

# 热水网节能技术探讨

黄传学

新乡华电热力有限公司 河南新乡 453000

**摘要:** 本文对热网节能分析及应用途径进行了探讨和思考, 希望有益于热水网节能降耗目标的控制和实现, 助力热力企业化解危机, 提升效益。

**关键词:** 热网; 节能; 分析; 实施; 效益

随着资源节约型、环境友好型社会建设的不断深入, “碳中和”、“碳达峰”观念的不断强化, 能源资源需求的不断增长, 建立健全节能降耗长效机制, 体现企业社会责任、展现企业社会形象, 是促进环境友好型社会建设和企业发展的必由之路。

节能降耗是热力企业一直面对和研究的管理和经营课题。众所周知: 集中供热系统的能耗是由热、水、电三部分构成的, 其中水、热的消耗都会直接或间接的通过电耗反应出来, 也就是说: 只要抓住了电耗这个“牛鼻子”, 热水网的能耗难题就会迎刃而解了, 从而达到合理高效利用能源的目的。

节能建筑、合理的管网布局、恰当的设备选型、节能设备的利用和运行调节是热网是否节能的主要客观与主观因素, 除是否采用节能建筑这一因素不能改观外, 其它因素均可加以控制, 实现节能目的。由此, 本文针对热网节能分析及应用途径进行了探讨和思考(主要研究对象为新乡华电热力水网系统)。

## 一、合理的管网布局

一次网设计应遵循国家能源局《热电联产编制规划》第71条热水管网供热半径不超过15-20Km的规定。

二次网应根据《换热站工艺设计》09版技术措施6.8.1的要求: 控制供热半径不宜大于500米的最佳范围, 最大不能超过1Km。

## 二、恰当的设备选型

在不考虑意外情况下, 换热站的主要耗电设备就是热网循环泵。那么循环泵的选型也就成为设备选型的重中之重。

循环泵的作用首先是产生克服系统压损所需之压头(循环泵的扬程与供暖高度无关); 二是保证用户所需流量; 同时, 根据水泵的功率(P)、流量(Q)、扬程(H), 三者之间的关系, 即: 功率与扬程的平方成正比, 功率与流量的三次方成正比。也就是说, 系统压损越大,

克服压损所需能量越大; 流量越大, 能耗越高。由此我们作如下分析:

1. 二次网产生压损的部件由板换、阀门、滤网、管道和用户用热设施等。根据这些部件产生的压损之和, 加上5%至10%的压力裕量, 就选定了循环泵的扬程: 即:

$H_{\text{泵}} = H_{\text{板换}} + H_{\text{站内系统}} + H_{\text{庭院系统}} + H_{\text{用户资用压头}}$

$H_{\text{泵}} -$ : 循环泵的扬程

$H_{\text{板换}}$ : 板换的压损。应满足《板式热交换器机组》GB/T29466-2012中“用于供热工况时介质流速不应大于2.5m/s”和“用于供热的液-液机组一次侧、二次侧的压力降均不大于100Kpa”的要求。也就是说板换的压损不能超过10m, 一般控制不超过5m, 最好控制在3m以下的要求。

$H_{\text{站内系统}}$ : 换热站内管道及附件(阀门、滤网、联箱)产生的压损, 一般不大于5m。

$H_{\text{庭院系统}}$ : 二次庭院管网产生的压损。庭院管网的比摩阻为100Pa/m, 那么根据二次网对供暖半径的要求, 其产生的压损为0.1~0.2MPa, 附件压损不大于5m。

$H_{\text{用户资用压头}}$ : 最末端用户必须资用压头。规范为5m。

综上所述: 循环泵选用压头应控制在不超过40m的范围内。严禁扬程超过44m的循环泵在集中供暖二次系统中的使用。

2. 根据负荷确定系统所需流量, 选定循环泵。可根据地暖每万平方约需40T/h, 散热片每万平方约需30T/h的经验值或根据公式:

$$Q = 0.00086 \times A \times q \times \Delta t \times 1.2$$

Q: 循环泵流量 T/h

A: 供暖面积  $\text{m}^2$

q: 供暖单耗  $\text{w/m}^2$

$\Delta t$ : 二次网供回水温差  $^{\circ}\text{C}$

## 1.2: 富裕系数

计算二次流量配置循环泵或设定运行流量。

在1与2条件满足的情况下,确定了循环泵的型号,同还要考虑单个换热站可带供暖面积不宜超过20万 $m^2$ ,单套系统供暖面积不宜超过10万 $m^2$ 的要求,克服盲目求大的心态,根据换热站负荷变化,及时改造。如:我公司在盲目求大,追求投资收益最大化的心态下建设的铁西中心站,设计供暖面积30万 $m^2$ ,配置90KW循环泵3台,两运一备。投运三年来供暖面积依然没有超过6万 $m^2$ 。设计配置运行方式耗电接近实际状态下的5倍,造成极大的浪费。虽然,利用变频器进行了充分调节,但其电耗远远高于根据实际供暖面积来计算的循环泵电耗。

根据上述分析,目前公司所辖蓝堡湾站、豫北转向站(“三供一业”改造后面积减少)、铁西中心站、五普#2站、上海城站高新区机组工作负荷均严重低于设计负荷,存在很大的改造空间。

在合理选择循环泵型号的同时,还应考虑阀门的应用、管网阻力等因素对电耗的影响,目前状况下的换热站结构,至少可以减少50%的阀门应用数量,试验表明:若将冗余部分的阀门改为直管段,换热站运行时可节电14%。减少换热站阀门的应用并将闸阀改为球阀可以大幅度的减少电能的消耗。

也可以借鉴:热网运行稳定后或将运行三年以上成熟的漏点较少的管网里的所有滤网,单泵系统里的逆止门拆除等改造措施。

设备定型后,节能技术的充分利用也不失为热网节能的又一重要手段。变频器在此就发挥了重要作用,首先充分利用变频调节就会减少节流调节造成的阻力损失。经计算:变频器每降低1Hz工作频率就能减少2%的额定功率下的电能消耗。

## 三、当前状况分析

由于城市集中供热上马快,新建城区二次网建设比较匆忙,老城区管网老化、建筑老旧且存在不配套管网改造不彻底等诸多因素,导致整体二次网质量不理想,加之设备制造、安装施工及不规范用热等客观条件,给整个系统的节能降耗管理带来制约,那么我们就从规范二次网的基础设施建设、管网设计、设备选型入手,运营维护和日常管理落实,加强节能降耗措施的落实。

## 四、运行调节

热网由一次网和二次网组成,运行调节也就分为了一次网的运行调节和二次网的运行调节。

### 1.一次网的运行调节

目前,国内的单一热源热网供热系统,一般采用大流量小温差的运行方式,以弥补系统水力失衡所带来的不良后果,造成电耗的增加,其输售热量的单耗为4.7KWh/GJ。我公司在人力干预水力平衡的情况下,采用单一热源小流量大温差的运行方式,输售热量的单耗为1.58KWh/GJ,大大减少了一次网电能的消耗。当然该数据不可作为经济运行的主要依据,它还代表管网规模的大小。依据为:水泵的输出功率不仅与流量的三次方成正比,还与扬程的平方成正比。

同时随着供水温度的提高,管网的散热损失也在增大,如何能够保持平衡,取得效益的最大化呢?在此我们引入循环倍率这一概念。所谓的循环倍率就是指管网容积与一次网循环水流量之比。其值越大,管网的散热损失越大;越小循环泵电耗越大。通过近5个采暖季数据采集,计算得其值定为8-12为宜。

### 2.二次网的运行调节

二次网的运行调节由水力平衡调节和供暖调节(本文暂不探讨)组成。水力平衡调节也叫初调节,包括室内和室外两部分。初调节是靠网路及用户入口的阀门调节使网路水力工况满足用户用热的需求。即:将各用户的运行流量调整至理想流量,满足用户的热负荷需求。

在《合理的管网布局》中,我们谈到了供暖半径,那我们首先根据供暖半径的不同来看一下供暖半径对供热单耗的影响:

换热站序号	供暖半径M	供暖面积万 $m^2$	日平方电耗 kwh/a $m^2$
A	1300	8	2.5
B	1000	5.1	1.75
C	800	4.5	1.7
D	500	3	0.3

由上表可以看出,供暖半径越小,电耗水平完成越好,但由于供暖小区与换热站在选址投产已无改造空间,只能作为新建站的选址参考和分析电耗的因素而已。

经过长期的运行分析,换热站电耗增大的原因在于:

(1)设计粗放、管网负载严重失调;如:五普#2站,负载不足20万 $m^2$ 的供暖面积,进站一次网管径却为DN350,二次网管径为DN400,按一次网供回水温度为120/70 $^{\circ}C$ ,单耗为65w/ $m^2$ 计算,该管径可负载供暖面积57万余 $m^2$ ,二次网管径却仅有21万 $m^2$ 供暖面积的负载能力。出现了严重的配比失衡。

(2)为克服管网水力失衡或无法确定单机组负载供

暖面积而盲目增大循环水量所导致；按30-50T/h万m<sup>2</sup>的二次网流量估算，一座热负荷为3万m<sup>2</sup>的换热站，其循环水流量应为90-150t/h，因各种原因运行中往往会将其提升至300t/h，配置循环的泵功率也由30Kw提升至45Kw。最终导致供暖单耗远远大于《民用建筑节能设计标准》控制在0.35-0.45kW/a m<sup>2</sup>的要求。

## 五、建议与整改措施

### 1. 长期规划

(1) 推进标准化换热站建设：按照换热站建设在供热区域中心的原则要求选址建设。其建筑结构、安装调试、运行维护都按当前安全可靠运行的理想标准进行；其选址建设、设备安装、运行维护等环节均按当前规范的作业指导标准进行实施的换热站，我们称之为标准站。参照这种模式管理的换热站称之为标准模式管理，对照实施节能降耗目标并不断改进，从而达到节能降耗措施的实施和综合指标不断提升的目的。避免被动的增加压力和流量而导致更大的区域能耗浪费。

(2) 换热站设备选型与布局：换热站的设备及管网布局除满足计量的需求外，还应进行严格的水力力学计算以降低各种工况下的涡流损失和水力失衡带来的不良影响。根据二次换热站最高的设备为热网循环泵这一观点，对于可靠性较高的新建小区换热站，可以采用一机一泵的形式供热。但必须设有与附近换热站设有联通装置，以备应急抢修供热的切换。

(3) 换热站的通风与保温：换热站是高低温介质实现能量交换和所有电气设备元件工作的重点区域。室内温度过高，会带来电阻增加，绝缘老化等后果；若室内温度过低，则会增加室内外通流成本。不论换热站环境温度的高低，都会直接影响供热介质在此空间内交换期间的温降和能耗。加强换热站内通风与保温的管理与控制，确保温度控制合理化及能耗最小化。

(4) 采用吸入泵调节方式，根据供热量的多少定量吸入供热，减少大压降、大节流、全流量方式供热导致的系统能耗；室外温度测点接入自动温控装置，减少人工调节不及时带来的运行调控能耗。

(5) 在运用好常规调解法（量调节、质调节、间歇调节和分阶段调节）调节的同时，加快智慧热网建设，引入“精准供热调解法”进行调节来实现能耗的精细化管理，以达到保障供热质量，能源利用率提升的目的。其主要流程就是以每台供热机组为单元，掌握每台机组的负载面积，根据系统的热负荷需求量，通过对共回水温度，流量等参数的调整，以满足用户需求。

(6) 完善用户室温监测远传系统，精准了解用户室温，收集、汇总、分析各类数据，对异常情况，查找根源，随时进行调整。在入户装置上安装恒温控制器就是一种很不错的方法。

(7) 老城区改造后采用梯级供暖方式以达到能源充分利用和节能的目的。老城区多数已有供暖设施为壁挂炉用热，在保证其供暖质量的情况下，壁挂炉出口温度应在50℃左右，而地暖管的理想效果是入口温度不低于40℃即可。故老城区供暖系统改造后若能与附近新建小区的地暖相连，减少输送与再加热的能耗。同时可以探讨有条件的换热站增加太阳能装置，将太阳能热水作为热网补充水，实现更大的节能目标。

### 2. 近期可控措施

(1) 克服管理盲区，建立健全热网设计、建设、运行、检修维护综合管控体制，使其落到实处，行之有效，加强节能降耗技术措施的指导、检查与落实。从管网保温、管网结构到运行方式，调整幅度都要强化过程管理，量化供热指标，把握水、电、热的消耗规律，使热源、热网、热用户三方协调，减少无效损耗，提高供热效率。

完善信息共享机制，每周更新每台机组的负载面积，运行随时可查，以便随时调整。

(2) 营造和谐用热环境，杜绝违规用热。加大稽查与联合执法力度，坚决打击破坏用热秩序，欠费用热等违规违法行为，保护用热的和谐环境，确保节能目标的可控在控。

(3) 严格换热站选址，控制其供暖半径在500-800M；控制循环泵选型，流量、负载面积相匹配，扬程不超过40m；

(4) 严把设计关，按实际用热面积×(1.05~1.1)设计系统流量、板换换热面积、管径等；与此同时，应要求开发商提供可靠的地形结构、水文、小区布局等书面材料一并审核并进行实地考察。蓝堡湾#1换热站建设完成后，由于地下暗河的阻隔，管网无法按设计施工，导致实际负荷率不足设计负荷的20%，给运行带来很多的调整困难的同时也造成极大的能源浪费。

(5) 对部分压降大的板换通流部分进行清洗或改造，使其压降在0.03MPa以下，最大不超过0.05Mpa的范围内；

(6) 拆除站内冗余阀门并将闸阀改为球阀；

(7) 增加必要的测点，严密监视板换进出口、各滤网前后压差变化，超出规定值立即清理；

(8) 对部分确实“大马拉小车”的换热站进行设备改造。如蓝堡湾#1站、豫北转向、铁西中心站等；

(9) 拆除循环泵“防水锤”管(15年前的设备有安装),减少漏流回流现象的发生;

(10) 优化检修工艺,板换解体后回装力度要适中,板换解体前后尺寸应一致;既要防止过松导致的泄漏,更要防止过紧而导致的压降增大,能耗增加。

(11) 根据机组负荷,调整循环泵出力;然后根据具体运行状态调整二次网水力平衡。

现在新乡市区的热力市场拓展已趋于饱和,加强热网发展规划、基建工程管理、设备选型、调试安装、运行检修管理,规范用户用热行为和提升客户服务管理,形成有效的节能降耗分析、应用、管理体制,落实到热网生产运行的各个环节,实现热网的安全经济可靠运行。

## 六、结束语

目前,公司由大力开拓用热市场逐渐向“盘存量、

拓增量”转移,在“碳达峰”“碳中和”的大背景下,化石能源价格不断飙升,节能降耗工作将会成为供热企业转化危机,提升企业效益的重要手段。

因个人能力有限,文中不足在所难免,感谢并期待您的批评指正!

## 参考文献:

[1]丁厚防.关于集中供热管网节能技术的分析[J].建筑工程技术与设计,2017,(19):148-148.

[2]刘奇.关于集中供热管网节能技术的分析[J].建筑·建材·装饰,2018,(2):85.

[3]吕森.供热管网的节能技术分析[J].企业技术开发(下半月),2014,(4):7-8.

[4]吴忠仁.城市集中供热管网保温节能监测技术分析[J].科技与企业,2013,(11):142.