

FPSO Hull 项目进度测量系统的建立

于逢平¹, 刘志鹏², 崔 岫³

(1. 大连理工大学, 大连 116024; 2. 大连船舶重工集团有限公司, 大连 116021; 3. 大连职业技术学院, 大连 116037)

摘 要: 对国内造船企业的项目进度测量现状进行了分析, 并根据 FPSO Hull 建造的管理要求和船舶企业的管理特点, 详细论述船舶企业建立 FPSO Hull 建造的进度测量系统原则、思路和方法. 提出的思路与方法不仅适用于船舶企业的 FPSO Hull 的建造的进度测量, 亦适用于一般船舶的建造进度测量.

关键词: 船舶工程; FPSO Hull; 进度测量; 权重

中图分类号: U673.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6982 (2007) 01-0053-04

Establishment of progress measurement system for FPSO hull project

YU Feng-ping¹, LIU Zhi-peng², CUI Xiu³

(1. Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2. Dalian Shipbuilding Industry Co., Ltd., Dalian 116021, China; 3. Dalian Vocational Technology College, Dalian 116037, China)

Abstract: *The existing situation of progress measurement in the domestic shipbuilding enterprises is first analyzed in the paper. Based on the management requirements of FPSO hull construction and the management characteristics of shipbuilding enterprises, the principle, thinking and method of establishing progress measurement system for FPSO hull construction in shipbuilding enterprises are discussed in detail. The thinking and method presented can be not only used to the construction progress measurement of FPSO hull in shipbuilding enterprises, but also to normal ships.*

Key words: *ship engineering; FPSO hull; progress measurement; weighting*

0 前言

FPSO 的全称为 Floating Production, Storage and Offloading Plant, 即浮式生产、储存及卸载装置.

第一艘FPSO于1977年装备于地中海. 从1995至今是FPSO数量的爆炸性增长期, 这期间大约有60多艘FPSO装备于世界上各个主要的近海产油区, FPSO已在浮式生产系统(FPS)领域中占据了统治地位^[1].

自1989年至今, 中国船厂已建和在建的FPSO数量达到了11条, 这些FPSO已成为我国海上石油开采最重要的装备, 支撑了海上油田75%以上的产能^[2].

FPSO的建造与管理分成Hull(船体)和Topsides(上部模块)两大部分, 需要满足海洋工程建造规范要求. 一般Hull部分在船厂建造, 而Topsides则安排在海洋工程建造场地完成, 然后再将两者安装到一起, 完成最后的总成(Integration)和联合调试.

本文将对目前国内造船企业的船舶建造进度测量

的现状进行简要分析, 并结合笔者在建造国际FPSO方面的实践经验, 提出适用于船厂的FPSO Hull进度控制测量的思路和方法.

1 目前船舶企业的船舶建造进度测量基本状况

国内造船企业对生产的控制一般采用节点控制, 生产管理侧重于关键节点的控制, 而不是过程的控制. 进度的概念主要应用于成本分解或测算等企业管理环节, 所采用的方法一般是基层单位上报完工时汇总与计划总工时相比较的方法来得到进度数据.

由于目前国内造船企业普遍采用的是根据标准测算出来的计划工时, 并作为费用结算的依据, 各基层单位需要根据对费用的需求和超定额情况来决定上报已完成工时数, 导致使用统计工时来计算项目进度与项目的实际进度偏离很大. 另外, 目前国内造船企业所使用的工时只体现了项目的部分内容, 没有考虑不采

收稿日期: 2006-08-21; 修回日期: 2006-09-21

作者简介: 于逢平(1971-), 男, 高级工程师, 博士研究生, 主要研究方向: 企业战略与企业管理.

用工时概念的采购、设计及项目管理等内容。因此，目前国内船舶企业普遍缺少可以满足海洋工程项目建造控制需要，并适用于 FPSO Hull 的项目进度测量系统和方法。

2 建立进度测量的思路

本文提出引入权重 (Weighting) 的概念来建立 FPSO Hull 项目进度测量系统。

权重是一个相对的概念，指设定的测量单位占有的百分比。通过把实际工作内容逐级分解到直接、客观的单位，再引入完成权重 (Earned weighting) 的概念，从而得到相对进度百分比。与单纯的工时相比，权重的概念更加灵活和客观，可以通过工时、重量、长度、时间等参数来实现和表达。

3 进度测量系统的建立

3.1 建立原则

进度测量系统的建立基于如下主要原则：(1) 采用直观和客观的参数作为进度测量的基础；(2) 采用计划或预测工时作为主要权重划分的依据；(3) 性质不同的项目内容采用不同的权重分解方法；(4) 进行权重分级，逐级分解、细化，使之能够测量。

3.2 权重分配方法

采用权重分级控制的方式，逐级分解，直到细分到直观、简单、有效和可测量单位。每一级的权重和为 100%，然后再根据船厂的实际情况、项目合同的要求进一步逐级分解，直到能够测量的单位。

FPSO Hull 的建造总体上可以划分为项目管理、设计、采办、建造几个主要部分。

根据上述原则，可以提出一级权重分解方法即合同费用基准法。合同费用基准法是指以船厂合同成本分解占总合同价格的百分比作为本项权重的方法。因为采用的是船厂报价时的合同成本分解，因此这种方法比较容易得到总承包商和石油公司的认可。举例如下 (表 1)：

表 1 合同费用法一级权重分解示意

项 目	合同成本分解/万美元	所占权重/%
项目管理	490	10
设计	490	10
采办	2450	50
建造	1470	30
合计	4900	100

3.2.1 项目管理

项目管理部分的权重通常是按照项目总合同周期

每月平均计算的。

3.2.2 设计部分进度测量

设计部分再二级分解为详细设计和生产设计两大块，并向下再细分到两大设计的每份图纸作为第三级分解。

设计工作的权重分解全部以设计预估工时为依据。设计部门或单位需要编制项目的详细设计和生产设计图纸目录清单，并对每一份图纸提出设计工时预估，提交给计划管理人员。

详细设计与生产设计的二级权重由它们在整体设计工时中所占的百分比决定。如果一个产品的设计工时为 Z ，详细设计总工时为 A ，生产设计总工时为 B ，详细设计的权重即为 $D=(A/Z) \times 100\%$ ，而生产设计的权重即为 $P=(B/Z) \times 100\%$ ，它们在项目的总权重即为上述权重与设计在项目的总权重的积。

有了二级权重表及每份图纸的工时表后，要得到设计进度，还需要进一步细化权重与进度状态分解。

(1) 详细设计的进度测量

详细设计进度测量方法是将每一份详细设计图纸根据是否需要送审分为 3 个点或 4 个点，这些点均为直观的状态点，每个点及其所占比例见表 2。

表 2 详细设计第三级权重表

分配点	需要送审权重比/%	不需送审权重比/%
设计开始	20	20
图纸 A 版图完成	40	40
送审	30	—
退审并修改结束	10	40
合 计	100	100

根据上述方案，设计部门每周提交计划管理人员详细设计每份图纸的进展状态进度统计表，明确每份图纸实际所处的状态。根据每份图纸的预估或实际设计工时、所处的状态、第三级权重，即可以得出详细设计每份图纸所完成的工时量和完成的详细设计总工时量 (Earned Weighting)，与详细设计总工时相比，即可得出详细设计的进展百分比。

(2) 生产设计的进度测量

生产设计进度测量方法是将每一份图纸分为两个状态点，开始点和完成点，权重设计为开始点占 30%，完成点占 70%。

根据上述方案，设计部门每周提交计划管理人员生产设计每份图纸的进展状态进度统计表，明确每份图纸的实际进展状态。根据每份图纸的预估或实际设计工时、所处的状态、第三级权重，即可以得出生产设计每份图纸所完成的工时量和完成的生产设计总工

时量, 与生产设计总工时相比, 即可得出生产设计的进展百分比。

据上述计算模型, 一个产品的设计进展总百分比即由(详细设计百分比 $\times D$ +生产设计百分比 $\times P$)得来。

3.2.3 项目采办部分进度测量

项目采办部分整体上可分为设备、钢板和其他项目三大块, 每一块所占的权重按合同额分解。

(1) 设备

设备部分需要细分出每一项设备细目及合同价格, 每一个单项设备的价格占设备部分总价格的百分比即为每一项设备的权重。考虑到设备订货周期长的特点, 可对每一项设备的进度状态细分为询价(10%)、签合同(40%)、到货(40%)和验货(10%)。

采办人员将把所有设备的状态分项列表给计划管理人员, 计划管理人员即可根据状态表和权重表计算出设备部分进展百分比。

(2) 钢板

本处的钢板不仅指钢板, 还包括管材和项目建造所需要的型材等批量采购的项目, 以钢板泛指, 其特点是集中采购、批量到货。

对于这类项目, 每一批量占有的权重可以按合同金额或重量分配。每一批量的进度取得仅设定一个状态点, 即以批量到货验货结束为测量点, 完成即得到本批量进度的100%。

(3) 其他项目

其他采购项目单项数额较小, 可以整体上看作一个项目, 所占的权重为合同额合计在整体采办合同额中的百分比。其进度可以按从 FPSO Hull 项目合同签订到项目铺底之间(亦可采用到出坞的节点等其它关键计划点)的时间平均分配, 粗略测量。想要得到精确的进度数据, 也可以将每一小项或小的批量均按上述设备的权重划分思路予以测量。

3.2.4 生产部分进度测量

FPSO Hull 项目建造的实际生产部分涉及到的工序、工种很多, 各个船厂的实际情况也不尽相同, 本节给出一般性的分解建议。

一般生产部分可以二级分解为船体、舾装、系统调试、倾斜试验、交船。

二级分解项目的权重采用预测工时法, 用每一部分的预测工时所占的百分比来得到权重。倾斜试验和交船本身就是两个状态点, 无法用工时来衡量, 但由于是项目实际生产进度的标志性节点, 具有重要的意义, 因此可以人为地设定一定的生产权重, 例如0.5%或1%。

1) 船体部分

船体部分可再三级分解为钢料加工、大组立、分段吊装、交仓气密、区域或舱室涂装等生产内容。船体部分施工内容的三级权重分解只能采用预测工时法, 通过三级项目预测工时所占船体部分的总工时来得到三级权重。

每一单项的状态分解方法为:

(1) 钢料加工(含预处理)按批量制定计划, 第四级权重按重量分解。每一批量设定一个状态点, 即完成点。

(2) 大组立是按每一个大组立分段制定计划, 每一个分段按重量得到第四级权重。对每一个分段大组立, 设定上胎、下胎、涂装结束三个状态点用以测量分段大组立进度。一般可以分解为分段大组上胎30%、下胎30%, 分段涂装40%。

(3) 分段吊装是按每一个分段制定吊装计划, 状态点只有一个, 即吊装完成。

(4) 交仓气密是按所有的舱室制定计划, 状态点设定为两个, 即交仓完成和气密完成, 一般设定各占50%。

(5) 区域或舱室涂装是在编制全船区域和舱室涂装计划的基础上, 对每一计划项目按预测工时分配四级权重后, 对每一项目设定一个状态点, 即完成为100%。

2) 舾装部分

舾装部分可三级分解为舾装件制作与安装、电气制作与安装、设备安装和系统调试四部分。

舾装部分施工内容的三级权重分解只能采用预测工时法, 通过三级项目预测工时所占舾装部分的总工时来得到三级权重。

(1) 舾装件制作与安装

舾装件制作与安装可以按托盘制订全面的计划, 并按重量或数量对每一个托盘分配权重。托盘制作与安装可以设定两个状态点, 即制作完成和安装完成, 各占50%。

(2) 电气制作与安装

电气制作与安装部分的内容以设计为准, 一般由电气舾装件的制作与安装和电缆的切割与敷设两大部分组成。两大部分的四级权重划分可按工时分解。对电缆切割外包的情况, 则可只计算敷设部分。

电气舾装件制作与安装可以按托盘制订全面的计划, 并按重量或数量对每一个托盘分配权重。托盘制作与安装可以设定两个状态点, 即制作完成和安装完成, 各占50%。

电缆切割与敷设按托盘制订详细的施工计划, 每一个托盘的权重可按电缆长度分配。电缆切割和敷设

可以设定两个状态点，即切割完成和敷设完成，各占 50% 的权重。

(3) 设备安装

设备安装可以按照主要设备清单制订安装计划。对一项设备计划，可以按全部计划数平均分配权重，并且每一个设备只设定一个状态点，吊装结束即为完成 100%，容易操作。

(4) 系统调试

按项目系统清单编制系统调试施工计划，对每一系统按预测工时分配第四级权重。一个系统分成三个状态点来测量完成进度，即安装结束 30%、压磅结束 30%、系统调试结束 40%。这个分解方法采用的是传统的船厂分解方法。对于国际性的 FPSO 承包与建造，系统调试的分解采用机械完工 (Mechanical Completion)、预调试 (Pre-commissioning) 和调试 (Commissioning)

三部分的概念，分解比例设定为 30%、30% 和 40%。

3.2.5 进度曲线的绘制

进度曲线实际上是对项目各部分和项目整体进行进度测量后绘制的项目进展情况曲线，因其形状是 S 形，因此亦称之为“S 曲线”。

S 曲线的横轴是时间轴，可以根据项目周期，设置为周或月；竖轴为完成的百分比，从 0 到 100%。曲线内容都是成对出现的，一条是计划曲线，一条是实际进度曲线，通过两条曲线的直接对比，反映项目进展和控制方面存在的问题。也可以将多个内容反映到同一个曲线界面上，用以直观反映和对比同一个 FPSO 项目的不同内容的进展情况。

一个基于成熟、完整的进度测量系统的基础之上的 S 曲线是项目计划控制基本工具。见图 1。

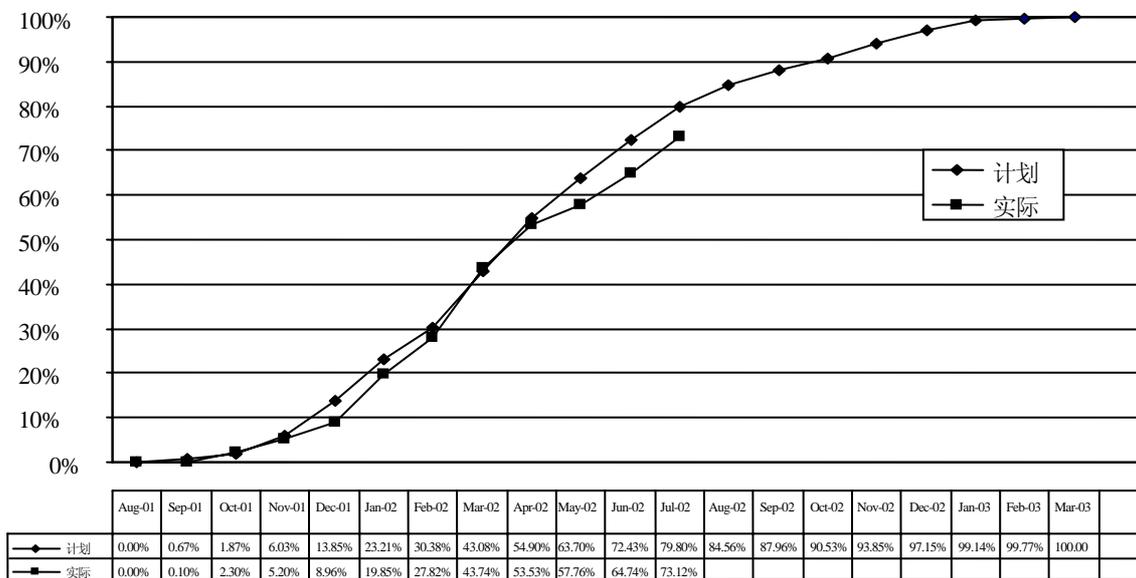


图 1 项目详细设计 S 曲线

4 结束语

本文给出了船舶企业建造 FPSO Hull 的进度测量的基本思路与方法。由于各个船厂的实际情况不尽相同，因此在实际的应用中还需要根据企业情况，灵活地予以调整。

本文所提供的思路也可以用于一般船舶建造的进度测量，为船舶企业的生产控制、预算制订、制造成

本分配提供更有效的支持。

参考文献:

- [1] Leonard Le Blanc et al. Floating production, storage and offloading vessels[J]. Offshore, May, 1993.
- [2] 魏敬民. 我国已成为 FPSO 船建造大国[N]. 中国船舶报, 2006-08-18 (32).

船舶行业两大集团 92 项成果获 2006 年国防科学技术奖

在 1 月 8 日召开的 2007 年国防科技工业工作会议上，国防科工委表彰了 2006 年度国防科学技术奖的获奖单位和个人。其中，中船重工集团公司获得一等奖 7 项、二等奖 21 项、三等奖 50 项，中船集团公司获得一等奖 1 项、二等奖 6 项、三等奖 7 项。