

ICS 93.160

P55

备案号: 49558-2016

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 2948-2016

水利工程卷扬式启闭机检修技术规程

Overhaul specification for winch hoists in water conservancy projects

2016 - 05 - 20 发布

2016 - 06 - 20 实施

江苏省质量技术监督局 发布

前 言

为规范水利工程卷扬式启闭机的检修工作程序、方法和质量标准，保障设备的使用寿命，保证工程安全可靠地运行，充分发挥综合效益，编制本规程。

本规程按 GB/T 1.1-2009《标准化工程导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求进行编排。

本规程附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录，附录 D、附录 E 为资料性附录。

本规程由江苏省水利厅提出并归口。

本规程起草单位：江苏省河道管理局、江苏省江都水利工程管理处、江苏省洪泽湖水利工程管理处、江苏省水利机械制造有限公司。

本规程主要起草人：陈振清、于 涛、辛华荣、赵建亚、周灿华、张立师、张友明、曹 瑛、王 波、王震球、王 荣、冯 俊、化 卓、季俊杰、孔莉莉。

本规程主要审稿人：张劲松、杨 淮。

水利工程卷扬式启闭机检修技术规程

1 范围

本规程规定了水利工程卷扬式启闭机的术语和定义、一般规定、小修、大修、控制保护系统检修及试运行与验收等内容。

本规程适用于水利工程的卷扬式启闭机检修。

水利工程卷扬式启闭机检修除应执行本规程外,尚应符合国家现行其它有关标准的规定和使用环境的特殊要求。

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 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
- GB 6067.1 起重机械安全规程 第1部分:总则
- GB/T 10597 卷扬式启闭机
- GB/T 1184 形状和位置公差未注公差值
- GB/T 1095 平键-键槽的剖面尺寸
- GB/T 3181 漆膜颜色标准
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 8923.2 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
- GB/T 9286 色漆和清漆漆膜的划格试验
- JB/T 5000.10 重型机械通用技术条件 第10部分:装配
- JB/T 7685 电磁鼓式制动器
- JB/T 6406 电力液压鼓式制动器
- SL 105 水工金属结构防腐蚀规范
- SL 226 水利水电工程金属结构报废标准
- SL 381 水利水电工程启闭机制造安装及验收规范
- DB32/T 2334.3 水利工程施工质量检验与评定规范 第3部分:金属结构与水力机械
- DB32/T 2334.4 水利工程施工质量检验与评定规范 第4部分:电气设备与自动化

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

卷扬式启闭机 fixed winch hoist

用钢丝绳作牵引件，经卷筒转动提升闸门的机械。

3.2

启闭机规格 specification of hoist

启闭机的规格按设计额定荷载和行程表示。

[SL 381]

3.3

启闭机行程 lift of hoist

启闭机启吊闸门时所能达到的最大高度或距离。

3.4

额定荷载 rated load

在设计水头下，由设计确定的启闭机在特定位置能够满足正常启闭闸门所具有的操作力。

[SL 381]

3.5

允许偏差 allowable deviation

偏离标准值的允许最大范围。

[DB32/T 2334.3]

3.6

齿轮副侧隙 side clearance of gear

齿轮副在传动中，工作齿面相互接触时，两基圆柱公切面与两非工作面交线之间的最近距离。

[SL 381]

3.7

同轴度 coaxiality

实际被测轴线相对于基准轴线的变动量。

[DB32/T 2334.3]

3.8

捻距 lay length

螺旋线外部钢丝和外部绳股围绕绳芯旋转1整圈（或1个螺旋），沿钢丝绳轴向测得的距离。

3.9

空载试验 no-load test

启闭机在无载荷的状态下，只进行传动机构、运行机构、电气控制的运行试验和模拟操作。

[SL 381]

3.10

试运行 test run

启闭机检修安装完毕后，按照技术标准或相关技术文件要求进行的运转试验。

3.11

检修 examine and repair

检查和修理的简称。通过检查发现设备的故障、隐患和存在的问题，为修理提供依据。通过修理，解决存在的问题，使其恢复原有的性能。

4 一般规定

4.1 检修分类

4.1.1 检修一般分为定期检查、小修和大修。

4.1.2 定期检查是指根据启闭机运行时间和运行状况进行检查，以便及时了解设备存在的缺陷和异常情况，为确定启闭机检修性质提供依据，并对设备进行相应维护。

4.1.3 小修是指根据启闭机运行情况和定期检查中发现的问题，在不拆卸整体设备或主要部件的情况下，重点处理部分部件的缺陷或对设备进行一定的完善改造，以恢复启闭机安全工作状态。

4.1.4 大修是指当设备发生较大损坏或设备老化，修复工程量大，技术较复杂，需要有计划进行恢复性修理。一般是把整机或主要部件解体，对零部件的结构和计算数据进行检测鉴定，修复或更换损坏的零部件，按技术要求安装调试，全面消除缺陷，恢复或提高设备原有性能。大修一般按一定的周期或累计达到一定的运行时间，并结合设备实际状况来确定。

4.1.5 在启闭机设备出现故障影响正常运行时，应立即组织进行临时检修，并视发现的问题严重程度实施小修或大修。

4.2 检修周期

4.2.1 定期检查

定期检查周期一般为6个月1次，宜安排在汛前和汛后进行。对运行较频繁的启闭机，定期检查周期应视具体情况适当缩短。

4.2.2 小修

4.2.2.1 一般每年1次，宜安排在汛前或汛后进行，并与定期检查结合，如设备故障影响工程度汛，应在汛前完成检修。对运行频繁的启闭机，应视实际情况缩短周期。

4.2.2.2 新启闭机投入使用满1年，宜更换1次减速器润滑油。

4.2.3 大修

4.2.3.1 一般在投入运行后的 5 年内应大修 1 次，以后每隔 10 年大修 1 次。如距上次大修不足 10 年，但启闭机累计运行时间达到总设计寿命的 $1/2 \sim 1/3$ ，宜提前安排大修。各工作级别启闭机机构总设计寿命，见表 1。

表1 各工作级别启闭机机构总设计寿命

工作级别	总设计寿命 h	荷载状态
Q1 轻	800	不经常使用，且很少启闭额定荷载。
Q2 轻	1600	
Q3 中	3200	有时启闭额定荷载，一般启闭中等荷载。
Q4 重	6300	经常启闭额定荷载。
注：引自 SL 226		

4.2.3.2 对运行频率过高或过低的启闭机，可结合设备实际运行状况，适当调整大修时间。对运行次数少、累计时间短，并经综合检测状况良好的启闭机，可延长大修周期。反之，应缩短大修周期。

4.2.3.3 启闭机运行中发现异常情况，并经检测判定有较大损坏或故障时，应提前进行大修。

4.2.4 附属装置检修

控制系统（含自动化监控系统）和保护装置的检修，应根据相关规程的规定进行。

4.2.5 启闭机更换

当启闭机达到总设计寿命或经检测达到 SL 226 规定的报废条件，应进行更换。

4.3 检修项目

4.3.1 定期检查项目

4.3.1.1 机械部分

- 润滑系统各部位油路、油位、油质、油杯、密封情况，紧固件旋紧程度；
- 传动系统的齿轮、滑轮、轴、轴承、轴瓦等状况；
- 联轴器的弹性圈（块）、销轴等装配情况；
- 制动系统工作状况，摩擦片与制动轮的接触面积及表面清洁情况，松闸装置、弹簧完好程度；
- 钢丝绳断丝、断股、磨损、变形、润滑和在卷筒上的固定、排列、固定圈数、安全圈数以及双吊点钢丝绳同步情况；
- 启闭机罩壳完好情况等。

4.3.1.2 启闭机控制保护系统

- 起重电机绝缘、设备接地情况，电机运转、外观状况；
- 控制柜内设备接线牢固程度，热继电器动作可靠性，整定值准确性，配电箱完好情况；
- 各种仪表信号、开度指示准确性，荷载传感器、限位装置可靠性；
- 自动化控制系统可靠性等。

4.3.3 大修项目

- a) 减速器及开式齿轮装置检修;
- b) 制动器检修;
- c) 联轴器检修;
- d) 滑轮组检修;
- e) 卷筒组检修;
- f) 钢丝绳检修;
- g) 吊钩、吊具和抓梁检修;
- h) 钢结构机架检修;
- i) 其它检修项目。

4.3.4 控制保护系统检修项目

- a) 电气控制设备检修;
- b) 限位指示装置检修;
- c) 荷载传感器装置检修;
- d) 自动化控制系统检修;
- e) 其它检修项目。

4.4 检修一般要求

4.4.1 检修前应成立专门组织机构, 配备掌握相应技能、工种齐全的技术骨干和检修人员, 明确分工和职责。如本单位不具备独立承担检修工作的能力, 应委托具有相应能力的专业单位承担检修任务。

4.4.2 应配备必要的检修设备、工具和器械, 需要外购或运出现场加工的部件应事先联系加工单位, 避免造成误工, 影响检修进度。

4.4.3 应有专(兼)职安全员负责检修安全管理工作, 落实安全措施。检查各种脚手架、安全网、遮栏、起重工具、吊具等。配备消防设备, 现场使用明火应按规定办理动火审批手续, 并有专人监护。在汛期临时应急检修时, 施工组织计划中的安全措施还应有相应的防汛应急预案。

4.4.4 应注意环境保护, 保持现场整洁、有序, 不应破坏工程环境和污染水体。临时照明应采用安全照明, 移动电气设备的使用应符合有关安全使用规定。

4.4.5 应加强质量检验, 及时收集、整理工程资料, 形成完整的技术档案和项目验收资料。定期检查记录表格式见附录A, 小修及试验记录表格式见附录B, 大修报告格式见附录C。

4.4.6 大修完成后, 应按要求进行电气试验和试运行, 达到要求并经验收合格后方可投入使用。

5 小修

5.1 减速器和开式齿轮装置

5.1.1 对减速器润滑油进行过滤、化验, 检验合格可继续使用, 不合格应更换。

5.1.2 减速箱内油位应保持在上下限之间。

5.1.3 清洗注油设施，注油设施（如油孔、油道、油槽、油杯等）应保持完好，油路应畅通，更换油封，换注新油；油杯、油道内油量应充足。

5.1.4 减速箱的传动轴联接部位渗油，应先将表面油污清理干净，然后均匀涂敷密封胶，待干燥数分钟后即可。

5.1.5 减速箱油位计渗油，可通过油孔放油，将箱内油位降低至油位计以下，拆除油位计，更换密封圈，将固定螺栓用生胶带缠绕3圈~5圈，重新安装在箱体上。密封圈应具有抗油压、抗油料腐蚀等技术性能。

5.1.6 开式齿轮应清洗干净，加注合格的润滑油，保持机械传动装置润滑良好，无损伤及锈蚀。

5.1.7 滑动轴承的轴瓦与轴颈应清洁和润滑，油沟、油孔畅通，出现划痕或拉毛应修刮平滑。轴瓦与轴颈应接触良好，接触点数应满足规定，轴向间隙应满足设计要求，无明确要求时，一般控制在0.15mm~0.25mm。

5.1.8 滚动轴承的滚动体与保持架应清洁和润滑，出现严重损伤、变形或磨损应更换。轴承内圈端应紧靠轴向定位面，装配后的轴承轴向间隙应按设计规定进行调整，轴承应转动灵活，注入占空腔80%的润滑油脂。轴承外圈与轴承座、轴承盖的接合面应接触良好。

5.2 制动器

5.2.1 制动轮、闸瓦表面不应有油污、油漆、水分等。

5.2.2 丝杆（销）联接应可靠，转动灵活，无卡阻；直径及丝杆孔磨损量不应超过其直径的5%或椭圆度的0.5mm；不符合规定要求应更换。

5.2.3 闸瓦退距和弹簧行程应按产品说明书的要求予以调整。无要求时应符合JB/T 7685的有关规定。主弹簧变形，失去弹性应更换；弹簧表面应涂脂保护。

5.2.4 制动带与闸瓦铆接后应贴紧，固定铆钉应埋入制动片厚度的1/3以上。

5.2.5 制动器制动时，制动轮与制动带的实际接触面积不应小于总面积的75%。

5.2.6 制动器松闸时，制动轮和闸瓦之间的间隙应处于0.5mm~1.0mm之间。

5.2.7 电力液压制动器维修应符合JB/T 6406的规定。

5.3 联轴器

5.3.1 联轴器的联接螺栓、柱销、弹性圈、垫片、螺母等有缺损时，应拆卸更换；有松动时，应拧紧螺母，锁紧止退垫片。

5.3.2 弹性联轴器内弹性圈出现破损、老化现象，应予更换。

5.3.3 联轴器连接的两轴同轴度应符合规定。

5.4 滑轮组

5.4.1 滑轮应清洗干净。

5.4.2 滑轮轴套与轴孔应锁紧，并牢固固定。

5.4.3 滑轮油道应畅通；不损伤滑轮轴（轴套）的滑动磨擦面或滑轮轴（轴套）上的滚动轴承。

5.4.4 滑轮组的每个滑轮应能手动灵活转动。

5.5 卷筒组

5.5.1 卷筒应清洗干净，加注润滑油，保持清洁，润滑良好。

5.5.2 卷筒表面、幅板、轮缘、轮毂等不应有裂纹或明显损伤。

5.5.3 轮毂与键、键与轴都应无松动，如有松动，应更换键；卷筒和轴应定位准确，转动灵活。

5.6 钢丝绳

5.6.1 钢丝绳应视启闭机使用情况和环境条件定期清洗保养，并涂抹防水油脂。维修时应符合下列要求：

- a) 当吊点在下极限时，钢丝绳留在卷筒上的缠绕圈数不应少于 4 圈，其中 2 圈为固定圈，另外 2 圈为安全圈；当吊点处于上极限位置时，钢丝绳不应缠绕到卷筒绳槽以外，应有序地逐层缠绕在卷筒上，不应挤叠、跳槽或乱槽；
- b) 钢丝绳在卷筒上固定应牢固，压板、螺栓应齐全，压板、夹头的数量及距离应符合 GB6067.1 的规定；
- c) 绳套内浇注块粉化、松动时，应立即重新浇注；
- d) 闸门钢丝绳应保持两吊点在同一水平，防止闸门倾斜。

5.6.2 在闭门状态下安装钢丝绳应松紧适度。安装后，应校正行程限位开关设定位置。滑轮内钢丝绳不应出现脱槽、卡槽现象。

5.7 吊钩、吊具和抓梁

5.7.1 吊钩、吊具和抓梁应清洗干净。

5.7.2 吊钩或吊具轴不应卡滞，有卡滞应除锈、去垢，加润滑油处理；检修不能达到要求，应更换。

5.7.3 吊钩和吊具的螺栓、螺母连接应牢固，有松动，用扳子等工具拧紧；有脱落，补齐螺栓、螺母。

5.8 钢结构机架

5.8.1 机架应清洗干净。

5.8.2 承重构件表面出现轻微损伤应补焊处理，用砂轮磨平。

5.8.3 连接螺栓应紧固，螺栓、螺母缺失应补齐，损坏应更换；高强度螺栓出现裂纹或者塑性变形，应更换。

5.8.4 机架油漆剥落，应进行防腐处理。

6 大修

6.1 大修准备工作

6.1.1 查阅启闭机维修、运行技术档案，其主要内容：

- a) 查阅运行和检查中发现的缺陷、异常（事故）情况及故障处理情况记录；
- b) 查阅上次大修总结报告和技术档案；
- c) 查阅启闭机技术要求和图纸资料；
- d) 查阅历次试验检测记录。

6.1.2 编制大修方案及施工组织计划，其主要内容：

- a) 启闭机基本情况，大修的原因和性质；
- b) 大修项目及进度表；
- c) 人员组织及具体分工；
- d) 大修主要步骤和工作程序；
- e) 特殊项目的施工方案；
- f) 质量保证措施，包括检修记录、各道工序检验要求；
- g) 现场安全和环保措施；
- h) 主要施工设备工具明细表和材料明细表；
- i) 绘制必要的施工图。

6.1.3 大修场地准备，其主要内容：

- a) 启闭机大修宜安排在室内进行，并做好地面保护；
- b) 露天作业时，应采取防雨、防潮、防尘等措施；
- c) 应注意与带电设备保持安全距离，准备充足的施工电源及照明，合理布置大中型机具、拆卸部件和消防器材的放置地点等。

6.2 解体与组装

6.2.1 解体

6.2.1.1 根据技术文件、图纸资料，熟悉设备各部分结构。针对设备的结构和特点，确定拆卸步骤和顺序，避免盲目拆解，损坏零件。

6.2.1.2 关闭闸门，必要时放下检修闸门，钢丝绳处于松弛状态。办理工作票，切断拟检修的启闭机电源，挂上禁止合闸的警示标牌。

6.2.1.3 如果通过外观检查即能判断零部件的质量状况是符合要求的，可不进行拆卸；经技术检验确认质量状态良好的总成和部件，不应拆卸。

6.2.1.4 拆卸应选用合适或专用工具，以免造成零部件损伤和变形。

6.2.1.5 拆卸前，应先拆除电器、仪表等外部设备，并将减速器内的润滑油排放干净，清洗外表面。

6.2.1.6 拆卸一般应先外后内，先上后下，按照部件结构顺序逐步进行，直到解体零件。

6.2.1.7 拆卸时应做好记号，便于装配。

6.2.1.8 拆卸过程中零件存放要求：同一总成或同一部件的零件应放在一起，认真核对和做好记号，精密度高的或不能互换的应单独存放；专用螺栓应戴上螺母存放；易丢失的小件放在专门的容器内。

6.2.1.9 特殊紧固件和过盈配合件的拆卸技术要求参见附录D。

6.2.2 组装

6.2.2.1 在熟悉有关说明书和图纸资料的基础上，制定详细的装配工艺、技术要求和质量标准。

6.2.2.2 对需要装配的零件，特别是新加工或购置的零件，均应符合 SL 381 和 JB/T 5000.10 的要求；对承受扭曲、弯曲、拉压及冲击负荷较大的零件，可用放大镜或探伤仪等进行探伤检测，发现缺陷应进行修复或更换。

6.2.2.3 零件装配前应清理干净，不应有毛刺、飞边、锈蚀、切屑、油污、灰尘、氧化皮、着色剂和防锈油。对于经过钻孔、切削等机械加工的零件，应把金属屑末、棱角、毛刺清除干净。油道管路应用高压空气或油液冲洗干净。相对运行的配合面应保持洁净，无杂物或尘粒。

6.2.2.4 装配前，应对零部件的主要配合尺寸，特别是过盈配合尺寸及精度进行复查。对修复的长轴、长丝杆、细长零件等应进行平衡试验，检查其直线度和同轴度。装配后无法进行防腐的部位，应事先进行油漆，油漆未干透的零部件不应进行装配。

6.2.2.5 装配应按事先制定的工艺顺序进行，应核对零件的装配记号，防止装错；密封胶垫及垫片应更换，每部件安装完毕后，应仔细检查和清点。

6.2.2.6 各部件就位准确后，应紧固所有固定螺栓。跳动、间隙、平行度、平面度、垂直度等应控制在技术要求范围内。

6.2.2.7 部件装配后，恢复电气控制柜和电动机的外部电气连接引线，封闭所有罩壳。

6.2.2.8 特殊紧固件和过盈配合件的安装技术要求参见附录 D。

6.2.2.9 配合件表面清洗技术要求参见附录 E。

6.2.3 组装质量要求

6.2.3.1 减速器内应加入合格的润滑油，其油位在油尺的上下限位置之间，其油封和结合处不应渗油。

轴承、液压制动器等转动部件应根据使用说明书的工况和气温条件，注入合适的润滑油脂。

6.2.3.2 钢丝绳应按照有关规定的要求涂抹润滑油脂。缠绕在卷筒上的固定圈数和安全圈数，符合本规程5.6.1的规定。

6.2.3.3 采用排绳机构的启闭机，应保证其运行协调，折返平顺。无排绳机构的启闭机，螺旋绳槽卷筒、折线卷筒钢丝绳的返回角应符合设计要求。

6.2.3.4 启闭机安装纵、横向中心线与起吊中心线之差不应大于 $\pm 3\text{mm}$ ，平台水平偏差不应大于 0.5mm ，平台高程偏差不应大于 $\pm 5\text{mm}$ ，双卷筒串联的双吊点启闭机吊距偏差不应大于 $\pm 3\text{mm}$ 。

6.2.3.5 高度指示器的示值精度不应低于1%，应具有可调节定值位置、自动切断主回路及报警功能，仪表的显示应具有纠正指示及调零功能，行程检测元件应具有防潮、抗干扰功能，且各项功能正常。

6.2.3.6 荷载控制装置的系统精度不应低于2%，传感器精度不应低于0.5%，当荷载达到110%额定启闭力时，应自动切断电源及报警，仪表的显示应满足启闭机容量的要求。2个以上吊点时，仪表应能分别准确显示各吊点启闭力。

6.2.3.7 启闭机构锁定装置应灵活可靠、操作方便。手电两用启闭机的互锁机构应工作可靠。

6.3 部件大修

6.3.1 减速器和开式齿轮装置

6.3.1.1 检查减速器箱体的渗漏情况，对渗漏部位应做好记号和记录；检查箱体内外砂眼、气孔、裂纹情况，有砂眼、气孔，应点焊锉平。有裂纹，应更换。

6.3.1.2 将减速器内的润滑油放尽，对润滑油进行过滤、化验，检验合格，可继续使用，检验不合格应更换。

6.3.1.3 拆卸减速器上下箱体连接螺栓、定位销，打开减速器箱体视孔盖，拆卸减速器的箱体，清洗齿轮、齿轮轴和轴承等。在清洗过程中，应保持环境卫生，不应污染机体和地面。清洗干净的零部件，应随即擦干。

6.3.1.4 用涂色检查、旋转观测和转动听声等方法检查齿轮、齿轮轴、滑动轴承和滚动轴承等缺陷情况，必要时可用放大镜或探伤仪检测。如有缺陷，采用专用工具拆卸。对检查合格、暂不装配的零部件应涂上适量的润滑脂防护，避免生锈。

6.3.1.5 齿轮检测与维修应符合 SL 381 的有关规定：

- a) 检查齿轮齿面，如单个齿面上的砂眼、气孔、点蚀缺陷其深度不超过模数的 20%，且数值不大于 2mm，距离齿轮的端面距离也不超过齿宽的 10%，在单个齿轮上有这种缺陷的齿数不超过 3 个时，可继续使用。缺陷部位不允许补焊，缺陷边缘应打磨；
- b) 检查齿轮端面，如齿轮端面（不包括齿形端面）的单个缺陷面积不超过 200mm²，深度不超过该处名义壁厚的 15%，同一加工面上的缺陷数量不超过 2 处，且相邻两缺陷的间距不小于 50mm 时，允许焊补；
- c) 传动齿轮出现下列情况之一时，应更换：
 - 1) 断齿；
 - 2) 裂纹；
 - 3) 齿面点蚀损坏达啮合面 30%，且深度达原齿厚 10%；
 - 4) 工作级别为轻级的起升机构齿轮，其一级啮合齿轮磨损厚度达原齿厚 10%，开式齿轮磨损厚度达原齿厚 20%；行走机构及其它机构，其一级啮合齿轮磨损厚度达原齿厚 15%，开式齿轮磨损厚度超过原齿厚 30%；工作级别为中级及重级的启闭机的起升机构传动齿轮磨损厚度为轻级的 50%。

6.3.1.6 齿轮轴检测与维修

- a) 检查齿轮轴的弯曲、斑坑、锈蚀和裂纹情况，其弯曲度超过允许值的，应在水平工作台上、

不加温的条件下进行校正；轴配合部位的斑坑、锈蚀面积小于配合面的 3%~5%，可继续使用，缺陷部位应进行除锈，出现裂纹应更换。齿轮轴允许弯曲度，见表 2。

表2 齿轮轴允许弯曲度

轴转速 r/min	允许弯曲度 mm/m	全长允许弯曲度 mm
>300	0.1	0.2
300~100	0.15	0.3
<100	0.2	0.4
注：引自《机械手册》		

b) 检查轴上平键与轴的结合情况，结合松动，键槽宽度不超过标准的 15%，在经核算轴强度允许的条件下，可在与原键槽相距 90°~180° 处另开新槽，键槽对称度超过允许值的，应更换新轴；轴上平键与轴结合应无松动。键槽允许对称度，见表 3。

表3 键槽允许对称度

键槽宽度 mm	6~10	10~18	18~30	30~50	50~120	120~250	250~500	500~800
键槽对称度公差 mm	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15
注：引自 GB/T 1184								

c) 平键顶部与轮毂配合间隙超过允许值的，应更换新键；平键宽度擦损，应更换平键；平键的材料不应采用脆性材质，通常用 45#钢，轴上平键与齿轮结合应无松动。平键顶部与轮毂配合间隙允许值，见表 4。

表4 平键顶部与轮毂配合间隙允许值

键的高度 mm	4~6	7~18	20~50
顶部间隙 mm	0.1	0.2	0.3
注：引自 GB/T 1095			

6.3.1.7 齿轮安装

a) 用涂色法检查齿轮啮合，开式圆柱齿轮副接触斑点的分布位置应接近齿面中部，齿顶和两端的棱边处不应接触；齿轮不应采用锉齿或打磨的方法来达到规定的接触面积。开式圆柱齿轮副接触面积规定值，见表 5。

表 5 开式圆柱齿轮副接触面积规定值

齿轮类别	检测部位	齿轮精度等级		
		7	8	9
渐开线 圆柱齿轮	有效齿高方向	>40%	>40%	>40%
	齿长方向	>65%	>55%	>45%
注：引自 GB/T 10597				

- b) 齿轮安装和调整后, 在无荷载时, 用手拨动齿轮应能自如平稳地旋转, 无卡阻和异常声响; 齿轮副啮合的侧隙可按齿轮副法向侧隙测量。开式圆柱齿轮副侧隙允许值, 见表 6。

表 6 开式圆柱齿轮副侧隙允许值

类别	中心距 mm						
	500~630	630~800	800~1000	1000~1250	1250~1600	1600~2000	2000~2500
最小侧隙 μm	280	320	360	420	500	600	700
最大侧隙 μm	440	500	550	660	780	920	1100

注: 引自 GB/T 10597

6.3.1.8 齿轮轴安装

- a) 平键装配时, 平键与轴上键槽两侧面应均匀接触, 其配合面不应有间隙。钩头键、楔键装配后, 其接触面积不应小于工作面积的 70%, 且不接触部分不应集中于一段, 外露部分应为斜面的 10%~15%;
- b) 花键装配时, 同时接触的齿数不应小于 2/3, 接触率在键齿的长度和高度方向不应低于 50%;
- c) 滑动平键 (或花键) 装配时, 配键应移动自如, 松紧均匀;
- d) 齿轮轴安装时, 注意调整同心度, 检测两根轴的倾斜和偏心, 倾斜度不应超过 0.6/1000, 轴中心线在水平面内的位置偏差不应超过轴长的 1/2000。

6.3.1.9 滑动轴承检修

- a) 轴承座不应有碰伤、气孔、砂眼、裂缝等缺陷, 油沟和油孔应畅通;
- b) 轴颈与衬套的接触面每 10mm^2 范围内不应少于 1 个接触斑点; 轴颈与衬套的顶间隙宜为 0.2mm, 侧向间隙宜为 0.1mm;
- c) 上下轴瓦拆解时应做好配对标记, 按标记装配。上下轴瓦的接合面应紧密贴合, 间隙不应超过 0.05mm;
- d) 轴瓦垫片应平整无棱刺, 形状应与瓦口相同, 其宽度和长度应比瓦口面的相应尺寸小 1mm ~ 2mm。垫片与轴颈应有 1 mm~2mm 的间隙, 两侧宽度应一致, 其允许偏差应小于 0.2mm;
- e) 用定位销固定轴瓦时, 应在保证瓦口面与端面、相关轴承孔的开合面与端面保持平齐状态下钻铰、配销。销钉装入后不应松动, 销端面应低于轴瓦内孔 1mm~2mm;
- f) 上下轴瓦外圆与轴承座孔应接触良好, 在允许接触角内的接触率上瓦应 $\geq 60\%$, 下瓦应 $\geq 70\%$; 如不满足, 可采用补焊锉光、修刮平滑;
- g) 轴瓦内孔刮研后, 应与轴颈接触良好。轴瓦内孔与轴颈的接触规定, 见表 7。

表 7 轴瓦内孔与轴颈的接触规定

接触角 α		α 角范围内接触斑点 点数/25mm×25mm			
稀油润滑	油脂润滑	轴转速 r/min	轴瓦内径 mm		
			≤180	180~360	360~500
120°	90°	≤300	4	3	2
		300~500	5	4	3
		500~1000	6	5	4
		>1000	8	6	5

注：引自 JB/T 5000.10

- h) 滑动轴承装配时，不应堵塞润滑通道，轴承的轴向间隙应根据轴承的尺寸及设计要求确定，无明确要求的，一般应控制在 0.15 mm~0.25mm 之间；如达不到要求，应进行调节或锉光刮研。

6.3.1.10 滚动轴承检修

- 分别检查轴承滚动体上锈蚀、麻点、烧损、剥落和保持架上裂纹、变形、铆钉松动等缺陷情况，如有应更换；滚动轴承应转动灵活轻快，无振动、无冲击、无异常噪声；
- 检查滚动轴承与轴的过盈连结状况；如连结松动，轴连结处应补焊锉平，用车床切圆擦光；
- 装配前可用清洁煤油清洗，然后用压缩空气吹净。如不能随即装配，应遮盖妥善保管；
- 轴承与轴装配时，应保持清洁并涂 1 层油脂，轴承打印端面朝外，以便识别轴承型号；轴承内圈与轴过盈配合，可将轴承悬挂在 80℃~120℃的油中加热，然后进行装配；轴承应紧贴轴肩或隔套上；
- 轴承内圈端面应紧靠轴向定位面，其允许最大间隙：圆锥滚子轴承和角接触球轴承为 0.05mm，其它轴承为 0.1mm；
- 装配过盈轴承外圈时，宜采用无冲击荷载的螺旋工具或压力机装置压入；需用锤打击时，可垫以铜块或木块，打击力应均匀分布于外圈上；
- 轴承外圈与轴承座、轴承盖的接合面应接触良好，可用涂色法检验轴承座、轴承盖接触是否均匀；用塞尺检查时，0.03mm 的塞尺不应插入外圈宽度的 1/3；
- 装配后的轴承轴向间隙应按设计规定进行调整；轴承应转动灵活，注入占空腔 80%的润滑油脂；暂不安装轴承盖时，应遮盖妥善保管。

6.3.1.11 箱体轴承孔径尺寸应符合图纸要求，有适当的过盈量。轴承外环应无松动，如有轻微松动，应用黏结技术处理，如松动严重，宜镗大箱体轴承孔径，另镶上轴承套。

6.3.1.12 减速器清洗检修组装后，应注入合格的润滑油，油位应在油尺上下限位置中间，其油封和结合面处不应漏油。

6.3.1.13 减速器箱体装配后的结合面间隙不应超过 0.03mm，外边缘的错边量不应大于 2mm，涂 1 层液体密封胶，禁止放置任何衬垫，外流的密封胶应除净。

6.3.2 制动器

6.3.2.1 制动器的零部件表面应擦洗干净。

6.3.2.2 制动面上不应有砂眼、气孔、锈蚀和裂纹等缺陷，且不应补焊。轴孔表面不应补焊，如轴孔内单个缺陷的面积不超过 25mm^2 ，深度不超过 4mm ，缺陷数量不超过 2 处，且相邻两缺陷的间距大于 50mm 时，可继续使用，但应将缺陷的边缘磨钝。缺陷超过上述规定或出现裂纹时，应更换。其它部位的缺陷如在清除到露出良好金属面后，单个面积不大于 200mm^2 ，深度不超过该处名义壁厚 20%，且同一加工面上缺陷不多于 2 个时，允许补焊处理。缺陷超过上述规定，应更换。

6.3.2.3 检查制动器的部件，当出现下列情况之一时，应更换部件或制动器：

a) 驱动装置

- 1) 磁铁线圈或电动机绕组烧损；
- 2) 推进器推力达不到松闸要求或无推力。

b) 制动弹簧

- 1) 弹簧出现塑性变形且变形量达到弹簧工作变形量的 10%以上；
- 2) 弹簧表面出现 20%以上的锈蚀或有裂纹等缺陷。

c) 传动构件

- 1) 构件出现影响性能的严重变形；
- 2) 主要摆动铰点出现严重磨损，且导致制动器驱动行程损失达原行程 20%以上。

d) 制动衬垫

- 1) 铆接或组装式制动衬垫的磨损量达到衬垫原厚度的 50%或露出铆钉；
- 2) 带钢背卡装式制动衬垫的磨损量达到衬垫原厚度的 $2/3$ ；
- 3) 制动衬垫表面出现碳化或剥脱面积达到衬垫面积的 30%；
- 4) 制动衬垫表面出现裂纹或严重的龟裂现象。

e) 制动轮

- 1) 影响性能的表面裂纹等缺陷；
- 2) 制动面磨损达原厚度的10%。

6.3.2.4 丝杆（销）应联接可靠，转动灵活，无卡阻；丝杆直径及丝杆孔磨损量超过其直径的 5%或椭圆度的 0.5mm 时，应更换。

6.3.2.5 检查电磁松闸器的衔铁接触面积应大于75%，松闸器的衔铁应清洁，线圈应绝缘，工作时噪音不应超过85dB，温度不应超过 105°C ，闸瓦退距和电磁铁行程应符合规定。

6.3.2.6 制动轮表面凹凸不平度超过 1.5mm 时，可进行车削修复，并进行表面淬火，表面硬度应达到35HRC~45HRC。

6.3.2.7 制动带与闸瓦铆接后应贴紧，制动带边缘应按闸瓦修齐，固定铆钉应埋入制动带厚度的 $1/3$ 以上。制动带与闸瓦允许局部间隙，见表 8。

表8 制动带与闸瓦允许局部间隙

制动轮直径 (mm)	局部间隙 (mm)
< 500	≤0.3
≥500	≤0.5
注 1: 塞尺插入深度≤带宽的 1/3, 且在全长上不多于 2 处。 注 2: 引自 JB/T 5000.10	

6.3.2.8 安装后的制动轮（盘）跳动值应符合规定。制动轮（盘）跳动允许值，见表 9。

表9 制动轮（盘）跳动允许值

制动轮直径 mm	100 ~200	>200 ~315	>315 ~500	>500 ~800	制动盘直径 mm	250 ~500	>500 ~800	>800 ~1250	>1250 ~2000	>2000 ~3150
径向圆跳动 μm	80	100	120	150	端面全跳动 μm	150	200	250	300	400
注：引自GB/T 10597										

6.3.2.9 鼓式制动器的瓦块中心线与制动轮中心线的偏移量不应大于 3 mm，盘式制动器制动臂盘的对称中心线与制动盘制动面的平行中线的偏移量不应大于 2 mm。

6.3.2.10 制动器制动时，制动轮与制动带的实际接触面积应大于总面积的 75%。

6.3.2.11 制动器松闸时，制动轮与闸瓦之间的间隙应处于 0.5mm~1.0mm 之间。

6.3.3 联轴器

6.3.3.1 检查联轴器的连接螺栓、柱销、弹性圈、垫片、螺母等缺损、松动情况，有缺损应拆卸更换。有松动应拧紧螺母，锁紧止退垫片；当螺栓孔磨损严重且无法修复时，应更换。联轴器拆卸时，应标记两部分装配的位置，装配时按原齿位啮合；联轴器的联接应牢固，连接螺栓及连接键不应松动。

6.3.3.2 检查齿轮联轴器齿面、轴孔等缺陷

- 联轴器齿面及齿沟不应补焊。当齿面局部砂眼、气孔等缺陷的长、宽、深都不超过模数的 20%，且数值不大于 2mm，距离齿端面距离不超过齿宽的 10%，有这种缺陷的齿数不超过 3 个时，可继续使用，但应将缺陷边缘磨钝；
- 联轴器轴孔表面不应补焊，当轴孔内的单个缺陷如面积不超过 25mm²，深度不超过该处名义壁厚的 20%，缺陷数量不超过 2 处，且相邻两缺陷的间距不小于 50mm 时，可继续使用，但应将缺陷的边缘磨钝；
- 联轴器其它部位的缺陷如在清除到露出良好金属面后，单个面积不大于 200mm²，深度不超过该处名义壁厚的 20%，且同一加工面上不多于 2 个时，允许焊补；
- 联轴器缺陷超过上述规定或出现裂纹时，应更换。

6.3.3.3 装配弹性联轴器

- 半联轴器表面不应有裂纹、缩孔、气泡、夹渣及其它影响强度的缺陷；弹性套外形应光滑、平整，工作面不应有麻点；
- 弹性柱销联轴器橡胶圈（块）或牛皮垫损坏、老化应更换，柱销及孔被挤坏产生振动时，应更

换；更换原尺寸的新柱销，不应将原孔扩大配制不同尺寸的新柱销；

- c) 弹性套应紧密套在柱销上；弹性套与柱销孔壁的间隙应为 0.5mm~2mm，柱销螺栓应配有防松装置；
- d) 联轴器在装配前应清洗干净，结合面涂防锈剂，非结合面涂油漆或其它防锈处理；
- e) 弹性套柱销联轴器装配允许偏差，见表 10；
- f) 梅花形弹性联轴器装配允许偏差，见表 11。

表 10 弹性套柱销联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大直径 mm	两轴心径向位移 mm	两轴线倾斜	端面间隙 mm
71~106	0.1	0.2/1000	2~4
130~190	0.15		3~5
224~315	0.2		4~6
400~475	0.25		5~7
600	0.3		6~8

注：引自 GB 50231

表 11 梅花形弹性联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大直径 mm	两轴心径向位移 mm	两轴线倾斜	端面间隙 mm
50	0.1	1.0/1000	2~4
70~105	0.15		3~6
125~170	0.2		
200~230	0.3		6~8
260	0.3	0.5/1000	7~9
300~400	0.35		

注：引自 GB 50231

6.3.3.4 装配齿轮联轴器

- a) 联轴器的内外齿应啮合良好，并在油浴内工作，不应有漏油现象；润滑剂宜选用合成锂基脂，联轴器正常工作条件下 6 个月换油 1 次；
- b) 齿厚磨损超过原齿厚的 15%~20%时应更换；
- c) 齿式联轴器装配允许偏差，见表 12。

表 12 齿式联轴器装配允许偏差

联轴器外形最大直径 mm	两轴心径向位移 mm	两轴线倾斜	端面间隙 mm
170~185	0.30	0.5/1000	2~4
220~250	0.45		
290~430	0.65	1.0/1000	5~7
490~590	0.90	1.5/1000	
680~780	1.20		7~10

注：引自 GB 50231

6.3.3.5 刚性联轴器装配，2个半联轴器的端面应紧密接触，两轴线的径向和轴向位移不应大于0.03mm。

6.3.4 滑轮组

6.3.4.1 滑轮宜用柴油或工业清洗剂洗刷干净，检查以下项目：

- a) 检查轮缘轮槽的表面缺陷、裂缝、磨损、损伤、变形、腐蚀等情况；
- b) 检查滑轮轴和轴承的磨损、结合锁定等情况。

6.3.4.2 滑轮出现以下情况，应予更换：

- a) 裂纹；
- b) 轮缘磨损达其厚度的20%；
- c) 轮槽不均匀磨损达3mm以上；
- d) 其它损伤钢丝绳的缺陷。

6.3.4.3 对滑轮组检查发现的问题，宜采取以下方法修理：

- a) 滑轮轴磨损量不应超过原直径的5%，轴套磨损量不应超过原厚度的20%，超过规定值应更换；
- b) 滑轮组装配时，油孔与轴承油槽应对准，油道畅通；不损伤滑轮轴（轴套）的滑动磨擦面或滑轮轴（轴套）上的滚动轴承，滑轮轴孔与轴套锁紧并牢固固定，不应加垫；
- c) 滑轮组装配后，每个滑轮应能手动灵活转动。

6.3.5 卷筒组

6.3.5.1 卷筒宜用柴油或工业清洗剂洗刷干净，检查以下项目：

- a) 检查卷筒、幅板、轮缘、轮毂的表面磨损、缺陷、损伤、裂缝、腐蚀、润滑等情况；
- b) 检查卷筒轴的裂纹、损伤情况；
- c) 检查钢丝绳压板及螺栓的松动情况。

6.3.5.2 卷筒发生以下情况，应予更换：

- a) 裂纹；
- b) 卷筒表面磨损严重，经复核计算和实际检测，其实际应力超过容许应力；
- c) 铸造卷筒缺陷在清除到露出良好金属后，单个缺陷面积大于300mm²或缺陷深度超过该处名义壁厚的20%，缺陷总数量多于5处或同一断面长度200mm的范围内多于2处。

6.3.5.3 对卷筒组检查发现的问题，宜采取以下方法修理：

- a) 铸造卷筒表面在清除到露出良好金属面后，局部砂眼、气孔等缺陷达不到报废条件，可进行补焊、磨光处理；
- b) 钢丝绳压板及螺栓出现松动时，应紧固或更换螺栓后紧固；
- c) 卷筒轴、齿轮、轴承的检修，执行本规程6.3.1的规定。

6.3.6 钢丝绳

6.3.6.1 钢丝绳清洗宜在悬空状态下进行，使用硬毛刷蘸柴油或工业清洗剂清洗钢丝绳表面油污。

6.3.6.2 应按GB/T 5972的要求对钢丝绳进行检验，做好记录。

6.3.6.3 钢丝绳断丝、变形、磨损等情况达到下列条件之一，应予更换：

- a) 在1个捻距内发现达到或超过标准的可见断丝数，见表13。

表13 达到或超过报废标准的可见断丝数

外层股中承载钢丝的总数 n	可见断丝的数量					
	在钢制滑轮和/或单层缠绕在卷筒上工作的钢丝绳区段				多层缠绕在卷筒上工作的钢丝绳区段	
	工作级别 M1~及 M4 或未知级别				所有工作级别	
	交互捻		同向捻		交互捻和同向捻	
	长度范围>6d	长度范围>30d	长度范围>6d	长度范围>30d	长度范围>6d	长度范围>30d
$n \leq 50$	2	4	1	2	4	8
$51 \leq n \leq 75$	3	6	2	3	6	12
$76 \leq n \leq 100$	4	8	2	4	8	16
$101 \leq n \leq 120$	5	10	2	5	10	20
$121 \leq n \leq 140$	6	11	3	6	12	22
$141 \leq n \leq 160$	6	13	3	6	12	26
$161 \leq n \leq 180$	7	14	4	7	14	28
$181 \leq n \leq 200$	8	16	4	8	16	32
$201 \leq n \leq 220$	9	18	4	9	18	36
$221 \leq n \leq 240$	10	19	5	10	20	38
$241 \leq n \leq 260$	10	21	5	10	20	42
$261 \leq n \leq 280$	11	22	6	11	22	44
$281 \leq n \leq 300$	12	24	6	12	24	48
> 300	0.04n	0.08n	0.02n	0.04n	0.08n	0.16n

注1：d—钢丝绳直径
注2：引自 GB/T 5972

- b) 钢丝绳断丝紧靠在一起形成局部聚集；
- c) 整根绳股发生断裂；
- d) 钢丝绳绳径因绳芯损坏而减小，阻旋转钢丝绳实测直径比钢丝绳公称直径减小 3%，其他类型钢丝绳减小 10%；
- e) 由于外部磨损使钢丝绳实际直径比其公称直径减少达到或超过 7%；
- f) 由于腐蚀侵蚀及钢材损失而引起的钢丝松弛；
- g) 经检验确认有严重的内部腐蚀；
- h) 钢丝绳失去正常形状而产生可见的异常变形，绳径局部变大或减小，有笼状畸变、绳芯（或绳股）挤出或扭曲、钢丝挤出、绳径局部增大超过 5%、扭结、弯折等现象。

6.3.6.4 钢丝绳端部的固定和连接应满足以下要求：

- a) 用绳夹连接时,应满足安全要求,同时应保证连接强度不小于钢丝绳最小破断拉力的85%。钢丝绳夹连接时的安全要求,见表14。

表 14 钢丝绳夹连接时的安全要求

钢丝绳直径 mm	≤19	19~32	32~38	38~44	44~60
绳夹最少数量(组)	3	4	5	6	7
注 1: 钢丝绳绳夹座应在受力绳头一边,绳夹不能同一角度,每两个绳夹的间距不应小于钢丝绳直径的 6 倍 注 2: 引自 GB 6067.1					

- b) 用编结连接时,编结长度不应小于钢丝绳直径的15倍,且不应小于300mm;连接强度不应小于钢丝绳最小破断拉力的75%;
- c) 用楔块、楔套连接时,楔套应采用钢材制造;连接强度应达到钢丝绳的最小破断拉力;
- d) 用锥形套浇铸法连接时,连接强度应达到钢丝绳的最小破断拉力;
- e) 用铝合金套压缩法连接时,连接强度应达到钢丝绳最小破断拉力90%。

6.3.6.5 绳套检修

- a) 钢丝绳绳套内浇铸的锌块应牢固、无松动,表面无氧化腐蚀;发现粉化、松动时,应立即重浇,以防发生脱套坠门事故;
- b) 用焊枪熔去绳套内锌块,拆除旧钢丝绳,并将绳套清洗干净;检查绳套有无变形、裂纹以及其它影响继续使用的缺陷,如有应更换;
- c) 把钢丝绳头松股打散,去除绳芯,清除表面油污;钢丝散分 3 层~4 层弯成 45° 角、10mm 长的弯勾,用稀盐酸清洗至钢丝表面发白后,用水清洗并烘干,将打散的钢丝倒勾朝外插入绳套中,封闭底口;将锌或巴氏合金熔化灌入绳套内,并用喷灯给绳套加温,使金属液逐渐冷却至常温;浇凝后,检查浇筑块有无松动、裂纹和砂眼等缺陷,如有应重新浇注。

6.3.6.6 钢丝绳表面宜涂抹钙基或钙锂基润滑脂,润滑脂应适量、油质合格、涂抹均匀。

6.3.6.7 水下部分的钢丝绳一般1年~2年保养1次,对处在海水等恶劣环境中的钢丝绳宜1年保养2次,钢丝绳宜包裹防护。

6.3.6.8 更换新钢丝绳应符合下列条件:

- a) 钢丝绳宜采用镀锌钢丝绳,品种规格应符合 GB 8918 的规定;
- b) 钢丝绳禁止接长,同台启闭机宜采用同盘钢丝绳;
- c) 钢丝绳端部固定连接的安全要求应符合 GB 6067.1 的有关规定;
- d) 钢丝绳固定圈数和安全圈数应符合本规程 5.6.1 的规定;
- e) 钢丝绳安装时,多余部分应切割,切割段应采取防止钢丝绳强度受到影响的保护措施;卷筒上缠绕多层钢丝绳时,应有顺序地逐层缠绕,不应挤叠;卷筒上钢丝绳绕圈的固定端,应采用压板螺栓压紧,并有防松装置。

6.3.7 吊钩、吊具和抓梁

6.3.7.1 吊钩、吊具宜用柴油或工业清洗剂洗刷干净，用10倍~20倍的放大镜进行检查，必要时应进行无损探伤检查。吊钩、吊具出现下列情况时，应更换：

- a) 裂纹；
- b) 吊具板孔眼溃损；
- c) 吊钩开度比原尺寸增大超过 10%；
- d) 吊钩颈部或吊具危险断面塑性变形或磨损量达原尺寸的 10%；
- e) 扭转变形 $>10^{\circ}$ 。

6.3.7.2 检查吊具轴、吊耳板裂纹以及吊钩和吊具轴卡滞现象。有裂纹，应更换；有卡滞，应除锈、去垢，加润滑油处理；检修不能达到要求，应更换。

6.3.7.3 检查吊钩和吊具的螺栓、螺母连接状况。吊钩和吊具的螺栓、螺母连接应牢固。有松动，用扳子等工具拧紧；有脱落，补齐螺栓、螺母。

6.3.7.4 检查抓梁金属结构的裂纹和塑性变形情况。受力构件部位（如轴、吊耳板等）有裂纹或塑性变形，应更换；其它部位出现损坏可采用补焊方法维修。

6.3.8 钢结构机架

6.3.8.1 清理机架上杂物、油污、灰尘，宜采用工业清洗剂将机架洗刷干净，检查以下项目：

- a) 检查焊接机架的翼缘板和腹板有无变形、结构裂缝、表面损伤等缺陷；
- b) 检查焊缝表面有无裂缝、脱落等缺陷；
- c) 检查机架钢结构有无锈蚀、油漆剥落等缺陷；
- d) 检查机架与基础的连接螺栓有无松动、错位等缺陷；
- e) 检查机架与上部结构（减速器、卷筒等）的联接有无错位等缺陷。

6.3.8.2 补焊机架发生以下情况，且修复使用不安全或不经济，应予更换：

- a) 主要承重构件产生裂缝；
- b) 主要承重构件发生腐蚀，经结构应力的复核计算和应力检测，其实际应力达到容许值；
- c) 主要承重构件发生变形，经检测最大垂直静扰度超过SL 226规定的容许值。

6.3.8.3 铸造机架产生裂纹，应更换。

6.3.8.4 机架常见的缺陷，宜采用以下方法修理：

- a) 结合启闭机运行管理情况，包括超设计标准使用、安全事故、人为损坏等，分析机架出现问题的原因，采取相应的技术措施；
- b) 连接螺栓出现松动宜使用测力扳手进行紧固，螺栓、螺母损坏应更换；高强度螺栓出现裂纹或者塑性变形，应更换；
- c) 油漆局部剥落，应结合启闭机整体防腐进行处理。

6.3.8.5 机架修理后，应检测以下项目：

- a) 采用水准仪、钢直尺检测检查机架水平度，偏差应小于0.5mm；

b) 采用水准仪、钢直尺检测机身安装高程，允许误差 $\pm 5\text{mm}$ 。

6.4 防腐

6.4.1 启闭机检修安装后，机体表面应清理干净，并按规定的涂色进行防腐处理。

6.4.2 涂漆前，应彻底清除氧化皮、铁锈、焊渣、油污、灰尘、水分等；用金属洗净剂清洗，除锈等级应符合GB/T 8923.2的规定，表面清洁度不低于 Sa2.5级，粗糙度应达到 $40\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ 。

6.4.3 油漆涂装宜在环境温度 5°C 以上进行，涂装场地应通风良好，不应在潮湿、灰尘飞扬、烈日直晒等环境下进行涂装。

6.4.4 对于铸件的凸凹不平处，可先用腻子填齐整平，然后涂刷底漆。

6.4.5 对启闭机机体个别脱漆部位，可进行局部处理，然后全部喷涂1次。

6.4.6 启闭机整体防腐，底漆涂刷2层，第1层涂刷后不粘手，可涂刷第2层。每层漆膜厚度为 $25\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ，要求底漆面光滑无流痕、垂珠现象。

6.4.7 为使面漆膜均匀，宜采用喷漆，气压应保持在 $0.2\text{MPa}\sim 0.5\text{MPa}$ 。

6.4.8 待底漆干透后（约24h），再喷涂面漆2层，每层漆膜厚度为 $60\mu\text{m}\sim 70\mu\text{m}$ 。喷涂后如发现有斑痕、垂珠，可用竹片或小刀轻轻刮除，并用砂纸磨光，再补喷1次。喷涂后面漆应光滑均匀。

6.4.9 除非特殊要求，漆膜总厚度不应小于 $200\mu\text{m}$ 。漆膜附着力不应低于GB/T 9286中的一级质量要求。

6.4.10 喷漆颜色应符合GB/T 3181中规定的颜色，面漆一般喷涂桔黄色或灰色，也可喷涂其它颜色。旋转部位涂大红色，油杯涂黄色，警觉部位涂色宜采用黄色和黑色相间与水平面成 45° 的斜道（如动滑轮侧板），电气接地部分涂黄绿相间条纹。

6.4.11 对设备铭牌、油位观测孔、齿轮等部位不应喷涂油漆。

6.4.12 对位于沿海或处于腐蚀较严重环境中的启闭机，其表面防腐可根据防腐材质和施工作业条件，喷涂环氧富锌漆或喷锌后再喷涂油漆，其施工工艺和质量要求符合SL 105的规定。

7 控制保护系统

7.1 电气控制设备

7.1.1 清扫柜体及接线桩头灰尘，检查桩头放电痕迹、发热变色情况。

7.1.2 检查控制柜接地情况，接地体应满足以下要求：

- a) 接地体金属截面应满足安全导电要求，截面变小应更换；
- b) 接地体的两端连接不应有锈蚀、松动现象，连接处锈蚀、松动应除锈、紧固、加焊，严重锈蚀应重新布设；
- c) 接地电阻应小于 4Ω 。

7.1.3 检查控制柜的闸刀开关、交流接触器、热继电器、过流继电器、熔断器、指示灯、仪表等电气元件工作状况，应满足以下要求：

- a) 电气元件试验应合格, 布置应整齐, 与柜连接应牢固, 工作应灵敏可靠;
- b) 出现螺丝锈蚀、熔座变形、触点烧毛、连线老化、按钮失灵等缺陷应及时维修更换;
- c) 二次回路绝缘值一般不应低于 $0.5\text{ M}\Omega$;
- d) 电动机和电气元件升温不应大于 65°C 。

7.1.4 开关柜上应有安全警示标志, 按钮“开、关、停”标注正确清晰。

7.1.5 三相鼠笼式异步电动机在三相中应设置热过载保护, 热继电器整定电流为额定电流的 $1.1\sim 1.15$ 倍; 三相绕线型异步电动机在两相中应设置过流保护。

7.2 限位指示装置

7.2.1 限位指示装置清扫干净, 在卷筒轴上(或减速器输出轴上)联接应无松动现象, 传动链条应无松弛现象, 齿轮啮合应准确。装置松动应拧紧, 链条松弛应收紧, 齿轮啮合不合格应调整中心距。

7.2.2 检查指示圆盘上(或垂直盘上)的刻度或数字显示屏上的读数是否清晰, 开度显示是否与闸门实际启闭高度一致。刻度不清晰, 应重新标注, 读数不准确, 应校验; 开度显示与闸门实际启闭高度不一致, 应调整。

7.2.3 检查限位开关供电线路是否安全, 开关连接是否可靠, 触杆是否到位, 触杆碰头是否断电。供电电缆不绝缘, 应更换; 穿电缆的PVC管不防水, 应更换; 开关连接不牢固, 应加焊拧紧; 开关接触不可靠, 应更换; 触杆未到位, 应调整触杆长短; 触杆碰头不断电, 应修理断电元件。该装置应具有纠正指示和调节功能, 异常情况下能自动切断主回路, 并发出报警信号。

7.3 荷载传感器装置

7.3.1 荷载传感器装置清扫干净, 固定在平衡滑轮轴上(或轴承座下面)应牢固、无松动, 特殊机型参照竣工图上的安装位置。

7.3.2 机械式的指示圆盘(或垂直盘)刻度应清晰(如有), 荷载显示与闸门实际启闭荷载应一致。刻度不清晰, 应重新标注。

7.3.3 电子式荷载仪表显示变化应清晰(如有), 荷载仪表显示与闸门实际启闭荷载变化应一致。仪表显示应能准确反映各吊点启门力, 系统精度不应低于 2% 。

7.3.4 检查荷载传感器供电线路、信号线是否安全。供电电缆绝缘值应符合要求, 穿电缆的PVC管应满足防水要求, 信号线破损应更换。

7.4 自动化控制系统

自动化控制系统检修应符合DB32/T 2334.4的规定。

8 试运行与验收

8.1 试运行前检查

8.1.1 地脚螺栓和各连接螺栓应拧紧。

8.1.2 各润滑点应按设备技术文件规定的型号和数量加注润滑油。

8.1.3 启闭机主体及附件上应无遗留杂物，有碍安全的障碍物应清除。

8.1.4 钢丝绳在卷筒和滑轮上缠绕应正确，预留圈数、压板块数满足要求，铰制孔螺栓紧固，绳套连接牢固。

8.1.5 减速器应无渗漏油现象，开式齿轮啮合正确，护罩防护到位。

8.1.6 联轴器、制动轮联轴器间隙调整应合格。传动轴平行度、垂直度应符合要求，传动灵活。

8.1.7 高度指示、荷重指示和限位装置应准确、可靠。

8.1.8 检查各制动器工作的可靠性。对常闭式制动器，应打开传动系统的制动器，用手转动电动机输出轴，使传动系统终端至少旋转 1 圈，应无卡阻现象。

8.1.9 电动机和电气柜内继电保护装置经调试整定，引入工作电源，进行各电器的模拟操作试验，其动作应正确无误，自动监视控制系统应工作正常。

8.1.10 查对在检修中拆换过的有关动力回路和操作系统的接线，各种开关和继保装置接头应牢固，触点应良好。

8.1.11 查看水情，应根据允许的闸门启闭条件确定试运行方案。

8.2 试运行

8.2.1 空载试验

启闭机吊具上不带闸门的运行试验，应在全行程内往返 3 次，并检查调整下列机械和电气部分：

- a) 所有机械部件运转时，均应无冲击声和其它异常声音，钢丝绳在任何部位，不应与其它部件相摩擦；
- b) 制动器松闸时，闸瓦应全部打开，闸瓦与制动轮的间隙应处于 0.5mm~1.0mm 之间；
- c) 对快速闸门启闭机，利用直流松闸时，直流电流值不应大于名义最大电流值。松闸持续 2min 时，电磁线圈的温度不应大于 100℃；
- d) 所有轴承和齿轮应有良好的润滑，轴承温度不应超过 65℃；
- e) 距减速器 1m 处噪声不应大于 85dB；
- f) 各传动部位应润滑良好，不应有渗漏油现象；
- g) 电动机三相电流不平衡度应不超过 10%，并测出电流值，电气设备应无异常发热现象；
- h) 检查和调试限位开关、联锁装置等，其动作应正确可靠；
- i) 高度指示和荷载指示（或显示）应分别准确反映行程和重量，到达上下极限位置，主令开关应能发出信号并自动切断电源，使启闭机停止运转。

8.2.2 荷载试运行

启闭机的荷载试验，一般应在设计水头工况下进行，试验时无法出现设计水头工况，可对闸门配重，使启闭荷载接近设计水头工况下的荷载。先利用检修门挡水，将闸门在门槽内无水或静水中全行程升降

2 次，然后在设计水头动水工况下或配重的情况下升降 2 次。荷载试运行，应检查下列机械和电气部分：

- a) 机械部件在运转中不应有冲击声，开式齿轮啮合工况应符合要求；
- b) 制动器应无打滑、无焦味、无冒烟现象；测量制动器、调速器摩擦工作面的最高温度和磨损情况，测量制动器电磁铁线圈温升过程；
- c) 离心调速器工作温度不应高于 300℃；
- d) 记录荷载控制装置显示的闸门启、闭力值，绘出行程一启、闭力关系曲线；高度指示器的读数应能准确反应闸门在不同开度下的启闭力值，其系统精度不应低于 1%；
- e) 滑动轴承的温度不应高于 65℃，温度过高，可从下列几方面查找原因：
 - 1) 摩擦面供油不足或停止供油；
 - 2) 润滑脂不干净或不符合质量要求；
 - 3) 轴瓦和轴颈间隙过大或过小，进油沟、孔堵塞；
 - 4) 传动轴安装不同心、偏斜，或者轴瓦和轴承接触不好；
- f) 电动机运行应平稳，测量电流值，三相电流不平衡度不应超过±10%，电气设备应无异常发热现象，所有保护装置和信号应准确可靠。

8.2.3 试运行要求

试运行应满足下列要求：

- a) 接电试验前应认真检查全部接线，并符合图样规定，控制回路的绝缘电阻应大于 0.5MΩ 方可开始接电试验；
- b) 试验应采用该机自身的电气设备，试验中各电动机和电气元件温升不应超过各自的允许值，如有触头等元件烧灼应更换；
- c) 试验工作应根据工程水情、工情条件，并严格按照闸门启闭操作规程的要求进行；
- d) 上述试验结束后，启闭机的机械部分不应存在破裂、损坏、永久变形和连接松动等现象，电气部分不应存在异常发热、影响性能和安全等现象；
- e) 试运行结束后，应收集整理试运行记录，形成试运行报告。

8.3 验收

8.3.1 验收前，检修单位应提交以下资料：

- a) 启闭机大修前的检测报告；
- b) 启闭机大修计划及实施方案；
- c) 启闭机大修过程记录（包括主要材料的材质证明文件、大型铸锻件的探伤检验报告、热处理报告、焊缝检验报告、更换零部件的图纸、改造变更图纸、重大缺陷处理记录、返修后的检验报告和质量检测数据等）；
- d) 启闭机试运行报告；

- e) 启闭机大修报告，其内容：实施大修说明，完成大修内容，相关检查、检测、试运行情况以及遗留问题说明等。

8.3.2 启闭机大修应报请上级主管部门主持或参加验收。列入启闭机维修项目的，还应按照维修项目管理的相关要求进行管理和验收。

附 录 A

(规范性附录)

卷扬式启闭机定期检查记录

表 A.1 给出了卷扬式启闭机定期检查记录表式。

表 A.1 卷扬式启闭机定期检查记录

工程名称			填表日期		年 月 日
设备名称			设备编号		
规格型号			安装日期		
检修保养周期			检查日期		
检查内容					
减速器及开式齿轮装置	油质油位		卷筒组	润 滑	
	油道油杯			锈蚀磨损	
	箱体渗油			轮毂与轴联接	
	齿轮磨损		钢丝绳	润 滑	
	轴向间隙			水下钢丝绳保护	
	滑动轴承润滑			压板、螺栓、绳套	
	轴瓦与轴颈接触			绳在卷筒排列	
	滚动轴承润滑油			固定和安全圈数	
	轴承内外圈接触			两吊点同步	
	滑动轴承润滑			吊具轴润滑	
制动器	丝杆磨损		吊具	螺栓	
	弹簧行程		机架	锈蚀损伤	
	制动带与闸瓦铆固			连接螺栓	
	制动轮接触面积			控制保护回路	
	制动轮与闸瓦间隙			断路器	
	驱动装置		接触器		
联轴器	螺栓、柱销状况		控制保护系统	热继电器	
	弹性圈			限位开关	
	两轴同心度			开度指示误差	
滑轮组	润滑			荷载指示误差	
	锈蚀磨损			电机绝缘检测值	
	轴套与轴孔锁定			自动化监控系统	
单位负责人或技术负责人：				检查人：	
注：自动化监控系统检查情况可参照相关技术规定另附表。					

附 录 C
(规范性附录)
卷扬式启闭机大修报告

表C. 1至C. 6给出了卷扬式启闭机大修报告格式。

表C. 1 卷扬式启闭机大修报告封面

水利工程卷扬式启闭机 大 修 报 告	
工程名称:	
管理单位名称:	
批 准:	
审 核:	
编 写:	
年 月 日	

表 C.2 卷扬式启闭机大修实施方案

实施方案一般应包括以下内容：

- 1、启闭机的工程概况、基本情况及技术参数等；
- 2、启闭机的大修原因及内容；
- 3、大修组织（应明确项目负责人、技术负责人、检修责任人、安全员、质检员、资料员等）和管理（应包括质量管理、安全管理、经费管理、档案管理等）；
- 4、项目实施安排（应包括大修技术方案、拟更换零部件、大修方法、大修队伍选择等）；
- 5、计划工期（计划开工时间、完工时间和验收时间）；
- 6、施工期间对工程运行的影响及采取针对的措施；
- 7、大修预算经费。

管理单位负责人： 大修技术负责人： 编写人：

表 C.3 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录

序号	部件	检查（检测）项目	质量要求	大修前情况	大修后情况	大修内容摘要
1	减速器与开式齿轮副	减速齿轮箱接合面的间隙	$\leq 0.03\text{mm}$			
		减速机结合面外边缘错边量	$\leq 2\text{mm}$			
		润滑油品种、油质	符合设计			
		润滑油油位	符合要求			
		密封情况	无漏油、渗油			
		齿缺陷情况	单齿上的缺陷深度 $\leq$ 模数的 20%，且 $\leq 2\text{mm}$ ，且根端面 $\leq$ 齿宽的 10%			
		齿轮端面缺陷情况	单个缺陷面积 $\leq 200\text{mm}^2$ ，深度不超过该处名义壁厚的 15%			
		传动齿轮缺陷情况	断齿、裂纹、点蚀 $\leq$ 啮合面 30%，且深度 $\leq 10\%$			
		齿轮轴的弯曲度	符合要求			
		平键槽结合情况，键槽宽度	符合要求			
		键槽允许对称度	符合要求			
		平键顶部与轮毂配合间隙	符合要求			
		开式圆柱齿轮副接触面积	符合要求			
		开式圆柱齿轮副啮合侧隙	符合要求			
		滑动轴承摩擦表面，碰伤，气孔，砂眼，裂缝及其它缺陷	无缺陷			

表 C.3 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录（续 1）

序号	部件	检查（检测）项目	质量要求	大修前情况	大修后情况	大修内容摘要
1	减速器 与开式 齿轮装 置	滑动轴承上下轴瓦对接合	紧密			
		滑动轴承油槽和油孔	畅通			
		允许接触角内的上瓦接触率	$\geq 60\%$			
		允许接触角内的下瓦接触率	$\geq 70\%$			
		轴瓦内孔与轴颈接触	符合规定			
		滚动轴承滚动体锈蚀、麻点、烧损、剥落	无缺陷			
		滚动轴承保持架裂纹、变形、铆钉松动	无缺陷			
		滚动轴承内圈与轴的过盈状况	符合规定			
		滚动轴承外圈与轴承座的接合面	符合规定			
		滚动轴承注入清洁润滑脂	占空腔 80%			
		轴承运转	灵活、无异常噪声			
2	制动器	制动面砂眼、气孔、锈蚀、裂纹	无缺陷			
		制动弹簧	变形量 $\leq 10\%$ ，表面锈蚀 $\leq 20\%$ ， 无裂纹。			
		传动构件	磨损造成驱动行程损失 $\leq 20\%$ 。			
		制动衬垫	铆接或组装制动衬垫磨损 $< 50\%$ ，带钢背卡装式磨损 $< 2/3$ 厚度，表面碳化或剥脱面积 $< 30\%$ ， 无裂纹。			
		制动轮表面硬度	35HRC $\sim$ 45HRC			

表 C.3 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录（续 2）

序号	部件	检查（检测）项目	质量要求	大修前情况	大修后情况	大修内容摘要
2	制动器	闸瓦铆钉头埋入制动带厚度	1/3 处，间隙：制动轮直径 < 500mm， $\leq 0.3\text{mm}$ ；制动轮直径 $\geq 500\text{mm}$ ， $\leq 0.5\text{mm}$ 。			
		松闸时，制动轮与闸瓦间隙	0.5 mm~1.0 mm			
		制动时，制动轮接触面积	> 75%			
		制动轮跳动	符合规定			
		制动轮打滑、冒烟	无打滑、冒烟			
		制动轮工作噪音	$\leq 85\text{dB}$			
3	联轴器	连接螺栓	牢固			
		齿轮联轴器齿面及齿沟	齿面砂眼、气孔 $\leq 20\%$ 模数，且 $\leq 2\text{mm}$ ，距齿端面 $\leq 10\%$ 齿宽，这缺陷齿数 ≤ 3 个。			
		联轴器轴孔	轴孔单个缺陷面积 $\leq 25\text{mm}^2$ ，深度 $\leq$ 该处名义壁厚 20%，缺陷数 ≤ 2 个，间距 > 50 mm。			
		联轴器裂纹	无裂纹			
		弹性联轴器装配	符合 GB 50231			
		齿轮联轴器装配	符合 GB 50231			
4	滑轮组	滑轮裂纹	无裂纹			
		轮缘磨损	<20%的厚度			
		轮槽磨损	轮槽不均磨损 < 3 mm，底部磨损 < 钢丝绳直径 50%。			

表 C.3 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录（续 3）

序号	部件	检查（检测）项目	质量要求	大修前情况	大修后情况	大修内容摘要
4	滑轮组	滑轮轴和轴套磨损	滑轮轴磨损 $\leq$ 原直径 5%，轴套磨损 $\leq$ 原厚度 20%。			
		滑轮轴和轴套	骑缝螺钉锁紧			
		侧向摆动值	$\leq$ 滑轮直径 1/1000			
		滑轮组转动	灵活			
5	卷筒组	卷筒裂纹	无裂纹			
		卷筒缺陷	卷筒单缺陷面积 $\leq 300\text{mm}^2$ ，深度 $\leq$ 该处名义壁厚 20%，缺陷数 ≤ 5 个或 200 mm 长度内 ≤ 2 个。			
		卷筒轴裂纹	无裂纹			
		压板、螺栓	数量齐全，完好牢固			
		轴承运转	灵活、无异常噪声			
		轴与卷筒	无松动			
6	钢丝绳	钢丝绳表面及绳股	清洁、润滑			
		钢丝绳断丝、变形、磨损	符合规定			
		钢丝绳夹具、压板、螺栓	符合规定			
		绳套内锌块	牢固无松动			
		浇锌工艺	满足要求			
		水下钢丝绳保护	缠绕包扎保护			

表 C.3 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录（续 4）

序号	部件	检查（检测）项目	质量要求	大修前情况	大修后情况	大修内容摘要
6	钢丝绳	卷筒上钢丝绳预留圈数	≥ 4 圈，固定 2 圈，安全 2 圈			
		钢丝绳品种规格	符合 GB/T 8918			
7	吊钩吊具和抓梁	裂纹	无裂纹			
		受力构件裂纹或塑性变形	无变形			
		吊钩、吊具轴转动	灵活			
		螺栓、螺母连接	数量全、连接牢			
8	机架	焊缝裂缝	无裂缝			
		钢结构锈蚀、油漆剥落	无锈蚀、剥落			
		基础螺栓松动、错位	无松动、错位			
		机架翼缘板焊接后的允许偏差	符合 SL381			
		机架水平面误差	$\leq 0.5\text{mm}$			
		机身安装高程允许误差	$\pm 5\text{mm}$			
9	电气控制设备	接线控制设备	符合规定			
		整个线路的绝缘电阻	$\geq 0.5\text{M}\Omega$			
		桩头等元件	无烧灼			
		电气设备运行	无异常发热			
		电动机和电气元件温升	$\leq 65^{\circ}\text{C}$			

表 C.3 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录（续 5）

序号	部件	检查（检测）项目	质量要求	大修前情况	大修后情况	大修内容摘要
10	限位指示装置	开度指示精度	≤1%			
		传感器及线路	防潮、抗干扰			
		传感器精度	≤0.5%			
		纠正指示和调节功能	可调			
		切断主回路及报警功能	自动			
11	载荷传感器装置	固定平衡滑轮轴上（或轴承座下面）	无松动			
		仪表显示各吊点启门力荷载	满足要求			
		系统精度	≤2%			
		供电、信号线路	符合规定			
12	防腐	涂漆前表面	清理干净			
		底漆层数、每层厚度	2 层，25 um ～35um			
		面漆层数、每层厚度	2 层，60 um ～70um			
		漆膜总厚度	≥200um			
		漆膜附着力实测质量（GB 9286）	≥一级			
管理单位负责人：大修单位负责人或项目负责人：填表人：						

表 C.4 卷扬式启闭机大检修机试验记录

工程名称			设备名称		
启闭机型号			启闭机编号		
试验时间	试验方法和内容	结果及数据	试验人员	备注	
管理单位负责人： 大修单位负责人或项目负责人：					

表 C.5 卷扬式启闭机大修（单台）验收记录

工程名称					
启闭机编号		启闭机型号			
制造厂		出厂日期			
启闭机投入运行日期			上次大修日期		
电机型号					
制动器型号					
减速器型号			制动片直径		
钢丝绳规格			钢丝绳长度		
大修日期	年 月 日 至 年 月 日				
大修的原因					
大修中处理的主要缺陷					
大修中遗留问题					
试验及试运行情况					
资料验收意见					
大修验收意见： 验收负责人：					
参加验收人员：					

表 C. 6 卷扬式启闭机大修验收记录

工程名称						
启闭机型号				大修台数		
检修单位				单位负责人		
开始时间	年 月 日		完成时间	年 月 日		工期 天
完成 工程量						
更换的主要 零部件	序号	名称	规格	单位	数量	备注

附录 D

(资料性附录)

卷扬式启闭机特殊紧固件和过盈配合件的拆卸和安装技术要求

D.1 特殊紧固件和过盈配合件的拆卸要求

D.1.1 成组螺纹连接件的拆卸，应根据不同形状按先四周后中间或者对角线拆卸原则进行。先将各螺栓都拧松 1 圈~2 圈，然后逐个卸下；悬臂部件的环行螺栓组拆卸时，应注意安全，在部件垫稳、捆牢的基础上，先从下面开始拆卸，按对称位置拧松螺栓，最上面的 1 个~2 个螺栓应在最后分解吊离时取下，以免造成事故或损坏零件。

D.1.2 过盈配合件的拆卸，应使用专门的拆卸工具，如拔轮器、压力机等，首先拆除销钉、螺钉等附加固定或定位装置。对轴类配合件，外力应作用在受力面的中心，拆卸的方向应正确，对带台阶或有锥度的静配合件，不应使用铁锤直接敲击配合件。

D.2 紧固件和过盈配合件的安装要求

D.2.1 紧固件安装要求

- a) 紧固件应达到设计及技术文件上规定的性能等级，不应使用低性能紧固件替代高性能紧固件；
- b) 螺钉、螺栓及螺母拧紧后，其支承面应与被紧固零件贴合，螺栓、螺钉头应露出螺母端面 2 个~3 个螺距。沉头螺钉紧固后，沉头不应高出沉孔端面；
- c) 螺钉、螺栓及螺母等紧固时应对称均匀拧紧。紧固后螺钉槽、螺母、螺钉、螺栓头部不应损坏。一般连接螺栓、螺钉的拧紧力矩，见表 D.1；

表 D.1 一般连接螺栓、螺钉的拧紧力矩

力学性能等级	螺 纹 直 径 (mm)											
	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
	拧 紧 力 矩 (N·m)											
5.6	3.3	8.5	16.5	28.7	70	136.3	235	472	822	1319	1991	3192
8.8	7	18	35	61	149	290	500	1004	1749	2806	4236	6791
10.9	9.9	25.4	49.4	86	210	409	705	1416	2466	3957	5973	9575
12.9	11.8	30.4	59.2	1.3	252	490	845	1697	2956	4742	7159	11477
A2~70	5	12.8	24.9	43.3	105.8	205.9	355	713	1242	1992	3008	4822
注：引自 JB/T 5000.10												

- d) 对成组螺栓连接的装配，应按一定次序轮流均匀拧紧；有定位销时，应先从定位销附近开始，拧紧后应全面检查 1 次，以免漏拧或紧度差别过大。

D.2.2 过盈配合件装配要求

- a) 过盈配合件装配前，应检查部件的过盈量是否符合要求，部件表面应清洁无毛刺，且有一定的粗糙度；高速旋转的部件应按技术要求进行静平衡试验，合格后方可装配；
- b) 过盈配合件装配时，部件配合表面可涂 1 层不含二硫化钼添加剂的润滑油，配合件的端面应倒角，压入时部件用力方向应正确，压入速度不宜过快，有润滑通道的组件，应防止堵塞；
- c) 装配中，使用的补偿件或垫片应符合技术文件的规定；部件的配合及摩擦面应无锈蚀和碰伤，密封装置和油路不应漏油；
- d) 过盈配合件常用装配方法有：手锤冲击压入，螺旋工具压入，压力机压入，液压垫压入和热胀装配法等。

附 录 E

(资料性附录)

卷扬式启闭机配合件表面清洗技术要求

E.1 配合件表面的防锈油脂的清洗宜遵循下列要求:

- a) 大、中型部件的局部清洗, 宜采用擦洗和刷洗;
- b) 中、小型形状较复杂的配合件, 宜采用多步清洗或浸、刷结合清洗; 浸洗时间宜为2 min~20min; 采用加热浸洗时, 应控制清洗液温度, 被清洗件不应接触容器壁;
- c) 形状复杂、污垢黏附严重的配合件, 宜采用清洗液和蒸汽、热空气进行喷洗; 精密零件、滚动轴承不应使用喷洗;
- d) 对形状复杂、油垢黏附严重、清洗要求高的配合件, 宜采用浸、喷联合清洗;
- e) 对装配件进行最后清洗时, 宜采用清洗液进行清洗。

E.2 配合件表面上的防锈漆可采用相应的稀释剂或脱漆剂等溶剂进行清洗。

E.3 在禁油条件下工作的零部件应进行脱脂, 脱脂后应将残留的脱脂剂清除干净。

E.4 零部件经清洗后, 应立即进行干燥处理, 并采取防锈措施。其清洁度应符合下列要求:

- a) 采用目测法时, 在室内白天或在15W~20W日光灯下, 肉眼观察表面应无任何残留污物;
- b) 采用擦拭法时, 应用清洁的白布或黑布擦拭清洗的检验部位, 布的表面应无异物污染;
- c) 采用溶剂法时, 应用新溶液洗涤, 观察或分析洗涤溶液中应无污物、悬浮或沉淀物;
- d) 采用蒸馏水局部润湿清洗后的金属表面, 应用pH试纸测定残留酸碱度, 并应符合其机械设备技术要求。

参考文献

- [1] GB/T 4323 弹性套柱销联轴器
- [2] GB/T 5272 梅花形弹性联轴器
- [3] GB/T 5975 钢丝绳用压板
- [4] GB/T 5976 钢丝绳夹
- [5] GB/T 6333 电力液压块式制动器
- [6] GB/T 6334 直流电磁铁块式制动器
- [7] 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
- [8] GB/T 21972.2 起重及冶金用变频调速三相异步电动机技术条件
- [9] JB/T 8905.2 起重机用底座式减速器的技术要求
- [10] JB/T 10104 YZ 系列起重及冶金用三相异步电动机技术条件
- [11] JB/T 10105 YZR 系列起重及冶金用绕线转子三相异步电动机技术条件
- [12] JB/T 10816 起重机用底座式硬齿面减速器
- [13] SL 41 水利水电工程启闭机设计规范
- [14] SL 26 水利水电工程技术术语
- [15] SL 75 水闸技术管理规程
- [16] SL 101 水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程
- [17] SL 223 水利水电建设工程验收规程
- [18] SL 240 水利水电工程闸门及启闭机、升船机设备管理等级评定标准
- [19] SL 635 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——水工金属结构安装工程