

风机叶轮空心机翼型叶片建模方法研究

夏智超 张立平

(沈阳鼓风机集团通风装备科技有限公司 辽宁 沈阳 110141)

摘要: 风机叶轮设计是否合理对于叶轮性能乃至整个风机的性能都有直接的影响。随着计算机技术的发展,在对叶轮进行设计的过程中,都会预先建立其叶轮三维模型来对叶轮的强度、刚度、模态等分析,因此叶轮建模的精度和效率对于叶轮整体设计来说十分重要。本文在4-73系列风机叶轮的传统设计的基础上,选取叶轮进口D0截面为C-C剖面位置,通过A-A、B-B的数据关系和截面距离推导出C-C,在建立叶片模型时使用A-A和C-C截面直接放样完成建模,在建模精度和建模效率方面都取得比较理想的效果。

关键词: 风机; 叶轮; 空心机翼型叶片; 建模

0 引言

叶轮是风机的重要组成部分,叶轮设计质量直接影响风机的整体性能。随着计算机技术的发展和运用,在对叶轮设计的过程中,通常会采用建模的方法,针对叶轮性能要求设计出叶轮三维模型,利用模型来对叶轮的强度、刚度、模态等进行分析。传统的设计图纸一般都是选取空心机翼型叶片的两个切面,标记为A-A和B-B,基于这两个平面图来进行设计图纸的绘制。三维模型的建立和应用,代表着叶轮设计迈上的一个新台阶。本文提出的一种空心机翼型叶片的建模方法,在建模效率和建模精度方面都表现良好,能够更好地满足设计要求。

1 优势分析

以往对4-73叶轮建模,传统的方法就是以A-A和B-B两个截面的数据作为基础来进行建模。建立叶片部分的步骤如下:分别绘制A-A和B-B截面草图→面放样→延展面→封闭面→裁剪面→加厚→抽壳等步骤。步骤比较繁琐,当有几步生成时通常会有问题产生,即使是利用软件来进行计算耗时也较长。本文研究的建模方法,选取叶轮进口D0截面为C-C剖面位置,通过A-A、B-B的数据关系和截面距离推导出C-C,在建立叶片模型时使用A-A和C-C截面直接放样即可完成建模。采用本文提出的方法对空心机翼型叶片进行建模,能够大大提高空心机翼型叶片的建模精度,同时也大幅提升空心机翼型叶片的建模效率,对于叶轮的设计乃至整个风机的设计都十分有利。

2 空心机翼型叶片的建模具体实施方案

2.1 确定第三截面位置

在对4-73叶轮选取空心机翼型叶片的两个切面,标记为A-A和B-B的基础上,确定第三截面位置。如下图所示选取D0截面作为新增的第三截面,将其命名为C-C,其与A-A截面的距离为G,从图中可以看出C-C截面的位置已经完全超出了叶轮前盘,这样通过A-A和C-C截面建立的模型会完全与前盘相交,只需要做布尔运算后就可以得到完

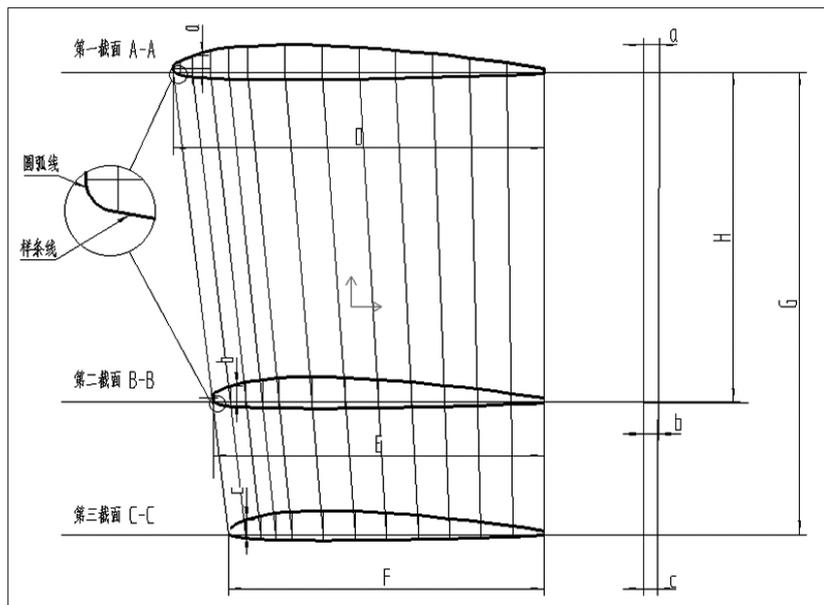


图3 第三几何面绘制图

整的叶片。

D为第一截面A-A的翼型弦长

E为第二截面B-B的翼型弦长

F为第三截面C-C的翼型弦长

G为截面C-C与截面A-A的距离

H为截面B-B与截面A-A的距离

2.2 叶片C-C截面上的数据计算

如图所示,H为A-A到B-B两个截面之间的距离长度,G为A-A到C-C两个截面之间的距离长度,这两个长度都是已知条件,且A-A和-B-B截面的数据也是已知条件,这是C-C截面数据计算的基础。根据公式来计算第三截面C-C的F值:

$$F = \frac{E-F}{G-H} = \frac{D-F}{G} \quad (1)$$

对公式(1)进行推导可以得出:

$$F = \frac{EG+HD-GD}{H} \quad (2)$$

计算出F值后可以采用下面两种方法得到叶片工作面

的厚度和叶片非工作面的厚度 c ：

方法一：计算的方法。参照 A-A 截面中 D 的分段方法对 F 分段。从 5%F 开始，每增加 5% 做一个分段直至到 100%F。A-A 截面和 B-B 截面每个 F 分段百分比点位的叶片厚度都作为计算 C-C 截面上叶片厚度的已知条件，以此两个截面的叶片厚度数据为基础，利用公式来计算 C-C 截面上与之相对应的点位的叶片厚度。举例来说，要计算 5%F 这个点段的工作面高度，可将其标记为高度 c ，根据公式： $(b-c)/(G-H) = (a-c)/G$ ，可以进一步推导出：

$$c = \frac{bG - Ha - Ga}{H} \quad (3)$$

将公式在 excel 表格中进行编写，可以很方便地对 C-C 截面上所有点位对应的叶片厚度进行计算。

方法二：直接制图法。风机叶轮叶片的尾端与后盘呈垂直的关系，A-A 与 B-B 之间的长度标记为 H，参见图 1 所示，可以清楚地看清已有的两个截面各自所处的位置，这两个位置的安排在以弦长作为基本的参考标准的。先在 A-A 与 B-B 截面取两个对应点，分别位于两个截面各自的叶片前缘，连接两点做一直线。将此条直线延长至 C-C 截面，与弦线相交从 A-A 叶片前缘对应点到 C-C 弦线相交点之间的距离就是弦长，标记为 F。以此类推，对弦长 F 来分段获得不同百分比的 F，从 5%F 开始，每增加 5% 做一个分段直至 100%F。每个分段出都做与之相对应的垂直线。在 A-A 和 B-B 截面中按照分段的百分比来分别取与之相对应的点位，将两个截面一一对应的点直线连接起来并延长，与对应百分比处垂直线相交，交点处就是对应的厚度点。按照此种方法再通过计算就可以确定两个截面前缘圆弧的直径值，再根据直径值来对圆弧进行绘制。以叶片的尾缘为起点，以样条线的形式朝着叶片前缘的方向将厚度点逐个连接起来直至与圆弧大致相切，就可以得到工作面和非工作面的叶片型线。

将计算方法和绘图方法进行对比分析，可以发现结果

完全一致，可见无论采取哪种方式，都能得到想要的结果。其中由 excel 表格中的数据可以方便导入到工程图中，节省计算时间。而由绘图法得到的第三截面 C-C 可以直接转到三维绘图软件中作为放样截面的草图，具体选择采取哪种方法，可以根据设计需求来进行选择。

2.3 绘制叶片截面草图并建模

绘制 A-A 和 C-C 截面草图有两种方法：第一种方法是在各个截面中直接进行草图的绘制；第二种方法是 2D 绘图软件中的草图按所需机号放大，然后粘贴到对应的草图当中，给定叶片厚度，注意草图封闭。建立好草图后，使用放样与前盘布尔减删除就可以完成空心机翼型叶片的建模。

3 结语

传统的叶轮设计建模方法步骤繁杂，操作难度大，且经常出现问题，阻碍设计进展，软件计算也需要较长的时间，而且在准确度方面也不尽人意。本文研究的空心机翼型叶片建模方法，是在传统建模方法上的优化，以原有设计建模中使用 A-A 和 B-B 截面为基础，配合新增加的 C-C 截面直接放样即可完成建模。操作步骤简单，计算快速，不仅建模精度高而且建模效率也明显提升，在风机叶轮设计中应用，具有良好的应用价值。随着计算机技术的不断发展，建模方法也在发展，需要在今后的工作中继续探索，研究开发更好的建模方法，为风机叶轮的更新升级发挥作用。

参考文献：

- [1] 辛东旺. 风力发电机叶片三维建模及分析 [J]. 河南科技, 2018, 05(05).
- [2] 钟浩, 傅彩明. 基于 Wilson 方法的风机叶片建模研究 [J]. 湖南工程学院学报, 2017, 03(25).
- [3] 姜勇, 尹彤. 风机叶片结构设计与建模 [J]. 科技经济导刊, 2018, 06(15).
- [4] 杨建宇. 基于 Creo Parametric 的风机叶片建模方法研究, 制造业自动化, 2019, 36(18).

