

老挝南欧江五级水电站尾水肘管制造工艺探讨

徐维烈

(中国水利水电第十工程局有限公司 机电安装分局, 四川 都江堰 611830)

摘要:介绍了老挝南欧江五级水电站尾水肘管的制造方案,且在沒有数控卷板机的情况下准确地实现了肘管各节点的完美对接,为肘管的制造开辟了一个全新的领域。该制造方案满足了尾水肘管的制作要求。

关键词:尾水肘管;三角形展开;压制;组装;老挝南欧江五级水电站

中图分类号:TV7;TV52;TV732.4

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)增1-0141-02

1 概述

南欧江五级水电站位于老挝琅勃拉邦省境内的南欧江下游河段上,为南欧江七级开发方案中的第五级,距中国云南的公路里程为943 km;电站以发电为主,主要建筑物包括混凝土重力坝、坝身进水口及坝后式厂房、坝身溢洪道及消力池、护岸工程等;装机容量240 MW。南欧江5级电站尾水管为弯肘型,总高度7 956 mm,肘管截面由进水口5 580 mm的圆形断面渐变至出水口断面高3 070 mm、宽14 360 mm的扁圆,长度(中心线至出水口断面)为8 222 mm,厚度为16 mm,材料为Q235B钢板。该尾水肘管的特点是不规则异形结构,制造难点在于尾水肘管管壁成型的流线型控制以及节点尺寸的精准吻合。为保证该工程尾水肘管的制造,特对制造技术进行了专项设计和工艺性分析。

2 制造技术

2.1 进料

进料不能按照肘管的制作吨位计算,应根据实际需要量进料,且需要对原材料进行复验,以保证原材料的质量。

2.2 排料

排料是整个肘管制作质量的关键工序。所以,必须在计算机上按照展开坐标画出肘管的展开图形,根据展开图形对肘管进行分块、排料。分块、排料时应考虑运输条件、钢板尺寸且绝对不允许出现十字焊缝。在编制排料工艺卡时,除满足技术要求,也要尽可能地满足节约原材料的原则,做到技术和成本双重要求达标。

2.3 接板及接板矫平

由于肘管的分块多为异形且形状尺寸大,所以需要接板,接板采用埋弧自动焊,接板时需保证钢板的平直度。为了保证肘管压制的准确性,圆弧段的接板焊缝不能高于母材,接板完成后需进行矫平。

2.4 下料

具体下料的尺寸按照下料工艺卡严格执行。因瓦片的轮廓多为曲线,所以,为保证尺寸精度需用数控切割机进行下料,下料后做弧长、弦长以及对角线等全方位检查以确保外形尺寸的精确度。瓦片切割后对瓦片用半自动切割机开坡口,并对坡口进行清理、对坡口形状、尺寸、缺陷进行处理。

2.5 平台搭设及放样

由单节肘管组装的刚性平台见图1。

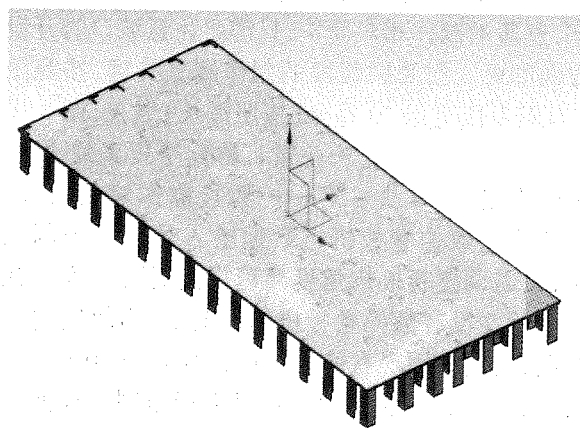


图1 单节肘管组装的刚性平台示意图

该平台长16 000 mm,宽6 600 mm,底部用角钢焊接固定。角钢与车间钢轨道焊接固定。在

收稿日期:2014-04-18

搭设好的平台上放出各个管口的基准线。

2.6 肘管单件的制作

肘管分节见图2。

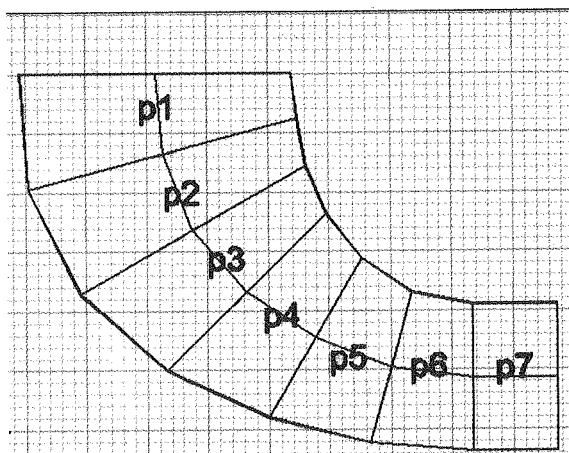


图2 肘管分节图

肘管展开见图3。

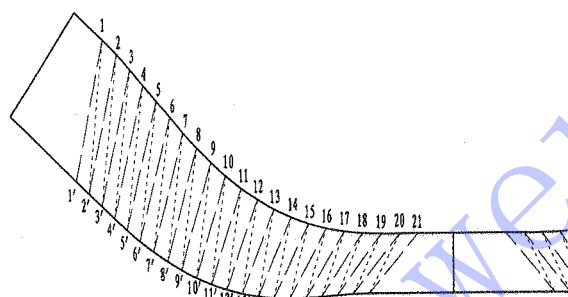


图3 肘管展开图

为方便肘管的制作,把直段与圆弧段分开制作,直段的制作相对简单,只需要注意坡口的开设方向即可。肘管圆弧段的制作则是关键,按照图3对圆弧段进行20等分(按照弧长)展开,图3中的素线1-1、2-2'……暂且称作平行素线,图3中的素线1-2、2-3'……暂且称作对角素线。一般采用数控卷板机把数据输入计算机控制系统,只需调整卷板机角度便可得到需要弧度的瓦片。而在没有数控卷板机的情况下,为解决这一难题,我们利用现有的压力机,把两台630 t压力机联合起来,对肘管的圆弧段进行压制。根据三角形展开原理,肘管圆弧段是由许多个三角形组成的面拼合而成,而不是梯形面拼合成,因此,把平行的素线压制后,还应压制对角素线,否则,压制将形成螺旋上升型瓦片而无法拼合成型。在压制平行素线时,用样板控制管口;而在压制对角素

线时,管口的弧度将会产生变化;为控制管口弧度,通过模拟试验得出:在压制平行素线时,预留管口的弧度值比理论值小4 mm(样板长度0.5 m)为宜;而在压制对角素线时,再把管口的弧度控制在允许范围内,这样压制出来的肘管瓦片与地样的吻合度。在每压制成型一个瓦片后,都必须检查其与地样的吻合度。

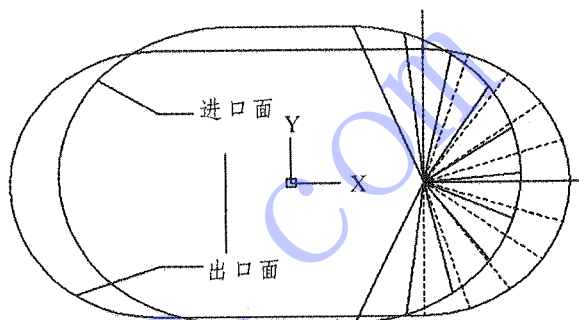


图4 控制肘管瓦片倾斜角度方式图

控制肘管瓦片倾斜角度的方式见图4:把瓦片放在地样上,将圆弧段等分10段,如图4所示,以出口面圆弧段圆心为坐标系中心,进口面与出口面的圆弧等分线如图4所示,用吊线锤的方法检查进口面这些点的投影值,控制实测值在允许范围内。

2.7 单节肘管的组装

对圆弧段进行检查并确定其在误差范围内后,把左右两弧段置于刚性平台上并且使其与地样对齐,再把直段置于钢平台上,也与地样对齐,调整圆弧段与直段,按2.6节的方法控制肘管的倾斜角度,控制两直板的跨距,待单节肘管几何尺寸调整合格后,组对加固圈。为保证管口符合规范,在肘管的两管口必须增加足够的支撑。

2.8 肘管的焊接

肘管的焊接量小且钢板材质为Q235,焊接性能好,只要保证肘管瓦片的质量,就能保证肘管的整体质量。因此,按常规焊接工艺即能保证焊接的质量。

2.9 肘管大组装

肘管的大组装采取卧式。由于肘管节多,管口尺寸大,把进口面的第一节肘管、出口面的最后一节肘管各分为一个单元,中间部分的肘管视情况可以组装成2~3个单元,这样实施,可以减少

(下转第168页)

表1 尾水管修改前各水头下计算结果表

转轮直径 /m	流量 /m ³ ·s ⁻¹	水头 /m	导叶开度 /mm	转速 /r·min ⁻¹	扭矩 /N·s Z方向	效率 /%	出力 /kW
2.42	23.292	50.8	86	250	372 021.1	83.9	9 738.71
2.42	46.585	50.8	175	250	820 816.59	92.56	21 488.31
2.42	48.914	50.8	187	250	841 547.34	90.38	22 031.2
2.42	24.553	61	81	250	500 456.29	89.17	13 101.53
2.42	46.585	61	154	250	1 010 333.5	94.88	26 449.63
2.42	54.522	61	188	250	1 096 837.1	88.01	28 714.59
2.42	23.367	65.5	73	250	501 017.82	87.35	13 115.24
2.42	42.326	65.5	130	250	1 004 012.4	96.64	26 283
2.42	47.871	65.5	151	250	1 107 500.6	94.25	28 991.06

表2 尾水管修改后各水头下计算结果表

转轮直径 /m	流量 /m ³ ·s ⁻¹	水头 /m	导叶开度 /mm	转速 /r·min ⁻¹	扭矩 /N·s Z方向	效率 /%	出力 /kW
2.42	23.292	50.8	86	250	373 430.83	84.22	9 775.85
2.42	46.585	50.8	175	250	825 125.72	93.04	21 599.74
2.42	48.914	50.8	187	250	845 253.14	90.77	22 126.27
2.42	24.553	61	81	250	502 358.3	89.5	13 150.02
2.42	46.585	61	154	250	1 012 302.1	95.06	26 499.81
2.42	54.522	61	188	250	1 099 547.5	88.22	28 783.11
2.42	23.367	65.5	73	250	502 080.93	87.54	13 143.77
2.42	42.326	65.5	130	250	1 007 606.85	96.99	26 378.16
2.42	47.871	65.5	151	250	1 109 615.5	94.43	29 046.43

管设计的机组,在采用数值模拟分析时,其水轮机的效率和出力明显高于采用标准的4H型尾水管。

对计算结果进行后处理,可以得到各个过流部件的压力分布、速度分布、流体运动轨迹等。

4 结 语

通过数值模拟结果分析,得到了采用窄高型尾水管设计的机组在相同的计算工况点下其水轮机的效率和出力明显高于采用标准4H型尾水管的结论,其水轮机转轮的压力、速度分布较采用标准的4H型尾水管设计的机组更为合理。采用窄高型尾水管设计的机组,在相同的计算工况点下,尾水管中的流态平顺,水流漩涡小,水力损失小,

(上接第142页)

吊装工作量,避免每个单节肘管在高空处调整、就位。南欧江五级水电站尾水肘管有7个单节,把4#、5#、6#组装成一个单元,把2#、3#组装成一个单元,组装采用卧式(管口立在地样上)并调整各个尺寸达到合格。

上一步骤完成后,把7#肘管采取卧式放在大组装机台上,调整各个尺寸至合格,然后把组装成整体的4#、5#、6#肘管吊装在平台上与7#肘管进行组装,调整各个尺寸至合格,再把组装成整体的2#、3#肘管吊装在平台上进行组装,调整各个尺寸合格;最后把1#肘管吊装在平台上进行组装,调整整个肘管的尺寸,直至合格。

尾水管的回能效果明显较优。

参考文献:

- [1] 齐学义,马惠萍,杨国来,等.基于Pro/E的水轮机尾水管肘管部分的三维造型[J].农业机械学报.2009,40(9):103-106.
- [2] 林愉,章登成,盛敏.弯肘型尾水管的改形对回能系数与阻力损失的影响[J].水电能源科学.2011,29(6):149-150,194.
- [3] 齐学义,王飞,常一乐,等.HL310水轮机尾水管的优化设计[J].兰州理工大学学报.2011,37(2):48-51.

作者简介:

余福良(1975-),男,四川宜宾人,工程师,学士,从事水利水电工程设备制造、设计及安装工作。(责任编辑:李燕辉)

3 结 语

(1)南欧江5级水电站3套尾水肘管的制造,其各控制点尺寸精度、位置精度符合设计要求,肘管整体流线型控制完美,节点尺寸高度吻合。

(2)在肘管异形管制造中,平行素线与对角素线的控制对整体效果至关重要。

(3)该尾水肘管制造方案可应用于同类型肘管制造中。

作者简介:

徐维烈(1968-),女,四川都江堰人,助理工程师,从事水电工程机电施工技术与管理。(责任编辑:李燕辉)