



中华人民共和国国家标准

GB/T 27997—2026

代替 GB/T 27997—2011

造船门式起重机

Shipbuilding gantry cranes

2026-01-28 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
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
4.1 型式	3
4.2 基本参数	4
5 技术要求	6
5.1 工作条件	6
5.2 基本要求	6
5.3 整机性能	6
5.4 主要受力结构件及连接	7
5.5 主要零部件	11
5.6 电气设备	12
5.7 安全监控管理系统	13
5.8 智能化系统	13
5.9 装配	14
5.10 安全与防护	16
5.11 涂装	18
6 试验方法	19
6.1 通则	19
6.2 试验条件	19
6.3 门架的装配检查	19
6.4 同步运行检查	22
6.5 装配精度	23
6.6 主要零部件要求	24
6.7 柔性铰的检查	24
6.8 抗风防滑装置	24
6.9 起重机噪声的检测	24
6.10 起重机涂装	24
6.11 各电路的绝缘电阻接地连接电阻	24
6.12 起重机的整机试验	24
7 检验规则	26

GB/T 27997—2026

7.1	检验分类	26
7.2	出厂检验	26
7.3	型式检验	28
8	标志、包装、运输和贮存	28
8.1	标志	28
8.2	包装	28
8.3	运输及贮存	29



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 27997—2011《造船门式起重机》，与 GB/T 27997—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了工作级别范围，增加了工作级别表(见 4.2.1, 2011 年版的 4.2.1)；
- 增加了整机、上下小车的额定起重量，增加了双上小车额定起重量表格(见 4.2.2)；
- 更改了供电电压等级(见 5.1.1, 2011 年版的 5.1.1)；
- 更改了主梁偏差要求及主梁轨距测量基准(见 5.4.1.2, 2011 年版的 5.7.1.2)；
- 增加了柔性铰要求(见 5.5.11)；
- 更改了起重机安监规范的描述(见 5.7, 2011 年版的 5.9.6.4、5.9.6.6)；
- 增加了智能化系统(见 5.8)；
- 删除了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要求(见 2011 年版的 5.8.6)；
- 更改了测距装置设置范围(见 5.10.3.6, 2011 年版的 5.4.3.6)；
- 更改了吊具或钢丝绳至司机室外廓的距离(见 5.10.4, 2011 年版的 5.4.4)；
- 增加了抗风防滑装置的工作要求和检测方法(见 5.10.5 和 6.8)；
- 更改了司机室噪声要求(见 5.10.12, 2011 年版的 5.4.9)；
- 增加了漆膜厚度要求和检测方法(见 5.11.2.2 和 6.10)；
- 删除了涂漆颜色要求(见 2011 年版的 5.10.3)；
- 更改了主梁在水平方向的弯曲的测量方法(见 6.3.2, 2011 年版的 6.3.1)；
- 增加了箱形梁截面对角线尺寸偏差检测要求(见 6.3.4)。
- 增加了主梁排水性检测要求(见 6.3.5)；
- 增加了焊接和(或)螺栓连接检测要求(见 6.3.10)；
- 增加了起重机纠偏检测要求(见 6.4.4)；
- 增加了制动轮或制动盘及车轮跳动检测要求(见 6.5.1)；
- 增加了车轮基距公差、导向轮水平偏差及小车终端止挡器或缓冲器平行度公差检测要求(见 6.5.3)；
- 增加了主要零部件要求(见 6.6)；
- 增加了各电路的绝缘电阻接地连接电阻检测要求(见 6.11)；
- 增加了静态刚性试验要求(见 6.12.3.4)；
- 增加了吊重差试验要求(见 6.12.3.5)；
- 增加了起重机和小车运行速度试验要求(见 6.12.3.6)；
- 增加了起升机构制动方式试验要求(见 6.12.3.7)；
- 增加了小车单、联动试验要求(见 6.12.3.8)；
- 增加了起重机的起升范围试验要求(见 6.12.3.9)；
- 增加了上小车吊钩左右偏差试验要求(见 6.12.3.10)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国起重机械标准化技术委员会(SAC/TC 227)归口。

本文件起草单位: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有限公司、北京科正平工程技术检测研究院有限公司、大连华锐重工集团股份有限公司、大连博瑞重工有限公司、微特技术有限公司、上海振华重工(集团)股份有限公司、江苏卫华海洋重工有限公司、河南省矿山起重机有限公司、太原重工股份有限公司、大连理工大学、宁波市特种设备检验研究院、江苏华澄重工有限公司、华电郑州机械设计研究院有限公司、上海豪力起重机械有限公司、杭州江河机电装备工程有限公司、南通中远海运重工装备有限公司、舟山市特种设备检测研究院、江苏象王集团股份有限公司、抚顺永茂建筑机械有限公司、石家庄五龙制动器股份有限公司、江西华伍制动器股份有限公司、无锡港盛重型装备有限公司、无锡市新华起重工具有限公司、新乡学院。

本文件主要起草人:汤大伟、杨汉强、林夫奎、路建湖、张军、张培、陶天华、陈长春、李宁、沈毅祥、王永波、郑要杰、任海涛、周继红、滕儒民、陈敬涛、全维军、郑红光、程文光、陆崎、王传民、刘权、李屹东、葛文亮、党淼、韩正方、刘志刚、赵旭、谷自宝、王凯、贾蒙、赵小伟。

本文件于 2011 年首次发布,本次为第一次修订。

造船门式起重机

1 范围

本文件规定了造船门式起重机的型式和基本参数、技术要求、检验规则及标志、包装、运输和贮存,描述了相应的试验方法。

本文件适用于具有上、下小车,进行吊装及翻身作业,用于船厂、海工等场所的门式起重机。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓连接副
- GB/T 3811—2008 起重机设计规范
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5226.32 机械电气安全 机械电气设备 第 32 部分:起重机械技术条件
- GB/T 5905.1 起重机 检验与试验规范 第 1 部分:通则
- GB/T 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/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9286—2021 色漆和清漆 划格试验
- GB/T 10051(所有部分) 起重吊钩
- GB/T 10095.1—2022 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第 1 部分:齿面偏差的定义和允许值
- GB/T 10183.1—2018 起重机 车轮及大车和小车轨道公差 第 1 部分:总则
- GB/T 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/T 14406—2011 通用门式起重机
- GB/T 17908 起重机和起重机械 技术性能和验收文件
- GB/T 19418—2003 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
- GB/T 20303.1 起重机 司机室和控制室 第 1 部分:总则
- GB/T 20303.5 起重机 司机室和控制站 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(机座号 100~400)
- 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

GB/T 27997—2026

GB/T 27546 起重机械 滑轮
GB/T 28264 起重机械 安全监控系统
GB/T 37910.1—2019 焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分:钢、镍、钛及其合金
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 7020 电力液压盘式制动器
JB/T 7685 电磁鼓式制动器
JB/T 8905 起重机用三支点减速器
JB/T 9003 起重机用三合一减速器
JB/T 9006 起重机 卷筒
JB/T 10559—2018 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
JB/T 10917 钳盘式制动器
JB/T 12477 起重机用底座式减速器
JB/T 12478 起重机用立式减速器
JB/T 12479 起重机用套装式减速器
JB/T 14900 起重机械用安全制动器
JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接技术规程

3 术语和定义

GB/T 6974.1 和 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

在小车相互穿越运行时,位于上方的起重小车。

3.2

下小车 lower trolley

在小车相互穿越运行时,位于下方的起重小车。

3.3

额定翻身起重量 rated capacity of turn over

上、下小车将被吊物品在空中进行翻身时的最大净起重量。

3.4

抬吊 lift simultaneously

两个或者两个以上小车同时吊运一件物品的操作。

3.5

小车距离 distance between trolleys

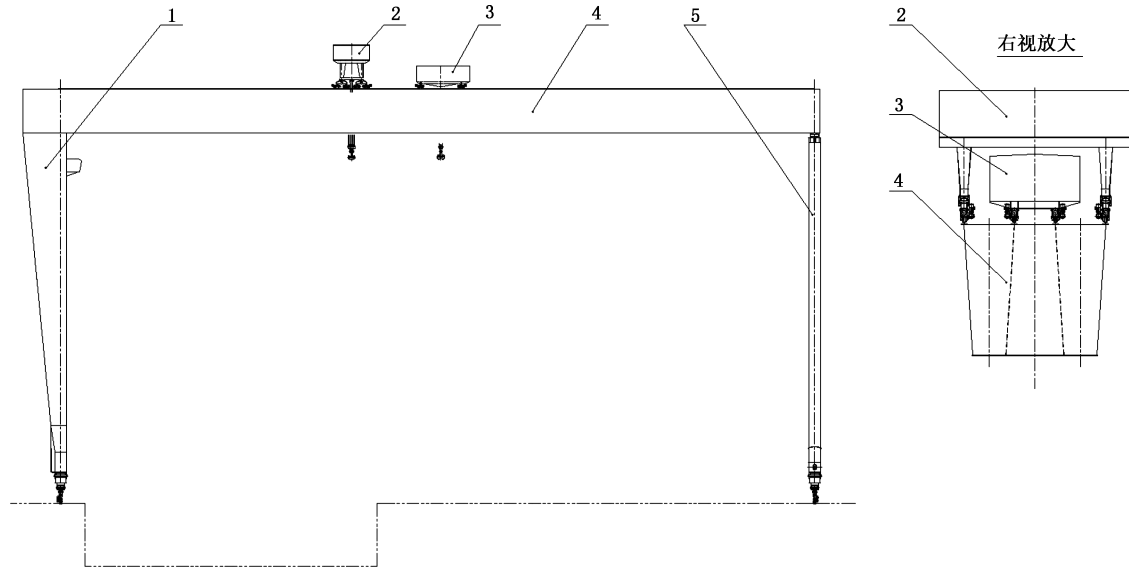
两小车主吊钩之间沿主梁纵向方向的水平距离。

4 型式与基本参数

4.1 型式

造船门式起重机按主梁结构形式分为：

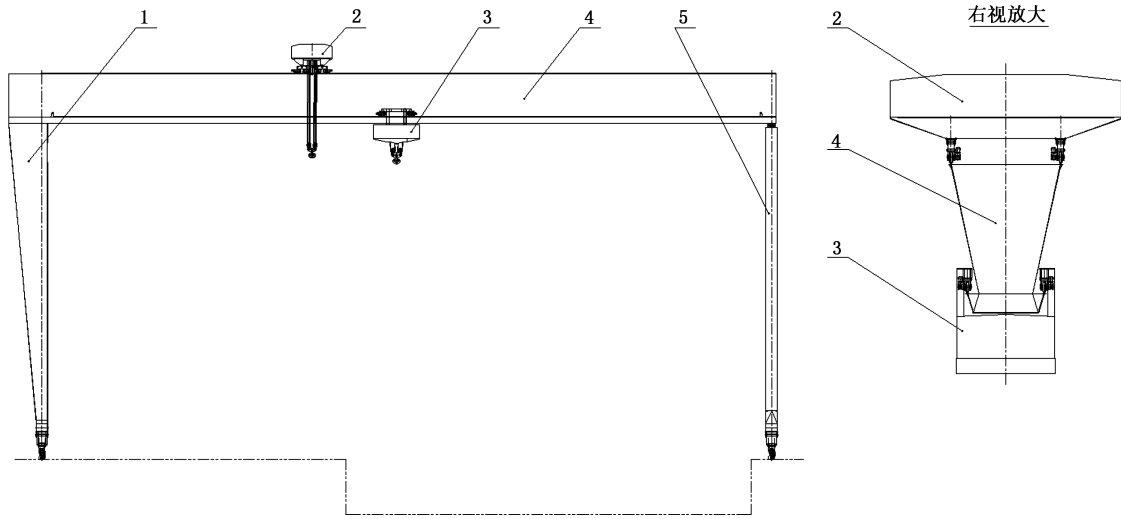
- a) 双梁造船门式起重机(见图 1)；
- b) 单梁造船门式起重机(见图 2)。



标引序号说明：

- 1——刚性支腿；
- 2——上小车；
- 3——下小车；
- 4——主梁；
- 5——柔性支腿。

图 1 双梁造船门式起重机示意图



- 标引序号说明：
- 1——刚性支腿；
 - 2——上小车；
 - 3——下小车；
 - 4——主梁；
 - 5——柔性支腿。

图 2 单梁造船门式起重机示意图

4.2 基本参数

4.2.1 造船门式起重机(以下简称“起重机”)的工作级别分为 A2~A5,见表 1。

表 1 起重机整机工作级别

载荷状态 级别	起重机的载荷谱系数 K_p	起重机的使用等级					
		U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
Q2	$0.125 < K_p \leq 0.250$	—	—	A2	A3	A4	A5
Q3	$0.250 < K_p \leq 0.500$	—	A2	A3	A4	A5	—
Q4	$0.500 < K_p \leq 1.000$	A2	A3	A4	A5	—	—

注：“—”表示不适用。

4.2.2 起重机的额定起重量宜优先采用表 2 规定的数值。

表 2 额定起重量系列

单位为吨

起重机的额定起重量系列	
起重机	100, 125, 160, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000

表 2 额定起重量系列 (续)

单位为吨

起重机的额定起重量系列		
上小车	双吊钩	50+50,63+63,80+80,100+100,125+125,150+150,200+200,250+250,320+320,350+350,400+400,450+450,500+500,630+630,700+700,800+800,900+900,1000+1000,1250+1250,1600+1600
双上小车		2×(400+400), 2×(450+450), 2×(500+500), 2×(630+630), 2×(700+700), 2×(800+800), 2×(900+900), 2×(1000+1000)
下小车	主钩	50,63,80,100,125,150,200,250,320,350,400,450,500,630,700,800,900,1000,1250,1600,2000,2500

4.2.3 起重机及上、下小车各机构额定工作速度的名义值宜在下列数系中选取。

a) 采用变频调速的起重机,其起升速度宜采用表 3 规定的数值。

表 3 额定起升速度名义值

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 及以上	2~3.2	4~6.3

b) 采用变频调速的起重机,其额定运行速度一般取 20 m/min~32 m/min。

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(根据需要也可用低压供电)。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 $\pm 10\%$;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 起重机工作时气候条件要求如下。

- a) 环境温度不超过 40 °C,在 24 h 内的平均温度不超过 35 °C。环境温度不低于-20 °C。
- b) 环境温度不超过 25 °C 时的相对湿度允许短时达 100%。
- c) 工作风压不应大于:内陆 150 Pa(相当于 5 级风),沿海 250 Pa(相当于 6 级风)。
- d) 非工作状态的最大风压:一般为 1 000 Pa(相当于计算风速 12 级风)。或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。取两者中的较大值。
- e) 阵风状态的抗风防滑系统所用的计算风速不应小于 32 m/s。
- f) 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。

5.1.3 起重机轨道的构造公差应符合 GB/T 10183.1—2018 的表 2 中规定的 2 级公差及表 6 轨道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。

5.1.4 起重机运行轨道应与保护接地电路可靠连接,接地电阻值不应大于 4 Ω 。

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。

5.2.2 起重机的设计、制造应符合 GB/T 3811—2008、GB/T 6067.1—2010 和 GB/T 5226.32 的有关规定。

5.3 整机性能

5.3.1 起重机的起重能力应能达到额定起重量和额定翻身起重量。

5.3.2 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%,最大不应超过单个吊钩额定起重量的 50%,并应对上小车设置防倾翻装置。下小车的额定起重量宜定为额定翻身起重量的 0.5 倍~0.6 倍。

注:吊重差为上小车两个吊钩起升载荷的差值。

5.3.3 起升机构工作制动应先电气制动,后机械制动。

5.3.4 起重机各小车的操纵应能实现既能单动,又能联动。

5.3.5 起重机主梁跨中位置的静态刚性不应大于 $S/750$ (S 为跨度)。

5.3.6 起重机作静载试验时,应能承受 6.12.3.2 规定的试验载荷。静载试验后,当空载小车处于两侧极限位置时,主梁上拱度不应小于 $0.7 S/1 000$,最高点应在跨中 $S/10$ 范围内;目测检查各受力金属结构件应无裂纹、永久变形、油漆剥落或对起重机的性能与安全有影响的损坏,各连接处应无松动或损坏。

5.3.7 起重机作动载试验时,试验载荷应能承受 6.12.3.3 规定的试验载荷。试验过程中各机构和制动器应动作灵敏可靠,试验后进行目测检查,机构或结构件不应有损坏,各连接处不应出现松动或损坏。

5.3.8 起重机运行速度和小车运行速度的允许偏差为名义值的 $\pm 5\%$,起升速度的允许偏差为名义值的 $\pm 2\%$ 。

5.3.9 起重机的起升高度和下降深度不应小于名义值。

注：名义值为起重机技术规格书或技术协议要求的数值。

5.3.10 若上小车两侧吊钩具有移动功能,则两侧吊钩距离小车中心允许偏差值应为 200 mm。

5.4 主要受力结构件及连接

5.4.1 主梁

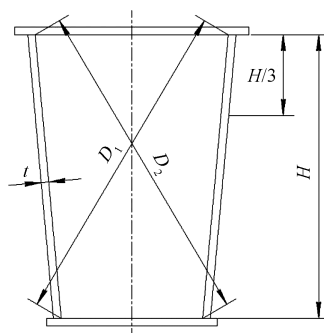
5.4.1.1 主梁跨中的上拱度不应小于 $S/1\,000$ (S 为跨度),且最大上拱度在跨中 $S/10$ 的范围内。

5.4.1.2 主梁高度中心线与刚、柔支腿理论轨道中心线交点的间距相对于起重机跨度的偏差不应大于 $S/2\,000$,且不应大于 50 mm。

5.4.1.3 主梁在水平方向的弯曲值,最大不应超过 20 mm。

5.4.1.4 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 $0.7t$,其余区域不应大于 $1.2t$,见图 3。

5.4.1.5 箱形梁截面对角线尺寸偏差 $|D_1 - D_2| \leq 5$ mm,见图 3。



标引符号说明:

H —— 箱型梁腹板高;

t —— 箱型梁腹板厚,取对应区域腹板厚度;

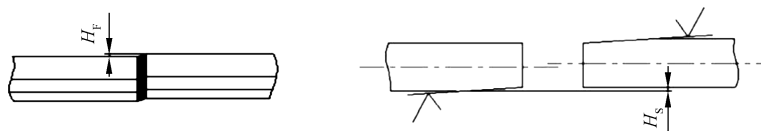
D_1 、 D_2 —— 梯形箱形梁对角线。

图 3 箱形梁示意图

5.4.1.6 主梁翼缘板雨后不应积水。

5.4.1.7 小车轨道一般宜用整根轨道(将接头焊为一体),轨道的接头应满足以下要求。

- a) 接头处轨道顶部的垂直错位值 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,见图 4。



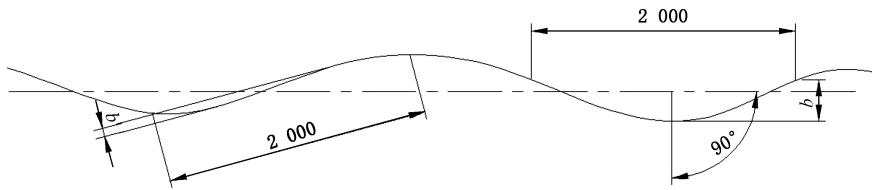
标引符号说明:

H_F —— 垂直错位值;

H_S —— 水平错位值。

图 4 接头处轨道顶部的垂直错位值和水平错位值

- b) 连接后的轨道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,见图 5。

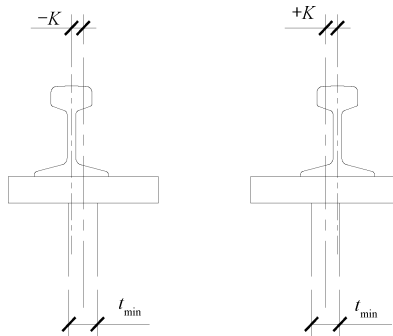


标引符号说明：

b ——轨道顶部在水平面内任意 2 m 长度范围内的直线度。

图 5 轨道顶部在水平面内的直线度

- c) 小车轨道上任一点处,轨道中心相对于梁腹板中心的位置偏差 K 不应大于 $0.5 t_{\min}$,见图 6。



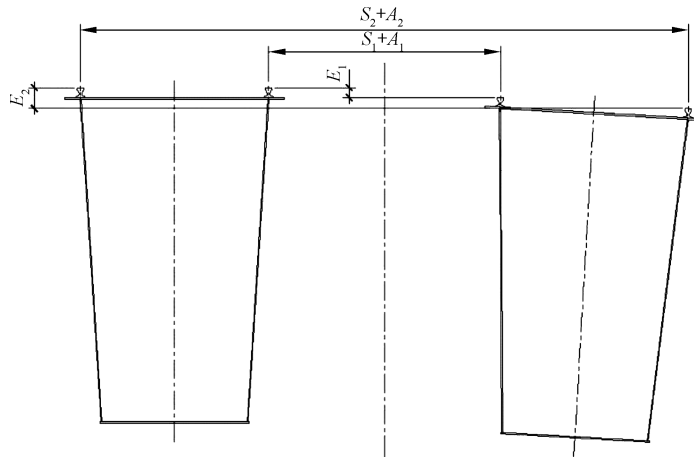
标引符号说明：

K ——位置偏差；

t_{\min} ——腹板最薄厚度。

图 6 轨道中心相对于梁腹板中心的位置偏差

- 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同一垂直截面两轨道之间的高度差 $E_1(E_2)$ 不应大于 12.5 mm,见图 7。



标引符号说明：

S_1, S_2 ——轨距；

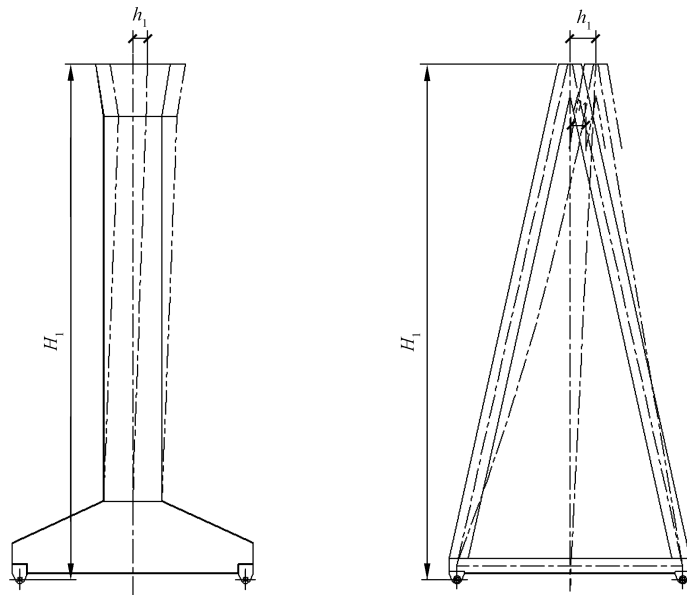
A_1, A_2 ——轨距公差；

E_1, E_2 ——轨道高度差。

图 7 上、下小车轨道中心之间的轨距公差和高度差

5.4.2 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。



标引符号说明:

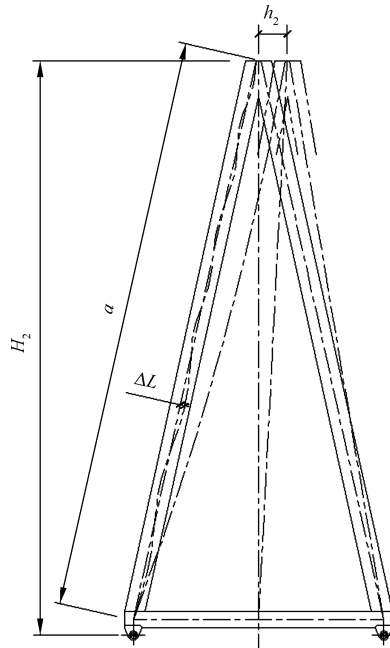
H_1 —— 刚性支腿与运行机构平衡梁两铰接孔连线的中心至主梁下平面的高度;

h_1 —— 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 刚性支腿在大车轨道平面内的垂直度

5.4.3 柔性支腿

5.4.3.1 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。



标引符号说明：

H_2 ——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；

h_2 ——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；

a ——柔性支腿杆件长度。

图 9 柔性支腿在大车轨道平面内的垂直度

5.4.3.2 柔性支腿杆件的直线度应为 $\Delta L \leq 0.001 a$ ，且 ΔL 最大为 20 mm。柔性支腿杆件长度 a 见图 9。

5.4.4 刚性、柔性支腿的高度差

刚性支腿与柔性支腿的高度差不应超过 $3S/10\ 000$ 。

5.4.5 门架净空高度的偏差

门架支腿处净高度与设计名义值偏差不应超过 $3S/10\ 000$ 。

5.4.6 焊接

5.4.6.1 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。

5.4.6.2 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—2003 中规定的 B 级；焊缝内部质量，射线检测的验收等级不应低于 GB/T 37910.1—2019 中规定的 2 级；超声波检测的验收等级不应低于 JB/T 10559—2018 中规定的 1 级。其他焊缝的内部质量，超声波检测的验收等级不应低于 JB/T 10559—2018 中规定的 2 级。

5.4.7 螺栓连接

5.4.7.1 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 1231 的规定。

5.4.7.2 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。

5.5 主要零部件

5.5.1 电动机

电动机应优先采用符合 GB/T 21972.1 的变频电动机,也可选用符合其他标准的电动机。宜采用强迫风冷。

5.5.2 钢丝绳

钢丝绳应优先采用符合 GB/T 8918 中规定的钢丝绳。

5.5.3 制动器

制动器应优先采用符合如下标准的制动器: JB/T 6406、JB/T 7020、JB/T 7685、JB/T 10917 和 JB/T 14900。

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

减速器应采用符合 JB/T 8905、JB/T 9003、JB/T 10816、JB/T 10817、JB/T 12477、JB/T 12478、JB/T 12479 如的减速器。

对于起升机构开式齿轮传动,宜采用人字齿,齿轮副精度不应低于 GB/T 10095.1—2022 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 10095.1—2022 中规定的 8 级。

5.5.6 滑轮和卷筒

5.5.6.1 滑轮应符合 GB/T 27546 的规定。

5.5.6.2 卷筒应采用符合 JB/T 9006 规定的钢板焊接卷筒。

5.5.7 吊钩

吊钩应采用符合 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

车轮应采用符合 JB/T 6392 规定的车轮。

5.5.9 缓冲器

缓冲器应采用符合 JB/T 7017 和 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。

5.5.11 柔性铰

柔性铰各向转动应灵活,无卡顿现象。

5.6 电气设备

5.6.1 电气设备的选用原则

5.6.1.1 起重机的驱动系统宜采用变频调速系统,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。

5.6.1.2 起重机电气控制设备应符合 GB/T 3811—2008 和 GB/T 5226.32 的有关规定。

5.6.1.3 起重机成套电阻器宜采用不锈钢电阻器。

5.6.1.4 操纵设备应采用联动控制台。

5.6.2 馈电装置

5.6.2.1 小车馈电装置应采用拖链或悬挂电缆供电。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。

5.6.2.2 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。

5.6.2.3 馈电装置的设计应满足 GB/T 3811—2008 中 7.2.2.2 的要求。

5.6.3 同步及控制

5.6.3.1 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 100 mm,各小车吊钩与另一小车吊钩起升的同步偏差不应大于 100 mm。

5.6.3.2 各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,各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 200 mm。应设校零装置。

5.6.3.3 同步抬吊时,参与抬吊的小车主钩应设有相对高度差保护措施。抬吊时,对抬吊小车的水平距离有要求时,应设距离保护。

5.6.3.4 起重机运行机构应设纠偏装置及校零装置,并设有单动及联动选择。

5.6.4 电气设备的安装

5.6.4.1 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。

5.6.4.2 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/T 4208—2017 中的 IP55。安装在电气室内的电气设备,其防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 中的 IP22。

5.6.4.3 四箱及四箱以下的电阻器可以直接叠装;超过四箱叠装时,应采用加固措施,并且各箱之间的间距不小于 80 mm。

5.6.4.4 安装在起重机各部位的电气设备,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。

5.6.5 导线及其敷设

5.6.5.1 起重机应采用铜芯、多股和有护套的绝缘导线,司机室内允许采用无护套的铜芯、多股和塑料绝缘导线。

5.6.5.2 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。

5.6.5.3 起重机上的配线除弱电系统外,电动机的供电线路电压为 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 且小于 690 V 时,应采用额定电压不低于 1 000 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应小于 1.0 mm^2 。对电子装置、油压伺服机构、传感组件等连接线的截面不作规定。

- 5.6.5.4 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。
- 5.6.5.5 不同机构、不同电压种类和电压等级的电线,穿管时宜分开。
- 5.6.5.6 交流载流 25 A 以上的单芯电线(或电缆)不应单独穿金属管。
- 5.6.5.7 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应为 15 N/mm^2 。
- 5.6.5.8 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。
- 5.6.5.9 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,必要时还应用屏蔽电缆。
- 5.6.5.10 导线穿过钢管或金属孔、洞处,应设有防止导线磨损的保护措施。
- 5.6.5.11 线管和线槽应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。
- 5.6.5.12 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。
- 5.6.5.13 导线两端应有与电路图或接线图一致的永久性识别标记。
- 5.6.5.14 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连接。
- 5.6.5.15 光缆最小弯曲半径应大于光缆直径的 10 倍。

5.6.6 照明及其他

- 5.6.6.1 司机室、电气室和通道都应有合适的照明,其照度不应低于 30 lx ,还应有补充作业面照明用的桥下照明,桥下照明宜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。
- 5.6.6.2 固定式照明装置的电压应为 220 V。可携式照明装置的电压不应超过 36 V。起重机上应具有供插接可携式照明装置用的插座。
- 5.6.6.3 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。
- 5.6.6.4 电气室应设置消防报警装置和空调装置。

5.7 安全监控管理系统

起重机应设安全监控管理系统,安全监控系统应符合 GB/T 28264 的要求。起重机工作状态的显示屏应设置在司机室内。

5.8 智能化系统

5.8.1 总体要求

起重机采用智能化系统时,应符合 5.8.2~5.8.4 的要求。

5.8.2 定位

- 5.8.2.1 定位功能包含起升机构、小车运行机构和大车运行机构的定位。
- 5.8.2.2 定位功能的设备选型、软件设计等宜充分考虑可靠性和稳定性。
- 5.8.2.3 定位功能应具备故障自检测能力,并可将信息传输至智能化系统。
- 5.8.2.4 定位功能应具备独立的定位数据检验功能。
- 5.8.2.5 检测到数据偏差超过设定值时,智能化系统应进行报警提示。

5.8.3 避障

规划路径应在安全承载能力内,起重机的速度和加速度应满足安全作业要求。

5.8.4 通信

5.8.4.1 通信系统的安装布置、通信设备、通信数据传输、信息安全和通信协议等应满足起重机本地和/或远程的运动控制、状态监视、工作管理等功能要求。

5.8.4.2 通信数据应至少包括起重机主要运行参数和主要运行状态。

5.8.4.3 在起重机实际使用工况下,数据的系统综合误差不应大于5%。

5.9 装配

5.9.1 制动轮安装后,其径向圆跳动不应超过表4的规定值;制动盘安装后,其盘端面跳动不应超过表5的规定值。

表4 制动轮径向跳动允许偏差

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

表5 制动盘端面跳动允许偏差

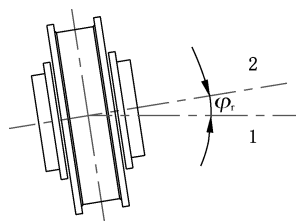
制动盘直径 mm	≤355	>355 ~500	>500 ~710	>710 ~1 250	>1 250 ~2 000	>2 000 ~3 150	>3 150 ~5 000	>5 000
端面跳动 μm	100	120	150	200	250	300	400	500

5.9.2 车轮安装后,应保证基准端面上的跳动不应超过表6的规定值。

表6 车轮基准端面跳动允许偏差

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

5.9.3 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—2018 中表4、表5规定的2级公差,见图10。



标引序号说明:

1 ——水平线;

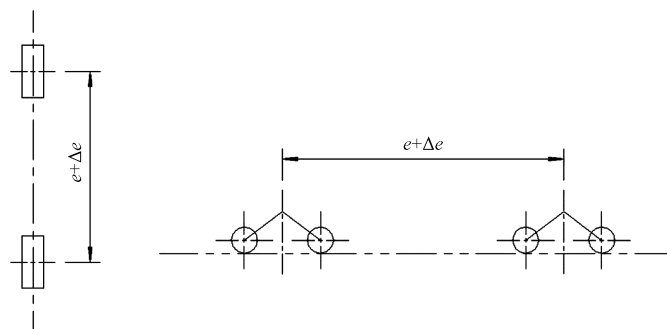
2 ——车轮轴线;

φ_r ——车轮轴线倾斜度。

图 10 车轮在水平投影面内车轮轴线倾斜度

5.9.4 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 , 见图 11。

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



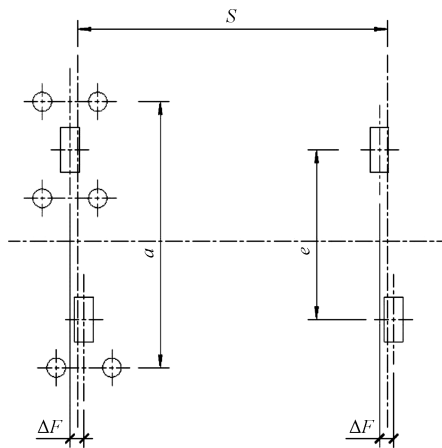
标引符号说明:

e ——车轮基距;

Δe ——基距公差。

图 11 车轮基距公差

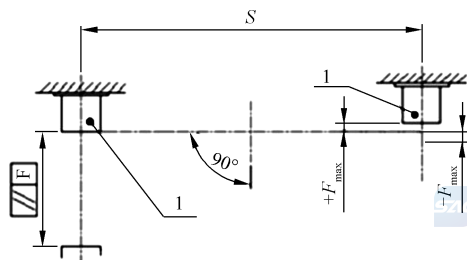
5.9.5 导向轮或带轮缘车轮水平偏差 ΔF , 应符合 GB/T 10183.1—2018 中表 5、表 4 规定的 2 级公差, 见图 12。



- 标引序号说明：
- S —— 轨距；
 - e —— 车轮基距；
 - a —— 导向轮基距；
 - ΔF —— 水平偏差。

图 12 车轮水平偏斜公差

5.9.6 小车终端止挡器或缓冲器小车轨道长度方向的平行度公差 $F_{\max} = S/1\ 000$ ，且 F_{\max} 极限值为 10 mm，S 单位为米(m)，见图 13(图中左侧为缓冲器头部图形)。



- 标引序号说明：
- 1 —— 缓冲器；
 - S —— 轨距；
 - F_{\max} —— 平行度公差。

图 13 终端止挡器或缓冲器垂直于纵向轴线的平行度公差

5.10 安全与防护

5.10.1 通则

起重机的安全与防护应符合 GB/T 6067.1—2010、GB/T 3811—2008 中第 9 章和本文件的规定。

5.10.2 起升机构

5.10.2.1 制动器应是常闭式的。制动力矩的选择应符合 GB/T 3811—2008 的规定。

5.10.2.2 起重机及上、下小车应安装起重量限制器。起重量限制器应符合 GB/T 12602 的规定。

5.10.2.3 应设置减速、停止和超限的上升和下降高度限位器。上升的停止和超限应设置不同形式的二级保护装置，并且能控制不同的断路装置。当极限位触发时，应能切断起升机构的动力源；当超限位触

发时,应能切断起升机构的上一级动力源。当吊钩上升到设计规定的极限位置时,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,在卷筒上缠绕的钢丝绳至少应保留两圈(除固定钢丝绳的圈数外)。

5.10.2.4 钢丝绳安全系数应符合 GB/T 3811—2008 中表 44 的要求。

5.10.2.5 起升机构卷筒宜采用单层或双层缠绕方式。起升机构采用多层缠绕时,应采用排绳装置或折线卷筒等措施保证钢丝绳有序缠绕。

5.10.2.6 钢丝绳的绳端固定和连接应符合 GB/T 6067.1—2010 中 4.2.1.5 的规定。

5.10.3 运行机构

5.10.3.1 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,设置减速、停止和超限三级行程限位器和缓冲器。

5.10.3.2 起重机运行机构应设置轨道清扫器和声、光报警装置。

5.10.3.3 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,应符合 GB/T 3811—2008 中 9.7.2.9 的规定设置防碰撞装置,并安装报警装置。

5.10.3.4 上小车应设置防倾翻装置。

5.10.3.5 应对各小车进行抗风校核,必要时应设置防止小车水平移动的锚定等安全防护装置。

5.10.3.6 起重机两侧运行机构和起重机小车均应设置测距装置。

5.10.3.7 起重机应装设防风抗滑装置,并应满足规定的工作状态和非工作状态下的防风防滑要求。

5.10.3.8 起重机至少应安装一套机械式偏斜限制器和一套自动纠偏装置。

5.10.4 司机室

起重机司机室除应符合 GB/T 20303.1 和 GB/T 20303.5 以及 GB/T 3811—2008 中 9.3.1 的规定外,还应满足如下要求:

- a) 司机室应安装门锁,司机室内配备灭火器、烟雾报警器和通信装置;
- b) 吊具或钢丝绳至司机室外廓的距离不应小于 1 m。

5.10.5 防风防滑装置

防风防滑装置应在全长运行区工作可靠,其部件不应与轨道及基础相干涉。

5.10.6 通道、平台、栏杆和梯子

5.10.6.1 起重机通道、平台、栏杆和梯子的设置应满足 GB/T 6067.1—2010 中 3.6~3.8 的规定。

5.10.6.2 起重机宜设供人员上下的升降设备。

5.10.6.3 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。

5.10.7 电气保护

5.10.7.1 电动机应具有过电流保护、内设热传感元件保护和热过载保护这三种保护中的一种或一种以上的保护功能。

5.10.7.2 所有外部线路都应有短路和接地保护。

5.10.7.3 应设有错相和缺相保护。

5.10.7.4 起重机各机构应设有零位保护。

5.10.7.5 起重机应设有失电压或欠电压保护。

5.10.7.6 起升机构应设有超速保护。

5.10.7.7 起重机联动控制台、电气房、上小房车、下小房车及起重机刚、柔性支腿的易于操作位置应设

有急停按钮。

5.10.7.8 起重机应具有防止被吊物品碰撞刚、柔性支腿的功能。

5.10.7.9 起重机应装设避雷保护装置。

5.10.8 电磁兼容

5.10.8.1 变频电源进线侧应配进线滤波器。

5.10.8.2 变频器输出至电动机的电源侧,应按负载的电压等级、总的传输长度等按要求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。

5.10.8.3 系统中的工控机、PLC 等部件,应具有抵御外部和内部电磁干扰的能力。

5.10.9 联锁保护

5.10.9.1 联动控制台操作主令控制器应有零位自锁,其手柄的操纵方向宜与起重机和各机构的运行方向一致。

5.10.9.2 各小车设有锚定装置时,应有运行联锁保护。

5.10.9.3 起重机运行抗风防滑装置应与运行机构联锁。

5.10.9.4 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。

5.10.9.5 拾吊时有小车的水平距离要求时,应有距离保护措施。

5.10.9.6 各起升机构均应装有起重量限制器,当各起升机构单独作业时,起重量限制器的限制值为各起升机构的额定起重量;当各起升机构起吊重量超过规定的限制值时,应能自动切断起升动力源,但应允许机构做下降运动。联合起吊作业时,如果拾吊重量超过规定的拾吊限制值或各起升机构的起重量超过规定的限制值,起重量限制器应能自动切断各起升机构的起升动力源,但应允许机构做下降运动。

5.10.10 绝缘

5.10.10.1 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。

5.10.10.2 起重机金属结构和接地线不应作为载流零线。

5.10.11 防护、警示和安全标志

5.10.11.1 起重机应设置航空障碍灯。

5.10.11.2 起重机应设置风速检测装置,风速等数据应在司机室内显示。

5.10.12 噪声

起重机工作时,在司机座位处测量(门窗关闭条件下)的声压级噪声不应大于 70 dB(A)。

5.11 涂装

5.11.1 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 8923.1—2011 中的 Sa2 ½ 级;其余构件应达到 GB/T 8923.1—2011 中的 Sa2 级或 St2 级。

5.11.2 涂漆质量

5.11.2.1 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。

5.11.2.2 推荐起重机面漆漆膜总厚度为 $80\ \mu\text{m}\sim 120\ \mu\text{m}$ 。根据起重机工作环境需要,也可供需双方另行约定。漆膜附着力不应低于 GB/T 9286—2021 中规定的一级质量要求。

6 试验方法

6.1 通则

起重机试验应遵循 GB/T 5905.1 规定的规范和程序。

6.2 试验条件

6.2.1 检查应在无日照影响的条件下进行。

6.2.2 各小车停放在刚性支腿极限位置处。

6.2.3 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。

6.2.4 钢结构的测量宜尽量减少温度及风载的影响。

6.3 门架的装配检查

6.3.1 主梁安装偏差

主梁提升前,在主梁高度中心线与刚、柔支腿理论轨道中心线的交点处贴上标记,见图 14 中 A、B 两点。安装完成后分别测量 A、B 两点之间距离,此距离与起重机跨度之差即为主梁安装偏差。此测量应在主梁两边分别进行,取其平均值。

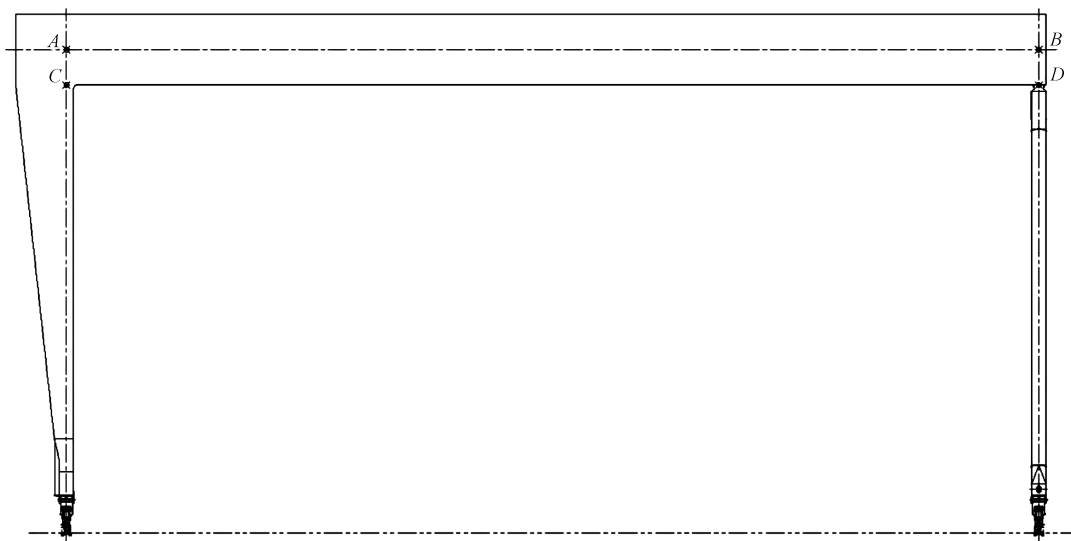


图 14 门架高度标记

6.3.2 主梁在水平方向的弯曲

单梁门式起重机取主梁两端上下面板的横截面中心点连线作为基准线,双梁门式起重机分别取两根主梁两端上下面板的横截面中心点连线作为基准线,测量主梁上各段中心点与基准线的水平距离,作为主梁在水平方向的弯曲。上、下面板各测量一次。

6.3.3 主梁腹板的局部翘曲

按照 GB/T 14406—2011 中 6.2.9 规定的方法测试主梁腹板的局部翘曲。

6.3.4 箱形梁截面对角线尺寸偏差

在拼装前用激光测距仪或直尺测量箱形梁截面对角线尺寸偏差。

6.3.5 主梁排水性

在主梁上翼缘板上浇水,观察主梁排水性。

6.3.6 刚性、柔性支腿的高度差检测

提升前,在主梁下翼缘板与支腿顶端理论上起重机轨道中心线的交点处贴上标记,见图 14 中 C 、 D 两点。分别测量 C 、 D 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、柔支腿高度中的较小值,即为门架的净高度。

6.3.7 刚性、柔性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 E ,主梁与刚性支腿连接处中心 F 和主梁刚性支腿侧的中心 G 贴上标记,以下横梁中心 E 点为基准,用全站仪、经纬仪等仪器垂直向上作垂直线,分别测量 F 点和 G 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 H 及“上接头”中心 J 贴上标记,以下横梁中心 H 点为基准,用全站仪、经纬仪等仪器垂直向上作垂直线,测量 J 点偏离垂直线的距离,见图 16。

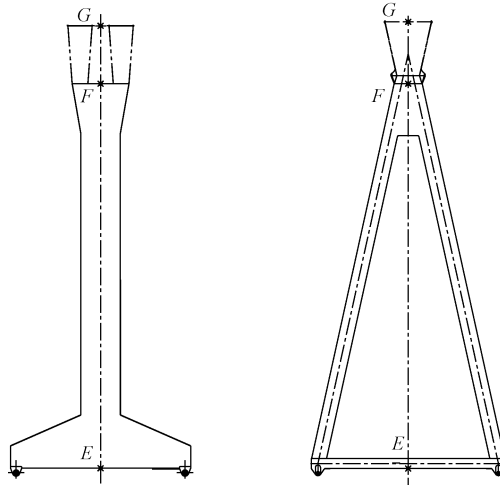


图 15 刚性支腿标记

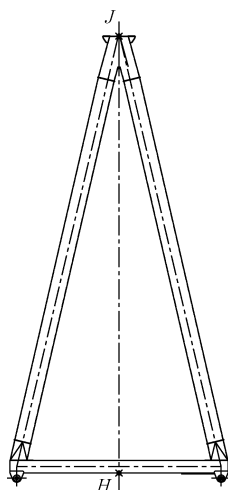


图 16 柔性支腿标记

6.3.8 柔性支腿杆件的直线度

在拼装前用激光测距仪或直尺测量柔性支腿杆件的直线度。

6.3.9 小车轨道的轨距与高度差、主梁的上拱度

6.3.9.1 小车轨道接头构造公差

小车轨道拼接后用激光测距仪或直尺测量轨道接头垂直错位值和水平错位值。

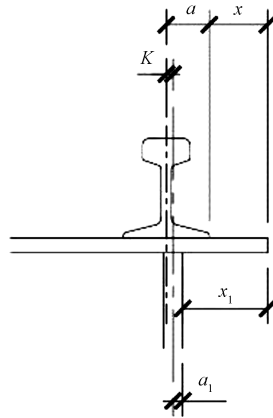
6.3.9.2 小车轨道直线度的测量

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),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。

6.3.9.3 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,见图 17。





标引序号说明：

- K —— 小车轨道中心偏差；
- a —— 轨底宽度一半；
- x —— 轨底至承轨板缘距离；
- x_1 —— 腹板面至承轨板缘距离；
- a_1 —— 腹板厚度一半。

图 17 小车轨道中心相对于腹板中心的偏差检测

6.3.9.4 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。对比所需测定的两点高度，即为两点的高度差。对比两轨道上相应点的高度，即为两轨道的高度差。

用此方法在主梁大肋板上量出各点的高度差，即可得出主梁的上拱度。

6.3.9.5 单主梁小车轨距与高度差

单主梁小车的轨距，可在未安装成型时测量安装轨道主腹板间的间距，在轨道安装后，在同一点测量轨道中心线与轨道梁主腹板中心线偏差，从而计算出轨距的偏差。

在地面树立一标杆，用水平仪等仪器测出轨道上各点与标杆的高低差即为轨道各点的高度差。对比所需测定的两点高度，即为两点的高度差。

6.3.10 焊接和(或)螺栓连接

目测起重机钢结构焊缝及钢结构螺栓连接接头，并检查自检记录和探伤报告。钢结构焊缝是否达到 GB/T 19418—2003、GB/T 37910.1—2019、JB/T 10559—2018 的相应规定。起重机钢结构采用螺栓连接时，检查其连接接头是否符合 JGJ 82 的规定，所用螺栓、螺母、垫圈及其技术要求是否分别符合 GB/T 1231 的规定。

6.4 同步运行检查

6.4.1 起升机构同步运行的检查

空载时，开动同步起升挡，观察起升时吊钩同步情况，在起升到起升高度 1/3 时停车，测量每一吊钩起升的距离，计算吊钩起升距离的误差值，推算出全程误差值。测量三次取其平均值。

在测量同步运行时，可作相对高度差保护测试，当主钩相对高度在运行时超差，观察系统是否报警

且限制起升运行。

6.4.2 各小车同步运行的检查

空载时,将各小车停在起重机的同一端,用同步挡开动小车从这一端到另一端观察行进过程中各小车位置的变化并记录下相对误差最大值。测量三次取其平均值。

6.4.3 小车距离保护

参与抬吊的小车抬吊距离保护按吊重和距离关系,测试系统是否报警并停止起升。

6.4.4 起重机纠偏

点动大车单侧运行机构至纠偏值,观察系统是否报警并停止运行。

6.5 装配精度

6.5.1 制动轮或制动盘及车轮跳动

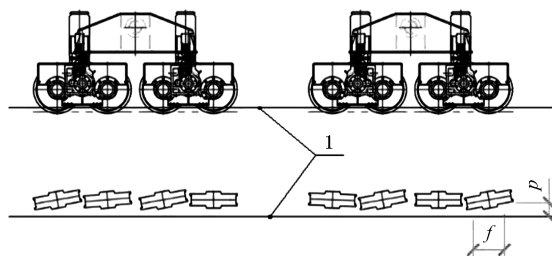
各机构试运行用百分表测量制动轮径向跳动或制动盘端面跳动,以及车轮基准面端面跳动。

6.5.2 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,即为车轮的直线度,见图 18。

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,可测得这组车轮在垂直方向的平行度。



标引符号说明:

1——钢丝或激光;

f ——车轮标记点距;

p ——标记点至钢丝距离。

图 18 车轮在水平面内车轮轴线的倾斜度

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。

6.5.3 车轮基距公差、导向轮水平偏差及小车终端止挡器或缓冲器平行度公差

起重机安装后,用钢卷尺或其他测量工具测量车轮基距公差、导向轮水平偏差及小车终端止挡器或缓冲器平行度公差是否满足要求。

6.6 主要零部件要求

根据各零部件的合格证及检测报告,查看电动机、钢丝绳、制动器、联轴器、减速器、齿轮传动、滑轮、卷筒、吊钩、车轮缓冲器司机室等主要零部件采购是否符合相应标准和要求。

6.7 柔性铰的检查

在动载试验时目测检查柔性铰各向是否灵活,有否卡顿现象。

6.8 抗风防滑装置

在全长运行区间内选取若干,将抗风防滑装置夹住,检查是否可靠运行,其部件是否与轨道及基础相干涉。

6.9 起重机噪声的检测

在跨中起吊额定载荷,同时开动起重机运行机构和起升机构,但不应同时开动两个起升机构。密闭司机室门窗,在司机座位处按照 GB/T 14406—2011 的规定测试起重机噪声值。

6.10 起重机涂装

目测或用粗糙度仪等设备检测重要结构件及其余构件的喷(抛)丸(砂)除锈处理质量。按照 GB/T 14406—2011 的规定测量漆膜厚度和漆膜附着力。

6.11 各电路的绝缘电阻接地连接电阻

在空气相对湿度小于 85%时,用 500 V 兆欧表分别测量各机构主回路、控制回路的对地绝缘电阻。

6.12 起重机的整机试验

6.12.1 起重机各项参数的合格检查

6.12.1.1 检查起重机设计文件中的下列参数是否符合设计技术要求:

- 起升高度;
- 上小车两吊钩间的吊重差;
- 各小车左、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;
- 各小车的运行速度;
- 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;
- 起重机主梁的静态刚性。

6.12.1.2 起重机速度和时间参数的测量应符合 GB/T 22414 的规定。

6.12.2 目测检查

6.12.2.1 目测检查包括所有重要部件的规格和(或)状态是否符合技术要求,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。

6.12.2.2 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,可不拆开任何部件。

6.12.2.3 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。

6.12.3 载荷起升试验

6.12.3.1 通则

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。

6.12.3.2 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。

起重机各小车的静载试验分别进行,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,将各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,则重新进行试验,但最多允许三次,不应再有永久变形。

将计算得出的在刚性支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。

将计算得出的在柔性支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。

各试验后,目测检查各受力金属结构件应无裂纹、永久变形、油漆剥落或对起重机的性能与安全有影响的损坏,各连接处应无松动或损坏。

6.12.3.3 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。

各小车起升机构承载其额定载荷的 1.1 倍,运行机构慢速运行。

一小车卸载后,另一小车起升机构承载其额定载荷的 1.1 倍,运行机构慢速运行。上述试验时,各小车不应在主梁上重合。

起重机两侧分次承载额定载荷的 1.1 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,各小车运行动作。在试验中应注意一小车动作时,其他小车应处于空载状态。

按 1.1 倍的额定载荷作各机构间的联合动作。

小车抬吊时,起升其 1.1 倍抬吊额定载荷,抬吊小车的距离按设计要求,小车位置按跨中对称布置,载荷两小车平均分配。起升停止后分别作各小车运行和起重机运行动作。

试验中对每种动作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,按操作手册的规定对起重机进行控制,试验中加速度、减速度和速度应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。

6.12.3.4 静态刚性试验

进行静态刚性试验,小车在主梁跨中起吊起重机额定翻身起重量时,或两个或两个以上小车在主梁跨中两侧抬吊起重机额定起重量时,可用激光测距仪或全站仪等测量主梁跨中产生的垂直位移。

6.12.3.5 吊重差试验

进行上小车两吊钩间吊重差试验,两吊钩分别吊重不同载荷,重的一侧吊钩逐步增加负重,使两侧吊钩负重达到吊重差(上/下)设定值,观察系统是否报警并限制起升。

6.12.3.6 起重机和小车运行速度

用秒表和测距仪测试起重机和小车的运行速度是否满足要求。

6.12.3.7 起升机构制动方式

起升机构制动时,观察是否先电气制动,然后机械制动。

6.12.3.8 小车单、联动

操控各小车,观察各小车是否既能单动,又能联动。

6.12.3.9 起重机的起升范围

操控各小车吊钩起升和下降至极限位置,测量起重机起升高度和下降深度是否满足要求。

6.12.3.10 上小车吊钩左右偏差

操控上小车两吊钩左右移动,观察其距离上小车中心偏差达到 200 mm 时是否报警并限制继续向偏差增大方向移动。

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检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台起重机都应进行出厂检验,制造商的质量检验部门按产品图样及文件进行逐项检验,只有检验合格后(包括用户的特殊要求检验项目)方能出厂。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 7。

表 7 检验项目

序号	项目名称	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	主梁安装偏差	√	√	5.4.1.2	6.3.1
2	主梁在水平方向的弯曲	√	√	5.4.1.3	6.3.2

表 7 检验项目 (续)

序号	项目名称	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
3	主梁腹板的局部翘曲	√	√	5.4.1.4	6.3.3
4	箱形梁截面对角线尺寸偏差	√	√	5.4.1.5	6.3.4
5	主梁排水性	—	√	5.4.1.6	6.3.5
6	刚性、柔性支腿的高度差	—	√	5.4.4	6.3.6
7	门架净高度偏差	—	√	5.4.5	6.3.6
8	刚性、柔性支腿在起重机轨道平面内的垂直度	—	√	5.4.2、5.4.3.1	6.3.7
9	柔性支腿杆件的直线度	√	√	5.4.3.2	6.3.8
10	小车轨道接头构造公差	√	√	5.4.1.7a)	6.3.9.1
11	小车轨道直线度	—	√	5.4.1.7b)	6.3.9.2
12	小车轨道中心相对于腹板中心的偏差	—	√	5.4.1.7 c)	6.3.9.3
13	小车轨道高度差	—	√	5.4.1.7d)、e)	6.3.9.4、6.3.9.5
14	主梁的上拱度	√	√	5.4.1.1	6.3.9.4、6.3.9.5
15	焊接和(或)螺栓连接	√	√	5.4.6、5.4.7	6.3.10
16	起升机构的同步偏差	—	√	5.6.3.1、5.6.3.3	6.4.1
17	各小车同步运行的偏差	—	√	5.6.3.2	6.4.2
18	小车距离保护	—	√	5.6.3.3	6.4.3
19	起重机纠偏	—	√	5.6.3.4	6.4.4
20	制动轮或制动盘及车轮跳动	—	√	5.9.1、5.9.2	6.5.1
21	起重机和小车车轮在水平面内车轮轴线的倾斜度	—	√	5.9.3	6.5.2
22	车轮基距公差、导向轮水平偏差及小车终端止挡器或缓冲器平行度公差	—	√	5.9.4~5.9.6	6.5.3
23	主要零部件	√	—	5.5.1~5.5.10	6.6
24	柔性铰检查	√	√	5.5.11	6.7
25	抗风防滑装置	√	√	5.10.5	6.8
26	起重机噪声	—	√	5.10.12	6.9
27	涂装	√	√	5.11	6.10
28	各电路的绝缘电阻接地连接电阻	—	√	5.10.10.1	6.11
29	静载试验	—	√	5.3.1、5.3.6	6.12.3.2

表 7 检验项目 (续)

序号	项目名称	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
30	动载试验	—	√	5.3.1、5.3.7	6.12.3.3
31	起重机静态刚性	—	√	5.3.5	6.12.3.4
32	上小车两吊钩间的吊重差	—	√	5.3.2	6.12.3.5
33	起重机和小车运行速度	√	√	5.3.8	6.12.3.6
34	起升机构制动方式	—	√	5.3.3	6.12.3.7
35	各小车单、联动	—	√	5.3.4	6.12.3.8
36	起重机的起升范围	√	√	5.3.9	6.12.3.9
37	上小车吊钩左右偏差	√	√	5.3.10	6.12.3.10

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 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;
- c) 产品停产达一年以上后恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- e) 相关方提出进行型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目见表 7。

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标牌,标牌应符合 GB/T 13306 的规定,标牌的内容应包括但不限于以下内容:

- a) 起重机名称和型号;
- b) 产品主要技术性能参数(包括额定起重量、跨度、起升高度等);
- c) 制造日期和产品编号;
- d) 制造商名称;
- e) 执行标准编号。

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。其表示的名称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 的规定。

8.2.2 电气设备(如电动机、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 起重机在发货时应附带包括但不限于下列随行文件:

- 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。

8.3 运输及贮存

8.3.1 起重机的零部件应妥善保管,大型零部件应垫平,防止变形。

8.3.2 零部件放置室内贮存时应防潮和通风,放置在室外贮存时应进行必要的防护。
