

# 浅析卡基娃水电站1#、2#机座环、蜗壳采用的非常规吊装工艺

史亚鹏, 李智杰

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610025)

摘要:介绍了卡基娃水电站主厂房桥机未安装情况下进行的1#、2#机座环、蜗壳非常规吊装情况,可供同类型工程参考。

关键词:卡基娃水电站;座环、蜗壳;非常规吊装

中图分类号:TV7;TV547;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)03-0101-03

## 1 概述

卡基娃水电站位于四川省凉山州木里县境内的木里河干流上,系木里河干流水电规划“一库六级”(自上而下依次为上通坝、卡基娃、沙湾、俄公堡、固增及立洲水电站)中的第二个梯级。电站安装4台立式全伞式混流式水轮发电机组,单台装机容量110 MW,总装机容量为440 MW,年发电量15.61/16.24亿kW·h(单独/联合),枯水年枯水期平均出力为80.5 MW。

卡基娃水电站座环、蜗壳分两瓣运输至施工现场,座环、蜗壳分瓣线为第一、三象限9.2°,分瓣座环、蜗壳的最重、最大件为35 t,分瓣座环、蜗壳装配后外形尺寸为9 030 mm×8 320 mm×2 572 mm,总重量为62 t。安装1#、2#机座环、蜗壳时主厂房桥机尚未形成,但安装间地面已形成,距座环、蜗壳安装高度为15 660 mm。

## 2 1#、2#机座环、蜗壳吊装方案的制定

卡基娃水电站主机间混凝土施工分缝在2#、3#机组之间,1#、2#机蜗壳基础混凝土浇筑后,即具备了座环、蜗壳的安装条件。但受施工进度限制,主厂房桥机尚未形成,不具备吊装能力,需要选择其他起吊设备进行座环、蜗壳的吊装。为不影响上游边墙的施工,按照厂房结构以及混凝土浇筑顺序,主厂房座环蜗壳采用汽车吊站位安装间,将分瓣座环、蜗壳吊装至事先铺设好的座环、蜗壳运输轨道上部,使用电动葫芦进行拖拽工作,先进行距安装间较远的2#机座环、蜗壳的吊装,再进行1#机座环、蜗壳的吊装工作。

### 2.1 重心选择

分瓣座环、蜗壳外形尺寸为:35 t瓣外形尺寸为8 320 mm×4 240 mm×2 572 mm,25 t瓣外形尺寸为8 320 mm×4 790 mm×2 572 mm,分瓣座环、蜗壳的重心为厂家提供的吊装吊耳,吊耳布置位置按照设计图纸进行相应的焊接工作,在起重前应对吊耳进行检查,然后再进行试吊,确认安全后再正式吊装。

### 2.2 起吊设备的选择

根据分瓣座环、蜗壳外形尺寸相差不大,重量相差较大的特点,在选择吊车时,主要分析最重瓣的吊装参数,即可满足剩余分瓣座环、蜗壳的吊装工作。卡基娃水电站分瓣座环最重、最大件为35 t,外形尺寸为4 240 mm×8 320 mm,安装间距主机间300 mm范围内有水工建筑物分缝结构钢筋。为保证吊装后不再进行旋转和调头,以减少拖拽工作量并保证吊车设备的安全运行,确定吊车距安装间边缘最小距离为500 mm。

三一重工75 t汽车吊尾部回转半径为3 500 mm,其工作幅度 $R = \text{吊车尾部回转半径} + \text{吊车尾部距安装间边缘最小距离} + \text{水工建筑物分缝结构钢筋距离} + \text{分瓣座环、蜗壳宽度}/2$ ,即:

$$R = 3\,500 + 500 + 300 + 4\,240/2 = 6\,420(\text{mm})$$

吊车实际站位安装间,使用尾部后方吊装作业,尾部作业半径为6 500 mm,活动配重2.5 t,起重臂长度11.8 m时,额定起升重量为39 t,可满足吊装最重座环(35 t)需要。

### 2.3 起吊钢丝绳的选择

吊装时,采用现有的主厂房桥机负荷试验用钢丝绳,型号为:W6×37-65-1670,采用折算系数为0.82,要求安全系数>6。

收稿日期:2017-04-23

采用2根钢丝绳4个吊点起吊,钢丝绳与重物夹角为 $60^\circ$ 。

经核算,吊索可满足安全要求。

#### 2.4 汽车吊支腿受力计算

汽车吊四个支腿垂直支撑受力情况见图1,在汽车吊正后方设备吊装时,吊臂与吊车中心夹角 $\alpha=0$ ,回转中心相对于支腿支撑点连线几何中心的偏心距 $ey=0$ 。

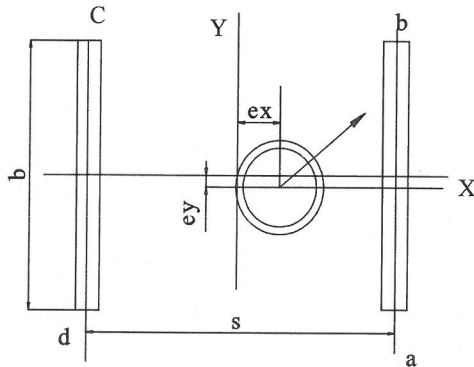


图1 吊车支腿受力分布示意图

相关参数如下:

四支腿支腿垂直反力:

$$R4fa = R4fb = Gm \times \left(\frac{1}{2} + \frac{ex}{s}\right) \times \left(\frac{1}{2} - \frac{ey}{b}\right) + \frac{Mx}{2 \times b} + \frac{My}{2 \times s} = 15.6(t)$$

$$R4fc = R4fd = Gm \times \left(\frac{1}{2} - \frac{ex}{s}\right) \times \left(\frac{1}{2} + \frac{ey}{b}\right) - \frac{Mx}{2 \times b} - \frac{My}{2 \times s} = 0.95(t)$$

式中  $Gm$  为垂直载荷 = 吊装分瓣座环最重件 35 t;  $Mx$  为绕座标轴 x 轴的力矩 = 0;  $My$  为绕座标轴 y 轴的力矩 =  $GM \times ex = 35 t \times 1.8 m$ 。

支腿纵向间距  $S = 7.6 m$ , 横向间距  $b = 6.1 m$ ,  $ex = 1.8 m$ ,  $ey = 0 m$ 。

75 t 汽车吊在正后方进行设备吊装时,后方支腿下方承受的最大力为 15.6 t, 每条支腿处的均布载荷为  $15.6 t/m^2$  (75 t 支腿下部垫板以直径 500 mm 计算)。

按  $8.8 t/m^2$  计, 每个支腿下部需要的面积  $s = 15.6/8.8 = 1.7(m^2)$ 。考虑到实际吊装中可能出现的各种不利因素, 现场制作了 4 个长  $\times$  宽  $\times$  高为  $2000 mm \times 2000 mm \times 1500 mm$  的辅助钢支腿, 用 16# 工字钢焊接, 上、下面铺设厚 22 mm

的钢板(图2)。

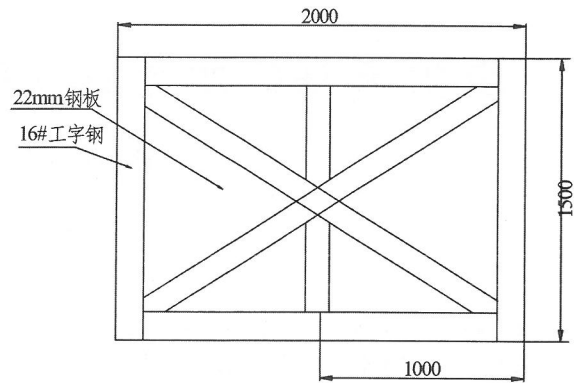


图2 辅助钢支腿示意图

#### 2.5 安装间座环、蜗壳卸车及吊车站位布置

由于安装间场地有限, 在吊车站位后, 需要兼顾 4 瓣座环、蜗壳卸车及合理存放, 最大限度地减少人工转运距离。座环、蜗壳转运路线与吊车布置情况见图 3。各部位、部件外形尺寸见表 1。

表1 外形尺寸技术参数表

序号	部位、部件	外形尺寸(长 $\times$ 宽 $\times$ 高)/m
1	安装间	23.5 $\times$ 19.7
2	75 t 汽车吊	14.3 $\times$ 7.6 $\times$ 3.85
3	35 t 瓣座环、蜗壳	8.32 $\times$ 4.24 $\times$ 2.572
4	25 t 瓣座环、蜗壳	8.32 $\times$ 4.79 $\times$ 2.572

#### 2.6 主机间运输轨道的铺设

用 75 t 汽车吊将分瓣座环等吊至运输轨道上部, 然后利用台车转运至安装位置。

(1) 借用主变运输轨道, 型号为 P50, 共铺设两排 P50 轨道。

(2) 严格控制轨道顶部高程。

轨道顶部安装高程  $H =$  基坑构造物顶部高程 (座环基础顶部高程) + 轨道高度。

$H = 2560.342$  (座环基础顶部高程) +  $0.152$  (轨道高度) =  $2561.636(m)$ 。

(3) 运输 2# 机座环、蜗壳时, 需要通过 1# 基坑和 1#、2# 机盘形阀操作廊道上部, 故需对其进行相应的加固。

#### 2.7 座环、蜗壳的吊装

(1) 吊装准备工作。

清洗座环、蜗壳组合法兰面: 使用汽油清洗, 将油污清洗干净。使用 500 mm 刀尺检查组合面是否有毛刺、高点, 若出现毛刺、高点必须使用细度油光锉处理。组合面间隙用 0.05 mm 塞尺检

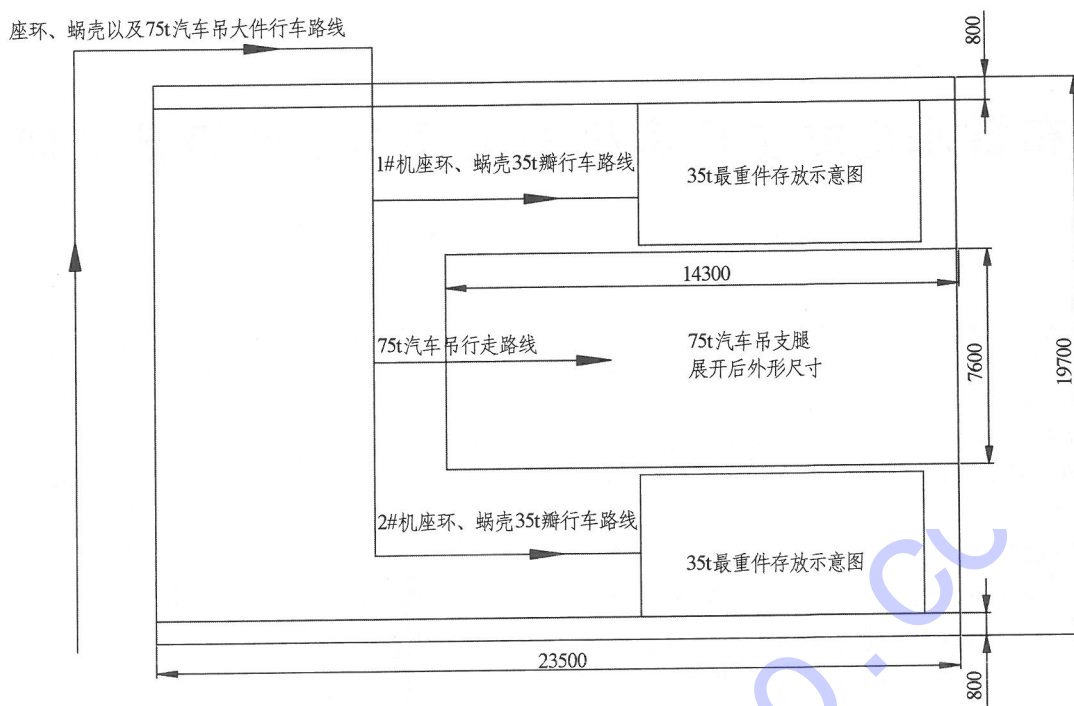


图3 吊车、座环、蜗壳平面布置图

查,不能通过,但允许局部间隙不大于0.1 mm,深度不大于合缝宽度的1/3,总长不超过周长的20%且过流面无错牙。清洗组合缝螺栓孔以及组合螺栓,避免污染组合面而造成组合缝间隙超差。

#### (2) 35 t瓣座环的蜗壳转运与吊装。

用75 t汽车吊将2#机35 t瓣座环、蜗壳缓缓吊起,并用两个10 t手拉葫芦调平。初步调整座环、蜗壳的吊装方向,使蜗壳进水口朝向上游侧,缓缓落钩,在座环、蜗壳上部捆绑缆风绳,防止座环、蜗壳在下降过程中与其他建筑物碰撞。将35 t瓣座环、蜗壳吊入事先制作好的台车上部,再用15 t电动倒链拖拽台车至距安装间边墙2 m位置,以腾出吊车站位。

#### (3) 25 t瓣座环、蜗壳的吊装。

将25 t瓣座环、蜗壳用50 t拖车运入安装间,用75 t汽车吊卸车,用10 t手拉葫芦调平,缓缓下降至机坑座环、蜗壳台车上部。

#### (4) 座环、蜗壳组圆。

用75 t汽车吊调整25 t瓣座环、蜗壳方向,保持与35 t瓣座环、蜗壳方向一直,调整两瓣座环、

蜗壳的水平度,按照图纸进行组合缝螺栓把合工作。按照哈电提供的力矩值以及力矩扳手工具进行座环、蜗壳组合缝螺栓的紧固工作。将组圆后的座环、蜗壳使用15 t电动倒链移位至机组中心部位。

#### (5) 将座环、蜗壳从台车上卸下来。

在合适部位使用4个25 t螺旋千斤顶将座环、蜗壳顶起后,将台车从座环、蜗壳下部脱离,准备进行1#机座环、蜗壳的吊装工作。

### 3 结语

卡基娃水电站1#、2#机座环、蜗壳采用非常规吊装工艺进行安装,既保证了后期设备安装工期,又在铺设主机间轨道时借用了已采购的主变运输轨道,最大程度地节省了施工成本,值得借鉴。

#### 作者简介:

史亚鹏(1984-),男,四川成都人,项目总工程师,工程师,学士,从事水轮发电机组安装技术工作;

李智杰(1987-),男,四川西昌人,助理工程师,学士,从事水电站生产运行管理工作。

(责任编辑:李燕辉)