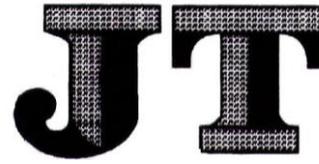


ICS xx

Rxx

备案号:



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXXX—XXXX

## 港口浮式起重机修理技术规范

Repairing technique rules for floating cranes

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国交通运输部 发布



## 目 次

目次 .....	1
前言 .....	2
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	4
4 结构件和零部件的材料 .....	5
5 钢结构 .....	5
6 专用零部件 .....	6
7 通用零部件 .....	13
8 液压元件 .....	15
9 润滑元件 .....	19
10 电气设备 .....	21
11 安全保护装置 .....	28
12 装配与安装要求 .....	29
13 试车验收 .....	31

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由全国起重机械标准化技术委员会臂架起重机分技术委员会(SAC/TC227/SC4)提出并归口。

本标准负责起草单位：交通运输部水运科学研究院、上海振华重工（集团）股份有限公司

本标准主要起草人：张德文、严兵、胡贯勇、邱浩梁、赵之栋、沈刚、沈柳锋、叶建华

# 浮式起重机修理技术规范

## 1 范围

本标准规定了港口浮式起重机的材料、钢结构、专用零部件、通用零部件、液压元件、润滑元件、电气设备、和安全保护装置的修理或更换的要求，规定了机构和缠绕系统修理或更换后的装配要求，规定了浮式起重机大修和重要零部件修理或更换后的浮式起重机试车及验收的要求。

本标准适用于在港口遮蔽水域或近海作业的浮式起重机，其他类型的浮式起重机也可参照使用。

## 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/T 700 碳素结构钢
- GB/T 712 船舶及海洋工程用结构钢
- 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 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1031 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- 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/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 1801 产品几何技术规范(GPS)极限与配合 公差带和配合的选择
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 5905 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/T 6067.1 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 6974.4 起重机 术语 第4部分：臂架起重机
- GB/T 6974.8 起重机械名词术语 浮式起重机
- GB/T 10051.1 起重吊钩 第1部分：力学性能、起重量、应力及材料
- GB/T 10051.3 起重吊钩 第3部分：锻造吊钩使用检查
- GB/T 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值 第3部分：噪声限值
- GB/T 10089 圆柱蜗杆、蜗轮精度
- GB/T 10095.1 圆柱齿轮 精度制 第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值
- GB/T 10095.2 圆柱齿轮 精度制 第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值

- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声波检测 技术、检测等级和评定
  - GB/T 11365 锥齿轮和准双曲面齿轮精度
  - GB/T 15361 岸边集装箱起重机
  - GB/T 16270 高强度结构用调质钢板
  - GB/T 17107 锻件用结构钢牌号及力学性能
  - GB/T 21707 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范
  - GB 50147 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范
  - 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 50205 钢结构工程施工质量验收规范
  - GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
  - CB/T 1102 船用液压系统通用技术条件
  - JB/T 4726 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
  - JB/T 4727 低温承压设备用低合金钢锻件
  - JB/T 5000.3 重型机械通用技术条件 第3部分：焊接件
  - JB/T 7019 工业制动器 制动轮和制动盘
  - JB/T 7682 蛇形弹簧安全联轴器
  - JB/T 8727 液压软管 总成
- 《材料与焊接规范》中国船级社（2015）  
《船舶及海上设施起重设备规范》中国船级社（2007）

### 3 术语和定义

GB6974.1~GB6974.19界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**浮式起重机** floating crane

以自航或拖航的专用浮船体作支承和运行装置的起重机。

#### 3.2

**绞车（卷扬机）** winch

借助于挠性件（钢丝绳或链条）从驱动卷筒传递牵引力的起重装置，其型式有：卷筒式，摩擦轮式，绞盘式。

#### 3.3

**缠绕系统** rope reeving system

由绳索滑轮组和吊钩滑轮组组成，由绞车驱动，实现货物升降或变幅的机构。

#### 3.4

**滚轮** roller

用于浮式起重机吊载过程中承受压力并可以旋转的零件。按受力情况，通常有一圈单排滚轮总成或一圈双排滚轮总成组成。

### 3.5

#### 反滚轮 hook roller

安装在回转底盘后部相连接的支承结构与圆筒体的反面轨道之间，用于浮式起重机吊载过程中承受部分倾覆力矩并可以旋转的零件。按受力情况，通常有一组独立反滚轮或一圈反滚轮总成组成。

### 3.6

#### 中心回转轴承 center bearing

安装在回转底盘与圆筒体之间的中心位置，用于浮式起重机吊载过程中承受侧向力并可以旋转的零件，大型浮式起重机通常使用滑动轴承型式的中心回转轴承。

### 3.7

#### 吊钩组 hook

由吊钩、吊钩螺母、吊钩横梁、推力轴承、滑轮、滑轮轴承、滑轮轴和滑轮支架等零件组成的取物装置。吊钩通常有单爪、双爪和四爪的结构型式。

### 3.8

#### 圆筒体 tub

也称基座，是固定在船甲板上支承起重机回转部分的钢结构基础。

## 4 结构件和零部件的材料

- 4.1 金属结构件和零件的材料应符合设计要求，并符合《船舶及海上设施起重设备规范》的规定。
- 4.2 重要零部件、结构件的材料应与船级社退审材料清单保持一致，具有其化学成分和力学性能检验资料，并经船检部门认可或检验合格。
- 4.3 一般零件以及辅助结构应选用力学性能不低于 GB/T 700 及 GB/T 1591 的规定。
- 4.4 重要零部件、结构件的材料力学性能不低于 GB/T 1591 的规定。
- 4.5 选用船板的力学性能不低于 GB 712 和《材料与焊接规范》的规定。
- 4.6 特殊而重要的主要金属结构的受力构件的材料力学性能不低于 GB/T 16270 的规定。
- 4.7 选用锻件材料的力学性能不低于 GB/T 17107 的规定。
- 4.8 吊钩应选用力学性能不低于 JB/T 4726、JB/T 4727、以及 GB10051.1 吊钩材料的牌号表 3 的规定，低温冲击性能应满足《船舶及海上设施起重设备规范》的规定。

## 5 钢结构

- 5.1 主要受力构件失去整体稳定性时不应修复，应更换。
- 5.2 结构件发生腐蚀时，应进行检查和测量。当结构件断面腐蚀达设计厚度 10% 时，应更换。

- 5.3 主要受力构件产生裂纹时，应根据受力情况和裂纹情况采取阻止措施，并采取加强或改变应力分布措施，或停止使用。
- 5.4 主要受力构件因产生塑性变形，使工作机构不能正常安全运行时，如不能修复，应更换。
- 5.5 钢结构件形状及位置允许偏差应符合 GB/T 15361 的规定，不符合规定的应修复或更换。
- 5.6 修复的杆件应平直，杆件节点处连接应可靠。
- 5.7 箱体结构中的纵筋、横隔板、加强板修复后不应出现脱焊现象。
- 5.8 焊接修复包括焊前预热应按焊接工艺评定严格执行。
- 5.9 结构件焊接的焊缝坡口形式和尺寸应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 规定，所有焊缝均不应有漏焊、烧穿、裂纹、未焊透、严重咬边、夹渣、熔瘤等影响性能和外观质量的缺陷。
- 5.10 焊条、焊丝、焊剂应符合中国船级社《材料与焊接规范》，并与被焊结构件的材料强度相适应，符合设计要求。
- 5.11 露天修复时，凡下雨、下雪、大雾、大风和环境温度低于-18℃等恶劣情况不应进行焊接。
- 5.12 修复后的钢结构焊缝质量检验分为三级，符合 GB 50205 的规定，重要钢结构件按 1 级或 2 级检验，各级检验项目、数量应符合表 1 规定。

**表 1 焊缝质量检验要求**

级别	检验项目	检验数量	要 求
1	外观检查	全部	检查外观缺陷几何尺寸
	超声波或 X 射线检查（对接焊缝）	全部	若超声波检查后还需 X 射线复检时，则抽检长度取焊缝长度的 2%，至少应有一张底片
2	外观检查	全部	检查外观缺陷及几何尺寸
	超声波检查（对接焊缝）	20%	如不合格，扩检直至全长
3	外观检查	全部	检查外观缺陷及几何尺寸

- 5.13 重要焊缝磨平后的探伤检验评定等级应达到 GB/T 3323 中规定的 B 级和 GB/T 11345 中的 B 级检验标准。
- 5.14 高强度螺栓、螺母、垫圈出现损坏、裂纹时，应更换，并符合 GB/T 1228~1231 的规定。高强度螺栓的更换，应严格按照工艺规程进行，并符合设计要求。
- 5.15 平台、梯子、栏杆、扶手、护罩出现损坏、变形、严重锈蚀、脱焊等缺陷时应进行整形、修补或更换，并应符合 GB 6067.1 的规定。
- 5.16 结构件修复或更换后的表面涂装应符合 GB/T 15361 的规定。
- 5.17 结构件修复及报废应符合 GB 6067.1 的规定。

## 6 专用零部件

### 6.1 轨道与压板

- 6.1.1 轨道、轨道压板与压板螺栓出现裂纹时，应更换。
- 6.1.2 轨道踏面和侧面磨损大于 3mm 时，应更换。更换后的轨道应符合设计要求。
- 6.1.3 更换轨道压板时，铲开原有轨道压板应避免采用气割或碳弧气割开法，宜使用风铲法。焊接更换的轨道压板时，滚轮应避免该段轨道，电焊弧不应触碰轨道工作面，严禁在轨道上面接弧。

6.1.4 更换后的轨道接头应对齐,两个接头的间隙不超过 0.5mm,相邻两根轨道的高低差不超过 0.5mm;轨道平面的高低差不超过 1/1000 即 1mm/1m,整圈最大高度差不超过 3mm;轨道直径公差不得超过  $\pm 3\text{mm}$ ,半径公差不得超过 2mm,所有轨道应与中心回转轴承同心。

6.1.5 轨道更换后,应与下部翼缘板承压面贴合紧密。轨道压板螺栓紧固力矩应符合设计要求,轨道压板处间隙应进行防锈处理。

## 6.2 滚轮与反滚轮

6.2.1 滚轮与反滚轮(锻造件)出现下列情况之一时,应修理或更换:

- a) 出现裂纹或踏面出现砂眼、气孔、夹渣时,应更换;
- b) 踏面直径出现大于 1.5mm,深度大于 3mm,且多于 5 处麻点时,应更换;
- c) 踏面剥离、擦伤面积大于  $2\text{cm}^2$ ,深度大于 3mm,应修理;
- d) 因磨损或其它缺陷,踏面厚度减少量超过设计厚度的 20%时,应更换;
- e) 轮缘厚度磨损量超过设计厚度的 40%时,应更换;
- f) 轮缘厚度弯曲变形超过设计厚度的 20%时,应更换;
- g) 轮缘折断或其缺陷的面积大于  $3\text{cm}^2$ ,深度超过设计壁厚的 30%且多于 3 处时,应更换;
- h) 轴承密封失效或润滑不当,发生轴承内部卡滞,无法正常转动的,应修理。

6.2.2 修理或更换滚轮和反滚轮及部件时应符合下列规定:

- a) 修理或更换的滚轮、反滚轮及部件应符合设计要求;
- b) 反滚轮更换时,应调整其底座垫片,反滚轮与轨道平面应呈直线接触,并且其间隙符合设计图纸的要求。

## 6.3 中心回转轴承

6.3.1 回转轴承外圆与轴承外圈支座内圆配合面磨损量达到设计直径的 5%时,应更换。

。

6.3.2 更换或修理后的回转轴承,应符合下列技术要求:

- a) 回转轴承在轴承座中无轴向窜动和转动;
- b) 回转轴套装配后,油孔、油路应畅通。

## 6.4 卷筒

6.4.1 筒体、端板出现裂纹以及影响性能的表面缺陷时,应更换。

6.4.2 多层缠绕卷筒的卷筒皮使用过程中出现下列情况时,应更换:

- a) 影响使用性能的表面缺陷;
- b) 磨损量造成排绳困难时。

6.4.3 更换后的卷筒或卷筒皮,应符合图纸技术要求。

## 6.5 锻造吊钩

6.5.1 吊钩使用过程中出现下列情况之一时,应更换:

- a) 吊钩的表面出现裂纹;
- b) 吊钩的开口尺寸超过使用前基本尺寸的 10%时;
- c) 吊钩钩身的扭转角超过  $10^\circ$  时;
- d) 吊钩的钩柄产生塑性变形;
- e) 吊钩的磨损量超过基本尺寸的 5%;
- f) 钩柄直径腐蚀的尺寸大于基本尺寸的 5%;

g) 吊钩的螺纹发生腐蚀。

#### 6.5.2 修理

a) 钩口闭锁防脱绳装置不能关闭吊钩开口；

b) 如果所有尺寸的减小都没超过 5%，裂纹、凹口和擦伤的修理应由专业维修人员用纵向打磨的方法顺着吊钩轮廓来完成；

c) 吊钩的缺陷不应补焊。

6.5.3 吊钩的使用检查应符合 GB10051.3 的规定。

6.5.4 更换后的吊钩应符合技术要求及《船舶及海上设施起重设备规范》的规定。

### 6.6 钢丝绳

6.6.1 钢丝绳达到 GB/T 5972 规定的报废标准时，应报废并更换。

6.6.2 更换的钢丝绳规格包括长度、直径及公差、结构、破断拉力和旋向应符合起重机制造商的规定，除非经起重机设计人员、钢丝绳制造商或有资格人员的准许，才能选择其它钢丝绳。

6.6.3 更换的钢丝绳应符合《船舶及海上设施起重设备规范》的规定。

### 6.7 滑轮

6.7.1 滑轮出现下列情况之一时，应更换：

a) 裂纹；

b) 轮槽不均匀磨损达 3mm；

c) 轮槽壁厚磨损量达原壁厚的 20%；

d) 轮槽底部直径的磨损量达钢丝绳直径的 50%；

e) 其它损害钢丝绳的缺陷。

6.7.2 滑轮轴出现下列情况之一时，应更换：

a) 裂纹；

b) 轴径的磨损量达的设计尺寸的 15%。

6.7.3 更换后的滑轮装配后，应转动灵活，无卡阻现象，其端面跳动量不应超过  $D/1000$ （ $D$  为滑轮绳槽底直径）。

### 6.8 托辊

6.8.1 托辊滚动阻力不正常增大、卡死、表面出现裂纹、缺件、变形时应更换。

6.8.2 钢管托辊壁厚磨损大于原壁厚的 25%，尼龙托辊壁厚磨损大于原壁厚的 30%时，均应更换。

6.8.3 托辊支架钢板锈蚀深度超过原板厚的 30%时，应更换。

6.8.4 托辊支架变形，应修复或更换。

6.8.5 修理和更新的托辊应符合原设计要求。

### 6.9 制动器

6.9.1 制动器零件出现下列情况之一时，应更换相关零件：

a) 裂纹；

b) 制动带或制动瓦磨擦垫片厚度磨损量达设计厚度的 40%(铆接)或达设计厚度的 50%(胶接)；

c) 弹簧出现塑性变形、弹簧表面出现 20% 以上的锈蚀或有明显的损伤痕迹；

d) 销轴或轴孔的磨损达设计直径的 1%，圆度达 0.2mm。

6.9.2 铆接的制动带，铆钉头应埋入带厚一半以上，铆钉头中心离带边不小于 15mm。

6.9.3 制动器修复或更换件安装后，制动带与制动轮接触面积不应小于制动带工作面积的 70%，各铰点应转动灵活，无卡阻现象。

6.9.4 制动瓦轴线与制动轮轴线的同轴度应小于 3mm，平行度应小于制动轮宽度的 1/1000。

6.9.5 盘式制动轮装配后，应保证各油缸中心线和主轴中心线平行；在松闸状态下，制动衬垫与制动盘的间隙为 0.50mm~1mm；制动时，制动衬垫与制动盘接触面积不应小于 80%；制动盘端面圆跳动不应大于 0.2mm。

## 6.10 制动轮（盘）

6.10.1 制动轮出现裂纹或制动摩擦面出现直径大于 1.5mm，深度大于 2mm 且多于 3 处时的气孔、砂眼、夹渣时，应更换。

6.10.2 制动摩擦面产生拉沟、磨痕深度大于 1.50mm 时，应重新加工。加工后其表面粗糙度应达到 GB/T 1031 中 Ra3.2 $\mu$ m，表面硬度不应低于 HRC40~HRC45，在 2mm 深处的硬度不应低于 HRC35。

6.10.3 制动轮轮缘厚度磨损大于设计厚度的 30%时，应更换。

6.10.4 修复的制动轮，其径向圆跳动和端面圆跳动公差值应符合设计要求或达到 GB/T 1184 中 9 级精度。

6.10.5 更换的新制动轮应符合设计要求。

6.10.6 铸造的制动盘应无裂纹、砂眼、气孔等缺陷，对锻造或钢板割制的制动盘，不应有表面裂纹和影响使用性能的内部夹层等缺陷。

6.10.7 制动盘需做静平衡，静平衡应使制动盘在其外径上的偏心残留量小于下列两值中之较大值：

- a) 0.005kg。
- b) 制动盘和相匹配轮毂等附件质量的 0.2%。

6.10.8 修复后制动盘应符合设计要求和 JB/T 7019 的规定。

## 6.11 开式齿轮、齿圈（齿条）传动

6.11.1 对于由传动齿轮、齿圈（齿条）驱动的绞车，在使用中，其传动齿轮、齿圈出现下列情况之一时，齿轮应更换或修理：

- a) 裂纹；
- b) 断齿或两相邻的轮齿局部破碎；
- c) 齿面点蚀损坏达啮合面的 10%，且深度达原齿厚的 5%；
- d) 齿厚磨损量达到原齿厚的 15%；
- e) 轮齿齿面硬化层磨损量达设计硬化层厚度的 85%；
- f) 驱动小齿轮内孔或键槽磨损，齿圈定位铰制孔螺栓出现开裂或明显塑性变形，不能正常工作的；
- g) 齿面因碰、擦伤产生的局部塑性变形应修复平整。

6.11.2 修理或更换后的齿轮、齿条应符合下列技术要求：

- a) 修理或更换后的齿轮、齿条应符合图纸设计技术、安装要求；
- b) 相邻齿块在接缝处需用齿形样板检查齿形及节距，齿块接缝处节距偏差： $\pm 0.5\text{mm}$ ，以确保其正确啮合，样板齿数为 5 个轮齿长度；
- c) 驱动齿轮与齿条的啮合接触面应大于 65%，间隙均匀；
- d) 齿块连接螺栓紧固力矩应符合图纸力矩要求；
- e) 动态试车时，应传动平稳，无啃齿、顶齿情况，驱动电机电流平稳，数值在正常范围内。

## 6.12 销齿传动

6.12.1 销轮、销齿出现下列情况之一时，须更换：

- a) 销轮销齿磨损量超过设计尺寸的 5%时，应更换；
  - b) 销轮销齿有裂纹或永久变形时，应更换。
- 6.12.2 修理或更换销轮、销齿时应符合下列技术要求：
- a) 齿轮应符合 6.11 的规定；
  - b) 更换的零件应符合图纸设计技术、安装要求；
  - c) 调整时，销轮、销齿应节圆相切；
  - d) 试车时，啮合应平稳，无异常冲击、振动。

### 6.13 减速器

- 6.13.1 箱体和箱盖出现裂纹应进行焊补修复或更换。修复或更换的箱体和箱盖合箱后其间隙不应大于 0.03mm，并不应有漏油现象。
- 6.13.2 轴承箱体接合面的配合处磨损在 0.03mm 以内时，可用电镀、刷镀方法修复；磨损严重则用焊补镗削的方法予以修复，且应符合设计要求。
- 6.13.3 当轴承滚动体或座圈上发现磨损条纹，疲劳剥落小坑，明显的氧化痕迹；内、外圈有裂纹；隔离环或转动圈边缘损伤；径向间隙增大（滚珠轴承大于 0.2mm，滚柱轴承大于 0.25mm）等，都应更换。对新安装的轴承，轴与轴承装入箱体后应留有 0.10mm~0.30mm 的轴向窜动量，以避免轴承的早期破坏。
- 6.13.4 装配修复或更换的圆柱齿轮，其齿面接触斑点沿齿长方向不少于 50%~60%，沿齿高方向不少于 40%~50%。
- 6.13.5 圆柱齿轮减速器箱体中轴承孔中心距极限偏差及轴承孔中心线平行度公差应符合 GB/T 10095.1、GB/T 10095.2 的规定。
- 6.13.6 轴承孔中心线应与箱盖、箱体分合面重合，其偏差不应大于 0.30mm。
- 6.13.7 圆柱齿轮副修复或更换安装后，其齿轮副侧隙应符合设计要求。
- 6.13.8 装配修复或更换的圆锥齿轮，其齿面接触斑点沿齿长方向不少于 35%~65%，沿齿高方向不少于 40%~70%。
- 6.13.9 圆锥齿轮副修复或更换安装后，其锥齿轮副法向侧隙和轴交角极限偏差应符合 GB/T 11365 的规定与设计的要求。
- 6.13.10 装配修复或更换的蜗杆、蜗轮，其接触面积的百分比应大于表 2 规定。

**表 2 蜗杆、涡轮接触面积的百分比**

精度	接触面积 (%)	
	沿齿高	沿齿长
5 级和 6 级	65	60
7 级和 8 级	55	50
9 级和 10 级	45	40

- 6.13.11 蜗杆副修复或更换安装后，其传动中心距极限偏差、传动轴交角极限偏差、传动中间平面极限偏差、传动侧隙、蜗杆轴向齿距极限偏差、蜗轮齿距极限偏差应符合 GB/T 10089 的规定与设计的要求。
- 6.13.12 修复的蜗杆副经磨合运转 300h~600h 后，应更换设计规定的润滑油。以后每隔 2000h~4000h 最长不应超过 12-18 个月应及时对润滑油品进行化验，化验结果不满足设计规定要求时更换设计规定的润滑油。
- 6.13.13 修复的蜗杆减速器轴承座孔中心线与分合面的不重合度不应小于 0.02mm，轴承座孔中心线与其端面的垂直度为 0.05mm。

6.13.14 装配后的蜗杆减速器，其蜗轮轴窜动量在 0mm~0.50mm 之间。

6.13.15 减速器修复后，其噪声、轴承处温升、渗漏现象、理论中心线与实际中心线在安装时的偏差值应符合 JB/T 7015 的规定。

## 6.14 联轴器

### 6.14.1 齿式联轴器

6.14.1.1 齿式联轴器出现下列情况之一时，应更换：

- a) 裂纹；
- b) 断齿；
- c) 联轴器内孔与轴之间有松动现象，键槽磨损，键松动；
- d) 两个半联轴器的连接螺栓孔磨损严重，连接螺栓出现裂纹或明显塑性变形；
- e) 齿厚磨损量达设计齿厚的 15%。

6.14.1.2 更换件或修复件装配时，半联轴器与轴线的垂直度应控制在 0.03mm~0.05mm 之间，外齿轮轴套和轴端配合应为 GB/T 1801 中 H7/n6 或 H7/r6 和 H7/s6；凹缘内齿圈半联轴器与凸缘内齿圈半联轴器的联接螺栓应采用六角头铰制孔螺栓，螺栓孔应配铰，配合为 GB/T 1801 中 H8/n6 或 H8/k6。

6.14.1.3 两个半联轴器的相对端面圆跳动量和相对径向圆跳动的偏差应小于 0.02mm。

6.14.1.4 联轴器内润滑油应每 6 个月更换一次，并不应出现漏油现象。

### 6.14.2 梅花形联轴器

6.14.2.1 梅花形联轴器出现下列情况之一的，应更换：

- a) 橡胶缓冲块老化失去弹性，出现龟裂，应更换缓冲块；
- b) 拨爪开裂、磨损或变形；
- c) 联轴器内孔与轴之间有松动现象，键槽磨损，键松动。

6.14.2.2 联轴器两轴的对中偏差及联轴器的端面间隙，应符合设备的技术文件要求。若无要求，应符合下列规定：两轴的许用轴向位移为：2.0 mm~5.0mm，许用径向位移：0.8 mm~1.8mm，许用角位移：1.0°~2.0°。

### 6.14.3 爪型联轴器

6.14.3.1 联轴器出现下列情况之一的，应更换：

- a) 聚氨酯元件老化失去弹性时，应更换聚氨酯弹性元件；
- b) 凸爪开裂、磨损或变形；
- c) 联轴器内孔与轴之间有松动或串轴现象，键槽磨损，键松动。

6.14.3.2 联轴器的端面间隙，应符合设备的技术文件要求。若无要求，端面间隙约为 2mm。

### 6.14.4 膜片联轴器

6.14.4.1 联轴器出现下列情况之一的，应更换：

- a) 摩擦片磨损量达原尺寸的 40%时应更换；
- b) 膜片发生扭曲变形；
- c) 两半联轴节间连接螺栓断裂；
- d) 半联轴器及中间轴存在裂纹、缩孔、旗袍、夹渣等影响强度的缺陷。

6.14.4.2 零件、膜片材料机械性能应符合设计技术要求，膜片表面应光滑、平整，不得有裂纹等缺陷；应严格控制两半联轴器之间的距离偏差，两半联轴器距离与中间短节加膜片的安装厚度偏差在 0 mm~0.4mm 以内（有预拉预压设计的膜片除外）。

6.14.4.3 联轴器安装螺栓严禁用普通螺栓代替，应按要求力矩紧固，螺栓穿进方向严禁装反。

6.14.4.4 高速设备中的膜片联轴器本身及装到轴上后，应进行动平衡矫正，以保证系统的动平衡性；

6.14.4.5 在检修中，应对半联轴器的变形量进行检查，一般膜片半联轴器外圆与端面跳动不大于0.05mm，直径大于250mm的极限跳动不大于0.08mm。

#### 6.14.5 蛇形弹簧安全联轴器

6.14.5.1 联轴器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 密封圈老化或损坏；
- b) 蛇簧开裂、磨损超差；
- c) 槽型套与蛇簧配合沟槽磨损超差；
- d) 蛇簧外部防护罩开裂或连接松动、失效；
- e) 联轴器内孔与轴之间有松动现象，键槽磨损，键松动；
- f) 摩擦片开裂、划伤、变形或严重磨损；
- g) 扭矩调整弹簧开裂、塑性变形；
- h) 扭矩调整弹簧压缩量调整过松或过紧，导致正常工况下频繁打滑或异常过载时不出现打滑保护，电机电流异常。

6.14.5.2 更换或修复的联轴器应符合下列规定：

- a) 联轴器主要零部件的材质应不低于JB/T 7682中的相关要求；
- b) 蛇形弹簧表层及内部不允许有任何裂纹、结疤、划伤、夹杂等缺陷；
- c) 摩擦材料应符合有关规定，不应有裂纹、缺口、分层、起泡等缺陷；
- d) 当弹簧是由两段或更多段组成的，安装时应让所有的断口端都朝同一个方向；
- e) 在高速运转工况下使用的联轴器应符合主机轴系要求，联轴器应进行动平衡试验，其精度不低于主机的要求；
- f) 工作时应对蛇形弹簧和内轴套应定期添加符合要求和数量的润滑脂；
- g) 传动扭矩调整压簧的压缩调整量应符合设计技术要求，且保证压缩量均衡，各安全联轴器摩擦力矩设置差值不得超过5%，实际工作中无频繁打滑现象。

#### 6.14.6 联轴器找正操作

6.14.6.1 联轴器找正操作中应符合下列规定：

- a) 找正的前提是联轴器与转轴的轴线应重合，轴径与联轴器外圆圆柱度合格，联轴器端面与轴线垂直；
- b) 应使两个转轴同步旋转，保持测点在两联轴器上的相对位置不变；
- c) 找正调整顺序是一般先处理垂直方向端面平行、径向对中，然后再调整水平方向轴向倾斜及偏移，两个方向调整后，再做复核检测；
- d) 当测量联轴器端面间隙时，应使两轴窜动到端面间隙为最小的位置。

6.14.6.2 同步轴及其部件出现下列情况之一的，应更换或检修：

- a) 开裂；
- b) 弯曲或扭曲变形；
- c) 运转时径向跳动异常；
- d) 法兰连接铰制螺栓孔变形或磨损。

6.14.6.3 更换或修复同步轴及其部件时应符合下列规定和注意事项：

- a) 同步轴（中间套）的力学性能不低于35钢的力学性能，如采用焊接结构，其焊缝质量按JB/T 5000.3中的BK级；
- b) 同步轴连接法兰的加工精度，如与轴线的垂直度、端面跳动度，同轴度，表面粗糙度等应参照与之配合的齿形半联轴器内齿圈的加工精度要求；
- c) 连接法兰的铰制螺栓孔应与配合的齿形半联轴器内齿圈铰制螺栓孔具有互换性，或配铰成对使用；

- d) 高、低速同步轴属于典型长杆类旋转部件，应进行动平衡矫正，动平衡精度等级为 G6.3 级；
- e) 同步轴的临界转速和重量应符合设计技术要求；
- f) 同步轴两端连接驱动存在扭矩差或高速运转过程中出现频繁跳闸情况导致紧急制动情况的，应及时查找原因并检修，两端驱动制动器的制动力矩应调整一致，打开、制动时间应定期检查、调整，确保其良好的同步性。

## 6.15 液压缓冲器

### 6.15.1 液压缓冲器及部件出现下列情况之一时，应修理或更换：

- a) 柱塞与缸体咬死，无法正常复位；
- b) 柱塞表面拉毛；
- c) 缸体开裂或产生永久变形；
- d) 内泄漏超过设计规定，无法正常缓冲；
- e) 受力时外泄漏严重；
- f) 动作时有异常冲击或噪声；
- g) 缓冲座变形或开裂。

### 6.15.2 修理或更换后的缓冲器及部件应满足下列技术要求：

- a) 修理或更换后的缓冲器及部件应符合设计技术要求；
- b) 极限位时，缓冲器柱塞头部与缓冲座间的间隙应控制在设计要求范围内；
- c) 修复后的缓冲器其压缩和复位应灵活、平稳、缓冲有效。

## 7 通用零部件

### 7.1 滚动轴承。

#### 7.1.1 轴承出现下列情况之一时，应更换：

- a) 内、外圈或滚动体工作面上出现磨损条纹、剥落、坑陷、凹陷、刮痕、裂纹、过热退火；
- b) 保持架出现缺口、边缘损伤、裂纹、碰套，漏铆、铆偏、铆松；
- c) 内外圈磨损量大于 0.3mm；
- d) 径向游隙极限数值达到表 3 规定；
- e) 滚动体有缺损或不足。

表 3 轴承径向游隙极限数值

单位：mm

轴承内径 d	径向游隙	
	球轴承	滚子轴承
30 < d ≤ 100	0.10	0.12
100 < d ≤ 150	0.12	0.15
150 < d ≤ 200	0.15	0.20

#### 7.1.2 轴承修复或更换后不应有锈蚀。

#### 7.1.3 轴承装配技术要求应符合设计技术文件中的有关规定。

### 7.2 滑动轴承

#### 7.2.1 轴套出现下列情况之一时，应更换：

- a) 内外圆配合面出现疲劳剥落，因过热而退火，有明显的氧化或咬伤的痕迹；
- b) 出现裂纹、断裂或明显变形；

c) 内外圆配合面磨损量达到设计直径的 2%。

7.2.2 更换或修理后的轴套，应符合下列技术要求：

- a) 与配合件接触面不得小于轴套上作面的 60%；
- c) 与轴承座接触面斑点应均布于轴套工作面，且中间不得加垫；
- d) 轴套在轴承座中无轴向窜动和转动；
- e) 轴套装配后，油孔、油路应畅通。

### 7.3 关节轴承

7.3.1 关节轴承出现下列情况之一时，应更换：

- a) 轴承断裂；
- b) 工作面磨损失效，动作时存在明显串动；
- c) 内外圈与安装孔或销轴存在相对转动；
- d) 转动时存在卡滞、抖动，严重的有摩擦异响。

7.3.2 更换后的关节轴承应符合下列规定：

- a) 关节轴承及其与关节轴承配合的内孔和销轴的尺寸和圆度公差应满足设计要求；
- b) 更换后的关节轴承，转动时应灵活无阻滞感；
- c) 关节轴承装配后，油孔、油路应畅通。

### 7.4 轴承座与油封

7.4.1 轴承座不应有明显变形、缺陷和裂纹。

7.4.2 修复或更换的成对轴承座安装后，其同心度应符合设计要求，转轴应能转动自如。

7.4.3 油封更换后，应能有效地防尘和防渗漏。

7.4.4 轴承座上盖与座体修复合拢后，间隙不应大于 0.1mm。

### 7.5 轴

7.5.1 传动轴出现表面裂纹且深度未超过设计直径的 2%时，应采取防止裂纹扩展措施；深度超过设计直径的 2%时，应更换。

7.5.2 轴径磨损量超过设计尺寸的 15%时，应更换。

7.5.3 轴的挠度达到以下规定，应更换：

- a) 轴的转速在 500r/min 及以上，每米长 0.15mm，全长 0.3mm；
- b) 轴的转速低于 500r/min，每米长 0.25mm，全长 0.5mm。

7.5.4 轴出现塑性变形时，应更换。

7.5.5 修复或更换的轴应符合设计要求，轴内润滑油道应畅通。

### 7.6 销

7.6.1 销径磨损量达到设计直径的 2%时，应更换；磨损量小于设计直径的 2%时，允许修复。

7.6.2 销工作配合面不应有裂纹或缺陷。

7.6.3 销出现塑性变形时，应更换。

### 7.7 键与键槽、花键

7.7.1 键或键槽两侧磨损，键在键槽中松动时不应用加垫片配合形式，应修复或更换新槽（或轴）。

7.7.2 键槽磨损严重，用机械加工拓宽键槽，拓宽度不应大于原键槽宽度的 15%，并重新配制新键。键与键槽配合处的表面粗糙度应达到 GB/T 1031 中 Ra3.2 $\mu$ m，配合公差应符合设计要求。

7.7.3 花键的配合表面，不许有刻痕及擦伤，如稍有缺陷，应修平。具有动配合的花键零件装配后，应能自如地移动，不应有局部松紧不均现象。

7.7.4 花键轴与轮毂配合后，应有不少于三个键齿紧贴侧面，其余键齿侧隙应不大于 0.2 mm。

7.7.5 花键轴滑动部分表面硬度，当每小时移动次数大于 15 时，硬度不低于 50HRC，移动次数较少时，硬度不低于 220HB。

## 8 液压元件

### 8.1 液压油箱

8.1.1 油箱出现下列情况之一的，应修理或更换：

- a) 外部端盖或内置式液压泵安装孔位密封老化或损坏，泄漏严重；
- b) 系统温升异常，油箱及附件产生严重变形、失效，影响正常使用的；
- c) 箱体局部出现裂纹、缺陷的，出现泄漏；
- d) 油液老化、变质严重，油箱需系统清理的。

8.1.2 修复或更换的油箱应符合设计要求。

### 8.2 液压泵

8.2.1 液压泵工作时出现下列情况之一的，应修理或更换：

- a) 排油量不足，执行机构动作迟缓或无动作；
- b) 压力不足或压力脉动较大；
- c) 有异常振动或噪声；
- d) 泵内泄严重，过热、油温过高（系统控制元件无异常）；
- e) 轴头外部密封失效，泄漏严重；
- f) 泵卡死，转不动；
- g) 变量机构失灵（对于变量柱塞泵）；
- h) 泵体开裂。

8.2.2 修复或更换的液压泵应符合设计要求。

### 8.3 液压马达

8.3.1 马达工作时出现下列情况之一时，应修理或更换：

- a) 马达不转或转速达不到额定值；
- b) 运转无力，输出转矩达不到额定值；
- c) 马达轴封损坏，外泄严重；
- d) 有异常冲击或噪声；
- e) 马达卡死，转不动；
- f) 壳体开裂。

8.3.2 修理或更换的液压马达应符合设计要求。

### 8.4 液压控制阀

8.4.1 液压控制阀出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 异常振动与噪声；
- b) 泄漏；

- c) 换向不灵或不换向;
- d) 电磁铁过热或烧毁;
- e) 系统压力提不高或系统压力过大调整无效;
- f) 系统压力波动;
- g) 液控不灵。

8.4.2 液压控制阀的滑阀芯与阀孔的修理配合间隙见表4。

表4 滑阀芯与阀孔配合间隙 单位:mm

配合部位	d≤16	16<d≤28	28<d≤50	50<d≤80
中低压滑阀的阀芯和阀孔	0.008~0.025	0.010~0.030	0.012~0.035	0.015~0.040
高压滑阀的阀芯和阀孔	0.005~0.015	0.007~0.020	0.009~0.025	0.011~0.003

注：d—滑阀芯直径

## 8.5 液压缸

8.5.1 液压缸出现下列情况之一时，应修复或更换：

- a) 爬行;
- b) 冲击;
- c) 推力不足，速度不够或逐渐下降，工作不稳定;
- d) 外泄漏;
- e) 内泄漏;
- f) 声响与噪声;
- g) 缸体拉伤;
- h) 对于液压齿条缸，驱动齿轮传动键、键槽磨损严重，出现异常串动。

8.5.2 修复或更换的缸体内孔的圆度、圆柱度、直线度应不大于0.02mm/m，内孔表面经研磨或珩磨后其表面粗糙度应达到GB/T 1031中Ra0.8μm或Ra0.2μm。

8.5.3 修复或更换的活塞外圆的圆度、圆柱度及活塞外圆与内孔的同轴度应不大于活塞外径公差的一半，活塞外圆表面粗糙度应达到设计要求。

8.5.4 修复或更换的缸盖用于配合的内孔和外圆的圆度、圆柱度应不大于直径公差的一半，内孔、外圆的同轴度应不大于0.03mm，配合表面粗糙度应达到GB/T 1031中Ra3.2μm。

8.5.5 液压缸的配合间隙见表5。

表5 液压缸配合间隙值 单位：mm

名义直径	6	12	20	25	50	75	100	125	200
最小间隙	0.0025	0.0050	0.0075	0.0125	0.0200	0.0250	0.0320	0.0430	0.0500
最大间隙	0.0125	0.0175	0.0235	0.0325	0.0450	0.0575	0.0645	0.0830	0.1000

注：最小间隙值为正常配合值，最大间隙值为修理极限值

8.5.6 液压齿条缸齿轮、齿条的啮合初始位的设置应保证摆动缸活塞处于拨车臂完全缩回状态，齿条缸的行程应满足设计技术要求。

## 8.6 液压管路

### 8.6.1 液压硬管

8.6.1.1 液压硬管出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 管子外径出现大面积锈蚀、剥落或管卡子固定部位磨损、锈蚀严重的应更换;
- b) 表面存在肉眼可见的裂纹、缺陷，存在明显油迹的;

- c) 表面变形, 深度达管径 20%时;
  - d) 表面有机械损伤, 划痕深度达壁厚 10%时;
  - e) 连接接头处失效, 出现渗油。
- 8.6.1.2 更换或修理的硬管及接头应符合 GB/T 3766 的规定; 更换的硬管应符合 CB/T 1102 的技术条件。
- 8.6.1.3 每根硬管安装前应经过冲洗并达到或优于系统设计的清洁度要求。
- 8.6.2 液压管卡子**
- 8.6.2.1 管卡子出现下列情况之一的, 应修复或更换:
- a) 卡座变形、开裂、缺失的;
  - b) 把合螺栓松动、缺失、变形的;
  - c) 固定支座变形、开裂。
- 8.6.2.2 更换或修理的管卡子应符合 GB/T 3766 的规定。
- 8.6.3 液压软管(胶管)**
- 8.6.3.1 软管出现下列情况之一的, 应更换:
- a) 表面出现龟裂, 脱层, 老化变质;
  - b) 压头部位出现变形, 渗油;
  - c) 承压时, 管径出现异常鼓胀;
  - d) 长度及接头角度不合适, 导致胶管存在拉伸或拧劲情况, 带压时冲击抖动严重;
  - e) 表面存在机械损伤, 裂痕深度达壁厚 10%。
- 8.6.3.2 软管更换、安装时应符合下列技术要求和注意事项:
- a) 不允许有急弯、扭转等情况, 弯曲半径应于外径的 9 倍~ 10 倍;
  - b) 与其他物体不得有接触, 要考虑到实际工作时由于油液冲击, 软管振动时可能产生的位移。靠近热源时应有隔热措施。为防止与其他物体接触摩擦, 应在软管外部加装磨损保护套;
  - c) 每根软管在安装前应经过冲洗并达到或优于系统设计的清洁度要求。
- 8.6.3.3 更换的软管应符合 JB/T 8727 的规定; 更换的软管应符合 CB/T 1102 的技术条件。
- 8.6.4 液压系统**
- 8.6.4.1 液压元件修复后, 每个液压控制阀的压力调定值应符合设计要求; 工作液品种及充入液压系统至最高液位的油量应符合设计规定。
- 8.6.4.2 液压系统应按设计规定进行性能试验。液压系统的耐压试验当额定压力  $P$  不大于 7MPa 时, 试验压力为 1.50P; 当额定压力  $P$  大于 7MPa 时, 试验压力为 1.25P。
- 8.6.4.3 液压系统管路及接头出现损伤、变形、裂纹等缺陷, 应更换且在系统压力试验时不应有渗漏现象。
- 8.7 蓄能器(皮囊式)**
- 8.7.1 蓄能器出现下列情况之一的, 应修复或更换:
- a) 油液外泄漏;
  - b) 供油量不足或不供油;
  - c) 释放油液流量不稳定;
  - d) 吸收压力脉动效果差;
  - e) 皮囊式蓄能器压力下降严重, 经常需要补气;
  - f) 油箱喷油、起爆现象;
  - g) 锥阀漏气。
- 8.7.2 蓄能器的安装维护注意事项:

- a) 囊式蓄能器油口应垂直向下安装，避免皮囊与壳体接触；
- b) 不应在蓄能器壳体上进行焊接、铆接或机械工等可能造成壳体破裂的操作；
- c) 安装位置应远离热源，避免气体受热膨胀；
- d) 蓄能器安装后，应检查各接口处是否漏气，漏油。

8.7.3 更换或修理蓄能器应符合 JB/T 7035 的规定。

## 8.8 过滤器

8.8.1 过滤器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 滤芯变形或击穿；
- b) 金属网与骨架脱落（网式过滤器）；
- c) 滤芯掉粒（烧结式过滤器）；
- d) 壳体有油液渗漏；
- e) 堵塞发讯器目视发讯或电发讯堵塞报警。

## 8.9 液位温度报警器

8.9.1 液位温度报警器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 液位点或温度点无信号输出；
- b) 液位点或温度点输出信号不受相应液位或温度变化改变；
- c) 导杆弯曲变形导致浮球卡滞；
- d) 液位或温度变化，输出不灵敏；
- e) 输出误差过大；
- f) 浮球磨穿或浮球破裂。

## 8.10 液位计（常用）

8.10.1 玻璃管液位计出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 密封处渗漏；
- b) 玻璃管保护罩破损；
- c) 玻璃管破裂。

8.10.2 浮球液位计出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 输出不灵敏；
- b) 无液位，但指示为最大；
- c) 浮球不随液位变化浮动，可以放在任意位置；
- d) 指示误差大，指示不准确；
- e) 液位变化，无信号输出。

## 8.11 加热器

8.11.1 加热器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 连接法兰处渗漏；
- b) 接通电源后，加热器不工作；
- c) 表面形成碳化层，加热效果下降；
- d) 加热器在工作过程中频繁跳闸（或冷态绝缘电阻值小于  $100\text{M}\Omega$ /热态绝缘电阻值小于  $2\text{M}\Omega$ ）。

8.11.1.1 更换的加热器应符合 GB 11036 标准。

## 8.12 压力继电器

8.12.1 压力继电器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 阀芯卡死；
- b) 弹簧或顶杆卡滞；
- c) 连接线路损坏或无信号输出；
- d) 膜片破裂(膜片式)；
- e) 调节灵敏度差或无法调节；
- f) 安装面或密封处渗漏。

## 8.13 冷却器

8.13.1 水冷却器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 由于腐蚀、汽蚀、磨损造成管壁穿孔；
- b) 热胀冷缩或其他原因造成管壁破裂；
- c) 流道积垢严重，冷却效果下降，造成油液高温报警；
- d) 密封失效，冷却水或液压油渗漏；
- e) 密封失效，介质相互掺和；
- f) 进水开关电磁阀失效；
- g) 进水过滤器堵塞报警指示。

8.13.2 风冷却器出现下列情况之一的，应修复或更换：

- a) 流道管路渗漏或破裂；
- b) 密封失效，液压油渗漏；
- c) 积尘积垢严重，冷却效果下降，造成油源高温报警；
- d) 风扇叶皮破损；
- e) 电机失效。

## 8.14 液压元件和辅件

对液压元件和辅件的维修、安装应符合CB/T 1102的技术条件。

## 9 润滑元件

### 9.1.1 润滑泵

9.1.1.1 润滑泵工作时出现下列情况之一的，应修理或更换：

- i) 排油量不足，执行机构动作迟缓或无动作；
- j) 压力不足或压力脉动较大；
- k) 有异常振动或噪声；
- l) 泵内泄严重，过热、油温过高（系统控制元件无异常）；
- m) 轴头外部密封失效，泄漏严重；
- n) 泵卡死，转不动；
- o) 泵体开裂。

9.1.1.2 修复或更换的润滑泵应符合设计要求。

### 9.1.2 补脂泵

9.1.2.1 补脂泵工作时出现下列情况之一的，应修理或更换：

- p) 排油量不足, 执行机构动作迟缓或无动作;
- q) 压力不足或压力脉动较大;
- r) 有异常振动或噪声;
- s) 泵内泄严重, 过热、油温过高(系统控制元件无异常);
- t) 轴头外部密封失效, 泄漏严重;
- u) 泵卡死, 转不动;
- v) 泵体开裂。

9.1.2.2 修复或更换的补脂泵应符合设计要求。

### 9.1.3 油位开关

9.1.3.1 油位开关出现低油位无报警时, 应修复或更换:

a)

9.1.3.2 修复或更换的油位开关应符合设计要求。

### 9.1.4 润滑换向阀

9.1.4.1 液压换向阀出现下列情况之一的, 应修复或更换:

- a) 异常振动与噪声;
- b) 泄漏;
- c) 换向不灵或不换向;
- d) 液控不灵。

9.1.4.2 修复或更换的液控换向阀应符合设计要求。

### 9.1.5 分配器

9.1.5.1 分配器出现下列情况之一的, 应修复或更换:

- a) 分配器不动作;
- b) 指示调节装置指示杆处泄漏;

9.1.5.2 修复或更换的分配器应符合设计要求。

### 9.1.6 润滑管路

#### 9.1.6.1 润滑硬管

9.1.6.1.1 润滑硬管出现下列情况之一的, 应修复或更换:

- a) 管子外径出现大面积锈蚀、剥落或管卡子固定部位磨损、锈蚀严重的应更换;
- b) 表面存在肉眼可见的裂纹、缺陷, 存在明显油迹的;
- c) 表面变形, 深度达管径 20%时;
- d) 表面有机械损伤, 划痕深度达壁厚 10%时;
- e) 连接接头处失效, 出现渗油。

9.1.6.1.2 更换或修理的硬管及接头应符合 GB/T 3766 的规定。

#### 9.1.6.2 润滑管卡子

9.1.6.2.1 管卡子出现下列情况之一的, 应修复或更换:

- a) 卡座变形、开裂、缺失的;
- b) 把合螺栓松动、缺失、变形的;
- c) 固定支座变形、开裂。

9.1.6.2.2 更换或修理的管卡子应符合 GB/T 3766 的规定。

### 9.1.6.3 润滑软管（胶管）

9.1.6.3.1 软管出现下列情况之一的，应更换：

- a) 表面出现龟裂，脱层，老化变质；
- b) 压头部位出现变形，渗油；
- c) 承压时，管径出现异常鼓胀；
- d) 长度及接头角度不合适，导致胶管存在拉伸或拧劲情况，带压时冲击抖动严重；
- e) 表面存在机械损伤，裂痕深度达壁厚 10%。

9.1.6.3.2 软管更换、安装时应符合下列技术要求和注意事项：

- a) 不应有急弯、扭转等情况，弯曲半径应小于外径的 9~ 10 倍；
- b) 与其他物体不得有接触，要考虑到实际工作时由于油液冲击，软管振动时可能产生的位移。靠近热源时应有隔热措施。为防止与其他物体接触摩擦，应在软管外部加装磨损保护套；
- c) 每根软管在安装前应经过清洗。

9.1.6.3.3 更换的软管应符合 JB/T 8727 的规定。

### 9.1.7 润滑系统

9.1.7.1 润滑元件修复后，每个润滑控制阀的压力调定值应符合设计要求；润滑油品种及充入润滑系统至最高液位的油量应符合设计规定。

9.1.7.2 润滑系统的管道系统压力试验应按设计技术文件规定，未规定时，双线式系统试验压力应为系统工作压力的 1.25 倍，非双线式系统试验压力为工作压力。在试验压力下检查管道焊缝及连接处应无泄漏。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施压记录。

9.1.7.3 润滑系统管路及接头出现损伤、变形、裂纹等缺陷，应更换且在系统压力试验时不应有渗漏现象。

## 10 电气设备

### 10.1 三相交流电动机

10.1.1 交流电动机出现系列情况之一时，应修理或更换：

- a) 机座与端盖出现裂纹；
- b) 冷却风扇破损、变形、定位失效，风道堵塞；
- c) 在额定负载状态下，电动机的负载电流超过额定值，存在异常气味、冒烟、温升异常；
- d) 在额定负荷状态下，电动机转速低于额定转速的 5%或声响异常；
- e) 电机运转时，集电环与电刷之间冒火花，集电环表面有烧痕、麻点、刮痕；
- f) 绝缘下降，相间和相对地的绝缘电阻小于产品技术参数，不确定时按照表 6 的规定执行；

表 6 电动机绝缘电阻最低允许值

单位：MΩ

额定电压（V）	6000			500 以下			36 以下		
绕组温度（℃）	20	45	75	20	45	75	20	45	75
交流电动机定子绕组	25	15	6	3	1.5	0.5	0.15	0.1	0.05
线绕转子绕组和滑环				3	1.5	0.5	0.15	0.1	0.05

直流电动机电枢绕组和换向器				3	1.5	0.5	0.15	0.1	0.05
---------------	--	--	--	---	-----	-----	------	-----	------

- g) 绝缘老化，出现龟裂、脱落、软化、焦化等，接线柱出现烧蚀痕迹；
- h) 电动机轴承卡死，电机频繁过载，自由状态下，电机轴盘不动；
- i) 电机轴承损坏，轴承位温升、振动异常；
- j) 鼠笼电动机的笼条在槽内松动或断裂，鼠笼端环断裂或脱焊，伸出端铁芯拱起；
- k) 电动机保护器频繁动作，排除线路、负载和保护自身故障外，需检修电动机；

10.1.2 修复或更换的交流电机应符合下列规定：

- a) 电机的维修与验收应符合交流电动机修理工艺指标和技术规范的要求；
- b) 安装与验收应符合 GB 50170 规定；
- c) 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范应符合 GB/T 21707 的要求或厂家标准；
- d) 对于 3 个月以上不使用的电动机，在安装前，应检查电机内部并清洗干净，检查电机保护和控制装置并调试到符合要求，检查润滑系统是否符合标准。紧固电机螺丝，测量绝缘电阻是否符合规定，检查电动机的线路电压和接法是否符合铭牌规定，电动机引出线与线路连接是否牢固，机壳接地是否可靠；
- e) 试转前应手动盘车，检查定、转子是否有相互磨擦或其它碰擦声音，盘车时应无任何磨擦卡阻现象；
- f) 电机旋转方向应符合机械工作的要求；
- g) 电机运行平稳，无异常振动、杂声；
- h) 电机的启动、空载及额定电流均应符合产品使用技术条件的要求；
- i) 电动机的噪声限值应符合 GB 10069.3 的规定；
- j) 电机温升稳定，相间和相对地的绝缘电阻不应小于产品技术参数，不确定时按照表 6 的规定，不应有过热现象；
- k) 风罩滤网表面清洁无堵塞，进风正常；
- l) 电动机轴承的润滑保养应根据电机铭牌要求执行；如果采用绝缘轴承，检查并确认绝缘轴承没有被旁路；
- m) 应每年检查电机接线盒的密封性，盒内有无尘土、异味。接线柱上应划上标记，开盖时根据标记检查螺母有无松动情况。

10.2 交流变频器

10.2.1 变频器原件出现故障，在排除线路、连接问题、参数设置等外部故障，确认为原件问题时，应更换原件。

10.2.2 应定期检查变频器冷却风扇、各种仪表、指示灯工作是否正常，如异常应及时检修。

10.2.3 变频器的供电装置、各调节控制反馈单元、触发单元装置、保护装置、主电路接口板等出现故障时，应更换、修理相应单元或装置。

10.2.4 出现接地故障时，应用接地电阻测试仪分段检查外部线路、电机，排除外部故障后检查 IGBT 有无对地情况并更换。

10.2.5 每台变频器都有确定的检修时间，一般以每 3 个月检修一次为宜。当外部环境条件较差时，可以根据情况把检修间隔缩短。

10.2.6 变频器检修时应满足下列规定和注意事项：

- a) 更换静电敏感元件时，身体应先放电，注意防静电措施，最好带上绝缘护腕和手套；
- b) 注意更换的模块是否与原模块硬件和软件完全相同或为可替换模块；

- c) 对于变频器中有中间回路电容器的,在断开功率接线和电子板电源,5分钟内装置仍有危险电压。因此须等待5分钟之后方可打开装置;
- d) 按照说明书规定的风扇工作寿命,及时更换风扇,以保持装置的运转;
- e) 装置停机超过一年,中间回路电容应重新充电。如果不这样做,当中间回路接电时,装置将被损坏;
- f) 在维修完毕后,检测主回路的绝缘电阻,应符合技术参数要求;
- g) 更换控制单元后,需要重新设定参数;
- h) 设定好相关的保护参数,包括电压、电流、转矩、速度、温度等,尤其是主从模式控制,防止飞车;
- i) 变频器检修后均应先进行空载试验。变频器就位,按技术图纸要求正确接线,各调节元器件的位置应调整正确。启动变频器,检测输出端电压值,线电压误差应小于规定值。试验中应注意有无异常响声振动及过热现象,如有异常,应立即终止试验,进行检查;
- j) 负荷试验在空载试验良好的基础上进行。检查电机旋转方向应正确。调节外部控制信号,观察指示系统。测量输出负荷电流、电压及转速记录,与日常值进行比较;
- k) 负荷试验时,应该在设备处安排人员,发现异常及时拍下停止按钮,断开主回路。

### 10.3 电缆

10.3.1 高压动力电缆因绝缘发生老化,出现下列情况之一时,应及时修复或更换:

- a) 电缆鼓胀、龟裂、发脆或呈螺旋形;
- b) 电缆发软,手指可按下;
- c) 电缆护套厚度磨损或腐蚀量大于设计厚度的 1/3;
- d) 护套孔洞或蚕食伤痕的厚度大于设计厚度的 3/5;
- e) 护套裂纹深度大于设计厚度的 3/10 或护套弯曲裂纹继续扩展;
- f) 电缆变形部位直径与设计直径相差大于 20%。

10.3.2 高压动力电缆运行中,绝缘电阻迅速下降应立即查明原因并及时修复或更换。

10.3.3 高压动力电缆修复或更换后的验收应符合 GB 50168 的规定。

10.3.4 低压电缆出现下列情况之一时,应修复或更换:

- a) 电缆芯线间、导体与绝缘间、绝缘与护套间有变质、粘合或龟裂、软化现象;
- b) 绝缘电阻值小于  $0.5\text{M}\Omega$ ;
- c) 机械损伤、护套层腐蚀,其深度大于设计厚度的 3/10;
- d) 电缆弯曲时开裂或变形,且变形部位直径与设计直径相差大于 20%;
- e) 挂缆用电缆卡板开裂、变形、连接失效,不能可靠固定电缆的;
- f) 挂缆排列不整齐,个别电缆受力较大。

10.3.5 低压电缆修复后,芯线间以及对地的绝缘电阻值应大于  $0.5\text{M}\Omega$ 。

10.3.6 低压电缆芯线接结端子应接触有效、可靠。

10.3.7 所有保护开关安装走线及软管应留有足够的裕量,以便调试时调整。

10.3.8 悬挂用柔性电缆应满足相应的设计技术标准。

10.3.9 布置在电缆桥架中的电缆,动力电缆和控制电缆应分槽布置,中间设置隔板,避免动力电缆大电流对控制信号造成干扰,电缆桥架布置和走向应美观、合理,跟机械设备的动作不发生干涉,桥架中电缆占空系数不超过 40%,保证电缆有效散热。

10.3.10 电缆滑车出现下列情况之一的,应修复或更换相应部件:

- a) 牵引钢丝绳失效,出现疲乏、断股状况,应立即更换;
- b) 滑轮轴承损坏,存在异响,应更换;

c) 滑车支架开裂、变形，应维修或更换。

10.3.11 维修或更换的滑车应满足下列技术要求：

- a) 滑车在有效行程内运行时，应运转灵活、平稳，无卡滞；
- b) 电缆松紧及垂度正常，不承受拉力载荷。

#### 10.4 可编程序控制器（PLC）

10.4.1 PLC 基本单元的 I/O、CPU、ROM、RAM、编程器(液晶显示器、键盘)、输入(光电隔离、滤波器、缓冲器等)/输出(锁存器、驱动器)口、通信接口、锂电池等出现故障时，应更换不良单元并检查更换的新单元不得有异常现象。

10.4.2 基本单元和扩展单元的输入继电器与输出继电器出现故障时，应更换修理。

10.4.3 PLC 内部逻辑元件的通用辅助继电器、掉电保护辅助继电器、寄存器、定时器、计数器、特殊用途辅助继电器等出现故障时，应更换修理。

10.4.4 PLC 检修时间以（6~12）月一次为宜。

10.4.5 PLC 检修时应符合下列规定和注意事项：

a) 更换模块时，注意防静电措施，应带上绝缘护腕和手套。注意更换的模块是否与原模块完全相同或为可替换模块，并确认模块地址及跨接线正确；

b) PLC 供电电源，电源质量要保证符合相关指标，在 PLC 要求的供电电压范围之内不造成干扰源；

c) 机架与机架之间、机架与柜体之间要保持足够的空间，以保证散热。并且要保证环境温度符合 PLC 的工作温度，一般为 0℃~55℃；

d) 屏蔽线接地和保护接地应保证接地可靠，防止干扰。电缆屏蔽层应一点接地，各个接地点电位分布不均，不同接地点间存在地电位差，引起地环路电流，影响系统正常工作；

e) 电缆铺设时应保证不同电缆组之间的间距，以达到必要的电磁兼容性。一般信号电缆和电源电缆之间的间距不小于 15cm 时，小于 15cm 时应在信号电缆和电源电缆之间设置屏蔽用的金属隔板，并将隔板接地；

f) 端子应按要求紧固。使用弹簧端子时，应使用硬线，使用接线端子的软线，保证卡接紧固；

g) 输入、输出接线的过流、过热保护要可靠；

h) 检修时用万用表测量线路，禁止依靠指示灯看线路是否通断；

i) 检修时不要把不符合要求的电压等级接到输入/输出模块上，以免烧毁模块；

j) 检修时要避免 PLC 受到振动冲击，防止振动频率为 10 Hz~55Hz 的频繁或连续振动；

k) 改变输出模块负载时，一定要核实好容量，以免烧毁模块；

l) 检修时应断开主回路，以免误动作造成事故；

m) 如果断电检修后，PLC 重新上电时应确认 CPU 从存储卡重新装载的程序是所需程序；

n) 对于联锁回路，应模拟联锁工艺条件（采用改变输入信号或强制的方法）测试联锁动作是否正常；

o) 试车时发现异常及时按下急停，断开主回路；

p) PLC 输入、输出检查时，应使用 PLC 编程软件检查，由每个断路器供电的所有数字输入、输出连接与 I/O 清单和分别的原理图是否一致，以确保信号操作的正确性；

q) 出现 PLC 信号点显示异常时，应先检查外围回路是否正常，再检查 PLC 模块对应点，确认故障类型并予以相应处理；

r) 更换模块时应该注意模块是否支持热插拔，如果不支持热插拔应先关掉模块的电源，更换模块后，再上电；

s) 更换锂电池时要注意电池的极性；通常为了避免 RAM 的数据丢失，应在电源模块工作时更换锂电池；如果 CPU 时钟已丢失，在换好电池后需重新设定。

## 10.5 上位机（人机交互系统）

10.5.1 上位机硬件，如：显示器、主机、触摸屏、电源、存储器、各扩展模块、通信模块、功能模块、鼠标、键盘等出现故障，在排除线路、连接问题、参数设置、系统软件等故障，确认为固件问题时，应更换固件。

10.5.2 出现通信故障时，应检查参数配置、通信线路及通信模块是否存在异常并检修、更换。

10.5.3 每台上位机都有确定的检修时间，一般以每 6 个月检修一次为宜。当外部环境条件较差时，可以根据情况把检修间隔缩短。

10.5.4 上位机检修应满足下列技术要求和注意事项：

- a) 更换静电敏感元件时，注意防静电措施，身体应先放电，带上绝缘护腕和手套；
- b) 注意更换的模块是否与原模块硬件和软件完全相同或为可替换模块；
- c) 更换硬件后，要连接紧固，并做好屏蔽和保护的可靠接地；
- d) 上位机在修改程序、通信故障和重启时，应拍下停止按钮，断开主回路电源，防止事故发生；
- e) 上位机启动后应注意各部件有无异常响声及温度升高现象，如有异常，应立即关机，进行检查；
- f) 负荷试验时，应该设备处安排人员，发现异常及时拍下停止按钮，断开主回路。

## 10.6 高压开关

10.6.1 高压断路器出现下列情况之一时，应修复或更换：

- a) 主回路发热、气味异常、变色，接线端子外表腐蚀严重、裂纹；
- b) 瓷套及瓷套管污损、破损、龟裂；
- c) 构件损坏或有裂纹，联接各构件的销子、开口销、挡圈等折断、脱落；
- d) 各种弹簧退火、变形、折断；
- e) 辅助开关中的绝缘件、结构部件破损；
- f) 传动机构动作不灵活，阀和阀的密封面变形或产生裂纹；
- g) 断路器的绝缘结构损坏；
- h) 灭弧室与触头损坏或产生裂纹，操作机构失灵。

10.6.2 高压断路器主回路导电部分绝缘电阻应大于  $6M\Omega$ ；低压回路绝缘电阻应大于  $0.5M\Omega$ 。

10.6.3 高压断路器修复后，其技术条件应符合设计要求。

10.6.4 高压负荷开关出现下列情况之一时，应修复或更换：

- a) 负荷开关的绝缘破损、污损、龟裂；
- b) 导电触头表面毛糙、触头、刀片显著变色、烧损；
- c) 触头银层磨损、脱落超出设计规定；
- d) 灭弧罩龟裂、翘曲，狭缝间隙大于设计规定；
- e) 操作机构的管道、关闭阀、电磁阀漏气；
- f) 开关零部件严重锈蚀、破裂；
- g) 操作沉重，响声异常；
- h) 绝缘电阻值小于  $6M\Omega$ 。

10.6.5 高压负荷开关修复后的安装、试验应符合 GB 50147 的有关规定。

## 10.7 低压电器

10.7.1 空气开关（断路器）出现下列情况之一时，应修理或更换：

- i) 外壳有缺损，存在漏电危险；
  - j) 灭弧罩、灭弧栅破碎、损坏或烧蚀；
  - k) 自动脱扣保护失效或不符合设计要求；
  - l) 触头的开距和超额行程不符合设计要求；
  - m) 触头接触面积小于 80%或三相触头不同时接触的距离差大于 0.5mm；
  - n) 触头有烧伤，严重磨损并影响有效接触或磨损量达到原尺寸 40%。
- 10.7.2 接触器出现下列情况之一时，应修理或更换：
- a) 灭弧罩、灭弧栅烧损，灭弧效果差；
  - b) 铁芯振动且噪音大，导电触头接触不良；
  - c) 触头的开距和超额行程不符合设计要求；
  - d) 触头烧损严重。
- 10.7.3 主令开关出现下列情况之一时，应修理或更换：
- a) 零位或复位不准、漏档；
  - b) 操作时卡绊，不灵活；
  - c) 橡胶护套磨损；
  - d) 操作次数超过该产品设计规定。
- 10.7.4 低压电器修理后应符合 JT 5014.2 的有关规定。

## 10.8 变压器

- 10.8.1 变压器出现下列情况之一时，应及时修复或更换：
- a) 绝缘值过低于  $1M\Omega$ ；
  - b) 高压侧或低压侧电压不正常（一般情况指超出或低于额定值的 5%）；
  - c) 三相电压不平衡；
  - d) 在通电或工作时，上级保护装置跳闸；
  - e) 绝缘损坏或冒烟；
  - f) 工作时温度异常；
  - g) 异常的振动和噪音；
  - h) 变压器效率降低；
  - i) 接线端子部分过热。
- 10.8.2 修复或更换的变压器应符合下列规定：
- a) 变压器的维修与验收应遵循 DL/T573-95 的规定并符合变压器修理工艺指标和技术规范的要求；
  - b) 一般在投入运行后的五年内和以后每隔 10 年大修一次；
  - c) 在电力系统中运行的主变压器当承受出口短路后，经综合诊断分析后，可考虑提前大修；
  - d) 运行中的变压器，当发现异常状砵或经实验判断有内部故障时，应提前进行大修；
  - e) 日常的维修保养第一次一般安排在变压器送电 1 个月后进行，每年安排 1-2 次停电维护检查；
  - f) 预防性试验建议为每三年一次，如发生故障，则应提前进行。内容包括测量工频耐压，变压器变比及抽头电压，变压器内阻测试等。

## 10.9 空调

- 10.9.1 空调出现下列情况之一时，应及时修复或更换：
- a) 运行噪声异常；
  - b) 室内机漏水；

- c) 机组不运转;
- d) 制冷/热量不足;
- e) 温度传感器故障保护;
- f) 压缩机过热保护;
- g) 空气开关跳闸;
- h) 压缩机异常噪声;
- i) 低压保护;
- j) 高压保护;
- k) 排气温度保护;
- l) 排气过热度低。

10.9.2 空调修理后应符合 GB 50243 的有关规定。

10.9.3 空调的定期维护对于空调设备的性能和使用寿命非常重要,维护要求如下:

10.9.3.1 月维护项目:

- a) 清洗空调过滤网;
- b) 冷凝器的清洁;
- c) 冷凝器水系统检查;
- d) 压缩机系统检查。

10.9.3.2 年维护项目

- a) 检查蒸发器表面是否有灰尘或发霉,进行必要的清理;
- b) 检查风机轴承是否磨损;
- c) 检查空调外机安装架是否已经锈蚀;
- d) 检查电气系统接线有无松脱。

## 10.10 中心滑环

10.10.1 中心滑环在维护保养后仍不能正常工作的应予以更换;

10.10.2 中心滑环由于滑环表面的灰尘、油渍等污垢、斑点或者碳刷的磨损,造成碳刷和滑环之间不良的面接触,导致碳刷与滑环未真正导通,从而产生缺相等问题时,应予以修理;

10.10.3 中心滑环修理和维护保养措施如下:

- a) 滑环的表面需要一直保持平坦,清洁,上面不能有灰尘和油渍等污垢。对于估计滑环表面污染严重的地方,需要定期检查滑环和碳刷表面,以确保清洁;
- b) 如发现滑环表面有斑点等,需要用细目金刚砂纸进行打磨,去除污渍;
- c) 碳刷的状态也需要经常检查,以确保碳刷和滑环之间有很好的接触。当安装新的碳刷的时候,需要确保碳刷和滑环之间有很好的面接触;
- d) 检查滑环箱内螺栓的力矩是否足够。

## 10.11 滑触线

10.11.1 滑触线出现下列情况之一时,应及时修复或更换:

- a) 由于滑触线表面的灰尘、油渍等污垢、斑点或者滑触线磨损,造成不良的面接触,从而产生缺相等问题时,应予以修理;
- b) 滑触线在维护保养后仍不能正常工作的应予以更换;
- c) 更换的滑触线及集电器结构材料应为优质不锈钢或塑料材质。

10.11.2 滑触线的维护保养措施同 10.10.3;

## 10.12 通讯设备

通讯设备应有效、可靠，符合设计要求，出现下列情况时，应立即修理或更换：

- a) 通讯功能缺失，无法通话或传递消息；
- b) 通讯时，噪音或杂声很大，影响通话质量，妨碍了信息的正确传播。

## 11 安全保护装置

### 11.1 整机限位

整机限位出现下列情况时，应立即修理或更换：

- a) 吊钩实际高度与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查对应吊钩行程限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求与 GB 6067.1 的规定；
- b) 起升速度与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查对应绞车超速开关限位及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- c) 吊钩实际高度与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查对应绞车绝对值编码器、凸轮限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- d) 制动器限位信号丢失，检查对应绞车的盘式制动器、轮式制动器、带式制动器的限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- e) 棘轮棘爪限位信号丢失或误动作，检查对应绞车的棘轮棘爪限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- f) 变幅角度与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查臂架行程限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- g) 起重机回转实际位置与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查回转位置检测限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- h) 楔块进出实际位置与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查限位装置及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- i) 锚定装置实际位置与设定不符，限位信号丢失或误动作，检查限位装置及其线路，修理或更换后上下限位装置应有效、可靠，符合设计要求。

### 11.2 重量传感器

重量传感器出现以下情况时，应立即修理或更换：

### 11.3 力矩限制器

力矩限制器出现以下情况时，应立即修理或更换：

- a) 排除风浪和船舶运动的影响，吊钩重量实际显示数值与设定值相差超过 10%，应重新标定，使其误差小于 5%；
- b) 吊钩重量信号丢失，检查对应吊钩重量传感器及其线路，修理或更换后应有效、可靠，符合设计要求；
- c) 力矩限制系统建议一年校正一次。重量传感器校正一般采用三个负载情况（空钩，一半额定载荷和额定负载）来确定重量传感器的曲线。吊钩额定载荷大于等于 500 吨，宜采用超过 3 点的多点校正。校正时，需比较实际重量和显示读数之间的偏差，偏差宜控制在 5% 之内。

### 11.4 紧急停止按钮

所有紧急停止按钮应有效、可靠，符合设计要求，否则应立即予以更换。

## 12 装配与安装要求

### 12.1 机构

#### 12.1.1 减速器

修复或更换的减速器，安装时应满足以下技术要求：

- 搬运时应应对减速箱安装底面进行保护；
- 找平与对中，在大多数情况下，这两项操作分别进行。
- 找水平时，应按照减速箱制造商给出的公差，用以 0.02mm/m~0.05mm/m 为一级分档的水平仪测量箱体的水平延伸部分。减速箱下面的垫片不能超过 3 片，最好用不锈钢垫片。垂直位移可用垫片来完成，水平位移可用千斤顶或螺母或螺栓来完成。平行位移和角度对中的测量须要与联轴器轂盘的同时转动，满足图纸规定的要求。减速器的底座定位块应牢固可靠。

#### 12.1.2 电机

修复或更换的电机，安装时应满足以下技术要求：

- 搬运应对电机及其安装底面进行保护；
- 找平与对中，在大多数情况下，这两项操作时分别进行。
- 以减速器为基准进行，电机下面的垫片不能超过 3 片，最好用不锈钢垫片。垂直位移可用垫片来完成，水平位移可用千斤顶或螺母或螺栓来完成。平行位移和角度对中的测量须要与联轴器轂盘的同时转动，满足图纸规定的要求。电机的底座定位块应牢固可靠。

#### 12.1.3 联轴器

修复或更换的制动器，安装时应满足以下技术要求：

- 每套联轴器在拆装过程中，应与原装配组合一致同时与拆卸时钢印位置一致；
- 刚性联轴器装配时，两轴线的径向位移小于 0.03mm；
- 弹性联轴器装配时，两轴线的径向位移和轴向位移小于 0.05mm，角度位移小于 0.12mm；
- 挠性、齿式联轴器装配时，其配合精度应符合表 9 规定。

表 9 联轴器装配精度

联轴器轴孔直径/mm	两轴线的同轴度公差（圆跳动）/mm	两轴线的角度偏差
≤100	0.05	0.05°
>100~180		0.10°
>180~250	0.10	
>250~315		0.15
>315~450	0.20	
>450~560		0.20
>560~630		
>630~710		
>710~800		

注 1：两个半联轴器均须做转动测量，这样可以补偿其外圆的圆度偏差。  
注 2：用百分表测量，两轴线间差值是表列公差之半。  
注 3：两轴线的角度偏差可用百分表检测或塞尺检查联轴器两法兰的间隙。

#### 12.1.4 制动器

修复或更换的制动器，安装时应满足以下技术要求：

- a) 盘式制动器打开状态时，两个摩擦片和制动盘之间的间隙应保持一致，为 1mm~1.5mm，不小于 1mm；
- b) 盘式制动器制动盘上下的间隙应保持一致；
- c) 盘式制动器安装高度中心线与制动盘中心对齐，偏移量小于 2mm；
- d) 盘式制动器制动摩擦片相对于制动盘边缘的水平偏移量小于 5mm；
- e) 盘式制动器基座的轴向位置，应使制动盘厚度中心线的偏移量小于 0.5mm；
- f) 盘式制动器闭合状态时，摩擦片与制动盘之间的接触面积不小于 70%；
- g) 带式制动器在自由状态时，制动带与制动轮之间的间隙为 1mm~2mm；
- h) 块式制动器在自由状态时，制动带与制动轮之间的间隙为 0.25mm~0.5mm；
- i) 制动器的制动力矩设定应与图纸技术要求保持一致。

#### 12.1.5 开式齿轮

修复或更换的开式齿轮，安装时应满足以下技术要求：

- a) 齿面的接触斑点沿齿轮齿长方向和齿高方向符合图纸的规定；
- b) 齿轮副的最小法向侧隙、最大法向侧隙符合图纸的规定；
- c) 安装开式齿轮时，每个齿都应用生产商规定的润滑油充分润滑；
- d) 螺栓的预紧力矩按图纸的技术要求执行。

#### 12.1.6 针销、针轮

修复或更换的回转机构针销、针轮，安装时应满足以下技术要求：

- a) 排装时要保证所有小针轮与针销同时啮合；
- b) 小针轮与针销啮合长度不小于 70%；
- c) 按图纸要求制作量棒，保证空载旋转至任何方向时，针销与针轮齿根之间的间隙满足图纸规定的规定。

#### 12.1.7 滚轮与反滚轮

更换的滚轮与反滚轮，安装时应满足以下技术要求：

- a) 滚轮与反滚轮应与图纸要求的规格相一致；
- b) 安装前后，滚轮与反滚轮中的轴承应给予充分的润滑；
- c) 安装时，反滚轮与轨道的间隙符合图纸规定的要求；
- d) 安装后，滚轮与反滚轮应能转动自如，无卡阻现象。

#### 12.1.8 中心回转轴承

更换的中心回转轴承，安装时应满足以下技术要求：

- a) 中心轴承与图纸要求的规格相一致；
- b) 安装须在起重机制造商的指导下或由其指定的服务工程师进行；
- c) 安装前后，中心轴承应给予充分的润滑。安装后，中心轴承应能转动自如，无卡阻现象。

### 12.2 缠绕系统

#### 12.2.1 吊钩

更换的吊钩，安装时应满足以下技术要求：

- a) 新吊钩应具备相应的证书；
- b) 吊钩闭锁装置开闭灵活可靠；
- c) 吊钩的安装符合图纸的技术要求。

## 12.2.2 钢丝绳

- 12.2.2.1 钢丝绳的安装应由符合相应资质的人员来担任。
- 12.2.2.2 钢丝绳应具备相应的证书，符合起重机制造商指定的规格。
- 12.2.2.3 钢丝绳应使用不会对其造成伤害的设备来搬运。
- 12.2.2.4 钢丝绳的展开和卷绕应采取各种措施避免钢丝绳的扭转或降低钢丝绳扭转的程度。
- 12.2.2.5 钢丝绳在释放过程中应尽可能保持清洁。钢丝绳截断时，应按制造商的说明书进行。
- 12.2.2.6 为确保阻旋钢丝绳的安装无旋紧或旋松现象，应对其给予特别关注，且任何切断是安全可靠和防止松散的。
- 12.2.2.7 钢丝绳在安装时不应随意乱放，亦即既不应使之绕进也不应使之绕出。在安装时，钢丝绳应总是同向弯曲，亦即从卷盘顶端到卷筒顶端，或从卷盘底部到卷筒底部出释放均应向同。
- 12.2.2.8 如果在安装期间起重机的任何部分对钢丝绳产生摩擦，则接触部位应采取有效的保护措施。
- 12.2.2.9 钢丝绳的固定和连接应符合如下要求：
- a) 用绳夹连接时，应满足表 10 的要求，同时应保证连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 85%；

**表 10 钢丝绳夹连接时的安全要求**

钢丝绳公称直径/mm	≤19	19~32	32~38	38~44	44~60
钢丝绳夹最少数量/组	3	4	5	6	7
注：钢丝绳夹夹座应在受力绳头一边；每两个钢丝绳夹的间距不应小于钢丝绳直径的 6 倍。					

- b) 用编结连接时，编结长度不应小于钢丝绳直径的 15 倍，并且不小于 300mm。连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 75%；
- c) 用楔块、楔套连接时，楔套应用钢材制造。连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 75%；
- d) 用锥套浇注法连接时，连接强度应达到钢丝绳最小破断拉力；
- e) 用铝合金套压缩法连接时，连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 90%。
- 12.2.2.10 钢丝绳的更换，应按照起重机制造商提供的维修手册所指示的方法来进行，符合图纸规定的缠绕要求。缠绕完成后，吊钩应在任何起升高度上保持水平，否则应调整钢丝绳的长度。缠绕完成后，调整相应的高度限位。缠绕完成后，起升高度需要按起重机制造商规定的程序重新整定。

## 12.2.3 滑轮

更换的滑轮，安装时应满足以下技术要求：

- a) 滑轮应与图纸要求的规格相一致；
- b) 安装前后，滑轮中的轴承应给予充分的润滑；
- c) 安装后，滑轮应能手动转动自如，无卡阻现象。

## 12.2.4 钢丝绳托辊

更换的钢丝绳托辊，安装时应满足以下技术要求：

- a) 钢丝绳托辊应与图纸要求的规格相一致；
- b) 安装前后，钢丝绳托辊中的轴承应给予充分的润滑。安装后，钢丝绳托辊应能手动转动自如，无卡阻现象。

## 13 试车验收

### 13.1 试验

试验应按GB/T5905的规定进行，试验载荷、试验程序和方法应满足《船舶及海上设施起重设备规范》的规定，并应取得验船师同意。

### 13.2 试车前的准备

试车前的准备工作如下：

- a) 试车前应组织一个包括各方面有关人员的试车小组并领导组织全部试车工作，通知船级社的现场验船师见证；
- b) 试车人员应熟悉该浮式起重机的全部技术性能，试车内容及试车安全知识，根据试车各阶段要求测定记录各类数据，最后提供试车报告；
- c) 配备好经过检验合格的试车仪器（对电气测量仪表应不低于一级精度）、工具、索具及称好的试重物；
- d) 试验水域的水深应确保整个试车过程的安全，确定具体的水深，设定标志，严禁无关船舶或其它运输工具通过试车水域；
- e) 试车严格按照技术规格书和载荷曲线图进行。

### 13.3 试车前的检查

试车前的检查工作如下：

- a) 对整机仔细清理和打扫，以消除各部分残留杂物；
- b) 各润滑点、安全销轴、活动铰点机械传动部件等按要求加足润滑油；
- c) 检查运动部分的紧固件是否紧固，检查梯子平台是否安装齐全和安全；
- d) 按绳绕系统图检查变幅绳绕系统，主钩绳绕系统、副钩绳绕系统、索具钩绳绕系统等各钢丝绳的缠绕情况，检查各钢丝绳接头及压板螺栓紧固情况，特别要检查钢丝绳在利巴斯卷筒上缠绕情况；
- e) 检查变幅机构，主起升机构、副起升机构、锁具钩机构等所有机构，液压部件等的安装与联接是否正确（排除如机座窜动，紧固件螺栓和螺母松动）；
- f) 检查各液压部件与管路的联接情况；
- g) 对电气系统各部分：电站、供电部分、中心受电器、控制屏、电阻箱、联动台等进行全面仔细的线路校核检查，确保电器各环节接线准确无误和接线紧固可靠，要求操作设备手柄灵活，可靠并与操作台指示一致；
- h) 检查各润滑部件与管路的联接情况；
- i) 测量电器各部分的绝缘电阻，电动机热态绝缘电阻不低于1兆欧，动力线路，控制回路不低于0.5兆欧，主要电气设备金属外壳应接地（船体），其接地电阻不大于0.1Ω；
- j) 检查电气信号、照明、空调装置、通风设备等是否能正常工作；
- k) 试车前，检查员应向试车领导小组书面提出试车许可申请，试车方可进行。

### 13.4 电气调试

电气调试如下：

- a) 检查电气线路正确后，在空载试车前先进进行线路的通电试验，检查各继电器，接触器工作可靠性、正确性，按动作顺序正常工作，并对电气各参数的整定值进行调整；
- b) 调整各安全保护装置（包括负载检测保护系统、报警指示）；
- c) 调整紧急停止按钮确保安全可靠；
- d) 调整各液压制动器、机构手动销轴、变幅平衡器，确保其动作灵活、准确、可靠、安全；
- e) 调整各机构的限位开关的动作，确保安全、准确、可靠；

- f) 调整变幅行程开关，使主钩幅度满足要求；
- g) 调整起升高度行程开关（最小幅度时）；
- h) 变幅角度显示调整；
- i) 各起升机构荷重显示调整试验；
- j) 各行程开关，各荷重显示信号报警装置（包括负载检测保护系统报警指示）。首先在空载情况下整定，然后在重载试车完毕后再行调整（荷重显示和力矩显示应与荷重曲线图数值一致）。

### 13.5 空载试车

通过空载试验，检查浮式起重机的几何参数、技术性能参数、电气系统、液压系统、安全保护装置、照明系统等均应达到设计要求和有关规定。

### 13.6 额定载荷试车

通过静载试验检验浮式起重机各工作机构、主要结构件、电气元件在额定载荷试验下的工作性能及承载能力，应符合要求。

### 13.7 动载试车

动载试验是验证浮式起重机的机构、结构和制动器在1.1倍额定载荷作用下的承载能力。对工作级别为A7~A8的起重机，试验载荷按合同要求或设计规定确定。

### 13.8 试车报告及验收

试车结束后，试车小组出具涵盖以上试车内容的试车报告，检验员、验船师在试车报告上签字，如有任何特殊事项，一并备注在报告中。

试车的吊钩，应在试车结束后，对钢丝绳接触的钩爪面进行打磨，满足MT表面探伤的要求，重新油漆才能使用。

试车后，浮式起重机系统的性能参数应达到设计规定。

参考文献

- [1] GB/T 3811-2008 起重机设计规范
  - [2] GB/T 18453-2001 起重机 维护手册
  - [3] GB/T 20776-2006 起重机械 分类
  - [4] GB/T 20947-2007 起重用短环链 高精度葫芦链
  - [5] GB/T 23723.1-2009 起重机 安全使用 第1部分：总则
  - [6] GB/T 23724.1-2009 起重机 检查 第1部分：总则
  - [7] 岸边集装箱起重机构造及维护手册 上海振华重工（集团）股份有限公司 2007
-