

# 常州市武进区水利枢纽管理中心 2024 年机电设备、水工建筑物维修项目 实施方案

# 1 工程概况

## 1.1 工程基本概况

本项目为 2024 年武进水利枢纽管理中心下辖枢纽年度维修工程，主要包含金属结构维修养护、机电设备维修改造、液压系统维修养护、机组大修、土建设施维修加固 5 个项目，维修内容涉及遥观南枢纽、遥观北枢纽、马杭枢纽、武进港枢纽及雅浦港枢纽共五个枢纽，各枢纽基本情况如下：

### 1、遥观南枢纽

遥观南枢纽是新沟河西支三山港～武进港穿京杭运河的梯级控制工程之一，主要功能为改善地区河网排涝条件和水生态环境，提高区域水环境质量，缓解太湖防洪压力，工程位于京杭运河以南的武进港上，其主要建筑物包括泵站、节制闸和船闸各一座。

泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 4 台 2520APT-GH15-0.7 竖井式贯流泵机组，单机流量  $15\text{m}^3/\text{s}$ ；节制闸设计流量  $30\text{m}^3/\text{s}$ ，主要用于排涝，采用整体式钢筋砼平底板开敞式结构，闸孔总净宽 12.00m，共 2 孔，每孔净宽 6.00m，闸门为露顶式平面定轮直升式钢闸门，采用 QP-2×125kN-10.0 平门固定卷扬式启闭机。

遥观南枢纽工程所在位置见图 1.1-1：



图 1.1-1 遥观南枢纽工程位置示意图

## 2、遥观北枢纽

遥观北枢纽工程位于距京杭运河北约 1800m 处，布置在三山港老河道的东侧。通过遥观南、北枢纽工程南北接力，可以把太湖水经武进港通过遥观南枢纽排入京杭大运河，再通过遥观北枢纽排入长江，起到排涝和水质循环互换的作用，进一步改善地区河网排涝条件和水生态环境。

枢纽采用闸站结合的方式进行布置。泵站为双向排水泵站，排水入长江设计流量  $80\text{m}^3/\text{s}$ ，反向排水入运河设计流量  $30\text{m}^3/\text{s}$ ；节制闸采用净宽 24m 的具有通航功能的双孔节制闸组成，设计流量（自排水入长江） $110\text{m}^3/\text{s}$ ，共 2 孔，每孔净宽 12m，工作闸门采用平面定轮升卧式闸门，配固定卷扬式启闭机。

遥观南枢纽工程所在位置见图 1.1-2：



图 1.1-2 遥观北枢纽工程位置示意图

### 3、马杭枢纽

马杭枢纽由新沟河延伸拓浚工程采菱港节制闸和永安河拓浚整治工程马杭泵站组成。工程位于京杭运河以南永安河和采菱港交汇处北侧的采菱港上，东距遥观南枢纽约 6km，南距新 312 国道众恒大桥约 230m。马杭枢纽主要作用是结合新沟河工程运行调度，减少入太湖污染负荷，改善太湖水环境。

工程主要建筑物为泵站和具有通航功能的节制闸各一座，泵站位于枢纽西侧，设计流量  $20\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 4 台单向潜水贯流泵机组；节制闸位于枢纽东侧，设计流量  $37\text{m}^3/\text{s}$ ，闸孔共 1 孔，孔径 16m，兼做通航孔，闸门采用平面定轮升卧式闸门，配弧门卷扬式启闭机启闭。

马杭枢纽工程所在位置见图 1.1-3：



图 1.1-3 马杭枢纽工程位置示意图

#### 4、武进港枢纽

武进港枢纽是武进区主要入湖河道的口门建筑物，是太湖流域综合治理环太湖大堤的重要控制工程，也是武澄锡低片南控制线的重要工程，具有防洪、排涝、航运和改善水环境等综合社会效益。

工程由套闸和节制组成，套闸上、下闸首净宽 8m，闸室净宽 12m，闸室长 135m，采用升卧式平面钢闸门，配套型号为 QPQ-2×10T、QPQ-2×8T 卷扬式启闭机。节制闸单孔净宽 16m，设计流量 102m<sup>3</sup>/s，采用升卧式平面钢闸门，配套型号为 QPQ-2×25T 卷扬式启闭机。

武进港枢纽工程所在位置见图 1.1-4：

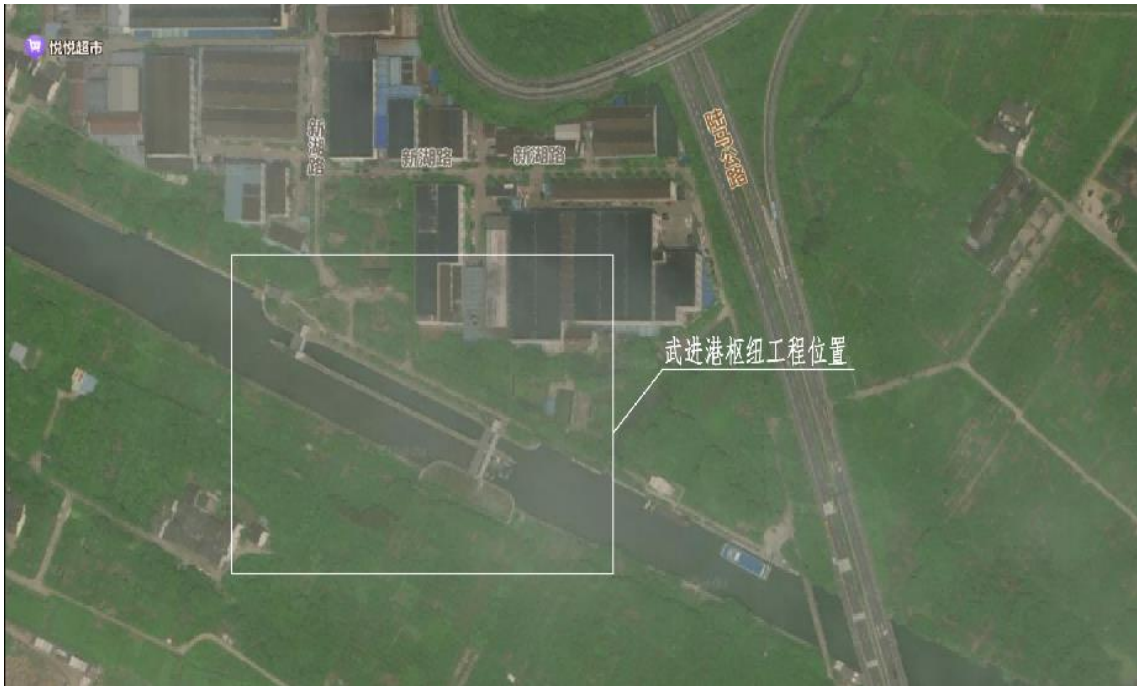


图 1.1-4 武进港枢纽工程位置示意图

#### 5、雅浦港枢纽

雅浦港枢纽工程位于雅浦港入太湖口，上、下游引航道分别连通太湖和雅浦港。由净宽 12m 单孔节制闸和 8（12）×135×2.5m 船闸各一座组成。枢纽布置于雅浦桥与莘村和之间，呈集中布置。节制闸和船闸上闸首平行，船闸布置在东侧，节制闸紧邻船闸上闸首西侧布置，两闸中心相距 15m，船闸中心线与河道中心线相距 7.5m，节制闸中心线与河道中心线 7.5m。

雅浦港枢纽工程所在位置见图 1.1-5：



图 1.1-5 雅浦港枢纽工程位置示意图

## 1.2 实施方案编制主要依据

- (1) 《江苏省省级水利工程维修项目实施方案管理规定（试行）》；
- (2) 相关竣工图纸；
- (3) 《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2001）；
- (4) 《水利水电工程施工质量检验与评定规程》（SL176-2007）；
- (5) 《水利工程建设标准强制性条文》（2022 版）；
- (6) 《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；
- (7) 《泵站设备安装及验收规范》（SL317-2015）；
- (8) 《泵站技术管理规程》（GB/T 30948-2021）；
- (9) 《江苏省大中型泵站机组检修技术规程》（DB32/T 1005—2006）；
- (10) 《水闸技术管理规程》（SL75-2014）；

- (11) 《水工金属结构防腐蚀规范》(SL105-2007)；
- (12) 《水利水电工程钢闸门设计规范》(SL74-2019)；
- (13) 《水电工程钢闸门制造安装及验收规范》(GB/T14173-2008)；
- (14) 《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》(SL101-2014)；
- (15) 《卷扬式启闭机》(GBT 10597-2022)；
- (16) 《水利工程卷扬式启闭机检修技术规程》(DB32/T 2948-2016)；
- (17) 《液压式启闭机》(GBT 14627-2011)；
- (18) 《液压式启闭机系列参数》(SL508-2010)；
- (19) 《水电工程启闭机制造安装及验收规范》(NB/T 35051-2015)；
- (20) 《水利工程液压式启闭机检修技术规程》(DB32/T 4636-2024)；
- (21) 《水利水电工程施工通用安全技术规程》(SL 398-2007)；
- (22) 同类工程施工经验。

### 1.3 工程维修部位、维修缘由及维修内容

#### 1.3.1 工程维修部位

##### 1、金属结构维修养护

(1) 卷扬启闭机大修：大修部位为武进港枢纽及雅浦港枢纽的节制闸与船闸上下闸首共计 6 台套卷扬启闭机；

(2) 金属结构改造：改造部位为武进港枢纽的挡浪墙及电缆井盖板。

##### 2、机电设备维修改造

(1) 机电柜维修改造：维修改造部位为遥观北枢纽的 1#、2#、3#高压软启动柜及雅浦港枢纽配电间内的计量柜、次总柜、无功补偿柜、2 台出线柜；



(2) 冷水机组维修改造：维修改造部位为遥观北枢纽内的 1#、2#、3#冷水机组；

(3) 起重设备滑触线改造：改造部位为遥观南枢纽桥式起重机滑触线。

### 3、液压系统维修养护

大修部位为遥观北枢纽及马杭枢纽的泵站工作门液压启闭系统。

### 4、机组大修

大修部位为遥观南枢纽的 3#水泵机组及遥观北枢纽的 2#水泵机组。

### 5、土建设施维修加固

(1) 水工建筑物表面出新：出新部位为武进港枢纽的船闸及节制闸附属翼墙、雅浦港枢纽节制闸侧的附属翼墙；

(2) 建筑物出新：出新部位为雅浦港枢纽的上下游启闭机房及附属排架、翼墙分缝部位；武进港枢纽船闸与节制闸的附属工作桥表面；

(3) 配电间基础加固：加固部位为雅浦港枢纽配电间的房屋基础。

## 1.3.2 维修缘由

### 一、金属结构维修养护

#### 1、卷扬启闭机大修：

(1) 经安全鉴定报告发现，武进港枢纽及雅浦港枢纽原有船闸及节制闸启闭机运行年限较长，启闭机齿轮硬度不足；

(2) 根据现场工作人员反馈，武进港枢纽及雅浦港枢纽的节制闸与船闸闸门开启时均存在闸门开启高度无法搁门的情况，导致枢纽开闸防水过程中需一直保持启闭机运转，对启闭机造成较大负荷，存在较大安全隐

患，影响枢纽正常安全运行，需进行处理；

(3) 受蓝藻水质影响，武进港枢纽及雅浦港枢纽船闸与节制闸水下部分钢丝绳及滑轮存在部分锈蚀现象，影响节制闸及船闸闸门正常启闭，为避免闸门启闭过程中存在的安全隐患，需对启闭机的滑轮及钢丝绳进行更换。

## 2、金属结构改造

(1) 经过现场踏勘发现，武进港枢纽的船闸闸室挡浪墙仅高出地面 0.5m 且上部缺少相应防护措施，工作人员存在临水坠落风险，需加装栏杆以提高临河防护设施高度，避免坠落隐患；

(2) 武进港枢纽的电缆井盖板均为混凝土盖板，枢纽建成至今未进行过更换，部分盖板出现破损、塌陷问题，部分盖板无法正常开启，且混凝土盖板整体重量过大，不利于电缆设施检修工作的开展，需进行整体更新。

部分现场照片见图 1.3-1~4：

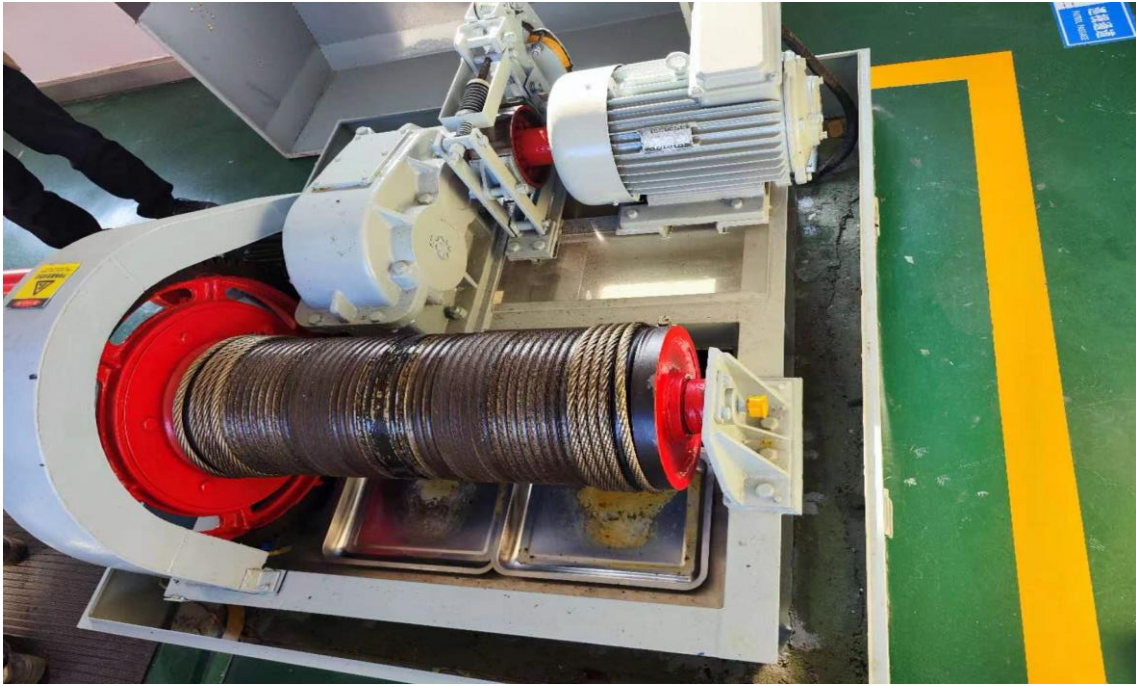


图 1.3-1 武进港船闸上闸首卷扬启闭机现状

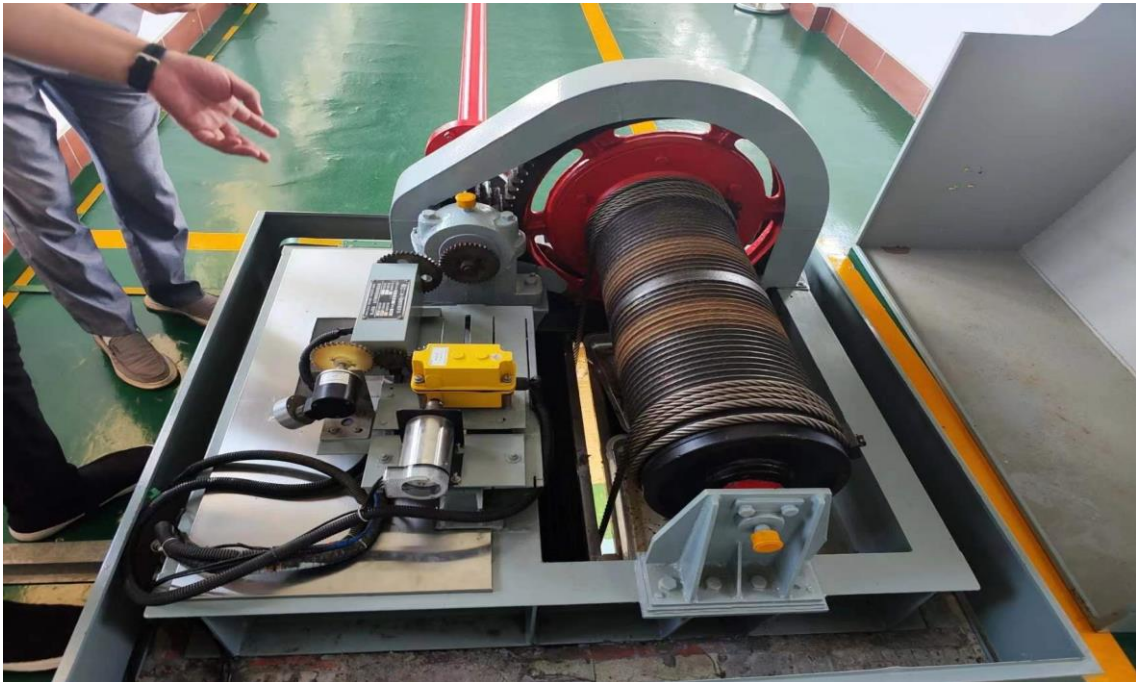


图 1.3-2 雅浦港船闸上闸首卷扬启闭机现状



图 1.3-3 武进港枢纽挡浪墙缺少防护栏杆



图 1.3-4 武进港枢纽电缆井混凝土盖板变形、破损

## 二、机电设备维修改造

### 1、机电柜维修改造

(1) 遥观北枢纽高压软启动柜启动时常发生三相电流不平衡的故障现象，初步确定驱动回路有异常，包括但不排除光纤转接板、脉冲分配板，门极驱动板，主控板或可控硅异常。

(2) 雅浦港枢纽 2001 年 12 月竣工，至今已安全运行 22 年。配电设施设备及其线路、电气元器件逐步呈现老化现象，且备品件难以采购更换；现场踏勘发现，受配电间地基下沉严重影响，枢纽部分电气柜柜体倾斜严重，柜门变形，无法正常开关。

部分现场照片见图 1.3-5~7：



图 1.3-5 遥观北枢纽高压软启动柜无法正常使用



图 1.3-6 雅浦港枢纽机电柜整体倾斜变形



图 1.3-7 雅浦港枢纽机电柜柜门错位变形

## 2、冷水机组维修改造

经现场踏勘及检查发现，遥观北枢纽的三台 SCA25 轴瓦冷却机组发生

故障，三台机组内均有一台压缩机损坏，另有一套储液箱损坏，需进行维修以保障冷却机组正常运行。

### 3、起重设备滑触线改造

经现场踏勘发现，遥观南枢纽现有的桥式起重机滑触线是三相三线制，不符合国家现行规定的三相四线制要求，需进行改造提升，现场照片如图 1.3-8 所示：



图 1.3-8 遥观南枢纽桥式起重机滑触线仅为三相三线

### 三、液压系统维修养护

(1) 根据第三方液压油质检测报告显示 (STD-20230327-057S-2)，遥观北枢纽进水侧液压站油样的运动粘度、粘度指数、抗乳化性 3 项不符合检测要求；长江侧液压站油样的粘度指数、抗乳化性、色度、水分、机械杂质 5 项不符合检测要求 (STD-20230327-057S-3)；现场踏勘发现长江侧 2#事故门一套电磁阀阀芯损坏，出现持续漏油现象。

(2) 根据第三方液压油质检测报告显示 (STD-20221017-009S-3), 马杭枢纽进水侧液压站油样的抗乳化性、机械杂质 2 项不符合检测要求。

以上问题对遥观北枢纽及马杭枢纽泵站进出水侧工作闸门正常使用造成一定影响, 不利于泵站检修工作的展开, 需进行处理。

#### 四、机组大修

##### 1、机组大修

根据《泵站技术管理规程》(GB/T 30948-2021) 6.2.1 条规定: 主机组检修周期应根据机组的技术状况和零部件的磨损、腐蚀、老化程度来确定, 大修周期可采用间隔 3~5 年或累计运行时间 2500~15000 小时确定, 亦可根据实际情况提前或推后。本次大修机组运行时长如表 1-1 所示:

表 1-1 大修机组投运时间及运行台时统计表

序号	枢纽名称	机组名称	投运时间	至 2024 年 4 月时长	运行台时
1	遥观南枢纽	3#机组	2018 年 4 月	6 年	1896 台时
2	遥观北枢纽	2#机组	2020 年 4 月	4 年	2175 台时

从泵站运行台时统计表可以看出, 以上机组运行状况均已满足大修年限, 按照规程规范及常州市武进区水利枢纽管理中心遥观南枢纽、遥观北枢纽制定的管理细则要求, 需对水泵机组进行常规性检修。对机组进行全面解体、检查和处理, 更换损坏件, 更新易损件, 修补磨损件, 对机组的同轴度、摆度、垂直度(水平)、高程、中心、间隙等进行重新调整, 解决松动现象, 消除机组运行过程中的重大缺陷, 清除流道内杂物, 恢复机组各项指标, 确保机组安全运行。



水泵现场照片见图 1.3-9~10:



图 1.3-9 遥观南枢纽 3#水泵机组及电机现状



图 1.3-10 遥观北枢纽 2#水泵机组及电机现状

## 五、土建设施维修加固

## 1、水工建筑物表面出新

(1) 武进港枢纽于 1999 年 9 月竣工投运，雅浦港枢纽于 2001 年 12 月竣工投运，两个枢纽投运至今均已超过二十年，武进港枢纽船闸及节制闸附属翼墙受过往船只刮擦及长时间与水体接触影响，翼墙表面存在较大面积破损、脏污现象，部分部位存在露筋现象；雅浦港枢纽节制闸侧翼墙存在较大面积脏污破损现象，以上问题对水工建筑物的使用寿命及稳定性造成一定影响，工程面貌整体较差，需进行处理；

部分现场照片见图 1.3-11~12：



图 1.3-11 武进港枢纽船闸闸室翼墙现状



图 1.3-12 雅浦港枢纽节制闸侧翼墙现状

## 2、建筑物表面出新

(1) 根据现场踏勘发现，武进港枢纽上下闸首的工作桥桥面及桥身涂料均存在大面积开裂破损现象，工程面貌较差且不利于结构物的整体稳定性，需进行出新处理；

(2) 根据现场踏勘发现，雅浦港枢纽的上下闸首启闭机房外墙、节制闸及船闸排架外墙墙面涂料剥落老化，整体工程面貌较差，需进行出新；

(3) 雅浦港枢纽部分翼墙填缝材料脱落，水体渗透可能损害翼墙的钢筋保护层混凝土导致钢筋锈蚀，影响翼墙稳定性，需进行处理。

部分现场照片如图 1.3-13~16 所示：

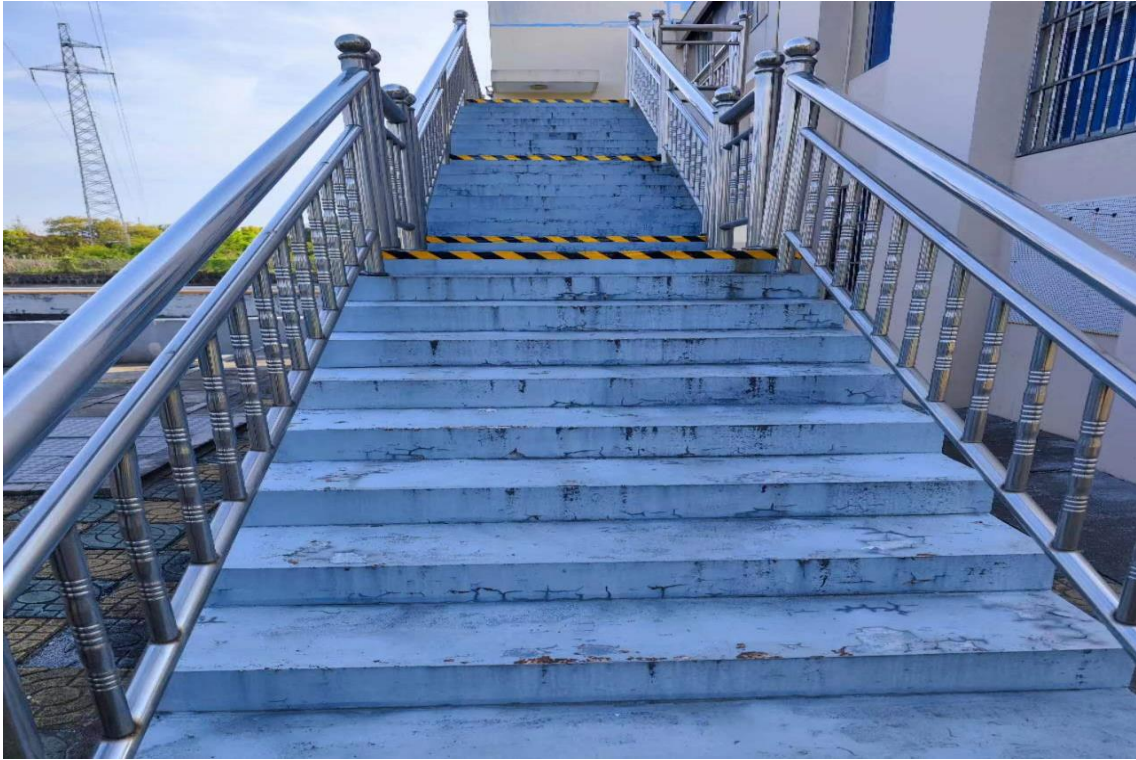


图 1.3-13 武进港枢纽下闸首工作桥桥面涂料破损现状



图 1.3-14 武进港枢纽上闸首工作桥桥面涂料破损现状



图 1.3-15 雅浦港枢纽上闸首启闭机房排架外墙现状 1



图 1.3-16 雅浦港枢纽上闸首启闭机房排架外墙现状 2

### 3、配电间基础加固

雅浦港枢纽内配电间原基础为砖砌基础，受基础沉降影响，配电间内

变压器、机电柜及柴油发电机下部基础多处出现沉陷变形，机电设备已发生不同程度的倾斜，存在较大安全隐患，需进行处理，现场照片见图 1.3-17~19:



图 1.3-17 雅浦港枢纽变压器室地基沉降变形现状



图 1.3-18 雅浦港枢纽机电柜间地基沉降变形现状



图 1.3-19 雅浦港枢纽柴油发电机间地基沉降变形现状

### 1.3.3 维修内容

#### 一、金属结构维修养护

金属结构维修养护工程具体工程量及做法见表 1-2:

表 1-2 金属结构维修养护工程具体工程量表

序号	项目位置	项目名称	项目内容	工程量	单位	备注
1	武进港枢纽	卷扬式启闭机大修	QPQ2*100KN (80KN) 船闸钢丝绳更换	4	根	
2			QPQ2*100KN (80KN) 船闸动滑轮组更换	4	组	
3			QPQ2*100KN (80KN) 船闸大、小齿轮更换	4	对	
4			QPQ2*100KN (80KN) 船闸行程主令装置及 PLC 更 换	2	套	
5			QPQ2*160KN 节制闸钢丝绳更 换	2	根	
6			QPQ2*160KN 节制闸动滑轮组 更换	2	组	
7			QPQ2*160KN 节制闸大、小齿 轮更换	2	对	
8			QPQ2*160KN 节制闸行程主令 装置及 PLC 更换	1	套	
9		船闸挡浪墙加装防 护栏杆	挡浪墙上部加装 60cm 高度不 锈钢防护栏杆, 不锈钢栏杆壁 厚不低于 1.5mm	400	m	
10		电缆井混凝土盖板 更换	原电缆井盖板更换为镀锌钢 盖板, 盖板面板厚 4mm, 盖板 尺寸根据现场实际情况调整	80	m <sup>2</sup>	
12	雅浦港枢纽	卷扬启闭机大修	船闸下闸首 QPQ2*100KN (80KN) 动滑轮组更换	2	组	
13			QPQ2*100KN (80KN) 套闸大、 小齿轮更换	4	对	
14			QPQ2*100KN (80KN) 套闸行程	2	套	



			主令装置及 PLC 更换			
15			QPQ2*250KN 节制闸钢丝绳更换	2	根	
16			QPQ2*250KN 节制闸动滑轮组更换	2	组	
17			QPQ2*250KN 节制闸大、小齿轮更换	2	对	
18			QPQ2*250KN 节制闸行程主令装置及 PLC 更换	1	套	

## 二、机电设备维修改造

机电设备维修改造工程量见表 1-3:

表 1-3 机电设备维修改造工程量表

序号	项目位置	项目名称	项目内容	工程量	单位	备注
1	遥观南枢纽	桥式起重机滑触线改造	更换滑触线	31.5	m	
2	遥观北枢纽	高压固态软启动升级改造	1#、2#、3#软启动柜改造，去除原设备里面的光纤转接板、脉冲分配板、电源板、门极驱动板、主控板，更换新的主控板和门极驱动板、控制开关电源模块，设备内一次结构基本不变，二次控制方式和逻辑不变。	3	台套	
3		循环冷却水装置 轴瓦冷却机组维修	更换轴瓦冷却机组中的压缩机	3	台	
4			更换轴瓦冷却机组中的储液箱	1	套	
5	雅浦港枢纽	配电设施设备更新改造项目	更换计量柜 L1，型号 GGD	1	台	
6			更换次总柜 L2，型号 GGD	1	台	
7			更换无功补偿柜 L3，型号 GGD	1	台	

8			更换出线柜 L4, 型号 GGD	1	台	
9			出线柜 L5, 型号 GGD	1	台	
10			变压器与次总连接桥架	1	套	
11			更换变压器, 型号 S13-M-315/10/0.4	1	台	

### 三、液压系统维修养护

液压系统维修养护工程量清单见表 1-4:

表 1-4 液压系统维修养护工程量表

序号	项目位置	项目名称	项目内容	工程量	单位	备注
1	遥观北枢纽	泵站工程闸门 液压启闭系统 大修	排油、清洗、更换检修盖密封件	2	只	
2			购置新滤芯更换	2	只	
3			检查、检测、渗漏油处理、冲洗	10	组	
4			冲洗、检查	10	台	
5			油缸内部、排油	20	只	
6			检查、保养	4	台	
7			46#抗磨液压油、高压 (200L)/桶、 运输、加注	25	桶	
8			整体机、电、液联调联试	1	项	
9			更换电磁闸阀及配套管路一套, 闸 阀型号 KVVP 2*1	1	套	
10	马杭枢纽	泵站工程闸门 液压启闭系统 大修	排油、清洗、更换检修盖密封件	1	只	
11			购置新滤芯更换	2	只	
12			检查、检测、渗漏油处理、冲洗	8	组	
13			冲洗、检查、	8	台	
14			油缸内部、排油、	16	只	
15			检查、保养	2	台	
16			46#抗磨液压油、高压 (200L)/桶、 运输、加注	8	桶	
17			整体机、电、液联调联试	1	项	

#### 四、机组大修

机组大修工程量清单见表 1-5:

表 1-5 机组大修工程量表

序号	项目位置	项目名称	项目内容	工程量	单位	备注
1	遥观南枢纽	3#水泵机组大修	对水泵机电机进行解体大修,对机组齿轮箱进行检修,更换相关配件,部分设备进行返厂大修	1	台套	
2	遥观北枢纽	2#水泵机组大修	对水泵机电机进行解体大修,对机组齿轮箱进行检修,更换相关配件,部分设备进行返厂大修	1	台套	

#### 五、土建设施维修养护

土建设施维修养护工程量清单见表 1-6:

表 1-6 土建设施维修养护工程量表

序号	项目位置	项目名称	项目内容	工程量	单位	备注
1	武进港枢纽	船闸及节制闸 水工建筑物防 碳化	对枢纽内船闸及节制闸的翼墙、挡浪墙等裸露混凝土构筑物进行外观修补和防碳化处理,防碳化范围为翼墙、墩墙顶至常水位间墙面及挡浪墙背侧等水工建筑物全部表面,防碳化涂料选用柔韧型水泥基渗透结晶型防水材料	2400	m <sup>2</sup>	
2			桥面涂料铲除后重新涂刷环氧地坪	200	m <sup>2</sup>	
3		节制闸、船闸工 作桥粉刷出新	桥底、桥侧等部位整体饰面铲除后外墙涂料出新,铲除表面涂层,白水泥涂刷一遍,封底漆、第一遍乳胶漆、磨光、第二遍乳胶漆、清扫	300	m <sup>2</sup>	

4	雅浦港枢纽	节制闸侧翼墙及挡浪墙防碳化	对枢纽内节制闸侧的翼墙、挡浪墙等裸露混凝土构筑物进行外观修补和防碳化处理，防碳化范围为翼墙、墩墙顶至常水位间墙面及挡浪墙背侧等水工建筑物全部表面，防碳化涂料选用柔韧型水泥基渗透结晶型防水材料	900	m <sup>2</sup>		
5		配电间基础重做	拆除原有配电间门体	3	樘		
6			将原有变压器、机电柜、柴油发电机移至户外重新接电并搭设临时防护设施	1	项		
7			拆除原有瓷砖地面	130	m <sup>2</sup>		
8			原有变压器、机电柜及柴油发电机下部基础下挖 50cm	10	m <sup>3</sup>		
9			基坑回填 20cm 厚灰土压实后浇筑 30cm 厚双层钢筋网片混凝土设备基础	12	m <sup>2</sup>		
10			铺设备基础槽钢，槽钢选用 10# 普通槽钢	27	m		
11			配电间其他沉降部位采用水泥土回填至原地坪高度，压平	13	m <sup>3</sup>		
12			铺单层钢筋网片后铺浇筑 20cm 厚 C25 混凝土基础	120	m <sup>2</sup>		
13			配电间电缆重新铺设	1	项		
14			地面贴砖恢复	120	m <sup>2</sup>		
15			将移出设备回迁至室内，重新接电，经调试、试运行无故障后重新投入使用	1	项		
16			恢复配电间门体	3	樘		
17			恢复入口处台阶	10	m		
18			翼墙伸缩缝填缝	翼墙伸缩缝填料脱落部位采用建筑油膏重新填缝	280	m	

19		启闭机房及排架粉刷出新	启闭机房及排架外墙涂料出新，铲除表面涂层，白水泥涂刷一遍，封底漆、第一遍乳胶漆、磨光、第二遍乳胶漆、清扫，启闭机房及排架涂料颜色与原始颜色保持一致或根据业主要求确定	975	m <sup>2</sup>	
----	--	-------------	--	-----	----------------	--

## 2 项目组织和建设管理

### 2.1 组织管理

本项目主管部门是常州市武进区水利枢纽管理中心。

### 2.2 质量管理

1. 建立健全和落实工程质量领导责任制和终身负责制。建立层层负责制，明确分工，责任到人，保证和提供本工程的施工质量。

2. 工程施工严格按照施工方案实施，工程实施要求满足规范要求，聘请专业监理单位对施工质量进行监测。

3. 参照《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2001）和《水利水电工程施工质量检验与评定规程》（SL176-2007）等关行业的质量检验标准和技术规定，由各工程所在管理所安排工程管理人员进行现场监管，施工单位对现场安全和质量等工作负直接责任。

### 2.3 安全管理

1. 落实安全管理责任制。

2. 现场安全设施和措施由施工单位负责。施工单位应按要求上报安全措施实施方案，经管理所负责人核准后实施，管理所安排工程管理人员加强督查，确保工程施工安全。

（1）施工操作安全措施

①施工前应集中工人进行安全教育，并进行书面交底。施工现场设置专职安全员，保证施工现场专人看守，巡回检查。发现隐患及时排除。

②禁止穿硬底鞋、拖鞋、高跟鞋在架子上工作，架子上人数不得集中在一起，工具要搁置稳定，防止坠落伤人，必须配备安全带，无安全带人员，禁止从事高空作业。

③机械操作人员必须培训持证上岗，现场一切机械设备，临时用电、非专业人员禁止私接乱动。

④涂刷作业时操作工人应佩戴相应的保护设施：防毒面具、口罩、手套等。以免危害工人肺、皮肤等。

⑤严格执行安全生产管理制度，确保施工过程中不发生任何安全事故。

⑥水上作业人员必须佩戴安全帽、穿救生衣、系安全带、穿防滑鞋。作业平台上需备足并正确放置救生设备（救生衣、救生圈、救生绳等）。严格落实水上作业安全技术措施，未经落实时不得进行施工。

⑦高处及水上作业中的安全标志、工具、仪表、电气设施和各种设备，必须在施工前进行检查，确认其完好，方能投入使用。

⑧水上作业人员，必须经过专业技术培训，做到持证上岗，并必须定期进行体格检查。

⑨对水上作业的安全防护设施必须经常检查，发现有缺陷和隐患时，必须及时解决；危及人身安全时，必须停止作业。

⑩水上作业平台上所用的物料，均应堆放平稳，不妨碍通行和装卸。工具应随手放入工具袋；作业中平台应随时清扫干净；拆卸下的物件及余料和废料均应及时清理运走，不得任意乱置或向下丢弃。

⑪水上作业平台周边必须设置防护栏杆，如设置防护栏杆有困难的，工人作业必须系安全带。水上作业应有牢固的立足作业平台，临边防护要

符合规定。

## (2) 环保措施

①所用的涂料应符合国家有关建筑装饰装修材料有害物质限量标准的规定。涂饰工程因施工面积大，所用材料如不符合有关环保要求的，将严重影响装饰装修后的室内环境质量，应使用绿色环保产品。

②施工过程中，应做好半成品、产品的保护，防止对周围环境造成污染。

③每天收工后尽量不剩涂料材料，不准乱倒，应收集后集中处理，废弃物（如废油桶、油刷、棉刷等）按环保要求分类堆放指定地点。

④建筑垃圾应及时清理、集中堆放，覆盖，运出施工场地。

## 3 项目实施安排

### 3.1 项目实施备前的准备工作（略）

### 3.2 项目设计单位

常州市水利规划设计研究院有限公司。

### 3.3 施工单位的选择选用计划（略）

### 3.4 施工方案

#### 3.4.1 金属结构维修养护

一、工程地点：

场北河南枢纽。

二、对外交通条件



工程区内交通便利，有多条公路可进入工程区内。

### 三、供水、用电条件：

工程施工用水考虑就近直接取用河水，施工人员的生活用水可接入区域自来水网。工程施工用电，利用工程所在地的电网供电，在 1km 范围内都能就近解决。

### 四、施工内容

#### 1. 卷扬启闭机大修

卷扬启闭机大修项目如下：

- 1) 减速器及开式齿轮装置检修；
- 2) 制动器检修；
- 3) 联轴器检修；
- 4) 滑轮组检修；
- 5) 卷筒组检修；
- 6) 钢丝绳检修；
- 7) 吊钩、吊具和抓梁检修；
- 8) 钢结构机架检修；
- 9) 其他检修项目。

具体大修流程参照《水利工程卷扬式启闭机检修技术规程（DB32/T 2948-2016）》章节 6 大修执行。

大修完成后应参照《水利工程卷扬式启闭机检修技术规程（DB32/T 2948-2016）》附录 C 卷扬式启闭机大修内容及质量检查（检测）记录出具相关检测记录表。

## 3.4.2 机组大修

### 3.4.2.1 大修内容

1、竖井式贯流泵主机组大修主要包含以下内容：

#### (1) 主水泵：

1) 主轴、转轮室内壁、导水帽等部件表面浮锈、杂质清铲，防腐处理；

2) 机组的同轴度、水平、中心、各部分间隙测量调整；

3) 水泵主轴填料密封、水泵推力轴承、导轴承密封件更换；

4) 泵轴轴颈研磨（若轴颈磨损严重或缺损，需返厂堆焊轴颈处理）；

5) 油润滑水泵导轴承解体并研刮（若存在烧瓦现象，需更换导轴承）；

6) 清理水导轴承油箱、油盆、管道，采购并更换新润滑油；

7) 水导轴承箱及油管道耐压整组试验；

8) 推力轴承及油箱的检查、清理，采购并更换新润滑油；

9) 传动机构的检修和处理，更换尼龙柱销；

10) 测温元器件的检修和处理；

11) 供水系统检查、处理及整组试验。

#### (2) 主电机：

1) 电动机表面清尘，轴承检查维护，更换油脂。

2) 电动机绝缘检测，电气试验（若绝缘不合格，需返厂绕组浸漆处理）；

3) 冷却器的检查、管道清理、耐压试验；

#### (3) 齿轮箱：

齿轮箱常规检查，采购并更换润滑油

(3) 机组整组调试、试运行。

(4) 机组油漆出新（含竖井墙壁、水泵基坑墙壁涂料出新恢复）。

### 3.4.2.2 机组大修施工方案

#### 一、机组大修准备

1、人员、技术及资料的准备；

2、备品备件、大修材料的准备；

3、检修过程中使用的工、器具准备齐全，需特别加工制作的专用工具已制造完成；

4、检修过程中的安全技术保障措施落实到位，确保人员、设备等在安全可靠的环境中进行；

5、站房内的桥式起重机或电动葫芦等起重设备检测完毕，具备使用条件；

6、关闭检修闸门，准备排水泵及相应水管，做好水泵进出水（池）流道渗漏水排水准备工作；

7、专业潜水员进行水下检查，主要是检修门槽和进出水流道的检查，并做好闸门的堵漏工作；

#### 二、机组大修场地布置和安全措施

1、机组大修的场地布置。在考虑各部件的吊放位置时，除需考虑各部件的外部尺寸，安排合适的吊放位置外，还应根据部件的重量，考虑地面承载能力及对检修工作面和交叉作业是否影响；地面防护采用胶木衬垫，防止硬物划伤地坪，并在施工区域满铺彩条布防油洒落。因防护措施

不到位造成的损伤由施工单位无偿修复。

2、机组大修时，应有专职安全员负责安全工作，应符合安全标准化施工要求，落实安全措施。如工作票制度，检查各种脚手架、安全网、遮栏、工作台、起重工具、吊具、行车等，重要起吊设备应按规定试验；

3、检修现场应备足消防器材，现场使用明火必须按规定进行，并有专人监护；

4、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；

5、对大修中所需的专用工具、支架等应预先准备和制作，需要运出站外修理的部件应事先准备搬运工具和联系加工单位，避免机组解体后停工待料，影响机组大修进度；

6、检修期间应做好流道排水设备的检查和保养，加强排水值班，防止大修期间水泵层进水；

7、为避免对防汛工作产生影响，机组大修安排在汛后实施。

### 三、施工工序及工艺要求

#### （一）机组解体

##### 1、一般要求

（1）机组解体的顺序按先外后内，先电机后水泵，先部件后零件的程序进行。

（2）各连接部件拆卸前，查对原位置记号或编号，如不清楚重新做好标记，确定相对方位，使重新安装后能保持原配合状态。拆卸有记录，总装时按记录安装。

(3) 零部件拆卸时，先拆销钉，后拆螺栓。

(4) 螺栓按部位集中涂油或浸在油内存放，防止丢失、锈蚀。

(5) 零件加工面不得敲打或碰伤，如有损坏及时修复。清洗后的零部件分类存放，各精密加工面，如镜板面等，擦干并涂防锈油，表面覆盖毛毡；其它零部件要用干净木板或橡胶垫垫好，避免碰伤，上面用布或毛巾盖好，防止灰尘杂质侵入；大件存放用木方或其它物件垫好，避免损坏零部件的加工面或地面。

(6) 零部件清洗时，宜用专用清洗剂清洗，周边无零碎杂物或其它易燃易爆物品，严禁火种。

(7) 螺栓拆卸时用套筒扳手、梅花扳手、开口扳手和专用扳手。锈蚀严重的螺栓拆卸时，先用松锈剂、煤油或柴油浸润，然后用手锤从不同方位轻敲，使其受振松动后再拆卸。精制螺栓拆卸时，加垫铜棒或硬木后用手锤敲打。

(8) 各零部件除结合面和摩擦面外，清理干净，涂防锈漆。油槽及充油容器内壁涂耐油漆。

(9) 各管道或孔洞口，用木塞或盖板封堵，压力管道加封盖，防止异物进入或介质泄漏。

(10) 清洗剂、废油回收并妥善处理，避免成污染和浪费。

(11) 部件起吊前，对起吊器具进行详细检查，核算允许载荷，试吊以确保安全。

(12) 机组解体过程中，应注意原始资料的搜集，对原始数据必须认真测量、记录、检查和分析。

(13) 机组解体中应收集的原始资料主要包括（具体表示件附录 A.3.3）：

- ① 间隙的测量记录，包括轴瓦间隙、水泵叶片与叶轮室径向间隙等；
- ② 叶片、叶轮室汽蚀情况的测量记录，包括汽蚀破坏的方位、区域、程度等，严重的应绘图和拍照存档；
- ③ 磨损件的测量记录，包括轴瓦的磨损、轴颈的磨损、密封件的磨损等，对磨损的方位、程度详细记录；
- ④ 固定部件同轴度、垂直度（水平）和机组关键部件高程的测量记录；
- ⑤ 转动轴线的摆度、垂直度（水平）的测量记录；
- ⑥ 关键部位螺栓、销钉等紧固情况的记录，如叶轮连接螺栓、主轴连接螺栓、基础螺栓、及机架螺栓等；
- ⑦ 各部位漏油、甩油情况的记录；
- ⑧ 零部件的裂纹、损坏等异常情况记录，包括位置、程度、范围等，并应有综合分析结论；
- ⑨ 电动机绝缘主要技术参数测量记录；
- ⑩ 其它重要数据的测量记录。

### 3、卧式机组解体

(1) 关闭进、出水流道检修闸门，排空流道内积水，打开流道进人孔。

(2) 关闭或封闭相应的连接管道或闸阀，拆卸油、水连接管路。

(3) 拆卸电动机定、转子连线，拆卸电动机与变速箱联轴器螺栓，

测量电动机与变速箱联轴器间隙和同轴度并记录，拆卸电动机地脚螺栓，吊出电动机。

(4) 拆卸变速箱与水泵联轴器螺栓，测量变速箱与水泵联轴器间隙和同轴度并记录，拆卸变速箱地脚螺栓，吊出齿轮箱。

(5) 拆卸泵轴密封装置。

(6) 选取其中一只叶片为基准，按四个方位盘车测量叶片与叶轮室径向间隙。选用塞尺或楔形竹条尺和外径千分尺配合。在叶片进、出水边测量，列表记录，并拆分叶轮室，吊出上半部分。① 前置水泵导轴承（筒支结构）拆卸。

a 拆卸水泵前锥管上半部分、水导轴承端盖。

b 用塞尺测量水泵导轴承上部间隙并记录。

c 拆卸轴承盖和轴承体上半部；

d 将水泵主轴在导叶体处垫实，拆卸短轴。

e 将叶轮与水泵主轴用行车锁定或千斤顶支撑牢固，拆卸叶轮与水泵轴联结螺栓、定位销。

f 拆卸推力轴承座与底板联结螺栓，将调节机构拉杆向外调节，同时泵轴向外平移。

g 拆卸调节机构拉杆联结螺栓，吊出叶轮。

② 后置水泵导轴承（悬臂结构）拆卸。

A 导叶体分半结构形式：

a 将叶轮与水泵主轴用行车锁定或千斤顶支撑牢固，拆卸叶轮与水泵轴联接螺栓、定位销；

- b 拆卸调节机构拉杆联接螺栓，吊出叶轮；
- c 拆卸导叶体上半部分，拆卸水泵导轴承端盖、密封装置；
- d 用塞尺测量水泵导轴承上部间隙并记录；
- e 拆卸水泵导轴承盖和轴承体上半部。

B 导叶体整体结构形式：

a 将叶轮与水泵主轴用行车锁定或千斤顶支撑牢固，拆卸叶轮与水泵轴联接螺栓、定位销；

- b 拆卸调节机构拉杆联接螺栓，吊出叶轮；
- c 拆卸水泵导轴承端盖、密封装置；
- d 用塞尺测量水泵导轴承上部间隙并记录；

e 用拉杆将水泵导轴承拉出轴承承插口止口，拆卸水泵导轴承上下半部定位销、连接螺栓，分半吊出。

(8) 拆卸推力轴承座两边压盖和轴承盖，拆卸推力轴承的轴承体上半部。

(9) 用专用工具、手拉葫芦和行车配合，平移吊出主轴。

(10) 检查测量叶片、叶轮体和叶轮室的汽蚀破坏方位、面积、深度等情况并记录。

(11) 拆卸轴承和轴承垫，拆卸卡环和水泵联轴器。

(12) 检查推力轴承和水泵导轴承磨损情况并记录，检查轴套轴颈和填料轴颈磨损情况并记录。

(13) 同轴度的测量：将水泵导轴承窝上下部分、推力轴承箱与底板螺栓按原位置重新连接牢固，在机组前后两端分别固定装有求心器、磁性



座百分表的横梁。求心器钢琴线两端悬挂重锤，初调求心器使钢琴线居于水泵导轴承前后承插口止口中心，然后使用内径千分尺电气回路法测量，调整钢琴线至水泵导轴承前后承插口止口中心四个方位的距离偏差不大于 0.05 mm，最后使用内径千分尺及专用加长杆测量水泵导轴承承插口止口、叶轮室和推力轴承箱的上、下和左、右四个方位的距离，列表记录。

(14) 测量各主要安装控制面原始高程及推力轴承箱与叶轮室中心相对位置。

## (二) 部件检修

### 1、水泵叶轮和叶轮室

(1) 叶片的检修工艺和质量标准应符合表 3 的规定。

表 3 叶片的检修工艺和质量标准

检 修 工 艺	质 量 标 准
1、检查叶片气蚀情况：用软尺测量气蚀破坏相对位置；用稍厚白纸拓图测量气蚀破坏面积；用探针或深度尺等测量气蚀破坏深度；用胶泥涂抹法称重比例换算法测量失重。	1、符合要求。
2、叶片气蚀的修补：用抗气蚀材料修补，靠模砂磨。	2、表面光滑，叶型线与原叶型一致。
3、叶片称重。	3、叶片称重，同一个叶轮的单个叶片重量偏差允许为该叶轮叶片平均重量的±3%（叶轮直径小于 1m）或±5%（叶轮直径大于等于 1m）。

(2) 叶轮室的检修工艺和质量标准应符合表 4 的规定。

表 4 叶轮室的检修工艺和质量标准

检 修 工 艺	质 量 标 准
---------	---------

检修工艺	质量标准
1、检查叶轮室气蚀情况：用软尺测量气蚀破坏位置；用稍厚白纸拓图测量气蚀破坏面积；用探针或深度尺等测量气蚀破坏深度；检查不锈钢衬套有无脱壳、裂缝等现象。	1、符合要求。
2、叶轮室气蚀修补：用抗气蚀材料修补，靠模砂磨。	2、表面光滑，靠模检查基本符合原设计要求。
3、检查叶轮室组合面有无损伤，更换密封垫。测量叶轮室内径，检查组合后的叶轮室内径圆度。	3、叶轮室内径圆度，按上、下止口位置测量，所测半径与平均半径之差不应超过叶片与叶轮室设计间隙值的±10%。

(3) 叶轮体静平衡试验的检修工艺和质量标准应符合表 5 的规定。

表 5 叶轮体静平衡试验的检修工艺和质量标准

检修工艺	质量标准
<p>根据叶轮磨损程度，叶轮体作卧式静平衡试验：</p> <p>(1) 将叶轮和平衡轴组装后吊放于平衡轨道上，并使平衡轴线与平衡轨道垂直。</p> <p>(2) 轻轻推动叶轮，使叶轮沿平衡轨道滚动；待叶轮静止下来后，在叶轮上方划一条通过轴心的垂直线。</p> <p>(3) 在这条垂直线上的适当点加上平衡配重块，并换算成铁块重或灌铅重量。</p> <p>(4) 继续滚动叶轮，调整配重块大小或距离（此距离应考虑便于加焊配重块），直到叶轮出现随意平衡位置。</p>	<p>(1) 平衡轨道长度宜为 1.25m~1.50m 上。</p> <p>(2) 平衡轴与平衡轨道均应进行淬火处理，其 RC=55°~57°。淬火后表面应进行磨光处理。</p> <p>(3) 平衡轨道水平偏差应小于 0.03mm/m，两平衡轨道的不平行度应小于 1mm/m。</p> <p>(4) 允许残余不平衡重量应符合设计要求。</p>

## 2、电动机

(1) 电动机定子的检修工艺和质量标准应符合表 6 的规定。

表 6 电动机定子的检修工艺和质量标准

检修工艺	质量标准
------	------

检 修 工 艺	质 量 标 准
1、检修前对定子进行试验，包括：测量绝缘电阻和吸收比，测量绕组直流电阻，测量直流泄漏电流，进行直流耐压试验。	1、符合规范。
2、定子绕组端部的检修：检查绕组端部的垫块有无松动，如有松动应垫紧垫块；检查端部固定装置是否牢靠、线棒接头处绝缘是否完好、极间连接线绝缘是否良好。如有缺陷，应重新包扎并涂绝缘漆或拧紧压板螺母，重新焊接线棒接头。线圈损坏现场不能处理的应返厂处理。	2、绕组端部的垫块无松动、端部固定装置牢靠、线棒接头处绝缘完好、极间连接线绝缘良好。
3、定子绕组槽部的检修：线棒的出槽口有无损坏，槽口垫块有无松动，槽楔和线槽是否松动，如有凸起、磨损、松动，重新加垫条打紧；用小锤轻敲槽楔，松动的则更换槽楔；检查绕组中的测温元件是否损坏。	3、线棒的出槽口无损坏，槽口垫块无松动，槽楔和线槽无松动，绕组中的测温元件完好。
4、定子铁芯和机座的检修：检查定子铁芯齿部、轭部的固定铁芯是否松动，铁芯和漆膜颜色有无变化，铁芯穿心螺杆与铁芯的绝缘电阻。如固定铁芯产生红色粉末锈斑，说明已有松动，须清除锈斑，清扫干净，重新涂绝缘漆。检查机座各部分有无裂缝、开焊、变形，螺栓有无松动，各接合面是否接合完好，如有缺陷应修复或更换。	4、定子铁芯齿部、轭部的固定铁芯无松动，铁芯和漆膜颜色无变化，铁芯穿心螺感杆与铁芯的绝缘电阻在 $10M\Omega \sim 20M\Omega$ 以上，机座各部分无裂缝、开焊、变形，螺栓无松动，各接合面接合完好。
5、清理：用压缩空气吹扫灰尘，铲除锈斑，用专用清洗剂清除油垢。	5、干净、无锈迹。
6、干燥：先通以定子额定电流的 30% 预烘 4h，然后以 5A/h 的速率将温度升至 $75^{\circ}\text{C}$ ，每小时测温一次，保温 24h，每班测绝缘电阻一次，然后再以 5A/h 的速率将温度上升到 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，保温至绝缘电阻在 $30M\Omega$ 以上，吸收比大于或等于 1.3 后，保持 6h 不变。	6、干燥后绝缘电阻在 $30M\Omega \sim 50M\Omega$ ，吸收比大于或等于 1.3，保持 6h 不变。
7、喷漆及烘干： (1) 待定子温度冷却至 $(65 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 时测绝缘电	7、表面光亮清洁，绝缘电阻符合要求。

检 修 工 艺	质 量 标 准
<p>阻合格后，用无水 0.25 MPa 压缩空气吹除定子上的灰尘，然后用干净漆刷蘸 6431 环氧绝缘漆淋浇线圈端部或用喷枪在降低压力下喷浇，漆的粘度在（40~49）恩格勒（15℃~20℃）。</p> <p>（2）静放 30min，滴干或揩除漆瘤。</p> <p>（3）敞开升温到（90±5）℃，保温 8h。</p> <p>（4）趁热喷 6431 环氧漆，粘度同浇漆。空气中凉干 2h 后，补漏喷处。</p> <p>（5）喷漆后烘干，升温到（75±5）℃恒温 4h，再升到（90±5）℃保持漆膜固化约 24h~36h。</p>	

（2）电动机转子的检修工艺和质量标准应符合表 7 的规定。

表 7 电动机转子的检修工艺和质量标准

检 修 工 艺	质 量 标 准
1、检修前测量转子励磁绕组的直流电阻及其对铁芯的绝缘电阻，必要时进行交流耐压试验，判断励磁绕组是否存在接地、匝间短路等故障。	1、符合规范。
2、检查转子槽楔、各处定位、紧固螺钉有无松动，锁定装置是否牢靠，通风孔是否完好，如有松动则应紧固。	2、绕组端部的垫块无松动、端部固定装置牢靠、线棒接头处绝缘完好、极间连接线绝缘良好。
3、检查风扇环，用小锤轻敲叶片是否松动、有无裂缝，如有应查明原因后紧固或焊接。	3、无松动、无裂缝。
4、检查滑环对轴的绝缘及转子引出线的绝缘材料有无损坏，如引出线绝缘损坏，则对绝缘重新进行包扎处理；检查引出线的槽楔有无松动，如松动应紧固引出线槽楔。	4、引出线槽楔紧固，绝缘符合要求。
5、清理：用压缩空气吹扫灰尘，铲除锈斑，用专用清洗剂清除油垢。	5、干净、无锈迹。
6、干燥：先通以额定电流的 35%预烘 4h，然后以 10A/h 的速率将温度升至 75℃并保温 16h，再	6、干燥后，绝缘电阻在 5 MΩ~10MΩ，吸收比大于或等于 1.3，保持

检修工艺	质量标准
以 10A/h 的速率将温度上升到 (105±5)℃，保温至绝缘电阻在 5MΩ 以上，吸收比大于或等于 1.3 后，保持 6h 不变。	6h 不变。
7、喷漆及烘干：方法同 6.2.1 定子喷漆及烘干。	7、表面光亮清洁，绝缘电阻符合要求。

### 3、机组主轴及轴颈

(1) 水泵导轴颈的检修工艺和质量标准应符合表 8 的规定。

**表 8 水泵导轴颈的检修工艺和质量标准**

检修工艺	质量标准
1、检查水泵轴颈表面应无轻微伤痕、锈斑等缺陷，如有应用细油石沾透平油轻磨，消除伤痕、锈斑后，再用透平油与研磨膏混合研磨抛光轴颈。	1、表面应光滑、粗糙度符合设计要求。
2、水泵轴颈表面有严重锈蚀或单边磨损超过 0.10mm 时，应加工抛光；单边磨损超过 0.20mm 或原镶套已松动、轴颈表面剥落时，应采用不锈钢材料喷镀修复或更换不锈钢套。	2、符合设计要求。

(2) 机组主轴弯曲的检修工艺和质量标准应符合表 9 的规定。

**表 9 机组主轴弯曲的修复的检修工艺和质量标准**

检修工艺	质量标准
架设百分表，盘车测量轴线，检查弯曲方位及弯曲程度。如弯曲超标，可采用热胀冷缩原理进行处理，要求严格掌握火焰温度，加热的位置、形状、面积大小及冷却速度，并不断测量；严重时送厂方维修。	1、符合原设计要求。

### 4、水泵导轴承

(1) 卧式油润滑筒形导轴承的检修工艺和质量标准应符合表 10 的规定。

表 10 卧式油润滑筒形导轴承的检修工艺和质量标准

检修工艺	质量标准
1、检查轴瓦的磨损程度，如磨损过度，间隙数值超过规范要求，可采取喷镀轴颈或返厂重新浇铸轴瓦，再经过研刮，达到设计要求。	1、轴瓦总间隙为轴颈直径的 1/1000 左右。轴瓦研刮要求：下部轴瓦与轴颈接触角为 60°，沿轴瓦长度全部均匀接触，每 cm <sup>2</sup> 应有 1~3 个接触点。

### 5、推力轴承

(1) 卧式机组推力轴承的检修工艺和质量标准应符合表 11 的规定。

表 11 卧式机组推力轴承的检修工艺和质量标准

检修工艺	质量标准
1、检查轴承滚动面，应无损伤或裂纹等现象，如有损伤或裂纹，轴承应更换。	1、轴承滚动面完好。
2、检查轴承表面，应无热变色或电蚀损伤，如有轴承应更换。轴承表面锈蚀，用钢丝轮或细砂布除去。	2、轴承应无损伤，轴承游隙及旋转精度满足设计要求。

### 6、测温系统

(1) 测温系统的检修工艺和质量标准应符合表 12 的规定。

表 12 测温系统的检修工艺和质量标准

检修工艺	质量标准
1、检查电动机及轴承的测温元件及线路应完好。	1、完好。
2、检查测温装置所显示温度与实际温度应相符，有温度偏差则查明原因，校正误差或更换测温元件。	2、所测温度应与实际温度相符，偏差不宜大于 3℃。

### 6、齿轮变速箱

(1) 齿轮变速箱的检修工艺和质量标准应符合表 13 的规定。

表 13 齿轮变速箱的检修工艺和质量标准

检 修 工 艺	质 量 标 准
1、检查联轴器、键及键槽应完好，损坏则更换。	1、完好。
2、检查两端轴承和密封是否完好，损坏则更换。	2、完好。
3、如齿面存在偏磨情况应检查齿轮啮合情况，通过检查和调整两端轴承确保齿轮啮合完好。	3、齿轮应完全啮合。
4、如齿面存在拉毛现象，应采用研磨膏研磨；检查齿轮润滑油情况。	4、润滑油标号正确，润滑油路通畅。
5、如存在局部断齿，应采用堆焊重新加工恢复，否则应更换新齿轮。	5、齿轮完好，齿根无裂纹。
6、清洗水冷却器，去除油污，仔细擦抹干净，用试压泵进行水压试验，检查应无渗漏。如铜管有砂孔，或裂缝应用铜、银焊补或更换铜管。	6、畅通、无渗漏。
7、检查测温装置所显示温度与实际温度应相符，有温度偏差则应查明原因，校正误差或更换测温元件。	7、所测温度应与实际温度相符，偏差不宜大于 3℃。

### (三) 机组安装

#### 1、一般要求

(1) 机组组装在解体、洁理、保养、检修后进行，组装后机组固定部件的中心与转动部件的中心重合，各部件的高程和相对间隙符合规定。固定部分的同轴度、高程，转动部分的轴线摆度、垂直度(水平)、中心、间隙等是影响安装质量的关键。

(2) 机组组装按照先水泵后电动机、先固定部分后转动部分、先零件后部件进行。

(3) 各部件结合组装前，查对记号或编号，使复装后能保持原配合状态，总装时按记录安装。

(4) 总装时先装定位销钉，再装紧固螺栓：螺栓装配时配用套筒扳手、梅花扳手、开口扳手和专用扳手；各部件的螺栓安装时，在螺纹处涂

上铅油，螺纹伸出一般为 2~3 牙为宜，以免锈蚀后难以拆卸。

(5) 组装时各金属滑动面涂油脂；设备组合面光洁无毛刺。

(6) 部件法兰面的垫片，如石棉、纸板、橡皮板等。拼接或胶接正确，以便安装时按原状配。平垫片用燕尾槽拼接，O 型固定密封圈宜用胶接。

(7) 法兰连接的 O 型密封圈沟槽，其三角形沟槽、矩形沟槽选用符合下表的要求。

表 14 法兰三角形槽用 O 型密封圈尺寸 单位：毫米

O 型密封圈直径	1.9	2.4	3.1	3.5	5.7	8.6	12
三角形槽宽	2.5	3.2	4.2	4.7	7.5	11	16.5

表 15 法兰矩形沟槽用 O 型密封圈尺寸 单位：毫米

槽宽	2.5	3.2	4.4	7
槽深	1.5	1.9	2.5	5
O 型密封圈直径	1.9	2.4	3.1	5.7

(8) 水泵及电动机组台面的合缝检查符合下列要求：

- ① 合缝间隙一般可用 0.03mm 塞尺检查，不得通过。
- ② 当允许有局部间隙时，可用不大于 0.10mm 塞尺检查，深度不超过组合面宽度的 1/3，总长不超过周长的 20%。
- ③ 组合缝处的安装面高差不超过 0.10mm。

(9) 各连接部件的销钉、螺栓、螺帽，均按设计要求锁定或点焊牢固。有预应力要求的连接螺栓测量紧度，并符合设计要求。部件安装定位后，按设计要求装好定位销。



(10) 对重大的起重、运输制订操作方案和安全技术措施；对起重机各项性能要预先检查、测试，并逐一核实。

(11) 安装电动机时，采用专用吊具。

(12) 严禁以管道，设备或脚手架、脚手平台等作为起吊重物的承力点，凡利用建筑结构起吊或运输大件进行验算。

(13) 油压、水压、渗漏试验。按设计要求进行油压试验或水压试验、渗漏试验，未作规定时可按如下要求试验：

① 强度耐压试验。试验压力为 1.5 倍额定工作压力，保持压力 10min，无渗漏和裂缝现象。

② 严密性耐压试验。试验压力为 1.25 倍额定工作压力，保持压力 30min，无渗漏现象。

③ 油槽等开敞式容器进行煤油渗漏试验时，至少保持 4h。

(14) 机组检修安装后，设备、部件表面清理干净，并按规定的涂色进行油漆防护，涂漆均匀、无起泡、无皱纹现象。设备涂色若与厂房装饰不协调时，除管道涂色外，可作适当变动。阀门手轮、手柄涂红色。并标明开关方向。铜及不锈钢阀门不涂色。阀门编号。管道上用白色箭头(气管用红色)表明介质流动方向。

表 16 设备涂色符合下表的规定

序号	设备名称	颜色	序号	设备名称	颜色
1	泵壳内表面、叶榫、导叶等过水面	红	8	回油管、排油管、溢油管、污油罐	黄
2	水泵外表面	兰灰或果绿	9	技术供水进水管	天蓝
3	电动机轴和水泵轴	红	10	技术供水排水管	绿

序号	设备名称	颜色	序号	设备名称	颜色
4	水泵、电动机脚踏板、回油箱	黑	11	生活用水管	蓝
5	栏杆（不包括镀铬栏杆）	银白或米黄	12	污水管及一般下水道	黑
6	附属设备：压油罐、储气罐	兰灰或浅灰	13	消防水管及消火栓	橙黄
7	压力油管、进油管、净油管	红	14	阀门及管道附件	黑

## 2、卧式机组安装质量标准

(1) 水泵安装应满足以下要求

① 安装好的叶轮，其密封环处和轴套外圆的摆度值应不大于表 17 规定的允许值。泵轴摆度值应不大于 0.05mm。

表 17 水泵叶轮密封环和轴套外圆允许摆度值 单位：毫米

水泵进口口径	≤260	≤500	≤800	≤1250	>1250
径向晃动值	0.08	0.10	0.12	0.16	0.20

② 叶轮与轴套的端面应与轴线垂直。

③ 密封环与泵壳间的单侧径向间隙，一般应为 0.00~0.03mm。

④ 密封环和叶轮配合的单侧径向间隙，应符合表 18 的规定。

表 18 水泵密封环单侧径向间隙 单位：毫米

叶轮密封环处直径	φ 120~180	φ 180~260	φ 260~360	φ 360~500
密封环每侧径向间隙	0.20~0.30	0.25~0.35	0.30~0.40	0.40~0.60

⑤ 密封环处的轴向间隙应大于 0.5mm~1mm。

⑥ 填料密封的安装质量应符合如下要求：

a 填料函内侧，挡环与轴套的单侧径向间隙，应为 0.25mm~0.50mm；

b 水封孔道畅通，水封环应对准水封进水孔；

c 填料接口严密，两端搭接角度一般宜为 45°，相邻两层填料接口

宜错开  $120^{\circ} \sim 180^{\circ}$  ；

d 填料压盖应松紧适当，与轴周径向间隙应均匀。

⑦ 水泵安装的轴向、径向水平偏差应不超过  $0.1\text{mm/m}$ 。水平测量应以水泵的水平中开面、轴的外伸部分、底座的水平加工面等为基准。

⑧ 联轴器安装质量应符合如下要求：

a 联轴器应根据不同配合要求进行套装，套装时不应直接用铁锤敲击；

b 弹性联轴器的弹性圈和柱销应为过盈配合；过盈量宜为  $0.2\text{mm} \sim 0.4\text{mm}$ 。柱销螺栓应均匀着力，当全部柱销紧贴在联轴器螺孔一侧时。另一侧应有  $0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$  的间隙；

c 盘车检查两联轴器的同轴度，其允许偏差应符合表 19 的规定；

d 弹性联轴器的端面间隙应符合表 20 的规定，并应不小于实测的轴向窜动值。

表 19 联轴器同轴度允许偏差值

单位：毫米

转速 r/min	刚性连接		弹性联结	
	径向	端面	径向	端面
1500~750	0.10	0.05	0.12	0.08
750~500	0.12	0.06	0.16	0.10
<500	0.16	0.08	0.24	0.15

表 20 弹性联轴器的端面间隙

单位：毫米

轴孔直 径	标准型			轻型		
	型号	最大外径	间隙	型号	最大外径	间隙
25~28	B1	120	1~5	Q1	105	1~4
30~38	B2	140	1~5	Q2	120	1~4
35~45	B3	170	2~6	Q3	145	1~4

40~55	B4	190	2~6	Q4	170	1~5
45~65	B5	220	2~6	Q5	200	1~5
50~75	B6	260	2~8	Q6	240	2~6
70~95	B7	330	2~10	Q7	290	2~6
80~120	B8	410	2~12	Q8	350	2~8
100~ 150	B9	500	2~15	Q9	440	2~10

(2) 电动机安装质量应满足下列要求:

① 卧式水泵安装应以水泵为基准找正。初步调整轴承孔中心位置, 其同轴度偏差应不大于 0.1mm; 轴承座的水平偏差轴向应不超过 0.2mm/m, 径向应不超过 0.1mm/m。

② 主电动机轴联轴器应按水泵联轴器找正, 其同轴度应不大于 0.04mm, 倾斜度应不大于 0.02mm/m。

③ 主轴连接后, 应盘车检查各部分摆度, 其允许偏差应符合如下要求:

a 各轴颈处的摆度应小于 0.03mm;

b 联轴器侧面的摆度应小于 0.10mm;

(3) 轴承安装质量应满足下列要求:

① 滑动轴承的安装应符合如下要求:

a 圆柱面配合的轴瓦与轴承外壳, 其上轴瓦与轴承盖间应无间隙, 且有 0.03mm~0.05mm 紧量, 下轴瓦与轴承座接触应紧密, 承力面应达 60% 以上;

b 轴瓦合缝放置的垫片, 在调整顶间隙增减垫片时, 两边垫片的总厚度应相等; 垫片不应与轴接触, 离轴瓦内径边缘宜不超过 1mm;

c 球面配合的轴瓦与轴承,球面与球面座的接触面积应为整个球面的75%左右,并均匀分布,轴承盖拧紧后,球面瓦与球面座之间的间隙应符合设计要求,组合后的球面瓦和球面座的水平结合面均不应错口;轴瓦进油孔应清洁畅通,并应与轴承座上的进油孔对正。

② 滚动轴承的安装应符合如下要求:

a 滚动轴承应清洁无损伤,工作面应光滑无裂纹、蚀坑和锈污,滚子和内圈接触应良好,与外圈配合应转动灵活无卡涩,但不松旷;推力轴承的紧圈与活圈应互相平行,并与轴线垂直;

b 滚动轴承内圈与轴的配合应松紧适当,轴承外壳应均匀地压住滚动轴承的外圈,不应使轴承产生歪扭;

c 轴承使用的润滑剂应按制造厂的规定,轴承室的注油量应符合要求;

d 采用温差法装配滚动轴承,被加热的轴承其温度应不高于 $100^{\circ}\text{C}$ 。

e 有绝缘要求的轴承,装配后对地绝缘电阻宜不小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。绝缘垫板应使用整张的,厚度宜为 $3\text{mm}$ 。绝缘垫板应较轴承座的四周凸出 $10\text{mm}\sim 15\text{mm}$ ,检查轴承座与基础板组合缝,应满足7.1.8要求。

f 主轴承位置的确定,应考虑电动机运行时转子受热膨胀值,可将轴承中心长度放宽 $1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ 。

### 3、卧式机组安装

(1) 电动机的安装。

① 清理零部件,加工面先用汽油擦洗干净,再用压缩空气吹干净;机座、端盖内表面、轴承盖、转轴等非配合面清理干净后喷漆。

- ② 将两端轴承内盖装于电机轴上。
- ③ 将轴承清洗干净，采用热套法装配。
- ④ 采用专用吊装工具将转子吊起穿入定子。
- ⑤ 安装两端的挡风板；安装两端轴承端盖。
- ⑥ 安装轴承外盖，按要求加入润滑脂。
- ⑦ 测量电机定、转子之间的空气间隙，如不符合要求，查明原因，妥善处理。

⑧ 安装集电环与电刷。

#### (2) 齿轮变速箱安装。

- ① 清理零部件，箱体内壁采用耐油油漆防护。
- ② 安装冷却盘管，压力试验合格。
- ③ 采用热套法分别装配主、从动齿轮两端轴承。
- ④ 安装主、从动齿轮，检查齿轮啮合情况。
- ⑤ 在结合面上涂密封胶，安装箱体上盖。
- ⑥ 调整轴承间隙，安装齿轮轴轴伸端密封装置及端盖。
- ⑦ 清洗轴颈，采用热套法安装两端联轴器。

#### (3) 调整卧式水泵水平度。

- ① 清洗水泵导轴承体。
- ② 将水泵导轴承体下半部安装在轴承座上。
- ③ 选择水泵导轴承体下半部合缝面粗糙度比较高的位置，用框式水平仪放置测量，注意测量时应将框式水平仪调整 1800 测量两次，放置位置应相对固定。

④ 通过调整水泵导轴承体下半部地脚螺栓，保证水泵导轴承体下半部纵横向水平偏差不得超过 0.1 mm/m。

(4) 测量和调整固定部件的同轴度：根据测量记录分析，调整推力轴承箱及叶轮室的中心在规定的范围内。

(5) 推力轴承安装：按键槽方向将轴承压盖、油封、轴承端盖套入泵轴，将轴承和轴承衬套组合套入泵轴。

(6) 前置水泵导轴承（简支结构）安装：

① 将叶轮吊入套进叶片调节机构下拉杆，连接下拉杆连接螺栓；

② 将叶轮与水泵主轴用行车锁定或千斤顶支撑牢固，连接叶轮与水泵轴联接螺栓、定位销；

③ 将水泵主轴在导叶体处垫实，安装短轴；

④ 将已调整好间隙的水泵导轴承体下半部放在轴承座上，将主轴就位；

⑤ 安装水泵导轴承盖和轴承体上半部；

⑥ 用塞尺测量水泵导轴承上部间隙并记录；

⑦ 安装水泵前锥管上半部分、水泵导轴承端盖。

(7) 后置水泵导轴承（悬臂结构）安装：

① 导叶体分半结构形式：

a 将已调整好间隙的水导轴承体下半部放在轴承座上，将主轴就位；

b 安装水泵导轴承盖和轴承体上半部；

c 用塞尺测量水泵导轴承上部间隙并记录；

d 安装导叶体上半部分，安装水泵导轴承端盖、密封装置；

- e 将叶轮吊入套进叶片调节机构下拉杆，连接下拉杆连接螺栓；
- f 将叶轮与水泵主轴用行车锁定或千斤顶支撑牢固，连接叶轮与水泵轴联接螺栓、定位销。

② 导叶体整体结构形式：

- a 分半吊入水泵导轴承上下半部，安装定位销、连接螺栓，将组合好的水泵导轴承顶进轴承承插口止口；
- b 用塞尺测量水泵导轴承上部间隙并记录；
- c 安装水泵导轴承端盖、密封装置；
- d 将叶轮吊入套进叶片调节机构下拉杆，连接下拉杆连接螺栓。
- e 将叶轮与水泵主轴用行车锁定或千斤顶支撑牢固，连接叶轮与水泵轴联接螺栓、定位销。

(8) 连接推力轴承两端轴承盖和压盖，安装油封、密封盒和密封压板。

(9) 连接叶轮室上半部，盘车测量水泵叶片与叶轮室径向间隙并记录。

(10) 安装水泵轴密封装置，压紧填料。

(11) 吊入变速箱，用千斤顶调整联轴器间隙和同心度符合要求，连接变速箱的地脚螺栓和联轴螺栓。

(12) 吊入电动机，用千斤顶调整联轴器间隙和同心度符合要求，连接电动机的地脚螺栓和联轴螺栓。

(13) 连接油、气、水管道。

(14) 进水流道充水。



① 检查、清理流道。

② 封闭进人孔，关闭进水流道放水闸阀。充水使流道中水位逐渐上升，直到流道水位与下游水位持平。

③ 充水时应派专人仔细检查各密封面和结合面，应无渗漏水现象。观察 24 小时，确认无渗漏水现象后，方能提起下游进水闸门。

④ 充水过程中如发现漏水，应立即在漏水处作好记号，关闭流道充水阀，启动检修排水泵，待流道排空，对漏水处进行处理完毕后，再次进行充水试验，直到完全消除漏水现象。

#### (四) 试验

1、机组检修后应对电动机进行试验。主要试验项目应包括：

- (1) 绕组的绝缘电阻、吸收比试验；
- (2) 绕组的直流电阻试验；
- (3) 定子绕组的直流耐压试验和泄漏电流试验；
- (4) 定子绕组的交流耐压试验；
- (5) 转子绕组的绝缘电阻试验；
- (6) 转子绕组的直流电阻试验；
- (7) 转子绕组的交流耐压试验。

2、电动机试验项目与要求应符合表 21 的规定。

表 21 电动机大修试验项目

序号	项目	要求	说明
----	----	----	----

序号	项 目	要 求	说 明
1	绕组绝缘电阻和吸收比	1、绝缘电阻值：①额定电压 3000V 以下者，室温下不应低于 $0.5M\Omega$ ；②额定电压 3000V 及以上者，交流耐压前定子绕组在接近运行温度时的绝缘电阻值应不低于 $UnM\Omega$ （取 $Un$ 的千伏数，下同）；投运前室温下（包括电缆）不应低于 $UnM\Omega$ ；③转子绕组不应低于 $0.5M\Omega$ 。 2、吸收比不小于 1.3。	1、500kW 及以上的电动机，应测量吸收比（或极化指数）； 2、3kV 以下的电动机使用 1000V 兆欧表；3kV 及以上者使用 2500 V 兆欧表； 3、有条件时，应分相测量。
2	绕组的直流电阻	1、3kV 及以上或 100kW 及以上的电动机各相绕组直流电阻值的相互差别不应超过最小值的 2%；中性点未引出者，可测量线间电阻，其相互差别不应超过 1%。 2、应注意相互间差别的历年变化。	
3	定子绕组的泄漏电流和直流耐压试验	1、试验电压：全部更换绕组时为 $3Un$ ；大修或局部更换绕组时为 $2.5Un$ 。 2、泄漏电流相间差别一般不大于最小值的 100%，泄漏电流为 $20\mu A$ 以下者不作规定。 3、500kW 以下的电动机自行规定	有条件时，应分相进行。
4	定子绕组的交流耐压试验	1、大修时不更换或局部更换定子绕组后试验电压为 $1.5Un$ ，但不低于 1000V。 2、全部更换定子绕组后试验电压为 $(2Un+1000)V$ ，但不低于 1500V。	1、低压和 100kW 以下不重要的电动机，交流耐压试验可用 2500V 兆欧表代替。 2、更换定子绕组时工艺过程中的交流耐压试验按制造厂规定。
5	转子绕组交流耐压试验	试验电压为 1000V。	可用 2500V 兆欧表代替。

序号	项 目	要 求	说 明
6	定子绕组极性试验	接线变动时应检查定子绕组的极性与连接应正确。	1、对双绕组的电动机，应检查两分支间连接的正确性。 2、中性点无引出者可不检查极性。

### （五）试运行

- 1、机组大修完成，且试验合格后，应进行大修机组的试运行。
- 2、机组试运行前，由检修单位和运行管理单位共同制定试运行计划。试运行由检修单位负责，运行单位参加。试运行过程中，应做好详细记录。
- 3、机组试运行的主要工作是检查机组的有关检修情况，鉴定检修质量。
- 4、机组试运行时间为带额定负荷连续运行 8 小时。

### （六）完工验收

- 1、机组大修结束且试运行正常后，应进行大修完工验收。大修机组经验收合格，方可投入正常运行。
- 2、完工验收由上级管理单位主持，运行管理单位、检修单位、监理单位 and 上级主管部门参加。
- 3、完工验收的主要工作：
  - （1）检查大修项目是否按要求全部完成；
  - （2）审查大修报告、试验报告和试运行情况；
  - （3）进行机组大修质量鉴定，并对检修缺陷提出处理要求；
  - （4）查机组是否已具备安全运行条件；
  - （5）对验收遗留问题提出处理意见；

(6) 主持机组移交。

4、完工验收工作程序可参照《水利水电建设工程验收规程》有关要求进行。

5、完工验收的成果是机组交接验收报告。验收报告是机组移交和投运的依据。

### 3.4.3 液压系统维修保养

一、工程地点：

遥观北枢纽、马杭枢纽。

二、供水、用电条件：

工程施工用水用电可由枢纽内接取。

三、设计内容

#### 1、大修准备工作

(1) 查阅启闭机运行、维修技术档案准备应包括以下主要内容：

- 1) 运行和检查中发现的缺陷、异常情况及故障处理记录；
- 2) 历次大修总结报告和技术档案；
- 3) 启闭机技术要求和图纸资料；
- 4) 历次检测记录。

(2) 编制大修方案及施工组织计划准备包括以下主要内容：

- 1) 启闭机基本情况、大修的原因；
- 2) 大修项目及进度表，内容应包括检修项目、设备缺陷、运行情况、历次检修遗留问题、采用新技术、新材料和新工艺的建议等；
- 3) 人员组织及具体分工；

- 4) 大修主要步骤和工作程序;
- 5) 外购或运出现场加工项目内容、工期、工程量, 维修过程和出厂验收要求;
- 6) 特殊项目的施工方案;
- 7) 质量保证措施, 内容应包括检修记录、各道工序检验要求;
- 8) 现场安全和环境保护措施;
- 9) 绘制必要的施工图。

(3) 大修场地和设施准备包括以下主要内容:

- 1) 大修宜在现场进行, 现场应有防雨、防尘、消防设施;
- 2) 大修现场对解体部件的放置、吊装工具、各种油料和临时电源等应有合理的安排, 无法在现场更换活塞杆、密封圈和导向套等时, 应做好返回制造厂维修准备;
- 3) 液压油应准备有专用容器存放。

## 2、解体

(1) 液压站及管路解体应包括以下主要内容:

- 1) 排空液压油并清洗油箱, 拆除时油管两端应做封口保护;
- 2) 检查油箱盖板有无渗漏现象;
- 3) 检查管路表面有无裂纹、损, 管内有无堵塞、渗现象。

(2) 液压缸解体包括以下主要内容:

- 1) 拆解缸体、活塞杆、活塞和上、下端盖等部件;
- 2) 检测缸体变形量、表面粗糙度和表面锈蚀等情况, 超出设计标准时应进行现场处理或返回制造厂维修;

3) 检测活塞杆直线度、表面粗度和表面防护层等情况，超出设计标准时应进行现场处理或返回制造厂维修；

4) 检查密封圈的外观、材料、尺寸和硬度等是否正常，密封性能不符合要求应更换；

5) 清洗各部件，检查磨损情况。

(3) 控制保护系统解体包括以下主要内容：

1) 液压缸解体前，应先检查行程检测装置、限位装置是否准确，不符合设计要求应更换；

2) 拆除电缆线两端连接，做好电缆线两端标识，检查电缆线是否破损、老化，检测电缆线的绝缘电阻值；

3) 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。

(4) 承重部件解体应包括以下主要内容：

1) 拆卸各部位连接螺栓、连杆、吊耳，吊座和销轴等；

2) 检查或检测机架、支承件、支铰座和吊耳等的裂缝，缺损，变形和锈蚀情况，检查连接螺栓及机座的基础；

3) 清理机架、支承件、支铰座及基础表面灰尘杂物。

### **3、 组装**

(1) 液压缸组装包括以下主要内容：

1) 依次安装防尘圈、刮污圈、端盖、密封圈和活寒等部件；

2) 组装活塞杆及缸体应采取保护活塞杆表面、缸旁阀组等部件的措施；

3) 连接闸门前检查活塞杆应无变形，活塞杆竖直状态下，其垂直度

应不大于 0.5mm/1000mm，且全长不超过杆长的 1/4000；

4) 装配后的液压缸应运动灵活，外接螺纹、进出油口边缘等应无损伤；5) 液压缸组装完成后，应重新排气并进行耐压试验。

(2) 液压站及管路组装包括以下主要内容：

1) 组装前应清洗油箱，保证油箱清洁度；

2) 油管两端及接头应密封良好；

3) 重新过滤注油，检查液压油牌号、油位和油质，液压油的检查与更换应符合《水利工程液压式启闭机检修技术规程 DB32/T 4636-2024》中 5.2.4 条的规定；

4) 液压站组装后，应对液压系统进行耐压试验。

(3) 承重部件组装包括以下主要内容：

1) 安装连接螺栓、连杆、吊耳、吊座和销轴等；

2) 安装液压缸并紧团螺栓，螺栓、螺母等缺失应补齐，损坏应进行更换；

3) 承重部件组装后表面出现轻微损伤应进行补焊处理，损伤修复后应进行防腐处理。

(4) 控制保护系统组装包括以下主要内容：

1) 安装、调整行程检测装置和限位装置，装置动作应准确可靠，开度显示应与闸门实际位置相符；

2) 按照拆除时电缆线两端的标识及控制保护系统相关图纸，敷设电缆线及保护管，连接应牢固可靠；

3) 按照元器件清单及控制保护系统相关图纸，核对控制柜内元器件

额定电压、额定电流和规格型号等，元器件安装应牢固可靠、布置整齐、标识清楚；

4) 检查控制柜接地情况，接地装置金属截面应满足安全导电要求，两连接处应无锈蚀、松动现象，接地电阻应不大于  $4\Omega$ ；

5) 动力回路，控制回路应无短路及接地故障，绝缘电阻值应不小于  $0.5M\Omega$ ；

6) 电动机应设置热过载保护装置，整定电流为额定电流的 1.1 倍~1.15 倍；

7) 控制柜安全警示标志应齐全，按钮“开、关、停”标识应正确清晰；

8) 自动化控制系统检修应符合 DB32/T 2334.4 的规定。

#### 4、检测

(1) 液压缸检测：

液压缸检测质量标准应符合表 1 的规定：



表 1 液压缸检测质量标准

序号	检测项目名称	检测方法	质量标准或技术要求
1	空载试验	调整系统压力,使液压缸排气后,液压缸在无荷载情况下往复运动2次	不应有爬行、抖动、外部渗油等异常现象
2	最低启动压力试验	活塞停留在无杆腔端盖端,调整溢流阀,使油缸无杆腔压力从零逐渐升高至活塞杆移动,测量活塞杆平稳移动时的最低启动压力	≤0.5 MPa,不应有外泄漏现象
3	外泄漏试验	在额定压力下,将活塞停于液压缸两端,各保压2 min	不应出现外部漏油现象
4	内泄漏试验	在额定压力下,将活塞停于液压缸一端,保压10 min,每min内泄漏量不应超过 $(D^2-d^2)/200$ mL,其中D为缸径(cm),d为活塞杆直径(cm)	测得的内泄量小于允许值
5	耐压试验	当液压缸的额定压力≤6 MPa时,试验压力应为额定压力的1.5倍;当液压缸的额定压力>16 MPa且≤19.2 MPa时,试验压力应为24 MPa;当液压缸的额定压力>19.2 MPa时,试验压力应为额定压力的1.25倍。将活塞分别停在行程两端,在试验压力下保压2 min	不应有外泄漏或破坏现象
6	行程测量	实测值与行程显示值进行比较	液压缸行程应符合设计要求

(2) 液压站检测:

液压站检测质量标准应符合表 2 的规定:

表 2 液压站检测质量标准

序号	检测项目名称	检测方法	质量标准或技术要求
1	空载试验	液压站在无荷载情况下进行至少2次运行,每次运行时间不少于3 min	运行应平稳无异常
2	保压试验	在额定压力下,液压站保压10 min	不应有泄漏和异常现象
3	耐压试验	当液压缸的额定压力≤16 MPa时,试验压力应为额定压力的1.5倍;当液压缸的额定压力>16 MPa且≤19.2 MPa时,试验压力应为24 MPa;当液压缸的额定压力>19.2 MPa时,试验压力应为额定压力的1.25倍。在试验压力下保压2 min	不应有外泄漏或破坏现象
4	油液清洁度检测	油液清洁度检测	符合设计要求
5	液压站运行噪声检测	采用声级计近场测量法测量液压站的运行噪声	噪声值≤85 dB(A)
6	阀组动作试验	灵敏度检测	阀件位置反馈功能应符合设计要求
7	保护功能试验	操作检测	液压站中的滤清器堵塞报警、液位传感器和温度传感器的功能应符合设计要求

## 5、防腐

(1) 启闭机检修安装后，应清理机体表面并进行防腐处理，防腐质量应符合 SL105 的规定。

(2) 油漆涂装前，应彻底清除氧化皮、铁锈、焊渣、油污，灰尘和水分等；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  $40\ \mu\text{m}\sim 80\ \mu\text{m}$ 。

(3) 油涂装颜色应符合 GB/T 3181、DB32/T 3839 的规定，启闭机外壳面漆宜喷涂灰色，旋转部位喷涂红色，警示部位涂色宜采用黄色和黑色相间与水平面成  $45^\circ$  的斜道，电气接地部分涂黄绿相间条纹。

(4) 对设备铭牌、油位观测尺、阀组、滤油器，传感器和仪表等部位不应喷涂油漆。

(5) 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。

(6) 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应符合 S105 的规定。

## 6、试运行

### (1) 试运行前检查

1) 试运行现场应清理干净，闸门门槽应无杂物，保证闸门和液压缸不受卡阻。

2) 各元器件和管路应无损坏和渗漏。

3) 液压站、液压缸和管路等安装应牢固，对采用焊接固定的，应检查焊缝质量是否满足要求；对采用螺栓固定的，应检查螺母是否松动。

- 4) 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。
- 5) 电气设备的安装与接线应正确。

## (2) 试运行

### 1) 空载试验

(a) 启闭机在空载动作试验时不应带任何荷载。

(b) 调整试验系统压力，使液压缸排气后，液压缸在无荷载情况下往复运动 2 次，不应出现外部漏油及爬行等现象。液压缸的试验主要内容应包括最低启动压力、耐压、内泄漏、外泄漏和行程检测等试验项目。液压缸检测质量标准见表 1。

(c) 液压泵第一次启动时，应将液压泵溢流阀全部打开，连续空转 30 min~40min，液压泵不应有异常现象。

(d) 液压泵空转正常后，在监视压力表的同时，将溢流阀逐渐旋紧使管路系统充油，充油时应排除空气，管路充满油后，调整液压泵溢流阀，使液压泵在其工作压力的 25%、50%、75%和 100%的情况下分别连续运转 15min，应无振动、杂音和温升过高等现象。

(e) 液压站的空载运行应平稳无异常，液压站的空载试验主要内容应包括保压、耐压、保护功能、阀件动作反馈和运行噪声等试验项目。液压站的检测质量标准见表 2。

(f) 空载试验完成后，调整液压泵溢流阀，使其压力达到工作压力的 1.1 倍时动作排油，排油时应平稳、无异常。

### 2) 荷载试验

(a) 空载试验完成后，连接闸门对启闭机进行带荷载试运行，荷载

试运行应在设计水头工况下进行如无法达到设计水头工况，应对系统压力进行整定，使启闭荷载接近设计水头工况下的荷载全行程升降闸门2次，荷载试运行时应分别进行手动和自动试运行操作。启闭机压力、启闭速度和行程检测等各项参数均应符合设计要求，所有信号及显示应准确，保护装置功能应安全可靠。

(b) 现地手动试运行操作包括以下内容：

- a. 将液压站溢流阀的压力整定在最小值；
- b. 手动操作电动机启动/停止按钮，电动机应正向运行；
- c. 手动操作开门/关门按钮，检查阀组动作应正常；
- d. 调整液压站溢流阀的压力整定值；
- e. 手动操作开门按钮，阀组动作，闸门开启到达全开位，限位装置动作，闸门停止；
- f. 手动操作关门按钮，阀组动作，闸门关闭到达全关位，限位装置动作，闸门停止；
- g. 闸门启闭过程有同步要求时，应对同步阀组进行手动操作；
- h. 限位装置动作应灵敏可靠，行程检测、数据采集等装置应准确。

(c) 现地自动试运行操作应包括以下内容：

- a. 可操作开门按钮，电动机空载启动运行，电动机运行正常后，开门阀组动作，闸门开启到达全开位，闸门停止，电动机停止。
- b. 操作关门按钮，电动机空载启动运行，电动机运行正常后，关门阀组动作，闸门关闭；到达全关位，闸门停止，电动机停。
- c. 对于闸门有同步控制要求的进行自动控制，满足设计要求。

d. 开门/关门动作操作流程应根据液压系统原理图动作表要求执行。

(d) 具备远控操作功能的启闭机自动操作试运行，应确认现地电源控制柜与远控的输入/输出(I/O)模块接口、通信协议准确，PLC程序应包含远控的监控点表。

(e) 荷载试运行时，进行以下检查：

a. 闸门运行无卡阻现象；

b. 闸门应运行平稳，无异常声响和油管漏油现象；

c. 限位装置动作应灵敏可靠，行程检测装置应准确；

d. 电动机应运行平稳，三相电流不平衡度不应超过 $\pm 10\%$ ；

e. 双吊点启闭机应进行两个吊点同步检测调试，确保闸门同步平稳运行。

(f) 荷载试运行应记录液压系统运行，闸门下滑，启门和闭门速度等检验项目。荷载试运行检验记录见《水利工程液压式启闭机检修技术规程 DB32/T 4636-2024》附录D。

### (3) 试运行要求

1) 试运行现场应设置明显标志，严禁一切无关人员及机具进入试运行现场。

2) 试运行工作应结合工程水情、工情条件，并严格按照闸门启闭操作规程的要求进行试运行，结束后，启闭机的液压系统不应存在渗漏现象，机械部分不应存在永久变形、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。

3) 试运行结束后，应收集整理试运行记录，形成试运行报告。

4) 试运行质量标准应符合表 3 的规定:

表 3 液压式启闭机试运行质量标准

序号	检测项目名称	检测方法	质量标准或技术要求
1	空载试验	电动机、液压泵空载运行	平稳、无异常
2	启门(或闭门)动作试验	启门(或闭门)动作	液压缸无抖动、爬行,液压系统运行平稳,无异常,液压缸行程测量显示与实际相符,综合测量误差 $\leq 5$ mm;对于双吊点启闭机,两套液压缸在行程内任意位置的同步偏差大于设计允许值时,自动投入纠偏装置,闸门运行平稳
3	启门(或闭门)到位试验	启门(或闭门)到位	行程检测装置发讯测试及相关阀组动作正常;限位装置发讯测试及相关阀组动作正常
4	液压泵故障	模拟工作液压泵出现故障处理	故障排除,液压泵运行正常
5	系统超压保护	系统压力超过 1.1 倍额定压力时	停机并报警
6	启门超压保护	当工作压力超过启门额定压力时	停机并报警
7	启门失压保护	当工作压力低于设计值时	停机并报警
8	闭门超压保护	当工作压力超过闭门额定压力时	停机并报警
9	系统压力监视	观察	系统压力监视与压力表显示数据相同
10	滤油器堵塞	模拟滤油器堵塞	压力 $>0.3$ MPa时报警
11	油箱液位控制	模拟油箱油位超高、超低	超高、偏低位报警,超低位停机
12	油箱温度控制	模拟油箱温度	油温过高报警或停机
13	闸门位移复位	闸门位移	闸门位移,液压泵启动运行,闸门恢复回位,液压泵停止运行
14	油液清洁度检测	测量油液清洁度	符合设计要求

## 7、大修报告

大修结束后应参照《水利工程液压式启闭机检修技术规程 DB32/T 4636-2024》附录 C 及附录 D 出具液压启闭机大修报告、液压启闭机大修验收卡及液压启闭机荷载试运行检验记录。

### 3.4.4 水工建筑物混凝土面层处理

一、工程地点:

武进港枢纽、雅浦港枢纽。

二、供水、用电条件:

工程施工用水用电可由枢纽内接取。

### 三、设计内容

根据建筑物工程现状，对混凝土结构碳化、剥蚀等部位采用以下三种处理方案：1、浅层处理；2、深层处理；3、钢筋锈蚀处剥蚀的修补。

1、对于现状完好、碳化深度较小的部位，进行浅层处理，流程：基面打磨吹净→界面处理→刮涂防碳化涂层（底、中、面层，总厚度不小于2mm）。具体措施如下：

1) 用电动角磨机对混凝土表面进行打磨，除去混凝土表面疏松层以及残浆、模板痕迹和脱膜剂等污染物，对局部混凝土凸出部位磨平，露出坚实混凝土新茬，高压水冲洗干净。

2) 在润湿(饱和面干)状态下，涂刷界面剂。分层均匀刮涂防碳化涂料，要求涂层厚度均匀一致，无漏涂处，设计总厚度不小于2mm。

2、对于表面剥蚀及破损严重的建筑物，进行深层处理，流程：凿毛清洗→涂刷界面剂→丙乳砂浆抹平→刮涂防碳化涂层（底、中、面料，总厚度不小于2mm）。具体技术要求如下：

1) 凿除剥蚀及损坏的混凝土至新鲜、坚硬的混凝土面、凿除深度应大于1cm，露出骨料，凿除厚度应均匀，凿除坑的周边应垂直，轮廓线宜构成凸多边形。去掉浮渣、软弱层，用高压水冲洗干净，保证基面湿润并无明水。

2) 保证基面湿润并无明水，先在基面涂刷一道界面剂，后采用丙乳砂浆抹平至原结构面，要求一次轧实抹平成型，避免反复轧抹，砂浆初凝后，覆盖塑料膜潮湿养护，定时喷雾洒水，保证抹面处于潮湿状态，潮湿

养护 5~7 天后，进行下一道工序。丙乳砂浆配合比按《聚合物水泥砂浆防腐工程技术规程》中 4.2 条要求执行。

3) 用电动打磨机打磨基面，去掉浮渣、软弱层等；吹风除尘，清除表面砂粒、粉尘，基面须达到洁净。

4) 分层均匀刮涂防碳化涂料；根据碳化深度用料可增减，刮抹厚度以能够封闭混凝土基面的蜂窝孔洞要求即可；要求涂层厚度均匀一致，无漏涂处。

5) 防碳化涂层应完好无损，与下层结合牢固。涂层外观应均匀一致，无杂物、无起皮、无鼓泡、无粗颗粒、无裂纹、无孔洞、无调块等缺陷。并满足《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》及《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》中相关要求。

6) 其他未尽事宜应按照《水工混凝土建筑物加固修补技术规程》和其他相关规程、规范执行。

### 3、钢筋锈蚀处剥蚀的修补

1) 凿除剥蚀破坏处的混凝土保护层，对已生锈钢筋进行除锈，涂刷阻锈剂，喷砂除锈质量标准达到《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的腐蚀等级和处理等级》(GB/T 8923.1-2011)中规定的 Sa2.5 级。外涂型阻锈剂应根据建筑物各部位所处环境类别选用，技术指标见《钢筋阻锈剂应用技术规程》(JGJ/T192-2009)。

2) 其他要求按前文中“深层处理”执行。

### 3.4.5 外墙乳胶漆出新



## 一、工程地点：

武进港枢纽、雅浦港枢纽。

## 二、供水、用电条件：

工程施工用水用电可由枢纽内接取。

## 三、设计内容

### 1) 工艺流程

基层处理→修补腻子→刮腻子→第一遍涂料→第二遍涂料。

### 2) 基层处理

首先将墙面基层部位起皮、松动及鼓包等清除凿净，将残留在基层表面上的灰尘、污垢、溅沫和砂浆流痕等杂物清理干净。

### 3) 修补腻子

用水石膏将基层上磕碰的坑凹、缝隙等处分遍找平，干燥后用 1 号砂纸将凸出处磨平，并将浮尘等扫净。

### 4) 刮腻子

刮腻子的遍数可由基层或墙面的平整度来决定，一般为三遍。腻子的配合比为重量比，有室内室外两种。室内腻子其配合比为：聚醋酸乙烯乳液（即白乳胶）：滑石粉或大白粉：2%羧甲基纤维素溶液=1:5:3.5；外墙、厨房、浴室腻子配合比为：聚醋酸乙烯乳液：水泥：水=1:5:1。操作方法为：第一遍用胶皮刮板横向满刮，刮板接头不得留槎，刮板最后收头时应收的干净利落，干燥后用 1 号砂纸打磨，将浮腻子及斑迹磨平磨光，再将墙面清扫干净；第二遍用胶皮刮板竖向满刮，同第一遍腻子，干燥后用 1 号砂纸磨平并清扫干净。第三遍用胶皮刮板找补腻子，用铁抹子满刮腻子，

将墙面等基层刮平刮光，干燥后用细砂纸磨平磨光，注意不要漏磨或将腻子磨穿。

5) 施涂第一遍乳液涂料：施涂应将墙面清扫干净，再用布将墙面粉尘擦净，涂刷时应先上后下。乳液薄涂料使用前应搅拌均匀，适用加水稀释，防止头遍涂料施涂不开。干燥后复补腻子干燥后用砂纸打磨光滑，并清扫干净。

6) 施涂第二遍乳液薄涂料：

操作要求同第一遍，使用前充分搅拌，如很稠，不宜加水或尽量少加水，以防露底，由于乳胶漆膜干燥较快，应连续迅速操作，涂刷时从一头开始，逐渐涂刷向另一头，要注意上下顺刷互相衔接，后一滚筒紧接前一滚筒笔，避免出现干燥后再处理接头。

### 3.4.6 环氧地坪出新

一、工程地点：

武进港枢纽。

二、供水、用电条件：

工程施工用水用电可由枢纽内接取。

三、设计内容

1) 工艺流程

基面清理→清洁、检查基板→环氧底漆涂装→涂刮砂浆→环氧树脂批土涂层→环氧树脂涂层→现场清洁维护、底层维护

2) 施工技术

1、基面清洁

首先采用可移动研磨机对基面进行研磨，然后用手动研磨机对需要彻底清洗的基面进行清洗。

## 2、清洁、检查基板

详细检查基面是否有外壳或裂缝等现象，若有，则应该使用环氧树脂砂浆对其进行清洗、填充。因环氧树脂具有不耐水性，涂料应在加工过程中进行处理。在干燥、清洗时，避免用力敲打。

## 3、环氧底漆涂装

基材处理时可同时涂环氧底漆。施工时应时刻注意施工进度和所用材料之间的平衡，避免同时打开过多的材料。

## 4、涂刮砂浆

环氧底漆彻底固化后，应先涂几次环氧树脂石英砂并进行刮擦处理，用以增加整个漆膜的施工厚度，提高漆膜的抗压性能、抗冲击性能。

## 5、环氧树脂批土涂层

砂浆层固化后，应刮擦 2 次环氧树脂批土涂层，闭掉砂眼及孔隙，然后打磨腻子，最后进行真空清扫。

## 6、环氧树脂涂层

先对涂层进行抛光，保证基面可以完全封闭；再对环氧树脂板涂层进行两次施工。在施工过程中，应把表面涂层材料进行轧制以后，再进行均匀的搅拌。施工现场须保持清洁干燥，不可与其他工程进行交叉施工，同时室内空气湿度应小于 85%，若发现湿度过高应及时停止施工。

## 7、现场清洁维护、底层维护

表面涂装完成后，应将施工材料和施工工具从施工现场移走并对施工

现场表面进行完全的保护和严格封闭。涂装完成后 48 小时内应避免人员在地面走动，48 小时后可由工作人员利用防护剂对涂层进行防护处理，涂装完成后一周内应避免水、油、酸、碱等化学物涂沾。

### 3.4.7 配电间基础加固

一、工程地点：

雅浦港枢纽。

二、供水、用电条件：

工程施工用水用电可由枢纽内接取。

三、设计内容

由于原配电间设备缺少基础，设备荷载过大导致配电间基础沉降严重，为保障房屋稳定性、设备安全性，对设备间基础进行整体重做。

由于原配电间缺少设备进出通道，因此施工前需拆除原配电间入口门共计 3 樘，拆除完成后移出配电间内设备，为确保枢纽在施工期间正常运行，需将移出设备重新接入电网并安装临时防护措施，施工完成后再移入配电间内。

对于已发生沉降的房屋基础，拆除其原有瓷砖地面，其中设备基础部位下挖 50cm，回填 20cm 厚灰土找平后重新浇筑双层钢筋网片混凝土基础，浇筑完成后在新的基础上部铺设 10#槽钢；对于屋内剩余塌陷地面，回填灰土至原地面高程并人工压平，回填完成后重新铺设 20cm 厚单层钢筋网片混凝土基础，配电间基础完成后恢复其瓷砖地面并将设备迁回配电间内，重新接电、调试，待试运行无故障后可正式投入使用，设备投运后逐步恢复施工过程中损坏的入口门及周边台阶等设施。

施工过程中应注意对原配电间的保护工作,避免施工设备影响房屋整体稳定性。

## 4 项目实施进度安排

### 4.1 工程招标

工程计划 2024 年 6 月份完成招标工作，招标完成后按照工程运行情况分批施工。

### 4.2 进度上报

为便于资金调度，推进项目建设，工程在施工过程中要求进度上报。定期召开工地例会，协调各方面的矛盾。

## 5 施工期间对工程运行的影响及采取的措施

### 5.1 工程实施影响

#### 1、金属结构维修养护工程

闸门、清污机及起重机防腐时无法正常运行。

#### 2、机组大修工程

工程施工期间水泵机组无法正常使用，影响运行。

#### 3、液压设备维修养护工程

工程施工期间液压启闭系统无法正常使用，影响运行。

#### 4、配电间基础加固

工程施工期间雅浦港枢纽用电将受到影响，影响枢纽运行。

### 5.2 采取措施

#### 1、金属结构维修养护工程

防腐工作应避开汛期进行。

#### 2、机组大修工程

按照枢纽运行情况安排施工，分批分次检修，施工期间泵站不安排运行。

#### 3、液压设备维修养护工程

(1) 汛期运行时，若出现个别油缸渗漏，则关闭相关阀组。

(2) 工程现场安装安排在汛后，抓紧时间施工，提高工作效率，减少工程建设对工程运行的影响。

#### 4、配电间基础加固

施工前将设备迁出后搭设临时防护措施进行防护，防护设施搭设完成后重新将设备接入电网保障施工期间枢纽用电，施工单位应做好与电力单位的沟通协调工作，同时施工过程中应做好警示及防护措施，避免产生事故。