



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111503048 A

(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 202010364179.4

(22)申请日 2020.04.30

(71)申请人 金通灵科技集团股份有限公司

地址 226001 江苏省南通市崇川区钟秀中路135号

(72)发明人 江小英 何圣锋 李楠 嵇迎梅

(74)专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

代理人 刘林峰

(51)Int.Cl.

F04D 29/30(2006.01)

F04D 29/28(2006.01)

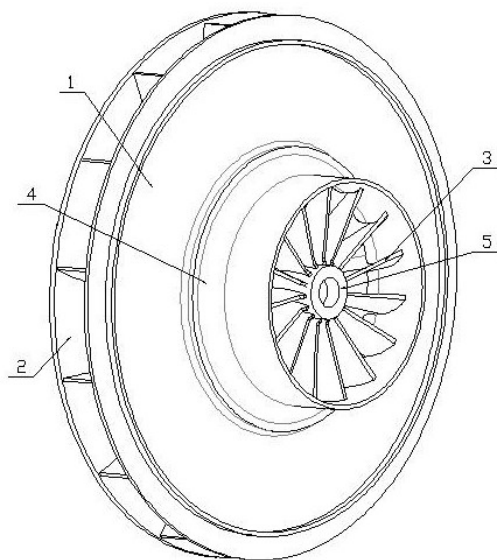
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮

(57)摘要

本发明公开了一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,包括前盖板、后盖板、叶片、加强圈和轮毂;前盖板为锥形结构,且在其大端面一侧同轴心间隔设有后盖板,后盖板为圆形的等厚平板,且在其与前盖板之间同轴心设有轮毂;轮毂为锥形结构,且其大端套接在后盖板内;轮毂的小端间隔套接在前盖板内,并垂直延伸至前盖板的小端面处;在前盖板的锥面上靠小端处同轴心设有加强圈,加强圈为套接在前盖板上的弧形结构,且与前盖板焊接固定;在前盖板的内表面与后盖板之间沿其圆周方向还均布间隔垂直设有数个叶片,每一叶片均为三元流弧形叶片,且分别与前盖板、后盖板以及轮毂垂直焊接固定。本发明采用先进的腔体几何设计,提高了叶轮效率。



1. 一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:包括前盖板、后盖板、叶片、加强圈和轮毂;所述前盖板为锥形结构,且在其大端面一侧还同轴心间隔设有后盖板,所述后盖板为圆形的等厚平板,且在所述后盖板和前盖板之间还同轴心套接设有轮毂;所述轮毂为整体锻造而成的锥形结构,且其大端套接在所述后盖板内,并焊接固定;所述轮毂的小端间隔套接在所述前盖板内,并垂直延伸至所述前盖板的小端端面处;在所述前盖板的锥面上靠小端处还同轴心并列贴合设有加强圈,所述加强圈为套接在所述前盖板上的弧形结构,且与所述前盖板的锥面焊接固定;在所述前盖板的内表面与所述后盖板之间沿其圆周方向还均布间隔垂直设有数个叶片,每一所述叶片均为准三元流弧形叶片,且分别与所述前盖板、后盖板以及轮毂垂直焊接固定。

2. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述前盖板为模压成型,且其锥度为7.5度;所述前盖板的小端内径为660mm。

3. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述前盖板的大端外径与所述后盖板的外径相一致,且均为1600mm。

4. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述前盖板与所述后盖板之间的出口端间距为100mm。

5. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述轮毂的锥面与所述前盖板的内表面相匹配,且其小端外径小于所述前盖板的小端内径。

6. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述轮毂的小端内径为160mm,且其轴向长度为300mm;所述轮毂的锥角为 45° ,且其锥半径比值为3.25。

7. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述加强圈的曲率半径为80mm。

8. 根据权利要求1所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述叶片为后向型,且带前导风轮。

9. 根据权利要求8所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述叶片的外轮廓线包括第一前盘线、第二前盘线、第三前盘线、第一后盘线、第二后盘线和第三后盘线;所述第一前盘线由坐标点 $(-75, 483.45, 127.58)$ 、 $(-76.97, 462.81, 116.55)$ 、 $(-78.9, 442.73, 106.59)$ 、 $(-80.82, 422.36, 97.54)$ 、 $(-82.71, 401.99, 89.34)$ 、 $(-84.59, 381.63, 81.98)$ 、 $(-86.46, 361.26, 75.36)$ 、 $(-88.31, 340.89, 69.48)$ 、 $(-90.13, 320.51, 64.36)$ 、 $(-92.03, 300.15, 59.93)$ 以及 $(-93.66, 279.76, 55.92)$ 依次相连构成;所述第二前盘线由坐标点 $(-93.66, 279.76, 55.92)$ 、 $(-95.92, 264.13, 52.91)$ 、 $(-101.26, 248.51, 49.93)$ 、 $(-111.17, 232.88, 46.98)$ 、 $(-123.62, 220.38, 44.62)$ 、 $(-135.01, 212.57, 43.15)$ 、 $(-148.64, 206.36, 42.01)$ 、 $(-154.97, 204.44, 41.59)$ 、 $(-161.06, 203.19, 41.14)$ 以及 $(-172.53, 202.33, 39.91)$ 依次相连构成;所述第三前盘线由坐标点 $(-172.53, 202.33, 39.91)$ 、 $(-174.57, 202.36, 39.5)$ 、 $(-176.93, 202.42, 39.15)$ 、 $(-184.81, 202.84, 37.44)$ 、 $(-197.09, 203.61, 33.07)$ 、 $(-209.35, 204.54, 26.37)$ 、 $(-221.6, 205.56, 16.96)$ 以及 $(-233.88, 206.2, 4.48)$ 依次相连构成;所述第一后盘线由坐标点 $(0, 483.63, 126.91)$ 、 $(0, 452.41, 110.44)$ 、 $(0, 420.23, 95.95)$ 、 $(0, 387.26, 83.33)$ 、 $(0, 353.61, 72.69)$ 、 $(0, 319.38, 64.1)$ 、 $(0, 284.79, 57.03)$ 、 $(0, 250.09, 50.54)$ 、 $(0, 215.41, 43.98)$ 、 $(0, 180.73, 37.4)$ 以及

(0,146.04,30.83)依次相连构成;所述第二后盘线由坐标点(0,146.04,30.83)、(-10.94,135.1,28.76)、(-21.89,124.16,26.7)、(-32.83,113.21,24.61)、(-43.77,102.28,22.54)、(-54.71,91.33,20.47)、(-65.66,80.39,18.39)、(-76.6,69.44,16.34)、(-87.55,58.49,14.31)以及(-98.47,47.58,12.11)依次相连构成;所述第三后盘线由坐标点(-98.47,47.58,12.11)、(-104.76,47.58,12.11)、(-111.05,47.58,12.11)、(-125.74,48.66,12.41)、(-140.47,48.5,12.36)、(-155.21,48.49,12.06)、(-169.94,48.73,11.26)、(-184.67,49.04,9.76)、(-199.41,49.46,7.36)以及(-214.14,49.84,3.89)依次相连构成。

10. 根据权利要求9所述的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其特征在于:所述第一前盘线与所述第一后盘线拟合、所述第二前盘线与所述第二后盘线拟合、所述第三前盘线与所述第三后盘线拟合,由此构成叶片的曲面轮廓。

一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮

技术领域

[0001] 本发明涉及空气压缩技术领域,具体涉及一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮。

背景技术

[0002] 随着国内外节能环保要求的进一步提升,高效能量回收设备的合理应用已成为目前的发展趋势,而机械蒸汽再压缩(简称:MVR)系统是一个新型节能具有良好发展前景的能量回收再利用系统,目前广泛应用于污水处理、食品饮料、医药化工等各领域。

[0003] MVR是蒸发系统的核心节能技术,利用其自身产生的二次蒸汽经蒸汽压缩机压缩,蒸汽的温度、压力提高,热焓值增加,然后为蒸发系统换热器供热,从而减少对外界能源的需求。MVR的关键设备就是离心蒸汽压缩机,根据温升的不同型式多样,有罗茨风机、离心压缩机、单螺杆压缩机等。温升小于9度的蒸发系统所用的压缩机,最适合的型式为低温升离心蒸汽压缩机。

[0004] 不同的MVR工艺系统,对压缩机性能的需求各不相同。有的工艺系统蒸发量小,温升需求大,还有的工艺系统蒸发量大,温升需求小;这就需要设计不同的叶型,以达到蒸发量及温升的需求,满足各种工艺生产的运行。

[0005] 蒸汽压缩机在运行时,由于物料成分及特性变化,进口温度的变化,或者系统阻力的变化,使得实际运行工况与设计工况有一定的偏差;这就要求所选择的蒸汽压缩机有较宽的稳定运行区,在偏工况的条件下还能保持相对高的效率稳定运行,避免发生喘振。

[0006] 另外,在当前能源成本不断上涨的大环境下,能耗是蒸汽压缩机的重要指标之一;在达到同样工艺条件下,尽量要选择效率高,运行可靠的蒸汽压缩机。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是提供一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,采用先进的腔体几何设计,提高了叶轮效率。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明采取如下技术方案:本发明的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,其创新点在于:包括前盖板、后盖板、叶片、加强圈和轮毂;所述前盖板为锥形结构,且在其大端面一侧还同轴心间隔设有后盖板,所述后盖板为圆形的等厚平板,且在所述后盖板和前盖板之间还同轴心套接设有轮毂;所述轮毂为整体锻造而成的锥形结构,且其大端套接在所述后盖板内,并焊接固定;所述轮毂的小端间隔套接在所述前盖板内,并垂直延伸至所述前盖板的小端端面处;在所述前盖板的锥面上靠小端处还同轴心并列贴合设有加强圈,所述加强圈为套接在所述前盖板上的弧形结构,且与所述前盖板的锥面焊接固定;在所述前盖板的内表面与所述后盖板之间沿其圆周方向还均布间隔垂直设有数个叶片,每一所述叶片均为准三元流弧形叶片,且分别与所述前盖板、后盖板以及轮毂垂直焊接固定。

[0009] 优选的,所述前盖板为模压成型,且其锥度为7.5度;所述前盖板的小端内径为

660mm。

[0010] 优选的,所述前盖板的大端外径与所述后盖板的外径相一致,且均为1600mm。

[0011] 优选的,所述前盖板与所述后盖板之间的出口端间距为100mm。

[0012] 优选的,所述轮毂的锥面与所述前盖板的内表面相匹配,且其小端外径小于所述前盖板的小端内径。

[0013] 优选的,所述轮毂的小端内径为160mm,且其轴向长度为300mm;所述轮毂的锥角为 45° ,且其锥半径比值为3.25。

[0014] 优选的,所述加强圈的曲率半径为80mm。

[0015] 优选的,所述叶片为后向型,且带前导风轮。

[0016] 优选的,所述叶片的外轮廓线包括第一前盘线、第二前盘线、第三前盘线、第一后盘线、第二后盘线和第三后盘线;所述第一前盘线由坐标点 $(-75, 483.45, 127.58)$ 、 $(-76.97, 462.81, 116.55)$ 、 $(-78.9, 442.73, 106.59)$ 、 $(-80.82, 422.36, 97.54)$ 、 $(-82.71, 401.99, 89.34)$ 、 $(-84.59, 381.63, 81.98)$ 、 $(-86.46, 361.26, 75.36)$ 、 $(-88.31, 340.89, 69.48)$ 、 $(-90.13, 320.51, 64.36)$ 、 $(-92.03, 300.15, 59.93)$ 以及 $(-93.66, 279.76, 55.92)$ 依次相连构成;所述第二前盘线由坐标点 $(-93.66, 279.76, 55.92)$ 、 $(-95.92, 264.13, 52.91)$ 、 $(-101.26, 248.51, 49.93)$ 、 $(-111.17, 232.88, 46.98)$ 、 $(-123.62, 220.38, 44.62)$ 、 $(-135.01, 212.57, 43.15)$ 、 $(-148.64, 206.36, 42.01)$ 、 $(-154.97, 204.44, 41.59)$ 、 $(-161.06, 203.19, 41.14)$ 以及 $(-172.53, 202.33, 39.91)$ 依次相连构成;所述第三前盘线由坐标点 $(-172.53, 202.33, 39.91)$ 、 $(-174.57, 202.36, 39.5)$ 、 $(-176.93, 202.42, 39.15)$ 、 $(-184.81, 202.84, 37.44)$ 、 $(-197.09, 203.61, 33.07)$ 、 $(-209.35, 204.54, 26.37)$ 、 $(-221.6, 205.56, 16.96)$ 以及 $(-233.88, 206.2, 4.48)$ 依次相连构成;所述第一后盘线由坐标点 $(0, 483.63, 126.91)$ 、 $(0, 452.41, 110.44)$ 、 $(0, 420.23, 95.95)$ 、 $(0, 387.26, 83.33)$ 、 $(0, 353.61, 72.69)$ 、 $(0, 319.38, 64.1)$ 、 $(0, 284.79, 57.03)$ 、 $(0, 250.09, 50.54)$ 、 $(0, 215.41, 43.98)$ 、 $(0, 180.73, 37.4)$ 以及 $(0, 146.04, 30.83)$ 依次相连构成;所述第二后盘线由坐标点 $(0, 146.04, 30.83)$ 、 $(-10.94, 135.1, 28.76)$ 、 $(-21.89, 124.16, 26.7)$ 、 $(-32.83, 113.21, 24.61)$ 、 $(-43.77, 102.28, 22.54)$ 、 $(-54.71, 91.33, 20.47)$ 、 $(-65.66, 80.39, 18.39)$ 、 $(-76.6, 69.44, 16.34)$ 、 $(-87.55, 58.49, 14.31)$ 以及 $(-98.47, 47.58, 12.11)$ 依次相连构成;所述第三后盘线由坐标点 $(-98.47, 47.58, 12.11)$ 、 $(-104.76, 47.58, 12.11)$ 、 $(-111.05, 47.58, 12.11)$ 、 $(-125.74, 48.66, 12.41)$ 、 $(-140.47, 48.5, 12.36)$ 、 $(-155.21, 48.49, 12.06)$ 、 $(-169.94, 48.73, 11.26)$ 、 $(-184.67, 49.04, 9.76)$ 、 $(-199.41, 49.46, 7.36)$ 以及 $(-214.14, 49.84, 3.89)$ 依次相连构成。

[0017] 优选的,所述第一前盘线与所述第一后盘线拟合、所述第二前盘线与所述第二后盘线拟合、所述第三前盘线与所述第三后盘线拟合,由此构成叶片的曲面轮廓。

[0018] 本发明的有益效果:

(1) 本发明的结构形式为闭式焊接叶轮,适用于低温升离心蒸汽压缩机,比转速在18~24之间的工况;

(2) 本发明通过采用先进的腔体几何设计,提高了叶轮效率;

(3) 本发明在保持高效率的同时,能达到更高的压力,满足了高压升低能耗的需求,有着明显的节能优势。

附图说明

[0019] 为了更清晰地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮的结构示意图。

[0021] 图2为图1的剖视图。

[0022] 图3为图1中叶片部分的结构示意图。

[0023] 图4为图3中叶片的立体图。

[0024] 图5为图3中叶片的外轮廓线坐标表。

[0025] 图6为本发明叶轮熵的分布云图。

[0026] 图7为本发明叶轮100%设计转速下实物模型机性能数据与设计数据的对比图。

[0027] 其中,1-前盖板;2-后盖板;3-叶片;4-加强圈;5-轮毂;31-第一前盘线;32-第二前盘线;33-第三前盘线;34-第一后盘线;35-第二后盘线;36-第三后盘线。

具体实施方式

[0028] 下面将通过具体实施方式对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0029] 本发明的一种用于低温升离心蒸汽压缩机的叶轮,包括前盖板1、后盖板2、叶片3、加强圈4和轮毂5;具体结构如图1~3所示,前盖板1为锥形结构,在油压机下模压成型,且其锥度为7.5度,前盖板1的小端内径为660mm;在前盖板1的大端面一侧还同轴心间隔设有后盖板2,该后盖板2为圆形的等厚平板,且前盖板1与后盖板2之间的间距为100mm;其中,前盖板1的大端外径与后盖板2的外径相一致,且均为1600mm。

[0030] 本发明在后盖板2和前盖板1之间还同轴心套接设有轮毂5;如图1~3所示,轮毂5为整体锻造而成的锥形结构,且其大端套接在后盖板2内,并焊接固定;轮毂5的小端间隔套接在前盖板1内,并垂直延伸至前盖板1的小端面处;其中,轮毂5的锥面与前盖板1的内表面相匹配,且其小端外径小于前盖板1的小端内径;轮毂5的小端内径为160mm,且其轴向长度为300mm;轮毂5的锥角为45°,且其锥半径比值为3.25。本发明轮毂5采用优化的腔体几何设计,使得轮毂5在焊接量大的状态下也不易变形,且应力分布均匀。

[0031] 本发明在前盖板1的锥面上靠小端处还同轴心并列贴合设有加强圈4;如图1~3所示,加强圈4为套接在轮毂5上的弧形结构,且与前盖板1的锥面焊接固定;其中,加强圈4的曲率半径为80mm,保证了气流在叶轮内部流动顺畅,避免了涡流产生,减少了流动损失。

[0032] 本发明在前盖板1的内表面与后盖板2之间沿其圆周方向还均布间隔垂直设有数个叶片3;如图1~4所示,每一个叶片3均为准三元流弧形叶片,且分别与前盖板1、后盖板2以及轮毂5垂直焊接固定;其中,叶片3为后向型,且带前导风轮。本发明由于叶轮带有前置导风轮段,所以气流在入口有一个与叶轮转向一致的预旋,这种预旋设计改进了叶轮的特性,使之获得更高的全压;

如图4所示,叶片3的外轮廓线包括第一前盘线31、第二前盘线32、第三前盘线33、第一后盘线34、第二后盘线35和第三后盘线36;其中,如图5所示,第一前盘线31由坐标点(-75, 483.45, 127.58)、(-76.97, 462.81, 116.55)、(-78.9, 442.73, 106.59)、(-80.82, 422.36,

97.54)、(-82.71,401.99,89.34)、(-84.59,381.63,81.98)、(-86.46,361.26,75.36)、(-88.31,340.89,69.48)、(-90.13,320.51,64.36)、(-92.03,300.15,59.93)以及(-93.66,279.76,55.92)依次相连构成;第二前盘线32由坐标点(-93.66,279.76,55.92)、(-95.92,264.13,52.91)、(-101.26,248.51,49.93)、(-111.17,232.88,46.98)、(-123.62,220.38,44.62)、(-135.01,212.57,43.15)、(-148.64,206.36,42.01)、(-154.97,204.44,41.59)、(-161.06,203.19,41.14)以及(-172.53,202.33,39.91)依次相连构成;第三前盘线33由坐标点(-172.53,202.33,39.91)、(-174.57,202.36,39.5)、(-176.93,202.42,39.15)、(-184.81,202.84,37.44)、(-197.09,203.61,33.07)、(-209.35,204.54,26.37)、(-221.6,205.56,16.96)以及(-233.88,206.2,4.48)依次相连构成;第一后盘线34由坐标点(0,483.63,126.91)、(0,452.41,110.44)、(0,420.23,95.95)、(0,387.26,83.33)、(0,353.61,72.69)、(0,319.38,64.1)、(0,284.79,57.03)、(0,250.09,50.54)、(0,215.41,43.98)、(0,180.73,37.4)以及(0,146.04,30.83)依次相连构成;第二后盘线35由坐标点(0,146.04,30.83)、(-10.94,135.1,28.76)、(-21.89,124.16,26.7)、(-32.83,113.21,24.61)、(-43.77,102.28,22.54)、(-54.71,91.33,20.47)、(-65.66,80.39,18.39)、(-76.6,69.44,16.34)、(-87.55,58.49,14.31)以及(-98.47,47.58,12.11)依次相连构成;第三后盘线36由坐标点(-98.47,47.58,12.11)、(-104.76,47.58,12.11)、(-111.05,47.58,12.11)、(-125.74,48.66,12.41)、(-140.47,48.5,12.36)、(-155.21,48.49,12.06)、(-169.94,48.73,11.26)、(-184.67,49.04,9.76)、(-199.41,49.46,7.36)以及(-214.14,49.84,3.89)依次相连构成。本发明中第一前盘线31与第一后盘34线拟合、第二前盘线32与第二后盘线35拟合、第三前盘线33与第三后盘线36拟合,由此构成叶片的曲面轮廓。

[0033] 本发明采用新型的高效准三元流叶型,适用于低温升离心蒸汽压缩机,比转速在18-24之间的工况;气动效率高,在当前能源成本不断上涨的大环境下,有着明显的节能优势。

[0034] 在MVR蒸汽领域,目前趋势为朝向更高压升,更小热交换表面和更低蒸汽损耗方向发展,本发明带前导预旋的叶轮,在保持高效率的前提下,能达到更高的压力,满足了高压升低能耗的需求。

[0035] 一般叶轮熵增主要集中在叶片背面,主要由于强后弯角造成流道内做功不均匀,从而形成叶片背面脱流;由图6中可见,本发明叶片3能够很好抑制熵增,使得叶轮有较高的压升性能。

[0036] 如图7所示,本发明叶轮在100%设计转速下运行时,测试得出流量在 $10\text{m}^3/\text{s}$ ~ $50\text{m}^3/\text{s}$ 之间有稳定工作区间,并且模型机性能偏差全压 $\leq \pm 5\%$,满足设计要求;确保稳定运行范围在30%~100%,高效区较宽,叶轮效率达到88%。

[0037] 本发明的有益效果:

(1) 本发明的结构形式为闭式焊接叶轮,适用于低温升离心蒸汽压缩机,比转速在18~24之间的工况;

(2) 本发明通过采用先进的腔体几何设计,提高了叶轮效率;

(3) 本发明在保持高效率的同时,能达到更高的压力,满足了高压升低能耗的需求,有着明显的节能优势。

[0038] 上面所述的实施例仅仅是本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的构思

和范围进行限定,在不脱离本发明设计构思的前提下,本领域中普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变型和改进均应落入本发明的保护范围,本发明的请求保护的技术内容,已经全部记载在技术要求书中。

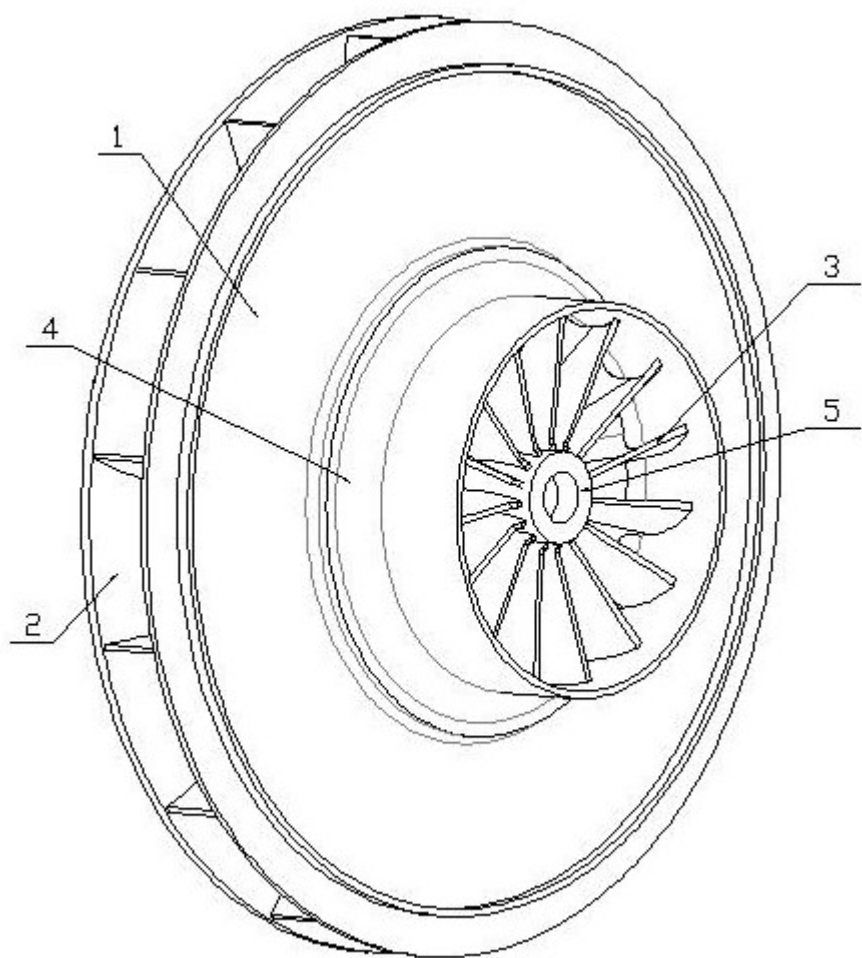


图1

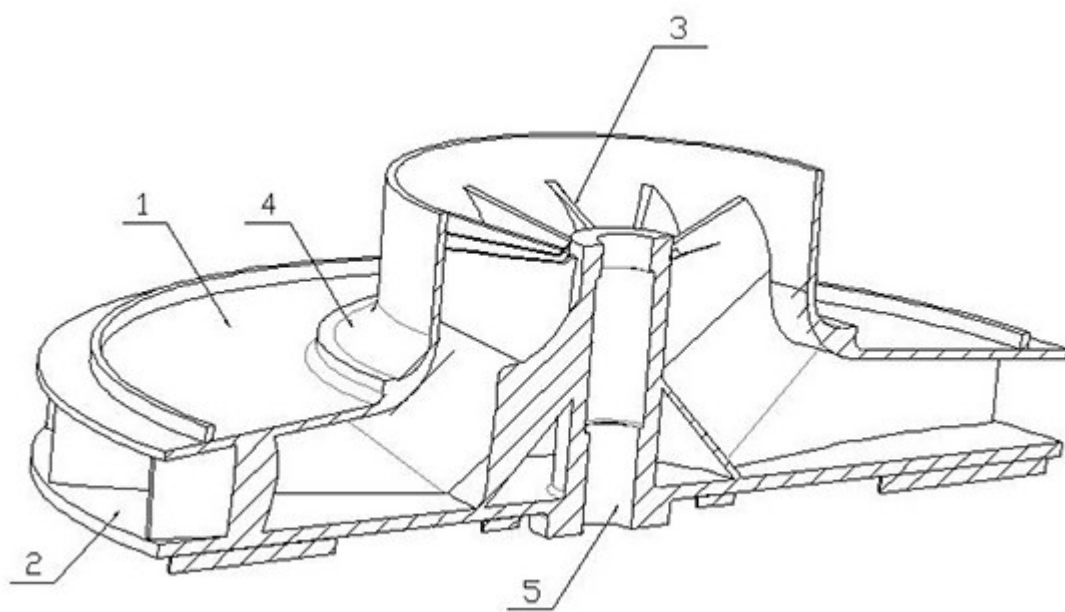


图2

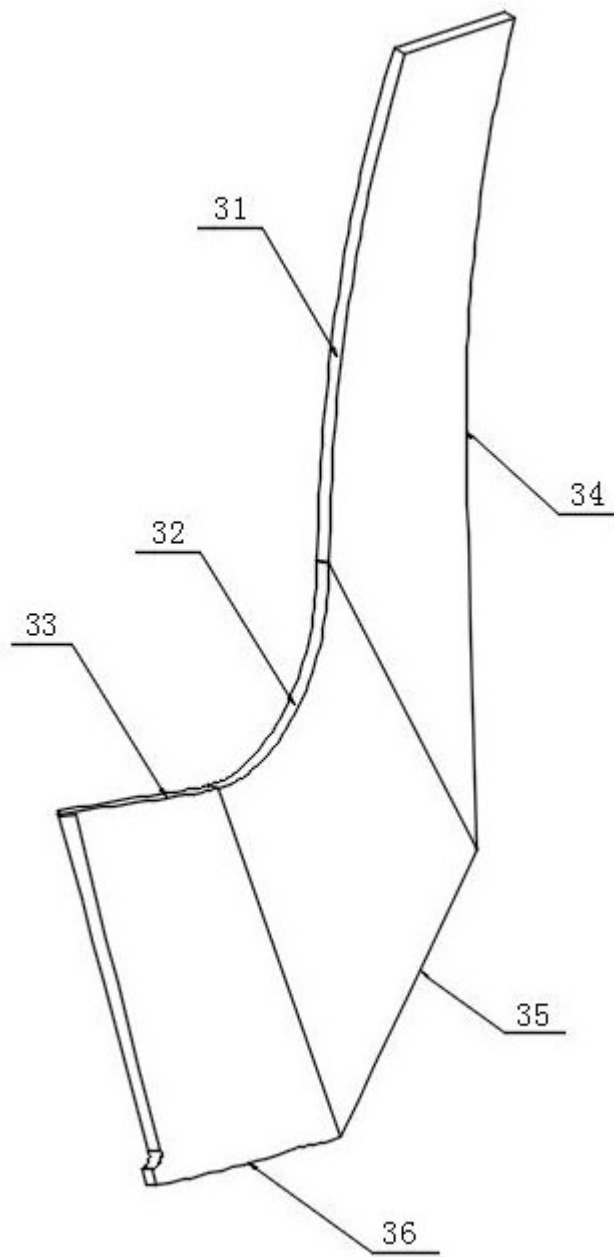


图4

	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)		X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
第一 前盘线	-75	483.45	127.58	第一 后盘线	0	483.63	126.91
	-76.97	462.81	116.55		0	452.41	110.44
	-78.9	442.73	106.59		0	420.23	95.95
	-80.82	422.36	97.54		0	387.26	83.33
	-82.71	401.99	89.34		0	353.61	72.69
	-84.59	381.63	81.98		0	319.38	64.1
	-86.46	361.26	75.36		0	284.79	57.03
	-88.31	340.89	69.48		0	250.09	50.54
	-90.13	320.51	64.36		0	215.41	43.98
	-92.03	300.15	59.93		0	180.73	37.4
	-93.66	279.76	55.92		0	146.04	30.83
第二 前盘线	-93.66	279.76	55.92	第二 后盘线	0	146.04	30.83
	-95.92	264.13	52.91		-10.94	135.1	28.76
	-101.26	248.51	49.93		-21.89	124.16	26.7
	-111.17	232.88	46.98		-32.83	113.21	24.61
	-123.62	220.38	44.62		-43.77	102.28	22.54
	-135.01	212.57	43.15		-54.71	91.33	20.47
	-148.64	206.36	42.01		-65.66	80.39	18.39
	-154.97	204.44	41.59		-76.6	69.44	16.34
	-161.06	203.19	41.14		-87.55	58.49	14.31
	-172.53	202.33	39.91		-98.47	47.58	12.11
第三 前盘线	-172.53	202.33	39.91	第三 后盘线	-98.47	47.58	12.11
	-174.57	202.36	39.5		-104.76	47.58	12.11
	-176.93	202.42	39.15		-111.05	47.58	12.11
	-184.81	202.84	37.44		-125.74	48.66	12.41
	-197.09	203.61	33.07		-140.47	48.5	12.36
	-209.35	204.54	26.37		-155.21	48.49	12.06
	-221.6	205.56	16.96		-169.94	48.73	11.26
	-233.88	206.2	4.48		-184.67	49.04	9.76
					-199.41	49.46	7.36
					-214.14	49.84	3.89

图5

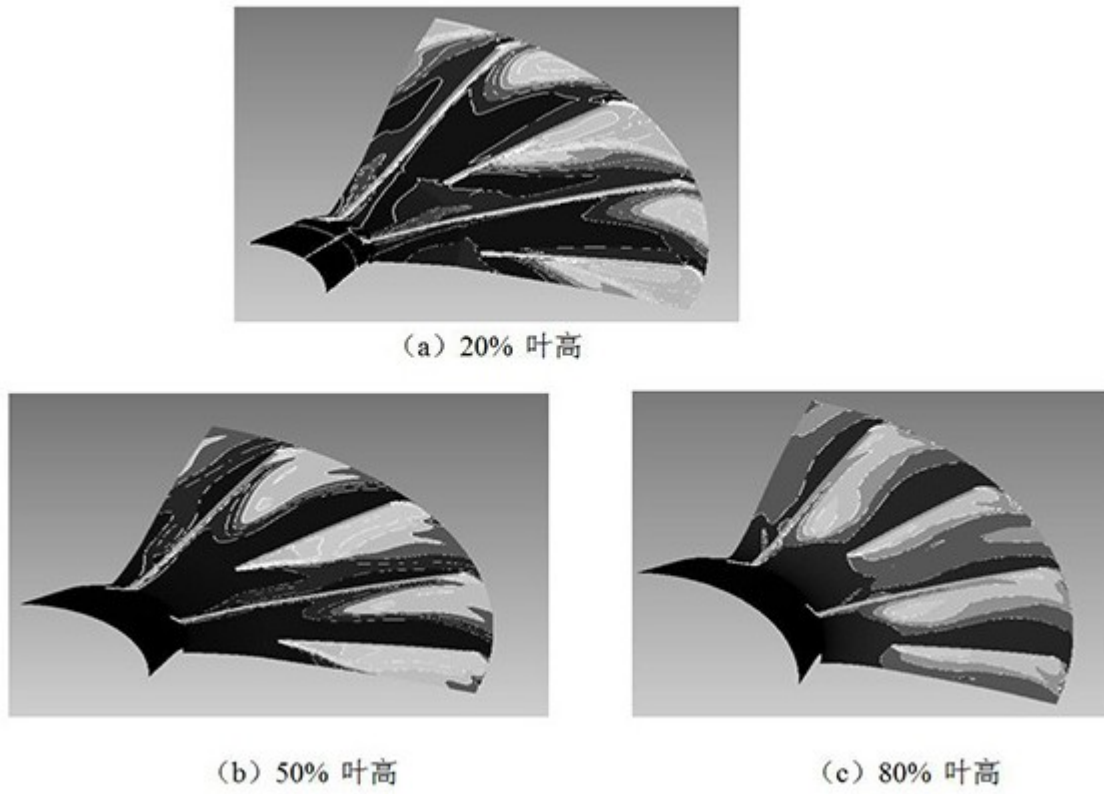


图6

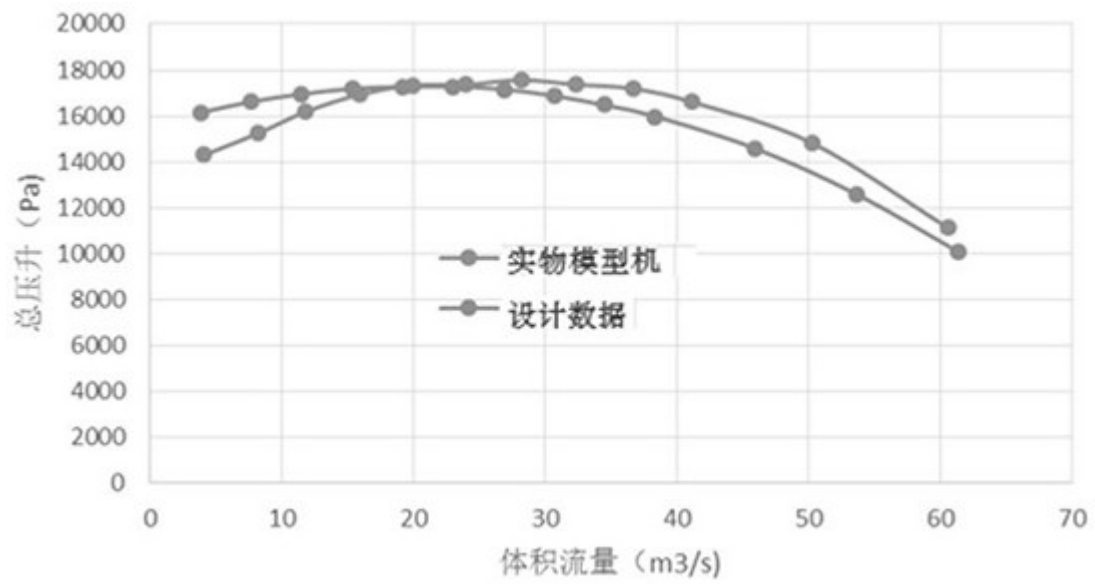


图7