

斜轴伸水泵的导轴承材料应用分析

黄毅

(水利部上海勘测设计研究院, 上海 200434)

摘要:介绍国内大型斜轴伸水泵导轴承的结构型式,主要有油润滑和水润滑两种,油润滑轴承材料主要有巴氏合金和弹性金属塑料,水润滑轴承材料主要有 P23 酚醛塑料和 F102 复合材料,具体应用中要慎重考虑,对轴承材料要进行强度复核,严格掌握加工技术。

关键词:斜轴伸水泵;导轴承;油润滑;水润滑

中图分类号:TH3 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-7647(2003)06-0047-02

1 斜轴伸水泵导轴承受力特点

水泵分卧式、立式和斜式三种布置,其中斜轴伸式水泵的受力状态最复杂,水导轴承同时承受水平分力和垂直分力,包括水泵转动部分的重量、运行时水流引起的水力不平衡力、制造偏差引起的泵叶轮的不平衡力和泵轴挠度引起的离心力等。

水导轴承是斜轴伸水泵的重要受力部件,大型斜轴伸水泵导轴承在机组启动与停机时的润滑条件非常恶劣。开机时,转动部分的重量对导轴承下部挤压,以致在机组启动瞬间,导轴承处于干(半干)摩擦状态;停机时,由于转速的降低,润滑膜厚度逐渐减小到最小值。如何保证大型斜泵导轴承的安全运行,进行轴承受力和结构型式的研究是当务之急,本文对轴承材料作一简要分析。

2 水泵导轴承型式和材料

近年来国内生产制造的大型斜轴伸水泵主要有 1991 年投入运行的内蒙古红圪卜 2.5 m 直径斜 45°泵和湖南黄盖湖 3.0 m 直径斜 15°泵、1997 年投入运行的广东顺德贵畔海 2.0 m 直径斜 45°泵、1998 年投入运行的江苏新夏港 2.0 m 直径斜 30°泵、1999 年投入运行的浙江盐官 3.8 m 直径斜 15°泵和福建福州 3.0 m 斜 15°变转速泵、2000 年投入运行的上海张家塘 2.5 m 直径斜 30°泵、2003 年投入运行的江苏太浦河 4.1 m 直径斜 15°泵等。综观上述斜泵产品,导轴承的结构型式主要有两种,一种是油润滑型式,一种是水润滑型式。

2.1 油润滑轴承

油润滑轴承主要是金属轴承,通常采用巴氏合

金(锡基和铝基两种)材料。在轴承钢基瓦坯上浇铸两层瓦面,下层是由螺旋状青铜丝压制而成的弹性层,钎焊在钢基瓦坯上,作为瓦衬;上层是合金或复合金属材料,浇铸在瓦衬上。中间采用的弹性层主要是用来连接膨胀系数相差悬殊的面层和毛坯,改善瓦面的受力状况并起减振作用。该瓦许用压强可达到 7MPa,瓦间各部位荷载允许相差 10%。轴承可采用油盆自润滑,也可采用油强迫外循环润滑,巴氏合金具有良好的减磨性和耐磨性,但强度较低,且由于轴电流的存在,在轴颈与轴瓦之间产生的小电弧使巴氏合金的合金粉末逐渐粘吸到轴颈上,破坏了轴瓦的良好工作面;同时由于电流的电解作用,使润滑油变质、油温升高。轴承一般带燕尾槽结构,便于油在轴承内部流动形成油膜。巴氏合金瓦安装工作量大,要求刮研技术很高,且刮研大大缩短了轴瓦的使用寿命,由于刮瓦工艺不当影响机组运行可靠性的情况在水电站机组上时有发生。

针对巴氏合金瓦承载能力小、摩擦系数大、刮瓦技术繁杂的缺点,水轮机行业将一些细铜丝与聚四氟乙烯压制烧结成薄板,再钎焊在金属瓦衬上,称为弹性金属塑料瓦^[1]。弹性金属塑料瓦的表面层对金属的附着力特别强,在无润滑或局部润滑的状态下摩擦时,表面层聚四氟乙烯立即向被磨损的金属表面转移,形成牢固的转移膜,使摩擦变成了聚四氟乙烯层内部的摩擦,从而改善摩擦磨损,其摩擦磨损性能见表 1。弹性金属塑料瓦导热系数小,仅有 0.204 kJ/(m·s·°C);具有良好的绝缘性能,能避免轴瓦与轴颈之间产生轴电流。弹性金属塑料瓦是一个弹性体,具有很好的自调节性能,在轴瓦受力不均时能

作者简介:黄毅(1970—),女,江西九江人,工程师,从事水力机械设计工作。

自调节,使运行更可靠,轴瓦许用压强可达 11 MPa。弹性金属塑料瓦多在稀油润滑的条件下工作,也可在轴瓦中填加润滑剂用在闸门或启闭机轴承上自润滑。弹性金属塑料瓦启动与停机间隔 0.1 h,灵活、方便,且安装维修后运行前,不需刮瓦,正常运行时允许冷却水中断 45 min,其许用温度可达 75 ~ 110℃。

表 1 弹性金属塑料瓦的摩擦磨损性能

润滑状态	摩擦系数	摩痕宽度/mm
干摩擦	0.07 ~ 0.12	15
边界摩擦	0.03 ~ 0.05	5
油膜摩擦	0.003 ~ 0.005	—

2.2 水润滑轴承

用在斜泵上的水润滑轴承材料主要有 P23 酚醛塑料和 F102 复合材料,其中 P23 酚醛塑料在 20 世纪 80 年代由于其良好的润滑性能、大抗压强度和弯曲强度以及较小的摩擦系数等优点得到广泛应用。P23 酚醛塑料水润滑摩擦系数 0.13,抗压强度 147 MPa,弯曲强度 63.7 MPa;吸水性小,饱和吸水率为 0.5%;但该材料较脆,耐冲击性能不够,其冲击强度为 4 kJ/m²。

F102 是混杂纤维增强树脂的复合材料,其中填加适量的固体润滑剂和抗磨剂等,具有良好的摩擦磨损特性,承载力高,能承受较大的冲击荷载,抗压强度 220 MPa,弯曲强度 88 MPa,抗拉强度 53 MPa,冲击强度 12 kJ/m²,球压痕硬度可达 236 MPa。与青铜和

巴氏合金相比,F102 复合材料具有良好的抗咬合性、耐磨性和低摩擦系数,干摩擦系数 0.15,水摩擦系数 0.12;具有较低的弹性模量,有自动调位作用,对安装要求较低;能在 170℃ 高温下长期工作,热变形温度 200℃;可在干摩擦下或油、水、乳化液等润滑剂中工作。F102 复合材料吸水性小,只有 0.21 mg/cm²,具有良好的自润滑特性。

3 结 语

对大型斜轴伸水泵的导轴承,应针对导轴承的各种运行工况,应用动态分析理论进行计算,需慎重采用金属轴承或非金属轴承,对轴承材料应进行强度复核,润滑剂的选用应满足其技术要求。由于是滑动轴承,对轴瓦与轴颈等部位的配合,以及间隙、水平度、硬度和表面光洁度等应按技术规范严格掌握,这对提供轴承耐磨性和承载能力至关重要。在选择具体制造厂家时,应选用具有一定生产技术条件、取得成功的生产厂家的产品,并加强设备制造、安装等过程的质量监督和检查工作。总之,随着科技水平的提高,更多的轴承材料也将在发展中不断更新和完善。

参考文献:

[1] 林焕森.弹性金属塑料推力轴瓦在我国大型水电机组上的应用[J].水力机械技术,1992(6):4~9.

(收稿日期:2003-02-18 编辑:熊水斌)

(上接第 29 页)

3 结 论

a. 基于 Gardel 公式、焊接三通水头损失系数计算带连接管调压室水头损失系数的两种计算方法,均能够很好地反映水头损失系数随调压室流道几何参数、流量比改变而变化的规律。

b. 在连接管面积与隧洞面积之比 A_r 不小于 0.69 时,两种方法得到的调压室水头损失系数与水力模型试验结果均具有较好的一致性,计算值与试验结果之间的差值随着面积比 A_r 减小而增大。

c. 与调压室水力模型试验结果相比,基于焊接三通和截面突变管道局部水头损失资料算法的精度低于 Gardel 经验公式和截面突变管道局部水头损失资料的算法。

d. 基于 Gardel 三通管水头损失系数经验公式计算带阻抗管调压室水头损失系数的算法,便于定量地反映所有流道几何参数的影响,使用方便,精度较好。

参考文献:

[1] 华东水利学院.水工手册[M].第七卷.北京:水利电力出版社,1983.134~143.

[2] Li Yu Tek. Orifice head loss in the T-section of a throttled surge tank[J]. Water Power, 1972, 24(9): 326 ~ 334.

[3] 胡明,蔡付林,曹青.矩形调压室连接型式的研究[J].河海大学学报(自然科学版),2000,28(2):92~95.

[4] Chaudhry M H. Applied hydraulic transient[M]. New York: Van Nostrand Reinhold Company, Inc, 1987. 368 ~ 372.

[5] Vogel G. Investigation of loss in right-angled pipe branches[J]. Hydraulic Institute Tech Hochschule-Munchen, 1926(1): 75 ~ 90.

[6] McNowen J S. Mechanics of manifold flow[J]. Transaction of American Society of Civil Engineers, 1954, 27(14): 1103 ~ 1142.

[7] Gardel A. Pressure drops in flows through T-shaped fittings[J]. Bulletin Technique De La Suisse Romande, 1957, 83(9): 123 ~ 130.

[8] Blaisdell F W, Manson P W. Loss of energy at sharp-edged pipe junction in water conveyance systems[J]. U S Department of Agriculture, Tech Bulletin, 1963, 1283: 47 ~ 58.

[9] Miller D S. Internal flow a guide to losses in pipe and duct system [M]. England: The British Hydromechanics Research Association, 1971. 30 ~ 59, 197 ~ 253.

[10] 李炜,徐孝平.水力学[M].武汉:武汉水利电力大学出版社,2000.156~168.

[11] 蔡付林,胡明,曹青.有长连接管的阻抗式调压室阻抗系数研究[J].水电能源科学,2001,19(4):40~42.

[12] 华东水利学院.水工手册[M].第一卷.北京:水利电力出版社,1983.384~387.

(收稿日期:2003-07-08 编辑:张志琴)