

CoYis · 建筑一生

(潮州)

机电系统调试方案



建筑一生

<https://coyis.com>

建筑一生有限公司

CoYis · 建筑一生 A2#、A3#楼项目部

2025 年 2 月

目录

说 明

建 筑一生网，提供最新最全的建筑咨询、行业信息，最实用的建筑施工、设计、监理资料，打造一个建筑人自己的工具性网站。

请关注本站微信公众号，免费获得最新工程资料

网站地址： <https://coyis.com>

微信公众号

本站特色页面：

➤ **工程资料** 页面：

提供最新、最全的建筑工程资料

地址：<https://coyis.com/dir/ziliao>

➤ **工程技术** 页面：

提供最新、最全的建筑工程技术

地址：<https://coyis.com/dir/technical-reserves>

➤ **申明：**

建筑一生网提供的部分资料来自互联网下载，
纯属学习交流。如侵犯您的版权请联系我们，
我们会尽快整改。请网友下载后 24 小时内删除！



工程计算器



推荐页面

- 1、 建筑工程见证取样：<https://coyis.com/?p=25897>
- 2、 安全、质量技术交底范本：<https://coyis.com/jishu-jd>
- 3、 强制性条文汇编：<https://coyis.com/?p=29401>
- 4、 通用规范合集(37本)：<https://coyis.com/tar/tongyong-gf>
- 5、 房屋建筑工程方案汇总：<https://coyis.com/?p=16801>
- 6、 建设工程（合同）示范文本：<https://coyis.com/?p=23500>
- 7、 建筑软件：<https://coyis.com/?p=20944>
- 8、 安全资料：<https://coyis.com/tar/anquan-ziliao>

施工相关资料：

- 1、 施工工艺：<https://coyis.com/tar/shigong-gy>

监理相关资料：

- 1、 第一次工地例会：<https://coyis.com/?p=25748>
- 2、 工程资料签字监理标准用语：<https://coyis.com/?p=25665>
- 3、 监理规划、细则：<https://coyis.com/tar/ghxz>
- 4、 监理质量评估报告：<https://coyis.com/tar/zt-pg-bg>
- 5、 监理平行检验表：<https://coyis.com/ziliao/jlzl/2018082118922.html>
- 6、 隐蔽验收记录表格（文字版、附图版）汇总：
<https://coyis.com/ziliao/2022042447903.html>
- 7、 监理安全巡查记录表汇总：
<https://coyis.com/ziliao/jlzl/2022042047706.html>
- 8、 监理旁站记录表汇总
<https://coyis.com/ziliao/jlzl/2022031844058.html>

建筑资讯：

- 1、 建筑大师：<https://coyis.com/tar/jianzhu-dashi>
- 2、 建筑鉴赏：<https://coyis.com/dir/jzjs>

QQ群：

建筑一生千人群：737533467 点击加群

潮州 XX 枢纽库区防护工程

金属结构和机电设备安装及调试施工方案

1. 工程概况

1.1 概述

潮州 XX 枢纽工程位于广东省潮州市境内的韩江干流，坝址紧靠潮州市城区。该工程是合理调配水资源、为城镇及工农业用水创造条件，结合发电、兼顾航运、水环境保护等综合利用的枢纽工程，工程等级为 I 等，主要建筑物级别为 2 级。

潮州 XX 枢纽库区防护工程位于潮州市湘桥区及潮安县境内，由于 XX 枢纽工程水库蓄水位影响的韩江左岸堤围有：黄山坑围、铺头内围、潭头围、归湖堤、金丰围、头塘围、凤栖围和橡埔小堤围；影响韩江右岸的堤围有：克安围、克安下路围、绿竹围、西林围、西林下坑围、二塘围、鹿湖围、高厝塘围和龙空围；受影响的还有凤凰溪左岸的砚田村和铺头村由于无堤围而其土地将受淹。另外，位于湘桥区意溪镇北部的文祠水截洪渠及婆涵闸，由于水库蓄水位回水影响，将降低其排水能力，必须对渠道进行疏浚和对婆涵闸进行拓宽扩建；位于潮安县归湖镇韩江江心的金舟岛也受其回水影响，岛西岸必须护坡防护，并恢复码头 2 座。

库区防护工程第 I 合同段全部位于潮州市区境内，工程项目分布在韩江左右两岸，左岸有头塘围、凤栖围、橡埔围堤围的加固及电排站工程，以及文祠水整治及婆涵闸扩建工程、下洲填高区工程。右岸有：鹿湖围、高厝围、龙空围等堤围的加固及电排站工程，

本标段工程施工总工期为 11 月。

1.2 主要工程量

防护 I 标主要工程量表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	土方开挖	m ³	194341	
2	石方开挖	m ³	32558	
3	土方填筑	m ³	157345	
4	干砌石	m ³	12151	
5	浆砌石 M7.5	m ³	9310	
6	M10 勾缝	m ²	30591	
7	铺草皮	m ²	33317	
8	填池固基砂方	m ³	11600	

9	碎石垫层	m ³	7431	
10	砼	m ³	4182	
11	钢筋制安	t	29.7	
12	粘土灌浆	m	817	
13	抛石	m ³	550	
14	泥结石路面	m ²	11092	
15	电力变压器	台套	6	
16	水泵及配套电动机	台套	4	
17	金属结构采购与制安	t	40.16	

2.1 金属结构和机电设备的采购

2.1.1 主要的设备

金属结构主要有平板焊接闸门、拦污栅、钢管共计 40.16t，螺杆式启闭机 9 台。机电设备主要有 3 台 500ZLB 水泵及配套的电动机，1 台 700ZLB 水泵及配套的电动机，6 台电力变压器，5 面高压计量柜，11 面低压配电柜，5.1km 的 10kv 电力线路的设备，电力电缆等。

2.1.2 设备的采购

(1) 金属结构及启闭设备的采购：广东省*****工程局具有中型平板滑动闸门、中型拦污栅、中型压力钢管的生产许可证（附本章后面），并有多年的生产施工经验。平板滑动闸门、拦污栅、压力钢管在我工程局厂内生产。螺杆式启闭机从具有启闭机生产许可证的厂家采购，其产品质量、环保指标、安全性能等要求须符合规范或行业通用标准。

(2) 机电设备泵组、电力变压器、高压计量柜、低压配电柜，10kv 电力线路的设备、电力电缆等设备的采购：根据设计要求，考察多个生产厂家，择优选取质优价廉，其产品质量、环保指标、安全性能等要求须符合规范或行业通用标准。

2.2 金属结构制安及启闭机安装方案

2.2.1 主要工程量

2.2.1.1 金属结构

见金属结构主要工程量表。

金属结构主要工程量表

项目编号	项目名称	单位	工程量
6150101	平板焊接闸门	t	2
6150103	拦污栅	t	1.76
6150104	钢管 $\phi 700 \delta = 8$	t	7.5
6150105	钢管 $\phi 500 \delta = 8$	t	4.2
6150201	平板焊接闸门（退水闸、灌溉涵）	t	1.2
6150202	平板焊接闸门（婆涵闸）	t	21.5
6150203	闸门埋件	t	2
合 计		t	40.16

2.2.1.2 启闭设备

启闭设备主要工程量表

项目编号	项目名称	单位	工程量	备 注
6150102	螺杆启闭机 5t	台	3	
6150204	螺杆启闭机 20t	台	4	
6150205	螺杆启闭机 15t	台	2	

2.2.2. 施工中执行的主要标准及规程

- (1) DL/T5018-94 《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》。
- (2) DL/T5019-94 《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》。
- (3) DL5017-93 《压力钢管制造安装及验收规范》。
- (4) SL105—95 《水工金属结构防腐蚀规范》。
- (5) DLJ232-82 《电气装置安装工程施工及验收规范》。
- (6) 设计图纸及设备使用说明书的技术要求。

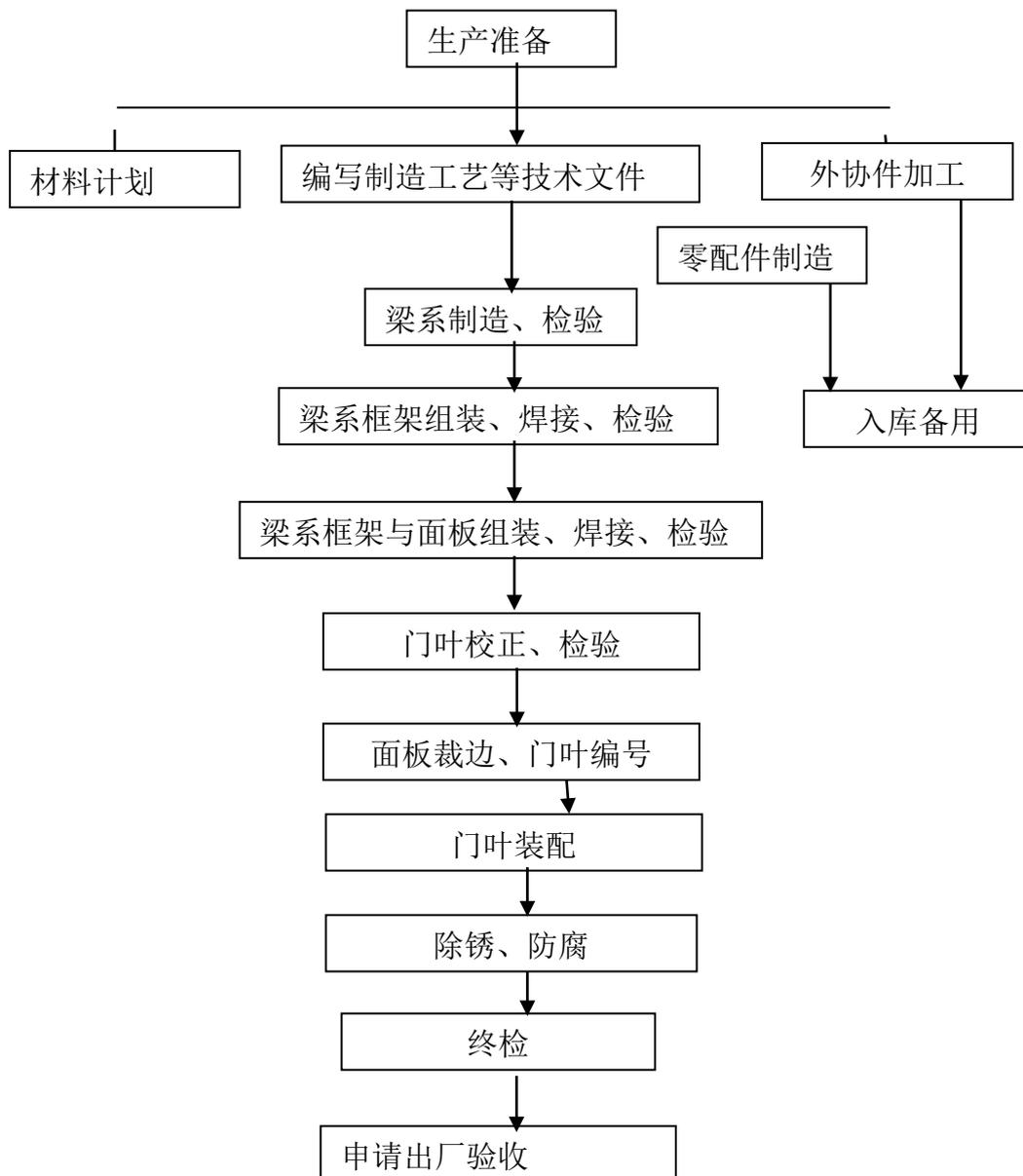
(7) 《质量保证手册》（本企业）及招标文件、工程合同。

2.2.3 施工程序与施工方案

2.2.3.1 闸门门叶、埋件、拦污栅、钢管制造

(1) 闸门门叶制造

闸门门叶制造工艺流程



② 梁系的落料和拼装

主梁、边梁的腹板及翼板采用半自动气割下料，纵梁的腹板及翼板采用半自动气割或剪板机下料。

板料切割后，均需作清渣及矫正处理。

主梁、边梁、纵梁预留焊接收缩量及其翼板反变形预压量详见下料详图。

按图纸要求组装各种梁，检查合格后用埋弧自动焊进行焊接。焊接时同向施焊。

梁系单个构件的校正、检验。

③ 面板的落料和拼接

按面板排样图进行落料拼装。

面板排料图中，宽度及高度方向单边预长 50mm，待门叶整体焊接制作完毕，用半自动气割修整到设计尺寸。

面板拼缝采用埋弧自动焊焊接。

④ 梁系组装、焊接

梁系整体组装、焊接均在平台上进行。

梁系组装放样时，纵横向都须预留焊接收缩量（详见放样图）。

组装顺序：边梁→主梁→纵梁→次梁→边梁。

组装点对经检验合格后，方可施焊。

主梁腹板及翼板内侧开 45° 单边 V 坡口与边梁腹板及翼板焊接，先焊内侧，外侧碳弧气刨清根后再焊。

焊接的基本原则：

从中间至两端，先立焊后平焊，焊接方向、电流、速度基本一致，焊接位置对称。

梁系框架的检验、校正。

⑤ 梁系框架与面板的组装焊接。

梁系框架整体组装，校正完毕，经检验合格，在平台上与面板组装焊接。

焊接的基本原则：

从中间至两端，焊接方向、电流、速度基本一致，焊接位置对称。

⑥ 门叶校正，经检验合格后，弹线气割修整面板四周。

⑦ 编号，割字牌点焊在门叶面板的上端中央。

⑧ 钳工按图纸及工艺要求完成全部预装配工作。

将闸门门叶调好水平，进行装配水封、滑块、吊耳，在装配过程中，应自始至终明显标记并保留闸门中心基准线和尺寸控制线。水封压板上的螺孔与门叶水封螺孔应进行配钻。闸门的定滑块支承组装时，应以止水座面为基准进行调整，所有滑块应在同一平面内，同时要控制好滑块面与水封面的距离，保证水封的压缩量。

(2) 闸门门槽埋件制造

① 门槽埋件的底槛整体制造。

② 反轨整体制造，主轨整体组焊校正后，做好标记。

(3) 拦污栅制造

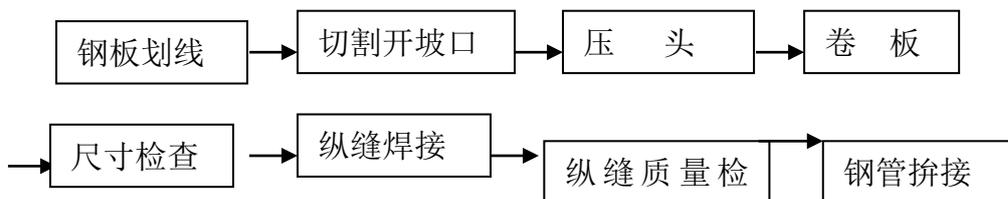
① 按图纸进行制作，栅条圆钢应调直后再制造。

② 栅条点焊完毕。经检查合格后再焊接。

③ 焊后经校正，检验后方可进入下一工序。

(4) 钢管制造

① 制作工艺





钢板落料

A、钢板划线：根据到货板材的规格进行合理配料，拼缝间距不应小于 500mm。

B、钢板划线的极限偏差。

钢板划线的极限允许偏差表

序号	项目	极限偏差 (mm)
1	宽度和长度	±1
2	地角线相对差	2
3	对应边相边差	1

C、钢板应用自动气割，切割面的熔渣、毛刺等应清除干净。

③ 钢板卷板

A、卷板方向应和钢板的压延方向一致。

B、预弯头时，应遵循宁欠勿过的原则，随时用样板检查。

C、卷板应尽量分次卷制成型，防止过卷。钢管纵缝错边量极限偏差 10% δ，且不大于 2mm。

D、卷板时，不许锤击钢板，应防止在钢板上出现任何伤痕。

E、钢管圆度的偏差，不应大于 3D/1000，每端管口至少测两对直径。

F、钢管对圆后，实测周长与设计周长极限偏差 ±3D/1000。

④ 拼装

A、相邻管节的纵缝距离不应小于 100mm。

B、在同一管节上相邻纵缝间距不应小于 500 mm。

C、环缝对口错边量的极限偏差为 15% δ，且不大于 3 mm。

⑤ 焊接

A、钢管纵缝属于一类焊缝，环缝属于二类焊缝。

B、施焊前，应将坡口及其两面侧 10-20 mm 范围内的铁锈、溶渣、油垢、水迹等清除干净。

缝埋弧焊在焊缝两端设置引弧板和熄弧板，引弧板和熄弧板不得用锤击落，应用氧一乙炔焰切除，并用砂轮修磨成原坡口型式。

A、焊接后渣、自检

B、焊缝检验:所有焊缝均应进行 100%外观检查，一、二类焊缝的内部质量必须按规范要求，采用超声波进行探伤检查，一、二类焊缝的质量评定，必须由Ⅱ级以上探伤人员担任。

(5) 金属结构防腐施工

闸门门叶、埋件、拦污栅、钢管表面预处理采用磨光机人工除锈，合格后，涂防锈漆一道，再涂面漆二道。

(6) 出厂验收

闸门门叶、埋件、拦污栅、钢管制造完成后，由项目技术负责人组织厂专职质检人员、工艺技术人员、生产班组长一起对闸门进行自检，自检合格后，报建设单位及监理单位进行出厂验收。验收合格后，出具合格证后，方起运到工地。

(7) 运输

闸门门叶、埋件、拦污栅、钢管经出厂验收合格后，方可进行运输到施工现场。装卸过程中，吊装应由专业人员严格按操作规程进行，小心轻，防止水封损伤。

2.2.3.2 金属结构及启闭机安装

(1) 闸门门槽埋件安装

① 埋件安装工艺流程

安装准备→测量放样→门槽一期砼面打毛→底槛安装→搭设脚手架→主、反轨安装→检查验收→浇二期砼→拆模后清理门槽埋件及复测

安装尺寸

② 测量放样

利用经纬仪放出孔口中心线和门槽中心线作为安装基准线，利用水准仪测出高程点作为安装基准点。

③ 底槛安装

底槛的中心位置及高程应符合设计要求，每隔 500 mm 测一点及加固。

④ 主、反轨安装

轨道中心线及止水座板的中心线对孔中及槽中的距离应符合设计要求，并保证主、反轨间距，每隔 500mm 测一点及进行加固。

⑤ 浇二期砼。

埋件安装完成验收合格后装模板及浇二期砼应仔细施工，以免引起埋件变形。

⑥ 拆模后清理埋件及复测安装尺寸。

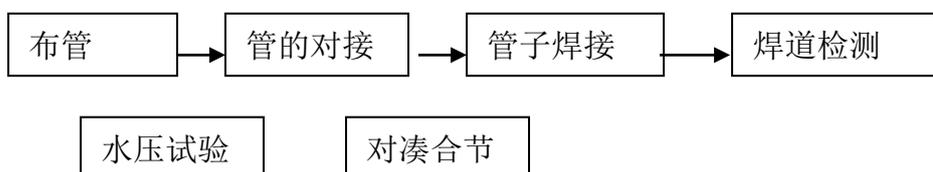
(2) 闸门门叶、拦污栅的安装

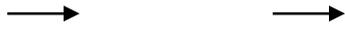
① 闸首门叶、拦污栅用 8t 汽车吊机吊装。门叶入槽后，检查滑块与轨道面的接触情况，水封的预压情况。

② 闸门门叶安装好后，应在无水情况下作全行程启闭试验。启闭时，应在止水橡皮处浇水润滑，以免损伤止水橡皮。 闸门在启闭过程中应检查滑块的接触情况，闸门升降过程有无卡阻，启闭设备左右两侧是否同步，止水橡皮有无损伤。闸门全部处于工作部位后，应用透光法检查止水橡皮的压缩程度。

(3) 钢管的安装

① 钢管施工流程图：





② 布管

管沟经检查合格后应将钢管立即下沟；管道下沟时起吊必须用专用吊具，起吊高度以 1m 为宜轻放至沟底，严禁操作破坏防腐层；管道施工中应尽可能减少管道压力，管子应妥贴地安放在管沟中以防管子受附加应力；布管时应注意首尾衔接，相邻两管口应至锯齿形错开。

③ 钢管组装

组装前应对距管口边缘 20mm 内的油污、铁锈、熔渣等清理干净；管端有轻微变形时可用专用工具校正，不得用锤直接敲击管壁，组装应符合规范中对组装的规定。

④ 焊接

A、管道焊工必须经过考核合格的焊工。

B、焊接时必须严格按照焊接工艺评定进行。

C、焊条必须接出厂证明书的规定和要求进行烘干，存放应做到防潮、防雨及油类侵蚀。

D、焊前应将坡口表面及坡口边缘内外侧不小于 100mm 范围内清理干净并不得有裂纹和夹层等到缺陷。

E、焊道焊接应采用多层焊接施工，焊时层间熔渣及时清理干净并进行外观检查，合格后方可下层焊接。

F、焊道焊完后应将表面的飞溅物、溶渣等清理干净，表面不得有裂纹、夹渣、未熔合及气孔等缺陷。

焊道应进行无损探伤，经查不合格的焊缝应进行返修后，返修后应按规定进行检查。

⑤ 水压试验

每个电排站作为试压段进行试压，试验压力为 1.0MPa，允许漏水量：

DN700 钢管： 1.2 升/分/公里；

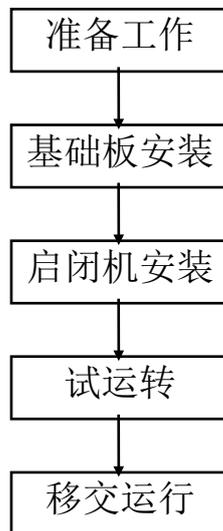
DN500 钢管： 1.0 升/分/公里。

在钢管上安装好堵头、进水阀、排水阀、排气阀及压力表，用高压柱塞泵进行压力试验，其过程为：升压到 0.3Mpa 时稳压 15 分钟，升压到 0.6Mpa 时稳压 15 分钟，升压到 1Mpa 时稳压 30 分钟，其压降不大于 1%为合格。

⑥ 对凑合节：将钢管用凑合节与前后管道连接；然后按设计要求对安装缝进行防腐。

(4) 螺杆式启闭机安装及调试

① 安装工艺流程



② 安装前清点设备到货是否齐全，核对土建提供的测量基准。

③ 按设计位置把启闭机就位安装好，空载运转起升机构，在行程内上下、往返 3 次正常后，再与闸门门叶连接。

④ 试运转符合设计规范要求后，方可移交运行。

2.3 水泵、电动机及其附属设备安装

2.3.1 工程范围

凤栖、橡铺、龙空电排站分别各安装立式轴流泵 500ZLB 1 台，配套的立式异步电动机分别为 Y250M-8 1 台，Y250M-8 1 台，Y280S-6 1 台，鹿湖电排站安装立式轴流泵 700ZLB 1 台，配套的立式异步电动机

机 JSL-12-8 1 台，泵组附属设备安装及调试。

2.3.2 水泵及电动机安装施工方案

2.3.2.1 机组安装工作中的要求

(1) 设备到货后，应通知甲方、监理工程师及有关单位，按《水泵机组包装、运输、保管条件》进行开箱、清点及检查，并作好记录，设备应有出厂检查记录和合格证书。设备经验收后，办理入库手续，在安装前发放，由专人办理出库手续，电动机及其附件应放在清洁、干燥的仓库内，应有防火、防潮、防尘及防小动物进入等措施。

(2) 按图装配，根据安装工艺要求和安装顺序进行。

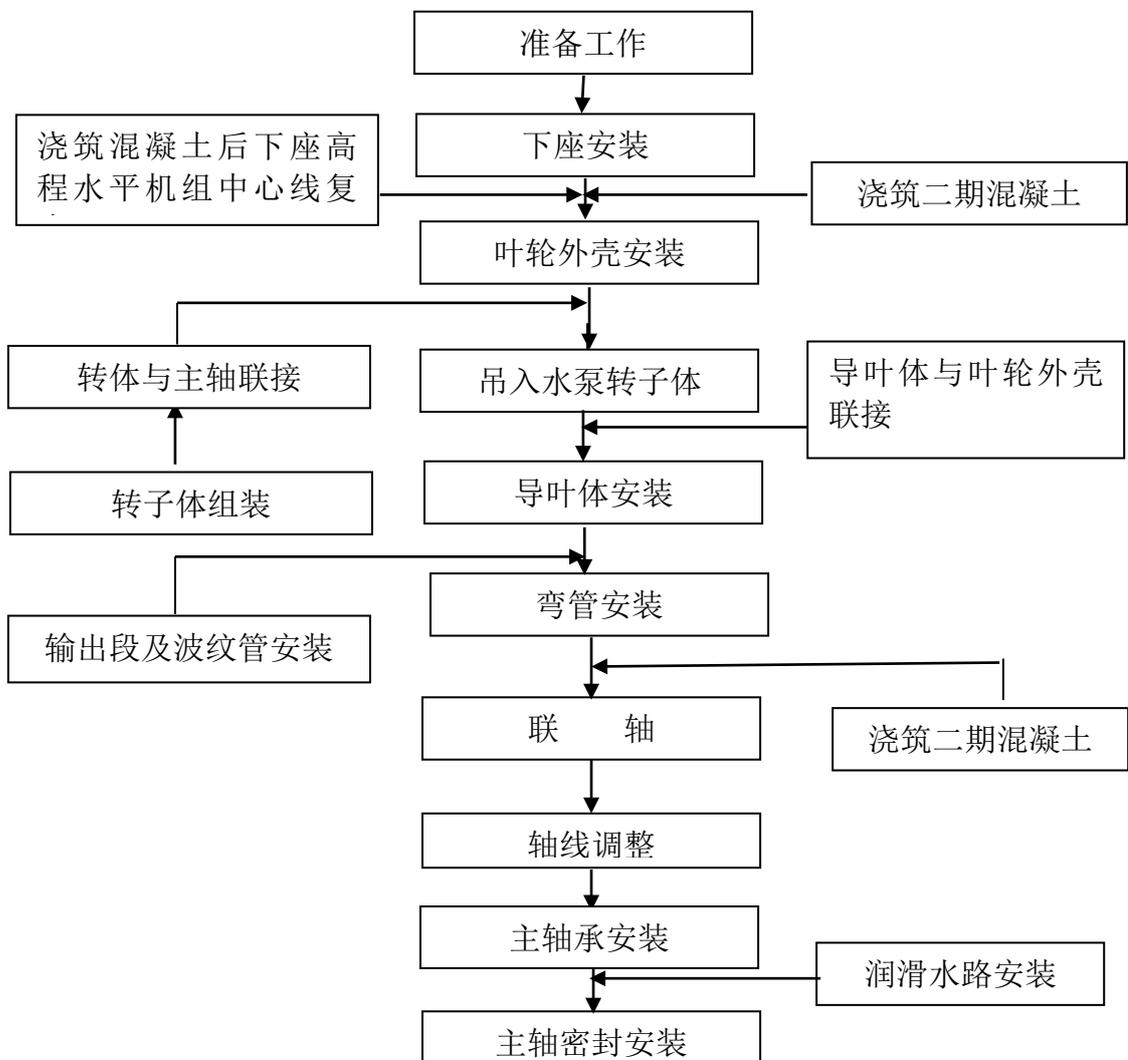
(3) 做好各零部件的安装记录，试验记录，中间阶段检查记录。

(4) 严格按照设计的安装高程、轴线及安装尺寸进行安装。

(5) 安装过程严禁零件碰伤、碰毛，如发现必须修复。

(6) 凡属二期混凝土基础，必须待临期后，方可进行下道工序。

2.3.2.2 水泵的安装程序，见图水泵的安装程序图



(1) 准备工作

检查基坑是否清扫干净，复核土建提供的高程、轴线是否符合设计要求，放出泵组 X、Y 轴线，3 台机必须一次放出，设定各安装高程。中心、高程标记必须采取保护措施。准备好安装时所用的安装工具，如水平梁、楔子板等。

(2) 底座安装

泵底座是泵组安装的基准件，底座穿入地脚螺栓吊入机墩，利用千斤顶、楔子调整底座的高程、X、Y 轴线，底座的水平测量用框式水平仪加水平梁测量，使其符合质量标准要求后，经分项中间阶段检查验收合格，并做好记录，便可浇筑二期混凝土。

(3) 下座及叶轮室安装

底座二期混凝土达到临期后，可进行下座及叶轮室安装，安装完毕，做好转轮室安装的中间阶段检查记录。

(4) 吊入水泵转子体

水泵转子吊装前，应先把转子组装，叶片的调节机构应在制造厂人员的指导下，严格按图纸组装，叶片角度应与标示角度一致，并尽量使调节机构叶片受力均匀，做好叶片调节机构安装总体检查记录。

(5) 导叶体安装

转子吊入后可进行导叶体的安装，做好导叶体安装总体检查，并做好记录。

(6) 弯管安装

转子吊入、导叶体安装完毕后，可吊入弯管、输出段及波纹管进行安装。弯管、输出段安装时应加临时支撑，然后浇筑二期砼。

(7) 联轴

电动机单独盘车合格后，可进行电动机及水泵的联接。

(8) 轴线调整

联轴后可进行机组的盘车，进行轴线调整，做好轴线调整检查记录。泵组轴线合格后，进行转动部分中心调整，使电机定、转子之间空气间隙均匀，叶轮与叶轮室间间隙均匀，同时满足质量标准要求。

(9) 轴承安装

轴线调整到符合质量标准要求后，固定大轴，然后进行水导及上导水轴承的安装，轴承间隙的调整应根据设计间隙和摆度值分配单侧间隙。做好水导轴承总体检查记录。

(10) 主轴密封安装

轴承间隙调整好后，可进行轴承密封安装及润滑水管路的安装，

(11) 水泵安装好后，可进行试运行。

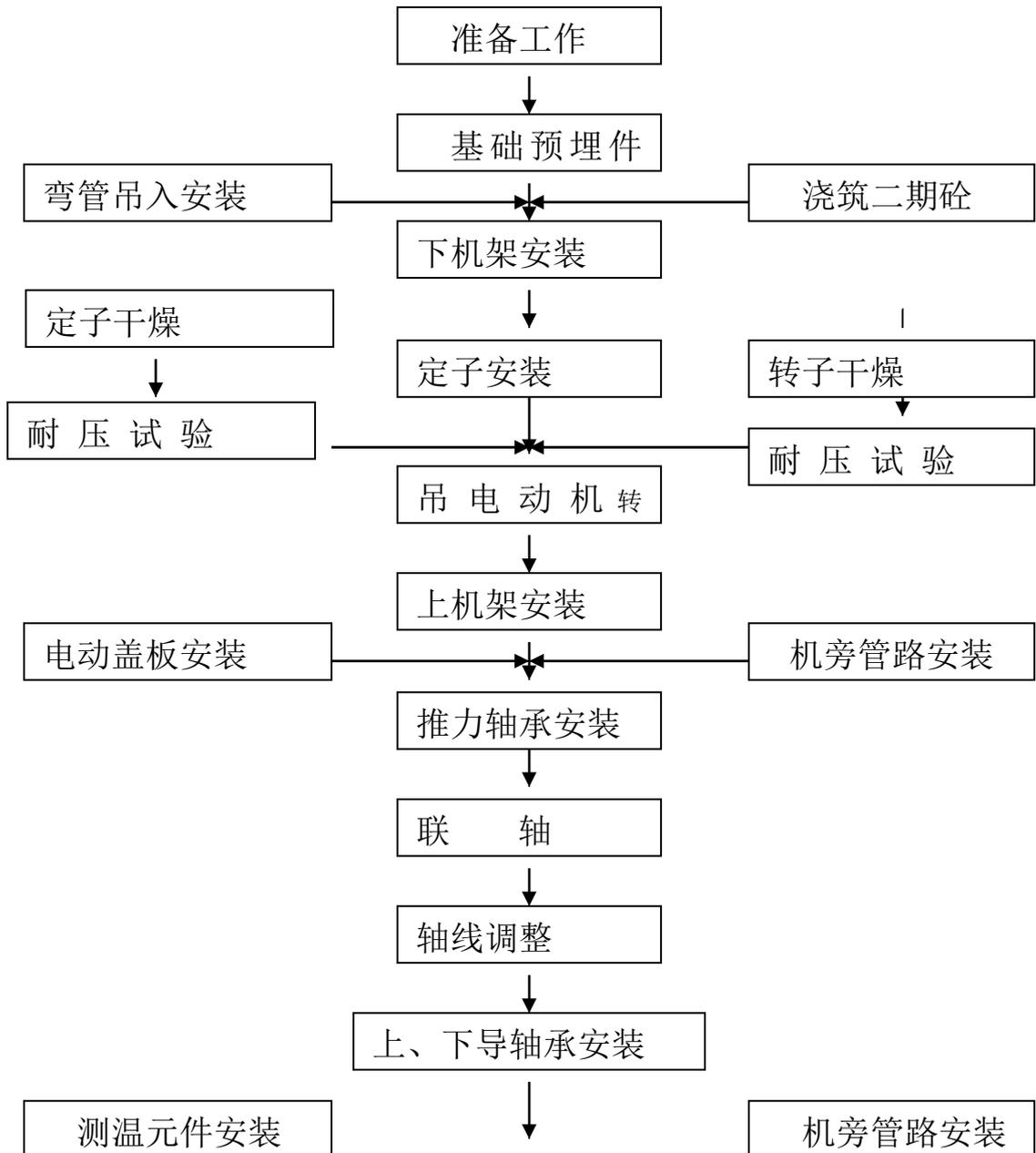
(12) 安装过程严格控制每道工序的安装质量，做好安装、调整的记录。

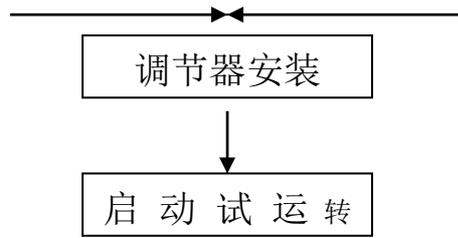
(13) 为保证机组安装工程的整体质量，应进行分项中间阶段检查，水泵的分项检查项目有：

- ① 泵底座安装；
- ② 导叶体安装总体检查；
- ③ 叶片调节机构安装总体检查；
- ④ 各部止漏、间隙检查，特别是叶片间隙检查；

- ⑤ 转轮室安装；
- ⑥ 转轮组装、耐压及动作试验；
- ⑦ 主轴垂直度同心度检查；
- ⑧ 水导轴承总体检查；

2.3.2.3 电动机的安装程序，见图电动机的安装程序图





电动机的安装程序图

(1) 准备工作

电动机安装前清扫干净基坑，准备好安装用的安装工具。如求心器、楔子板等。

(2) 基础预埋件安装

按设计的高程，轴线位置安装基础板。

(3) 下机架、定子、上机架预安装

采用下机架、定子、上机架预安装工艺，在水泵转轮与转子吊入前进行，利用求心器，按安装好的水泵下导轴承座内镗口加工面为基准，求出机组的轴线，电动机下机架、定子、上机架的安装均以该轴线为基准进行安装，调整下机架、定子、上机架的高程、水平、X、Y 轴线位置，使之符合质量标准要求，然后铰销孔，打入定位销。浇筑二期砼。等二期砼达到临期后，可吊出上、下机架。再吊入水泵的转轮、弯管。再按预安装下机架的定位销孔，安装好下机架。

(4) 定子安装、转子组装

定子安装前，要进行定子干燥和耐压试验，做好定子耐压试验的记录，定子安装按预装好的位置进行安装。转子现场装配，要做好转子干燥及耐压试验，做好定子、转子测圆检查记录，做好转子组装总体检查，转子耐压试验的记录。

(5) 吊电动机转子

转子吊装是泵组安装中重要的工序之一，电动机转子是泵组最重要部件，吊入电动机转子时，要有专人指挥，在定子上方初步找正位置后，

再慢慢落下，当转子将要进入定子进，再仔细找正，为避免转子和定子相碰，需用 8 根木板条（约 30—40mm 宽，比磁极稍长，厚度为空气间隙的一半）均匀地分布在定子、转子间隙内，每根木板由一人提着，靠近磁极中部上下活动，在转子下落过程中，如发现木条卡住，说明在该方向间隙太小，立即告诉现场指挥，向相反方向移动转子，中心调整几次后，转子可顺利下降，待其即将落在千斤顶上时，要特别注意防止大轴相碰。吊入后以定子为基准进行转子初步找正（控制空气间隙和高程）。

（6）上机架安装

电动机转子吊入后，可进行上机架的安装。按预安装上机架的定位销孔，安装好上机架。

（7）推力轴承安装

推力轴承安装前，推力瓦已经刮瓦，并符合规范要求。推力头与主轴为过渡配合，采用热法，套装前将推力头加热，然后再套装。推力轴承安装好后，可将转子重量转移到推力头上。调整推力瓦受力，并使镜板处于水平状态，上导轴承临时安装好，使瓦与轴的间隙为 0.05mm。电动机便可进行单独盘车，合格后进入下一工序。

（8）联轴

转子吊入找正后，电动机盘车合格后，提升水泵主轴，使轴头向内法兰靠拢进行联接。

（9）泵组轴线调整

联轴后，可进行机组的盘车，进行轴线调整，这是泵组安装中一项很重要的工序，盘车时起步要慢，使转动部件按机组运转方向慢慢转动，并在各测点等分处准确停止，然后解除盘车动力，待主轴稳定后，进行读数、记录，电机上导、下导、法兰处相对摆度，水泵水导处相对摆度、绝对摆度值符合质量标准要求。轴线调整通过修刮推力头与镜板

之间的绝缘垫以及泵轴法兰面来进行，做好轴线调整检查记录。泵组轴线合格后，即可进行转动部分中心调整，使电机定、转子之间空气间隙均匀，叶轮与叶轮室间间隙均匀，同时满足质量标准要求。

（10）轴承安装

轴线调整到符合质标准要求后，固定大轴，然后进行上导及下导轴承的安装，轴承间隙的调整应根据设计间隙和摆度值分配单侧间隙。做好轴承安装检查记录。

（11）调节器安装

把调节器安装好，机组的测温元件，机组管路安装好。

（12）启动试运转

机组安装完毕后，清扫干净，经启动验收委员会批准后，可进行启动试运转。

（13）为保证机组安装工程整体质量进行中间阶段验收，电动机分项检查项目有：

- ① 定子安装总体检查；
- ② 定子耐压试验；
- ③ 转子组装总体检查；
- ④ 转子耐压试验；
- ⑤ 轴承安装检查；
- ⑥ 机组轴线检查；
- ⑦ 各部空气间隙检查；
- ⑧ 高压油顶起装置动作试验；
- ⑨ 轴承绝缘电阻检查；
- ⑩ 同步电机集电装置检查。

2.3.3 质量标准

安装质量应符合《泵站技术规范：安装分册[SD204-86]》和水泵、

电机厂的安装使用说明书等技术文件的有关规定。一般应符合如下规定：

- (1) 设备组合缝间隙 0.05mm 塞尺检查不通过；
- (2) 强度试验压力为 1.5 倍工作压力 10 分钟无渗漏；严密性试验压力为 1.25 倍工作压力 30 分钟无渗漏；
- (3) 泵座中心及方位偏差小于 2mm，高程偏差小于 $\pm 2\text{mm}$ ，水平偏差小于 0.07mm/m；
- (4) 叶轮室圆度，所测半径与平均半径之差小于 10%设计间隙；
- (5) 叶轮高程确保实际间隙比设计间隙加大 0.5~1.0mm；
- (6) 叶片与叶轮室间隙与实际平均间隙之差小于 $\pm 20\%$ 实际平均间隙；
- (7) 电机机架中心偏差小于 1mm，高程偏差小于 $\pm 1.5\text{mm}$ ，水平偏差小于 0.10mm/m；
- (8) 电机定子中心，各半径与平均半径之差，小于 $\pm 10\%$ 设计空气间隙；定子铁芯平均中心线等于或高于转子磁极平均中心线，其高出值小于 0.5%定子铁芯有效长度；定、转子空气间隙各间隙与平均间隙之差小于 $\pm 10\%$ 平均间隙；
- (9) 机轴承、法兰处相对摆度小于 0.3mm/m；水泵轴承相对摆度小于 0.05mm/m；且水导的绝对摆度小于 0.35mm；
- (10) 导轴承总间隙符合设计要求，并按盘车的摆度方位分配间隙；
- (11) 轴承的绝缘值大于 5 兆欧姆。

2.3.4 机组的启动试运转

2.3.4.1 首次启动

- (1) 首次开机采用手动开机。
- (2) 泵组启动数秒后，立即停机，泵组启动过程中、应注意旋转方向，各部位无异常现象。

(3) 如旋转方向相反,应调换电机进线,如有异常声响,应分析原因,检查处理后再启动。

2.3.4.2 试运行测试

(1) 开机过程测试,分别采用手动、自动、抽真空、不抽真空式启动机组,检查启动过程是否正常,测量泵组的启动电流、投励时间。

(2) 不同叶片角度运行工况的测试,调节叶片角度,机构运行良好,分别在不同的角度运行工况下,测量泵组的电压、电流、上、下水位、扬程、流量、各部位温度、振动、摆度等参数符合要求,任何时候无异常响声。

(3) 停机过程测试,分别采用手动、自动、事故停机方式停机,检查其过程是否正常,观察停机时是否有反转、测量停机时间、反转时间、反转最高速度。

2.3.4.3 单泵组满负荷 72 小时连续试运转

单泵组满负荷 72 小时连续试运转,泵组试验完毕后,进入连续 72 小时运行,全面观察检查泵组运行性能,并做好运行记录。

2.4 电气设备安装及调试

2.4.1 防雷接地网及设备接地施工

(1) 泵站防雷接地网充分利用水工建筑物钢筋作为接地体,包括前池、进水池、出水池及泵站厂房底板接地网几块,并将这几部分接地网连为一体。防雷接地网施工随土建的进度而进行。

(2) 接地电阻应 ≤ 1 欧姆,不满足要求时按设计位置增打接地极。

(3) 施工过程中作为引上线的接地钢筋及时用红漆做标记,应保证上下连通。

(4) 防雷网在结构分缝部分连接采用 -40×4 扁铁将防雷网连为一体。

(5) 厂区内所有用电设施外壳及其支架、金属护栏、电缆桥架等均

应可靠接地。

(6) 明敷接地线应按水平或垂直敷设，直线段不应有高低起伏及弯曲等情况，接地线跨越建筑物伸缩缝，沉降缝应加设补偿器，补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

(7) 避雷针的制作应符合设计要求，针管应进行防腐处理，外部无损伤。

(8) 避雷器应用最短的接地线与接地网连接。

(9) 屋顶上装设的防雷网和建筑物顶部的避雷针及金属物体应焊接一整体，并以多根引下线下以与主接地网连接。

2.4.2 10kv 输电线路安装

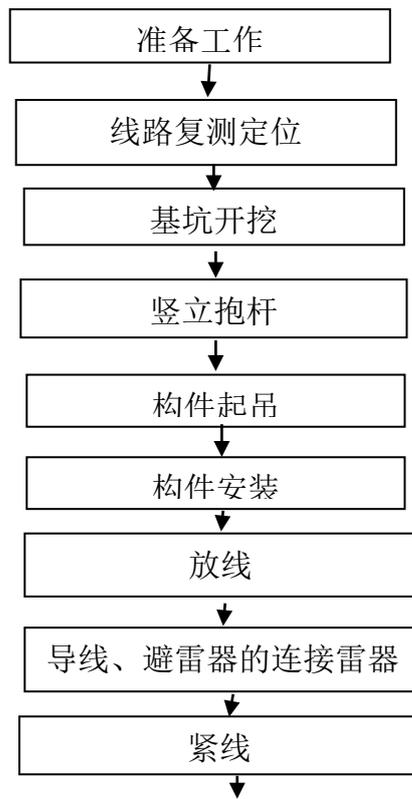
2.4.2.1 工程范围

至鹿湖、凤栖、橡铺、龙空电排站、婆涵闸的 10kv 输电线路安装共计 5.1km。

2.4.2.2 线路施工方案

10kv 输电线路的施工在各电排站土建主体开工前，提前安装，各电排站 10kv 输电线路投入使用后，可作施工电源。

(1) 线路施工的程序如下图



(2) 线路施工前做好修路材料、机具、图纸会审、技术交底的工作及人员到位。临时施工道路的修筑，做好临时征地的征迁工作。画出其征地的控制线。

(3) 线路施工技术线路复测定位

“架空送电电线施工及验收”（GBJ223-90）规定新建工程在杆塔分坑前要检查中心桩位置是否在线路中心线上，并复测档距、塔位高差、转角塔转角度等，用经纬仪、水准仪、直尺、复测塔杆原钉立的标桩是否与设计资料相符。防止桩位因外力碰撞位移或丢失而造成施工失误。

(4) 基坑开挖

基坑开挖采用人工开挖。基坑开挖完成后，经复检符合设计的轴线、高程后，进入下一工序。

(5) 竖立抱杆

外拉线抱杆组塔法，其具体方法是将梢径为 16~18 厘米、长 10~12 米的木质抱杆，用钢绳把根部固定于已组塔身的一角，抱杆顶部用四根钢丝绳做的拉线分别固定于塔身以外的地锚上。固定抱杆的四根拉线，在吊装塔材或升、降抱杆时，都必须设专人进行调整和看守。抱杆顶部悬挂起重滑车，起吊钢绳通过该滑车进行塔材起吊与安装。当吊完一侧塔材时，利用拉线调整抱杆，使其向另一侧倾斜，以便于起吊另一侧塔材。

(6) 构件起吊

构件绑扎完成后，要对各种设备进行一次全面检查，然后方可起吊。特别要注意起吊绳穿入方向的检查。

(7) 构件安装

构件起吊到安装位置时，即可进行构件的安装工作。进行构件安装时，那侧先到达安装位置，即进行那侧的安装，待一侧主材连接后，继续起吊，直至另一侧达到安装位置为止。安装方法：控制调整大绳，使主材连接孔相对，用尖板子的尖端插入连接孔，装上一个螺栓，继续调整，使全部连接螺栓插入。安装顺序：先到先装，先主材后辅材，先斜材后水平材，先正面后侧面。

(8) 放线

导线及避雷线的展放，采用张力放线法，放线工作前应妥善架起线轴，其旋转方向应指向展放侧。架子要牢固，防止在展放过程中倾倒。前后要统一明确有旗号，两侧都有专人指挥，用无线电对讲机以便随时联系。各直线塔及跨越架子，需设专人看守。未搭越线架有道口，也应设专人看守。要仔细检查导线，不得有金钩、磨损、断股情况。

(9) 导线、避雷线的连接

导线、避雷线连接前应注意，同一档距内一根线只准有一个接头，重要有交叉跨越档内不准有接头。补修管不准超过三个，连接和的机械强度保证不小于该线强度的 90%。导线在连接前，应检查两端线头的扭绞方向、规格是否相同。不同方向扭绞、不同规格的线，禁止在档中连接。连接前必需将连接部位的表面，连接管内壁及穿管时可能触到的导线部位用汽油清洗干净。涂有防腐油的钢心铅绞线采用爆压连接时，必须将防腐油清洗干净、晾干，并严禁涂凡士林油。

(10) 紧线

紧线工作需要的基础混凝土强度达到设计值的 100%、杆塔结构组装

完整、螺栓已紧固的情况下进行。在耐张塔受张力方向的反侧，必需打好临时拉线，以防止杆塔受力过大或塔身变、横担产生位移，影向弛长观测。临时拉线与地面夹角，一般不宜大于 45 度，其所能平衡的张力值，应符合设计规定。紧线完全毕，导线和避雷线的弛度误差应在标准之内。即正误差不大于 5%，负误差不大于 2.5%，正误差的绝对值不得超过 0.5 米。弛度大于 30 米者，误差不得超过正、负 2.5%。

(11) 附件安装

附件安装是指绝缘子串、线夹、护线条、防振锤、阻尼线、均压环、间隔棒等的安装。导线和避雷线在紧好后，要尽快进行附件安装，以防受振动损伤。

(12) 复检、消缺

安装完毕，进行检查，对有缺陷的进行返修处理。

2.4.2.3 关键工序的质量控制

关键工序控制包括材料检验施工质量过程对质量有显著影响的工序控制，本工程采用广东省*****工程局制订的质量体系程序文件进行施工过程控制。对材料检验按照《采购控制程序》、《进货检验和试验控制程序》，对施工过程按照《过程控制程序》的要求执行，工程师、技术员质检员要认真及时检查施工质量控制情况和记录表，并向项目经理汇报。

2.4.2.4 工艺与质量要求

(1) 依照设计图纸文件、规定进行施工，满足设计图纸及项目法人文件规定的技术要求。

(2) 螺栓扭矩应检查测定，其值应符合设计和规范要求

(3) 导线展放采用张力架线施工方法，导线连接使用液压连接方法。

(4) 导线展放过程中，放线场设专人检查导线，各跨起点设专人检查监督。

(5) 对施工基面整理、接地引下线施工、排水设施等作统一规定和要求，使工艺美观。

2.4.2.5 质量管理及检验的标准

本工程施工执行以下规定及标准：

- (1) 《输变电工程达标投产考核评定标准》 (1998年版)
- (2) 《输变电工程达标投产考核评定标准实施细则》 (试行)
- (3) 《110KV-500KV 架空送电线路施工及验收规范》 (GBJ233-90)
- (4) 《地基与基础工程施工及验收规范》 (GBJ-202-83)
- (5) 《架空送电线路导线及避雷线液压施工工艺导则》 (SDJ226-87)
- (6) 《架空送电线路工程施工质量检验评级标准》 (试行)
- (7) 《110KV 及以上送电线路基本建设工程启动检验方法》
- (8) 《高压绝缘子瓷件技术条件》 (GB772-87)

2.4.3 电力变压器安装方案

5.3.3.1 工程范围

鹿湖、凤栖、橡铺、龙空电排站、婆涵闸安装的变压器为 S9-315KVA, 1 台; S9-160KVA, 1 台; S9-100KVA, 2 台; S9-80KVA, 1 台; S9-30KVA, 1 台。

2.4.3.2 电力变压器安装施工

- (1) 变压器到达现场后，应进行外观检查和绝缘油验收；
- (2) 检查变压器绝缘电阻或吸收比符合规定；
- (3) 利用吊车把变压器吊到泵站厂房变压器室边，然后用滚筒滚动的方法移到变压器房。变压器本体及附件的安装应遵守制造厂在安装

装配图安装使用说明书中的规定。

(4) 变压器中性点应用 -40×4 镀锌扁铁与变压器外壳连接一同接地。

(5) 站用变压器的交接试验项目有如下：

A. 测量线圈连同套管一起的直流电阻；

B. 检查所有分接头的变压比；

C. 检查三相变压器的接线组别；

D. 测量线圈连同套管一起的绝缘电阻和吸收比；

E. 线圈连同套管一起的交流耐压试验；

F. 测量穿芯螺栓、铁轭夹件，绑扎钢带对铁轭、铁芯及线圈压坏的绝缘电阻。

G. 检查相位。

2.4.4 高压计量柜、低压配电屏、动力配电箱的安装方案

2.4.4.1 工程范围

高压计量柜 JSLJWH-10G/ 1 台，低压配电屏 GCK-JX 11 台，低压开关箱 1 台。

2.4.4.2 高压计量柜、低压配电屏、动力配电箱的安装方案

(1) 所有高压计量柜、低压配电柜等都应有安装基础。基础由 10# 槽钢制作。

(2) 槽钢基础应作成框状，用电焊焊接在预埋件上，并可靠接地，基础型钢安装的允许偏差，不直度为 $1\text{mm}/\text{m}$ ，全长为 5mm ；水平度为 $1\text{mm}/\text{m}$ ，全长为 5mm 。安装后，其顶部宜高出抹平地面 10mm 。

(3) 盘柜本体及盘柜内设备与各构件间边接应牢固，盘柜的漆层应完整无损，盘柜安装的允许偏差为垂直度为 $1.5\text{mm}/\text{m}$ ，水平度 2mm （相邻两盘顶部）和 5mm （成列盘顶部），不平度为 1mm （相邻两盘顶部）和 5mm （成列盘面）。盘间接缝为 2mm 。

(4) 所有落地屏、柜、箱和操作台，都采用 M14、M12 镀锌螺栓固定在基础槽钢上，与基础槽钢连接紧密、牢固、平稳。

(5) 抹墙（或暗装）动力箱、照明箱和控制箱，其中心距地面 1.3m，明装抹墙箱等墙体批完白灰后，用 M12 膨胀螺栓固定在墙上，暗装箱在墙体砌筑时，充分考虑墙体批挡层，将电箱外壳预埋在墙上、墙外壳用开孔器开孔并与暗敷的钢管用锁母连接。

(6) 成套配电柜的母线由厂家配套供应，在配电柜固定好后，就可进行母线安装，要求是螺栓连接的母线两侧均匀有平垫圈，相邻螺栓垫圈应有 3mm 以上净距，螺母侧应装有弹簧垫圈或锁紧螺母，螺栓受力应均匀，母线的接触面应连接紧密。

(7) 母线槽为成品，现场安装前应检查其绝缘子是否有裂纹，其吊装支架间距为 2m，固定牢固，母线槽与两段高压柜连接时，要注意两高压柜母线的相序和相位要一致。

(8) 抽屉式配电柜的安装应符合下列要求：

① 抽屉推拉灵活清便并能互换；

② 抽屉的联锁装置应动作正确可靠，断路器分闸后，隔离触头才能分开；

③ 抽屉与柜体间的接触及二次回路连接插件应接触良好，抽屉柜体及柜架接地应良好。

2.4.5 电缆线路施工

2.4.5.1 工程范围

鹿湖、凤栖、橡铺、龙空电排站、婆涵闸的变压器低压侧至进线柜，从进线柜至电动机的电力电缆的安装。

2.4.5.2 电缆预防性试验

低压电缆可用 1000V 摇表测量，电缆绝缘电阻不小于 1 千欧姆，控制电缆可用 500V 摇表测量，电缆绝缘电阻不小于 500 欧姆。

2.4.5.3 电缆线路敷设

- (1) 明敷电缆管应安装牢固；
- (2) 钢结构电缆支架应无显著扭曲，钢支架应焊接牢固；
- (3) 电缆敷设前，应检查电缆型号、电压、规格符合设计要求，电缆的绝缘良好；
- (4) 高压电缆直接敷设在托臂上，控制电缆敷设在桥架上；
- (5) 电力电缆与控制电缆保持垂直距离不小于 400mm，电力电缆与控制电缆敷设在同一层时，应加钢板保护；
- (6) 对有抗干扰要求的电缆线路，应按设计规定作好抗干扰措施；
- (7) 电缆在转弯处后用电缆水带固定，两端用电缆卡子固定，电缆的弯曲半径不得小于外径的 10 倍；
- (8) 电缆敷设时，先编电缆敷设表，安排好电缆先后顺序，以免交叉；
- (9) 在电缆终端头，电缆接头入电缆道、沟、管及竖井两端应装设标志牌。

2.4.5.4 电缆头制作

- (1) 电缆终端头或电缆接头的制作，应严格遵守制作工艺规程，并由熟悉工艺的人员参加或指导；
- (2) 在制作前应作好检查并符合要求；
 - ① 相位正确；
 - ② 所用绝缘材料应符合要求；
 - ③ 电缆终端头与电缆接头的配件齐全并符合要求。

2.3.5.5 电缆终端头与电缆接头从开始剥切到制作完毕必须连续进行，一次完成，以免受潮。

2.3.5.6 电力电缆的终端头、电缆接头的外壳与该处的电缆金属护套

及铠装层所用的接地线应采用铜绞线，其截面不宜小于 10mm²。

2.3.5.7 塑料绝缘电缆在制作终端和接头时，应彻底清除导电屏蔽层。

2.3.5.8 电缆终端应有明显的相色标志，接头应有防潮措施。

2.3.5.9 控制电缆终端头可采用一般包扎，接头应有防潮措施。

2.3.5.10 电缆终端头与电气装置连接时，应符合《母线装置施工及验收规范》的有关规定。

2.4.6 电气照明装置

2.4.6.1 工程范围

鹿湖、凤栖、橡铺、龙空电排站、退水闸、婆涵闸内的电气照明装置安装。

2.4.6.2 管内穿线

(1) 穿入导线之前，应将管中的积水及杂物清理干净。

(2) 不同回路的导线，不得穿入同一根管子内，同一交流回路的导线必须穿于同一管内。

(3) 导线在管内不得有接头和扭结，其接头应在接线盒内连接。

(4) 导线穿入管后，在导线出口处，应装护线套保护导线，在不进入盒（箱）内的垂直管口，穿入导线后，应将管口作密封处理。

(5) 穿入管内的导线总面积不应大于管子内空截面的 40%。

2.4.6.2 配线工程

(1) 导线的连接应符合下列要求：

① 在剖开导线的绝缘层时，不应损伤线芯。

② 铜（铝）芯导线中间连接和分支连接应使用焊接、压板压接和套管边接。

③ 分支线连接的接头处，干线不应受到来自支线的横向拉力。

④ 截面为 10mm² 及以下的单股铜芯线，截面为 2.5mm² 及以下的

多股铜芯线和单股铜芯线与电器端子可直接连接，但多股铜芯线的线芯应先拧紧，搪锡后再连接。

⑤ 多股铝芯线和截面超过 2.5mm^2 的多股铜芯线的终端，应焊接或压接端子后，再与电器端子连接（设备自带插接式的端子除外）。

⑥ 使用锡焊法连接铜芯线时，焊缝应灌得饱满，不应使用酸性焊剂。

⑦ 绝缘导线的中间和分支接头处，应用绝缘带包缠均匀、严密，并不低于原有的绝缘强度；在接线端子的根部与导线绝缘层的空隙处，应用绝缘带包缠严密。

(2) 配线穿过墙壁时，应采用经过阻燃处理的保护管保护；当穿过楼板时应采用钢管保护，其保护高度与楼面距离 1.8m 。

(3) 从室外引入到室内的导线，在出入墙内的一段应用绝缘导线，穿墙保护管的外侧应有防水措施。

(4) 配线工程的各种支持件固定应牢固，铁件防腐良好，油漆均匀，无遗漏。

(5) 接地或接零应良好。

(6) 配线工程结束后，应进行绝缘检查，并有测量记录。绝缘电阻值应不大于 1 千欧姆。配线工程的施工及检查验收应遵循国标 GB50258-96 及 GB50150-91 的有关规定。

2.3.6.3 照明灯具安装

(1) 灯具配件应齐全，无机械损伤、变形、油漆剥落、灯罩破裂及螺口灯头的绝缘外壳不应有的破损及漏电等现象。

(2) 照明灯具应固定牢固，固定灯具用的螺钉或螺栓应不小于两个。振动场所的灯具应有防振措施，并应符合设计要求。同一室内成排安装的灯具，其中中心偏差不大于 5mm 。灯具距地高度应符合要求。

(3) 嵌入顶棚内的灯具应固定在专设的框架上，矩形灯具的边框

与顶棚面装饰直线平行，其偏差不应大于 5mm；且灯具应紧贴顶棚面上，导线则不应贴近灯具外壳。

(4) 照明装置的接线必须牢固、接触良好、安全可靠。

(5) 公共场所的应急照明灯及疏散指示灯应具有明显标志。

(6) 高、低压配电设备母线的正上方，不应安装灯具。

2.4.6.4 插销、开关安装

(1) 插座距地高度应符合要求。同一室内安装的插座高低差不应大于 5mm，成排安装的插座不应大于 1 mm。

(2) 插销接线应符合下列要求：

① 单相二孔插座：面对插座的右孔或上孔接相线，左孔或下孔接零线。

② 单相三孔、三相四孔及五孔的接地或接零线均应接在上孔。插座的接在端子不应与零线端子直接连接。

③ 交、直流或不同电压的插座安装在同一场所时，应有明显区别。同一场所的三相插座，其接线和相位应一致。

(3) 暗设的插座（开关）应专用盒，盖板应端正紧贴墙面。

(4) 同一场所开关的切断位置应一致，且操作灵活，接点接触可靠，开关安装位置应便于操作，距地高度应符合要求，成排安装时，高度应一致，高低差不大于 1mm；拉线开关相邻间距一般不小于 20 mm。

(5) 照明配电箱（板）安装

① 在配电箱（板）内，有交直流或不同电压时，应有明显标志或分设在单独的板面上，配电箱（板）上应标明用电回路名称。

② 导线引出板面，均应套设绝缘管。

③ 配电箱（板）距地高度应符合规定。安装垂直偏差不应大于 3mm，暗设时，其面板四周边缘应紧贴墙面，箱体与建筑物接触部分应刷防腐漆。

(6) 照明配电箱(板)内,应分别设置零线和保护地线(PE线)汇流排,零线和保护地线应在汇流排上连接。需接地或接零的灯具、插销、开关、配电箱的金属外壳,应由接地螺栓连接。在各回路绝缘电阻测试合格后(一般不小于500欧姆)应进行灯具试亮。其他交接试验项目应遵循GB50259-96中有关规定。

2.4.7 二次电气设备安装及电气调试施工方案

2.4.7.1 工程范围

机组软启动器、全泵站的供水、排水、等操作箱、二次端子箱、控制电缆、二次回路对外接口配线、连接、机电设备控制操作二次回路模拟试验和机组启动试验工作。

2.4.7.2 二次电气设备安装

(1) 二次设备的安装应按已批准的设计图纸,并参照制造部门的技术资料进行施工。

(2) 所有二次电气设备及器材,应有出厂合格证,设备应有铭牌。

(3) 二次设备的基础、沟道、预埋件及预留孔(洞)等应符合设计要求,预埋件应牢固。

(4) 二次设备的安装应做到准确,安全可靠,整齐美观,维护方便并符合设计及产品要求。

(5) 屏(柜)框架的接地应牢固好,屏(柜)内设备的接地应按设计进行。

(6) 屏(柜)的正面及背面各电气元件端子排等标明编号、名称。

2.4.7.3 二次回路接线

(1) 按设计图纸施工,认真对线、接线正确。

(2) 电气回路的连接应牢固可靠。

(3) 电缆芯线和所配导线的端部均应标明回路编号，编号应正确，字迹清晰不易脱色。

(4) 配线排列整齐、清晰、美观，导线绝缘良好，无损伤，线头弯曲方向应与螺栓紧固方向一致，导线与端子接触良好。

(5) 屏（柜）内导线不应有接头。

(6) 每个端子板的每侧一般为一根，不得超过两根。

(7) 引入屏（柜）的电缆应排列整齐，避免交叉，并应固定牢固，不使所接的端子板受到机械应力。

(8) 屏蔽电缆或导线，应按仪表和装置的要求接地。

(9) 屏（柜）内电缆芯线，应按垂直或水平有规律地配置，不得任意歪斜交连接。

2.4.7.4 电气调试、试验及试运行

电气调试、试验及试运行分为电气元器件单体试验，整组试验、系统模拟试验、系统模拟试验、系统空载试运行、系统带负荷联合试运转几大步骤。

(1) 单体试验：必须按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150-91）的要求对元器件及线路进行调整，试验及其外观检查，只有全部通过试验后方可投入使用。

(2) 整组试验、试验前应通过检查让实二次回路接线无误，方能进行控制回，保护回路的整组试验即在回路中通入操作电源以测试各控制保护回路的动作情况。

(3) 系统模拟试验：通过对各控制回路，保护回路的整组试验和自动控制线路及计量回路的通电检查，均认为保护动作可靠和接线无误后，方可进行系统模拟试验，即在一次主回路不带电的情况下，所有二次回路输入规定的操作电源，以模拟运行方式进行故障动作，检查其工作性能。

(4) 系统空载试运行，在经过上述试验情况正常后，使在不带任何机械负荷的情况下进行空载运转，以检查各电气设备的运行情况及各监视仪表的显示情况。

(5) 系统带负荷联合试运转，在空载运行 24 小时后，如元件不正常情况下，可切断高压电源，再重复检查一次所有设备和元件，认为正常后，并按照联合试运行程序规定的操作步骤，逐步带负荷试运行特效并作好试运转记录，联合试运转带满负荷运转 72 小时后，系统正常即可以认为系统符合技术和质量要求，再停机检查后，经批准后，可以移交投产使用。

