

· 建筑给排水 ·

建筑给排水节能节水技术探讨

刘 振 印

(中国建筑设计研究院,北京 100044)

摘要 建筑能耗约占整个社会能耗的 1/3,建筑给排水专业在建筑能耗中所含的内容主要有:人民生活及从事工艺、生产、游乐、环境卫生、绿化、水景等活动的给水、排水、消防供水、生活热水、循环用水、重复用水等需要的能耗。结合实际工程应用中遇到的问题,介绍了建筑给水中合理的供水系统及供水设备,节水器具的使用;建筑热水中热源的选择,热水系统基本参数的合理选择与系统设计,加热设备、管材、阀门及水表选择,保温及管道敷设,加强运行管理;其他给排水如中水、冷却循环水等,在建筑给排水节能节水技术中的重要作用。

关键词 建筑给排水 节水 节能 变频调速泵组 热水 设备

0 引言

能源供应紧张、缺水是一个全球性的大问题。能源紧缺、能耗大不仅大大制约我国经济的发展,也将对人民生活构成威胁。

据资料介绍:建筑能耗约占整个社会能耗的 1/3,位居榜首。建筑能耗的主体是建筑墙、门、窗的导热损失,其次是采暖、空调的能耗。

建筑给排水专业在建筑能耗中所含的内容主要有:人民生活及从事工艺、生产、游乐、环境卫生、绿化、水景等活动的给水、排水、消防、热水、回用水等需要的能耗。据资料介绍:上述各项能耗中仅生活热水一项就占整个建筑能耗的 10%~30%。依此可以看出,建筑给排水专业在节能工作中,不是可有可无,而是占有相当份量的。

但是,对于建筑给排水专业在节能中的作用及普遍存在的问题,在社会上没有得到应有的重视,建筑节能的一些法规文件中,鲜见这部分内容。如 2005 年颁布的《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)中就没有给水排水专业的内容,而从事给水排水专业工作的人员亦未摆正节能节水工作的重要位置。例如,工程设计及应用中普遍存在设备选用不当,出现“大马拉小车”的严重低效能情况;近年来小区集中热水供应系统出现了不少热水价奇高(最高达 180 元/m³),严重耗能的不合理实例。

因此,作为一个从事建筑给排水专业的技术人员,应清醒地认识到本专业在建筑节能中的重要作用,真正把节能、节水放在重要位置。下面结合工程实例就建筑给排水设计与节能、节水相关的问题提出一些看法,以供商讨。

1 给水

1.1 合理的供水系统

1.1.1 充分利用市政管网压力

给水系统必须充分利用市政管网压力作为节能条款已经写入了《住宅建筑规范》,这是具有法律性质的条款,执行此条时须注意如下几点:

(1) 力争掌握准确的市政管网水压、水量等可靠资料。因为随着城市建设的扩大,市政建设的不断完善和改进,接管处的供水情况是不断变化的,城市供水管网各地段压力不应一样。如北京市的工程设计中供水压力均按 0.18 MPa(最低城市供水压力),导致大部分工程均未充分利用市政管网压力。因此只有掌握了相关的准确资料,才可能使设计的给水系统节能合理。

(2) 要满足使用要求。随着节水龙头的普及,水嘴处的最低供水压力 P 均有所提高,《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003,以下简称“规范”)规定 $P \geq 0.05$ MPa,但有的高档住宅使用一些进口的水嘴时,一般宜 $P \geq 0.1$ MPa。

(3) 节水与节材的关系。系统设计中,为了减少一根立管而低层部分不利用市政管网压力供水,整个建筑均采用加压泵二次供水,导致人为耗能。

1. 1. 2 高层建筑系统分区

1. 1. 2. 1 分区供水压力

分区供水压力应按“规范”3. 3. 5 条执行,即以配水点处静压 $P=0.45\text{ MPa}$ 为界进行分区,且 $P>0.35\text{ MPa}$ 时宜加支管减压。但工程设计中,设计人员往往是以控制用水点处 $P=0.35\text{ MPa}$ 就不再减压了,但从节能要求而言,宜将水表前支管压力控制为 0.15 MPa 。

1. 1. 2. 2 减压阀的设置

自 20 世纪末国内引进与自行研制开发能减静压的减压阀以来,减压阀已在国内建筑中广泛应用,大多数高层、多层建筑中因可用减压阀来取代分区高位水箱进行供水分区,从而既节省了分区高位水箱所占用的建筑面积,又可使供水系统大大简化。

但减压阀也不是万能的,在选用中应注意以下几点:

(1) 应选用质量好的产品。因减压阀是供水分区的关键产品,如其出故障,将影响一个区的供水,不仅使该区耗水耗能,还会产生噪声、振动,缩短配水器材的使用寿命或破坏卫生器具和器材。

(2) 从节能考虑,分区减压阀不宜串联设置,且减压比应符合《建筑给水减压阀应用设计规程》(CECS 110:2000) 或产品的要求,如比例式减压阀减压比应 $4:1$ 。若超此比例说明阀前压力太高,能耗太大。在这种情况下宜增设供水泵组,减少同一泵组供水的范围。

(3) 应按《建筑给水减压阀应用设计规程》选用减压阀,配套附件不设旁通阀,并应将其设置在便于维护管理的地方。

1. 1. 2. 3 推荐支管减压作为节能节水的重要措施

如上述按照“规范”要求,以配水点处静压 0.45 MPa 进行给水分区,分区内不再采取其他减压措施,则该区内大部分配水点将处于耗能耗水的状态。

北京建筑工程学院就此问题做了大量调研分析工作。他们对普通龙头和节水龙头分别进行了实测,其结果为:

(1) 普通龙头半开和全开时最大流量分别为

0.42 L/s 和 0.72 L/s ,对应的实测动压值为 0.24 MPa 和 0.5 MPa ,静压值均为 0.37 MPa 。节水龙头半开和全开时最大流量为 0.29 L/s 和 0.46 L/s ,对应的实测动压值为 0.17 MPa 和 0.22 MPa ,静压值为 0.3 MPa ,按水龙头的额定流量 $q=0.15\text{ L/s}$ 为标准比较,节水龙头在半开、全开时其流量分别为额定流量的 2 倍和 3 倍。

(2) 对 67 个水龙头实测,其中 47 个测点流量超标,超标率达 61%。

(3) 根据实测得出的陶瓷阀芯和螺旋升降式水龙头流量与压力关系曲线(见图 1、图 2),可知 Q 与 P 成正比, Q 越大, P 越大,能耗也就越大。

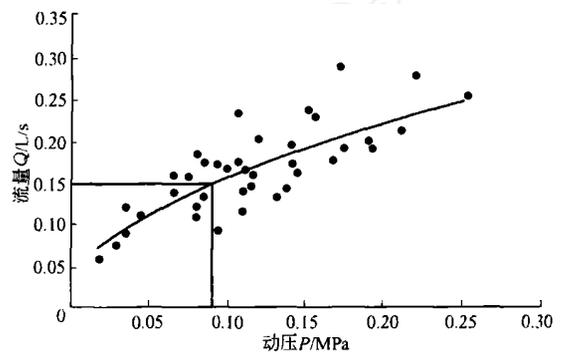


图 1 陶瓷阀芯水龙头半开 Q-P 曲线

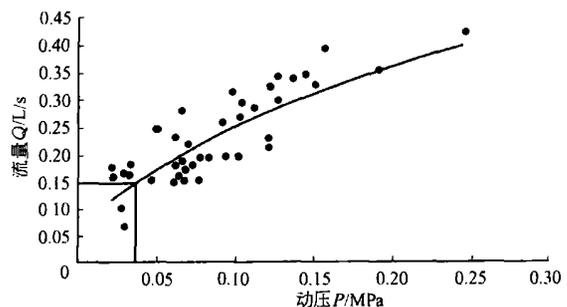


图 2 螺旋升降式水龙头半开 Q-P 曲线

由上述调研及实测结果可知,耗水就是耗能。假定以一个水龙头一天累计开启时间为 20 min ,若以其出流量和压力分别超过 0.15 L/s 、 0.2 MPa 计,则其浪费能量约为 $0.012\text{ kW}\cdot\text{h/d}$,浪费水量为 216 L/d 。按全国 1.5 亿个家庭,一家使用一个水龙头计算,如果其中 60% 是这样的超标水龙头,则全国浪费能源为 $108\text{ 万 kW}\cdot\text{h/d}$,浪费水量为 $1944\text{ 万 m}^3/\text{d}$,全年浪费能源近 $3.9\text{ 亿 kW}\cdot\text{h/a}$,水量近 $71\text{ 亿 m}^3/\text{a}$,仅此一项可看出建筑给排水在节能、节

水中的重要作用。

因此,限制水龙头前的水压对节水、节能意义很大,在给水管网设计中,应广泛推广支管减压的措施,如采用质量好的可调式小减压阀等是非常必要的。

1.1.3 居住小区的供水系统

当居住小区设集中供水系统时,应注意如下两点:

(1) 供水泵站宜相对集中、适中布置,防止因供水干管管线过长,加大管道沿程阻力损失,导致水泵扬程偏高,增加能耗,且给用户带来超压(离泵站近处)、噪声、水压不稳定等问题。

(2) 应与小区集中热水系统协调布置。此部分在第2节热水部分详述。

1.2 供水设备

1.2.1 常用的供水方式

国内多层、高层建筑中常用的供水方式可分为4种:

- (1) 市政水源 水池 加压泵 高位水箱 用户
- (2) 市政水源 水池 加压泵 气压罐 用户
- (3) 市政水源 水池 变频调速加压泵 用户
- (4) 市政水源 叠压供水设备(无负压供水设备) 用户

1.2.2 4种供水方式的能耗比较

上述4种供水方式中,前两种是20世纪90年代前的主要供水方式,第三种变频调速供水是近十年来发展起来的,是目前工程设计中最为普及的方式,而第四种叠压供水则是近几年发展的新方式。

4种供水方式各有其优缺点和使用条件,后两种供水方式因其取消了部分或全部供水调节储水设施,因而能够节地、防止和减少二次污染、简化系统。

但从节能方面比较,则以第一种方式最为节能,原因是这种供水方式的加压泵始终在高效段工作,且水泵 Q 按最大时选择,其值为计算变频调速泵选用设计秒流量值的 $1/1.5 \sim 1/3$ 。而变频调速泵虽然随管网流量的变化可变频变速,比常速泵省功节能,但因一天中基本不间断运行,且有部分时间在低流量、低效状态下工作,因此比高位水箱供水耗能大。据笔者调查,某住宅楼曾用变频调速泵组取代高位水箱供水,一年后统计结果为耗电增加一倍。虽然这为一特例,但也从侧面说明变频调速比高位水箱供水耗能。

叠压供水按理论推测,因其充分利用了市政供水管网的余压所以节能,但实际应用中,它与市政供水条件、设备参数的选择是否恰当等有很大关系。

气压供水设备与高位水箱供水相比,主要是不需设高位水箱,缺点是要提高供水压力,因此从节能角度看,肯定比高位水箱供水耗能。

4种供水方式比较见表1。

1.2.3 变频调速泵组供水

关于采用变频调速泵组供水的工况分析、选泵、控制及节能要点等研究已有很多,下面结合实际工程中的一些情况谈几点意见。

1.2.3.1 适用条件

《建筑给水排水设计规范》(1997年版)中,强调了“变频调速水泵电源应可靠,并宜采用双电源或双回路供电方式”。笔者认为:以供电可靠作为采用变频调速供水方式的适用条件至今还是适用的。

1.2.3.2 常用类型

- (1) 按恒压、变压分: 恒压变量; 变压变量。
- (2) 按泵组的组合方式分: 主泵(变频、工频)

表1 4种常用供水方式特点比较

供水方式	泵组 扬程 $H_{(n)}$ 、流量 $Q_{(n)}$	水泵运行工况	能耗情况	供水安全 稳定性	消除二次 污染	一次投资	运行费用
(1) 高位水箱供水	$H_{(1)}, Q_{(1)} = Q_h$	均在高效段运行	1	最好	差	1	1
(2) 气压供水	$H_{(2)} = (1.18 \sim 1.54) H_{(1)},$ $Q_{(2)} = 1.2 Q_{(1)}$	比(1)稍差	> 1	比(1)差	较差	< 1	稍 > 1
(3) 变频调速供水	$H_{(3)} H_{(1)}, Q_{(3)} q_s$	有部分时间低效运行	> 1	比(1)差	同(2)	< 1	> 1
(4) 叠压供水	$H_{(4)} < H_{(3)}, Q_{(4)} = Q_{(3)}$	稍优于(3)	1	最差	好	< 1	1

注: Q_h 为最大小时流量, q_s 为设计秒流量。一次投资包括供水设备、水池、水箱及设备用房等;运行费用指电费。叠压供水的能耗取决于可利用市政供水压力 P 的大小及其与系统所需供水压力 P_d 之比值,和变频调速泵组的配置与水泵扬程选择的合理性。

+小泵(工频)+小气压罐; 主泵(变频、工频)+小气压罐; 主泵(变频、工频); 主泵(均变频)。

(3) 按主泵变频情况分: 1台变频泵+1台工频泵+1台备用泵; 1台变频泵+多台工频泵+备用泵; 均为变频泵; 2台半型泵(变频)+2台大泵(工频)+小气压罐。

1.2.3.3 设计要点

(1) 所选水泵应基本在高效区运行,切忌“大马拉小车”。“规范”3.8.1、3.8.4条对给水加压泵的选择作了较明确的规定。

a “水泵的 $Q-H$ 特性曲线,应是随流量的增大,扬程逐渐下降的曲线”。即不要选 $Q-H$ 特性曲线带凸形弧线的水泵,因这种泵供水压力波动大,出流不稳定,用水时耗水量增大。

b “应根据管网水力计算进行选泵,水泵应在其高效区内运行。”这一款的要求是水泵的 $Q、H$ 应经计算确定,既要考虑水泵长期使用,叶轮磨损留有一定的富裕量(一般可按 1.05~1.1 的安全系数考虑),又不能选泵过大,使水泵“大马拉小车”,低效运行,严重耗能。

c “调速泵在额定转速时的工作点,应位于水泵高效区的末端”。因调速泵按秒流量选泵,工作点即为达到秒流量时的工况点,而一天中管网出现秒流量的时间是短暂的,水泵大部分时间均在低于秒流量的工况运行,水泵工作点位于高效区末端,就能使水泵最大限度地在高效区运行,节能效果最佳。

(2) 泵组宜多台运行。一般离心泵运行的高效区流量范围为 $(1 \sim 0.5) Q$ 。而实际运行过程中,生活用水随用水人数、生活规律、用水器具等多因素的变化,用水量极不均匀。尤其是近年来兴建的居住小区,其入住率一般都低于 80%,甚至达不到 50%,但设计时必须按 100% 入住率设计。因此,如果采用变频调速泵组时不考虑这些因素,势必导致运行时水泵效率低下。较好的解决办法是多台大小不同的泵并联运行。晚间用水量极小时可辅以小泵+气压罐供水。

水泵的配置可以按下列选择: 对于用水量不大的单体建筑可选 3 台泵,1 台变频、1 台工频、1 台备用轮换工作。每台泵的流量可按 60% q (q 为设计流量) 选择。这样水泵在高效段运行时间相对比

按流量为 100% q 选泵要多得多。对于像小区集中供水这种难以准确计算其用水量的供水系统,可采用大泵、中泵多台并联并配晚间小泵加气压罐组合供水。运行过程中可以根据小区的入住情况随时调整,尽量避免大马拉小车的低效耗能供水运行状态。对于像冷却塔补水这种供水有规律,不存在接近零流量状态的供水系统,如选用变频调速泵组供水,则可根据冷却塔的台数,酌情配 2 工 1 备、1 工 1 备的方式,可不设小泵+气压罐。

(3) 推荐变压变量的供水泵组。目前工程设计中,绝大部分均是采用恒压变频供水泵组,其耗能不仅因它有部分时间段是低效工作,还因为它的运行只根据流量变化,而未根据压力的变化来相应调节。从图 3 可以看出此关系,对恒压变量泵,当管网流量为 Q_A 时,依管网特性曲线所对应扬程应为 H_A ,而恒压值为 H_S , $H_S - H_A$ 即为耗能耗水部分。图 3 中, H_0 为静扬程, H_A 为水泵变压变流量运行工作压力, H_S 为水泵恒压变流量运行工作压力, H_n 为水泵恒速运行工作压力, S 为水泵设计工作点, A 为水泵变压变流量运行工作点, A_1 为水泵恒压变流量运行工作点, A_2 为水泵恒速运行时工作点。

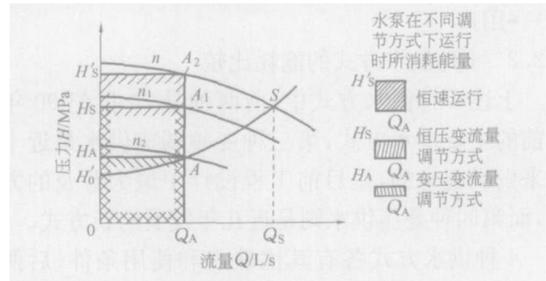


图 3 水泵耗能分析

工程实践中,如将恒压点移至管网最不利供水点附近(设计时应给电工种提此要求),这样就可达到变压变流量的工作状态,避免了上述 $H_S - H_A$ 引起的耗能耗水情况。

(4) 合理控制。一般变频调速供水泵组的控制概况如下:

a 控制模式。由管网上的压力传感器将压力信号 P 传至控制柜,控制柜内设定控制点,控制泵的运行工况——频率、转速和切换工作,当 P 达到设定值时,水泵在该转速下延时 30 s 后减速运行,依此类推,当达到设定最低电机频率的转速时,如 P

值仍稳定,则切换到小泵或气压罐工作。

b 根据系统对压力稳定的要求,设定压力波动范围,因为恒压泵实际上并非真正的恒压,实际运行时,有一波动范围,这一波动范围由人为设定。虽然有此范围会对用水有一定影响,但它有助于解决好水泵的切换、休眠及气压罐的工作。

c 设定电机频率。以往电机频率一般只能由 50 Hz 降至 40 Hz,因此,变频调速泵并非无级变速,其转速只能降到额定转速的约 80%,即电机功率并不能按照流量的递减一直递减,这也是变频调速泵组有部分时间低效工作耗能的原因。现在较好的变频设备已能将频率降至 25 Hz,大大改善了泵组的耗能情况。据了解,目前 25 Hz 已为极限,再降低转速,水就打不出去了。

设计应做的工作及应向设备厂商提出的要求:

a 如前所述,设计首先应根据系统用水量大小、供水的变化情况选择好的泵组,控制水泵尽量在高效段运行,并要避免泵组频繁切换。水泵应轮换工作,延长其使用寿命。

b 变频调速泵组配小泵 + 气压罐组合供水是设计采用最多的一种供水方式。其中设置气压罐有三个作用:一是短暂停电时维持小量供水;二是水泵切换工作时起稳定管网压力的作用;三是系统小流量时,配合小泵联合供水。

变频调速泵组切换成小泵(恒压泵) + 气压罐工作一般有两种控制方式,即按流量切换或按时间切换。

按流量切换就是当管网流量降到某值时,由小泵 + 气压罐工作。采用这种控制方式存在两个问题:其一,小泵与大泵均由一个压力传感器及其相应设定的压力范围内控制工作,这对恒压变量的供水系统,小泵 + 气压罐的工作肯定耗能,因为管网小流量时,管道阻力损失要比管网达设计秒流量时的阻力损失小得多,二者按同一压力值控制,很明显小泵 + 气压罐供水的压力远高于管网要求的实际压力,会造成耗能的后果。其二,切换成小泵工作流量值的确定如果不合适,将会造成大部分时间均由小泵工作,大泵闲置,而小泵一般只设 1 台,无备用,容易损坏。实际工程运行中确有不少这种情况。

为此设计选用按流量切换的控制方式时,一是宜选用变压变量的调速泵组,这样当小泵工作时,

其扬程因随管网阻力减小而减少,起到节能效果。二是应要求设备供应商按系统实际工况调好合理的切换流量值,避免泵组严重不均匀运行的状态。

按时间切换,一般是指晚间小流量时切换成小泵 + 气压罐工作,此时,泵组供水实质为:变频调速泵组与气压罐供水两种方式。也就是说小泵及气压罐的设计参数应按其小流量的工况来设计计算,否则也会出现上述小泵扬程偏高,运行耗能的情况。这就要求设计者应对两种供水方式分别进行管网水力计算,以选用合理的小泵及气压罐,并且两者不能共用一个压力传感器,而应在气压罐上单设启、停的压力传感器控制小泵的启停。

1.2.4 叠压供水设备供水

叠压供水也称无负压供水,是近年来发展起来的一种新的供水设备。下面将其概况及与节能相关的方面作一简介。

1.2.4.1 基本原理

叠压供水设备有多种型式,其基本原理如图 4 所示。设备由稳流罐、真空抑制器、压力传感器及变频供水设备及控制器组成。

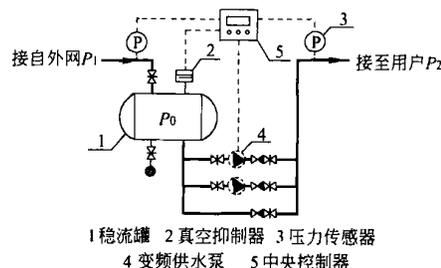


图 4 叠压供水设备基本组成示意

稳流罐与市政管网相连接,起储水稳压作用;真空抑制(破坏)器根据补偿器内的压力变化自动启闭,起补气作用,平衡补偿器内的压力,使之不产生负压;控制器则根据管网上的压力、流量信号等进行分析,对真空抑制器及水泵进行控制。

1.2.4.2 适用条件及注意点

直接供水的供水方式以往大都是不允许的,因此,应用这种新型供水设备虽然节能且可消除二次污染,但必须限定使用条件,并对这种供水设备提出技术要求。目前,这种设备尚无国家标准和规范,推荐性规范正在编制。天津、北京两市是应用叠压供水设备较早较多的大城市,为了规范使用叠压供水

设备,两市自来水主管部门制定了相应的试点条件和技术要求,以下摘录其要点供参考:

天津市颁布的“直接加压供水设备试点条件”中关于“试点项目的设计、安装条件”的要求:

(1) 凡可能对公共供水管网造成回流污染危害的相关行业(如医院、医药行业、化工行业等)严禁设计、安装、使用直接加压供水设备。

(2) 直接加压供水设备的吸水管应独立接自市政环状管网(或小区环状管网),且供水管径必须 150 mm,当市政管网管径为 150 mm 时,供水设备吸水管管径不得大于 50 mm;市政管网管径为 200 mm 时,供水设备吸水管管径不得大于 80 mm;市政管网管径为 300 mm 时,供水设备吸水管管径不得大于 100 mm。

(3) 设备安装处市政管网水压能确保在 0.2 MPa 以上。

(4) 直接加压供水设备吸水管流速应不大于 1.5 m/s。

(5) 直接加压供水设备利用市政供水管网压力不得大于 0.12 MPa。

北京市自来水集团亦颁布类似的文件,其要点为:

(1) 使用无负压供水设备的外接市政供水管线管径应 300 mm,其所处地区管网压力应 0.22 MPa。

(2) 楼前供水干管管径应 150 mm。

(3) 单套供水设备的额定供水量不得大于 32 m³/h。

(4) 采用该方式供水的小区,总建筑面积不得大于 20 万 m²。

(5) 无负压供水设备启动时,泵吸水口压力下降低不得超过 0.02 MPa。

(6) 设备应具有由泵吸水口压力控制的自动开停功能。吸入口压力低于 0.2 MPa 时自动停泵,吸入口压力达到 0.22 MPa 时自动恢复运行。

1.2.4.3 水泵的选择

叠压供水系统是否节能,节能效果的好坏,主要取决于市政管网供水压力的稳定情况及泵组选择的合理性。因此设计选用这种供水方式时,首先应征得当地市政供水主管部门的批准,即要符合类似上

述北京、天津所颁布的适用条件和要求。在此基础上选择叠压供水设备的扬程,就可以利用市政供水管网的压力,使水泵的工作真正达到叠压节能的效果。但是有的叠压供水设备的设计,为了安全供水,选泵时,其扬程未减去市政供水管网可利用的水压,仍按一般的变频供水泵组选泵,使水泵低效工作时间增长,导致选用节能的设备实际工作时成了耗能设备。

1.2.5 推荐的供水方式

推荐采用常速泵组+高位水箱叠压供水的最节能、节水的供水方式,见图 5,这种组合供水的方式具有如下特点:

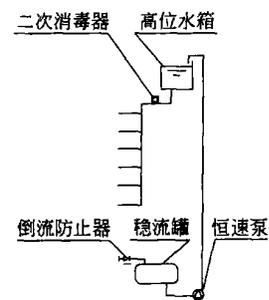


图 5 组合供水方式

(1) 可利用市政供水压力。

(2) 水泵流量 Q 可按最大小时流量选泵,其值仅为变频调速泵组采用设计秒流量 q_s 值的 1/1.5~1/3。

(3) 水泵均在高效段运行。

(4) 高位水箱有很大的调节水压、水量的能力,因而供水安全、稳定、节水。

(5) 与叠压供水方式相比,它需要设置高位水箱,占地占空间,且需加二次供水消毒设施,这一点和变频调速泵组供水相似。

1.3 节水器具与仪表

(1) 节水龙头。水龙头是千家万户必需的用品,是耗水耗能的大户,也是最具节水节能潜力的产品。从目前国内市场供应的节水龙头产品来看,主要存在档次低、质量差的问题。据资料介绍:2005 年北京市检测陶瓷密封水嘴、大便器冲洗阀及坐便器低水箱配件,合格率分别为 38%、30% 和 50%。因此,提高节水龙头等产品的质量是节能节水的一件大事,同时,设计者应向建设单位推荐采用质量好的节水龙头。

(2) 公共场所的卫生间应推荐采用非接触(感应式)水嘴、便器冲水阀,这样既节能节水又卫生,不应采用无控制花管长流水的小便槽。

(3) 水表及计量装置。用水设备安装水表等计量装置,是节水的重要措施之一,“规范”已就此作了明确的规定。设计应根据业主、物业管理等的要求选择合适的质量好的水表。

(4) 企事业单位、学生宿舍的公共浴室、淋浴间等推荐刷卡用水,实践证明,此节水措施行之有效。

2 热水

2.1 热源选择

生活热水供应系统所耗能源占整个建筑能耗的10%~30%,而其中用于制备生活热水的热源又占其系统能耗的85%以上,因此合理选择生活热水的热源对于节能有举足轻重的作用。

2.1.1 集中热水供应系统热源选择

集中热水供应系统的热源可按下列顺序选择:

(1) 工业余热、废热。利用工业余热、废热,变废为宝,既可节能又消除了污染,在有此条件的地方应优先利用。

(2) 地热水资源丰富且允许开发的地区,可根据水质、水温等条件,用其作热源,也可直接用其作为生活热水。但地热水按其形成条件不同,其水温、水质、水压等均有很大差别,设计中应采取相应的升温、降温、去除有害物质的措施,以保证地热水的安全合理利用。地热水的热、质应充分利用,有条件时应综合利用,如先将地热水用于发电,再用于空调采暖、理疗和生活用热水。

(3) 太阳能是一种取之不尽的最有条件推广应用的热源。凡当地年日照时数大于1200h,年太阳辐射量大于4200MJ/m²及年极端最低气温不低於-45℃的地区均可采用太阳能作为热源。

(4) 有水源(含地下水、地表水、污废水)可供热回收利用的地方、气候温暖地区、土壤热物性能较好的地方可分别采用水源、气源、地源热泵制备热源,或直接供给生活热水。水源、气源热泵在国内已应用较多,地源热泵虽有节能、不污染水源、对建筑环境的热污染和噪声污染小等优点,但其设计、计算复杂,目前国内尚处于开发研究阶段。此外,空调系统冷冻水、冷却水的废热,游泳馆中湿热空气中的废热

亦可通过热泵回收制备热源或直接供给生活热水。

(5) 选择能保证全年供热的城市热网或区域性锅炉房的热水或蒸汽作热源。如热网或区域性锅炉房仅在采暖期运行,则应经经济技术比较后确定热源。

(6) 上述条件不存在、不可能或不合理时,可采用专用的蒸汽或热水锅炉制备热源,也可采用燃油、燃气热水机组制备热源或直接供给生活热水。

(7) 当地电力供应较富裕,有鼓励夜间使用低谷电的政策时,可采用电能作热源或直接制备生活热水。

2.1.2 局部热水供应系统热源选择

局部热水供应系统的热源可因地制宜的采用太阳能、空气源热泵、电、燃气等。当采用电作为热源时,宜采用储热式电热水器,以降低耗电功率。

2.2 基本参数的合理选择与设计

热水用水定额、耗水量、耗热量、供水水温、水质等热水系统的基本设计参数对于热水系统的合理运行、能耗等有很大影响。因此,应根据工程的具体条件合理选择这些参数。

2.2.1 热水用水定额

热水用水定额应根据卫生器具完善程度和地区条件按“规范”的规定选择,但根据多项设有集中热水供应系统的居住小区实测调查,居民热水用水定额均低于“规范”热水用水定额中的低限值。因此,居住建筑的热水用水定额除水资源丰富的炎热地区外,推荐按“规范”热水用水定额中的低限值选用。

2.2.2 热水量、耗热量计算

(1) 设计计算用水人数、单位数应尽量准确。

(2) 小时不均匀系数 K_h 值是影响设计小时耗热量大小的关键参数, K_h 值偏大且与给水的 K_h 值不对应等是“规范”中热水部分的一大弊病。近年来在对一些工程集中供应热水系统的用水逐时变化实测分析的基础上,对 K_h 值进行了分析计算调整,其结果见表2。

表2 热水小时变化系数 K_h 值

类别	K_h	类别	K_h
住宅	4.6~2.75	公共浴室	3.2~1.5
别墅	4.2~2.45	医院	3.7~2
旅馆	3.4~2.2	餐饮业	2.6~1.5
幼儿园	4.8~2.7	办公楼	5.7~2.5

(3) 设计小时耗热量的计算,应根据集中热水

供应系统全日或定时供应热水,同一热水系统中,不同类别建筑、不同用水部门的最大用水时段等使用条件分别按“规范”中关于设计小时耗热量的相应条款和公式计算。不应不加以分析就将同一热水系统中不同用水部门或建筑物的设计小时耗热量叠加,作为系统的总设计小时耗热量进行计算。

2.2.3 供水水温

集中热水供应系统的水加热设备宜在满足配水点处最低水温要求的条件下,根据热水供水管线长短、管道保温情况等适当采用低的供水温度,以缩小管内外温差,减少热损失,节约能源。

一般集中热水供应系统水加热设备的供水温度可为 50~60 。

2.2.4 供水水质及水质处理

热水的供水水质对节能的影响主要是冷水的碳酸盐硬度大时,将在水加热设备及管道内形成水垢,严重降低水加热设备的换热效果,造成热能损耗。因此,对于碳酸盐硬度大的冷水应采取适宜有效的水质软化或水质稳定措施。

2.3 系统设计

2.3.1 配水点处冷热水压力的平衡

集中热水供应系统应保证配水点处冷热水压力的平衡,其保证措施为:

(1) 高层建筑的冷、热水系统分区应一致,各区分水加热器、储水罐的进水均应由同区的给水系统专管供应。当不能满足时,应采取合理设置减压阀等措施保证系统冷、热水压力的平衡。

(2) 同一供水区的冷、热水管道宜相同布置并推荐采用上行下给的布置方式。

(3) 应采用被加热水侧阻力损失小的水加热设备,直接供给生活热水的水加热设备的被加热水侧阻力损失宜不大于 1 mH₂O。

2.3.2 合理设置热水回水管道

合理设置热水回水管道,保证循环效果,节能节水。

(1) 集中热水供应系统应设热水回水管道,并设循环泵,采取机械循环。

(2) 热水供应系统应保证干管和立管中的热水循环。

(3) 独栋建筑的热水供应系统,循环管道宜采

取同程布置的方式。当系统内各供水立管(上行下给布置)或供回水立管(下行上给布置)长度相同时,亦可将回水立管与回水干管采用导流三通连接,保证循环效果。

(4) 小区集中热水供应系统的循环管道可不采用同程布置的方式。当同一供水系统所服务单体建筑内的热水供、回水管道布置相同或相似时,单体建筑的回水干管与小区热水回水总干管可采用导流三通连接的措施;当不满足上述要求时,宜在单体建筑接至小区热水回水总干管的回水管上设分循环泵,确保各单体建筑热水管道的循环效果。

2.3.3 站室

(1) 小区集中热水供应系统应与小区给水系统统一规划设计,以利冷、热水系统分区一致,各用水点处冷热水压力平衡。

(2) 水加热站宜靠近用热量大的用户布置,以减少管路热损失。

2.4 加热设备选择

(1) 选择间接水加热设备时,从节能要求应考虑下列因素: 被加热水侧阻力损失小,阻力变化小,所需循环泵扬程低,且可保证系统冷、热水压力的平衡。 换热效果好,换热充分。当热媒为低温热水时,一次换热能取得 50 的生活热水;当热媒为蒸汽时,凝结水出水温度 60 ,热媒热量得以充分利用。

(2) 选择燃油燃气热水机组、热水锅炉时,应选用热效率高、排烟温度较低、燃料燃烧完全,无需排烟除尘的设备。

(3) 热水循环泵。 热水循环泵的流量和扬程应经计算确定。 为了减少管道的热损耗、减少循环泵的开启时间,可根据管网大小、使用要求等确定合适的控制循环泵启停的温度,一般启停泵温度可比水加热设备供水温度分别降低 10~15 和 5~10 。

2.5 管材、阀件及水表选择

(1) 热水系统选用管材、阀件除应满足工作压力和工作温度的要求外,尚应满足管道与管件、阀门连接处的密封性能好,材质不影响水质等,以免漏水耗能。

(2) 水加热设备必须配置自动温度控制阀门或

装置,以保证安全、稳定的供水温度,避免因供水温度的大波动造成安全事故和增大能耗。自动温度控制阀应采用温包灵敏度高、传感机构耐久可靠、泄漏率低的产品。

(3) 混合水龙头是热水系统使用最多的终端配水器材,设计宜推荐采用调节功能、密封性能好,耐久节水的产品。

(4) 集中热水供应系统设置水表的要求同给水系统,详见“规范”2.1.4条第2款。

2.6 保温及管道敷设

(1) 热水系统设备、管道的保温好坏,对其能耗影响很大。

(2) 保温绝热材料应符合下列要求: 导热系数低; 密度小,机械强度大; 不燃或难燃,防火性能好; 当用作金属管道的保温层时,不会对金属外表产生腐蚀。

(3) 水加热设备、热水供回水管道(除入户支管外)及阀门均应作好保温处理,保温隔热层外还应作保护层。保护层材料应选用强度高、使用环境温度下不软化、不脆裂、抗老化、耐久的产品。

(4) 入户支管当其明装在吊顶内时,宜作保温层,暗装的管道因难以作保温处理,且因管径小、散热快,其管道长度应控制在10 m以内。

(5) 室外热水管道的敷设。室外热水管道宜采用管沟敷设,以利于保证管道安装、保温处理及维护、修理、保温层的更换,并且有利于减少管道的散热损失。当室外热水管道采用直埋敷设时,应根据当地土壤类别、地下水位高低等因素,做好保温、防水、防潮及保护层。且应对阀门、法兰、支架等易产生热桥处做好密封处理。管线较长者还宜设在线检测仪表,以保证直埋管道的正常运行,减少热损失。

2.7 对运行管理提出设计要求

集中热水供应系统的运行管理是减少热损失、节约能源、降低运行成本、降低热水收费标准,从而确保系统合理、正常运行的另一关键因素。设计宜要求运行管理作好下列日常记录,为系统合理运行提供依据:

(1) 水加热设备的热媒进出口、被加热水进出口的温度、压力,按小时记录。

(2) 热水循环泵启、停温度按日记录,循环泵每日开、停时间定时记录。

(3) 热水用水量分区逐时记录。

(4) 当采用油、气、煤为燃料时,其用量逐日记录。

(5) 当采用饱和蒸汽或热媒水为热媒时,逐时记录其流量。

3 其他给排水

3.1 中水

(1) 中水系统设计应进行水量平衡计算,使系统能合理运行,即中水得到充分利用,所需自来水补水水量减到最少。

(2) 原水调节池(箱)、中水储存池(箱)容积宜适当加大,中水处理设施宜按一天连续运行16 h设计计算处理能力,借以减少运行负荷和电耗。

(3) 中水储水池(箱)所设自来水补水管,其补水阀应控制在中水供水泵启泵水位之下,或在缺水报警水位时才开启,当达到正常水位时应关闭。

(4) 中水供水系统的节能措施均同给水系统。

3.2 冷却循环水

(1) 收集工程所在地与冷却塔冷效相关的气象参数,为设计计算和正确选择设备提供准确依据。

(2) 合理选择塔型,在空气湿球温度较低的干燥地区,可在设备厂家的配合下,经设计计算适当提高冷却水进出水温差,减少循环水量及循环水泵能耗,缩小循环管道管径,节能、节材、节地。

(3) 根据循环水水质情况,采取合理可靠的水质处理措施,避免因水质不好引起冷却水在冷却塔、管道及制冷机组内结垢,并产生菌藻和腐蚀。确保冷却塔及制冷机组的换热效率。

(4) 冷却塔的具体选型要求及循环冷却水处理方法等详见《全国民用建筑工程设计技术措施 给水排水》有关章节。

(5) 冷却塔设置位置及其布置对其散热效果有很大影响,其具体要求详见《全国民用建筑工程设计技术措施 给水排水》有关章节。

4 结语

本文就笔者工作中遇到的一些涉及建筑给排水节能、节水的技术问题提出来与读者探讨,目的是澄清一些模糊的概念,提高本专业的设计水平,为节能、

分区并联供水在超高层住宅的应用实例

许江华

(中信华南(集团)东莞有限公司,东莞 523123)

摘要 以广州中信君庭住宅项目为例,介绍了分区并联供水在超高层住宅中的应用、调试、运行情况,介绍了供水系统的防超压、防水锤的措施。对系统运行中的副泵频繁启动问题进行了分析,提出多功能阀的缓闭时间调整应兼顾削弱水锤及调节气压罐的作用。讨论了设备及管材的选型,强调对施工的严格要求。

关键词 超高层住宅 分区并联供水 超压 水锤 多功能阀 副泵 气压罐

0 引言

建筑高度不超过 100 m 的高层建筑,一般低层部分采用市政水压直接供水,高层部分根据静水压力不宜大于 0.45 MPa 的原则划分竖向供水区段,每一分区各自采用一组调速泵供水,这就是垂直分区并联供水系统,此方式是目前建筑高度小于 100 m 的高层建筑供水方式的主流。而对于超高层建筑尤其是超高层住宅,采用分区并联供水系统的案例并不多见。根据《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003) 3.3.6 条“建筑高度不超过 100 m 的建筑生活给水系统,宜采用垂直分区并联供水或分区减压的供水方式。建筑高度超过 100 m 的建筑,宜采用垂直串联供水方式。”规范推荐采用垂直串联供水的原因在条文说明中的解释为:“对建筑高度超过 100 m 的高层建筑,若仍采用并联供水方式,其输水管道承压过大,存在安全隐患,而串联供水可以化解此矛盾。”但是,采用串联供水方式就需要设置转输水箱和转输水泵,楼层中间部位必须要有放置设备的空间。

节水做出贡献。本文节水部分主要是围绕与节能相关的内容来写的,文章中未提及的雨水、杂用水回收、管道内流速的控制、管材选用、管网布设、设备构筑物材质等,亦是建筑给排水专业节水、节能的重要组成部分,工作中不可忽视。

参考文献

- 1 付婉霞,曾雪华. 建筑节水的技术对策分析. 给水排水, 2003, 29(2):47~53

根据《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95,2005年版)6.1.13条“建筑高度超过100m的公共建筑,应设置避难层(间)”,6.1.13.4条“避难层可兼作设备层,但设备管道宜集中布置。”所以对于超高层的公共建筑来说,这些设备可以设置在避难层。但对于超高层住宅来说,由于没有避难层,采用串联供水显然不现实,即使采用变频调速供水泵组,用倒流防止器替代转输水箱,转输水泵的设置位置也难以解决。

根据规范,超高层住宅如果要采用分区并联供水系统,必须解决系统的安全性问题。为保障加压供水的安全性,必须在设备的选型、管材的选用、施工的管理等多方面严格把关。现以广州中信君庭住宅项目为例,介绍分区并联供水在超高层住宅中的应用情况。

1 项目简介

中信君庭项目,由A~E5座塔楼组成,建筑上部为33~43层不等,1~4层为裙楼,地下2层,生活

- 2 何政斌,金海城,周炳强,等. 变频调速变压变流量供水设备的研制及运行效果分析. 给水排水,1998,24(10):59~63
- 3 李刚. 无负压管网增压设备应用探讨. 给水排水,2004,30(4):88~91
- 4 李旭东,章崇伦. 试论二次供水系统的优化方案. 天津建筑给排水技术信息,2004,(试刊):19~21

通讯处:100044 北京西外车公庄大街19号

电话:(010)68302056

收稿日期:2006-09-06