

长庆油气田开发建设中的工程管理创新

冉新权

(长庆油田公司,西安 710021)

[摘要] 标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化服务(简称“四化”)是长庆油田公司在苏里格气田开发过程中形成的工程建设模式。该法适应了长庆特低渗透气田的开发建设,促进了苏里格气田的规模经济有效开发。目前,该创新方法已在油田开发建设过程中得到推广和应用。在发展大油田、建设大气田,建设我国重要的能源生产基地的过程中,大力推动“四化”的应用和工程建设创新,可以加快建设进度,提高建设质量,推动长庆油气田快速上产。

[关键词] 特低渗透气田; 标准化设计; 模块化建设; 数字化管理; 市场化管理

[中图分类号] TE329 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2008)12-0058-05

苏里格气田是我国已发现的最大的天然气气田,位于内蒙古鄂尔多斯境内,北起敖包加罕,南至定边,东到桃利庙,西达鄂托克前旗,勘探面积为 $4 \times 10^4 \text{ km}^2$,天然气资源量近 $4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。苏里格气田发现以后,经过3年多的前期评价和大量开发试验,证明苏里格气田是非均质性极强的致密砂岩岩性气田,经济有效开发难度很大^[1]。2005年,长庆油田公司坚持“面对现实、依靠科技、创新机制、简化开采,走低成本开发路子”的工作思路,大力推动机制创新、技术创新、管理创新、建设创新。集成创新了以高精度二维地震技术、快速钻井技术、井下节流技术为核心技术的12项开发配套技术^[2];引入长庆石油勘探局、辽河石油勘探局、四川石油管理局、大港油田集团公司、华北石油管理局5个单位,与长庆油田公司合作开发苏里格气田,形成了“5+1”合作开发模式和“六统一、三共享”的管理模式;经过艰难探索和大量试验,逐步形成了苏里格气田开发工程建设管理模式。苏里格气田2006年开始规模建产,当年建成 $10 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 产能生产规模,2007年建成 $35.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 生产能力,2008年建成 $80 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 生产能力,2010年将建成 $100 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 以上生产能力,规划整体建成 $200 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 以上生

产能力。

长庆油田公司是中国石油的地区分公司之一,主营鄂尔多斯盆地油气勘探、开发、生产、储运和销售业务。2000年以来,长庆油田公司进入“油气并举、快速发展”的时期,2007年公司年产油气当量突破 $2000 \times 10^4 \text{ t}$,是近年来我国陆上油气储量产量增长速度最快的油田。长庆油田公司已经制订了2010年年产油气当量实现 $3000 \times 10^4 \text{ t/a}$,并保持持续增长,稳步发展的规划。根据发展规划,长庆油气田开发步伐将进一步加快,产能建设工作量大幅攀升,全面推广苏里格气田开发地面工程建设管理模式,具有十分重要的意义。

1 长庆油气田开发的特点

1.1 油气田属于“三低”油气田,开发难度大

长庆油气藏具有典型的低渗、低压、低丰度(简称“三低”)特征,渗透率在 $0.1 \sim 3 \text{ mD}$ 之间。长庆油田公司把盆地内渗透率低于 0.5 mD ,井深 2000 m 左右的油田称为特低渗透油田;油气藏压力系数普遍偏低,多为 $0.62 \sim 0.9$;油气井自然产能低或无自然产能,必须压裂改造;储层丰度低,单井控制储量少,单井产量低,油井日均产量 $2 \sim 3 \text{ t}$,气井

[收稿日期] 2008-10-13

[作者简介] 冉新权(1965-),男,四川营山县人,中国石油长庆油田分公司教授级高级工程师,油气田开发工程博士、博士后,从事油气开发建设管理工作

日均产量 $2 \times 10^4 \sim 4 \times 10^4 \text{ m}^3$, 经济有效开发的难度较大。近年来, 长庆油气田渗透率不断降低, 油田开发以超低渗透油藏为主要方向, 气田开发以苏里格气田为主要方向。

1.2 井站数量多, 建设工作量巨大

低渗透油气田开发的一个特点是多井低产, 井站数量多。长庆油田公司已规划了 2015 年原油生产能力达到 $2\,500 \times 10^4 \text{ t/a}$ 以上, 天然气生产能力达到 $300 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 以上的发展目标。从 2009 年到 2015 年的 8 年期间, 规划新建油气田产能 $400 \times 10^4 \text{ t/a}$ 以上, 年建井 8 000 口左右, 集气站、联合站、净化厂建设工作量十分巨大, 设计、建设任务艰巨。大规模的地面建设需要探索一套新的设计理念和标准化、规范化的设计手段及施工方法, 实现设计水平、建设水平、管理水平的全面突破。

1.3 滚动开发, 提高生产效率难度大

长庆油气田与国内其他油气田开发的显著差别是滚动开发建设。其他很多油田都为构造性油藏, 一次性井网部署到位, 一次性地面井站部署、建设到位。长庆油田公司在油田开发过程中基本上不做开发地震, 气田开发虽然辅助开发地震, 但是开发方式主要靠滚动钻井, 靠以滚动为特征的预探评价来发现含油富集区, 从而实现规模建产。油气田生产效率, 特别是新井时率, 受到预探评价以及滚动开发进度对地面场站建设进度的影响, 生产效率、时率相对较低。

2 油气田开发建设中的工程管理创新

2.1 苏里格气田开发工程管理模式创新内容

2.1.1 标准化设计

标准化设计就是根据地面井站的功能和流程, 设计一套通用、标准、相对稳定、适用于地面建设的指导性和操作性文件。标准化设计做到统一工艺流程、统一平面布局、统一模块划分、统一安装尺寸、统一型号规格、统一配套标准。标准化设计的核心是工艺流程通用化、井站平面标准化、工艺设备定型化、安装预配模块化、建设标准统一化、生产管理数字化。在设计过程中, 对建设内容、建设规模、建设标准进行归类, 形成标准化井、标准化集气站(见图 1)平面布置、集气工艺流程以及设备配套建设标准。标准化设计的关键是工艺设备定型, 按照井站平面标准化设计, 对压缩机、旋进漩涡流量计、阀门、天然气发电机、变送器、管阀配件等标准设备进行工艺参数定型, 对井口高低压紧急截断阀、无线传输等

非标准设备进行安装尺寸定型, 保证了工艺设备的标准化、系列化、插件化。比如对集气站内分离器区模块(见图 2)就是对标准集气站内关键装置的工艺设备定型。

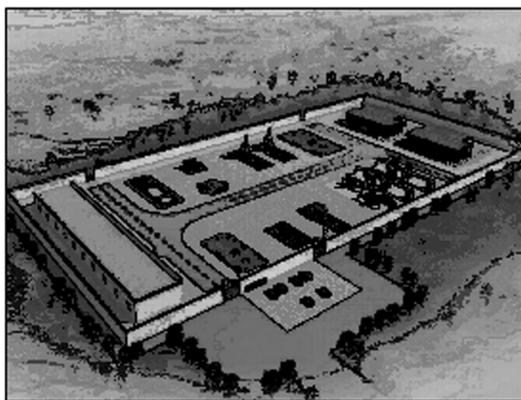


图 1 标准化集气站布局

Fig. 1 The layout of standardized gas-gathering station



图 2 分离器区模块

Fig. 2 The modular of separation area

2.1.2 模块化建设

模块化建设主要是根据油气站场各个工艺环节的划分, 对不同的单体设备、不同规模的处理模块进行定型设计, 在模块定型设计的基础上, 按单体模块进行预制。首先将标准化设计中的工艺过程划分为模块, 比如集气站总机关预制模块(如图 3 所示), 再根据加工、焊接、在线检测、运输、组装要求, 将模块分解为组件。其次是建立模块化预制工厂, 按照标准设计实现自动化和机械化作业预制模块, 按照施工工艺合理组配置流水资源, 确保工序衔接, 流向顺畅, 操作简捷、高效、可靠, 做到工序作业流水化。在预制过程中, 编制模块化施工技术手册, 应用模块化预制工艺卡, 统一工作流程, 统一工序检验标准,

做到过程控制程序化,组件装配成便于运输的最大模块出厂,做到模块出厂成品化。模块在现场以插件形式安装,比如分离器现场拼装(见图4),现场工作量少,有利于快速建设,同时便于维修和抢修。



图3 总机关预制模块

Fig.3 The prefabrication modular of central mechanism

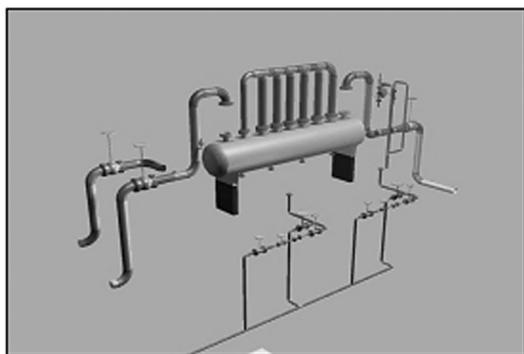


图4 数字化管理平台

Fig.4 The platform of digitalization management

2.1.3 数字化管理

数字化管理主要是集成运用信息技术、自控技术,实现油气田生产数据自动录入、方案自动生成、运行自动控制、异常自动报警、单井电子巡井,主要由数据传输系统、远程开关井系统、气井配产与动态预测系统、生产管理系统4部分组成。数据自动录入主要指气田生产有关的气井、集气站、计量站、管网、处理厂运行数据能够实时采集进入指挥中心的数据库中。方案自动生成能够实现单井产能评价与配产、动态预测,自动生成多井组合优化配产方案,以实现气井的最优化管理。异常自动报警主要通过对井、集气站、管线、处理厂的设备装置的生产实时运行状况的监视,系统能够在装置出现异常时及时向指挥中心的管理人员报警。运行自动控制实现了远程自动开、关井,也可以当装置运行出现异常时能够及时对设备进行控制。单井电子巡井通过安装在

井场的视频摄像头定时拍摄井场静态图像,通过数传电台发送到集气站、控制中心,控制平台接收系统通过图像识别技术将对图像进行处理并显示、存储,并结合该井油压、套压、流量等实时数据进行判断,分析井场是否有异常状态的出现。苏里格气田通过以上技术的应用,达到了对整个气田生产过程的自动化管理,实现了气田管理的数字化。

2.1.4 市场化服务

市场化服务的本质是市场配置资源。长庆油田公司坚持按照市场配置资源,依靠市场化的力量建设大油气田。近两年,无论是产能建设,还是关键设备的定型,都是依靠市场来配置资源。长庆油田公司强化市场引导和管理,严把施工队伍“入口关”,严格资质审查,严格准入管理,构建了公开、公平、透明的招投标平台;严格执行过程监管,建立施工队伍业绩档案,择优录用施工队伍;加强对承包商的管理,加大监督、监理工作力度,防范安全环保和法律风险,确保了受控运行,构建了规范、有序、高效、健康的建设市场。

2.2 苏里格气田开发中工程管理模式与传统建设模式的比较

在长庆油田公司,传统的油气田开发建设工程设计基本上是“订单式”,建设是“流程式”,管理是“劳动密集型”,服务是“一对一”的关联交易,建设速度、效益都比较差,已经不能适应油田大规模建设的需要。“标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化服务”在苏里格气田开发建设过程中的推广应用,取得了良好的效果,解决了传统模式中存在的问题。

2.2.1 标准化设计与传统“订单式”设计的比较

标准化设计解决了传统“订单式”设计速度慢、设计深度不足的问题。传统设计模式是在钻井工程完成以后,设计人员根据地质情况进行地面工程的设计,由于设计工作量大,在一般设计上耗费了大量的人力和脑力,不仅速度慢,而且设计个性化、多样化不利于规模建设以及后期生产管理的高效运行。标准化设计通过对建设内容、建设规模、建设标准进行归类,形成了科学化、标准化、系列化的图版,设计人员能更多的从事深度设计,有利于提高设计速度,提高设计深度,使标准化设计向更优、更好的方向发展。

2.2.2 模块化建设与传统“流程式”建设模式的比较

传统“流程式”建设模式,主要是现场施工、排

队施工,交叉作业、并行作业范围有限,资源分配不够合理。模块化建设实现了插件式快速拼装,现场作业量大幅降低,单站工艺安装施工工期由原来的45 d降低到15 d以内,集气站平均较原施工周期提前两个月,单井井口安装周期平均缩短约50%,生产效率和建设质量大幅度提高,综合成本得到有效降低。苏里格气田模块化预制厂采用自动焊接后,焊接效率高,质量好,焊口一次合格率达约92%提高到96%以上,预配质量大幅度提高,有效控制了组件的焊接变形和整体组装尺寸精度,同时减少现场高空作业、交叉作业和现场动火连头频率,降低了施工的安全风险,确保了施工全过程安全生产,提高了安全管理水平。

在模块化建设的基础上,长庆油田公司配套形成了标准化预算和规模化采购模式。标准化预算围绕标准化设计,制订统一的造价计价指标体系,形成单元化、模块化和产品化的预算体系。规模化采购以设计选型定型和部署、投资运行计划为依据,提前落实资源,锁定供应商,扩大采购比价范围,通过调整优化器材设备的计划、采购、储运、质检和供应流程,提高采购质量、效率,降低采购成本。

2.2.3 数字化管理与传统“劳动密集型”管理的比较

传统“劳动密集型”管理主要依靠员工驻守井场站场,实行现场管理为主。数字化管理依靠信息技术和自控技术,一是提高了管理水平,运用先进技术,油气田动态检测监控水平大幅提高,资料的数量、质量和品质显著提升,有利于油气田的高效开发。二是提高了生产运行自控水平,精简了组织机构,减少了员工的劳动强度,同时也降低了操作成本。三是油气田所在地生态相对脆弱,数字化减少了大量人类活动,有利于保护环境,实现开发资源与保护环境的和谐。

2.2.4 市场化服务与传统“一对一”服务的比较

传统的“一对一”工程技术服务在工作量上、价格上、运行机制上采用关联交易模式,管理成本高,运行效率低。市场化服务依靠竞争机制,工程技术服务单位研发、推广和应用新技术的积极性,施工进度、施工质量大幅度提高,解决了油气田施工能力短缺的问题,提高了苏里格气田规模建产的速度。同时市场配置资源对主要设备的定型化、系列化以及投资费用的降低起到了重要作用,单井综合建井周期(钻井、试气、地面建设)由原来的130 d缩短为

80 d,综合投资控制在800万元以内,集气站综合投资控制在2000万元以内。

2.3 全面推广苏里格气田开发工程管理模式的成熟条件

地质认识、工艺模式的成型。鄂尔多斯盆地地层总体上是一个西倾大单斜,目前发现的90%以上油气储量都分布在伊陕斜坡,储层面积大而整装,平面上呈南油北气分布格局,储层相对比较稳定,这一地质认识有利于标准化设计工作的开展。同时,经过30多年的发展,长庆油田公司已经探索形成了一套符合长庆低渗透油气田开发特点、符合规范的地面建设模式,地面建设技术标准已经成熟。

3 结语

长庆油气田开发全面试验应用取得初步成效。2008年,长庆油田公司共部署钻井7000多口,进尺1800多万米,油田内部工作量比2007年增长了80%,依靠标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化服务,油田建设速度不断创造新的纪录,日钻井进尺超过 7×10^4 m,平均7 d完钻一口2000 m深的油井,15 d完钻一口3000 m以上的气井,1个月建成一座集气站,3个月建成一座联合站,半年建成一座大型的天然气处理厂,适应了油田快速发展和大规模建设的需要。下一步的工作方向是:

3.1 标准化设计水平应该不断提高,实现持续进步

设计是建设模式创新的基础和源头。标准化设计的目的是不断提高设计的速度、质量和效率,通过标准化固化现有技术进步的成果,同时在新标准基础上实现持续发展和进步。

3.2 因地制宜,扩大模块化建设规模,提高效益

除了模块划分和工序流水两个质量控制的关键环节外,影响模块化建设效果的因素还包括模块的预制方式、预制规模。今后,要选择适合的预制地点、工艺模式以及组织形式,扩大预制规模,提高综合效益。

3.3 提高数字化决策和管理的能力与水平

完善数字化手段和平台,建立包括勘探、开发、生产、建设一体化数据库,提供油田各专业检索,提高信息的深度利用水平,完善专家辅助决策系统,提高油气田自我诊断、就地控制和远程管理的能力和水平。

3.4 强化管理,形成互利共赢、竞争有序的市场秩序

培育市场主体,与施工能力强、管理水平高、质

量信誉佳的企业建立长期稳定战略合作伙伴关系,作为大油气田建设的基本骨干力量。同时,树立与相关利益方互利共赢的理念,建立市场秩序规则,形成市场价格机制,在全社会配置资源,推动大规模建设。

3.5 坚持以人为本,提高员工整体素质,建设大油气田

长庆油田公司已经制订了发展蓝图,实现发展目标,需要工程建设管理的不断创新,需要每个员工都成为创新主体,积极营造全体员工参与创新的氛

围,注重提高员工的整体素质,注重实现员工的切身利益,团结凝聚各方力量,为油田发展提供可靠的人力资源保障,推动发展大油田、建设大气田,实现建设我国重要能源生产基地的目标。

参考文献

- [1] 冉新权,李安琪. 苏里格气田开发论[M]. 北京:石油工业出版社,2008
- [2] 冉新权,何光怀. 关键技术突破,集成技术创新实现苏里格气田规模有效开发[J]. 天然气工业,2007,27(12):1-5

The project management innovation of Changqing Oilfield and gas field development

Ran Xinquan

(PetroChina Changqing Oilfield Company, Xi'an 710021, China)

[**Abstract**] Standardized design, modular construction, digitized management and market - driven operation is a project construction mode taking shape during the development of Sulige gas field, which fits in with the development of low permeability gas field in PetroChina Changqing Oilfield Company, and promotes large - scale, economic and effective development of Sulige gas field. The new mode has also been applied and popularized in the oilfield development. During the process of “developing large oilfield, constructing large gas field, and building Chinese major energy resources production base”, the extensive application of the mode and innovations of the project construction will accelerate construction speed and promote construction quality to rapidly increase oil and gas production of PetroChina Changqing Oilfield Company.

[**Key words**] extra low permeability; standardized design; modular construction; digitized management; market - driven management