

# Research on the Application of Production Processes in Land Prefabrication Digital Chemical Plants for Offshore Oil Platform Operation and Maintenance Engineering

Xilong Wang Tao Yang Chenliang Wei Zengwei Lv Heng Yang

CNOOC Energy Development Equipment Technology Co., Ltd., Tianjin, 300457, China

## Abstract

Based on the operational process characteristics of the onshore prefabricated digital chemical plant for offshore oil platform operation and maintenance engineering in actual work processes, this paper conducts process analysis and sets a reasonable work rhythm. At the same time, a detailed analysis was conducted on the development and issuance paths of work orders, production line front-end, and production line back-end for the digital pipeline prefabrication plant. Throughout the entire analysis process, emphasis was placed on the operational process of the offshore oil platform operation and maintenance engineering digital pipeline prefabrication plant, in order to better understand and grasp the work characteristics of each link. This paper provides a reference for optimizing the production process and expanding the possibility of production boundaries in the onshore prefabricated digital chemical plant of offshore oil platform operation and maintenance engineering.

## Keywords

offshore oil platform; land prefabrication; digital factory; production rhythm; production process

# 海洋石油平台运维工程陆地预制数字化工厂生产工序应用研究

王喜龙 杨涛 魏晨亮 吕增伟 杨恒

中海油能源发展装备技术有限公司, 中国·天津 300457

## 摘要

基于实际工作过程中海洋石油平台运维工程陆地预制数字化工厂的操作流程特点, 论文进行了工序分析, 并设定了合理的工作节拍。同时, 详细分析了管线陆地预制数字化工厂工单、产线前端以及产线后端的制定与下发路径, 在整个分析过程中, 着重关注了海洋石油平台运维工程陆地预制数字化工厂的操作流程, 以便更好地理解 and 把握各环节的工作特点。论文为海洋石油平台运维工程陆地预制数字化工厂优化生产过程、拓展生产边界可能性提供了参考。

## 关键词

海洋石油平台; 陆地预制; 数字化工厂; 生产节拍; 生产工序

## 1 引言

数字化工厂技术以互联网、物联网等网络技术为支撑, 通过传感器对生产设备过程中的信息和数据进行采集存储。作为工业化和信息技术的产物, 数字化工厂技术将仅为物质的生产转变为物质和信息的生产, 将全部生产要素以网络的形式更好地融合在一起。不仅能优化生产过程, 提高生产效率, 同时也能拓展生产可能性边界<sup>[1]</sup>。

根据各领域数字化工厂的应用情况, 可以明确看出,

建立数字化工厂并实现标准化, 对提升生产工作效率具有显著效果。因此, 在海洋石油平台运维工程中引入数字化工厂的概念, 并对生产节拍进行研究, 调整生产工序, 以进一步提高生产效率, 是极具必要性的重要举措<sup>[2]</sup>。

## 2 管线陆地预制数字化工厂工单的制定与下发路径

产线项目规划产能要求日均生产效率约 1000 寸径/天 (碳钢管材 4" SCH120 约 72 道焊口), 全年产能约 26.4 万寸径。为了确保生产任务的按时完成, 并同时保证产品质量并降低成本, 需要考虑排班、价值经济性、设备利用需求以及作业中可组合可能性因素, 结合生产目标, 设定所需生产节拍如表 1 所示<sup>[3]</sup>。生产所需生产节拍见表 1。

【作者简介】王喜龙 (1992-), 男, 中国内蒙古赤峰人, 本科, 工程师, 从事机械、智能制造研究。

表 1 生产所需生产节拍

序号	名称	设定内容	具体范围	备注(计算数值)
1	日均产量	1000 寸径 / 日	65~75 道焊口	72 道焊口
2	使用班次	1 班	8:00—17:00	8 小时工作制
3	班次用时	8 小时	28800 秒钟	25200 秒钟
4	操作价值比率	93%	90%~95%	90%
5	试用材料	碳钢管材	4"Sch120	

在数字化工厂的生产线上,工单是一个非常重要的管理工具更是操作人员作业的具体依据。生产管理人员可依据工单的系统记录,实时清楚地了解产线生产进程,同时还可以进行生产任务的安排和调整。所有的生产工序工位的操作流程就是产线工单的实施过程,其中工单的创建与使用示意如图 1 所示<sup>[4]</sup>。

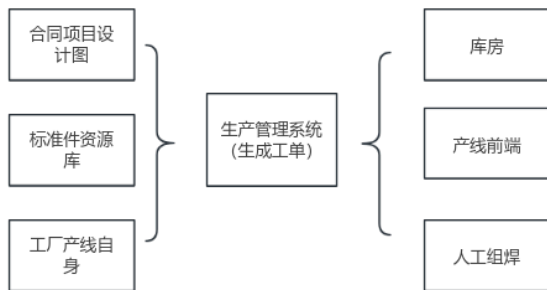


图 1 产线工单的创建与使用示意图

由此指定工单产线路径如图 2 所示。为确保管材库存

满足需求,应设定库容警戒线,并在提前 24 小时下达工单。对于管件,为满足打磨区(包括打磨机器人和人工打磨台)作业需求,应设定区域容量警戒值,并在提前 24 小时下达工单。非上线物资需根据工单进行挑拣、清点、打包,并与成品管线一并发货,相关操作应在提前 24 小时下达工单。其中需要注意的是,车间内原材料(管件)流通应使用批次码及标准托盘(标准托盘规格尺寸待定)。产线内原材料(管件)流通使用原材料个体编码<sup>[5]</sup>。

### 3 产线前端的执行路径及分析

在产线的前端是由相关联的设备 15 台套组成,其中任何一个工位设备出现问题都会影响到整体的工单执行进度。功能相关联众多的管件、管段打磨机器人工位及人机配合组对工位(2 处)是关键工位所在。其生产节拍的任何不协调或是协作不及时的操作,都会对产线前端的生产造成滞后或是停顿的情况出现,是产线前端的关键工位关键设备,其生产工单路径如图 3 所示<sup>[6]</sup>。

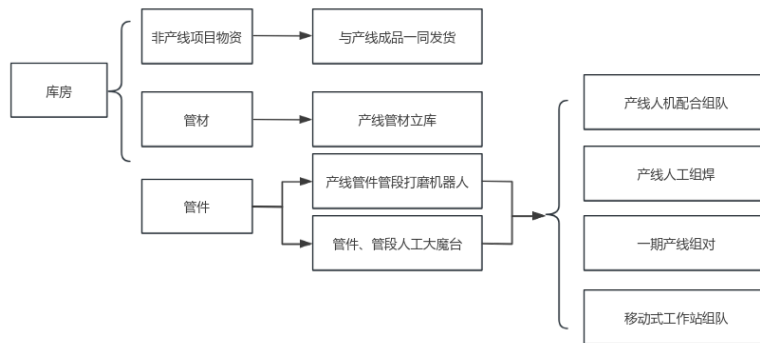


图 2 工单路径示意图

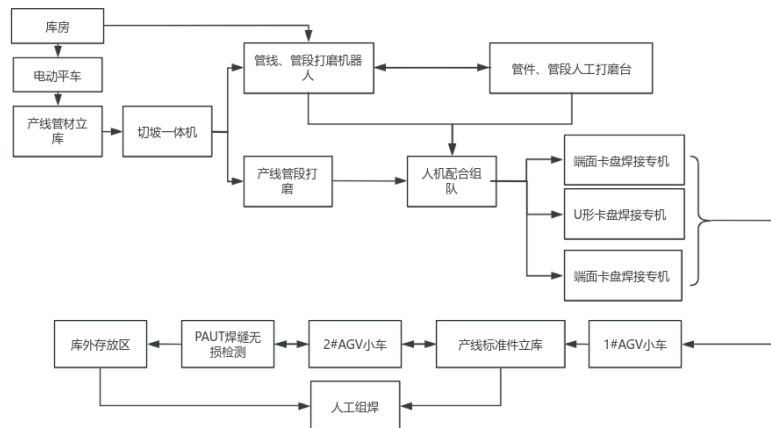


图 3 产线前端生产工单路径示意图

在产线管材立库至切坡一体机的生产过程中，当一根 6m 的管材从管材立库出库后经过切坡一体机的系列操作与加工成为 1 根标准管段（两端坡口）用时约在 643 秒钟（约 11 分钟）。如果用一根 6m 管材加工 3 根标准管段（两端坡口）用时约在 1163 秒钟（约 20 分钟）即每根管段用时约 7 分钟。可以看出同一根 6 米管材因加工管段数量的增加所用时间在缩短。

人机配合组对工位，由于管件种类及规格的不同，会对组对用时产生不确定的影响。在组对法兰时会组对台进行相关工装的移位、固定等操作才能够满足组对条件。目前计划平均约用 680 秒钟（约 11 分钟）内完成管件与管段的组对所有操作，但随着操作人员作业熟练程度的提高会用的时间完成此项作业。由于是 2 台组对机工位同时作业，即约 11 分钟左右会有 2 根标准件管段组对完成，交付焊接工位焊接<sup>[7]</sup>。

#### 4 产线后端的生产执行路径及分析

产线后端工单生产路径示意如图 4 所示。在选择标准件管段进行套料的过程中，需要遵循既要合理又要能够最大利用率使用管材，减少产生废料的原则。争取做到套料的标

准件管段只产生尽量长的余料，“留长不留短”即套料切割后的余料产生的越长越好。

由于成品管线的样式并无固定，每根成品管线都具有独特的特点，故而在产线成品管线的生产过程中，3D 人工组焊工位是唯一一个操作人员密集且仅生产成品管线的工位。需要注意的是，在人工套料时，管段两端管段码将分离，需要人工在生产管理系统中将余料端管段码更改为管材出库时的原材料个体码，并记录长度后上传生产管理系统。

XY 轴焊接专机（机器人）主要通过夹持管段的变位机将其倾翻至 90° 位置，然后使用热丝氩弧焊接技术在 0.5m~6m 的管段上进行 1G 位置的全面焊接工作，包括焊缝打底、填充和盖面。当管段长度小于 1m 时，通过变位机将其翻转至 0° 位置，并使用热丝氩弧进行焊缝的填充和盖面焊接，即 2G 位置焊接。由于采用机器人焊接专机进行焊接，所有焊接管段都需要经过人工组对后才能进行焊接。因此，在机器人焊接专机工位旁边设有组对平台。在此生产环节中，可以参考组对机与焊接专机的生产节奏进行节拍调控，以确保满足人工组焊的工单中管件与管段或管段两端单一管件的成品管线生产任务<sup>[8]</sup>。

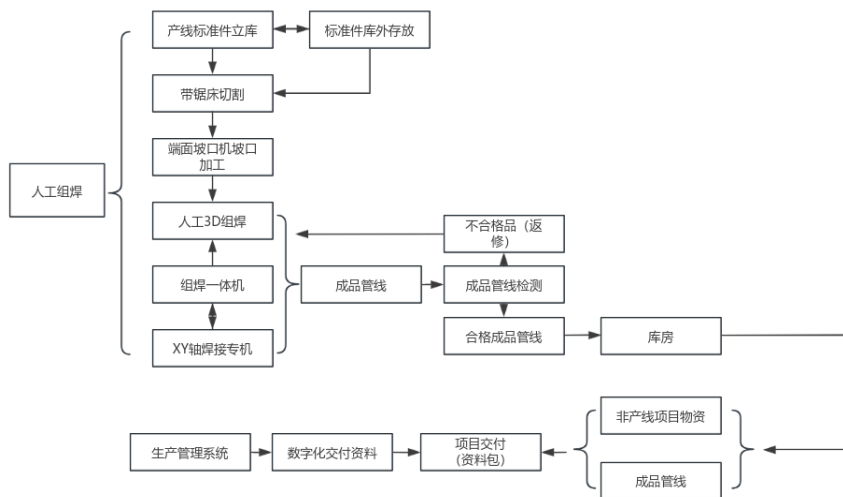


图 4 产线后端工单生产路径示意图

#### 5 结语

为了保证管线陆地预制数字化工厂产线的生产能力达到预期目标，论文针对所有参与生产的工序工位及设备的操作进行了优化处理，并对各工位操作作业的负荷程度进行了调整，从而实现了各工序工位作业时间、操作强度的均衡与平稳。在此基础上，综合考虑了排班、经济性、设备利用需求以及作业中的可组合性等因素，对管线陆地预制数字化工厂工单、产线前端以及产线后端的制定与下发路径进行了详细的分析和安排。同时，还预测了各个工作阶段的工作内容以及所需工作时间，并进行了相应的计算，为实际生产过程提供参考。

#### 参考文献

[1] 石致远,付建林,张剑.转向架数字化装配工厂规划研究[J].机械设计与制造,2017(5):70-72+76.

[2] 唐堂,滕琳,吴杰,等.全面实现数字化是通向智能制造的必由之路——解读《智能制造之路:数字化工厂》[J].中国机械工程,2018,29(3):366-377.

[3] 刘江来,廉开兢,陈保辉,等.数字化技术在工厂规划中的实际应用[J].建设机械技术与管理,2010,23(12):154-159.

[4] 帅朝林,陈雪梅,刘顺涛.基于工艺流程及产能节拍的数字化工艺布局设计方法研究[J].航空制造技术,2015(13):26-29.

[5] 李新玲,张天昊.基于精益生产节拍化的智能排程系统设计[J].中国设备工程,2022(24):33-35.

[6] 李绍炎,钟健,熊伟棠.自动化装配生产线结构原理及节拍优化设计[J].深圳职业技术学院学报,2008(1):22-24+41.

[7] 浅谈自动化生产线的发展[EB].中国知网.

[8] 基于工序分析方法的企业生产流程优化研究[EB].中国知网.