

文章编号:0559-9342(2002)07-0052-03

行星齿轮增速在贯流机组中的应用前景

宋桂玲,何国任

(天津电气传动设计研究所,天津 300180)

关键词:行星齿轮;增速;贯流机组;低水头电站

摘要:在低水头电站中,如设计水头低于5 m,对于转轮直径较大的机组,水轮机的转速都很低。而采用齿轮增速能使发电机的尺寸成倍减小,可为用户带来一系列的效益。但在机电设备选型过程中,仍存在着认识上的误区,阻碍了增速方案的推广。根据我国已运行的诸多电站的经验及机组选型实例,从运行稳定性、噪音、效率和经济性等方面,对贯流式水轮发电机组的行星齿轮增速方案和直连方案进行的综合比较,展示了齿轮增速在超低水头水力资源开发中的广阔前景。

中图分类号:TH132.425;TK733.8 文献标识码:B

在低水头水力资源的开发中,灯泡贯流式、轴伸贯流式、轴流式和竖井贯流式等机型得到了广泛的应用。我国目前已有200多台轴伸贯流机组和150多台灯泡贯流机组在运行。另据不完全统计还有400多个电站拟采用这两种机型。这类电站装机型式有直连和增速两种,见图1、图2。在低水头电站中,如设计水头低于5 m(笔者称超低水头),水轮机的转速一般都不超过250 r/min,如果采用常规的直连方式,会造成发电机的尺寸很大,带来价格增高、效率降低、吊车容量和土建投资增大等一系列问题。在卧式机组的布置形式中,利用行星齿轮增速取代常规的水轮机与发电机直连的方案,能使发电机尺寸成倍减小,上述问题便迎刃而解。由于行星齿轮的效率已达到98%~99%,发电机的效率也可比增速前提高2%~4%,机组的综合效率较直连方式可保持不变甚至更高。我国目前已有20多台采用了齿轮增速的贯流式机组在运行。根据电站的运行经验及机组选型实例分析,已充分显示出在开发超低水头水力资源时,采用增速齿轮的

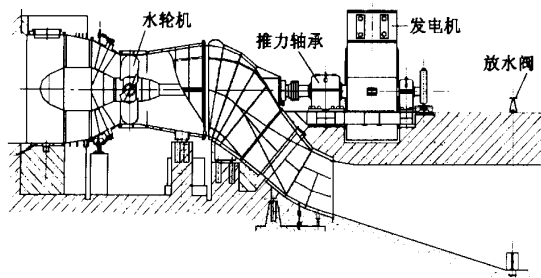


图1 GZ006 - WZ - 275 水轮机与 SFV8 500 - 32/3 250 发电机直连布置

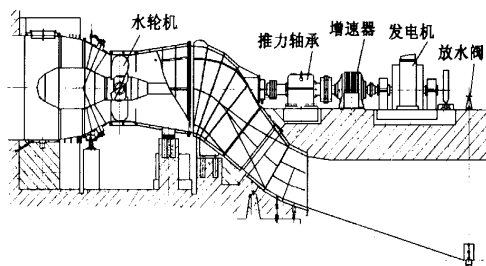


图2 GZ006 - WZ - 275 水轮机与 SFV8 500 - 8/1 730 发电机增速布置

贯流机组的优越性。下面就从运行稳定性、噪音、效率和经济性等方面,对行星齿轮增速与直连方案进行综合比较。

1 机电设备造价

在机组选型过程中,对于同一组电站参数,可供选择的机型往往不只一种。如果各机型的性能参数相当,那么价格优势就成为了最佳的选择。

表1为对几个已运行的轴伸、灯泡贯流式机组选型进行的方案比较。从表1可以看出,使用增速器的轴伸贯流机组方案比不增速的方案机电设备投资可节省约15%~20%。这是因为,增速方案的速比一般可选择在 $i=4\sim 6.3$,此时发电机的转速可提高3~5倍。对于同样容量的发电机,其

收稿日期:2001-01-12

作者简介:宋桂玲(1962—),女,河北玉田人,天津电气传动设计研究所高级工程师。

表1 对几个已运行的轴伸、灯泡贯流式机组选型的方案比较

电站	额定水头 /m	额定流量 /(m ³ /s)	额定出力 /kW	水轮机(型号) 价格 /万元	直连		增速		总价(水轮机+发电机+增速器) /万元
					发电机(型号) 价格 /万元	总价(水轮机+发电机) /万元	发电机(型号) 价格 /万元	增速器(速比) 价格 /万元	
寺前	2.6	31.2	2×630	(GD008 - WZ - 260) 181.48	(SF W630 - 44/2 860) 111.8	293.28	(SF W630 - 8/1 180) 29.4	(5.7) 27.0	237.88
柴桑	3.5	30.0	3×800	(GD008 - WZ - 260) 181.48	(SF W800 - 40/2 860) 132.5	313.98	(SF W800 - 8/1 180) 38.5	(5.7) 27.0	246.98
艾坝	7.56	22.66	2×1 250	(GD006 - WZ - 200) 120.6	(SF W1 250 - 24/2 150) 115.9	236.5	(SF W1 300 - 8/1 480) 53.2	(3.75) 27.0	200.8
江夏	2.5	28.0	500	(GZN005 - WP - 250) 234.2	(SF W500 - 48/2 860) 105.3	339.5	(SF W500 - 12/1 430) 39.0	(4.23) 18.0	291.2

注:表中价格为1994年11月所定的行业价。

尺寸就可大大减小,重量也将成倍减轻。同时带来以下几方面的益处。

(1)发电机的造价大大降低,即使增加了齿轮增速器及其润滑设备的投资,仍使得机电设备的总投资减少。

(2)发电机的重量直接决定着厂房起吊设备的容量,由于发电机重量的减轻,起吊设备容量必将减小,因而也减少了部分投资。

2 机组效率

用户普遍担心增速后会影响机组的效率。实际上从如下的分析不难看出,这种担心是没有必要的。

(1)行星齿轮增速器的效率为98%~99%,所以损失了1%~2%的效率。而高速电机比相同容量的低速电机效率一般可增加3%以上,例如,SFW1 250 - 40/3 400发电机的效率约为92.2%,而SF W1 250 - 8/1 430发电机的效率可达到95.2%,提高了3%,可见,采用行星增速器的机组总效率约仍可提高1%~2%。

(2)采用增速器后,水轮机选型不受同步转速的限制,因而可将设计点选在水力效率较高的区域,从而可提高水轮机水力效率约1%~1.5%。

(3)对于采用直连结构的灯泡贯流式机组,灯泡直径 d_m 与转轮直径 D_1 的比值一般为 $d_m/D_1 = 1.12 \sim 1.2$,进水管直径 d_i 与转轮直径 D_1 的比值为 $d_i/D_1 = 1.95 \sim 2.25$ 。对于采用齿轮增速器的灯泡贯流式机组,由于发电机尺寸减小,灯泡比 d_m/D_1 约可减小至0.8,这样使流道更加平直,改善了进水条件,水力效率将有所提高。进水管直径 d_i 与水轮机直径 D_1 之比也可减小至1.8,从而减少了电站土建开挖量。

例如,江夏潮汐电站设计水头为2.5 m,发电机功率 $N_p = 500$ kW,采用天津电气传动设计研究所设计的GZN500 - WP - 250灯泡贯流式机组,增速器速比为 $i = 500/118 = 4.24$,发电机型号为SF W500 - 12/1 430,发电机效率 $\eta_g = 93\%$,灯泡比 $d_m/D_1 = 0.8$ 。如采用直连结构,发电机型号则为SF W500

- 48/2 860,发电机效率 $\eta_g = 89.2\%$,灯泡比 $d_m/D_1 = 1.15$ 。综上所述,采用增速器后不仅不会使机组总效率降低,反而可提高约1.5%~3%。

3 增速器性能分析

使用增速器尽管可带来上述一系列好处,但如果增速器性能不过关,势必会给电站的运行和维护带来困难,甚至影响发电。早期的制造商受技术水平、加工设备和工艺等影响,增速器性能往往不过关,阻碍了增速方案的使用和发展。随着科学技术的飞速发展,增速器的设计水平、制造精度和工艺、材料性能等方面都有了显著的提高。增速器的专业制造厂家已研制出了性能优良的增速器系列(见表2)。

表2 某厂家增速器系列 kW

型号	条件下的传递功率				
	$i = 4.0$	$i = 4.5$	$i = 5.0$	$i = 5.7$	$i = 6.3$
XS40	570	500	438	—	—
XS45	792	695	608	—	—
XS50	1 096	962	842	700	—
XS56	1 431	1 256	1 099	914	—
XS63	—	1 822	1 594	1 327	1 142
XS71	—	2 483	2 172	1 808	1 556
XS80	—	—	3 402	2 832	2 438
XS90	—	—	4 864	4 049	3 486

3.1 增速器的使用范围

在贯流式机组中,当水轮机额定转速小于214.3 r/min(50 Hz)及机组容量 $N_p = 600 \sim 6 000$ kW时,即推荐采用行星齿轮增速方案。通过增速器使发电机的转速提高到500, 600, 750或1 000 r/min。

3.2 增速器的寿命和噪音

增速器的寿命和噪音是影响增速器性能的两个重要指标,增速器齿轮为无限寿命设计,只要其制造质量达到设计要求就能保证长期稳定的运行。而增速器轴承的寿命一般为4~5年,所以要定期检修和更换轴承。

文章编号:0559-9342(2002)04-0054-02

弹性金属氟塑料瓦面的合理型线

马世明

(哈尔滨电机厂机电工业公司,黑龙江 哈尔滨 150040)

关键词:弹性金属氟塑料瓦;合理型线;推力轴承;水轮发电机组

摘要:推力轴承是水轮发电机组的重要组成部件,在运行中影响推力轴承安全的关键因素是推力瓦的变形。目前使用的弹性金属氟塑料瓦瓦面的设计应有合理的型线,这样才使其在运行中变形小,能产生合适的油膜,以保证推力轴承的安全运行。弹性金属塑料瓦在制造厂出厂时就应将其加工成合理的型线,在水电站运行一段时间后的检查和检修时也应重视瓦面型线的修复,保持其合理型线,使推力瓦的安全运行和使用寿命得到保证。

中图分类号:TK730.322;TMB12 文献标识码:B

推力轴承是水轮发电机组的重要组成部件,在机组运行过程中,影响推力轴承安全运行的关键因素是推力瓦的变形。推力瓦变形过大时,瓦面局部单位压力加大,局部油膜被破坏和温度升高,引起瓦面烧损。为了减少推力轴承的故障,弹性金属塑料复合瓦面(简称塑料瓦)。塑料瓦的瓦面压力变形与瓦体压力变形及温度变形在方向上大体相反,两者的变形能相互抵消一部分,从而减少了推力瓦的综合变形,改善了推力轴承的运行性能。避免推力轴承发生故障的主要因素,是塑料瓦面设计应有合理的型线,使塑料瓦在运行时能产生合适的油膜,用以保证推力轴承的安全运行。

1 塑料瓦面型线及进、出油边情况

塑料瓦面型线对其运行性能起到重要作用,如果设计不当,将会导致推力轴承运行故障。塑料瓦面设计型线加工及

江夏潮汐电站的双向灯泡贯流机组,使用的是杭州重型齿轮箱工业公司所生产的行星齿轮增速器。其1号机自1981年已运行了69500h,进行检查情况良好;而2号机则由于热处理淬火硬度远未达到设计值,运行了25200h即已损坏。

由洛阳矿山机械厂设计制造的XS-63增速器于1990年在广东艾坝电站投运,运行平稳,从未拆卸。

经测试,行星齿轮增速器的噪音一般小于85dB(A)。

4 增速器的再开发

受发电机飞逸转速的限制,增速器的速比目前一般不超过6.3。虽然已在很大程度上提高了发电机的转速,带来了一系列的效益,但仍然未能最大限度地发挥增速器的作用。目前有的增速器制造厂家正在研制一种带有脱扣机构的增

速器,当机组飞逸时,增速器自动脱开与发电机的连接,保护了发电机不致因飞逸而损坏。这种速比更高的增速器将会获得更为理想的经济效益。

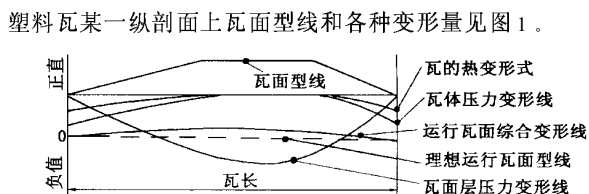


图1 氟塑料瓦面综合变形示意

塑料瓦的温度的降落主要集中在塑料层,瓦面层刚度小瓦体上下两面温差小,一般小于5℃,因而塑料瓦的热变形比巴氏合金瓦小得多。塑料瓦面层的压力变形由于其压缩

收稿日期:2000-02-12

作者简介:马世明(1958—),男,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨电机厂机电工业公司工程师,从事弹性金属氟塑料瓦的研究和制造工作。

5 结语

在低水头水力资源的开发中,如设计水头低于5m,而当贯流式机组的转速低于214.3r/min时,笔者推荐采用增速方案。这样无论从效率还是机组造价以及运行性能上较之采用直连的贯流式机组更为优越,较之轴流式机组其优越性就更为显著,必将带来一系列的效益。

参考文献:

- [1] He Guoren. Mechanical Design and Manufacture of Hydraulic Machinery[M]. London: Avebury Technical, 1991.