



American Bureau of Shipping &
Affiliated Companies

自升式平台桩腿建造

WU CHEN XI 吴晨曦

July 2007

自升式平台桩腿建造

- 桩腿建造与安装是制造自升式钻井平台最重要也是最困难的工作，其特性及原因是
 - 本身是大型的钢结构，安装和焊接产生应力和变形，自身的精度和公差不高，但却要求类似机加工的精度
 - 桩腿材料尤其是齿条是超高强度钢，焊接和安装的难度很大
 - 桩腿焊后的无损探伤量大，要求很高
 - 桩腿和齿轮箱之间的间隙很小，公差配合最重要
 - 桩腿和升降系统是自升式平台最重要的部分，承受极大的载荷，且它的使用寿命直接影响到平台的寿命，必须是高质量的产品

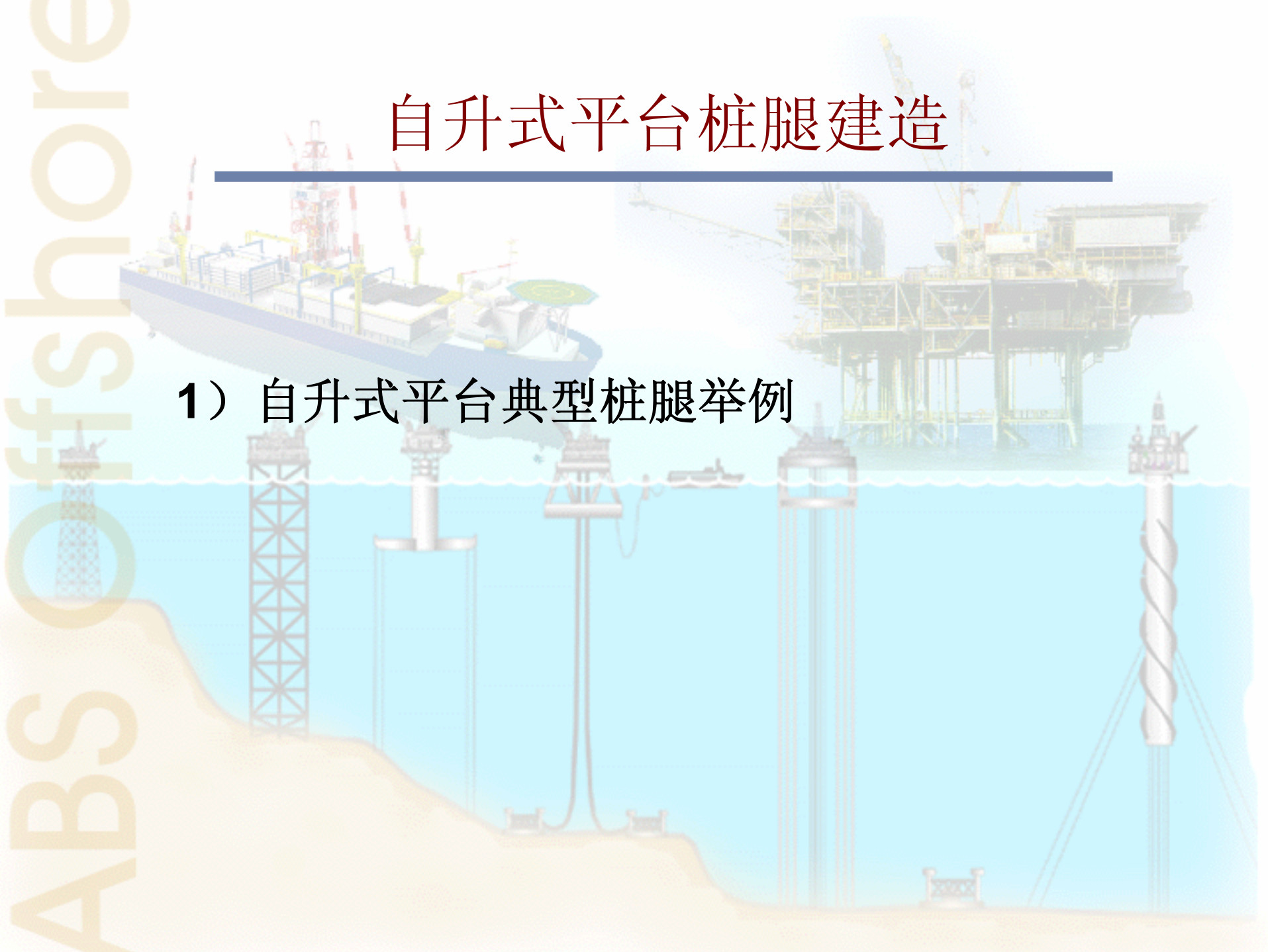
自升式平台桩腿建造

内容

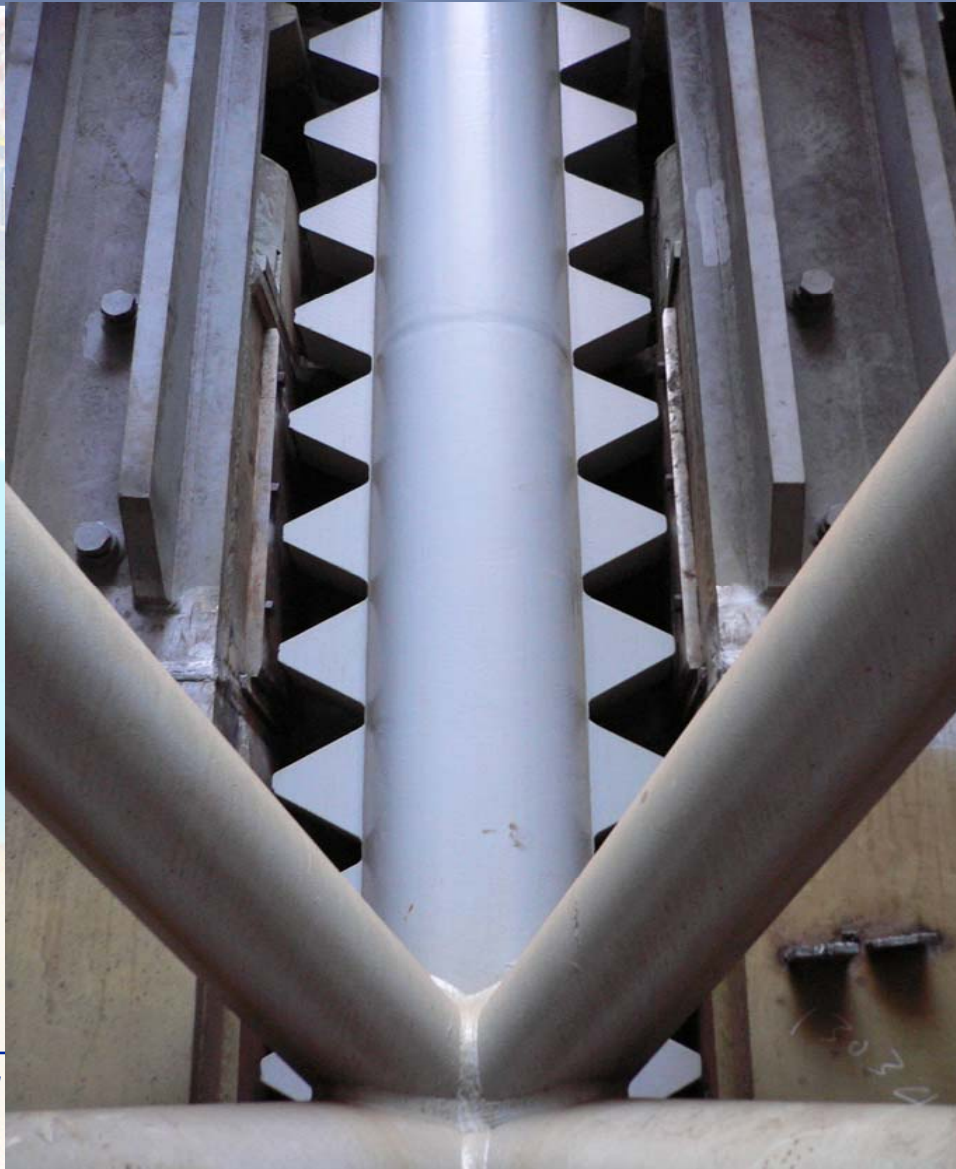
- 1) 自升式平台典型桩腿举例
- 2) 桩腿材料特性
- 3) 桩腿的焊接
- 4) 桩腿焊接后**NDE**与修理
- 5) 桩腿尺寸与精度
- 6) **QA/QC**与**ABS SURVEYOR**
- 7) **WPS**和制造工艺

自升式平台桩腿建造

1) 自升式平台典型桩腿举例



自升式平台桩腿建造



Safety is our Goal

Quality is our Guide

自升式平台桩腿建造



自升式平台桩腿建造

2) 桩腿材料特性



自升式平台桩腿建造

100ksi 齿条材料的例子

Rack 齿条

These pieces are flame-cut from very high quality quenched and tempered plates :

- Very high tensile properties (YS > 690 MPA 100 Ksi) and very high levels of toughness at low temperature 65° F (-60°C) and an improved weldability.
- very tight tolerances which give to these products a geometry comparable to machined parts with in particular stringent guarantees on squareness.

Chord forming

Hot pressed chords with thickness up to 5 inches , quenched and tempered with tight tolerances on width and height proceeded from high yield plates (> 690 MPa/ 100 Ksi) with also high toughness values at low temperature (-65°F/ - 60°C)

自升式平台桩腿建造

Welding of Rack to Chord

Welded pieces obtained from racks and chords with an exceptional size range in one piece :

Usual sizes :

Length : 39/43 ft (12/13 m)

Weight : 16/22 st (15/20 mt)

The tolerances guaranteed on finished welded pieces are also exceptional at the levels of flatness, camber chord twist.

The properties in weld deposit metal and Heat Affected Zone are strictly homogeneous with base metal.

Chemical Composition

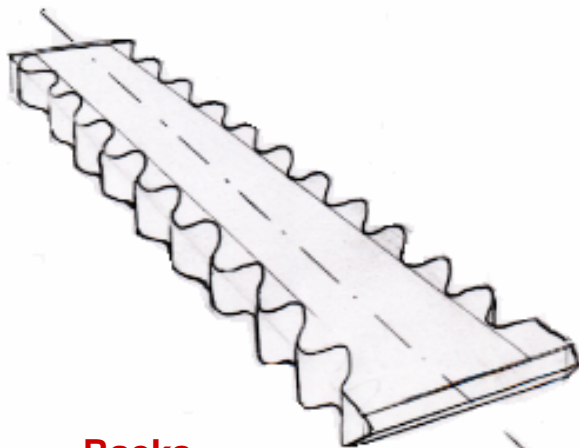
	Guarantees	Typical	ABS REQUIREMENT
	%	%	%
C	<= 0.15	0.13	0.18 max
Mn	0.8/1.20	1.10	1.6 max
Si	0.15/0.4	0.22	0.55 max
S	0.0020 max 0.001	0.025 max	
P	0.010 max	0.005	0.025 max
Ni	0.85/2.5	2.12	-
Cr	0.70 max	0.53	-
Mo	0.45/0.65	0.56	-
V	0.05 max	0.01	
B	0.005 max	0.002	
Al	0.02/0.08	0.065	
N	<=0.012	0.005	
Nb	<=0.02 <=0.001		
Ti	<=0.02	0.003	
Cu	<= 0.25	0.10	

自升式平台桩腿建造

- **MECHANICAL PROPERTIES measured after Q+T :**

	GUARANTEES	TYPICAL VALUES	ABS
YS (1/4 t) N/mm ²	≥ 690	740	≥ 690
UTS (1/4 t) N/mm ²	790/930	820	770/940
ELONGATION (%)	≥16	20	≥14
KCVT SUB SURFACE -47°C (Joules)	> 69J	100/120	
KCVT QUATER TH -60°C (Joules)	33/46	65/120	33/46
Z% Guaranteed & not measured	30/35	50/60	20/25
<i>Safety is our Goal</i>			<i>Quality is our Guide</i>

WELDED ELEMENTS FOR JACK UP RIG LEGS



Racks

Length : 12,8 m
Thick . 177,8 mm
Width : 838 mm tip to tip

Chords

Length : 4 m up to 6.2 m
Thick. : 82,55 mm

Windows

Welded elements

Length : 12,8 to 19,6 m
Weight : 20 to 30 mT

Safety is our Goal

Guide

自升式平台桩腿建造

3) 桩腿的焊接



自升式平台桩腿建造

- 齿条和主弦管的安装和焊接

- 齿条与主弦管可在专门设计的胎架中进行安装和焊接，胎架的作用是焊前用来定位，焊中限制过分的变形。胎架与齿条之间的间隙用来调整。
- 齿条与主弦管的焊接过程中，尺寸的监控必须贯彻始终

自升式平台桩腿建造

—— **100ksi** 屈服极限钢材的焊接其难度远高于一般高强度钢的焊接

合适的焊接工艺须先作焊评且须**ABS**批准

母材，焊材，位置，坡口型式，电流

等各种参数须严格参照执行

最重要是

焊前预热过程

层间温度控制

焊接速度不能太快

焊后加热保温过程

生产过程中的任何即使是很小的放松都会导致严重后果 如延迟裂纹等

自升式平台桩腿建造

——焊接生产过程中的要点

1) 装配中的点焊必须加热后进行

2) 焊条的管理:

保温桶所有的焊条在开封后**6**小时内用完

3) 焊前边缘准备, 打磨, 坡口形状及角度, 间隙

4) 预热, 电热片, 测温枪

5) **ROOT PASS** 打底焊十分重要

6) 焊接过程中

a) 层间温度的测量及控制

b) 对称施焊

c) **WEAVE**摆幅不能太大, $\leq 2.5 \times$ 焊条直径

d) 焊表面增强高不能太小

自升式平台桩腿建造

- 6) 焊后打磨成型，光滑表面，宜做**NDE**
- 7) 须有足够的增强高，否则补焊需再次预热加温
- 8) 焊接过程须连续，不要中断，如需暂停，得保温。
如不按照焊接工艺，冷却太快，会产生裂纹
- 9) 焊后加温后保温约**2到4**小时，再控制温度，缓慢冷却，冷却速度约**50° C / 小时**，止常温

自升式平台桩腿建造

4) 桩腿焊接后NDE与修理



自升式平台桩腿建造

—— **100%MPI** 和**100%UT** 必须在焊件冷却至常温后再**72**小时以后进行。船厂可提前在**24**小时做预探，以便及早发现问题

—— 问题焊缝的修理必须严格按工艺执行

缺陷焊缝

最好用打磨来去除

如用碳棒刨除，须最后**3mm**的厚度用打磨，以保证不会有碳渗透

决不容许用火焰刨除

焊接修理须有预热，层间温度控制，焊后加热保温等程序

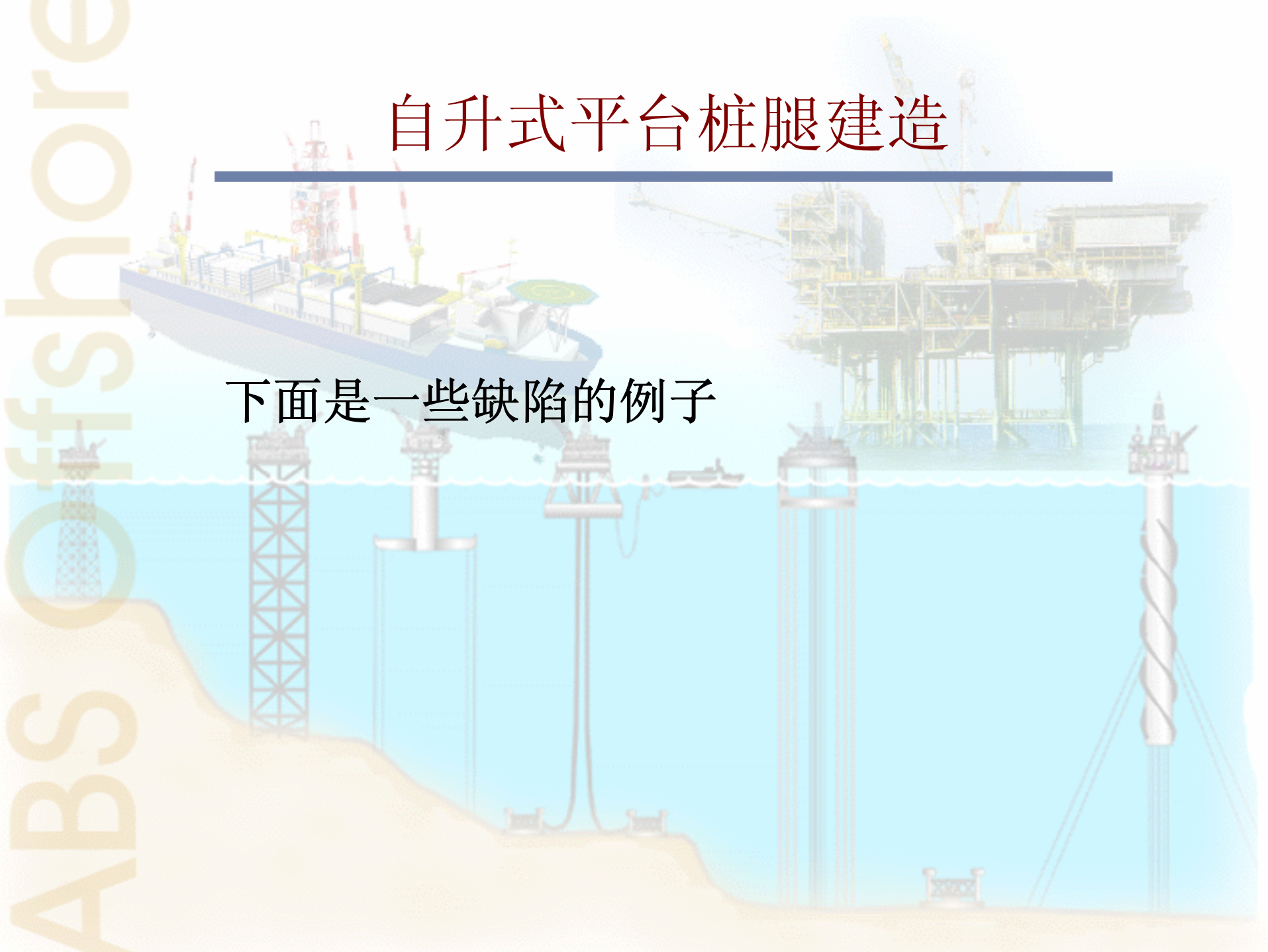
再做**72**小时**NDE**探伤

一般不容许焊接修理超过两次

—— 焊工的资质，培训， 和管理与焊接质量

自升式平台桩腿建造

下面是一些缺陷的例子



自升式平台桩腿建造



**transverse
crack**

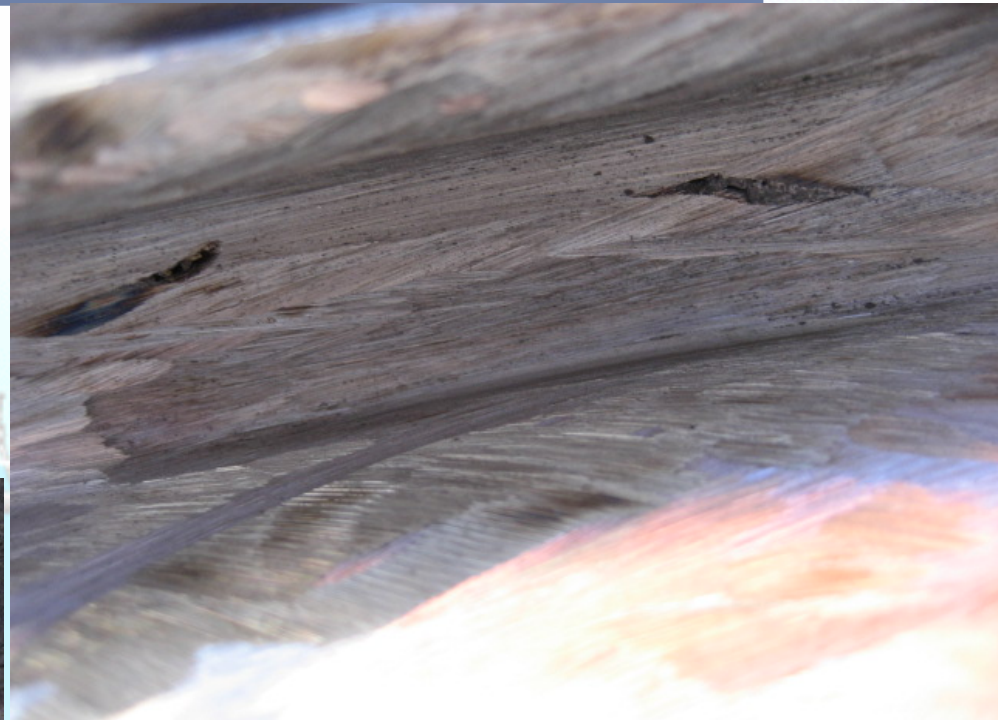


**Longitudinal
crack**

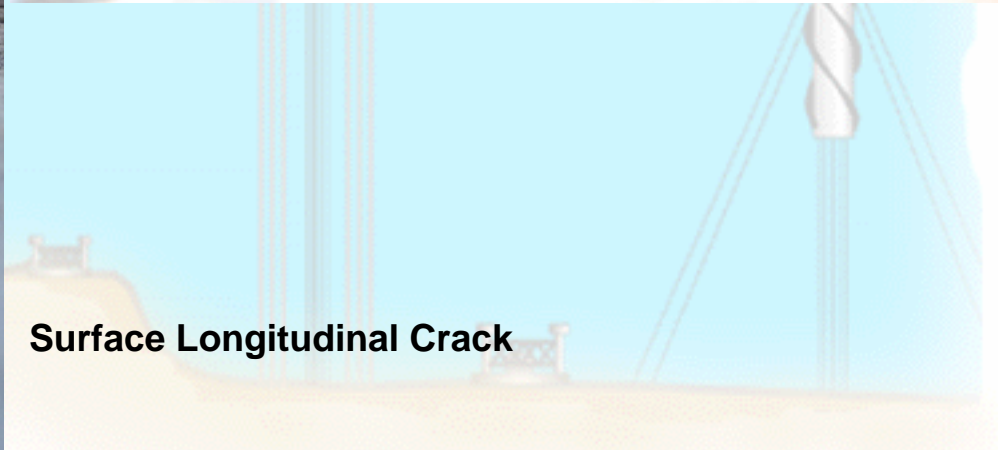


自升式平台桩腿建造

Slag Inclusion after Gouging



Surface Longitudinal Crack



自升式平台桩腿建造

Transverse
cracks
(hydrogen
delayed)
detected by
MPI, cracks
continuing to
depth



自升式平台桩腿建造

Lack of
Fusion
detected
by MPI



自升式平台桩腿建造

5) 桩腿的尺寸与精度



自升式平台桩腿建造

——齿条的尺寸精度与公差控制

预装配后的焊前测量，必须留有焊接收缩余量

焊接过程中的连续监控

焊后的尺寸测量必须在精度控制范围之内

每段之间端部的连接必须平滑光顺，所以须测端口的尺寸进行比较，找到好的配合

测量值：

齿条中心线的平面度与直线度

齿尖的拱高直线度

对接点及附近的齿距测量

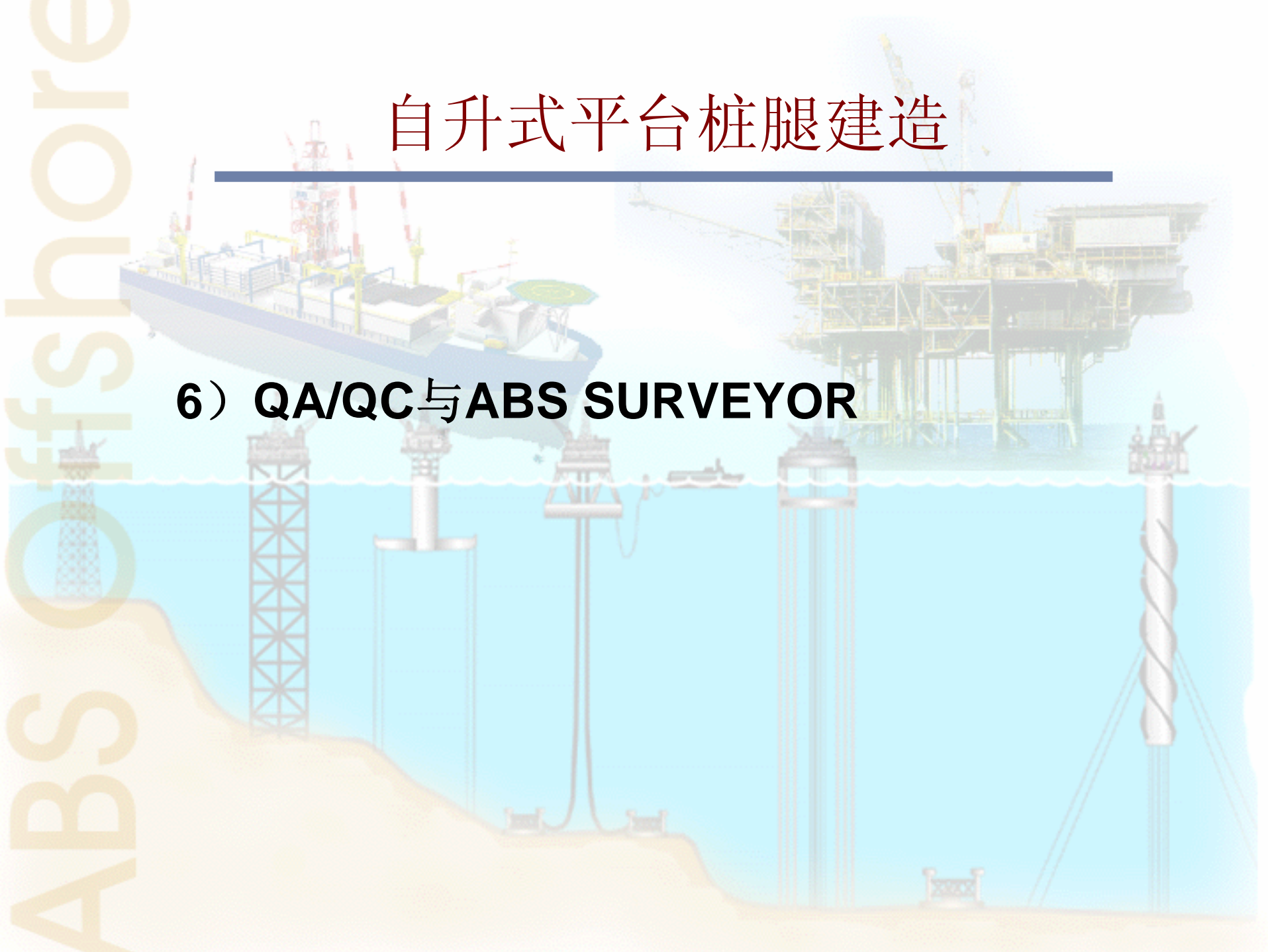
齿条与主弦管的相对位置，距离和角度

桩腿长度的测量

每段桩腿端部的尺寸测量 等

自升式平台桩腿建造

6) QA/QC与ABS SURVEYOR



自升式平台桩腿建造

船厂须配备专门的尺寸测量和控制的人员与设备来对桩腿的建造与安装，升降装置的制造与安装

测量表

激光经纬仪

拉力器 等

——桩腿分段的安装工艺和装配顺序极其重要，既影响进度，也影响质量

自升式平台桩腿建造

- **NDE**无损探伤的人员尤其是**UT**探伤员的资质和经
验 是对焊接质量的最后判定起决定作用
- 材料跟踪必须**100%**到每个部件
- 焊缝跟踪必须**100%**到每道焊缝 包括：
 - 焊工号
 - 预热，焊接，焊后加温的起始时间，
结束时间
 - NDE的时间
 - QA/QC检验纪录
- ABS验船师全程参与每项过程，包括焊前 和焊后，尺
寸测量等，并会经常巡查

自升式平台桩腿建造

—— **SURVEYOR**和**QA/QC**的工作必须包括每一步：

焊前： **Fit-up Inspection & Dimension Check**

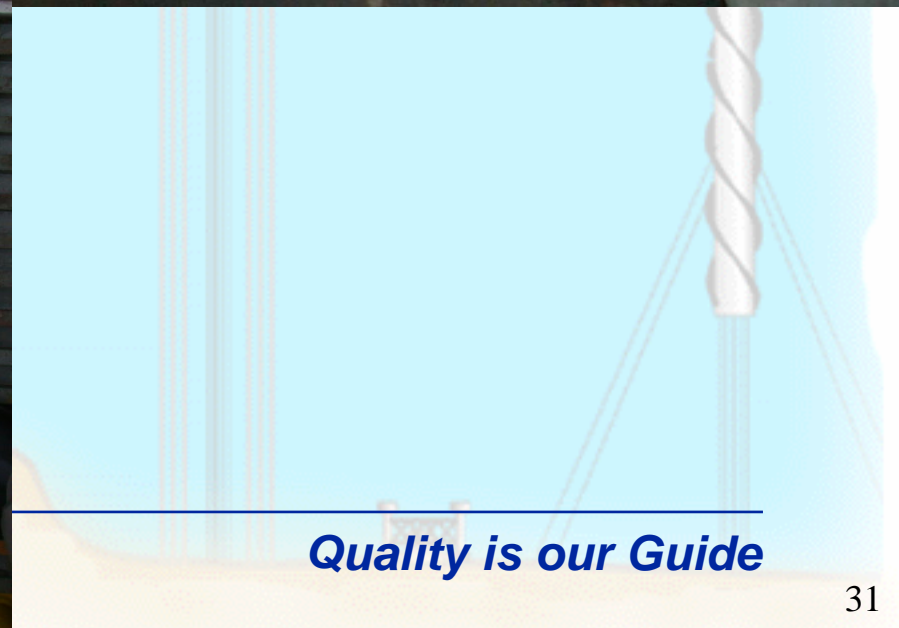
Preheat: **Patrolling & Random Inspection**

Welding: **Patrolling & Random Inspection**

Post—Weld Heating: **Patrolling & Random Insp.**

焊后： **Visual Inspection & Dimension Check**

NDE: 72 Hrs after Cool-down to Ambient Temp.
Patrolling & Random Insp.



Quality is our Guide

自升式平台桩腿建造

9) WPS和制造工艺



自升式平台桩腿建造

- 建议船厂开始

——焊接评定 母材 焊材 位置 坡口形式
焊接方法 预热 层间温度
焊后加热保温 等

——制造工艺的准备

齿条的对接工艺

桩腿组装工艺

升降装置的制造及安装工艺

桩腿的安装及对接工艺 等

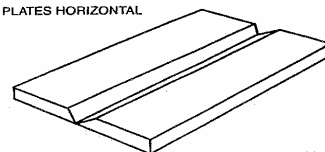
自升式平台桩腿建造

焊评的位置

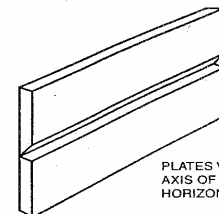
SECTION 4. QUALIFICATION

AWS D1.1/D1.1M:2002

PLATES HORIZONTAL

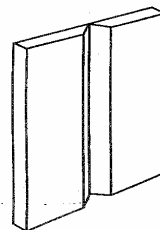


(A) FLAT WELDING TEST POSITION 1G



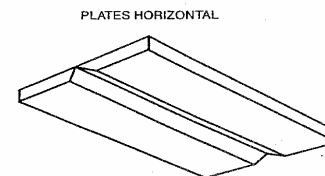
PLATES VERTICAL;
AXIS OF WELD
HORIZONTAL

(B) HORIZONTAL WELDING TEST POSITION 2G



PLATES VERTICAL;
AXIS OF WELD
VERTICAL

(C) VERTICAL WELDING TEST POSITION 3G



PLATES HORIZONTAL

(D) OVERHEAD WELDING TEST POSITION 4G

Figure 4.3—Positions of Test Plates for Groove Welds (see 4.2.4)

自升式平台桩腿建造

AWS D1.1/D1.1M:2002

SECTION 4. QUALIFICATION

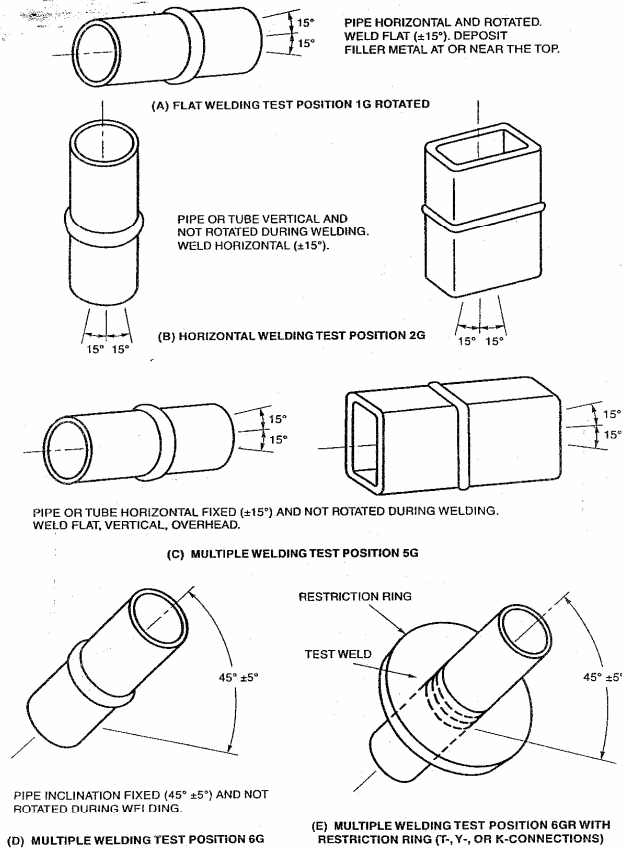


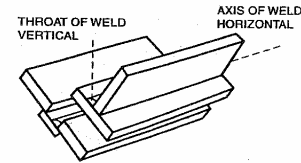
Figure 4.4—Positions of Test Pipe or Tubing for Groove Welds (see 4.2.4)

自升式平台桩腿建造

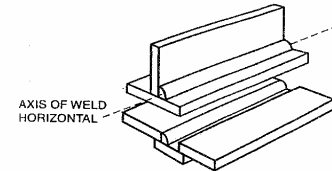


SECTION 4. QUALIFICATION

AWS D1.1/D1.1M:2002



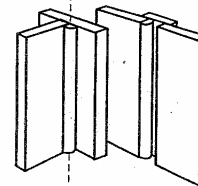
(A) FLAT WELDING TEST POSITION 1F



Note: One plate must be horizontal.

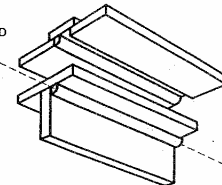
(B) HORIZONTAL WELDING TEST POSITION 2F

AXIS OF WELD VERTICAL



(C) VERTICAL WELDING TEST POSITION 3F

AXIS OF WELD HORIZONTAL



Note: One plate must be horizontal.

(D) OVERHEAD WELDING TEST POSITION 4F

Figure 4.5—Positions of Test Plate for Fillet Welds (see 4.2.4)

自升式平台桩腿建造

欢迎提问

谢谢！