

# Research on the Bolts to Fix the Blades of the Axial-flow Turbine

Xuncun Bao

Longkou Reservoir Management Office, Anhui Province, Lu'an, Anhui, 231360, China

## Abstract

Based on the research and analysis of the axial-flow turbine bolted on the fixed blade, the paper obtains the principle of the fixed blade and the specific operation of the fixed blade on the connection, it is expected that this research can provide reference for the improvement of the manufacturing technology level of the axial-flow turbine and the hydraulic efficiency of the turbine.

## Keywords

axial flow fixed-blade turbine; bolted connection; fixed blade

# 轴流式水轮机用螺栓连接固定叶片的研究

包训存

安徽省龙口水库管理处, 中国·安徽 六安 231360

## 摘要

论文针对轴流式水轮机用螺栓连接在固定叶片上的研究分析, 得到固定叶片的原理以及二者在连接上的固定叶片的具体操作, 期待通过本次研究, 为轴流式水轮机制造技术水平的提升, 水轮机水力效率的提高, 提供参考资料。

## 关键词

轴流定桨式水轮机; 用螺栓连接; 固定叶片

## 1 引言

众所周知, 轴流水轮机的制造中, 必须用螺栓和螺母将水轮机转轮叶片固定在水轮机转轮轮毂上<sup>[1]</sup>。

典型的轮毂是空心的, 有一个外表面是圆锥圆柱形或球形的<sup>[2]</sup>。

叶片配有圆形法兰, 通过一系列螺柱和螺母固定在转轮轮毂的外表面, 螺柱和螺母呈单圆排列, 穿过转轮轮毂进入转轮叶片的法兰或耳轴。

螺栓连接的优点是可以方便调整叶片角度, 以满足水轮机装配时的相应要求。减少了转轮的运输尺寸, 降低了制造过程中的焊接要求, 在水轮机运行过程中, 便于调节叶片角度, 改善水轮机运行工况, 提高水轮机水力效率。

在转轮轮毂内, 放置足够数量的螺栓连接以圆形方式排列, 以穿过轮毂并进入圆形法兰。因此, 在某些应用中, 可能无法通过法兰预加载确保螺栓的适当疲劳寿命<sup>[3]</sup>。此

外, 当空间限制导致法兰直径小于所需直径时, 法兰可能上升超过可接受的极限。

在这种情况下, 通常不使用螺栓连接, 通过将内叶片焊接到转轮轮毂上, 或使用与收缩环或焊接结合的分段铸件来组装转轮。

在许多情况下, 液压涡轮机必须分段装运并在现场组装, 而且桥梁间隙、流道尺寸、叶片间距和其他因素都会限制流道的尺寸。

给定流道, 转轮叶片与转轮轮毂的螺栓连接需要能够在制造计划中预装配, 拆卸后装运, 并在现场重新组装。这方面的任何改进都是可取的。

## 2 固定叶片原理

论文提供了一种具有固定叶片安装的轴流式水轮机, 该轴流式水轮机包括多个转轮叶片。如图 1~图 3 所示, 每个转轮叶片包括一个安装法兰, 该安装法兰包括一个轮毂邻接表面部分。

轮毂安装法兰包括从转轮延伸的多个螺纹法兰孔轮毂对

【作者简介】包训存 (1969-), 男, 中国安徽舒城人, 助理工程师, 从事水利水电专业技术研究。



因为图案中的孔可以省略(如图2中的标记100所示,4和5)由于下文讨论的空间限制1和3,轮毂安装法兰36关于FL,转轮叶片34包括轮毂邻接表面部分38,其优选为平面且具有加工有小半径角47的正方形的一般矩形形状。法兰座表面部分24的形状和轮毂邻接表面部分38的形状优选地与每个转子都应在凹槽22内提供安装法兰36的锻件底座,凹槽22的唇部23至少部分环绕安装法兰36的侧面。转子叶片34包括多个螺纹法兰孔40,这些螺纹法兰孔40通过钻孔、铰孔和攻丝形成,以达到最终尺寸。螺纹孔40从轮毂延伸邻接表面部分38进入转轮叶片34的安装法兰36中。多个螺纹法兰孔40分组并以阵列状图案42分布在轮毂邻接表面部分38上。在所示的实施例中,阵列状图案42包括两个集中的圆形或阵列状图案46、48(图3)。应该理解,根据轮毂邻接表面部分38中的区域68,可以使用两个以上的同心圆形图案(见圆形区域66)。轮毂孔26的阵列状图案25被布置成与相应螺纹法兰孔40的阵列状图案42对齐。它应当理解,如果使用图中用于轮毂孔26的阵列状图案25a和25b,则在用于螺纹法兰孔40的轮毂邻接表面部分38上会发现互补阵列状图案(未示出)。如图1所示,轮毂12的内表面具有相对平坦的表面部分49,这些表面部分49位于凹槽22的平面法兰座表面部分24的相对侧。

## 4 结语

用于水轮机的多个转轮叶片,每个转轮叶片包括一个安

装法兰,该安装法兰包括一个轮毂对接表面部分,以及从轮毂对接表面部分延伸到轮毂安装法兰的多个螺纹法兰孔,其中轮毂对接表面部分的横截面为非圆形,多个螺纹法兰孔以第一阵列状排列在轮毂邻接表面部分上;一种空心轮毂,用于支撑转轮叶片,并包括一个中心开口和一个外表面部分,其中轮毂呈环形延伸,作为围绕轮毂轴线的连续结构,轮毂的外表面部分包括多个凹槽,每个凹槽具有法兰座表面部分,用于座合轮毂安装法兰的相应轮毂邻接表面部分,其中凹槽包括围绕法兰座表面部分延伸的侧壁,侧壁与轮毂邻接表面部分的非圆形横截面互补,以及具有多个毂孔的凹槽,所述毂孔从所述法兰座表面部分延伸穿过所述低毂并进入所述中心开口,所述多个毂孔以第二阵列状图案布置在所述法兰座表面部分上,第二阵列状图案中的每个轮毂孔与第一阵列状图案的相应一个螺纹法兰孔对齐。其中,第一和第二阵列状图案是互补的,多个螺栓连接,一个用于对齐的轮毂孔和螺纹法兰孔,其余用于将多个转子叶片固定到空心轮毂上,每个螺栓连接具有位于中心的螺栓头状部分。

## 参考文献

- [1] 姚婷婷,郑源.轴流式水轮机顶盖强度及模态有限元分析[J].排灌机械工程学报,2020,38(1):39-44.
- [2] 职保平,秦净净,李正星,等.混流式水轮机径向振动的路径分析[J].振动与冲击,2019(22):7-13.
- [3] 喻光安,秦志文,荣晓敏,等.缺陷对风电叶片螺栓连接性能影响研究[J].太阳能学报,2019,40(11):3244-3249.