

关于三峡水轮发电机组可靠性问题的建议

Suggestions about the Reliability of Hydroelectric Generator of TGP

顾唯明

(中国机械工程学会可靠性工程分会,高级工程师 北京 100823)

一、三峡工程要求提供高可靠性的水轮发电机组

举世瞩目的三峡工程施工准备工作正在抓紧进行。按照目前的进度预计,开工后的第11年,即2003年,首批机组将并网发电。按照最近批准的初步设计,三峡工程计划装机26台,单台容量700兆瓦,总装机容量为18200兆瓦。年平均发电量为847亿千瓦时,年利用系数为53.1%。水轮发电机组的可靠性对工程的经济效益具有直接的影响。特别是三峡建设资金中有几百亿元将来自机组发电后的利税,其经济意义显得更为重要。据初步估计,在三峡枢纽工程施工期间,可累计发电72台年左右,接近整个工程三个年份的总发电量。在工程施工期内,由于并网发电的机组还为数不多,但水量又极其丰富,此时必然要求机组能够满发稳发,以便从发电收入中提取更多的资金支持工程的继续建设。如果机组的可靠性不高,早期故障严重,势必会给工程建设造成重大困难。因此,三峡水电机组具有很高的可靠性要求。

二、我国近年投运的大型混流式水轮发电机组可靠性问题现状

国内有能力承担三峡水轮发电机组设计制造任务的厂家并不多,估计只有两家。现将这两个厂设计制造的白山水电厂3台300兆瓦水轮发电机组和龙羊峡水电厂4台320兆瓦水轮发电机组以及从挪威KB公司、德国西门子公司进口的鲁布革水电厂3台150兆瓦水轮发电机组的可靠性指标列在附表中。

由附表可以看出,相比之下,龙羊峡机组的平均等效可用系数和平均等效强迫停运率比较差。而白山机组的可靠性指标和进口的鲁布革机组相近。

由附图a、b可以看出,这主要是龙羊峡机组在投运的头两年早期故障较多的缘故。其中有5台年的等效可用系数均低于60%。这种情况无论如何不希望三峡机组中再现。应该认为,在认真总结过去经验的基础上,通过必要的技术攻关,我们完全有条件研制出比过去已经投运的在可靠性方面更好的大型水轮发电机组去装备三峡工程。

三、为满足三峡机组高可靠性要求的几点建议

1. 按照我国经济体制改革的方向,今后工程建设将推行项目业主责任制,项目业主从建设项目的筹划、筹资、设计、建设实施,直至生产经营、归还贷款,以及国有资产保值、增值实行全过程负责。前已述及,三峡水轮发电机组的使用可靠性不仅影响工程完工以后的效益,而且是保证三峡工程后期建设资金来源的技术基础。三峡机组如不具有足够的可靠性和维修水平,会给三峡工程的完成带来风险。因此建议三峡水电机组的可靠性和维修性由工程建设主管部门经过论证和统一规划后加以提出。

2. 像所有复杂系统一样,水轮发电机组的使用可靠性不仅决定于设备的设计制造质量,也决定于系统设计、安装调试、运行和维修等许多环节。我们应要求设备制造厂提高和改善设备的固有可靠性和维修性,改进售后服务,在各个方面都要下功夫。为此建议,有关方面要将近年来投入运行的大型混流式水轮发电机组的所有非计划停运事件和非计划降出力事件以及在修理中发现的重大问题作一次全面、彻底的清理、分析和总结,分清技术原因和责任原因,哪些问题应该由用户部门来解决,哪些问题应该由制造部门来解决,还有哪些问题一时分不清原因的共同做工作。

3. 要依靠技术进步,增加在改进质量和可靠性、维修性上的投入,提高机组的质量和可靠性水平。要结合可靠性、维修性的要求审定和修改科技

攻关计划,并给以必要的补充。注意在和国外合作开发研究中吸收和消化国外的可靠性技术和可靠性管理经验。

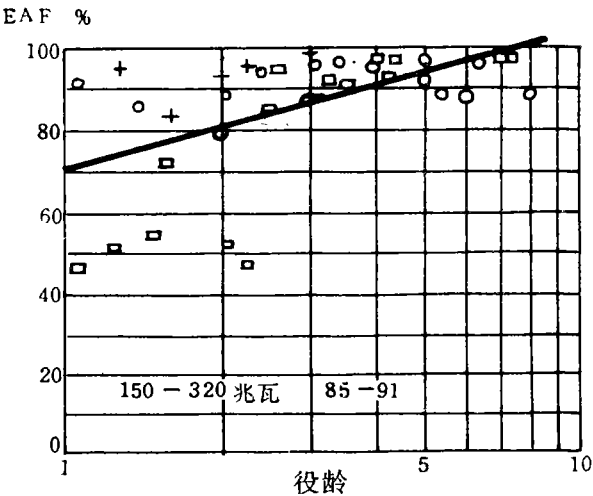
4. 运用市场经济手段,推动可靠性的提高。笔者认为,用户现在已经有条件在招标书中对机组提出可靠性和维修性的定性和定量要求。在评标时要考虑制造厂(包括国外的合作制造厂)可靠性、维修性的保证能力。可靠性、维修性不同的设备应该在价格上反映其差别。最近发布试行的《国家重大技术装备质量管理工作办法》中提出要推行质量保证

金制度。质量保证金包含在设备价格内。可以考虑将设备的使用可靠性优劣作为用户支付质量保证金多少的一个依据。对于工程设计、设备安装、运行维修单位也应该分别提出要求,并和他们的经济效益挂钩。

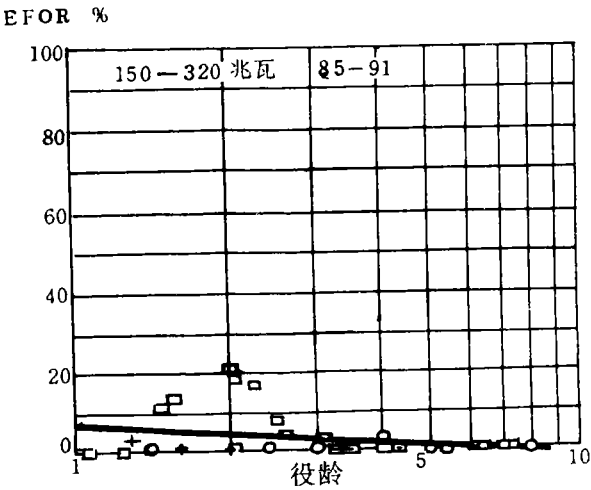
5. 设备制造厂应该系统总结过去在大型水轮发电机组在可靠性中的经验和教训,针对三峡机组的实际情况和用户提出的可靠性定性定量要求,脚踏实地开展可靠性工作,并且用完善的质量保证体系来取得用户的信任,提高机组的可靠性水平。

附表 近年投运的三种大型混流式水轮发电机组的可靠性指标

序号	机 组 号	台数	容量 (兆瓦)	投运 年份	统计台年 数(台)年	平均等效可用 系数 EAF(%)	平均等效强迫 停运率 EFOR(%)	平均非计划停运 次数 UOT(次/台年)	平均无故障可用 小时 MTBF(小时)
1	白山水电厂 1 [#] ~3 [#] 机组	3	300	1983~1984	21	92.35	1.397	3.571	4714.8
2	龙羊峡水电厂 1 [#] ~4 [#] 机组	4	320	1987~1989	13	74.20	5.283	2.846	4694.3
3	鲁布革水电厂 2 [#] ~4 [#] 机组	3	150	1988~1990	5	93.20	1.778	7.600	2816.7
	(平均)					86.41	2.920	3.847	4464.8



a, 等效可用系数



b, 等效强迫停运率

○——白山水电厂 1[#]~3[#]; □——龙羊峡水电厂 1[#]~4[#] 机组; +——鲁布革水电厂 2[#]~4[#] 机组。

附图 大型混流式水轮机组的可靠性指标随役龄的变化

(责任编辑 蔡今)