

采用独立序列模拟 进行船舶特性的评价

D. Hoffman and F. Michelsen
Hoffmon Maritime Consultants Inc.

曾耀明 译
刘 韧 校

摘 要

一般情况下,近海船舶功能特性和可作业性是与在一定环境、一定作业条件下船的运动反应相联系的,同时与诸如最大许可升沉幅度等作业限定条件标准有关。换言之,船舶运动特性和可作业性可用限定作业海况和用超常波浪统计值表示,也可通过作业区及一年中某特定时期的预计可作业性来表示。这种近似方法,虽然表面看起来合理,但是统计数字表明,这种方法能导致不可靠和与事实不符的结果。

然而,许多近海工程项目都可以分成一系列单独的工作,每项工作都受制于其自身的限制活动标准和需要对完成工作所需时间作出估计。本文描述了一种统计方法,用这种方法,每项工作都根据预先规定的情况,作为一系列工作中一项独立的事件来完成。为便于进行这种统计分析,必须要有一些归纳整理的环境数字资料,这些数据应概括足够的年数,且记录的间隔时间要短,比如6小时。用这种方法模拟进行一个项目中的各项工作,项目中每项工作时间顺序根据所需的序列安排,每项工作都受制于从归纳整理的波浪档案中按顺序获得的波浪数据,同时考虑到动员、复员及停机,重新开机的时间。

通过从归纳整理的资料中不同的适当的点开始,进行整个项目多次模拟,从而获得完成整个项目所需总时间的统计分布。此外,所得到的资料还将显示:船舶运动的哪种特性看起来最关键,在可能的情况下应该予以改善。假如对几艘船进行上述同样序列的可作业性分析,就能获得一个合理的基础,并借此进行船型选择。

引 言

随着油气勘探活动移向海上,油气工业就突然地面临了许多新的困难。由于油气工业界的努力,这些困难通过一些革新而被克服了。在许多情况下,这些革新都是已知技术的临时扩展。但是,也有许多革新是采用新的通常是大胆的设计,这些设计都经过试验,并不是所有的设计都是成功的。几年前,任何一个即使只有50%成功把握的承包商都似乎有很好的机会最终取得合同,而石油公司则承担了即使不是全部也是大部分的风险。因此,因天气关系而停

机，一般都是由石油公司负担费用，由于设备故障造成的损失也常常由石油公司赔偿。对承包商来说，当时是卖方市场。实际上，承包商当时对减少因天气关系停机的时间，没有多少积极性。

但是，当时对石油公司来说，情况则两样，要搞出任何一项可靠的发展项目计划都是一件困难的事。同时，成本大大超过预算已几乎成了一种规律，而不是特殊情况了，而且拖延一年时间也并非罕见。这样，就使得许多有潜力的油气田变成边际油气田或非商业性油气田了。

随着近海石油工业的成熟，技术取得了更大的进步。由于这些进步，现有设备的可靠性增加了，同时，大大扩大了这些设备的原有能力。新的更好的为海上石油工作平台服务的船舶设计和建造出来了，同时，一批新的承包商进入了油田而使得竞争比较激烈起来，这些是北海地区油气工业迅速发展的自然反应。北海以恶劣的环境条件出名。仅几年时间，北海就代替了墨西哥湾，成为近海油气工业的前线。

要最有力地说明近海作业成本，就是以每秒钟而不是以每小时或每天的美元数计算。换句话说，近海作业中，每秒钟都要计算进去，这样一来，注意力就自然要集中到可作业性，即可能进行有效工作的时间比例上去，就像所有海员和渔民都知道的那样。在浮动的平台上和船舶上进行工作的可能性，很大程度上依赖于平台或船舶的运动状态。为了有分析地确定船舶在某特定情况下的运动情况，就需要知道：

(1) 海浪特征。

(2) 船舶对海浪的反应特征。

船在海上航行短期统计描述法的基础是由海洋学家于五十年代和六十年代初期定下的。在这一时期，船舶流体动力学家发展了线性船舶运动理论，并由此得到在根据统计描述的稳定海况下作业的船舶运动统计描述法。因而，当在北海开始进行油气勘探活动时，经多年的集中研究，已接近合理地解决可作业性问题了。当时，部分缺乏的是对假设的短时间稳定海况的长期统计。但是在这方面北海石油工业，却意外地得到其它来源的财政支持而带来的发展的帮助。原来，在第二次世界大战之后，在北海和北大西洋的一些战略海域配备了气象船，同时，还从商船上收集了肉眼观测的结果。正是由于这些原因，才可能在北海的许多海区和世界其它地方开展海浪超常情况的统计工作。海浪统计的另一种代表形式是所谓的波浪扩散图谱。还应提到的是波高的长期统计分布公式，如Weibull长期统计分布公式。这些对确定极端的海浪，例如百年一遇的海浪最有用处。这类极端的情况对于设计是很有帮助的，但对确定可作业性所起的作用却小得多。

对每一项要完成的工作来说，现都需要确定许可的最大的船舶运动值。一般情况下，这些运动是由所使用的对设备规定的限制性条件决定的。因而，对一般钻井船来说，作业期间，升沉运动的最大允许范围是受升沉补偿器的行程长度限制的。

在确定了将要完成的每一项具体工作的运动限制标准之后，就自然地要运用波高超常统计，以确定这项工作最可能需要的时间，将每项工作最可能需要的时间相加之后，即能够估计出整个工程项目的工作时间。但是，这种推理有一个很大的缺陷，即每项工作都需要一定的时间完成。因此，仅要求海浪低于一定水平是不够的，还需要保持一定的时间。这意味着，要使一个现实的可作业性的分析是可行的，还需要持久性的统计学。还有要利用的是波高/波长联合分布情况，这是因为船舶运动反应经常相当大程度上取决于波长。

严格地说,即使利用了联合分布情况,还是不够的。这是因为还有一个利用哪种波型进行统计的问题。人们发现,北海的实际波型既不属 ISSC,也不属于 JONSWAP 或其它任何标准波型。同时在北海地区,大部分的时间里,由涌和风生成的海浪的扩散方向不尽相同。遗憾的是,关于利用波谱方法并不总是很容易解决问题的,除非进行更广泛的研究。

可作业性分析中还有一个重要的因素就是逐年海浪统计的变化性。这种变化性在有些海域是相当大的,就像在北海那样。因而,对于一个承包商来说,如果利用从多年波浪数据中得出的平均值做为固定价格投标的基础,就可能遇到意料不到的经济风险。

最后还要认识到的是,取平均值的条件只能在相当长的时期内,甚至一个季度,才能被作为经验数据。例如:假设要完成一项较小的工作需要低浪海况,同时只有完成这项工作之后才能开始其它工作。再假设,超常数据表明可作业性是50%。这样,如果该项工作需要六个小时,人们就会很容易地想留出十二个小时。但是,海浪的时间分布情况往往是,如果一开始波高大于限定的高度,就有可能连续几天如此,这对于短期项目的进度表,意味着什么,已是很明显的。

从上面所说可以清楚地看出,要做出一项可作业性分析,而分析的结果又要使人很有信心地予以使用,并非一件易事。所以,近海承包业务有时会是一件很冒险的事情,除非一些不确定因素得到消除。产生这些不确定因素的明显的原因,就是对一般现有的平均统计波浪数据缺乏详尽的确定。最好不过的是,波浪数据应该提供多年的,比如20年的,且测录间隔时间为六小时的完全详尽的海况资料。既然我们又无时间也无耐性等那么久,所以就开发了所谓归纳整理现有资料的方式,通过这种方式有可能利用过去记录下来的历史上的大气状态的地理分布情况,以可接受的精确性对某一时间、地点的可能有的海况进行评价。这种办法已用于北半球的许多地方,而且环境条件资料就是由海洋波浪原型图谱(SOWM)资料档案中提供的。

有了 SOWM 提供的资料数据,就有可能利用计算机对某个工程项目的各项工作进行完全的系列的模拟,如同过去已经做过的一样。这类模拟可在多年的周期内反复进行,每年开始于相同星期的一天或每一天,这样就会产生项目模拟的足够大的“总体”,可对一些数量,如每项工作因气候停机时间和每项工作所需的整个时间等,进行统计数据评价。本文下面要谈的就是如何做到这点的具体办法。

作 业 标 准

近海船舶作业限制标准可以归纳为下面几点:

1. 运动限制。无论是功能限制还是设备限制,运动限制都和每项独立的工作有关。
2. 船位控制限制。做到船位控制有以下几种办法:
 - (1) 仅用锚泊系统。
 - (2) 锚泊系统加上推力器辅助。
 - (3) 仅用若干推力器进行动力定位。

上述运动限制被用于巨浪引起的船舶运动。为了确定船舶的船位控制能力,要求对由于风、浪、洋流引起的环境外力这个复杂课题进行详尽的静力和动力分析。这种分析相当复杂,不属本论文要叙述的范围,只叙述一些就够了。这就是,可以设计出一种环境条件,在这种

条件下, 现有的船位控制系统没有能力将船舶保持距离确定位置, 比如井口, 在允许范围内的地方。

表1说明了用于一个典型的钻井程序的关于等待好天气(WOW), 降低效率和重新开钻的限制。先看看第一项工作, 即“就位试钻”。大家可以注意到, 只要船舶升沉幅度保持在6英尺以下, 此项工作所花时间最少是二十五小时。在工作进行期间的任何六小时内, 如果升沉幅度大于6英尺, 该六小时之内的工作效率就要打50%折扣, 即实际完成工作的时间只有三个小时。另外, 如果升沉、纵摇、横摇幅度分别超过了(WOW)规定的10英尺、6度和4度, 就位和试钻工作就不得不中断, 钻井船将置于等候好天气状态, 只有波浪平息到“重新开始”限制的要求, 才能再开始工作。根据“重新开钻”限制, 要重新就位和试钻, 升沉幅度为8英尺, 纵摇角度为6度, 横摇角度为4度。请注意, 这些限制是由设备能力所决定的, 而每条钻井船的设备能力可能不尽相同。

当船舶运动超出隔水管脱开的标准时, 或是环境条件已使得船舶船位控制系统无法再使船舶定在离井口许可的距离之内时, 各项作业将中断, 隔水管脱开程序按规定进行。当浪平息到允许隔水管重接所规定的程度时, 将开始隔水管重接工作。

数 据 内 容

大多数可作业性研究的目的, 都是要确定船舶在恶劣的环境条件下无法进行实际工作的时间百分比。因此, 所需的数据必须包括作业海区的风、浪和洋流的统计资料, 以及船舶对这些条件一般反应的统计资料。

环 境 数 据

可作业性序列模拟分析利用的是下列参数的按年月顺序的记录:

波浪: 有效波高、周期、方向、初级浪和次级浪的扩散角度。波形谱也是有用的。

风: 速度和方向。

海流: 速度和方向。

这样按年月顺序的记录, 最好是能从过去的现场实际记录中获得。但是, 实际情况是, 包括足够时期在内连续性的记录只包括了几个地方。因此需要依靠追算技术, 整理出所需的数据档案。追算技术仍在改善之中, 希望这种技术将来也能运用到所有的主要的海区。一般来说, 目前现有最好的、内容最丰富的归纳整理的资料是通过大洋波浪频谱方式(SOWM)⁽¹⁾获得的。目前, SOWM档案包括北大西洋、北海和墨西哥湾500多个地区近20年的数据和北太平洋一千多个地区约十二年的数据。这些数据的间隔时间为六小时, 至今为止一直广泛地应用于参考资料⁽²⁾和⁽³⁾中提到的设计和可作业性分析中。

每个数据记录都提供了关于风的情况, 同时提供了十五个以上波频间隔和十二个方向的海浪能量内容。15乘以12的频幅矩阵表示的海浪能量分析情况包括在序列分析中, 用序列分析确定有效波高, 平均零点以上的波浪周期和由风推动的浪和涌的方向和扩散功能。

海面水流速度每六小时估算一次, 估算方法是通过矢量计算潮流和风动成份。海面水流速度一般为风速的百分之二。

船舶数据档案

对要进行的每项工作的限制标准，一般是从最大许可的运动反应来确定的。因此，有必要对六小时间隔时间内可能出现的环境条件引起的诸如升沉、纵摇、横摇、涌等有关的船舶最大反应进行计算。

借助反应幅度算符 (RAO'S)，可以很好地计算出船舶对上述海况的 15×12 能量分布矩阵的每个分量的反应。但是，实践证明，从计算机所花的时间来看，这种办法太昂贵了，以致不切实际。为克服这个困难，船舶反应预先计算好并以复查表格形式储存在电子计算机里。所采用的步骤是计算出所有波浪周期的有关的 RAO，其中航向以每 15° 从零度到 180° 变化。计算相当随意性的海况反应，为了计算海况单位包括有效波高和从零开始交错的 4 秒到 25 秒的波浪周期。用这种办法制出一幅反应表，该表包含对于不同船首方向和波浪周期的反应的平方根值 (RMS)。为计算风成浪的短峰，一般将余弦平方扩散函数的角假设为正负 90° ，而对涌的扩散角度则假设为正负 45° 或零度。必须承认，这种并不理想的方法可用于减少对于“真正”海况的计算反应的统计偏差。但是，这种方法对于找出可接受的序列分析数据，可大大减少花在计算机上的时间。请注意，这里用了反应直线性，以便可通过简单的乘法获得对任何给出有效波高的反应值。

既然对于相当高的时间比率环境数据确定两个波浪系统分量，而上面提到的方法被用于每六小时间隔的两个分量的分析，其结果可通过下列关系予以综合。

$$RMS^2 + RMS(1)^2 + RMS(2)^2$$

得出的结果是由初级浪和次级浪系统引起的船舶运动幅度的 RMS 值。

为了解上述方法的统计精确度，已将该精确度和通过一条船在速度为零或几海里时的计算反应十进位计数法所得结果和通过直接假设全部各向波形矩阵方法所得到的结果进行了比较。⁽⁶⁾ 回归分析表明了两种方法之间有着非常密切的关系。运动的相关系数一般为 0.95 或更佳 (1.0 最好)，某些单向运动相关系数为 0.90 或更好一点。所以，有充分的理由设想，这些结果能同样很好地运用于半潜式或其它近海船舶。

船位控制

序列模拟程序所需的输入数据有两方面的，即：

- (1) 描述环境条件与船舶所加负荷之间的关系的的数据。
- (2) 描述环境负荷与因其造成的船舶侧向运动之间的关系的的数据。

由风、洋流和浪产生的负荷一般用系数表示。这些系数或是从模型试验中得出的，或者是通过基于船级社规定的阻力系数的计算中得出的。一般情况下，这些系数是船首方向与环境因素方向的一些关系函数。

风力和流力的分量及力矩与速度的平方成比例。这样，有了确定的系数，由给定的风速、流速产生的力即可知道。但是，波浪流力的情况是不同的，因为这些力是复杂的波浪周期的函数，它随着波高的平方而变化。从理论上讲，波浪流力系数可以用单位波幅平方的力表达为波浪周期函数。将这些系数乘以波幅系列再加上所有波浪周期，将得出平均波浪流力值。

既然波浪流力一般情况下只占总力中很小的一部分，因此人们发现，对于给定有效波高及平均周期的标准海况的波谱来说，预算波浪流力就已足够精确了，并可计算出波浪流力矩阵储存在计算机里。对推算模型中某一海浪力数值的估计，可简单地通过内插法得出。对于预期的目的来说，这种方法证明已足够精确。

至于船舶的船位控制能力，必须分清两种情况：

- (1) 船舶完全靠推力器进行定位。
- (2) 船舶靠锚泊系统辅以推力器进行定位。

在序列模拟试验中，人们只对是否能将船舶控制在许可的预定范围之内感兴趣。因此，必须提供在各种气候条件下能控制定位的动力定位系统的精确度。综合从预算数据档案中得出的船舶各种第一级运动，即可在给定某种环境条件下预计船舶的总位移幅度。

另一个可能限制动力定位系统保持船位能力的因素是所用推力器或所配备的动力。然而，这也可以通过基于电站和推力器特性设计出的计算机程序进行模拟。一般情况下，都会现实地考虑到动力因素和备用动力。例如：准备一台柴油发动机和一个推力器做为备用。

对于利用系泊系统进行船位控制的船舶，可首先进行预先分析，以确定张力及其与系泊系统漂移特性的关系。这个问题不能一下解决，是一件很麻烦的事，需要从用户方面收集反应才能解决。这是很费时间的事情，所以不如序列模拟试验中实际操作来得实际。因此，人们不得不事先定出限制环境的办法，根据这种办法，船舶位置可保持在允许的范围之内。同时又考虑到因船舶运动引起的动力漂移。这样做的时候，可以考虑由推力器产生的恢复力。

限制环境力将取决于它的方向与船首方向的关系。数据输入内容有布锚方式、锚链特性、导缆器位置、水深和船首方向。锚链最大允许张力是由校验人员推荐的。

从上述可清楚看到，系泊系统会因最大漂移距离超过许可范围，或因缆绳最大张力超过规定的安全系数而失效。虽然可通过调整缆绳长度缩短漂移距离，但是这对为了基本目的进行的序列模拟试验来说，也许是不必要的。因为，如果模拟结果表明改进缆绳状况的确有利可图，大可留给随后的研究去解决。

工 作 模 拟

序列模拟试验中的每一项工作都是放在各种环境条件下进行的，根据该工作的作业标准进行的。完成每一规定的“步骤”的时间都少于：

- (1) 总时间减去与当时气候条件有关的间隔时间之后的剩余时间，或者，
- (2) 实际上继续完成该项工作所需的时间。

每个步骤都根据下面叙述的办法予以评价，尔后考虑下一个气候条件或序列中的下一项工作，直至整个项目的模拟完成。

序列中每项工作模拟中在每一个步骤中及每项工作结束时的可作业性和停机统计都积累起来。整个模拟都是根据确定的环境数据中每一起始月的类似方式进行的。

船 位 控 制

首先对风、流和波浪引起的稳定的环境力和力矩进行计算，并归纳为纵向和横向两部

分。如果利用推力器，最大推力也予以确定。同时考虑到一般的水流速度及其与船舶的相对方向。如果船舶没有锚泊，即船舶可以自由改变首向，那么，考虑到船舶运动，开始使船向保持在与主波系统相反的方向。但是如果船舶无法保持其位置（由于逆风和逆流原因），那么将按照具体的限制重新调整船的方向以最大限度地减少受环境力的作用。所需的保持船舶位置的动力也可确定，也可与现有的动力能力进行比较。

如果船舶是锚泊的，可允许的移动和摇摆也可确定，也可和于六小时间隔时间里可能产生的最大的移动和摇摆进行比较。

如果环境力和力矩的影响在船位控制系统的控制能力之内（锚和/或推进器），则可继续进行模拟试验中对船舶运动限制的评价试验，虽然对推力器马力的过度要求有可能减少某些工作的效率。如果达不到操作船位控制标准，钻井船将处于“求生”状态。这样，正在进行的工作就中断了，直到又达到了船位控制标准，而对因恢复作业所需的时间不得不付出代价。如果可行的话，在模拟试验中可以进行一次“隔水管脱开和重接”试验。但要完成这个试验，需等到船舶反应达到适合于这样做的限值之内（如表1所示）。

船 舶 运 动

模拟试验中每一步骤里的船舶运动（升沉、纵摇、横摇等）都要加以计算。单位波高反应是单独从初级和次级波浪系统的波浪周期、方向和扩散的“检查表”中得来的。单位波高反应的分量是与每个波浪系统分别成比例绘制的，尔后综合起来以获得模拟试验里该步骤中每一自由度的整个运动反应幅度。然后将运动幅度与正在进行的工作的运动限制和诸如隔水管脱开/重接等其它限制进行比较。

当升沉、纵摇或横摇运动超过了表1中关于正在进行的该项工作的WOW限制，该项工作就中止了，就得计算时间损失。对于每项工作的时间损失可通过停止和重新开始所需的时间恰当地确定出来。至于那些列为关键的工作（见表1），如果中断了，就得从头开始。实际上，关键的工作需要一次完成，不得中断。

任何中断的工作，将中断到船舶升沉已降到“重新开始”的限制条件以下。任何时候船舶升沉超过100%的效率水平时，则正在进行的工作将以降低的效率继续。这样，如果降低后的效率水平是50%，那么，在整个六小时的间隔时间内，所进行的工作实际只有三小时。

当诸如升沉、纵摇和横摇等反应超过了列于表1中“脱开悬挂”以等待好天气(WOW)的限制时，模拟试验即开始隔水管脱开和重接的程序。可将一段最短的时间，比如说二十四小时，加在隔水管脱开工作和开始重接工作之间（在现场，类似的拖延，习惯上用于保证，因气候变化多于暂时的平静）。在此期间，原在进行的工作中断了，同时计算相应的时间损失。

统 计 结 果

序列模拟结果用以下表格形式总结出来，其内容包括：

- (1) 可作业性统计
- (2) 停机时间统计

(3) 船位控制统计

对于工程项目每一个开始月份,一条动力定位浮式钻井船典型的可作业性统计见表 2a 部分。

表中符号的意义:

N: 每个月中一个序列开始的次数

Mean: 当月开始的各项钻井计划平均完成时间。

S.D.: 完成次数的标准偏差

MIN: 当月最短的完成时间

MAX: 当月最长的完成时间

%可作业性: 平均值、最小值和最大值; 等于除停机时间之外的序列模拟时间, 分别除以平均、最长和最短的完成时间。

表 2a 总结了各项工作当月的可作业性。请注意该表中所列各项的顺序的重要性。例如, 防喷器试验是一项至关重要对运动敏感的工作, 但这项试验显示了最高的可作业性。这是由于这项工作排在另一项工作之后, 即排在放置防喷器之后。再者, 如果天气允许前项工作完成, 那么一般也会允许第二项工作完成。这样, 两项工作所需的等候好天气的时间大都算到放置防喷器工作所等的时间里了。

表 2a 里显示了一组适合用系泊和/或动力定位的浮式钻井船船位控制的统计数字。无论何种情况, 每个月中超过系泊或动力定位限制的时间都用“%停机时间”表示。此外, 表中还列出了每个月中最大的环境力。最后, 动力定位船舶的平均推力器功率也列在表中, 以测算所需的燃料消耗。

半潜式钻井船的典型的停机时间统计列在表 2d 中。如果以“每口井”为基础, 每个月第一天开钻的井也列在表中。

隔水管脱开统计包括了每次脱开的数量、时间和原因。请注意, 单次脱开有时会是由升沉和船位控制这两者引起的。因此, 因每一原因引起的“脱开次数”的总数将等于或超过每月脱开的“平均次数”。

船位控制(动力定位)失效的次数和时间包括在停机时间一栏里, 也列在更详细的分项表里。请注意, 动力定位失效, 如隔水管还未脱开, 就要脱开隔水管。但是, 有时动力定位系统失效发生在隔水管脱开之后, 所以动力定位失效的次数将会等于和超过隔水管脱开的次数。

表 2a 下半部列出了由于各种运动限制被突破的原因而引起的工作中断次数, 同时列出的还有船舶以低效率进行工作的次数。注意: 本序列中, 移动和摇摆未列入限制标准, 而因纵摇和横摇引起的低效率限制假设与 WOW 限制相等。

列出的统计代表了序列模拟步骤的能力。其它诸如重量提举和管道铺设等活动的分析列在类似的表格里, 但以适合该活动的标准为基础。

小 结

对于任何近海工程项目, 特别是对那些涉及时间短的关键的项目来说, 序列模拟程序在预测停机时间统计和完成所需时间方面, 极为有用。

这种分析不仅能提供相当于近二十年的作业统计数据, 还使对可能引起大量停机时间的

各种参考变数的影响的研究成为可能。因而,这类研究将提出最有效的各种措施以用于改善整个工作效率,并提出在多大程度上,这些措施能起作用。

例如,表2d中的停机时间一栏显示了船位控制失效引起隔水管脱开的超常次数,1956年10月1日到1975年底这段时间开钻的十九口井,每口井隔水管脱开次数平均为12.8次,其中10.8次是因为环境力超过了动力定位系统的能力。相比之下,同时期内每口井因波浪运动引起隔水管脱开次数平均才3.5次。

在一系列模拟试验中,通过增加主螺旋桨的功率,不同的推力器的尺度和增加发动机的能量,以找出动力定位系统的各种极限,找出现成的最有效的改进办法。假设现在确定了发动机总的能量,同时已有的侧向推力器的功率是足够的。这里是说,增加推进器功率并无助于减少隔水管脱开次数。但是,由于船上现有硅可控整流器的极限,在钻井过程中推力器只能用四台马达推动,模拟试验表明,通过增加硅可控整流器的数目以使得可以开动六台马达,隔水管脱开次数下降了50%。再者,十月份开钻的一口井因动力定位系统失效引起的隔水管脱开次数从108次降到2.2次。

同样的,表2b中每月工作的可作业性一栏用于找出序列中最敏感的工作。通过变化每项工作的WOW限制,可以通过改装设备,如实现管子搬动自动化,而大大改进作业状况。

通过序列模拟试验,可以提供某一近海系统作业的详细情况。这已通过本篇论文所举的例子进行了说明。但是,现在所希望的是,本篇论文说清了基本的原则,也说清了这类分析的可应用性。从本篇论文所用的例子中,大家实际上可以得出结论,即序列模拟试验应该成为新船舶设计中的一个重要的部分。

本篇论文所谈到的序列模拟的基本逻辑是比较简单的。分析的复杂性则在于所需的归纳整理的环境基本数据及使各系统对这些数据产生反应的计算机程序。毫无疑问,这是序列模拟之所以还未能广泛应用的重要原因之一。但是,本篇论文的作者们认为,这种情况不能再继续下去了。

序列模拟确定被证明为对近海各项作业的可作业性进行分析的一个有价值的方法。以可作业性分析为合理基础,可对因气候停机时间的因果进行深入的评价。

参 考 文 献

- (1) Pierson, Willard J.: "The Spectral Ocean Wave Model (SOWM), A Northern Hemisphere Computer Model for Specifying and Forecasting Ocean Wave Spectra," David W. Taylor Naval Ship Research and Development Center, Report No. 82/011, July 1982
- (2) Hoffman, Dan and Fitzgerald, Vincent K.: "Systems Approach to Offshore Crane Ship Operations," Society of Naval Architects and Marine Engineers, Volume 86, 1978
- (3) Chen, H. T., Chen, H. H. and Hoffman, D.: "The Implementation of the 20-Year Hindcast Wave Data in the Design and Operation of Marine Structures," Offshore Technology Conference, OTC 3644, 1979
- (4) Petrie, George L. and Hoffman, Dan: "Integrated Computer Systems for Weather Bound Vessel Operations," presented at ICCAS 79, June 1979, Glasgow, Scotland
- (5) Petrie, George L., Bongort, Kenneth J. and Maclean, Walter M.: "A New Approach to Vessel Weather Routing and Performance Analysis," Society of Naval Architects and Marine Engineers, Metropolitan Section March, 1982,

表 1 典型深水钻井程序

工作序号	工 作 内 容	时 间 (100% 效率) (小时)	关键①	船舶升沉②(英尺)		船舶运动等候天气时间限制		
				100% 效率	重新开始	升 沉 (英尺)	纵 摇 (度)	横 摇 (度)
1	就位检查	25		6	8	10	6	4
2	准备30"	10		4	6	8	8	4
3	隔水管喷射打入30"	31	×	4	6	8	8	8
4	钻 井12 ¹ / ₄ " (1200英尺)	62		6	8	10	7	7
5	扩眼至26"	72		6	8	10	7	7
6	注水泥20"	27	×	4	6	8	6	4
7	准备防喷器	12		4	8	10	8	8
8	下隔水管	48	×	6	7	8	8	8
9	装防喷器	6	×	4	4	6	8	8
10	试防喷器	18	×	6	8	10	12	12
11	钻井12 ¹ / ₄ "(4000英尺)	274		7	8	11	8	8
12	试防喷器—作记录	28		6	8	11	12	12
13	扩眼17 ¹ / ₂ "(4000英尺)	290		6	8	11	8	8
14	下入/安装13 ³ / ₈ "	41	×	4	6	8	8	8
15	密封及防喷器试验	18		6	8	11	12	12
16	钻井12 ¹ / ₄ "(7500英尺)	442		7	8	11	8	8
17	试防喷器	28		6	8	11	12	12
18	注水泥9 ⁵ / ₈ "	54	×	4	6	8	8	8
19	密封及防喷器试验	18		6	8	11	12	12
20	钻井8 ¹ / ₂ "(700英尺)	80		7	8	12	8	8
21	试防喷器	18		6	8	11	12	12
22	测井、弃井	80		6	8	11	12	12
23	脱开隔水管	6		6	13	13	13	13
24	起隔水管	36		6	7	8	8	8
25	起防喷器	6		6	8	10	8	8
26	收回井口设备	22		6	8	10	7	7
总计1752小时=73天								
27	悬挂式脱离	10		10	13	13	14	14
28	重 接	6	×	4	4	6	8	8
29	测 试	18	×	6	8	10	12	12

① 关键工作即一旦中断必须重头开始的工作。

② 升沉、纵摇和横摇值指的是有效值、波峰到波峰、双幅。

表 2a 起始月可作业性统计

完成时间(小时)						可 作 业 性		
月	次 数	平 均	偏 差	最 小	最 大	平 均	最 小	最 大
1	20	4485.	305.6	3919.	5030.	77.1	68.7	88.2
2	20	4158.	243.6	3679.	4807.	83.1	71.9	93.9
3	20	3878.	183.0	3506.	4172.	89.1	82.8	98.6
4	20	3673.	147.7	3482.	4059.	94.1	85.1	99.3
5	20	3591.	99.3	3465.	3785.	96.2	91.3	99.7
6	20	3659.	167.0	3462.	3949.	94.5	87.5	99.3
7	20	4015.	514.3	3517.	5482.	86.1	63.0	98.3
8	19	4572.	780.2	3531.	5978.	75.6	57.8	97.9
9	19	4937.	719.8	3914.	6061.	70.0	57.0	88.3
10	19	5011.	595.6	4149.	5943.	69.0	58.2	83.3
11	19	4976.	514.7	4208.	5910.	69.5	58.5	82.1
12	19	4754.	392.7	4182.	5550.	72.7	62.3	82.6
总 计	235	4297.	678.3	3462.	6061.	80.4	57.0	99.8

表 2b 月工作可作业性^①

工 作	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
就 位	85	88	80	86	94	95	100	100	94	96	79	81
试 钻	90	78	89	91	97	100	100	100	100	98	99	96
扩 眼	87	87	94	95	98	99	100	99	99	99	92	90
固 井	88	78	80	86	96	98	98	100	93	93	80	78
下隔水管	84	84	87	92	98	100	100	100	95	95	92	86
放防喷器	63	61	51	62	84	100	100	100	76	96	76	69
试防喷器	100	91	97	99	100	100	100	100	100	95	96	94
钻 井	98	97	98	98	99	99	99	99	99	99	98	98
扩 眼 17"	98	97	98	98	99	100	100	100	99	100	98	99
固 井 13"	84	90	89	93	99	100	99	100	97	91	86	91
试防喷器	91	99	99	99	99	100	100	100	100	100	95	96
测 井	97	96	99	99	99	99	99	99	100	99	99	99
下入和坐定	93	87	91	96	99	99	100	99	96	93	85	87
试防喷器	100	100	97	98	99	99	99	100	100	100	100	98
脱开隔水管	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
起隔水管	97	93	91	97	98	98	99	98	98	92	89	92
P & A	99	96	97	98	99	99	99	99	99	98	98	95

① 一项工作实际所需的时间与所花时间或等候时间之比。