

· 通论 ·

浅谈我国海洋石油工业技术装备之国产化

廖谟圣

上海石油天然气总公司总师办 上海 200041

摘要 首先论及海洋石油工业设备国产化之重要性,并对欧、美、东亚、东南亚和其他发展中国家及地区之海洋石油设备国产化近况加以简述。进而对加速我国海洋石油工业国产化之进程敬献出若干意见。

叙词 海洋石油工业 技术装备 国产化

中图法分类号 TE- 1

1 对国产化应具有正确之认识及策略

众所周知,工欲善其事,必先利其器。集近数百年之经验,无现代科学武装之工业,焉有巩固之国防,民将不富,谈何国强?鸦片战争国耻之教训,其根本在于国无自制强兵之器,在外敌坚舰重炮之下,纵有赤胆报国之勇,最终也含恨于九泉。所谓强国,实乃科学强国、工业强国。重大技术装备,唯立足国人有设计制造能力,即技术装备之国产化乃为根本。国产化之程度,可验其自立于世界民族之林之能力。石油乃工业之血液,和平环境高速发展经济靠它,抵御外强亦靠它。海洋石油产量约为陆海石油总产量之三成,然海洋石油工业之技术装备耗资甚巨,既涉及民族基础工业,亦涉及高精尖之关键技术领域,其国产化程度,实乃国家工业化程度之写照也,故吾辈勿以部门利益而削弱国家利益,应知大我中方存小我。熟知海洋石油工业技术装备国产化乃国家民族利益之需、民富国强之需、高度工业化之需。

再者,国产化应有正确策略。国产化并非一蹴而就,应循序渐进,应有所为、有所不为。首对耗资大、批量(或长远用量较大)大、国人经过奋力可实现者首列国产化项目;某些较

高精尖技术(诸如某些仪表自控系统)或批量小、国人难以一时掌握之国外高、新技术产品,可循引进、消化、吸收、创新之程序,以最终之经济效益为准绳,逐步攻克之。

国产化应集思广益。海洋石油工业技术装备涉及机械、液压、电力、电子、材料、造船等各专业技术领域,非某位专家或某领导能决策一切。当决策巨资引进成套项目时,应集思于各业专家,并建立国内互联网络以迅速决策之。

2 世界较典型国家海洋石油工业技术装备国产化简况

2.1 美国

现今美国海洋石油工业技术装备之国产化率居世界各国之首,其海洋石油工业之关键技术装备,诸如海洋石油钻井设备(含顶部驱动系统)、采油设备、燃气透平发电设备、柴油发电机组、大型高压天然气压缩机组、油气分离处理设备、海洋工程结构、油气集输设备及其相配套之检测仪器仪表、遥测遥控仪表、海上施工设备(大型浮吊、铺管、打桩船等)、海底遥控作业船(ROV)及在钻采工艺实施前之石油物探、工程地质调查、环保、气象、水文监测等均能全部制造并在技术上领先于各

国,世界海洋石油工业之主要钻采设备约七成以上均自美国输出。现今美国在西欧年进出口总额逾 \$4 000 亿元,其中自含海洋石油技术装备,其海洋石油科技亦领先于世界诸国。

2.2 西欧诸国

西欧诸国除英国、挪威之外,石油资源均较缺乏。地处北海周边之英国及挪威,其钻采平台国产化率约占八成,英国于北海之固定式采油平台并挪威之水泥重力平台,几为自行建造,但其平台装备之钻井、井控、固控、测井、固井诸设备及海底完井设备约九成来自美国,平台之油气水分离处理设备则大部分购自本国或欧共体。然欧洲诸国亦有各自独特之技术,如挪威之水泥重力平台设计制造技术、海事液压公司之钻机顶部驱动技术、英国之动力定位技术者然。

法国虽国内石油资源短缺,然其海上石油工业技术发展仅次于美国,与英国并驾齐驱。如法国之高压石油软管制造技术、半潜式与自升式平台建造技术、测井技术和 LPG 储运设备制造技术均称著于全球;意大利之海上铺管技术、管线涂敷技术;瑞典之动力定位铺管技术;荷兰之大吨位海上浮吊技术装备及海底工程地质调查技术;德国之海上液压工业装备技术、大功率变频电力拖动技术及仪器仪表技术等亦各冠于世界;而欧共体之海上石油工业技术及装备尚有相互配套、互济互助之特色。

2.3 东亚及东南亚较先进诸国

日本乃海洋石油资源缺乏之国,然其造船、冶金、电子技术均领先于世界,故各国之平台建造、海洋工程结构及石油管材(含油气输送管线、钻杆、套管、油管)、平台上配套之机、电、仪等有三成以上的建造标,均被其夺标。

韩国之海洋平台建造技术及油气管线制造技术,以其价格低廉、交货迅速、质量上乘

而异军突起。各国之海洋平台建造标,美、日、英、法诸国亦往往敌不过其低廉价格而被其夺标。

新加坡虽乃小岛之国,但海运发达,集装箱吞吐量居世界之冠,众多欧、美及第三世界各类石油钻采平台,均在新加坡之三巴旺、远东利文斯顿等船厂建造,岸外经常停靠十多艘移动平台在该国修理。美国众多著名石油设备制造大厂均设分厂于新加坡,以便将其石油设备供应远东地区。

2.4 发展中国家

巴西为发展中国家海洋石油设备国产化率最高者,该国之国家石油公司有一规模宏大之石油工程研究设计机构,并有其尚佳之国产化策略。国外(美国、法国等)著名石油设备制造厂商众多建合资生产厂于巴西,其国产化率早在 80 年代末期就高达八成。巴西之海底完井装置数量称冠于全球。全世界从 1991~1995 年历年海底完井数分别为 669、704、792、871 及 948 口,而巴西石油公司相应历年分别达 194、204、220、234 及 248 口。历年均居世界之冠且大部分实现国产化(主要采用国外石油设备制造商与巴西合资生产之产品)。

3 对我国海洋石油技术装备国产化之拙见

吾国虽人口众多,幅员辽阔,海洋石油资源亦拥有巨大潜力。然与上述诸国相比较,在海洋石油工业技术装备国产化方面自愧不如,既应承认落伍,但万勿甘心落伍,应奋起直追。现将鄙人之拙见简述如后。

3.1 建立适应国产化之企业经营机制

诸如采用股份合作制等方式,使经营海洋石油开发或石油设备生产之企业,其企业实际之经济效益与企业首脑、决策者及广大职工之经济利益紧密相连。在可否与国外合资、合作或自营开发油气田及是否引进或采

用国内产品以及国内产品参与投标竞争等重大问题上,有真正以国家和企业自身经济效益为准绳之决策标准及内在决策之推动力,并具有决策之内在监督机制。

3.2 强化海洋石油技术装备科研、设计能力及加大资金投入

国产化最为关键之一,是国人真正具有有关海洋工程及设备之自行设计能力。经近20余a时间的努力,我国自行设计建造了诸如渤海1、3、5、7、9号自升式平台和勘探3号半潜式石油钻井船以及某些导管架采油平台,具有自主设计制造某些海工结构及海洋石油设备之能力,然距世界之先进设计水平尚存较大差距。故应加大此国产化产品首道工序之资金及智力投入。推荐在海洋工程总投资中,抽出1%~1.5%或更多作为科研发展研究基金,并在诸如上海、广州等地区再建立研究设计机构或充实海洋工程设备方面的研究设计力量。

3.3 加速研制海洋石油工程设备所需之基础材料

基础材料之自制供应能力,乃工程设备国产化之基础。当前应加强基础材料研制者如次:

3.3.1 海陆管线材料用高强度易焊接钢

时下国内最为缺乏者乃制造石油天然气输送管线之API 5L X52、X56、X60、X70及X80诸牌号钢种。

3.3.2 加速研制多品种高屈服点海洋工程用钢

国外采用易焊接、屈服点超过420 MPa之钢制造平台者,在某些平台中其质量占有率已达五至九成,采用屈服点为700~827 MPa(X100~X120)甚高强度钢者亦有实例。国内应加速研制此类易焊接、韧性佳、强度高之海工结构钢。

3.3.3 加速研制石油钻杆、套管用钢

现今最需研制生产较高屈服点之N-80、C-90、C/T-95、P-110及Q-125等钢级之钻

杆及套管用钢。

3.3.4 强化特殊耐海水不锈钢之研制及推广应用力度

应依托国内矿产品种,研制高强度耐海水不锈钢以取代昂贵之高镍、高铬耐海水不锈钢。

3.4 建立用量大之管材生产线及涂敷生产线

国内应尽快建立并完善符合API 5L标准之直径 $\phi 1\frac{1}{4}$ ~ $\phi 60$ 英寸之各种钢级及规格之ERW管及UOE管生产线。

及早建立、引进或完善石油钻杆、套管、油管之无缝钢管生产线。

发展可方便运移安装投产之管线涂敷生产线。

3.5 对大用量、高造价关键海洋工程设备国产化之意见

建议国家陆海石油开发生产部门与机械制造部门合作,加速其国产化进程。其设备如次:

a) 成套电驱动6 000 m、9 000 m石油钻机及其配套之顶部驱动系统(TDS)。

b) 单机功率1 000~3 000 kW之双燃料(天然气及柴油)燃气轮发电机组。

c) 单机功率大于500 kW天然气(或电机)驱动之天然气压缩机组(最终压缩机输出压力8~12 MPa)。

d) 单点系泊之多路旋转接头及单截面直径为 $\phi 100$ mm及以上之高强度锚链(用于浮式钻井平台或船及FPSO或FSO之系泊装置)。

e) 水面及海底湿式完井采油树[工作压力-350 MPa(5 000 psi)及700 MPa(10 000 psi)]。

f) 油气水分离处理成套设备(天然气80~500万 m^3/d ,压力9 MPa,原油1 000~5 000 m^3/d ,水500~3 000 m^3/d)。

(下转第14页)

注意以下问题:

a) 波纹管折叠角 θ 的变化范围取决于折数 m 及内外径 Φ 、 ϕ 。泵冲程一定, 依理论而言, 若折数越多, 内外径差值 ΔD ($\Phi - \phi$) 越大, 则波纹管折迭角 θ 的变化范围就越小, 其寿命则越长。但折数越多, 回缩后的最短长度 L_{\min} 就越大。而 $L_{\min} < L_1$ 才能使波纹管回缩后不受挤压。外径 Φ 受缸间距限制, 内径 ϕ 受介杆直径的影响, 可以在结构允许范围内使 ΔD 取大值。

b) 折叠角处要有过渡圆角。

c) 波纹管自由长度 L 与介杆位于两极限位置时波纹管长度 L_1 和 L_2 之间的关系。泵参数一定, L_1 、 L_2 也确定, 一般设计取 $L = (L_1 + L_2) / 2$, 即拉压量相等。通过分析, 我们认为, 使波纹管受压范围稍大于受拉范围较为可取。因为, 如图 2 b 所示, 折叠角处外半径 $R = r + \delta$, 大于半径 r_0 。外半径能承受的压缩量应大于内半径能承受的压缩量。可以使拉伸量为冲程的 40% 左右, 余下为压缩量。自由长度 L 可以要求厂家做模具时予以保证。

d) 泵壳上介杆孔直径 ϕ 应小于十字头直径 Φ (以保证挡住十字头向液力端运动

时推出来的润滑油不流向波纹管), 或者导板与泵壳之间留有空隙, 使十字头推出来的润滑油从间隙中流走, 避免大量润滑油流向波纹管对其造成破坏。这方面是对设计泵时提示性的要求。

5 结论

波纹管密封, 因为应用还不普遍, 相关的研究也较少, 故设计上带有一定的盲目性, 多数用类比设计方法。如果设计不合理, 将使其寿命难以满足现场要求。我们对这种密封所做的改进, 明显延长了使用寿命, 基本上满足现场要求。当然, 如果能够在理论上深入分析作为设计的基础, 同时, 在材料上进一步研究, 其使用寿命将有可能更长; 加之其密封可靠, 更换方便而且成本低, 也许将来可以完全取代介杆盘根密封。

参考文献

- 1 李继志, 陈荣振 石油钻采设备及工艺概论 东营: 石油大学出版社, 1992 392~ 393

(收稿日期: 1998-09-30)

(上接第 3 页)

g) 钻井平台(船)、采油平台之自行设计建造。

h) 大排量深井电潜泵 ($500 \text{ m}^3/\text{d}$, 井深 3000 m)。

i) 石油专用高低压球阀、闸阀、蝶阀、通风机及油泵、砂泵、水泵等。

3.6 制定对加速国产化切实可行之政策

a) 石油天然气开发炼制部门热忱为国产化开绿灯放行。

b) 建立使用国产设备效益佳者之奖励制度。

c) 建立对单项大于 \$ 50 万元进口设

备、器材之评审审批制度。

d) 建立以引进先进技术为主或以技贸结合之引进制度。

3.7 其他切实强化石油设备制造厂商对产品质量之监督管理, 提高其产品质量及确保其交货期之信誉度。

确保国产设备运行之可靠度, 产品应具有国际认可证书, 服务及时、信守交货期、价格具有国际竞争力乃加速国产化至为重要之先决条件, 切勿等闲视之。

(收稿日期: 1998-08-22)

OFFSHORE FIELD EQUIPMENT (OFFE)

Sponsor Lanzhou Petroleum Machinery Research Institute (LPMRI)

Publisher OFFE Editorial Department

Address 155 Dunhuang Rd., Qilihe, Lanzhou, China

E-mail: SYKCJX @ lpmri .ac .cn

Post Code 730050 **Fax** (0931) 2343214

Chief Editor Zhou Hansheng

ISSN 1001-3482

CODEN S KJ IE3

Jan 13, 1999

Vol 28 1

(**Ser** 161)

(**Bimonthly**)

Started Publication
in 1972

CONTENTS

· GENERAL SURVEY ·

ON DESIGN AND MANUFACTURE OF OFFSHORE PETROLEUM INDUSTRY'S EQUIPMENT BY OUR COUNTRY Liao Mosheng (1)

The importance of design and manufacture offshore petroleum industry's equipment in our country is discussed and the technology and equipment on offshore petroleum in USA, France, UK, Italy, Germany, Japan, Singapore, Brazil and etc nowadays is introduced. Many ideas of design and manufacture of offshore petroleum equipment in our country is suggested.

DISCUSS OF CURRENT STATUS OF COILED TUBING OPERATING TECHNIQUE IN CHINA Zhang Siwei, Wang Youqiang (4)

The coiled tubing units development and its applications are introduced firstly. On the basis of the current status of coiled tubing operating technique in China, the operating problems are presented and the causes why coiled tubing units cannot be widely used in China are analyzed. In the end, some advice that amplifies the uses of coiled tubing units is put forward.

· APPLY AND DEVELOP ·

DEVELOPMENT OF THE 1000 kW DIESEL ENGINE FOR ELECTRO-DRILLING RIG Wan Deyu, Xu Chuanguo, Pei Yukun (7)

In order to meet the needs of the development of domestic electro-drilling rigs, Jinan Diesel Engine Works have manufactured a new type of diesel engine G12V190ZLD which applies to electro-drilling rig. On the base of Z12V190B engine for mechanical drilling rig and having absorbed successful experience of warship engines, locomotive engines and generating sets. This essay will introduce the structure features and experimental data of model G12V190E1D, and analyze of its reliability.

DESIGN, APPLICATION AND IMPROVEMENT OF PONY ROD SERVO-SEAL Wu Shaolin, Wang Ping, Ren Fuxing (11)

The pony rod servo-seal changes movable seal into static seal. As a result, the seal dependability is increased. But the lifetime of bellows fluctuated very much for different pump. Through analysis, we modified and tested them in the field test. It improved that this kind of seal is good enough for field requirement.

SEVEN MEASURES OF PREVENTING TUBING STRING OF SUCKER ROD PUMP FROM RUPTURE OR