

安装、使用产品前，请阅读使用说明书。

Before installing and operating, please read this manual.

中华人民共和国重庆赛力盟电机有限责任公司

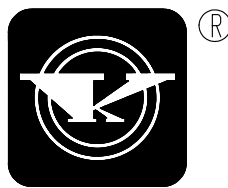
CHONGQING ELECTRIC MACHINE FEDERATION LTD.PRC.

# 立轴混流水轮机

## 使用说明书

OPERATION INSTRUCTION MANUAL

OCD. 460. 0615



赛力盟

<http://www.cemf.com.cn>

2014 年

重庆赛力盟电机有限责任公司  
CHONGQING ELECTRIC MACHINE FEDERATION LTD.

---

地址：重庆市九龙坡区九龙工业园 C 区聚业路 111 号

销售处电话：(023) 89093082 65253544      Sales Dpt. Tel: +8623 89093082 65253544

传    真：(023) 65265676                      Fax: +8623 65265676

电 子 邮 件：[cemfxsc@sina.com](mailto:cemfxsc@sina.com)                      E-mail: cemfxsc@sina.com

外贸办公室电话：(023) 89093134              Foreign Trade Dpt. Tel: +8623 89093134

传    真：(023) 65261853                      Fax: +8623 65261853

电子邮件：[cemfwm@vip.sina.com](mailto:cemfwm@vip.sina.com)                      E-mail: [cemfwm@vip.sina.com](mailto:cemfwm@vip.sina.com)

售后服务处电话：(023) 89093219      传真：(023) 65261567      E-mail: cemfshfw@sina.com

# 目 录

- 1.总则
  - 1.1 适用范围与要求
  - 1.2 设备的验收及保管
  - 1.3 安装的一般规定
  - 1.4 安装框图及安装程序简要说明
- 2.埋入部分安装
  - 2.1 尾水管肘管里村的安装
  - 2.2 座环（蜗壳）的安装
  - 2.3 机坑里村的安装
  - 2.4 埋入部分的混凝土浇注
- 3.导水机构安装
  - 3.1 导水机构安装前的准备
  - 3.2 导水机构预装
  - 3.3 导水机构的正式安装
- 4.转动部分安装
  - 4.1 转轮、主轴的装配
  - 4.2 主轴、转轮的安装
  - 4.3 密封装配的安装
  - 4.4 轴承装配的安装（筒式轴承为例）
  - 4.5 水轮机轴与发电机轴联轴及盘车
5. 机坑内水气管路、测量仪表管路的安装
  - 5.1 机坑内水气管路的安装
  - 5.2 测量仪表管路的安装
6. 地板以及环形吊车的安装
  - 6.1 地板的安装
  - 6.2 环形吊车的安装
7. 机组起动试运行
  - 7.1 机组充水前的准备

**7.2 机组充水试验**

**7.3 机组空载试运行**

**7.4 停机过程及停机后的检查**

**7.5 机组过速试验**

**7.6 机组并列及带负荷试验**

**7.7 机组甩负荷试验**

**7.8 连续 72 小时带负荷运行**

# 1. 总则

## 1.1 适用范围与要求:

1.1.1 本说明书是重庆赛力盟电机有限责任公司（以下简称赛力盟公司）设计、制造的立轴混流和立轴轴流水轮机在现场进行安装、调试和试验的技术指导文件。

1.1.2 本说明书主要阐述了水轮机安装的顺序、调整工艺和基本要求，其与赛力盟公司提供的设计图纸及其他随机文件互为补充。该说明书可以帮助安装单位熟悉该产品安装的基本步骤和要求及一部分部件的具体安装方法，但并非所有部件安装的具体细节。

1.1.3 所有部件的安装，应按照图纸及相关文件的要求进行。

1.1.4 根据安装现场的具体情况，可对某些部件的安装程序或要求加以修改，以便适应安装现场的特殊条件。

1.1.5 没有征得赛力盟公司的同意，不得随意增加、删除或更改图纸及其它随机文件的有关要求。

1.1.6 安装单位在对设计图纸和其它随机文件技术要点和本说明书所述的安装程序和方法没有完全理解之前，请不要开始进行安装工作，以免产生不应有的返工或产生其它不良后果。

1.1.7 如对本说明书中某些部分不能充分理解或有不同看法，请会同有关单位与赛力盟公司协商解决。对于介绍不详或未说明之处，赛力盟公司将以书面指令形式给予补充和说明。

1.1.8 凡本说明书及图纸未加特别要求之处，应参照 GB/T8564《水轮发电机组安装技术规范》的有关规定执行。若该文件与其它文件不符，安装单位应及时向业主（或监理）反映并同赛力盟公司协商解决。

1.1.9 在安装工作的每一个工序完成之后，安装单位应立即将有关记录及数据如实地填写在附后的质量控制卡（OCD 表）上，并提供给赛力盟公司，同时对数据的真实、准确负责。在赛力盟公司进行必要的复查并签字认可后，方可进行下一道工序的安装。

1.1.10 在安装调试及试运行过程中，安装单位应作详实的检查与试验记录，在每台机组试运行完成后，安装单位应按 GB/T8564《水轮发电机组安装技术规范》

要求提供一份有关安装、调试记录给赛力盟公司，以作为机组检查验收的依据。

## 1.2 设备的验收及保管

水轮机的零部件现场验收、储存应符合 JB/T8660《水电机组包装、运输、保管规范》的规定，如有疑义，应由买卖双方协商解决。

### 1.2.1 设备的验收

1.2.1.1 设备到达工地后，收货单位应按合同有关条款尽快进行验收，验收货物的地点，以买卖双方商定的地点为准。

1.2.1.2 货物运抵接收地点后，买方在货物卸车前，应检查货物包装箱的完好情况。如发现包装箱损坏或零部件丢失时，应及时通知发货单位，同时立即与当地运输部门和保险公司联系处理，并做好必要的文字记录和图像记录。还应向发货单位提供当地运输部门和保险公司出具的货损证明，以便补发和索赔。

1.2.1.3 买方收到货物后，应在规定的时间内，组织有关人员，按赛力盟公司提供的装箱清单，进行开箱、检查和验收。按照装箱清单逐项清点，查明各项零部件的数量及规格，并应注意是否有破损、锈蚀及缺件等，形成开箱纪要，由买卖双方代表签字，完成交接手续。设备开箱验收时，应有赛力盟公司的代表参加。在买卖双方共同验收前，买方不得私自开箱。特殊情况时，买方应事先通知赛力盟公司，征得赛力盟公司同意后，买方方可自行开箱。精密部件的开箱必须通知赛力盟公司代表到场。

1.2.1.4 零部件加工表面所涂的防锈材料，直到该部件安装时才能除去。如果在货物验收时，发现这些表面有伤痕或防锈材料脱落，应先用溶剂将防锈层除去，并重新涂上防锈材料。不允许用刮刀、砂纸等可能损伤加工表面的工具去除防锈层。对高精度加工面，在采取任何行动前，都必须同赛力盟公司商定。

1.2.1.5 装配发货的部件在验收时，如发现零件漏装等原因造成缺件、损坏等问题，由赛力盟公司负责处理。如因买方保管不善或搬运不当等，造成的缺件、缺陷、损坏等，由买方负责，赛力盟公司协助处理。

### 1.2.2 设备的储存

1.2.2.1 库房分为四类：一类库，指盖篷布在露天存放；二类库，指敞棚或就地建棚；三类库，指永久性仓库；四类库，指保温库。

1.2.2.2 所有设备验收后，应立即分类入库存放（见表一）。零部件上的各种标号

应保持完整，小部件应有标签。

### 1.2.2.3 仓库条件

- a. 在库区周围 20M 范围内，不得有住宅及电焊、锻压等车间。专用油漆、危险品、易燃品仓库应远离库区。库区内应设置必要的消防设施和避雷设施。
- b. 仓库应选择地势较高处，地基应坚实，周围开挖有足够泄水能力的排水沟、库区内不得积水。
- c. 库区内应保持清洁，防止老鼠、白蚁等危害。仓库内地面不得有野草、积水、污物。

零部件入库分类表

(表一)

库类别	适用范围
1~2	预埋管道及附件、裸装件、枷装件及庞大沉重部件
2	转轮、顶盖、座环、导叶、控制环、扶梯、外壳或局部包装件、随形防雨包装件
2~3	各种轴、管道、盖板、基础板、人孔、踏板
3	接力器、上、下迷宫环、导轴承外壳、活塞、联轴螺栓、销钉、水导轴承、各种泵与阀、零部件、填料、拐臂、连杆、栏杆或箱装零部件
3~4	导轴承、水封与轴瓦、盘根、电动机、
4	仪表、自动化元件、

- d. 棚架结构应坚实可靠，能承受当地常年风、雨、雷、电的侵袭，地面应坚实、平坦、干燥，并不低于库外地平。库内门窗应完整，既能通风又能密闭。
- e. 保温库或存放精密零部件的库房，应设置温度计和湿度计。库内应防寒、防潮、防尘、防火、防温差过大，库内温度一般维持在-5~+40℃，昼夜温差不应超过 10℃，相对湿度不应超过 90%。可用暖气或安全电炉加温，严禁使用明火升温。零部件与取暖装置应保持 1M 以上距离，不足 1M 时应有隔离措施。

### 1.2.2.4 维护保管

- a. 仓库应定期检查，如发现包装损坏或内部零件锈蚀，应及时报告主管部门处

理。

b. 零部件冬天入库时，一般需移入库内 24 小时后再开箱，以免零部件表面结露引起锈蚀。

c. 在条件较差的仓库内，可利用原包装箱保管，但箱内填料应清除，并放入适量干燥剂，包装箱应坚固、干燥、严密。箱内应铺衬防潮纸，大的包装箱应在适当位置设检查门。

d. 当库内相对湿度大于库外时，温度等于、高于或小于库外时，均应选择自然通风。

e. 零部件上的各种标号应保持完整。小部件应有注明的标签，如装箱保管使每箱应有装箱单。

f. 存放在露天、敞棚或非木质地面仓库的零件和箱装零件应垫高。露天存放垫高不低于 200mm，周围不允许积水，上方应加遮盖，存放时间应加限制，棚库存放时垫高 100mm 以上，永久库存放时垫高 50mm 以上。

g. 部件精加工面应避免作为支点，如作为支点时应垫衬垫。大中型部件存放的支承点距离和支承部件的确定，应以部件受力均匀，不致产生变形为原则。重要部件不允许重叠放置，重叠放置时，必须保证部件不变形。

h. 电气设备应存放在保温库内，可维持原包装保管，应避免重叠堆放，以防变形。每隔一个月应进行直流电阻和绝缘电阻测量（抽查 10%）；橡胶、塑料制品应防止阳光直接照射和油类污染，并放置在远离高温热源的地方。

i. 轴类的法兰不宜直接与支座接触，支座的位置和数量应保证受力均匀，每隔三个月应进行 180° 翻转一次。

j. 每隔三个月应检查表面涂的防腐油脂，若发现变质，应及时清除更换。

k. 由于安装缓发材料有存放时间要求，需根据安装的具体进度情况进行发货，应由安装单位根据安装的具体进度情况提前两个月向业主提出到货要求，由业主在安装前两个月书面通知我公司缓发材料的具体安装时间的到货要求，我公司将会根据安装的要求进行发货，以避免材料过期或耽误安装进度。

### **1.3 安装的一般规定**

1.3.1 在安装工作开展之前，安装单位应熟悉本说明书、图纸及有关文件。如有疑问，可向赛力盟公司查询。

1.3.2 安装单位应熟悉赛力盟公司所提供的所有专用工具的性能及操作要领并在安装前逐一进行清点。某些重要工具须由经过培训并获得合格证书的熟练工人操作。

1.3.3 安装场地应能防风、防雨、保持清洁并有足够的照明。环境温度不低于 5℃，空气相对湿度不得大于 75%。

1.3.4 设备安装前应进行全面清扫、去毛刺、高点、锈蚀、油污或其它污物。对某些重要部件的主要尺寸及配合公差进行校核，以便安装时根据实际情况进行调整或处理。

1.3.5 设备基础垫板的埋设，其高程偏差一般不超过 0-5mm，中心和分布位置偏差一般不大于 10mm，水平偏差或垂直偏差一般不大于 1mm/m。采用敲击的办法检查，设备基础板应浇实，不得有空洞等缺陷存在。

1.3.6 调整用楔子板应成对使用，搭接长度在 2/3 以上。使用前应配研，确保所有工作面的接触面积大于 70%，接触面的受力不大于 30Mpa。

1.3.7 埋设部件安装后应加固牢靠，以避免埋入部件在混凝土浇注过程中位移和变形。基础螺栓、千斤顶、拉紧器、楔子板、基础板等均应点焊固定。圆钢埋设时，应与混凝土内的钢筋搭焊；拉锚埋设时，应尽可能与混凝土内的钢筋搭焊。埋设部件与混凝土结合面，应无油污和严重锈蚀。

1.3.8 浇注混凝土时应保证混凝土在埋件周围均匀沉积，不得从高处投掷或单项浇捣，合理确定浇注速度和每层浇高以避免埋件产生位移和变形；在混凝土浇注过程中应监视埋件的变形，并按实际情况随时调整混凝土浇注顺序；混凝土与埋件结合面应密实，不得有空洞、疏松等缺陷。

1.3.9 设备安装应在基础混凝土强度达到设计值的 70%后进行，基础板二期混凝土应浇注密实，一般宜使用微膨胀水泥。

1.3.10 设备组合面、滑动配合面应光洁无毛刺。合缝用 0.05mm 塞尺检查应不能通过，允许有局部间隙，用 0.10mm 塞尺检查深度不应超过组合面宽度的 1/3，总长不超过组合面周长的 20%；组合螺栓及销钉周围不应有间隙。组合缝处的安装面错牙一般不超过 0.10mm。部件组合时，对未设密封条的组合面应按设计要求涂密封胶。有滑动配合面的部件组装时，滑动配合面应涂黄干油或二硫化钼等润滑脂。

1.3.11 在安装细牙螺纹及 M56 以上螺栓时，应涂刷润滑剂进行研磨、试装，联接螺栓应分次均匀把紧。有预紧力要求的螺栓，应检查螺栓的伸长值，与设计值的偏差不应超过±10%。螺栓、螺帽、销钉均应按设计要求锁定或点焊牢。

1.3.12 机组安装用的 X、Y 基准线标点及高程点，测量误差不应超过±1mm。机组中心测量所用的铅垂线直径一般为 0.30- 0.40mm，其拉应力不小于 120MPa。使用铅锤线时应避开强气流和强磁场。

1.3.13 当水轮机现场安装时，必须注意配合标记。多台机组在安装时，每台机组应用标有同一系列号码的部件进行装配。如遇标记不明，应通知赛力盟公司现场鉴定。

1.3.14 机组各部位用的密封圈在现场配作的，应大小、松紧合适，切口应平直，用 LOCTITE 胶或性能类似的专用胶进行粘接。密封圈在安装使用前应复测相应密封槽的尺寸和密封条的直径是否符合图纸要求。

1.3.15 轴承安装后，在转动部件上进行电焊时，应把电焊机地线直接接到待焊部件上，并采取安全保护措施，防止轴承损伤或电焊飞溅掉入轴承。

1.3.16 水轮发电机组启动之前，应进行全面检查（特别是转动部分）是否有螺栓、螺帽、工具等各种杂物丢在其中。

1.3.17 工地焊缝在焊接前应将焊接坡口附近两侧 50mm 范围内的锈蚀、油漆等污物清理干净，并将坡口打磨到可见金属光泽为止。焊缝清根打磨去除渗碳层时应将坡口打磨到可见金属光泽为止。工地焊缝至少要进行焊缝的外观检查：对于过流面焊缝还应将焊缝打磨光滑并至少进行 PT 探伤检查，按 JB4730 (II) 标准验收。

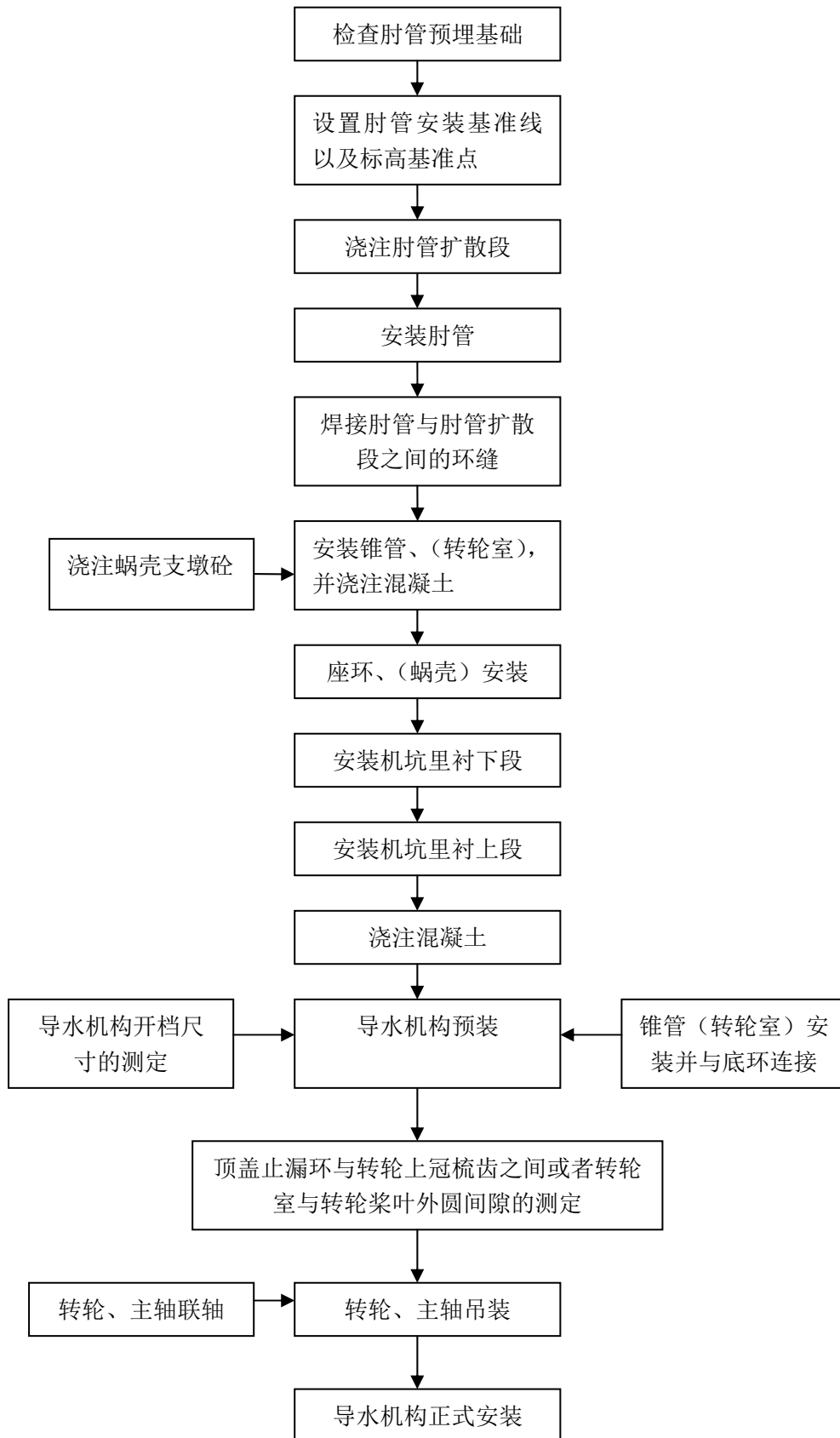
1.3.18 油、水、气系统设备及其相应的管件应彻底清洁，除锈去毛刺，对于非不锈钢管必须进行酸洗。按 GB/T8564 《水轮发电机组安装技术规范》4.11 和 4.12 条进行强度耐压试验、严密性耐压试验、煤油渗漏试验。若图纸有特殊规定的，则按图纸规定作相关试验。

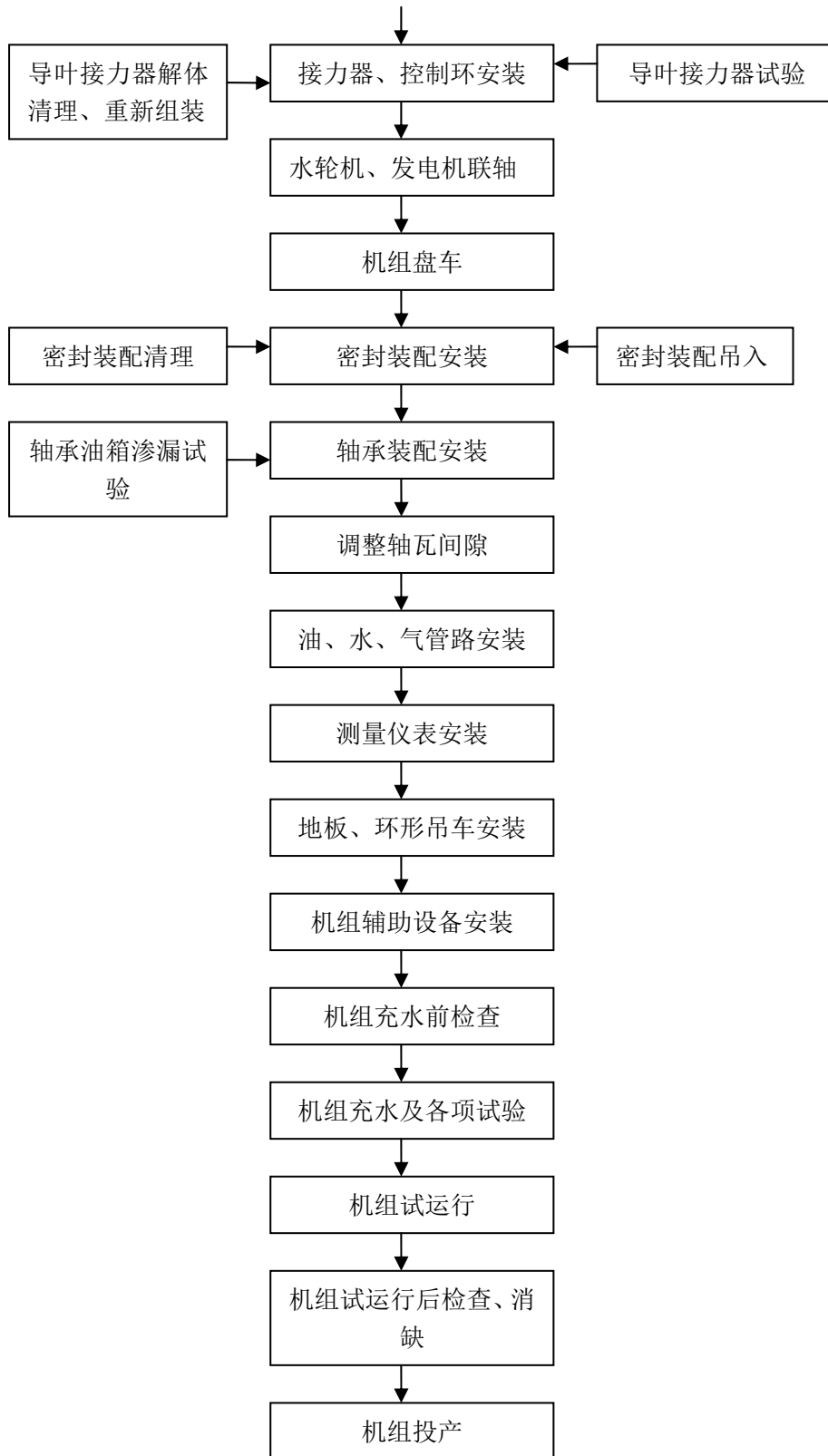
1.3.19 一般说来，我公司整体装配发运的设备在工地均要求分解、清洗、重新组装。除非合同有特殊规定可不分解。

1.3.20 机组各部件防腐涂漆按 GB/T8564 《水轮发电机组安装技术规范》4.18 条进行。

#### 1.4 安装框图及安装程序简要说明

### 1.4.1 安装程序框图





## 1.4.2 安装程序简要说明

1.4.2.1 水轮机安装的工艺过程是依据其结构特点以及机组主要部件的安装顺序而制订的。

1.4.2.2 安装程序框图中分装配的组装、试验等环节不占用整个安装的直线工期，安装单位可根据具体的施工环境、时间等条件安排交叉作业。

1.4.2.3 水轮机安装的工艺过程与厂房结构、施工场地的具体条件以及起重运输条件等因素密切相关。本工艺过程是在考虑了施工、安装通用性的基础上，结合一般施工现场的条件所编写。

1.4.2.4 在其后的安装细则中所涉及的标准和要求，主要是根据水轮机设计图纸和相关技术文件、同时参照 GB/T8564《水轮发电机组安装技术规范》以及买方与我公司所签定的采购合同而制定的。

## 2. 埋入部分安装

埋入部分的安装主要包括尾水管（肘管和锥管）安装、转轮室（轴流式）、座环（蜗壳）安装、机坑里衬安装以及相关的测压管路安装等。

主要参考图纸：水轮发电机组安装布置图、水轮机基础图、尾水肘管、尾水锥管、转轮室、座环（蜗壳）、基坑里衬。

### 2.1 尾水管肘管里衬的安装

尾水管、转轮室、座环、里衬由钢板焊接而成，受运输条件限制，对超限部件将采取分瓣运输方式，在现场组焊成整体。

#### 2.1.1 安装前的准备工作

2.1.1.1 在机坑基础混凝土浇注、验收后，按照水轮机基础图所示的方位、高程，编制肘管支墩钢筋网并预埋千斤顶垫板、拉筋等。其基础垫板的埋设应符合 1.3.5 条的规定。

2.1.1.2 浇注肘管支墩混凝土，待其达到养护期后，拆除支墩模板并复查各预埋千斤顶垫板的方位、高程应满足 1.3.5 条的要求，同时检查其埋设在混凝土内的稳固性，以确保肘管在安装中或二期混凝土浇注时不下沉、倾斜或位移，同时还需要复查各拉筋布置的方位、数量是否正确。

2.1.1.3 按尾水肘管图所示，将位于肘管上管口支墩上的垫板与拉锚进行焊接，焊后应将拉锚多余部分割除并将垫板上平面打磨平整。

2.1.1.4 根据尾水肘管图，按 1.3.12 条要求在机坑内适当位置正确设置尾水肘管安装用的机组基准线 X、Y 标点以及标高基准点，其基准点的设置应牢固、明显和便于测量。

注：压力钢管、球阀的安装与水轮机埋件的安装应使用统一的机组基准线 X、Y 标点和统一的标高基准点，对于不同高程位置的机组基准线 X、Y 标点应一致，必要时挂钢琴线进行校核以避免误差累计。

#### 2.1.2 肘管扩散段的浇注

2.1.2.1 将肘管扩散段混凝土浮渣清理干净后，支模。

2.1.2.2 肘管扩散段进口断面底板的高程符合设计值，控制其偏差应不超过  $\pm 3\text{mm}$ ，同时在肘管扩散段出口断面的顶部吊线锤，调整其管口倾斜值，偏差应不超过  $5\text{mm}$ 。

2.1.2.3 根据预先设置的肘管安装用机组基准线 X—X 标点 在肘管扩散段进口断面上游侧的适当位置，设置平行于机组 X 轴线的安装控制基准线，分左，右两点测量并调整进口断面至基准线间的距离，其两点的测量差值不得超过±2mm，同时复查各断面至机组中心的距离应符合设计值，偏差应控制在 0-3mm 范围内。

2.1.2.4 根据预先设置的肘管安装用机组基准线 Y-Y 标点 布置机组 Y 坐标基准线，在其上吊线锤测量并调整肘管扩散段进口断面的方位偏差（即基准线与管口中心标记的距离），其偏差应不超过 2mm。

注：如肘管扩散段进口断面未标出管口中心标记，安装单位应在现场补做。

2.1.2.5 上述调整合格后，固定模具，浇铸混凝土。

### 2.1.3 肘管的安装

2.1.3.1 将肘管支墩垫板上的混凝土浮渣清理干净后，布置螺旋千斤顶，调整千斤顶顶部的高程略低于设计高程，以便于调整肘管。

2.1.3.2 在肘管外表面的适当位置装焊支撑用角钢后，将肘管吊放在预先布置的千斤顶上，调节千斤顶以及侧墙上的千斤顶，使肘管以及肘管扩散段的管口基本对齐。

2.1.3.3 按尾水管装配图所示，装焊与肘管扩散段连接用的角钢，其装焊位置由安装单位自行确定。

2.1.3.4 按水轮机基础图所示，根据实际配焊攀环，将拉紧器配弯后挂装于相应的攀环上，同时根据实际长度配割、配弯调节拉紧器，使肘管初步固定。

2.1.3.5 在肘管上管口外围的 X、Y 方向布置线架，根据预先设置的肘管安装用机组基准线 X、Y 标点设置机组 X-Y 坐标基准线，利用侧边墙上的千斤顶来调整肘管上管口的中心、方位偏差（即上管口 X、Y 方位标记与机组 X-Y 基准线间的距离）应小于 2mm。

2.1.3.6 在调整肘管上管口中心、方位偏差的同时，利用底部及侧面的千斤顶来调整肘管上法兰面的高程、水平，使其高程符合设计值，偏差不超过±3mm；其上法兰面的水平偏差不大于 1mm。

2.1.3.7 挂机组中心线，分 8 点复查肘管上管口的圆度（同轴度），其偏差应小于 1mm。

3.1.2.8 待上述调整工作完成后，记录调整、测量的结果。

2.1.3.9 尾水管肘管里衬安装、调整合格后，装焊肘管拉紧器，安装肘管上管口支撑，依据肘管外缘轮廓线配割支撑的多余部分。同时将支撑与垫板以及支撑与肘管进行焊接，其焊角尺寸应分别达 10 和 12mm。

2.1.3.10 按 1.3.7 条的规定，对肘管外围进行加固，游千斤顶与垫板以及肘管、拉紧器与肘管拉锚焊接牢固，同时根据工地的实际情况装焊肘管外圈加劲环上的拉杆装配（锚钩）。

2.1.3.11 按前述 2.1.3.5 条、2.1.3.6 条以及 2.1.3.7 条进行复查，同时，作好记录。

2.1.3.12 根据设计院图纸所示的管路走向，布置尾水管扩散段测压管路，管路安装后应进行通流及压力试验（试验压力不应低于 0.4Mpa），记录试验结果，在试验合格后应将管路临时封堵，以防混凝土浇注时造成管路堵塞，同时，还应将管路与钢筋网可靠固定，以防混凝土浇注时造成管路损坏。

2.1.3.13 对尾水肘管的安装组织阶段性验收，合格后移交土建单位浇注肘管二期混凝土，直至形成蜗壳的混凝土支墩。混凝土浇注时应密切监视肘管上法兰面的位移及变形情况，根据水平度以及中心等的变化及时改变浇注顺序及浇注速度。

2.1.3.17 肘管二期混凝土浇注完成后，用圆板将灌浆孔封焊，焊后将肘管内壁的焊缝打磨光滑，作 100%PT 或 MT 探伤检查，同时作好记录。

2.1.3.18 混凝土养护期过后应采用敲击的办法来检查混凝土的浇注质量。对于混凝土浇注不实的部位，可在肘管里衬上钻孔，采用压力灌浆的办法来进行处理（灌浆压力建议为 0.3Mpa）。压力灌浆后应将灌浆孔可靠封堵焊接，焊后将焊缝打磨光滑过渡并进行 PT 或 MT 探伤检查，记录检查结果。

2.1.3.19 将锥管的下管口配合面清洗干净，将其吊放在肘管的上法兰面上。

按水轮机基础图所示，根据实际配焊攀环，将拉紧器配弯后挂装于相应的攀环上，同时根据实际长度配割、配弯调节拉紧器，使锥管初步固定。

在肘管上管口外围的 X、Y 方向布置线架，根据预先设置的锥管安装用机组基准线 X、Y 标点设置机组 X-Y 坐标基准线，利用千斤顶来调整锥管上管口的中心、方位偏差（即上管口 X、Y 方位标记与机组 X-Y 基准线间的距离）应小于 2mm。在调整锥管上管口中心、方位偏差的同时，利用底部及侧面的千斤顶来调整肘管上法兰面的高程、水平，使其高程符合设计值，偏差不超过± 3mm；其上法兰面的水平偏差不大于 1mm。

挂机组中心线，分 8 点复查锥管上管口的圆度（同轴度），其偏差应小于 1mm。待上述调整工作完成后，记录调整、测量的结果。

尾水锥管、里衬安装、调整合格后，装焊锥管拉紧器，安装锥管上管口支撑，依据锥管外缘轮廓线配割支撑的多余部分。同时将支撑与垫板以及支撑与锥管进行焊接，其焊角尺寸应分别达 10 和 12mm。

按 1.3.7 条的规定，对锥管外围进行加固，将千斤顶与垫板以及肘管、拉紧器与肘管拉锚焊接牢固，同时根据工地的实际情况装焊锥管外圈加劲环上的拉杆装配（锚钩）。

按前述 2.1.3.5 条、2.1.3.6 条以及 2.1.3.7 条进行复查，同时，作好记录。

根据设计院图纸所示的管路走向，布置尾水管测压管路，管路安装后应进行通流及压力试验（试验压力不应低于 0.4Mpa），记录试验结果，在试验合格后应将管路临时封堵，以防混凝土浇注时造成管路堵塞，同时，还应将管路与钢筋网可靠固定，以防混凝土浇注时造成管路损坏。

对尾水锥管的安装组织阶段性验收，合格后移交土建单位浇注锥管二期混凝土，直至形成座环（蜗壳）的混凝土支墩。混凝土浇注时应密切监视肘管上法兰面的位移及变形情况，根据水平度以及中心等的变化及时改变浇注顺序及浇注速度。肘管二期混凝土浇注完成后，将灌浆孔封焊，焊后将锥管内壁的焊缝打磨光滑，作 100%PT 或 MT 探伤检查，同时作好记录。

混凝土养护期过后应采用敲击的办法来检查混凝土的浇注质量。对于混凝土浇注不实的部位，可在锥管里衬上钻孔，采用压力灌浆的办法来进行处理（灌浆压力建议为 0.3Mpa）。压力灌浆后应将灌浆孔可靠封堵焊接，焊后将焊缝打磨光滑过渡并进行 PT 或 MT 探伤检查，记录检查结果。

2.1.3.19 当混凝土浇至座环（蜗壳）支墩高程附近时，按座环（蜗壳）图中所示方位以及各混凝土支墩基础高程，编制蜗壳支墩钢筋网，预埋基础垫板的拉锚，其拉锚在混凝土支墩中的位置由土建的木模板确定。

2.1.1.20 浇注座环（蜗壳）支墩一期混凝土，待其牢固后，安装座环（蜗壳）支墩基础垫板，垫板的埋设应符合 1.3.5 条的规定。

2.1.3.21 垫板安装、调整好，将其与拉锚点焊，回填座环（蜗壳）支墩二期混凝土，并浇捣密实，以确保座环（蜗壳）在安装中或混凝土浇注时不下沉、倾斜

或位移。

2.1.3.22 二期混凝土完全牢固后，将拉锚与垫板焊牢，拉锚超出垫板的部分应割掉、打磨，与垫板平齐。

2.1.3.23 按 2.1.3.4 条、2.1.3.5 条以及 2.1.3.6 条的要求复测肘管上管口各偏差，并作好相应记录。

## 2.2 座环（蜗壳）的安装

2.2.1 根据座环（蜗壳）地基图中所列的各混凝土支墩基础高程表，复查座环（蜗壳）各预埋基础垫板的高程、水平及方位应符合图纸以及 1.3.5 条的要求。

2.2.2 按 1.3.12 条要求将尾水肘管安装用的机组基准线 X、Y 标点设置到相应的高程供座环（蜗壳）安装时使用；按 1.3.12 条要求正确设置座环（蜗壳）安装用的标高基准点。

2.2.3 将座环（蜗壳）支墩垫板上的混凝土浮渣清理干净，在座环（蜗壳）支撑上穿入特殊螺栓，同时调整螺栓顶部的高程略低于设计高程，以便于调整座环（蜗壳）的高程。将座环（蜗壳）吊入机坑，在基本对正座环（蜗壳）上平面的 X、Y 方位标记后，将其吊放就位。

2.2.4 利用座环（蜗壳）支撑上的特殊螺栓，对照座环（蜗壳）安装用的标高基准点来粗调座环（蜗壳）上平面的高程，使其符合设计值，偏差不应大于 $\pm 3\text{mm}$ 。  
注：在调整高程偏差时，很难精确地确定座环（蜗壳）的中心点，为此，应将座环（蜗壳）的中心高程透过换算返至座环（蜗壳）上平面，以座环（蜗壳）上平面作为高程的测量基准。

2.2.5 在座环（蜗壳）外围的 X、Y 方向布置线架，根据预先布置的座环（蜗壳）安装用机组基准线 X、Y 标点设置机组 X、Y 坐标基准线，采用在基准线上吊线锤的方法来精确调整座环（蜗壳）的方位（中心）偏差（测量座环上平面的 X、Y 方位标记与机组 X、Y 坐标基准线间的距离），其方位偏差不应大于 2mm。

注 1：如果在座环（蜗壳）的中心、方位调整时，座环（蜗壳）上法兰面上 X、Y 标记与 X、Y 坐标基准线的偏差很难同时满足时，此时应首先保证 Y 标记与基准线的重合，其次保证 X 标记与基准线的重合。

注 2：调整座环的方位偏差，其主要目的是为了保证蜗壳直管段中心与压力钢管中心的同心度，座环的中心偏差则是以锥管上法兰的中心为基准进行精确调整。

2.2.6 在座环（蜗壳）上法兰面架设求心器，按 1.3.12 条的要求，以肘管上法兰内壁的中心为基准挂钢琴线，分 8 点测量座环上镗口面以及下镗口面与基准线的同心度，偏差不应大于  $\phi 0.5\text{mm}$ ，同时复查其上、下镗口面的圆度应小于  $0.3\text{mm}$ 。

2.2.7 利用座环（蜗壳）支撑上的特殊螺栓来精确调整座环的水平，用精密水准仪或光学合相水平仪测量，其上法兰面以及下法兰面的水平度偏差均不大于  $0.05\text{mm/m}$ 。

2.2.8 上述调整合格后，按蜗壳基础图所示，装焊搭板，焊接过程中应注意对称施焊，并保证其焊角尺寸应达到  $10\text{mm}$ 。在此过程中，应在座环上法兰面架设测量器具，监视其水平度有无变化，必要时还应进行相应的调整。待焊接完成后，应再次顶紧特殊螺栓，并将其与基础垫板点焊牢固。

2.2.9 上述工作完成后，再次复查座环的中心、方位、水平度等指标均应符合前述 2.2.4、2.2.5、2.2.6 以及 3.2.7 条的要求，同时应作上记录。

注：座环（蜗壳）安装、调整合格后，机组后续部件安装时应以座环（蜗壳）上法兰面作为高程基准，以座环（蜗壳）上法兰垂上的 X、Y 标记作为方位、中心调整时的基准。

### 2.3 机坑里衬的安装

机坑里衬由钢板焊接而成。

注：为便于浇注座环（蜗壳）混凝土时，能够随时监测座环（蜗壳）上法兰面水平的变化，机坑里衬的安装最好放在座环（蜗壳）一期混凝土之后进行，并且一期混凝土至少应到达座环（蜗壳）腰线以上为妥。

2.3.1 将机坑里衬吊入机坑，以座环（蜗壳）上的 X、Y 标记调整机坑里衬的中心及方位，使机坑里衬上的 X、Y 标记与座环（蜗壳）上法兰面上的 X、Y 标记基本重合。

2.3.2 分 8 点复查机坑里衬的圆度，其直径方向的偏差应小于  $\pm 5\text{mm}$ （即最大直径与最小直径之差应不大于  $5\text{mm}$ ），. 同时应将复查、调整的结果记录。

2.3.3 按图示位置装焊接力器基础板的地脚，其焊角尺寸应达到  $10\text{mm}$ 。

2.3.4 按 1.3.12 条的要求，将座环（蜗壳）安装用的机组基准线 X、Y 标点设置到机坑里衬内适当的高程，以供机坑里衬下段安装时使用。

2.3.5 按 1.3.12 条的要求，以此标点为基准，在机坑里衬内挂机组 X-X、Y-Y 坐

标基准线，同时在接力器基础板上标记出中心位置。

2.3.6 将接力器基础板的把合面清洗干净后，在每一接力器基础板上分左、右两点测量并调整其到 X-X 基准线的距离应达到设计值的要求；在每一接力器基础板上分上、下两点测量并调整其到 X. X 基准线的距离，以保证接力器基础板的垂直度偏差不大于 0.30 mm/m；测量并调整两接力器基础板中心到 Y-Y 基准线的距离应达到设计值的要求。

2.3.7 复查接力器基础板的高程，其与座环（蜗壳）上法兰面的高程差偏差应小于±1mm。

注：复查接力器基础板的高程应以座环（蜗壳）上法兰面的实际安装高程作为高程测量基准、以基础板的中心点作为测量参考点。

2.3.8 上述安装调整工作完成后，应将调整、测量的结果记录。

2.3.9 焊接机坑里衬与座环之间的环缝(其焊角尺寸为 10mm)，焊接应对称、分段、退步进行，以尽量减小焊接变形所造成的影响。焊接完成后，对焊缝作 100%PT 或 MT 探伤检查，并作出记录，同时按前述 2.3.6 以及 2.3.7 条的要求进行复查，并作好记录。

2.3.12 按水轮机安装布置图所示的方位，在机坑里衬上配割机坑进入孔，割下的钢板作为机坑进入门的补强板装焊在机坑进入门周围。

2.3.13 根据水轮机机坑内水气管路布置图、设计院图纸及其它相应的图纸在机坑里衬内壁上配割出相应的机组油、水、气、电管路接口，按图装焊相应的法兰、管路等零件。焊后按 1.3.18 条进行通流及压力试验（试验压力不应低于 0.4Mpa），将试验结果记录。在试验合格后应将管路临时封堵，以防混凝土浇注时造成管路堵塞，同时，还应将管路与混凝土钢筋网可靠固定，以防混凝土浇注时造成管路损坏。

2.3.14 按 1.3-7 条要求对机坑里衬进行加固，将接力器基础板上的地脚与混凝土钢筋网措焊牢固。

2.3.15 再次复查座环的安装高程、水平、座环上镗口的中心及圆度以及接力器基础板的中心和安装高程等各项指标作好记录。

## **2.4 埋入部分的混凝土浇注**

2.4.1 按照设计院图纸的要求布置座环（蜗壳）混凝土钢筋网，确认所有埋入部

件的加固锚栓、拉紧器以及管路等均已与钢筋网搭焊牢固。

2.4.2 检查所有排水管路、机组油、水、气、电管路是否安装并加固，管口是否作了临时封堵。

2.4.3 将机坑内部冲洗干净后，钳修、打磨座环的上法兰面、上镗口面、下镗口面。对需要进行蜗壳水压试验的，按蜗壳水压试验工具图所示，安装蜗壳水压试验工具(其中，充水用的冷拔钢管由工地自备、封水盖借用主阀的试验盖)，各部位用的密封圈需在现场配作的，均应达到前述 1.3.14 条的要求。

2.4.4 待蜗壳水压试验工具安装完后，开启封水盖上的球阀，向蜗壳内部充水，直至水从蜗壳侧的排气孔溢出后，用螺塞将排气孔可靠封堵。关闭球阀，启动试压泵，继续向蜗壳内部注水，同时监视压力表指针的变化。

2.4.5 待压力表读数到达要求数值时，断开试压泵电源，同时检查各组合缝的渗漏情况，各组合缝不得渗漏。

2.4.6 对座环（蜗壳）、机坑里衬等部分的安装组织阶段性验收，合格后移交土建施工单位编制蜗壳混凝土钢筋网，准备混凝土浇注。

2.4.7 在座环（蜗壳）部分的混凝土浇注前，安装单位应与土建施工单位一道，合理确定混凝土分层（期）数以及仓号，一般情况下混凝土不应少于 3 期。

2.4.8 在浇注混凝土过程中，应在机坑旁适当位置架设精密水准仪，在座环的上法兰面设置标尺，每间隔一定的时间（视现场情况而定）即对座环上法兰面的水平度进行复测，同时根据复测的结果随时调整浇注顺序和浇注速度。

2.4.9 混凝土浇注完成，待其强度达到设计值的 70%以后，开启试压泵上的卸压阀进行缓慢降压，待其压力表读数回零后，开启球阀，将蜗壳内部的水排净，拆除蜗壳水压试验工具。重新复查座环（蜗壳）的安装高程、水平、座环上镗口的中心及圆度以及接力器基础板的中心和安装高程等各项指标并在相应的 0CD 表中作好记录。

2.4.10 混凝土浇注完成后，应采用敲击的办法对座环（蜗壳）底部的浇注质量进行检查，以确保其浇注密实。对于混凝土浇注不实的部位必须进行二次灌浆处理(灌浆压力建议为 0.3Mpa)。

注：不建议采用在蜗壳上开设灌浆孔和排气孔的方法进行灌浆处理，可采用在座环上开孔（灌浆孔、排气孔）的方法或采用预先埋设灌浆管（对于容易产生混凝

土浇注不实的部位)的方法进行处理。

2.4.11 灌浆完毕后,按水轮机基础图所示,用堵头将灌浆孔封焊并将焊缝打磨光滑,同时作 100%PT 或 MT 探伤检查,并作出记录。

2.4.12 割除尾水管、转轮室、蜗壳以及机坑里衬等部件内表面的所有支撑、加固材料,将焊疤打磨清理干净,对于座环(蜗壳)内的焊疤清理干净后,还应进行 PT(或 MT)探伤检查,作出记录。

2.4.13 对座环(蜗壳)、尾水管、里衬的过流面以及机坑里衬的内表面进行全面的检查,对于灌浆孔(捧气孔)焊缝以及由于混凝土浇注而需要补涂漆的部位根据相应的国家标准进行必要的喷(刷)漆防锈处理。

### 3. 导水机构安装

主要参考图纸:水轮机基础图、座环(蜗壳)装配、导水机构、底环、顶盖、活动导叶、支持盖。

注:由于水轮机机型的不同,其所涉及的零部件也有所差异,安装时,应根据设备的具体情况而调整。

#### 3.1 导水机构安装前的准备

3.1.1 将座环(蜗壳)各法兰面、镗口面钳修、清理干净后,复测其高程、水平、中心以及圆度偏差,应符合技术要求。

3.1.2 开箱清理导水机构安装的专用工、器具,熟悉其用途和使用方法。

#### 3.2 导水机构预装

导水机构主要包括底环、导叶、顶盖、导叶臂、连杆(连板)、控制环、支持盖及轴承支架等。其工地预装的主要项目包括调整底环、顶盖的水平;调整底环、顶盖止漏环的同心度以及圆度;测量并调整导叶与底环、顶盖之间的间隙等,以保证导叶及整个传动机构动作灵活、安全可靠。上述几者之间的调整工作是相互影响的,因此,应根据测量数据结合实际情况反复、仔细的进行调整,使之均满足设计图纸及相应的国标规范要求之后,方可按图示钻较相应的定位销孔。

##### 3.2.1 底环的安装

3.2.1.1 将底环拆下,对底环的各金加工面进行全面的清扫,去除毛刺、高点、锈蚀、油污或其它污物。钳修底环与座环之间的密封槽,按其实际长度配制橡胶圆

条，密封条的配作应符合前述 1.3.14 条的要求。

3.2.1.2 对照底环加工装配图，对其主要尺寸及配合公差进行校核，以便安装时根据实际情况进行调整或处理。

3.2.1.3 在 4 个相互对称的底环导叶轴孔内安装底环起吊工具，同时将密封条套入底环的密封槽内并涂抹一层黄干油。

3.2.1.4 用钢琴线将座环上法兰面上的 X、Y 方位标记引至座环下法兰面（与底环的把合面），同时，在座环的下法兰面装入密封条，将底环吊入机坑，对正底环与座环上的 X、Y 方位标记后就位。拆除底环起吊工具并在底环上穿入把合螺栓，初步把紧。

3.2.1.5 用精密水准仪或光学合相水平仪测量底环上平面的水平度，其水平偏差（径向测）应在 0.07mm/m 以内。否则，应吊出底环，视偏差情况采用少量磨削座环下法兰面的方法来重新调整底环的水平度，直至达到上述要求为止。

3.2.1.6 在座环的上法兰面架设求心器，以座环上镗口面为基准挂机组中心线（钢琴线），钢琴线 X、Y 方向（对称测点）的偏差不应大于 0.05mm。

3.2.1.7 以座环上镗口面中心线为基准，调整底环与其同心，偏差不应超过 ±0.10mm。同时分 8 点复查底环的圆度，各半径与实际平均半径之差应小于 ±0.10mm。底环水平度、同心度、圆度的调整是相互影响的，安装调整时应三者兼顾，使三者同时满足要求。在调整的同时，还应作好记录。

3.2.1.8 上述调整完成后，对称、均匀的把紧螺栓后，再次复测底环的水平度、同心度及圆度应满足前述 3.2.1.5、3.2.1.7 条之要求，并将测量结果记录。

3.2.1.9 底环安装合格后，以后部件的安装则以底环中心线为基准，即将底环中心线作为机组的基准中心线。

### 3.2.2 顶盖预装

3.2.2.1 对顶盖的各金加工面进行全面的清扫，去除毛刺、高点、锈蚀、油污及其它污物，同时配制座环上的密封条。

3.2.2.2 对照顶盖加工装配图，对其主要尺寸及配合公差进行校核，以便安装时根据实际情况进行调整或处理。

3.2.2.3 将顶盖吊入机坑，在基本对正座环上法兰面上的 X、Y 方位标记就位，穿入半数的把合螺栓，对称、均匀的把紧。

3.2.2.4 用精密水准仪或光学合相水平仪测量顶盖上平面（与套筒的组合面）的水平度，其水平偏差（径向测）应在 0.07mm/m 以内。否则，应吊出顶盖，视偏差情况采用少量磨削座环上法兰面（与顶盖的把合面）的方法来重新调整顶盖的水平度，直至达到上述要求为止，将调整、测量的结果记录。

3.2.2.5 用内径千分尺精确测量每一导叶轴孔附近的导水机构开档尺寸，将测量结果记录。同时，提交一份给现场技术指导，以便现场技术指导及时通知制造厂，按上述测量值配车导叶瓣体的高度尺寸。

注：1. 每一导叶轴孔的编号应与在制造厂厂内预装的标记对应；

2. 应分内、外两圈来测量顶盖与底环之间的开档尺寸；

3. 本步骤仅在制造厂要求配加工导叶瓣高度时做，否则直接进入下步骤；

3.2.2.6 松开把合螺栓，将顶盖吊出机坑。

### 3.2.3 导叶的预装

3.2.3.1 清扫底环上平面，将底环全部的导叶轴孔及轴套清理干净，并在轴套上涂抹一层润滑脂。

3.2.3.2 将导叶上、中、下轴颈及上、下端面清理干净，同时钳修导叶的上、下端面，去除毛刺。

3.2.3.3 复测导叶的瓣体高度尺寸，对照导叶加工图，对导叶的主要尺寸及配合公差进行校核，以便安装时根据实际情况进行调整或处理。

3.2.3.4 在导叶上轴头安装吊环螺钉，将全部导叶按照编号依次吊入对应的底环导叶轴孔内。

注：对于导叶端面密封间隙非常小的机型，为确保导水机构在正式安装时，各项技术指标能够一次性达到设计要求，避免不必要的工期损失，建议全部导叶参加导水机构预装。

3.2.3.5 导叶吊装就位后，用手转动导叶，其应转动灵活，然后将导叶置于全关位置。

### 3.2.4 导水机构的预装

3.2.4.1 将清理干净的顶盖吊入机坑，间隔穿入半数的把合螺栓，暂不把紧。

3.2.4.2 对导叶套筒的各金加工面进行全面的清扫，去除毛刺、高点、锈蚀和其它污物，同时，在清洗干净的密封槽内放入“O”形密封圈。

3.2.4.3 将全部导叶套筒按照编号依次吊入对应的顶盖导叶轴孔内，用手转动每一个导叶，应旋转灵活，无憋劲现象。

3.2.4.4 安装套筒把紧螺栓，对称、均匀的把紧后，采用上述方法再次检查导叶转动的灵活性，应无变化。

注：如个别导叶存在憋劲现象，可将导叶套筒取出，适当旋转一定的角度后，重新把紧套筒，并再次检查导叶转动的灵活性。

3.2.4.5 在顶盖的上平面架设求心器，以底环中心为基准挂中心线（钢琴线），钢琴线 X、Y 方向的偏差不应大于 0.05mm。

3.2.4.6 调整顶盖与底环的同心度，其偏差不应超过  $\phi 0.12\text{mm}$ ，同时分 8 点复查顶盖的圆度，其偏差应小于  $\pm 0.12\text{mm}$ ，将调整、测量的结果记录。

3.2.4.7 调整合格后，把紧顶盖与座环之间的把合螺栓，复查顶盖的水平、与基准中心线的同心度等指标应符合 3.2.2.4、3.2.4.6 条的规定，同时，再次检查导叶转动的灵活性应达到上述要求，将复查结果记录。

3.2.4.8 用塞尺检查导叶的上、下端面间隙，下端面间隙应为零，上端面间隙应满足设计的总间隙要求，导叶大小头端面间隙应基本相等，导叶无规律性的倾斜，将检查结果记录。

注：如个别导叶的端面总间隙仍无法达到上述要求，可记录下该导叶编号，待导水机构预装结束吊出导叶后，采用少量磨削端面的办法加以解决。

3.2.4.9 将支持盖的各金加工面进行全面的清扫，去除毛刺、高点、锈蚀、油污或其它污物。钳修支持盖与顶盖之间的密封槽，按其实际长度配制橡胶圆条。将支持盖吊放于顶盖上，穿入螺栓后对称、均匀把紧。

3.2.4.10 将轴承支架清洗干净后吊放于顶盖上，穿入螺栓后对称、均匀把紧。

3.2.4.11 按底环加工装配图所示的方位及要求，钻铰底环与座环的销孔；按顶盖上预钻的通孔，钻铰顶盖与座环的锥销孔，同时钻铰支持盖和支架与顶盖的锥销孔（根据实际情况允许斜钻铰），安装内螺纹圆锥销并打紧。

3.2.4.12 检查剩余顶盖与座环把合孔的配合情况，如有错位导致把合螺栓无法安装的情况，可在相应的顶盖把合孔作好标记，待预装结束顶盖吊出机坑后，对其进行扩孔处理。

3.2.4.13 松开顶盖与座环的把合螺栓，依次吊出顶盖、导叶，准备导水机构的正

式安装。

注：在起吊顶盖的过程中，应注意避免将导叶带出。

### 3.2.5 顶盖止漏环与转轮上冠梳齿之间间隙的测定。

顶盖与转轮位于止漏圆处的实际配合间隙应在工地进行具体的测量。

3.2.5.1 在安装间均布 3 个支墩，并在其上放置 3 对楔子板（楔子板由安装单位自备）。安装转轮起吊工具并将转轮上法兰面以及上冠梳齿式止漏环清洗干净后，将其吊放于支墩上。

3.2.5.2 调整楔子板使转轮上法兰面的水平度达到 0.02mm/m 后，对转轮进行必要的加固，使之稳定、牢靠。

3.2.5.3 用钢丝绳、导链吊起顶盖，同时调整顶盖上平面的水平度，使之达到 0.02mm/m。

3.2.5.4 将顶盖套在转轮上（注意：顶盖不能放在转轮上），进行止漏环的间隙实测。

3.2.5.5 推动顶盖，分别测量并记录转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙，共推 4 次，具体方法为：

（1）从+X 方向推动顶盖，到顶盖推不动为止，测量+X 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于+XI 处）；同时测量-X 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于+XII 处）。

（2）从-X 方向推动顶盖，到顶盖推不动为止，测量-X 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于-X I 处）；同时测量+X 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间时间隙（将该值记录于-X II 处）。

（3）从+Y 方向推动顶盖，到顶盖推不动为止，测量+Y 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于+YI 处）；同时测量-Y 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于+YII 处）。

（4）从-Y 方向推动顶盖，到顶盖推不动为止，测量-Y 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于-Y I 处）；同时测量+Y 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙（将该值记录于-YII 处）。

	+X	-X	+Y	-Y
I				

II				
----	--	--	--	--

实测 X 方向顶盖止漏环与转轮上冠梳齿之间的总间隙为：

$$\Delta X = (+X I - +X II) + (-X I - -X II)$$

实测 Y 方向顶盖止漏环与转轮上冠梳齿之间的总间隙为：

$$\Delta Y = (+Y I - +Y II) + (-Y I - -Y II)$$

3.2.5.6 根据上述测量值以及 X、Y 方向的总间隙值，估算当转轮处于理论中心位置时，X、Y 方向转轮上冠外缘至顶盖相应配合面之间的间隙偏差，以此作为机组安装后，确定顶盖止漏环与转轮上冠梳齿之间间隙的计算依据。

### 3.3 导水机构的正式安装

导水机构的正式安装应在主轴、转轮吊装入机坑并且主轴（转轮）的中心、水平初步调整合格之后进行。

3.3.1 在底环与座环的销孔中装入定位销，同将其打紧并与座环进行点焊。在底环的导叶轴孔、轴套清洗干净后，涂抹一层润滑脂，如导水机构装配图中视图所示，依次装入 O 形密封圈及止推环。

3.3.2 将清洗干净的导叶按编号依次插入对应的底环导叶轴孔内，在导叶即将吊装到位时，根据所记录的数据，在导叶的下端面和底环之间塞入铜皮（或塞尺），铜皮（或塞尺）的厚度应等于该导叶端面总间隙的 1/2。同时，在其下端面的密封槽内依次装入 O 形密封圈、止推环。

3.3.3 清洗座环上镗口及密封槽，根据密封槽的实际长度现场配制橡胶圆条，密封条的配作应符合前述 1.3.14 条的要求。

3.3.4 将顶盖以及中轴套的内表面清洗干净，如导水机构装配图中视图所示，依次安装 O 形密封圈及止推环后，在导叶的中轴套以及上轴套（位于导叶套筒内）内涂抹一层润滑脂。

3.3.5 将顶盖平稳起吊，粗找水平后吊入机坑，在吊装时应注意观察、调整，以免造成上密封环的损坏。

3.3.6 顶盖吊装就位后，装入定位销并打紧，然后装入顶盖与座环的把合螺栓，对称、均匀把紧。

3.3.7 用手转动每一个导叶，应旋转灵活，无憋劲现象。

3.3.8 将导叶臂、连接板装配等导水机构零部件清洗干净、去除毛刺后，吊入机

坑。

3.3.9 按制造厂预装标记对号安装导水机构零部件。在将连接板套入导叶臂时，应注意将连接板与导叶臂上的剪断销孔对齐、无错牙，以方便安装剪断销、圆柱端紧定螺钉。

3.3.10 检查导叶臂下平面与套筒上端面的抗磨垫结合面的接触情况，应无间隙，同时复查导叶下端，间隙应为零。否则，可采用铜棒锤击导叶上轴头的方法，使之满足上述要求。

3.3.11 清洗支持盖各金加工面，并在配合面都涂抹一层润滑脂后，将清理好的控制环吊装就位。

3.3.11 清洗控制环内表面、底面抗磨板及其余加工面，并在配合面都涂抹一层润滑脂后，将清理好的控制环吊装就位。

3.3.12 待接力器安装并具备使用条件后，即可开始接力器装配以及连板装配。

3.3.13 将导叶置于全关位置并用钢丝绳捆紧，同时转动导叶臂，使调整连板上的孔与导叶臂以及导叶上的销孔完全对正后，装入内螺纹锥销装配。

3.3.14 转动控制环至全关位置，检查连接板上平面与控制环小耳柄上平面的高程差。其高差不应大于 0.20mm。如大于此值，可在安装连板时采用适量修底面抗磨板或导叶臂下端面的止推环厚度的方法来达到上述要求，记录调整、测量的结果。

3.3.15 将连板置于连接板平面以及控制环小耳柄平面上，对正销孔后，装入连杆销等。

3.3.16 重复上述步骤，将 24 块连板装配全部安装完毕。

3.3.17 调整导叶的压紧行程，其方法如下：

(1) 向接力器关闭腔中通入 70% 的额定油压，待活塞即将到达全关位置时，在接力器活塞杆上架设百分表。继续充油，同时监视百分表指针的转动。

(2) 当百分表指针停止转动后，停止充油，同时将百分表指针置“0”

(3) 将接力器缓慢卸压，待百分表的读数（即活塞返回的行程）达到 2mm 时，停止卸压，同时，对称、均匀把紧全部的胀套螺栓。

注：考虑到传动机构以及导叶的结构形式，压紧行程量一般按按 2mm 确定。

3.3.18 安装导叶端盖。

3.3.19 复查导叶立面间隙，要求导叶关闭时立面间隙一般小于 0.05mm，局部间隙不得大于 0.10mm，其累积长度不得大于导叶瓣体高度的 1/4。间隙超差的部位应进行研磨处理，同时应作好相应的记录。

3.3.20 操作接力器，按照导叶开度布置图检查导叶开度与接力器行程关系曲线，至少检查 4 点（25%开度、50%开度、75%开度以及 100%开度），将结果记录于 OCD 表。在导叶的最大开度下，检查每个导叶的开口值相对于平均值的允许偏差不得大于  $\pm 2$ （原型的测量值与公称值的偏差不得出现负差）。

3.3.21 抽去垫入导叶下端与底环之间的铜皮（或塞尺）。

3.3.22 复测导叶的上，下端间隙，同时作好记录。

## 4. 转动部分安装

主要参考图：立轴水轮机总装图、主轴密封、轴承装配。

### 4.1 转轮、主轴的装配

4.1.1 在安装间放置转轮的位置均布 3 个支墩，同时在各支墩上放置一对楔子板，利用起吊工具将转轮吊放在支墩上。

4.1.2 将起吊工具拆下，对转轮的法兰面、止口面、联轴螺孔等各加工面进行全面的清扫，去除毛刺、高点、锈蚀、油污或其它污物。

4.1.3 用千斤顶、楔子板等调整转轮，使其上法兰面的水平度达到 0.05mm/m。调整合格后，点焊固定楔子板及支墩，复测转轮上法兰面的水平度，应在 0.02mm/m 以内。

4.1.5 将转轮的上法兰面、联轴螺栓孔、擦拭干净。

4.1.6 钳修、清洗主轴各法兰面、把合孔以及轴领表面。轴领表面清洗干净后，应抹上透平油并用毛毡保护好，主轴上的密封动环皆应按同样方法进行保护，至密封装配、轴承装配安装时再行拆除。

4.1.7 在水轮机轴上端安装起吊工具，平稳起吊主轴至适当高度，检查法兰外缘以及主轴止口处有无刮痕和毛刺，对正各螺栓把合孔后，将主轴缓慢放置于转轮上。

4.1.8 钳修、清洗联轴螺栓及平键，对每一螺栓、螺母进行试装，以确保其配合良好、旋转灵活。

4.1.9 依次装入联轴螺栓并对称、均匀打紧后，检查组合缝间隙。用 0.05mm 塞尺检查，不得塞入。

4.1.10 上述工作完成后，安装护罩并旋紧。

## 4.2 主轴、转轮的安装

4.2.1 将锥管的上法兰面清理干净后，在其上均布三对小楔子板（每一楔子板的最大厚度不应超过 18mm），同时粗调各楔子板，使其基本位于同一高程。

注：楔子板的厚度应确保吊发电机转子时，发电机轴与水机轴的的止口不得发生碰撞。

4.2.2 将转轮吊入机坑。用楔子板调整主轴上法兰面的水平度，其水平度偏差应小于 0.02mm/m，同时在 OCD 中作出记录。

4.2.3 通过锥管上法兰面上预设的 4 只测量孔，测量转轮下阶梯式止漏环与底环止漏环之间的间隙，并调整转轮的中心，使其各测点的间隙与实际平均间隙之差不超过设计间隙的±10%，同时在 OCD 中作好记录。

4.2.4 上述调整工作完成后，在转轮外缘与底环相应配合面之间塞入铜垫，将转轮（主轴）初步固定，以防止在安装机组其它部件时，转轮（主轴）发生偏移。

4.2.5 待顶盖安装就位，并且机组盘车合格、转动部分中心确定以后（即转轮下阶梯式止漏环与底环止漏环之间的间隙调整符合要求后），根据表 1 数据以及

4.2.6 条介绍的方法推算转轮上梳齿式止漏环与顶盖止漏环之间的间隙值，各点的间隙与实际平均间隙之差不超过设计间隙的±10%，并在 OCD 中作好记录。

## 4.3 密封装配的安装

密封装配的安装应在机组盘车合格并且转动部分中心确定之后进行，同时考虑到安装空间和设计结构特点，传动机构、支架以及控制环的安装应放在主轴密封安装结束之后进行。

4.3.1 密封装配安装前应将密封装配各部件解体清洗，去除锈蚀、污物以及组合面的毛刺，同时，分瓣面上的把合孔（螺孔）以及销钉孔等皆应清洗干净。

4.3.2 将两瓣密封底座吊入机坑后进行组圆。组合面事先应涂抹平面密封剂（1596 硅橡胶）、分半面把合螺栓和螺钉的紧固扭矩应达到 330N.m。

4.3.3 在顶盖与密封底座组合面的密封槽内装入事先已配割、粘接好的圆橡胶条后，将密封底座落在顶盖（或支持盖）的组合面上。用螺栓将密封底座把在顶盖

(或支持盖)上,暂不把紧。

4.3.4 仔细检查到货的检修密封空气围带,应无缺损或裂纹。

4.3.5 将检修密封空气围带围绕主轴后,按检修密封圈装配图所示,将检修密封空气围带粘接成整圈。

粘接剂的材料为(参考):

(1).树脂: BRESIN U1312;

(2).催速剂: BRESIN U1312;

(3).泥和比例:

树脂: 催速剂

100 : 26

4.3.6 向粘接好的检修密封空气围带中通入 0-0.5 Mpa 的压缩空气,在水中观察粘接缝的漏气情况,持续 15 分钟应无漏气现象,同时在 OCD 中作好记录。待上述试验完成之后,把密封底座的围带槽清洗干净,将检修密封空气围带放入围带槽内。检修密封空气围带的接头部分可适当涂抹一些密封胶,以保证接头处密封可靠不漏气。

4.3.7 将两瓣定环吊入机坑后进行组圆。组合面事先应涂抹 1596 硅橡胶平面密封剂、分半面把合螺栓的紧固扭矩应达到 170N.m。

4.3.8 定环组圆后,在密封底座上放上事先已配割、粘接好的圆橡胶条,把紧在密封底座上(扭矩: 170N.m)。

4.3.9 用塞尺检查定环与动环之间的间隙应达到设计值范围内,同时复查四周间隙应均匀一致,其间隙的不均匀程度不应超过平均间隙值的 $\pm 10\%$ ,将检查结果记录在 OCD 中。

4.3.10 作检修密封的充、排气试验。向检修密封空气围带中通入 0.5~0.7Mpa 的压缩空气,用塞尺插入定环与动环之间检查一周,空气围带与动环之间不得有间隙(即塞尺不能通过):排气后,用同样方法进行检查,空气围带能够可靠复位(即塞尺能够顺利通过),将上述检查结果记录在 OCD 中。

4.3.11 把紧密封底座与顶盖之间的把合螺栓(扭矩: 570N.m),按图示方位钻铰密封底座与顶盖之间的定位销钉孔,装入内螺纹圆锥销并打紧。

4.3.12 联接主轴工作密封排水管路以及检修密封供气管路。

4.3.13 检修密封空气围带只在机组停机和检修时使用，其工作气压为 0.5—0.7 Mpa，机组启动前，空气围带必须排气。

#### 4.4 轴承装配的安装（筒式轴承为例）

4.4.1 轴承装配安装前应将压环、转动油盆、轴承体、挡油环以及轴承油箱、轴承盖等部件解体清洗，去除锈蚀、污物以及组合面的毛刺，同时，分瓣面上的把合孔（螺孔）以及销钉孔等皆应清洗干净。

4.4.2 将两瓣压环吊入机坑，围绕主轴后进行组圆。组合面事先应涂抹 1596 硅橡胶平面密封剂。压环组圆后，在压环上平面两密封槽中放入事先已配割、粘接好的耐油圆橡胶条。

4.4.3 将两瓣转动油盆吊入机坑，固定在主轴凸肩后进行组圆。组合面事先应涂抹 1596 硅橡胶平面密封剂、分半面把合螺钉的紧固扭矩应达到 285N.m。

4.4.4 提起压环，将其与转动油盆把合在一起（紧固扭矩：285N.m）。

4.4.5 待机组轴线及推力瓦受力调整合格并且水轮机止漏环间隙及发电机空气间隙符合要求之后，即可开始安装轴承油箱以及轴承体等。将两瓣轴承油箱吊放在支架上，围绕主轴后进行组圆。组合面事先应涂抹 1596 硅橡胶平面密封剂、分半面的把合螺栓在把合前应清洗干净，并涂上厌氧型螺纹锁固密封剂(乐泰胶 262#)，其紧固扭矩应分别达到 70N.m 和 560N.m。

4.4.6 将轴承油箱把在支架上，但螺栓暂不把紧。

4.4.7 在一瓣轴承体中穿入上油管，安装完后，将上油管与轴承体暂时固定。安装上油管时，应注意吸油管口的安装角度，以避免轴承体就位时，吸油管口与转动油盆相碰撞。

4.4.8 在轴承油箱中布置临时支撑（如木方等），将分瓣轴承体吊放于临时支撑上进行组圆。分瓣面把合螺钉在把合前应清洗干净，并涂上厌氧型螺纹锁固密封剂(乐泰胶 262\*)，其紧固扭矩应达到 965N.m。轴承体组圆完成后，在其法兰面的根部套上事先已配割、粘接好的耐油圆橡胶条。

轴承体的组圆方法（轴承体分 4 瓣时）：先分别将轴承体的两个 1/4 瓣体进行组合，组成两个 1/2 瓣体后，最后再进行组圆。

4.4.9 撤除临时支撑，利用轴承体上的起吊螺孔将轴承体吊放就位。将轴承体把在轴承油箱的法兰面上，螺栓的紧固扭矩应达到 170N. m。

4.4.10 依次用塞尺来复查每块轴瓦与主轴配合面之间的间隙，其两对称测点的间隙之和（总间隙）应符合设计要求，将检查结果记录于 OCD 中。

4.4.11 根据机组盘车的摆度方向和大小，推算每一轴承瓦面（承载面）的分配间隙并以此来确定轴承体（轴承油箱）的实际安放位置。

4.4.12 上述调整工作完成后，对称均匀地把紧固定轴承体的螺栓，其紧固扭矩应达到 570N.m。用塞尺复查轴瓦间隙，并将结果记录在 OCD 中。

4.4.13 用塞尺检查轴承体与转动油盆之间的间隙，其间隙的不均匀程度不应超过设计间隙的±10%，同时在 OCD 中作好记录。

4.4.14 将两瓣挡油环吊入机坑，围绕主轴后进行组圆，组合面事先应涂抹 1596 硅橡胶平面密封剂。

4.4.15 在轴承油箱底板的密封槽内放入事先已配割、粘接好的耐油圆橡胶条后，将挡油环吊放就位，并固定。

4.4.16 松开上油管固定螺栓，将上油管旋转一定的角度后（使上油管的吸油口如轴承装配图中所示），拧紧固定螺栓。

注：在旋转上油管时，应确保上油管口与转动油盆之间的间隙在 1.5mm-2.0mm 之间，否则，上油管的吸油效果较差。

4.4.17 上述工作完成后，将轴承油箱的内部清洗、擦拭干净，对轴承油箱和转动油盆作煤油渗漏试验。试验时间至少应保持 24h，注意观察各组合缝等不得有渗漏现象，同时将试验结果记录在 OCD 中。

4.4.18 参见轴承装配图，在轴承油箱内安装水导轴承冷却器。

4.4.19 对水导轴承冷却器及连接管、件进行强度耐压试验。试验介质为清洁水，试验压力为 0.75Mpa，保持 30min，无渗漏及裂纹等异常现象，同时将试验结果记录在 OCD 中。

4.4.20 参照轴承装配图，在轴承体上安装润滑油、轴瓦测温元件。

4.4.21 在轴承油箱的上平面布置临时支撑（如木方等），将清洗干净的两瓣轴承盖吊放于临时支撑上进行组圆，组合面事先应涂抹 1596 硅橡胶平面密封剂，把合螺栓的紧固扭矩应达到 70N.m。

4.4.22 撤除临时支撑，利用轴承盖上的起吊螺孔将轴承盖吊放就位。用塞尺复查

并调整轴承盖与主轴配合面之间的间隙,其各测点间隙与实际平均间隙之差不得超过设计间隙的±10%,将复查、调整的结果记录于OCD中。

4.4.23 上述调整工作完成后,将轴承盖把在轴承油箱的上平面上,螺栓的紧固扭矩应达到170N.m。

4.4.24 安装密封环,调整密封环与主轴之间的间隙均匀一致后,将其与轴承盖把合在一起。

4.4.25 通过注油管向转动油盆、轴承油箱中充入L-TSA46优质透平油,其油位应在轴承装配图中所规定的设计正常油位线上。

注:轴承装配图中所标明的油位高度均为机组停机时的高度。在机组运行时,随者油液的循环,液位将随之产生变化。因此,在整定轴承液位信号器的信号节点时,应根据轴承的实际运行情况现场确定,以保证机组的安全运行。

4.4.26 机组运行时,轴承正常冷却水压、水量应满足设计要求。

4.4.27 机组运行时,水导轴承的报警温度设置为65℃;停机温度应设置为75℃,当油温超过50℃时应报警。

#### **4.5 水轮机轴与发电机轴联轴及盘车**

主要参考图:联轴螺栓测长图

4.5.1 水轮机轴与发电机轴的联接应具备以下条件才能进行:

- a. 发屯机轴轴线的中心及垂直度已找正合格:
- b. 水轮机轴轴线的中心与垂直度已找正合格:
- c. 发电机轴线与水轮机轴线应基本重合。

4.5.2 钳修并清洗水轮机轴及发电机轴的联轴法兰面、止口及联轴螺栓孔,不得有锈蚀、毛刺、油污和局部高点。

4.5.3 清洗联轴螺栓及圆螺母,去除毛刺并涂抹润滑剂(脂)进行研磨、试装。

4.5.4 在对称方向按编号装入2只联轴螺栓,在该联轴螺栓的对称方向安装另一组联轴螺栓。

4.5.5 在联轴螺栓的头部安装液压拉伸器(由厂家提供),启动液压泵进行联轴。在联轴过程中,应及时旋紧联轴螺母,当两法兰面即将贴合时,应密切监视油泵上压力表的读数,一旦压力表的读数在原有基础上开始上升,即应停止充油,以免联轴螺栓在联轴过程中既被拉伸。

- 4.5.6 装入其余的联轴螺栓并用扳手将其打紧（此时，液压泵应在保压状态下），螺栓打紧后，应检查把合面的间隙，用 0.05mm 塞尺进行检查，不得塞入。
- 4.5.7 参见联轴螺栓测长图，在联轴螺栓上安装测长杆以及百分表等，按厂家提供的伸长值要求将螺栓预紧。螺栓预紧可分 2—3 次进行，第一次预紧应达到伸长值的 60%。
- 4.5.8 各联轴螺栓的最终伸长值与设计值比较，应不超过  $\pm 10\%$ ，将结果记录在 OCD 中。
- 4.5.9 待盘车结束后，将圆螺母与法兰面进行点焊，同时，在每个螺栓上安装护罩，以保护联轴螺栓的外露螺纹免受泥砂磨损。
- 4.5.10 机组盘车找摆度应在转动部分高程、中心调整合格且推力瓦受力符合要求之后进行。盘车时要求调整水轮机导轴承处的相对摆度值应小于 0.03 mm/m，绝对摆度值不超过 0.25mm，同时将摆度值记录在 OCD 中。
- 4.5.11 测量转轮外缘与顶盖（或转轮室）、底环位于流道内的高低错牙（即转动部分的高程偏差）不应超过  $\pm 1\text{mm}$ 。同时将测量结果记录在 OCD 中。

## 5. 机坑内水气管路、测量仪表管路的安装

主要参考图纸：机坑内水气管路图、蜗壳排水管路布置图、主轴补气管路布置图、轴承冷却管路布置图、测量管路布置图、测量仪表装置。

### 5.1 机坑内水气管路的安装

- 5.1.1 水气管路在安装时应根据具体情况现场配作，管路成型焊接后，必须严格进行清理，管内不得有任何脏物或杂质。
- 5.1.2 水气管路穿过机坑里衬的孔（如顶盖排水管路、主轴补气管路等），应在现场配割，其接口法兰与机坑里衬内壁的焊角尺寸应达到图纸要求。
- 5.1.3 除图纸特别注明外，管路中所有管件的固定由电站自行统一考虑。若进入水轮机机坑内的管路与设计图纸不符，允许电站在不干涉其它部件的情况下，适当调整其安装方位及高程，但应确保管路安装的美观。
- 5.1.4 所有水气管路安装完成后应进行严密性耐压试验，试验压力为 1.25 倍实用额定工作压力，并保持 30min，应无渗漏或裂纹等异常情况出现，试验所需的临时管件、堵头、封板等由现场自备。

5.1.5 所有法兰结合面、管路连接的螺纹，安装前均应涂抹密封胶。

5.1.6 机坑内的管路、相应的紧固件或接头以及对外连接的法兰，均由用户自各。

5.1.7 全部管路安装完成后，管路的涂漆由电站自行考虑。

## **5.2 测量仪表管路的安装**

5.2.1 所有管道在电站安装时可根据具体情况配弯，并将管内杂物清除干净。所有的管路及接头安装后不应有渗漏现象，测量仪表使用前应校正归零，管路仪表与仪表盘上仪表的显示应一致。

5.2.2 测量仪表装置的安放位置由设计院根据电站具体情况确定。

# **6. 地板以及环形吊车的安装**

主要参考图：地板装配图、环形轨道图、环形吊车布置图。

## **6.1 地板的安装**

6.1.1 参见地板装配图，在机坑里衬壁上安装地板。

6.1.2 地板装配安装完成后应平整、美观、牢固

## **6.2 环形吊车的安装**

6.2.1 环形吊车安装主要是便于机坑内小部件的安装以及今后电站检修时使用。

6.2.2 环形吊车轨道共分为 2 件，现场装焊在发电机检修平台的下平面上。装焊后其轨道分布圆直径应符合图纸要求，轨道接头处不得有错牙现象。

6.2.3 安装手拉单轨行车以及手拉葫芦。

# **7. 机组启动试运行**

机组启动试运行应在机组安装全部结束，各部位检查完全合格后进行。机组启动试运行前后的操作和检查均应有明确的检查记录并经各方签字认可。

## **7.1 机组充水前的准备**

7.1.1 根据有关图纸、技术文件并结合电站的实际情况，编制机组试运行程序、试验检查项目，制定安全措施。

7.1.2 对机组及有关辅助设备进行全面的清理、检查、验收，其安装质量应经过相关单位检查验收合格。

7.1.3 各测量表计经过校验后，显示正常。机组各紧固件已紧固牢靠，尤其是转动部分各联接螺栓、螺母均已可靠防松，转动部分与固定部分之间间隙正常，无

杂物阻塞。

7.1.4 机坑内排水管路畅通无阻，蜗壳及尾水管排水阀均已处于关闭位置。蜗壳和尾水进入门以及测水阀等已关闭严密。

7.1.5 油、水、气管路畅通，经压力试验无泄漏，所有管路阀门均已处于正确位置。

7.1.6 导水机构的传动部件操作和运动正常，导叶处于关闭位置。主轴中心孔补气阀已经过动作试验，状态良好，水导轴承的液位正确无误。

7.1.7 所有自动化元件已经过模拟动作试验，整定值正确。接力器锁定经试验合格，已投入。

7.1.8 引水及尾水系统闸门，阀门经试验合格，并处于关闭位置。

## **7.2 机组充水试验**

7.2.1 启动水导轴承的冷却水，其水压、水量以及水温正常。

7.2.2 密封装配中的空气围带处于充气状态，其工作气压为 0.5~0.7 Mpa。

7.2.3 向尾水管充水至平压，检查各部件应无异常现象。

7.2.4 分阶段向引水系统充水，监视各部位的变化情况，检查各部位有无异常现象出现。

7.2.5 向蜗壳充水，在静水条件下，作球阀的手动、自动启闭试验，启闭时间应符合设计要求。

7.2.6 检查各进入门、放水阀、各结合面密封有无渗漏现象。检查各测压表计尤其是蜗壳进口压力表的读数是否正常。

7.2.7 检查导水机构和主轴密封（空气围带）的漏水情况、检查顶盖排水泵的抽水情况是否正常。

8.2.8 将机组充水试验的记录填写在 OCD 中。

## **7.3 机组空载试运行**

7.3.1 检修密封切换排气，接力器锁定（液压锁定、手动锁定）拔出。水轮机工作密封给水正常，水导轴承冷却器水压正常。

7.3.2 手动打开调速器的导叶开度限制机构，待机组启动后，将开度限制机构放在大于空载开度的位置，当机组转速接近于额定值时，再将开度限制机构调小，最后稳定在空载开度位置。

7.3.3 测量并记录上、下游水位以及该水头下机组的启动开度、空载开度和接力器行程。

7.3.4 机组升速过程中，应观察水导轴承的温升情况，其瓦温不应有急剧升高现象。轴承的运行温度接近于稳定，一般需要 2~4h。

7.3.5 监视并记录轴承的油温和油位。监视并记录冷却水温度，必要时可适当调整轴承的冷却水量，同时，应监测轴系和轴承的振摆情况。

如果轴承摆度和瓦温不符合设计要求，并且经分析确认为轴承间隙调整不良所致时，可以再适当调整轴承间隙。

7.3.5 观察主轴密封的工作情况；观察顶盖漏水及排水情况，测量并记录顶盖振动值以及水车室、尾水管处的压力脉动噪音，均不应超过规范要求。

7.3.6 进行调速器手动和自动切换试验，接力器应无明显摆动。在自动调节状态下，机组的相对转速摆动值应符合调速器运行要求。

7.3.7 将机组空载试验的记录填写在 OCD 中。

#### **7.4 停机过程及停机后的检查**

7.4.1 记录球阀开始关闭到机组停止转动的的时间。

7.4.2 对机组各部位进行检查，对于发现的问题，应及时彻底处理。

#### **7.5 机组超速试验**

7.5.1 自动开机至额定转速，监视各部位应无异常现象出现。

7.5.2 根据设计规定的超速保护整定值进行手动超速试验。超速试验时，应监视并测量各部位的摆度及振动值；记录机组各部轴承的温升等参数。

7.5.3 超速试验后，检查各部位有无异常现象，同时整定超速继电器的参数。

7.5.4 将机组超速试验的记录填写在 OCD 中。

#### **7.6 机组并列及带负荷试验**

7.6.1 机组首次并列后，检查机组各部位工作是否正常。

7.6.2 机组带负荷试验，由空载依次带 25%、50%、75%、100% 负荷运行，在各种负荷下，观察并记录轴承温升、主轴摆度、机组振动以及密封的工作情况。有功负荷逐步增加，各仪表指示正确。

7.6.3 将机组负荷试验的记录填写在 OCD 中。

#### **7.7 机组甩负荷试验**

7.7.1 安装、调整好各测量仪表，调速器参数设置于空载扰动所确定的最佳值，同时作好超速时紧急停机的各项准备工作。

7.7.2 依次甩去 25%、50%、75%、100% 额定负荷，监视调速器的调节性能。同时，记录导叶接力器的紧急关闭时间、蜗壳水压上升率、机组转速上升率以及各部位的振摆值，其不应超过设计规定值。

7.7.3 甩负荷时，还应监视各部位特别是转动部分有无异常现象以及分段关闭阀的动作情况。

7.7.4 在额定负荷下，作低油压关闭导叶试验、事故配压阀动作关闭导叶试验。

7.7.5 将机组甩负荷试验的记录填写在 OCD 中。

### **7.8 连续 72 小时带负荷运行**

7.8.1 根据当时电站水头等实际情况，以最大可能负荷进行连续 72 小时试运行试验。同时，在 OCD 中作好记录。

7.8.2 由于机组或附属设备的原因引起运行中断，在检查处理合格后应重新计时试验。

7.8.3 机组连续 72 小时带负荷试运行结束后，应停机检查、消缺完善后方移交电站投入商业运行。



赛力盟

### 水轮机安装测量检查记录

0CD001

部件组合检查

unit:

被检部件名称: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

组合面间隙情况: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

组合面错牙情况: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

意见: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

测量		年 月 日
施工		年 月 日
监理		年 月 日
厂家		年 月 日
业主		年 月 日





## 水轮机安装测量检查记录

0CD003

阶段验收

unit:

- 1、阶段验收工作必须由安装单位、制造厂、监理、业主联合执行；
- 2、阶段验收工作必须在改阶段的所有检查及试验工作完成后方可进行；
- 3、阶段验收工作必须在所有的不一致、差异得到纠正后方可进行；
- 4、阶段验收项目由制造厂、监理、业主协商确定。

安装说明书和图纸要求的安装调整工作是否完成	是：_____ 否：_____
所有的差异、不一致是否根据相应的指令得到纠正	是：_____ 否：_____
所有的检查记录报告是否已完成	是：_____ 否：_____
当需要得到制造厂同意时是否得到了制造厂的同意	是：_____ 否：_____
当需要得到业主同意时是否得到了业主同意	是：_____ 否：_____

参考依据：\_\_\_\_\_

意见：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

测量		年 月 日
施工		年 月 日
监理		年 月 日
厂家		年 月 日
业主		年 月 日



## 水轮机安装测量检查记录

**0CD004**

现场焊接焊缝外观检查及无损探伤检查

unit:

被检查的焊缝: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 焊缝外观检查

焊缝表面是否存在裂纹    是: \_\_\_\_\_ 否: \_\_\_\_\_ (缺陷累计长度: \_\_\_\_\_ mm)

焊缝表面是否存在咬边    是: \_\_\_\_\_ 否: \_\_\_\_\_ (缺陷累计长度: \_\_\_\_\_ mm)

焊缝表面是否存在焊瘤    是: \_\_\_\_\_ 否: \_\_\_\_\_ (缺陷累计长度: \_\_\_\_\_ mm)

焊缝表面是否存在飞溅    是: \_\_\_\_\_ 否: \_\_\_\_\_ (缺陷累计长度: \_\_\_\_\_ mm)

焊缝表面是否未焊满       是: \_\_\_\_\_ 否: \_\_\_\_\_ (缺陷累计长度: \_\_\_\_\_ mm)

焊缝表面是否存在夹渣    是: \_\_\_\_\_ 否: \_\_\_\_\_ (缺陷累计长度: \_\_\_\_\_ mm)

焊缝外观成型               余高: \_\_\_\_\_    宽度: \_\_\_\_\_

焊缝探伤检查               底片号: \_\_\_\_\_

焊缝探伤检查               MT       PT       UT       RT  

探伤方法: \_\_\_\_\_

是否发现缺陷               是: \_\_\_\_\_               否: \_\_\_\_\_

结论: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

测量		年   月   日
施工		年   月   日
监理		年   月   日
厂家		年   月   日
业主		年   月   日