



中华人民共和国国家标准

GB/T 17807—1999

塔式起重机结构试验方法

Test method for the tower crane structures

1999-08-10 发布

2000-02-01 实施

国家质量技术监督局 发布

前 言

本标准是在 JJ 30—1985《塔式起重机结构试验方法》的基础上制定的。本标准从实施之日起代替 JJ 30—1985。

本标准与原标准相比,在下列章节略有修改:

- 表 1 结构应力测试的工况及载荷,修改了测试工况;
- 4.1.2 条中修改了侧向载荷的规定;
- 5.1 条中删除了具体的测量方法和仪器。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由建设部北京建筑机械综合研究归口。

本标准起草单位:建设部长沙建设机械研究院。

本标准主要起草人:陈晓非。

本标准委托建设部长沙建设机械研究院负责解释。

1 范围

本标准规定了塔式起重机主要结构件的应力、位移和动特性测试的非破坏性试验方法。
本标准适用于建筑用塔式起重机,其他类似的塔式起重机可参照使用。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 5031—1994 塔式起重机性能试验

JG/T 5037—1993 塔式起重机分类

3 试验条件

本标准的试验条件应符合 GB/T 5031 的有关规定,同一型号多种安装型式的塔式起重机,如有移动式的,应以移动式作为代表进行测试;无移动式时,以独立固定式作为测试样机,样机参数应符合 JG/T 5037 规定。

有特殊要求的塔式起重机,应按设计要求,进行相应的补充项目试验。

4 结构应力测试

4.1 测试工况及载荷

4.1.1 结构应力测试的工况和载荷见表 1。

表 1 结构应力测试的工况和载荷

序号	测试工况	载荷	试验目的	被测结构	测试项目
1	最大起重量允许的最大幅度、起重臂与轨道方向垂直	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	起重臂、拉杆、塔身、上下支座底架、支腿	结构件的静应力及起重臂根部水平变位
2	最大起重量允许的最大幅度、起重臂与轨道成 45° 夹角	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	塔身、上下支座、底架支腿	结构件的静应力及起重臂根部水平变位
3	小车位于吊点跨中,起重臂与轨道方向垂直	QH 及 1.25QH	验证起重臂的强度和刚度	起重臂、拉杆	起重臂及起重臂拉杆的静应力

表 1(完)

序号	测试工况	载荷	试验目的	被测结构	测试项目
4	最大幅度、起重臂与轨道方向垂直	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	起重臂、拉杆、塔身、上下支座、底架、支腿	结构件的静应力及起重臂根部水平变位
5	最大幅度、起重臂与轨道成 45° 夹角	QH 及 1.25QH	验证主要结构件的强度和刚度	起重臂、拉杆、塔身、上下支座、底架、支腿	结构件的静尖力及起重臂根部水平变位
6	最大幅度、起重臂与轨道方向垂直	QH 及 10%QH (侧载)	验证主要结构件的强度和刚度	起重臂、拉杆、塔身、上下支座、底架、支腿	结构件的静应力及起重臂根部水平变位
注					
1 QH—相应幅度下的额定起重量；					
2 动臂式起重机无工况“3”。					

4.1.2 侧载可以采用吊重侧向偏移的方法实施,但必须保证在加侧载时不得产生铅垂方向的附加分力。水平侧向载荷的方向应与起重臂的纵向轴线垂直。水平侧载大小按 10% 起重量确定。

4.1.3 在加载和测试过程中,回转机构或转台应制动或锁死在规定的位上。

4.2 测试点的规定

4.2.1 应力测试点的选择

应力测试点应选择在危险应力区。危险应力区应在结构受力分析的基础上确定,可以分为以下三种类型:

a) 均匀应力区 在较大面积内的应力都几乎相等的应力区,屈服应力的出现,将引起结构件的永久变形。

b) 应力集中区 该区内屈服应力的出现不会引起结构件的永久变形,但应力集中会影响结构件的疲劳寿命。如孔眼、锐角、焊缝、铰点等断面剧变处。

c) 弹性挠曲区 如受压杆和板的弹性屈曲,从应力看,该区的最大应力并没有达到材料的屈服点,但可因发生挠曲或过大变形而导致结构件的破坏。

4.2.1.1 测定弦杆和腹杆的应力,应在节间中部对称贴应变片,最后以平均应力和计算出的最大应力来评定该节间的安全度。

4.2.1.2 在应力集中区内贴应变花,测出其主应力和最大应力。

4.2.2 平面(二向)应力区的贴片

结构承受平面应力状态,如果预先能用某些方法(如脆性涂料法)确定主应力方向,则可沿主应力方向贴上互相垂直的两个应变片。如果主应力的方向无法确定,则必须贴上由三个应变片组成有应变花,关于应变花的数据处理见 4.4.3 条。

4.2.3 测点编号

根据选择好的测试部位和确定的测试点,绘制测点分布图,对贴片统一编号,并指明应变片或应变花的贴片位置。

4.3 试验程序

4.3.1 检查和调整样机,使之处于正常工作状态。

4.3.2 调试和检查有关仪器,合理选择灵敏系数,消除一切不正常现象。

4.3.3 测量消除自重影响的应变片基准 ϵ_0 ,测量结果记入附录 A(标准的附录)表 A1。

4.3.4 测量在空载应力状态时应变片在自重作用下的读数 ϵ_1 。测量结果记入附录 A 表 A1。

空载应力状态是将起重机调整到表 1 所规定的测试工况。幅度同对应的加载工况、吊钩落地、回转机构或转台应制动或锁住,行走机构处于制动状态。如果零应力状态基准 ϵ_0 无法读出,可以取空载状态

作初始状态。应变仪调零。

4.3.5 测量应变片在负载应力状态下的读数 ϵ_2 。测量结果记入附录 A 表 A1。

负载应力状态是起重机按表 1 规定之载荷和工况进行加载。其工作幅度允差不大于 $\pm 1\%$ 。如测试工况规定要加侧向载荷,则必须在起重臂侧分别加侧向载荷来测量。

4.3.6 卸载至空载应力状态,检查各应变片的回零情况。如果某测点的应变片读数与原数据 ϵ_1 偏差超过 $\pm 0.03\sigma_s/E$,认为该测点数据无效,应查明原因,按原测试程序重新测量,直到合格。

注: σ_s ——材料屈服极限,MPa;

E ——弹性模量,MPa。

4.3.7 每项试验应重复做 3 次,比较测试数据无重大差别。如果误差超过 10 倍的微应变,则应查明原因,并重新测试,直至稳定。

4.3.8 观察结构是否有永久变形或局部损坏。如果出现永久变形或局部损坏应立即终止试验,进行全面检查和分析。

4.3.9 测试数据、观察到的现象和说明应随时记录。

4.4 应力测试的数据处理和安全判别方法。

4.4.1 计算两个测试状态的应力

空载应力(自重应力) σ_1 按下式计算:

$$\sigma_1 = E(\epsilon_1 - \epsilon_0) \dots\dots\dots (1)$$

负载应力 σ_2 按下式计算:

$$\sigma_2 = E(\epsilon_2 - \epsilon_1) \dots\dots\dots (2)$$

式中: σ_1 ——空载应力(不测空载应力时,用计算应力代替),MPa;

σ_2 ——负载应力,MPa;

ϵ_0 ——零应力状态应变仪读数;

ϵ_1 ——空载应力状态应变仪读数;

ϵ_2 ——负载应力状态应变仪读数。

注: ϵ_0, ϵ_1 和 ϵ_2 均带正负号,拉应变为正,压应变为负。

4.4.2 最大单向应力由空载应力与负载应力的代数和决定。即

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_2 \dots\dots\dots (3)$$

式中: σ_{\max} ——最大应力,MPa;

σ_1 和 σ_2 各带自己的正负号。

4.4.3 平面(二向)应力状态的数据处理

对于承受二向应力的弹塑性材料,按变形能(第四)强度理论计算,其当量单向应力计算公式为:

a) 当主应力(变)的方向已知,并测得了两个方向的主应力时。

当量单向应力为

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中: σ' ——当量单向应力,MPa;

σ_x ——最大主应力,MPa;

σ_y ——最小主应力,MPa。

主应力可由主应变求得

$$\sigma_x = E(\epsilon_x + \mu\epsilon_y)/(1 - \mu^2) \dots\dots\dots (5)$$

$$\sigma_y = E(\epsilon_y + \mu\epsilon_x)/(1 - \mu^2) \dots\dots\dots (6)$$

式中: ϵ_x ——最大主应变;

ϵ_y ——最小主应变;

μ ——泊松比。

b) 主应力(变)的方向未知,可用应变花测得三个方向的线应变。当量单向应力为

$$\sigma' = \frac{E}{2} \left[\frac{\epsilon_a + \epsilon_c}{1 - \mu} + \frac{2}{1 + \mu} \sqrt{(\epsilon_a - \epsilon_b)^2 + (\epsilon_b - \epsilon_c)^2} \right] \dots\dots\dots (7)$$

式中: ϵ_a ——a 应变片的应变;

ϵ_b ——b 应变片的应变;

ϵ_c ——c 应变片的应变。

应变花的贴片方式见图 1。

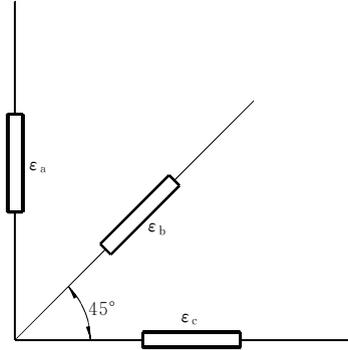


图 1

c) 对于脆性材料,可采用最大应变(第二)强度理论求得当量应力,公式为

$$\sigma_x = E\epsilon_x \dots\dots\dots (8)$$

4.4.4 测试应力值的安全判别方法

根据表 1 测试工况及载荷进行测试,测得结构的最大应力,应满足下列分类给出的安全判据,各危险应力区的安全系数列于表 2。超载工作状况只用于考核结构完整性,卸载后不得出现可见裂纹,永久变形,油漆剥落,连接松动。

表 2 结构强度安全系数(最小值)

均匀应力区(n_I)	应力集中区(n_{II})	弹性屈曲区(n_{III})
1.48	1.1	1.6

4.4.4.1 I 类——均匀应力区

$$n_I = \sigma_s / \sigma_r \text{ 或 } n_I = \sigma_s / \sigma' \dots\dots\dots (9)$$

式中: σ_r ——根据表 1 给定的测试工况和载荷进行测试时,结构中被测部位测出的最大拉应力(对于单向应力、塑性材料 σ_r 相应于 σ_{max} ;脆性材料 σ_r 相当于 σ_x),MPa;

n_I ——安全系数。

4.4.4.2 II 类——应力集中区

$$n_{II} = \sigma_s / \sigma_r \text{ 或 } n_{II} = \sigma_s / \sigma'$$

式中: n_{II} ——安全系数。

4.4.4.3 III 类——弹性屈曲区

对于弦杆和腹杆等受压元件,用下列计算公式评定测试结果。

$$n_{III} = 1 / [\sigma_{ra} / \sigma_{cr} + (\sigma_{rm} - \sigma_{ra}) / \sigma_s] \dots\dots\dots (10)$$

式中: σ_{ra} ——由一个截面上若干个测点的应变读数确定的平均应力,MPa;

σ_{rm} ——压杆被测截面上最大的计算压应力,MPa;

σ_{cr} ——受压杆发生屈曲的临界应力,MPa;

n_{II} ——安全系数。

σ_{cr} 的计算:

a) 当欧拉临界应力低于比例极限时,取

$$\sigma_{cr} = \pi^2 E / (K \cdot L/r)^2 < \sigma_p \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中: K ——长度折算系数。一些常见情况可以用下列经验数据:

对于主弦杆 $K=1.0$;

对于以全截面与管状弦杆连接的腹杆 $K=0.75$;

对于以全截面与角形或“T”形弦杆连接的腹杆 $K=0.9$;

L ——受压杆件长度,mm;

r ——截面惯性半径,mm;

σ_p ——材料比例极限,MPa。

b) 当欧拉临界应力高于比例极限时,取

$$\sigma_{cr} = \sigma_s - \left[\frac{\sigma_p(\sigma_s - \sigma_p)(KL/r)^2}{\pi^2 E} \right] > \sigma_p \quad \dots\dots\dots (12)$$

4.4.4.4 IV类——板的局部屈曲区

对板可能的局部屈曲部位。一般要求对所有的试验工况(包括超载试验工况)IV类区域的应变片读数,都应能回到空载时的读数。

5 结构位移测量

结构变位测量工况和载荷见表1。

变位限制值规定如下:

起重臂根部水平变位不大于 $H/100$,其中 H 对移动式塔式起重机为起重臂根部到轨顶面的铅垂距离;对固定式塔式起重机为起重臂根部到塔身固定基础平面的铅垂距离。

6 结构动特性测试

6.1 测试项目

对塔式起重机的结构动特性的测试项目为:

- a) 危险应力区危险点的动应力;
- b) 司机室的振动特性。

6.2 测量方法

在额定载荷下正常操作起升离地时和额定速度下降制动时测试动应力和振动特性。

6.3 动特性的限制

- a) 按6.1中a),各部件的最大应力点由振动产生的最大应力不应超过许用应力。
- b) 司机室水平振动加速度应低于 $0.2g$ 。

7 试验报告

7.1 试验按附录A中各表给定的项目进行记录和数据整理,对不正常现象,应有实况记录,并作出分析意见。

7.2 对试验发现的个别部位的合应力或结构变位超出规定值时,虽然没有发现破坏或不正常现象,报告中也应特别指出,并提出分析意见,作出结构是否可正常工作的明确结论。

附录 A
(标准的附录)
测试用表

表 A1 应变读数记录表

测试日期： 年 月 日		天气情况：晴(阴)	
风 力： 温度：		制造厂：	
型 号：		样机编号：	
被测结构：		作业状态：	
起重臂方位：		起重臂长度：	
仰 角：			

测试工况		起吊载荷		载荷		侧载方向	
测点	零读数 ϵ_0	空载读数 ϵ_1	$\epsilon_1 - \epsilon_0$	负载读数 ϵ_2	$\epsilon_2 - \epsilon_1$		空载复查 δ'

记录说明：

记录：_____ 校核：_____

表 A2 结构静应力测试结果报告表

被测起重机：		制造厂：	
被测结构：			
应力单位： MPa(拉应力为“+”，压应力为“-”)			

测 点	空载	加载测试工况					
	0	1	2	3	4	5	6

分析与说明：

记录：_____ 校核：_____

表 A3 结构位移测量记录表

被测起重机：		制造厂：					
被测结构：							
位移单位：							
测 点	空载	加载测试工况					
	0	1	2	3	4	5	6

分析与说明：

记录：_____ 校核：_____

表 A4 结构动特性测试记录表

被测起重机：		制造厂：							
被测部位：		被测参数：							
测 点	测 试 工 况								
	1	2	3	4	5	6	平均	静态值	对比值

分析与说明：

记录：_____ 校核：_____

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
塔式起重机结构试验方法

GB/T 17807—1999

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 15 千字

1999年12月第一版 1999年12月第一次印刷

印数 1—1 500

*

书号: 155066·1-16318 定价 10.00 元

*

标 目 394—24



GB/T 17807-1999