

# 油田地面工程“五化”建设的实践及认识

胡斌<sup>1\*</sup>, 王勇<sup>1</sup>, 杨飞<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>中国石油化工股份有限公司江汉油田分公司, 湖北 潜江

<sup>2</sup>长江大学, 湖北 荆州

收稿日期: 2022年9月1日; 录用日期: 2022年9月12日; 发布日期: 2022年9月23日

## 摘要

地面工程建设是油田开发的一个重要环节。面对低油价带来的严峻挑战, 要求在缩短建设时间、提高建设质量和保障生产安全等方面不断提升工程技术和管理水平。2020年借集团公司推行“五化”建设的契机, 油田打破传统的地面工程管理模式, 推行“五化”建设的三个坚持的原则——坚持标准化设计, 制定统一的标准和模式; 坚持工厂化预制、模块化施工、机械化作业, 缩短现场作业周期, 提升施工质量; 坚持信息技术的提升, 实现数据远程采集和监控。通过不断的实践、完善和总结, 建立起一套全新的地面工程管理手段, 并取得阶段性的成果。

## 关键词

地面工程, 标准化设计, 工厂化预制, 模块化施工, 机械化作业, 信息化管理

# Practice and Understanding of “Five Modernizations” Construction of Oilfield Surface Engineering

Bin Hu<sup>1\*</sup>, Yong Wang<sup>1</sup>, Fei Yang<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>Jianghan Oilfield Branch, Sinopec, Qianjiang Hubei

<sup>2</sup>Yangtze University, Jinzhou Hubei

Received: Sep. 1<sup>st</sup>, 2022; accepted: Sep. 12<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 23<sup>rd</sup>, 2022

## Abstract

Surface engineering construction is an important part of oilfield development. Facing the severe

\*第一作者。

#通讯作者。

challenges brought by low oil prices, it is required to continuously improve the engineering technology and management level in shortening construction time, improving construction quality and ensuring production safety. In 2020, taking the opportunity of the implementation of “five modernizations” by the group company, the oilfield will break the traditional surface engineering management mode and implement the three principles of “five modernizations” construction—adhere to standardized design and formulate unified standards and models; Adhere to factory prefabrication, modular construction and mechanized operation, shorten the on-site operation cycle and improve the construction quality; Adhere to the improvement of information technology and realize remote data collection and monitoring. Through continuous practice, improvement and summary, a new set of ground engineering management means have been established and phased results have been achieved.

## Keywords

Ground Engineering, Standardized Design, Factory Prefabrication, Modular Construction, Mechanized Operation, Information Management

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 概述

### 1.1. 地面工程“五化”建设背景

石油化工建设工程普遍存在施工周期短、工程量大、装置规模大等特点，且近年来国家和中石化集团公司对环境保护、HSE 安全生产及低碳经济提出了更高的要求。对此，探寻科学、适宜、高效的石油化工地面工程“五化”建设势在必行。

江汉油田作为一个开发 60 余年的老油田，在工艺流程、设计参数、设备选购及安装、房屋设施的外观等方面缺乏统一性，限制了技术水平和水平的提高。地面工程作为油田开发的一个重要环节，在降低项目投资、缩短建设工期、降低采购成本、方便生产管理、减少备品备件等方面急需提升技术和管理水平[1]。2020 年借中石化集团公司推行“五化”建设的契机，江汉油田打破传统的地面管理模式，积极推行“标准化设计、工厂化预制、模块化施工、机械化作业、信息化管理”，实现管理水平和经济效益的大幅提升。

### 1.2. 领导机构和工作思路

为推动“五化”建设的顺利实施，油田成立了地面工程“五化”建设的领导小组，加强统一的领导，确保了“五化”建设的有力协调和高效运行。油田分管领导担任组长，成员由工艺、地质、基建、预算、安全、信息等相关职能部门负责人和相关专业的专家组成。领导小组编制了《江汉油田地面工程“五化”工作方案》，明确“五化”建设的工作思路、责任分工和工作措施等。作为“五化”建设的基础工作，江汉油田率先开展标准化设计，委托设计和咨询单位，结合多年来油田地面工程建设经验以及各区块油气藏的特点，从井场、计量站、配水间、注水站、拉油点、油水井管线等工程入手，积极采用“四新”技术，推广三维设计软件技术，大力研发应用一体化集成装置。以示范工程为载体，强化模块化、撬装化设计理念，形成一批高质量、低成本、具有江汉特色的标准化设计成果。

## 2. 地面工程“五化”建设的主要工作

### 2.1. 坚持标准化设计，制定统一的标准和模式

油田为加快“五化”建设的实施，邀请中石化江汉石油工程设计有限公司等设计单位，针对页岩气地面工程建设投入大、产出慢、回报低、风险高的特点，开展页岩气地面工程标准化设计技术研究。以国内页岩气已取得的建设经验和科技成果为基础，统一建设管理模式，形成一整套适合于页岩气田全生命周期开发的标准化设计体系，达到缩短建设周期，提高工程质量，降低建设投资的目标[2]。

目前，油田形成了包括总体设计规定、通用设计规定、设计图集等，共计3大层级34项。页岩气地面工程标准化设计，分总体设计规定、通用设计规定和标准设计图集3个层级，其中总体设计规定6项，通用设计规定18项，标准设计图集10项，整套文件涵盖了钻前平台、集气站、脱水站、集输线路、增压开采、供水工程、供电工程、自控信息化工程、阀门材料选用、勘察测量作业指导、气田视觉形象及标准标识等页岩气田产能建设地面工程相关专业的设计内容。

### 2.2. 坚持“工厂化预制、模块化施工、机械化作业”，缩短现场作业周期，提升施工质量

立足标准化设计，工厂化预制、模块化施工、机械化作业的最大特点是追求工厂预制的最大化和施工现场作业的最小化。目前已定义划分功能模块91个，其中预制化模块数量79个[3]，模块化预制率超过90%。通过大力推行“机电一体、设备撬装、工厂预制、整体吊装、分段施工”模块化建设模式，实现了工艺安装、电气仪表、给排水等专业工程“搭积木”的施工，在施工质量、进度、安全等方面得到了显著提升。

1) 缩短了施工周期。工厂内自动化程度高，工人工作条件好于野外，不仅提高产品质量、降低野外特种作业的风险，同时也在提高作业效率方面起到了关键性的作用。以涪陵页岩气田一期地面工程为例，标准化站场(集气站、脱水站、采气平台)共23个生产工艺模块，其中21个实现了工厂化预制，预制率达到91.3%。站场采用分区建设模式，撬装设备模块与功能模块通过工艺管道组对连接。集气站划分为井口、加热炉、汇管-分离器、分离器-外输、放空装置等施工区域[4]，脱水站划分为进站收球、分离-进站计量、加热-脱水、计量-调压、放空火炬等施工区域。根据施工总体部署和模块界面优化配置施工资源，分区施工，同步推进。由于大量采用工厂预制件，简化模块交接界面，施工周期缩短32%~44%。

2) 有利于提高工程质量。由于设计施工图可复制性，以及工厂化预制、模块化施工、机械化作业模式的推广。涪陵集气站形成工艺流程标准化、平面布置标准化、设备及功能模块标准化、设备制造撬装化、设备配置系列化。设备及功能模块通过专业厂商制造集成，产品质量得到充分保障；现场组对焊接工作量减少，施工界面清晰，焊接质量易控制，工程质量明显提高，焊接一次合格率高于96%。

### 2.3. 坚持信息化管理，实现数据远程采集和监控

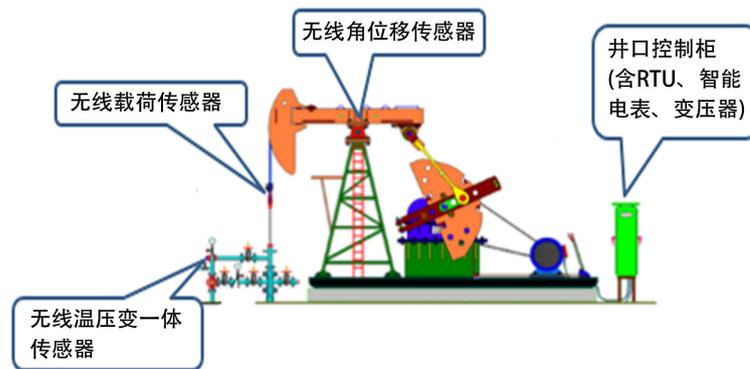
根据生产管理的需要，信息化管理工作划分为三个层次：一是建立现场监控监测系统，油水井和站场的数据和视频监控通过RTU、PLC、摄像头进行实时采集(表1)，处理后的数据按照规定的格式和频率传输至管理区监控中心[5]；二是建立信息传输网络，采用光纤和无线相结合的方式，构建管理区、生产现场之间的网络，满足自动化数据、视频的传输需要[6]；三是建立生产指挥中心应用平台，进行实时数据库的处理，并存储至信息数据库，提供现场生产数据，实现生产现场统一管理、统一决策。

1) 远程视频监控。单井安装智能摄像机、无线网桥、通讯箱、补光灯、室外音箱和红外报警器等设备，对井口、控制箱、变压器、拉油罐等实现全天候、全方位的视频监控，并对井场侵入做到提前报警和语音警示。接转站、配水间等重要场所安装枪机监控系统，混输泵、注水泵、控制阀组等重要部位视频监控。

**Table 1.** Data collection contents and main functions of production informatization  
**表 1.** 生产信息化数据采集内容与主要功能

	数据采集	实现功能
油气井	1. 井口回压 2. 电参数：三相电流、三相电压、有功功率、无功功率，功率因数、电量 3. 功图参数：载荷、冲程、冲次、示功图、做功情况 4. 现场视频	1. 功图在线计量 2. 工况智能诊断 4. 变频井远程调参 5. 井场侵入警示 7. 电量远程抄表 8. 现场视频监控
增注泵井	1. 实时排量、累计流量、油压、套压 2. 电参数：三相电流、有功功率、电量等 3. 生产过程视频	1. 远程采集 2. 远程抄表 3. 设备视频监控
配水间	1. 单井注水的瞬时流量、累计流量 2. 配水间干压、单井注水管道压力	1. 注水量远程调控 2. 配水间视频监控
计量接转站	1. 瞬时流量、累计流量 2. 混输泵进出口压力 3. 混输泵运行频率 4. 电参数：三相电流、有功功率、电量等	1. 远程变频调参 2. 远程电量抄表 3. 混输泵视频监控 4. 站周边视频监控
生产指挥中心	1. 安装大屏，部署服务器、数据库及 UPS 电源等 2. 安装 PCS 生产指挥系统、SCADA 控制系统	1. 集中管控、分级管理 2. 应急联动

2) 生产系统监测(图 1)。在抽油机、井口、配水间、注水站等重点设备和场所安装压力变送器、载荷传感器、低压综合保护器、无线载荷传感器和角位移传感器等数据采集装置，采集井口回压、载荷、电量、功率、上下行电流等参数，实现生产参数远程采集、示功图的远程监测、异常情况的智能诊断和预警等功能。



**Figure 1.** Inspection diagram of pumping unit equipment  
**图 1.** 抽油机设备检测示意图

3) 建立两级生产指挥中心。在厂级调度中心部署 PCS 生产指挥系统、SCADA 控制系统与视频监控系(图 2)，通过图表、视频、工艺流程等集中展示生产运行实况、数据采集源头和一定程度的远程控制，

跨区域协调处置突发事件；通过完善实时数据库，实现了报警处置快捷化、资料报表电子化、动态分析及及时化，达到井站集中管控、分类管理与分级预警的目的。



Figure 2. Central control system  
图 2. 中控系统

### 3. “五化”建设的成果和认识

#### 3.1. 加强组织领导为推进“五化”建设提供有力保证

油田将“五化”建设工作作为一项系统性工程来抓，集中发力，迎难而上，成立由油田分管领导为组长，相关部门负责人和相关专业专家为成员的领导小组，完善组织协调机制，形成了“一个方案、一套班子、一批专家、一套制度、一抓到底”的工作模式。“五化”领导小组以安全高效、节能环保为目标，树立“一体化”、“一盘棋”的思想，在顶层设计、路径规划上花心思，在资源倾斜、优化提升上下工夫，科学编制工作方案，以前项目管理制度基础上，找差距、立措施、抓落实，从而建立一套适合自身的、规范的管理制度。油田“五化”开展以来，小组成员分别担负谋划部署、组织实施和监督检查等重要职责，充分发挥牵头主抓作用，围绕落实分工任务开展专题调研，制定详细的实施方案，将具体任务分解到各配合部门、各工作小组，对照所担负的具体任务，明确分工、落实责任。

#### 3.2. 强化责任担当为推进“五化”建设夯实管理基础

推进“五化”建设对于提升建设质量和效益、缩短建设周期、降本增效等各方面有着极强的促进作用，但新理念、新事物的出现可能会出现一些问题和阻碍。推进地面工程“五化”工作，狠抓标准化设计的持续优化工作，围绕“五化”工作方案统筹安排资料收集、方案设计、造价核算、安全评价、生产适用评估等工作，确保“五化”工作安排有落实、进度不延误。“标准化设计”一定程度上会出现在功能上有一些冗余、打破现场的一些习惯性操作等问题，工厂化预制、模块化施工、机械化作业一定程度上会给施工单位增加一些吊装、运输工作量等问题，因此要加大项目“五化”工作落实力度，严格考核各项工作任务的时间节点、工作质量。

#### 3.3. 完善配套机制为推进“五化”建设向纵深发展

推进“五化”建设工作是一项系统工程，完善配套机制也是“五化”建设抓落实的关键一步。项目建设单位要积极让各层级、各专业管理和操作人员以及施工单位了解、参与、支持“五化”建设工作；注重培训推广工作，“标准化设计”都是由大量标准化设计文件、工作流程来支持的，相关业务人员熟悉运用是落实落地的关键，油田将筹划相关管理人员参加业务培训学知识、现场观摩增经验、座谈交流

促提升,把“五化”建设相关成果形成生产问题解决方案固化到管理人员脑中;注重发挥带动效应,“五化”工作带来的是统一性、通用性、熟练性,通过“五化”工作,积极推行清单计价、停用设备利用、积压物资调配等措施,降低员工劳动强度、提高单位经营业绩,让更多人在推进“五化”建设中受益。

#### 4. 总结

油田地面工程“五化”建设将各集输站点、井场的地面工程施工,按照工艺流程和技术参数划分成各种功能性模块,在厂区内制作完成预制模块后运至施工现场进行组装,实现了提高建设质量、提高建设效率、降低建设成本和消除安全隐患的目的。而信息化管理则构建油气生产单位两级联动的管理平台,进一步提高油田生产管理水平、提高劳动生产力和提高安全防护能力。

#### 参考文献

- [1] 周文连. 设计施工一体化打造“中国建造”[J]. 施工企业管理, 2017(7): 31-33.
- [2] 叶浩文, 周冲, 王兵. 当EPC模式遇上装配式建筑[J]. 施工企业管理, 2017(7): 34-36.
- [3] 刘宏斌. 坚定不移推进“五化”提高建设管理水平[J]. 中国石油企业, 2016(10): 15-18.
- [4] 梁钊. 老油田地面工程系统简化与研究[J]. 化工管理, 2017(13): 170.
- [5] 陈立庆. 油田地面工程管理的信息化建设[J]. 化工管理, 2018(7): 98.
- [6] 任国强. 工厂化预制与模块化施工管理[J]. 油气田地面工程, 2016, 35(7): 84-85,89.