

小型热电厂集中供热的探讨

盛晓文 (哈尔滨建筑工程学院)

〔摘要〕 结合小型热电厂建设的实际情况,对供热系统的设计和运行中的几个技术问题进行了分析和探讨。并提出了一些具体意见,可供供热系统技术人员在设计和运行中参考。

关键词 热负荷 集中供热 热电联产

随着我国节能工作的深入开展,热电联产集中供热正在迅速发展,尤其是小型热电厂的建设更快。自1980年以来,我国已经建成和正在建设的热电厂装机容量已达580万千瓦,其中已有近300万千瓦建成投产。针对国内热电厂集中供热的实际情况,就仅设计和运行中的若干技术问题谈几点粗浅看法。

1 热负荷调查是热电联供的基础

热负荷是热电厂建设的最基本的数据。按照“以热定电”的原则,它直接决定着热电厂的规模和热电厂建成后的经济效益。因此,必须尽可能准确、细致地进行调查统计,热负荷调查不实的主要原因是设计单位迁就建设单位的主观愿望,使热负荷取值偏大。

在热负荷的确定过程中,设计单位对建设单位提供的数据,不能作为唯一的依据,必须经过亲自调查核实。尤其是工业蒸汽负荷,应该在充分调查的基础上,参考同类型企业的实际情况,使用国家有关部门提供的单位产品耗汽指标进行比较,最后经过综合统计、分析,再确定一个适当的数值。热负荷若偏大将使热电厂的经济效益明显降低

(参见表1)。

表1 热负荷偏大对热电厂投资回收年限影响

热负荷偏大比	1.07	1.12	1.15	1.26	1.42
投资回收年限比	1.27	1.43	1.57	2.08	3.07

从表中可以看出,当热负荷偏大达到42%时,投资回收年限将增大到正常情况的3.07倍。

对于采暖热负荷,目前多数热指标的确定是参考其它城市的热指标或有关资料进行的。比较准确的办法应该是充分调查本地区典型建筑的采暖耗热量,在此基础上,分别不同类型的建筑物进行统计、分析,从而确定采暖热指标(如果参考其它地区的采暖热指标,也应该依据本地区的实际进行必要的修正)。

由于热电厂的供热面积比较大,所以即使是热指标偏差很小,也会使总的耗热量出现很大偏差。以哈尔滨市为例,对供热面积50万平方米的供热系统,当采暖热指标偏高 3 W/m^2 时,采暖热负荷将增大 5.4 GJ/h ,每年的耗热量将增大 $14\,360\text{ GJ}$ ($3435 \times 10^6\text{ kcal}$),计算燃煤量将高出688吨标煤/年。

2 机组选型是关键

如果说热电厂设计的基础是热负荷,那

么机炉选型就成了设计的关键。

2.1 机型的选取

众所周知,选择背压机,可以充分利用汽轮机的冷凝损失。因而可提高热电厂的热能利用率。但是背压机的特点是热、电互相制约。当实际热负荷较小、排气量不足时,将会影响发电。因此,背压机最适于热负荷变化不大的工业用户,对采暖热负荷则不宜选择背压机。对于中小城市,尤其县城的工业负荷并不十分稳定。因而对于两台机组的小型热电厂,以选择一台抽汽机和一台背压机为好。背压机用以满足比较稳定的工业负荷,抽汽机用以满足采暖负荷。非采暖期,抽汽机按纯凝汽工况运行,此时仍可保证发电。应该说,这是一种较理想的装机方案。因此,在热电项目审查时,往往“一抽一背”的装机方案,总是比较容易接受的。由此,造成了错觉,以致于在热负荷不稳的情况下不适当地选择了背压机。

针对中小城市工业负荷的特点,常年三班生产的稳定负荷较少,而一班、两班生产的变化负荷较多。为了兼顾发电和供热,仍以抽气机组为宜。

2.2 参数的确定

以前供热机组大多采用中压机组(3 535~4 040 kPa)近年来次高压机组(5 050~6 060 kPa)已开始被采用。比如黑河热电厂,阿城热电厂等。

对于次高压机组,这是我国从1980年开始增加的机型。其目的是为了提高热电厂的热能利用率和经济效益。在1981年集中供热年会纪要里写入了“对6 000—12 000 kW供热机组宜采用次高压机”的意见。此后,一些制造厂家先后开始试制生产了3 000kW—12 000kW的次高压机组。经多年运行证明,次高压机比中压机的热电厂可以多发电20%左右。

但是在一些地区和单位,对采用次高压机仍有一定顾虑,尤其是6 000 kW机组。

其主要原因是次高压机组的热电厂投资较高,对制造材质以及对给水品质的要求较高。而且当机组容量较小,热负荷较小时,其经济效益不明显。加上电价较低,因此,人们宁可少发些电,也不愿多投资。同时,由于目前次高压机组的辅机、成套设备等尚未配套,在某种程度上也将会影响建设工期及运行。再一个原因是前些年为12 000 kW次高压机配套的65 t/h或75 t/h次高压锅炉多为煤粉炉,而中压锅炉则多为链条炉。考虑链条炉的灰渣综合利用比粉煤灰的利用容易些,因此,从环保的角度考虑,人们也不愿意选用次高压煤粉炉。

据粗略计算,次高压机热电厂比中压机热电厂的初投资大约高出25%,以黑龙江省热电厂建设的投资估算。采用2×6 000 kW次高压机组的热电厂投资估算大约为6 000万元,而中压机组热电厂投资估算大约为4 800万元。但采用次高压机组比中压机组年多发电120万度,按电价0.23元/(kW·h)计算,每年可多收电费276万元。仅以次高压机组每年多收的电费补偿其附加投资时,其补偿年限为 $N = \frac{1200\text{万元}}{276\text{万元/年}} = 4.3\text{年}$ 。

显然,由于次高压机组多发电的收入在4.3年内就可以把多花的投资全部补偿回来,该补偿年限远小于国家规定的标准补偿年限。

2.3 机组选型要因地制宜

以上谈到的机组选型中的背压机以及次高压方案是在一般情况下得出的结论。各地区在具体设计方案中,应根据有关政策,结合各地的具体情况,通过技术经济分析比较后做出切合实际的选择。比如对热负荷变化特别大的地区,有着丰富的劣质燃料资源的地区,或者远离国家电网的缺电的偏远山区,就不一定必须选择背压机。对于负荷较小,单机容量较小的热电厂也不一定非要选择次高压。只有热负荷较大,机组容量较大、

特别是电价较高的缺电地区,次高压机组的经济效益才会明显地体现出来。对单台容量3 000 kW的机组也选择次高压机,应慎重,因为机组循环效率虽有所提高,但汽机内效率有所下降,且机组的投资增加,将大大降低其经济效益。

3 运行调节应力求节能

目前新建或改建的小型热电厂供热系统,在运行调节上以采用集中质调节的方式居多。这种调节方式在全部采暖期内维持循环水量不变,只需依室外气温变化改变供水温度即可。因此,具有水温易控制、调节方便、灵活和设备简单的优点。但与量调节比较,运行电费较高。

而分阶段改变流量质调节则吸收了以上两种调节方式的长处。这种调节方式在采暖期内按室外气温高低分成几个阶段(一般为两三个阶段)。在室外气温较低阶段,维持某一较大流量,室外气温较高时,则维持较小流量。在每一阶段内,再按不同室外气温进行质调节。分阶段改变流量质调节相对量调节而言,比较容易控制,相对质调节而言,又具有明显的节能效果。

以某县热系统为例,采暖面积为420 km²,计算热负荷133.93 GJ/h(32.04 Mk-Cal/h)设计供水温度为95/70℃,采暖室外计算温度为-33℃,采暖期196天,散热器采用铸铁长翼型(大60)。当采用纯质调节和分阶段改变流量质调节时其运行电费的对比情况见表2。

表2 不同调节方式下运行电费比较

调节方式	室外气温 t_w (°C)	t_w 下延续时间 z (h)	水泵轴功率 N (kW)	耗电量 W (kW·h)	运行电费 S (元)	
					各阶段	采暖期
集中质调节	≤ 5	4 704	390	1 834 560	421 949	421 949
分阶段改变流量质调节(两阶段)	$\overline{G}=1$	≤ -29.8	325	126 750	90 343	256 023
	$\overline{G}=0.75$	$-29.8 \sim +5$	4 379	720 346	16 580	
分阶段改变流量质调节(三阶段)	$\overline{G}=1$	≤ -30.5	280	109 200	25 116	120 379
	$\overline{G}=0.8$	$-30.5 \sim -27$	360	72 000	16 560	
	$\overline{G}=0.6$	$-27 \sim +5$	4 064	84.2	342 189	

注 ① \overline{G} 为运行流量与设计流量的比值。② 计算电价取0.23元/(kW·h) 水泵效率 $\eta=0.6$

理论计算可知,分两阶段改变流量质调节比集中质调节每年节约电费421 949-256 023=165 976元,分三阶段改变流量质调节比集中质调节每年节约电费约42 949-120 379=301 570元。

采用量调节,电费的节约将更为可观。但考虑量调节时调节手段复杂,而且投资也比较高,因此,现阶段运行调节仍以采用分阶段改变流量质调节为宜。

4 确定水压图要符合运行实际

水压图是指导热网运行的一个重要基础资料,下面仅对变工况条件下的水压图做一些说明。

一般设计中绘制的水压图大多是设计状态下的水压图。而一旦运行时循环水量发生变化水压图也相应发生变化。这一点,往往容易被人们忽略。对分阶段改变流

量质调节的供热系统、当相对流量比 $\bar{G} = 0.75$ 时，即运行流量与设计流量比值为 0.75 时，水在管内流动的阻力也相应减小，其比值为 0.56。因此，按设计工况 $\bar{G} = 1$ 情况下给出的水压图并不能真实地反应网路的压力状况。事实上，对采用分阶段改变流量质调节的供热系统，在整个采暖期内只有很短一段时间里循环水量等于设计值。而在其余大部分时间，循环水量均低于设计值。为了准确掌握运行工况，则应另行绘制实际工况的水压图。不同流量下的水压图对比见图 1。由图可以看出，流量减小时水压线变得

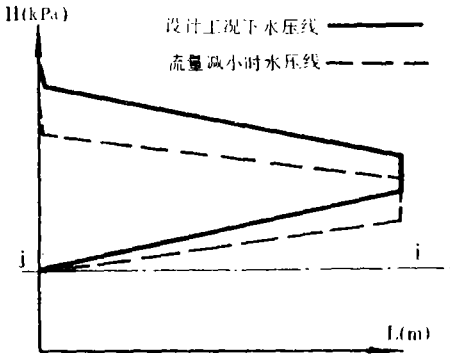


图 1

平缓了，总阻力损失也比设计工况下减小。此时并不会对管道和设备本身造成不良影响。

5 直埋敷设应注意采用国内先进技术

目前，国内的热力管网已开始大量采用直埋敷设。从开始小范围的直埋发展到目前应用国外新技术的大规模直埋，从较小管径直埋到较大管径的直埋，直埋敷设在技术上已经日益完善。

我国目前应用的直埋技术大体可分为两种形式：一种是进口的预制保温管无补偿直埋技术，两个有代表性的公司是瑞典的

ECOPIPE 公司和丹麦的 I.C.MOLLER 公司。另一种是国内的无补偿直埋技术。主要研究实验单位是北京市煤气热力设计院以及华北石油管道局等单位。我国较大规模的区域供热系统，在北京、华北地区大多采用国内直埋技术。在东北多数地区采用了进口的直埋技术，比如哈尔滨、黑河、北安、鸡西等城市。

国内的直埋技术不比国外的直埋技术落后，在投资上则明显地低于国外。国外的预制保温管直埋的优点在于用于地下水位较高以及土壤环境较差的地方时，具有很高的可靠性。但对无补偿直埋，在施工安装时均需预热，才可以保证做到真正的无补偿。显然，这给管道施工提出了更高的要求。丹麦的 I. C. MOLLER 公司采用了一次性波纹补偿 (E—MUFF) 安装完毕一次加热固定的办法，而瑞典的 ECOPIPE 公司则采用了移动式锅炉房现场加热的办法。

我国前一时期引进的国外预制保温管在直埋时由于受施工条件限制，大部分没有预热，因此在管道安装时，均加装了一定数量的套管补偿器及检查井。由于进口预制保温管的造价很高，再加上增加了套管补偿和检查井，致使管网造价大大增加。如某工程的一部分管网首批应用进口预制保温管直埋，经计算，总造价与同规模的地沟敷设比较高 (10—30)%。直埋敷设的主要优点在于施工简单，造价低，如果其造价高出地沟敷设，显然是没有意义的。当然，对于地下水位高、土质较差的地区，为了增加管网的可靠性而适当增加造价应另当别论。

我国国内的直埋技术，由于施工简便，支架和补偿数量较少，因而其造价比地沟敷设低得多 (估算约低 30% 左右)。但是与国外的无补偿直埋比较，管道和固定支架受力较大，为了避免管道运行中的纵向失稳。还应该适当增大复土深度。经多年大量的实验运行，证明了其技术上是先进的，运行也是

安全的。

目前,国内已引进了预制保温管的生产线,因而其保温管成本将比进口管要低一些。但由于预制保温管采用的保温材料是价格较高的聚胺酯泡沫塑料,因而其成本仍然较高。而且由于保温材料耐热的限制,管道的工作温度不能高于 120℃。

综上所述,在采用直埋敷设的地方,为了降低工程造价,条件允许时应首先考虑采用我国的直埋技术。国内的无补偿直埋也并非完全不设补偿,只是其补偿数量比地沟敷设要少一些。而且,直埋敷设是一种与地沟敷设完全不同的敷设方式,其设计计算方法应区别于传统的地沟敷设,目前国内无补偿直埋敷设的设计计算方法已经基本完善,因此,在设计中应参考新的设计标准和技术措

施。

总之,在论证小型热电厂集中供热时必须严肃认真地调查和实事求是地对待机组造型和参数的确定,努力做好管道敷设和调节方式的选取,只有这样才能获得良好的经济效益。

参 考 文 献

- 1 哈尔滨建筑工程学院等合编,供热工程。中国建筑工业出版社,1985年
- 2 盛晓文,对中小城镇热力规划的几点浅见,应用能源技术,1989(3)
- 3 刘东玉,王振铭,次高压供热机组应用概况及其技术经济评价。全国热电学术会议论文,1989年
- 4 尹光宇,关于北京城市热网敷设方式的几点意见,区域供热,1989(2)

(渠源沥 编辑)

An Exploratory Study of Central heat Supply by Small Thermal Power Plants

Sheng Xiaoweng

(Harbin Architectural & Civil Engineering Institute)

Abstract

In connection with the actual conditions prevailing during the construction of small thermal power plants the author has made an analysis of some technical problems encountered in the design and running of heat supply systems with some concrete proposals being given. It is hoped that these proposals can be useful for the design and operation of the said heat supply systems.

Key words: heating load, central heat supply system, cogeneration

更 正

本刊1991年第3期第185页右栏倒数第10行,“20.000米²”应为“20 000米²”,特此更正,并致歉意。

本刊编辑部