

ICS 75. 180. 01

E 92

备案号: 24371—2008

# SY

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6326—2008

代替 SY/T 6326—1997

---

### 石油钻机和修井机井架、底座 承载能力检测评定方法

The method of measurement and evaluation for the loading capacity  
on derricks and substructure of the drilling rig and working rig

2008—06—16 发布

2008—12—01 实施

---

国家发展和改革委员会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 检测项目 .....	1
5 检测仪器 .....	2
6 钻机和修井机井架承载能力检测 .....	2
7 测试数据处理 .....	4
8 评定方法 .....	4
9 检测周期 .....	5
10 检测评定报告 .....	5
附录 A (规范性附录) 井架和底座的外观检查报告 .....	6
附录 B (规范性附录) 井架、底座测评报告 .....	8
参考文献 .....	9

SY/T 6326—2008

## 前 言

本标准代替 SY/T 6326—1997《石油钻机用井架承载能力检测评定方法》。

本标准与 SY/T 6326—1997 技术性差异为：

- 增加了“术语和定义”一章；
- 增加了井架、底座无损检测规定，删除“井架动载试验”；
- 对检测环境、测点布置方法等进行了修改；
- 增加了新的“评定方法”；
- 增加了井架、底座检测周期的规定；
- 增加了附录 A“井架和底座的外观检查报告”；
- 增加了附录 B“井架、底座测评报告”。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会（SAC /TC96）提出并归口。

本标准起草单位：石油工业井控装置质量监督检验中心。

本标准参加单位：大庆石油学院、宝鸡石油机械有限责任公司。

本标准起草人：万夫、李森、孙刚强、周国强、李萍、杨宏山、范亚民。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SY/T 6326—1997。

# 石油钻机和修井机井架、底座承载能力检测评定方法

## 1 范围

本标准规定了陆地石油钻机和修井机井架、底座以及海洋石油钻机和修井机井架、底座承载能力检测与评定的方法。石油通井机也可参照本标准执行。

本标准适用于石油钻机和修井机用井架、底座在下列情况下的检测与评定：

- a) 井架、底座的日常技术管理、维护与修理；
- b) 井架、底座作业安全，确定井架安全承载能力；
- c) 井架、底座检测周期的确定和报废。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
- SY/T 5025 钻井和修井井架、底座规范
- SY/T 5202 石油修井机
- SY/T 5320 JZ 系列指重表
- SY/T 5376 石油通井机
- AISC 建筑物钢结构规范
- AWS D 1.1 钢结构焊接规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### 最大钩载 maximum hook load

根据材料强度和规定的安全系数确定的设备能承受的最大载荷，也就是钻机在最多绳数下，大钩所能提升的最大载荷，包括静载荷和动载荷。

### 3.2

#### 承载能力 load-carrying capacity

钻机、修井机和通井机井架结构考虑强度、稳定或疲劳等因素后所能承受的最大载荷。

## 4 检测项目

### 4.1 井架、底座检测项目

石油钻机和修井机井架的检测项目主要包括：使用情况调查、外观检查、无损检测、应力测试。石油钻机和修井机底座的检测项目主要包括：使用情况调查、外观检查、无损检测。

### 4.2 井架、底座使用情况调查

4.2.1 对井架出厂日期、投产日期、钻井数量、累计进尺、平均井深、最大钩载等使用情况进行调查。

4.2.2 对井架曾发生的事故情况、修复记录、已更换零部件的记录、现存在的主要问题等情况进行调查。

SY/T 6326—2008

4.3 井架、底座外观检查

石油钻机和修井机井架、底座外观检查项目应按附录 A 的要求进行。

4.4 井架、底座无损检测

4.4.1 关键焊缝采用磁粉检测或液体渗透法按照 AWS D1.1 的规定进行检测。采用超声波测厚法检测井架、底座关键部位的壁厚。

应按本标准和所有适用规范的要求编制详细的无损检测作业书。无损检测人员应按照 GB/T 9445 的规定进行资格鉴定并取得证书。

无损检测应在最终热处理以后进行。

除非另有规定，本条的要求适用于制造商或用户指定的所有关键焊缝。

4.4.2 检验区域包括焊缝区域及其周围 76 mm (3 in) 以内区域，检测区域应全部进行探伤。

4.4.3 在保证操作安全的前提下，应选择井架、底座主受力部位、承受交变应力部位、受腐蚀部位、损伤部位、天车底座焊缝曾发生过破坏的杆件等关键部位进行壁厚检测和焊缝的无损检测。

4.5 井架应力测试

应力测试是检测评价井架的实际承载能力。

5 检测仪器

5.1 根据制造商的书面规程并按公认的工业标准，以规定的时间间隔鉴定、管理、标定和调整用于检查、测试的设备，保证所需的准确度级别。

5.2 测量仪器的准确度级别不得低于 0.2。

5.3 指重表应符合 SY/T 5320 的规定。

5.4 应力测试系统总误差不超过 ±5%。

6 钻机和修井机井架承载能力检测

6.1 检测环境

6.1.1 应选择无雨、无雪天气进行检测。

6.1.2 检测时环境温度应为 -18℃ ~ +55℃。

6.2 测点布置

6.2.1 应力测试点应根据井架结构受力分析，在均匀应力区以及应力集中区和弹性挠曲区等危险应力区内选定。

6.2.2 测试杆件应选择主要受力的杆件、有损伤的杆件和曾发生过破坏的杆件。

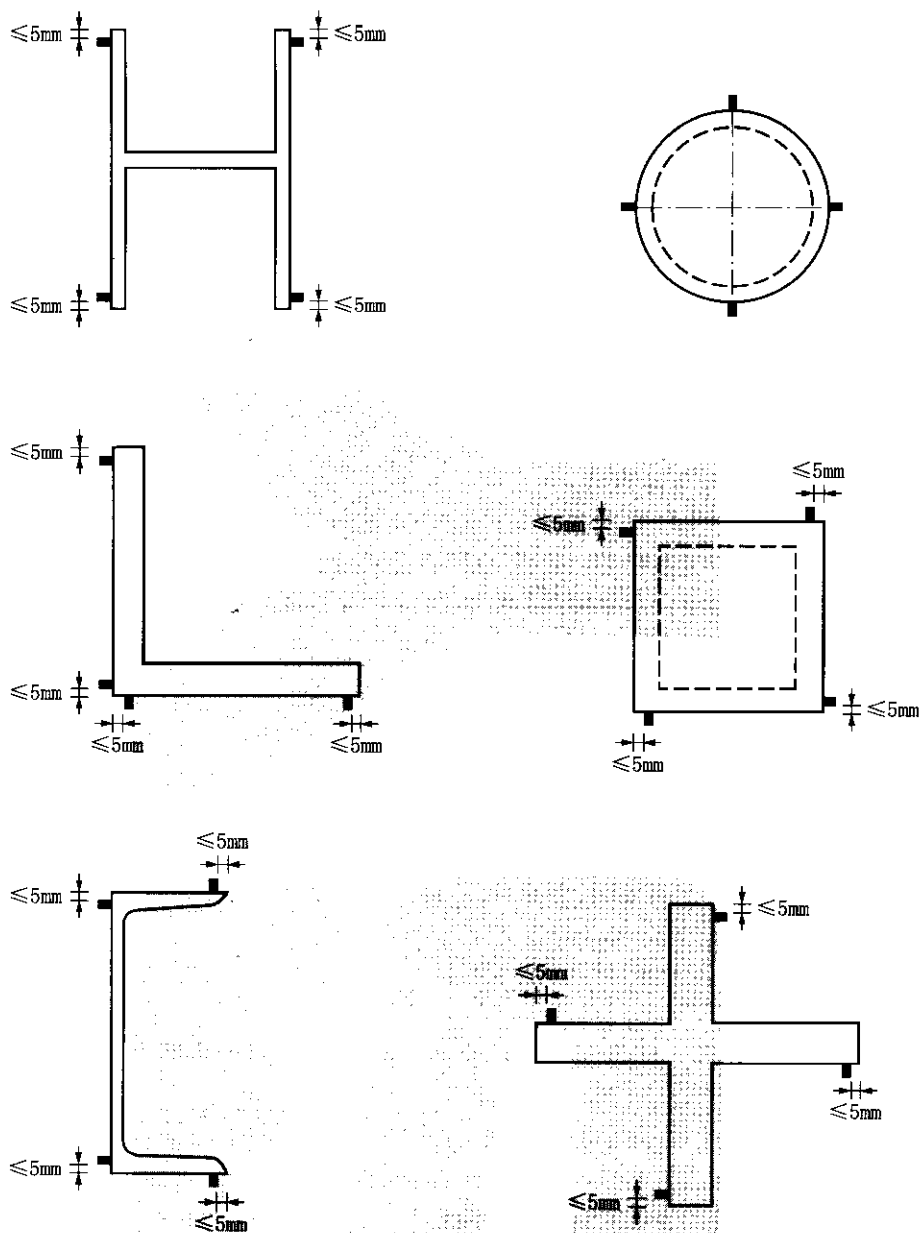
6.2.3 根据不同的井架形式，测试断面应选择井架大腿断面开口处、井架大腿断面突变处、大腿损伤处、井架二层台处。

6.2.4 根据井架杆件截面不同，测试杆件上所贴的应变片的数量和位置见表 1 和图 1。

6.2.5 一般情况下每部井架布置不少于 2 个测试断面。应变片在测试杆件上应对称布置。

表 1 单根杆件测点布置

杆件截面	测点数量	测点位置
H 型钢	4	H 型钢幅板侧面对称分布，应变片距离幅板边缘不超过 5mm
圆管	4	杆件中心线上对称分布
角钢	4	角钢幅板侧面，应变片距离幅板边缘不超过 5mm
矩形管	4	方钢侧面对称分布，应变片距离边缘不超过 5mm
槽钢	4	槽钢幅板侧面对称分布，应变片距离边缘不超过 5mm
十字型钢	4	十字型钢幅板侧面，应变片距离边缘不超过 5mm



注：“■”表示应变片。

图1 单根杆件测点布置示意图

6.3 检测工况

测试工况应符合 SY/T 5025 的规定。

6.4 检测步骤

连接、调试、初始化测量系统，使之达到使用规定的要求。

6.5 检测载荷要求

6.5.1 测试载荷为井架大钩悬挂钻具的载荷，且不得小于设计最大钩载的 25%。

6.5.2 测试载荷值以指重表读数为准。

6.6 检测数据误差范围

每一工况测试次数不少于 3 次。每次测试卸载后，测量仪器系统应恢复到空载状态下的读数。如果前后两次测得应变值（相同条件下）相对误差大于 ± 5% 时，则需查明其原因，并重新测试。

**SY/T 6326—2008**

**6.7 异常情况处理**

测试过程中如发现油漆起皱、焊缝开裂、屈曲、残余变形等异常现象，应立即中止测试并查明原因。

**7 测试数据处理**

根据在材料弹性范围内钩载—测试数据成线性对应关系的原理，进行线性外推，并按线性外推方法推算井架设计最大钩载时各测点的计算数据。

**8 评定方法**

**8.1 钻机和修井机井架、底座无损检测评定方法**

无损检测应按 AWS D 1.1 的规定进行评定。

**8.2 钻机、修井机井架测试评定方法**

对于新品修井机井架的出厂检验按照 SY/T 5202 的规定进行承载能力的评定；对于石油钻机、在用修井机井架的承载能力极限状态，根据 AISC 《建筑物钢结构规范》的规定进行计算。

对于新品通井机井架的出厂检验按照 SY/T 5376 的规定进行承载能力的评定。

**8.2.1 井架强度应满足下列要求：**

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{(1 - f_a/F_{ex})F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{(1 - f_a/F_{ey})F_{by}} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{f_a}{0.60F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

当  $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$  时，式 (3) 可用来代替式 (1) 和式 (2)：

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

在式 (1)、式 (2) 和式 (3) 中，与下角标 b, m 和 e 结合在一起的下角标 x 和 y 表示某一应力或设计参数所对应的弯曲轴。

式中：

$f_a$ ——井架承受设计最大钩载时，测试杆件的轴心拉压应力，单位为兆帕 (MPa)；

$F_a$ ——只有轴心拉压应力存在时容许采用的轴心拉压应力，单位为兆帕 (MPa)；

$f_b$ ——井架承受设计最大钩载时，测试杆件的压缩弯曲应力，单位为兆帕 (MPa)；

$F_b$ ——只有弯矩存在时容许采用的弯曲应力，单位为兆帕 (MPa)；

$F'_e$ ——除以安全系数后的欧拉应力，采用式 (4) 进行计算，单位为兆帕 (MPa)；

$C_m$ ——系数，对于端部受约束的构件， $C_m = 0.85$ 。

$$F'_e = \frac{12\pi^2 E}{23(kl_b/r_b)^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E$ ——弹性模量，单位为兆帕 (MPa)；

$l_b$ ——弯曲平面内的实际无支撑长度，单位为毫米 (mm)；

$r_b$ ——回转半径，单位为毫米 (mm)；

$k$ ——弯曲平面内的有效长度系数。

只有轴心拉压应力存在时容许采用的轴心拉压应力 ( $F_a$ ) 按下式计算：

a) 当任一无支撑部分的最大有效长细比 ( $Kl/r$ ) 小于  $C_c$  时，横截面符合 AISC 《建筑物钢结构

规范》规定的轴心受压杆件，其毛截面上的容许拉压应力 ( $F_a$ ) 见式 (5)：

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(Kl/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(Kl/r)}{8C_c} - \frac{(Kl/r)^3}{8C_c^3}} \dots\dots\dots (5)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

式中：

$F_y$ ——杆件材料的最小屈服应力，单位为兆帕 (MPa)；

$C_c$ ——区分弹性和非弹性屈曲的杆件的长细比；

$Kl/r$ ——无支撑部分的最大有效长细比。

b) 当 ( $Kl/r$ ) 大于  $C_c$  时，轴心受拉压构件毛截面上的容许拉压应力见式 (6)：

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl/r)^2} \dots\dots\dots (6)$$

8.2.2 对海洋石油钻机和修井机井架承载能力评定时，按照 SY/T 5025 的规定执行。

8.3 井架综合评定方法

8.3.1 根据检测方法，井架评定主要分井架使用情况调查、井架外观检查、井架承载能力试验等 3 个项目。

8.3.2 检测参数评定中采用以井架外观检查的井架变形、损伤、腐蚀、开裂等实测数据为主，井架使用情况调查的井架使用年限、累计进尺、钻井数量等统计数据为辅的评定原则。

8.3.3 测试参数评定中采用应力应变测试参数的评定原则。

8.3.4 综合评定中采用以井架承载能力试验为主，井架使用情况调查和井架外观检查为辅的评定原则。

9 检测周期

石油钻机和修井机井架、底座每三年进行 1 次检测。对前次评定的井架承载能力为设计能力的 60%~85% 的井架，应每 2 年进行 1 次检测。

10 检测评定报告

检测评定报告见附录 B。

10.1 检测评定报告中应有测试井架全部测点布置图及记录和测试结果。

10.2 检测评定报告中应附有数据分析结果。

10.3 检测评定报告中要提出对井架承载能力的评价。

10.4 检测评定报告中要附有原始数据或复印件。

10.5 检测评定报告的签发应符合相关规定。



SY/T 6326—2008

附 录 A  
(规范性附录)  
井架和底座的外观检查报告

井架和底座的外观检查报告见表 A.1。

表 A.1 井架和底座的外观检查报告

部件名称	检查项目	检查内容
天车总成	1. 滑轮	个数_____ 主滑轮尺寸_____ 钢丝绳尺寸_____
	2. 情况	滑轮：不正常_____ 完好_____ 轮槽：磨损_____ 完好_____
		隔环或油封：不良_____ 完好_____ 黄油嘴：丢失_____ 完好_____
		轴承：松动_____ 不良_____ 完好_____
		天车台：轻度损坏_____ 较大损坏_____ 完好_____
		栏杆：轻度损坏_____ 较大损坏_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
		天车架：型钢翼板弯_____ 型钢竖筋弯_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
		总评：锈蚀_____ 需要修复_____ 需要严重_____ 其他_____
所作标记的数目_____ 完好_____		
辅助滑轮总成		损坏_____ 压板、螺钉、油嘴丢失_____ 润滑_____
		完好_____ 所作标记的数目_____
天车梁		型钢翼板弯_____ 型钢竖筋弯_____ 焊缝开裂_____
		需要修复_____ 所作标记的数目_____
井架大腿	1. 前腿，靠近司钻	轻微弯曲_____ 较大弯曲_____ 需要修复_____ 完好_____
		轴销联结：不良_____ 完好_____ 销轴孔：不良_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
	2. 前腿，司钻对面	轻微弯曲_____ 较大弯曲_____ 需要修复_____ 完好_____
		轴销联结：不良_____ 完好_____ 销轴孔：不良_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
	3. 后腿，靠近司钻	轻微弯曲_____ 较大弯曲_____ 需要修复_____ 完好_____
		轴销联结：不良_____ 完好_____ 销轴孔：不良_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
	4. 后腿，司钻对面	轻微弯曲_____ 较大弯曲_____ 需要修复_____ 完好_____
		轴销联结：不良_____ 完好_____ 销轴孔：不良_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
安全销：丢失_____ 完好_____		
所作标记的数目_____		
横拉筋和斜拉筋		轻微弯曲_____ 严重弯曲_____ 焊缝开裂_____ 损坏_____
		需要修复_____ 完好_____ 所作标记的数目_____
二层台	1. 指梁平台	构架：损坏_____ 焊缝裂纹_____ 完好_____ 销子联结：损坏_____ 完好_____
		安全销：丢失_____ 完好_____
		指梁：损坏_____ 焊缝开裂_____ 需要修复_____ 完好_____
	2. 操作台	损伤_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
3. 栏杆	损伤：较小_____ 较大_____ 焊缝开裂_____ 完好_____	
	联结部件：需要修复_____ 完好_____	
4. 钻杆支撑架	损伤_____ 完好_____ 联结部位：需要修复_____ 完好_____	
梯子		焊缝开裂_____ 梯级不好_____ 联结不好_____ 完好_____
		损伤：较小_____ 较大_____ 所作标记的数目_____

表 A.1 (续)

部件名称	检查项目	检查内容
起升装置和 伸缩装置	1. 液压缸	起升液缸：泄漏_____ 外露表面_____ 锈蚀_____ 完好_____
		伸缩液缸：泄漏_____ 外露表面_____ 锈蚀_____ 完好_____
	2. 接头	泄漏_____ 完好_____
	3. 软管和软管接头	外露金属丝_____ 锈蚀_____ 损伤_____ 完好_____
	4. 销孔	椭圆_____ 完好_____
	5. 伸缩液缸稳定器	弯曲_____ 润滑_____ 完好_____
	6. 轻便井架导承	经擦净并润滑_____ 完好_____
		所作标记的数目_____
锁紧装置 伸缩式轻 便井架	1. 销轴、棘爪	损伤_____ 完好_____
	2. 座架	损伤_____ 完好_____
	3. 机构	损伤_____ 需要清洁并润滑_____ 完好_____
		所作标记的数目_____
绷 绳 系 统	1. 绷绳	损伤_____ 需更换_____ 完好_____
	2. 绳卡	松_____ 装置适当_____ 失落若干_____ 完好_____
	3. 销子和安全销	失落_____ 完好_____
	4. 花篮螺栓	锁紧_____ 损伤_____ 更换_____ 完好_____
	5. 绳锚和埋桩	更换_____ 完好_____
		所作标记的数目_____
栓装结构件	1. 所有螺栓联结点经检查符合要求，松动的螺栓已经上紧或完好_____	
	2. 所有螺栓联结点经检查并抽查其上紧程度，无需再进行上紧或修复，完好_____	
	所作标记的数目_____	
死绳固定 器及支座	1. 死绳固定器	损伤_____ 锈蚀_____ 完好_____
	2. 支座	损伤_____ 锈蚀_____ 完好_____ 螺栓：需更换_____ 完好_____
底 座	1. 下底座	变形_____ 锈蚀_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
	2. 上底座	变形_____ 锈蚀_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
	3. 连接螺栓	需更换_____ 完好_____
	4. 螺栓孔	椭圆_____ 完好_____
	5. 联结点	损伤_____ 焊缝开裂_____ 完好_____
		所作标记的数目_____
检验情况 摘要	1. 是否应用了制造厂的总成图纸？ 是_____ 否_____	
	2. 外观：良好_____ 尚好_____ 不好_____	
	3. 需要修理的部位：无_____ 较多_____	
	4. 缺少零件的数目_____	
注：检查时，应在损伤部位或设备上作醒目标记；被检部位无损伤在表中填“无”字；未检项目填“—”。		

SY/T 6326—2008

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**井架、底座测评报告**

井架、底座测评报告见表 B.1。

**表 B.1 井架、底座测评报告**

报告编号		共 页 第 页	
项目名称		规格/型号	
委托方地址		商 标	
生产销售单位		生产日期	
使用单位		出厂编号	
抽样方法		抽样基数	
抽样程序		样品数量	
抽样地点		样品标识	
样品状态描述		到样日期	
样品编号		测评日期	
委托方联系人		环境条件	
测评地点			
测评设备			
测评依据			
测 评 结 论	(检验专用章)  签署日期： 年 月 日		
备 注			
批 准		审 核	主 检

### 参 考 文 献

- [1] GB 11344 接触式超声波脉冲回波法测厚
  - [2] SY/T 5466 钻前工程及井场布置技术要求
  - [3] SY/T 5609 石油钻机型式与基本参数
  - [4] SY/T 6586 石油钻机现场安装与检验
  - [5] JJG 623—2005 电阻应变仪
  - [6] ASTM E 709 磁粉探伤的推荐规程
  - [7] ASTM E 165 液体渗透检验的标准推荐操作法
-