

桥巩水电站水轮机导水机构安装

沙海龙, 何 建

(中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局, 四川 彭山 620860)

摘要 桥巩水电站大型灯泡贯流式水轮发电机组的导水机构在安装过程中, 由于尺寸比较大, 极易发生焊接变形和吊装变形。提出采取内外环之间焊接支撑, 专门在导水机构出口端的内外环之间设计 1 个支持架, 将内外环固定。在内外环之间用专用工具提拉导叶轴颈, 将导叶与外环之间的间隙调整为零, 所有间隙留存在导叶与内环之间, 在导叶与内环之间的间隙中打入楔子板, 将所有导叶调至全关位置, 将相连的 2 个导叶用钢板焊接在一起等措施。在安装新工艺后, 安装中出现的变形问题得到较好的控制。

关键词 灯泡贯流式水轮机; 导水机构; 焊接变形; 吊装变形; 桥巩水电站

中图分类号 TK730.324

文献标识码 B

文章编号 1006-7647(2008)S2-0024-03

灯泡贯流式水轮机的导水机构是水轮机的重要组成部分。导叶要求在内外环之间可以转动, 导叶轴端与内外环之间必须存在间隙。由于尺寸比较大, 在起吊过程中内外环必然发生变形。导水机构进口法兰要和管形座(座环)的出口法兰联结, 导水机构的出口法兰要和水轮机转轮室的进口法兰联结, 安装过程中由于导水机构吊在空中的时间比较长, 极易产生不可回复的塑性变形。导水机构不仅调整水轮机的流量, 还保证水流进入水轮机时有一定的转动环量, 所以要求导水机构具有良好的水力性能。在导水机构的吊装、焊接和组装过程中变形是一个重要的问题。

1 桥巩水电站灯泡贯流式机组的导水机构

导水机构由内外配水环、导叶、导叶轴承、导叶操作环、重锤、连杆拐臂及保护限位装置等组成。导水机构应有足够的强度和刚度。在满足水轮机允许吸出高度要求的条件下, 应尽量加大导叶开度, 以增加低水头下的输出功率。导水机构结构及安装图见图 1。

1.1 导叶

a. 导叶的设计应使导叶从最大可能开度位置至空载开度位置范围具有自关闭趋势。导叶最大可能开度应不小于额定开度的 1.10 倍, 并具有限位装置。

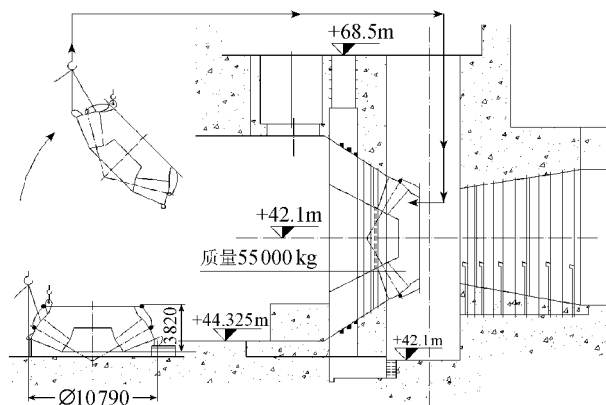


图 1 导水机构结构及安装

b. 导水机构采用间隔的弹簧连杆作为保护装置, 使导叶在关闭过程中当两导叶之间卡有异物时, 能保证其他导叶可以全关, 并发出导叶卡阻信号, 机组不必停机, 待卡入的异物排出后弹簧连杆将导叶自动复位。若其中 1 个保护元件损坏应不会引起其他保护元件的连续损坏, 每个保护元件应装有信号装置, 保护装置应具有互换性。弹簧选用进口件。

c. 导叶的形线、尺寸、数量和位置应和验收的模型水轮机相似, 并保证水轮机运行时不发生水流诱发共振。导叶成圆锥形布置, 各轴颈处应堆焊不锈钢保护层, 保护层加工后的厚度应大于 5 mm。

d. 导叶轴颈的轴承为自润滑式轴承, 不需设润滑系统, 外配水环上的导叶轴承采用球铰结构, 各轴

颈处应设置切实可行的导叶轴颈密封。

e. 内配水环采用整体结构,外配水环采用分瓣结构,如用钢板焊接需要退火。分瓣结合面及上游和下游侧均采用法兰联结,应设有可靠的止漏装置,内、外配水环应具有足够的刚度。

f. 外配水环上应布置有压力测咀,以供压力测量,测咀位置和数量应与模型相对应。外配水环上还应设有导叶转角指示装置。

g. 经机械加工后,在相邻导叶之间的接触立面上均应有大于 4 mm 厚的不锈钢焊层;导叶应有足够的强度和刚度,应提供能单独调整任何一个导叶转角的措施,在导叶关闭状态下能精确调整相邻导叶的接触面,以减少漏水量;导叶立面允许局部最大间隙为 0.15 mm,其总长度不应超过导叶高度的 1/4。

h. 导叶应有互换性。导叶轴承在不吊出外配水环的条件下可就地拆装。

i. 导水机构在厂内连同全部零件一起进行组装,检查导叶间隙,进行导叶动作试验、操作环行程及导叶开度关系的试验。

j. 控制环采用铸焊或焊接结构,具有足够的刚度。如受运输限制必须分瓣时,分瓣面应设在应力最低的部位。控制环与外配水环之间采用滚动摩擦、干油润滑,并便于拆装。控制环上设有悬挂重锤的吊环,规定的水头和出力运行范围内,当重锤的重量满足机组超速保护装置动作时,导叶可在水力矩和重锤配合作用下自行关闭,在决定重锤的重量时必须考虑接力器与调速器油压装置之间的压力损失。

k. 导水机构设有机械液压锁锭装置。锁锭装置的额定操作油压为 6.3 MPa,该装置可现地手动、自动操作和远方控制,全开、全关锁锭装置有锁锭投入和拔出 2 个行程开关。

l. 每个导叶处应设导叶行程限制装置,以限制导叶的最大可能开度。限制装置不宜设在流道中。

1.2 导叶接力器

a. 水轮机应设置 2 个油压操作的导叶接力器,直立布置在导水机构下方,其额定操作油压为 6.3 MPa。

b. 低油压下,全部接力器的容量应满足导叶承受最大水力矩和摩擦力矩时调速器能按规定的时间关闭或开启导叶至额定开度的需要,包括必要时破坏 1 个或多个保护元件,并最后压紧导叶。在决定接力器最小有效油压差时,必须考虑接力器与调速器油压装置之间的压力损失。

c. 接力器应配有缓冲节流装置,但该装置不应限制空载和全开位置之间的正常移动速度。

d. 接力器应设置填料箱和密封,以防止漏油。接力器活塞的密封件应使通过活塞的漏油量降到最低。接力器活塞杆应用高精度加工的锻钢(表面镀铬)制造,应设置漏油接收装置和排油装置以及从接力器缸排除空气的针阀。接力器缸两端应设有压力表。活塞杆应设有双重青铜导轴承,以便使活塞没有侧向负载。外侧轴承应为青铜自润滑轴承。

e. 设置接力器基础埋件和接力器的安装、调整专用工具,防止接力器在操作时发生滑动和摆动,并提供必要的安装和检修措施。

f. 接力器行程应满足导叶最大可能开度和压紧行程的要求,并设有行程指示标尺。标尺应以安装后接力器行程和导叶开度的百分数来分度。为将接力器行程信号传递给计算机监控系统,应设有接力器行程变送器,其量程为 4 ~ 20 mA 或 0 ~ 5 V 直流模拟量输出。应设 8 个导叶位置开关接点。

g. 接力器应整体组装并进行耐压试验,充油运输,包装严密,在工地不需拆洗。

h. 设置调速器与导叶接力器及桨叶接力器之间的管路、阀门、仪表和附件等。

i. 接力器设计要合理,防止导杆、接力器缸和活塞等部件的拉毛现象。

1.3 受油器

a. 受油器安装在发电机前面的灯泡头内,包括受油器支架、操作油管、传输桨叶位置的回复杆和转轮接力器的位移传感器。

b. 受油器结构应满足漏油量小、安装方便和运行可靠的要求。应设有漏油收集和排出装置,并用管路将漏油排至漏油箱内,杜绝油漏向发电机。

c. 操作油管采用无缝钢管,法兰联结,密封可靠,其轴承采用自整位结构,在机组主轴内不少于 3 个。操作油管可作为转轮接力器的回复杆,受油器上应设有桨叶接力器位移指示器,在受油器开、关腔压力油管上应装设压力表。

d. 受油器与发电机所有连接处都应设双重绝缘装置,防止产生轴电流及漏电。

e. 受油器转动与固定部分应留有一定的反向推力位移裕量。

f. 受油器的操作油与轴承润滑油应严格分开。

2 导水机构的安装

2.1 导水机构的预装

a. 在安装间内按照预装的标记对座环各部分零件分别进行检查清理。

b. 在安装间内放置支承,支承面是 2 个水平

面,外平面比内平面高出地面 $980 \pm 0.25 \text{ mm}$

c. 将两瓣外配水环和两瓣内配水环放于平台上,检查骑缝销是否定好,在把合面上装橡皮条,拧紧把合螺栓,检查把合面的间隙是否满足国标要求。

d. 按编号将上密封环、导叶(下密封环已装上)、导叶臂、端盖、销等分别装入外配水环的16个孔内。

e. 吊起内配水环,用手拉葫芦调整内配水环的水平位置及高度(内外配水环两平面之差 $980 \pm 0.25 \text{ mm}$),保持与外配水环同心(包括内外配水环导叶孔同心)。

f. 按编号分别将导叶下轴等装入内配水环。

g. 调整导叶端面及立面间隙,使之达到设计要求,并填写检验纪录。

h. 将4瓣控制环在平台上组合好。在外配水环适当位置焊好临时撑,按XT标记把控制环放置在临时支撑上并调好水平位置。再分别将钢珠(涂上黄油)放置V形槽内,安装压环(4/4),拧紧螺栓,控制环应转动灵活。最后安装16个弹簧连杆。

i. 在内外配水环之间安装支撑,防止座环在翻身起吊时移动。

j. 安装翻身起吊工具。

k. 吊装座环各种零件时严禁磕碰刮伤。

2.2 导水机构的正式安装

a. 座环二期混凝土水泥强度达到设计要求,拆去内部支撑,修磨高点并进行补漆。

b. 清理各工作面和螺孔,测量验收座环并填写检验纪录,符合要求后,准备安装导水机构。

c. 按设计要求座环进行翻身并清理检查把合面,安装好橡胶条,吊入机坑与座环把合。

d. 进一步调整测量导叶端面和立面间隙,符合设计要求后,测量配置安装补偿环。

e. 导水机构安装要符合 GB/T8564—2003 要求。

f. 导水机构吊装前,仔细检查桥机机械电气关键部位。吊装过程中派专职人员在桥机关键部位进行监控。

2.3 导水机构安装的新工艺

为防止导水机构在安装过程中内外环焊接变形和吊装中的变形,除了在内外环之间焊接必要的支撑外,还专门在导水机构出口端的内外环之间设计一个支持架,将内外环固定;同时将内外环之间16个导叶用专用工具提拉导叶轴颈,将导叶与外环之间的间隙调整为零,所有间隙留存在导叶与内环之间,在导叶与内环之间的间隙中打入楔子板,所有导

叶应调至全关位置,将相连的2个导叶用钢板焊接在一起,所有导叶组成一个整体,大幅度提高了导水机构的刚度,使吊装过程中的变形大幅度减小。

3 结 语

灯泡贯流式水轮发电机组导水机构是水轮机的重要组成部分。由于灯泡贯流式水轮发电机组一般适用于低水头大流量的水电站,机组尺寸都比较大,故机组在安装过程中的变形问题几乎是不可避免的。而导水机构直接影响到水轮机的水流流态,安装精度要求高,桥巩水电站采用的导水机构安装新工艺,基本上避免了导水机构在安装过程中的变形,而且缩短了导水机构滞空时间,取得很好的效果,将为后续机组和其他电站机组的安装提供宝贵经验。

(收稿日期 2008-11-15 编辑 方宇彤)

(上接第17页)

从计算结果看,两支点支撑方式满足要求。

3 结 语

通过对两点支撑和三点支撑的卧式机组轴承支撑方式的比较,以及对已经运行的大型灯泡贯流式机组支撑方式的比较,再通过有限元法对轴系的临界转速、变形、支反力、应力等进行计算分析,证明桥巩水电站选用双支点双悬臂的轴承支撑方式是科学的、可行的,运行也是可靠的。随着我国卧式机组单机容量越来越大,对卧式机组的轴系支撑方式有必要进一步研究。特别是流道充水后发电机部分和水轮机部分的径向轴承的受力会发生变化。运行时,整个轴系会沿轴向“窜”动,这样易造成发电机转子和水轮机转轮“扫膛”。这些问题都需要进一步研究。

(收稿日期 2008-11-28 编辑 高建群)

