



中华人民共和国水利行业标准

SL 425—2017

替代 SL 425—2008

水利水电起重机械安全规程

Safety code for lifting machinery of water and
hydropower projects

2017-05-05 发布

2017-08-05 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布
《预冷混凝土片冰库》等 3 项水利行业标准的公告

2017 年第 18 号

中华人民共和国水利部批准《预冷混凝土片冰库》（SL 374—2017）等 3 项为水利行业标准，现予以公布。

序号	标 准 名 称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	预冷混凝土片冰库	SL 374—2017	SL 374—2007	2017. 5. 5	2017. 8. 5
2	水利水电起重机械安全规程	SL 425—2017	SL 425—2008	2017. 5. 5	2017. 8. 5
3	绿色小水电评价标准	SL 752—2017		2017. 5. 5	2017. 8. 5

水利部

2017 年 5 月 5 日

目次

前言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 整机 2

 3.1 一般规定 2

 3.2 气候环境条件 2

 3.3 场地基础及轨道 3

 3.4 安装拆卸 3

 3.5 平衡重及压重 3

 3.6 标记、标牌与安全标志 4

4 金属结构 4

 4.1 材料 4

 4.2 焊接 4

 4.3 紧固件连接 5

 4.4 司机室 5

 4.5 梯子、栏杆及护圈 6

 4.6 平台、走道 6

 4.7 金属结构的防腐蚀 6

 4.8 金属结构件的修复与报废 7

5 机构及零部件 7

 5.1 一般要求 7

 5.2 钢丝绳 7

 5.3 吊钩 8

 5.4 卷筒及滑轮 8

 5.5 制动器与制动轮 9

 5.6 齿轮与减速器 9

 5.7 轴 10

 5.8 联轴器 10

 5.9 在钢轨上工作的铸造车轮 10

 5.10 专用辅助机具 10

 5.11 液压系统 11

 5.12 润滑 12

6 安全防护装置 12

 6.1 一般规定 12

 6.2 起重量限制器 12

 6.3 起重力矩限制器 12

 6.4 极限力矩限制器 12

 6.5 极限位置限制器 12

SL 425—2017

6.6 幅度限位器及幅度指示器 12

6.7 风速仪 13

6.8 抗风防滑和防倾翻装置 13

6.9 缆索起重机专用安全装置 13

6.10 其他安全防护装置 13

7 电气系统 14

7.1 一般规定 14

7.2 控制操纵系统 15

7.3 供电及电路 15

7.4 电动机、电气元件 16

7.5 接地与防雷 16

7.6 照明 16

7.7 信号 17

8 安装、改造与维修 17

8.1 计划与人员 17

8.2 施工器具 17

8.3 作业要求 17

9 检验与试验 17

10 使用与管理 18

10.1 使用管理要求 18

10.2 净距与界限尺寸 19

10.3 起重作业 19

10.4 多台起重机抬吊的安全要求 19

10.5 设备档案及技术文件 19

10.6 起重机使用状态评估及安全监控 20

10.7 起重机的报废 20

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求，对 SL 425—2008《水利水电起重机械安全规程》进行修订。

本标准共 10 章，主要技术内容有：

- 整机、金属结构、机构及零部件；
- 安全保护装置；
- 电气系统；
- 安装、改造与维修；
- 检验与试验；
- 使用与管理。

本次修订的主要内容有：

- 采用水工金属结构焊缝分类原则，统一焊缝的分类标准；
- 增加了重要用途的承载钢丝绳进行在线定量检测的要求；
- 增加了起重机制造材料的安全与环保要求；
- 补充完善了金属结构焊接的质量要求与验收标准的内容；
- 补充完善了金属结构件的修复与报废的内容；
- 补充完善了闸门抓梁的内容；
- 补充完善了起重机使用状态安全评估及监控的内容。

本标准全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为：

- SL 425—2008

本标准批准单位：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部综合事业局

本标准解释单位：水利部综合事业局

本标准主编单位：水利部产品质量标准研究所

本标准参编单位：杭州江河机电装备工程有限公司

上海交通大学

本标准出版发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：黄福钱 林光辉 黄迅雷 董信华 关 磊 章好民 丁 鹏

本标准审查会议技术负责人：何小新 吴小宁

本标准体例格式审查人：李志平

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条 2 号；邮政编码：100053；电话：010 - 63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

水利水电起重机械安全规程

1 范围

本标准规定了水利水电起重机械（以下简称“起重机”）的设计、制造、安装、改造、使用、维修、检验、管理及报废等方面的安全要求。

本标准适用于水利水电工程塔式起重机、门座起重机、缆索起重机、桥式起重机、门式起重机。升船机、启闭机、拦污栅前的清污机可参照执行。

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 27 六角头加强杆螺栓

GB 2585 铁路用热轧钢轨

GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相

GB/T 3811 起重机设计规范

GB 5082 起重吊运指挥信号

GB 5144 塔式起重机安全规程

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、检验和报废

GB/T 5973 钢丝绳用楔形接头

GB/T 5975 钢丝绳用压板

GB 6067.1 起重机械安全规程 第1部分：总则

GB/T 6402 钢锻件超声检测方法

GB 8918 重要用途钢丝绳

GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验

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 10051.2 起重吊钩 第2部分：锻造吊钩技术条件

GB/T 10051.3 起重吊钩 第3部分：锻造吊钩使用检查

GB/T 10183.1 起重机 车轮及大车和小车轨道公差 第1部分：总则

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB 12602 起重机械超载保护装置

GB 15052 起重机 安全标志和危险图形符号 总则

GB/T 15969 可编程序控制器

GB/T 17908 起重机和起重机械 技术性能和验收文件

GB/T 17909.1 起重机 起重机操作手册 第1部分：总则

GB/T 18453 起重机维护手册 第1部分：总则

GB/T 18875 起重机 备件手册

GB/T 20118 一般用途钢丝绳

GB/T 20119 平衡用扁钢丝绳

GB/T 25196.1 起重机 状态监控 第1部分：总则

GB/T 28264 起重机械 安全监控系统

SL 425—2017

GB/T 29560 门座起重机
GB/T 29712 焊缝无损检测 超声检测 验收等级
GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
GB 50278 起重设备安装工程施工及验收规范
SL 36 水工金属结构焊接通用技术条件
SL 105 水工金属结构防腐蚀规范
SL 375—2016 水利水电建设用缆索起重机技术条件
SL 398 水利水电工程施工通用安全技术规程
SL 400 水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程
SL 401 水利水电工程施工作业人员安全操作规程
SL 594 水利水电起重机试验方法
JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接技术规程
NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.10 承压设备无损检测 第10部分：衍射时差法超声检测
YB/T 5055 起重机用钢轨

3 整机

3.1 一般规定

3.1.1 起重机的强度、刚性、稳定性、结构件材料的抗脆性破坏要求、抗倾覆稳定性及抗风防滑安全性等，除应符合本标准的规定外，还应符合 GB/T 3811 的规定。所用材料应对暴露人员的安全和健康无害。

3.1.2 起重机制造商提供的设备技术文件应包括 GB/T 17908 规定的有关内容，并应符合 GB/T 17909.1、GB/T 18453 及 GB/T 18875 的有关规定。

3.1.3 起重机的使用维护说明文件应至少包括下列内容：

- 起重性能参数，包括额定起重量（或额定起重力矩）、工作幅度、起升高度、运行范围、回转角度、最大轮压，以及各机构工作速度等主要技术参数；
- 起重机工作环境温度，利用等级、载荷状态、工作级别，各种工况所允许的风速或风压，供电电压（含允许波动范围）以及工作地点海拔等要求；
- 安全防护装置的调整方法、调整参数、调整周期及误差指标；
- 平衡重及压重的数量、规格、安装位置、安装方法及其步骤；
- 起重机安装及拆卸的吊装顺序、安全作业步骤、平衡措施、有关检查项目及检查方法；起重机塔身加节或降节过程中的安全作业步骤、平衡措施、有关检查项目及检查方法；
- 钢丝绳型式、规格、长度及其更换方法；
- 高强度螺栓预紧力或预紧力矩及检查周期、检查要点；
- 液压系统更换液压油及清理过滤器的周期，液压油规格等；
- 整体的润滑示意图表、润滑周期、润滑油脂规格（含冬夏季推荐用油）及加注方法等。

3.2 气候环境条件

3.2.1 起重机使用维护说明文件未规定时，环境条件应符合下列要求：

- 工作环境温度为一20～+40℃；
- 露天起重机允许最大风压或风速应符合表1规定；

表 1 露天工作起重机允许的最大风压或最大风速

起重机的用途及使用区域		工作状态		非工作状态	
		风压/(N/m ²)	风速/(m/s)	风压/(N/m ²)	风速/(m/s)
一般用途的起重机	内陆	150	15.5	500	28.3
	沿海	250	20.0	600	31.0
起吊水闸或水库溢洪道工作门 或事故门的专用起重机	内陆	400	25.3	800	35.8
	沿海	600	31.0	1200	43.8
注 1：本表中的风速为空旷地区离地 10m 高的阵风风速，即 3s 时距的平均瞬时风速。工作状态的阵风风速，其取值为 10min 时距平均风速的 1.5 倍；非工作状态的阵风风速，其取值为 10min 时距平均风速的 1.4 倍。					
注 2：在非工作状态风载下，起重机应采取抗风防滑措施；当风载超过表中规定时，起重机应采取锚固抗风措施。					

- c) 周围空气温度+40℃时，其相对湿度不应超过 50%，在较低温度下相对湿度可提高（例如在 +20℃时提高为 90%），但应预防因温度变化可能偶然发生的凝露。周围空气温度不超过 +25℃时，其相对湿度可短时达 100%。
- 3.2.2 起重机移地安装地点海拔超过 1000m 时，应根据环境条件对起重能力、电动机容量及电气设备作出修正，并经起重机制造商或起重机设计方面的权威机构确认。
- 3.3 场地基础及轨道
- 3.3.1 起重机场地基础应平整、稳定、可靠。起重机安装的场地基础及轨道应符合 GB/T 3811、GB 6067.1、SL 398 的规定。
- 3.3.2 场地基础与其连接的起重机部件（包括缆风绳）应连接可靠，同时场地基础及缆风绳应满足承受最不利载荷组合的要求。
- 3.3.3 起重机运行轨道应符合制造商使用说明文件和 YB/T 5055、GB 2585 的规定，轨道基础埋件应牢固可靠；轨道基础设计和施工应符合最大轮压承载要求。
- 3.3.4 桥式及门式起重机运行轨道安装应符合 GB/T 10183.1 的规定；门座起重机运行轨道安装应符合 GB/T 29560 的规定；塔式起重机运行轨道安装应符合 GB 5144 的规定。
- 3.4 安装拆卸
- 3.4.1 起重机在安装及拆卸、爬升及顶升状态下，空旷地区离地 10m 高度处任一时刻的最大极限风速不应超过 13m/s。
- 3.4.2 起重机在架设、拆卸、放倒或大件搬运时，应满足其稳定性及强度等安全要求。
- 3.4.3 吊装大型部件应计算重心位置，确定吊点位置、外型尺寸及质量等吊装参数，并设置吊耳、销轴、铰座等连接装置。
- 3.4.4 起重机在爬升或顶升作业时应保证机械及液压系统的安全可靠。爬升或顶升部分在上升或下降时，应设置防脱装置，并保持塔身在整个过程中垂直。爬升或顶升部分的升降速度，中小型起重机不应大于 0.8m/min，大型起重机不应大于 0.3 m/min。
- 3.5 平衡重及压重
- 3.5.1 起重机平衡重及压重应保证重心位置稳定，平衡重的称量误差及重心位置误差所引起的平衡力矩允许综合误差为±1%。
- 3.5.2 在工作或非工作状态时，平衡重及压重在其固定位置上不应松动和脱落，平衡重块或压重块之间不应互相撞击。平衡重块或压重块缺损时，应及时修补复原或更换。
- 3.5.3 当使用散粒物料作平衡重或压重时应使用平衡重箱或压重箱，箱体应防水、防漏，并保证平

SL 425—2017

衡重或压重的重量准确、重心位置稳定。

3.6 标记、标牌与安全标志

3.6.1 起重机标牌或标记应固定在机身底部或侧部易于观察的位置；常用操作数据的标牌或显示屏应设在起重机司机室内易于观察的位置。

3.6.2 起重机的标牌或显示屏应符合 GB/T 3811、GB 6067.1 的有关规定，并应至少包括额定起重量（或额定起重力矩）、额定起重量随幅度变化的曲线或表格、主要性能参数等。

3.6.3 起重机安全警示标志设置应符合 GB 15052 的规定。

3.6.4 《起重机械使用登记证》应置于司机室的显著位置，无司机室时，应存入使用单位的安全技术档案。

4 金属结构

4.1 材料

4.1.1 起重机金属结构设计及其设计文件应符合 GB/T 3811 和 GB 6067.1 的规定。

4.1.2 起重机承载结构构件的钢材选择及金属结构的抗脆性破坏评价及钢材质量组别选择应符合 GB/T 3811 的规定。

4.1.3 承载结构的钢板，当低碳素结构钢厚度大于 38mm 或低合金结构钢厚度大于 32mm 时，应做超声检测；用作拉伸、弯曲等受力构件时，宜增加横向取样的拉伸和冲击韧性的检验，应满足设计要求。

4.2 焊接

4.2.1 起重机金属结构的焊缝分类应符合 SL 36 的规定，金属结构制作应符合 SL 400 的规定。

4.2.2 焊条、焊丝、焊剂和保护气体等焊接材料应与被焊接件的材质相适应。制造单位或安装施工单位应对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、减小或消除焊接内应力的工艺措施等进行焊接工艺评定试验，并根据评定报告确定焊接及消除内应力的工艺措施。

4.2.3 在焊接厚度大于 38mm 低碳素结构钢或厚度大于 32mm 低合金结构钢时，应焊前预热、焊后保温或后热，并采取减小或消除焊接内应力的工艺措施。

4.2.4 焊接操作应按工艺规程执行，焊接人员、焊接设备应符合 SL 36 的规定，无损探伤人员应符合 SL 400、SL 401 的规定。一类、二类焊缝施焊后应具有可追溯性。

4.2.5 焊缝外观检测应符合下列要求：

- a) 所有焊缝做外观检测，外观尺寸和外观质量符合 SL 36 的规定；
- b) 外观检测采用目测观察方法，裂纹的检查应辅以 5 倍放大镜并在合适的光照条件下进行，也可采用磁粉检测或渗透检测；
- c) 外观尺寸的测量用焊缝检验尺、卡规等辅助工具。

4.2.6 有下列情况之一的应进行焊缝表面无损检测：

- a) 设计文件有规定；
- b) 外观检测发现裂纹时，对整条焊缝进行检测；
- c) 外观检测怀疑有裂纹时，对怀疑的部位进行检测；
- d) 焊补的铸钢件表面。

4.2.7 焊缝表面无损检测应满足下列要求：

- a) 磁粉检测（MT）符合 NB/T 47013.4 的规定，一类焊缝和二类焊缝均不低于Ⅰ级为合格；
- b) 渗透检测（PT）符合 NB/T 47013.5 的规定，一类焊缝和二类焊缝均不低于Ⅰ级为合格。

4.2.8 焊缝内部无损检测应按下列规定进行：

- a) 无损检测在外观检测合格后进行，对于抗拉强度不小于 600MPa 的低合金高强度结构钢焊缝，无损检测应在焊缝完成 24h 后进行；抗拉强度不小于 690MPa 的低合金高强度结构钢焊缝，无损检测应在焊缝完成 48h 后进行；
- b) 焊接接头内部质量检测采用脉冲反射法超声检测（UT）、衍射时差法超声检测（TOFD）或射线检测（RT）；
- c) 焊缝内部无损检测长度符合 SL 36 的规定。

4.2.9 焊缝内部无损检测应满足下列要求：

- a) 脉冲反射法超声检测（UT）按 GB/T 11345 的规定执行，检测等级为 B 级，一类焊缝不低于 GB/T 29712 中的验收等级 2 为合格，二类焊缝不低于验收等级 3 为合格；
- b) 衍射时差法超声检测（TOFD）按 NB/T 47013.10 的规定执行，一类焊缝和二类焊缝均不低于Ⅱ级为合格；
- c) 射线检测（RT）按 GB/T 3323 的规定执行，检测等级为 B 级，一类焊缝不低于Ⅱ级为合格；二类焊缝不低于Ⅲ级为合格。

4.3 紧固件连接

4.3.1 高强度螺栓连接

4.3.1.1 高强度螺栓连接的设计施工及验收应符合 JGJ 82 的规定。

4.3.1.2 不同生产厂商、批号的高强度螺栓、螺母及垫圈不应混用。

4.3.1.3 高强度螺栓连接副施拧时应符合设计预紧力或预紧力矩要求。高强度螺栓连接副的施拧方法、施拧顺序和初拧、终拧扭矩应符合设计要求和 JGJ 82 的规定。高强度螺栓扭矩扳手等专用工具，应由法定计量部门检定，并在有效期内。

4.3.1.4 高强度螺栓连接副摩擦面应保持干燥、整洁，保证摩擦面达到设计要求。首次制造安装的起重机，应按 GB 50205 的有关规定进行高强度螺栓连接副摩擦面的抗滑移系数试验，现场处理的构件摩擦面应单独进行抗滑移系数试验，其结果应符合设计要求。

4.3.1.5 高强度螺栓连接副在终拧完成 1h 后，24h 内应进行终拧扭矩检查，检查数量及检查方法应符合 GB 50205 的规定或设备有关技术文件的要求中较严格者。

4.3.1.6 高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为 2 倍螺距或 3 倍螺距，其中允许有不大于 10% 的螺栓丝扣外露 1 倍螺距或 4 倍螺距。

4.3.1.7 扭剪型高强度螺栓连接副终拧时，应用专用扳手拧断梅花头。

4.3.1.8 高强度螺栓应自由穿入螺栓孔。高强度螺栓孔不应采用气割扩孔，扩孔数量、扩孔工艺应征得设计同意；扩孔后的孔径不应超过 $1.2d$ （ d 为螺栓直径）。

4.3.1.9 高强度螺栓连接副的螺栓、螺母及垫圈存在变形或损伤的，均不应使用。

4.3.2 铰制孔螺栓连接

4.3.2.1 铰制孔螺栓连接副应选用符合 GB/T 27 质量要求的产品。

4.3.2.2 铰制孔螺栓（M30 以下）的杆部直径应大于螺纹外径 1mm，并保证光杆在受剪支承面上。

4.3.2.3 铰制孔螺栓连接副的螺栓杆径与螺孔配合公差宜为 H11/h9，穿孔率应达到 99% 以上。

4.4 司机室

4.4.1 司机室应符合 GB/T 3811、GB 6067.1 的有关规定。

4.4.2 司机室应设在安全的位置，并应配置防止坠落的双重固定装置。司机室不应悬挂在起重臂上；

在正常工作情况下，起重机的活动部件不应撞击司机室；塔式起重机、门座起重机及门式起重机回转吊的司机室应与起重机旋转平台一起转动。

4.4.3 司机室应保证开阔的视野和足够的净空间。司机室内部尺寸应满足：长度不小于 0.8m，宽度不小于 0.8m，高度不小于 2.0m。

4.4.4 司机室的门窗应布置合理。门窗玻璃应使用钢化玻璃或夹层玻璃并能安全擦净。落地窗应设有高度不小于 1m 的护栏，地板装有玻璃的部位也应设有护栏。露天工作的起重机司机室正面玻璃应设有雨刷器。

4.4.5 司机室应设有舒适可调的座椅、门锁、灭火器、电铃或报警器，必要时还应设有通信设备。

4.4.6 司机室应通风、保暖和防雨；内壁应采用防火材料；地板应铺设绝缘防滑垫。司机室内工作温度宜为 15~30℃。

4.4.7 起重机正常工作时，司机室内噪声不应超过 80dB(A)。

4.4.8 司机室应具有良好的抗振、隔振、防振措施。在正常工作状况下，通过座椅传递给司机的水平振动加速度绝对值不应大于 2.5m/s^2 。

4.5 梯子、栏杆及护圈

4.5.1 梯子、栏杆及护圈的设置应符合 GB 6067.1 的规定。

4.5.2 斜梯与水平面夹角不宜大于 65°，特殊情况下也不应大于 75°。斜梯外侧应设置栏杆；水平仰角 75°以上的直立梯，高度 2m 以上应设直径 0.6~0.8m 的安全圈。梯子高度大于 10m 时，每间隔 10m 应至少设一个休息平台。

4.5.3 梯级的间距宜为 0.23~0.30m，且应保持一致，阶梯踏板及踏杆应有防滑功能。

4.5.4 栏杆的高度不应小于 1m，并应设有间距不大于 0.5m 的横杆；底部应设置高度不小于 0.1m 的踢脚板。

4.5.5 相邻安全圈之间应至少用 3 根垂直板条均匀分布连接，并保证有一根板条正对直梯的垂直中心线。当用 3 根垂直板条连接时，相邻两圈的间距不应大于 0.9m；当用 5 根垂直板条连接时，相邻两圈的间距不应大于 1.5m。

4.5.6 栏杆或安全圈的强度和刚性应符合 GB 6067.1 的规定。起重机臂架上设置的栏杆应能悬挂安全带挂钩，并应承受 4.5kN 载荷而不破坏。

4.6 平台、走道

4.6.1 在操作、润滑及维修处应设置平台、走道。

4.6.2 离地面 2m 以上的平台和走道应用金属材料制作，并有防滑功能。在使用栅格、孔板等非连续平面的材料时，孔或间隙不应使直径 20mm 的球体通过；当长度不小于 200mm 时，其最大宽度为 12mm。

4.6.3 平台和走道宽度不应小于 0.5m，局部有妨碍处最小宽度可降至 0.4m。

4.6.4 在平台和走道上操作人员可能停留的部位应承受下列载荷而不产生塑性变形：

- a) 2kN 力经直径为 125mm 的圆盘施加在平台表面的任何位置；
- b) 4.5kN/m^2 的均布载荷。

4.6.5 平台和走道的边缘应设置高度不小于 0.1m 的踢脚板。离地面 2m 以上的平台和走道的外侧应设置防护栏杆。

4.6.6 当平台或走道上空有相对移动构件或物体时，其净空高度不应小于 1.8m。

4.7 金属结构的防腐蚀

4.7.1 防腐蚀设计和施工时，应合理地制定防腐蚀方案，宜优先采用环保涂料进行防腐。

4.7.2 防腐蚀涂装作业要求应符合 SL 400、SL 401 的规定。

4.7.3 起重机金属结构的防腐蚀处理应符合 SL 105 的规定。高强度螺栓等连接件及连接部位的防腐蚀处理应符合相关标准规定。

4.7.4 永久性起重机金属结构的漆膜厚度不宜小于 $200\mu\text{m}$ ，漆膜附着力不应低于 GB/T 9286 中的一级。

4.7.5 起重机露天金属结构部分，其闭合截面的结构件内部应作气密措施。室内金属结构内部（气密构件除外）应至少涂两层防锈底漆，难以涂敷施工的应采取气密措施。

4.7.6 防腐涂层剥落时，应及时做出分析，在排除结构（含焊缝）损伤后，应及时修补。

4.8 金属结构件的修复与报废

4.8.1 主要受力构件出现下列情况之一时，应报废：

- a) 主要受力构件失去整体稳定性；
- b) 主要受力构件因产生塑性变形，工作机构不能安全运行，且不能修复；
- c) 当主要受力构件断面腐蚀达设计厚度的 10%，且不能修复。

4.8.2 主要受力构件产生裂纹时，应根据受力和裂纹情况采取阻止裂纹扩展措施，并采取加强或改变应力分布的措施，或停止使用。

4.8.3 主要受力构件连接结构出现下列情况之一时，应报废：

- a) 主要受力构件的焊缝出现严重龟裂，且无法修复；
- b) 高强度螺栓拧紧力矩不能达到设计规定的拧紧力矩或出现摩擦面滑移；
- c) 桥式起重机主端梁之间、门式起重机横梁与支腿之间及主要构件之间连接并承受剪切的连接螺栓，无承剪保护措施或承剪保护措施失效；
- d) 销轴连接的轴或轴孔受挤压、剪切而产生裂纹或损伤变形。

5 机构及零部件

5.1 一般要求

5.1.1 机构的构成与布置、零部件的选择与计算应符合 GB/T 3811、GB 6067.1 的规定。

5.1.2 正常运行或维修时，机构及零部件的运动对人体可能造成危害的，应设有防护装置。

5.1.3 可拆卸的零件如盖、箱体及外壳等应与支座牢固连接，防止掉落。应采取有效措施防止起重机零件掉落造成的危害。

5.2 钢丝绳

5.2.1 钢丝绳安全系数应符合 GB/T 3811 的规定。

5.2.2 钢丝绳选择应符合 GB 8918、GB/T 20118、GB/T 20119 的规定；其中工作机构用的钢丝绳应符合 GB 8918 的规定。

5.2.3 钢丝绳应有产品检验合格证。

5.2.4 钢丝绳不应接长使用。钢丝绳产生永久变形或打结变形后，不应使用。

5.2.5 钢丝绳端部的固定和连接应符合下列要求：

- a) 用绳夹连接时，符合 GB 6067.1 的规定，连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 85%；
- b) 用编结连接时，编结长度不小于钢丝绳直径的 15 倍，且不小于 300mm，连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 75%；
- c) 用楔形接头连接时，符合 GB/T 5973 的规定，连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 75%；
- d) 用锥形套浇铸法连接时，连接强度不小于钢丝绳的最小破断拉力；

- e) 用铝合金压制接头连接时, 连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的 90%;
- f) 用压板连接时, 压板符合 GB/T 5975 的规定, 其数量符合 GB 6067.1 的规定, 连接强度不小于钢丝绳的最小破断拉力。

5.2.6 当同一载荷由多根钢丝绳支承时, 应设有使各根钢丝绳均衡受力的平衡装置。

5.2.7 当单吊点起升高度大于 40m, 宜采用抗旋转、无松散倾向的钢丝绳; 如采用其他钢丝绳时, 应有防止吊具旋转的措施。

5.2.8 新更换的钢丝绳应符合原设计要求; 新装或更换钢丝绳时, 从卷轴或钢丝绳卷上抽出钢丝绳应防止钢丝绳打环、扭结、弯折或粘上杂物; 截取钢丝绳应在截取两端处用细钢丝扎结牢固, 防止切断后绳股松散。

5.2.9 钢丝绳的保养、维护、检验和报废应符合 GB/T 5972 的规定。

5.2.10 重要用途的承载钢丝绳, 除应按常规进行检验外, 同时宜进行在线定量检测、使用状态评估和实时监控。

5.3 吊钩

5.3.1 锻造吊钩的机械性能、起重量、应力及材料应符合 GB/T 10051.1 的规定。

5.3.2 锻造吊钩的标志应永久、清晰。标志的内容应符合 GB/T 10051.2 的规定。

5.3.3 当使用条件或操作方法会导致重物意外脱钩时, 应采取防脱绳带闭锁装置的吊钩。

5.3.4 锻造吊钩达到 GB/T 10051.3 的有关报废指标时, 应更换。

5.3.5 锻造吊钩、片式吊钩缺陷均不得焊补。

5.3.6 片式吊钩有下列情况之一时, 应更换:

- a) 表面裂纹;
- b) 钩片侧向变形的弯曲半径小于板厚的 10 倍;
- c) 危险断面的厚度总磨损量达名义尺寸的 5%。

5.4 卷筒及滑轮

5.4.1 卷筒及滑轮的公称直径与钢丝绳直径的比值应符合 GB/T 3811 的规定。

5.4.2 钢丝绳绕进或绕出卷筒、滑轮的允许偏斜角应符合 GB/T 3811 的规定。

5.4.3 卷筒上钢丝绳尾端固定装置, 应有防松或自紧的性能。卷筒上钢丝绳尾端固定情况, 每月应至少检查 1 次。

5.4.4 钢丝绳在放出最大工作长度后, 除固定尾绳的圈数外, 卷筒上的钢丝绳应至少保留 2 整圈安全圈, 塔式起重机、门座起重机及缆索起重机应至少保留 3 整圈安全圈。当吊钩处于工作位置最高点时, 卷筒上宜至少留有 1 整圈空绳槽。

5.4.5 多层缠绕卷筒两侧边缘的高度应超过钢丝绳缠绕的最外层, 超过的高度值不应小于钢丝绳直径的 2 倍。

5.4.6 用于起升机构和变幅机构且筒体内无贯通支承轴结构的卷筒应采用钢板焊接制造。

5.4.7 卷筒出现下列情况之一时, 应报废:

- a) 影响性能的裂纹等表面缺陷;
- b) 壁厚磨损达原壁厚的 20%。

5.4.8 滑轮应有防止钢丝绳脱出绳槽的装置或结构。在滑轮罩的侧板和圆弧顶板等处与滑轮本体的间隙不应超过钢丝绳公称直径的 0.5 倍。

5.4.9 人手可触及的滑轮组, 应设置滑轮罩壳。对可能摔落到地面的滑轮组, 其滑轮罩壳应有足够的强度和刚性。

5.4.10 滑轮出现下列情况之一时, 应报废:

- a) 影响性能的裂纹等表面缺陷；
- b) 轮槽不均匀磨损达 3mm；
- c) 轮槽壁厚磨损达原壁厚的 20%；
- d) 因磨损使轮槽底部直径减少量达钢丝绳直径的 50%。

5.5 制动器与制动轮

5.5.1 起重机的起升、变幅、运行、回转机构应安装制动器。起升机构、变幅机构的制动器应采用常闭式。必要时，起升机构应增加安全制动器，安全制动器应具有松闸状态显示及摩擦片磨损自动检测功能。

5.5.2 机构制动器的选择应符合 GB/T 3811 的规定。

5.5.3 制动器的安全要求应符合 GB/T 3811、GB 6067.1 的规定。

5.5.4 制动器的热容量应符合操作频度要求。

5.5.5 制动器对制动带摩擦垫片的磨损应有补偿能力。制动带摩擦垫片与制动轮的实际接触面积，不应小于理论接触面积的 70%。

5.5.6 正常使用的起重机，每班应对制动器进行检查。

5.5.7 制动器无效行程超过制动驱动装置工作行程的 10% 时，应对各铰接点进行修复。

5.5.8 控制制动器的踏板、操纵手柄等操纵部位应有防滑性能。

5.5.9 制动器零件出现下列情况之一时，应报废、更换或修整：

- a) 影响性能的表面裂纹等缺陷；
- b) 制动带或制动瓦块摩擦垫片厚度磨损达原厚度的 50%；
- c) 弹簧出现塑性变形；
- d) 铰接小轴或轴孔直径磨损达原直径的 5%。

5.5.10 制动轮出现下列情况之一，应报废：

- a) 影响性能的表面裂纹等缺陷；
- b) 起升、变幅机构的制动轮，制动面厚度磨损达原厚度的 40%；
- c) 其他机构的制动轮，制动面厚度磨损达原厚度的 50%；
- d) 轮面凹凸不平达 1.5mm，且不能修复时。

5.6 齿轮与减速器

5.6.1 减速器或开式齿轮出现轮齿断裂、齿面点蚀、齿面胶合、齿面塑性变形、齿面不均匀磨损等轮齿损坏情况，应立即停止运行并采取措施解决。

5.6.2 减速器运行应无异常噪声。减速器不低于工作转速作无负荷转动时，在壳体剖分面等高线上，距减速器前、后、左、右各 1m 处测得噪声不应大于 85dB (A)。如减速器噪声异常，应立即停止运行并采取措施排除异常。

5.6.3 使用说明文件未提供齿轮和减速器报废条件时，出现下列情况之一，应报废：

- a) 轮齿塑性变形造成齿面的峰或谷比理论齿形高于或低于轮齿模数的 20%；
- b) 轮齿折断达齿宽的 1/5，轮齿裂纹达齿宽的 1/8；
- c) 齿面点蚀面积达轮齿工作面积的 50%；或 20% 以上点蚀坑最大尺寸达 0.2 模数；或对于起升、非平衡变幅机构的 20% 的点蚀坑深度达 0.1 模数；或对于其他机构的 20% 的点蚀坑深度达 0.15 模数；
- d) 齿面胶合面积达工作齿面面积的 20% 及胶合沟痕的深度达 0.1 模数；
- e) 齿面剥落的判定准则与齿面点蚀的判定准则相同；
- f) 对于起升、非平衡变幅机构齿根两侧磨损量之和达 0.1 模数；对于其他机构齿根两侧磨损量

之和达 0.15 模数；

g) 减速器壳体严重变形、裂纹、且无修复价值时。

5.7 轴

5.7.1 起重机心轴（包括销轴）、转轴、传动轴不应有裂纹，不应焊补后使用。

5.7.2 起重机轴类零部件内部缺陷应按 GB/T 6402 的规定检验，表面缺陷应按 NB/T 47013.4 或 NB/T 47013.5 的规定检验。

5.7.3 起重机轴类零部件构造设计应避免应力集中。

5.7.4 起重机的销轴连接应有防止松动、脱落的措施。

5.8 联轴器

齿轮联轴器出现下列情况之一时，应报废：

- a) 影响性能的表面裂纹等缺陷；
- b) 轮齿折断达齿宽的 1/5，轮齿裂纹达齿宽的 1/8；
- c) 对于起升、非平衡变幅机构齿根两侧磨损量之和达 0.1 模数；对于其他机构齿根两侧磨损量之和达 0.15 模数。

5.9 在钢轨上工作的铸造车轮

铸造车轮出现下列情况之一时，应报废：

- a) 影响性能的表面裂纹等缺陷；
- b) 轮缘厚度磨损达原厚度的 50%；
- c) 轮缘弯曲变形达原厚度的 20%；
- d) 踏面厚度磨损达原厚度的 15%；
- e) 当运行速度低于 50m/min 时，圆度偏差达 1mm；当运行速度不小于 50m/min 时，圆度偏差达 0.5mm。

5.10 专用辅助机具

5.10.1 闸门抓梁

5.10.1.1 闸门抓梁的总体要求如下：

- a) 抓梁和闸门之间应设有定位装置和导向装置，且满足使用需要，保证安全可靠；
- b) 抓梁出厂时应做静平衡试验，保证抓梁上下游以及左右方向的倾斜度不大于抓梁长度的 1/1000，且不应超过 10mm；
- c) 高扬程或起吊点在水面以下 20m 起吊重物的抓梁，宜配备抓梁平衡监测仪；
- d) 抓梁应按 SL 594 的规定进行抓梁静载试验。

5.10.1.2 液压式自动抓梁的技术要求如下：

- a) 抓梁的自动穿脱销装置应为液压油缸形式，并保证密封可靠，防止泄漏，在深水中应可靠工作，自如穿脱轴；
- b) 抓梁自动穿脱销应有信号指示和全行程显示，下降到位后应有信号指示；
- c) 抓梁泵站系统和信号接头的水密封试验压力不应少于抓梁工作水深压力的 1.1 倍，保压时间不应少于 60min；水下运行的电气或液压系统应有可靠的耐水压密封，并应满足水压试验和电气绝缘要求；
- d) 抓梁的供电及信号电缆应具有防拉断的措施，并配置电缆缓冲装置，电缆卷筒的运行速度应

与抓梁的运行速度保持一致。水下电缆如有损伤应做压力试验，无泄漏方可下水，试验压力不小于 0.3MPa 时应无泄漏；

- e) 液压泵站的密封应满足使用要求并通过压力试验，试验压力不小于 0.3MPa 时应无泄漏；
- f) 液压泵运行时，进油压力应符合使用说明文件的规定，泵进口油温不应大于 60℃，且不应小于 15℃，过滤器不应吸入空气，溢流阀升压中应多次开启系统放气口将空气排除掉。

5.10.1.3 机械式自动抓梁的技术要求如下：

- a) 抓梁的挂钩过程应能人为干预，避免挂钩失败；
- b) 卡体应转动灵活，安全可靠；卡体与挂体之间应有足够的间隙，保证脱钩动作顺利完成；
- c) 抓梁应通过静平衡试验及脱挂钩试验；
- d) 抓梁应设有防脱钩装置，满足吊运需要，保证安全可靠。

5.10.2 起重平衡梁

5.10.2.1 起重平衡梁抬吊大型重物时，其重心应置于梁的中部。

5.10.2.2 起重平衡梁两端应设置起吊活动铰或起吊销轴。参与抬吊的起重吊钩或动滑轮组应与平衡梁起吊点连接可靠，且能灵活转动。

5.10.2.3 起吊水轮发电机组的起重平衡梁，其中部宜设置回转轴承和活动铰，应能自由回转。

5.10.2.4 起重平衡梁的活动铰、起吊销轴均应进行无损探伤检查。

5.10.2.5 起重平衡梁应按 SL 594 的规定进行抓梁静载试验。

5.10.3 负荷试验液压加载装置

5.10.3.1 额定起重量 3200kN 或 $2 \times 1600\text{kN}$ 以上的起重机负荷试验可使用液压加载装置。

5.10.3.2 负荷试验液压加载装置应与预先埋设的地锚可靠连接。

5.10.3.3 负荷试验液压加载装置应设置相应的负荷限制装置；负荷限制装置应具备校准功能和超载报警功能，负荷限制装置的允许误差为 $\pm 1\%$ 。

5.11 液压系统

5.11.1 液压系统应有防止过载和冲击的安全装置。采用溢流阀时，溢流阀的最高工作压力不应大于系统最大工作压力的 1.1 倍，同时不应大于液压泵的额定压力。

5.11.2 液压系统应设置压力检测点并在回路图中注明。

5.11.3 液压系统应有防止背压意外控制制动器、损坏零部件的措施。

5.11.4 液压系统应设置符合介质清洁度要求的过滤器或其他防止油污染的装置。

5.11.5 液压系统应设有防止被物品或臂架等部件作用，使液压马达超速的措施或装置，如平衡阀等。

5.11.6 平衡阀与变幅液压油缸、伸缩臂液压油缸、顶升液压油缸和液压马达的连接应是刚性连接。当平衡阀的连接管路过长，在靠近压力管路接头处应装设自动保护装置（如防破裂阀）。

5.11.7 液压系统的液压油应按照设备使用说明文件的要求选用；油箱的最高和最低油位应有明显的油位标志。液压系统工作时，液压油的最高温升不得影响安全性能。

5.11.8 液压系统中的蓄能器，应在其上或附近的明显处设置安全警示标志。应在标志或使用说明文件中标明蓄能器的预定压力和充气介质的充气量。

5.11.9 液压系统应采取有效措施防止在装配、安装、保养和维修过程中落入污物，液压油污染度应符合使用说明文件的规定。

5.11.10 液压钢管及其终端部件的爆破压力与工作压力的安全系数不应小于 2.5。

5.11.11 液压软管及其终端部件的爆破压力与工作压力的安全系数不应小于 4。

5.11.12 液压油缸的端口和阀（如保护阀）之间的焊接或装配连接件，其爆破压力与工作压力的安

全系数不应小于 2.5。

5.11.13 液压软管的工作压力超过 5MPa 或温度超过 50℃，且位于起重机操作者 1m 之内，应加装防护安全措施。

5.12 润滑

5.12.1 所有钢丝绳均应有充分的润滑。

5.12.2 除具有自润滑功能的轴承外，其他轴承均应有润滑装置，能方便地进行润滑保养。

5.12.3 起重机应有整体润滑示意图表，表明润滑部位、周期、油（脂）的牌号。使用中应按使用说明文件的规定进行定期润滑。

5.12.4 起重机各润滑点应有标志。润滑点的位置应便于作业者安全接近，润滑管路应保持通畅。

6 安全防护装置

6.1 一般规定

6.1.1 起重机安全防护装置设置应符合 GB 6067.1、SL 398 的规定。

6.1.2 安全防护装置应按使用维护说明文件及时检查、维护，若有异常应停止使用、立即修理或更换。

6.2 起重量限制器

6.2.1 起重机应装设起重量限制器。起重量显示装置的数值显示综合误差应为实际值的±5%。

6.2.2 当实际起重量超过 95%额定起重量时，起重量限制器宜发出警示性报警信号。

6.2.3 当实际起重量在 100%~110%额定起重量时，起重量限制器应自动切断上升方向的动力源并报警，但应允许机构做安全方向的运动。

6.3 起重力矩限制器

6.3.1 额定起重量随工作幅度变化的起重机应装设起重力矩限制器。起重力矩显示装置的数值显示综合误差应为实际值的±5%。

6.3.2 当实际起重量超过实际幅度对应的 95%起重量额定值时，起重力矩限制器宜发出报警信号。

6.3.3 当实际起重量超过实际幅度对应的额定值但小于 110%额定值时，起重力矩限制器应自动切断不安全方向（上升、幅度增大、臂架外伸或这些动作的组合）的动力源，但应允许机构作安全方向的运动。

6.4 极限力矩限制器

对有自锁作用的回转机构，应装设极限力矩限制器。当回转运动受阻时，力矩限制器发生的滑动应能避免超载发生。

6.5 极限位置限制器

6.5.1 应设置两套不同工作原理的上升极限位置限制器，当吊具起升到上极限位置时，自动切断起升的动力源。对液压起升机构，应同时给出禁止性报警信号。

6.5.2 应设置下降极限位置限制器，当吊具下降到下极限位置时，自动切断下降的动力源。

6.5.3 应设置大、小车运行极限位置限制器，当运行机构运行到极限位置时，自动切断前进的动力源并停止运行。

6.6 幅度限位器及幅度指示器

6.6.1 具有变幅机构的起重机，应装设幅度指示器（或臂架仰角指示器）。

6.6.2 对动臂变幅的起重机，应装设最大、最小幅度限位开关，以及当最小幅度限位开关失灵时阻止臂架后倾的装置；对小车变幅的起重机，应装设小车行程限位开关、撞头及缓冲器。

6.7 风速仪

6.7.1 露天工作的起重机应装设显示瞬时风速的风速报警仪，当风力大于工作状态的计算风速设定值时，风速仪应发出报警信号。

6.7.2 风速仪应设置在起重机上部的迎风处。

6.8 抗风防滑和防倾翻装置

6.8.1 抗风防滑装置

6.8.1.1 室外工作的轨道式起重机应装设可靠的抗风防滑装置，并应满足规定的工作状态和非工作状态抗风防滑要求。

6.8.1.2 工作状态下的抗风制动装置可采用制动器、轮边制动器、夹轨器、顶轨器、压轨器、别轨器等，其制动与释放动作应与运行机构联锁并应能从控制室内自动进行操作。

6.8.1.3 起重机只装设抗风制动装置而无锚定装置的，抗风制动装置应能承受起重机非工作状态下的风载荷；当工作状态下的抗风制动装置不能满足非工作状态下的抗风防滑要求时，还应装设牵缆式、插销式或其他形式的锚定装置。起重机有锚定装置时，锚定装置应能独立承受起重机非工作状态下的风载荷。

6.8.1.4 非工作状态下的抗风防滑设计，如果只采用制动器、轮边制动器、夹轨器、顶轨器、压轨器、别轨器等抗风制动装置，其制动与释放动作也应考虑与运行机构联锁，并应能从控制室内自动进行操作（手动控制防风装置除外）。

6.8.1.5 锚定装置应确保在下列情况下起重机及其相关部件的安全可靠：

- a) 起重机处于非工作状态并且锚定时；
- b) 起重机处于工作状态，进行正常作业并实施锚定时；
- c) 起重机处于工作状态且在正常作业，突然遭遇超过工作状态极限风速的风载而实施锚定时。

6.8.2 防倾翻安全钩

起重吊钩装在主梁一侧的单主梁起重机、有抗震要求的起重机及其他有类似防止起重小车发生倾翻要求的起重机，应装设防倾翻安全钩。

6.9 缆索起重机专用安全装置

缆索起重机专用安全装置的设置应符合 SL 375—2016 的有关规定。

6.10 其他安全防护装置

6.10.1 联锁保护

应在下列位置设置联锁保护：

- a) 动臂的支持停止器与动臂变幅机构之间；
- b) 进入桥式起重机和门式起重机的门和由司机室登上桥架的舱门口；
- c) 司机室设在运动部分时，进入司机室的通道口；
- d) 夹轨器和锚定装置与运行机构之间；
- e) 回转锁定装置与回转机构之间。

6.10.2 导电滑线防护和检修吊笼

导电滑线防护和检修吊笼应符合下列要求：

- a) 桥式起重机司机室位于大车滑线端时，通向起重机的梯子和走台与滑线间设置防护板；
- b) 桥式起重机大车滑线端的端梁下，设置防护板；
- c) 桥式起重机作多层布置时，下层起重机的滑线沿全长设置防护板；
- d) 其他使用滑线的起重机，对易发生触电的部位装设防护装置；
- e) 用于高空导电滑线检修的吊笼，其安全可靠性能不低于司机室；
- f) 对于高塔架的缆索起重机设置便于更换导向滑轮的检修设备；采用固定张开式承马的缆索起重机主、副塔（车）均设置用于检修的检修小车。

6.10.3 钢丝绳防脱装置

滑轮、臂架式起重机的起升卷筒及动臂变幅卷筒均应装设钢丝绳防脱装置。滑轮的钢丝绳防脱槽装置与滑轮最外缘的间隙不应超过钢丝绳直径的 20%。

6.10.4 防撞装置

相邻两台起重机或起重小车运行在同一轨道上时，应装设防撞装置。在发生碰撞的任何情况下，起重机司机室内的加速度绝对值不应大于 5m/s^2 。

6.10.5 缓冲器及端部止挡

在轨道上运行的起重机运行机构、起重小车运行机构及起重机的变幅机构等均应装设缓冲器或缓冲装置。缓冲器或缓冲装置宜设置在起重机上或轨道端部止挡装置上。轨道端部止挡装置应牢固可靠。对采用螺杆和齿条等驱动形式的变幅驱动机构，应在变幅螺杆和变幅齿条的末端装设端部止挡防脱装置。

6.10.6 清轨装置和支承架

起重机运行机构应设置清轨装置。钢制扫轨板距轨面不应大于 10mm，支承架距轨面不应大于 20mm；两者合为一体时，距轨面不应大于 10mm。木制清轨装置的方木宜与轨道相接触。

6.10.7 防护罩

起重机上外露的、有伤人可能的运转零部件，应装设防护罩。露天工作起重机上的电气设备应采取防雨措施。

7 电气系统

7.1 一般规定

7.1.1 电气设备应保证起重机的传动性能和控制性能准确可靠，在紧急情况下能切断电源，安全停车。在安装、使用、调整和维修中不应任意改变电路。

7.1.2 当电气设备在安装和使用过程中存在振动、冲击和碰撞影响时，应采取必要的减振措施。

7.1.3 电气连接应接触良好，导线、线束应用卡子固定。

7.1.4 电气柜（配电箱）应有门锁，门内应有操作指示，门外应有警示标志。

7.1.5 在两处或两处以上分别操作的控制系统，应设有可靠的电气联锁装置。

7.1.6 司机应能在司机室内断开起重机内部动力部分总电源（照明除外）。司机室内的紧急事故开关

应易于操作。

7.2 控制操纵系统

- 7.2.1 控制操纵系统应符合 GB 6067.1 的规定。
- 7.2.2 控制操纵系统设计和布置应避免发生误操作，并安装在有宽裕操作空间的位置。
- 7.2.3 操作手柄、按钮和踏板应按人机工程控制功能设置。
- 7.2.4 操作手柄、按钮和踏板等装置上或附近应标明其用途和操作方向。
- 7.2.5 操作手柄或轮式控制器，宜采用右手控制起升机构、大车运行机构，左手控制变幅机构、回转机构或小车运行机构。采用手柄控制操作时，机构运动方向应符合表 2 的规定；采用轮式控制操作时，机构运动方向应符合表 3 的规定。

表 2 机构运动方向与手柄控制方向

机构运动方向		手柄控制方向
起升、变幅机构	上升、减幅	接近司机（手柄向后）
	下降、增幅	离开司机（手柄向前）
回转机构	向右回转	手柄向右
	向左回转	手柄向左

表 3 机构运动方向与手轮旋转方向

机构运动方向	手轮旋转方向
上升、减幅、向右回转	顺时针旋转
下降、增幅、向左回转	逆时针旋转

7.3 供电及电路

- 7.3.1 起重机应由专用馈电线供电。对于交流 380V 电源，采用滑触线、电缆卷筒或悬挂电缆小车供电时，应提供用于保护接地的滑触线、集电环或接地线。额定线电压 1kV 以上交流电源，应符合高压供电有关规定。
- 7.3.2 在正常工作条件下，供电系统在馈电线接入处的允许电压波动为额定电压的±10%。起重机内部电压降应符合 GB/T 3811 的规定。
- 7.3.3 电缆供电的起重机，当运行距离大于 10m 时，应设置电缆卷筒或其他收放装置。电缆收放速度应与起重机运行速度同步。
- 7.3.4 起重机专用馈电线进线端应设总断路器，总断路器的出线端不应与起重机无关的其他设备连接。
- 7.3.5 起重机上宜设总断路器，短路时，应有分断该电路的功能。
- 7.3.6 起重机进线处宜装设能切断所有电源的主隔离开关。
- 7.3.7 起重机上应设置动力线路接触器，分断所有机构的动力电路。
- 7.3.8 起重机应设紧急断电开关，在紧急情况下，切断起重机总电源。
- 7.3.9 起重机应装有失压保护，当供电电源中断时自动断开总动力电路，各机构（回转机构除外）自动处于制动状态并不应造成设备损坏。起重机应装缺相与相序保护，当缺相或相序错误时应能自动断开动力电路。
- 7.3.10 起重机各传动机构应设有零位保护。运行中若因故障或失电停止运行后，重新恢复供电时，机构不应自行动作，应人为将控制器置回零位后，机构才能重新起动。
- 7.3.11 每套机构应单独设置过流保护。三相绕线转子电动机可在两相中设过流保护。直流电动机可用一个过电流继电器保护。
- 7.3.12 起重机控制性能应符合机械和电气系统的要求，不应有错误电路、寄生电路和虚假电路。遥控电路及自动控制电路所控制的任何机构，一旦控制失灵应自动停止工作。
- 7.3.13 馈电裸滑线与周围设备的安全距离及安全防护措施，应符合 GB 6067.1 的规定。
- 7.3.14 起重机应装设通道口开关，用于当通道打开时断开总电源。

- 7.3.15 对于装有夹轨器或锚定装置的起重机，夹轨器或锚定装置的位置状态应有电气联锁保护。
- 7.3.16 具有机械换挡或电磁换挡的起升机构，其控制电路中应有防止司机误操作及换挡不成功的保护措施，在司机室内应有换挡成功的指示。
- 7.3.17 起重机电气设备可能触及的带电裸露部分应设置防止触电的保护装置。
- 7.3.18 起重机采用外部无线遥控器操作，应设置无线遥控器的正常工作保护信号；如保护信号中断，各机构应立即停止工作，遥控器应有抗同频干扰信号能力，不应出现错误动作。
- 7.3.19 电动液压抓梁的电气线路应有可靠的漏电保护措施。

7.4 电动机、电气元件

- 7.4.1 起重机采用的电动机及成套电气设备应具有出厂合格证及相关资料。
- 7.4.2 电阻器、断路器、接触器、继电器、控制器等电气元件的选择，应考虑起重机的工作振动、接电率、露天作业等特点，电气元件还应与起重机机构特性、工况条件和环境条件相适应。
- 7.4.3 起重机可编程序控制器应符合 GB/T 15969 的规定。在可靠性要求特别高的情况下宜采用冗余系统。急停、极限限位、超速限制等安全保护的联锁信号应具有直接的继电保护联锁线路。
- 7.4.4 起重机采用变频调速的，应考虑变频器对电网电源和周围用电设备的影响，必要时应装设电抗器和 EMC 滤波器。
- 7.4.5 电气控制设备和元件均应设置于电气柜内，能防雨、防灰尘。电阻器应设于操作人员不易接触的地方，并有安全防护和通风散热措施。
- 7.4.6 电动机的安装位置应满足通风冷却要求，并便于检修。
- 7.4.7 室内工作的电动机的外壳防护等级不应低于 IP44。室外工作的电动机的外壳防护等级不应低于 IP54。室外工作的电动机应设置防雨罩，且不应影响电动机散热。水下作业时，电动机和电气设备的防护等级不应低于 IP57。
- 7.4.8 长期在潮湿环境下工作的电动机及电气设备，应选择湿热型（TH），并应有防潮措施。

7.5 接地与防雷

- 7.5.1 起重机的接地与防雷，除应符合本标准的规定外，还应符合 SL 398 的规定。
- 7.5.2 起重机金属结构及所有电气设备的金属外壳、金属管线、金属线槽、安全照明、变压器外壳及低压侧中性点均应可靠接地。
- 7.5.3 当电气设备连接固定在钢结构上，并保证有可靠电气接触时，不必另装电气连接线。但高压（6kV、10kV）供电的电气设备应另装可靠的接地线。
- 7.5.4 起重机检修时应保证接地良好。
- 7.5.5 起重机金属结构应保证有良好的电气连接。大车与小车之间的车轮、任何其他滚轮或端梁连接采用的铰链均不能替代接地线连接，应用接地线将各部分结构件上的接地点相连接。司机室与起重机本体接地点之间应用接地线相连接。
- 7.5.6 接地线连接应采用截面不小于 150mm^2 的扁钢或 16mm^2 的铜线，用焊接法连接。
- 7.5.7 轨道与接地系统间的连接不应少于两处。
- 7.5.8 起重机轨道的接地电阻，以及起重机上任何一点的接地电阻均不应大于 4Ω 。
- 7.5.9 严禁用起重机械金属结构和接地线作为载流零线（电气系统电压为安全电压除外）。
- 7.5.10 安装在野外且相对周围地面处在较高位置的起重机，应考虑采取防雷措施。
- 7.5.11 主回路与控制回路的电源电压不大于 500V 时，回路对地绝缘电阻不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，潮湿环境中不应小于 $0.25\text{M}\Omega$ 。

7.6 照明

- 7.6.1 起重机应有良好照明，并配备可携式照明。起重机司机室、机房、电气室及机务专用电梯的

照明照度不应低于 50lx。

7.6.2 照明的供电不应受停机影响。照明电源应单设电源开关，不受起重机内部低压供电动力部分总开关的影响。各种照明均应设短路保护。

7.6.3 固定式照明装置的电源电压，不应大于 220V，严禁用金属结构作为照明线路的回路。可携式照明装置的电源电压不应大于 48V，交流供电的严禁使用自耦变压器。

7.7 信号

7.7.1 当室外起重机的总高度大于 30m 且周围无高于起重机顶尖的构筑物或其他设施，两台起重机之间有可能相碰，或起重机及其结构可能妨碍空运或水运时，应在其端部装设红色障碍信号灯。信号灯的供电不应受停机的影响。

7.7.2 安全装置的指示信号或声响报警信号应设置在司机和有关人员视力、听力可及的地方。

7.7.3 操作系统应设有能对起重作业人员起报警作用的声响信号。

7.7.4 起重作业指挥信号应符合 GB 5082 的规定。

8 安装、改造与维修

8.1 计划与人员

8.1.1 起重机安装、改造与维修的施工计划应符合 GB 6067.1 的相关规定。

8.1.2 从事起重机安装、改造、维修的特种作业人员，应具有担负相应工作的资质。参与工作的所有人员应具有扎实的操作知识。

8.2 施工器具

8.2.1 吊装器具应安全可靠，并应符合 SL 400 的规定。不应使用有安全隐患、未经检验合格或超期的器具。

8.2.2 高强度螺栓扭矩扳手等专用工具，应由法定计量部门检定，并在有效期内。

8.2.3 计量器具应由法定计量部门检定，并在有效期内。

8.3 作业要求

8.3.1 起重机安装前应按规定申报。起重机安装、改造与维修应符合 SL 398、SL 400、SL 401 及 GB 6067.1 的规定。

8.3.2 在起重机安装、改造或维修之前，施工单位应编写作业指导书并得到批准。

8.3.3 起重机在安装与拆卸之前，应对金属结构、机构及零部件等现状进行检查，如发现缺陷和安全隐患，应经调整、修复或消除隐患后才可进行作业。

8.3.4 起重机的安装、改造与维修应按作业指导书进行，并应有完整的作业记录。有关职能部门应对实施过程进行监督。

8.3.5 起重机在安装、改造或维修结束后，应进行整机及各机构的机、电、液联调和试运转试验，经自检合格后报请有关部门进行试验验收；在起重机被交付使用之前，起重机施工的指派人员应保证所有安全防护装置功能正常。经有关部门试验检验、验收合格才能交付使用。

9 检验与试验

9.1 起重机检验分为型式试验、出厂检验和常规检验。

9.2 有下列情况之一，应进行型式试验：

a) 首台投入生产的；

- b) 产品停产 1 年后重新投产或转厂生产的；
 - c) 主要结构、材料、关键工艺、重要机构、安全保护装置有较大改变，影响产品安全性能的；
 - d) 国家质检总局根据有关法律、法规和安全技术规范提出型式试验要求的。
- 9.3 产品交货时应进行出厂检验。出厂检验应在生产厂内进行；在使用地点进行安装或总装的起重机，宜在该使用地点进行试验，特殊情况也可在供需双方协议地点进行。
- 9.4 有下列情况之一者，应进行常规检验：
- a) 每次安装或大修之后；
 - b) 安装后在同一地点工作，每年进行 1 次，但安全装置每半年进行 1 次；
 - c) 停用 1 年以上，在重新使用前；
 - d) 经过暴风雨、大地震后，可能使结构、机构的重要性能或安全性受损的起重机。
- 9.5 起重机检验项目应符合表 4 的规定。

表 4 起重机检验项目

序号	检 验 项 目	型式试验	出厂检验	常规检验
1	目测检查	√	√	√
2	抗倾覆稳定性校核（或试验）	√		
3	抗风防滑安全性校核	√		
4	空载试运转	√	√	√
5	起重机特性合格试验	√	√	√
6	载荷起升能力试验（静载试验、动载试验）	√	√	√
7	安全装置试验	√	√	√
8	无损检测	√	√	
9	结构变位测量	√		
10	金属结构应力试验	√		
注：多种组合、多种起重特性的起重机，当条件限制只使用其中的一种或几种组合时，经供需双方确认，可只试验其中需要的组合工况。				

9.6 检验单位及人员

- 9.6.1 型式试验应由具有相应资质的检测单位完成，试验应由有资格的人员进行。
- 9.6.2 出厂检验应由制造商/供方和需方的相关人员参加，或委托具有相应资质的检测单位完成。
- 9.6.3 常规检验应由用户相关人员参加，或委托具有相应资质的检测单位完成。

9.7 起重机检验

- 9.7.1 起重机目测检查、空载试运转、特性合格试验、载荷起升能力试验、金属结构应力试验，应符合 SL 594、SL 400 及 GB 50278 的规定。
- 9.7.2 抗倾覆稳定性及抗风防滑安全性的校核计算应符合 GB/T 3811 的规定。
- 9.7.3 安全装置检验应符合 SL 594、SL 398 及 GB 12602 的规定。

10 使用与管理

10.1 使用管理要求

- 10.1.1 起重机的使用管理应符合 GB 6067.1、SL 398、SL 400 和本标准的规定。
- 10.1.2 使用单位应配备管理起重机的业务主管，负责起重机作业人员管理、机具管理，批准起重作

业计划，并监督有关起重机使用管理制度的有效实施。

10.1.3 使用单位应根据起重机种类、复杂程度以及技术力量等，建立起重机使用管理规章制度，包括但不限于：

- a) 交接班制度；
- b) 操作规程细则，包括绑挂指挥规程等；
- c) 安全技术要求细则；
- d) 定期检查、保养及维修制度；
- e) 吊索具、辅助机具的管理和保养制度；
- f) 作业人员培训制度；
- g) 设备档案管理制度；
- h) 司机及起重工守则。

10.1.4 起重机的司机、起重工、装拆作业等人员应符合 GB 6067.1、SL 398、SL 401 的规定，经过专业培训和考核合格并持有特种设备操作资格证书并在有效期内，才能上岗。

10.2 净距与界限尺寸

在最不利位置和最不利负载条件下，起重机（包括起重机作业时的机具零部件或重物）与相关障碍物的净距或界限尺寸、起重机馈电裸露线与周围设施的安全距离，均应符合 GB/T 3811、GB 6067.1、SL 398 的规定。

10.3 起重作业

10.3.1 起重机经安装、改造及维修后，在交付使用之前，起重机作业的管理人员应保证所有安全装置功能正常。

10.3.2 起重作业的吊索具应符合现行有效的国家标准或国际标准，并具有产品合格证书。所有吊索具应至少每 6 个月检查 1 次。所有吊索具在使用前均应进行外观检查，并检查确认吊索具的设计与使用用途的一致性。

10.3.3 起重机不得吊运超过额定载荷的重物；不应超出起重机使用说明文件规定的工况作业。

10.3.4 起重作业时，应保证重物绑挂合理、重物在吊运过程中重心稳定。

10.4 多台起重机抬吊的安全要求

10.4.1 用两台或多台起重机吊运同一重物时，应满足下列安全技术要求：

- a) 起升钢丝绳应保持垂直；
- b) 升降、运行应保持同步；
- c) 所承受的载荷均不得超过各自的额定起重能力。

10.4.2 如达不到上述要求时，各起重机应降低至额定起重能力的 75% 以下使用。

10.4.3 多台起重机抬吊作业，应根据实际情况制定专项技术方案，经严格审批后才能实施。

10.4.4 多台起重机抬吊作业时，应由负责技术的工程师在现场指导。

10.5 设备档案及技术文件

10.5.1 起重机设备档案及技术文件除制造商提供的随机技术文件外，至少还应包括下列记录内容：

- a) 每次安装地点、使用时间及运转台班记录；
- b) 每次启用前按 GB/T 5905 的规定进行负荷试验的记录；
- c) 每次按 GB 6067.1 等有关规定进行常规检验的记录；
- d) 大修、更换主要零部件、技术改造或改装、维护保养等记录；

- e) 设备、人身事故记录；
- f) 意外事件，如误操作导致的不正常载荷、恶劣气候条件等；
- g) 对国家规定需要安装安全监控管理系统的大型起重机，其系统的信息采集和信息储存需符合 GB/T 28264 的规定；
- h) 设备存在的问题及评价。

10.5.2 二手起重机的让售方应同时提供原随机技术文件及完整真实的设备档案；二手起重机的受购方应按本标准规定建立后续使用的设备档案。

10.6 起重机使用状态评估及安全监控

10.6.1 起重机制造商应提供起重机设计预期寿命的技术资料，包括根据起重机初始设计的利用等级、载荷状态和工作级别，工作循环次数，或者载荷谱等。

10.6.2 起重机使用单位应保留起重机接近设计预期寿命的使用记录。这些记录应符合本标准第 10.5 节的规定，并应定期检查并及时更新。

10.6.3 当起重机使用到接近设计预期寿命、起重机的故障频度增加或定期检查发现起重机工作状况明显恶化时，应进行起重机使用状态特殊评估，动态监控起重机的有效寿命。起重机超过下列出厂年限时或达到设计规定的疲劳寿命时应进行使用状态评估：

- 缆索起重机：10 年；
- 塔式起重机、门座起重机：15 年；
- 水利工程建设用的桥式起重机（如装卸桥）、门式起重机：15 年；
- 水利工程永久性的桥式起重机、门式起重机：20 年。

10.6.4 起重机使用状态评估应符合 GB/T 25196.1 的规定。

10.6.5 对国家规定需要安装安全监控装置的大型起重机，其安全监控管理系统应符合 GB/T 28264 的规定。

10.7 起重机的报废

有下列情况之一时，应报废：

- a) 检验检测不合格，经修理改造后仍不合格；
- b) 主要结构、机构部件严重磨损或损坏，失去修复价值；
- c) 整机主要构件严重腐蚀，无法全面修理或经大修后检验检测仍不合格；
- d) 有重大安全隐患，又无法彻底排除；
- e) 国家有关部门规定淘汰的机型。