MABS双吸泵叶轮测绘工程研究

陈义春,赵冀平,吴 徐,吴银珍
(镇江市自来水公司,江苏 镇江 212001)

摘要: 介绍了进口 MABS 双吸泵叶轮的测绘工程研究过程。根据测绘工程理论,对该叶轮进行了结构测绘、CAD 辅助水力性能测绘设计和工艺及材料的测绘设计。测绘设计得到的 MABS 叶轮现场运行平稳,水力性能指标达到原型水泵的性能。因此,这种叶轮无损测绘工程研究方法在同类问题中有较大的参考应用价值。

关键词: 双吸泵;叶轮;测绘;设计

中图分类号: TH311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-6254(2004)04-0028-03

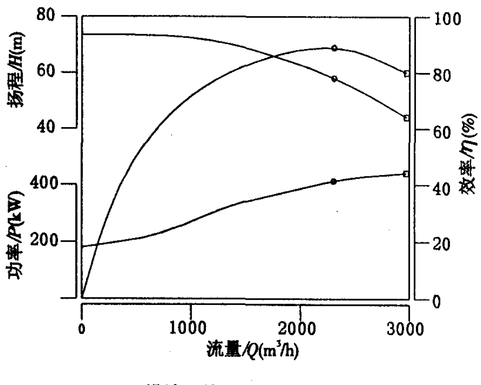
0 引言

20 世纪 80 年代以来,国外先进的泵产品不断进入我国石化、机械、冶金、矿山、发电、给排水等行业。随着使用年限的增加和运行工况的变化,水泵机组常常偏离设计工况运行,其运行优化、维护和易损件的替换成为用户的难题,特别是叶轮这一形状复杂且易被破坏的重要部件。由于国外水泵的备件价格昂贵,且更换所需周期较长,因此较准确地测绘出水泵零件,特别是叶轮的空间扭曲叶片形状,再进行反求设计,最后经过试验验证,从而实现国产化,这是实用的水泵技术之一。

金西自来水厂使用的 MABS 双吸泵是上个世纪 90 年代从美国引进的。由于运行条件的变化,泵组长期运行在大流量工况下,水泵处于易遭汽蚀破坏的情况下,如图 1 所示,实际运行工况点流量约为设计工况的 1.3 倍。由于该机组的随机资料中只有性能曲线图和装配示意图,为了 MABS 双吸泵叶轮的修复和备件的国产化,进行叶轮反求工程设计是十分必要。

1 测绘工程技术

测绘工程是产品的反求工程或逆向工程,通常是指执行产品的仿制、开发工作,即在没有来自掌握技术方直接投资和外部技术转移(产品和工艺设计图纸的转让)的条件下,制造出市场上已有但自己过去又不能生产的产品。基于原型或实物的测绘工程因其快捷的开发方式,极大地缩短了产品的开发周期,因而在设计和制造领域有着广泛的技术需求。特别是对于没有原始几何信息的零件,测绘工程设计是完成零件精确几何造型的唯一手段,因而在模具设计和制造中成为技术热点。同时由于测绘工程能够提供原始产品的主要外型特征,进而对其几何外形进行改进,实现产品的快速改型,能够满足系列化、多样化的要求[1]。



○——设计工况; □——实际运行工况

图 1 MABS 双吸泵性能曲线

叶轮是泵的心脏,是影响泵性能的关键零件。叶片是叶轮的关键部位,而叶片表面是扭曲的,其形状及安放角是否准确,直接影响泵的性能。叶轮测绘工程主要包括:水力性能测绘设计、结构测绘设计、工艺及材料反求设计技术和试验验证。

作者简介:陈义春(1967-),男,江苏扬州人,高级工程师,主要从事自来水生产技术管理工作。

2 MABS双吸叶轮结构测绘设计

为了实现测绘叶轮与原型叶轮具有置换性，必须完整、正确、合理、清晰地标注叶轮的尺寸，特别是轴向、径向有装配要求以及影响泵水力性能的尺寸，例如叶轮外径 D_2、出口宽度 b_2、进口直径 D_1、轮毂直径 d_h、口环直径 D、轴孔直径 d、轴向高度 H 以及键槽宽度 b、深度 t 等尺寸。测量叶轮径向尺寸，即各回转面直径，采用游标卡尺；测量轴向尺寸采用高度尺、游标卡尺或带深度的游标卡尺；测量前后盖板圆角时用圆角规，测量时要求圆角规在某一轴面内与被测圆角完全吻合；测量前后盖板倾斜角时用量角规，测量时要求量角规在某一轴面内与被表面完全吻合[2-5]。

叶轮结构测绘设计时还应注意如下一些问题[6]。

(1)各测量尺寸应采用多次多点平均的方法获得。

(2)重要的基本尺寸，例如外径 D_2，轴孔直径 d，口环直径 D 等应查阅说明书、装配图以及有关资料或与技术人员共同确定。

(3)有配合关系的尺寸，例如轴孔直径 d，口环直径 D 等要求测出基本尺寸，其配合性质和相应公差值，应在技术人员共同分析后，查阅有关手册确定。

(4)没有配合关系的尺寸和不重要的尺寸，应将测量所得的尺寸适当圆整。

(5)叶轮键槽的尺寸，应把测量结果与标准值核对，若基本接近一般均采用标准的键槽结构尺寸。

(6)测量应在一水平平台上进行。

根据以上方法和原则，测绘设计得的MABS双吸泵叶轮零件图如图2所示。

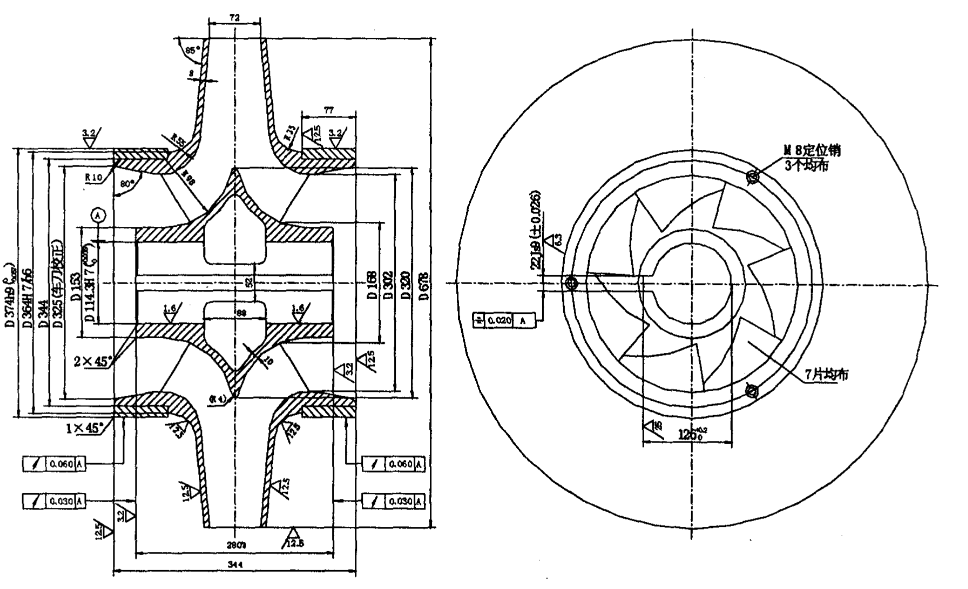


图2 测绘设计得的MABS双吸泵叶轮零件图

3 MABS双吸叶轮水力性能测绘设计

叶片形状及安放角的测绘是否准确，是测绘设计泵的水力性能能否成功的关键。MABS双吸泵叶轮叶片为空间扭曲叶片，且要求无损测绘，即不能损坏原型叶轮。在这种情况下，可采用用石膏或环氧树脂等分段塑出叶片形状或流道形状，再进行测绘设计的方法。由于这种方法偏差较大，本文没有采用，而是采用CAD软件辅助测绘工程设计，现大致介绍如下。

(1)设计参数的确定。流量 Q、扬程 H 及转速 n 等设计参数从MABS双吸泵的随机资料和性能曲线获得。

(2)结构参数的确定。叶轮出口直径 D_2、出口宽度 b_2、进口直径 D_1、轮毂直径 d_h 等从结构测绘设计工程中获得。

(3)叶片数的确定。叶片数 Z 可从原型叶轮中数出。

(4)叶片包角的确定。将叶轮沿垂直方向在分度头上夹紧,调整高度尺使高度尺刀口通过叶轮中心,旋转分度头使叶片进水边和出水边分别处于高度尺刀口位置,用高度尺在叶轮盖板上划线,即为进口边和出口边所在轴面。旋转分度头分别经过这两轴面即可测出叶片包角 θ; 或通过测量出某一直径上两轴面间的弦长,在根据直径计算出包角 θ。

(5)进口部分叶片形状测量。按一定角度旋转分度头, 用通过叶轮中心的高度尺在叶轮进口、叶片和轮毂上划线,得进口各轴面;制作样板,使样板通过各轴面且与叶片完全吻合,则测量样板即可得进口各轴面上的叶片形状及数据。

(6)出口部分叶片形状测量。同样方法在出口叶片和盖板上划线得出口各轴面,用深度千分尺或样板测得各轴面的形状和数据。

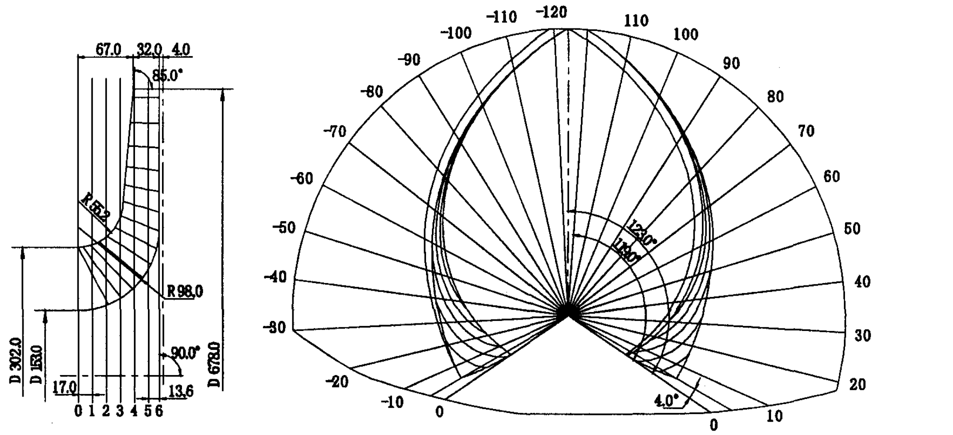
(7)叶片厚度的确定。用内外同值卡可以测得进出口各轴面上的厚度。

(8)进口安放角的确定。叶片安放角是一个空间角度,即叶片与流面的交线和圆周方向的夹角[7],而叶片进口边不在同一轴面内,且为空间扭曲的,其直接精确测量是不可能。我们采用样板法分别测量出叶片与前盖板和轮毂交线与轴面的夹角,该角与安放角成互余关系。

(9)出口安放角的确定。由于 MABS 双吸叶轮出口处叶片几乎是柱状的,出口安放角 β_2 可用量角规精确测出。

(10)水力木模图的生成。根据上述获得的参数,可利用叶轮水力设计 CAD 软件反求设计叶轮水力木模图。该过程中可以适当调整进口安放角和进口边位置等,使设计得的水力木模图在进口和出口处与测量形状和数据相接近。

图 3 即为采用 CAD 软件辅助测绘设计所获得的 MABS 双吸泵叶轮水力木模图。



工作面坐标:

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
F:		152.0	155.2	161.1	170.1	182.5	198.4	216.4	236.3	258.8	283.7	311.4
1		143.6										
2		122.5	142.5	159.1								
3		103.2	126.5	146.4	164.4	181.7						
4			111.0	133.8	154.5	174.2	193.7	213.3	234.4	257.7	283.3	311.3
5					144.4	166.2	187.6	208.8	231.4	255.8	282.3	311.0
6							182.4	205.1	229.1	254.5	281.5	310.7
B:	85.9	95.1	107.4	122.4	140.0	160.3	182.4	205.1	229.1	254.5	281.5	310.7

背面坐标:

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
F:		151.3	153.2	157.4	164.2	174.3	187.9	205.1	224.8	246.9	271.6	299.1	329.6
1		135.7	151.3										
2		113.7	133.8	150.3									
3		92.5	116.6	136.6	154.4	171.2							
4				122.9	143.6	163.1	182.1	201.5	222.6	245.7	271.1	299.0	329.6
5					132.6	154.5	175.6	196.7	219.3	243.7	270.0	298.6	329.5
6								192.8	216.8	242.2	269.2	298.3	329.4
B:	83.5	91.1	101.6	114.7	130.6	149.3	170.2	192.8	216.8	242.2	269.2	298.3	329.4

技术要求

1.叶片数7片;

2.双吸叶片两边对称布置。

Q=1150.0(×2) m³/h

H=58.0 m

n=990.0 r/min

Z=7

n_s=97.2

图 3　测绘设计得的 MABS 水力木模图

4　工艺及材料测绘设计

由 MABS 双吸泵的材料列表可知,叶轮材料为 ASTM B584-836,ASTM 为美国材料与试验学会 (AMERCAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)的简称,其 B584-836 材料与我国铸造青铜 ZQSnD5-5-5 相对应,两者化学成份一致,所以叶轮材料取为 ZQSnD5-5-5。

据现场观察原型叶轮并结合我国国情,确定该叶轮制造采用金属模铸造工艺。(下转第 34 页)

从图 2 可以看出,在水泵叶片安放角为+2°时,高效区最低点效率为 74%, 而实测的水泵效率只有 63.19%,对照性能曲线可知,当流量大约为 3 m^3/s 时,与+2°的 $Q-H$ 曲线相交,其水泵扬程约为 4.5 m,而如果减少安装角至 0°,其工作扬程约为 3.1 m,此时的水泵效率最高,因此建议减小水泵的叶片安装角或者降速运行, 从而提高水泵效率。由于此次测试内外江水位相差不大,因此测得的泵站效率意义不大,在此不做分析。

7 结束语

(1) 此次泵站测试可以为机组优化运行和技术改造提供依据,关键是水泵流量的测定,用流速仪法可以准确确定泵的吸水管流量,测试结果表明流量满足设计标准。

(2) 良田泵站的水泵实测性能与样本提供的性能基本一致, 但实际运行区偏离泵高效区,偏向低扬程侧。

参考文献:

[1] 刘竹溪. 水泵及水泵站[M]. 北京:水利电力出版社(第二版), 1986.10:37-50,66-71.

[2] 李继珊. 泵站测试技术[M]. 北京:水利电力出版社, 1987.4:21-41,183-184,197-199.

Spot Test and Result Analysis of a Pumping Station

LIU Man, HU Yu-lin

(Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In order to check the design, manufacture and installation level of the pumping station, Using the kinemometer and other equipments. We test the pumping station and the device efficiency. The test can offer the foundation for checking and accepting the project and economical function.

Key words: Liangtian pumping station; Kinemometer; Spot test

(上接第 30 页)

5 结 语

叶轮测绘工程设计技术是引进的泵产品消化吸收和备件国产化的实用技术,是经常遇到的一项比较复杂的工作,要有一定的理论水平和设计制造知识及丰富的实践经验。本文利用 CAD 辅助测绘工程设计的 MABS 双吸泵叶轮,经现场生产运行,运行平稳,各项水力性能达到原双吸泵的性能,能够完全替代原进口叶轮,而制造的叶轮备件成本低,生产周期短,为企业节约了大量外汇和时间。因此,本文的实践可为其它类似叶轮的测绘和反求设计工作提供有益的参考。

参考文献:

[1] 吴秉礼. 反求工程技术在 HK 型风机叶片上的应用[J]. 流体机械,1998,(2):16-19.

[2] 何 丽. 纸浆泵叶轮的测绘[J]. 石油矿场机械,2001,30(增刊):124-125.

[3] 赵惠彬. ISO 型离心泵叶轮叶片的测绘[J]. 机械工程师,1993,(3):25-26.

[4] 王家斌,孟祥岩. 螺旋离心泵叶轮的测绘方法[J]. 水泵技术,2004,(4):45-46,41.

[5] 余华明 等. 空间导叶的一种测绘方法[J]. 排灌机械,2000,18(2):25-26,42.

[6] 唐开勇. 机械测绘中零件尺寸的处理方法[J]. 现代机械,2002,(1):53-54,56.

[7] 关醒凡. 现代泵技术手册[M]. 北京:宇航出版社,1995.

The Mapping Engineering Research for MABS Double Suction Impeller

CHEN Yi-chun, ZHAO Ji-ping, WU Xu, WU Yin-zhen

(Zhenjiang Tap Water Company, Zhengjiang, Jiangsu 212001, China)

Abstract: The paper introduces the mapping engineering for MABS double suction impeller. With the mapping engineering theory, we carried out the impeller mapping design for its structure, hydraulic performance, processing and material. The designed impeller was proved by running testing. The mapping method for pump impeller adopted in the paper is of great useful and reference.

Key words: Double Suction Pump; Impeller; Mapping; Design