

SY

中华人民共和国海洋石油天然气行业标准

SY/T 10003—1996

海上平台起重机规范

Specification for Offshore Cranes

1996-08-19 发布

1996-08-19 实施

中国海洋石油总公司

发 布

目 次

| | |
|----------------------|------|
| 政策性声明 | |
| 序言 | |
| 前言 | |
| 第 1 章 范围 | (1) |
| 第 2 章 起重机额定值 | (3) |
| 第 3 章 按应力分析确定的结构能力 | (4) |
| 第 4 章 设计鉴定和试验 | (6) |
| 第 5 章 钢丝绳、滑轮和卷筒 | (7) |
| 第 6 章 变幅、重物起升和伸缩吊臂机构 | (8) |
| 第 7 章 回转机构 | (11) |
| 第 8 章 动力设备 | (13) |
| 第 9 章 控制装置 | (14) |
| 第 10 章 操作室和防护罩 | (16) |
| 第 11 章 其他设备和要求 | (17) |
| 第 12 章 构件材料要求 | (18) |
| 第 13 章 主要受力构件的焊接 | (20) |
| 第 14 章 构件的无损检验 | (20) |
| 第 15 章 标志 | (22) |
| 附录 A 术语 | (23) |
| 附录 B 关键部件范例 | (26) |
| 附录 C 注释 | (27) |
| 附录 D 最低限的购货资料 | (32) |

说 明

为适应我国开发海洋油气资源的需要,我公司等同采用美国石油学会的《海上平台起重机规范》1988年版,即 API Spec 2C《Specification for Offshore Cranes》1988,作为中国海洋石油总公司企业推荐标准发布。

对本标准的译文如有异议,以所采用标准原文为准。

在海洋石油、天然气开发工程设计、建造和使用中涉及原标准所在国政府或其他主管当局法令、法规和规定时,一律按中华人民共和国政府或政府主管部门颁布的相应法令、法规和规定执行。

原标准中关于风、浪、流、冰、温度、地震等环境条件数据或定量计算方法,凡切合我国实际的均可参照使用;否则,应使用符合我国环境条件实际的数据和定量计算方法。

关于计量单位,以法定计量单位为主,即法定计量单位值在前,其后将英制单位的相应值标在括号内。为不改变原标准中的公式、曲线的形状特征、常数和系数,凡使用英制单位的,仍沿用英制单位。

中国海洋石油总公司
中国海洋石油标准化技术委员会

1993.11.15

政策性声明

1. API 各种出版物必然是针对一般性质问题的。涉及有关特定问题时,应查阅地方的、州的和联邦的法律与条例。

2. API 不为雇主、制造厂商或供应商承担对他们的雇员的保健、安全风险以及预防措施进行警告、训练或准备方面的义务,也不承担他们在地方的、州的或联邦的法律下的责任。

3. 任何 API 出版物的内容不能以含蓄的或其他方式解释为授予任何权利去制造、销售或所涉及使用专利的任何方法、设备或产品。该出版物中的任何内容也不能解释为开脱任何人侵犯专利权应承担的责任。

4. 通常,API 标准至少每五年进行一次复审,并进行修订、重新认定或撤销。有时,这个复审周期可延长一次,最多两年。作为现行 API 标准,这个出版物,从出版之日起,其有效期不超过五年,除非被授权再版时,延长其有效期。出版物的情况可从 API 编辑部(电话 214—748—3341)查清。API(1200LST., N. W. Washington, DC 20005)每年出版物和资料目录,每季更新。

序 言

美国石油学会(API)出版各种规范是为了有助于购买标准化的设备和材料,并向制造商提供 API 规范所涉及的设备或材料方面的指导。这些规范无意排除对良好工程技术的需要,也无意以任何方式禁止任何人购买或生产符合其他规范的产品。

API 各种规范以及 API 会标纲要的制订和出版,都无意以任何方式禁止向未经授权使用 API 会标的公司购买产品。

API 规范可供愿执行规范的任何人员使用。学会已作了不懈的努力来保证规范中数据的准确性和可靠性。但是,学会对任何 API 规范不作代表、不保证和不担保。并对因使用这些规范而造成的损失或损害,对于任何可能违犯联邦的、州的或市的规定(API 规范可能与之相抵触),或因使用 API 规范而侵犯任何专利权的行为,明确地拒绝承担任何义务和责任。

任何声明遵守 API 规范生产设备或材料的制造商,有责任遵守该规范的所有条款,然而美国石油学会不代表、不担保、不保证这些产品确实符合相应的 API 标准或规范。

生产厂家如果想获得产品的会标许可证可向 API Dallas office at 211N. Ervay, Ste. 1700. Dallas, Texas 75201 投函索取申请书或购买《Composite List of Manufacturers Licensed for use of the API Monogram》的影印件。订购号为 811—00005。

前 言

本规范隶属于 API 协会海上结构标准化委员会

敬告用户:本出版物中的部分内容已相对以前版本有所更改。更改部分已用一条黑线在段落边上标出,正如此段左边的黑线。有些更改意义重大,但有些只属于编辑上的调整。黑线只是提供一种帮助,以便读者注意更改章节,但 API 不保证黑线标志的准确性。

本规范的目的是为适用于钻井和生产作业中的海上起重机提供标准。

注:本版规范用于替代 1983 年 3 月第三版。其中包括了 1987 年会议中所决定采用的所有更改。

第1章 范围

1.1 涉及范围

本规范详细说明了如图 1.1 所示的对装在基座上的旋转式起重机的设计、制造和试验要求,这种旋转式起重机用来搬运器材或人员上船及离船。此规范不适用于吊架和/或紧急逃离装置的设计、制造和试验。

1.1.1 包括根据承载零件而不是动力传动机械的许用应力确定额定起重量的各种方法,还包括对材料、设计、制造和试验的最低技术要求。详细的技术要求见正文。

1.1.2 本规范涉及的结构件列表如下,有些表示在图 1.1 里:

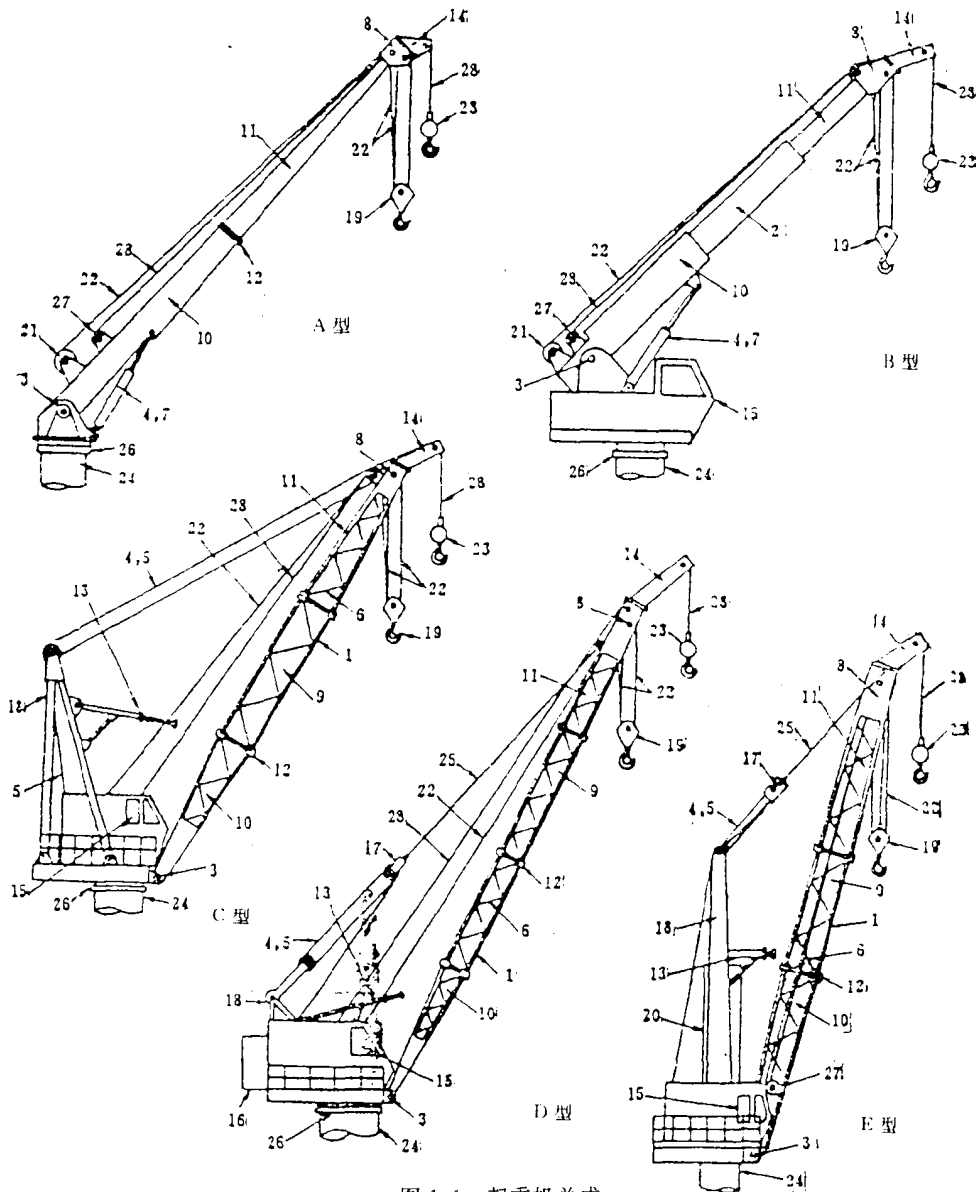


图 1.1 起重机总成

- a. 起重机吊臂;
- b. 吊臂顶部滑轮组;
- c. 吊臂顶端外伸臂或挺杆;
- d. 变幅滑轮或紧索装置;
- e. 门架、桅柱或人字架;

- f. 旋转上部结构；
- g. 回转环部件；
- h. 吊臂底部枢轴；
- i. 滑轮轴；
- j. 吊臂联接螺栓或连接器；
- k. 地脚螺栓或紧固件；
- l. 基座或底座；
- m. 主柱或中心柱。

1.2 记录保存

起重机制造厂家应保存所有的检验、试验记录 20 年。该记录可用在故障分析的质量审查程序中，其目的为纠正或消除设计、制造或检验中引起故障的因素。

| 序号 | 部 件 | 类型见图 1.1 | | | | |
|----|--------------|----------|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E |
| 1 | 弦杆 | — | — | × | × | × |
| 2 | 吊臂伸缩臂 | — | × | — | — | — |
| 3 | 吊臂底部枢轴 | × | × | × | × | × |
| 4 | 变幅机构 | × | × | × | × | × |
| 5 | 变幅钢丝绳或吊臂绳 | — | — | × | × | × |
| 6 | 吊臂斜拉筋 | — | — | × | × | × |
| 7 | 变幅液缸 | × | × | — | — | — |
| 8 | 吊臂顶部滑轮组或吊臂头 | × | × | × | × | × |
| 9 | 中间臂节 | — | — | × | × | × |
| 10 | 下臂节、底层臂节或根臂节 | × | × | × | × | × |
| 11 | 上臂节、顶部臂节或端臂节 | × | × | × | × | × |
| 12 | 吊臂连接 | × | — | × | × | × |
| 13 | 吊臂止动器 | — | — | × | × | × |
| 14 | 吊臂顶端外伸臂或挺杆 | × | × | × | × | × |
| 15 | 操作室 | — | × | × | × | × |
| 16 | 平衡重块 | — | — | — | × | — |
| 17 | 变幅滑轮组或紧索装置 | — | — | — | × | × |
| 18 | 门架、桅柱或人字架 | — | — | × | × | × |
| 19 | 吊钩滑车 | × | × | × | × | × |
| 20 | 主柱或中心柱 | — | — | — | — | × |
| 21 | 主起升卷筒 | × | × | — | — | — |
| 22 | 主钩钢丝绳或承载钢丝绳 | × | × | × | × | × |
| 23 | 重力球 | × | × | × | × | × |
| 24 | 基座或底座 | × | × | × | × | × |
| 25 | 悬绳 | — | — | — | × | × |
| 26 | 回转环部件 | × | × | × | × | — |
| 27 | 辅绳或辅助起升卷筒 | × | × | — | — | × |
| 28 | 辅绳或辅助起升钢丝绳 | × | × | × | × | × |

图 1.2 起重机术语

第2章 起重机额定值

2.1 额定起重量

额定起重量规定为静额定起重量和动额定起重量。静额定起重量是在起重机与被起升重物之间没有相对运动时的准静态下所能起升的载荷。动额定起重量是在起重机与被起升重物之间有相对运动时,在规定的动载条件下所能起升的载荷。静额定起重量¹规定用于提高或放到支承起重机的结构上。动额定起重量规定用于提高或放到船上。

2.1.1 静额定起重量

静额定起重量应该是下列各项中的最小值:

- a) 75%的第 I 类设计载荷;
 - b) 根据承载钢丝绳穿绳和按照 5.3 节的钢丝绳设计因数确定的最大载荷;
 - c) 在制造厂家设计的穿绳条件下,当吊臂顶端有负荷时根据钢丝绳拉力确定的最大载荷;
 - d) 根据 5.3 节中钢丝绳设计因数和变幅钢丝绳缠绕形式确定的最大载荷;
 - e) 根据 5.3 节中吊臂悬绳确定的最大负荷;
 - f) 在制造厂家设计的变幅钢丝绳穿绳条件下,根据变幅钢丝绳有效拉力确定的最大负荷;
- 除起升钢丝绳本身外,吊钩、滑车、吊索等的重量应该作为起重量的一部分。

2.1.2 动额定起重量

动额定起重量应该是下列各项中的最小值:

- a) 用第 II 类设计载荷除以 2.2 节中的适用动载系数(C_b 或 C_f)得出的负荷;
- b) 用基座(也可用中心柱)设计静载除以 1.5 倍的 2.2 节中适用动载系数(C_b 或 C_f)得出的负荷;根据 3.1,基座的设计静载可由第 I 类设计负荷乘以 1.5 倍来确定;
- c) 如果应用的话,用回转环装置的设计静载除以 3.75 倍的 2.2 节中的适用动载系数(C_b 或 C_f),根据 7.3.1,回转环部件的设计静载可由第 I 类设计负荷乘以 3.75 来确定;
- d) 根据起升钢丝绳穿绳形式和 5.3 节中的钢丝绳设计因数来确定的最大负荷;
- e) 当吊臂头有负荷时,根据吊机制造厂家设计的穿绳形式和提升钢丝绳有效拉力确定的最大负荷;
- f) 根据吊臂变幅绳穿绳形式和 5.3 节中钢丝绳设计因数确定的最大负荷;
- g) 根据 5.3 节中的吊臂悬绳来确定的最大负荷;
- h) 根据吊臂变幅钢丝绳有效拉力和制造厂家设计的穿绳形式确定的最大负荷。

2.1.3 人员额定起重量

在吊运人员的情况下额定起重量应该是下列各项中的最小值:

- a) 25%的第 I 类设计载荷;
 - b) 根据承载钢丝绳穿绳和按照 5.3 节和 5.4 节钢丝绳设计因数确定的最大负荷;
 - c) 在制造厂家设计的穿绳条件下,当吊臂头有负荷时,根据起升钢丝绳拉力确定的最大载荷。
- 除起升钢丝绳自重外,吊钩、人员净重等应该作为起重量的一部分。

2.2 动载系数

对于安装在有支承结构底座上的或浮式结构上的起重机的动载系数由制造厂家按下列来决定。

2.2.1 底部支承式结构

a) 在买主提供前倾、侧倾、风速和载货甲板上起吊点处的绝对垂直速度和最小有效吊钩速度情况下,动载系数 C_b 应该按下式求出:

$$C_b = 1 + (V_h + V_d) \left(\frac{K}{g_L} \right)^{1/2}$$

式中: C_b ——动载系数(底部支承式结构), C_b 不小于 1.33;

¹ 见 C2.1.1 节注释,浮式结构上的静额定值。

V_k ——吊钩的绝对垂直速度 m/s(ft/s);

V_d ——在载货甲板上起吊点处的绝对垂直速度, m/s(ft/s)见附录 C(注释);

K ——吊钩的垂直弹性刚度, N/m(lb/ft)

g ——重力加速度, $9.81 \text{ m/s}^2(32.2 \text{ ft/s}^2)$;

L ——起重量, N(lb)。 L 是未知数, 因此要用逐步逼近法求 C_b 。 L 的最佳起始值是 $\frac{1}{2}$ 的第 II 类设计载荷。

b) 在缺少买主提供的数据时, 前倾、侧倾和风速取作零, 动载系数取为 2.0。除非买主另有说明, 起重机在起升最大额定动载荷和按起重量特性牌规定的穿绳情况下, 在起升卷筒第一层钢丝绳处应该达到 $12\text{m}/\text{min}(40\text{ft}/\text{min})$ 的最小有效吊钩速度。

前倾、侧倾和风速的影响见 3.1.2.2。

2.2.2 浮式结构

买主应该提供详细的起重机工作条件, 包括前倾、侧倾、风速和对每种额定条件下的载货甲板相对起重机吊臂端垂直速度。动载系数 C_f 由下式求出:

$$C_f = 1 + (V_H + V_R) \left(\frac{K}{gL} \right)^{1/2}$$

式中: C_f ——动载系数(浮式结构), C_f 不小于 1.33;

V_H ——吊钩的垂直绝对速度, m/s(ft/s);

V_R ——在载货甲板起吊点处相对起重机吊臂顶端相对垂直速度, m/s(ft/s); 见附录 C(注释);

K ——吊钩的垂直刚度, N/m(lb/ft);

g ——重力加速度, $9.8 \text{ m/s}^2(32.2 \text{ ft/s}^2)$;

L ——起重量, N(lb), L 是未知数, 因此要用逐步逼近法求 C_f 。 L 的最佳起始值是 $\frac{1}{2}$ 的第 II 类设计载荷。

前倾、侧倾和风速的影响见 3.1.2.2。

2.3 起重量特性表

每台起重机应装有一个坚固耐用的起重量特性标牌, 上面有清楚明了的文字和图形。牌子应牢靠地固定在操作者容易看到的地方。牌子应提供下列资料:

a) 对于规定的吊臂长度和挺杆长度, 操作半径增量不超过 $1.5 \text{ m}(5 \text{ ft})$, 制造厂家认可的额定起重量及相应的吊臂水平俯角。

b) 额定值的算法应该明确地规定, 并应该符合本规范所有适用的章节(除起升钢丝绳自重外, 吊钩滑轮、吊索等的重量应该为起重量的一部分)。

c) 穿绳简图或略图(表示在标牌上或者参照详细的起重机操作手册的略图), 该图应推荐每种起重量的绳数和超重机上用的每种承载钢丝绳的尺寸和类型。

d) 应该具有对设备和操作程序限制的预防或警告标记。

第 3 章 按应力分析确定的结构能力

3.1 分析

所有的关键结构部件(除 3.1.3 中注解外)的设计, 当受自重和 3.1.2 中的设计和水平载荷时, 应符合 1978 年 11 月 1 日第八修订版美国钢结构学会(AISC)建筑物结构钢设计、制造和安装规范¹所规定的许用应力。

设计基座和中心柱应该按自重载荷加上 1.5 倍第 I 类设计载荷条件。

对于不是美国钢结构学会(AISC)规范列出的结构钢, 应该通过与美国钢结构学会技术官员讨论, 确认和用文件证明与 AISC 许用应力一致。

连接接合处(焊接的、销连接的或螺栓连接的)连接件承受的载荷应力被连接件承受的载荷或根据 AISC 许用值被确定的连接件强度, 决不能低于 50%的主件抗拉强度。许用剪切应力和厚宽比应该合乎

AISC 的适当条款。

3.1.1 施加载荷

为了便于分析,假设起重机是水平的(理想的垂直旋转轴),垂直的和水平的载荷应该静态地加到起重机上。对于装在浮式结构上的起重机,纵摇、起伏和横摇对起重机的作用,应该变换为承载钢丝绳相对吊臂的前倾角和侧倾角。这样,侧向水平载荷与垂向载荷之比为侧倾角的正切,并且对前倾情况也一样。

3.1.2 设计载荷

在对已知起重机结构作额定值计算时,“设计载荷”将是被确定的主要未知量。但是,在结构件的实际尺寸计算时,设计载荷可根据所要求的额定载荷按下述情况给出:

a. 对静态情况,从吊臂顶端垂向承受的设计载荷是所要求的静额定起重量的 1.33 倍,并外加侧向水平载荷。侧向水平载荷等于 2% 的垂向设计载荷加上自重载荷。

b. 对动态情况,在吊臂顶端垂向承受的限定设计载荷是动载系数 C_f 或 C_b (按 2.2)乘以所要求的动额定起重量。基本设计载荷还应该加上其相应的水平载荷及自重载荷。

对于吊臂,基本设计载荷多半取决于所要求的动额定起重量(由于水平载荷),而所有其他结构件的尺寸多半决定于 1.33 倍的静额定起重量。

对静额定值适合的设计载荷(称第 I 类)和对动额定值适合的设计载荷(称第 II 类)规定如下:

3.1.2.1 第 I 类设计载荷

这类设计载荷应是从吊臂顶部垂直向下的载荷,同时,有 2% 的这类设计载荷作为侧向水平载荷,施加上吊臂顶端滑轮组销轴上,再加上自重后强度应不超过 AISC 许用单元应力。

重要的是,虽然上述各载荷同时作用,但它们是互相独立的,即垂直向下的设计载荷(第 I 类设计载荷)不含自重载荷。

3.1.2.2 第 II 类设计载荷

这类设计载荷是从吊臂端垂直向下的载荷,同时作用的有侧向水平载荷(下面说明)和正向水平载荷(下面说明),两者都作用到吊臂头滑轮组销轴上。另外还有自重载荷和风载(下面说明),总强度应不超过 AISC 许用单元应力。同第 II 类设计载荷相应的水平载荷和风载如下:

a. 侧向水平载荷应该是 $X\%$ 的垂向设计载荷,其中

$$X = 2 + 100[\text{正切}(\text{侧倾角})]$$

侧倾角由买主规定。

b. 正向水平载荷是 $Y\%$ 的垂向设计载荷,其中

$$Y = 100[\text{正切}(\text{前倾角})]$$

前倾角由买主规定。正向水平载荷位于吊臂平面内并朝着离开起重机的方向。

c. 风载,采用风压随风速变化的传统公式,如文献¹所表明的,用适合于有关的起重机特定部分的体型系数来计算风载。风速应由买主提供。应该检验起重机结构件承载能力受风的影响,这些结构件是吊臂、人字架、回转机构(驱动力矩和齿轮齿载荷)、回转环、地脚螺栓(或紧固件)和基座。吊臂上的风载作用如下:

(1) 作用到起升重物各表面上的风载应该是以垂向设计载荷的百分率的方式分别加到吊臂顶部的侧向水平载荷和正向载荷,每个水平载荷(侧向的和正向的)应该根据最小承风面积(裸露在风里)来决定,并假定它是立方体的一个表面。立方体的体积是根据假定平均密度为 31.4 kN/m^3 (200 lb/ft^3),并且它的总重量等于垂向设计载荷而决定。因此,这个表面的面积(m^2 或 ft^2)可确定为:

$$\left(\frac{\text{垂向计算载荷, lb}}{200} \right)^{2/3}$$

$$\left(\frac{\text{垂向计算载荷, kN}}{31.4} \right)^{2/3}$$

可以用实际计算的承风面积来替代上式。

¹ 美国钢结构学会, 400 North Michigan Avenue, Chicago, I I I . 60611。

(2) 吊臂上垂直于吊臂平面的风载荷可以转换成等效侧向水平载荷(在吊臂顶部),并在吊臂底部枢轴上产生同样的水平力矩,可根据设计工程师的意愿。

(3) 吊臂上平行于吊臂平面的风载荷应该转换成等效分布线载荷,它垂直作用于吊臂并增加自重弯曲。与吊臂中心线同轴的风载荷分量在吊臂分析时可以忽略。

3.1.3 作用 AISC 规范的例外情况

回转轴承及其螺栓连接和地脚螺栓,一般不根据 AISC 规范分析计算。回转轴承和螺栓的详细设计要求在第七章里介绍。

3.1.4 疲劳

在起重机预期寿命期间,在缺少起重量的预期频率和大小等数据情况下它的每个关键结构件,如 AISC 规范附录 B 中所指出的,应根据许用疲劳应力设计成能随最少 25000 次的基本设计载荷和有关的水平载荷(按 3.1.2 节确定)。

此外,设计工程师要适当考虑与焊缝边缘相邻的基体金属的热点应力,特别是那些焊缝,其长度构成传递主载荷路径而不是横截面,即“应力流中的薄弱环节”。这个热点应力可以定义为,在原型试验中达到稳定的应力循环(运行试验)后,由邻近焊缝边缘的应变仪元件测量的应力。适合于这个定义的有限元分析能用来计算这个应力,同样也可采用根据这个分析或试验结果决定合适的经验公式。出自 API RP 2A² 里 2.5.3d 的疲劳曲线 X 应该用来求得适合这个定义的许用应力。

如果买方提供起重量的预期频率和大小,设计工程师可以应用 AISC 规范的附录 B 或 AWS D1.1—80 的第十章中的疲劳曲线:

- a. 在设计阶段确定结构件尺寸以符合疲劳要求。或
- b. 根据买主提供的循环资料进行疲劳分析,以确定现有结构的预期疲劳寿命。

3.2 证书

买主应该对接触的制造厂家的设计计算结果、相应的图纸和保证符合本规范所必需的其他资料保密。制造厂家应该书面证明,使用本规范的起重机满足计算中采用的材料和尺寸规格。

第 4 章 设计鉴定和试验

4.1 设计鉴定

制造厂家应该保证样机¹ 设计或对设计有重要结构上的更改已根据下列各项中的一项进行了试验:

a. 电阻式应变计试验 根据 SAE 推荐作法 J987²,用受到 1.33 倍的静额定起重量和相应增加侧向加载作用的起重机进行这个试验。起重机制造厂家应进一步保证在上述指定的条件下符合 J987 中所有强度极限。

b. 重载起升试验 这个试验应包括对最短的和最长的吊臂,以及对每个吊臂长度以最小、中等和最大幅度起升 2.0 倍静额定起重量和等于 4% 静额定起重量的侧向载荷。完成各种起升后,包括回转环部件在内的起重机应全部拆卸,以完全适应于鉴定³ 目的为准。从下面选择合适的检验方法(取决于零部件):

- (1) 着色渗透;
- (2) 磁粉;
- (3) 射线照相;
- (4) 超声波。

该试验合格的标准应该是关键的零部件没有出现塑性变形、弯曲、压痕表面缺陷。特别应该注意螺栓连接和焊接连接。该试验的附带要求是按上面规定的试验载荷计算出的应力,不得超过 AISC^{1/3} 的许用应力。

¹ 例如:见 API RP 2A,1982 年 1 月 2.3.2 C。

² API 2A “规划、设计和建造固定式近海平台的推荐作法”。

4.2 证书

买主应对接触的制造厂家所选用试验方法结果文件保密。制造厂家应该书面证明,所提供的起重结构已按本规范鉴定。

第5章 钢丝绳、滑轮和卷筒

5.1 总则

依照本规范装备的起重机所配备的钢丝绳、滑轮、卷筒和穿绳附件,应该根据下列因素选择。

5.2 钢丝绳结构

钢丝绳应该有起重机制造厂家指定的结构。API Spec 9A“API 钢丝绳规范”1976年1月第22修订版应该作为近海平台吊机钢丝绳的最低要求。防转钢丝绳和纤维芯钢丝绳不应该用于变幅钢丝绳。

5.3 钢丝绳设计系数

钢丝绳的设计系数应为钢丝绳系统中的总绳数的总名义强度除以承受下列载荷的作用力。

- a) 对于提升钢丝绳为起升负荷;
- b) 对于其他钢丝绳为自重加上起升负荷。

5.3.1 最小设计系数

下列准则假设所有的钢丝绳端接头(系统中)具有与钢丝绳同等强度。

- a) 对于绕在卷筒上或通过滑轮的跑绳的设计系数应不小于2.5倍的 C_b (或 C_f)或5.0,取其较大者。
- b) 对于吊臂悬绳或静钢丝绳的设计系数应不小于2.0倍的 C_b (或 C_f)或4.0,取其较大者。
- c) 对于起升钢丝绳,包括防转钢丝绳的设计因数应不小于2.5倍的 C_b (或 C_f)或5.0中的较大者。
- d) 当起升人员时,钢丝绳的设计系数应不小于10.0。

5.4 滑轮尺寸

变幅、起升和吊钩滑轮组中的滑轮节圆(PD)应不小于所使用钢丝绳名义直径(R)的18倍。

5.5 滑轮设计

- a) 按起重机制造厂家图纸要求,滑轮槽应该平滑,并且没有能引起钢丝绳损坏的缺陷。
- b) 按起重机制造厂家图纸要求,槽底横截面半径,应该是对所用钢丝绳尺寸形成紧密配合。
- c) 按起重机制造厂家图纸要求,槽的两边应该是向外渐开的,便于钢丝绳进入槽里。
- d) 按起重机制造厂家图纸要求,凸缘角应倒成圆角,并且轮缘相对轴线转动平稳。
- e) 除永久润滑轴承外,所有滑轮轴承应该装有润滑装置。

5.6 滑轮防扩罩

包括动滑轮在内的所有滑轮应该装有防扩罩或其他合适的装置,以防止钢丝绳从轮槽中跳出。

5.7 钢丝绳附件和端头处理

- a) 索眼端头至少应有三个紧固节,其他具体要求可由起重机制造厂家确定。
- b) 对于U型卡安装,U型螺栓应在死端或短端,托架应在活绳端或长绳端,卡子之间的距离、卡子的扭矩和数量应按起重机制造厂家的规定。
- c) 对于楔形套与绳卡联合使用时,绳卡只能卡在绳子的无载荷一端(死绳端)。
- d) 绳端附件的安装程序应按起重机制造厂家的规定执行。

5.8 起重吊钩、重力球装置和起重滑轮

对于吊臂长度和在用绳数而言,起重吊钩、重力球装置和起重滑轮应该有足够的重量,以便在滚筒以最大速度退绕时防止钢丝绳松弛。铸铁材料附加重量是不允许的。所有的吊钩、重力球装置和起重滑轮应

1 见“术语”

2 SAE 推荐作法,1987“起重机结构——试验法”,美国机动工程师学会,400 Commonwealth Drive,Warrendale,PA 15096

3 见举例标准 14.4 节。

该永久地标上它们的重量和额定能力。吊钩应该装有吊钩安全锁,以便在放松情况下使吊索或起升吊具不致脱钩。

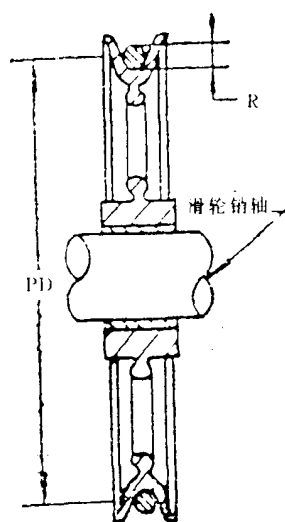
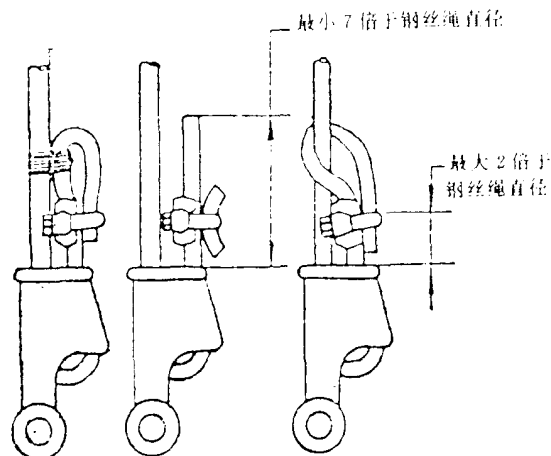


图 5.1 滑轮尺寸图



注:用金属丝松散地捆承载绳套

5.2 在使用楔形绳卡时卡紧死端的方法

第 6 章 变幅、重物起升和吊臂伸缩机构

6.1 起升

变幅和重物起升应该由卷扬机制造厂家认定适于吊运人员,并在其标牌上标明。卷扬机应符合下面提出的性能和操作性。

6.1.1 制动装置

6.1.1.1 制动器和离合器

制动器和离合器均应装有调节机构,以便在需要时补偿磨损并维持足够的弹簧力。

6.1.1.2 动力制动器

当动力作用的制动机构与控制机构之间没有连续的机械联动来控制重物时,应该装有自动装置以闭合同制动器,以便在万一制动器动力失灵的情况下防止重物坠落。

6.1.1.3 静制动器

静制动器能长时间地停住额定起重物而不需操作者看管。静制动器应在操纵杆回到中位时自动刹止。作用于已停住的起升卷筒的静制动器应该有足够的作用力,以刹住 1.5 倍的额定起升扭矩。

6.1.1.4 动态制动

吊臂或重物下降只能通过动力传动系统进行。不允许吊臂或重物自由落体式的下降。

a. 当卷扬机设计为仅仅通过调节摩擦装置以控制重物或吊臂的下降时,应能以最大设计速度在 15m (50 ft) 高度范围内作连续一小时起升和下降额定起重量。起升和下降操作之间的停顿时间不应该超过三秒。冷却液流量要维持在卷扬机制造厂家规定的限度内。在试验末期制动器要有足够的力量,在下降方式中能平稳地制动以最大设计速度运行中的 110% 的额定负荷。

b. 当卷扬机设计为通过调节输入速度以控制重手或吊臂的下降时,应该能平稳地制动以最大速度下降的 110% 的额定负荷,且任何驱动系统零部件温升都不超过制造厂家规定的温度限制。

除去下面说明的以外,卷扬机应该装有动摩擦制动装置,在万一控制失灵或动力故障的情况下该装置能自动地动作,使卷扬机平稳地制动。当提升装置设计为通过控制液缸或直接同卷扬机相连接的液马达的动力液流量来控制重物或吊臂的下降时,并且在以下情况下,可不需要动态摩擦制动系统:

(1) 控制装置直接连到吊钩降液流出口,而不用软管;

(2) 控制装置需要来自动力源的正压力,在万一控制失灵或原动力故障的情况下,可自动释放和启

动,使卷扬机或液缸平稳地制动;

(3) 该制动装置在工作液的工作温度范围内都是有效的。

6.1.2 卷筒

a. 所有卷筒第一层钢丝绳节径应该不小于 18 倍的钢丝绳名义直径,侧缘法兰应始终高出外层钢丝绳至少 13 mm($\frac{1}{2}$ in),见图 6.1。

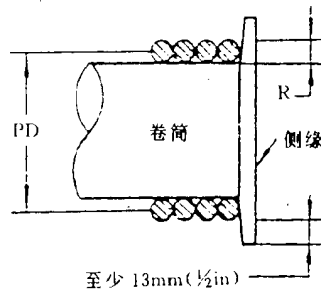


图 6.1 卷扬机卷筒

b. 卷筒对推荐的钢丝绳尺寸应该具有足够的钢丝绳容量,以便在制造厂家和买主一致同意的各种吊臂长度、工作幅度和起升高度范围内工作。

c. 在任何工作条件下卷筒上应该保持不少于两层全绕钢丝绳。钢丝绳端头应以制造厂家提供的装置固定到卷筒上。

6.1.3 零部件

零部件应该设计为把不正确使用或装配的可能性减到最小。

a. 不应该使用不同材料的其他可互换零件。应该使用满足全部用途的单一零件。

b. 所有关键传动部件应该有独特的花键、键连接或其他装置,以避免零件的不正确安装或更换。

c. 在不能符合上述措施的地方,易出现问题的零件应该打上清楚的标记,有关互换性的特殊提示,应该包括在操作维修手册中。

6.1.4 安装

起重机制造厂家应该负责卷扬机底座的设计和试验,以及下述卷扬机安装。

a. 卷扬机部件应正确对中,以防止齿轮、轴承、花键、衬套和起升机构的其他任一零件等过早损坏。应该提供适于现场对中的装置。

b. 卷扬机制造厂家应该提供安装程序,当卷扬机底座连接到安装面时,它应该防止底座的过度变形。安装面的不平度应该保持在卷扬机制造厂家规定的公差范围内。

c. 在起重载荷作用下已安装的卷扬机组件的变形不应该超过制造厂家规定的限度。制造厂家应该规定在试验载荷下进行原型试验和监测变形的程序。在钢丝绳相对卷扬机的偏离角的整个推荐范围内,对最大额定钢丝绳拉力进行试验。

d. 对于把卷扬机安装到起重机结构上的连接件设计载荷,至少应该是由钢丝绳最大拉力引起的反力的两倍。

6.1.5 润滑和冷却

a. 所有卷扬机应该装设检查润滑和冷却液面的装置。该装置应该很容易接近,不需要移动钢丝绳和使用特殊工具。最高和最低液面应该清楚地标明。

b. 用循环润滑或冷却的卷扬机应该装有工作期间检查液面的装置。

c. 密闭润滑系统的卷扬机应该具有制造厂家推荐的最低工作液面时至少 120% 的液量。

6.1.6 相当的功率额定值

对起重机上的每台卷扬机,制造厂家应该提供买主一个相当额定功率(CPR)。CPR 应该是 CPR_a 、 CPR_b 或 CPR_c 三者中的较小者,它们计算如下:

a. 齿轮传动 对正齿轮、斜齿轮和人字齿轮的 CPR 应根据美国齿轮制造商协会 (AGMA) 标准的下列公式确定, 这些标准是: 220.02, 1966 年 8 月, “计算正齿轮强度”; 210.02, 1965 年 1 月, “正齿轮的表面耐久性(点蚀)”; 以及 221.02, 1969 年 2 月 “斜齿轮齿和人字轮齿的表面耐久性(点蚀)”。

相当强度功率

$$CPR_s = \frac{N_p d K_v}{126\,000 K_{sf}} \left(\frac{F S_{at} J}{K_m P_d} \right), \text{hP}$$

(公制)

$$CPR_s = \frac{N_p d K_v}{537\,000 K_{sf}} \left(\frac{F S_{at} J}{K_m P_d} \right), \text{kW}$$

相当寿命功率

$$CPR_d = \frac{N_p F I C_v}{126\,000 C_m C_{sf}} \left(\frac{S_{ac} d C_h}{C_p} \right)^2, \text{hP}$$

(公制)

$$CPR_d = \frac{N_p F I C_v}{537\,000 C_m C_{sf}} \left(\frac{S_{ac} d C_h}{C_p} \right)^2, \text{kW}$$

式中: N_p ——小齿轮转速, 该转速是在空载下行单绳拉力和单绳速度情况下, RPM;

d ——小齿轮节径, mm(in);

K_v ——动载强度系数;

C_v ——动载寿命系数;

F ——配对齿轮最窄处的净面宽度, mm(in);

K_m ——强度载荷分布系数;

K_{sf} ——强度使用系数;

C_m ——寿命载荷分布系数;

C_{sf} ——寿命使用系数;

C_p ——弹性系数;

C_h ——寿命硬度系数;

J ——强度几何系数;

I ——寿命几何系数;

P_d ——径向节距, mm(in);

S_{at} ——材料的许用弯曲应力, MPa(PSI);

S_{ac} ——寿命许用接触应力循环数。

K_v 、 C_v 、 K_m 、 C_m 、 C_p 、 J 、 I 、 S_{at} 和 S_{ac} 等值可用美国齿轮制造商协会规范中的适合表格和曲线确定。为此, 取:

$$K_{sf} = 0.90$$

$$C_{sf} = 0.50$$

其余各值是有关齿轮的物理特性或工作特性。

b. 轴承 对于轴承的 CPR 应由下式确定:

$$CPR_b = \frac{S \cdot LP_{5\,000}}{33\,000}, \text{hP}$$

$$CPR_b = \frac{S \cdot LP_{5\,000}}{32\,630}, \text{kW}$$

式中: S ——在额定单绳拉力下最大额定绳速, m/min(FPM);

$LP_{5\,000}$ ——5 000 小时 B-10 轴承寿命的绳拉力, N(lb)。

注: S 和 $LP_{5\,000}$ 是对滚筒上同层钢丝绳而言。

6.1.7 挠性花键和其他连接装置的额定值

在 6.14 的装置对中限度范围内, 挠性花键和其他连接装置在额定负荷和最大额定速度时的设计寿命, 应大于传动齿轮和(或)轴承的设计寿命。

6.2 变幅

6.2.1 变幅机构

吊臂变幅机构是控制吊臂的高度并支承吊臂的装置,其要求如下:

- 变幅机构应该从水平面以下 10° 的最小吊臂角度到最大推荐吊臂角度都能升降吊臂;
- 变幅机构应能在推荐的最小和最大吊臂角度范围内升降和控制吊臂和设计负荷;
- 变幅机构应能在推荐的最小和最大吊臂角度范围内支承吊臂并承受 110% 的设计载荷,变幅机构可以是液压缸或钢丝绳卷筒及其驱动机构。

6.2.2 辅助锁定机构

无论何种驱动类型,吊臂支承应装设锁定机构。

- 钢丝绳吊臂支承机构上应装棘轮和掣爪或其他有效锁定装置,以防止吊臂的意外降落;
- 对液压缸吊臂支承机构,应装锁定机构(如整体安装的止回阀)以防止吊臂失控降落。

6.3 伸缩吊臂机构

伸缩吊臂包括基本臂和从基本臂伸出的一节或多节伸缩臂。伸缩臂伸出可增加吊臂长度。通过液压机械或其他装置可进行伸出和缩回。

- 动力回缩功能应该能在推荐的最小和最大的吊臂角度范围内控制设计载荷并能支承 110% 的设计载荷。
- 应该给伸缩液缸配备销定装置(如止回阀)以防止液缸的失控移动。液缸与锁定装置之间不应该使用软管。

第 7 章 回转机构

7.1 回转机构

回转机构是使起重机的上部结构旋转的装置。回转机构应以可控的加速度和减速度平稳地起动和停止。

a. 停车制动器 应该装备具有双向制动能力的停车制动器。该制动器用于限制上部结构运动,但不能用于对工作中的回转运动进行制动。停车制动器应该由操作者在操作台操纵,并应该保持挂合位置,不需操作者关注。

b. 自动停车制动器 如果回转制动器是自动型的,回转操纵杆回到空档,不应该以某种方式挂合制动器而突然停止回转运动。不应该使用没有控制减速度能力的自动回转制动器。

c. 动态摩擦制动器 可以装备停止、制动或减慢上部结构回转运动的动态摩擦制动器。如已装备时,操作者在操作台应该能操纵。它也能满足 7.1a 的要求。

7.2 旋转锁定装置

可以在一个或多个固定位置上装备有效锁定上部结构的机械装置(不依靠摩擦)。在已装备的情况下,它应该能承受由回转机构产生的最大回转力矩,防止意外的挂合或脱开,并且操作者在操作台能操纵它。

7.3 回转环部件

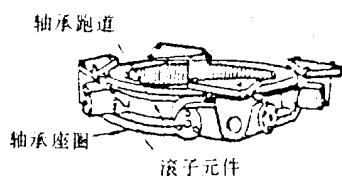


图 7.1a 典型悬挂式滚子装置

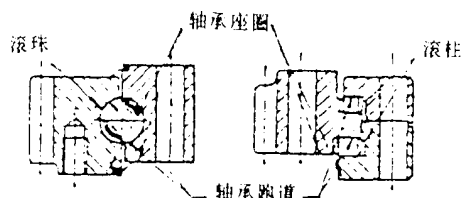


图 7.1b 典型回转轴承横截面

回转环部件是起重机的旋转上部结构和基座间的连接部件。它允许起重机旋转并承受起重机工作时产生的力矩、径向和轴向载荷。回转环部件可以是如图 7.1 所示的滚柱轴承、滚珠轴承或悬挂式滚子结构，或如图 1.1E 所示的中心柱结构。回转环部件应该符合下列规定。

7.3.1 设计

用于确定适合于回转环部件的各系数包括：

a. 设计工作系数 用 I 类设计载荷计算下列基本静载荷组合。

- (1) 倾覆力矩；
- (2) 轴向静载荷；
- (3) 径向静载荷；

这些载荷可以同时发生，并产生回转环部件中的最大应力。因动载作用而修改的额定值已包括在 2.1.2 节中，将不增加回转环的设计载荷。

b. 回转环寿命 受重复循环应力的构件应该设计成有足够抗结构疲劳破坏的性能。根据 1978 年对滚珠轴承修改的美国国家标准协会(ANSI)和美国抗摩擦轴承制造商协会(AFBMA)滚动接触疲劳 B3.15—1972 或 1987 年对滚柱轴承修改的 ANSI/AFBMA 标准 B3.16—1972，或适用的国际标准 ISO—281/I—1977 规定，计算的部件疲劳寿命绝对应该超过滚动接触磨损(B10)寿命。

c. 工作环境 抗摩擦轴承应该密封，避免外界和海洋环境的污染。

d. 极限强度设计原则 包括紧固件在内回转环装置¹的设计原则应该是：在自重加上 3.75 倍的第 I 类设计载荷的情况下计算的最大应力，等于或小于规定的材料抗拉强度极限的最小值。

由于外部加载作用在最重承载的回转环紧固件上的载荷应该由下式计算：

$$P = \frac{4M}{ND} - \frac{H}{N}$$

式中： M ——自重载荷+3.75 倍的第 I 类设计载荷下计算的力矩， $N \cdot m$ ($lb \cdot ft$)；

H ——自重轴向载荷+3.75 倍的第 I 类设计载荷， N (lb)；

D ——紧固件的节圆直径， m (ft)；

N ——紧固件的数量。

7.3.2 材料性能

回转环制造用钢须经过精选、试验和认可使之足以承受起重机的设计载荷。

a. 轴承钢 滚动元件用钢最低应该达到 ASTM 规范 A—295 的要求。轴承座圈用钢应该达到精加工轴承座圈所要求的性能。轴承座圈钢的粗糙度应该符合 ASTM 规范 E46 方法 A 的要求并达到下列限度：

| 杂质分类 | A | B | C | D |
|------|----|----|----|----|
| 薄系列 | 2½ | 2½ | 2½ | 2 |
| 厚系列 | 1½ | 1½ | 2 | 1½ |

满足各种性能的替代材料应该在中心柱和悬挂式滚子装置中应用。

b. 轴承跑道热处理 回转环轴承的制造厂家应该对每台样机的回转环装置通过进行材料(取自有代表性部位)的破坏性试验，检验跑道心部和表面的机械性能是否符合要求。编制材料试验报告，指出测量值并与所要求的计算分析对比。领有 API 许可证者的责任应该是检查轴承制造厂家的设计假设条件和材料试验数据，以确认带有 API 会标的起重机上使用的每个轴承都符合这些要求。

c. 轴承跑道冲击韧性 回转环轴承是用作阻止基座与起重机分离的唯一装置，在其生产中采用的每炉钢的冲击韧性应根据 ASTM 规范 E23，“金属器材的切口棒冲击试验”，用摆锤冲击试验检测，以得到一组三个摆锤冲击试验棒在 -20C (-4F) 下最小平均值 $42\text{N} \cdot \text{m}$ ($31\text{ft} \cdot \text{lbs}$)，并且没有一个值小于 $27\text{N} \cdot \text{m}$ ($20\text{ft} \cdot \text{lbs}$) (在 -20C 下平均值 42J /最小值 27J)。应该在同实际回转环相同横截面尺寸的热处理后的

¹ 主柱结构例外，在 3.1 节中它被看作连接件。

样品上进行试验,并应该显示精加工零件所需的心部硬度。

对于锻造座圈应该在具有相同的模锻收缩率和热处理的样品上进行试验。试棒长应该取平行于回转环座圈圆周的方向。试验应该取自某个深度的试样,这个深度要尽可能靠近座圈最终轮廓上承受最大计算应力(按 7.3.1d)的表面。

d. 焊接 为了把轴承连接到基座和上部结构,应该根据轴承制造厂家推荐的程序进行全部座圈焊接,并应具有相当于座圈基体金属的冲击韧性。焊接到结构上的全部支承装置应该有可焊钢过渡区。在可淬性钢和过渡区之间的焊缝应该经过热处理以消除应力,其热处理温度不得超过座圈热处理中采用的回火温度。

7.3.3 安装与维修保养

a. 表面不平度和精加工 回转环装置的制造厂家规定的不平度和表面精加工要求,在上部回转结构、转承和基座、回转环配合面上都应遵守。

b. 基座偏斜 承载状态的最大偏斜应保持在回转轴承制造厂家规定的限度内。

c. 回转环部件间隙 如果回转环装置是一个滚珠或滚柱轴承,在承载前允许的间隙必须被取代,起重机手册中应规定认可的测量这个间隙的方法。

d. 滚柱滑道偏斜 如果回转轴承装置是悬挂式滚子装置,这个装置应该是可调的,以缩小间隙。起重机手册中应规定允许的间隙值和调节方法。

e. 安装说明 起重机制造厂家应提供下列资料:

(1) 回转环装置安装尺寸;

(2) 起重机基座接触面上与轴向及径向载荷对应的最大倾覆力矩;

(3) 起重机基座接触面上与倾覆力矩及径向载荷相对应的最大轴向力。

力矩和轴向载荷应该用自重载荷加上 2.0 倍的静额定起重量来计算。

7.3.4 螺纹连接件 把回转环装置连接到基座或上部结构的螺纹连接件应该符合下列要求:

a. 螺栓间距 连接螺栓在 360°安装圆周范围内应该等距分布。在安装回转轴承时可以漏去一个螺栓。如果结构分析或起重机样机应变试验可以保证螺栓连接的完善性,起重机制造厂家可以任意地采用不等的螺栓间距。

b. 疲劳寿命 螺纹连接的疲劳寿命应由计算确定。回转环买主有权审阅该计算。

c. 材料性能 用于螺纹连接件的材料应符合 12.5 的要求。

d. 预应力程序 连接件应施加预应力,达到在任何第 I 类设计载荷下其最重承载的连接件也不能消除预应力的程度。

e. 紧固件标志 只有标有制造厂家永久性标志和美国机动工程师协会(SAE),美国材料试验协会(ASTM)或国际标准协会(ISO)辨认标志的紧固件方可使用。

f. 转动限制 不易检查的连接件,应该用非永久性的方法限制其转动。

7.3.5 回转环装置限位器

随买主选择,回转环装置应装一个辅助装置,以便在万一回转环装置发生机械事故的情况下,能防止上部构架与基座分离,已装有时,在辅助装置设计与制造中所用材料的性能应予以选择,以便在冲击载荷下防止破裂。强度的极限应符合 7.3.1d 的要求。

第 8 章 动力设备

8.1 总则

动力设备是发动机及包括功率输出方式和起动装置的辅助设施。

a. 汽油机用作发动机是不允许的;

b. 气动发动机或使用可燃气体作为流体动力介质的辅助装置是不允许的。

8.2 排气装置(内燃发动机)

a. 排气应装有火花消除器;

- b. 废气应用管子排到发动机防护罩的外边,并向远离操作者的方向排出;
- c. 所有排气装置在正常运行中与人员可能接触的地方应装防护罩。

8.3 燃油罐

- a. 燃油罐应装有加油口和盖,用来防止燃油受外部的污染。对可卸下的盖应可靠地用绳或链拴到加油口上。
- b. 在所有燃油罐上应该装有排污口,排污口位于燃油出口最低液面以下。

8.4 危险区分类

动力设备安装在根据 API RP 500B“在钻机和采油设备中电气装置地区的分类”划分的危险区里,应符合有关的推荐作法和国家电气标准(NEC)以便在已分类区内消除火源。

买主应该对制造厂家说明安装起重机区域的类别。该分类应考虑该区域的临时以及永久安装的设备。

第9章 控制装置

9.1 总则

控制装置应依照下列要求:

- a. 在起重机正常工作中,所使用的控制器应装在操作台的操作人员容易达到的范围内。
- b. 变幅、重物起升、回转和吊臂伸缩(当应用时)的操纵杆应在释放后自动回到其空档位置上。
- c. 操纵杆的操作和功能应该有清楚的标记,并从操作台容易看到。也可采用操纵杆布置图来表明每一操纵杆的功效。
- d. 操作室应配有应急停车设施以供操作员在岗操作。
- e. 已装的脚踏操作板,应使操作人员的脚不容易滑脱。

9.2 控制力和位移

如果控制器和相应被控原件按厂家推荐作法进行正确的维修、调整和操作,在额定范围内,所需要的操纵力和操纵幅度将不会超过:

- a. 手杆——20 lb(89 N)和 14 in(350 mm)总行程。
- b. 脚踏板——25 lb(111 N)和 10 in(250 mm)总行程。

9.3 动力设备控制器(动力设备在起重机上)

对安装在起重机旋转机构上并正常工作的动力设备,其控制器应该在操作人员容易达到的范围内。应包括下列装置:

- a. 起动和停车装置;
- b. 内燃机速度控制器;
- c. 发动机紧急停车装置;
- d. 换档式变速器。

9.4 动力设备控制器(遥控—动力的)

用来操作动力设备的控制器应该方便地装在遥控动力装置上,并且应包括与 9.3 相同的装置。

9.5 发动机离合器

直接机械传动的起重机应该装有离合器或其他分离动力的有效装置。离合器的控制器应该在操作人员容易达到的范围内。

9.6 起重机基本的四杆操作控制装置

本规范适用于普通的起重机控制器。它不应该认为是限制使用或应用联动控制器、自动控制器或任何其他特殊操作的控制要求。

- a. 主控制器的布置如图 9.1 应用简图所示。所示的控制器是手动操作杆。
- b. 所有其他功能的控制器,例如副滚筒和油门,应在适当位置,避免操作者混乱和身体干扰。本规范中没有任何规定妨碍使用服从前述要求的附加控制器。
- c. 所有主控制器应按图 9.1 控制简图和表 9.1 功能中规定的那样操作。

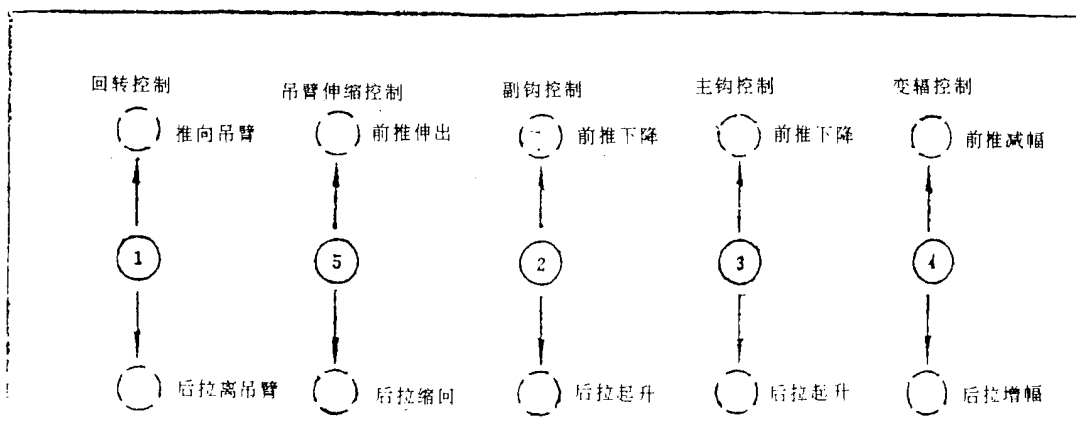


图 9.1 四杆起重机控制简图(从操作者位置看)

表 9.1 四杆起重机控制器动作

| 控 制 | 动 作 |
|------------------------|--|
| 1. 回转控制 | 朝前推向吊臂方向,对右侧操作者位置左转或对左侧操作者位置向右转。中位(空档)不转。 朝后拉,离开吊臂方向。 |
| 2. 副钩控制 | 向后拉起升; 中位(空档)停住重物; 朝前推下降。 |
| 3. 主钩控制 | 向后拉起升; 中位(空档)停止重物; 朝前推下降。 |
| 4. 变幅控制 | 向后拉吊臂幅度增大; 中位(空档)保持吊臂位置; 朝前推吊臂幅度减小。 |
| 5. 吊臂伸缩 (装有一个以上操纵杆) | 向后拉缩回; 中位(空档)保持长度; 朝前推伸出。 |

* 在应用的地方。

9.7 起重机基本的两杆操作控制装置

本规范适用于普通起重机控制器。它不应认为是限制使用或应用联动控制器,自动控制器或任何其它特殊操作控制设备。

a. 控制器的排列应如图 9.2 所示。所示的控制器是手动操作杆。

b. 所有其他功能的控制器应放在适当位置以避免操作混乱和身体干扰。在这个推荐的作法中没有任何东西妨碍服从于此处建议的附加控制器的使用。

c. 全部主控制器应按图 9.2 控制简图和表 9.2 功能卡中规定的那样操作。

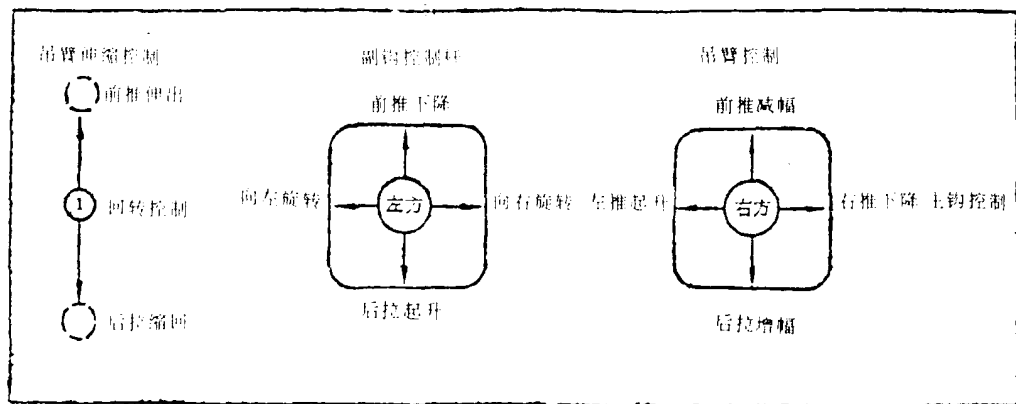


图 9.2 两杆起重机控制简图
(从操作者位置者)

表 9.2 两杆起重机控制器功能

| 控 | 制 | 操 | 作 |
|--------------------------|---|---|---|
| 1. 回转控制 | | 向左推向左转动； 中位(空档)不转动； 向右推反向动作或向右转动。 | |
| 2. 副钩控制 | | 向后拉起升； 中位(空档)停住重物； 向前推下降。 | |
| 3. 吊臂控制 | | 向后拉吊臂幅度增加； 中位(空档)保持吊臂位置； 向前推吊臂幅度减小。 | |
| 4. 主钩控制 | | 向左推起升； 中位(空档)停住重物。 | |
| 5. 吊臂伸缩* (可装有一个以上操纵杆) | | 向后拉起升； 中位(空档)保持长度； 朝前推伸出。 | |

* 如果应用时。

第 10 章 操作室和防护罩

10.1 总则

在实际情况下,应建造操作室和防护罩以使上部结构机械、制动器和离合器以及操作台免受气候的影响。

没有操作室或防护罩保护操作人员、上部结构机械、制动器和离合器的起重机,应该完全地防止海上环境的腐蚀作用。

10.2 窗户

所有窗户应该装有安全玻璃或其它相当材料的玻璃。窗户应装在操作室的前面和两侧,以便能看前面和任一侧。朝前的视野应无论什么时候都能达到吊臂顶部和重物。前窗可以有一扇是可拆下的,或保持打开。如果这扇是可拆下的,应有存放空间。如果这扇是保持在打开位置的,它应该是能固定的,以避免意外关闭。

10.3 门

所有操作室或防护罩的门,不管是滑动型还是旋转型,在设备操作中应该完全防止意外打开或关闭。

靠近操作者的门,如果是滑动型的,应是向后滑打开;如果是旋转型的,应是向外开。应该有一条通畅的走道,通向离操作台最近的出口。

10.4 操作室入口

应该装合适的抓手或台阶,便于出入操作室或防护罩。应该根据美国国家标准学会(ANSI)规范 A12.1“关于建筑物和工业设备的入口”装设把手。

10.5 平台和走道

主要行走表面应是防滑型。如果设有外平台,应该根据 ANSI 规范, A12.1“对地板和墙壁开口,栏杆和脚踏板的安全要求”装设保护栏杆。在不需要脚踏步的位置,应装两个间断栏杆。所有走道和平台的最小宽度应为 380 mm(15 in)。

10.6 安装进人口

由于安装和维修的需要,某些地方应该装设梯子或台阶以便给出一个进人口,并应该符合 ANSI 规范 A14.3“对固定梯子的安全标准”要求。在必要的地方,操作室顶或防护罩表面应能承受 90 kg(200 lbs)人体的重量而不致永久变形。

10.7 噪声级别

除非买主另有说明,在操作台的噪声不应超过如下值:

- a. 发动机在低速空转和起重机操纵杆在空档时测量为 90 dB(A)(低灵敏度);
- b. 起重机在全油门和回转机械的全额定载荷下工作时测量为 95 dB(A)(低灵敏度)。

对本规范来说,应根据美国机动工程师协会(SAE)推荐作法 J919b(注明日期 1976)的适当章节,在制造厂家的测试设备上用样机起重机进行噪声级别测试。

买主在规定噪声级别要求时,应考虑设备类型,即有人操作的或无人操作的设备、预期的起重机工作周期和背景噪声级别。

第 11 章 其他设备和要求

11.1 吊臂设备

- a. 应装有吊臂限位器或停止器,以便在吊臂达到预定的上限角度时自动停止变幅。下限角度限位器或停止器也可以作为任选设备。
- b. 应装有吊臂停止器,以便在大风或突然放松载荷时阻止吊臂反向倾翻。适合吊臂停止器的结构有:
 - (1) 固定式或伸缩式保险杠;
 - (2) 减震保险杠;
 - (3) 液压式吊臂变幅液缸。
- c. 吊臂各节臂和副钩顶部应作出永久性标记。
- d. 副钩顶部应阻止反向倾翻。
- e. 应该装有从操作台可读出吊臂幅角或工作半径的指示计。
- f. 对于伸缩吊臂,除非载荷额定值不取决于工作半径,应该装有从操作台可读出吊臂长度的指示计。
- g. 起重量指示计或载荷力矩计量装置可以作为任选设备。

11.2 运动零件防护罩

- a. 敞开的运动零件,例如齿轮、定位螺钉、凸出的键、链条、链轮和往复或旋转件,在正常工作条件下可能造成危险,应该装防护罩。
- b. 防护罩应该固定牢靠,并且应能承受 90 kg(200 lb)人体重量而不致永久变形。防护罩位于不可能被踩上的位置时,可不受此限制。
- c. 如果防护罩是不能实现的,制造厂家有责任用适当的标志预先警告。这个标志应该根据 SAE 推荐作法 J115“施工设备的安全标志”来设计和安装,并且要与其尺寸和位置的实际限制相符合。

11.3 离合器和制动器保护装置

所有的摩擦式制动器和离合器都应装防雨罩。在离合器和制动器的联杆机构中的销子、转轴和螺栓应

该是耐腐蚀的。

11.4 润滑点和液体注入

在所有零件上的润滑点应该是容易接近的,不必拆下防护罩或其他零件。液体注入点(燃油、冷却液、液压油等)应该位于容易接近的地方,并且不聚集溅出的液体。

a. 液位指示计应该遵循 SAE 推荐作法 J48“液位指示计指南”中已宣布的指导原则。

b. 制造厂家应该提供润滑图表。关于液体注入推荐的符号和颜色标记见 SAE 推荐作法 J223“适用于维修保养说明,容器和注入点的辨认符号和颜色标记”。

11.5 液压和气动管线保护

外露的管线易受损坏,应根据实际经验加以保护。

11.6 防止两滑轮相撞(ANTI-TWO BLOCK)

应装有一个装置,防止起升钢丝绳、构件和机械设备在卷筒钢丝绳收回时两个滑动组(例如起重滑轮组与吊臂头滑轮组)相碰撞而发生损坏。可以使用控制超越装置、防撞报警或其他装置。在不会产生损坏和失控的情况下,也可采用停止起升卷筒的方法。

11.7 应急重物下放

除非买主另有说明,至少有一个起升卷筒应装有应急重物下降装置,以便在万一发生动力事故或控制系统失效时使用。在所有载荷条件下,提升装置应该提供有控下降和停车。控制器应该防止意外挂合,该装置应使用独立于起重机以外的替代动力。说明牌应该装在操作台旁边。

11.8 杂项设备

a. 工具箱 用于存放工具和润滑部件。若已配备,应该永久地固定到起重机上。

b. 液压回路压力 应该配备用于检验制造厂家所规定的每个液压回路压力大小的装置。

c. 危险区分类 按 API RP 500B“钻机和采油设备上电气设备区分类”,划分在危险区的起重机或遥控的动力设备,其上的电气部件应该满足适合于消除火源的已分类区的国家电器标准 NEC 的要求,吊臂上的部件应该适用于吊臂所覆盖的最危险区域。

买主应该对制造厂家说明起重机将要安装场所的类别,分类要考虑使用场所临时及永久安装的设备。

d. 声响报警装置 当买主说明时,应该装设声响信号装置。该装置的控制装置应该设在操作者容易达到的范围内。

e. 泄漏收集 凡受到液体泄漏的机械表面,应该设有收集系统。该收集区域应该有 50 mm(2 in)的最小边缘高度,并设有排放装置。

第 12 章 构件材料要求

12.1 材料

起重机主要零部件制造加工中采用的材料应该遵照制造厂家对强度和冲击韧性的设计要求。

a. 金属 设计要求应该规定金属材料的下列性能:

化学成份;

热处理状态;

机械性能:

(1) 屈服强度;

(2) 抗拉强度;

(3) 延伸率;

(4) 冲击韧性。

b. 试验 设计要求规格书应该详述试验方法,以便保证零部件具有完工条件下的规定性能。所有材料,在最大可能的程度上,应该根据公认的标准组织,例如 ASTM、AISI(美国钢铁学会)、SAE 和 API 的规范来购买。

c. 钢丝绳 第五章里有对钢丝绳的要求。

12.2 材料跟踪

关键部件和零件的材料跟踪应通过一个系统程序来实现,该检查和鉴别程序对材料的每一工艺,检验和试验记录都进行控制。生产工序应有充分详细的书面材料,并且在其保存期间的任何时候都能得到原始文件的副本。材料的原始文件应该由初始生产厂家提供,而不能用第三方材料供应商所准备的处理过的证明文件来代替。如无材料支持文件,生产厂家只有在进行或已经进行试验和审核来保证材料与设计要求一致的情况下,材料方可用于制造起重机,无文件支持其性能符合设计要求的材料不应用于关键结构部件的生产。

12.3 冲击性

起重机的所有主要零件应该表示出摆锤冲击能量值,保证至少在最低工作温度下从脆性向塑性断裂转变。在需要时,可以考虑采用韧性、容许裂缝尺寸和检验要求的其他恰当的断裂控制方案。如果采用适用性原则,根据 API 和(或)用户的要求,提供分析细节文件以供检验。设计工作温度应该在铭牌上标明。

12.4 铸件

a. 样机铸件 对起重机的所有关键铸件,其铸造工艺的有效性应该通过对首批铸件和(或)每次改变模型型式或浇注方法后的铸件进行试验和检验来证明。破坏性试验和(或)其他采用无损检验方法都被认为适用于这个目的。如果采用射线照相,对小于 50 mm(2 in)厚度的铸件,放射源应为“X”射线或铀 192 同位素。对样品铸件的评价应表现在该铸造工艺连续制造不低于表 12.1 中的射线标准的高质量关键铸件。

b. 产品铸件 对于关键的铸件产品,生产厂家应依据材料性能、工作环境和关键铸件区域的应力水平来建立无损探伤方法和检验标准。检验程度应适当,以保证高质量的铸件满足使用要求,并要求检验所有主要应力区。

c. 热处理 所有的关键铸件在落砂和冷却到环境温度后,应进行正火和回火、淬火和回火或消除应力热处理。回火和消除应力温度应适合铸件的合金含量和所需的强度水平,但不能低于 593 C(1000 F)。

表 12.1 根据 ASTM 射线照相的认可标准(可接受的缺陷程度/等级)

| 不均匀度类型 | ASTM E446 | ASTM E186 | ASTM E280 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| A 类(气孔) | 严重度 3 | 严重度 2 | 严重度 2 |
| B 类(砂眼和夹渣) | 严重度 2 | 严重度 2 | 严重度 2 |
| C 类(收缩) | CA 类,2 度 | 1 类,1 度 | 1 类,1 度 |
| | CB 类,2 度 | 2 类,2 度 | 2 类,1 度 |
| | CC 类,1 度 | 3 类,1 度 | 3 类,1 度 |
| | CD 类,1 度 | | |
| D、E、F 和 G 类中所有不均匀度是不合格的 | | | |

12.5 螺栓连接

连接起重机关键部件,承受静和/或动拉力负荷(不是预加载荷)的螺纹紧固件应满足 ASTM A320 的要求。选择规定牌号的材料,以满足强度、冲击韧性和工作环境的耐腐蚀性。在希望采用强度高于 ASTM A320 许用值的螺栓连接的地方,材料应符合 SAE 推荐作法 J429G 和 J105 中规定的技术条件¹。较高强度材料的验证,应从每炉钢中选出相当于两个螺栓连接件的材料以供机械强度、硬度和摆锤冲击能值的试验。一组三个试验所取得的最小平均冲击能值在 -17.8 C(0 F)下应该是 40.6 J(30 ft · lbs),单次试验值不小于 29.8 J(22 ft · lbs)。

12.6 钢板

钢板制成的主构件,当载荷的传递方向为板厚方向或板的短横向方向时,应根据 ASTM A578, II 级质量标准对这些主构件进行超声波检查,并应该根据 ASTM A770 或 API Std. 2H 补充要求 S-4 程序进行检查,并且要求检验层状撕裂强度。

¹ 见附录 C 注释 C12.5 节。

第 13 章 主要受力构件的焊接

13.1 总则

连接起重机结构的承载件或载荷传递件的各种焊接工艺规程和应用这些工艺规程的焊工操作,都应该根据公认的标准检验合格,例如美国焊接协会“土方和建筑设备焊接规范”,AWS D14.3,美国焊接协会“结构焊接标准”,AWS D1.1 或美国机械工程师协会“锅炉和压力容器标准”第Ⅹ章,“焊接和钎焊资格认证”。

13.2 焊接工艺规程

应该为所有焊接制定书面的工艺规程及技术要求。按照 AWS D1.1 和 AWS D14.3 中规定的预先检验合格的工艺规程,只适用于使用该规定限定的焊条,接口和程序的焊接。除 AWS 规范规定的那些外,材料的焊接或工艺规程的使用应通过抽样焊接试验来考核,抽样焊接试验根据已编写的工艺规程进行并符合前面 13.1 节列出的试验标准。

13.3 焊工操作

焊工的操作应该通过实际破坏性试验或者射线照相检查来考核。射线照相检查限于用保护金属极弧、埋弧、气体保护钨极弧,气体保护金属极弧(球形弧、扩散弧或脉冲弧)和磁心弧等工艺的坡口焊缝。用短路(短弧)气体保护金属极弧焊接工艺的焊工操作应该只通过破坏性试验来考核。

13.4 焊缝性能

关键零件的焊缝及其热影响区的强度和冲击韧性应该满足被连接材料的最低设计技术要求。在工艺评定资格审查中,应该进行机械性能试验,以验证该规程控制下的焊接程序能够在焊缝和热影响区获得所要求的技术性能。

第 14 章 构件的无损检验

14.1 无损检验程序

制造厂家应该制定书面的无损检验程序,用以检验起重机的主要构件。这些程序应该考虑在哪一个制造阶段进行何种检验、检验方法的可行性和被检验零件的外形。该程序应由制造厂家的检验人员和/或由制造厂家合同雇用的无损检验人员采用。

14.2 无损检验人员资格

由制造厂家雇用的或订立合同的所有无损检验人员应该根据美国无损检验协会推荐作法 SNT—TC—1A 的程序,以Ⅱ级熟练程度考核。对管件的超声波检验,制造厂家应当根据美国石油学会对近海结构建筑物超声波检查的推荐作法和超声波技师资格指南 API RP 2X,1980 年 3 月修正版,核实程序的有效性和人员资格。

14.3 无损检验的最小范围

制造厂家应对吊机的关键部件进行鉴别。这些部件都应根据公认的工艺标准或由制造厂家选定的书面检验程序和通过一个切合实际的断裂控制方案而得出的可行标准进行无损检验。制造厂家同样也对次要部件的无损检验负责。

14.4 工艺标准的例子

下面的例子表明一些主要部件以及用以进行无损检验的某些公认的程序和体现工艺验收标准的认可数据。制造厂家有责任根据具体的起重机设计、零件设计的临界状态、适用的无损检验方法,拟定一个类似的方案(具有足够可行性的认可标准)。由适用性评价引伸出的验收标准应该考虑已作用的和残留的应力、材料性能、暴露的环境和已选的、用以检测和评价缺陷的无损检验方法的局限。

工艺标准举例

| 零 件 | 检验方法 | 验收标准 |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 焊缝 | | |
| 基座 | ASME B & PVC, | ASME B & PVC, |
| 上部承载结构 | 第 5 章,第 5 款,超声波或 | 第 8 章,附录 U 或 UW—51 |
| 钢板件制成的吊臂 | 第 2 款,射线照相(如果 | 节(如果适用的话) |
| 装配式滚筒 | 适用的话) | |
| 管制成的吊臂 | ASME B & PVC, | ASME B & PVC, |
| 焊缝厚度小于 9.5 mm($\frac{3}{8}$ in) | 第 5 章,第 7 款,磁粉 | 第 8 章,附录六,UA—73 节 |
| 焊缝厚度 9.5 mm($\frac{3}{8}$ in) | ASME B & PVC,第 5 章, | ASME B & PVC, |
| 和以上 | 第 5 款和 API RP 2X,超声波 | 第 8 章,附录 U |
| 铸件 | | |
| 滚筒,吊钩销轴构架 | ASTM E709 | ASTM E125,参见 |
| 滑轮,滑轮壳 | 干粉磁粉 | 磁粉显示的照相 |
| 穿绳零件 | | |
| | | <u>最大缺陷度类型</u> |
| | | I 类 6.3 mm($\frac{1}{4}$ in) |
| | | 对于壁厚小于 |
| | | 或等于 16 mm($\frac{5}{8}$ in) |
| | | 9.5 mm($\frac{3}{8}$ in) |
| | | 对于壁厚大于 |
| | | 16 mm($\frac{5}{8}$ in)以上 |
| | | II 类 2 |
| | | III 类 3 |
| | | IV 类 不合格 |
| | | V 类 3 |
| 锻造产品 | | |
| 锻件 | | |
| 吊钩销轴构架 | ASTM E70 湿磁粉 | 横切于主应力或受扭转载荷零件 |
| 起重吊钩 | | 的显示——无 |
| 穿绳零件 | | |
| 棒状零件 | | |
| 吊臂销轴,门架 | | 平行于主应力的显示 |
| 变幅悬滑轮销轴 | | ——最大 9.5 mm($\frac{3}{8}$ in) |
| 吊钩销轴 | | |

第 15 章 标志

15.1 铭牌

当法定权威机构要求铭牌制造符合本规范时,安装在海上移动钻井设施和固定平台上的起重机应提供一个不锈钢的永久性铭牌或具有相同抗海洋环境浸蚀的其他金属材料。该铭牌应固定在明显的结构上,并应受到保护以防止损坏和字迹模糊。铭牌的设计应符合图 15.1,所需的标志应采用清晰的凹凸字,字体高应不小于 4 mm($\frac{1}{8}$ in)。

15.2 API 会标

如果起重机制造厂家想采用 API 会标/工作标作为对购买者的一个保证,即该厂家制造的产品完全符合此规范规定,且制造厂已获得 API 使用许可和一符合 API 规范 QI 质量程序的质量控制系统,该厂家就可以与美国石油协会办公室联系,其地址印在本规范的封面上。如果工作标印在铭牌上,其高度不应小于 13 mm($\frac{1}{2}$ in)。位置见图 15.1。

图 15.1

起重机制造厂家如欲获得会标使用许可证应按如下地址写信获得申请文件:

API Dallas office at 211 N. Ervay Ste. 1700, Dallas Texas 75201,此外,制造厂家还可以购买 Composite List of Manufacturers Licensed for Use of the API Monogram 的复印件。订购单号为 811-00005。

附录 A

术语

- 辅助装置**——有助于设备的整体功能和效用的辅助零件或部件。
- 行政的或规章的管理机构**——政府机构或在设有政府管辖权条件下的使用者。
- A 型架**——见“门架”，也称桅柱(参见图 1.1 中 18)。
- 许用钢丝绳载荷**——钢丝绳的名义破断载荷除以设计因数。
- 吊臂角度指示器**——测量吊臂高于水平面的角度的辅助装置。
- 指定的**——由使用者或使用者的代表指定的职责。
- 授权的**——由正式任命的行政或规章管理机构指定的。
- 辅助起升**——见“辅钩绳”(参见图 1.1 中 27)。
- 旋转轴线**——丐重机上部结构围绕其旋转的垂直轴线。
- 平衡器**——见“平衡重块”(参见图 1.1 中 16)。
- 带式制动器**——外缩式或内胀式环形制动器,装有衬以耐热耐磨的材料作衬里的制动带。
- 带式离合器**——外缩式或内胀式环形离合器,装有用耐热耐磨的材料作衬里的条带。
- 筒体**——卷钢丝绳的套筒或本体部分。
- 底座**——见“基座”(参见图 1.1 中 24)。
- 轴承跑道**——接触回转环装置的滚动元件(滚珠或滚柱)的轴承座圈的表面(参见图 7.1)。
- 轴承座圈**——容纳回转环装置的滚动元件(滚珠或滚柱)的动圈和静圈(参见图 7.1)。
- 吊臂**——与旋转的上部结构铰接,并用来支承起升滑轮组的构件。
- 吊臂角度**——根部吊臂纵轴在水平面之上或之下的角度。
- 吊臂弦杆**——桁架型吊臂的主角杆(参见图 1.1 中 1)。
- 伸缩臂**——吊臂内伸缩的中间吊臂节(参见图 1.1 中 2)。
- 吊臂底部枢轴**——上部结构上的吊臂枢轴点(参见图 1.1 中 3)。
- 变幅**——见 6.2 节和以下段落。
- 变幅机构**——支承吊臂并调节吊臂角度的装置(参见图 1.1 中 4)。
- 变幅钢丝绳**——靠滚筒操纵并调节吊臂角度位置的钢丝绳(参见图 1.1 中 5)。
- 吊臂斜拉筋**——以各种角度连接和支承桁架型吊臂各弦杆的构件(参见图 1.1 中 6)。
- 吊臂长度**——沿吊臂纵轴测量的,从吊臂底部枢轴中心线到吊臂顶端重物起升滑轮销轴中心线的直线距离。
- 变幅液缸**——支承吊臂并调节吊臂角度的液缸装置(参见图 1.1 中 7)。
- 吊臂钢丝绳**——卷在滚筒上或通过滑轮的变幅钢丝绳。见变幅钢丝绳。
- 吊臂顶端滑轮组**——组成吊臂顶端整体部分的滑轮组和销轴的总成(参见图 1.1 中 8)。
- 吊臂连接**——各基本部吊臂节和各附加臂节的连接件,通常有连接板式、销轴式或对接式(参见图 1.1 中 12)。
- 吊臂止动器**——用来限制在最高推荐吊臂角度的装置(参见图 1.1 中 13)。
- 吊臂顶端延伸臂**——见“挺杆”(参见图 1.1 中 14)。
- 制动器**——用来放慢或停止运动或者刹车定位的装置。
- 制动器闸瓦**——闸瓦式制动器或离合器与制动轮鼓接触的那部分。
- 紧索装置**——见“变幅滑轮组”(参见图 1.1 中 17)。
- 大齿轮**——见“回转齿轮”。
- 操作室**——供操作人员和操纵设备控制器用的壳体式小室(参见图 1.1 中 15)。
- 电缆**——挠性电导线。
- 中心枢轴(也称主枢轴)**——作为旋转中心装置并连接旋转上部结构和底座的垂直枢轴或转轴。

中心柱(也称主柱)——作为旋转中心线,并且还作为与平台连接的管件(参见图 1.1 中 20)。

离合器——连接或切断动力的装置。

配重——(平衡重块)通过增添设备的重量对起升工作载荷保持平衡的重块,通常装在旋转上部结构的尾部(参见图 1.1 中 16)。

关键部件——任何没有附加和(或)辅助限制设备的起重机装置中的构件,它的失效将导致重物的无控制下落或上部结构的无控制旋转,见附录 B 范例。

交叉点——在滚筒上多层缠绕钢丝绳的情况下,外层钢丝绳跨过先前的绳层的那些接触点。

液缸——把液能转变为机械力和运动的装置。

变幅——在垂直平面内改变吊臂角度的操作。

选定的——被使用者或使用者代表选择或指定有资格完成规定职责的。

设计载荷——见本规范 3.1.2。

设计要求——制造厂家技术管理机构对起重机生产中采用的材料、制造、装配和检验程序所规定的要求。

钢丝绳卷筒——带有侧凸缘的旋转圆筒,用于机械操作的钢丝绳缠绕其上。

动载荷——由于加速或减速力而引起设备或它的零件的载荷。

防护罩——能对设备提供保护的结构物。

导绳器——引导钢丝绳正确缠绕的装置。

快绳——见“辅绳”(参见图 1.1 中 28)。

适用性——制造或装配部件或零件达到保证材料性能所需的质量水平(不一定是所能达到的最高水平)。环境相互作用,以及在组装或连接中存在的任何不完善性,都是适合于预期用途的。适用性是指:一个装置或零件可以有相当范围的材料或装配的不完善性,但是它们的存在对其工作性能和可靠性没有影响。

凸缘接触点——在钢丝绳变层处,钢丝绳与滚筒侧凸缘间的接触点。

变幅滑轮组(也称紧索装置)——装有滑轮并用通常悬索的静钢丝绳连接吊臂的机架。(参见图 1.1 中 17)。

基础螺栓或紧固件——用来把回转环轴承连接到上部结构和(或)基座上的螺栓。

断裂控制方案——考虑材料性能,四周暴露条件,可能的材料和装配的不完善性和检验方法等问题,目的是为了消除在预计的起重机使用期限内和设计要求下所引起的破坏。

人字架(也称 A 形架)——伸出上部结构上面的构架,吊臂支承绳穿过这个构架(参见图 1.1 中 18)。

绷绳——连接两个部件而不动作的固定钢丝绳,它保持两部件连接点之间的固定距离。

起升——提升的过程。

起升机构——用于提升和放下重物的卷扬机卷筒和穿绳系统。

起升钢丝绳——提升过程用的钢丝绳。

吊钩滑轮——在提升作业中使用的,装有吊钩的滑轮。它可以装有单滑轮,用两根或三根绳系;多滑轮用四根以上绳系(参见图 1.1 中 19)。

悬挂式滚子——防止旋转上部结构提升而脱离滚道的滚子。悬挂式滚子是连接上部结构到基础或基座上的装置。

传动轴——传递动力的中间轴。

挺杆(也叫顶部外伸臂)——连到吊臂顶端的外伸臂,达到增加吊臂长度以起升规定的重量(参见图 1.1 中 14)。

主枢轴——见“中心枢轴”。

斜拉筋——见“吊臂斜拉筋”(参见图 1.1 中 6)。

外套筒——供改变卷扬机卷筒直径用的可拆卸和可交换的卷筒穿绳外壳,以达到改变绳速和拉力。这个结构由制造厂家任意选配。

桁架型吊臂——在主杆(弦杆)之间有角钢或钢管式斜拉筋的开式结构吊臂。

活动滚子支承——在旋转上部结构和底座间自由滚动的多个回转滚子装置。

工作载荷——施加到起重机的外载荷,kg,10N(lbs),包括起重辅助设备的重量,例如起重滑轮、吊环和绳索。

下起重滑轮——由起升钢丝绳悬挂的吊钩或吊环、转环、滑轮、销轴和构架的总和。

上起重滑轮——吊臂顶端悬挂的吊环、转环、滑轮、销轴和构架的总和。

承载钢丝绳(也称起升钢丝绳)——在起重机提升作业中称做主钩钢丝绳(参见图 1.1 中 22)。副钩钢丝绳称做快绳或副起升钢丝绳(参见图 1.1 中 28)。

载荷额定值——制造厂家根据第二章确定的起重机额定值,kg,10N(lbs)。

活动吊装工具——活动吊装工具包括所有吊索、吊网、吊钩、吊篮、吊环、链条、钢丝绳、缆索、救生衣等,是起重机操作中把重物连接到起重吊钩或起重机装置上并移动重物所必须的。(救生夹克和救生衣是海岸警卫队认可的救生装置,它能保证不省人事的人处于脸朝上的位置。工作衣是飘浮装置,通常由泡沫塑料做成,工作衣未被证明适于水上工作或人员运输。

仰俯——见“变幅”。

主钩钢丝绳——见“承载钢丝绳”(参见图 1.1 中 22)。

主结构变更——降低任一结构件承载能力的结构修改,并由此建立修改的载荷图。

桅柱(也称门架)——铰接在吊臂铰链或其近旁的构架上,用以支承吊臂。桅柱顶部通常用变幅钢丝绳吊住和升降吊臂。

主离合器——使发动机与起重机的全部运动断开/挂合。

主连接链环——是一个合金钢焊接链环,用作把合金钢链条连到主链环上的中间链环。

主链环或集合环——是锻制的或焊接的钢环,用来吊住所有合金钢链式吊索或钢丝绳吊索的端部(脚部)。

机械式连接链环——是非焊接的封闭式钢链环,用来把主链环、吊钩等连接到合金钢链条上。

操作台——操作者操纵机器的特定地方。

自松——在制动器松开时,起升绳端上的重块使钢丝绳从卷筒上退绕的能力。

重力球——单根绳上球形重块,用来在重力的辅助作用下把钢丝绳从卷筒上拉出来(参见图 1.1 中 23)。

棘爪(止动块)——在一个或多个方向有效地保持部件不动的装置。

有效载荷——见“工作载荷”。

基座(也称底座)——回转上部结构安装其上的支承结构(参见图 1.1 中 24)。

悬绳(也称绷绳)——具有固定的端部连接和规定长度的不动作的固定钢丝绳(参见图 1.1 中 25)。

节径——卷筒、套筒或滑轮的根部直径加上钢丝绳的直径(参见图 5.1 和图 6.1)。

动力控制下降——动力系中的一个系统或装置,而不是重物起升制动器,该装置能控制重物起升机构的下降速度。

样机——遵守本版 API Spec 2C 的特定设计,并是最初制造的部件或设备。

有资格的——一个人,通过拥有承认的学位和职业身分证明,或通过多方面的知识、培训和经验,成功地显示解决或分析与主题和工作有关问题的能力。

额定能力——由制造厂家所确定的在规定的起吊半径下的额定起重量,也是制造厂家书面保证的在所规定的起吊半径下的最大起重量。

尾端半径——见“尾部回转半径”。

(穿)绳系——钢丝绳绕卷筒和滑轮运动的绳系。

旋转上部结构——旋转上部构架结构和安装在它上面的操作机械。

环形齿轮——见“回转齿轮”(也称大齿轮)。

滚子跑道——支承回转上部结构的滚子,在一个表面上运动。这个表面就是滚子跑道。它可容纳圆锥滚柱或圆柱滚柱,或转动棍子。

滚动元件——回转轨道轴承座圈间装有的滚珠或滚柱(参见图 7.1)。

转盘——见“旋转上部结构”。

绳——除非另有说明,叫作钢丝绳。

防旋转钢丝绳——由捻向一个方向的内层股和覆盖在其上并捻向相反方向的外层股组成的钢丝绳。这就有平衡力矩作用,减小了钢丝绳扭转趋势。

跑绳——绕滑轮或滚筒运动的钢丝绳。

应该——这个词表明,该规则是强制性的和必须遵循的。

应当——这个词表明,该规则是推荐的,其合理性取决于每种情况下的事实。

侧向载荷——对吊臂垂直平面成一个角度施加的载荷。

回转——见“旋转”。

吊索——把重物连接到吊运设备上的装置。

固定钢丝绳(绷绳)——一根支承的、不动作的钢丝绳,这根钢丝绳保持用它连接两部件的连接点之间的固定距离。

结构能力——设备及其零件能承受的由施加载荷产生的应力的能力。

回转——上部结构的旋转,使重物环绕旋转轴线在水平方向的运动。

回转轴承——座圈和滚珠或滚柱的组合,能经受住带有吊臂和重物的旋转上部结构的径向载荷、轴向载荷和力矩。

回转环部件——(参见图 1.1 中 26)。

回转环——见“回转轴承”和“滚子跑道”。

回转齿轮(也称环形齿轮或大齿轮)——与旋转上部结构上的小齿轮啮合的内齿或外齿轮,提供旋转运动。

回转机构——提供旋转上部结构双向旋转的机械。

转环——带有止推轴承的承受载荷的部件,允许在载荷作用下在垂直于载荷方向的平面内旋转。

转动——起重滑轮(下部)的起吊部分或吊钩装置相对承载绳的悬挂轴线的旋转。

起升滑轮组——用于曳拉滑轮和钢丝绳的组件。

尾部回转半径——从旋转上部结构的旋转中心到后部伸出端的距离,也称尾端半径。

伸缩吊臂——由主吊臂和从主吊臂伸出的一个或多个臂节组成,用以增加吊臂长度(参见图 1.1B 型中 2,10,11)。

变矩器——连接发动机的辅助传动装置,随着载荷增大速度相应减小,它增大发动机的扭矩。

转台——见“旋转上部结构”。

两滑轮相撞——下起重滑轮或吊钩装置提升时与上起重滑轮或吊臂顶端的滑轮组接触相碰撞。

上部结构——见“旋转上部结构”。

辅绳——辅助钢丝绳,它的承载能力通常比主要钢丝绳小,也称副钩钢丝绳(参见图 1.1 中 27)。

钢丝绳——通常由心部和捻在它周围呈螺旋缠绕的、多股金属丝组成的柔性钢丝元件。

附录 B 关键部件范例

以下列出了起重机的一部分而不是全部的部件,它们可根据这里所述定义来划分是否为“关键”部件,每一起重机的设计者和/或制造者都应对其起重机列出一类部件清单。

a) 关键机械部件

所有的制动器控制元件与其受控件之间的链系;

起升和回转制动系统;

起升和回转系统中的卷筒、轴系和齿轮;

A、B、C 和 D 型起重机的回转环;

钢丝绳滑轮和滑轮轴。

b) 关键结构部件

吊臂弦杆；

吊臂根部销子；

吊臂节间连接零件；

吊臂挺杆节和连接部件；

门架、桅杆和 A 型架的基本承载部件；

上部回转结构的载荷传递元件；

E 型起重机中的主柱；

A、B、C 和 D 型起重机的基座和回转环传动部件。

c) 关键的绳索部件

所有起升系统中运动的钢丝绳；

所有载荷支承系统和负荷限制的静止钢丝绳；

吊钩滑轮装置；

重力球或加重装置；

钢丝绳死端连接设备；

变幅滑轮组或紧索装置。

附录 C

注释

C. 2.1 额定起重量

C. 2.1.1 基座式起重机额定值确定方法具有其特殊性。由于基座式起重机安装在刚性基础上,故在平台内作业时对超载很敏感。而且,平台外作业所需的高速性能增加了平台内提升中的冲击可能性。因而,静额定起重量被限定为 75% 的设计载荷。

本规范规定的静额定起重量适合于安装在底部支承式结构或浮式结构上的起重机的静态提升。这类结构有足够的尺寸,使其承受不大的倾斜。Spen 2C 委员会坚决主张,静额定起重量不适用于浮式起重船、浮船起重桅杆,也不适用于安装在平底船上的起重机和起重桅杆。对于这些应用,应当利用规范 2.1.2 求得额定值,它类似于静额定值,但在技术上归纳为对无风浪条件的额定值,并且考虑了基于预期的船倾角而产生的起重机侧倾角和前倾角。

C. 2.1.2 很明显,平台外作业具有的冲击系数大于平台内作业。这些减小额定值的系数在规范的其它章节中已确定,并且至少要达到静态额定值的减小量。

本规范中动载作用的分析,体现了委员会为了确定使起重机在动态环境中的事故可能性减至最小的减小额定值而作的努力。委员会仔细地研究了结构动力学分析方面的当代技术发展水平,发现在文献中有很成熟的理论模拟技术。很显然,因为操作者必须对快速改变环境条件作出反应,所以对近海起重机操作者来说,采用简化了假设条件而产生的动载曲线图比采用最先进的计算方法产生的动载曲线图更有实用价值。因此,由于这些原因和其他原因(C. 2.2 中讨论),一维数学模型被采用。此外,必须指出的是尽管上述模型的采用使海上吊机提升更安全,但它没有处理极端动载超载的措施,例如突然用钩钩住供应船或突然停住降落的重物等。这样的超载可以是无限的,不能在计算上编入额定值曲线。

C. 2.1.3 为了吊运人员,明显增大了结构的安全裕度。对这些作业的额定起重量规定为 $\frac{1}{3}$ 的静额定起重量。这就为结构件提供了一个安全系数,该系数相对许用应力为 4.0,相对屈服强度至少为 6.0。也为钢丝绳强度提供了较大的安全系数。

C. 2.2 计算动载系数的方法是一维数学模型。虽然多维模型表示出高的预测起重机部件应力的能力,但一维模型应足以预测对起重机底座的作用力。尽管吊臂和其它部件中的应力对确定工作寿命是重要的,但第一位的安全利害关系在于可能导致机体分离事故的基座应力。于是,选用简单的一维模型。

C. 2. 2. 1 目前采用两种不同的确定动载系数的方法。第一种是利用买主提供的前倾、侧倾和甲板垂直运动资料。这就对买方提出了较高的要求,因为这些资料一般不在手边。用来获取这类数据的几个方法是:(a)在平台上直接测量甲板速度;(b)研究海上船的运动;(c)根据海况计算水的表面速度。虽然仪器装备的改进可使其他方法更加推广,但目前第三个方案还是容易地、最广泛地使用着。作为例子,表 C1(取自 SAEJ1238)表明速度与海况的相互关系。除 SAE J1238¹ 外,也可采用其他相互关系²。

1 在海洋环境中工作的固定平台上额定值起重机—SAE J1238,SAE,推荐作法,1978年10月;

2 《海洋和 underwater 工程手册》表 11-10,Myers, Holm and MacAllister McGraw-Hill, 1969。

表 C1

| 蒲福风级 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 海况 | 1-2 | 2-3 | 4-5 | 5-6 | 6-7 |
| 有效波高—m(ft) | 0.3 (1.0) | 0.9 (2.9) | 2.1 (6.9) | 4.0 (13) | 7.0 (23) |
| 平均波高 H , m(ft) | 0.2 (0.6) | 0.55 (1.8) | 1.3 (4.3) | 2.5 (8.2) | 4.3 (14.0) |
| 平均波周期 T , (s) | 2.4 | 3.9 | 5.4 | 7.0 | 8.7 |
| H/T m/s(ft/s) | 0.08 (0.25) | 0.14 (0.64) | 0.24 (0.80) | 0.36 (1.17) | 0.49 (1.61) |
| V_d^* m/s(ft/s) | 0.40 (1.24) | 0.70 (2.28) | 1.19 (3.96) | 1.78 (5.80) | 2.43 (7.98) |

$$\text{估算载货甲板速度 } V_d^* = \frac{1.577\pi H}{T}$$

上表所列的参数 V_d^* 提供了载货甲板速度的估算值,它是计算动载系数 C_d 所需要的。如在 SAE J1238 中所解释的,系数 1.577 选自正态分布,达到 90% 的概率,以使下一个波浪将有小于上表确定的 V_d^* 的速度。

确定动载系数的第二个方法是对所有平台外的提升采用一个不变的系数。这有一个主要优点,它简化额定性能曲线及其使用。动载系数必须足够大,以满足最严重的工作海况,而基本上不妨碍起重机的正常使用能力。因而,这个方法用在温和的海况为主的区域是合理的,例如墨西哥湾。这种类型的额定值确定方法,采用零值前倾、侧倾和风速,动载系数为 2.0,它已用于墨西哥湾并具有良好的结果。当采用 SAE J1238 的甲板速度相应关系,对系留船在蒲福风为 5 级时,也得到了约 2 的系数。

用一个特定地区来评价这些方法,既要求参考环境条件,也要考虑作业条件。在屏蔽的或温和的热带地区,采用 2.0 一般是保守的和容易做到的。对不同的海况使用多种额定值,在恶劣条件下是必需的,而且提高了在温和条件下的许用额定值。对于确定冲击系数方法的选择,反映了在合适环境中将操作复杂性降至最低的努力,同时提供一个更综合的,比较麻烦的方法用于更恶劣的地区。

C. 2. 2. 2 对于浮式结构上起重机的动载系数计算是一个比固定式结构更复杂的问题。买主需提供更多的资料。所需的数据与船的运动有关,并应当是在买主提供的能力范围之内。

C. 3. 1 在把 AISC 规范具体应用到起重机方面时,设计工程师面临着解释起重机上某些构件与建筑物中对应物功能的差别,这在吊臂的许用抗压应力解释上更是如此。AISC 是用弹性弯曲方面的有效长度因数 K 来表达该应力的。

K 的数值虽然恰当地由设计工程师选取,但是,不能忽视良好的工程基础。对于在吊臂顶部连接着变幅钢丝绳的起重机,在垂直平面内弯曲,因数 $K=1.0$,在垂直平面外弯曲,保守的假设 $K=2.0$ (对“flag-pole”)。但是,对于“平面外”弯曲,特别是对长吊臂来说, K 的假定值为 2.0 可能是过分保守的。精确的有

效长度因数可以计算,但不是以简单的或直接的方式计算¹⁾,因为它是侧向载荷阻力的函数,侧向载荷阻力来自高张力绳并随提升载荷的增大而增加。一般情况下,该计算方法是借助电子计算机完成的,因此设计曲线图表不易直接利用。对整个吊臂计算 K ,也需要计算达到回转半径所要求的平均惯性矩,以适用于 AISC 规范。计算系绳柱的平均惯性矩的方法是文献^{2,3}中可以得到的。

各个吊臂零件的有效长度因数,即弦杆不加支撑部分和斜拉件必须加以考虑。另外,设计工程师可以选择保守值或者可以进行弦杆和斜拉件杆系的弯曲分析(利用有限元模式)。在吊臂带有不满足 1.18.2.6 节中要求的斜拉筋情况时,此类分析(有限元)必需恰当地应用 AISC 规范。

“1.18.2.6 斜拉筋,包括作为斜拉筋的扁钢、角钢、槽钢或其他型钢,应该留有间距,使它们的连接点间的棱边杆件 L/r 比不超过整体杆件的控制比。斜拉筋应该是匀称的,以便承受垂直于杆件轴线的相当于总压应力的 2% 的剪应力。

对于排列成简单系统的斜拉件的 L/r 比应该不超过 200。双斜拉筋应该在它们的交叉处连接起来。受压的斜拉筋可以作为辅助杆件,对单拉筋, L 的选用为杆件紧固或焊接到主结构件的连接点之间的无支撑长度。对双拉筋,取上述距离的 70% 作为 L 的值,斜拉筋相对构件轴线的斜角最好是:对单斜拉筋不小于 60° ,对双斜拉筋为 45° 。当棱边杆件上各排连接件或焊缝间的距离大于 380 mm (15 in),斜拉筋最好是双的或由数个角钢制造”。

就横撑上发生的弯矩而言,应该分析门架或人字架。一般这时利用有限元模型来分析。

C. 3.1.4 AISC 规范的附录 B 对典型的结构连接、各种类型焊缝和加载循环的某些变化提供疲劳计算标准。25 000 次设计载荷被选取为最小值,并不作为对近海起重机有代表性的加载循环数,而是作为用于设计的最低可接受的循环数。2C 工作组之所以不能提供关于近海起重机工作循环的切实可行的指南,是由于吊机应用范围太广。因此,按照预期的用途设计产品,仍然是每个制造厂家的责任,向制造厂家通报有关工作循环的任何特殊要求,也仍然是每个买主的责任。

本规范讨论的局部过热应力的处理是从 API RP 2A(2.5.3d)中选用的。虽然那个处理是为管子连接而提出的。2C 工作组认为它也能用于海上起重机,特别是对超出 AISC 附录 B 范围的非标准连接和对依赖长度而不是横断面传递载荷的焊缝。

C. 5.3 钢丝绳是消耗物品,应根据 API RP 2D“近海起重机操作与保养的推荐作法”提出的标准,钢丝绳应经常更换。它具有变化的载荷—寿命特性,这项特性曲线完全不同于起重机上的近乎固定的零件。由于这些和许多其他仅限于钢丝绳的特有性质,因此对每种类型钢丝绳和钢丝绳作业选用单一的安全系数。安全系数提高了,且根据经验它是足够大的,可以抵消其他辅助强度影响。例如规定的滑轮尺寸,滑轮组动力特性及钢丝绳的名义强度与最小强度比。

C. 5.4 对较普通的或标准结构的钢丝绳,可按照 API RP 2D 中的更换标准提出报废,但此规定没有充分考虑防转钢丝绳,因为它没有什么可预见性的损坏特点。除 API RP 2D 中提出的检验、保养和更换标准外,并在 API RP 2D 修改成非标准结构钢丝绳的特殊检验标准为止,当在一个捻向有四根无规律分布的破断钢丝或在一个捻向在一股中有两根破断钢丝时,按 API Spec 2C 安全系数条件,应当更换防转钢丝绳。如果载荷限于维持安全系数为 10,在一个捻向有六根无规律分布的破断钢丝或在一个捻向在一股中有三根破断钢丝以前,限于非吊运人员可以继续使用下去。

C. 5.5 由于基座式起重机中吊臂变幅机构的重载使用,使该机构的最小滑轮比提高了。应注意, D/d 比继续使用节径,而不是根部或轮底直径。

C. 6.1.6 相当功率额定值是用来向买主提供不同卷扬机设备在类似工作条件下相对寿命的指标。这通过提供额定值计算的统一方法而做到。

1 例如,见 Young, R. D., Pelletier, A. F., Metting, L. C., 在 Energy Technology Conference and Exhibition, 提出的 “The Mechanics of Crane Booms in three Dimensions” 1978rh, HOUSTON, Texas;

2 “Guided for the Analysis of Guy and stiffleg Derricks”, 美国钢结构学会(AISC)1974.

3 “Theory of Elastic Stability”, Timoshenko & Gere, 2nd Edition, McGraw—Hill, 1961.

海上作业存在着数据资料不足问题,但是,还要在这些作业中制定包括工作循环在内的严格设计标准,即马力额定值。正如同用工业性高架卷扬机就存在着这种不足。这些卷扬机通常按照规范分类和定等级,如由卷扬机制造商学会出版的“电动钢丝绳卷扬机的标准规范”HIMI100-74。这些规范通常根据预期的工作循环把卷扬机应用分为五组。API 采用的相当功率额定值(CPR)是根据上述文献中的 H₃(中等范围应用)规定。

C. 12 材料要求在本规范中规定为使主要零件事故率降到最小。主要零件断裂要引起重物降落或结构失稳。起重机设计者的目的是考虑各个零件的重要性的确定每个零件的临界状态。这些要求不适用于其断裂被认为仅仅是麻烦事或不方便的那些零件(例如栏杆、操作室、防护罩、甲板铺板等),而适用于结构载荷传递系统的零件。对钢丝绳的性能和要求要在另外地方详细说明,并且不作为这些章节的一部分。

C. 12.1 大多数起重机设计都以有根据的工程原理为基础,并且制造详图通常表示在工程图上。通常在设计中采用的材料性能和强度要求不表示在工程图上和制造人员可以使用的文件中。本节是为了确保用于主要零件的材料性能以及根据这些考虑拟定材料技术要求。

C. 12.2 跟踪要求使非故意的或无意中使用了不恰当的材料来制造主要零件的机会降至最小。

坚持对生产者的控制参数追踪能够使材料使用中由第三方材料供应者的笔误和不认真的鉴定造成的误差最小,当材料追踪或鉴别不够时,起重机制造厂家可以选择在自己的实验室或厂外设施进行试验以确定这些材料的性能。如果制造厂家进行的试验证明,不知来历的材料符合制造厂家的设计标准,应有试验报告提供记录,以证明使用该材料是正当的。

C. 12.3 主要零件的突然的或严重的损坏,可通过采用足够大的冲击韧性材料而降到最低程度,这种材料能够承担由制造或装配造成的任何固有的缺陷。指明转变温度的摆锤冲击能量,要求提供针对更高温度下小裂纹脆性断裂造成的安全裕度。对于频繁反复地处于或接近转变温度下工作的零件材料应该提高韧性要求。主要零件避免低温暴露,或降低设计工作温度以避免频繁暴露在转变温度的环境中。

当拉伸应力、冲击韧性和材料缺陷等相互依赖的参数存在于临界组合中时,就会发生脆性断裂。三个参数中冲击韧性是最可靠的决定性的参数。通过有效的无损检验技术和估算实际应力而决定缺陷尺寸是不十分精确的,因为该应力可能是由应力集中和装配残余变形引起的。如果设计条件已计入应力集中因素,即实际应用应力符合工业设计标准,受到可控热应力消除处理的材料被排除在小裂纹断裂发生范畴以外。

使用具有脆性特性的材料可依靠设计方面来校正,设计应有充分的裕度,以便万一零件中一个或几个出现故障时能保证设备继续安全运行。此外,可以通过检测和试验提供使用未经检测冲击韧性材料的使用合理性,保证材料没有临界尺寸的缺陷并在以后的作业中仍然不会出现这种缺陷。对于容易受到浸蚀环境和循环应力作用的并非多余的零件,我们有责任在工程中使用已知断裂抗力的材料设计和制造关键零件。

C. 12.4 复杂形状的结构件,采用浇铸成型比采用锻制加工或通过锻打成近似最终外形等方法都容易。优质钢铸件表现出与它们的锻造对应物不相上下的性能。铸件的完善性在很大程度上取决于铸造方法,特别是高温金属注入砂箱的初始工艺方法。浇注方法的正确性或者通过检验试验铸件的破坏断面来揭示潜在的收缩、气孔、砂眼和深夹渣带等,或者通过非破坏性检验能暴露和确定在铸件的所有关键部位的缺陷的试验来证明。射线照相是实现此目的的传统技术,并且美国材料试验协会已制订分级的标准或合格条件,用于选择与设计标准相一致的质量等级。

完善的浇注作法的样品检验不保证按该工艺生产的全部铸件都表现出相同的质量。因此,应该制定样品制造工艺以保证在常规铸造作法下产品的完善度。在表 12.1 中规定的合格标准就是为了这个目的。这些质量等级规范并不表示要交付没缺陷的铸件,也不强加执行超出工业铸造能力的要求。我们鼓励起重机设计者熟悉这些允许的缺陷和评定各个设计可靠性的含义。

铸件的抗脆断性因没有残余凝固和冷却应力而改善。在凝固后控制铸件的冷却可大大减低残余应力。但是,在钢的变态温度以上的高温条件下,从模子里取出铸件并快速冷却以提高强度,可以造成相当大的残余应力值。用于控制性能和残余应力的落砂方法,在铸造车间常常控制不良,需要接着进行在受控条件下的热处理。

C. 12.5 由于螺纹几何形状的特有切口作用,受高拉力和动载荷的连接件具有潜在的脆裂危险。起重机

设计者应当审定所有螺栓连接的临界状态和考虑有利的特定圆底形状和轧制螺纹成型。

关键性的连接件需要有最小强度值和足够的冲击韧性以使疲劳裂纹处产生断裂可能性最小,疲劳裂纹是由循环载荷和(或)暴露于海洋环境的腐蚀而引起的。当采用连接件的强度高于 ASTM A320 规范给定值时,这种选择被设计条件和试验证明是正确的,并且能够保证符合设计要求。对于接近 $-17.8\text{C}(0\text{F})$ 的设计工作温度,起重机设计者应当把更严格的冲击韧性要求看作对螺纹应力集中因数和高强度钢中固有脆裂倾向的补偿。对所有主要螺栓,设计者应当考虑 7.3.4 节中适用回转环紧固件的要求,并改进装配规定以更加适合紧固件的安装。

C. 12.6 以电弧为加工方法加工后不久产生的破坏,首次证明了轧板的片状撕裂破坏机理。在北海发生几种结构损坏实例后,片状撕裂的损坏可能性逐渐得到了更广泛的承认。

英国研究者的研究使片状撕裂机理与在钢材的制造过程中残留的非金属夹杂物联系起来。实验室研究和轧钢厂试验相结合确定出该材质的某一机械特性,它可用作抗片状撕裂板的验收方法。这个方法是在简单拉伸试验中产生的,该试验是在从板材边缘厚度方向取出的样品上进行的。

钢材制造者已制定出减少非金属夹杂物的浓度、尺寸和形状的方法,允许在连续厚度方向对板材加载而没有大的片状撕裂的危险。

购买板材所需的沿厚度方向拉伸试验的技术要求与超声波试验一起,保证了材料具有较低的非金属夹杂物含量以及免除了由吸收其他杂质或由轧制方法引起的大片起层。

起重机设计工程师应该评价在厚度方向加载的全部设计细节,并且改进这些细节以减少沿厚度加载,或者利用本节中详述的附加性能要求制定购货技术条件。

C. 13 起重机的主要焊接件的性能是随焊接工艺规程而定的,焊接工艺规程提出了焊缝连接的材料强度和冲击韧性。焊接的性能试验保证了焊工应用焊接工艺措施的能力。该试验要点在有关的文件中叙述。

C. 13.2 书面焊接工艺规程对控制主要零件制造是必不可少的。工艺规程应该足够详细和清楚,使车间制造人员容易理解。在美国焊接协会规范中叙述的预先鉴定过的工艺规定,对于连接可焊性钢材是可靠的。这些已编入该规范中。这些工艺规程用于表格内材料焊接一般都是合格的,不必用实际的实验室试验证明其正确性。但当焊接合金钢和其他未列入规范的材料时,其性能是不可靠的。对这些钢材,应规定进行实验室试验以保证采用的工艺规程产生满意的结果。

C. 13.3 当采用的焊接工艺,没有产生熔融和其他平面型缺陷倾向时,焊工的操作技术可以通过射线照相或通过破坏性弯曲试验来确定。当焊工要在短路(短弧)气体保护金属电弧焊接上取得资格时,应使用破坏性弯曲试验以检验平面缺陷是否存在,这种缺陷在该工艺使用中可能是特有的。

C. 13.4 美国焊接协会规范对评价用于控制材料的焊接断裂的工艺规程提供最起码的指导。当制定用于连接抗破裂材料的工艺规程时,要求对焊接和热影响区做冲击韧性试验,并采用美国机械工程师协会的要求。摆锤冲击试验是传统性抽样检验技术,但起重机制造厂家利用适用性设计原理,可能会用裂缝开口度偏移或平面应变冲击韧性试验取代摆锤试验。

C. 14 无损检验给处于临界应力状态的零件提供某些附加保险,使其能免除产生断裂的可能性。检验的范围和合格限度都是应该考虑的问题,它取决于材料性能、设计应力值、结构裕度和零件的临界状态。在制造和装配期间,这些考虑的问题是设计整体过程的一个部分,是控制人员制定检验和试验操作方法的基础。

C. 14.1 方法的适用范围和检验的程度在任何无损检验计划的有效性中都是主要的因素。射线照相检验在检验铸件和对接焊缝内部三维缺陷是有效的。该方法在检验平面缺陷,例如裂缝和熔融不足,或者在检验限制射线和胶片布置的最优定向的 T 形连接结构中效果较差。对于超声波检验,如果声波与缺陷垂直相交,在检测平面缺陷中可产生比较可靠的结果。磁粉探伤对于磁场相对缺陷方位很敏感,因此在实际中仅用于检测表面或接近表面的缺陷。液体渗透技术,只限于表面缺陷检测并受到表面污染物,例如油和润滑脂的强烈影响。清洗不干净,渗透静置时间不够,多余渗透液清除不良,显色技术不妥当,都影响该项技术的可靠性。

这些因素应该由制定无损检验程序的起重机制造厂工程师和质量控制人员考虑,以便从采用的每个方法中取得最优结果。美国机械工程师协会锅炉与压力容器标准第五章的程序和规定要求,提供了极好的

资料来源,用于制定无损检验程序。在可能引起缺陷的工艺过程以后,立即进行检验,可避免把有缺陷的材料引到制造系统。对于那些最终要报废的工件,每道工序后立即检验可减少人力的消耗。

C. 14. 2 在当前的工业实践中。对无损检验人员资格认证,把重点放在对于制造厂家的审查上。

在美国无损检验协会出版的推荐作法里,详细说明了对于人员教育、培训和取得资格证书的要求。除查验固定的雇员外,这些推荐作法同样适用在合同雇用的人员。无论如何,制造厂家负有对承包者资格的审查责任。

管式桁架结构的独有特点需对它校正和在板材和轧制材料的焊缝超声波检验中采用非常规程序。美国石油学会承认这些附加的要求,并制定了推荐作法来考核使用这些技术的人员。当为此目的而采用超声波技术时,用于人员考核的 API 推荐作法证明是恰当的。

C. 14. 3 和 C. 14. 4 14. 4 概述了起重机的某些零件,在某些设计中这些零件与适用的检验方法和恰当的验收标准是很关键的。每个起重机制造厂家应该评定他的设计对这些检验的适用性。加载条件(拉伸、剪切和压缩)是与使用哪些检验和合格标准的决定有关的。决定的根据应该用大量文献资料证明,并且准备提供给美国石油学会和买主审查。

当无损检验是以适宜性设计原则为基础时,检验方法和合格标准的选择是材料性能、应力的方向和大小以及缺陷尺寸测量中的预计精度等诸因素的函数。这些因素由有文件支持的材料试验和对可接受的缺陷尺寸的恰当计算来决定,该方法是以公认的断裂力学分类法为基础的。

附录 D

最低限的购货资料——API Spec 2C

性能参数

最大动态起升能力: _____ kg(lbs) _____ m(ft)
 最大静态起升能力: _____ kg(lbs) _____ m(ft)
 最大辅钩起升能力: _____ kg(lbs) _____ m(ft)
 主钩有效速度: _____ m/min(ft/min)
 (缺省速度 12 m/min(40 ft/min))
 辅钩有效速度: _____ m/min(ft/min)

特点

吊臂长度: _____ m(ft), 发动机: _____
 辅钩顶端能力: _____ kg(lb), 起动机类型: _____
 两滑轮组防撞装置类型: 见 11. 6 _____
 声响警报: 见 11. 7d _____

噪声等级: 见 10. 8

在空转时 _____ dB(A) (缺省值 90 dB(A))
 在负载时 _____ dB(A) (缺省值 95 dB(A))

危险区分类: 见 8. 4. 2

在起重机上: 等级 _____, 分区 _____, 分组 _____
 在吊臂上: 等级 _____, 分区 _____, 分组 _____
 动力设备: 等级 _____, 分区 _____, 分组 _____
 环境条件
 吊臂根部枢轴高度 _____ m(ft) 在平均水平面以上。

工作温度:最大—————,最小—————

波浪参数:参照 2.2 —————

附加说明

本标准由中国海洋石油总公司海洋石油标准化技术委员会提出。

本标准由中国海洋石油标准化技术委员会秘书处负责组织编译。

本标准由中国海洋石油标准化技术委员会负责解释。