

本标准已于 2017 年 11 月 01 日在
上海市质量技术监督局登记
登记号
ICS xx. xxx. xx

T31
G 40

上海品质国际认证团体标准

T31/ SQICA0001—2017

3E 岸边集装箱起重机

3E Quayside container crane

2017 – 11 – 01 发布

2017 – 12 – 01 实施

上海市认证协会 发布

目录

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 技术要求 3

4 试验方法 22

5 检验规则 27

6 标志和运输 27

7 安全 28

附录 A（资料性附录）可靠性试验记录表..... 29

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由上海市认证协会提出并归口管理。

本标准负责起草单位：上海振华重工（集团）股份有限公司。

本标准参与起草单位：上海振华重工（集团）股份有限公司、上海电器科学研究所（集团）有限公司、上海添唯认证技术有限公司、上海市认证协会。

3E 岸边集装箱起重机

1 范围

本标准规定了 3E 岸边集装箱起重机（以下简称 3E 起重机）的技术要求、试验方法、检验规则、标志和运输等方面的内容。

本标准适用于装卸符合 GB/T 1413 的 20 英尺、40 英尺和 45 英尺国际集装箱的 3E 起重机。

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/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢（GB/T 700-2006，ISO 630:1995，NEQ）
- GB/T 755 旋转电机 定额和性能
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口（GB/T 985.1-2008，ISO 9692-1:2003，焊接及相关工艺 推荐的焊接坡口 第 1 部分：钢的焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、气焊、TIG 焊和高能束焊，MOD）
- GB/T 985.2 埋弧焊推荐坡口（GB/T 985.1-2008，ISO 9692-1:2003，焊接及相关工艺 推荐的焊接坡口 第 2 部分：钢的埋弧焊，MOD）
- GB/T 1182 形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示方法（GB/T 1182-1996，eqv ISO 1101:96）
- GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓（GB/T 1228-2006，ISO 7412:1984，NEQ）
- GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母（GB/T 1229-2006，ISO 4775:1984，NEQ）
- GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈（GB/T 1230-2006，ISO 7416:1984，NEQ）
- 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/T 1413 系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量（GB/T 1413-1998，idt，ISO 668:1995）
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢（GB/T 1591-1994，neq ISO 4950:1981）
- GB/T 1800.1 极限与配合 基础 第一部分：词汇
- GB/T 1800.2 极限与配合 基础 第二部分：公差、偏差和配合的基本规定（GB/T 1800.2-1998，eqv ISO 286-1:1988）
- GB/T 1800.3 极限与配合 基础 第三部分：标准公差和基本偏差 数值表（GB/T 1800.3-1998，eqv ISO 286-1:1998）
- GB/T 1800.4 极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差（GB/T 1800.4-1999，eqv ISO 286-2:88）
- GB 2893 安全色（GB 2893-2001，neq ISO 3864:1984）
- GB 2894 安全标志（GB 2894-1996，neq ISO 3864:1984）
- GB/T 3077 合金结构钢（GB/T 3077-1999，neq DIN EN 10083-1:1991）
- GB/T 3220 集装箱吊具的尺寸和起重量系列
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相（GB/T 3323-2005，EN 1435:1997，MOD）

- GB/T 3766 液压系统通用技术条件 (GB/T 3766-2001, eqv ISO 4413:1998)
- GB/T 3797 电气控制设备
- GB/T 3811 起重机设计规范
- GB/T 3859 半导体电力变流器
- GB/T 3886.1 半导体电力变流器用于调速电气传动系统的一般要求 第一部分: 关于直流电动机传动额定值的规定 (GB/T 3886.1-2001, IEC 61136-1:1992, IDT)
- GB/T 5117 碳钢焊条 (GB/T 5117-1995, eqv ANSI/AWSA5.1:1991)
- GB/T 5118 低合金钢焊条 (GB/T 5118-1995, eqv ANSI/AWSA5.5:1981)
- 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 5226.2-2002, IEC 60204-32:1998, IDT)
- GB/T 5905 起重机试验规范和程序 (GB/T 5905-1986, idt ISO 4310:1981)
- GB/T 6067 起重机械安全规程 (GB/T 6067-1985, neq NF E52-122:1975)
- GB 8918 重要用途钢丝绳 (GB 8918-2006, ISO 3154: 1988, Stranded wire ropes for mine hoisting -- Technical delivery requirements, MOD)
- GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级 (GB/T 8923-1988, eqv ISO 8501-1:1988)
- GB 9331.1 额定电压 0.6/1kV 及以下船用电力电缆和电线 一般规定
- GB/T 9332.1 船用控制电缆 一般规定
- GB/T 10095 (所有部分) 渐开线圆柱齿轮 精度 [GB/T 10095-2001, idt ISO 1328:1997 (所有部分)]
- GB/T 10096 齿条精度 (GB/T 10096-1988, GOST 10242-73, REF)
- GB/T 10236 半导体变流器与供电系统的兼容及干扰防护导则
- GB/T 10228 干式电力变压器技术参数和要求
- GB/T 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件 (GB/T 11352-1989, ISO 3527-75, REF)
- GB/T 12668 调速电气传动系统 (IEC 61800-1:1997, 61800-2:1998, 61800-3:1996, 61800-4:2002, IDT)
- GB 12972.1 矿用橡套软电缆 第一部分: 一般规定
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14957 熔化焊用钢丝
- 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 20303.5-2006, ISO 8566-5:1992, IDT)
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验
- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
- GB 50170 电气装置安装工程 旋转电机施工及验收规范
- GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
- GBJ 147 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范
- GBJ 148 电气装置安装工程 变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范
- CB/T 3123 船用轧制钢材气割面质量技术要求
- JT/T 622 港口装卸机械电气安全规程

GB1094.11 电力变压器 第 11 部分：干式变压器

GB/T10068 轴中心高为 56mm 及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值

IEC60332-1 Tests on Electric Cables Under Fire Conditions Part 1: Test on a Single Vertical Insulated Wire or Cable

3 技术要求

3.1 工作级别和环境条件

- 3.1.1 3E 起重机的工作级别应为 A6~A8。
- 3.1.2 工作环境温度为一 20℃~+40℃。
- 3.1.3 最大相对湿度应不大于 95%（有凝露、盐雾）。
- 3.1.4 工作风速应不大于 20 m/s；非工作风速应不大于 55 m/s。
- 3.1.5 工作环境条件如有特殊要求，按供需方协议执行。

3.2 整机要求

- 3.2.1 3E 起重机的设计、制造应符合 GB/T3811 和本标准的有关规定。
- 3.2.2 3E 起重机在做空载试验时，各机构、电气控制系统、液压系统及吊具应在规定的工作范围内正常动作，各限位器及安全装置应符合 GB/T 6067 的规定，司机室操作手柄、操作按钮与各机构动作应一致。
- 3.2.3 3E 起重机在做静载试验时，各机构、结构强度应满足要求，不应产生裂纹、永久变形、油漆打皱，起重机的性能与安全不应出现异常，连接处无松动，
- 3.2.4 3E 起重机在做额定载荷试验时，各机构应工作正常，各部件完好无损，连接处无松动，结构强度、刚度应满足要求，结构件不应产生裂纹、永久变形、表面油漆打皱等现象。
- 3.2.5 3E 起重机在做动载试验时，各机构应工作正常，各机构、结构强度应满足要求，无残余变形和损坏现象，连接处无松动，无异常响声，固定结合面不渗油，运动结合面无异常渗油和滴油现象。
- 3.2.6 3E 起重机在做可靠性试验时，不允许带故障作业，作业时不允许进行保养工作；固定结合面不允许渗油，有相对运动部位不允许有异常渗油和滴油现象。
- 3.2.7 3E 起重机应完成不少于 8000 自然箱的起重作业工业性试验。工业性试验作业时间内包括可靠性试验作业循环次数。试验中 3E 起重机不得发生重大损坏或性能异常现象。

3.3 主要参数及工作速度

- 3.3.1 3E 起重机主要用于装卸 18000TEU 的超大型船舶，其基本参数和速度见表 1。

表 1

名称	数值	备注	名称	数值	备注
前伸距	≥70m		起升速度	90/180min	额载/空载 速度偏差 -3~10%
后伸距	≥20m		小车速度	240m/min	速度偏差 -3~10%
轨距	≥30m		俯仰速度	<5min	±1min
总起升高度	≥67m		大车速度	45m/min	速度偏差± 10%
起升高度（轨上）	≥48m		载荷（吊具下）	65t	
载荷（钢丝绳）	≥83t/105t	单吊具/双吊	载荷（吊钩横	≥75t	

下)		具	梁下)		
----	--	---	-----	--	--

- 3.3.2 3E 起重机可进行常规的单吊具作业。若安装分离上架，可进行双吊具作业。
- 3.3.3 单、双吊具切换可以在岸桥上特定的平台上进行，也可在地面上进行。单、双吊具切换应可以自动完成，不需要人工参与，因故障导致的人工参与除外。
- 3.3.4 双吊具模式下，为了适应双吊具模式下吊具上架上面滑轮位置的变动，小车上滑轮位置可以固定，也可以按单双吊具采用 2 个位置。
- 3.3.5 3E 岸桥宜配备吊具防扭、电子防摇等设备，以提高作业效率。

3.4 材料

- 3.4.1 主要零件的材料应有材料生产厂的合格证书，否则应进行化验和试验，其化学成分、机械性能均达到标准规定时方可使用。
- 3.4.2 金属结构主要受力构件的材料性能应不低于表 2 的规定。钢号 Q235B, Q235C 应符合 GB/T 700 的规定；Q345B 应符合 GB/T 1591 的规定。

表 2

工作环境温度 °C	> -20	-20
钢 号	Q235B	Q235C, Q345B

- 3.4.3 焊接卷筒和轧制滑轮的材料性能应不低于 GB/T 700 中的 Q235B 钢。
- 3.4.4 车轮、齿轮的材料性能应不低于 GB/T 699 中的 45 钢或 GB/T 11352 中的 ZG310~570 钢。
- 3.4.5 吊具转锁的材料性能应不低于 GB/T 3077 中的 40Cr 钢。
- 3.4.6 主要零件经过热处理后材料表面硬度应符合表 3 的规定。

表 3

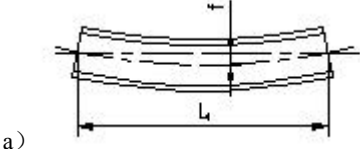
零件名称		硬度	消除应力方法
钢制动轮的制动面		HRC 45~55，深度 2 mm 处不低于 HRC 40	—
车轮踏面和轮缘内侧面		HB 300~380，深度不小于 15 mm	—
电缆小车滚轮踏面		HRC 45~55，深度不小于 2 mm	
消除内应力	铸件（如：箱体、制动轮、齿轮等）	—	时效
	焊接件（如卷筒、齿轮、箱体等）	—	振动或退火

3.5 结构件

- 3.5.1 结构件制造的允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 结构件制造允许偏差

单位为毫米

序号	检 查 项 目	简 图	允 许 偏 差
1	构件的直线度 a) 垂直方向； b) 水平方向	 a)	a) $f \leq \frac{1}{1000} L_1$ b) $f' \leq \frac{1}{2000} L_1$

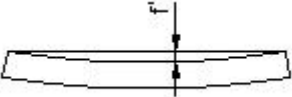
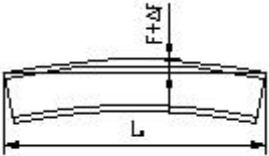
序号	检 查 项 目	简 图	允 许 偏 差
		<div><p>b)</p></div>	
2	梁的上拱度偏差	<div></div>	$\Delta F = \begin{matrix} +0.30F \\ -0.05F \end{matrix} \Delta$ <p>F 为设计规定的拱度</p>

表4 (续)

单位为毫米

序号	检 查 项 目	简 图	允 许 偏 差	
			梁的长度	C
3	箱形梁(工字梁)二端的扭曲度		$\leq 5\,000$	≤ 4
			$>5000\sim 10000$	≤ 6
			$>10000\sim 20000$	≤ 8
			$>20000\sim 30000$	≤ 10
			$>30000\sim 50000$	≤ 15
4	箱形梁(工字梁)腹板的垂直度		$h \leq \frac{1}{200} H$ (此值在筋板或节点处测量)	
5	a) 工字梁翼缘板的平面度; b) 箱形梁(工字梁)上翼缘板的水平倾斜度		a) $f \leq \frac{1}{100} A$ (f 值在筋板处测量) b) $f' \leq \frac{1}{200} B$ (f 值在筋板处测量)	
6	相配梁高度差		$\Delta H \leq \frac{1.5}{1000} B$ 但不大于 10 (ΔH 在筋板处测量)	
7	构件尺寸偏差和对角线偏差		当跨距 $L_3 < 7000$ 时: $\Delta L_3 \leq 3; D_1 - D_2 \leq 4$ 当跨距 $L_3 \geq 7000$ 时: $\Delta L_3 \leq 5; D_1 - D_2 \leq 7$	

表 4 (续)

单位为毫米

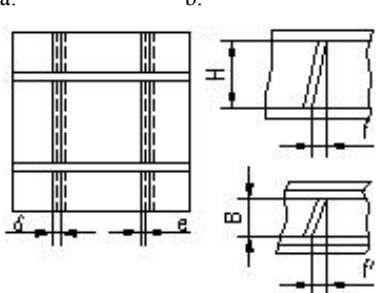
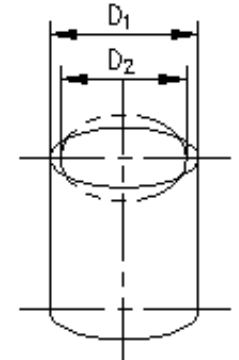
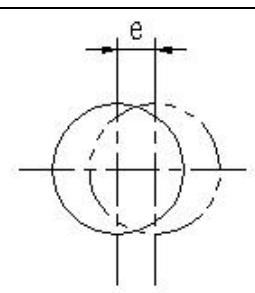
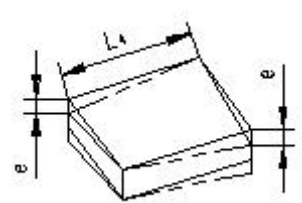
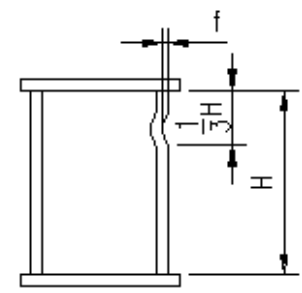
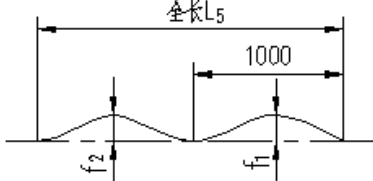
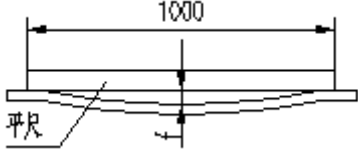
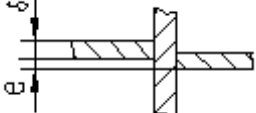
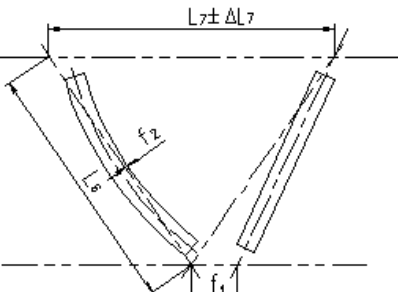
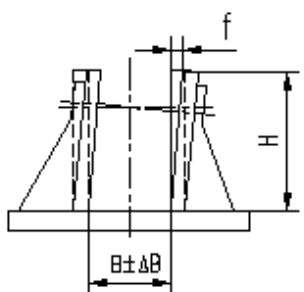
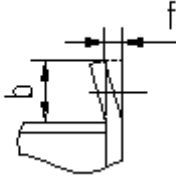
序号	检 查 项 目		简 图	允 许 偏 差	
8	a) 筋板 (隔板) 相对位置偏差; b) 筋板 (隔板) 对箱形梁 (工字梁) 腹板或翼缘板的垂直度		a. 	a) $e \leq \frac{1}{2} \delta$ b) $f \leq \frac{3}{1000} H$ $f' \leq \frac{3}{1000} B_1$	
9	筒体圆度偏差	圆筒加工		$\delta < 6, D > 1500$: $D_1 - D_2 \leq \frac{5}{1000} D$ $\delta < 6, D < 1500$: $D_1 - D_2 \leq \frac{3}{1000} D$ $\delta > 6$: $D_1 - D_2 \leq \frac{3}{1000} D$ D—名义直径; δ —圆筒壁厚	
		圆筒对接		$e \leq \frac{1}{8} \delta$ δ 为圆筒壁厚	
10	扭曲变形量			L_4	e
				2000	$\leq \frac{1}{1000} L_4 + 2$
				>2000~5000	$\leq \frac{1}{1000} L_4 + 4$
				>5000~15000	$\leq \frac{1}{1000} L_4 + 7$
11	箱形梁 (工字梁) 腹板的波浪度			用 1 m 平尺检查: a) 在受压区 $1/3H$ 的区域内, $f \leq 0.7 \delta$; 但在相邻筋板间凹凸不超过一处。 b) 其余区域内: $f \leq 1.2 \delta$	

表 4 (续)

单位为毫米

序号	检 查 项 目	简 图	允 许 偏 差
12	箱形梁(工字梁)翼缘板的波浪度		用 1 m 平尺检查: $f_1 \leq 3$; 全长 $f_2 \leq \frac{1.5}{1000} L_5$
13	a) 操纵室围壁波浪度; b) 机器房围壁波浪度; c) 棚顶波浪度; d) 平台波浪度		用 1 m 平尺检查: a) $f \leq 5$; b) $f \leq 3$; c) $f \leq 8$; d) $f \leq 8$
14	贯通筋板错位量		$e \leq 0.3\delta$
15	a) 桁架腹杆轴线对理论轴线的偏差; b) 腹杆的直线度; c) 桁架节距偏差		a) $f_1 \leq 5$ b) $f_2 \leq \frac{1.5}{1000} L_6$ c) $\Delta L_7 \leq \frac{3}{1000} L_7$
16	a) 支座耳板垂直度; b) 制作开档尺寸偏差		a) $f \leq \frac{1}{100} H$ b) $\Delta B \leq \frac{1}{100} H$
17	法兰面角变形偏差		$b < 100, \quad f \leq \frac{1}{50} b$ $f \leq 1 + \frac{1}{100} b$

3.5.2 凡影响产品外观质量和产品性能的切割面,不得低于 CB/T 3123 中规定的 2 级。

3.5.3 焊接用的焊条、焊丝与焊剂应符合 GB/T 5117, GB/T 5118 和 GB/T 14957 的规定,并应与被焊

结构件的材料强度相适应。

- 3.5.4 焊缝型式应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 的规定。
- 3.5.5 主要受拉结构件的对接焊缝质量不得低于 GB/T 11345 中规定的 I 级和 GB/T 3323 中规定的 II 级。
- 3.5.6 所有焊缝均不得有漏焊、烧穿、裂纹、未焊透、熔瘤、咬边、夹渣、凹坑等影响性能和外观质量的缺陷。
- 3.5.7 用于连接金属结构件的高强度螺栓、螺母、垫圈应符合 GB/T 1228~1231 的规定。
- 3.5.8 在不考虑自重的情况下，结构刚度应满足表 5 要求。

表 5

结构刚度要求	数值	备注
前伸距处最大竖直位移（小车带额定载在前伸距）	200/250mm	钢丝绳下 83t/105t
前伸距处最大水平位移（小车带额定载在前伸距，载荷 0.05*（DL+TL+LS+LL））	400mm	
小车方向最大振动周期	1.5s/1.7s	钢丝绳下 83t/105t

3.6 主要零部件

- 3.6.1 钢丝绳、滑轮及卷筒
 - 3.6.1.1 起升、俯仰采用面接触钢丝绳，其它用线接触钢丝绳。俯仰推荐用 1960 级钢丝绳。钢丝绳的选用应符合 GB8918 和设计要求。
 - 3.6.1.2 钢丝绳禁止接长使用。
 - 3.6.1.3 钢丝绳端部固定的要求应符合 GB/T 6067 的规定。
 - 3.6.1.4 钢丝绳出入滑轮槽的偏角不得大于 3°。
 - 3.6.1.5 钢丝绳绕进或绕出卷筒时的允许偏角应符合 GB/T 3811 的规定。
 - 3.6.1.6 滑轮公称直径及卷筒公称直径与钢丝绳直径的比值应符合 GB/T 3811 的规定。

表 6

机构工作级别	卷筒	滑轮	均衡滑轮	备注
M6	25	24	16	俯仰
M8	30	30	18	起升、小车

- 3.6.1.7 卷筒切槽后，壁厚尺寸偏差不得大于 3 mm。
- 3.6.1.8 卷筒的安装，其理论中心线与实际中心线的偏差值应满足图 1 的要求。

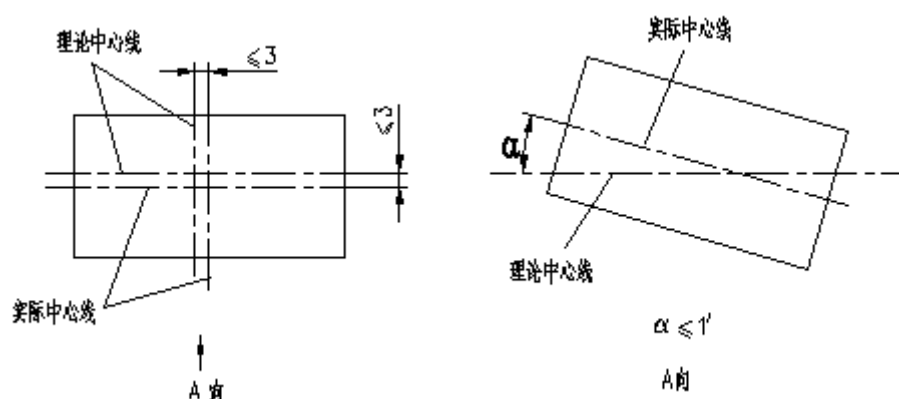


图 1 卷筒安装平面

3.6.2 制动轮（或制动盘）及制动器

3.6.2.1 制动轮（或制动盘）上不得有裂纹，成品制动轮（或制动盘）的制动面上不得有影响使用性能的缺陷，也不得焊补。

3.6.2.2 直接安装在轴上的制动轮，其径向圆跳动和端面跳动分别不得低于 GB/T 1182 中规定的 9 级和 10 级。

3.6.2.3 直接安装在轴上的盘式制动器圆盘对轴的端面跳动量不得大于 0.2 mm。

3.6.2.4 制动器的选取和使用应符合 GB/T 6067 的规定。

3.6.2.5 制动瓦与制动带应紧密贴合，如采用铆接，铆钉应埋入制动带厚度的一半以上，如采用粘接，应严格按有关工艺进行，保证紧密贴合。

3.6.2.6 制动器弹簧经过三次全压缩后，不得有永久变形。

3.6.2.7 制动器应留有补偿行程。

3.6.2.8 装配后的制动器，各铰点应转动灵活。制动带（或制动瓦）与制动轮（或制动盘）接触面积应不小于总面积的 70%。

3.6.3 齿轮及减速器

3.6.3.1 齿轮应经热处理，宜采用中硬齿面或硬齿面啮合。

3.6.3.2 齿轮副的精度应不低于 GB/T 10095 中规定的 8-8-7 级，齿条副的精度应不低于

3.6.3.3 GB/T 10096 中规定的 9-8-8 级。

3.6.3.4 减速器应无渗漏现象。

3.6.3.5 减速器在正常润滑条件下以额定转速无负载正反向运转 1h 后，轴承处温升不得超过 45K。

3.6.3.6 减速器以工作转速无负载运转时，在箱体剖分面等高线上，距减速器前后左右各 1m 处测量，噪声不得大于 85 dB (A)。

3.6.3.7 减速器在安装时，其理论中心线与实际中心线的偏差值应符合图 2 要求。

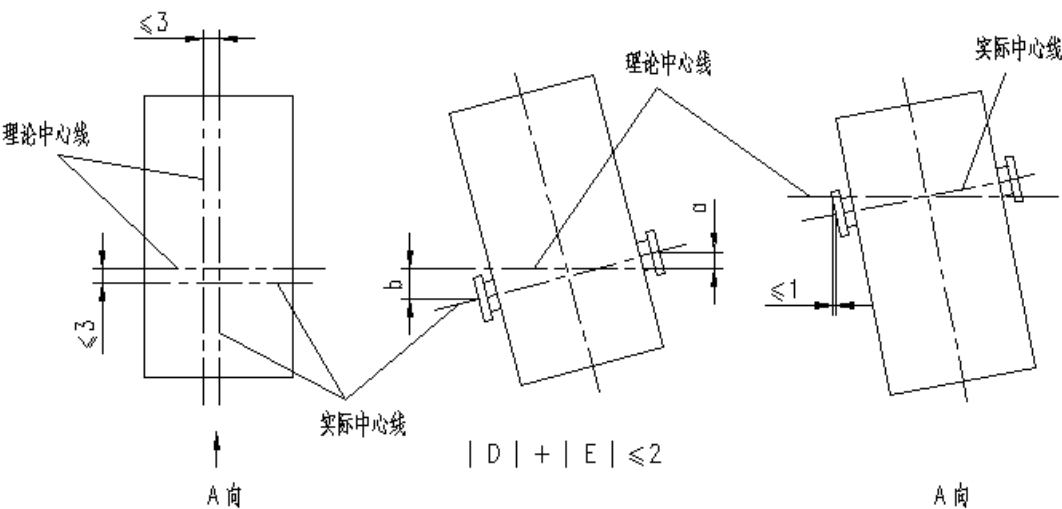


图 2 减速器安装平面

3.6.4 联轴器

3.6.4.1 弹性圈柱销联轴器的两个半联轴器的相对外圆的径向圆跳动 ΔY 和相对端面跳动 ΔX 偏差值见表 7 和图 3，图 4。

当联轴器的转速超过 1000 r/min 时其跳动的偏差值按表 7 列举的数值升高一档。

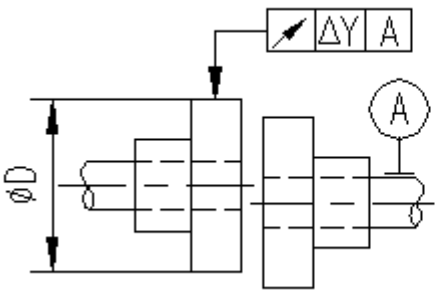


图 3

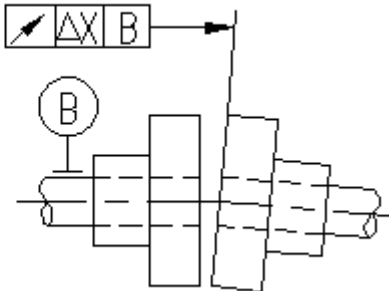


图 4

表 7 单位为毫米

D	ΔY	ΔX
$100 < D \leq 180$	0.14	0.16
$180 < D \leq 280$	0.16	0.18
$280 < D \leq 380$	0.18	0.20
$380 < D \leq 580$	0.20	0.22
$580 < D \leq 800$	0.25	0.30

- 3.6.4.2 齿轮联轴器的两个半联轴器的相对端面跳动和相对径向圆跳动的偏差值为 0.2mm 。
- 3.6.5 车轮及轨道
- 3.6.5.1 车轮踏面直径的尺寸公差应不低于 GB/T 1800.4 中的 h9 级。
- 3.6.5.2 车轮踏面对基准线的圆跳动公差值应不低于 GB/T 1182 中的 9 级。
- 3.6.5.3 车轮宜采用钢材轧制，铸造车轮的踏面和轮缘内侧不得有气孔、夹渣等缺陷。
- 3.6.5.4 车轮水平偏斜的偏差值 P 不大于 0.001L 为测量长度，水平偏斜方向按图 5 所示。

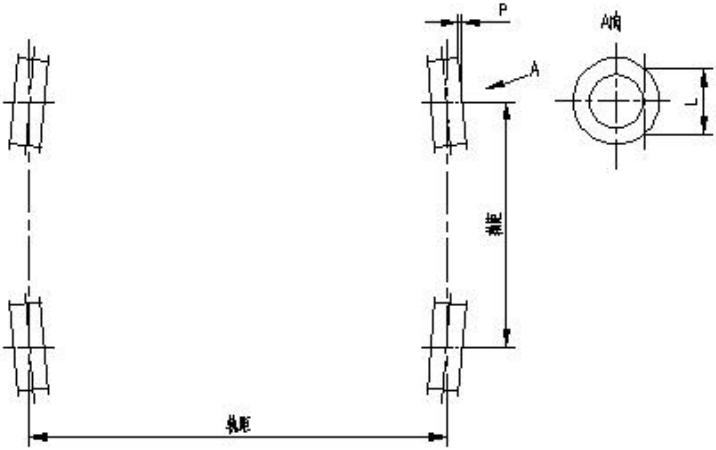


图 5

- 3.6.5.5 车轮垂直偏斜的偏差值 f 及 f' 见图 6：
- 车轮向外倾 $f \leq 0.0025 L$ ，见图 6（a）；
- 车轮向内倾 $f' \leq 0.001 L$ ，见图 6（b）。

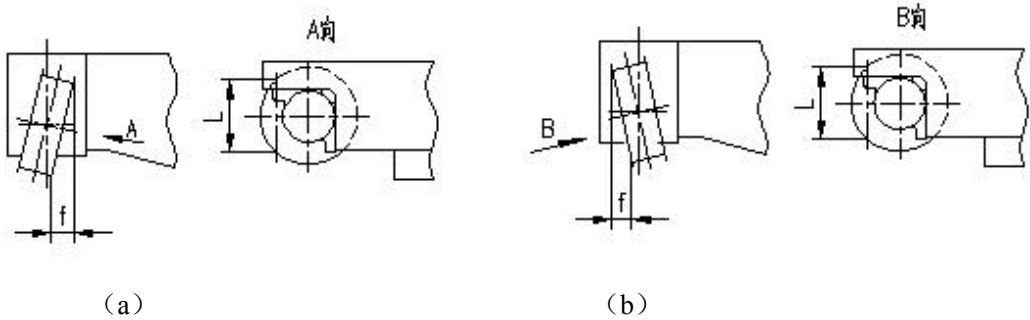


图 6

- 3.6.5.6 同一侧轨道上相邻车轮的同位偏差值 Δd 不大于 2 mm，见图 7。

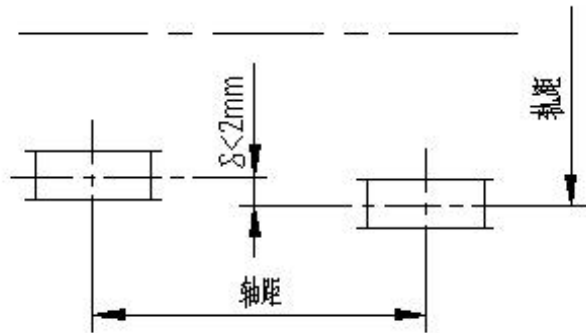


图 7

3.6.5.7 同一侧两水平导轮距离的中心线同轨道中心的偏差值不得大于 $\pm 1\text{ mm}$ ，见图 8。

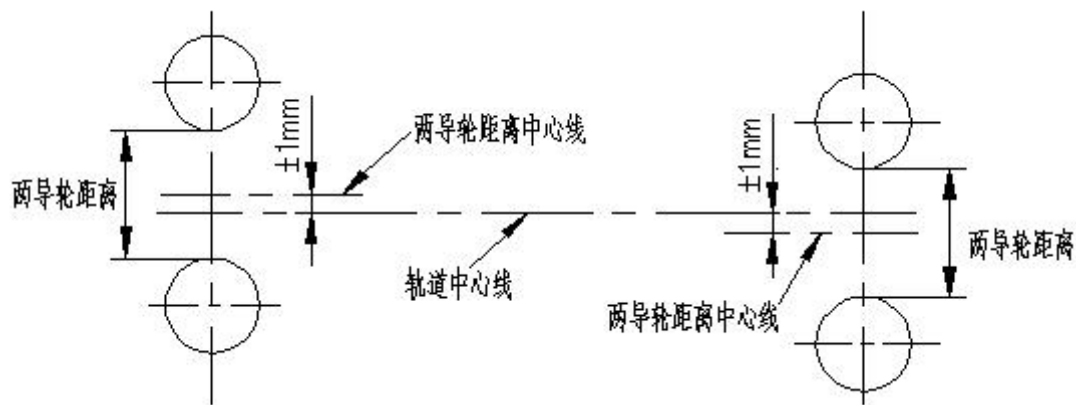


图 8

3.6.5.8 小车轨道中心线与轨道梁支承腹板中心线的位置偏差值不得大于其腹板厚度 δ 的 $1/2$ ，见图 9。

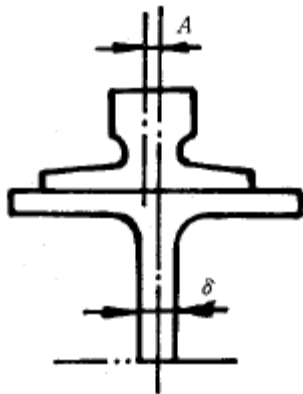
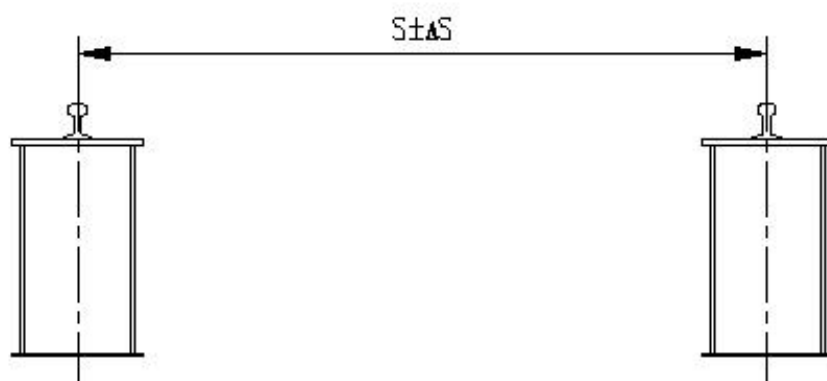


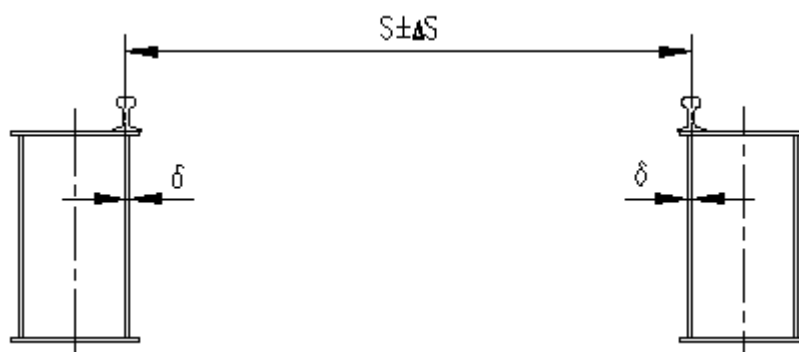
图 9

3.6.5.9 小车轨距与名义尺寸 S 的允许偏差值 ΔS 见图 10:

- 轨道设在承轨梁中部: $\Delta S = \pm 3\text{ mm}$;
- 轨道设在承轨梁内侧: $\Delta S = 0 \sim 6\text{ mm}$ 。



(a)



(b)

图 10

3.6.5.10 在垂直于小车运行方向的平面内，两根轨道顶面的高低偏差值 ΔH 不得大于轨距的 0.15%，最大值不得超过 10 mm，见图 11。

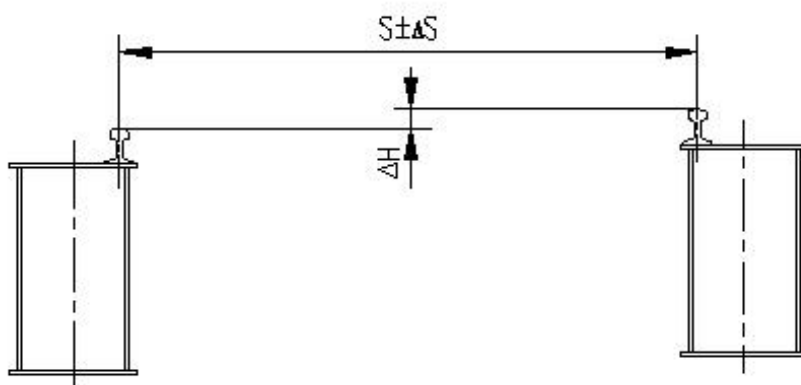


图 11

3.6.5.11 同一小车的四个车轮踏面，应在同一平面上，支承面的最大不平度当轨距不超过 3m 时，不大于 3 mm；当轨距大于 3m 时，则不大于轨距的 $\pm 0.1\%$ 。见图 12。

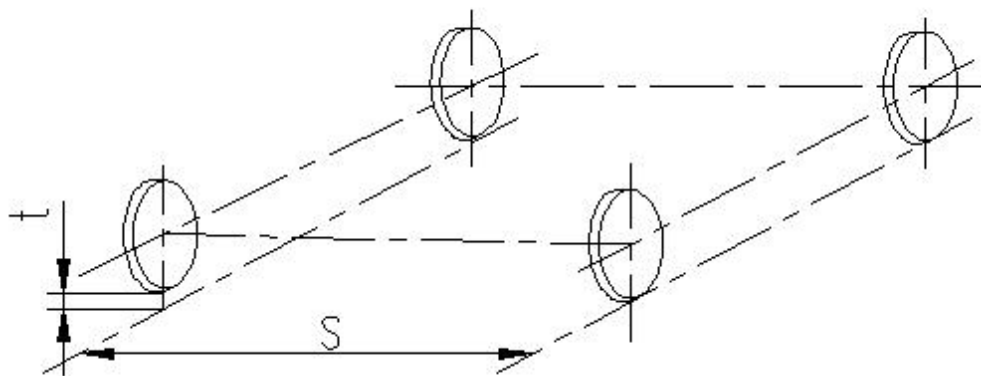


图 12

3.6.5.12 小车轨道中心线同小车轨道理论中心线之差，在任意 10 m 长度不得超过 2.5 mm。见图 13。

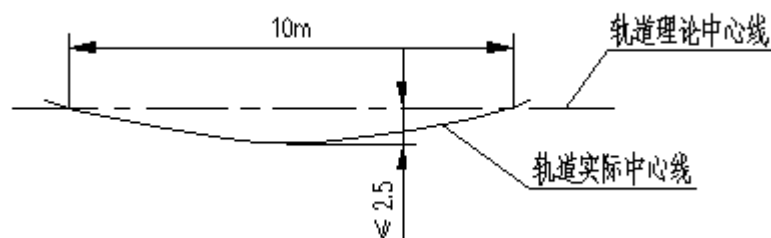


图 13

3.6.5.13 轨道接头应对齐，允许两个接头的高低和侧向错位值不大于 1mm，间隙不大于 2mm。

3.6.5.14 大车车轮排装需达到以下标准：同一台车上车轮偏离轨道中心线 $\pm 1\text{mm}$ ；同一轨道上车轮偏离中心线 $\pm 10\text{mm}$ 。

3.6.6 液压系统

3.6.6.1 主要液压元件（油缸、油泵、阀类等）应附有制造厂的合格证书。

3.6.6.2 软管、硬管和接头连接可靠，不得有渗漏现象。

3.6.6.3 液压系统应符合 GB/T 3766 的规定，液压系统装配前，接头、管路及通道（包括铸造芯孔、钻孔）应清洗干净，不允许有任何污物（如铁屑、毛刺纤维状杂物等）。

3.6.6.4 对系统的液压油应使用符合规定品质的液压油，并定期进行检查、化验、更换。

3.6.6.5 液压系统应有防止过载和冲击的安全装置，溢流阀调整压力不得大于系统额定工作压力的 110%，并且应具有防松和防止擅自调整措施。

3.6.7 润滑系统

在起重机出厂前应对每个油路各部位逐个检查确保畅通。

3.6.8 司机室

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

3.6.9 集装箱吊具及回转减摇装置

3.6.9.1 集装箱吊具应能装卸符合 GB/T 1413 的 20 英尺、40 英尺和 45 英尺国际集装箱，其转锁的位置尺寸和公差应不低于 GB/T 3220 的规定。

3.6.9.2 伸缩吊具宜采用具有上架的结构，吊具上架可与吊具本体分开，两者之间用易拆装的转锁或销轴连接。

3.6.9.3 吊具转锁热处理加工后，应进行无损探伤检查，不应有裂纹，并不得修补。

3.6.9.4 吊具离开地面后应能沿水平平面纵、横轴线回转 $\pm 3^\circ$ ，沿垂直中心线回转 $\pm 5^\circ$ 。

3.6.9.5 宜设置能抑制吊具或吊具与集装箱摇摆的自动减摇装置。

3.7 电气

3.7.1 一般要求

3.7.1.1 电气设备的设计和选择，应符合 GB/T 3811、GB5226.2 和其他等效和相关专业技术标准。

3.7.1.2 设置在室内的电气设备防护等级应不低于 IP23。设置在室外的电气设备防护等级应不低于 IP55，即应为防水型，凡非防水型的电气设备应另加防水措施。室内高压电动机接线盒外壳防护等级至少应达到 IP44。

3.7.1.3 电气设备应有良好的绝缘性能，按照 GB 50150，GB 50254，GBJ 147，GBJ 148、JT/T 622 的规定检查和验收。电子线路的绝缘电阻按其专业标准规定检查。

3.7.1.4 电气传动控制设备应符合 GB/T 3859，GB/T 3886.1，GB/T 3797，GB/T 12668 的技术要求。

3.7.1.5 除设计有特殊要求外，电气装置安装、施工、验收应遵照 GB 50168，GB 50170，GBJ 147，GBJ 148 的有关规定。

3.7.2 特殊要求

3.7.2.1 变压器要求

a) 宜采用主动力变压器和副动力变压器二个变压器供电，主动力变压器供电给驱动设备，副动力变压器供电给机器上其它电气设备；或者采用三绕组变压器，一个次级绕组供电给驱动设备，另一个次级绕组供电给其它电气设备。

b) 主、副动力变压器应选用干式自冷变压器。初级线圈应设 $\pm 2 \times 2.5\%$ 的手动调节分接头（断电切换）。变压器的技术条件宜满足 GB 1094.11，GB/T 10228 的规定；

c) 绝缘等级 F 级，温升 F 级；

d) 每相有温度检测，提供 2 级常闭温控开关继电器输出触点（报警、跳闸）；

e) 防护等级 IP23，或者采用 IP00 变压器，安装在单独的房间内；

f) 防火性能不低于 GB1094.11, F1 级；

g) 主变压器采用整流变压器，副变压器采用电力变压器；

h) 主动力变压器容量计算

除有数据证明可以采用其它计算方法，宜优先采用依据起重机的理论工作循环数据计算得出的电机 RMS 功率来计算变压器热容量，主动力变压器热容量计算如下公式所示：

$$S_n = \sum_{i=1}^j \frac{P_{mi}}{\eta_{mi} \eta_{drv} \cos \varphi} \quad (\text{kVA})$$

$$0.7 \times S_N \leq S_n < S_N$$

式中： j ---同时动作的电机数量，个；

P_{mi} ---第 i 个电机的 RMS 功率，KW。如果在 RMS 功率未知的情况下，可以使用应用功率进行保守估算，其中小车的功率取应用功率的 0.8 倍代入计算。

η_{mi} ---第 i 个电机的效率；

η_{drv} ---驱动系统的效率；

$\cos\varphi$ ---驱动系统调整后的功率因数。

S_N ---变压器选择的额定容量。

主动力变压器峰值容量计算如下公式所示：

$$S_p = \sum_{i=1}^I \frac{P_{mpt}}{\eta_{mi} \eta_{drv} \cos\varphi} \quad (\text{kVA})$$

$$S_p < 2 \times S_N$$

式中： P_{mi} ---第*i*个电机的峰值功率，KW。起升电机取实际的峰值功率，小车取峰值功率的 0.8 倍，

小车峰值功率未知时取应用功率的 1.5 倍，大车取应用功率的 1.5 倍。

i) 副动力变压器容量计算

除有数据证明可以采用其它计算方法，宜优先采用如下计算方法计算热容量：

$$S_n = \sum_{i=1}^I (S_{cui} + \frac{1}{3} \times S_{mli}) \quad (\text{kVA})$$

$$0.7 \times S_N \leq S_n < S_N$$

式中： S_{cui} ---第*i*个同时连续工作的设备容量，kVA；

S_{mli} ---第*i*个同时非连续工作的设备容量，kVA。

除有数据证明可以采用其它计算方法，宜优先采用如下计算方法计算峰值容量：

$$S_p = k \times S_1 + S_2$$

$$S_2 = S_n - S_1$$

$$S_p < 2 \times S_N$$

式中： k --- S_1 容量设备对应的启动倍数；

S_1 ---单台或成组同一时间启动设备容量，kVA；

S_2 ---其余设备稳态容量，kVA。

3.7.2.2 开关柜要求

3.7.2.2.1 高、低压开关柜宜采用整体防护型，置于室内时，防护等级应不低于 IP23，置于室外时，防护等级不低于 IP55。柜内应设有防冷凝加热器、检修照明灯；通风口应有防尘措施；电缆进出口施工完毕应密封。所有操作、指示设备应放在正面，并设有功能指示标牌。

3.7.2.2.2 高压柜要求如下：

a) 防护等级 IP4X；

b) 两变压器采用分体柜、单变压器采用一体柜；

c) 分体柜的进线柜设隔离开关、带电指示器、多功能表、模拟指示；馈线柜设真空断路器、电缆室接地开关、综合保护器（设过流、速断、过压、欠压和零序保护及变压器超高温跳闸保护）、电流表、带电指示器、模拟指示；

d) 一体柜，后进前出，设多功能表、真空断路器、出线侧接地开关、综合保护器（设过流、速断、过压、欠压和零序保护及变压器超高温跳闸保护）、电流表、带电指示器、模拟指示。

3.7.2.3 主机构变频电机要求如下：

a) 各主要机构驱动电动机及发电机（功率大于 15 kW）应设防冷凝加热器，宜设测温保护装置、带强迫通风机时风口应有防尘措施，并应符合 GB/T 755 的技术要求；

b) 绝缘 F、温升 F 级；

c) 除起升电机的定子绕组导线可采用烧结铜扁线外，其余电机的定子绕组均采用变频电机专用的进口漆包线；电机定子绕组端部的绝缘应可靠，保证爬电距离；端部绑扎应加强，保证牢固；电机定子绕组绝缘处理采用真空压力浸漆；

d) 电机的耐压试验应满足 GB755 中的要求，耐压试验电压为 $1000V+2$ 倍的额定电压，但不低于 1500 VAC 50HZ,持续 1 分钟；

e) 电机绝缘系统宜满足 GB/T 21707 的要求。抗高频脉冲电压的能力宜不低于相地峰峰值： $U_{p-p(L-PE)}=2600VAC$ （普通绝缘），0.2 微秒上升时间； $U_{p-p(L-PE)}=3600VAC$ （加强绝缘），0.8 微秒上升时间。超过 100 米的长线路推荐使用加强绝缘；

注：线路长度为驱动器后面并联电机电缆长度之和。

f) 机座号 315 或以上的电机，在出厂前须经过动平衡处理，振动速度符合 GB/T10068 的 B 级要求，抗振能力为能够在 7mm/sec 的环境下长期运转；

g) 对每一种电机，至少对其中的一台电机进行型式试验

3.7.2.4 交流电气设备应能在供电电源谐波成分不大于 5%的情况下正常工作。

3.7.2.5 照明电源与动力电源应分开设置，当动力电源切断时，照明电源不能失电。照明箱上各支路开关应有指示标牌。

3.7.2.6 高压供电的起重机应设有码头供电的低压备用电源；当高压电源切断时，由它供应照明、防冷凝加热器、维修等电源。高压电源应有相序等联锁保护。

3.7.2.7 机内应设有机内电话系统、无线对讲机及有线扩音广播器。

3.7.2.8 机上采用的可编程序控制器（PLC）、微型计算机（PC）所有部件应坚固、可靠，适合于海港起重机的高温、振动、潮湿的恶劣工作环境。起重机动作的顺序、联锁等均由 PLC 软件完成，但紧急保护功能，行程终端保护仍须由硬件完成。

3.7.2.9 功率因素补偿和谐波抑制采用的措施和指标，应由用户和供货商协商决定，并宜符合 GB/T 10236 有关规定。

3.7.3 电气设备安装

3.7.3.1 电力电子和微电子控制的驱动调速柜、PLC 控制柜、微型计算机监控数据管理，故障诊断系统柜及设备应安装在设有空气调节设备的防振的专用电气室内。

3.7.3.2 电气设备安装应考虑必要防振措施。起重机运转时不应有不正常振动。电气柜体应用螺栓与底座紧固，严禁将开关柜与底座直接焊接。

3.7.3.3 高、低压开关柜内，应一律采用铜质母线，分相色标应符合国家标准。柜前操作距离，高压柜不小于 1m；低压柜不小于 0.6m。按有关安全规程配置必要防护用品。

3.7.3.4 行程（接近）开关的撞（滑）杆（块）及支架，测速、测位装置（测速发电机、编码器）的支架或底座应牢固、可靠。

3.7.3.5 风速报警器的风标，应安装于不受外物阻碍处，并宜具有瞬时风速的显示能力。荷重传感器应

安装于能灵敏反映荷重变化,有利正常、可靠工作的地方。电阻器应有防护外罩,应装于通风散热良好位置。

3.7.3.6 吊具控制箱宜安装在司机室内。

3.7.4 线缆敷设

3.7.4.1 电缆的选择要求如下:

a) 室内、金属构件内部暗敷及室外电缆宜选用符合 GB 9331.1, GB/T 9332.1 的船用橡套电缆。外护层选择应着重考虑每根电缆安装使用可能受到的机械作用。如外护层机械强度不够时,应安装在管子、管道或电缆槽内,或采取其他防护措施。具有耐臭氧、抗紫外线和潮湿的特性,适用于户内和户外露天安装,阻燃特性至少符合 IEC60332-1 单根电缆垂直燃烧试验标准要求。

b) 高压供电电缆宜选用高压橡套分相屏蔽重型挠性软电缆。6 kV 及 6 kV 以下的电缆应符合 GB 12972.1 的规定;

c) 悬挂电缆、吊具伸缩等移动电缆均应选用船用橡套软电缆;通讯及弱电控制电缆应选用专门橡套分芯屏蔽多芯软电缆。电缆小车之间应有足够强度的铁链、钢绳等连接和牵引,其长度应比同节电缆短 0.5m~1 m;以承受运行过程中的机械拉力,并余留长度的 5%~10%,余留一定数量备用芯;

d) 吊具供电控制电缆,应选用特殊耐油橡套挠性多芯软电缆,并应设置防水型多芯插座(插头),以便快速更换吊具,余留一定数量备用芯;

e) 露天电梯轿箱的供电控制电缆应选用电梯专用电缆,并应设置张紧、防风等装置;

f) 高压电缆应单独敷设,动力电缆、强电控制电缆,弱电控制电缆应分别敷设。用于 PLC, PC 调速装置等弱电通讯、检测、反馈线路应选用屏蔽线缆;

g) 所有露天接线箱限位开关、进出电缆宜从箱底部出入。

3.7.4.2 起重机应采用多股铜芯电缆或电线,线芯最小截面为:

a) 动力线路 2.5mm^2 ;

b) 控制线路 1.5mm^2 ;

c) 电子设备、通讯设备、传感器件等内部导线不作规定。

3.7.4.3 对有机机械损伤、化学腐蚀、油气浸蚀场合应采取适当防护措施。电缆穿管、槽用管子、管道、电缆槽内壁应光滑。

3.7.4.4 弯曲半径的选择要求如下:

a) 电缆穿管,每根管子 90° 弯头应不超过两处;管子弯曲半径不低于 6 倍管子外径;

b) 固定敷设的弯曲内半径不小于 6 倍电缆总外径。非金属护套铠包装或编结的热塑性、弹性材料绝缘电缆当总外径 D 不大于 25 mm 时,最小弯曲内半径 $4D$;

c) 移动电缆弯曲半径不小于 8 倍电缆外径。

3.7.4.5 穿管系数(电缆外径截面积之和与管子或管道或电缆槽内截面积之比)不应大于 0.4。

3.7.4.6 用作电缆机械性保护的金属罩壳,应采取有效防腐蚀措施。电缆紧固件、支承、托架和附件均应采用耐蚀材料制成或进行适当防蚀处理。

3.7.4.7 电缆紧固件或扎带应坚固,并应具有足够表面积和一定形状,以紧固电缆而不损伤护套或外护层,不得由于起重机工作时的振动而产生附加应力和磨损。

3.7.4.8 所有接头应压接牢固、可靠,所有紧固件均应采用铜质或镀锌件。

3.7.4.9 电缆管、管道、电缆槽的接头处应保证机械和电气上的连续性,并应可靠接地。布置上应使水不能在内部积聚。它们的端部应采取措施以便电缆的护套或外护层不致受损。

3.7.4.10 高压电缆头应按专用工艺制作。高压电缆应按有关规定进行试验。

3.7.4.11 大于 1000V 供电电缆应尽可能远离低压电缆敷设,应敷设在不易受机械损伤的部位,应尽量远离工作人员经常操作、维修和通过的场所。

3.7.5 安全联锁及故障检测

3.7.5.1 所有安全联锁、限位、信号指示、报警、故障检测装置应符合设计要求。

3.7.5.2 至少应在司机室操纵台、变幅操纵台、电气室、机房及大车行走车架上设置“紧停按钮”，在紧急情况下能切断操作电源，停止各机构工作。

3.7.5.3 大车运行机构应设有清晰的工作性音响警告信号或声光警告信号。

3.7.5.4 除 GB/T 3811 规定的一般安全联锁保护外，本起重机至少应有下列各项联锁保护装置：

- a) 高、低压供电系统漏电检测保护；
- b) 高压进线（开关）柜应设有检修时安全接地开关；
- c) 小车停车位置与外臂架动作联锁，外臂架位置与小车动作联锁；
- d) 采用分离小车防摇时，分离收拢动作与起升高度、小车位置应有必要联锁；
- e) 吊具各动作与升降控制应有安全联锁，吊起箱后禁止转锁转动；
- f) 俯仰机构安全钩应设置完善的安全联锁；
- g) 电缆卷筒收、放缆终端及方向与大车运行联锁；
- h) 起升、俯仰机构的超速保护，当起升电动机超过弱磁允许最高转速 115% 或俯仰电动机超过额定转速的 115% 时，保护装置应动作停止该机构运行；
- i) 大车防爬楔、锚定、夹（顶）轨器、防撞等装置与大车运行的联锁。

3.7.5.5 应设有故障显示及报警装置。主要功能为超风速、超负荷、超速（起升、俯仰）、短路、过流、过压、过载、过热，堵转过流、失压、失磁、失反馈、漏电、缺相、调速装置和 PLC 控制系统主要故障显示等。宜采用故障自诊断能力强的调速驱动装置和 PLC 控制装置。

3.7.5.6 故障诊断、数据管理系统各项功能应符合设计规定要求。

3.7.6 接地与防雷

3.7.6.1 起重机大车轨道接地电阻应不大于 $4\ \Omega$ ，规定应接地的所有点整机接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 。

3.7.6.2 起重机接地、防雷安装、施工、验收应符合 GB/T3811、GB 50168，GB 50170 各项要求。

3.7.6.3 开关柜、操作台、接地铜绞线最小截面为 $2.5\ \text{mm}^2$ 。

3.7.6.4 高压电气设备接地铜绞线截面按容量选用，最小为 $6\ \text{mm}^2$ 。

3.7.6.5 电缆金属护套或金属外护层应两端有效接地，但最后分路允许只作电源端接地，对于控制、通讯和仪表设备电缆，由于技术上原因，若一端接地较为有利时，应一端接地。

3.7.6.6 外臂架与后桥架间应设跨接软铜绞线，作接地线可靠电气连接，截面不小于 $70\ \text{mm}^2$ 。外臂架端部和梯形架顶部，均应设避雷针。针体至少应高出航空障碍灯 $300\ \text{mm}$ 。起重机应考虑设有将雷电安全引至地面轨道的设施。

3.7.6.7 采用 PLC、PC 等微电子设备的控制、监视、管理、诊断系统的接地施工应按上述设备特殊要求设计进行。

3.7.6.8 在金属结构铰接处应增设跨接软线。

3.7.7 照明

3.7.7.1 机器房、电气室、司机室、理货员室平均照度应为 $50\ \text{lx}$ 。

3.7.7.2 起重机外臂架、主梁及小车上应装有足够功率灯具，使起重机下方工作面的平均照度达到 $50\ \text{lx}$ 。

3.7.7.3 起重机各主要通道、扶梯、平台入口处、照度不小于 $20\ \text{lx}$ 。

3.7.7.4 起重机门腿下部应设照明灯具加强大车行走轨道平面的照度。

3.7.7.5 起重机梯形架顶部、外臂架顶端应各安装红色航空障碍灯。当交流电源消失后应自动切换到备用电源。

3.8 涂装和外观

保证产品主结构的防腐涂层在常规海河港口环境下（C5-M 环境）耐久年限为 10 年，即在 10 年内主结构锈蚀不超过 ISO 4628 中规定 Ri 3（因机械损伤或外因破坏除外）。

3.8.1 表面处理

3.8.1.1 在涂装前构件表面应进行除铁锈、焊渣、毛刺、灰尘、油脂、盐、污泥、氧化皮等预处理，以保证表面光滑平整。

3.8.1.2 箱型构件外表面，二次处理采用冲砂清理至 Sa2 1/2 级，粗糙度达到 ISO 8503-1 的中级（G），40~75μm。而箱体内部表面，用手动/动力工具对焊缝区域及涂层损坏区域打磨至 St3 级。

3.8.1.3 表面处理 4h 内应喷涂一道干膜厚度为 15 μm~20 μm 的底漆，作为钢材预处理后的短期保护，在正式涂层开始涂装时，需进行二次表面处理去除。

3.8.1.4 施工底材温度必须高于露点温度 3℃（或 5°F）以上，空气相对湿度低于 85%。

3.8.1.5 一般施工时环境温度应在 5℃~40℃之间（特殊涂料可参照涂料技术说明书），钢材表面温度控制在 0℃~50℃之间。

3.8.1.6 所有使用涂料均为无铅涂料，即铅含量≤600PPM。

3.8.1.7 所有使用涂料 VOCs 含量均需低于 420g/L，底漆的固含量≥60%，中漆的固含量≥80%，面漆的固含量≥55%。

3.8.2 涂层与漆膜厚度

主结构外表面涂层、涂料品种、最低干膜厚及道数见表 8。

表 8

涂层	涂料品种	最低干膜厚 μm	道数
底涂层	环氧富锌底漆	80	1
中间涂层	环氧后浆漆	120	1
面涂层	脂肪族聚氨酯面漆	60	1
总干膜厚度		260	--

使用环氧富锌底漆需满足符合 SSPC-PAINT 20 要求的富锌底漆。

主结构内表面涂层、涂料品种、最低干膜厚及道数见表 9。

表 9

涂层	涂料品种	最低干膜厚 μm	道数
底涂层	水性环氧涂料	90	1
中间涂层	水性环氧涂料	90	1
总干膜厚度		180	--

镀锌件表面涂层配套见表 10

表 10

涂层	涂料品种	道数	干膜厚度
底漆	环氧底漆	1	50μm
面漆	聚氨酯面漆	1	60μm
总膜厚			110μm

3.8.3 涂装颜色

产品的安全标志颜色应符合 GB 2893、GB 2894 的规定。

3.8.4 漆膜厚度

干膜厚度控制: 按 ISO 19840 标准规定, 80% 的被测点达到或超过油漆配套中要求的漆膜厚度, 剩余 20% 的点必须达到规定膜厚的 80%, 平均膜厚要达到或超过油漆配套中要求的漆膜厚度。

3.8.5 漆膜附着力

按照 ISO 4624 进行附着力测试, 所有测试点附着力(拉下涂层时)至少应超过 3MPa。

3.8.6 外观

起重机外观质量应达到:

- a) 无漏涂, 流挂, 刷痕, 针孔, 起皱或龟裂等缺陷; 表面颜色与规定颜色一致; 无干喷雾的颗粒。
- b) 零、部件表面不得有明显变形及损伤, 应平整、无粘砂和余留冒口, 焊缝应均匀美观;
- c) 紧固件无松动漏装;
- d) 管线排列整齐;
- e) 不得有油液外露;
- f) 标牌、性能表牌、吊装标志和功能标志应齐全, 安装位置应合理, 表示应清楚。

4 试验方法

4.1 试验条件

- 4.1.1 起重机应达到正常工作状态。
- 4.1.2 选择无雨、无雪天气进行试验。
- 4.1.3 试验时风速应不大于 13.80 m/s, 结构应力测试时风速应不大于 8.3 m/s。
- 4.1.4 试验时环境温度应在 -20℃~+45℃ 之间, 结构试验时应在 0~40℃ 之间。
- 4.1.5 最大相对湿度应不大于 95%, 可有凝露、盐雾。
- 4.1.6 试验载荷应标定准确, 其允许偏差为 ±1%。

4.2 试验准备

- 4.2.1 试验前目检样机外观, 样机的全部工作装置应满足生产需要与设计要求, 各传动机构, 电气系统调试完毕后均能正常动作, 整机无异常现象。
- 4.2.2 所有金属结构件的焊接及高强度螺栓的连接应牢固。
- 4.2.3 钢丝绳的缠绕应符合设计及工作要求, 钢丝绳端部的紧固应安全、可靠。
- 4.2.4 检查各传动件、紧固件的安装情况, 连接部位应牢固, 润滑和密封性应良好。
- 4.2.5 检查各液压元件的耐压性及管路间连接的密封性和可靠性。
- 4.2.6 检测电缆、电机、各电气元件、变压器的绝缘电阻值。
- 4.2.7 检查变压供电系统的可靠性及其变压数值, 照明电源与动力电源是否分开设置。
- 4.2.8 检查所有安全装置和限位装置是否符合规定。
- 4.2.9 检查整机的避雷装置、风速报警器是否有效。
- 4.2.10 检查防风、锚定装置的锁定销、锚定地坑、锚链及夹轨器的工作安全性与可靠性。

4.3 质量、几何参数

4.3.1 质量

测量运行小车处于海侧轨道与陆侧轨道中间位置, 吊具悬空时起重机的总质量、大车轮压值, 以三次测量的算术平均值作为测定数据。

4.3.2 几何参数

测量起重机有关尺寸是否符合下列设计要求:

- a) 整机外形尺寸即全长、全宽、全高(工作时与非工作时);
- b) 跨距、基距;
- c) 前伸距、后伸距;

- d) 主梁下净空高度;
- e) 小车轨距、小车轮距。

4.4 技术性能参数

4.4.1 起升速度

分别测取空载与额定载荷下起重机以最高速度起升(下降), 吊具稳定运行通过 10 m 行程所需的时间, 以三次测量的算术平均值作为起升 (下降)速度。

4.4.2 小车运行速度

分别测取空载与额定载荷下小车以最高稳定速度运行通过 10 m 行程所需的时间, 以三次测量的算术平均值作为小车运行速度。

4.4.3 吊具回转角度、倾转角度与速度

吊具空载与额定载荷下以最高回转速度回转、倾转, 测量回转角度、倾转角度及相应的回转时间、倾转时间, 以三次测量的算术平均值作为吊具回转角度、倾转角度与速度。

4.4.4 前臂梁俯仰速度与角度

前臂梁以最高速度从水平状态俯仰至上升极限位置并挂钩, 再脱钩下降至水平状态, 分别测量前臂梁全程上升、下降所用时间及前臂梁与水平面的夹角, 以三次测量的算术平均值作为前臂梁俯仰速度与角度。

4.4.5 大车运行速度

起重机沿轨道以最高速度运行, 测量吊具空载下整机稳定运行通过 10m 行程所需的时间, 以三次测量的算术平均值作为大车运行速度。

4.5 空载试验

4.5.1 空载试验指起重机在空载情况下能否正常动作。

4.5.2 将吊具从码头平面处上升至终点和极限位置, 检查减速开关上终点与极限开关动作的准确性和可靠性。

4.5.3 将前臂梁俯仰至最高位置再下降至水平状态, 上、下终点报警和限位应准确, 其间终点前减速保护、超速保护及断电保护应有效。俯仰安全钩装置的动作与作用应安全, 可靠。

4.5.4 将小车运行至最大前伸距极限位置, 反向运行至最大后伸距极限位置, 前、后伸距终点低速保护及极限后报警和限位应准确。

4.5.5 将大车运行至码头端部极限位置, 端部报警和限位应准确。大车移动时应有报警声。两台起重机之间防撞限位装置应有效。

4.5.6 移动整机, 检查起重机供电电缆卷筒的电缆缠绕长度, 电缆在缠绕过程中不得有电缆松弛现象, 检查电缆卷筒终点开关的准确性和可靠性。

4.5.7 吊具的伸缩、导板动作、平面回转、倾斜及转锁动作应满足设计要求, 指示灯显示、限位、联锁应可靠。

4.5.8 空载试验应在工作范围内以最低工作速度和空载额定速度分别进行起升、小车运行、大车运行、前臂梁俯仰、吊具动作试验, 次数不少于三次, 测量电机最大电流值、稳态电流值、励磁电流值、电压值。

4.5.9 观察司机视野, 司机室应符合 GB/T20303.5 的规定。

4.6 静载试验

4.6.1 静载试验是验证起重机承受 1.25 倍额定载荷时各零部件和结构件的承载能力。

4.6.2 试验时, 吊具与试验载荷分别位于最大工作前伸距、最大工作后伸距、海侧与陆侧轨道中间位置。

4.6.3 试验时允许调整起重量限制器及液压系统安全溢流阀压力, 但试验后应调回到规定的数值。

4.6.4 静载试验时, 试验载荷悬空离地面 100mm~200 mm 高度, 并停留 10 min。

- 4.6.5 作静载试验时，试验载荷应尽量避免出现载荷冲击现象。
- 4.6.6 测量前臂梁、主梁、前门形框、后门形框的挠度、变位，测量次数应不少于三次，取三次测量的算术平均值作为测量的挠度及变位置，具体要求如下：
- a) 吊具与试验载荷位于最大工作前伸距，测量前臂梁最大工作前伸距位置的下挠度，监测前门形框与主梁连接处、后门形框与主梁连接处的变位置；
 - b) 吊具与试验载荷位于海侧与陆侧轨道中间位置，测量主梁海侧轨道与陆侧轨道中间位置的下挠度，监测前门形框与主梁连接处、后门形框与主梁连接处的变位置；
 - c) 吊具与试验载荷位于最大工作后伸距，测量主梁最大工作后伸距位置的下挠度，监测前门形框与主梁连接处、后门形框与主梁连接处的变位置。
- 4.6.7 测定前臂梁、主梁、前门形框、后门形框、前拉杆、中拉杆、后拉杆、斜撑杆、水平撑杆等主要结构件的应力，测量次数应不少于三次，取三次测量的算术平均值作为测量值。
- 4.7 额定载荷试验
- 4.7.1 额定载荷试验是检验起重机各工作机构及主要结构件在额定载荷下的工作性能及承载能力。
- 4.7.2 额定载荷试验的工况见表 11。

表 11

序号	试验工况	一次循环内容	循环次数
1	前臂梁呈水平状态；最大工作前伸距；额定起重量	试验载荷由海侧轨道与陆侧轨道中间地面起升至最大高度(中间制动一次)——运行至最大工作前伸距处(中间制动一次)——下降至接近地面(中间制动一次)——再上升至最大高度——运行至原位——下降到地面	3
2	前臂梁呈水平状态；最大工作后伸距；额定起重量	试验载荷由海侧轨道与陆侧轨道中间地面起升至最大高度(中间制动一次)——运行至最大工作后伸距处(中间制动一次)——下降至接近地面(中间制动一次)——再上升至最大高度——运行至原位——下降到地面	3

- 4.7.3 测量前臂梁、主梁、前门形框、后门形框的挠度、变位，测定方法同 4.6.6。
- 4.7.4 测定在额定载荷下吊具回转角度倾转角度与速度。测定方法见 4.4.3。
- 4.7.5 测取电机工作时最大电流、稳态电流、励磁电流、电枢电压值。各机构起、制动时间测量值应符合设计要求。
- 4.7.6 在完成表 6 规定的试验后，应进行额定载荷下起升、小车运行同时联合动作试验三次，试验过程中，起升、小车制动各进行三次。此外按表 1 序号 1 规定的循环内容进行二次偏心载荷试验，偏心距为箱体长、宽的 10%。
- 4.7.7 试验时，测定前臂梁、主梁、前门形框、后门形框、前拉杆、中拉杆、后拉杆、斜撑杆、水平撑杆等主要结构件的应力，测量次数应不少于三次，取三次测量的算术平均值作为测量值。
- 4.7.8 测量司机室座席处在起升、小车运行同时联合动作时的垂直方向和水平方向的加速度，测量值应不大于 0.2 g。
- 4.7.9 检查小车运行至前臂梁与主梁铰点附近时，前臂梁小车轨道与主梁小车轨道交岔处的下沉情况。
- 4.8 动载试验
- 4.8.1 动载试验是验证起重机的机构、结构和制动器在 1.1 倍额定载荷作用下的工作性能及承载能。
- 4.8.2 试验时，各机构均为中档速度运转或 2/3 高速运转。
- 4.8.3 试验中应包括悬挂着的载荷作空中起升运动，试验载荷在空中启动时均不得出现反向动作和瞬时下滑现象。

- 4.8.4 动载试验工况中起重量为 1.1 倍额定起重量，循环次数为两次，其他按额定载荷试验工况进行试验。
- 4.8.5 在完成 4.8.5 规定的循环内容后，应进行 1.1 倍额定载荷下起升、小车运行同时联合动作试验一次，试验过程中，起升、小车制动各进行二次。
- 4.8.6 测定前臂梁、主梁、前门形框、后门形框、前拉杆、中拉杆、后拉杆、斜撑杆、水平撑杆等主要结构件的应力，测量次数应不少于三次，取三次测量的算术平均值作为测量值。
- 4.9 可靠性试验
- 4.9.1 可靠性试验的作业循环情况和试验数据应填入记录表中，表格样式参见附录 A。
- 4.9.2 作业可靠性试验的循环次数和基本工况见表 12 和表 13。

表 12

机构	基本工况循环次数
起升机构	8000
小车运行机构	8000
吊具回转机构	200

表 13

序号	起重机工作机构	试验工况	一次循环的内容	循环次数 (占百分比)
1	起升机构；小车运行机构	最大工作前伸距；额定载荷；额定工作速度	试验载荷由海侧轨道与陆侧轨道中间地面起升到最大高度——运行至最大工作前伸距处——下降至某一高度——起升至某一高度——运行至原位——下降至地面	30
2	起升机构；小车运行机构；吊具回转机构	前臂梁中间位置；额定载荷；额定工作速度	试验载荷由海侧轨道与陆侧轨道中间地面起升到最大高度——运行至前臂梁中间位置——下降至某一高度——吊具回转——起升至某一高度——运行至原位——吊具回转——下降到地面	60
3	起升机构；小车运行机构	最大工作后伸距；额定载荷；额定工作速度	试验载荷由海侧轨道与陆侧轨道中间地面起升到最大高度——运行至最大工作后伸距处——下降至某一高度——起升至某一高度——运行至原位——下降到地面	10

注：表中序号 2 吊具回转机构只进行 200 次基本工况循环次数试验。

- 4.9.3 微动下降作业在表 8 中序号 2 的下降行程中进行，微动下降行程为 1 m~1.5 m，然后制动。
- 4.9.4 以额定速度完成表 8 规定的各种工况，每种工况的一次循环时间测量五次，取其算术平均值作为该工况完成一次循环的时间，用公式(1)计算各工况完成规定循环次数所需要的作业时间。

$$T_i = t_i n_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

T_i ——某一工况所需的作业时间，单位为小时（h）；

t_i ——某一工况一次循环的时间，单位为小时（h）；

n_i ——某一工况的循环次数。

完成作业可靠性试验所需的总作业时间为:

$$T = \sum_{i=1}^n T_i \dots\dots\dots (2)$$

式中:

T ——可靠性试验总作业时间, 单位为小时 (h);

n ——基本工况数。

4.9.5 可靠性试验后, 应对起升机构, 小车运行机构, 吊具回转机构、吊具回转支承的关键零部件进行拆检, 详细记录拆检的情况, 必要的零件要拍照。详细检查结构件是否出现裂纹、焊缝开裂、结构永久变形等。对液压系统应测定液压油污染情况。

4.9.6 可靠性试验结论如下:

a) 作业率应按公式 (3) 计算, 并满足如下的要求:

$$A \geq [A]$$

$[A]$ ——91%

作业率计算公式如下: :

$$A = [T_0 / (T_0 + T_1)] \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

A ——作业率;

T_0 ——总作业时间, 单位为小时 (h);

T_1 ——维修时间, 单位为小时 (h)。

b) 试验平均无故障工作时间应不小于 200h, 试验的平均无故障工作时间按公式(4)计算:

注: 故障是指在规定的作业时间内, 出现危及人身安全或对产品基本功能有影响的零部件的重大损坏而使被检测样机发生停机的故障。

$$T_2 = T_0 / (n + 1) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

T_2 ——平均无故障工作时间, 单位为小时 (h);

n ——总故障次数。

c) 起重机应在规定的试验时间内完成表 7 规定的循环次数, 规定的试验时间(包括作业时间和维修时间)按公式(5)计算:

$$T_n = T / [A] \dots\dots\dots (5)$$

式中:

T_n ——规定的试验时间, h;

T ——按公式(2)确定的数值;

$[A]=91\%$ 。

4.9.7 新产品的可靠性试验, 允许更换零件, 按其损坏的性质决定是否重新进行与该部位有关的可靠性试验。

4.9.8 新产品的可靠性试验, 其维修时间, 只记故障排除时间。

4.10 工业性试验

- 4.10.1 工业性试验是对新产品和较大改进后的产品的设计、工艺和使用可靠性进行验证，为以后的产品提供实践和技术依据。
- 4.10.2 工业性试验应由制造厂和用户(典型用户)共同负责并详细记录作业条件、试验工况、每次起吊的载荷、总作业时间。对试验期间起重机出现的任何不正常现象或事故应详细记录并提出分析和处理意见。
- 4.11 噪声测定
- 起重机作业时，密封的司机室内噪声应符合 GB/T 20303.1 的规定。
- 声功率的测量按 ISO 3744 标准。3E 岸桥声功率值不得超过表 14 中规定值。

表 14

噪声测试	噪音或声功率值 dB(A)
距起重机 10m：大车运行（警笛关掉）	74
距起重机 10m：小车运行	76
距起重机 10m：起升运行	74
声功率：大车 10%，小车 30%，起升 30%	115
环境噪音	50

- 4.12 试验结果的计算和评定
- 在完成本章规定的试验后，应对检测数据进行整理与计算，写出试验评定报告。
- 试验报告要标明所试验样机的编号、型号、规格及执行的产品标准代号，记下试验日期、地点及检测人员的姓名，详细记录每种试验工况下的载荷、位置、状态、程序和结论，并将试验结论和检测结果列成表格注明。

5 检验规则

- 5.1 型式检验
- 5.1.1 新产品的型式检验，应完成第 4 章规定的全部试验内容，试验原则上应在同一台样机上进行。
- 5.1.2 定型或批量生产的起重机有下列情况之一，应抽样一台进行型式检验中相应内容的试验：
- 改变主要传动系总成；
 - 主要结构件设计及生产工艺有重大改变时；
 - 产品停产三年后，恢复生产时；
 - 国家质量监督机构提出对产品质量抽查的要求时；
 - 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时。
- 5.2 出厂检验
- 5.2.1 每台起重机都应进行出厂检验，检验合格后（包括用户特殊要求检验项目）方能出厂，出厂产品应附有产品合格证明书。
- 5.2.2 产品的出厂检验应按 4.3，4.4，4.6，4.7，4.8，4.11 以及 3.2 的规定进行。

6 标志和运输

- 6.1 标志
- 6.1.1 每台产品应装设醒目的起重量标志。
- 6.1.2 应在起重机的明显处装设制造厂标牌，内容如下：
- a) 产品型号和名称；

- b) 制造厂名称;
- c) 主要技术参数;
- d) 产品编号;
- e) 制造日期。

6.1.3 在司机室内应装设主要参数表标牌。

6.1.4 各种操纵手柄、开关及信号装置近旁，应装设指示功能的标牌，并应表示位置和控制方向。

6.1.5 大型零、部件和包装箱的重量、重心、吊挂点，应有标志，并应标明件号。

6.1.6 标牌、性能表牌、吊装标志和功能标志应齐全，安装位置要合理，表示要清楚。

6.2 运输

6.2.1 长大件和可自由移动的部件，应垫平绑扎牢固，防止变形、移位、碰撞。

6.2.2 产品的包装与运输应符合 GB/T 13384 和铁路、公路、航运的有关运输要求。

7 安全

需按ISO 14121、ISO 12100、EN ISO 13849或同类标准对岸桥设计、运行、维护等进行评估，对可能导致重大伤害的问题需采取相应措施降低风险。

附录A（资料性附录）可靠性试验记录表

3E 岸边集装箱起重机可靠性试验记录表样式见表 A.1。

表 A.1

试验样机名称：_____ 试验样机型号：_____									
检 测 地 点：_____ 检 测 日 期：_____									
天气情况：晴（阴）_____ 风速：_____ 温度：_____									
检 测 仪 器：_____									
制 造 厂：_____ 司 机：_____									
年	月	日	开机、停机时间	作业内容及 作业循环次数	累计作 业时间	故障情况及 修理内容	每日试验 情况记录	修理时间	
								人时数	小时数
