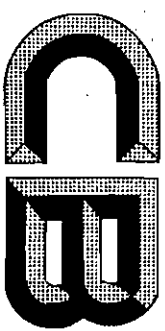


ICS 47.020.40

U 99

备案号: 23874-2008



中华人民共和国船舶行业标准

GB/T 8521—2008

造船门式起重机设计要求

Design requirements of shipbuilding gantry crane

2008—03—17 发布

2008—10—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

目次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类和标记	2
4.1 结构型式	2
4.2 产品标记	2
5 设计准则	3
6 设计方法	3
6.1 结构设计	3
6.2 机构设计	5
6.3 电气设计	5
7 设计验证试验项目与要求	12
7.1 一般规定	12
7.2 动态试验	12
7.3 静态试验	12
8 标志	12
附录 A (资料性附录) 负载侧元件和电线	13

前 言

本标准中的附录A为资料性附录。

本标准由中国船舶工业集团公司提出。

本标准由中国船舶工业综合技术经济研究院归口。

本标准起草单位：中国船舶工业第九设计研究院。

本标准主要起草人：黄之涛、黄元龙、茅金龙、张朝满、任正义。

造船门式起重机设计要求

1 范围

本标准规定了额定起重量不小于100 t、跨度不小于40 m的造船用门式起重机(以下简称起重机)的分类、设计准则、设计方法和设计验证试验项目与要求等。

本标准适用于起重机的设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是未注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 700—2006 碳素结构钢
- GB/T 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
- GB/T 986 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
- GB/T 1231 船舶用高强度大六角头螺栓技术条件
- GB/T 1591—1994 低合金高强度结构钢
- GB/T 3323—2005 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 3633 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副 技术条件
- GB/T 3811—1983 起重机设计规范
- GB/T 4026 电气设备接线端子和特殊导体的识别及字母数字系统的通则 IEC 60445:1999, IDT)
- GB/T 5117 碳钢焊条
- GB/T 5118 低合金钢焊条
- GB 5226.1—2002 机械安全 机械电气设备 第1部分:安全要求 技术条件
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB 6067 起重机械安全规程
- GB/T 6974.1 起重机械名词术语——起重机械类型
- GB/T 6974.12 起重机械名词术语——桥式起重机
- GB/T 6974.13 起重机械名词术语——门式起重机
- GB 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:型式试验和部分型式试验成套设备
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 10183 桥式和门式起重机 制造及轨道安装公差
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB 13028 隔离变压器和安全隔离变压器 技术要求
- GB 14048.3 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器
- GB/T 14406 通用门式起重机
- GB/T 14408 一般工程与结构用低合金铸钢件
- GB 16895.3 建筑物电气装置 第5-54部分:电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体

- JB/T 10559—2006 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
- IEC 60447 人机接口 (MMI) 操作原理
- IEC 60947-2 低压开关设备和控制设备 第2部分: 断路器
- IEC 61131-1 可编程控制器 第1部分: 一般要求
- IEC 61131-2 可编程控制器 第2部分: 设备技术要求和试验

3 术语和定义

GB/T 6974.1、GB/T 6974.12及GB/T 6974.13确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

上小车 upper trolley

具有两个位于主梁两边、额定起重量相同的吊钩，且在两小车相互对穿时，位于上面的小车。

3.2

下小车 lower trolley

两小车相互对穿时，位于下面的小车。

3.3

吊重差 load difference

上小车两个吊钩之间吊重的最大差值。

3.4

偏吊 bias loaded

上小车两个吊钩之间有吊重差时的状态。

3.5

柔性铰 flexible hing

主要承受压力和剪切力，且两个受压面允许同时绕压力中心线和该中心线的垂线作微小转动的铰。

3.6

额定翻身重量 rated weight of turn over

利用上下小车将分段在空中翻身的最大重量。

3.7

抬吊 lift simultaneously

上、下小车同时吊同一件物体的方式。

3.8

额定起重量 rated weight

整台起重机所能吊起物体的最大重量。

4 分类和标记

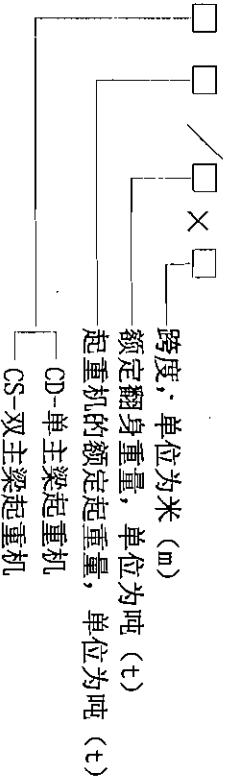
4.1 结构型式

根据起重机主梁结构型式分为单主梁起重机和双主梁起重机。

4.2 产品标记

4.2.1 型号

4.2.1.1 起重机的型号规定如下：



4.2.1.2 起重机的额定起重量与额定翻身重量相等时, 则斜杠及额定翻身重量的数字可省略。

4.2.2 标记示例

额定起重量为750 t, 额定翻身重量为600 t, 跨度为170 m的双主梁起重机, 标记为:

起重机 CB/T 8521—2008 CS750/600×170

额定起重量为400 t, 额定翻身重量为400 t, 跨度为150 m的单主梁起重机, 标记为:

起重机 CB/T 8521—2008 CD400×150

5 设计准则

5.1 起重机应能用于船厂的船坞、船台、平台, 作为船体分段空中翻身及分段和设备安装之用。

5.2 起重机使用的环境温度宜在-25℃~40℃的范围内, 24 h内的平均温度不应超过35℃。

5.3 电气设备的工作环境温度为0℃~40℃。当最高温度为40℃时, 相对湿度不应超过50%。温度低于40℃、高于0℃, 相对湿度不大于90%。

5.4 起重机应在不大于下述工作风压下工作:

——内陆地区 150 Pa(相当于6级风);

——沿海地区 250 Pa(相当于7级风)。

5.5 起重机运行轨道的坡度不应大于1/1000。

5.6 上小车两吊钩起升的同步偏差, 在整个起升范围内, 不应大于两吊钩最小距离的2.5%。下小车吊钩与上小车吊钩起升的同步偏差, 在整个起升范围内, 与其中一个吊钩的距离不应大于最小距离的2.5%, 且与另一吊钩同方向。

5.7 上、下小车行走的同步偏差, 在整个行走范围内, 不应大于1% H (H 为起重机轨面以上的起升高度), 但最大不超过500 mm。

5.8 起重机的起重能力, 应能达到额定起重量。起重机及其各部分的结构, 应能承受额定起重量的1.25倍静载, 而不产生裂纹、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, 连接处不出现松动或损坏。起重机的各机构和制动器在额定起重量的1.1倍动载作用下, 应能完成其功能, 并在目测检查中不应发现机构或结构的构件有损坏, 连接处不出现松动或损坏。

5.9 起重机的设计采用许用应力法计算, 也可采用极限状态法计算。

5.10 起重机金属结构应进行强度、稳定性和刚性计算, 并满足GB/T 3811—1983的规定。

5.11 起重机的安全性应符合GB 6067的要求。

5.12 起重机在起吊重物后, 会在主梁与两腿组成的平面内摆动, 这一摆动不对起重机车轮的功能及周围建筑物产生影响。

6 设计方法

6.1 结构设计

6.1.1 工作级别

起重机的工作级别、利用等级和载荷状态, 可根据GB/T 3811—1983规定的使用情况来选取。工作级别一般为GB/T 3811—1983规定的A2~A5, 宜选取A3, 其使用情况见表1。

表1 起重机的工作级别

工作级别	利用等级	总的工作循环次数 N	载荷状态
A3	U3	1.25×10^5	Q2—中 有时起升额定载荷, 一般起升中等载荷

6.1.2 工作载荷

6.1.2.1 载荷分配

上小车两吊钩间的吊重差不宜超过上小车单钩额定载荷的30%。

下小车的额定载荷宜定为额定翻身载荷的0.55倍~0.60倍, 或额定抬吊载荷的0.50倍~0.55倍。

6.1.2.2 载荷组合

起重机载荷的组合除应符合GB/T 3811—1983的规定以外，对于双主梁门式起重机，还应考虑上小车偏吊所引起的对单根主梁载荷的增加。

6.1.2.3 风载荷

高度超过30 m的起重机，在计算构件的强度时，其工作风载荷和非工作风载荷均应考虑高度的变化。风压高度变化系数按公式（1）计算：

$$K_z=(h/10)^{1/\alpha} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

K_z ——风压高度变化系数；

h ——所计算面积形心高度的数值，单位为米(m)。

6.1.2.4 非工作状态的最大计算风压起起重机非工作状态的最大计算风压应依据当地气象资料确定；也可按GB/T 3811-1983规定或用户要求确定。

6.1.3 材料

6.1.3.1 起重机械承重结构的材料应符合表2的规定，其力学性能不低于表2规定的其他材料。

表2		结构件材料	标准号
结构环境	材料		
-20℃~0℃			GB/T 700 GB/T 1591-1994
低温			
注：结构环境温度为起重机械在室外的 工作温度 ，取起重机械使用地点最低日平均温度。			

6.1.3.2 当钢板承受厚度方向的力时，钢板进行Z向板。当采用Z向板时，其材质应符合GB/T 5313的规定。

6.1.3.3 钢铸件采用的铸钢材质应符合GB/T 14408的规定。

6.1.3.4 对于承载能力严重和受力的焊接结构件，除采取减少或消除焊接内应力，否则选用的钢材厚度对低合金钢不宜大于4 mm。对低合金钢不宜采用厚度大于50mm的钢板。

6.1.4 主梁

6.1.4.1 主梁应在弹性范围内，且最大拱度在S/10的范围内。主梁受载后在垂直平面内的挠度应符合GB/T 3811—1983的要求；在水平方向的变形，应确保小车运行时对车轮缘的小车不卡轨，对无轮缘的小车不偏离轨道。

6.1.4.2 对于高腹板的梁，在隔内的腹板不应发生扭曲，尤其对上带有轮压作用的区域。

6.1.4.3 主梁的上表面应避免积水。

6.1.4.4 主梁的制造误差应符合GB/T 14406的规定；与小车运行方向垂直的同一截面上，上小车运行的两根轨道最大高低差宜小于20 mm。

6.1.4.5 主梁与柔性腿的连接处，应采用柔性铰装置。

6.1.5 焊接

6.1.5.1 焊接所用的碳钢焊条应符合GB/T 5117的规定，低合金钢焊条应符合GB/T 5118的规定，选择的焊条型号应与主体金属力学性能相符。主要承重结构宜采用低氢型焊条。气体保护焊焊丝应符合GB/T 8110的规定，埋弧焊焊丝应符合GB/T 5293的规定，选择的焊丝和相应的焊剂应与主体金属力学性能相符。

6.1.5.2 焊接接头及坡口型式与尺寸应符合GB/T 985与GB/T 986的规定。焊缝超声波探伤应符合JB/T 10559—2006规定的I级要求，焊缝射线探伤应符合GB/T 3323—2005规定的II级要求。

6.1.5.3 起重机械运行轨道的接头宜采用焊接，并应符合GB/T 10183的要求。

6.1.5.4 焊缝质量应符合下列要求：

a) 外观质量:

——角焊缝不应有热裂缝、咬边、焊瘤和欠焊缝等缺陷;

——对接焊缝不应有未焊满、焊缝过高、裂缝等缺陷。

b) 内在质量:

——对于要求焊透的角焊缝, 应作 50% 超声波探伤;

——对接焊缝应进行 100% 超声波探伤并 X 光拍片, 拍片范围不少于焊缝总长的 5% (不包括十字形和 T 字形接头焊缝), 每条焊缝至少拍片一张, 用户有权指定拍片部位。若拍片数中有 50% 以上不合格则应重新焊接, 在 50% 以下者可局部重新焊接, 若连续补焊三次以上, 应重新换板。拍片发现有不允许的缺陷时, 应在缺陷的延长方向或可疑方向作补充拍片, 若补充拍片后仍有怀疑时, 则该焊缝应全长拍片。对于厚度大于 30 mm 的钢板对接焊缝, 若用 X 射线探伤有困难时, 可用超声波探伤代替。十字形和 T 字形对接接头交点 120 mm 范围内作 100% 拍片检查。

6.1.6 高强度螺栓连接

6.1.6.1 高强度螺栓、螺母和垫圈应符合 GB/T 1231 或 GB/T 3633 的规定。

6.1.6.2 用高强度螺栓连接, 靠接触面的摩擦来传递力的结构, 应注明该面的处理条件。

6.2 机构设计

6.2.1 工作级别

起重机各机构的利用等级、载荷情况、工作级别和额定工作速度可按表 3 选取, 其代号的含义可见 GB/T 3811—1983。

表 3 各机构工作级别推荐表

	上、下小车主起升机构	副起升机构	小车行走机构	起重机行走机构
利用等级	T4			
载荷情况	L2			L3
工作级别	M4			M5
额定工作速度	5m/min~8m/min	10m/min~15m/min	25m/min~30m/min	

6.2.2 安全装置

机构应安装下列安全装置:

- a) 上小车应安装防倾翻装置及抗风锚定装置;
- b) 起重机应安装夹轨器及锚定装置, 起重机行走机构应安装声、光报警装置;
- c) 各运动机构应安装限位开关, 行走机构应装缓冲器、扫轨板;
- d) 当两台起重机在行走中有可能相碰撞时, 应安装防撞报警装置;
- e) 起升机构应安装载荷限制器;
- f) 起重机应安装至少两套起重机行走偏斜限制器。

6.3 电气设计

6.3.1 额定参数

起重机的额定电压和额定频率应按 GB/T 3811—1983 的规定。

6.3.2 电气设备的选用原则

6.3.2.1 起重机的电气设备应按 GB 5226.1—2002 确定可接受的风险水平和对可能遭受到危险的人员采取保护措施。

6.3.2.2 主驱动宜采用直流母线的再生的交流全变频调速系统或能耗制动的交流全变频调速系统, 也可采用交流调速、直流调速混合系统。

6.3.2.3 电气控制宜采用分布式控制系统 (FCS)、分散控制系统 (DCS) 或可变程序逻辑集中控制系统 (PLC)。

6.3.2.4 能耗制动电阻器宜采用不锈钢电阻器，也可采用其他电阻器。其他电阻器的容量及阻值应满足各变频器的制动斩波器对电阻的要求。

6.3.3 电控装置

6.3.3.1 上小车两个吊钩应设单动及联动选择，速度应同步。

6.3.3.2 下小车主起升与上小车两个吊钩应设单动及联动选择，速度应同步。

6.3.3.3 上小车行走与下小车行走应设单动及联动选择，速度应同步，宜设校零装置。

6.3.3.4 上小车两个吊钩及下小车主钩应设高度显示及相对高差保护。

6.3.3.5 抬吊中，对两小车距离有要求时，应有距离保证装置。

6.3.3.6 起升机构应有超速保护。

6.3.3.7 起重机构刚性支腿侧行走与柔性支腿侧行走应设速度同步装置和单动及联动选择，对起重机行程大于 250 m 的宜设校零装置；对刚性支腿侧和柔性支腿侧两侧应设自动纠偏装置；对柔性铰应设极限偏差发讯装置。

6.3.3.8 起重机的运行机构应设限位器，限位器分减速、停止、超限保护、同步校零。

6.3.3.9 起重机进线处宜设隔离开关或采取其他隔离措施，应装有总断路器作短路保护。

6.3.3.10 起重机应在各铰点处和柔性铰处安装接地系统，并根据情况安装避雷设施。

6.3.3.11 调速驱动系统整机工作电流及最大电流应考虑机构联动工作的工况，按此计算工作电流；起电动电流宜为 1.5 倍电动机额定电流。

6.3.3.12 起重机宜设工业监视系统，在危险及需视的部位，宜设监视探头。

6.3.3.13 电气室、司机室应设简易消防报警装置。

6.3.3.14 司机室应设触摸式显示屏，以总体及分体图形显示。显示应符合下列要求：

- a) 集中或分别显示上小车两个吊钩、下小车两个吊钩的负荷状况、速度、行程等图形；
- b) 集中或分别显示上小车行走、下小车行走速度或行程；
- c) 集中或分别显示起重机刚性支腿侧行走、柔性支腿侧行走速度或行程；
- d) 显示风速；
- e) 显示输入/输出点工况；
- f) 显示故障。

6.3.4 馈电装置

6.3.4.1 起重机供电电压宜采用 10 kV 或 6 kV。宜采用高压电缆卷筒馈电装置或高压地沟滑触线供电。

6.3.4.2 小车馈电装置宜采用履带式小车供电或悬挂电缆供电。

6.3.4.3 小车采用悬挂电缆供电时，应符合下列要求：

- a) 在桥架和小车架的适当部位设置固定的接线盒（箱）；
- b) 另设牵引绳，保证在小车运行过程中电缆不受力（悬挂电缆工况）；
- c) 电缆截面在 2.5 mm^2 及以下的可选用多芯电缆， 4 mm^2 及以上的可选用三芯或四芯电缆，其中 16 mm^2 及以上的圆电缆宜选用单芯电缆；
- d) 动力电缆与控制电缆应分开。

6.3.4.4 交流电源应符合下列要求：

- a) 电压：稳态电压值为 0.9 倍~1.1 倍额定电压；
- b) 频率：0.99 倍~1.01 倍额定频率（连续工作），0.98 倍~1.02 倍额定频率（短时工作）；
- c) 谐波：2 次~5 次畸变谐波总和不超过线间总电压方均根值的 10%，6 次~30 次畸变谐波总和，最多不超过附加线间总电压方均根值的 2%。

6.3.5 电子设备

6.3.5.1 起重机的电子设备，应符合下列要求：

- a) 应有输入和输出端子；
- b) 应提供所有数字输入和输出的状态显示；
- c) 等电位连接；
- d) 所有输入/输出支架（远程的或本机的）、信息处理器的支架和电源，都应彼此电气连接，并连接到接地电路上。

6.3.5.2 可编程序控制器，应符合下列要求：

- a) 可编程序控制器应符合 IEC 61131-1 和 IEC 61131-2 的要求；
- b) 存储器的记忆和防护；
- c) 应提供防止由未经授权人员更改存储器内容的措施；
- d) 软件的校验；
- e) 采用可编程序控制器的设备，应有验证软件是否符合有关程序文件的能力；
- f) 在相关安全功能中的使用；
- g) 可编程序电子设备不应用于紧急停车或紧急断开功能；
- h) 对于所有相关安全的停止功能，应采用硬接线连接。

6.3.6 电线及电缆


- 6.3.6.1 起重机上应采用铜芯、多股、有护套的绝缘电线，司机室内可采用无护套的铜芯、多股、塑料绝缘电线。
- 6.3.6.2 起重机上应采用截面不小于 1.5 mm^2 的多股单芯电线或 1 mm^2 多股多芯电线，对电子装置、液压伺服机构、传感元件等连接线的截面应考虑电线的机械强度。
- 6.3.6.3 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の場合，可穿金属软管敷设。
- 6.3.6.4 不同机构、不同电压种类和电压等级的电线，穿管时应分开，照明线宜单独敷设。
- 6.3.6.5 交流载流 25 A 以上的单芯电线（或电缆）不应单独穿金属管。
- 6.3.6.6 起重机上移动用电线，应采用丁腈聚氯乙烯扁型软电缆、橡胶扁型软电缆、重型橡胶套软电缆或船用软电缆。
- 6.3.6.7 电缆可直接敷设，但在有机械损伤、化学腐蚀、油污侵蚀的地方应有防护措施。
- 6.3.6.8 电缆固定敷设的弯曲半径不小于 5 倍电缆外径。移动敷设电缆的弯曲半径不小于 8 倍电缆外径。
- 6.3.6.9 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。
- 6.3.6.10 传送低电压、低功率的电缆不应与动力电缆或不同电压等级的电缆使用同一根多芯电缆；不应敷设在同一线槽或桥架内，否则应采取隔离措施。
- 6.3.6.11 电线及电缆的接线座应有防松措施。
- 6.3.6.12 电线穿过钢管或金属孔、洞处，应有保护措施。
- 6.3.6.13 线管和线槽应引接到电气设备附近，人可能触及到的电线应敷设于线槽或金属管中。
- 6.3.6.14 电线的两端应采用冷压铜接头，电线与端头的连接应采用专用的冷压钳将其压紧。
- 6.3.6.15 电线两端应有与电路图或接线图一致的永久性识别标记。
- 6.3.6.16 所有电线均不应有中间接头，照明线应在设备附近用过渡端子连接。
- 6.3.7 电源线端接法和交流调速主回路的连线
- 6.3.7.1 起重机电源线采用端接法，应符合下列要求：
 - a) 宜将起重机电气设备连接到单一电源上；
 - b) 使用中线之处应在起重机的技术文件（如安装图和电路图）中清楚标明；
 - c) 应对中线提供标有 N 的独立绝缘端子；
 - d) 在电气设备内部，中线和保护接地电路之间不应相连，也不应使用 PEN 兼用端子；
 - e) 所有引入电源端子都应按 GB/T 4026 作出清晰的标记。
- 6.3.7.2 连接外部保护接地系统的端子，应符合下列要求：
 - a) 对每个引入电源，应在有关相线端子的邻近处设一端子，用于连接外部保护接地系统的保护电线；
 - b) 这种端子的截面尺寸应与表 4 规定的外部保护铜电线的截面尺寸相等；
 - c) 在每个引入电源点，为了避免与起重机和固定设备的连接点混淆，外部保护电线端子应使用字母标志 PE 来标明。保护接地电路的其他端子应使用图示符号  或使用字母 PE（优先选用图示符号），或用黄绿组合的双色来标记。

表4 外部保护铜电线的最小截面积

单位为平方毫米

设备供电相线的截面积 S	外部保护铜电线的最小截面积 SD
≤ 16	S
$> 16 \sim 35$	16
> 35	$S/2$

6.3.7.3 电源切断（隔离）和开关电器，应符合下列要求：

a) 型式：

- GB 14048.3 中带或不带熔断器的隔离开关；
- GB 14048.3 中具有一个辅助触头，带或不带熔断器的隔离器，在任何情况下，辅助触头都使开关电器在隔离器主触头断开之前先切断负载电路；
- IEC 60947-2 中适用于绝缘的断路器。

b) 技术：

- 把电气设备从电源上隔离，有一个（隔离）位置，清晰地标记了“0”和“1”，并依照 IEC 60449 规定的操作顺序。此外，可在断路器的“0”和“1”之间有一个复位（隔离）位置；
- 有一个外部操作装置（如手柄、钥匙、黑色或红色按钮）；
- 在“断开（隔离）”位置上，应防止手动或遥控接通电路；
- 有足够切断功率最大电动机堵转电流及所有其他电动机和/或负载的正常运行电流总和的分断能力；
- 电源切断手柄和开关电器手柄应靠近，安装在维修台上方 0.6 m～1.9 m 处。

6.3.7.4 主回路输入侧的接线，应符合下列要求：

- a) 在变频器电源输入端子和电动机之间应接入断路器；
- b) 断路器容量按变频器产品技术要求选择；
- c) 断路器的热特性应考虑变频器的过热保护（不小于 100% 额定输出电流，历时 1 min）；
- d) 进线侧应设接触器，或带有机械联锁脱扣器的断路器，其动作频率不应大于 30 min 一次；
- e) 根据变频器的不同性能，当容量大于 600 kVA 以上时，在进线侧可设交流电抗器；
- f) 在变频器的周围连接感性负载（如电动机、电抗器、电磁阀等）应设置浪涌吸收器。

6.3.7.5 主回路输出侧的接线，应符合下列要求：

- a) 不应将电源线连接输出端子；
- b) 不应将输出端子接地、短路；
- c) 在变频器输出端至电动机之间没有接触器时，不应在运行中进行开关操作。

6.3.7.6 抗干扰可采取下列对策：

- a) 输出侧连接噪声滤波器；
- b) 变频器至电动机的主电源线应用铠装屏蔽电缆，屏蔽层应接地，且应距信号线 30 cm 以上；
- c) 变频器和电动机间的接线距离和载频数值，当距离小于 50 m，载频应小于 15 kHz；距离 50 m 至 100 m，载频应小于 10 kHz；距离大于 100 m，载频应小于 5 kHz；
- d) 接地端子应接地，接地电阻应小于 10 Ω 。

6.3.7.7 光编码块接线，应符合下列要求：

- a) 信号线应使用双股绞合屏蔽线；
- b) 不宜使用光编码块以外的电源；
- c) 光编码块选择应符合调速器至电动机的连线长度要求；
- d) 电线的端头，应使用与电线截面尺寸相匹配的压线端子。

- 6.3.7.8 制动斩波器和制动电阻之间的电缆长度应不超过 20 m；制动斩波器和变频器之间的电缆长度应不超过 5 m。
 - 6.3.7.9 变频器输出额定电流对应的工作环境温度应为 40℃，环境温度每增加 1℃，额定输出电流降低 1.5%，直到 50℃。
 - 6.3.7.10 变频器至电动机电线的长度（累计总长度）应考虑长电线时干扰电压和电机端子上的瞬间电压变化率，必要时可配置输出滤波电抗器，电线长度参见附录 A。
 - 6.3.7.11 变频器允许工作环境相对湿度不大于 85%，不应有凝露。
 - 6.3.8 照明及其他
 - 6.3.8.1 司机室、电气室和通道都应有照明，并应有补充作业照明用的桥下照明。桥下照明应考虑三个方向的防震措施，且能检修和更换灯泡。
 - 6.3.8.2 固定式照明装置的电压宜用 AC220V，可携式照明装置装置的电压宜用 24V。交流供电时，应使用隔离变压器。起重机上至少应具有 4 只供插接可携式照明装置用的插座。
 - 6.3.8.3 照明应设专用电路，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，照明电路不应断电，照明电路及各分支电路均应设置短路保护。
 - 6.3.8.4 起重机上所有电气设备，通常不带电的金属外壳、金属线管、照明变压器低压侧一端等均应接地。
 - 6.3.8.5 起重机车轮与轨道间、相对转动部件间，均应有电气连接，并通过起重机车轨道接地。
 - 6.3.9 电磁兼容性
 - 起重机电气设备的电磁兼容可采取下列措施抑制干扰：
 - a) 在骚扰源处采用电容器、电感器、二极管、齐纳管、压敏电阻、有源器件或这些元件的组合加以抑制；
 - b) 设备采用有电气连接的导电外壳做屏蔽，以此构成对其他设备的隔离；
 - c) 布线法：用静电屏蔽、电磁屏蔽、采用绞合线和电缆定向走线（即电缆交叉走线接近 90°）；
 - d) 设备分离：把灵敏设备（如以脉冲和/或低信号电平工作的单元）同开关设备（如电磁继电器、晶闸管）分离、屏蔽或分离加屏蔽；低电平信号线与控制电缆和动力电缆分开。
 - 6.3.10 电击保护
 - 6.3.10.1 电气设备应具备在直接接触或间接接触情况下保护人员免受电击的能力。
 - 6.3.10.2 直接接触的防护应符合 GB 5226.1—2002 中 6.2 的要求。
 - 6.3.10.3 间接接触的防护应符合 GB 5226.1—2002 中 6.3 的要求。
 - 6.3.11 设备保护
 - 6.3.11.1 电气设备受到下列情况之一影响时，应采取保护措施：
 - a) 由短路引起的过电流；
 - b) 电动机过载；
 - c) 异常温度；
 - d) 失压或欠压；
 - e) 电动机超速；
 - f) 接地故障；
 - g) 相序错误；
 - h) 由于雷电和开关操作而引起的过电压。
- 如果这些异常情况中的一种，引起保护器件动作而造成运动驱动电机停止运转，则应防止重新启动。
- 6.3.11.2 起重机电路中的电流如果超过任一元件的额定值或电线的载流量，则应按较小值提供过电流保护。同时应采取下列措施：
- a) 电源线：应在安装图上说明选择过电流保护器件的必要数据；
 - b) 动力电路：过电流检测和断路器器件应装设在所有带电电线的电路中；
 - c) 控制电路：通过变压器供电的控制电路中，若变压器次级绕组一侧接保护接地电路，则过电流保护器件仅要求设在次级绕组另一侧电路电线上；

d) 插座及其有关电线：主要用来给维修设备供电的通用插座，其馈电电路应有过电流保护。这些插座的每个馈电电路的未接地带电电线上，均应设置过电流保护器件；

e) 照明电路：照明供电电路的所有未接地电线，应使用过电流保护器件防止短路，并与防护其他电路的保护器件分开；

f) 变压器应：

- 按照 GB 13028 的规定防护过电流；
- 避免变压器合闸电流引起误跳闸；
- 避免当次级端子处受到短路的影响时，使绕组温升超过变压器绝缘等级允许的温升值；
- 过电流保护器件的类型和整定值，应按照变压器供方的推荐值。

g) 过电流保护器件的设置：过电流保护器件应安装在电源引入处的受保护电线上。如果不能这样安装，对载流量小于电源线的支路电线，不需要设过电流保护，但需通过下列全部措施来减小短路的可能性：

- 电线载流量不小于负载所需容量；
- 连接过电流保护器件的每根电线长度均不大于 3 m；
- 电线由外壳或管道保护；
- 当上述措施不适用时，应采用 GB 7251.1 规定的措施。

h) 过电流保护器件：额定短路分断能力应不小于保护器件安装处的预期故障电流。若过电流保护器件的短路电流包括来自除电源外的其他电流（如来自电动机、功率因数补偿电容器），则应考虑这些电流，同时应注意：

- 如果在电源侧已安装具有分断能力的保护器件，则负载侧可选用较低分断能力的保护器件。此时，两套器件的特性应一致，以便经过两套串接器件的能量（ i^2t ）不超过其耐受值，因而不会损伤负载侧过电流保护器件和由其保护的电线，见 IEC 60947-2；

注：采用这种协调布置的过电流保护器件可能导致两个过电流保护器件都工作。

——动力电路的过电流保护器件包括熔断器和断路器。也可采用在受保护电路中为降低或限制电流而设计的电子器件。

i) 过电流保护器件的额定值和整定值，应满足计算的过电流值。

6.3.11.3 额定功率大于 2 kW 的电动机应配备电动机过载保护，额定功率不大于 2 kW 的电动机则宜配备电动机过载保护。对于不会过载的电动机（如力矩电动机、受机械过载保护器件保护或受运动尺度限定的运动驱动装置），可省去过载保护器件。电动机的过载保护可用过载保护器、温度传感器或电流限制装置等器件来实现。

除中线外每条带电电线都应提供过载检测（有电流限定或内装热保护时除外）。

若过载保护是用分断电路的办法实现，则开关电器应断开所有带电电线，中线不必断开。

注：过载保护器件检测超过额定满数值电路的时间和电流间的关系（ I^2t ），并引发相应的控制响应。

6.3.11.4 能达到或造成异常温度以致引起危险情况的发热电阻或其他电路，应提供检测办法以激发控制响应。

6.3.11.5 电源中断或电压下降会引起危险情况时（如损坏起重机或起吊物品），则应在预定的电压值下提供欠压保护（如断开起重机电源）。

若起重机的运行允许电压短时中断或下降，则可配置带延时的欠压保护器件。欠压保护器件的工作不应妨碍起重机的任何停车控制的操作。

6.3.11.6 对可能发生电动机超速并可能引起危险的情况，则应采取提供超速保护。超速保护应激发控制响应。

6.3.11.7 按 GB 5226.1—2002 中 6.3 的规定提供自动切断电源的接地故障/残余电流保护，这种保护还能用于减小由于其接地故障电流小于过电流保护的检测值而引起的对电气设备的损害。

6.3.11.8 如果电源电压的相序错误会引起危险情况或损坏起重机，则应提供相序保护。

6.3.11.9 可装设保护器件对由雷电或开关浪涌引起的过电压提供保护。抑制由雷电引起过电压的保护器件,应连接到电源切断和开关电器的引入端。抑制由开关浪涌产生过电压的保护器件,应跨接到所有需要这种保护的设备的端子上。

6.3.11.10 保护接地电路应满足下列要求:

a) 保护接地电路由以下部分组成:

- 保护接地 (PE) 端子;
 - 电气设备和起重机的导电结构件;
 - 起重设备上的保护电线, 包括作为电路部分的滑动触头。
- 电气设备或起重机的任何结构部分, 均可用作保护接地电路部分, 只要该部分满足GB 16895.3的要求。

b) 保护电线的标识应通过形状、位置、标记或颜色而使其易于识别, 当只用颜色标识时, 应在电线全长上使用黄/绿双色组合。

c) 电气设备和起重机的所有外露可导电部分, 都应连接到保护接地电路上, 并确保保护接地电路的连续性。若由于任何原因拆掉一部分时, 则不应使余留部分的保护接地电路中断; 如果绝缘失效, 保护接地电路任何部分的电阻, 不应导致外露可导电部分呈现危险的接触电压。此外, 还应满足下列要求:

- 金属软管、硬管和电缆金属护套不应用作保护电线;
- 金属管道和所有连接电缆的金属护套 (如编织铠甲、铅护套) 均应连接到保护接地电路上;
- 电气设备安装在罩、门或盖板上时, 应确保其保护接地电路的连续性, 宜用保护电线;
- 应采取的措施 (如监视) 来确保易受损电缆 (如拖曳软电缆) 中保护电线的连续性;
- 起重机的钢轨可连接到保护接地电路上。但是, 它们不能取代从电源到起重机的保护电线 (如电缆、集电电线或滑触线);

——每个保护电线连接点都应有标记, 采用④符号。

d) 对因绝缘失效产生非预期运行的防护方法, 是把由变压器供电的控制电路的一边接到保护接地电路上, 这种连接应设在控制电路电源的引入处。

e) 在电气设备内部的高频信号作基准电平 (如底座或地平面) 的低阻抗网络中, 利用低电阻导体可以降低骚扰作用。接地连接的设计应减小对地阻抗。这种端接点应标明④符号。

只要合适, 便应使用独立点靠近PE端子直接接地, 或接至设备自身的外部 (无噪声) 接地导体端子。无噪声端子应标明本符号。

6.3.12 电气安全设施

6.3.12.1 起重机构的制动器应是常闭式的, 安全系数应不小于GB/T 3811—1983的规定。

6.3.12.2 起重机构应设起升高度限位器, 设上、下减速限位、停止限位、超限保护限位及中间对零限位至少7片限位凸轮组。

当达减速限位时, 自动减速到5 Hz; 当达停止限位时, 起重机构不应动作; 当达超限保护限位时, 自动切断起升机构电源。当达下极限限位时, 钢丝绳在卷筒上的缠绕, 除不计固定钢丝绳的圈数外, 应至少保留两圈。

6.3.12.3 起重机构的载荷限制器, 在达到额定负荷的90%时应报警; 达到额定负荷的105%时应切断起升工作电路, 负荷只许下降不许上升。

6.3.12.4 当刚、柔两腿间的前后偏差大于跨距的0.3%时, 行走偏斜限制器应能切断起重机行走机构的电源。

6.3.12.5 起重机电控设备中各电路对地绝缘电阻, 在低于AC500 V环境中应不小于0.8 M Ω 。在潮湿环境中应不小于0.4 M Ω 。对变频电动机及相关部位, 绝缘电阻不小于10 M Ω 。

6.3.12.6 起重机电控设备中障碍信号灯。

6.3.13 电气设备的安装

6.3.13.1 电气设备安装应保证在主机工作过程中, 不应发生相对于主机的水平移动和垂直跳动。

6.3.13.2 安装在电气室内的电气设备, 其防护等级为IP22。

6.3.13.3 四箱及四箱以下的电阻器可以直接叠装, 五箱及六箱叠装时, 应采取加固措施并要求各箱之间的间距不应小于80 mm。

6.3.13.4 安装在起重机各部位的电气设备前，宜留有 600 mm 以上的通道，特殊情况下可缩小，但不应小于 500 mm。

6.3.13.5 安装在无遮蔽防护场所的电气设备，其防护等级为 IP55。

6.3.13.6 起重机电馈电装置和小车馈电装置的裸露带电部分与金属结构之间的最小距离应大于 30 mm，起重机运行时可能产生相对晃动的，其间距应大于最大晃动量加 30 mm。

7 设计验证试验项目与要求

7.1 一般规定

起重机投入使用前，应进行超载动态试验和超载静态试验。试验时的场地及气候条件见GB/T 3811—1983。

7.2 动态试验

取额定载荷的110%为动态试验载荷。完成起重机所要求的各种运动和组合运动。

7.3 静态试验

取额定载荷的125%为静态试验载荷。应作用于起重机最不利位置，且应平稳无冲击地加载。

8 标志

8.1 起重机应设置标牌，标牌上应标出下列内容：

- a) 起重机的额定起重量；
- b) 额定翻身重量；
- c) 制造厂名和厂标。

8.2 起重机应在司机室设置标牌，标牌上应标出下列内容：

- a) 起重机名称；
- b) 起重机主要性能参数；
- c) 制造日期；
- d) 设计单位名称和制造厂厂名。

附录 A
(资料性附录)
负载侧元件和电线

A.1 没有输出滤波电抗器的电线长度

没有输出滤波电抗器的最大电线长度见表A.1。

表 A.1 没有输出滤波电抗器的最大电线长度

功率 kW	额定电压 V	非屏蔽电线 m	屏蔽电线 m
≤4	200~600	50	35
5.5		70	50
7.5		100	67
11		110	75
15		125	85
18.5		135	90
22		150	100
30~200	380~690		
250~630	380~480	200	135
710~890		无限制	—
900~1100		200	135
1110~2300	500~690	150	100

A.2 带输出滤波电抗器的电线长度

带输出滤波电抗器的最大电线长度见表A.2。

表 A.2 带输出滤波电抗器的最大电线长度

串联电抗器数量		1	2	3	1	2	3
变频器/逆变器 功率 kW	额定电压 V	非屏蔽电线 m			屏蔽电线 m		
≤4	200~600	150	—	—	100	—	—
5.5		200	—	—	135	—	—
7.5		225	450	—	150	300	—
11		240	480	—	160	320	—
15		260	520	—	175	350	—
18.5		280	560	—	190	375	—
22	380~690	300	600	900	200	400	600
30 ~200							
250 ~630							
1100	380~480	400	800	1200	270	530	800
900~1500	500~690	300	450	600	200	300	450
1550~2300			600	900		400	600

中 华 人 民 共 和 国
船 舶 行 业 标 准

造船门式起重机的设计要求
CB/T 8521-2008

*

中国船舶工业综合技术经济研究院
北京市海淀区学院南路 70 号
邮政编码: 100081

网址: www.shipstd.com.cn

电话: 010-62185021

船舶标准信息咨询中心出版发行

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16
2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第一次印刷
印数 1—500

*

船舶出字第 2008116 号 定价 32 元

