施工方案。科学计算管段里程,虽分段较多,但



减少工人因为天热而患病。人类工效学是一门新兴的边缘学科,这门学科是研究人在生产和工作中合理地、适度地劳动的问题。降低施工工人的患病率,间接为管道公司降低成本。

4 机械化作业节约成本

2015年,西气东输二线重大科技专项获得了重要成果,工程急需的X80高钢级大口径螺旋焊管、直缝焊管、热煨弯管、热拔三通管件等研制成功,合计取得6大系列成果、43项特色技术、25类产品、6种重大装备、17套软件、89项标准、126项专利及95项专有技术。在西气东输二线上用的X80钢管比以往用X70钢管节约钢材约42万吨,为国家节约投资约42亿元。中国石油首次在世界管道建设中,全部采用中国制造的Φ1219毫米X80钢管产品,而进口的X80钢板和钢管则比国产的价格高约30%,使用国产钢管已为国家节约投资约84亿元。

我国所积累的管道基于可靠性设计方法、管材技术指标、高强度管件、管材强韧性匹配、断裂控制等专业技术方面的成果,赢得国际上相关同行高度关注和认可。从实际效果来看,里程261千米工程节约钢材1.26万吨(设计系数取0.8);节约投资约1.26万元。目前国际上没有X90钢管敷设的天然气管道,我国的管道公司业已取得世界管道建设史上的第一,为中国石油天然气集团公司参与国际市场竞争赢得成本优势。

5 结论

将来,机械化施工作业必将大量取代人工作业,不但加快工程建设速度,而且提高经济效益。从成本研究的角度看,生产成本的差异是显然存在的,我们所需要研究的成本是相对成本,与其他国家相比,我们的技术更先进,使我们在竞争中具有比较优势。根据英国经济学家大卫·李嘉图在19世纪初提出的比较优势理论,只要两国之间存在生产成本上的差异,即相对生产成本的存在,国际贸易便会发生。中国石油降低了我国油气的运输相对成本,必将促进我国与邻国之间油气贸易的发展。■

作者单位:东北炼化葫芦岛设计院
(责任编辑 冯尚)

地下综合管廊, 又称“共同沟”, 即在城市地下建设一个隧道空间, 将水、电、气、热、通信等各类市政管线有机综合集约化地铺设在同一条隧道内, 并进行集中管理的大型综合性市政基础设施。国务院及各部委自2015年多次出台政策推进地下综合管廊建设, 并强调在综合管廊建设中, 应优先考虑引入社会资本, 采取PPP模式。对此, 文章就地下综合管廊项目PPP模式展开分析和探讨。

关于地下综合管廊项目 PPP模式的思考

■ 王丽 张文旋



目前, 全国各地政府均大力推广运用PPP模式来建设地下综合管廊项目, 以发挥社会资本投资与运营管理优势, 推动政府基础设施建设投资, 支持地方经济发展。本文介绍地下综合管廊项目应用PPP模式的特点, 以某市正在实施的地下综合管廊及配套工程(一期)项目为例, 分析PPP模式在应用中存在的问题, 并提出对策建议, 为今后推动地下综合管廊项目PPP模式工作提供参考。

1 地下综合管廊运用 PPP 模式的特点

从部分试点城市开展PPP咨询服务情况和率先实现具体项目落地的实践经验来看, 地下综合管廊项目要运用好PPP模式, 必须根据项目特点考虑如下因素。

1.1 实现经济社会效益的周期较长

地下综合管廊建成后, 可以避免传统直埋方式下因管

线扩容、维修等反复开挖道路的额外施工浪费, 减少环境污染; 同时, 综合管廊避免了管线直接与土壤和地下水接触, 延长了管线使用的寿命, 降低成本。但这种“节约”是在管廊整个的设计使用年限(一般都在100年左右)中逐渐实现的, 有一个漫长的过程, 而地下综合管廊的建设却需要短期内一次性投入。因此, 其经济效益与社会效益需要在很长一段时间中才能逐渐显现出来。

1.2 建设费用高

物业管理及运营维护费用低。地下综合管廊往往需要在前期投入大量的建设资金, 同步配套完善的消防设施及监控设施。而建成后的物业管理则相对简便, 通常情况下通过配套的监控设施即可完成对整体地下综合管廊的监控管理, 与高昂的建设费用相比, 运营维护费用之低几乎可以忽略不计。而日常运营维护的频度和强度相较于传统直埋方式也大大降低。

1.3 管线单位入廊协调难度大

地下综合管廊集中修建,里面铺设各种市政管线,包括水、电、气、热、通信等,各管线分别属于不同的使用单位和所有人,其中有国企也有私企,有央企也有地方企业,协调难度很大。对管线建设单位而言,入廊的短期效益并不明显,减少管线重置等长期效益在未来才能显现出来,这也是管线单位的积极性不高的原因之一。

2 实践分析

2.1 综合管廊及配套工程(一期)项目

该市地下综合管廊工程总体规划为:到2030年建设综合管廊80多千米,总投资(包括主体工程、附属及配套设施、廊内管线等)80多亿元,其中近期(2015年~2020年)规划建设综合管廊51.5千米,总投资近50亿元,远期(2021年~2030年)规划建设综合管廊32.5千米,总投资(包括主体工程、附属及配套设施、廊内管线等)30多亿元。目前,正在实施的地下综合管廊及配套工程(1期)PPP项目,建设内容主要是多条道路修建长11千米的地下综合管廊工程和市政道路工程,总投资10多亿元。

2.2 主要问题

2.2.1 实现经济社会效益周期长

该项目建成后,可以避免传统直埋方式下因管线扩容、维修等反复开挖道路的额外施工浪费,减少环境污染;同时,综合管廊避免了管线直接与土壤和地下水接触,延长了管线使用寿命,降低成本。但这种“节约”是在管廊整个的设计使用年限中逐渐实现的,有一个漫长的过程,而该项目的建设却需要短期内一次性投入。因此,其经济效益与社会效益需要在很长一段时间中才能逐渐显现出来,这对社会资本的投融资能力提出了严峻的考验。

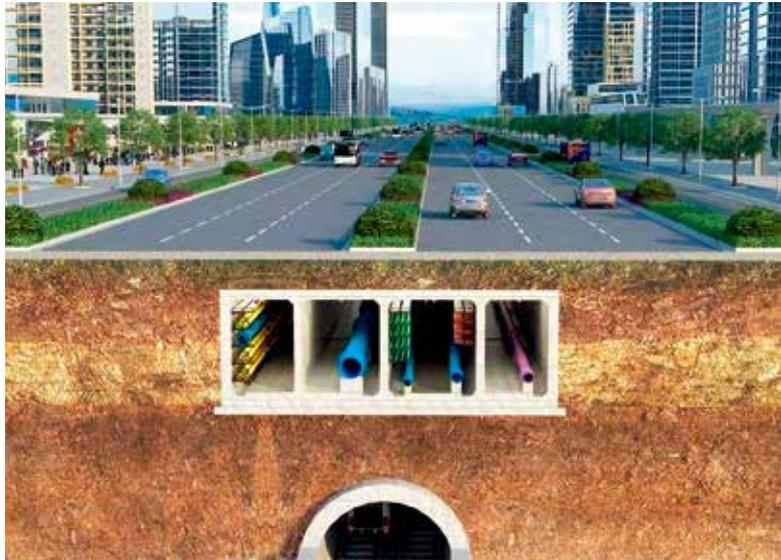
2.2.2 管线单位入廊协调难

该项目集中修建,里面铺设各种市政管线,包括水、电、气、热、通信等,各管线分别属于不同的使用单位和所有人,其中有国企也有私企,有央企也有地方企业,协调难度很大。对管线建设单位而言,入廊的短期效益并不明显,减少管线重置等长期效益在未来才能显现出来,这也是管线单位积极性不高的原因之一。另外,该项目也涉及在老城区修建,如何协调该部分管线单位入廊将是下一步工作的难点,同时也影响社会资本方投资该项目的不确定性。

3 建议

3.1 合理设置合作期限

根据住建部数据,50年地下综合管廊的建设费用为1.2亿元/km,50年地下直埋管线的建设费用为0.73亿元/km;50年地下综合管廊的维修运行费为0.4亿元/km,50年地下直埋



管线的维修运行费为0.93亿元/km。与地下直埋管线相比,新建管廊的初始建设成本较高,但维修运行费用较小。地下综合管廊经济社会效益的实现需要一个非常漫长的周期,相应的PPP合作期限也应适当增长。相较于道路等其他基础设施PPP项目,地下综合管廊项目的合作期限一般建议不低于25年,我们将该项目设置为30年(即2年的建设期及28年的运营期)。

3.2 要求新建管廊区域所有管线入廊

为解决入廊难的问题,我在地下综合管廊PPP项目实施初期,就成立包括市政府领导、财政、发改等部门负责的项目推进领导小组。由领导小组办公室负责出面会同各部门单位建立协调网络,明确各部门单位的相关联系人、责任人,定期召开联席会议,并于合适的时间节点签署各管线使用单位的入廊协议。同时,牵头单位向电力、排水、燃气、通信等单位明确,在即将建成综合管廊的区域中,凡是已经在管廊中预留管线位置的,相关管线单位不得再另行安排管廊以外的管线位置。对于在地下综合管廊以外的位置新建管线的,规划部门不予许可审批,建设部门不予施工许可审批,市政道路部门不予掘路许可审批。对于已在老城区布有管线的单位,也动员将其管线入廊。

4 结语

随着城市化进程的飞速发展,需综合利用土地资源,综合管廊正符合此原则。地下综合管廊的建设对城市的发展起到至关重要的作用。结合PPP模式,如果合理对项目进行设计,在多方面的支持下,地下综合管廊也是收益长期稳定的好项目。■

作者单位:中国石油工程建设有限公司新疆设计公司
(责任编辑 冯尚)

大型球罐安装过程中工序多且复杂,做好球罐安装过程中的施工管理、质量控制、安全管理是非常重要的,特别是施工过程中每道工序的质量控制是重点管理工作也是监造好合格球罐的重要保障。

球形储罐安装过程中的质量控制

■ 宋广富 崔升龙

1 前言

随着科学技术的进步与发展,球形储罐已广泛用于压力容器行业,尤其是在炼化、石油化工、天然气行业中得到广泛使用。某石化压力罐区装置是由东北炼化吉林设计院承担设计和EPC总承包工作、公开招标选定国内三个优质球罐制造安装单位制造安装。从球罐设计到安装,在不同阶段全过程设置了产品质量控制点,使压力球罐制造到安装始终处于严格的质量控制状态,使球罐安装的各环节得到了质量保障,确保了球罐的制作质量和安装质量。下面仅对球罐组对安装过程中的施工准备、材料进场检验、组对安装、焊接、无损检测、热处理、试压检验、防腐等方面进行质量控制简述,为今后更好地项目总承包管理奠定基础。

2 施工准备阶段质量控制

球壳板已制造完成或制造进度能够满足现场安装需求,球罐安装现场土建基础工程基本结束,地下管道及影响球罐安装的地下工程施工完成,球罐安装中标单位已明确时,总承包单位就进入了全面实施工程安装阶段的施工管理。在这个阶段,总承包单位控制质量的主要项目是审查球罐安装单位资质、人员资质、施工组织设计、质量计划、各阶段施工方案等。项目开工之前,应重点审查总承包单位项目管理机构的质量管理体系、技术管理体系、质量保证体系,确能保证工程项目施工质量时予以确认。对质量管理体系、技术管理体系和质量保证体系,应审核以下内容:(1)质量管理技术管理和质量保证的组织机构;(2)质量管理技术管理制度;(3)专职管理人员和特种作业人员的资格证、上岗证。对球罐安装单位的资格审查需查看以下内容:(1)球罐安装单位的营业执照、企业资质等级证书、特殊行业施工许可证;(2)球罐安装单位业绩;(3)承担工程的内容和范围;(4)专职人员和特种作业人员的资格证、上岗证等。工程是否具备开工条件,

重点检查球罐安装单位的材料物质准备、人员准备、技术准备、施工环境准备等。工程开工应具备以下5个条件:①施工许可证已获政府主管部门批准;②征地拆迁工作能满足工程进度的需要;③施工组织设计已获总监理工程师的批准;④承包单位现场管理人员已到位,机具、施工人员已进场,主要工程材料已落实;⑤进场道路及水、电、通讯等已满足开工要求。在审核各类施工方案时,根据不同类别与级别,依照总承包单位审查施工方案管理规定,不但专业工程师认真阅读审核,必要时需进一步向总承包院内有关部门申报审核批准。由于总承包单位的管理到位和负责任的有效控制方法,经初审审核修改的施工组织设计及各种施工方案做到了施工程序准确、保证质量措施得当、质量检验手段符合规范要求等效果,为事先控制工程质量起到了良好作用,也为监理、业主单位的审批起到了积极的把关作用。施工准备阶段总承包单位主要质量控制内容及控制方法详见表1。

3 球罐材料进场质量控制

对于球壳板进场材料质量控制是球罐组对前比较重要的质量控制环节,虽然球壳板出厂时逐一进行检查,但通过运输后必须再次逐张严格检查、检测,严格把好材料进场质量关,杜绝残次材料用于工程。球壳板制造完发到施工现场时,要有如下随机资料:竣工图样,出厂合格文件(其中包括质量计划和检验计划,主要受压元件复验合格报告,材料清单,几何尺寸及外观检查报告,焊接记录,热处理曲线及报告,无损检测报告,产品焊接试件检验报告,产品铭牌拓印图),设备制造当地开具的特种设备制造监督检验证书等。球壳板运输到现场后依照球形储罐施工规范再次进行全面检查和抽查,每整张球壳板表面不允许有裂纹、气泡、结疤、折叠、夹杂、分层等缺陷。对现场球壳板进行厚度抽检,抽检数量不能少于板总数的20%,其次对球壳板的曲率及几何尺寸进行复检。对球罐支柱的检查包括,支柱直线度和地板的垂直度检

查, 直线度 $\leq L/1000$ 且 $\leq 10\text{mm}$, 垂直度 $\leq 2\text{mm}$, 支柱全长偏差为 3mm 。对施工地点要求, 施工地点要达到三通一平, 施工设备, 工装卡具要摆放合理, 开工报告已审批。有关球壳板的抽查项目及比率详见表2。

表1 施工准备阶段质量控制表

序号	质量控制点	主要控制内容, 控制方法, 验收标准	质量级别	备注
1	施工组织设计	组织机构及职责; 质量、技术管理制度; 进度、质量、安全控制管理措施; 主要施工方法及准备; 资源配置计划等。审查核对; 所有措施及配置应满足工程进度及质量管理要求; 符合GB50094-2010有关规定。	A	
2	分包资质报验	必须获得球形储罐现场组焊许可, 并建立压力容器质量管理体系; 储罐单位营业执照、企业资质等级证书; 储罐单位业绩; 专职人员和特种作业人员的资格证、上岗证; 审查核对, 应符合GB50094-2010 GB50319。	A	
3	管理人员资质报验	主要责任人获国家建造师或部颁职业资格证书; 质量负责人要有相应资质证书; 管理人员应专业对口并中级职称以上人员至少占50%。审查核对。	B	
4	任命文件	球形储罐安装质保工程师及责任人员任命文件; 审查核对。	B	
5	压力容器施工告知书	储罐安装单位向当地特种设备安全监督机构告知, 并获得准许。审查核对。	B	
6	工程质量计划报验	质量管理体系; 关键工序的质量保证措施; 质量检验机构、器具; 分阶段质量检验计划; 审查核对。	B	
7	图纸会审	协助监理组织图纸会审会议; 设计技术交底; 协助监理形成图纸会审纪要。	A	
8	开工报告	开工前应审查工程承包单位现场项目管理机构的质量管理体系、技术管理体系和质量保证体系予以确认; 开工应符合GB50319相关要求。审查核对。当具备条件时签认开工报告, 并逐级申报。	A	
9	施工方案	各类施工方案中首先上报的是: 1. 储罐组对吊装方案; 2. 焊接方案; 3. 无损检测方案; 4. 脚手架搭设施工方案, 其他方案随工程进展陆续上报审核。审查核对。重点查看施工程序、施工工艺、施工方法、保证工程质量措施、相关检验检查标准等。符合GB50094-2010。	A	

表2 球壳板零部件进场质量控制表

序号	质量控制点	主要控制内容及方法	验收标准 (允许偏差)	备注
1	球壳板厚度	厚度检测, 抽查20% (34板检7张, 54板检11张), 每张板不少于5点	符合图样要求 符合GB50094	若发现不合格加倍检查, 再不合格逐张检查
2	球壳板外形尺寸	1. 板曲率, 样板尺逐张检查	与样板间隙 $e \leq 3\text{mm}$	按图样及GB50094要求检查
		2. 长度方向弦长	$\pm 2.5\text{mm}$	
		3. 任意宽度方向弦长	$\pm 2.5\text{mm}$	
		4. 对角线弦长	$\pm 2.5\text{mm}$	
		5. 两条对角线间的距离	$\leq 5\text{mm}$	
3	球壳板焊接坡口表面	1. 平面度	≤ 0.04 倍板厚, 且不大于 1mm	
		2. 表面粗糙度	$Ra \leq 0.025\text{mm}$	
		3. 缺陷间的极限间距	应 $\geq 500\text{mm}$	
		4. 表面洁净度	熔渣与氧化皮清除干净, 表面不应有裂纹和分层	
		5. 高强钢 (07MnNiMoDR) 坡口表面磁粉或渗透检测	抽查数量不少于20% (T-0501A-D检4台)	
4	球壳板焊接坡口几何尺寸	1. 坡口角度	$\pm 2.5^\circ$	符合图样
		2. 坡口钝边及坡口深度	$\pm 1.5\text{mm}$	符合图样

续表

序号	质量控制点	主要控制内容及方法	验收标准 (允许偏差)	备注
5	球壳板周边超声检测	板周边100mm范围内全面积超声检测, 抽查不少于20%板数	符合JB/T4730, 合格等级A级	若发现缺陷, 加倍抽查, 仍有缺陷逐件检测。
6	支柱检查	1. 支柱全长度	允许偏差 $\leq 3\text{mm}$	
		2. 底板与支柱垂直度	$\leq 2\text{mm}$	
		3. 支柱全长直线度	\leq 柱全长 $1/1000$ 且不大于 10mm	
		4. 现场组焊上、下段柱接口偏差	不大于 1% 柱径, 且不应大于 4mm	
7	组焊件的检查	1. 上段支柱与赤道板组焊后曲率(用1m样板尺检查)	间隙 $e \leq 3\text{mm}$	
		2. 上段支柱直线度偏差	\leq 上段柱长 $1/1000$ 且不大于 2mm	
		3. 极板组焊后, 人孔、接管位置、外伸长度偏差, 球壳板曲率及接管法兰安装允许偏差。	符合GB50094第5.3.1条要求。	
8	球壳板油漆、包装和运输检查	1. 球壳板内外表面	符合设计注明, 除锈、涂底漆两道, 符合JB/T4711	
		2. 坡口边缘50mm范围内	涂可焊性涂料或易去除的保护膜	
		3. 每块球壳板的编号、钢号、炉批号标记。	应白色油漆框出	
		4. 运输及存放	用钢结构托架, 重叠块数不超6块, 每个运输包装件不超30t	
		5. 所有加工件表面	应涂防锈油脂并妥善保管	

4 现场球罐组对质量控制

启动球罐组对工序表明安装工程进入了实施阶段。此时, 应报验审批完成所有施工准备阶段申报的报审材料, 特别是球罐组对吊装施工方案、焊接方案、球罐内外脚手架搭设施工方案, 另球罐材料进场报验、焊接工艺评定、焊材报验、焊材储存及烘干系统报验等全部检查验收通过。球罐组对安装前, 还对基础各部位尺寸进行检查和验收, 其允许偏差应符合GB50094表5.1.1《基础各部位尺寸允许偏差》的要求。对不符合要求, 偏差超标的部位坚决不予验收, 要求基础施工单位整改至合格为止。通过实践表明, 球罐组对前基础各部位尺寸检查是质量事后控制, 尺寸偏差已继承事实, 经常出现基础底板平整度超差、螺栓中心与基础直径超差等现象, 超差部位不易整改。为控制好基础各部位控制尺寸, 建议在土建施工混凝土之前即钢筋工序完成后, 总包、监理、安装单位(有条件时)的安装工程师同土建工程师共同控制安装允许偏差, 这有利于球罐基础各部位的质量控制, 能够减少不同专业工序交接时的扯皮现象和事后整改工程量。

球罐组对吊装时要控制好安装组对质量, 更重要的是保证安全吊装组对, 要求吊装全过程计算准确, 锚点牢固。天气方面不得在雨天、大风天、能见度低的大雾天进行球壳板吊装作业, 吊装组对时要有防风固定措施, 不得拖延拉杆锁定

工序, 及时完成拉杆锁定工作, 全面控制好安全施工过程。

随着压力球罐组装的不断改进, 当前球罐组对方法多样, 各球罐安装单位都有自己比较成熟的方法, 其关键是组对吊装方法必须安全可靠, 吊装方法要有利于工程施工还要有利于控制球壳组对质量。球罐组装的合格与否是影响球罐焊接质量的重要环节, 所以球罐组装必须严格按照要求组对, 为下一步球罐的焊接施工打好基础。有关球壳板组对控制质量参见表3。

5 球罐焊接质量控制

球罐焊接是控制球罐整体质量的重要环节, 焊接质量在很大程度上决定了球形储罐的整体质量和使用安全性, 而所焊焊缝通过焊接工艺评定合格或者具有经过评定合格的焊接工艺规程(WPS)支持对保证其质量是至关重要的。球罐正式施焊前必须按JB4708-2000进行焊接工艺评定, 按立焊、横焊和平焊加仰焊三种焊接位置分别评定, 并达到相关标准和技术要求的规定。焊接应在焊接工艺评定所确认的范围内进行, 严格控制焊接线能量和层间温度, 选择较小的焊接线能量, 多道施焊, 确保焊接的冲击韧性指标。在焊接工序中, 焊接人员是重要因素, 焊接人员属于特殊工种, 必须持有质量技术监督部门颁发的锅炉压力容器焊工考试合格证, 还得

表3 球壳板吊装组对质量控制表

序号	质量控制点	主要控制内容及方法	验收标准 (允许偏差)	备注
1	球罐组对吊装方案	修改完成, 定稿。具有施工指导意义, 检查核对	监理、业主审批通过	
2	球罐焊接施工方案	修改完成, 定稿。具有施工指导意义, 检查核对	监理、业主审批通过	
3	球壳板零部件进场报验	随机资料完整、合格, 现场检查、检测数据合格通过	材料报验监理审批通过	
4	吊装组对安全、技术交底	交底内容符合审批方案, 质量控制到位, 监督交底	交底文稿符合格式, 内容完整, 检查通过	
5	工卡具、吊装锚点焊接	焊接工艺及方法, 焊接面积及角焊缝高度	符合球壳板焊接工艺指导书, 施工方案	
6	组装定位焊	焊接工艺及方法, 定位焊长度、间距, 加热温度	符合焊接指导书, 定位焊及工卡具的焊接要与正式焊接完全相同。宜在初焊层背面, 定位焊长度不小于80mm, 间距300~500mm	
7	球壳板组对间隙、错边量、棱角、直径差	1. 间隙, 每500mm测量一点	2mm ± 2mm	
		2. 错边量, 每500mm测量一点	不大于板厚1/4, 且不大于3mm	
		3. 棱角, 用弦厂1m样板尺检查	不大于7mm	
		4. 最大、最小赤道截面直径差, 检测	小于3‰球罐内径, 不应大于50mm	
8	球形储罐赤道带组装时	1. 每块板的赤道线水平误差	不宜大于4mm	
		2. 相邻两块板的赤道线水平误差	不宜大于5mm	
		3. 任意两块板的赤道线水平误差	不宜大于8mm	
9	球形储罐赤道带组装后	1. 每块板的赤道线水平误差	不宜大于2mm	
		2. 相邻两块板的赤道线水平误差	不宜大于3mm	
		3. 任意两块板的赤道线水平误差	不宜大于6mm	
10	球罐支柱	径向、周向垂直度。检测	小于支柱高度的1.5‰, 且不大于15mm	

持有现场临焊前业主、监理、总承包组织的焊工培训考试合格证书, 证明其有能力进行球罐焊接工作, 绝不允许不合格焊工和无证焊工上岗。在球罐正式焊接前最好是对所有参加球罐焊接的焊工进行同材质、同板厚、同工艺的模拟焊接培训, 使焊工熟悉焊条性能、操作要点、工艺要求、热输入控制方法等。焊接工艺是指导焊接人员的工作命令书, 焊接人员要严格按照焊接工艺执行, 选择的电焊机要符合焊接工艺要求。焊接现场的自然环境控制也是球罐焊接的重要环节, 焊接环境如遇特殊天气除非有一定有效的措施才能焊接, 否则应停止焊接, 如: 雨天及雪天, 采用人工焊接方法焊接时风速超过8m/s, 焊接环境温度在-5摄氏度及以下, 相对湿度在90%以上, 焊接环境温度和湿度在球罐外表面0.5米至1米处

内测量。焊材管理也是重要的环节之一, 焊材要复验合格, 并且扩散氢试验数据要符合相关标准, 焊条应按说明书要求烘干, 低氢焊条应按350摄氏度到400摄氏度恒温1小时要求烘干, 烘干后焊条存在100摄氏度到150摄氏度的恒温箱中随用随取, 焊条存在焊工保温桶内时间不应超过4小时, 超时应重新烘干, 重复烘干次数不应超过2次。焊接时球壳板要按焊接工艺评定报告和焊接指导书以及相关规范要求预热, 预热宽度为每侧距焊缝中心板厚的3倍, 且不应小于100毫米, 测温点距焊缝中心50毫米处对称测量。焊接层间温度应在150℃至250℃之间。焊缝各层焊接错开50毫米以上, 每层焊缝焊完后, 应打磨清理与焊层齐平后方可进行下层焊接, 因故中断焊接时须立即进行焊后消氢处理, 再行施焊前进行预

热,并确认无裂纹后再按原评定合格的焊接工艺要求继续施焊。焊接线能量应根据球壳板的材质、厚度、焊接位置和预热温度等,由焊接工艺或焊接作业指导书确定,对于高强度(07MnNiMoDR)和板厚大于38毫米的碳素钢、板厚大于25毫米的低合金钢,应进行线能量测定和严格控制。受压焊缝焊后应立即进行焊后消氢处理,后热温度至少为200℃~250℃,保温0.5h~1h。双面焊对接焊缝单侧焊接后应进行背面清根,

当焊缝用碳弧气刨清根时,必须用砂轮磨掉渗碳层,修整刨磨使其成U型,槽底半径应控制R=5mm左右,坡口形成后应按JB/T4730-2005进行100%PT检测,按GB12337-2010验收。焊接完成后再次对球罐几何尺寸进行检查,球罐直径,包括赤道板间直径检查和两极之间的直径检查,检查结果应符合GB50094-2010规范标准。焊缝外观质量,包括焊缝宽度,焊缝余高,焊接后的错边量和棱角值的检查,焊后焊缝不许存

表4 球罐焊接质量控制表

序号	质量控制点	主要控制内容及方法	验收标准 (允许偏差)	备注
1	焊工资质控制	报验特殊工种资质,查有效证件 焊前组织培训考试,检查核验	GB50094-2010 特殊工种样本	
2	焊接设备、材料控制	1. 焊接设备报验,其设备参数符合工艺评定要求。	GB/T3965	
		2. 焊材合格证,按批号焊条扩散氢复验。	GB50094-2010	
		3. 检查焊材存放及烘干系统是否规范,是否符合管理标准。	样板焊材库	
		4. 建立焊材保管、烘干、发放制度,建立管理台账,设专人负责管理。	JB/T3223	
3	施焊环境控制	指定专人对天气情况(温度、湿度、风速)进行检测,当环境条件不准时严禁施焊。	GB50094-2010	
4	焊接顺序控制	合理安排焊接顺序,偶数焊工(至少10名)对称均布,同步施焊,先外后内,先下后上的原则。	GB50094-2010	
5	焊接线能量控制	专业质检员采用控制每根焊条熔敷长度的方法来控制线能量,选择较小的焊接线能量,多道施焊。严格工艺纪律,查焊接记录,现场测试。	GB50094-2010 报验通过的焊接工艺评定报告	
6	预热、道间温度、后热处理控制	1. 施焊过程中时时监控预热温度,设专人监控预热、测温,确保焊接预热。	GB50094-2010 焊接指导书	
		2. 严格控制规定的预热和道间温度,测温位置应符合规范要求。	GB50094-2010 后热温度200~250℃, 恒温0.5h	
		3. 焊后必须立即进行后热处理,后热处理后保温状态下冷却。		
7	单侧焊后背面清根处理	1. 清根尺度、清根半圆弧度,检查测量。	R=5mm左右	
		2. 用砂轮修整清根面,磨除渗碳层。	GB50094-2010	
		3. 磨后磁粉或着色检查。		
		4. 高强度气刨时须预热。	同焊接预热温度	
8	焊缝尺寸检查	1. 对接焊缝棱角。	不大于10mm	
		2. 两极间及赤道截面最大最小内直径之差。	小于设计内径7%,且不大于80mm	
		3. 两极间及赤道截面最大最小内直径与设计内径之差。	小于设计内径7%,且不大于80mm	
		4. 焊缝宽度。	比坡口每边增宽1~2mm	
		5. 焊缝余高。	GB50094-2010表7.1.1	
		6. 按疲劳分析设计球罐焊缝余高。	表面平齐,不留余高	
		7. 所有焊缝不得有咬边现象。		

在咬边现象,对已产生的咬边缺陷必须全部清理消除,球罐支柱的垂直度再次进行检查,有不合格项时应采取措施进行修补。球罐焊接质量控制参见表4。

6 球罐无损检测质量控制

无损检测是球罐整体焊接完对焊接质量的一个重要检验指标,因此无损检测人员必须取得相应资格证书后才能承担与资格证书的种类和技术相对应的无损检测工作,从事无损检测人员必须持证上岗、实事求是,决不允许能虚作假。球罐无损检测应符合以下规定:进行100%无损检测的对接焊缝,采用射线检测时射线检测技术等级不应低于AB级,合格级别不低于Ⅱ级,超声检测技术等级不应低于B级,合格级别不应低于Ⅰ级,其次,按设计图样要进行局部无损检测的对接焊缝,采用射线时,射线检测技术等级不应低于AB级,合格级别不应低于Ⅲ级,超声检测技术等级不应低于B级,合格级别不应低于Ⅱ级。经100%射线或超声检测出缺陷时,应清除缺陷并焊接修补,对焊接修补部位按原位置重新检测,检测结论直至合格。局部检测的对接焊缝,在检测部位发现超标缺陷时,还应在检测部位两侧的分别增加 ≥ 250 毫米的补充检测,如果仍然存在缺陷,这时应该对焊缝进行全部的检测,保证球罐焊接完的整体质量要求。对接焊缝经无损检测合格后,应按设计图样和焊缝排版图对检测的焊缝部位标记,做出射线检测部位示意图,以便后期的复检。在球罐水压试验前及热处理前应对焊缝进行磁粉检测或者渗透检测,宜优先采用磁粉检测。水压试验后也应该对检测部位进行磁粉检测或者渗透检测,其中包括补强圈、垫板、工卡具打磨等部位的检测。

7 球罐整体热处理质量控制

球罐的整体热处理是消除焊接应力的有效手段,球罐整体热处理前,球罐受压元件连接的焊接工作必须全部完成,包括垫板及其他附件,无损检测全部完成而且必须合格,产品焊接试板已放置好,申报热处理方案已审批通过。另外热处理之前还必须做好防雨、防风、防火和停电的有效措施。热处理时必须遵照国家相关标准和技术工艺要求和已审批的热处理方案,严格控制升温、保温、降温中的温度,确保热处理质量。热处理保温系统、测温系统须符合GB50094-2010规范要求,测温仪表系统效验合格,热处理设备报验通过。热处理中柱脚位移的处理,支柱始终处于垂直状态,热处理过程中要检测位移值和支柱垂直度,及时作出适当调整,做好记录和报验工作。

8 球罐耐压试验质量控制

球形储罐必须按设计图样规定的试验方法进行耐压试

验。耐压试验除图样特别注明外一般液体水压试验。耐压试验的主要目的在于检验球罐的整体强度、对容器选材、设计计算、结构及制造质量的综合性检查。通过短时超过设计压力值的试验,可以减缓局部区域的峰值应力,在一定程度上起到消除或降低应力,使应力分布趋于均匀的作用。短时超压还可以使裂纹产生闭合效应,钝化了裂纹尖端,使容器在正常工作压力下运行更安全。耐压试验前应零部件焊接工作全部完成并检验合格、已完成热处理、产品焊接试件检验合格、支柱找正和拉杆调整完毕,另耐压试验和泄漏试验方案已审批通过,压力表效验合格。打压注水时依照规范GB50094-2010要求及时进行沉降观测,严禁带压处理泄漏点,严禁球罐有压力时碰撞和敲击,试压检验完成泄水时应缓慢放水须符合规范和方案要求。

9 球罐内外防腐质量控制

球罐防腐是泄漏性气密试验前的最后一道施工工序,球罐防腐含外防腐和内防腐,内防腐可在耐压试验后施工,但球罐外防腐建议在球罐顶部工艺管道、球罐外围消防管道、球罐辅助钢结构等,全部施工完成后进行防腐作业,这有利于防腐后的油漆成品保护。装置有7台球罐是进行了ZARE内防腐,其主要作用是球壳阴极保护抗硫化氢腐蚀,则防腐作业时除锈级别高于外防腐,除锈Sa3.0级,另还要求喷砂后表面粗糙度大于80微米以上,必须保证附着力。球罐内防腐工序中主要质量控制方面是:喷砂除锈、喷涂合金丝运行轨迹、喷涂合金丝厚度、封闭剂封闭效果等。罐内防腐作业时应特别注意有限空间安全施工,杜绝违章作业。罐外防腐的主要质量控制点是:材料进场报验、现场取样复检、除锈等级、底漆厚度、中间漆面漆厚度等,喷漆后其检测厚度必须达到图样要求或规范要求。另球罐防腐作业时避开雨天、雾天,还要避开结露时间段。球罐外防腐也是高危作业,应有完备的安全措施和安全许可,不许违章作业。

球形储罐安装质量控制是一项重要的系统工程,质量控制不仅是管理人员的主要工作也是参加工程建设所有人的重要职责。为确保球罐安装质量,在不同阶段、不同工序中设置质量控制点和检查检验标准,而且全员认真执行已确立的质量标准和考核指标,是非常必要的,应严格执行。在质量全过程管理中要特别重视质量事先控制,关切质量事中控制,关注质量事后控制。在压力球罐组对安装、焊接、无损检测、热处理、试压检验等各环节中,认真执行质量控制检验计划,控制质量控制点,严格依据设计文件和相关施工验收规范检查检验是重要的质量控制活动,也是建设合格、优质压力容器球罐的根本保障。■

作者单位:中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院

(责任编辑 冯尚)

由于钢结构广泛应用于工业与民用建筑,考虑到工程的实际紧迫性和经济合理性要求,钢结构经常处于负载情况下加固,这与传统设计有很大不同,按传统计算方法进行加固设计会出现不安全的隐患。

钢结构负载情况下的加固设计

■ 朱杰

考虑施工、生产以及费用等因素,工业生产装置中的钢结构一般是在负载情况下进行的加固,负载下焊接增大截面加固方法是最常用的方法,但理论研究却不多见。结构工程师经常利用传统计算方法,忽略结构负载水平,一次性加载计算补强。由于钢结构负载存在初始变形,钢结构新增截面的应力滞后不能充分发挥强度,导致加固设计存在安全隐患。我们对现行国家标准CECS 77: 96《钢结构加固技术规范》和YB9257-96《钢结构检测评定及加固技术规程》在负载加固条件、计算准则和计算公式等进行对比,分析两本规范以及传统方法计算结果的差异。

1 加固条件

为了确保钢结构在负载情况下加固施工过程中结构的安全性以及加固后结构承载可靠性,通常用应力比限值作为负载加固条件。YB9257-96和CECS 77: 96应力比限值。

应力比限值越严格,构件负载加固越安全,但负载加固应用的范围就越小;应力比限值越松,会影响加固施工安全,而且原构件加固时的变形很大,加固后新增加固件的应力滞后效应越严重,加固效果不明显。CECS 77: 96规定的应力比限值条件比YB9257-96要严得多,建议规范时适当增大应力比限值是适宜的。

2 腐蚀降低系数

两本规范在腐蚀方面的折减系数上存在较大不同,同等腐蚀条件下CECS 77: 96强度腐蚀降低系数比YB9257-96小得多。

3 计算准则

3.1 原构件截面边缘屈服准则

加固前荷载由原结构构件承担,加固后增加荷载由组合

截面共同承担,强度控制条件是原构件截面边缘屈服,即:

$$\sigma = \sigma_0 + \Delta\sigma_0 \leq f \quad (1)$$

式中:

- σ ——加固后原构件截面边缘应力(N/mm^2);
- $\Delta\sigma_0$ ——加固后增荷作用下,原构件边缘增加应力(N/mm^2);
- σ_0 ——加固前原构件边缘应力(N/mm^2)。

3.2 全截面边缘屈服准则

加固后新、旧截面塑性变形应力重分布,不考虑应力滞后效应,采用加固折减系数来保证承载能力:

$$\sigma \leq kf \quad (2)$$

式中:

k ——强度折减系数。

3.3 规范采用的屈服准则

YB9257-96对承受动力荷载的加固构件采用方法一,对承受静力荷载的构件采用方法二。CECS 77: 96采用方法二,但对不同的使用条件规定了不同的折减系数见表3。

4 强度计算公式

两本规范对于强度计算的细节考虑有很多不同,见表下面表中:

- N_1 、 N ——分别为加固前后构件所受轴心力(kN);
- M_{x1} 、 M_x ——分别为加固前后构件绕强轴弯矩($kN-m$);
- I_{nx} ——加固后截面净截面惯性矩(mm^4);
- A_n^0 、 A_n ——分别为加固前后净截面面积(mm^2);
- W_{nx}^0 、 W_{nx} ——分别为加固前后对强轴净截面模量(mm^3);
- W_{ny} ——加固后对弱轴净截面模量(mm^3);
- f_y ——钢材屈服强度标准值(N/mm^2);
- f ——钢材强度设计值(N/mm^2);
- η_n 、 η_m 、 η_{Em} ——分别为轴心受力、受弯和偏心受力加固

强度降低系数;

表 计算公式比较

受力状态		CECS 77: 96		YB9257-96				
		CECS 77: 96		承受静力荷载	承受动力荷载	强度折减系数		
		强度折减系数						
		I、II	III、IV					
轴心受力	拉	$\frac{N}{A_n} \leq \eta_n f$		0.85	0.90	$\frac{N}{A_n} \leq kf$	$\frac{N_1}{A_n^0} + \frac{N - N_1}{A_n} \leq f$	0.80
	压			$\eta_{Em} = 0.85 - 0.23\sigma_0 / f_y$				
只受弯		$\frac{M_x}{W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq \eta_m f$		0.85	0.90	$\frac{M_x}{W_{nx}} \leq kf$	$\frac{M_{x1}}{W_{nx}^0} + \frac{(M_x - M_{x1})y_0}{I_{nx}} \leq f$	0.90
拉弯或压弯		$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x + N\omega_{rx}}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y + N\omega_{ry}}{\gamma_y \omega_{ny}} \leq \eta_{Em} f$		0.85	0.90	$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_{nx}} \leq kf$	$\left(\frac{N_1}{A_n^0} \pm \frac{M_{x1}}{W_{nx}^0}\right) + \left(\frac{N - N_1}{A_n} \pm \frac{M_x - M_{x1}}{W_{nx}}\right) \leq f$	0.80
				$N / A_n \geq 0.55 f_y$ $\eta_{Em} = 0.85 - 0.23\sigma_0 / f_y$				

k ——加固折减系数;

γ_x, γ_y ——塑性发展系数;

y_0 ——加固后构件截面形心轴距原构件边缘距离(m);

ω_{rx}, ω_{ry} ——分别为构件对的总挠度(mm)。

5 工程实例

5.1 工程概况

在东北炼化吉林设计院承担的某改造项目中, 钢结构管架立面图如图1, 采用Q345-B钢材。在三层改造部分管道, 管道净重由14 kN/m增加到20kN/m, 物料重由14kN/m增加到20kN/m, 一、二层管道不变(管道净重12kN/m, 物料重12kN/m), 施工时将各层管道中的所有物料放空, 三层拆除部分管道后(布设新管道前)净重减为7kN/m。

5.2 计算工况

计算工况: ①原结构验算是否需要加固; ②卸荷工况验算梁跨中加固初始应力; ③增荷工况计算梁跨中增加应力。按加固完成后的结构, 即将第三层H钢梁跨中的上、下翼缘内面焊接四块100X6的Q345钢板, 加固结点; ④增荷后工况梁端及管架柱强度。结构按加固后的结构, 荷载全部按改造后的荷载。第三层属于振动管道, 按《化工工程管架管墩设计规范》, 对管道竖向荷载和水平推力分别乘以1.3的动力系数。四种工况三层框架梁弯矩。按工况1计算结果, 第三层跨中应力 $332N/mm^2 > f$, 需要加固。

5.3 按YB9257-96

管架支承振动管道, 属于II类条件, $\sigma_1 = M_{x1}/W_{nx}^0 = 24N/mm^2$, $\beta = \sigma_1/f = 0.1 < 0.4$, 满足负荷加固条件。

竖向荷载拉应力: $\sigma_x = \sigma_1 + \Delta\sigma_1 = 123N/mm^2$

水平荷载 M_y 拉应力: $\sigma_y = M_y/W_{ny} = 140N/mm^2$

总拉应力: $\sigma = \sigma_x + \sigma_y = 263N/mm^2 < f$

5.4 按CECS 77: 96

竖向荷载拉应力: $\sigma_x = \frac{M_x}{W_{nx}}/\eta_m = 135N/mm^2$

总拉应力: $\sigma = \left(\frac{M_x}{W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}}\right)/\eta_m = 299N/mm^2 < f$

5.5 按传统设计法

竖向荷载拉应力: $\sigma_x = M_x/W_{nx} = 114N/mm^2$

总拉应力: $\sigma = \sigma_x + \sigma_y = 254N/mm^2 < f$

按CECS 77: 96计算的拉应力最大, 传统方法计算的拉应力最小。按传统计算方法结果偏小, 这是不安全的, 必须引起注意。

6 结论

《钢结构加固技术规范》和《钢结构检测评定及加固技术规程》在荷载加固应力比限值、强度腐蚀降低系数以及屈服准则等方面规定不同, 导致计算结果有较大差异, 建议规范修订时协调统一。

应适当增大应力比限值, 以扩大钢结构增大截面法的应用范围。

在本文算例中, 按《钢结构加固技术规范》计算的应力较按《钢结构检测评定及加固技术规程》计算的应力大10%左右。同时必须注意到按传统设计方法计算的应力较两本规范计算的应力小, 偏于不安全, 结构工程师必须引起充分重视。■

作者单位: 中国石油集团东北炼化工程公司吉林设计院

(责任编辑 冯尚)

利用工业余热资源实现节能减排,在石油天然气行业应优先考虑合适的余热利用方式。本文以某地下储气库注气压缩机的余热利用为例,结合新兴的全流螺杆膨胀机发电工艺,论证了低温余热发电的可行性。

低温余热发电新工艺应用研究探讨

■ 刘亮德



1 引言

我国正处在工业化中后期,工业是主要的耗能领域,也是污染物的主要排放源。我国工业领域能源消耗量约占全国能源消耗总量的70%,主要工业产品单位能耗平均比国际先进水平高出30%左右。除了生产工艺相对落后、产业结构不合理的因素外,工业余热利用率低,能源没有得到充分综合利用是造成能耗高的重要原因。因此,节能减排、降低能耗、提高能源综合利用率作为能源发展战略规划的重要内容,是解决我国能源问题的根本途径,处于优先发展的地位。实现节能减排、提高能源利用率的目标主要依靠工业领域。

2 工业余热资源特点

2.1 余热资源的特点

余热是指通过燃料通过燃烧过程产生的热量在完成某工艺过程后所剩余的有价值的能量,它是可燃物料和一次能源转换过程后的产物,在实际工程中屡见不鲜,例如工矿企业热能转换设备及用能设备在生产过程中排放的废气、废热及废水当等。虽然余热资源来源广泛、温度范围广、存在形式多样,但从余热利用角度看,余热资源一般具有以下共同点:

①由于工艺生产过程中存在周期性、间断性或生产波动,导致余热不稳定;

②余热介质性质恶劣,如烟气中含尘量大或含有腐蚀性

物质;

③余热利用装置受场地、生产工艺等固有条件限制。

因此,工业余热资源利用系统或设备运行环境相对恶劣,要求有宽且稳定的运行范围,能适应多变的生产工艺要求,设备部件可靠性高,初期投入成本高,从经济性出发,需要结合工艺生产进行系统整体的设计布置,综合利用能量,以提高余热利用系统设备的效率。

2.2 余热资源的分类

余热资源属于二次能源,按照温度品位,工业余热一般分为500℃以上的高温余热,200~500℃的中温余热和200℃以下的低温余热三种。

按照来源,工业余热资源可分为:烟气余热,冷却介质余热,废汽废水余热,化学反应热,高温产品和炉渣余热,以及可燃废气、废料余热。

3 工业余热利用技术

3.1 热交换技术

热交换技术是最直接的工业余热利用技术,指在保持能量形态不变的前提下,通过相应的换热设备,将其中的余热能量直接返回给自身的工艺过程热交换技术能降低一次能耗,而且对余热回收基本没有温度限制,技术上已经非常成熟,效率较高。

3.2 制冷制热技术

3.2.1 余热制冷技术

余热制冷技术一般采用吸附式或吸收式的制冷系统,与传统压缩式制冷机组相比,对低品位热能进行有效利用,避免高品位的电力消耗,从而缓解电力供应不足的难题。

吸附式制冷机的制冷工质对种类很多,包括物理吸附工质对、化学吸附工质对和复合吸附工质对,适用的热源温度范围大,可利用低至50℃的热源,而且不需要溶液泵或精馏装置,也不存在制冷机污染、盐溶液结晶以及对金属的腐蚀等问题。吸附式制冷系统结构简单,无噪音,无污染,可用于颠簸震荡场合,如汽车、船舶,但制冷效率相对低,常用的制冷系统性能系

数多在0.7以下, 受限于制造工艺, 制冷量小, 一般在几百千瓦以下, 更适合利用小热量余热回收, 或用于冷热电联产系统。

3.2.2 热泵技术

在工业生产中, 存在着大量的略高于环境温度的30℃~60℃的废热, 如工业冲渣水、冷却废水、火电厂循环水、油田废水等, 热泵技术常被用于回收此类温度低, 但余热量大的余热资源。

热泵通过消耗部分机械能、高温热能和电能等高品质能量, 将低温热源的热量通过制冷热力循环“泵送”到高温热源。当前生产应用的热泵技术中以压缩式热泵为主, 其中水源热泵技术广泛应用于火电厂系统循环水余热、核电厂循环水余热、油田、化工制药等行业余热回收。

3.3 热功转换技术

热交换技术通过降低温度品位仍以热能的形式回收余热资源, 是一种降级利用, 不能满足工艺流程或企业内外电力消耗的需求。此外, 对于大量存在的中低温余热资源, 若采用热交换技术回收, 经济性差或者回收热量无法用于本工艺流程, 效益不显著。因此, 利用热功转换技术提高余热的品位是回收工业余热的又一重要技术。按照工质分类, 热功转换技术可分为以水为工质的蒸汽透平发电技术、全流螺杆膨胀机发电技术, 采用低沸点工质的有机朗肯循环发电技术。就石油天然气行业来看, 一般余热温度较低, 采用蒸汽透平较为困难, 应优先考虑适用于低温余热的有机朗肯循环和全流螺杆膨胀机发电工艺。

有机朗肯循环 (Organic Rankine Cycle, 简称ORC) 是利用有机工质的低沸点特性, 在较低温度下可以获得较高的蒸气压力, 推动透平做功, 从而将低品位热能转换为高品位的机械能和电能。而与ORC工艺相比, 全流螺杆膨胀机则不需要中间有机工质, 热水直接进入全流螺杆膨胀机, 闪蒸膨胀推动膨胀机做功发电。全流螺杆膨胀机的进水压力要求不高, 只要热水能流进即可, 但全流螺杆膨胀机的排汽压力要求很低, 一般为10kPa真空状态。全流螺杆膨胀机的排汽是在冷凝器中冷凝, 凝汽器需要由冷却塔提供冷却水。全流螺杆膨胀机余热发电系统工作原理如图1所示。

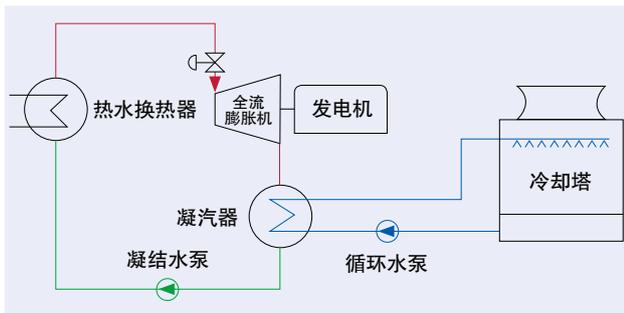


图1 全流螺杆膨胀机余热发电系统原理图

3.4 优先发展的余热利用技术

在上述几种余热利用技术中, 热交换技术、制冷制热技

术的应用都需要在具有热用户或冷用户的条件下应用。然而, 在石油天然气行业, 由于缺少相应规模的热用户, 一般无法通过直接换热等热量利用方式将余热完全利用。

而如果能用热功转换技术将石油天然气行业广泛存在的低温余热资源转换为电力, 以电能为载体, 则可以大大扩展余热资源的应用范围。利用余热发电, 自发自用, 一般均有足够规模的电力用户, 使余热能够被充分利用。因此在石油天然气行业, 余热发电应是优先考虑的余热利用方式。

4 低温余热发电可行性分析

针对石油天然气行业规模较大的低温余热资源, 此次以某地下储气库的注气压缩机余热利用为例, 探究了利用低温余热发电的可行性。该储气库共安装有注气压缩机6台, 每台额定排气量50000Nm³/h, 储气库注气期总运行时间为200天/年。经过计算, 每台压缩机的余热功率如表1所示。

表1 注气压缩机的余热功率

参数	一级中冷	二级中冷	三级中冷
进口温度/℃	89	115	102
进口压力/MPa(g)	9.89	18.80	33.40
出口温度/℃	50	50	65
出口压力/MPa(g)	9.69	18.43	33.00
余热功率/kW	1094	2037	1213

该压缩机一级中冷器强度设计压力11MPa, 二级中冷器强度设计压力22MPa, 三级中冷器强度设计压力42MPa。三级中冷器强度设计压力过高, 余热利用会使超高压换热器换热面积增加六倍, 造成余热利用成本大幅增加。因此暂不利用三级中冷器的热量。采用余热发电前和采用两种余热发电工艺后, 压缩机冷却系统的运行参数计算分别如图2、图3和图4所示。

对比图2~图4可见, 采用ORC余热发电工艺和全流螺杆机余热发电工艺, 可使压缩机用户分别减少外购电功率532kW和578kW。增设两种余热发电装置的经济性对比如表2所示。

由表2可见, 对于储气库注气压缩机, 由于介质压力高, 换热器投资较高, 采用余热利用率较低的ORC发电工艺不能实现盈利, 但采用全流螺杆机发电工艺已能实现微利。因此可以预见, 采用全流螺杆膨胀机余热发电工艺利用低温余热资源实现节能减排是可行的。

5 结论

我国余热资源总量较大, 但存在形式多样, 具有不稳定性, 而且受到固有生产工艺的条件限制, 没有一种余热利用技术能适合所有余热资源。



图2 仅水冷不发电运行参数

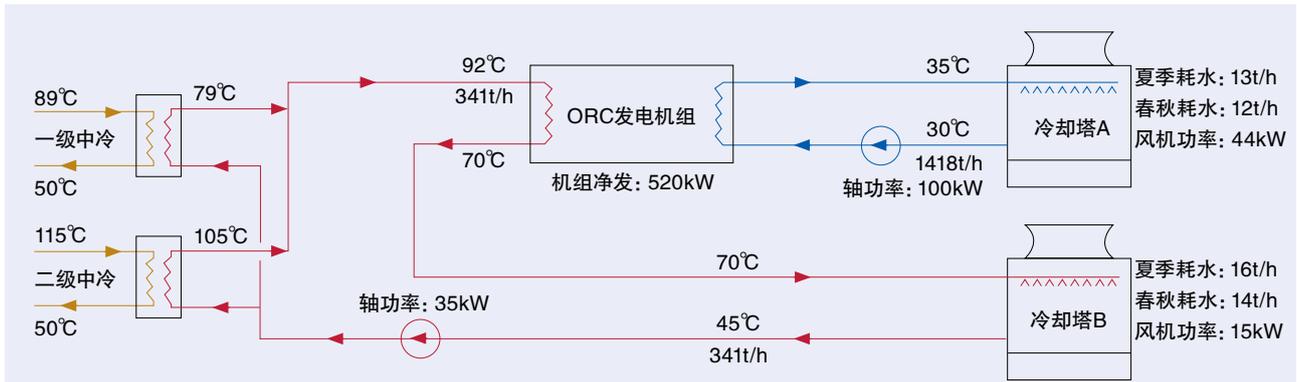


图3 ORC余热发电运行参数

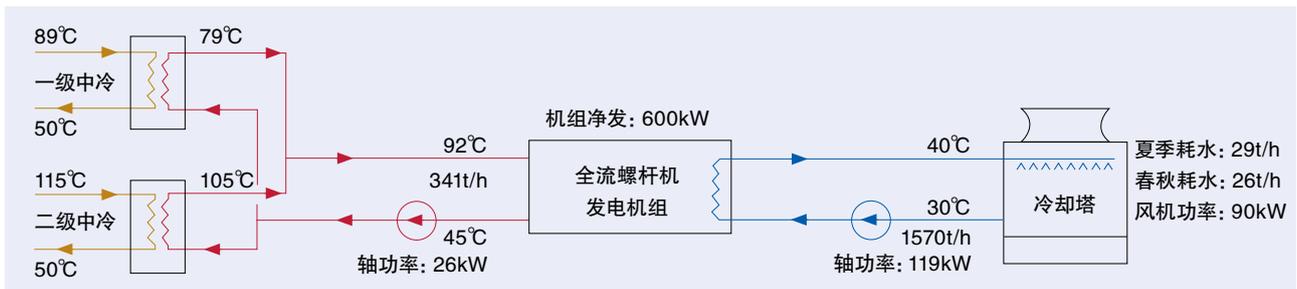


图4 全流螺杆机余热发电运行参数

表2 两种余热发电工艺的经济性对比表

序号	对比项	ORC 余热发电	全流螺杆机余热发电
1	增加投资, 万元	不锈钢换热器 +850; 发电机组 +560 循环水系统 +50; 电气及建构筑物 +230 仪表控制系统+150; 合计 +1840	碳钢换热器 +550; 发电机组 +510 循环水系统 +20; 电气及建构筑物 +200 仪表控制系统+150; 合计 +1430
2	减少外购电功率, kW	532	578
3	年运行小时数, h	4800	4800
4	减少外购电量, 10 ⁴ kWh/a	255	277
5	外购电价, 元/kWh	0.65	0.65
6	增加定员, 人	2	2
7	增加耗水量, t/a	0	0
8	评价期, 年	20	20
9	内部收益率, %	-1.08	2.91
10	投资回收期, 年	超过20年	16.49

在热交技术、热功转换技术、制冷制热技术中, 热功转换技术受热用户和冷用户的制约程度最低, 以电能为载体, 可以大大扩展余热资源的应用范围, 应是优先考虑的余热利用方式。

对于低温余热发电, 全流螺杆膨胀机余热发电工艺的经济性

要优于有机朗肯循环余热发电工艺的经济性。采用全流螺杆膨胀机余热发电工艺利用低温余热资源, 实现节能减排是可行的。■

作者单位: 中国石油集团工程建设有限责任公司华北分公司

(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

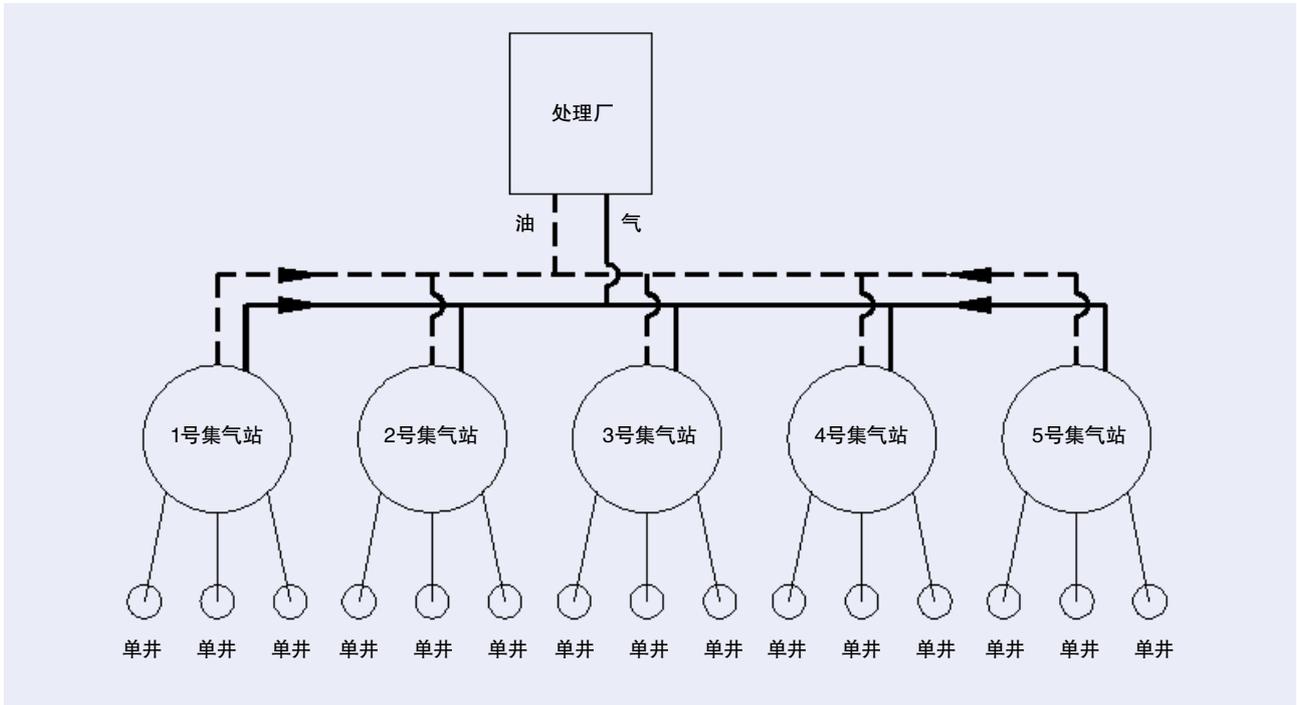


图1 管道集输放空空气

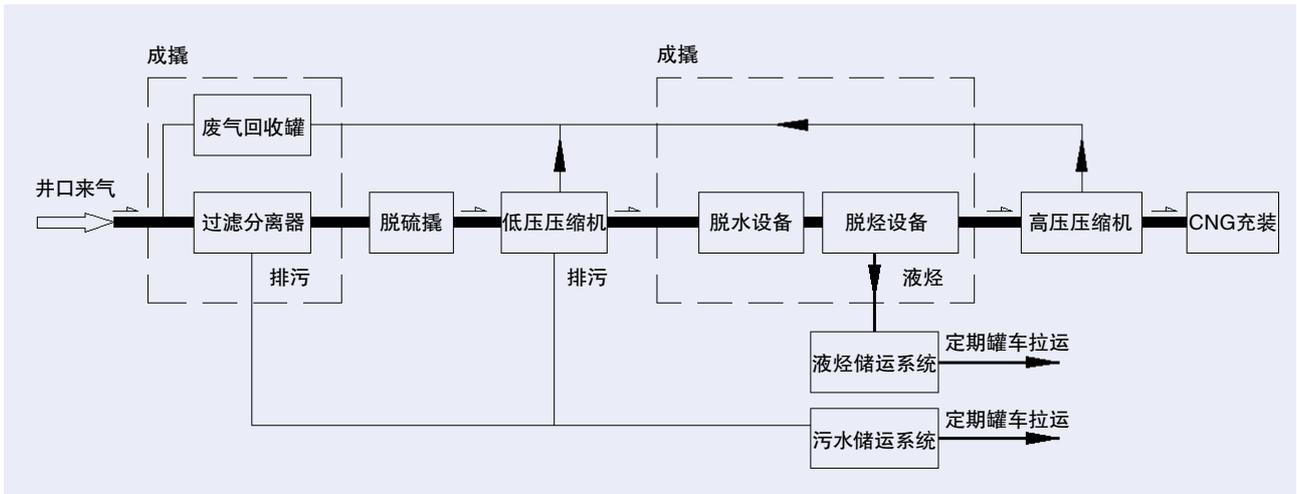


图2 CNG回收流程

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，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 $1 \sim 2 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$,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

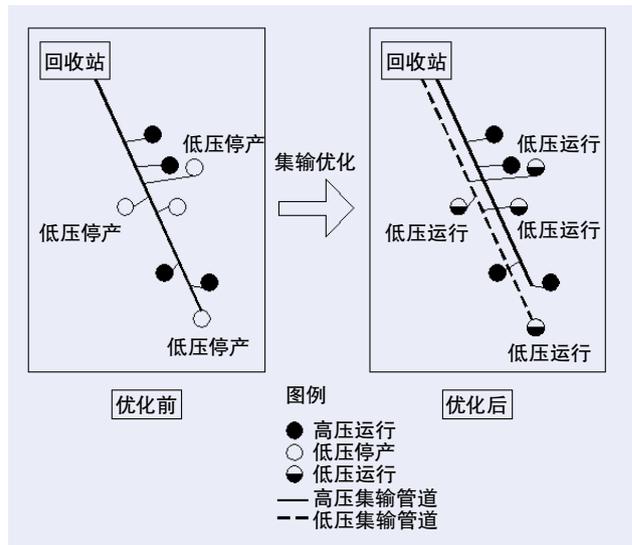


图3 管道集输优化

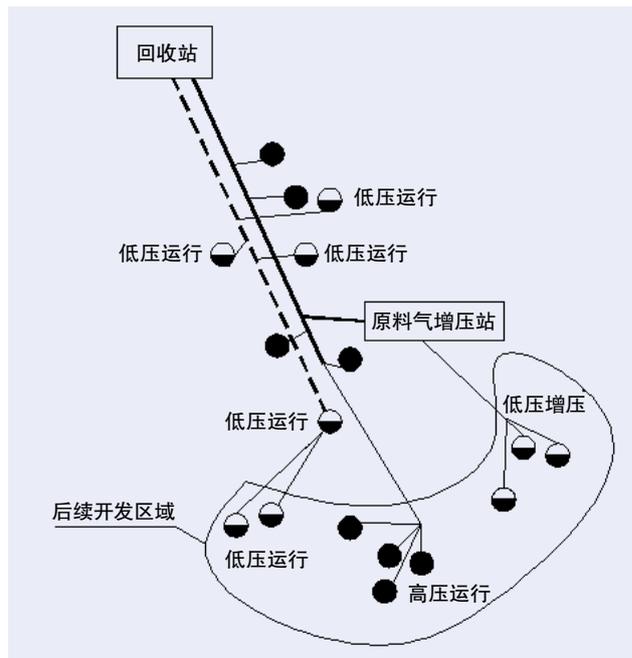


图4 后续开发区域集输方案

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)

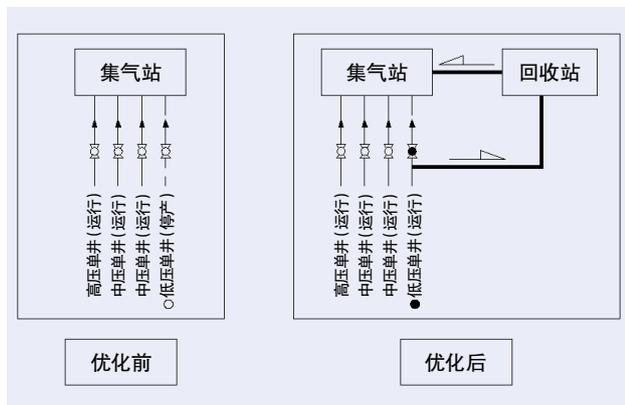


图5 新建低压流程优化放空气回收

工程公司信息化建设的需求是由企业战略和业态所决定,规划与构建一个统一的信息化管理平台,使该平台具有高度的业态适应性、业务连续性,是工程公司信息化建设的重要任务。本文分析了“桌面云”对工程公司业态的适应性,尝试提出了另一种与工程公司业态高度适应的“资源应用云”的理论定义;并简要回顾了在该理论指导下某云平台的规划与建设情况,总结了这一架构下云平台的建设成效。

一种创新的工程公司云平台 建设理论与实践

■ 王鸿捷

一个面向全球的工程公司,信息化是实现生产工具和生产要素组织国际化、企业管理精细化的基本条件,并为生产与管理的标准化提供工具与载体。

从信息化的视角看,工程公司的业态特点是工程项目类别多、项目分布地域广、人员流动性大、专业覆盖面广、异地管理难度大等;在应用软件与办公设备的部署与使用方面,其显著特点是应用软件种类多、软件计算与存储要求差异大、高价值软件较多、软件部署方式以及电脑等办公设备的部署与调配策略单一等。

工程公司信息化建设的核心目标是通过有效规划与优化企业信息化基础环境,提升企业资源的全球投送能力、优化软硬件作业工具与流程、提高管理精细度,从而提升企业的竞争力。为此,规划与创建一个与上述目标相适应、满足工程公司业态特点的信息化基础架构,是工程公司信息化建设的首要工作。

随着近年来的IT技术发展以及技术理论逐步成熟,云计算和虚拟化成为实现上述目标的一个重要选择,根据与华为、中软、中电、Accenture、SIMULIA、IBM、CISCO等国内外公司的技术交流,2013年8月前各公司在国内外均有按照桌面云(Desktop Cloud)技术理论来构建云平台的实践和典型案例。

1 桌面云对工程公司业态的适应性分析与“资源应用云”理论的提出

1.1 桌面云的技术原理与构建方式

随着云计算技术的推进,桌面云已成为VMware、Citrix、华为等众多国内外IT企业着力发展的一个业务方向,并相继推出不同品牌的桌面云解决方案或产品。对于桌面云,IBM定义为:通过瘦客户端设备,或者其他任何可以连接网络的设备,通过专用程序或者浏览器,访问驻留在服务器端的个人桌面及其承载的应用。

按照其原理和实践案例,桌面云一般通过两种技术手段来实现,即虚拟桌面架构(Virtual Desktop Infrastructure, VDI)和流传输桌面(Streaming)。

1) 虚拟桌面架构方案,按照集中计算、分布显示的原则,支持客户端桌面工作负载(操作系统、应用程序、用户数据等)托管在数据中心的服务器上,用户通过特定的客户端设备与后台虚拟桌面进行通信,这类特定的客户端设备具备支持远程桌面的RDP(Remote Desktop Protocol)、ICA(Independent Computing Architecture)等协议的能力。

2) 流传输桌面方案中,Streaming是一种数据传送技术,其将操作系统、应用程序和用户数据变成一个稳定连续的流,源源不断地输出到客户端,使用户在数据传送完成之前就可以运行操作系统和应用。该方案采用集中管理,分布计算的原则,把客户端桌面工作负载(操作系统、应用程序、用户数据等)打包并存放于数据中心的服务器。当客户端通过网络连接到数据中心时,服务器按照用户需要向客户端传送操作系统和应用。

流传输桌面方案 将桌面系统的运行环境与安装环境分离,并将应用、配置文件、桌面分离,这一特征与虚拟桌面架构方案有着显著而本质的区别。

1.2 桌面云对工程公司业务适应性分析

在国内外,桌面云在不同行业的应用案例众多,其中,加拿大帝国银行(TD bank)、美国西雅图儿童医院等单位的桌面云项目应用效果良好,使用价值显著;中国华为公司因其在全球拥有7万桌面云用户而成为此类项目的最佳实践之一,另外还有中国联通、澳门理工学院等单位的应用实践也取得了成功。

然而对于工程公司来讲,因其行业本身固有的特征,桌面云对企业业态的适应性有待进一步考证,主要原因表现在以下四方面:



1) 一个工程项目的组织、实施、运行管理是多专业、多学科的综合技术、综合资源的有机结合,而这一行业特征使得通过桌面云构建企业云平台、实现资源全球投送、灵活调配及分发等方面面临很大的技术挑战。

2) 现代信息技术是否与企业战略、业务环境相融合,是衡量工程公司信息化适应性程度的重要指标,桌面云对工程公司企业战略、业务环境的融合度需要仔细甄别,否则可能使整个云平台的规划和建设难以持续。

3) 工程公司因其开展项目的组织模式和国际化市场竞争需求,企业的组织机构和人员角色变化较为频繁,而这一变化势必引起虚拟桌面模板及其承载软件的变化,由此而导致的后台运维工作量非常频繁,且具个性化特征。从后期运维的角度看,近似于云平台针对用户个体虚拟桌面的反复重构和再造。

4) 大量异构业务平台的共存,应用软件开发、部署和接入使用无标准,盗版与正版交互使用,客户端设备购置与配发适应性差等问题,是工程公司普遍存在的实情。这些问题难以通过桌面云这一技术路线进行较为完整的规划和调整。

1.3 “资源应用云”理论的提出及核心意涵

经检索,关于“资源应用云”,Citrix公司提出了应用虚拟化概念;Oracle公司有“应用云”的提法,但没有给出明确的定义;在“<http://searchitoperations.techtarget.com>”站点中将“应用云”定义为: A cloud application (or cloud app) is an application program that functions in the cloud, with some characteristics of a pure desktop app and some characteristics of a pure Web app. A desktop app resides entirely on a single device at the user's location (it doesn't necessarily have to be a desktop

computer). A Web app is stored entirely on a remote server and is delivered over the Internet through a browser interface。另外,根据四川省科学技术信息研究所(国家一级科技查新咨询单位)2017年4月的查新情况,查阅到国内外与“资源应用云”相关的技术文献和报道共计50余项,主要集中在相关理论和个例软件应用发布的探讨与实践上,将“资源应用云”构筑成一个企业级的信息化基础环境、用以整合企业级生产要素和管理要素,尚未了解到大规模规划与实践的案例。

2 某工程公司“资源应用云平台”建设实践

2014年4月,在信息化建设桌面云实践过程中,鉴于对桌面云基本技术路线后期运维难度和对业态适应性的顾虑,笔者首次向技术团队提出了软件自选商店的概念,其本质是:一种可实现合法用户对所需软件自行取用、用后归还平台架构;该平台还应具备对数据类资源、知识类资源、服务器和存储资源等企业生产管理要素的统一承载、统一发布和灵活调配的能力,使其具备与软件自选商店相似的功能;同时该平台应该具有高度的稳定性、可自维护性和可扩展性。

基于上述设想,站在平台管理和用户资源获取方式的角度看,所有资源通过后台发布和授权接入两个核心环节的连接,实现资源的云端应用,为此,经技术团队商议,确定将该类云架构定名为“资源应用云平台”。

这一构想迅速成为新的平台架构和核心技术路线选择的基本出发点,并于2014年7月开始与国内外相关公司展开了技术原理验证与测试,获得了初步成功,在此基础上,彻底放弃了桌面云的技术架构,展开“资源应用云”的科研与技术验证的相关工作;至2015年10月,该平台的后台部分完成建设,并

投入企业的试运；2016年完成“桌面标准化”建设，使“资源应用云平台”已与近2000台标准化客户端相对接，实现以“资源应用云”为核心的、从数据中心、网络通道到用户终端的完整闭环，同时云端已经发布的资源不再在本地做部署，从根本上改变了资源在传统PC上的部署模式。

2013年4月至2016年12月，为确保企业级信息化基础环境的搭建，在相关部门和国内外IT力量的共同努力下，组织参与各类科研和技术基础工作的58项、实施技术测试和科学实验近300项，编制发布并贯彻实施各类标准和管理制度11项；形成发明专利2项和相关技术成果数十项；通过自主规划、研发引领和资源整合，企业技术团队自身也掌握了大部分与平台自运维相关的高价值技术。

3 “资源应用云”理论的丰富与完善

根据近两年来对“资源应用云”从构想到落地实现再到运行效果的观察与总结，结合其特有的构建目标和技术逻辑，尝试丰富与完善其理论，似乎显得必要且可行。

从实践的角度，本文对“资源应用云”的初步定义是：以整合企业生产与管理要素为目的、以资源云端发布为手段，满足企业生产与管理要素集中发布、统一运维、授权使用、按需所取、用后即还功能的一种平台架构。这种平台架构具备平台层（PaaS）的基本功能和技术特征，并通过整体规划与实现，建立其与物理层和应用层之间的数据关系和布局逻辑，构建出完整的基础设施层（IaaS）、平台层和应用软件层（SaaS）三层结构。

4 “资源应用云平台”的架构特点

“资源应用云”与桌面云的本质区别是“资源应用云”将各类资源、尤其是将软硬件资源通过虚拟化技术快速部署，以服务方式提供给用户，而不是单纯地提供虚拟桌面。因此，构建“资源应用云平台”也不是纯粹的软硬件堆叠，而必须建立起企业资源与网络平台之间的逻辑关系和基本架构，选择可信的技术路线和组织方式，进行统筹规划和重点建设，达到生产要素的合理整合、安全分享、快速调配的目的。“资源应用云”的基础架构包括基础设施层、数据平台层、应用软件层、安全体系和运维体系5大部分，承载工程公司的各类资源。

5 “资源应用云平台”的使用价值

对工程公司而言，“资源应用云”平台应具备以下使用价值：

1) 将知识、软件、硬件（信息的收集存储能力和运算能力）、人力（智力与工效）、数据与信息5大资源整合池化，构成云端化的资源分布体系，提供集中发布、授权使用、用后即还的工作机制。

2) 存储阵列经池化后向用户提供网盘，实现企业业务数据的后台存储和集中管控；物理服务器经虚拟化以后可将服

务器提供各类资源的使用效率提升数倍；后台强大的运算能力可替代本地设备，将客户端传统的PC改变为一种适时接入设备，有效降低客户端设备的硬件配置标准。

3) 软件不再是一种本地部署的资源，而是一种通过云端发布的服务，用户在全球范围可以实现按需取用、用后即还，对于一些高价值软件或License有限的软件，该特点的经济价值尤为突出。

4) 可定义工程公司软件购买、软件开发过程中对软件架构的要求，形成一个普遍适用的标准，指导工程公司的软件研发与采购行为；同时平台层也是应用层各软件之间的数据通道，通过数据总线实现数据交互，为实现用户身份管理等提供条件；满足基于大数据理念的数据积累、管理与挖掘，同时为IT资源使用计量与计费功能的后期实现提供IT环境。

5) 平台应承载包括SP系列、AVEVA系列等国内外主流的三维设计平台，以及不同专业类别的应用软件，为国际通用软件和数字化生产工具提供发布环境。

6) 平台为企业管理制度化、制度管理流程化、流程管理标准化、标准管理表单化提供载体和标准，提高企业管理成熟度。

7) 平台提供的各类服务必须高可用，同时在运行、维护、管理、安全等方面，满足可持续的要求。

6 结论

由于历史原因，企业构建“资源应用云”过程中，存在部分软件因其自身架构原因难以入云的情况，导致客户端的软硬件配置方式多样，这一情况需要进一步的技术研究来逐步解决；另一方面，当企业确定以“资源应用云”为基本架构建立信息化基础环境时，需要统筹好未来的软件引进、研发、升级等工作，并将这些工作纳入一个准入体系中，以促使这些新的软件在架构上完全满足“资源应用云平台”的准入条件。

“资源应用云”在规划与总体设计过程中，需要整合较为复杂的IT技术和技术资源，对任何建设者而言，对这一难度的预估和建设者在整个建设过程中的角色定位提出了新的挑战。

不同的企业建设者应站在自身信息化建设的愿景角度，以及平台功能对企业业务需求的适应性角度，慎重选择、反复评估，选择好云平台的基础架构，这对建设成果的效费比和后期运维成本有重大影响。需要注意的是，若仅针对特定软件和应用系统的发布情况，采用桌面云的技术架构可能仍然具有较好的适应性。

最后，考虑到“资源应用云”理论的实际价值和组织实施的可复制性，“资源应用云”理论与实践可能对工程公司以外的企业仍然具有借鉴意义。■

作者单位：中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司
(责任编辑 王波)

沉淀池是污水处理工程中的重要设施，常因平面尺寸巨大而在施工或使用阶段出现池壁裂缝渗漏等问题。某污水厂新建的12座66m直径沉淀池，设计施工的关键是解决裂缝问题、地基液化和地基承载力问题。设计中分别采用补偿收缩混凝土和预应力筋解决水化热温差、干缩温差应力和环境温差应力，防止干缩裂缝和结构裂缝；采用大直径振冲碎石桩解决地基液化和地基承载力不足问题。

软土地基上的沉淀池结构设计

■ 张维秀 张元琦

1 工程概况

中国石油集团东北炼化工程公司吉林设计院承担的某污水处理工程，新建12座圆形沉淀池，分3组布置，每组4座。水池尺寸均为内直径66m，深5.22m，平面图见图1。工程所在地抗震设防烈度为6度，基本风压 0.40kN/m^2 ，基本雪压 0.40kN/m^2 ，场地土类型为中软土、II类场地，主要持力层地基承载力不足需加固。当地月平均最高气温 29°C ，绝对最高气温 39.5°C ，绝对最低气温 -10.1°C 。

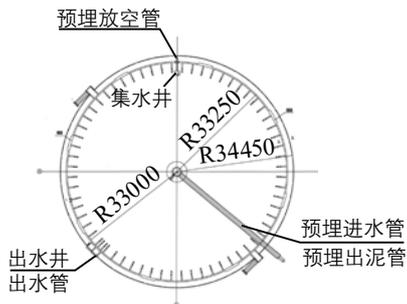


图1 平面图

2 工程地质资料

第1层素填土，主要成分为粉土，浅黄色、灰色，松散，流塑，系人工冲填堆积而成，易液化；第2层砂质粉土，灰黄色，稍密，振动易析水，地基承载力特征值为 120kPa ；第3层砂质粉土，灰黄色~灰色，稍密，振动易析水，地基承载力特征值为 120kPa ；第4层砂质粉土，灰色，稍密~中密，振动易析水，地基承载力特征值为 160kPa ；第5层粉砂，灰色，饱和，中密，振动易析水，地基承载力特征值为 210kPa ；第6层圆砾，灰色，中密，地基承载力标准值为 300kPa 。第1~第3层具液化性，第2~第5层砂质粉土及粉砂易产生流砂、管涌等不良作用。第5层分布稳定，工程性质良好，是理想的桩基持力层。第1层基

本在基础开挖区，主要加固土层为2~4层，其中第2层为计算控制层，该层土的抗剪强度指标： $c_s = 10\text{kPa}$ ， $\varphi_s = 10^\circ$ ，容重： $\gamma_s = 17.6\text{kN/m}^3$ 。地下水位埋深在自然地面下 $0.00\sim 1.45$ 米之间，属浅层孔隙潜水。

3 壁板设计方案

通常水池超长不设温度缝采取的措施主要有设置后浇带、采用补偿收缩混凝土和预应力技术。采用后浇带措施的缺点是只能释放施工阶段拉应力，不能抵抗环境温差拉应力；采用补偿收缩混凝土可有效解决浇筑干缩裂缝问题，但膨胀应力有限，只能平衡施工干缩应力，不能彻底平衡环境温差应力、解决结构裂缝问题；采用预应力技术能充分利用预应力筋抗拉强度高和混凝土抗压强度高的优势，尤其适合圆形水池，但张拉前的施工阶段就成为裂缝的易发阶段。将补偿收缩混凝土和预应力技术结合起来，用限制膨胀率抵消混凝土浇筑、凝固过程中的等效温差拉应力，控制施工阶段不出现拉应力，防止出现干缩裂缝。当混凝土强度达到80%以上时，使用钢绞线作为预应力筋，对圆形池壁施加预应力，抵抗环境温差应力，防止结构裂缝。本文12座66m直径沉淀池就是采用这种综合设计思路。

4 施工阶段限制膨胀率确定

4.1 水化热温升变形

混凝土水化热温升：

$$T_1 = \beta WQ / C\gamma \quad (1)$$

式中：

T_1 ——水化热温升($^\circ\text{C}$)；

β ——散热影响系数；

W ——水泥用量(kg/m^3)；

Q ——水泥28天的水化热(kJ/kg)；

γ ——混凝土密度 (kg/m^3)；
 C ——比热 ($\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$)。
 水化热温升等效变形：

$$\varepsilon_1 = \alpha_c T_1 \quad (2)$$

式中：

ε_1 ——计算龄期；
 α_c ——混凝土线胀系数。

4.2 混凝土干缩率

预应力筋张拉时混凝土的收缩率：

$$\varepsilon_y = \varepsilon_0 (1 - e^{-0.01t}) M_1 M_2 M_3 \cdots M_{10} \quad (3)$$

式中：

ε_y ——张拉龄期的收缩率；
 t ——张拉时混凝土龄期 (天)；
 ε_0 ——标准状态下混凝土极限收缩率；
 M_1-M_{10} ——修正系数。

4.3 限制膨胀率

ε_1 和 ε_y 是决定施工阶段裂缝的直接原因。我们在混凝土中添加膨胀剂，使限制膨胀率达到 $\varepsilon_1 + \varepsilon_y$ ，正常施工季节浇筑后养生良好就可确保混凝土凝固后不出现干缩裂缝。经计算，本工程采用的限制膨胀率为0.025%。

5 使用阶段预应力筋的确定

5.1 温差应力

5.1.1 中面温差 (环境温度) 应力

中面温差 (环境温度) 即闭合时中面温度与使用时中面温度之差。考虑当地气候条件和污水水温条件，取中面温差和壁面温差分别为 20°C 计算。中面温差应力按自由圆柱壳计算，由环向预应力筋承担。壁面温差或壁面湿度等效温差产生的竖向弯矩由竖向钢筋承担，按力矩法计算，忽略环向内力，竖向弯矩：

$$M_t = \alpha \Delta T E_c t_w^2 \eta_s / 12 \quad (4)$$

混凝土受拉一侧拉应力：

$$\sigma_t = 6M_t / (\gamma t_w^2) \quad (5)$$

式中 γ 为截面抵抗矩塑性影响系数， $\gamma = 1.57$ 。

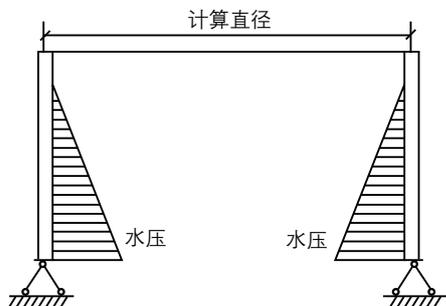


图2 计算简图

表1 闭水试验池壁在水压力作用下的内力

计算高度	N_θ (kN)	M_θ (kN-m)	M_x (kN-m)
0.0H	571	0	0
0.1H	659	0.4	2.2
0.2H	742	1.3	7.9
0.3H	813	2.7	16.3
0.4H	859	5.1	25.6
0.5H	898	5.8	34.9
0.6H	817	7.1	42.3
0.7H	707	7.5	45.2
0.8H	564	7.0	41.7
0.9H	305	4.6	27.8
1.0H	0	0	0

5.2 池壁环向计算

5.2.1 闭水试验工况

分别计算池壁各段环向预应力筋和非预应力筋，按顶端自由、底端滑动圆柱壳计算内力 (见图2)，计算结果见表1。

按最大内力计算，每m高壁板需要配置UPS15.20-1860预应力钢绞线7根。水平方向配非预应力筋 $\Phi 12@200$ 。

5.2.2 张拉工况

取张拉时混凝土的强度，按轴心受压构件计算。

5.2.3 使用工况

$$\alpha_{cp} \sigma_c - \sigma_{cp} \leq 0 \quad (6)$$

式中：

α_{cp} ——预压应力系数，取1.15；
 σ_c ——不计环向预压力作用时的最大拉应力值 N/mm^2 ；
 σ_{cp} ——扣除全部预应力损失后，计算截面的预压应力 (N/mm^2)。

5.2.4 正常使用验算

对闭水试验工况及池内满水与温度作用组合工况分别计算，应满足：

$$\alpha_{cp} \sigma_{sk} - \sigma_{pc} \leq 0 \quad (7)$$

式中：

σ_{sk} ——对应工况标准组合下计算截面拉应力， (N/mm^2)。
 预应力损失应考虑张拉端锚具变形和预应力筋内缩损失、预应力筋摩擦损失、应力松弛损失及分批张拉引起的损失等。

经计算，壁板环向预应力筋采用UPS15.20-1860 预应力钢绞线，每米高壁板配7根环向非预应力筋采用 $\Phi 12@200$ ，满足配筋率0.2%的构造要求。壁板配筋见图3、图4，池壁采用

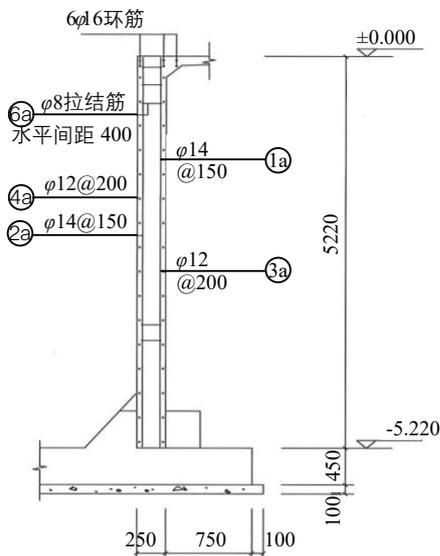


图3 池壁非预应力筋剖面图

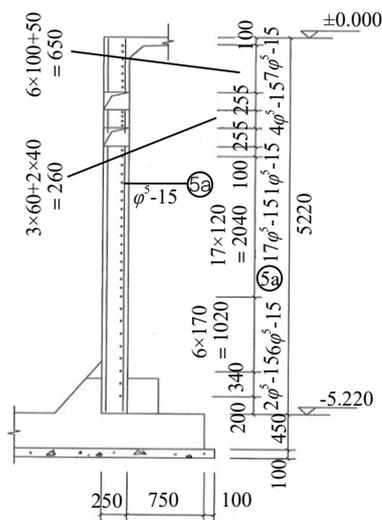


图4 池壁预应力筋图

C40混凝土,强度达到80%时,张拉预应力筋,张拉应力控制如下: $\sigma \rightarrow 1.05\sigma_{con} \rightarrow (\text{持荷}2\text{min}) \rightarrow \sigma_{con}$, $\sigma_{con} = 1030\text{N/mm}^2$ 。

5.3 池壁竖向

分别取张拉工况、闭水工况和使用时池内无水工况的最大竖向弯矩值,按正截面受弯计算。竖向采用 $\Phi 14@150$,满足配筋率0.2%的构造要求。

6 构造节点

为减小壁板与底板间的摩擦,接触部位用砂浆找平后,上铺5mm橡胶板。

虽然底板尺寸同样也很大,但由于处于土和水中,使用过程中温差变化不大,只要施工过程中采用补偿收缩混凝土并结合加强膨胀带,浇筑后、使用前做好养生、避免暴晒,就可以控制底板不出现裂缝,地板采用限制膨胀率为0.025%的补

偿收缩混凝土,加强膨胀带提高一级采用0.030%的补偿收缩混凝土,地板一次浇筑完成。

7 地基处理方案

正式进行地基处理前进行了地基加固试验。采用振冲碎石桩复合地基,桩径采用1.2m,桩距 $s=3.06\text{m}$,桩长 $l=6.80\text{m}$,采用75kW振冲器成桩,根据沉淀池结构和受力情况,要求加固后的复合地基承载力特征值180kPa。清除上部0.7m振冲效果不稳定的桩头,上铺500mm碎石垫层,超过底板外缘300mm,密实度 $\lambda_c \geq 0.96$ 。振冲桩施工及检验遵守《火力发电厂振冲法地基处理技术规范》的规定。置换率为 $m = d^2 / d_e^2 = 0.14$ 。

采用碎石桩加固地基设计前,我们设计了加固方案,采用7种计算方法对拟定方案进行计算,预估处理后的地基承载力为174~203kPa。试验采用桩径1m和1.2m两种方案。试验结果,桩径1m时,复合地基承载力特征值为140kPa,桩径1.2m时,复合地基承载力特征值为200kPa。设计中沉淀池底部选用桩径1.2m,四个沉淀池中间部位选用桩径1.0m。每组沉淀池桩位布置见图5。

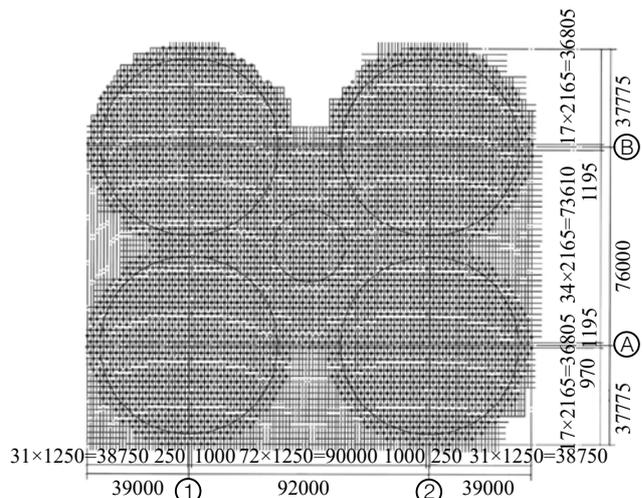


图5 振冲桩平面布置图

8 结论

本文沉淀池施工阶段采用补偿收缩混凝土,实现混凝土浇筑成型时不出现干缩裂缝,使用阶段采用预应力筋解决季节负温差产生的温差应力,避免出现干缩裂缝和结构裂缝。对产生裂缝的不同因素分别采取措施,充分发挥膨胀剂和预应力筋各自优势,圆满实现66m圆形沉淀池一次浇筑成型不开裂;采用振冲碎石桩加固软土地基,满足大型沉淀池对地基承载力的要求。工程建成使用多年,运行使用效果良好。■

作者单位:中国石油集团东北炼化工程公司吉林设计院

(责任编辑 王波)

本文以一工程为例,对4种常用柴油发电机容量计算方法进行对比分析,给出部分修正建议。

柴油发电机容量计算浅析

■ 史永果

柴油发电机是工程建设中作为备用电源或应急电源的首选设备。柴油发电机的容量选择,《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16-2008)第6.1.2条要求如下:在方案及初步设计阶段,柴油发电机容量可按配电变压器总容量的10%~20%进行估算。在施工图设计阶段,可根据一级负荷、消防负荷以及某些重要二级负荷的容量,按下列方法计算的最大容量确定:1)按稳定负荷计算发电机容量;2)按最大的单台电动机或成组电动机起动的需要,计算发电机容量(以下简称“按最大电机起动计算发电机容量”);3)按起动电动机时,发电机母线允许电压降计算发电机容量(以下简称“按母线允许电压降计算发电机容量”)。当有电梯负荷时,在全电压起动最大容量笼型电动机情况下,发电机母线电压不应低于额定电压的80%;当无电梯负荷时,其母线电压不应低于额定电压的75%;当条件允许时,电动机可采用降压起动方式。本文以一项工程实例为依托,尝试对4种常用柴油发电机容量计算方法进行对比分析,给出部分修正建议和执行建议,为后续类似工程提供参考。

1 工程概况

某罐区消防改造工程,需完成新增消防泵房的供配电设计工作。该泵房应急电源拟采用低压柴油发电机组。该柴油发电机组为泵房专用机组,无其它负荷。

有关消防泵选择,水专业给出2套消防泵配置方案如下:

方案1:设3台泵,1台工作泵额定功率为75kW;另2台泵额定功率均为220kW,一用一备。

方案2:设4台泵,1台工作泵额定功率为75kW;另3台泵额定功率均为110kW,两用一备。

电动机主要参数取自参考文献5,见表1、表2。

针对水专业的2套消防泵配置方案,每套方案分别按全压起动、星三角起动、自耦降压起动(变比0.65)3种起动方式计算其所需柴油发电机容量,最后综合其它因素确定消防泵配置方案、起动方式和所需柴油发电机组容量。

2 常用计算方法

参考目前较为权威的书籍资料,柴油发电机组容量计算常用的计算方法有4种,主要如下:

表1 电动机主要参数

电机型号	额定电压 U_{rM} (kV)	额定功率 (kW)	额定电流 I_{rM} (kA)	效率	功率 因数	功率因 数角正 切值
355M1	0.38	220	0.407	0.944	0.87	0.57
315S	0.38	110	0.2	0.95	0.88	0.54
280S	0.38	75	0.136	0.934	0.9	0.48

表2 电动机主要参数

电机型号	额定容量 S_{rM} (MVA)	起动电流倍数,堵转 电流/额定电流(K_{st})	堵转转矩/ 额定转矩	最大转矩/ 额定转矩
355M1	0.27	6.8	1.4	2.2
315S	0.13	7	2.1	2.2
280S	0.09	7.5	2	2.3

计算方法1:依据参考文献1《民用建筑电气设计计算及示例》(12SDX101-2)第18~19页。

计算方法2:依据参考文献2《工业与民用供配电设计手册上册》(第四版)第95~96页。

计算方法3:依据参考文献2《工业与民用供配电设计手册上册》(第四版)第94~95页。

计算方法4:依据参考文献3《钢铁企业电力设计手册上册》第331~333页。

鉴于文章篇幅有限,该4种计算方法的具体计算公式、要求等可查阅相关参考文献,本文不再赘述。

3 计算对比分析

发电机容量的计算对比分析,分为3部分,分别是按稳定负荷计算发电机容量、按最大电机起动计算发电机容量、按母线允许电压降计算发电机容量。

3.1 按稳定负荷计算发电机容量

按稳定负荷计算发电机容量的结果见表3。

具体分析如下:

(1)计算方法1、计算方法2中,计入发电机所带负荷的综合效率参数,且参考文献1、参考文献2均推荐取值为0.82~0.88,这与表1-1中电机实际效率0.93~0.94不同。如以参考文献推荐数值进行计算,则计算结果偏大。

(2)计算方法3中,参考文献2推荐电机功率因数角的正

切值取值为0.86,这与表3-1中电机实际功率因数角的正切值0.48~0.57不同,且参考文献2在符号说明中将“电动机正常运行时功率因数角的正切值”错写为“电动机正常运行时的功率因数”。如以参考文献推荐数值进行计算,则计算结果偏大。

(3) 计算方法4中,计入各负荷组效率、功率因数,且各负荷组分别计算其有功功率、无功功率后,再换算为视在功率,其计算结果相对准确。

(4) 将(1)(2)所述各项按照工程实际情况进行修正

后,计算结果见表4。

(5) 由表3.1-2可看出,修正后的计算结果为2组,计算方法1与计算方法2的计算结果相同,计算方法3与计算方法4的计算结果相同。2组计算结果不同的主要原因是计算方法3与计算方法4采用了各负荷组分别计算其有功功率、无功功率后,再换算为视在功率的方法。

3.2 按最大电机起动计算发电机容量

按最大电机起动计算发电机容量的结果见表5。

表3 按稳定负荷计算发电机容量 (kVA)

消防泵配置方案	消防泵起动方式	计算方法 1	计算方法 2	计算方法 3	计算方法 4
方案1	全压	449.7	449.7	389.1	357.0
	星三角	449.7	449.7	389.1	357.0
	自耦	449.7	449.7	389.1	357.0
方案2	全压	449.7	449.7	389.1	352.3
	星三角	449.7	449.7	389.1	352.3
	自耦	449.7	449.7	389.1	352.3

表4 按稳定负荷计算发电机容量 (修正) (kVA)

消防泵配置方案	消防泵起动方式	计算方法 1	计算方法 2	计算方法 3	计算方法 4
方案1	全压	391.7	391.7	357.0	357.0
	星三角	391.7	391.7	357.0	357.0
	自耦	391.7	391.7	357.0	357.0
方案2	全压	389.8	389.8	352.3	352.3
	星三角	389.8	389.8	352.3	352.3
	自耦	389.8	389.8	352.3	352.3

表5 按最大电机起动计算发电机容量 (kVA)

消防泵配置方案	消防泵起动方式	计算方法 1	计算方法 2	计算方法 3	计算方法 4
方案1	全压	1141.8	862.3	1146.4	1590.4
	星三角	412.2	615.5	378.3	562.5
	自耦	512.9	428.5	481.5	700.5
方案2	全压	686.1	667.0	583.3	920.7
	星三角	314.8	540.0	192.5	399.6
	自耦	366.1	443.7	245.0	469.4

具体分析如下:

(1) 计算方法1未计入效率。

(2) 计算方法2存在以下问题:

①最大电机的起动容量确定部分,有功功率、视在功率方面存在混淆。笔者认为最大电机起动容量的确定步骤应是由电机额定有功功率、额定功率因数计算其额定视在功率,然后再根据其起动时的功率因数确定起动时的有功功率。此外,该计算方法未计入最大电机的效率。因此,其计算公式应由式1修正为式2。

$$S_{c3} = \left(\frac{P_{\Sigma} - P_m}{\eta_{\Sigma}} + P_m K C \cos \varphi_m \right) \frac{1}{\cos \varphi} \quad (式1)$$

$$S_{c3} = \left(\frac{P_{\Sigma} - P_m}{\eta_{\Sigma}} + P_m K C \frac{\cos \varphi_m}{\eta_m \cos \varphi_N} \right) \frac{1}{\cos \varphi} \quad (式2)$$

其中 $\cos \varphi_N$ 为最大电机的额定功率因数, η_m 为最大电

机的效率。

②对于最大电机的星三角起动系数C,参考文献1的推荐取值0.67有误,其正确取值应为: $C=0.672=0.33$ 。

(3) 计算方法3未计入效率以及最大电机起动时发电机已带负荷。

(4) 计算方法4计入各负荷组效率、功率因数,且各负荷组分别计算其有功功率、无功功率后,再换算为视在功率。但其计算公式7-22(见参考文献3第332页)中,最大电机有功功率计算部分将功率因数错选为电机额定功率因数 $\cos \psi_{mn}$,正确选择应为电机起动功率因数 $\cos \psi_{ms}$ 。

(5) 将(1)(2)(3)(4)所述各项按照工程实际情况进行修正后,计算结果见表6。

(6) 由表6可看出,计算方法1、计算方法3、计算方法4的计算结果大致相当,计算方法2的计算结果与其它计算结果

表6 按最大电机起动计算发电机容量(修正)(kVA)

消防泵配置方案	消防泵起动方式	计算方法1	计算方法2	计算方法3	计算方法4
方案1	全压	1210.2	1011.1	1273.8	1260.1
	星三角	437.2	400.9	460.2	447.6
	自耦	543.9	482.9	569.5	556.6
方案2	全压	723.2	705.6	761.2	734.2
	星三角	324.4	397.1	349.8	330.2
	自耦	378.4	397.1	405.1	383.5

表7 按母线允许压降计算发电机容量(kVA)

消防泵配置方案	消防泵起动方式	计算方法1	计算方法2	计算方法3	计算方法4
方案1	全压	1031.7	1402.5	1122.0	1092.9
	星三角	340.5	939.7	370.3	360.7
	自耦	435.9	589.1	471.2	459.0
方案2	全压	525.0	721.9	577.5	552.6
	星三角	173.3	483.7	190.6	182.4
	自耦	221.8	303.2	242.6	232.1

相比偏差较大,主要原因分析如下:

电机驱动机械设备起动时,其起动有功功率与额定有功功率的比值约等于额定起动倍数。但是电机起动时功率因数较低,一般为0.4,起动有功功率一定,所需起动无功功率较大。

计算方法1、计算方法3、计算方法4要么是直接采用含有无功功率分量的负荷视在功率推算发电机的视在功率,要么是用负荷的有功功率、无功功率推算发电机的视在功率。而计算方法2仅按照负荷有功功率及发电机额定功率因数推算发电机的视在功率,在负荷起动所需无功功率方面的考虑有所欠缺,因此其计算结果相对偏差较大。就本例而言,最大电机起动功率因数<发电机额定功率因数<发电机已接负荷功率因数。最大电机负荷容量与发电机已接负荷容量相比,方案1前者大,方案2后者大。因此,造成计算方法2的计算结果相对其它计算方法存在或偏大、或偏小现象。

3.3 按母线允许压降计算发电机容量

母线允许压降按25%考虑,按最大电机起动计算发电机容量的结果见表7。

具体分析如下:

- (1) 计算方法1、计算方法2、计算方法3均未计入效率。
- (2) 计算方法2中,参考文献2在符号 P_n 的定义方面存在问题,应由“电动机总负荷”更改为“最大或成组启动电动机负荷”。
- (3) 将(1)(2)所述各项按照工程实际情况进行修正。
- (4) 修正后的计算结果为2组,计算方法1与计算方法4的计算结果相同,计算方法2与计算方法3的计算结果相同。2组计算结果不同的主要原因是计算方法1与计算方法4采用电机额定功率因数计算,另外2种计算方法采用发电机额定功率因数计算。

(5) 由表7可看出,修正后的计算结果为2组,计算方法1与计算方法4的计算结果相同,计算方法2与计算方法3的计算结果相同。2组计算结果不同的主要原因是计算方法1与计算方法4采用电机额定功率因数计算,另外2种计算方法采用发电机额定功率因数计算。

3.4 确定发电机容量

4种计算方法,按前述修正后的计算结果确定所需发电机容量,发电机额定功率因数取0.8。

4 结束语

以上述计算为依据,结合变压器容量选择以及水专业设置意见,确定消防泵配置采取方案2,即“设4台泵,1台工作泵额定功率为75kW;另3台泵额定功率均为110kW,两用一备”。同时,电机采用星三角降压起动方式,所需柴油发电机容量不小于317.7kW。

综合前文,在柴油发电机容量计算时,需要注意以下内容:

- (1) 各负荷组计算时,需考虑其效率、额定功率因数、起动功率因数影响。
- (2) 有功功率和视在功率不能混淆,建议各负荷组分别计算其有功功率、无功功率后,再换算为视在功率,其计算结果相对准确。
- (3) 在最大电机启动计算时,要考虑发电机已接负荷。
- (4) 对于参考文献提供的部分参数推荐取值,如与厂家样本实际数据存在差异,建议以实际数据为准。
- (5) 各计算方法的具体修正建议详见前文。
- (6) 有关发电机的容量选择,还应综合考虑厂家技术参数和海拔、气压、温度及湿度等环境影响。■

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)

模块化装置在陆路运输过程中常因运输距离大、转运吊装次数多、仓储时间长等导致破损，发运前需对其进行有效包装。本文介绍了模块化装置的常见包装方式及包装特点，阐述了模块化装置包装的整体技术要求，最后给出了模块化装置包装方式的选择原则。

浅谈天然气模块化装置包装技术

■ 高鑫 谈文虎 刘林远 肖俊

近年来，随着国内工厂加工制造技术的提升，模块化技术在天然气工程建设领域得到越来越广泛的应用。天然气集输及处理装置模块化，是将整个装置按照功能划分、设备布置、吊单体模块装及运输条件限制等，拆分成多个单体模块，这些单体模块运输至现场，通过数个拆分法兰的连接，可快速完成复装。天然气工程模块化建设模式，将构件加工、管道及钢结构的焊接与安装、电气及仪表的调试等都放在施工条件较好的建造厂内完成，其优势在于降低现场焊接及安装工作量，减小现场交叉作业量，降低现场施工条件要求，缩短施工周期，降低人员及材料成本，提高施工质量及安全可控性，便于整个项目的综合管理。

对于内陆天然气工程建设，受运输条件限制，其工艺模块化装置在工厂完成组装后，往往需要拆分成可以运输的单体模块。在运输过程中受海关及运输方式的影响，需要进行多次转运和吊装。运抵工程建设现场后，由于各种因素对工程建设进度的影响，往往需要放置较长时间。正因为运输路径长、转运次数多、仓储时间长等因素，单体模块在出厂前需要进行有效的包装。一方面应预防因多次倒运、包装失效导致模块化装置产品损坏；另一方面应避免因过度包装导致不必要的成本增加。

1 常见包装方式及特点

单体模块的常见包装方式有：木箱包装、雨布包裹、铁皮包装、热塑薄膜收缩包装等。几种不同的包装方式各有优劣，在模块包装策划时，应根据具体的运输限制、路况、天气条件等因素进行方案比选。

1.1 木箱包装

常见木箱包装有两种形式，第一种是将模块整体放置于木箱之内，木箱外部用雨布包裹。木箱采用尼龙吊带或钢索

兜底吊装，木箱底部和顶端吊点位置用型钢加强。此种包装可不采用专用平衡梁进行吊装，包装如图1所示；第二种是将模块除底面的其余5个面用木板密封，木箱外部用雨布包裹。吊装时利用模块上设置的吊耳。此种包装需采用专用平衡梁进行吊装，包装如图2所示。



图1 第一种木箱包装加雨布包裹包装示例



图2 第二种木箱包装加雨布包裹包装示例

木箱包装可有效防止长途运输过程中的恶劣天气的影响,避免模块内部小件物资抖落及失盗,防护等级高于雨布包裹及热塑膜包装。但木箱包装由于木材本身厚度要求,包装后将增加模块化装置的运输尺寸,在相同的公路或铁路运输尺寸超限级别下,对模块化装置自身尺寸要求更为严格,缩小了用于模块化装置本身布置的空间,降低了装置的操作维护性能。此外,木箱包装成本较高,在运输路途较近、路况及气候条件良好,包装防护等级要求不高的情况下,考虑运输成本控制,可采用雨布包裹或热塑膜包装来代替木箱包装。

1.2 雨布包裹

雨布包裹是采用 $200\text{g}/\text{m}^2$ 以上的厚型PVC涂塑帆布将模块除底面外的其余5个面进行包裹包装,包装示例如图3所示。在雨布外部采用绳索捆紧,确保雨布在运输、吊装过程中不会松脱或窜动,避免保护失效及运输安全隐患。

雨布包裹使雨布完全覆盖模块表面,能够有效阻止雨水、尘土等进入模块内部,防止运输途中油漆的损坏和污染。雨布包裹成本很低,且雨布包裹后,模块运输尺寸不会增加,在相同的公路或铁路运输尺寸超限级别下,可将更大的空间用于模块化装置本身空间布置,提高装置的操作维护性能。

但是,由于雨布包裹为非密封包裹,在运输途中可能发生小件物资抖落或失盗现象。雨布包裹的防护等级也较弱,因此,对于运输距离较长、路况及气候条件恶劣的情况,不可单独采用雨布包裹。



图3 模块雨布包裹包装示例

1.3 铁皮包装

铁皮包装是采用槽钢、角钢为框架材料,用薄钢板、铝板进行封闭形成铁皮包装。铁皮包装可分为两种类型:一种是根据模块自身尺寸,提前预制有顶无底的铁皮箱,待模块发运时直接罩在模块上方,与模块底座进行点焊连接,形成封闭铁皮包装,如图4所示;另一种是利用模块自身钢结构框架作为包装的骨架,通过计算在钢结构框架梁柱上进行开孔,将固定铁皮用的C型钢通过普通螺栓固定于钢结构框架上,再通过自攻螺钉,将铁皮固定于C型钢上,如图5所示。后者充分利用单体模块自身钢结构框架,具有包装构架稳定且用材少的优点。

铁皮包装方法在几种包装方式中防护性能最好,且包装成本低于木箱包装。与常规的木箱包装相比,其显著特点是包装不增加模块化装置的运输尺寸,在相同的公路或铁路运输尺寸超限级别下,可将更大的空间用于模块化装置本身空间布置,提高装置的操作维护性能。



图4 预制铁皮包装箱示例图

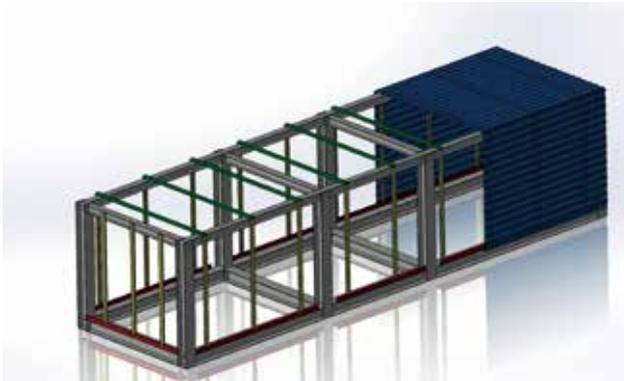


图5 模块自身钢结构作为支撑框架的铁皮包装示例图

1.4 热塑薄膜包装

模块热塑薄膜收缩包装（简称收缩包装）是利用可收缩的薄膜将各种模块整件或者较大拆分件包裹后，加热收缩使其紧贴被包装物的一种包装方法，如图6所示。常用热塑薄膜有聚氯乙烯PVC、聚丙烯PP、聚乙烯PE等，这些材料均具有良好的热收缩和封切强度性能。一般，应根据模块大小和重量来考虑薄膜的厚度，且薄膜的厚度应均匀，尺寸、规格及收缩温度应与被包装物相适应。收缩包装实施效果应保证经过收缩包装后的模块或拆分件在运输过程中不产生破裂，造成散失和损坏。



图6 模块热塑薄膜收缩包装示例

热塑膜包装可同时达到防雨、防尘、防锈等多个要求，尤其在海运过程中，可有效防止海风及潮湿环境导致的构件腐蚀。热塑膜包装不会额外增加模块尺寸，且成本较低。但由于热塑膜的材质特点，吊装操作很容易导致包装破损，因此，该方式不适用于存在多次转运的模块包装。

2 包装总体要求

模块化装置的包装应符合科学、经济、牢固、美观的要求。在正常的储运、装卸条件下，应保证模块自制造厂发货之

日起，至少两年内不因包装不善而产生锈蚀、发霉、降低精度、残损或散失等现象。包装设计应根据模块的自身特点、环境条件和外方要求进行，尽量做到包装紧凑、防护合理，安全可靠。模块包装的具体要求如下：

1) 适应路况及天气条件。包装方案的设计要结合运输全过程的道路状况（包括海运、倒运条件），并要考虑运输路径中天气状况。所有货物的包装及固定需要满足在路况恶劣情况下的长途运输要求。

2) 适应运输限制条件。根据包装和运输常规尺寸限制，任何单体包装尺寸不能超过相应运输方式的限制和运输路线途经地政策对货物尺寸和重量等方面的相关规定。对于超重超限货物需专门制订运输方案。

3) 适应物资防水防潮要求。应根据货物的不同特点和要求，确保货物不受锈蚀、水侵入、凝结水及其它所有潮气的侵害。

4) 适应物资长时仓储要求。外包装除考虑运输外，还必须考虑运抵目的地后的长期保存要求。

3 包装方式选用原则

模块化装置的每种包装方式都有各自不同的特点和适应性。在项目的具体实施过程中，考虑多种影响因素，包装方式的选择也遵循一定的选用原则。

包装方式选择的主要考虑因素及推荐做法如下：

3.1 运输方式、转运次数

运输以安全性、经济性、时间性为主要原则。包装方式的选择和实施，需结合运输条件、倒运装卸次数等运输方案，确保物资完整无损地运抵目的地。模块化装置常用运输方式有：公路、铁路、水路或联运。

1) 公路运输

国内项目多采用公路运输，路面条件较好，且倒运次数一般不会超过2次，对包装的防护要求相对较低。此时，模块化装置的包装方式多选择裸装；但若成品保护较高（如有保温），运输或存储期涉及雨雪影响，建议采用裸装+雨布包裹；若存在恶劣气候长期存放的可能性，建议采用热缩膜包装。

对于国外项目，常常存在项目所在国公路路面条件差、途中模块倒运次数多、野蛮装卸、设备重心偏高、设备或管路临时支撑考虑不足、现场存放期长、存放环境恶劣等问题，容易导致包装防护失效、模块受损无法恢复。因此，多采用木箱包装或铁皮包装，以降低包装失效风险。

2) 铁路运输

由于铁路运输条件较好，可供选择的包装方式也较多。对于大件运输（模块装置），为节约包装成本，推荐包装做法为裸装；对于预制程度较深、成品保护较高的模块，或运输、

表 包装方式特点及适应性对比

	防机械损伤	防雨防尘	防盗	包装成本	公路	铁路板车	海运	多次转运	长时仓储	包装尺寸	包装用时	包装环保
裸装	无	无	无	无	可行	可行	待定	可行	可行	不变	无	好
雨布包裹	无	好	差	低	可行	待定	可行	差	差	不变	少	一般
热缩膜包装	无	好	差	较低	可行	可行	可行	差	好	不变	较少	差
木箱包装	好	好	好	高	可行	可行	可行	好	好	变大	长	一般
铁皮箱包装	好	好	好	高	可行	可行	可行	好	好	微变	较长	好

存储期涉及雨雪影响,则推荐采用热缩膜包装;若运输距离较远且存在多次倒运或在恶劣气候长期存放的可能性,则应采用铁皮包装。

3) 水路运输

水路运输时间较长,运输途中需特别注意包装的防水、防潮措施,海上运输还需考虑防海水腐蚀的措施。当运输方式为海运时,应根据物资特点选择包装方式:

①如果装置设计本身适应海洋气候,如海岛或近海项目,其选材、防腐等符合裸运条件的,推荐采用裸装方式,并做好端部防雨保护。

②如果装置设计本身条件为内陆气候,则模块装置海运必须采用外包装进行保护,推荐的包装方式包括:热缩膜包装、木箱包装或铁皮包装;

4) 联运

水陆联运是国外项目常见的运输方式,此种运输方式的路径较长,沿途运输环境相对复杂且多变,风险较大。对于此类项目,建议采用防护性、安全性高的木箱包装或铁皮包装。

3.2 气象条件

运输路径上的气象条件也应该重点关注,例如,若运期为雨、雪季节,则要考虑做好防水、防潮措施;若气候干燥沙尘较多,运输路径尤其为沙漠地区则要重点做好包装防尘措施。

3.3 运输途径地社会环境

社会环境当地局势是否稳定,社会治安是否良好,会直接影响物资运输的安全。对于海外项目,若当地政治不稳定或社会治安较差,则要求包装须有防偷盗的性能,建议采用防护性、安全性高的木箱或铁皮箱包装运输,防止物资内部散件的丢失。

3.4 现场仓储时间

对于海外项目不可控因素较多,物资运抵现场后可能会长时间闲置,包装内物资难免出现生锈及丢失等情况发生。为避免此类问题的发生,建议物资采用木箱包装或铁皮包装。

3.5 经济性

在满足功能性及安全性要求下,应选择最经济的包装方式。通常模块化装置防盗、防尘、防雨、防潮要求越高,包装所用的材料成本和加工成本越大,比如木箱加雨布包装、铁皮包装等。反之,短途运输采用的雨布包裹,或防盗性较差的热缩膜包装的包装成本相对较低。

3.6 包装方式比较及选用

各种包装方式的材料、结构不同,制作成本、对内部物资的防护程度也有所差别。各种包装方式特点及适应性比较见上表。

模块化装置应综合运输路径社会环境、运输方式、防护要求、仓储时间等因素进行评估,按照裸运、雨布包裹、热缩膜包装和木箱铁皮的顺序优先选择。木箱包装和铁皮包装需要根据模块化装置的尺寸、重量以及结构型式确认。在模块化装置运输尺寸较大且装置为框架结构时,应优先选用铁皮包装,尤其是钢材价格较低时,铁皮包装的成本优势明显。

4 结论

模块化装置的常见包装方式有裸装、雨布包裹、热塑膜包装、木箱包装、铁皮包装等,每种包装方式都有各自不同的特点和适应性。

包装方式需充分考虑运输路径、运输方式、仓储等因素,实现装置运输及仓储过程防尘、防水、防潮、防震等要求,保证模块化装置安全。

在满足功能性及安全性要求条件下,模块化装置包装方式优先选择顺序为:裸装、雨布包裹、热塑膜包装、木箱包装或铁皮包装。

大尺寸框架结构的模块化装置,需要进行防盗时,应优先选择铁皮包装方案。■

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)

白景阳忍受着高温作业的炙烤，历经炼化装置建设现场的磨砺和全国竞技赛场的锤炼，一路播种梦想、浇灌勤奋、成长收获，荣登全国劳动模范之列，进入人民大会堂接受表彰。

白景阳：在焊花中熔炼工匠精神

■ 王利 夏丽

2020年11月24日，在全国劳动模范和先进工作者表彰大会上，寰球工程公司吉林化建安装公司电焊班班长白景阳迎来了职业生涯的“高光时刻”，成为1689位全国劳动模范中的一员，在人民大会堂接受表彰。

白景阳从大山深处走来，在平凡的工作岗位上任劳任怨，无私奉献，忍受着高温作业的炙烤，历经炼化装置建设现场的磨砺和全国竞技赛场的锤炼，一路播种梦想、浇灌勤奋、成长收获，用过硬的技术和勤勉的付出，成为了青年员工的榜样，用焊花点亮了璀璨人生。

向着光奔跑的少年

2004年，家住吉林省永吉县西阳镇的白景阳从职校毕业，进入了吉林化建安装公司，成为了一名电焊学徒工。那个大雪飞扬的冬天，成为了他命运改变的起点。

“培训地条件很艰苦，外面大雪，室内小雪。听说晚上还需要个打更的，我主动要求留下来，这样可以多练习。”白景阳说，那个时候，上网打游戏在年轻人中很流行。他却拿着焊机，反复练习。师傅高振杰晚上来培训现场查看，看到了他骨子里那股认真劲儿，就决定每天晚上来指导他。“吃了小灶”的白景阳没有辜负师傅的期望，从60多个焊工中脱颖而出。

焊工是个苦差事，训练的时候苦，到了塔器林立的现场更是苦。有的装置施工要爬到几十米高，有的罐内作业要忍受高温，有的还是极度刁钻的焊活，需要保持异常姿势，这会导致全身酸痛。越苦越能锻炼人，白景阳在实际操作训练中一边听师傅讲解，一边观察动作要领，包括师傅焊接时脚站的位置、手的方向、眼睛看的方式以及身体重心的位置，从不同角度去观察，不同侧面去学习。在现场施工高峰期，遇上大的焊口，有时一干就是十多个小时。白景阳边干边总结，很快掌握了钢板对接、氩弧焊、高合金压力管道焊接等技术，并摸索总结出很多焊接诀窍。

跑现场、干大修，大大小小10多个工程项目，白景阳的



焊接合格率始终保持在99%以上；同时，他多次参加行业技能大赛并获得佳绩，还被授予吉林省五一劳动奖章。2018年，白景阳喜获全国五一劳动奖章。

飞扬的焊花，如同一道道光束照进了白景阳的人生。在孜孜以求的学习和实践中，这个从大山里走出来的少年，慢慢褪去了懵懂、迷茫和青涩，逐渐在公司青年员工大军中脱颖而出。

焊花“亲吻”的伤疤

白景阳的手上有十几个烫伤的疤痕，再往上挽起袖子，就会看到肩部那处铜钱大小的伤疤。这些伤疤都是他钻研

技术时留下的印记，也是参与项目建设获得的“勋章”。

自参加工作以来，白景阳始终坚持奋斗在施工一线，参加了吉化120万吨乙烯改扩建工程、沙特MMG项目、阿尔及利亚LNG项目、科威特清洁燃油项目等十余项重点工程的施工建设，还被选派参加“国际焊工班”的深造学习，接受电焊施工领域的高端培训，一步步练就过硬的焊接本领。

2014年，吉化炼油厂锅炉安装项目焊接施工遇到难点，白景阳被紧急派往参与攻坚。由于锅炉水冷壁的炉管较为密集，经常出现视觉死角而无法进行正常焊接，白景阳经过仔细观察研究，利用镜像原理采用将镜子放到视觉死角位置进行对照镜像焊接，圆满完成焊接任务，受到了项目部领导及甲方领导的一致好评，为公司赢得了赞誉。

在锦州石化二催脱硫塔安装项目施工中，白景阳又一次遇到了难题。二催脱硫塔材质为白钢，由于部分焊接位置无法进行密封充氩导致不能使用氩弧焊进行打底。他大胆创新，利用手工焊条进行打底，保证了施工建设的顺利进行。

在科威特清洁燃油项目施工中，白景阳发现一名新加坡技术工人焊接时用的工具和自己的有些区别，焊接的管线焊缝不仅均匀而且十分美观。“为啥人家焊得这么好，焊枪那么稳？”带着疑问，白景阳仔细观察那名焊工的动作、焊接时的角度，琢磨其中的奥秘。

很快，他恍然大悟。原来国内大部分工程焊接使用的焊枪都是用手作为支点进行焊接，管线在焊接的过程中变热，有时烫手，这些因素都可能导致焊接动作不稳，影响焊接质量。而那名新加坡焊工用的焊枪下面有一个固定支点，在焊接中只要把支点固定住，焊接就会非常稳定，不受温度和情绪的影响，焊接质量也更高。

于是，他吸收这种焊接的长处，并结合传统焊接方法，通过不断实践，形成了一套自己的焊接方法，焊接速度更快，

质量也更高。他还把这套技术总结传授给工友，带动了整个班组焊接水平的提升。

深藏家企情怀的男儿

一个项目刚结束就马不停蹄转战下一个项目，在高温焊水滴到皮肤上也咬牙忍痛完成任务，在技能竞赛上大胆剔除障碍拿出最优解……白景阳说，支撑自己一次次“闯关升级”的原动力其实很简单，“我一个农村孩子，企业培育我迅速成长，让我现在有家有房有车，能够站在大平台上为国争光，我没有理由不拼下去。”

在科威特项目即将结束时，白景阳归心似箭——孩子刚出生两个月他就出国了，现在孩子已经能说会道、能跑会跳，他迫不及待想见见孩子。就在此时，项目接到总包方求助：焊接遇到困难，要求白景阳到施工现场破解难题。新加坡、印度和菲律宾等国的电焊工程师都解决不了的焊接难题交到了白景阳的手里。近一个月的时间，白景阳查网络、翻书籍，多次实验，最后一次性焊接成功，为总包方避免了一次换管的重大损失，所有工程师都竖起了拇指称赞不已。那一刻，他想起了奥运冠军马龙的一句话：“I am made in China!”（我是中国制造）在国外工作累计63个月，他体会过50摄氏度的高温，经历过一天喝五六瓶2.5升水仍不解渴的状态。在国内，他同样顾不上身体的病痛，为了工作挺身而出。

2019年7月，白景阳做完急性阑尾炎手术不到一个月，得知呼和浩特石化项目告急，立即前往支援，到达现场后马上投入到工作当中。现场焊工少、焊接量大、焊接速度提不上去，影响整体进度，他主动提出建议，挑选出骨干一起使用二氧化碳焊接，并向他们精心传授焊接经验，既保证了焊接质量又提升了焊接速度。当了解到成品油罐壁恢复因焊接而变形的难题，他通过仔细询问勘察后，提出了采取外侧V型坡口、内部背杠刚性固定加反变形法，解决了难题，带领工友加班加点，使七台储油罐罐壁变形得到很好的控制，完全符合验收规范要求。

今年3月，面对疫情防控和复工复产的严峻形势，白景阳与工友一行7人自驾1600余公里，历时20个小时，于次日清晨到达呼和浩特项目现场。他积极协助作业队配合当地政府落实防疫检查和防控措施，全面展开复工复产工作，逐一攻克焊接难题，确保项目建设顺利推进。

“我还年轻，希望可以在更多的项目中去锻炼，带动更多的工友一起奋斗，为企业创造更大的价值。”

如今，已经“荣誉等身”的白景阳又重新出发，继续在新的项目上挥洒汗水。前方一定还有更大的挑战，但是作为奔涌的后浪，他比以往任何时候都更加自信和坚定。■

作者单位：中国寰球工程吉林化建工程有限公司
(责任编辑 冯波)



投身中国管道事业34年，从西气东输到“一带一路”管道工程项目，董旭见证了中国管道设计水平在国际上从跟随到领跑的飞跃，自己作为一个资深管道人，荣获了全国劳动模范称号。

董旭：笃行致远，争做能源工匠

■ 张秋娟



董旭荣获全国劳动模范称号

董旭获奖感言

能够走进人民大会堂接受全国劳模的荣誉，我深深地感受到作为一名石油人是多荣。在表彰大会上，习近平总书记强调，要大力弘扬劳模精神、劳动精神、工匠精神。比激动的同时也深深感受到肩上的责任重大。作为国有企业的管理人员，我们的具体就是要全力推进企业管理的现代化和国际化，全力培养企业管理人才和国际化项目管才，增强企业的生存能力和国际竞争力，实现国有资产的保值增值。我们要把劳模的作到最大，团结和引领广大员工，尊重事业，热爱工作，笃行致远，争做能源工匠。

2020年11月24日，全国劳动模范和先进工作者表彰大会在北京人民大会堂隆重举行，对全国各行各业涌现出的先进模范人物进行表彰。中油工程人、管道局工程公司亚太公司党委书记、总经理董旭被授予“全国劳动模范”称号。

脚踏实地管道人

身材高大，面容慈善，平易近人，这是董旭给人的第一印象。不过，熟悉他的人都知道，他不光有敦厚朴实的外表，更有坚毅强大的内心。

从1986年至今，董旭已经在管道局工作了34年。当被问起：“您觉得自己是一个什么样的人”时，他脱口而出：“我就是管道人。”

董旭的父母都是管道设计院的职工，他从小受到管道文化的熏陶和浸润，大学志愿毫不犹豫选择了石油院校，读了油气储运专业，毕业后如愿到管道设计院工艺室的设计一线工作。

从工作的第一天起，他就抱定了“投身管道事业”的信念，脚踏实地，笃行致远。

从设计一线到设计管理，从普通的设计人员到集团公司

的高级技术专家、石油化工行业工程勘察设计大师，从国内管道建设设计一线到国际管道项目管理最前沿，34年过去，董旭已经成为一名“资深的管道人”。

1994年，董旭以项目合作者的身份来到了意大利，看到意大利管道建设的状况后，他陷入了深深的思考。那时的意大利已经建成了密集的油气管网，而当时的中国，只有东北管道和鲁宁管道两条主要干线。董旭在意大利看到了当时的中国与世界一流管道建设水平的巨大差距，愈发坚定了自己努力的方向。

西气东输练真功

2002年，西部大开发的标志工程之一西气东输工程开工建设，我国迎来了输油管网建设的高潮。时任管道工程有限公司设计管理部部长的董旭，先后以工程设计项目副经理、项目经理的身份参加了西气东输一线、二线的设计工作。

董旭作为主要技术负责人之一，在西气东输项目上首次采用了遥感技术、单气源多用户输气管道工艺、大型长输管道压气站设置优化等先进技术，解决了多项技术难题，仅线路工程优化设计一项就节省了人民币10亿元。



董旭1994年在意大利考察管道建设



董旭在西气东输建设现场工作



董旭参加马来西亚石油公司承包商大会

他负责牵头编制的西气东输工程的可行性研究报告获全国优秀工程咨询成果一等奖。西气东输项目获得了建设部颁发的国家优秀勘察设计金奖，并于2014年获得了有着工程建设界“诺贝尔”奖之称的非迪克工程项目优秀奖，这是中国在世界管道行业首次获得此奖项。

2007年8月，西气东输二线工程启动，董旭再次担任初步设计的项目经理，这个项目由中国石油的六家设计单位组成联合体开展项目设计工作，技术难度超过了西气东输工程。

董旭结合西气东输工程的经验，带领技术攻关小组，全面应用地理信息系统辅助线路工程设计、多专业三维协同设

计、管道完整性管理技术应用等新的设计技术和手段，充分展现了我国在油气管道设计领域的先进水平，实现了中国管道设计水平在国际上从跟随到领跑的飞跃。

中国管道国际梦

近几年，随着管道局国际化战略的实施，董旭的工作重心也从国内管道建设走向了国际。他先后参与了国家四大能源通道中的中亚和中缅管道的设计和建设。特别是到亚太公司后，在“一带一路”的背景下，怀揣“中国管道梦想”的董旭，几乎每年一大半的时间都在海外一线的市场开发和项目管理工作中渡过。

与众多世界一流知名公司的同台竞技，让他以更加开阔的国际视野审视管道建设。“让中国管道像中国的高铁、核电一样成为国家名片”，让建设者成为“中国管道的代言人”，成为他新的职业理想和目标。为了这个愿望，他做了大量工作，其中最重要的，就是改变“国际项目国内做”和“国内项目国际做”的思路，适应各国市场规则，走真正的国际化道路。

国际化道路并非一路坦途，2019年的印度尼西亚拉维拉维单点系泊管道项目投标过程让董旭记忆犹新。当时与管道局同台竞标的，有意大利塞班公司、韩国浦项公司及印尼当地的5家公司。

强悍的对手已经让竞争十分激烈，而比对手更棘手的是繁琐而严苛的竞标程序。令董旭没想到的是，仅资格预审和技术标就进行了6个月。

资格预审通过后在技术标评标中，招标人还要求投标人做项目执行的演讲答辩及对项目各关键负责人一一面试，这样的考验让实力雄厚的韩国浦项公司因难以应对而中途落败，过五关、斩六将，最终管道局顺利通过了技术标评审，继而又以商务标第一的战绩拿下了这个包含有国际上最大口径海底管道铺设的项目。

目前，亚太公司在泰国、孟加拉国、印尼等十余个“一带一路”沿线国家完成了几十个项目，以优质的技术和服赢得了国际赞誉，亮出了“国家名片”。

在多个国家的项目中标和建设，是对管道局国际化战略中坚持技术、服务、理念全方位国际化成果的全面检验，检验结果是无疑是令人欣慰的。

“笃行致远”，是董旭的人生信条。董旭说：“东南亚区域的项目都是在没有任何中资背景的情况下中标和建设的，验证了我们管道局在世界管道建设舞台上的实力和水平。现在，全世界没有人能轻视我们油气管道的设计和建设！”

这是董旭的自信，更是中国管道人的自信！■

作者单位：中国石油天然气管道局有限公司
(责任编辑 王波)

40年栉风沐雨，中国石油工程建设有限公司（CPECC）人与公司共进退，体会着这份成长的苦与乐。他们努力拼搏，追求卓越，突破自我，演绎着一次又一次的成就与精彩。经过了“出海”之初的艰难与拼搏，他们凝练了更有战斗力的团队，培养了更加坚定的意志。回首来路，会有什么样的感慨？听听CPECC北京分公司员工王才讲述他与公司共成长的故事。

雄赳赳勇闯巴士拉

■ 王才

在公司40年的发展历程里，我们承揽了举世瞩目的阿布扎比巴布项目、俄罗斯天然气管道项目，诸多的巨型项目令世界瞩目，我作为一名基层海外市场开发人员，有幸见证了其中7年的发展，也很荣幸能与这个光荣的团队并肩作战。回望从事海外市场开发工作的这些年，不免生出很多感慨。

飞赴伊拉克

读书的时候，我读过著名侦探小说作家阿加莎·克里斯蒂所著的《东方快车谋杀案》，对书里提到的古巴比伦有一些向往。参加工作以后，我成为了中国石油海外常驻大军中的一员，工作的足迹到过沙特阿拉伯的利雅得、达曼以及阿曼的马斯喀特，见识过利雅得国王大厦的壮观及陆海天一线马斯喀特的海滩，唯独从未踏足过古巴比伦，即当今伊拉克，是个小小的遗憾。

2019年10月，小小的执念终得偿所愿，我踏上了这片土地。

曾被誉为中东第一强国的伊拉克在经历战争后，已经变成中东“火药桶”最活跃的区域。10月伊拉克爆发了大规模游行示威活动，造成很多人受伤，整个国家笼罩在动荡的气氛下。在踏上这片领土之前，忐忑和紧张的情绪一直未彻底的消除，我不停地询问身边去过伊拉克的同事，这个国家在经历了连年战乱后到底是一番怎样的景象？

由于乘坐的是阿联酋航空经济航班，在从迪拜飞往巴士拉的飞机上有很多穿着传统服饰的巴基斯坦人，操着我听不懂的腔调，让独自踏上这片土地的我感到更加的惶恐。飞机上有一半的座位是空的，起飞前我比以往任何时候看安全指示都看得仔细，因为在我出发的当天，中国外交部和驻伊拉克大使馆再次发布安全提醒，警示中国公民近期暂勿前往这个国家，即使同事一再强调航行很安全，但我还是担心突然从哪儿冒出一枚导弹把飞机打下去。



从机场出来就穿上防弹背心

正是在这种紧张和不确定中，我感觉自己像个骄傲的勇士，雄赳赳勇闯巴士拉。

车行崎岖路

巴士拉城建立于636年，按照中国历史的时间轴，应处于唐太宗时期，也就是历史课本上所描述的“黑衣大食”，这个城市位于底格里斯河和幼发拉底河交汇的夏台·阿拉伯河西岸，曾被誉为“东方威尼斯”。

飞机降落在巴士拉机场，机场不大甚至可以说有些简陋。飞机一落地，我便迫不及待地连上了机场WiFi向家里报平安。我发出了一条带定位的朋友圈，作为自己在这片神奇的土地上留下的第一个痕迹。



伊拉克巴士拉萧条的街市



战后留下的废墟

下飞机后，果然如同事事先叮嘱的那样，乘客瞬时排起了长长的队伍等待着填写入境申请表和完成初次贴签的过程。从迪拜带来的一支圆珠笔，让我迅速成为了长长队伍中的“香饽饽”，因为偌大的一个机场，连一支笔都没有提供。

走出机场，巴士拉的天空有些灰暗，空气中有丝裹着沙子的热，四下并没有响起一丁点想象中的爆炸声和枪炮声。来不及迟疑，便登上了来接我的安保车辆。安保人员一边说着“撒拉马利哄”（中文译为：你好），一边拿出厚厚的防弹背心，不由分说地给我套在了身上。绑好安全带后，只听一声闷响，防弹车厚重的铁门关上了。这一刻，我才感觉所有的危险都已经被我身上厚重的防弹衣和厚重的铁板车门隔绝在外面。司机打开收音机，放起了充满阿拉伯风情的音乐，异域的感觉一下涌上来，我悬着的心才略微平复。

车辆行驶过程中，我不停地向外张望，努力寻找战争的痕迹——崎岖不平的道路、断壁残垣的废墟，甚至还有被废弃的坦克，窗外的空气中弥漫着沙尘，似乎还能闻到硝烟的味道。

今天的巴士拉，远远没有书里描写的那么浪漫，曾经的“东方威尼斯”，现在是满目疮痍。在市区街头随处都能看到检查站，持枪的警察和士兵警惕地观察着过往车辆。在穿城而过的底格里斯河大桥上，每隔几十米就有一个岗亭。

经过数个小时的颠簸之后，我入住了巴士拉酒店，因大部分的中资企业进入巴士拉都住在这家酒店，大家都称它为“巴士拉的龙门客栈”。酒店的装修有些过时，一种九十年

代国营招待所的感觉。进入酒店之前，车辆都要经过汽车炸弹的检查程序，只见保安拿着一根长长的棍子，棍子的顶端有一个小小的项圈，伸到车底进行了细细的检查才作罢。一系列的操作完成后终于进入了酒店，我长长地舒了一口气。

从巴士拉到纳西里耶

有别于在现场营地的工作，市场开发工作所需要接触的当地客户大多在巴士拉城区，但我这次的行程里还包括了远在纳西里耶的一家当地伊拉克石油公司。经过一夜的休整之后，考虑到当地的复杂情形，约了安保车辆早上五点钟出发前往纳西里耶。车子穿过了整个巴士拉市区，路上行驶的车辆大抵都是萨达姆时代留下的，很破旧，排出焦黑的尾烟。红绿灯很少，交通极其堵塞。

当地的年轻人三三两两地坐在已经关门的商铺门口抽着烟，各种商铺的招牌大多是阿拉伯文，英文的标注很少，广告牌上还时不时地出现一些政选候选人的照片，还有大段的阿拉伯文描述。

纳西里耶离城区大概二百公里，在国内通常只需要两个小时的路程，我们却耗费了五个多小时。一路上各种形形色色的检查站，安保人员只会寥寥几个英语单词，因此大多数的交流都是通过摇头、晃脑袋和各种手势比划来完成。经过检查站时需要检查枪械，我也趁机看到了那个从二战到现在一直被无比推崇的“AK47”，严格遵守公司的不允许碰枪原则，切实做到了“可远观而不可亵玩焉”。

抵达目的地见完客户，已经是临近中午12点了，我早已饥肠辘辘。在安保人员的带领下，来到他们经常吃饭的地方，见识了最有名的美味——两河流域的伊拉克烤鱼。

这个地方充其量是个路边摊，没有桌子和椅子，甚至没有餐具。烤鱼摊的老板熟练地从黄黄的水池里捞出两条鱼，用木棍在鱼头上敲击了两下，简单去除内脏后，就扔在了黑乎乎的架子上炙烤，火是用木头燃烧的，不一会和着少许木材的味道和鱼的香味就飘了出来，一起席地坐在烤鱼摊老板的家里，啃着当地的大饼，就着烤鱼吃，也别有一番风味。

为期四天的伊拉克行程就在每天的奔波中悄然而去，这一段的旅程浓缩了在海外市场开发的印象，我深切地感受到了这片领土被战争的荼毒，更为在这片土地抛洒汗水的同事们点赞，愿世间没有炮火与战争，只有协同发展与共同进步。

离开了日渐强大的祖国，在伊拉克的经历让我更加明白了近代中国遭遇列强外侮的屈辱和无奈，仁人志士举起了驱逐外侮的旗帜，无数先烈舍身赴死建立了新中国。中国石油作为大型国有企业有责任扛起了民族复兴的大旗，而我作为其中的一员，也必将坚持不懈地努力奋斗。■

作者单位：中国石油工程建设有限公司

（责任编辑 王波）

2020年注定是不平凡的一年，新冠疫情改变了整个世界。在尼日尔上下游一体化PMC项目奋战的中油工程项目管理兴油公司海外员工打破了各自海外连续工作时间记录，在与亲人分别300多个日日夜夜里，他们将思念埋在心里，为海外项目建设勇于担当、坚守岗位，无私奉献、添砖加瓦。如今，他们分享初心、讲述故事。

一线坚守尼日尔三百天

■ 中油工程项目管理公司

隋鹏飞：珍惜眼前，努力生活

2020年3月19日，尼日尔出现首例新冠肺炎确诊病例。医疗基础极其薄弱，疫情防控面临巨大挑战。在尼日尔疫情发生的第一时间，尼贝管道项目升级防疫措施，对项目驻地果断采取了全封闭措施来隔绝外界病毒的入侵，同时对所有员工进行了防疫动员。至此，这场尼日尔疫情的持久战、心理战、技术战便正式拉开序幕。

由于疫情影响，我连续海外工作了近十个月，每日不得不开在限制区域内过着两点一线的生活，繁琐忙碌的工作、资源国疫情的蔓延以及未知的回国日期，常使我倍感压力。我常年在外工作，对家里的照顾很少，赡养老人抚育孩子的重担就落在了妻子瘦弱的肩上，妻子从来都不抱怨，只是用实际行动默默的全力支持我的工作。年迈的父母每天都会关注非洲的疫情发展及社会安全形势，总是反复叮嘱我在海外要照顾好自己，要加强疫情防护。活泼可爱的4岁儿子正在一天天成长，可惜我却无法在身旁亲眼见证，每次视频，听到孩子问“爸爸在哪了？”“爸爸什么时候回来？我想和爸爸一起玩。”这时候我总是强忍泪水说：“爸爸快休假了，等爸爸回去一定好好陪陪你。”每次与家人视频后，总会想何时可以跨越这万里距离再次返回故乡，情不自禁地想象着再次与家人团聚时的幸福快乐情景。

回望在尼日尔的日子，遭遇疫情，经过岁月洗礼，才深切体会到人类在天灾人祸面前的渺小无力，才感受到健康与自由的无比重要。让我更加珍惜眼前，认真努力去生活、工作，去做想做的事，去见想见的人，去努力完成未实现的梦想。我也更加感恩那些为我们遮风挡雨、负重前行的身边人与陌生人；积极乐观去过每一天，保持运动习惯，增强体质、保护自己，不给祖国与社会添麻烦。

陈永刚：抗“疫”路上，共同坚守

回首即将过去的这个不平凡的2020年，有太多的不容易。

受疫情影响，公司经营面临严重困难，海外员工不能按时休假，身心面临极大的考验。我在海外工作时间超过10个月，打破了2011年我在阿布扎比项目创下的9个月的最长记录。正是在疫情下坚守，我的工作取得了明显成效，更是被评为“2018—2019集团公司青年岗位能手”。在集团公司提质增效专项行动背景下，我受邀向全公司员工分享“战严冬、转观念、勇担当、上台阶”主题教育活动个人职业发展规划感想，受到了公司领导的一致好评，也正是公司领导的肯定、认可和支持支撑着我一路坚守，公司永远是我们最坚实的后盾。

现在我已经跟家人团聚，享受着相聚团圆的美好时光，家人的一句“回来就好”，简短中透露着期盼已久的惊喜。感谢家人的理解和默默支持，未来，我还将迎难而上、不断前行，力争取得新的更大的突破，为公司的国际化发展贡献一份力量。

田媛媛：心安之处，便有阳光

在海外封闭式生活的日子里，我们正常工作，积极抗疫，自发组织各项活动来缓解压力。即便如此，不确定的回国时间、不乐观的海外疫情形势，时刻提醒着我们身在异国他乡。封闭式办公一个月后，我心底的不安逐渐放大，开始焦虑、失眠。直到有一天，一只鸟儿落在我窗外的





栏杆上，我观察它的时候，发现对面路边的花开得好看极了，我竟然不知道这些花儿是什么时候开的。顺着花儿往上看，有只黄色蝴蝶翩翩飞过，电线杆上有两只不知名的鸟儿在跳舞，蓝天上有一朵白云在快速移动……窗外的风景动起来了，我的内心也渐渐静下来了。我调整了房间里桌子的位置，可以一抬头就看到窗外的花儿，心态也开始放缓，适应当下，不断寻找身边的美好。我和小伙伴们开始观察酒店周围的鸟儿、后院里的木瓜树和那只经常在台阶上晒太阳的蜥蜴，小小的后院竟然有十一种花儿，还记得有次天台落了一只受伤的鹰，还有科托努的晚霞炫彩夺目……

回首在国外的日子里，烦恼和不安仿佛只有一瞬，脑海里大多都是大家一起度过的快乐时光，餐厅和天台上的笑声，有趣的法语小课堂……连大家频频吐槽的网络会议都是特殊的回忆。困难在我们眼前时，我们会觉得它像一条大河，阻挡着我们，但当我们跨过它，回望时会发现，它没有想象中那么宽，水流也没有那么急。所以，当我们遇到挫折时，不要一直沉浸在各种负面情绪中，抬头多看看阳光和花，让不安的心静下来，调整自己的状态走过去，相信这些将会是我们人生中宝贵的记忆。

黄刚：漫漫回家路，浓浓感激情

春节期间突如其来的疫情，打乱了我所有的计划，随着疫情蔓延至整个世界，各国纷纷采取宵禁、封城、停运国际航班等措施，轮休已经变得遥不可及。为了疫情防控，也为了保证海外项目正常运转，“稳在当地，稳住人心”成为了当时的主旋律。采办工作一直以来都是海外项目的“排头兵”，即使在疫情期间，尼贝管道项目采办工作仍要快速向前推进，再加上采办部门人手非常短缺，我也将重心继续转移到工作上。

在繁重的工作之余，我每天都要抽出一点时间和家里联系，每次通话家人都催促我什么时候回家，电话里唧唧呀呀的孩子也在嚷嚷着“爸爸、爸爸”，而我每次只能低声地回答到“快了、快了”。直到2020年八九月份，才有了包机和商业航班倒班的消息，从包机取消到包机恢复，从包机方案到商业航班方案，几经波折，我们最终登上了2020年10月7日的回

国航班。当飞机降落，听到工作人员“欢迎回家”这句话时，我的心房似有暖流涌入，感动感激之情油然而生，仿佛从极寒之地突然脱身，刹那便置于和风煦日中。尽管千难万苦，祖国并没有放弃任何一个海外游子，强大的祖国始终是海外游子的坚强后盾，并以她宽广的胸襟，接纳漂泊海外的游子。

张江：父子相见，来之不易

得知孩子降生的消息后，我在封闭的日子里一旦闲暇下来时，脑海里总会幻想各种的归国情形，心怀波澜。然而当我走下廊桥的那一刻，这种席卷全身的熟悉感抚慰着每个细胞，较之出发时激动心情一比，此刻反而是微风拂面、波澜不惊。

脑海里预演了上万遍第一次见孩子的情形，当真实地看着站在小区门口的等待妻儿，自己的孩子安静地依偎在母亲的怀里，我霎时脑海空白、手足无措；当第一次小心翼翼、手忙脚乱地抱起孩子的那一刻，他“大度”地接受缓解了我心中的紧张，随之便是那胖嘟嘟的身材沉甸甸落在我心坎里的踏实；经过几天的相处后，发现原本娇弱的妻子骨子里住了位超人妈妈。

突发的疫情让原本很简单事情变的如此来之不易。回望过去，自从2020年3月份尼日尔疫情爆发以来，我们便开始实行驻地封闭管理，漫长的等待、疫情的威胁、超期的服役等无时无刻不在挑战着每个海外石油人的极限，但我们都挺过来了，因为有公司后盾的支持、项目团队的关怀、部门经理的舍己为人。感恩这来之不易，因为不仅让人记忆犹新，而且还有人在替你负重前行。

赵强：应对疫情，“坚守”尼亚美

由于尼贝管道项目营地长时间的封闭管理，而且也不知道封闭会持续到什么时候，一个月又一个月过去了，国外的疫情还在蔓延。同时，公司员工都已经超长时间在岗工作了，身体和心理的疲惫都在加剧，项目公司为了舒缓大家的心理状态，倡议员工加强自身锻炼，强健体魄，同时，组织各种有意义的活动来鼓舞大家的士气，坚定抗疫的信心。

疫情之下，项目很多工作都不得不暂缓，但是在公司领导力和同事的努力下，项目前期很多工作都取得了很大成果：项目法生效、运输许可颁发、首船管材转运等等。

经过这次经历，让我认识到国家力量的强大，人民意志的坚定，民族凝聚力的强大，在如此重大的困难面前，全国人民同心同力、共克时艰，完成了举世瞩目的抗疫成就。在公司层面，在此期间，坚守岗位的员工同样是靠得住、顶得上，锻炼了一大批青年员工，相信通过公司全员的共同努力，尼贝管道项目一定会建成、建好，树立集团公司海外事业的又一丰碑。■

作者单位：中油工程项目管理公司

（责任编辑 王波）

中国石油工程建设协会2020年勘察设计专业委员会年会 暨石油工程建设技术与管理交流会掠影



中国石油工程建设协会2020年勘察设计专业委员会年会 暨石油工程建设技术与管理交流会掠影



国家知识产权局万莎作报告。



专家作报告。



大会会场。

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：2020年12月

印刷数量：2500册