特种双流道无堵塞泵设计与应用

卢 述 林

（攀钢集团钢城企业总公司技术规划部，四川 攀枝花 617023）

摘要：介绍了主要用于吸泥的双流道无堵塞泵的水力、结构设计。泵的设计参数为：流量 300 m^3/h，扬程 25 m，比转速 106，工作转速 1 450 r/min，功率 45 kW，最大输送固形物颗粒直径达 60 mm。该泵耐磨性好、效率高、通过能力强、平衡性及可靠性好。经过测试和工程应用证明综合性能好且实用。

关键词：无堵塞泵；双流道；吸泥；设计；测试；应用

中图分类号：TV535 文献标识码：A 文章编号：1005-6254(2005)06-0010-03

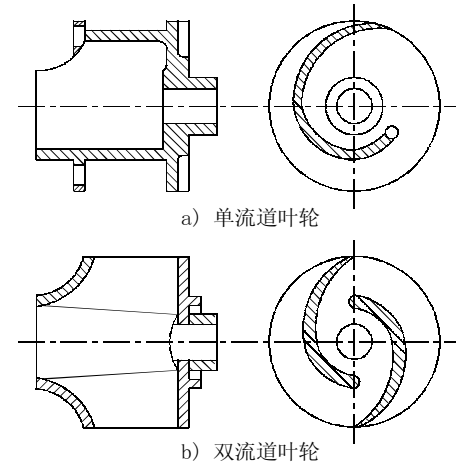
0 引 言

近年来由于经济与环境不协调发展，江河湖泊遭到了一定程度的破坏，上游地区植被资源的破坏、水土流失、大量的城市生活污水、工业废水以及含有纤维杂质和大颗粒固形物的污水污泥，导致江河湖泊的河床抬高和污染严重，严重影响着航运及防洪抗讯，直接威胁着人类的生存环境。为此必须加大对江河湖泊的治理和环境保护国策的全面实施。由于城市生活污水、工业废水、泥砂以及含有纤维杂质和大颗粒固形物的污水污泥都需要用泵来输送，故要求泵必须具有耐磨性好、效率高、通过能力强及可靠性好等特点。然而国内目前仍然大量采用一般的清水泵或者普通潜污泵来输送这类介质，容易导致在使用中经常出现叶轮流道堵塞并烧坏电机、使用寿命短等问题，而且效率不高，因此迫切需要研制出具有较好通过能力和性能优越的污水污物泵。而双流道泵具有较好的通过能力、平衡性好及运行平稳等优点，可广泛推广应用于轻工、食品、造纸、纺织、化工、市政污水处理和江河湖泊的疏通。本文阐述了作者与四川自贡某泵厂合作的主要用于江河湖泊吸泥的特殊泵的设计和应用。

1 设计要求及方案

其设计参数为：流量 Q=300 m^3/h、扬程 H=25 m（命名 SLB300-25），功率 45 kW，动力源由船带柴油机驱动变速变向器带动，工作环境为 24 h 水下连续运行，水下工作深度大于 2 m，要求能输送含有颗粒最大直径为 60 mm 固形物的并具有一定腐蚀性的液态介质，能广泛适用于中小湖泊、运河和中小河流的清淤和疏通。根据上面的设计要求，应保证泵具有很好的无堵塞通过能力，耐磨性和密封性能，同时应该具有较高的效率以减小船带柴油机的功率。

单流道叶轮的通过能力和抗缠绕性能较好，但要解决平衡问题。虽然叶轮装配前经过很好的平衡，但在实际运行中动平衡可能会被破坏。双流道叶轮比单流道叶轮的流道要小，因此其通过性能和抗缠绕性能要比单流道叶轮差一点，但由于结构的对称性，平衡问题得到了很好的解决。两种叶轮对比见图 1。综合考虑，在研制 SLB300-25 泵时采取双流道叶轮的结构。



a）单流道叶轮

b）双流道叶轮

图1 单双流道叶轮对比

作者简介：卢述林(1965.7-)，男，四川通江人，工程师（工程硕士），从事技术及技术管理工作（专利和科技成果管理工作）。

万方数据

SLB300–25 泵的工作转速 n 为所配变速变向器转速。若工作转速 n 越高，则泵的耐磨性能变差，振动加剧，但外形结构紧凑；若工作转速 n 越低，则泵的耐磨性能变好，振动减小，但外形结构庞大，因此设计需综合考虑。根据厂方的泵外形尺寸不得大于 600 mm 的要求，最后确定泵的工作转速为 1 450 r/min。相应的比转速为 n_s=106。为使结构紧凑、减小泵轴向长度，泵直接安装在安装架上。泵和变速变向器之间采用梅花联轴节联结。如图 2 所示，SLB300–25 泵为单级单吸悬臂式结构，结构简单紧凑，维护方便。

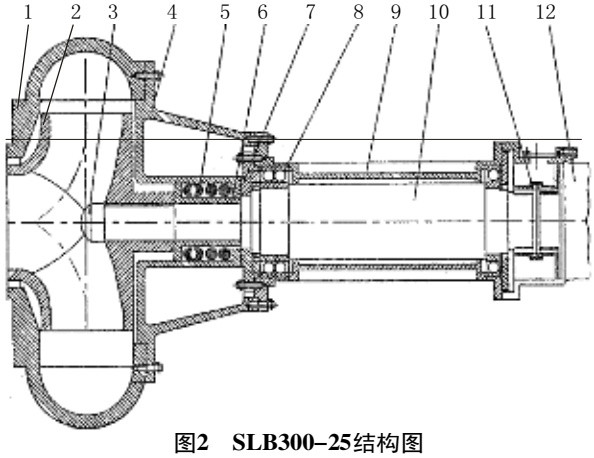


图2　SLB300–25结构图

1. 泵体　2. 叶轮　3. 锁紧螺母　4. 泵盖　5. 机械密封　6. 轴套　7. 密封挡圈　8. 轴承　9. 轴承座　10. 主轴　11. 梅花联轴节　12. 变速变向器轴

2　过流部件及结构设计

2.1　过流部件

SLB300–25 泵的过流部件主要是双流道叶轮和蜗壳。双流道叶轮设计的三个主要设计参数是叶轮进口直径 D_1、叶轮出口直径 D_2 和叶轮出口宽度 b_2；蜗壳采用介于螺旋形和环形之间，其截面半圆形或近似矩形。这种蜗壳的形状有利于输送含有大颗粒固形物的液体。根据以前设计渣浆泵的经验，设计中主要参数是蜗壳进口宽度 b_3，蜗壳基圆直径 D_3，蜗壳喉部面积 F[1]。

2.1.1　进口直径 D_1

$$D_1=k\sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$$

式中，k 为系数，k=4.0~5.0。

2.1.2　出口直径 D_2

$$D_2=k_{D_2}\sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$$

式中，k_{D_2}为系数，$k_{D_2}=(9.5\sim10.0)\sqrt{\frac{100}{n_s}}$。

2.1.3　出口宽度 b_2

叶轮出口宽度 b_2 要保证液体中的固形物能顺利通过。当叶轮出口截面为圆形时，可取 b_2=(0.65–0.75)D_1；当出口不是圆形时，b_2 可取较小的值，但出口面积之和应大致与叶轮进口面积相等。

2.1.4　出口安放角

叶轮出口安放角：β_2=20°。

2.1.5　蜗壳进口宽度 b_3

$$b_3=b_2+2s+m_1$$

式中，m_1=2~6 mm。

2.1.6　蜗壳基圆直径 D_3

D_3 与叶轮出口直径 D_2 之间应有一定的间隙，以便使大颗粒和长纤维能顺利通过。可取：

$$D_3=D_2+2d_0+m_2$$

式中，d_0 为通过泵的固形物最大直径；m_2=4~10 mm。

2.1.7　蜗壳喉部面积 F

蜗壳喉部的液流速度 v_3 可由下式计算：

$$v_3=0.8k_{v_3}\sqrt{2gH}$$

式中，k_{v_3}为按普通离心泵的设计方法给出的系数。由此可以计算出喉部面积 F，从而根据截面形状可以画出喉部截面。从隔舌到喉部之间的蜗壳截面面积均匀变化。

表 1 所列是按上面设计方法得出的叶轮和蜗壳的主要参数[1]。

表 1　SLB300–25 泵叶轮和蜗壳的主要参数

D_1/mm	D_2/mm	b_2/mm	β_2/(°)	D_3/mm	b_3/mm	F/mm^2
180	340	65	20	470	125	12 300

2.2　结构设计

2.2.1　密封结构[2]

由于所输送的介质可能含有各种成分、各种形状的固形物，所采用的机械密封既要保证密封的可靠性，又要保证密封摩擦面经久耐用，为此可选用动环和静环材料均为硬质合金的机械密封，其压缩量通过轴套上机械密封前的轴向调整垫来进行调整和保证，并控制在 4.0 土 0.5 mm 范围内。为保证密封不泄漏，SLB300–25 泵还在机械密封的后面设计了三个串联的采用 F4 材料制造的密封挡圈。由于 SLB300–25 泵的工作环境是在

万方数据

水下运行的,因此该泵在每一个密封面都设计有密封垫片或 O 型圈。

2.2.2　支承系统

SLB300–25 泵的转子采用刚性轴设计，使泵的工作转速低于转子第一阶临界转速的 75%以下,并采用滚珠轴承支承。泵端采用两个成对使用的向心滚珠轴承 D36314,变速变向器侧采用一个向心滚珠轴承 D314,其在轴上有一定微量的移动间隙。三个滚珠轴承都采用润滑脂润滑,在轴承安装座两侧上部设计有润滑脂加注孔,而在两侧下部设计有泄漏孔。

2.2.3　材料选择

由于 SLB300–25 泵所输送的是含有各种成分各种形状固形物的液态介质,因此在选材时就必须考虑到所用材料的耐磨性能及所输送介质的腐蚀性。如果该泵输送的介质是以淤泥为主的且腐蚀性不是很强,则叶轮和蜗壳等过流部件可以采用 HT250 或 1Cr18Ni9Ti;如果输送的介质是以砂为主的且带有一定腐蚀性,则过流部件可以采用 Cr15MO3,而其它所有与介质有接触的零部件可以采用与介质相适应的材料。

3　性能测试和工程应用

SLB300–25 吸泥泵的清水试验如图 3 所示(因泵体水面高差很小故不考虑汽蚀问题)。在设计流量 Q=300 m³/h 下,扬程 H=25 m,效率为 η=73.2%;以设计流量为中心的高效带宽,功率特性线随流量线性变化,扬程在高效区变化平稳。完全达到了设计要求。

SLB300–25 吸泥泵直接安装在专门研制的船上由功率为 45 kW 的柴油机驱动变速变向器带动，该船直接在釜溪河上进行现场吸泥和测试,在船头从河底抽泥且在船尾直接排到河里。由于条件限制，不能直接测出设计工况 Q=300 m³/h 时,泵的扬程、轴功率和效率等性能指标,但根据现场目测,该泵运行平稳,船尾出口处都是泥浆物,有时可以把最大直径为 60 mm 的砖头和泥块抽上来,而且马达功率没有超载,长期运行磨损破坏轻微,这也从侧面说明了该泵达到了设计所提出的要求,说明该泵的结构设计和水力设计方法是合理可行的。

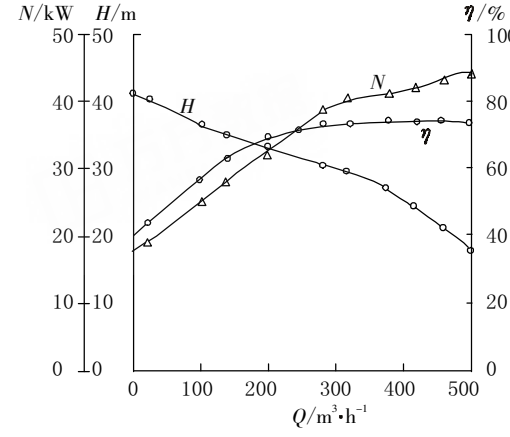


图3　SLB300–25清水试验曲线

4　结 语

该双流道吸泥泵的结构设计和水力设计方法,可满足耐磨性好、效率高、通过能力强及可靠性好的要求。SLB300–25 的现场测试运行结果表明,该泵完全达到了设计要求。若在轻工、食品、造纸、纺织、化工、市政污水处理和江河湖泊的疏通方面推广应用,则具有经济和社会意义。

参考文献:

[1] 关醒凡. 现代泵技术手册[M]. 北京:宇航出版社,1995.10.

[2] 机械设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1998.

[3] 关醒凡. 泵的理论与设计[M]. 北京:机械工业出版社,1986.

[4] 杜同. 含沙水中水泵破坏新解[J]. 水泵技术,1996.

Design and Application of Special Double Channel Pumps

LU Shu–lin

(Technique Plan Department of Pangang Company, Panzhihua 617023, China)

Abstract: This paper introduces the hydraulic and structure design of double channel non–jamed pump for sucking sludge. The pump parameters are : Q=300 m³/h, H=25 m, n_s=106, n=1 450 r/min, P=45 kW, D_{max}=60 mm for solid particle in drawn media. It turns out to be anti–ablation, high efficiency with good balance and reliability.

Key words: non–jamed pump; double channel; sucking sludge; design; test; application

万方数据