

600MW 空冷机组电动给水泵容量配置分析

西北电力设计院 崔凯平 王宏明

[内容摘要] 大型直接空冷机组的研发及设计技术正成为高寒节水地区火力发电的发展趋势,本文以陕西国华锦界 4×600MW 工程为依托,就直接空冷机组的电动给水泵的容量配置加以分析,可供设计时参考。

[关键词] 直接空冷机组 电动给水泵 容量配置

1 空冷机组采用电动给水泵必要性分析以及问题的提出

直接空冷汽轮机的低压缸排汽参数高,变化幅度大,在相同的气象的条件下,空冷机组的背压远远高于湿冷机组,而且冷却空气温度随季节和时间变化明显,因此空冷汽轮机的设计与湿冷汽轮机的设计存在较大的差别。锅炉给水泵的配置也有其特殊性:

a. 给水泵汽轮机运行在高转速、大范围的变转速、双汽源、变进汽参数等不利条件下,如果空冷机组也采用汽泵,则给水泵汽轮机将背压更高、末级变工况范围更大、尾部运行条件更恶劣,使得给水泵汽轮机的末端设计难度加大,另外还必须增设非启动用的喷水装置与背压保护装置。

b. 自带凝汽器的汽泵方案,可以绕过设计空冷小汽轮机难题,理论上是可行的,但其缺点是:必须增设小凝汽器及相关冷却系统、凝结水的回收系统,不仅增加了初投资,而且使本已复杂的系统更趋复杂。

c. 度夏能力是空冷汽轮机的重要考核指标。采用电泵方案,有利于增加主汽轮机末级流量,改善其极高背压下的小容量流量工况的性能。

目前,我国还没有已运行的 600MW 级直接空冷机组,世界上已运行的 600MW 级直接空冷

汽轮发电机组均采用电动调速给水泵。然而,电动给水泵容量配置如何,是值得探讨的问题。

故本文仅对空冷机组电动给水泵的容量配置方案进行探讨。

2 工程概况

陕西国华锦界煤电工程系新建工程,地处陕西北部神木县境内,本期建设规模为 4×600MW 直接空冷机组。

主厂房扩建方向为左扩建,采用汽机房、除氧框架、煤仓框架、锅炉四列式布置。主厂房为钢筋混凝土结构,锅炉构架为钢结构。汽轮发电机组的机头朝向扩建端,纵向顺列布置。汽机房运转层采用大平台,两机之间设置检修场。两机组合用一个集中控制楼。锅炉采用紧身封闭,送风机和一次风机均布置在炉后送风机室内,引风机布置在电气除尘器后引风机室内。每炉采用两台双室四电场电气除尘器。两台炉合用一个烟囱。

3 电动给水泵的配置情况

近十几年来,我国国产和进口 300MW 及以上机组采用电动给水泵的配置情况如下表所示,虽然,这些机组均不是直接空冷汽轮发电机组,但就电动给水泵的配置情况而言,对直接空冷机

组电动给水泵的配置方案选择有重要参考价值。

序号	工程名称	机组容量 MW	电动给水泵配置	备注
1	黄台	300	2×50%+1×25%(定速)	
2	达拉特一期	330	3×50%	
3	达拉特二期	330	3×50%	
4	台州	330	3×50%	
5	准格尔	330	3×50%	
6	石嘴山	330	3×50%	
7	蒲城二期	330	3×50%	
8	元宝山	300	3×50%	法国
9	珞璜	360	3×50%	法国
10	岳阳	362	3×50%	英国
11	姚孟	300	3×50%	比利时
12	淮阴二期	330	3×50%	
13	沙角 C 厂	660	3×50%	

从表中可以看出,除了黄台电厂 7 号机采用 2×50%+1×25%(定速)的电动给水泵配置方案外,其它 300MW 及以上容量等级机组均采用 3×50%容量电动调速给水泵,即启动备用给水泵为 50%容量的电动调速给水泵。

根据《火力发电厂设计技术规程》规定,对 300MW 及以上容量空冷机组,经过技术比较认为合理时,可设置 3×50%容量电动调速给水泵方案。

由此可见,两台主泵均为 50%,本文对此不作论证,启动(备用)给水泵的容量有所差别,因此以下对启动(备用)给水泵容量配置进行分析。

4 启动备用给水泵配置分析

4.1 启动备用给水泵型式配置分析

用 25%~30%容量的定速泵(带增速齿轮箱)作为 300MW 及以上容量等级机组启动备用给水泵的工程有邹县电厂一期、二期、三期

(600MW)、吴泾电厂六期、沙角 A 厂、华能福州电厂(350MW)和黄台电厂 7 号机等。定速泵结构简单、不设液力耦合器,但为了控制它与调速型给水泵并列运行,在定速泵出口必须设置一个大压差调节阀,增加了节流损失,且机组负荷越低,节流损失愈大,运行愈不经济,此大压差调节阀,目前国内还不能制造,需要进口,价格相对昂贵。目前进口大压差调节阀与增速齿轮箱及其润滑油站的总价格和同容量调速给水泵的液力耦合器价格相当,如采用国产液力耦合器,前者的价格还高于后者的价格。调速给水泵具有启动电流小,运行性能容易控制、协调等特点,且所配液力耦合器的运行寿命大于大压差调节阀的寿命,故配置电动调速给水泵做启动备用泵应优于电动定速给水泵。

4.2 启动备用给水泵容量配置分析

不论是湿冷机组还是空冷机组,300MW 及以上容量等级机组启动(备用)给水泵大多采用 50%容量、同型号的电动调速给水泵,只有少数

300MW 等级机组的启动备用给水泵采用 25%~30%容量的电动给水泵。

4.2.1 运行可靠性

根据 2002 年 6 月中国电力企业联合会《电力可靠性管理简报》发布的 2001 年给水泵组的运行可靠性指标,在统计的 350 台 300MW 及以上容量等级机组及以上机组的电动给水泵中,运行系数(=运行小时/统计期间小时×100%)为 25.47%,可用系数(=可用小时/统计期间小时×100%)为 93.218%,非计划停运率(=非计划停运小时/(非计划停运小时+运行小时)×100%)

为 1.196%。

从运行系数和非计划停运率可以看出,电动给水泵的非计划停运时间为:

$$(8760 \times 0.2547 \times 0.01916) / (1 - 0.01916) = 43.6 \text{ 小时/每年。}$$

4.2.2 经济性

依据制造厂 2003 年 4 月对本工程两种配置方案即 30%电动调速给水泵与 50%电动调速给水泵设备比较表(见表 1),两种配置方案的设备差价为 177 万人民币。

表 1:

		30%电动给水泵组		50%电动给水泵组	
设备投资					
序号		型号	价格(万元)	型号	价格(万元)
1.	前置泵	FA1D56A	23	FA1D67	70
2.	给水泵(泵芯进口)	FK5F32	285	FK4E39	320
3.	耦合器	R16K550.1	230	R17K500M	280
4.	电动机	IP54,6000V,6000KW	90	IP54,6000V,10000KW	130
5.	最小流量阀(进口)	DN125 PN36 接管材料 按 20G 或 WB36	50	DN150PN36 接管材料 按 20 或 WB36	55
	小计		678		855
电气投资					
		馈线柜个数	价格(万元)	馈线柜个数	价格(万元)
6	馈线柜	4	4×15	6	6×15
	小计		60		90
	总计		738		945

电气投资方面,电动给水泵选用 3×50%电动调速给水泵,三台泵互为备用,此时每台机电动给水泵馈线柜为 6 块;当选 2×50%+1×30%电动调速给水泵时,备用泵为指定备用,此时每台机电动给水泵馈线柜为 4 块;按每块馈线柜价格为 15 万元计算,故采 3×50%电动调速给水泵方案比采用 2×50%+1×30%电动调速给

水泵方案多投资 30 万元。

启动备用电泵容量选用 30%电动调速给水泵,与选用 50%启动备用电动调速给水泵相比,主要差异是在运行电泵发生故障,启动备用电泵与主电泵并联运行时,实际运行机组出力将会从 600MW 减到 540MW。当电力市场需要时,发电量受到限制,电厂经济效益将低。

按 2001 年电动给水泵组的非计划停运时间和陕西神木当地煤价 100 元/吨, 机组设计标准煤耗 300.37 克/kwh, 2002 年陕西平均上网电价 0.31 元/kwh, 发电成本为 0.10 元/kwh(成本按主要考虑燃料价格计算)计算, 每千瓦产生的效益为 0.21 元, 配置 30%容量启动(备用)电动给水泵的 600MW 等级机组, 因正常运行给水泵非正常停运引起的损失为:

$$(600000 - 540000 - 4000) \times 43.6 \times 0.21 / 1000 = 51.3 \text{ 万元人民币/每年。}$$

从上述经济指标可以看出, 配置 3×50% 电动调速给水泵与配置 2×50%+1×30% 电动调速给水泵相比, 所增加的投资费用, 主要为设备差价和电气设备投资差价(土建和管道的投资差价相对很小可忽略), 投按设备差价(177 万人民币计)和电气投资差价(30 万人民币)算, 在电厂运行约 4 年时间可以回收并开始创造效益。

4.2.3 运行灵活性

3×50% 电动调速给水泵可任意两台运行, 另外一台备用, 即互为备用, 运行灵活性相当高;

而 2×50%+1×30% 调速电动泵的配置, 限制了正常运行给水泵与启动(备用)给水泵, 即指定备用, 运行灵活性受到很大限制。

4.2.4 备品备件

对于本工程(4×600MW 机组)而言, 3×50% 电动给水泵组只需同一种规格的备品备件, 便于设备的维护和管理; 而 2×50%+1×30% 电动泵组需两种不同规格的备品备件, 不利于设备的维护和管理。

5 结论

综合以上各项分析对比结果, 本工程推荐采用 3×50% 电动调速给水泵(互为备用)方案。

参考文献

- 1.《火力发电厂设计技术规程》
- 2.《电力可靠性管理简报》
- 3.《火力发电厂设备技术手册》

小 知 识

国务院原则通过能源中长期发展规划纲要

新华社 2004—7—2

北京 6 月 30 日电 国务院总理温家宝 30 日主持召开国务院常务会议, 讨论并原则通过《能源中长期发展规划纲要(2004—2020 年)》(草案)。

会议认为, 能源是经济社会发展和提高人民生活水平的重要物质基础。制定并实施能源中长期发展规划, 解决好能源问题, 直接关系到我国现代化建设的进程。必须坚持把能源作为经济发展的战略重点, 为全面建设小康社会提供稳定、经济、清洁、可靠、安全的能源保障, 以能源的可持续发展和有效利用支持我国经济社会的可持续发展。