

# 江苏溧阳抽水蓄能电站上水库进/出水口 压力钢管安装施工技术

陈林

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610225)

**摘要:**介绍了江苏溧阳抽水蓄能电站上水库进/出水口隧洞段异型、大尺寸压力钢管安装施工技术以及钢管的布置型式、结构特点和安装方案策划与安装中几个关键技术问题的解决办法,对类似钢管安装施工具有一定的参考意义。

**关键词:**异型压力钢管;安装;关键技术;解决办法;溧阳抽水蓄能电站

**中图分类号:**TV7;TV52;TV743;TV547

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)03-0045-03

## 1 工程概况

江苏溧阳抽水蓄能电站安装6台单机容量为250 MW的水泵/水轮机电动/发电机组,其引水系统为一管三机布置,引水钢管从上库至机组由上水库进出/水口隧洞段钢管、上平段钢管、竖井钢管、下平段钢管、岔管及水平支管组成。

上水库进/出水口隧洞段的钢管包括直管段(J1-J11)、弯管段(J12-J29)和渐变段(J30-J39),其中弯管段和渐变段钢管为异形钢管,布置型式见图1。从布置型式看,其钢管布置型式较为特殊,钢管断面尺寸呈由小变大再变小,断面形状多样且钢管外形尺寸大,中间部位的钢管不能整节运输就位,钢管需采取瓦片制作在洞内拼装成节。进入施工现场的通道有两条:第一条通过施工支洞到上平段钢管再到达弯管段和渐变段底部;第二条通过上库库底的临时道路到达直管段顶部平台(高程为200 m),两条通道均不能满足钢管最大管节整节运输的要求。由于第一条通道主要作为上平段、竖井土建施工及钢管安装的通道,如果从这条通道运输钢管,施工干扰大。由于地质条件差,该部位的土建开挖采取全断面型钢支护和系统锚杆支护,在洞内布置“天锚”等起吊装置困难且安全风险较大,需选取安全可靠的吊装及运输设备以保证钢管运输进洞和洞内运输。

## 2 安装方案策划

### 2.1 钢管设计特点

从钢管布置图看,其设计具有两大特点:其一,钢管的断面尺寸由小变大、再变小,为“两端

小、中间大”,钢管的三维立体图见图2。直管段钢管断面形状为圆形,管壁内径为9 200 mm;弯管段钢管断面形状为长椭圆形,最大管节外形尺寸长9 768 mm,宽9 768 mm,高2 000 mm,渐变段钢管断面形状为长椭圆形,最小管节外形尺寸长13 970 mm,宽9 884 mm,高2 838 mm;其二,弯管段的弯管不同于常规的同圆心弯管,该管弯段设计成“三心圆”异形弯管,断面呈现三个圆心(钢管轴线中心和上、下部分圆心)。该弯管体型结构复杂,HD值大,外形尺寸大。上水库进/出水口隧洞段的钢管设计目的是为了防止机组在抽水工况下水流流出进/出口产生较大的偏流现象。

### 2.2 钢管安装的难点

隧洞式压力钢管所采用的一般安装方法是:在洞外将钢管组拼焊接成节,用运输车以平躺的方式运输到洞内卸车、翻身,然后用运输台车运输就位、调整、定位、固定、焊接。而根据该电站上水库进/出水口隧洞段压力钢管的布置型式、特点和交通条件以及隧洞的地质条件,该部位的钢管采用常规的安装方法不行:首先,如果将钢管在洞外组拼成节,由于该钢管“两头小、中间大”的布置特点,其中间大断面尺寸的钢管就不能运输进洞;其次,如果采用瓦片运输进洞,在洞内水平组拼成节,需要在洞内扩挖较大的施工场地以用于管节拼装和布置起吊设备。由于该隧洞的地质条件差,洞内扩挖施工难度大,将增加工程量;另外,布置起吊设备的吊点存在一定的安全风险,而且在洞内水平组拼工序复杂、时间长(特别是管节的翻身)。综上所述,需研究、探索一套新的安装方法。

收稿日期:2017-04-23

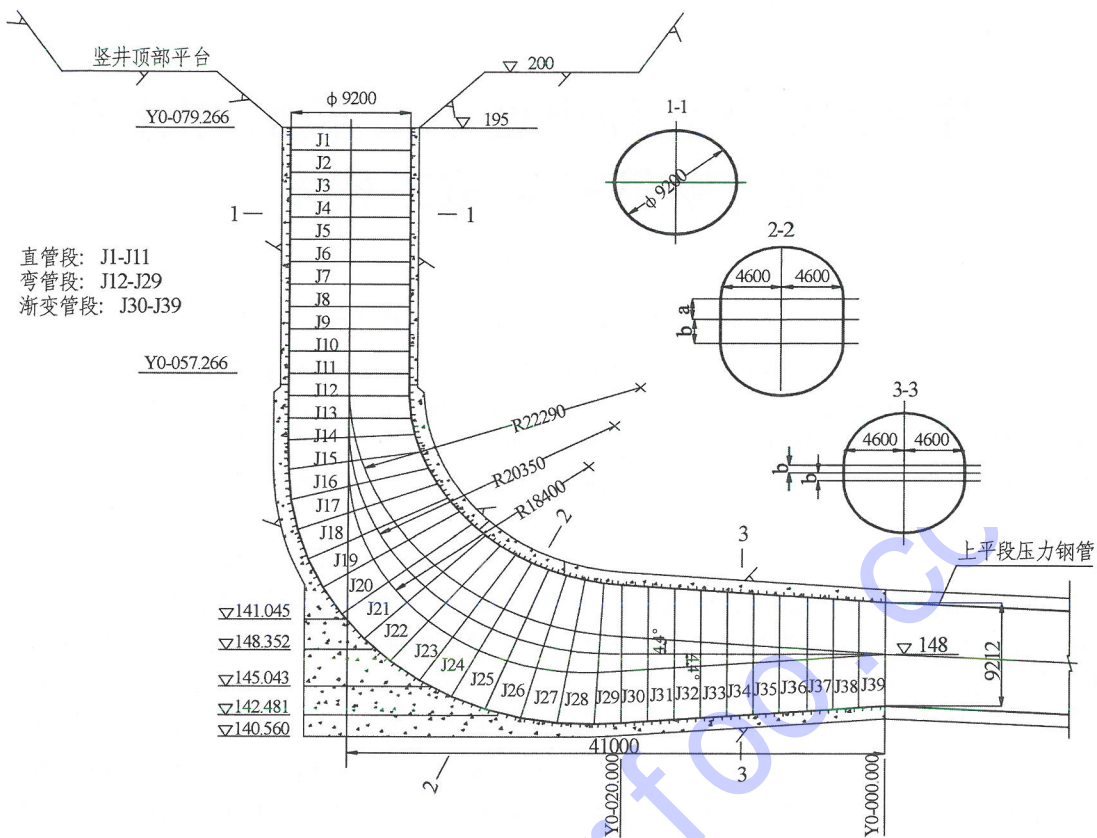


图1 上水库进/出水口隧洞段的钢管布置图

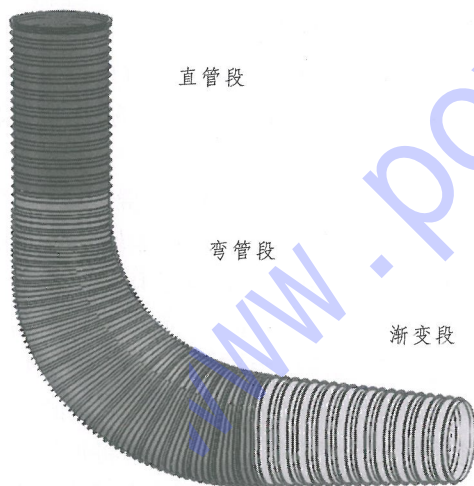


图2 上水库进/出水口隧洞段钢管三维立体图

### 2.3 钢管安装方案策划

结合钢管布置型式和特点以及现场实际情况,我们研究、制定了一套适用于该类型钢管的安装方案。

由于钢管外形尺寸大、现场运输道路受限,钢管分为4个瓦片制作,在制造厂进行管节的预组拼和相邻管节的预组拼;在竖井底部垂直扩挖小

部分作为钢管洞内组拼的场地,在竖井顶部和井底设置拼装平台,安装布置钢管水平运输轨道和牵引设备,采用汽车起重机进行钢管瓦片的卸车、组拼及垂直吊装。

各部位钢管安装方法如下:

(1) 渐变段和弯管段钢管(J26 - J29)安装: 钢管瓦片用运输汽车通过库底临时道路运至竖井顶部卸车,在拼装平台将钢管的4个瓦片两两拼焊成一体,然后用汽车起重机吊装至井底进行整节组拼,钢管在洞内采用竖立拼装,将两节钢管拼装成一大节后,安装钢管水平运输滑移支腿,用牵引设备将钢管拖移就位后进行调整、焊接等安装工作。

(2) 弯管段钢管(J20 - J25)安装: 已装钢管浇筑混凝土后,在混凝土上拼装钢管,水平滑移到已装钢管上,在钢管底部焊接挡块,采用支撑翻转法将钢管就位后进行调整、焊接等安装工作。

(3) 弯管段钢管(J12 - J19)采用直接吊装钢管瓦片到已装钢管上拼装。

(4) 直管段安装: 在竖井顶部拼装平台上将

瓦片拼装成节,整体吊装就位,然后进行调整、焊接等安装工作。

### 3 针对几个关键技术问题采取的解决办法

#### 3.1 钢管吊装方式——汽车起重机吊装

根据施工现场的条件,选用汽车式起重机作为钢管的吊装设备,按钢管各管节参数要求选取汽车式起重机型号;采用汽车式起重机作为吊装设备,具有准备时间短,进场时机灵活、费用低、安全可靠等特点。

弯肘段最重件的重量为 22 t,渐变段最重件的重量为 15.5 t,直管段最重件的重量为 12.5 t,吊车工作最大作业半径为 15 m;钢管吊装选用 130 t 汽车式起重机,汽车式起重机性能参数为:配重 45 t,工作半径为 14 m、臂长为 21 m 时吊重为 29 t;工作半径为 16 m、臂长为 21 m 时吊重为 23 t,满足所有钢管吊装要求。汽车式起重机作业时平面布置情况见图 3。

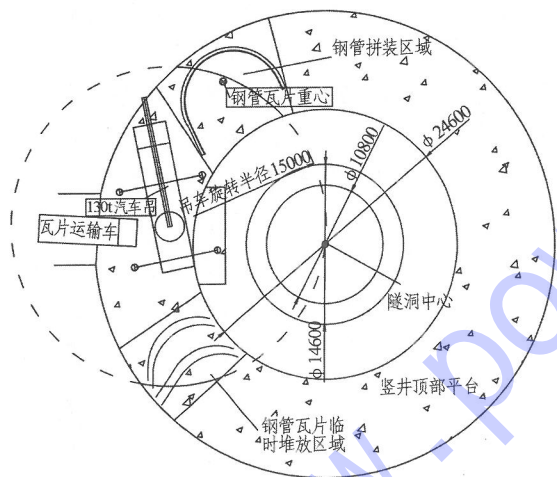


图 3 汽车起重机平面布置图

#### 3.2 钢管在洞内拼装——竖立拼装

根据钢管的布置型式、结构特点以及隧洞开挖尺寸,大部分钢管整节运输进洞受限。因此钢管需要分瓣进洞,在洞内进行组拼。钢管组拼有平躺和竖立拼装两种方式。平躺拼装操作容易,拼装质量易保证,但场地占用大,拼装后需翻身、需布置吊装设备;而竖立拼装在操作难易和拼装质量上保证难度相对要大一些,但其拼装场地较小,拼装后不用翻身,不需要布置吊装设备。项目部综合两种方式的优缺点并结合现场实际情况决定,钢管洞内拼装采用竖立拼装方式,在竖井底部(弯管段)扩挖一块场地作为钢管拼装场地,扩挖布置情况见图 4。钢管制作时进行管节的预拼装,瓦片间布置定位装置以保证拼装质量;在竖井顶部拼装平台将钢管拼装成两瓣(上、下部分),先将下半部分吊装到井底调整固定,再将上半部分吊装与下半部分进行组拼。

#### 3.3 钢管在洞内水平运输——滑支腿滑移

钢管在洞内水平运输有两种方式供选择:滚动台车运输和滑支腿运输。项目部从承载、稳定性、灵活性等综合考虑后最终选择第二种方案。滚动台车运输过程中存在台车稳定性问题以及台车承载能力较小等;滑支腿采用型钢及钢板加强与钢管焊接成一体,刚性强,承载力大、稳定性好。渐变段的钢管运输有一段上坡,此时可将滑支腿做成前低后高,以防止其在上坡时钢管向后倾倒而使运输更为稳定;滑支腿制作的高低可根据每一节钢管安装高程计算,就位后钢管的高程调整量小,进而缩短了安装调整时间;另外,如果采用台车运输,在钢管就位后,需将台车抽出后才能拼

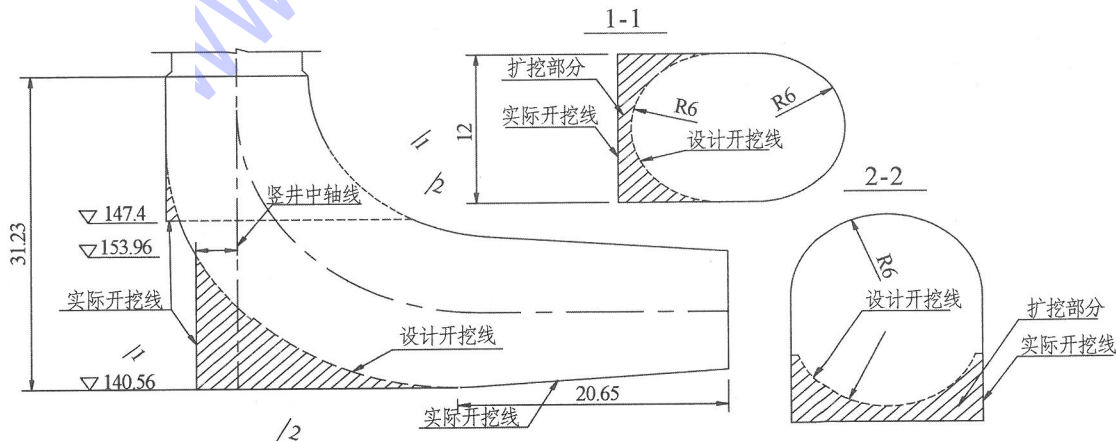


图 4 竖井底部扩挖布置图(单位:m)

(下转第 90 页)

沟一侧,所有排水沟最终均与集水坑相连。

6 注意事项

(1)排水系统由专人负责运行、维护、管理,24 h 值班。要求水泵厂家专业技术人员做专门培训,合格后方可上岗并定期现场指导服务。

(2)做好抽排水泵站的设备保养及集水坑日常清理工作,定期检查、维修水泵及管路。

(3)对水泵进水口包裹铁窗纱,距集水坑底板高度不小于 50 cm,可以防止污泥及杂物进入而发生堵塞。

(4)定期检查抽排水供电线路,尽量避免因供电线路问题导致的抽水中断,抽排水人员随时关注用电安全。

(5)施工时随时存在突发大涌水的可能,应有足够的移动式潜水泵,随时准备应急。

(6)洞外应设置三级沉淀池,洞内抽排出的污水经沉淀后排放。

(7)应做好突发涌水的应急预案并进行应急演练,加强施工人员的安全培训。

7 结语

朝阳二标项目隧洞施工排水方案采用移动泵  
 =====  
 (上接第 47 页)

装下节钢管;而用支腿运输钢管,则只需将钢管拖运出拼装工位就能进行下一节钢管的拼装,进而提高了钢管安装速度。钢管就位后,支腿可不拆除而用于钢管的底部支撑,从而减少了支撑的安装时间。滑支腿三维结构见图 5。

3.4 部分弯管管节就位方式——翻转就位

部分弯管采用竖拼,其运输靠近已装管节,不能直接就位,遂采用翻转的方法将钢管就位,在已装管节的底部焊接支撑板,作为钢管翻转的支点。在需就位的钢管底部用千斤顶向上顶升,在需就位的钢管和已装钢管顶部间加装手拉葫芦对拉,使钢管翻转,在钢管翻转接近向下倾翻前,在钢管顶部加装顶杆装置,防止钢管在翻转时突然下坠而造成人员、设备发生安全事故。

4 结语

江苏溧阳抽水蓄能电站上水库进/出水口隧洞段压力钢管布置型式新颖、体型结构复杂、外形尺寸大、地质条件差,给钢管的安装带来了一定难度。但通过采用钢管分瓣吊装进洞、洞内竖拼、滑

站与固定泵站相结合、分期分段多种方式相结合的抽排方式,对洞内排水系统提前筹划、为主洞正常施工提供了有利保障,同时很好地保证了施工安全,满足了施工进度要求。目前朝阳二标 5#支洞施工已完成,正在施工主洞。支洞出水量约为 30 m<sup>3</sup>/h,小于设计给出的 50 m<sup>3</sup>/h 渗水量,仅开启一台 37 kW 水泵即可满足抽排水要求。目前看:施工排水系统水泵排水能力设计富裕量偏大,但抽排水系统发挥作用明显。隧洞内抽排水方案既需要理论计算,也要参考类似工程经验,排水能力既不能过大,也不能过小,隧洞抽排水必须备用一定量的水泵以备更换维修或突然涌水时使用。

参考文献:

- [1] 铁道部第二工程局. 铁路工程施工技术手册[M]. 北京:中国铁道出版社,1995.
- [2] 铁路隧道辅助坑道技术规范,TB10109-95[S].
- [3] 铁路隧道防排水技术规范,TB10119-2000[S].

作者简介:

郝利军(1982-),男,山西浑源人,项目总工程师,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

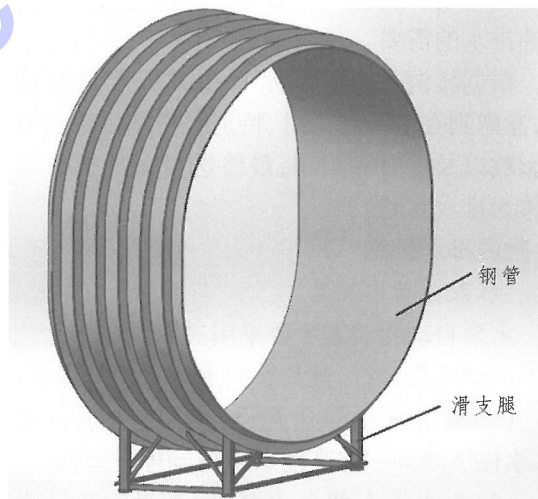


图 5 滑支腿三维结构图

支腿水平运输、翻转就位等技术,使钢管安全、顺利、按期安装完成,从而为此类型的钢管安装积累了经验,同时对类似工程具有一定的参考意义。

作者简介:

陈 林(1977-),男,重庆江北人,高级工程师,从事水电站机组安装、金属结构制作及安装技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)