

ICS 53.020.20
J 80



中华人民共和国国家标准

GB/T 27997—2011

造船门式起重机

Shipbuilding gantry crane

2011-12-30 发布

2012-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型式与基本参数	3
5 技术要求	5
6 试验方法	16
7 检验规则	21
8 标志、包装、运输和贮存	23

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国起重机械标准化技术委员会(SAC/TC 227)归口。

本标准负责起草单位：中船第九设计研究院工程有限公司、北京起重运输机械设计研究院、国家起重运输机械质量监督检验中心。

本标准参加起草单位：江苏象王起重机有限公司、大连博瑞重工有限公司、江苏华澄重工有限公司、南通中远船舶钢结构有限公司、上海豪力起重机械有限公司、江西华伍制动器股份有限公司、武汉港迪电气有限公司。

本标准主要起草人：姜乃锋、黄之涛、路建湖、林夫奎、翟虎道、刘元利、葛明、黄元龙、谢翀、董元跃、刘会议、吴艳青、陆崎、茅金龙、聂春华、马承祖、王功勇。

造船门式起重机

1 范围

本标准规定了具有上、下小车,额定起重量为 100 t~2 500 t、跨度不小于 40 m 的造船门式起重机的术语和定义、型式与基本参数、技术要求、试验方法、检测规则及标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于在船厂的船坞、船台、平台,作为船体分段吊装及翻身作业的造船门式起重机(以下简称起重机)。

其他型式和规格的造船门式起重机可参照使用

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 755—2008 旋转电机 定额和性能
- GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓
- GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母
- GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈 技术条件
- GB 2893 安全色
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 3811—2008 起重机设计规范
- GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 5226.2 机械安全 机械电气设备 第 32 部分:起重机械技术条件
- GB/T 5905—2011 起重机 试验规范和程序
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废
- GB 6067.1—2010 起重机械安全规程 第 1 部分:总则
- GB/T 6974.1 起重机 术语 第 1 部分:通用术语
- GB/T 6974.5 起重机 术语 第 5 部分:桥式和门式起重机
- GB 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 10051(所有部分) 起重吊钩
- GB/T 10095(所有部分) 渐开线圆柱齿轮 精度
- GB/T 10183.1—2010 起重机 车轮及大车和小车轨道公差 第 1 部分:总则
- GB 12602 起重机械超载保护装置
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

- GB 14048.1—2006 低压开关设备和控制设备 第1部分 总则
- GB/T 14406—2011 通用门式起重机
- GB 15052 起重机 安全标志和危险图形符号 总则
- GB/T 17908—1999 起重机和起重机械 技术性能和验收文件
- GB/T 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
- GB/T 20303.1 起重机 司机室 第1部分:总则
- GB/T 20303.5 起重机 司机室 第5部分:桥式和门式起重机
- GB/T 21972.1 起重及冶金用变频调速三相异步电动机技术条件 第1部分:YZP系列起重及冶金用变频调速三相异步电动机
- GB/T 22414 起重机 速度和时间参数的测量
- GB/T 24809.5 起重机 对机构的要求 第5部分:桥式和门式起重机
- JB/T 6392 起重机车轮
- JB/T 6406 电力液压鼓式制动器
- JB/T 7017 起重机用液压缓冲器
- JB/T 7019 盘式制动器 制动盘
- JB/T 7020 电力液压盘式制动器
- JB/T 7685 电磁鼓式制动器
- JB/T 8905.1 起重机用三支点减速器
- JB/T 8905.2 起重机用底座式减速器
- JB/T 8905.3 起重机用立式减速器
- JB/T 8905.4 起重机用套装减速器
- JB/T 9003 起重机用三合一减速器
- JB/T 10559 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
- JB/T 10816 起重机用底座式硬齿面减速器
- JB/T 10817 起重机用三支点硬齿面减速器
- JB/T 10833 起重机用聚氨酯缓冲器
- JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程
- ISO 11629 起重机 起重机及其部件质量的测量

3 术语和定义

GB/T 6974.1、GB/T 6974.5 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

上小车 upper trolley

在两小车相互穿越运行时,位于上面的起重小车。

3.2

下小车 lower trolley

在两小车相互穿越运行时,位于下面的起重小车。

3.3

吊重差 load difference

上小车两个吊钩起升载荷的差值。

3.4

额定翻身起重量 rated capacity of turn over

起重机上、下小车将被吊物品在空中进行翻身时,吊钩以下被吊物品的最大质量。

3.5

抬吊 lift simultaneously

上、下小车同时吊运同一件物品的方式。

3.6

上、下小车吊钩的距离 distance between upper and lower trolley hooks

上、下小车吊钩之间沿主梁纵向的水平距离。

3.7

额定起重量 rated capacity

起重机的额定起重量是指起重机吊钩以下或者不可拆卸的固定式吊具以下所允许吊起一件物品的最大质量。

3.8

垂直静挠度 vertical deflection of beam

下述两种工况中的大值:

——上、下小车在主梁跨中,上小车起吊额定翻身起重量时,主梁跨中产生的最大垂直位移。

——上、下小车抬吊额定起重量时,主梁产生的最大垂直位移。

4 型式与基本参数

4.1 型式

起重机按构造分为:

- a) 双梁造船门式起重机(见图 1);
- b) 单梁造船门式起重机(见图 2)。

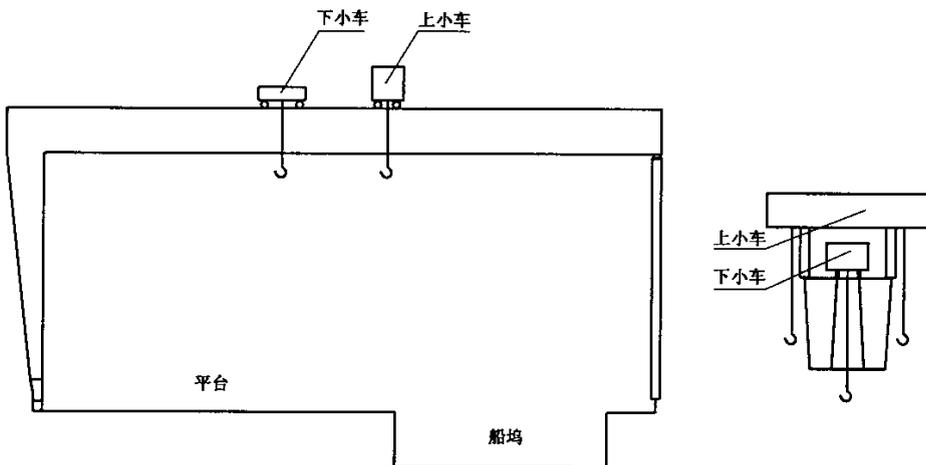


图 1

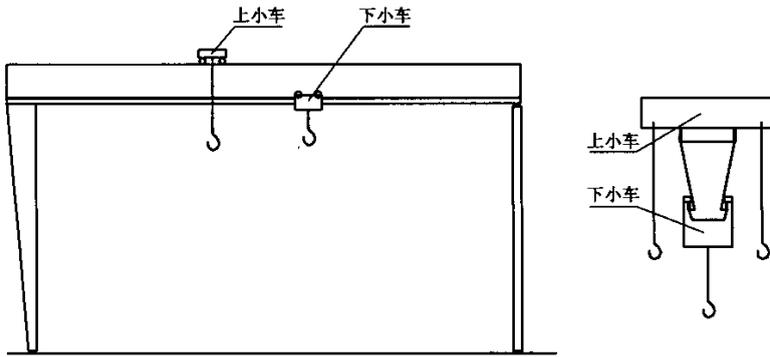


图 2

4.2 基本参数

4.2.1 按 GB/T 3811 的规定,起重机整机的工作级别,推荐为 A2~A4。

4.2.2 起重机应优先采用表 1 所规定的额定起重量(代号 Gn)系列。

表 1

单位为吨

额定起重量系列		
起重机		100,125,160,200,250,320,400,500,630,700,800,900,1 000,1 250,1 400,1 600,1 800,2 000,2 500
上小车	双钩	50+50,63+63,80+80,100+100,125+125,160+160,200+200,250+250,320+320,350+350,400+400,450+450,500+500,630+630,700+700,800+800,900+900,1 000+1 000,1 250+1 250
下小车	主钩	50,63,80,100,125,160,200,250,320,350,400,450,500,630,700,800,900,1 000,1 250

4.2.3 起重机的跨度应优先采用表 2 的规定值。

表 2

单位为米

起重机跨度范围	起重机跨度取值
40~100	每隔 5 m 一档
>100	每隔 2 m 一档,取偶数

4.2.4 起重机的起升范围应优先采用表 3 的规定值。

表 3

单位为米

起重机起升范围	起升高度取值	下降深度取值
40~70	每隔 5 m 一档	根据需要至地面或到船坞底板
>70	每隔 2 m 一档,取偶数	根据需要至地面或到船坞底板

4.2.5 门架净空高度应优先采用表 4 的规定值。起重机下面有其他起重机通过时,应保证其他起重机能够安全通过。

表 4

单位为米

门架净空高度范围	门架净空高度取值
40~70	每隔 5 m 一档
>70	每隔 2 m 一档,取偶数

4.2.6 起重机及上、下小车各机构额定工作速度(单位:m/min)的名义值宜在下列数系中选取:

- a) 2.0,2.5,3.2,4.0,5.0,6.3,8.0,10,12.5;16,20,25,32,40。
- b) 采用变频调速的起重机,其起升速度推荐采用表 5 所规定的数值。

表 5

起重量 t	起升速度(额定起重量时) m/min	起升速度(40%额定起重量时) m/min
50	6.3~10	12.5~20
63	6.3~10	12.5~20
80	6.3~10	12.5~20
100	5~8	10~16
125	5~8	10~16
160	5~8	10~16
200	4~6.3	8~12.5
250	4~6.3	8~12.5
320	3.2~5	6.3~10
350	3.2~5	6.3~10
400	3.2~5	6.3~10
450	3.2~5	6.3~10
500	3.2~5	6.3~10
550	2.5~3.2	5~6.3
630	2~3.2	4~6.3
700	2~3.2	4~6.3

- c) 采用变频调速的起重机,其额定运行速度不宜超过 32 m/min,一般取 20 m/min~32 m/min;空载、风速小于 10 m/s 时,其最高运行速度取 32 m/min~40 m/min。具体值的大小与起重量、工作级别及额定行程有关,一般起重量大取小值,工作级别高、额定行程长取大值。

注:用户要求与上述范围不一致时,由用户与制造商协商解决。

5 技术要求

5.1 工作条件

5.1.1 起重机的供电电源为三相交流,频率为 50 Hz 或 60 Hz,电压宜为 10 kV 或 6 kV(根据需要也可用 380 V 或 440 V)。在正常工作条件下,供电系统在起重机馈电线接入处的电压波动不应超过额定值

的±10%；在 380 V 或 440 V 电缆卷筒供电情况下，上述电压波动值应在-7%~+10%范围内。起重机内部电压损失应符合 GB/T 3811—2008 中 7.8.4.2 的规定。

5.1.2 起重机轨道安装的构造公差应符合 GB/T 10183.1—2010 表 2 中的 2 级公差及表 6 钢轨接头构造公差的规定。宜采用焊接轨道，运行轨道的坡度不应大于 1/1 000。

5.1.3 起重机运行轨道的接地电阻值不应大于 4 Ω。

5.1.4 起重机工作时的气候条件应满足以下规定：

- a) 起重机工作时的环境温度宜在-25℃~40℃的范围内，24 h 内的平均温度不应超过 35℃；
- b) 环境温度不超过+25℃时的相对湿度允许短时高达 100%；
- c) 工作状态风压不应大于 250 Pa(相当于计算风速 20 m/s)；
- d) 非工作状态的最大风压取为 1 000 Pa(相当于计算风速 40 m/s)。也可根据当地气象资料提供的离地 10 m 高处 50 年一遇 10 min 时距的平均最大风速换算得到 3 s 时距的平均瞬时风速，来计算非工作状态的最大风压；
- e) 沿海地区非工作状态的抗风防滑系统、锚定装置和锚固装置的设计，所用的计算风速不应小于 55 m/s。

5.1.5 电动机的运行条件应符合 GB 755—2008 中第 6 章和第 7 章的规定。

5.1.6 电器的正常使用、安装和运行条件应符合 GB 14048.1—2006 中第 6 章的规定。

注：超过上述规定条件时，由用户与制造商协商解决。

5.2 基本要求

5.2.1 起重机按合同约定功能需要所设置的各种机构及其布局、机构的部件构造和功能，应符合 GB/T 24809.5 的要求。起重机的设计、制造还应符合 GB 6067.1、GB/T 3811 和本标准的有关规定。

5.2.2 起重机电气设备应符合 GB 5226.2 和本标准的规定。电气传动系统、电气控制系统所涉及的元器件选用、布置以及导线敷设、辅助设施也均应符合 GB/T 3811—2008 第 7 章的规定。

5.3 使用性能

5.3.1 起重机的起重能力应能达到额定翻身起重量和额定起重量。

5.3.2 起重机使用的有关参数，应符合 4.2 及用户在订货合同中提出的要求。上小车两吊钩间的吊重差不宜超过上小车单钩额定起重量的 30%，下小车的额定起重量宜定为额定翻身起重量的 0.55 倍~0.6 倍，或额定起重量的 0.5 倍~0.55 倍。

5.3.3 起升机构应采用先电气制动，然后机械制动的方式。

5.3.4 起重机上、下小车的操纵应是既可联动，也可单独开动。

5.3.5 起重机主梁的垂直静挠度不应大于 $S/750$ (S 为起重机跨度)。

5.3.6 起重机的动态刚性一般不作要求。若用户有此要求时，供需双方协商后在合同中约定。

5.3.7 起重机作静载试验时，应能承受 6.9.3.2 规定的试验载荷。试验后进行目测检查，各受力金属结构件应无裂纹、永久变形、无油漆剥落或对起重机的性能与安全有影响的损坏，各连接处也应无松动或损坏。

5.3.8 起重机作动载试验时，试验载荷应能承受 6.9.3.3 规定的试验载荷。试验过程中各机构和制动器应能完成其功能，并在其随后的目测检查中不应发现机构或结构件有损坏，各连接处不应出现松动或损坏。

5.3.9 起重机运行速度和小车运行速度的允许偏差为设计值的±5%，起升速度的允许偏差为设计值的±2%。

5.3.10 起重机的起升高度和下降深度不应小于名义值的 98%。

5.3.11 吊钩左右极限位置的允许偏差为正偏差，数值为 200 mm。

5.4 安全、防护

5.4.1 基本要求

起重机的安全与防护应符合 GB 6067.1、GB/T 3811—2008 第 9 章和本标准的规定。

5.4.2 起升机构

5.4.2.1 制动器应是常闭式的。制动力矩的选择应符合 GB/T 3811 的规定。

5.4.2.2 起重机应安装起重量限制器。起重量限制器应符合 GB 12602 的规定。

5.4.2.3 应设起升减速、停止和超限三级上、下高度限位器，当吊钩上升到设计规定的极限位置时，应能自动切断上升方向的电源，此时在卷筒上应保留至少一圈空绳槽；当吊钩下降到设计规定的极限位置时，应能自动切断下降方向的电源，此时钢丝绳在卷筒上的缠绕，除不计固定钢丝绳的圈数外，至少应保留两圈。

5.4.2.4 钢丝绳的选择应符合 GB/T 3811—2008 中表 44 对安全系数的要求，钢丝绳的保养、维护、安装、检验和报废应按 GB/T 5972 的规定进行。

5.4.2.5 当起升机构采用多层缠绕时，应采取有效措施保证钢丝绳有序缠绕。

5.4.2.6 钢丝绳的绳端固定和连接应牢固、可靠、便于检查和维修，并符合 GB 6067.1—2010 中 4.2.1.5 的规定。

5.4.3 运行机构

5.4.3.1 起重机运行机构和小车运行机构均应设置停止和超限两级行程限位器和缓冲器。有调速时，设减速、停止和超限三级行程限位器和缓冲器。

5.4.3.2 起重机运行机构应设扫轨板和声、光报警装置。

5.4.3.3 同一条轨道上或同一运行方向有两台或多台起重机或多台小车有相碰撞的可能时，相互间应设防碰撞装置和报警装置。

5.4.3.4 上小车应设置防倾翻装置。

5.4.3.5 应对上、下小车进行抗风校核，必要时设置锚定等安全防护装置。

5.4.3.6 当两台起重机或小车作业有距离要求时，应设测距装置。

5.4.3.7 起重机应设工作状态下的抗风防滑装置（如夹轨器、轮边制动器等），并设有非工作状态下的锚定装置或其他抗风防滑装置等，必要时，应设置锚固装置。

5.4.3.8 起重机至少应安装一套机械运行偏斜限制器和一套自动纠偏装置。

5.4.4 司机室

起重机司机室除应符合 GB/T 20303.1 和 GB/T 20303.5 的规定外，还应满足如下要求：

- a) 司机室地板应用防滑的、非金属、绝缘、阻燃材料覆盖；
- b) 司机室应安装门锁、灭火器、烟雾报警器和通讯装置；
- c) 司机室的玻璃离地板高度不到 1 m 时，玻璃应做成不可打开的，并用栏杆加以防护，防护栏杆的高度不应低于 1 m；
- d) 吊具或钢丝绳至司机室外廓的距离不应小于 0.4 m。

5.4.5 通道、平台、栏杆和梯子

起重机的通道、平台、栏杆及登机门应满足以下要求：

- a) 起重机通道、平台、栏杆和梯子的设置应满足 GB 6067.1—2010 中 3.6~3.8 的规定；

- b) 起重机宜设供人员上下的电动通道；
- c) 起重机应设带门禁装置的登机门，门禁装置应与司机室连通。

5.4.6 电气保护和联锁限位保护

5.4.6.1 电气保护

- 5.4.6.1.1 电动机应具有过电流保护、内设热传感元件保护，热过载保护这三种保护中的一种或一种以上的保护功能。
- 5.4.6.1.2 所有外部线路都应有短路和接地保护。
- 5.4.6.1.3 应设错相和缺相保护。
- 5.4.6.1.4 起重机各机构应设有零位保护。
- 5.4.6.1.5 起重机应设有失压或欠压保护。
- 5.4.6.1.6 电控调速的起升机构应设超速保护。
- 5.4.6.1.7 起重机联动控制台、电气房、上小房车、下小房车及起重机刚、柔支腿的易于操作位置应设急停按钮。
- 5.4.6.1.8 上、下小车靠刚、柔性支腿侧应设置有防被吊物品碰撞的装置。
- 5.4.6.1.9 起重机应装设避雷保护。

5.4.6.2 电磁兼容

- 5.4.6.2.1 变频电源进线侧需配进线滤波器。
- 5.4.6.2.2 变频器输出至电动机的电源侧，应按负载的电压等级、总的传输长度，按要求配置输出电抗器及采取其他措施，使装置对电网辐射产生的总谐波不超过5%，同时能满足电机的绝缘要求。
- 5.4.6.2.3 装置内工控机、PLC输出侧应有足够措施，使其具有抗击外部干扰(电网进线)、内部干扰(变频电源、接触器、线间耦合等)的能力。

5.4.6.3 联锁保护

- 5.4.6.3.1 联动控制台操作主令应有零位自锁，其手柄的操纵方向宜与起重机和各机构的运行方向一致。
- 5.4.6.3.2 上、下小车设有锚定装置时，应有运行联锁保护。
- 5.4.6.3.3 起重机运行抗风防滑装置应与运行机构联锁。
- 5.4.6.3.4 起重机的刚、柔支腿间的行程偏差大于跨度的0.3%时，起重机应自动停止运行。
- 5.4.6.3.5 上、下小车抬吊有距离要求时，应有距离保护。

5.4.7 绝缘和接地

- 5.4.7.1 起重机电控设备中各电路的对地绝缘电阻值在一般环境中不应小于1.0 MΩ。
- 5.4.7.2 起重机与大地的接地采用接地滑线或其他可靠的接地方式。
- 5.4.7.3 起重机上所有电气设备正常不带电的金属外壳，金属线管、照明变压器低压侧的一端均应可靠接地。应采用专门设置的接地线，保证电气设备的可靠性。
- 5.4.7.4 严禁用接地线作为载流零线。

5.4.8 防护、警示和安全标志

- 5.4.8.1 起重机上外露的、有伤人可能的旋转零部件应设防护罩。
- 5.4.8.2 应在起重机的合适位置或工作区域设有明显可见的文字安全警示标志，如“起升物品下方严

禁站人”等。在起重机的危险部位,应有安全标志和危险图形符号。安全标志和危险图形符号应符合 GB 15052 和 GB 2893 的规定。

5.4.8.3 起重机应设置航空障碍灯。

5.4.8.4 风速仪应安装在起重机四周无遮挡处,风速等数据应在司机室内显示,当风力大于工作状态的计算风速设定值时,应能发出报警信号。

5.4.9 噪声

起重机工作时,在司机座位处测量(门窗关闭条件下)的噪声不应大于 85 dB (A)。

5.5 主要零部件

5.5.1 电动机

优先选用符合 GB/T 21972.1 的变频电动机,也可选用符合其他标准的电动机。

5.5.2 钢丝绳

应采用符合 GB 8918 中规定的钢丝绳。

5.5.3 制动器

应优先选用符合如下标准的制动器:JB/T 6406、JB/T 7019、JB/T 7020、JB/T 7685。

5.5.4 联轴器

联轴器的制动轮(盘)与制动器间不应产生相对浮动。

5.5.5 减速器和齿轮传动

应优先选用符合如下标准的减速器:JB/T 8905.1、JB/T 8905.2、JB/T 8905.3、JB/T 8905.4、JB/T 9003、JB/T 10816、JB/T 10817。

如用开式齿轮传动,齿轮副精度不应低于 GB/T 10095(所有部分)中规定的 9 级。当齿轮的线速度大于 2 m/min 时,齿轮副精度等级不应低于 GB/T 10095(所有部分)规定的 8 级。

5.5.6 滑轮和卷筒

选用的各种滑轮,应符合相应标准;

应优先选用钢板焊接卷筒。卷筒探伤要求应符合 GB 6067.1—2010 中 4.2.4.4 的规定。

5.5.7 吊钩

应优先选用符合 GB/T 10051(所有部分)规定的吊钩,不应采用铸造吊钩。

5.5.8 车轮

应优先选用符合 JB/T 6392 规定的车轮。

5.5.9 缓冲器

应优先选用符合 JB/T 7017、JB/T 10833 规定的缓冲器。

5.5.10 司机室

司机室应符合 GB/T 20303.1 和 GB/T 20303.5 的规定。

5.6 主要构件连接

5.6.1 焊接

5.6.1.1 焊缝外观检查不应有目测可见的裂纹、咬边、固体夹杂、未熔合和未焊透等缺陷。

5.6.1.2 主梁、刚性支腿、柔性支腿和平衡梁受拉区的翼缘板和腹板的对接焊缝表面质量应达到 GB/T 19418 中的 B 级；焊缝内部质量，射线检测时不应低于 GB/T 3323 中规定的质量等级 II；超声波检测时不应低于 JB/T 10559 中的 1 级。其他焊缝的内部质量，超声波检测时不应低于 JB/T 10559 中的 II 级。

5.6.2 螺栓连接

5.6.2.1 采用钢结构用高强度大六角头螺栓进行构件间的连接时，其连接接头应符合 JGJ 82 的规定。所用螺栓、螺母、垫圈及其技术要求应分别符合 GB/T 1228、GB/T 1229、GB/T 1230、GB/T 1231 的规定。

5.6.2.2 螺栓和螺母拧紧后，其支承面应与被紧固零件贴合，螺栓末端应露出螺母端面至少 2 个螺距。

5.7 门架

5.7.1 主梁

5.7.1.1 静载试验后，主梁跨中的上拱度不应小于 $1.0 S/1\ 000$ (S 为跨度)，其最大上拱度不应影响小车的运行，且最大上拱度在跨中 $S/10$ 的范围内。

5.7.1.2 以主梁下翼缘板测量的起重机跨度偏差不应大于 $S/2\ 000$ ，最大不应超过 50 mm。

5.7.1.3 主梁在水平方向的弯曲值，最大不应超过 20 mm。

5.7.1.4 主梁腹板的局部翘曲：以 1 000 mm 平尺检测，离上翼缘板 $H/3$ 以内不应大于 $0.7 t$ ，其余区域不应大于 $1.2 t$ ，见图 3。

5.7.1.5 梯形箱形梁对角线尺寸偏差 $|D_1 - D_2| \leq 5$ mm (见图 3)。

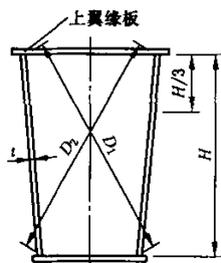


图 3

5.7.1.6 主梁上翼缘板雨后不应积水，宜设排水孔。

5.7.1.7 小车轨道一般宜用整根钢轨（将接头焊为一体），钢轨的接头应满足以下要求：

- a) 接头处钢轨顶部的垂直错位值 H_F 和水平错位值 H_S 不应大于 1 mm，应将错位处以 1 : 50 的斜度磨平 (GB/T 10183.1—2010 中表 6)，见图 4；

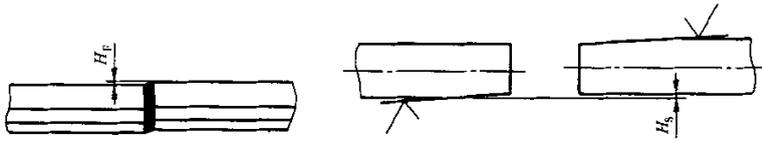


图 4

- b) 连接后的钢轨顶部在水平面内的直线度 b , 在任意 2 m 测量范围内不应大于 1 mm。即 GB/T 10183.1—2010 表 3 中 2 级公差, 见图 5;

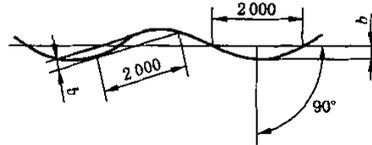


图 5

- c) 小车钢轨上任一点处, 轨道中心相对于梁腹板中心的位置偏差 K 不应大于 $0.5 t_{min}$ (GB/T 10183.1—2010 表 3 中的 2 级公差), 见图 6;

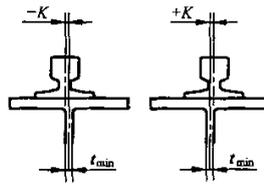


图 6

- d) 小车轨道上任一点处, 上、下小车轨道中心之间的轨距公差 A_1 (A_2) 不应大于 12.5 mm, 见图 7;
- e) 小车轨道上任一点处, 在与之垂直的方向上, 相对应的两轨道测点之间的高度差 E_1 (E_2) 不应大于 20 mm, 见图 7;

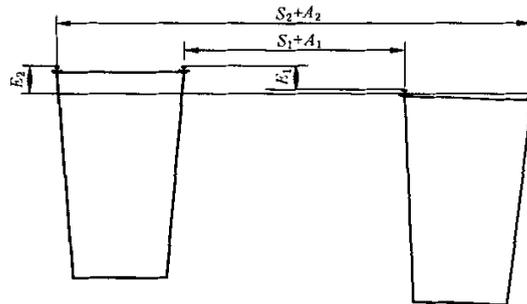


图 7

5.7.2 刚性支腿

刚性支腿在大车轨道平面内的垂直度应为 $h_1 \leq H_1/2000$ (见图 8), 且 h_1 最大值为 25 mm。

注 1: H_1 为刚性支腿与运行机构平衡梁两铰接孔连线的中心至主梁下平面的高度。

注 2: h_1 为刚性支腿下横梁中心与刚性支腿上口中心点的水平偏离量。

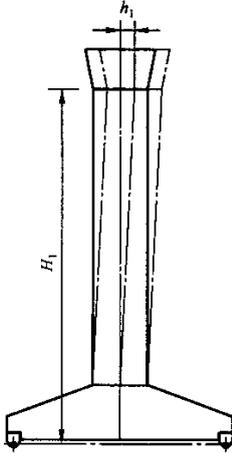


图 8

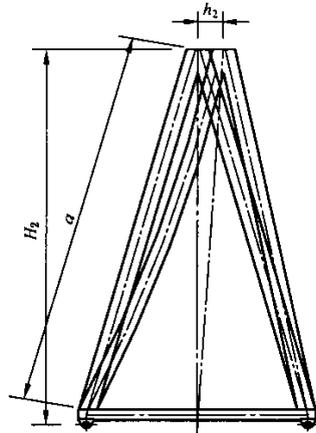


图 9

5.7.3 柔性支腿

5.7.3.1 柔性支腿在大车轨道平面内的垂直度应为 $h_2 \leq H_2/2000$ (见图 9), 且 h_2 最大值为 25 mm。

注 1: H_2 为柔性支腿与运行机构平衡梁两铰接孔连线的中心至柔性支腿上平面的高度。

注 2: h_2 为柔性支腿下横梁中心与柔性支腿上口中心点的水平偏离量。

5.7.3.2 柔性支腿杆件的直线度 $\Delta L \leq 0.001 a$, 且 ΔL 最大为 20 mm。

5.7.4 刚、柔支腿的高度差

刚性支腿与柔性支腿的高度差不应超过 25 mm。

5.7.5 门架净空高度的偏差

门架净高度的偏差应为正值, 且不应超过 25 mm。

5.8 装配

5.8.1 制动轮安装后, 应保证其径向圆跳动不应超过表 6 的规定值; 制动盘安装后, 应保证其盘端面跳动不应超过表 7 的规定值。

表 6

制动轮直径 mm	≤ 250	$> 250 \sim 500$	$> 500 \sim 800$
径向跳动 μm	100	120	150

表 7

制动盘直径 mm	≤355	>355 ~500	>500 ~710	>710 ~1 250	>1 250 ~2 000	>2 000 ~3 150	>3 150 ~5 000	>5 000
端面跳动 μm	100	120	150	200	250	300	400	500

5.8.2 车轮安装后,应保证基准端面上的跳动不应超过表 8 的规定值。

表 8

车轮直径 mm	>250~500	>500~800	>800~900	900~1 000
端面跳动 μm	120	150	200	250

5.8.3 起重机和小车车轮在水平投影面内车轮轴线倾斜度 φ_r 应符合 GB/T 10183.1—2010 中表 4、表 5 规定的 2 级公差,见图 10。

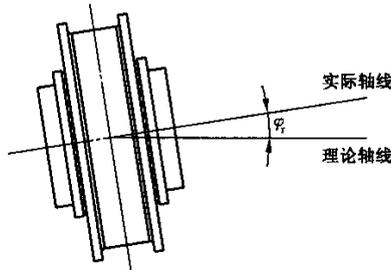


图 10

5.8.4 起重机和小车运行机构的车轮基距为 e (或 8 轮和 8 轮以上的最上层运行平衡架轴间水平距离为 e) 时的公差 Δe (GB/T 10183.1—2010 中表 5、表 4 中的 2 级公差),见图 11。

小车和起重机: $e \leq 3$ m 时 $\Delta e = \pm 4$ mm; $e > 3$ m 时 $\Delta e = \pm 1.25e$ mm, e 单位为 m。

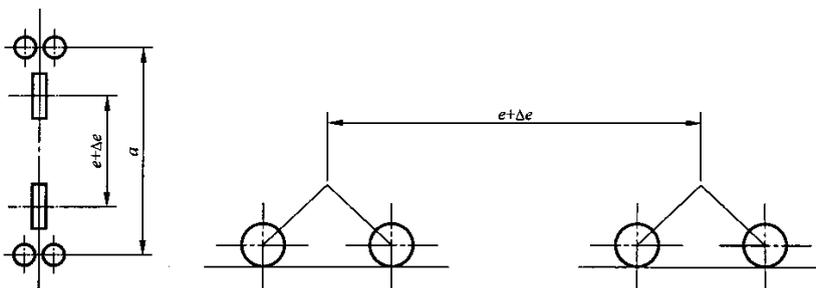


图 11

5.8.5 导向轮或带轮缘车轮水平偏斜 ΔF ,应符合 GB/T 10183.1—2010 中表 5、表 4 规定的 2 级公差,见图 12。

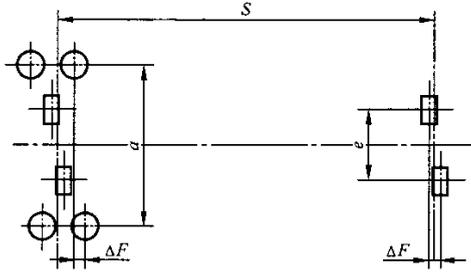


图 12

5.8.6 小车和起重机终端止挡器或缓冲器垂直于纵向轴线的平行度公差 $F_{\max}=1.0 S \text{ mm}$,且 $F_{\max}=10 \text{ mm}$, S 单位为 m 。(即 GB/T 10183.1—2010 中表 2、表 3 的 2 级公差),见图 13。(图中左侧为缓冲器头部图形)。

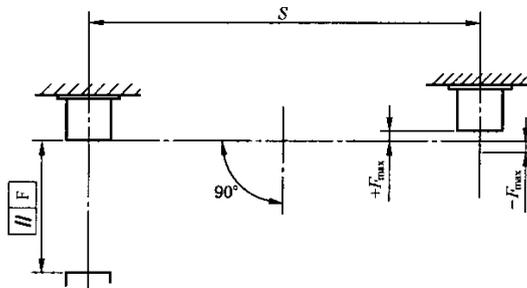


图 13

5.9 电气设备

5.9.1 电气设备的选用原则

5.9.1.1 起重机的驱动系统宜采用交流调速系统,优先采用能量反馈多传动系统。起升机构应为闭环控制。运行机构在调速范围大于 1:10 的情况下,宜采用闭环控制。

5.9.1.2 起重机电气控制设备应符合 GB/T 3811 和 GB 5226.2 的有关规定。

5.9.1.3 应采用适合起重机要求的变频电动机,冷却风机宜采用强迫风冷。

5.9.1.4 起重机成套电阻器宜采用不锈钢电阻器。

5.9.1.5 操纵设备应采用联动控制台。

5.9.2 馈电装置

5.9.2.1 小车馈电装置宜采用拖链或悬挂电缆供电,也可采用其他形式供电。当采用悬挂电缆馈电时,应设牵引绳,保证在小车运行过程中电缆不受力。

5.9.2.2 起重机馈电装置一般采用电缆卷筒供电,也可采用滑触线式供电。

5.9.2.3 馈电装置的设计应满足 GB/T 3811 中的相关要求。

5.9.3 同步及控制

5.9.3.1 在整个起升范围内,上小车两吊钩起升的同步偏差不应大于 200 mm,下小车吊钩与上小车吊钩起升的同步偏差不应大于 250 mm。

5.9.3.2 上小车运行与下小车运行应设单动及联动选择,联动时应同步。在整个运行范围内,上、下小车运行的同步偏差不应大于 $H/100$ (H 为起重机轨面以上的起升高度),但最大不超过 500 mm。应设校零装置。

5.9.3.3 同步抬吊时,上小车两个吊钩及下小车主钩应设相对高度差保护。

5.9.3.4 抬吊中,对两小车吊钩距离有要求时,应设定距保护。

5.9.3.5 起重机刚性支腿侧运行与柔性支腿侧运行应设速度同步装置及校零装置,并设有单动及联动选择。

5.9.4 电气设备的安装

5.9.4.1 电气设备应安装牢固,在主机工作过程中,不应发生相对于主机的水平移动和垂直跳动。

5.9.4.2 电气设备宜安装在电气室内。电气设备如安装在无遮蔽防护的场所时,其外壳防护等级不应低于 GB 4208 中的 IP 55。安装在电气室内的电气设备,其防护等级不应低于 GB 4208 中的 IP 22。

5.9.4.3 四箱及四箱以下的电阻器可以直接叠装;超过四箱叠装时,应考虑加固措施并要求各箱之间的间距不小于 80 mm。

5.9.4.4 安装在起重机各部位的电气设备,一般应留有 600 mm 以上的通道,特殊情况下允许适当缩小,但不应小于 500 mm。

5.9.5 导线及其敷设

5.9.5.1 起重机上应采用铜芯,多股、有护套的绝缘导线,司机室内允许采用无护套的铜芯、多股、塑料绝缘导线。

5.9.5.2 起重机上移动用电缆,应采用丁腈聚氯乙烯软电缆,重型橡胶套软电缆或船用软电缆。

5.9.5.3 起重机上的配线除弱电系统外,供电线路电压为 400 V 时,应采用额定电压不低于 690 V 的铜芯多股电线或电缆。供电线路电压大于 500 V 小于 690 V 时,应采用额定电压不低于 1000 V 的铜芯多股电线或电缆。多股单芯电线截面面积不应小于 1.5 mm^2 ;多股多芯电缆截面面积不小于 1.0 mm^2 。对电子装置、液压伺服机构、传感组件等连接线的截面不作规定。

5.9.5.4 起重机上的电线应敷设于线槽或金属管中,在线槽或金属管不便敷设或有相对移动的场所,可穿金属软管敷设。电缆允许直接敷设,但在有机械损伤、油污浸蚀的地方应有防护措施。

5.9.5.5 不同机构的,不同电压种类和电压等级的电线,穿管时应尽量分开。

5.9.5.6 交流载流 25 A 以上的单芯电线(或电缆)不应单独穿金属管。

5.9.5.7 电缆固定敷设的弯曲半径不应小于 5 倍电缆外径,移动电缆的弯曲半径不应小于 8 倍电缆外径。电缆卷筒的电缆如没有加强芯,则作用在铜导线截面上的最大允许拉应力为 15 N/mm^2 ;对于要求电缆缠绕速度高或电缆自重较重时,应采用具有加强芯的电缆。

5.9.5.8 司机室、电气室和电气设备的进出线孔、线槽和线管的进出口均应采取防雨措施,线槽内不应积水。

5.9.5.9 动力电缆线与控制线宜分开敷设,不同电压等级的电缆线不应使用同一根多芯电缆,必要时还要采用屏蔽电缆。

- 5.9.5.10 导线穿过钢管或金属孔、洞处,应设有防止防导线磨损的保护措施。
- 5.9.5.11 线管和线槽应尽量引接到电气设备附近,人员可能触及到的电线应敷设于线槽或金属管中。
- 5.9.5.12 导线的两端应采用不会脱落的冷压铜端头,导线与端头的连接应采用专用的冷压钳将其压紧。
- 5.9.5.13 导线两端应有与电路图或接线图一致的永久性识别标记。
- 5.9.5.14 所有导线均不应有中间接头,照明线可在设备附近用过渡端子联接。
- 5.9.5.15 光缆最小弯曲半径应大于光缆直径的 10 倍。
- 5.9.5.16 如果中间没有中继,每条光缆长度应控制在 800 m 以内。

5.9.6 照明及其他

- 5.9.6.1 司机室、电气室和通道都应有合适的照明,其照明度不应低于 30 lx,还应有补充作业面照明用的桥下照明,桥下照明应考虑三个方向的防震措施。桥下照明灯具的安装应能方便地检修和更换灯泡。
- 5.9.6.2 固定式照明装置的电压应为 220 V。可携式照明装置的电压宜用 24 V,但不应超过 50 V。起重机上应具有供插接可携式照明装置用的插座。
- 5.9.6.3 照明、讯号应设专用电路,电源应从主断路器(或主刀开关)进线端或副变压器供电。当主断路器(或主刀开关)断开时,照明、讯号电路不应断电,照明、讯号电路及其各分支电路均应设置短路保护。
- 5.9.6.4 起重机宜设工业监视系统,在起重机运行机构四个端部及其他所需地方宜设摄像头。
- 5.9.6.5 电气室应设消防报警装置,并应设空调装置。
- 5.9.6.6 司机室宜设监视起重机工作状态的显示屏。

5.10 涂装

5.10.1 涂装前的钢材表面处理

主梁、刚性支腿、柔性支腿、平衡梁、车架和台车架等重要结构件应进行喷(抛)丸(砂)除锈处理,其质量应达到 GB/T 8923 中的 Sa2½级;其余构件应达到 Sa2 级或 St2 级。

5.10.2 涂漆质量

- 5.10.2.1 起重机面漆应均匀,细致、光亮、完整和色泽一致,不应有粗糙不平、漏漆、错漆、皱纹、针孔及严重流挂等缺陷。
- 5.10.2.2 漆膜附着力应符合 GB/T 9286 中规定的一级质量要求。

5.10.3 涂漆颜色

涂漆颜色应符合相关安全规定和订货合同的规定。

6 试验方法

6.1 总则

起重机试验应遵循 GB/T 5905—2011 规定的规范和程序。

6.2 试验条件

检查应在无日照影响的条件下进行。上、下小车停放在刚性支腿极限位置处。门架的检查应在门架架设安装于起重机运行轨道上以后进行。

6.3 门架的装配检查

6.3.1 主梁在水平方向的弯曲

将激光经纬仪固定在主梁的一端，激光发射点离腹板的横向距离为固定值，主梁的另一端同样设置离腹板横向距离相同的校准点。激光校准后，用钢直尺在主梁大肋板上量出各点与激光形成直线之间的距离，即可知主梁在水平方向的弯曲。

6.3.2 刚、柔支腿的高度差检测

主梁提升前，在跨度基线处贴上标记。见图 14 中 A、B 两点。此两点应为主梁下翼缘板下口与理论上起重机轨道中心线的交点。分别测量 A、B 两点各自至轨道上平面的高度，此高度即为刚、柔支腿的高度，它们之间的差即为刚、柔支腿侧的高度差。此测量应在主梁两边分别进行，取其平均值。

刚、柔支腿高度中的小值，即为门架的净高度。

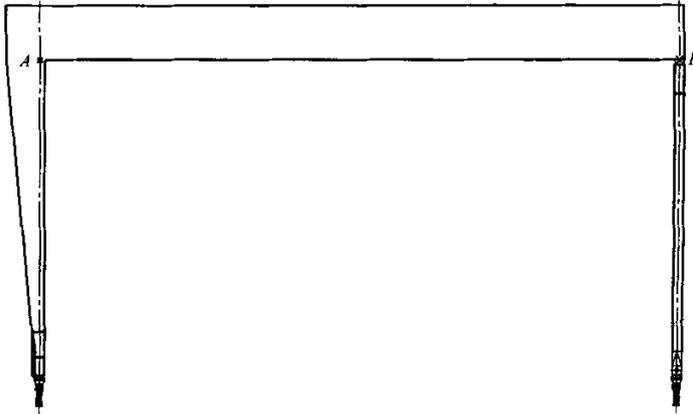


图 14

6.3.3 刚、柔支腿在起重机轨道平面内的垂直度

在刚性支腿的下横梁中心 A，主梁与刚性支腿连接处中心 B 和主梁刚性支腿侧的中心 C 贴上标记，以下横梁中心 A 点为基准，用全站仪、经纬仪等仪器垂直往上作垂直线，分别测量 B 点和 C 点偏离垂直线的距离。见图 15。

分别在柔性支腿的下横梁中心 A 及 A 字头中心 B 贴上标记，以下横梁中心 A 点为基准，用全站仪、经纬仪等仪器垂直往上作垂直线，测量 B 点偏离垂直线的距离。见图 16。

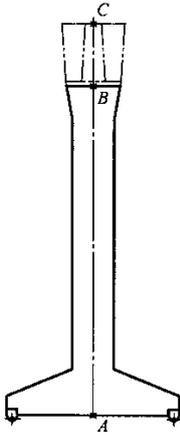


图 15

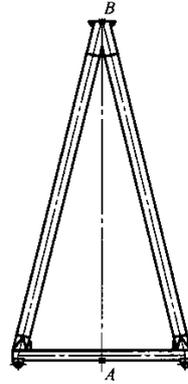


图 16

6.3.4 小车轨道的轨距与高度差、主梁的上拱度

6.3.4.1 小车轨道中心相对于腹板中心的偏差检测

用钢尺测量轨道底部尺寸得出的数值除以 2 为 a 值,轨道梁主腹板厚度值除以 2 为 a_1 值,用钢尺分别测量 x 和 x_1 值,则 $K = |(a+x) - (a_1+x_1)|$ 为实测值,如图 17。

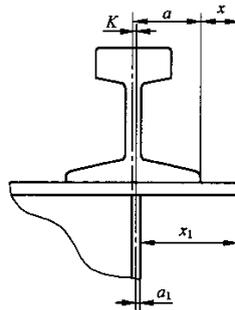


图 17

6.3.4.2 双主梁小车轨道的轨距与高度差、主梁的上拱度

小车的轨距可用激光测距仪测定,在全长方向至少测五点(包括轨道两端及中点)。

用水平仪在一根主梁的端部找出一基准点高度,然后可测出轨道上各点与基准点高度的高度差。对比所须测定的两点高度,即可知两点的高度差。对比两轨道上相应点的高度,即可知两轨道的高度差。

用此方法在主梁大肋板上量出各点的高度差,即可求出主梁的上拱度。

6.3.4.3 单主梁小车轨距与高度差

单主梁小车的轨距,可在未安装成型时量出安装轨道主腹板间的间距,在轨道安装后,在同一点量出轨道中心线与轨道梁主腹板中心线偏差,从而推算出轨距的偏差。

在地面树一标杆,用水平仪等仪器测出轨道上各点与标杆的高低差即可知轨道各点的高度差。对比所须测定的两点高度,即可知两点的高度差。

6.3.4.4 小车轨道直线度的测量

将激光经纬仪固定在轨道的一端,激光发射点离轨道中心的横向距离为固定值(一般为 100 mm 或 200 mm 等整数,便于读数、记录方便),轨道的另一端同样设置离轨道中心横向距离相同的校准点。激光校准后,用钢直尺或激光瞄准板进行测量轨道沿长度方向在水平面内的弯曲。

6.4 同步运行检查

6.4.1 上、下小车同步运行的检查

将上下小车停在起重机的同一端,在上小车上固定一标志物到离下小车 10 mm 处,并在下小车上固定一段标尺,用同步档开动上下小车从这一端到另一端观察行进过程中两小车位置的变化并记录下最大值。测量三次取其平均值。

6.4.2 起升机构同步运行的检查

在两吊钩处挂上两根绳子,在绳子上每隔 2 m 做一记号,分别在对应地面上 1 m 左右高度竖一标记,开动同步起升档,观察起升时两吊钩同步情况,在起升到起升高度 1/3 左右时停车,测量每一吊钩起升的距离,计算两吊钩起升距离的误差值,允许以 1/3 高度推算出全程误差值。测量三次取其平均值。

6.5 起重机和小车车轮在水平面内车轮轴线的倾斜度

在离被测车轮组两端的两车轮轨道中心等距离处拉一钢丝,此钢丝高度应尽量靠近轮轴中心,并使每个轮子的前后两边缘都能测到与钢丝的距离。将钢丝绞紧,测量每个车轮的两边缘离钢丝的距离,见图 18,即可知车轮的直线度。

此钢丝也可用一束激光代替。

用水平尺检查每一轮子的垂直度,可知这组车轮在垂直方向的平行度。

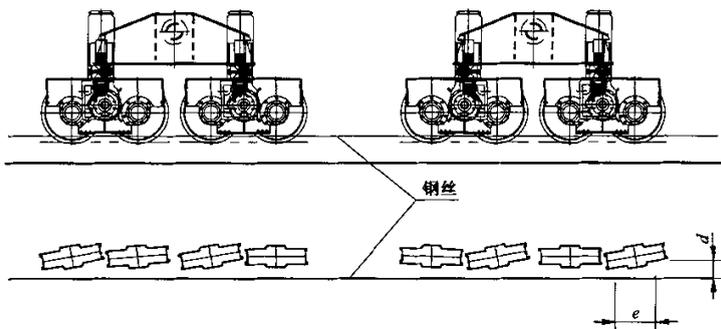


图 18

起重机车轮的直线平行度检查方法与小车车轮直线平行度检查方法相同。但起重机车轮的检测是一绞点下的车轮即起重机在一边轨道上全部车轮数量的 1/2,而小车车轮的检测是小车在一边轨道上的全部车轮。

6.6 柔性铰的检查

在动载试验时用目测检查柔性铰及平面转角是否灵活,有否卡死现象。

6.7 夹轨器的检查

6.7.1 夹轨器打开,起重机在全长范围内运行,观察卡钳是否与轨道相干涉。

6.7.2 在全长运行区间内选几个点,将夹轨器夹住,检查是否夹紧。

6.8 起重机噪声的检测

密闭门窗,在起重机作各动作时,在操作座椅处用声级计 A 档读数测噪声。测试时脉冲峰值除外。

6.9 起重机的整机试验

6.9.1 起重机各项参数的合格检查

起重机的下列参数应符合要求:

- 起重机的质量;
- 起升高度;
- 上、下小车左、右极限位置;
- 起升速度;载荷慢速下降速度;
- 起重机大车运行速度;
- 上、下小车的运行速度;
- 限制器、指示器和安全装置的功能;
- 驱动装置的性能,例如在试验载荷状态下电动机的电流;
- 起重机主梁的垂直静挠度。

起重机及其部件质量的测量应符合 ISO 11629 的规定。

起重机速度和时间参数的测量应符合 GB/T 22414 的规定。

6.9.2 目测检查

目测检查应包括所有重要部件的规格和(或)状态是否符合要求,包括下列各项:

- 各机构、电气设备和液压设备、安全装置、制动器、控制器、照明和信号系统;
- 起重机金属结构及其连接件、梯子、通道、司机室和平台;
- 所有的防护装置;
- 吊钩或其他索具及其连接件;
- 钢丝绳及其固定件;
- 滑轮组及其轴和固定;
- 润滑装置。

检验时,除了正常维护和检验需要打开的盖子(如限位开关盖)外,不必拆开任何部件。

目测检查还应包括检查 GB/T 17908 中规定的验收文件是否已提供并经过审核。

6.9.3 载荷起升试验

6.9.3.1 总则

载荷起升试验包括静载试验和动载试验,试验时的风速不应大于 8.3 m/s。

6.9.3.2 静载试验

静载试验的目的是检验起重机以及各结构件的承载能力。

起重机上小车的起升机构和下小车起升机构的静载试验应分别进行,静载试验的载荷分别为各自额定起重量的 1.25 倍。

将计算得出的在主梁内产生最大应力的位置及该载荷的 1.25 倍加在主梁的跨中位置,载荷离地面 100 mm~200 mm 高度处,悬空时间不少于 10 min。卸去载荷,将上、下小车停放至各左右极限位置,检查起重机主梁构件有无永久变形,无永久变形即可终止试验。如有变形需重新再作试验,但最多允许三次,不应再有永久变形。

将计算得出的在刚性腿内产生最大应力的位置及该载荷的 1.25 倍加在主梁上,载荷离地面 100 mm~200 mm 高度处,悬空时间不少于 10 min。检查刚性腿的结构情况。

将计算得出的在柔性腿内产生最大应力的位置及该载荷的 1.25 倍加在主梁上,载荷离地面 100 mm~200 mm 高度处,悬空时间不少于 10 min。检查柔性腿的结构情况。

试验后,目测检查是否出现永久变形、油漆剥落或对起重机的性能和安全有影响的损坏,检查连接处是否出现松动或损坏。

6.9.3.3 动载试验

动载试验的目的主要是验证起重机各机构和制动器的功能。

上小车起升机构承载上小车额定载荷的 1.25 倍,运行机构慢速运行。

上小车卸载后,下小车起升机构承载下小车主起升机构额定载荷的 1.25 倍,运行机构慢速运行。

起重机承载额定载荷的 1.25 倍,起重机运行机构慢速运行。

按 1.1 倍各起升机构的额定载荷,分别作上小车起升、下降、下小车起升、下降、副起升起升、下降、与上小车运行、下小车运行动作。在试验中应注意一小车动作时,另一小车应处于空载状态。

按技术协议要求,按 1.1 倍的额定载荷作各机构间的联合动作。

上、下小车起升其 1.1 倍抬吊额定载荷,上、下小车吊钩之间距离按技术协议要求。起升停止后分别作上、下小车运行和起重机运行动作。

试验中对每种动作应在其整个范围内作反复起升和制动,对悬挂着的空中载荷作空中起升时试验载荷不应出现反向动作。

在动载试验中,应按操作手册的规定对起重机进行控制,注意把加速度、减速度和速度限制在起重机正常工作的范围内。

试验后,目测检查各机构或结构的构件是否有损坏,检查连接处是否出现松动或损坏。

7 检验规则

7.1 检验分类

起重机的检验分出厂检验和型式试验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台起重机都应进行出厂检验,检验合格后(包括用户的特殊要求检验项目)方能出厂。制造商必须向用户签发《产品合格证明书》和检测报告。出厂检验的项目,视情况在制造厂内或在现场进行。

7.2.2 出厂检验项目见表 9。

表 9

序号	项目名称	出厂检验	型式试验	要求	试验方法
1	目测检查	√	√	6.9.2	—
2	起重机和小车运行速度	√	√	5.3.9	按 GB/T 14406—2011 中 6.4.1
3	起重机的起升高度	√	√	5.3.10	激光测距仪
4	吊钩左右极限位置	√	√	5.3.11	—
5	起升机构的同步偏差	√	√	5.9.3.1	6.4.2
6	上、下小车同步运行的偏差	√	√	5.9.3.2	6.4.1
7	主梁的上拱度	√	√	5.7.1.1	6.3.4.2
8	主梁在水平方向的弯曲	√	√	5.7.1.3	6.3.1
9	主梁腹板的局部翘曲	√	√	5.7.1.4	GB/T 14406—2011 中 6.2.9
10	梯形箱形梁对角线尺寸偏差	√	√	5.7.1.5	—
11	小车轨道中心相对于腹板中心的偏差	—	√	5.7.1.7c)	6.3.4.1
12	小车轨道直线度	—	√	5.7.1.7b)	6.3.4.4
13	小车轨道接头构造公差	√	√	5.7.1.7a)	—
14	刚、柔性支腿在起重机轨道平面内的垂直度	√	√	5.7.2 5.7.3	6.3.3
15	刚、柔性支腿的高度差	√	√	5.7.4	6.3.2
16	柔性支腿杆件的直线度	√	√	5.7.3.2	激光仪
17	门架净高度偏差	√	√	5.7.5	6.3.2
18	制动轮、制动盘的跳动	√	√	5.8.1	—
19	车轮基准端面的跳动	√	√	5.8.2	—
20	起重机和小车车轮水平投影面内车轮轴线倾斜度	√	√	5.8.3	6.5
21	漆膜附着力及厚度	√	√	5.10.2.2	GB/T 9286、测厚仪
22	起重机噪声	—	√	5.4.9	6.8
23	静载试验	—	√	5.3.7	6.9.3.2
24	动载试验	—	√	5.3.8	6.9.3.3
25	电控设备中各电路的绝缘电阻	√	√	5.4.7.1	GB/T 14406—2011 中 6.6

7.3 型式试验

7.3.1 有下列情况之一时,应进行型式试验:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 产品停产达一年以上后恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.2 型式试验项目见表 9。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 应在起重机明显位置设置起重机标牌,标牌应符合 GB/T 13306 的规定,标牌的内容应至少包括以下内容:

- a) 起重机名称和型号;
- b) 产品主要技术性能参数;
- c) 制造日期和产品编号;
- d) 制造商名称;
- e) 执行标准。

8.1.2 各种操作手柄、开关及信号装置近旁,应装设指示功能的标牌。其表示的位置和控制方向应与被控制机构的动作一致。

8.2 包装

8.2.1 起重机的包装应符合 GB/T 13384 的有关规定。

8.2.2 电气设备(如电机、制动器的电磁铁、开关、仪器、电器柜等)电缆、钢丝绳等无法装箱时,均应采取防雨措施。

8.2.3 起重机在发货时应包括下列随行文件:

- a) 产品合格证明书;
- b) 产品使用、操作、维护说明书(包括外购电气设备自带的说明书);
- c) 主要外购件的合格证书;
- d) 装配图;
- e) 易损件清单;
- f) 其他。

8.3 运输及贮存

8.3.1 起重机的运输应符合铁路、公路和航运的有关运输要求。

8.3.2 起重机的零部件应妥善保管,对露天存放的大型零部件应垫平,防止变形。

8.3.3 放置仓库中保管的零部件应注意防潮和通风。
