

# 2 × 300MW 供热机组给水泵配置优化选择

彭丽霞

(黑龙江电力职工大学, 哈尔滨 150030)

**摘要:**以哈尔滨热电有限责任公司供热扩建工程(2 × 300MW 机组)为例,参考国内相同容量机组设计和运行,采用定性和定量的分析和比较方法,专门对给水泵配置方案进行优化论证,从而满足电厂安全、经济、实用以及降低工程造价的要求。

**关键词:**给水泵;配置;优化

分类号:TM621.3

文献标识码:B

文章编号:1001-5884(2005)04-0292-02

The Optimum Selecting Collocation of Feed Water Pump in 2 × 300MW Cogeneration Units

PENG Li-xia

(Heilongjiang Electric Worker University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** Taking the 2 × 300MW cogeneration units in the enlarge building project of Harbin Heat and Electric Limited Responsibility Corporation as example, referencing the design and operation of the domestic same capability units and using qualitative and quantitative analysis, the collocation plan of feed water pump is optimized and proved. The optimum result can satisfy the need of cogeneration plant in safety, economic, practical and decreasing project cost.

**Key words:** feed water pump; collocation; optimum selecting

## 0 前言

随着生产的发展和科学技术的进步,火力发电向高参数、大容量发展,汽轮发电机组单机容量逐渐增大,给水流量也逐渐增大,给水泵的耗功急剧增加,对给水泵的选择和配置提出了更高的要求,它直接影响到汽轮发电机组运行的安全性、经济性和灵活性。

单元制给水泵的选择和配置原则应该是:保证给水系统运行安全可靠、节省投资、运行经济、便于调节、增加供电。

## 1 概述

从上个世纪70年代初开始,单机容量300MW、亚临界、中间再热参数机组曾一度成为我国电网发电的主力机型。主设备制造技术的引进、消化、优化等工作受到了国家政策以及国内主要制造商的重视;配套辅机、材料的国产化研制开发已逐步完善;系统设计、安装、调试以及运行的技术和经验已经成熟;机组运行的经济性和可靠性得到了验证。随着时间的推移,单机容量300MW机组经过不断的系统优化后,已成为纯凝发电的常规机型;同时,单机容量300MW的供热机组正在成为受政策鼓励的推荐机型。

然而,已经运行的单机容量300MW、亚临界、中间再热参数供热(抽汽)机组,在国内的实例少,运行的时间短,积累的系统设计、运行技术和经验还不够成熟。因此,根据供热机组的特点,有必要对一些常规系统提出比选方案,定性和

定量地分析和比较,最终达到系统优化的目的。

本文以哈尔滨热电有限责任公司供热扩建工程(2 × 300MW 机组)为例,参考国内相同容量机组设计和运行,专门对给水泵配置方案进行优化论证,从而满足电厂安全、经济、实用以及降低工程造价的要求。

## 2 给水泵配置方案

给水泵配置方案优化的主要任务是通过技术经济的比较、分析来确定最佳方案。单机容量300MW机组给水泵组功率约7000kW,约可占主机功率的3%,因此通过方案优化,如果能够降低给水泵耗功,对提高机组运行经济性的贡献巨大。

### 2.1 常规方案介绍<sup>[1]</sup>

国内300MW机组常规的给水泵配置方案(单元方案)如下:

(1)“2 × 50%容量的汽动给水泵(运行泵) + 1 × 30%容量的电动调速给水泵(启动/备用泵)”方案。

由于电动调速给水泵在系统中只作为启动和备用泵,为减小高压配电容量,近几年设计和投产的机组常采用此方案。

(2)“3 × 50%容量的电动调速给水泵(2台运行泵 + 1台备用泵)”方案。

此方案的厂用电率最高,适合应用于下述几种条件下的机组:

(a) 汽机回热系统及发电机裕量适合于采用电动给水泵

收稿日期:2005-05-09

作者简介:彭丽霞(1964-),女,副教授。

作为运行给水泵时;

(b)采用空冷机组时;

(c)抽汽供热机组为增加供热能力时。

## 2.2 本工程的比选方案

本工程的比选方案确定为以下两种:

“方案一”为“2×50%容量的汽动给水泵(运行泵)+1×30%容量的电动调速给水泵(启动/备用泵)”组合型式,该方案的设备规范如下:

(1)50%容量汽动给水泵:FK6D32型,流量604 m<sup>3</sup>/h,扬程2 265 m,转速5 426 r/min,内效率81.7%,轴功率4 397 kW,数量2台。

(2)给水泵驱动汽轮机:NK50/56型,汽耗率5.37 kg/(kW·h),转速5 900 r/min,内效率82.5%,轴功率4 903 kW,数量2台。

(3)汽动给水泵前置泵:FA1D53型,流量604 m<sup>3</sup>/h,扬程85.72 m,转速1 490 r/min,内效率83%,轴功率169 kW,数量2台。

(4)前置泵电机:Y315L2-4型,电压等级380 V,功率200 kW,数量2台。

(5)30%电动调速给水泵:FK6G32A型,流量380 m<sup>3</sup>/h,扬程2 263 m,转速4 664 r/min,内效率80.3%,轴功率2 756 kW,数量1台。

(6)电动调速给水泵前置泵:QG500-80型,流量380 m<sup>3</sup>/h,扬程87 m,转速2 985 r/min,内效率80%,轴功率112 kW,数量1台。

(7)偶合器:进口,额定输入/输出转速2 985/4 664 r/min,调速范围25%~100%,额定滑差≤3%,轴功率2 756 kW,数量1台。

(8)电调速给水泵电机:YKOS3400-2型,电压等级6 000 V,功率3 400 kW。

此方案1台机组整套泵组设备费:2 224万元。

“方案二”为“3×50%容量的电动调速给水泵(2台运行泵+1台备用泵)”组合型式,该方案的设备规范如下:

(1)50%电动调速给水泵:FK6D32型,流量604 m<sup>3</sup>/h,扬程2 265 m,转速5 426 r/min,内效率81.7%,轴功率4 397 kW,数量1台。

(2)电动调速给水泵前置泵:FA1D53型,流量604 m<sup>3</sup>/h,扬程85.72 m,转速1 490 r/min,内效率83%,轴功率169 kW,数量1台。

(3)偶合器:进口,额定输入/输出转速1 490/6 050 r/min,调速范围20%~30%,额定滑差3%,轴功率5 500 kW,数量1台。

(4)电调速给水泵电机:Y900-2-4型,电压等级6 000 V,功率5 500 kW,数量1台。

此方案1台机组整套泵组设备费:1 716万元。

## 3 给水泵配置方案的热经济性比较

比选前提:

(1)电厂性质为热电兼顾。

(2)电网公司限定电厂发电设备利用小时数为5 000 h,即年发电量为30×10<sup>8</sup> kW·h,扣除厂用电量后才为上网电量,厂用电量的降低意味着上网电量的增加。

(3)按市供热规划,本期工程给水泵两个方案机组供热能力均大于供热要求,热化系数≥1。

### 3.1 给水泵配置方案热经济指标<sup>[2]</sup>

给水泵配置方案热经济指标,见表1。

从表1可以看出:方案一比方案二年供电量多0.754×10<sup>8</sup> kW·h,年燃标煤量多16 880 t(折自然煤25 200 t),锅炉利用小时数多86 h。

表1

热经济指标成果表(2台机)

序号	项 目	单 位	方案一:2×50%汽泵+30%电泵	方案二:3×50%电泵
1	年发电量	×10 <sup>8</sup> kW·h	30	30
2	年供电量	×10 <sup>8</sup> kW·h	28.197	27.443
3	年产汽量	×10 <sup>6</sup> t	10.250 8	10.074 2
4	年工业供热量	×10 <sup>4</sup> GJ	75.96	75.96
5	年采暖供热量	×10 <sup>4</sup> GJ	717.432	717.432
6	年燃标煤量	t	1 002 100	985 220
7	全年发电标准煤耗量	t	693 800	676 920
8	全年供热标准煤耗量	t	308 300	308 300
9	发电标准煤耗率	g/(kW·h)	236.3	230.64
10	供热标准煤耗率	kg/GJ	38.87	38.87
11	全厂热效率	%	63.76	64.85
12	综合厂用电率	%	6.01	8.52
13	供电标准煤耗率	kg/(kW·h)	251.41	252.12
14	发电设备年利用小时数	h	5 000	5 000
15	锅炉年利用小时数	h	5 000	4 914

## 3.2 热经济性比较

### 3.2.1 发电标准煤耗率及年供电量的比较

由表1可以看出两个方案的发电量一样时,“方案二”的发电标准煤耗率0.231 g/(kW·h)低于“方案一”的发电标准

煤耗率0.236 g/(kW·h)。由于受发电设备利用小时数的限制,“方案二”的综合厂用电率平均为8.52%,因而年供电量为27.443×10<sup>8</sup> kW·h,小于“方案一”的年供电量。

(下转第295页)

无法反映出是否有变化。后改测主轴与飞锤杠杆的距离为63mm(标准为60mm),由此分析前箱与主轴的相对距离前移了3mm。前箱与高压缸之间是靠推拉装置连在一起的,推拉装置的间隙只有零点几毫米,现在前箱前移了3mm,就是说推拉装置的间隙已增大至3mm了。限于当时的条件,没有时间处理推拉装置的问题,仅在两内齿圈间加了2mm的垫片,增大齿型联轴器的轴向滑移值 $\Delta 1$ 。

大修时进行了彻底检查,发现推拉装置磨损严重,间隙变大,高压缸与前箱的开档间隙为236mm,而安装值为 $232 \pm 0.2\text{mm}$ ,大了4mm左右,经调整后齿型联轴器的滑移值恢复为4mm,问题解决了。

## 2.2 齿型联轴器滑移不畅导致挡板掉下

1号机大修后,由于轴封间隙大及轴封处保温包得不合理,造成轴承箱进汽,油中含水量过大,春节时利用调峰机会停机处理。吊开前箱检查发现主油泵齿型联轴器泵端挡板6颗连接小螺丝已断5颗,挡板掉下,主轴端齿轮联轴器由于有大量油泥卡死,用手无法推动,清理油泥后方取出内齿套。清洗油泥后检查发现主轴端齿轮内外齿均有磨损,其中内齿圈磨损较为严重,磨出深约0.3mm的凹坑。

据此分析,因为油中带水及粉尘的吸入,在主轴端联轴器产生了大量的油泥(泵端有润滑油冲洗,油泥少),油泥填满齿轮间隙,使主轴端联轴器无法轴向滑移,相当 $\Delta 1$ 变小了,当出现负胀差时泵端挡板受力,螺丝被拉断。同时由于油泥填满主轴端齿轮间隙,影响了齿间润滑,齿轮发生磨损,凹坑的出现使得外齿与内齿咬死,轴向无法滑动。

经过清洗齿轮,更换主轴端内外齿后,检查滑动正常,开机至今停机多次未再出现问题。

(上接第293页)

### 3.2.2 供电标准煤耗率的比较

供电标准煤耗率的高低是比较方案热经济性的标准。由表1可以看出“方案一”的供电标准煤耗率 $0.251\text{kg}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 低于“方案二”的供电标准煤耗率 $0.252\text{kg}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。

### 3.2.3 主机供电绝对效率的比较

主机的供电绝对效率 $\eta = 3600 \times \text{主机供电功率}/\text{主机每小时耗热量} = \text{机组热效率} \times (1 - \text{厂用电率})$ 。主机供电绝对效率 $\eta$ 越小,说明方案越不经济。

“方案一”的主机供电绝对效率

$$\eta = 0.6376 \times (1 - 0.0601) = 0.599$$

“方案二”的主机供电绝对效率

$$\eta = 0.6485 \times (1 - 0.0852) = 0.593$$

从上述比较中可以得出结论:“方案一”热经济指标优于“方案二”。

## 4 两方案的技术特点

### 4.1 方案一

该方案运行方式比较灵活,正常运行方式为两台50%汽动给水泵并列运行。一旦一台汽动给水泵故障时,可投入30%的电动调速给水泵与一台汽动给水泵并列运行,此时机

## 3 主油泵故障的影响

主油泵担负着向轴承提供润滑油、向调速保安系统提供压力油的重任,汽轮机的测速装置也装在主油泵轴上,一旦主油泵出现故障,后果不堪设想。

当联轴器故障,主油泵不转时,如润滑油泵联动不正常,就会烧轴瓦;如高压启动油泵联动不正常,则安全油压低,机组跳闸;如高压启动油泵联动正常则机组不跳闸,但因无转速信号或转速低,调速系统必然要开大调门提升转速,这会导致负荷及实际转速的飞升,甚至出现飞车事故。

为了保证机组安全,可取消高压启动油泵的联锁,并在励磁机端增加一套测速装置,确保调速保安系统能测到真实的转速,保证调速保安系统的正常工作。

## 4 结论

主油泵齿型联轴器的损坏是比较常见的,原因也是多样的,有因为润滑不良干磨引起的磨齿,有制造不良引起的磨齿,有设计齿形不当单位齿面压力过大引起的磨齿,也有本文分析的因为油泥锈蚀等引起的卡涩磨损和因滑移值过小引起的油泵失效。对问题的分析一定要彻底,要找出真正的原因才能采取合适的手段解决。

对于挡板掉下的问题,曾有一些专业人士建议加大挡板紧固螺钉的尺寸,增加挡板的紧力,但被坚决否定了。如果采取了,后果是相当严重的,轻则螺丝继续被拉断,重则烧毁主油泵。

组可带80%的额定负荷。当30%的电动调速给水泵故障时,机组可利用一台50%的汽动给水泵并借助给水管道路上的15%调节阀系统完成启动工程。该方案的热经济性较好,高压配电容量小,设备材料成本低,年度费用比“方案二”低。

### 4.2 方案二

该方案的初投资较低、运行方式灵活,任何一台电动调速给水泵故障时都不会影响机组的正常运行。电动调速给水泵具有启动速度快、系统简单、操作方便的优点。但在发电设备利用小时数不增加的情况下,机组的供电量小于运行泵为汽泵方案。该方案的热经济性较差,年度费用较高。

## 5 结论

根据上述技术经济比较,“2×50%容量的汽动给水泵(运行泵)+1×30%容量的电动调速给水泵(启动/备用泵)”组合型式,优于“3×50%容量的电动调速给水泵(2台运行泵+1台备用泵)”组合型式。

通过对2×300MW供热机组给水泵配置优化的论证和分析,该优化方案在300MW及以上机组具有广泛的推广价值。

### 参考文献

- [1] 郭立君. 泵与风机[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
- [2] 郑体宽. 热力发电厂[M]. 北京:中国电力出版社,2001.