(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103291653 B
(45)授权公告日 2015.07.29

(21)申请号 201310256131.1

(22)申请日 2013.06.24

(73)专利权人 江苏大学
地址 212013 江苏省镇江市学府路 301 号

(72)发明人 张金凤 王文杰 袁寿其 袁野 陆伟刚 冒杰云 张云蕾

(74)专利代理机构 南京正联知识产权代理有限公司 32243
代理人 卢霞

(51)Int.Cl.
F04D 29/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 1580577 A,2005.02.16, 说明书第 3 页第 8-10 行、附图 1.

CN 1786479 A,2006.06.14, 说明书第 2 页第 3 段 -4 段、第 3 页第 2 段,附图 2.

CN 203404124 U,2014.01.22, 权利要求 1-2.

CN 2903484 Y,2007.05.23, 全文 .

CN 101520052 A,2009.09.02, 全文 .

DE 3318166 A1,1984.11.22, 全文 .

审查员 徐婧

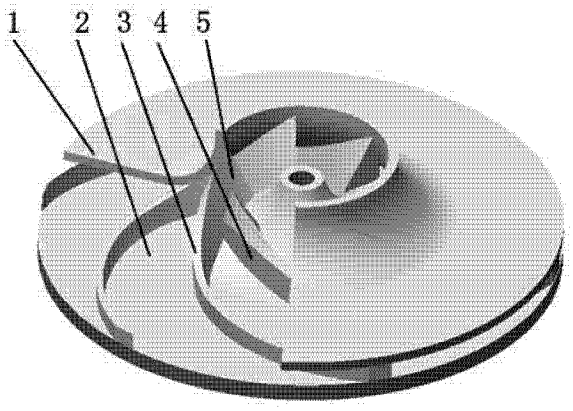
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种低比转数叶轮及其叶片设计方法

(57)摘要

本发明公开了一种低比转数叶轮及其叶片设计方法,前后盖板均为圆盘结构,叶片形式采用圆柱和扭曲相结合方法进行设计,即工作面(4)或者背面(5)其中一面采用后弯式圆柱叶片形式,另一面采用后弯式扭曲叶片形式,符合流体运动规律,减小水力损失,提高低比转数离心泵的效率;靠近前盖板的进口边叶片厚度 2-3mm,而靠近后盖板的进口边叶片厚度 5-7mm,有利于提高砂型铸造拔模精度,同时可堵塞部分进口流道,从而减小了叶片进口排挤系数,有利于提高低比转数离心泵的无过载特性。本发明可应用于高效无过载低比转速叶轮设计领域。



CN 103291653 B

1.一种低比转数叶轮的叶片设计方法，其特征在于包括以下步骤：

步骤一，计算比转数

$n_s=\frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$，$n_s$= 30-80，属于低比转数离心泵的范畴；

n 为叶轮转速，单位是 r/min；

Q 为设计点的流量，单位是 m^3/h；

H 为设计点的扬程，单位是 m；

步骤二，要满足无过载的要求，因此取出口安放角设计为 β_2= 13 ～ 18° ；

步骤三，叶轮外径 D_2是影响扬程的主要参数，$D_2=9.35*k_{D_2}(\frac{n_s}{100})^{-0.5}\sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$，再根据设计经验适当加大并圆整 D_2，即取 D_2计算结果的整数部分加 1 或 2 后作为 D_2；k_{D_2}为叶轮外径修正系数，取 1.021 ～ 1.175；

步骤四，因为选取了叶片出口安放角 β_2= 13 ～ 18° ，为了获得光顺的叶片型线，以增加流体控制能力和避免流道扩散严重，同时也可扩大泵的高效区，根据设计过程中方格网上型线的调整，取包角 $\varphi=120°\sim150°$；

步骤五，在叶轮无过载设计中，由于 β_2= 13 ～ 18° 、包角 $\varphi=120°\sim150°$，取叶片数 Z = 5 ～ 6；

步骤六，对叶片进行绘型：叶片圆柱面是根据单流线进行方格保角变换绘制成圆柱式，叶片的扭曲面是根据三流线进行方格保角法绘制成扭曲式；

步骤七，对叶片进行加厚：在靠近前盖板叶片进口边厚度设计为 2 ～ 3mm，靠近后盖板叶片进口边厚度设计为 5 ～ 7mm，叶片出口边宽度为 4 ～ 5mm。

一种低比转数叶轮及其叶片设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于离心泵领域，具体涉及一种高效、无过载的低比转数离心泵叶轮相关技术。

背景技术

[0002] 低比转数离心泵因其流量小、扬程高的性能特性，广泛应用于国民经济的农业排灌、城市供水、矿山、石油和石化等各个领域。低比转数离心泵一般指比转数为 30 ～ 80 的离心泵，其叶轮外径大，叶片出口宽度小，所以流道长而窄，通常采用易于拔模的圆柱叶片形式；圆盘摩擦损失及水力损失较大，泵的效率低，是工业领域耗能的设备之一。而且泵在系统中的运行稳定性不高，在大流量区运行易产生过载现象，缩短泵的使用寿命。

[0003] 目前，低比数泵叶轮通常采用圆柱叶片形式，便于铸造加工，然而泵的水力效率偏低，易发生过载现象；若采用扭曲叶片形式，泵的效率较高，但不利于铸造加工。关于提高低比数离心泵的效率、无过载性能以及铸造加工工艺，还没有针对叶轮叶片结构的设计方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种低比转数叶轮及其叶片设计方法，以提高低比转速离心泵水力效率、满足无过载特性，同时便于铸造加工。

[0005] 为了解决以上技术问题，本发明采用的技术方案如下：

[0006] 一种低比转数叶轮，叶轮采用闭式结构，包括前盖板 (1)、后盖板 (2) 和叶片 (3)，其特征在于：叶片 (3) 的工作面 (4) 和背面 (5) 之中，一面为后弯式圆柱型，另一面为后弯式扭曲型。

[0007] 靠近前盖板 (1) 的进口边叶片厚度为 2-3mm，靠近后盖板 (2) 的进口边叶片厚度为 5-7mm。

[0008] 根据低比转数离心泵的设计参数，对所述叶轮的叶片几何尺寸进行计算，包括如下步骤：

[0009] 步骤一，计算比转数

[0010] $n_s=\frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$，$n_s$= 30-80，属于低比转数离心泵的范畴；

[0011] n 为叶轮转速，单位是 r/min；

[0012] Q 为设计点的流量，单位是 m^3/h；

[0013] H 为设计点的扬程，单位是 m；

[0014] 步骤二，要满足无过载的要求，因此取出口安放角 β_2= 13 ～ 18°；

[0015] 步骤三，叶轮外径 D_2 是影响扬程的主要参数，$D_2=9.35*k_{D_2}(\frac{n_s}{100})^{-0.5}\sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$，再根据设计经验适当加大并圆整 D_2，即取 D_2 计算结果的整数部分加 1 或 2 后作为 D_2；k_{D2} 为叶轮外径修正系数，取 1.021 ～ 1.175；

[0016] 步骤四，因为选取了较小的叶片出口安放角 β_2，为了获得较光顺的叶片型线，以增加流体控制能力和避免流道扩散严重，同时也可扩大泵的高效区，根据设计过程中方格网上型线的调整，取包角 $\varphi=120°\sim150°$；

[0017] 步骤五，在叶轮无过载设计中，由于 β_2 较小、包角 φ 较大，取叶片数 z ＝ 5 ～ 6；

[0018] 步骤六，对叶片进行绘型：叶片圆柱面是根据单流线进行方格保角变换绘制成圆柱式，叶片的扭曲面是根据三流线进行方格保角法绘制成扭曲式；

[0019] 步骤七，对叶片进行加厚：在靠近前盖板叶片进口边厚度设计为 2 ～ 3mm，靠近后盖板叶片进口边厚度设计为 5 ～ 7mm，叶片出口边宽度为 4 ～ 5mm。

[0020] 本文发明的有益效果是：本发明通过对叶轮叶片的结构形式进行改进设计，叶片设计采用圆柱和扭曲相结合的形式，不仅易铸造，而由于进口边宽度比一般低比数离心泵的进口边要大，在一定程度上阻塞流道，减小了进口过流断面面积，有利于水力效率的提高，且同时满足了低比转数离心泵的无过载特性。背面设计为扭曲式，可以改善叶轮内部流动分布，有利于提高扬程和效率。

附图说明

[0021] 图 1 为低比转数离心泵叶轮结构示意图；

[0022] 图 2 为叶片结构示意图；

[0023] 图中：1 前盖板；2 后盖板；3 叶片；4 工作面；5 背面。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图，对本发明的技术方案做进一步详细说明。

[0025] 实施例一：

[0026] 如图 1 所示叶轮及其叶片的结构形式，属于闭式叶轮。叶片 3 的工作面 4 和背面 5 之中，一面为后弯式圆柱型，另一面为后弯式扭曲型。图 2 展示了设计方案中叶片的背面 5 是扭曲式，进口边靠近前盖板的厚度较小的情形。根据低比转数离心泵的性能参数后，对叶轮的几何参数进行计算，从而确认叶轮叶片数、空间流线以及叶片厚度。靠近前盖板 1 的进口边叶片厚度为 2-3mm，靠近后盖板 2 的进口边叶片厚度为 5-7mm。

[0027] 实施例二：

[0028] 根据某一台低比转数离心泵的设计参数 Q ＝ 30m^3/h，H ＝ 49m，n ＝ 2900r/min，对叶轮几何尺寸进行计算，包括如下步骤：

[0029] (1) 计算比转数

[0030] $$n_s=\frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}=\frac{3.65\times2900\times\sqrt{30/3600}}{49^{3/4}}=53$$，属于低比转数离心泵的范畴。

[0031] n 为叶轮转速，单位是 r/min；

[0032] Q 为设计点的流量，单位是 m^3/h；

[0033] H 为设计点的扬程，单位是 m；

[0034] (2) 根据以往设计经验，综合考虑无过载性能和高效率，取 $\beta_2=15°$。

[0035] (3) 叶轮外径 D_2 是影响扬程的主要参数，因无过载设计中选取较小的 β_2 等，计算

得 D_2= 208.2mm 再根据设计经验适当加大并圆整 D_2，取 D_2= 209mm。

[0036] (4) 因为选取了较小的叶片出口角 β_2，为了获得较光顺的叶片型线，以增加流体控制能力和避免流道扩散严重，同时也可扩大泵的高效区。根据设计过程中方格网上型线的调整，取包角 Φ = 140°。

[0037] (5) 在无过载叶轮设计中，由于 β_2较小、包角 φ 较大，取叶片数 Z = 5。

[0038] (6) 对叶片进行绘型。叶片工作面根据单流线进行方格保角变换绘制圆柱式，叶片的背曲面根据三流线进行方格保角法进行绘制扭曲式。

[0039] (7) 对叶片进行加厚。在靠近前盖板叶片进口边，厚度为 2.5mm，靠近后盖板叶片进口边，厚度为 7mm。叶片出口边宽度为 4mm。

[0040] 实施例三：

[0041] 根据某一台低比转数离心泵的设计参数 Q = 24m^3/h，H = 32m，n = 2900r/min，对叶轮几何尺寸进行计算，包括如下步骤：

[0042] (2) 计算比转数

[0043] $$n_s=\frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}=\frac{3.65\times2900\times\sqrt{24/3600}}{32^{3/4}}=64.2$$，属于低比转数离心泵的范畴。

[0044] n 为叶轮转速，单位是 r/min；

[0045] Q 为设计点的流量，单位是 m^3/h；

[0046] H 为设计点的扬程，单位是 m；

[0047] (2) 根据以往设计经验，综合考虑无过载性能和高效率，取 β_2= 13°。

[0048] (3) 叶轮外径 D_2是影响扬程的主要参数，因无过载设计中选取较小的 β_2等，计算得 D_2= 153.3mm 再根据设计经验适当加大并圆整 D_2，取 D_2= 155mm。

[0049] (4) 因为选取了较小的叶片出口角 β_2，为了获得较光顺的叶片型线，以增加流体控制能力和避免流道扩散严重，同时也可扩大泵的高效区。根据设计过程中方格网上型线的调整，取包角 Φ = 150°。

[0050] (5) 在无过载叶轮设计中，由于 β_2较小、包角 φ 较大，取叶片数 Z = 5。

[0051] (6) 对叶片进行绘型。叶片工作面根据单流线进行方格保角变换绘制圆柱式，叶片的背曲面根据三流线进行方格保角法进行绘制扭曲式。

[0052] (7) 对叶片进行加厚。在靠近前盖板叶片进口边，厚度为 2mm，靠近后盖板叶片进口边，厚度为 5mm。叶片出口边宽度为 4mm。

[0053] 实施例四：

[0054] 根据某一台低比转数离心泵的设计参数 Q = 15m^3/h，H = 20m，n = 2900r/min，对叶轮几何尺寸进行计算，包括如下步骤：

[0055] (3) 计算比转数

[0056] $$n_s=\frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}=\frac{3.65\times2900\times\sqrt{15/3600}}{20^{3/4}}=72.3$$，属于低比转数离心泵的范畴。

[0057] n 为叶轮转速，单位是 r/min；

[0058] Q 为设计点的流量，单位是 m^3/h；

[0059] H 为设计点的扬程，单位是 m；

[0060] (2) 根据以往设计经验，综合考虑无过载性能和高效率，取 $\beta_2 = 18°$ 。

[0061] (3) 叶轮外径 D_2 是影响扬程的主要参数，因无过载设计中选取较小的 β_2 等，计算得 $D_2 = 122mm$，再根据设计经验适当加大并圆整 D_2，取 $D_2 = 124mm$。

[0062] (4) 因为选取了较小的叶片出口角 β_2，为了获得较光顺的叶片型线，以增加流体控制能力和避免流道扩散严重，同时也可扩大泵的高效区。根据设计过程中方格网上型线的调整，取包角 $\phi = 120°$ 。

[0063] (5) 在无过载叶轮设计中，由于 β_2 较小、包角 φ 较大，取叶片数 $Z = 6$。

[0064] (6) 对叶片进行绘型。叶片背面根据单流线进行方格保角变换绘制圆柱式，叶片的工作曲面根据三流线进行方格保角法进行绘制扭曲式。

[0065] (7) 对叶片进行加厚。在靠近前盖板叶片进口边，厚度为 2.5mm，靠近后盖板叶片进口边，厚度为 7mm。叶片出口边宽度为 5mm。

[0066] 本发明的工作过程为：水从叶轮进口进入，在旋转的叶片作用下，获得能量，并流到叶轮出口。

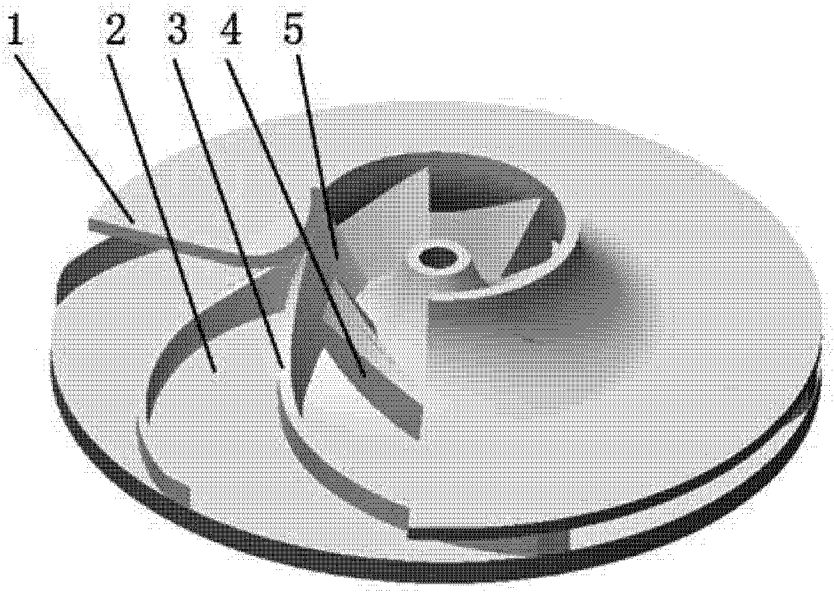


图 1

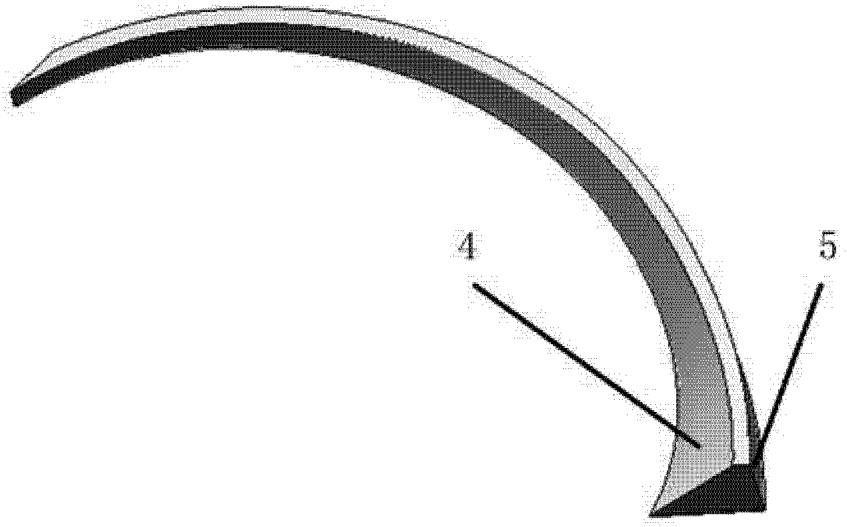


图 2