



哈尔滨工程大学
Harbin Engineering University

自升式平台建造技术研究

哈尔滨工程大学

二零零八年七月





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

第一章 绪论

自升式钻井平台可以是自航的、助航的或非自航的。大多数自升式钻井平台是非自航的。

第一座自升式钻井平台是1950年建的“德朗1号”钻井平台(永久安装)。第一座移动自升式钻井平台是1954年建的“滨海51号”钻井平台，1954年建的“嘎斯先生1号”是提升甲板式的自升式平台。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

1956年建造了第一座三腿自升式钻井平台“天蝎号”，首次采用齿条和齿轮电传动。1956年建的“钻机54号”开始在桁架式桩腿上使用液压升降系统。1957年建的“嘎斯先生2号”开始用液压升降系统的沉垫支承式装置。

1967年建的“德莱塞1号”开始具有自定位功能。到1974年移动自升式钻井平台就能在105米的水深作业。自升式钻井平台一般分独立桩腿自升式和沉垫式支承两种类型。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University





哈尔滨工程大学
Harbin Engineering University





第二章、自升式钻井平台组成及其建造

2.1 简介

自升式钻井平台主要有三个组成部分：沉垫，桩腿及桩脚和设备。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

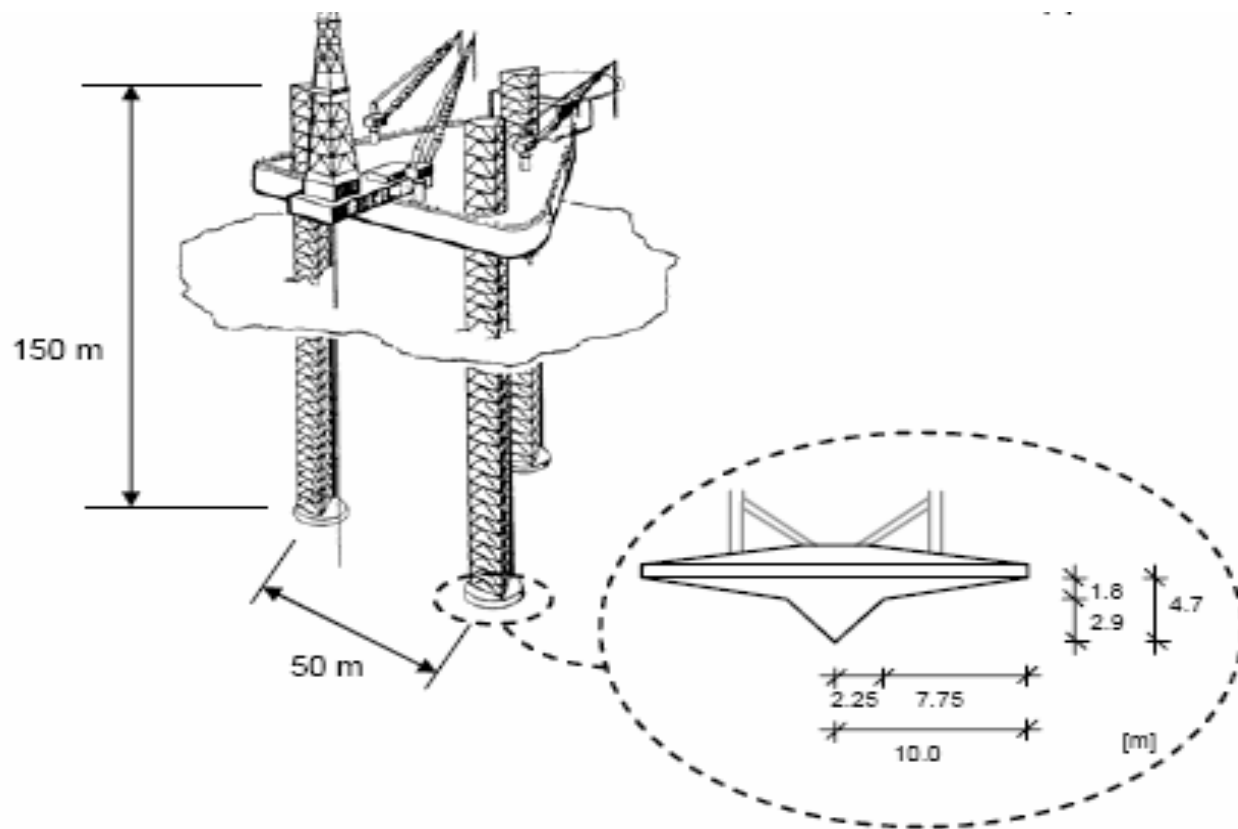


自升式钻井平台的沉垫和桩腿



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University



典型的自升式钻井平台和定位桩桩靴





2.2 自升式钻井平台的建造

建造一个自升式钻井平台需要大约24个月的时间。期间需经过项目管理、工程设计、材料采购、计划安排，开工建造等阶段。

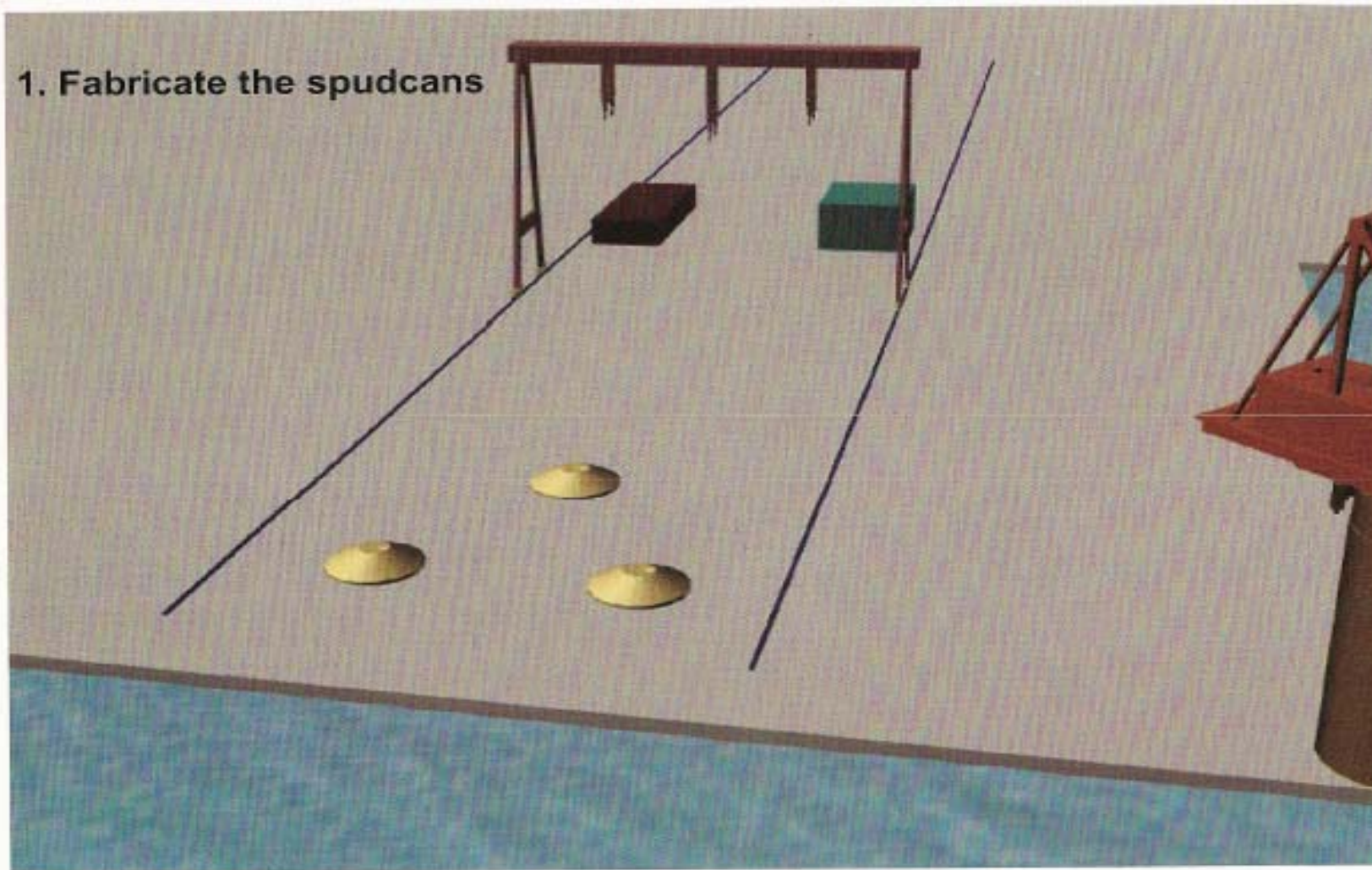
其中建造加工过程为：



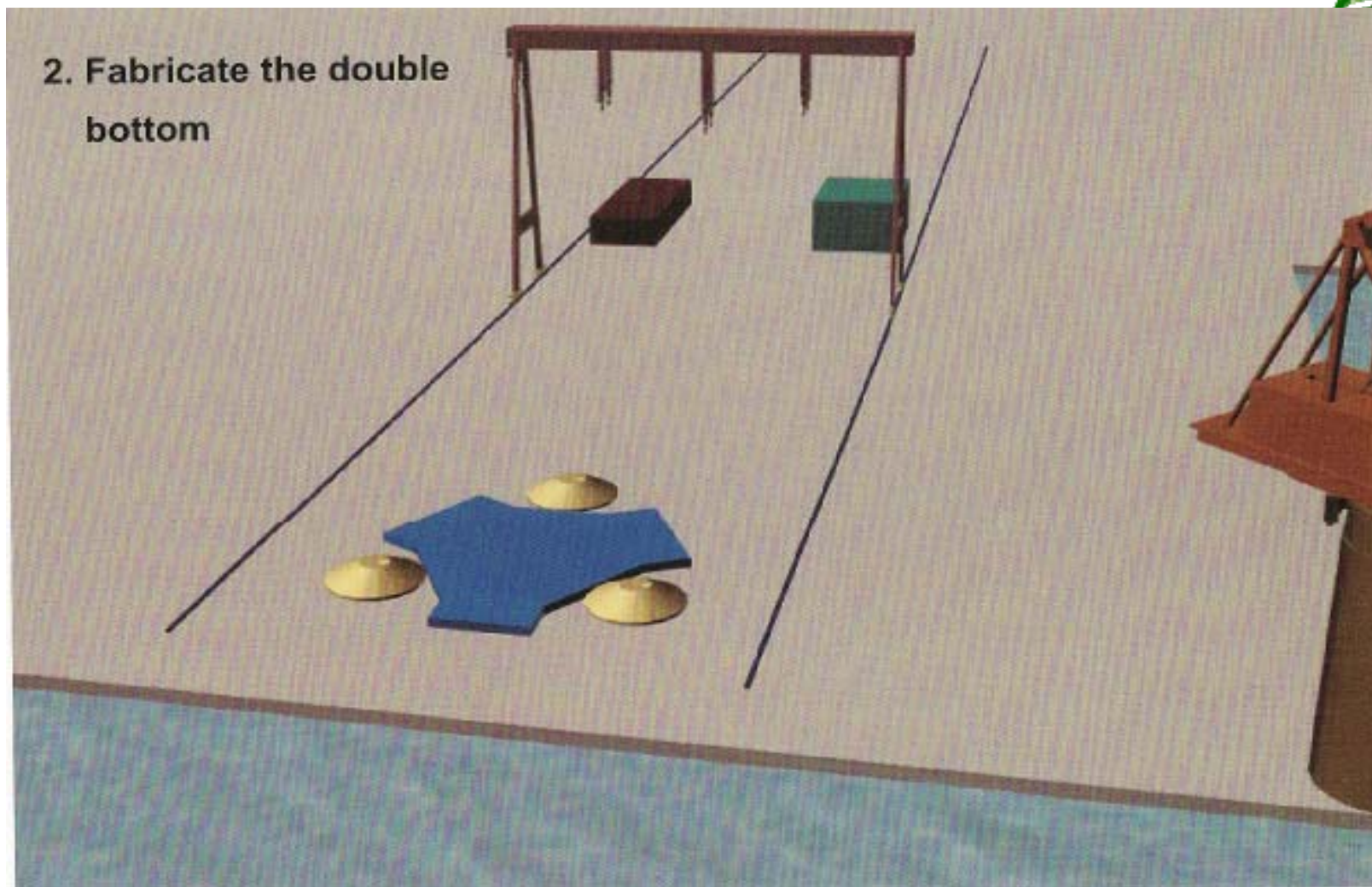


哈尔滨工程大学

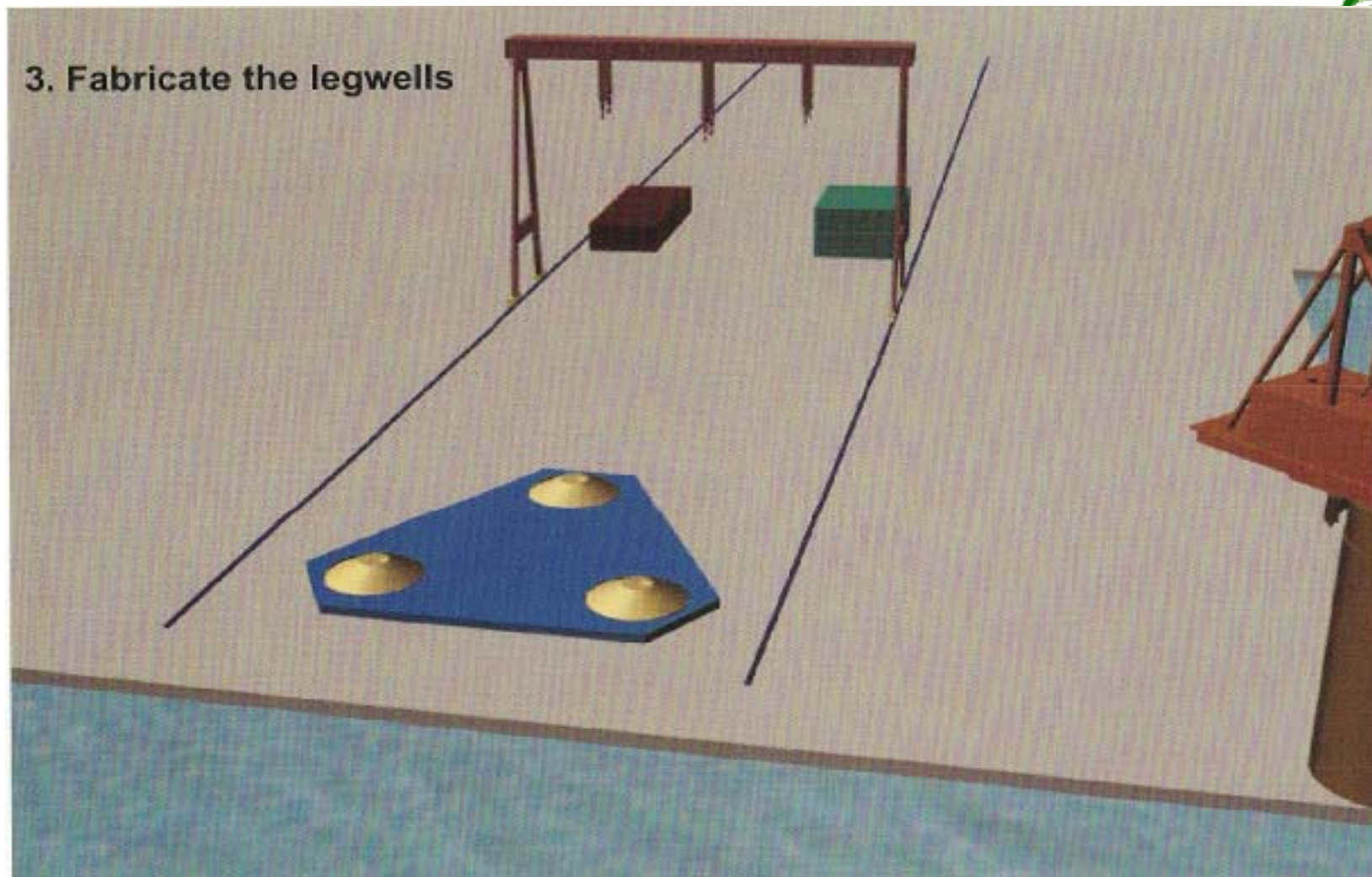
Harbin Engineering University



桩靴的安装



双层底的安装

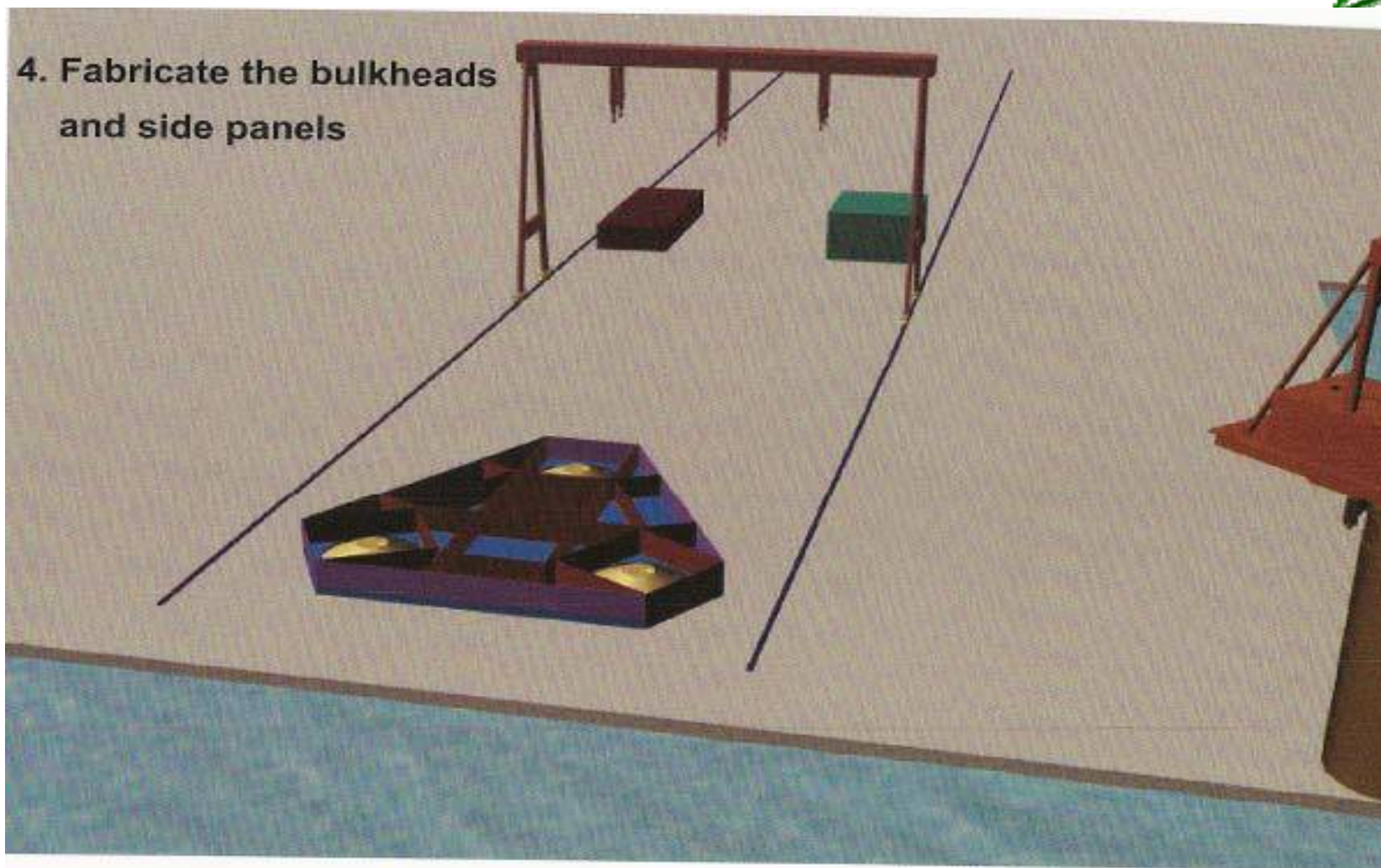


桩脚井的安装



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

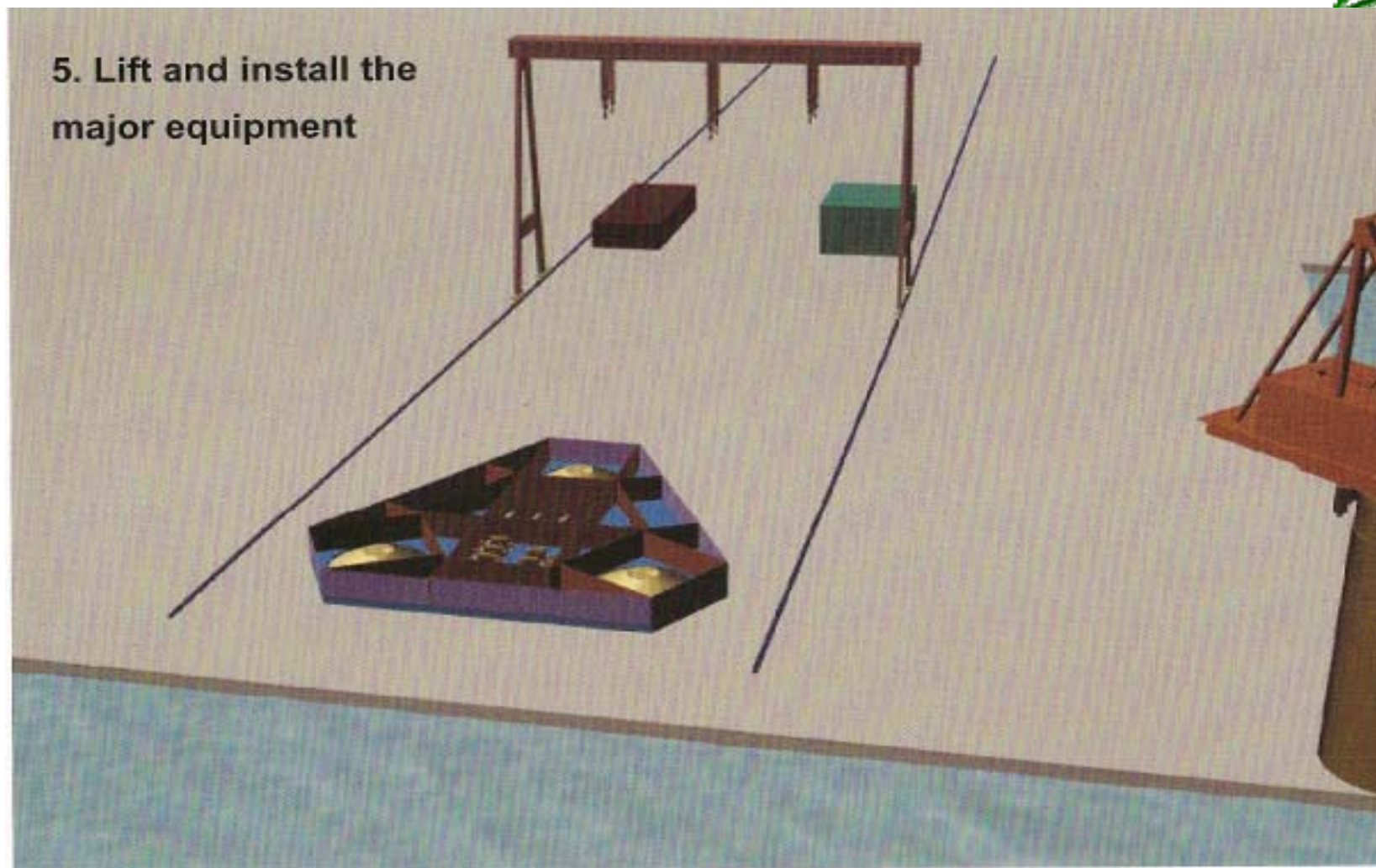


内隔壁及外板的安装



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

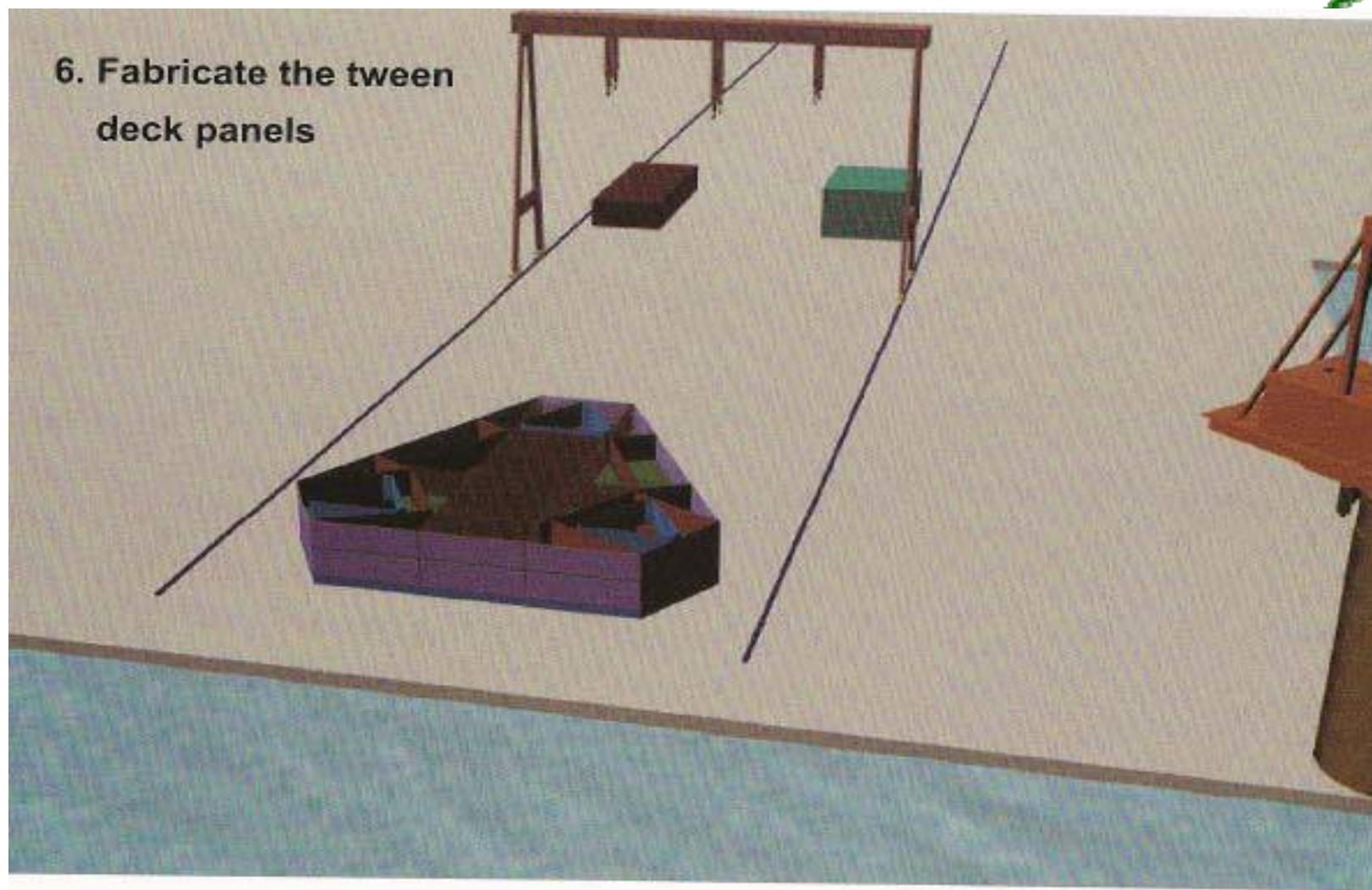


主要设备的安装



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

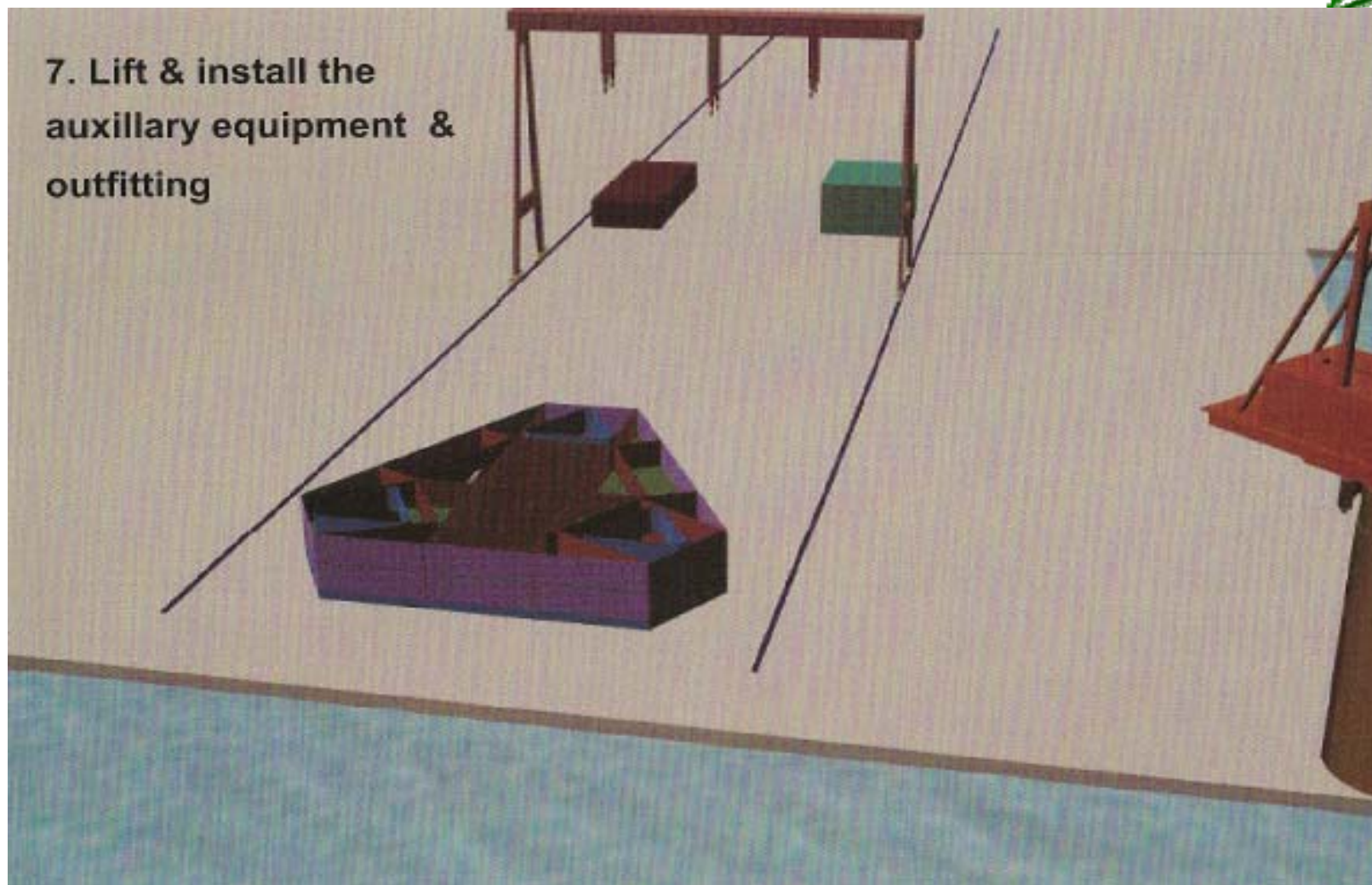


平台甲板板的安装



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

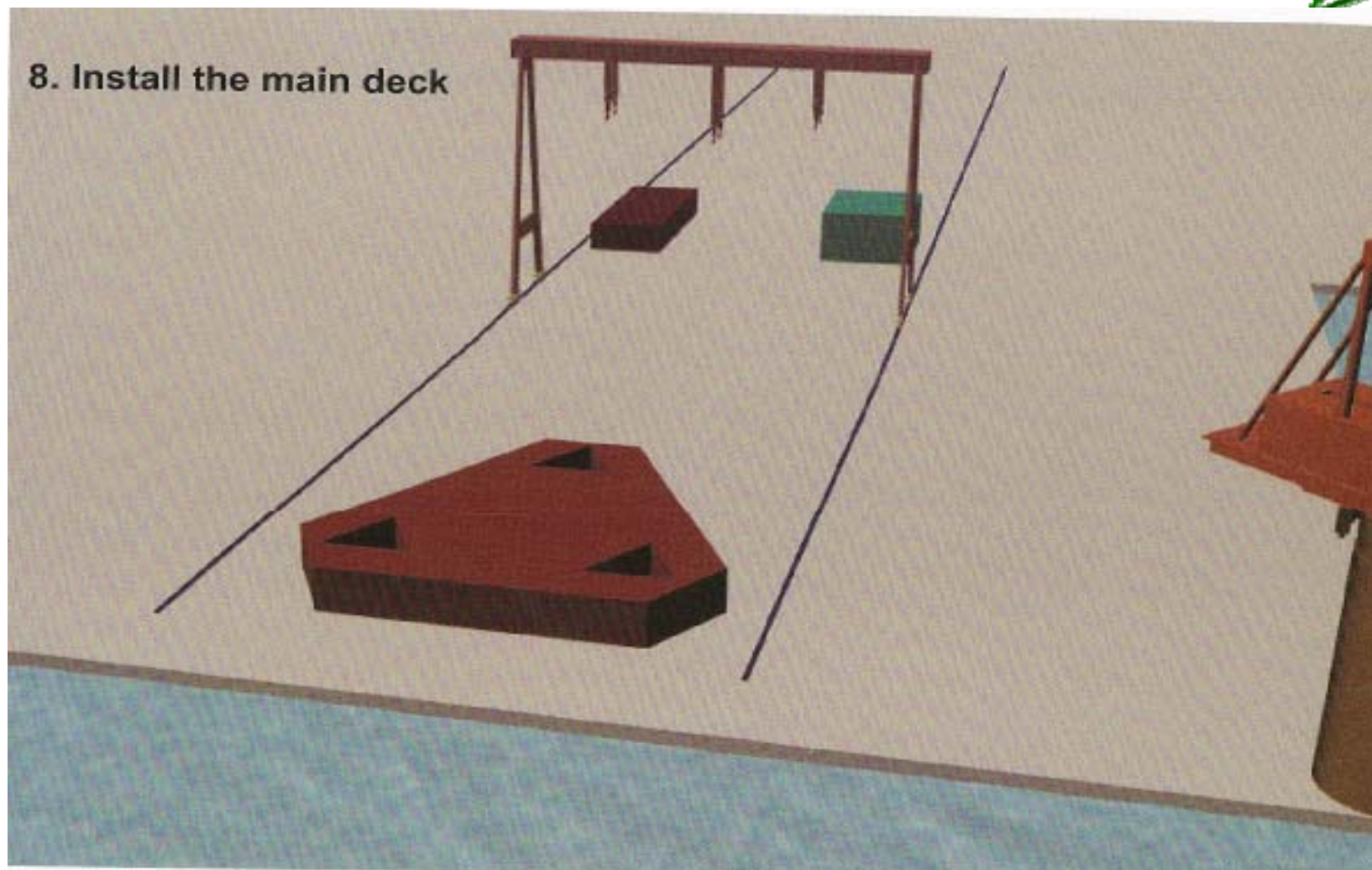


辅助设备和用品的吊装



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

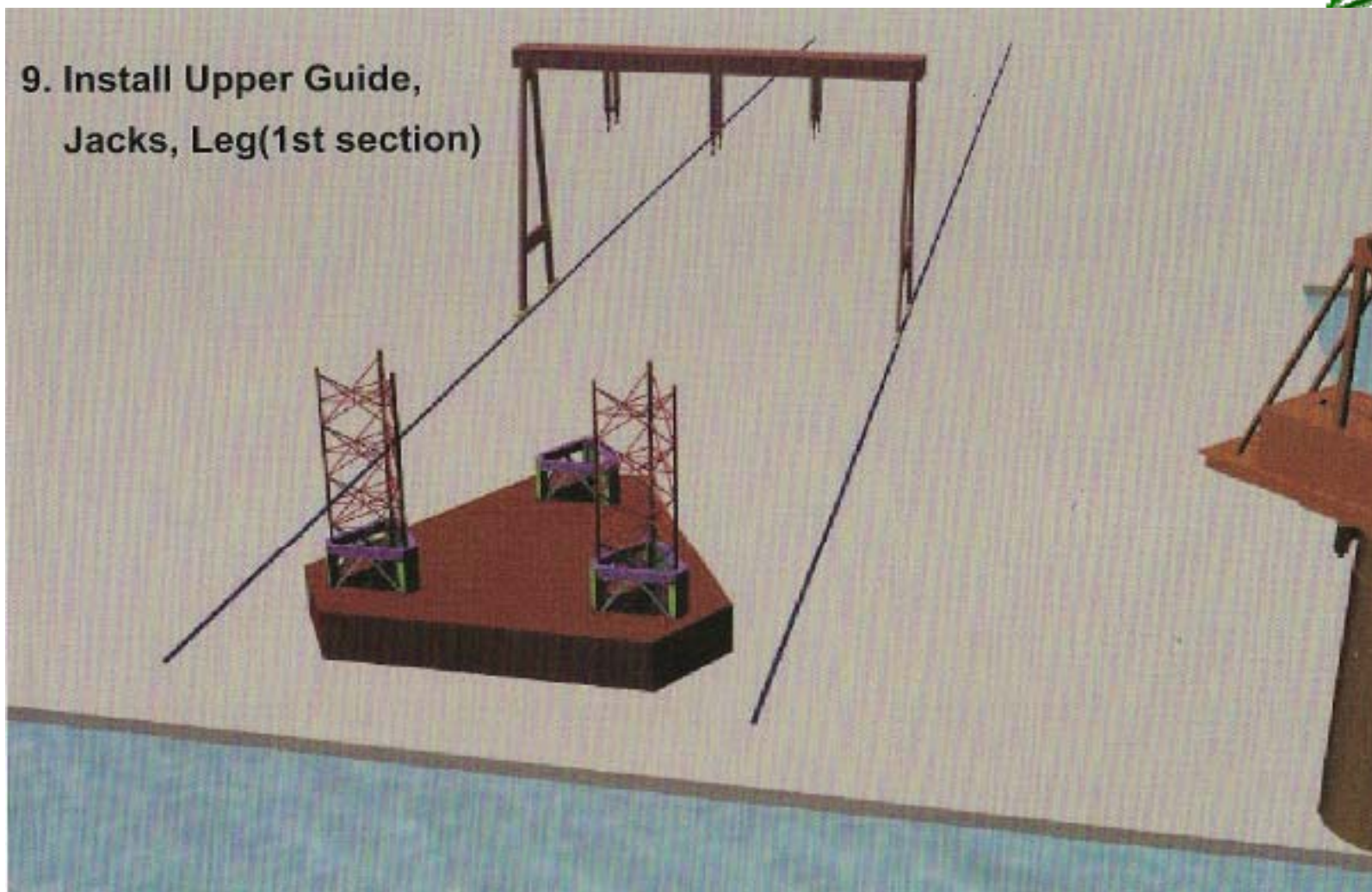


主甲板的安装



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

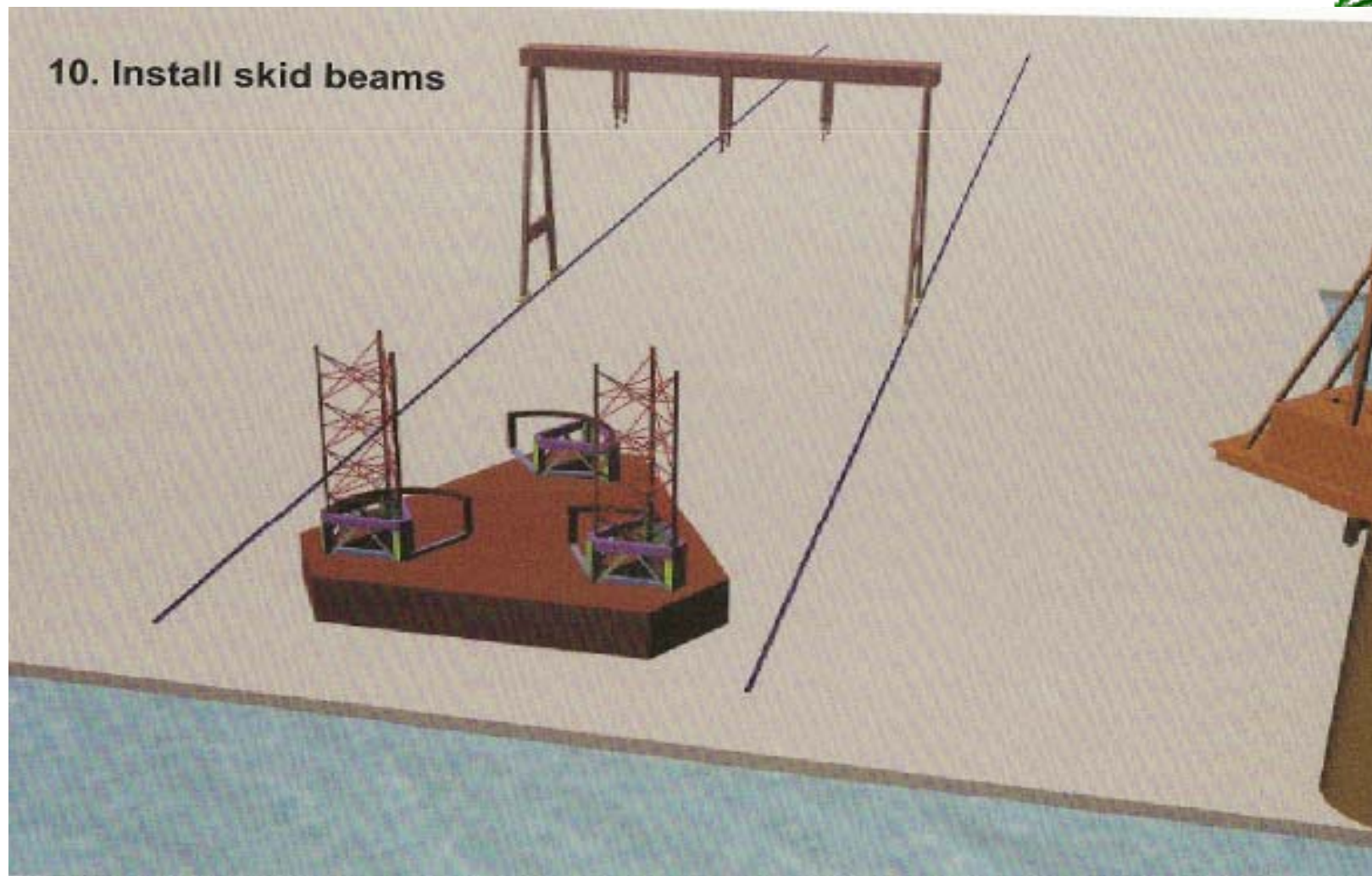


上层支架、提升装置、桩腿（第一部分）的安装



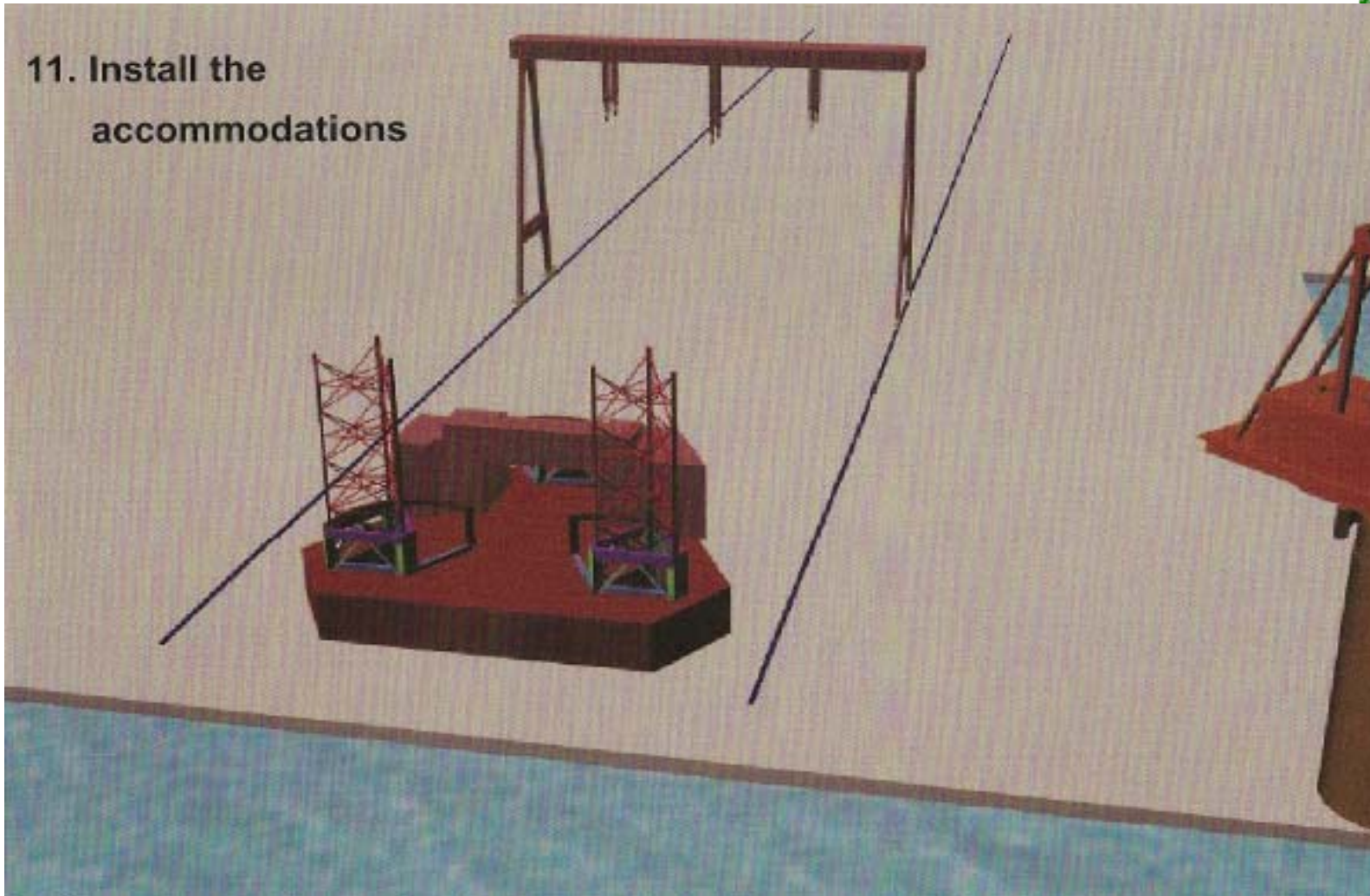
哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

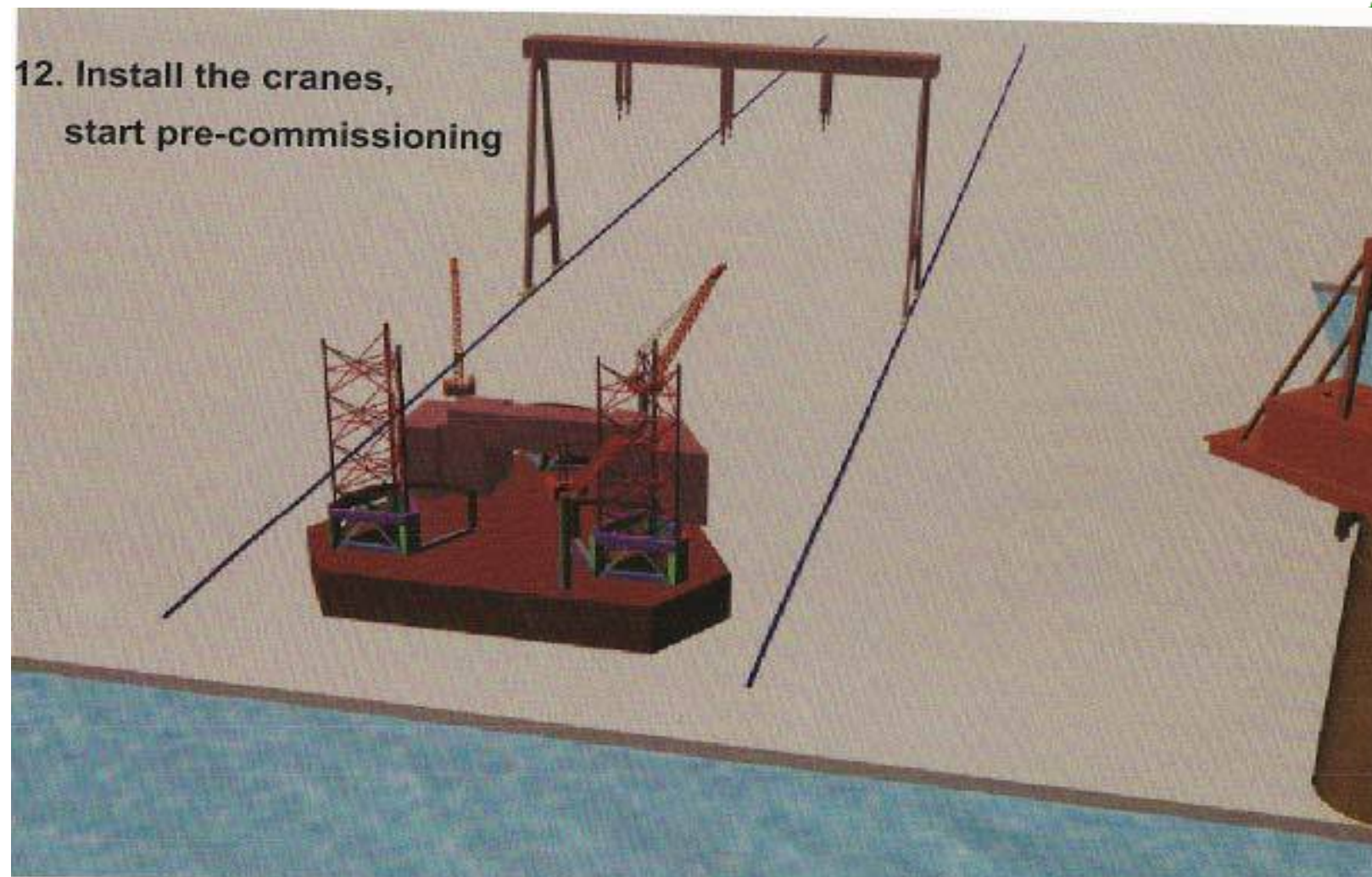


滑道横梁的安装

11. Install the
accommodations

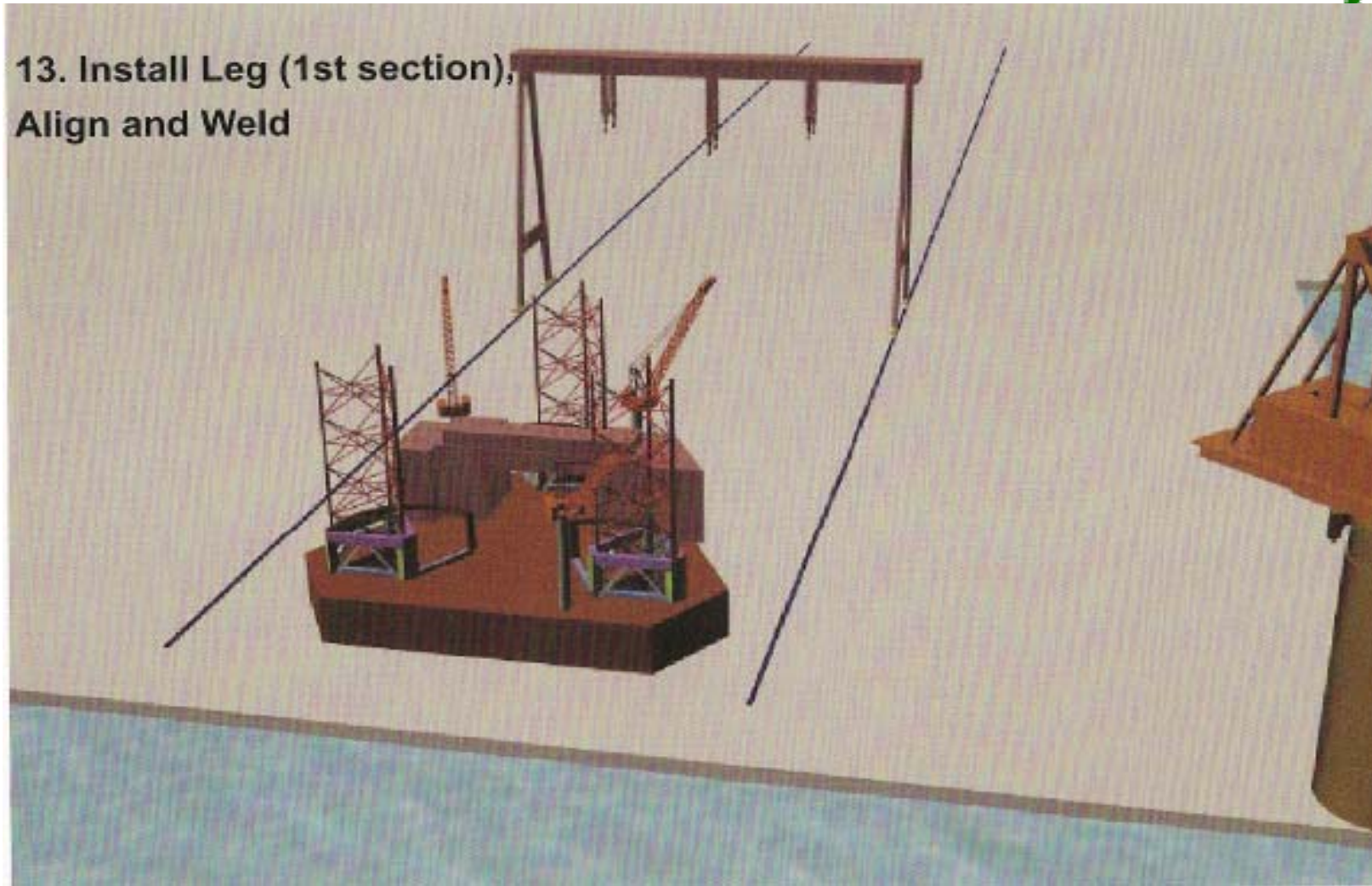


起居处所的安装

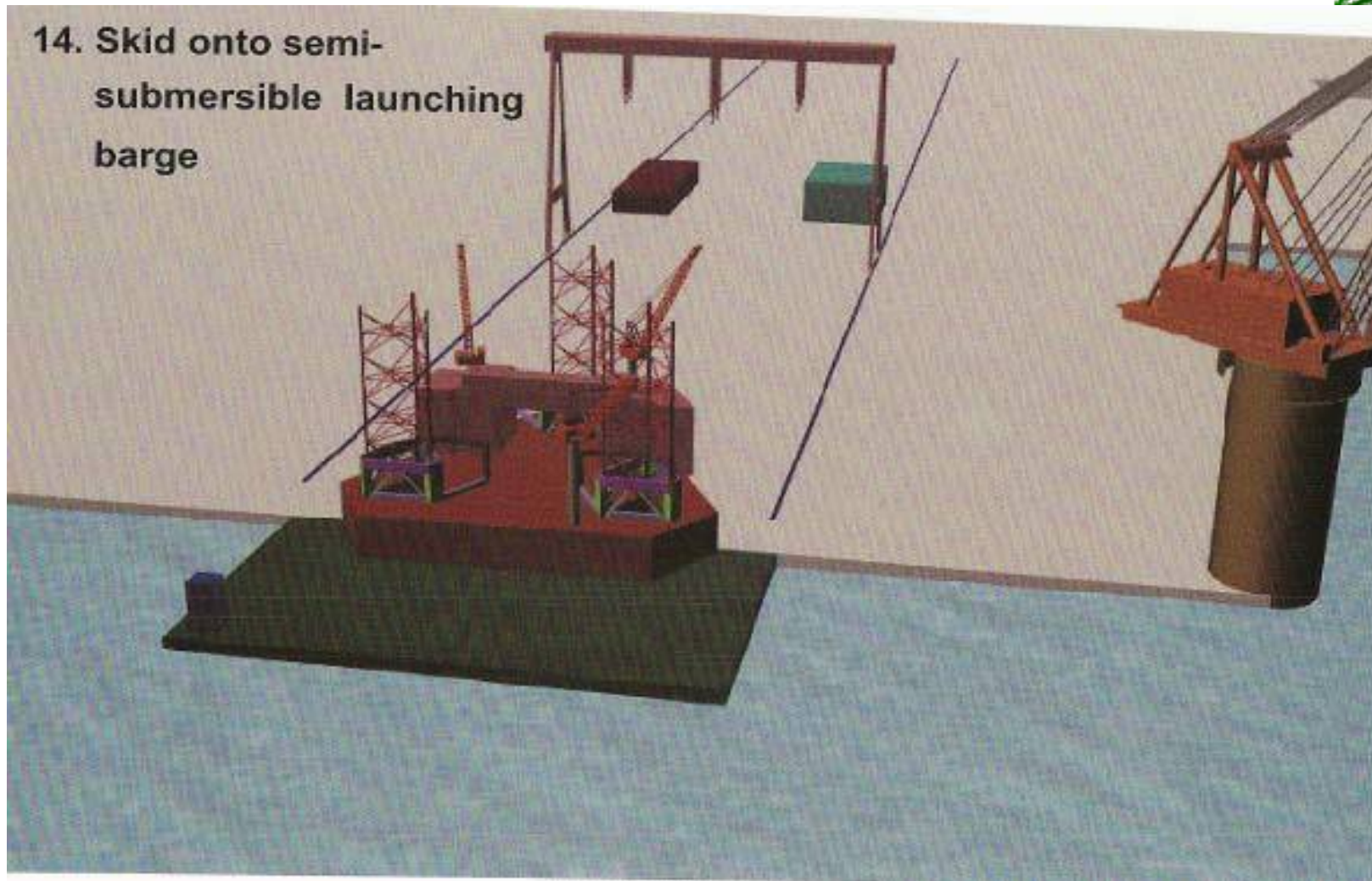


起重机的安装

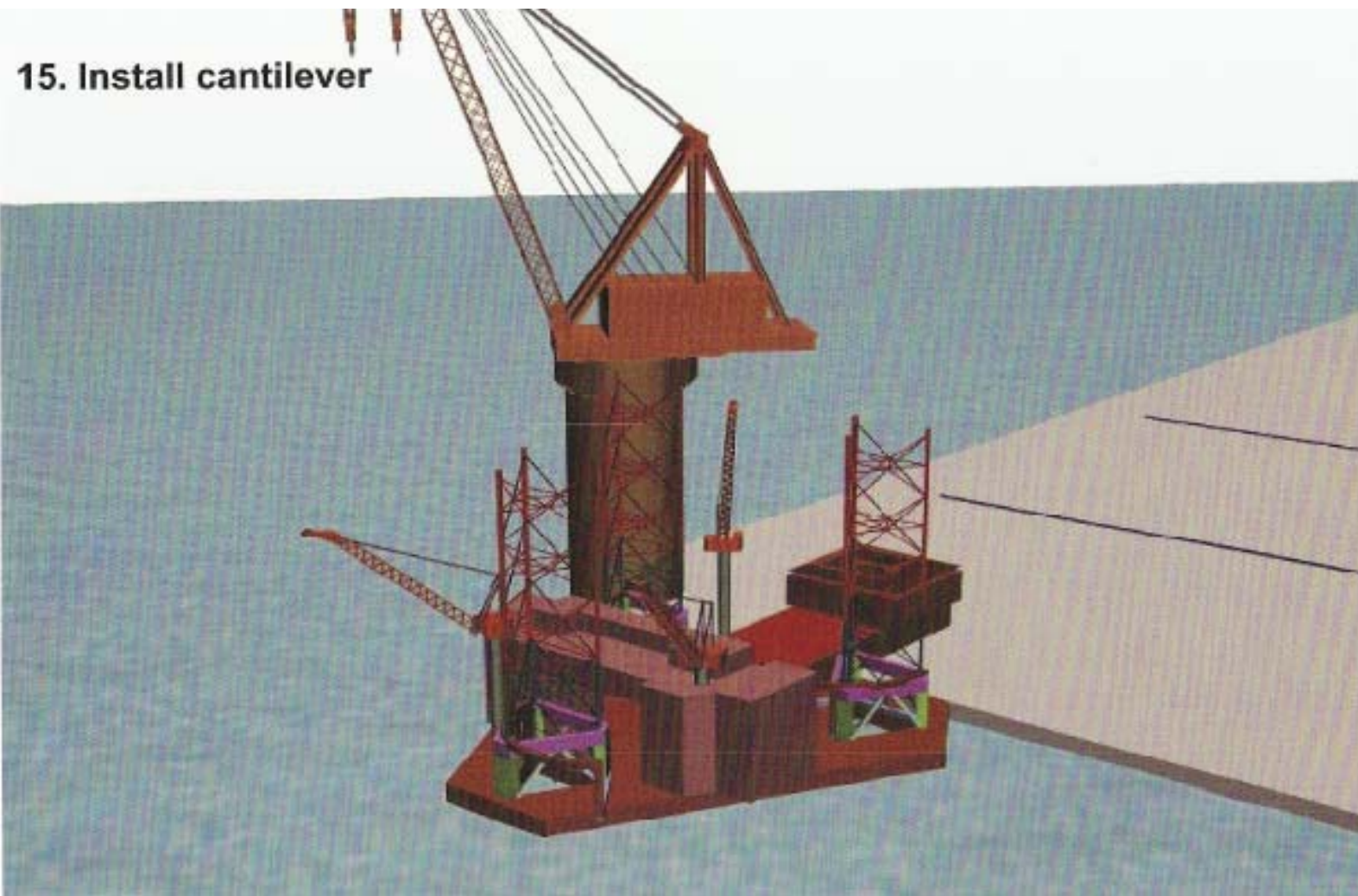
13. Install Leg (1st section),
Align and Weld



第一部分桩腿的安装、调整、焊接

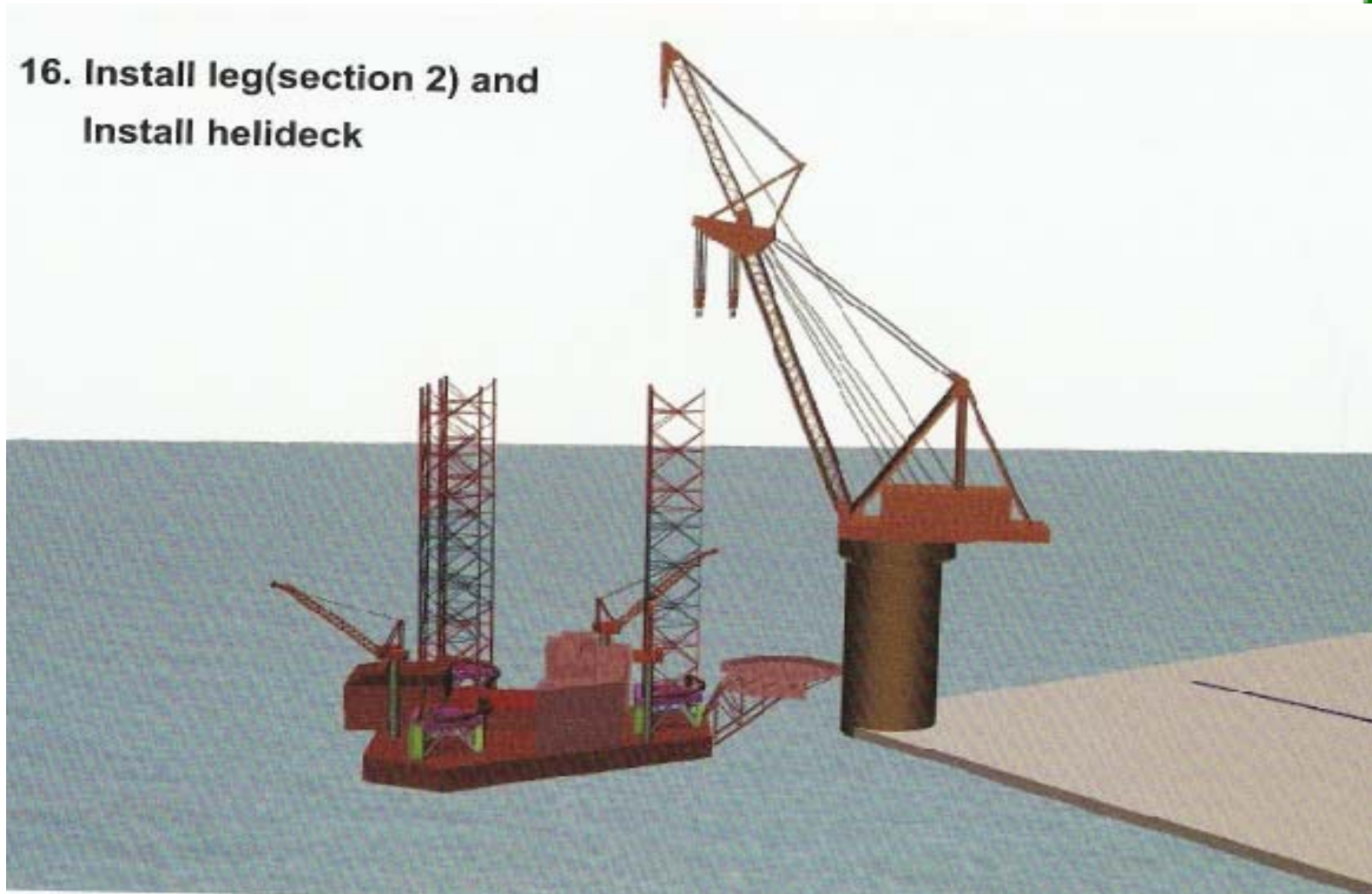


滑到半浸水下水驳船上



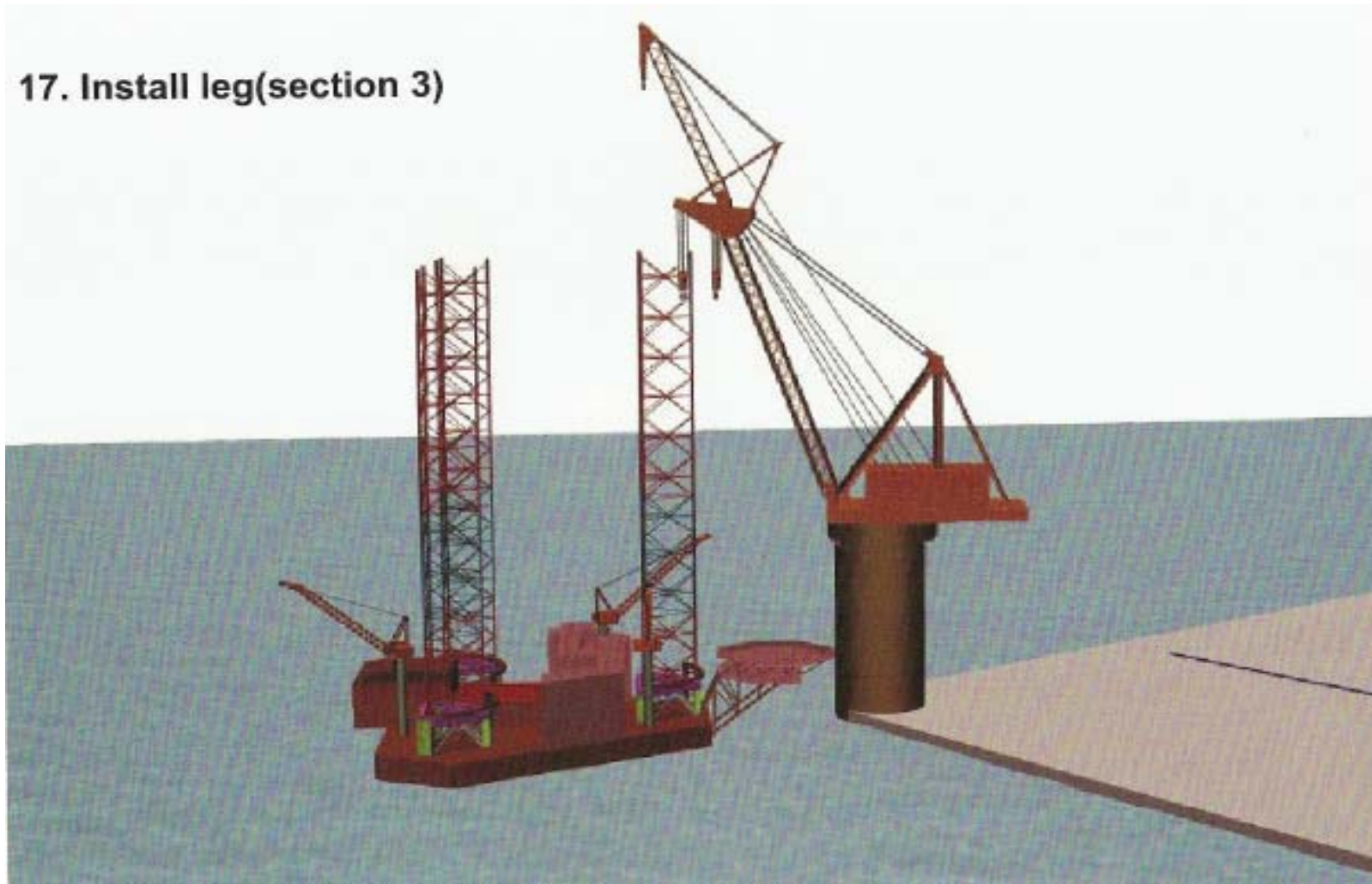
安装悬臂梁

**16. Install leg(section 2) and
Install helideck**



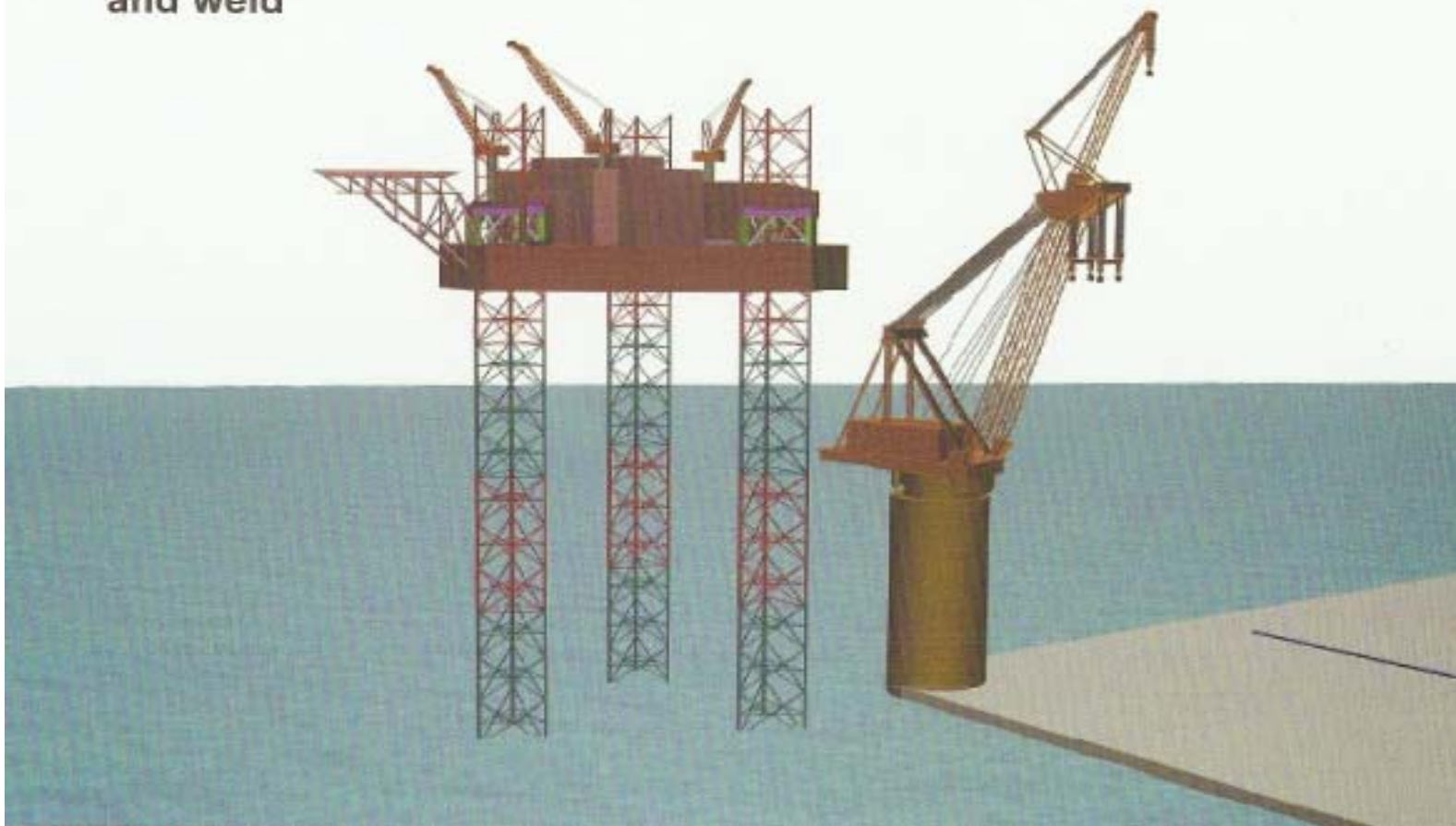
桩腿第二部分和直升机电板的安装

17. Install leg(section 3)



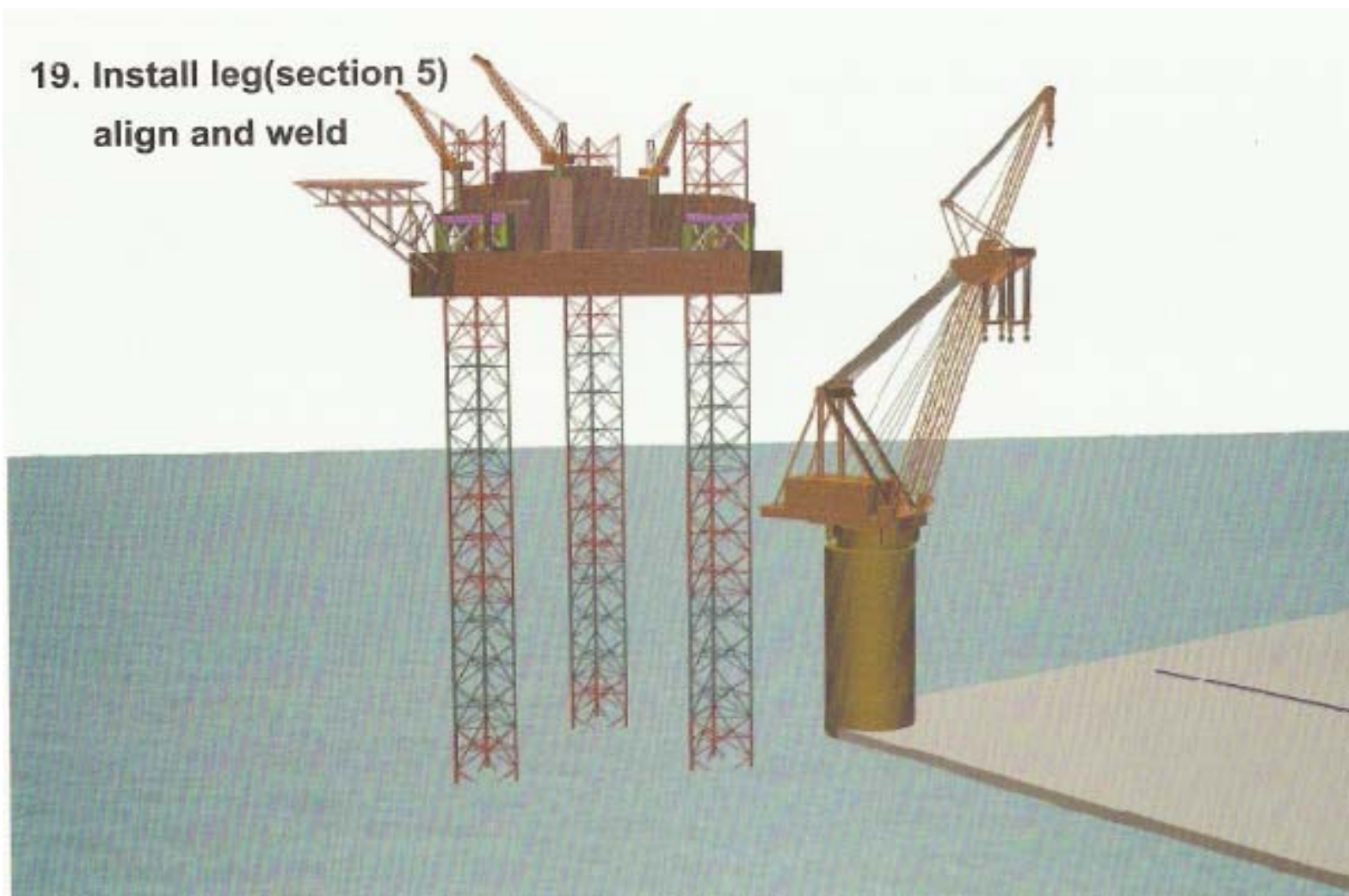
桩腿第三部分的安装

**18. Install leg(section 4) align
and weld**



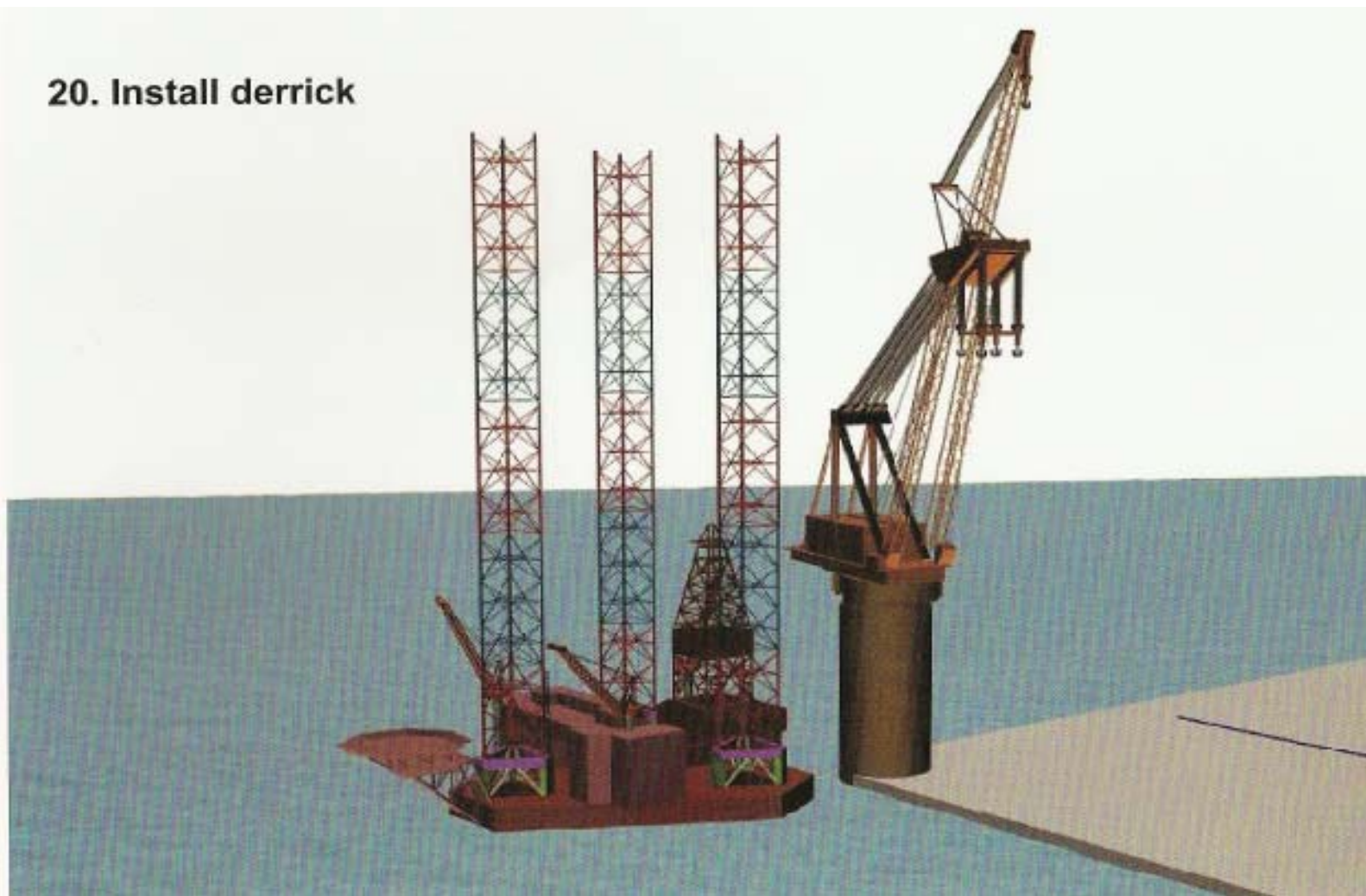
桩腿第四部分的安装、调整和焊接

19. Install leg(section 5)
align and weld



桩腿第五部分的安装、调整和焊接

20. Install derrick



安装钻井架



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

第三章、海洋平台模块化设计与建造

3.1 模块化技术与造船

造船行业的模块化有特定含义，国内有关专家的定义是：具有标准尺寸和标准件，且主要部位具有可选性的最终产品的预制单元。

模块具有标准尺寸和标准构造，设计者根据原材料和配套设备的标准化工况，可以确定船体构件和舾装单元的标准尺寸和标准构造，以减少尺寸种类和构造类型，加快设计进程、方便施工建造。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

可选性则为模块内所含设备的可调换性，可满足业主的特定要求，这是模块造船的又一目的。

我国海洋工程界在固定式石油平台的设计和建造中也引进了“平台模块”。所谓“平台模块”即平台甲板组装模块之简称，它是指已完成最大限度的预舾装的甲板立体分段(包括钢结构、机械、设备、电器、仪表及连接之管道和电缆等)。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3.2 海洋平台作为海上建筑物的一种，适合于模块化技术的应用，具体分析如下：。

1) 总体布置区域性强适宜模块化

海洋平台的一个明显特点是区域性强。从作业要求、危险区隔离及生活便利出发，海洋平台总是被设计成几个相对独立的区域，这一特点很适合用模块化技术。

2) 便于平台改装和专用设备的重复利用

可以降低平台造价、缩短建造周期、改善装置的维修和保养。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3) 充分利用船舶模块化技术的成果

船舶模块化设计与建造在国内外均已取得了迅速发展，许多技术成果可以直接应用到海洋平台上来。如普通船员舱室模块等均可直接在船厂生产、总装，调试合格后整体上平台。

4) 平台体结构与模块化技术

在模块化造船中，船体结构的模块化是最困难的。而平台对快速性、耐波性及操纵性的要求较之常规船舶容易满足，而且平台体往往是由一些规则几何体组成，它可以分解成一系列结构模块。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3.3 分块原则

自升式钻井平台在结构上分为主船体部分、生活楼部分、悬臂梁部分，桩腿和上下基础以及井架部分。

除以功能区划来分块划分以外，对主船体部分、生活楼部分、悬臂梁部分和桩腿部分还要以实际内舾装、分段重量、尺度来分别划分，具体要针对各制造单位实际情况进行细致研究。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

分段建造是现代船舶与海洋工程结构物制造工业中普遍采用的建造方法。它克服了以往顺序建造中各工艺环节相互牵制的问题。使各段工序相对独立，可以更加充分地利用人力和设备资源，提高工作效率。

另外，分段建造更方便于进行壳舾涂一体化等现代化的工艺。

但是，分段建造对工艺精度和管理体系也有相当高的要求，否则分段的合拢精度和工艺流程就不能得到保证。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3.4 收缩余量与变形控制

为保证船体或桩腿分段的合拢精度，要严格控制变形，同时也要精确掌握分段自身的收缩余量。这都可以采取有限元建模分析的方法来得到。该方法在有关船舶建造方面已经有应用并得到了验证。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

第四章、桩腿的建造

桩腿是钻井船最重要的部件之一。其建造精度要求高、难度大，是整个平台建造的关键。桩腿建造的关键在于其焊接质量的控制和尺寸精度的控制上。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

4. 1焊接质量控制

桩腿主弦管、主要支撑管的材质都属于超高强度调质钢，其碳当量均较大，焊接性能较差。而且焊接接头均为管子T K Y节点形式，应从焊接工艺、焊接温度、焊接变形、焊接顺序、焊工管理、焊缝外观等方面加以严格控制。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

1) 焊接工艺

在桩腿建造正式开工前，必须进行材料的焊接工艺评定试验。试验合格后按照其试验记录编写出正式的焊接工艺。经船级社审批后发往施工单位。

2) 焊接温度控制

温度是影响高强度钢材焊接质量最为敏感的一个因素，必须严格按照要求做好焊前预热、焊接层间温度控制、焊后热处理及保温工作。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3) 焊接顺序安排

为防止产生过大的焊接变形，造成焊后尺寸超差，所以在焊接时应针对不同的接头形式整体焊道布置情况，采取合理的焊接顺序以及多位焊工对称施焊措施。在齿条板对接焊时，两位焊工两面同时对称施焊。焊接窗户板时四位焊工同时对称施焊，在焊接主弦管与支撑管焊口时，两位焊工左右同时对称施焊。在桩腿分段总组立时采用12位焊工同时施焊，从分段两端往中间渐进或间隔节距进行施焊。在桩腿分段台拢时，三个主弦管同时施焊。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

4.2 尺寸精度控制

桩腿建造的最太难点在于其尺寸的精度控制。设计中对桩腿的精度要求都非常高，为此应对来料尺寸、胎架工装、焊前尺寸、焊接过程中尺寸、焊后尺寸进行认真测量监控，防止严重尺寸超差事故发生。

主要应注重以下几个方面：





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

- 1) 主弦管支撑管来料尺寸检测与划线;
- 2) 支撑管管端坡口加工 ;
- 3) 胎架与工装;
- 4) 焊前尺寸调整与检测;
- 5) 焊接收缩余量的加放;
- 6) 焊接过程中尺寸的监控;
- 7) 焊后尺寸检测;
- 8) 测量工具的控制





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

4.3 桩腿施工

实际施工一般可结合桩腿结构及定货情况，将桩腿结构分成几个总段，在外场进行建造。根据实际部位不同分别采取在坞内与桩靴连接、在坞内用吊车安装、出坞升船安装等。每段的长度和重量根据制造厂实际吊装能力划分。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

1) 桩腿总体建造方案

结合实际桩腿结构和具体的施工条件制定。

(1) 支撑管施工:

支撑管毛料到货检验→除锈→涂漆→划线
→坡口加工→支撑管/斜管去主舷管组立

(2) 主舷管施工:

主舷管到货检验→主舷管接长→主舷管和
支撑管分别组立

(3) 总体成形

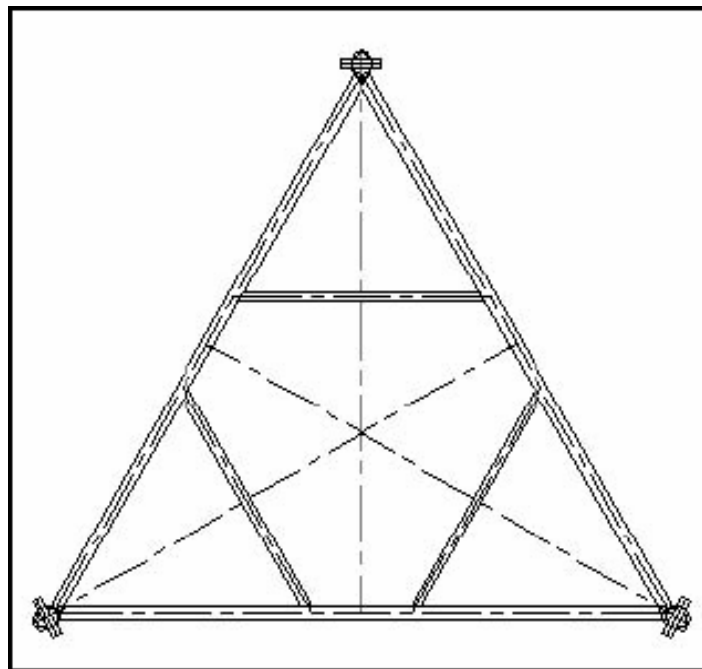
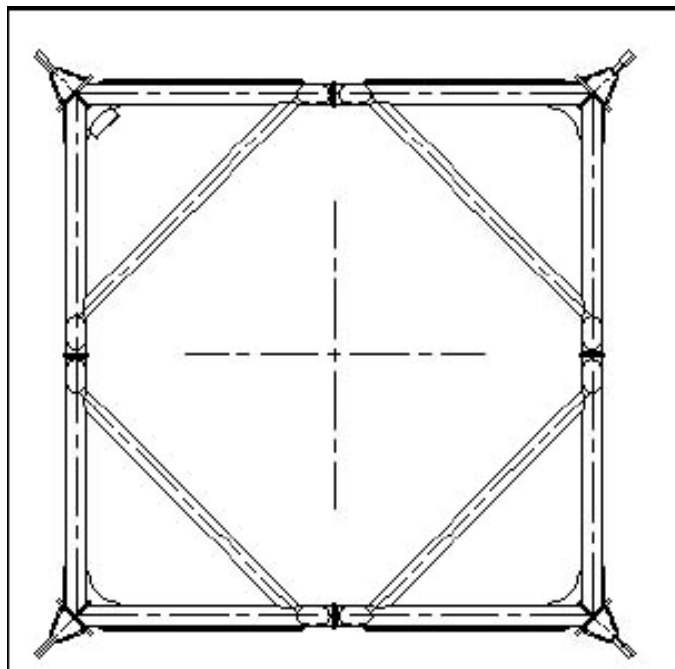
分段组立→交验→涂装→合拢安装。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

2) 桩腿桁架钢管切割

首先进行切割形式和坡口角度的确定。通过对桩腿结构各种管子连接形式的分析，明确每种接头处的各种可能的焊接形式，对其工艺可行性进行论证，明确各管子连接处的端头形式和相应的坡口角度。

然后选择合适的相贯切割机。最后进行切割施工。切割施工时先进行划线、坡口加工和检验。施工时要达到以下要求：





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

- (1) 切割工作需在专门场地进行;
- (2) 作业环境要保证一定的温度, 要有预热和保温、缓冷措施;
- (3) 考虑到焊接间隙, 支撑管端部划线要比理论值短2mm;
- (4) 起弧点要设在坡口线的外侧, 切割时要在
线外切割;
- (5) 为保证破口切割质量, 要制定专门的支撑
管坡口切割操作程序。

检验分为长度尺寸检验和坡口形状检验两部分。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3) 主舷管的对接

桩腿钢管经过端部切割为后续施工做准备，切割的精度必须得到严格的控制。为达到要求，端头形式和坡口角度的确定必须有细致全面的理论计算并达到精确的理论值；切割机的选取需保证其具备进行复杂相贯线切割的能力并能保证加工精度；现场施工的工装条件必须达到标准，施工前应有详尽的工艺流程计划并在加工期间得到严格遵守；加工完的坡口必须进行全面细致的检验。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

主舷管的对接工艺顺序及焊接要求如下：

- (1) 交胎、检验；
- (2) 胎上定位；
- (3) 手工电弧焊立焊进行齿条板的焊接。焊前先把引弧板定好，焊接时两个焊工对称施焊，先由一个焊工对一侧焊缝进行施焊2-3道，在对背面进行打磨处理之后，由两个焊工对称施焊；





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

- (4) 焊接过程中，应随时进行尺寸检验，主要是直线度和水平度（即齿条板的平面度和拱高）；
- (5)、齿条板焊接完后，拿掉引弧板，把两端焊肉打磨一下，进行焊接检验和尺寸检验；
- (6) 齿条板垂直胎面，进行半圆板和窗户板的焊接，采用手工电弧焊。焊接时采用四个焊工对四个对接缝进行对称施焊；
- (7) 焊接后进行焊缝探伤。





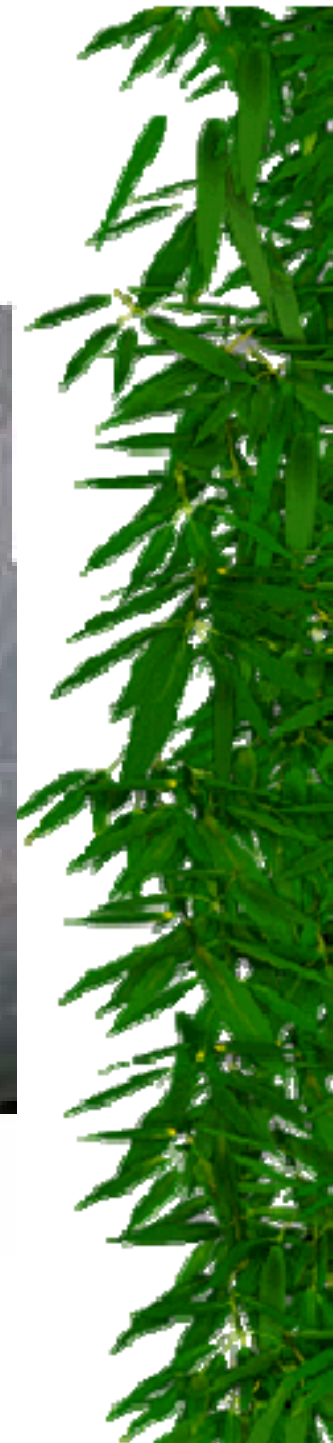
哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University



Guide

引导架





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

4) 主舷管和支撑管的单片预装

根据水平支撑管的节点形式情况，为保证焊接需要，且避免支撑管加缝(支撑管散上需加缝)，减少焊接工作量，在桩腿分段组立前，主舷管需要在专门场地，和支撑管进行预装。

为保证精度，预装需制作专门胎架。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

5) 桩腿坞内分段安装

由于坞内吊车起吊高度的限制，桩腿安装一般都要分为坞内、坞外两部分进行。坞外部分可以利用平台的升降能力。

桩腿分段在安装前需要在合适的场地进行坞外预装检查主舷管端部的对位情况。

在坞内完成桩靴段吊装和围井段的安装后，先进行齿条箱和座子的安装。尺寸检验满足后再进行桩腿的安装。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

6) 桩腿坞外接长

桩腿坞外安装是一项复杂的工程项目，在实施前，需要进行各项准备工作。上部桩腿坞外安装在采用滑道架工装拖移的方法时，要进行平台升降位置的选择，桩腿分段的运输及吊装准备，施工工装准备等。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

第五章、自升式钻井平台建造常用规范

有很多组织参与了自升式钻井平台安全制度的建立。这些措施包括大陆架国家（国家立法），船旗国（国家海事立法），船级社（船级规范）和国际机构（国际代码，例如，modu代码等）。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

1、船级社

有一些主要船级社，如美国的ABS、挪威的DNV、英国劳氏（LR）、日本NK等，他们都有自己对自升式钻井平台入级的规范。而不同船级社入级规范的许多方面通过国际船级社协会（IACS）协调统一。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

2、规范主要内容

入级规范（例如建设和分级移动式海上钻井单位的**ABS**规范）通常有以下几个方面：

- ★ 材料的施工和制造
- ★ 结构完整性
- ★ 漂浮稳性
- ★ 安全问题，如结构防火保护和逃生途径
- ★ 机械及系统
- ★ 定期检验





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

3、中国船级社《海上移动平台入级与建造规范》

该《规范》的第4章为自升式平台，由于在其第1节一般规定中的4.1.2.2条提到“对于本章未涉及的平台构件尺寸，应符合本篇第3章和/或本社《钢质海船入级与建造规范》的相应要求。所以《钢质海船入级与建造规范》也应作为对平台的规范要求部分。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

工程实例



Particulars Siri

Water depth	65 m
Deck size	57 x 50 x 6.7 m
Deck weight at installation	9,300 t
Leg diameter	3.5 m
Twelve slot well caisson dia.	5.25 m
Net storage capacity	50,000 m ³ (300,000 boe)



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University



Particulars MOPU 3000

Water depth range	20 – 60 m
Deck size	Max. 50 x 60 m
Deck weight limit	10,000 t
Leg diameter	3.5 m
Max. gas production capacity	8.5 Mm ³ /d
Max. oil production capacity	40,000 bopd



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

DESIGN & CAPABILITIES

Pacific Class 375 (Enhanced)

Water Depth	375 ft
Drilling Depth	30,000 ft
Accommodation	120 persons

CLASSIFICATION

ABS #1A1 Self Elevating Drilling Unit, CDS, US Coast Guard

Flag Panama

PRINCIPAL DIMENSIONS

Length	240 ft
Breadth	224 ft
Depth	28 ft
Leg Length	506 ft

LOADING AND STORAGE CAPACITIES

Variable Load (Drilling)	7,500 kips
Liquid Mud	4,050 bbls
Bulk Storage	11,650 cuft
Base Oil	1,200 bbls
Brine	1,200 bbls
Drill Water	4,850 bbls
Sack Store	5,000 sacks

DRILLING EQUIPMENT & SYSTEMS

Derrick	160' x 35' x 35', 30,000 ft racking capacity
Hook Load	1,500,000 lbs
Drawworks	3,000 hp
Top Drive	1,500,000 lbs, 1,130 hp, high torque
Pipehandling	Iron Roughneck
Mud Pumps	3 x 2,200 hp, 7,500 psi. Prepared for 4th Pump
Solids Control	2,200 gpm
BOP Stack	15k, 18 3/4", HT, H ₂ S. Two Double + Annular
Main Power	12,900 hp
Skidding System	70 ft, +/- 15 ft. With full set-back (560 mt)
Jacking System	54 x 800 = 43,200 kips



哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

结束语

一个好的船厂要具备以下几方面：

- 1、安全
- 2、顾客满意
- 3、灵活
- 4、按期交货
- 5、国际品质
- 6、有利润并且员工满意

科技是第一生产力，要做到以上各点，其最主要的前提就是要加大科技的投入，以做到安全、高效、保质、保期。





哈尔滨工程大学

Harbin Engineering University

汇报完毕
谢谢！

