



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101344059 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200810137020. 8

(22) 申请日 2008. 08. 28

(73) 专利权人 哈尔滨电机厂有限责任公司

地址 150040 黑龙江省哈尔滨市动力区三大
动力路 99 号哈尔滨电机厂有限责任公
司

(72) 发明人 刘万江 魏显著 覃大清

(51) Int. Cl.

F03B 3/12 (2006. 01)

审查员 陈丽丽

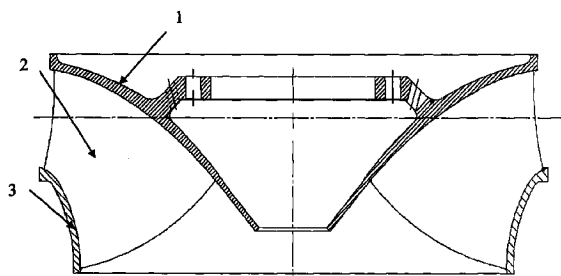
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

混流式水轮机反向 S 型转轮

(57) 摘要

本发明的混流式水轮机反 S 型转轮, 包括一个上冠、一个下环和若干个连接在该上冠和下环之间的曲面叶片。叶片进水边呈现反向“S”型, 改善小流量和大流量时叶片进口的流态, 同时, 还能保持进水边头部小, 获得更高的最优效率; 加长叶片, 实现具有更加宽广的高效率运行范围, 即实现电站在小流量、大流量和最优工况的运行工况内都具有高效率的性能指标; 叶片的上冠型线的形状和特殊的叶片的下环型线的形状略呈反向“S”型, 降低出口流速, 改善转轮内流态, 提高机组运行的稳定性。



1. 一种混流式水轮机反向 S 型转轮,包括一个上冠 (1)、一个下环 (3) 和若干个连接在上冠 (1) 和下环 (3) 之间的曲面叶片 (2),每一叶片均有一正对水轮机中、上游导流机构的进水边 (4) 和正对下游的出水边 (5),其特征是:叶片 (2) 的进水边 (4) 从 A 点到 D 点之间有两个拐点,叶片 (2) 的进水边 (4) 有 P1、P2 两个拐点,叶片 (2) 的进水边 (4) 为反向“S”型;叶片 (2) 的上冠型线 (6) 即叶片与上冠交线,从 D 点到 C 点之间有两个拐点,叶片 (2) 的上冠型线 (6) 有 S1、S2 两个拐点,上冠型线 (6) 呈现反向“S”型;叶片 (2) 的下环型线 (7) 即叶片与下环交线,从 A 点到 B 点之间有两个拐点,叶片 (2) 的下环型线 (7) 有 X1、X2 两个拐点,下环型线 (7) 呈现反向“S”型,叶片相关点、线的定义:点 A 为叶片进水边 (4) 与下环 (3) 的交点,点 B 为叶片出水边 (5) 与下环 (3) 的交点,点 C 为叶片出水边 (5) 与上冠 (1) 的交点,点 D 为叶片进水边 (4) 与上冠 (1) 的交点,线 AD 为叶片的进水边 (4),线 BC 为叶片的出水边 (5)。

2. 根据权利要求 1 所述的一种混流式水轮机反向 S 型转轮,其特征是:所述的叶片数量范围:15 ~ 17 个。

混流式水轮机反向 S 型转轮

[0001] 技术领域：混流式水轮机反向 S 型转轮属于水轮机制造领域技术。

[0002] 技术背景：经过长期技术发展，混流式水轮机已基本定型，但是转轮的片翼型的微小改进可能对水轮机效率和稳定性产生较大影响。近几年来，国内大、中型水轮发电机组招标要求混流式水轮机转轮在保证稳定性的前提下，对能量指标提出了特殊的要求。要求在小流量、大流量和最优工况的运行工况内都具有高效率的性能指标，即随流量变化仍然保持高效率，实现增加机组出力，使电站获得更大的经济效益。

[0003] 早期的研究成果表明，较大的导叶分布圆配合水轮机叶片进水边头部较大可以提高小流量和大流量运行工况的效率，但最优效率较低。现代的研究成果表明，导叶分布圆及叶片头部较小，可以提高水轮机模型最优工况和大流量运行工况的效率，但是小流量运行工况的效率低。电站要求的小流量、大流量和最优工况的运行工况内都具有高效率的性能指标在目前对水轮机的认识上是矛盾的。现有的混流式转轮叶片一般为常规叶片和负倾角叶片。常规叶片俯视图如图 2 所示，其进水边 4 为直线或抛物线，最多只有一个拐点。负倾角叶片俯视图如图 3 所示，其进水边 4 为直线或抛物线，最多只有一个拐点。

[0004] 发明内容：本发明的目的在于公开一种混流式水轮机反向 S 型转轮。本发明涉及的主要部位为转轮叶片进水边，通过改变进水边形状实现具有更加宽广的高效率运行范围的同时提高稳定性；其次为叶片径向长度、特殊的叶片的上冠型线（叶片与上冠交线）的形状和特殊的叶片的下环型线（叶片与下环交线）的形状，提高转轮的效率和稳定性。本发明的技术方案为：一种混流式水轮机反向 S 型转轮，包括一个上冠、一个下环和若干个连接在上冠和下环之间的曲面叶片，每一叶片均有一正对水轮机中、上游导流机构的进水边和正对下游的出水边；叶片的进水边从 A 点到 D 点之间有两个拐点，叶片的进水边有 P1、P2 两个拐点，叶片的进水边为反向“S”型；叶片的上冠型线即叶片与上冠交线，从 D 点到 C 点之间有两个拐点，叶片的上冠型线有 S1、S2 两个拐点，上冠型线呈现反向“S”型；叶片的下环型线即叶片与下环交线，从 A 点到 B 点之间有两个拐点，叶片的下环型线有 X1、X2 两个拐点，下环型线呈现反向“S”型。叶片相关点、线的定义：点 A 为叶片进水边（4）与下环（3）的交点，点 B 为叶片出水边（5）与下环（3）的交点，点 C 为叶片出水边（5）与上冠（1）的交点，点 D 为叶片进水边（4）与上冠（1）的交点，线 AD 为叶片的进水边（4），线 BC 为叶片的出水边（5）。

[0005] 按照本发明，进水边设计合理的反 S 型转轮叶片，会使混流式水轮机在以下方面获益。

[0006] 1 水轮机效率

[0007] 叶片进水边呈反“S”型，其中下部适应小流量时来流，其中上部适应大流量时来流，从而同时改善小流量和大流量时叶片进口的流态。这样才能保持进水边头部小，有利于提高转轮最优工况效率。

[0008] 叶片的进水边 A、D 与出水边 B、C 弧长与公称直径 ϕ 的比增大，相当于加长叶片，增加做功面积，提高能量转化率，实现具有更加宽广的高效率运行范围，即实现电站在小流量、大流量和最优工况的运行工况内都具有高效率的性能指标。同时由于叶片加长，降低了

叶片表面流速,因此有助于提高机组稳定性。

[0009] 叶片的上冠型线(叶片与上冠交线)的形状,对大流量的水轮机效率影响较大,增加了上冠附近叶片压力面和吸力面的压差,有利于转轮效率的提高。同时,降低出口流速,改善转轮内流态。

[0010] 叶片的下环型线(叶片与下环交线)的形状,对水轮机效率影响较大,增加了下环附近叶片压力面和吸力面的压差,有利于转轮效率的提高。同时,降低出口流速,改善转轮内流态。

[0011] 水轮机模型试验表明:具有合理形状的叶片进水边、叶片的上冠型线(叶片与上冠交线)和叶片的下环型线(叶片与下环交线)的反 S 型叶片,可使水轮机最优效率提高 5 ~ 10%,并且使小流量和大流量水轮机效率大幅度提高。

[0012] 2 水轮机稳定性

[0013] 实践表明:转轮出口环量与尾水管压力脉动,有直接的关系,是衡量水轮机稳定性的重要指标。叶片的上冠型线(叶片与上冠交线)的形状和特殊的叶片的下环型线(叶片与下环交线)的形状改变,使出水边形状随之改变,从而控制在偏离最优工况时转轮出口的环量分布,从根本上避免能量聚集,实现降低尾水管内的压力脉动,提高机组运行的稳定性。

附图说明:

[0014] 图 1 混流式水轮机反 S 型转轮装配图

[0015] 图 2 混流式水轮机常规转轮叶片俯视图

[0016] 图 3 混流式水轮机负倾角转轮叶片俯视图

[0017] 图 4 混流式水轮机反 S 型转轮叶片轴面示意图

[0018] 图 5 混流式水轮机反 S 型转轮叶片俯视图

[0019] 图 6 混流式水轮机反 S 型转轮叶片立体图

具体实施方式:

[0020] 如图 1 所示,本发明包括一个上冠 1、一个下环 3 和若干个连接在上冠 1 和下环 3 之间的三维扭曲叶片 2,每一叶片有一正对水轮机中、上游导流机构的进水边 4 和正对下游的出水边 5。图 4 中 ABCD 为叶片的轴面图为叶片旋转投影到一个经过水轮机转动中心 Z 的平面形成的图形, ϕ 为 A 点的直径(又称为公称直径),P 表示进水侧,0 表示出水侧,Z 表示水轮机转动中心。叶片相关点、线的定义:点 A 为叶片进水边 4 与下环 3 的交点,点 B 为叶片出水边 5 与下环 3 的交点,点 C 为叶片出水边 5 与上冠 1 的交点,点 D 为叶片进水边 4 与上冠 1 的交点,线 AD 为叶片的进水边 4,线 BC 为叶片的出水边 5。

[0021] 叶片 2 的进水边 4 从 A 点到 D 点之间有两个拐点。图 5 中两个拐点分别位于直线 AD 的两侧,以 A 点为起始点,从 A 点沿着进水边 4 运行,先经过直线 AD 右侧的一个拐点,然后经过直线 AD 左侧的一个拐点,最后到达 D 点。在图 6 中显示叶片 2 的进水边 4 有 P1、P2 两个拐点,而且呈明显的反“S”型;

[0022] 叶片 2 的上冠型线 6(叶片与上冠交线)从 D 点到 C 点之间有两个拐点。图 5 中两个拐点分别位于直线 DC 的两侧,以 D 为起始点,从 D 点沿着叶片背面与上冠交线 6 运行,

先经过直线 DC 右侧的一个拐点,然后经过直线 DC 左侧的一个拐点,最后到达 C 点。在图 6 中显示叶片 2 的上冠型线 6 有 S1、S2 两个拐点,而且略呈反“S”型;

[0023] 叶片 2 的下环型线 7(叶片与下环交线)从 A 点到 B 点之间有两个拐点。图 5 中两个拐点分别位于直线 AB 的两侧,以 A 为起始点,从 A 点沿着叶片工作面或背面与下环交线 7 运行,先经过直线 AB 右侧的一个拐点,然后经过直线 AB 左侧的一个拐点,最后到达 B 点。在图 6 中显示叶片 2 的下环型线 7 有 X1、X2 两个拐点,而且略呈反“S”型。

[0024] 本发明叶片的数量范围:15 ~ 17 个。

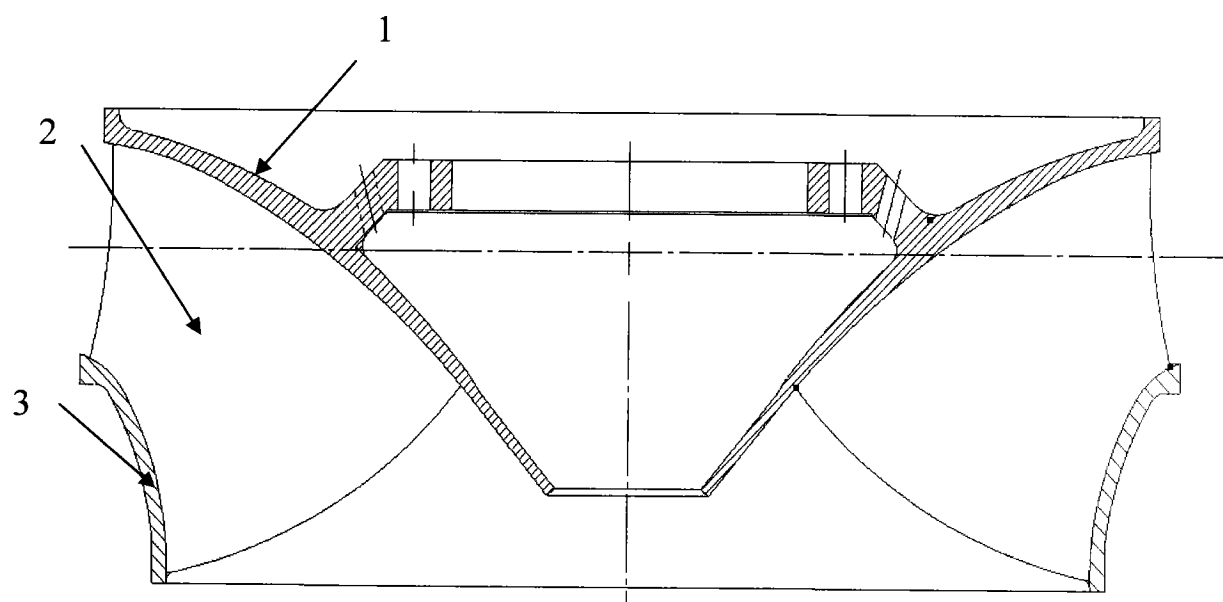


图 1

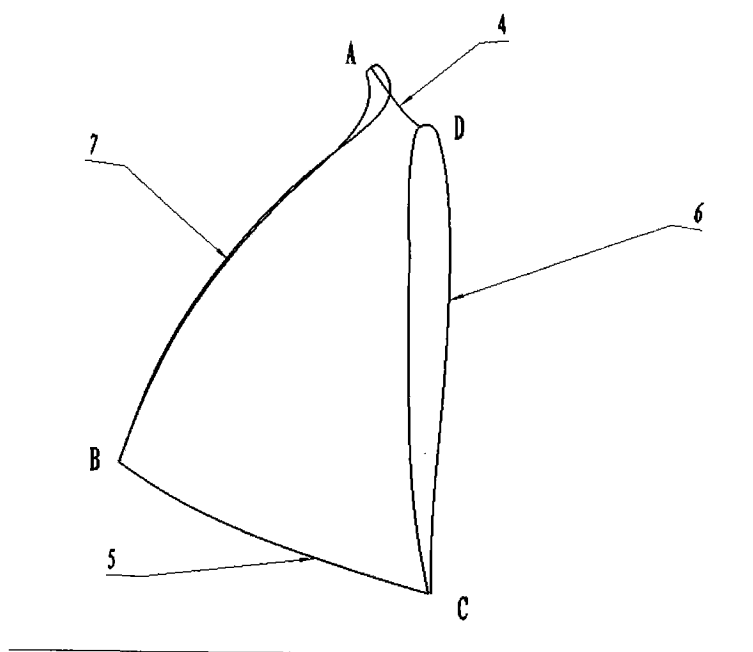


图 2

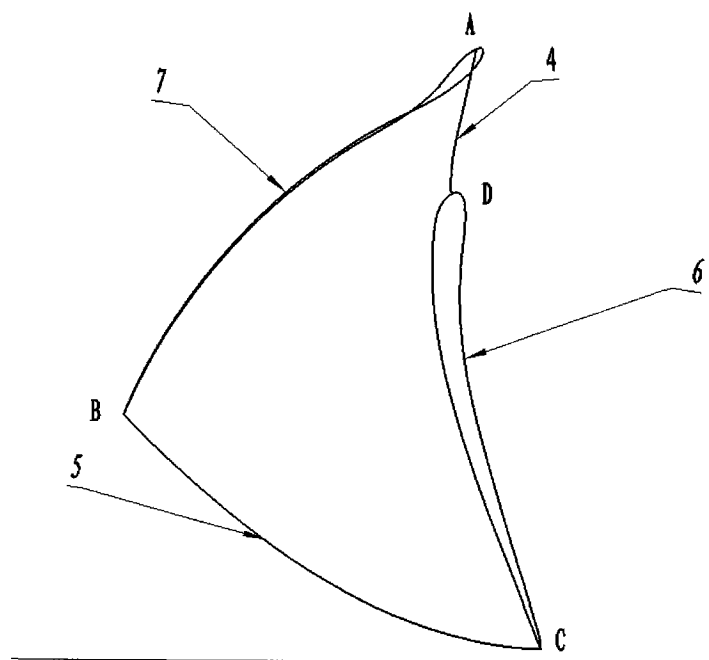


图 3

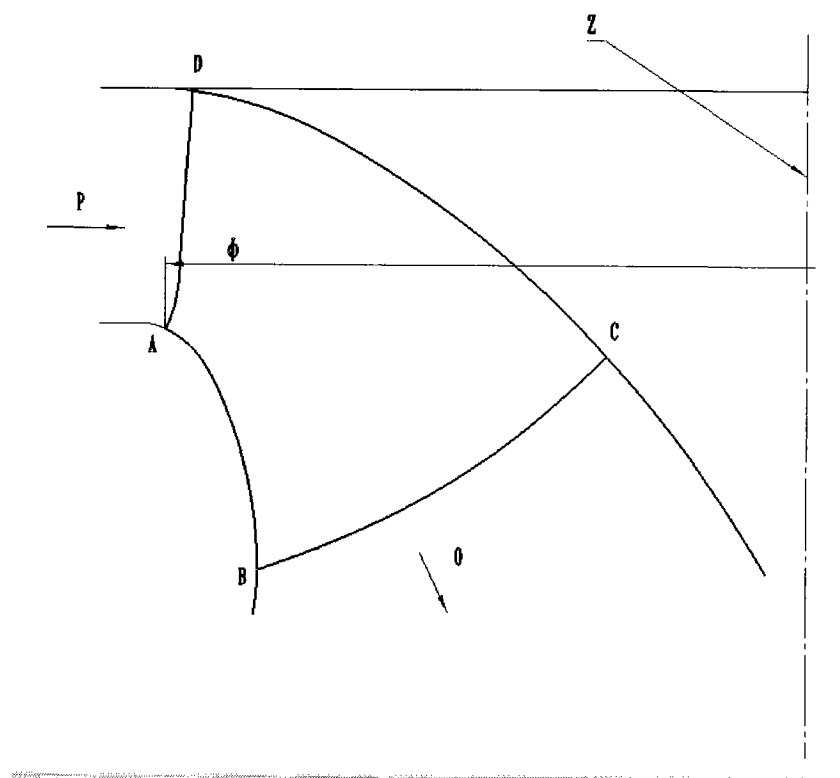


图 4

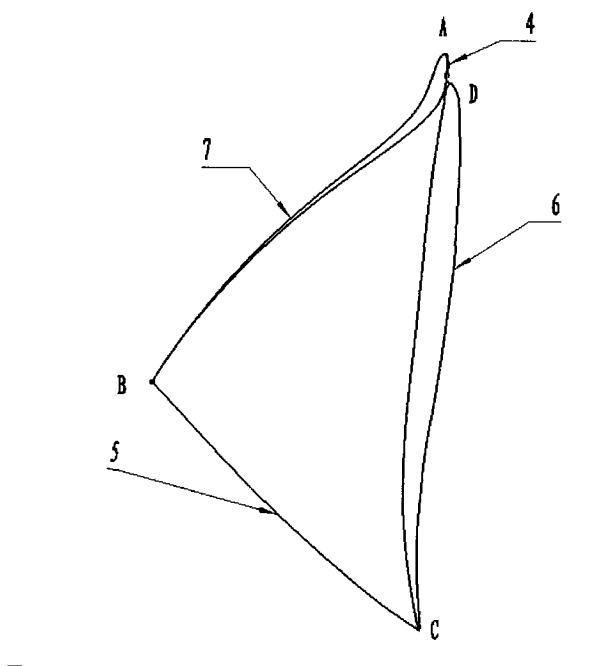


图 5

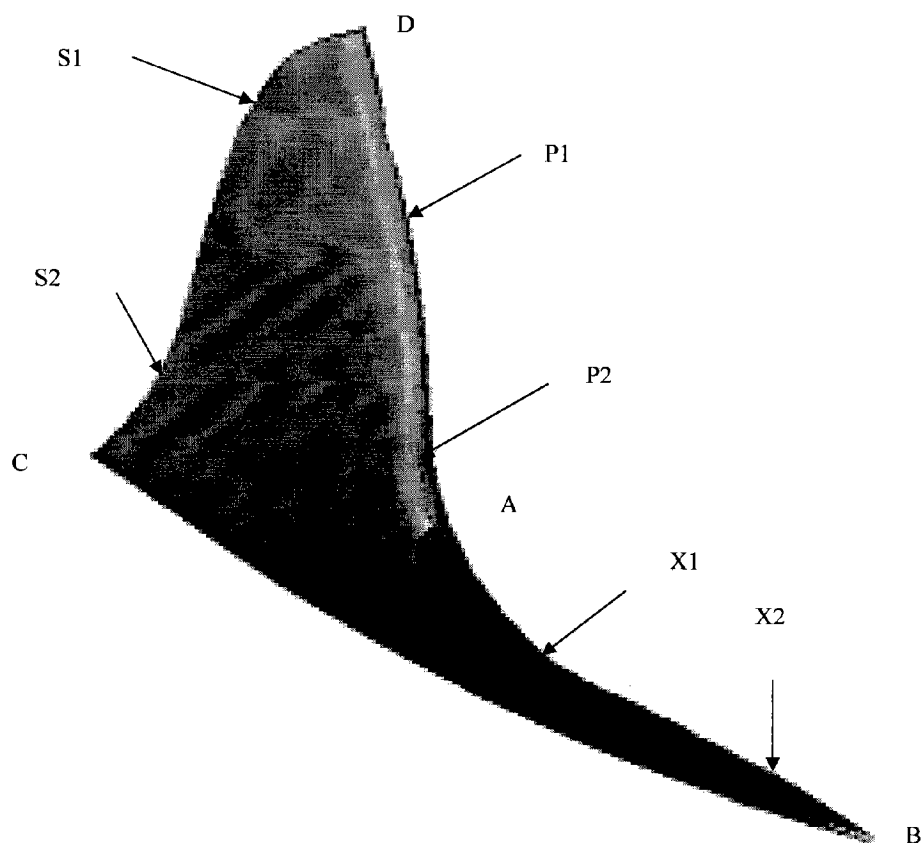


图 6