

从低碳设计角度比较新旧版 设计技术措施

北京京北职业技术学院 刘婷婷[☆]

摘要 将2009年修订的《全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力》与2003年版进行了比较,总结了2009年版中提出的将低碳设计落到实处的16项具体措施,包括室内设计温度、集中供暖系统热计量、排风热回收等的规定,并举出具体实例证实了这些措施的节能减排能力。

关键词 节能减排 低碳设计 供暖 空调

Comparison between design technical measures in 2003 and 2009 editions based on the low carbon design measures

By Liu Tingting[★]

Abstract According to the comparison, summarizes 16 specific measures which can put low carbon design into practice, including the provisions of indoor design temperature, heat metering for central heating system and exhaust air heat recovery etc, and presents some examples which can confirm the energy-saving and emission-reduction capacity of these measures.

Keywords energy-saving and emission-reduction, low carbon design, heating, air conditioning

★ Northern Beijing Vocational Education Institute, Beijing, China

①

0 引言

我国的人均能源并不丰富,且环境污染状况较为严重,节能减排成为一项十分重要和紧迫的任务。笔者将2009年修订的《全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力》^[1](以下简称《2009版措施》)与2003年版《全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力》^[2](以下简称《2003版措施》)进行了比较,简要总结了一些将低碳设计落到实处的具体技术措施。

1 空调系统室内设计计算温度的变化

《2009版措施》表1.2.2中列出的有些房间空调系统室内计算温度夏季比《2003版措施》高1℃左右,而冬季低1℃左右。例如,《2003版措施》规定旅馆的客房、宴会厅、餐厅室内设计计算温度夏季为24~27℃,冬季为18~22℃,而《2009版措施》夏季升高为25~27℃,冬季降低为18~20℃。

夏季空调室内设定温度每升高1℃,相当于空

调压缩机每天少工作1h。以2007年7月9日为例,当天北京市总用电负荷约为1000万kW,调高空调设定温度1℃可削减负荷6万kW,这些能量可以支持12列动车组同时启动。

2 新增集中供暖系统热计量的有关规定

《2009版措施》第2.1.9~2.1.13条新增了集中供暖系统热计量的有关规定。《2009版措施》第2.1.9条明确规定:“建筑物采暖系统的热力入口处,必须设置楼前热量表,作为该建筑物采暖耗热量的热量结算点。对于居住建筑,集中采暖系统,必须设置住户分户热计量(分户热分摊)的装置或设施。”

我国若实施分户热计量,年供暖节煤量可达

①☆ 刘婷婷,女,1981年6月生,硕士研究生,讲师
101400 北京市怀柔区小中富乐一区188号
(0) 13552797958
E-mail:lttgrace@163.com

收稿日期:2011-01-18

修回日期:2011-02-15

1.15 亿 t, 由此每年可相应减少 CO₂ 排放量达 4.22 亿 t, 这还不包括相应减少的大量灰分、硫化物、碳化物、氮化物等污染物的排放。以北京为例, 2007 年北京的供暖建筑面积约为 5.89 亿 m², 若实施分户热计量, 在供暖期每天的供暖节煤量达 5.7 万 t, 由此每天减少的 CO₂ 排放量为 20.8 万 t^[3]。

3 新增分区分时供热的要求

《2009 版措施》第 3.5.1 条新增分区分时供热的要求。《2009 版措施》第 3.5.1 条第 3 款中第 6 项明确规定:“当公共建筑室内系统使用时间不同时, 宜分区分时供热。”

分区分时供热节能效果明显, 例如对于学校或影剧院来说, 放假或不使用时只需要值班温度 5℃, 这时候应该采用分区分时供热。举例来说, 吉林大学南校区冬季供暖建筑面积为 1 782 923 m², 由校区内独立的锅炉房作为热源, 全年供暖总能耗为 1.876 PJ。而如果采用分区分时供暖方法, 在正常工作日全天对用户供暖系统实施分两个阶段改变流量的调节, 在寒假期间, 学生宿舍楼、教学楼、图书馆、办公楼、实验室和食堂采用全天值班供暖, 全年总能耗为 1.495 PJ, 节省能耗为 0.381 PJ, 相当于年节约标准煤 12 998 t。可见, 分区分区供暖的节能潜力是相当巨大的^[4]。

4 新增排风热回收有关规定

《2009 版措施》第 4.7 节新增排风热回收有关规定。《2009 版措施》第 4.7.1 条第 2 款以及《2007 年全国民用建筑工程设计技术措施 节能专篇》^[5] (以下简称《2007 版节能专篇》) 中规定:“当建筑物内设有集中排风系统且符合下列条件之一时, 宜设计热回收装置:

- 1) 当直流式空调系统的送风量大于或等于 3 000 m³/h, 且新风、排风之间的设计温差大于 8℃时;
- 2) 当一般空调系统的新风量大于或等于 4 000 m³/h, 且新风、排风之间的设计温差大于 8℃时;
- 3) 设有独立新风和排风的系统时;
- 4) 过渡季节较长的地区, 当新风、排风之间实际温差的度时数大于 10 000 (℃·h)/a 时。”

使用排风热回收装置, 用排风中的余冷余热来预处理新风, 可以减少处理新风所需的能量, 降低机组负荷。有关数据显示, 当显热热回收装置回收

效率达到 70% 时, 就可以使供暖能耗降低 40%~50%, 甚至更多^[6]。排风热回收的应用很广, 无论是居住建筑、办公建筑, 还是商用建筑都可以使用, 特别是对室内污染较大、空气质量要求较高, 新风量要求很大、甚至是全新风的应用场合都有着尤为突出的节能效果^[7]。

排风热回收装置利用气-气换热器来回收排风中的冷热量对新风进行预处理。根据回收热量的形式, 可分为显热回收装置和全热回收装置两种^[8]。影响排风热回收效果的有换热器的换热效率、排风装置运行时间、室内外温差 (比焓差) 等几个因素, 所以在具体设计和应用时要根据当地实际温湿度、空调运行时间等来分析, 合理选择回收方式, 确定回收装置运行的时间等, 以使得系统具有最好的节能性。根据我国的气候条件, 在南方城市 (如广州、深圳等) 及中部常年较潮湿的城市 (如武汉、长沙、重庆等) 较适宜用全热回收, 在北方气候寒冷、湿度较小的城市 (如哈尔滨、北京、沈阳等) 较适宜用显热回收^[9]。

5 新增设置回风机的要求

《2009 版措施》第 5.6.1~5.6.2 条新增设置回风机的有关规定。第 5.6.1 条规定:“全空气空调系统符合下列情况之一时, 宜设回风机:

- 1 新风量需连续变化、其他排风方式不能适应风量变化要求;
- 2 回风系统阻力较大, 设置回风机技术、经济合理。”

有些建筑物设置回风机, 在过渡季时可以采用全新风制冷, 回风全部排走。例如存在大量内区的国家大剧院, 为充分利用室外空气作为冷源, 全空气系统均采用了设回风机的双风机空气处理机组, 过渡季可使用全新风, 冬季可调节新风量, 其节能效果较为明显。空气处理机组设置了回风机, 冬季利用温暖的回风与寒冷的新风混合至 5℃ 以上送入室内, 夏季和过渡季采用全新风, 比冬季设置加热盘管的方案节省了能量^[10]。

6 新增减少风机耗功率的措施

《2009 版措施》第 5.6.5 条规定:“空调风系统应采取以下减少风机耗功率的措施:

- 1 应合理布置和划分风系统的服务区域, 风道作用半径不宜过大; 高层民用建筑在其层高允许的情况下, 宜分层设置空调系统; 当需要在垂直方

向设置空调系统(如新风系统)时,应符合 4.12.2 的防火要求;当符合 4.12.2 要求,层数不受限制时,每个系统所辖层数也不宜超过 10 层;

2 风道设计与连接应符合 4.6 节的要求;

3 风管内风速不应过大,可根据空调区域的噪声要求按 9.1.5 的规定确定;

4 应合理选用空调通风系统的风机:

1) 风机压头和空气处理机组机外余压应计算确定,不应选择过大;

2) 应采用高效率的风机和电机;

3) 有条件时宜优先选用直联驱动的风机。”

7 修改空调冷热水系统有关规定

《2009 版措施》第 5.7.3 条第 3 款规定:“具有较大节能潜力的空调水系统,在确保设备的适应性、控制方案和运行管理可靠的前提下,可采用冷源侧和负荷侧均变流量的一次泵(变频)变流量系统。”第 4 款规定:“采用换热器加热或冷却的空调热水或冷水系统,其负荷侧二次水应采用二次泵变频调节的变流量系统。”《2009 版措施》第 5.7.4 条第 3 款规定:“冷水机组与冷水循环泵之间,宜采用一对一独立接管方式;机组数量较少时,宜在各组设备接管之间设置互为备用的手动转换阀。”

此款规定可以避免出现“大流量、小温差”而导致水泵耗电量增大,浪费能量的情况。

一栋典型的公共建筑,空调负荷率低于 70% 的时间在全年超过 90%,因而在部分负荷情况下保持空调系统较高的制冷效率,对节能就有非常重要的意义。空调负荷下降时输送冷量的冷水流量的需求也下降,因而可通过减少冷水的输送量来降低水泵的能耗,目前备受推崇并且广泛使用的就是变频调速变流量技术。水泵流量减小时,轴功率将迅速下降,表 1 列出了当流量变化时,水泵轴功率的变化情况^[11]。

表 1 部分流量下水泵的轴功率 %

流量	100	90	80	70	60	50
功率	100	72.9	51.2	34.3	21.6	12.5

由表 1 可见,在变频变流量的情况下,水泵的功耗显著下降,节能效果非常明显。

8 建议风机采用变频调速控制

《2009 版措施》第 5.11.12 条第 4 款规定:“空气处理机组的风机应采用变频调速控制。”

从空调系统能耗情况来看,风机输送动力能耗约占整个空调系统的 50%,如何降低这部分能耗是空调系统节能的重要环节之一。例如,某地下工程空调系统风机额定功率为 5.5 kW,运行时间为 16 h/d,全年以 365 d 计,当地电价为 0.8 元/(kW·h),所配变频器投资为 8 600 元/台,贷款利率为 4.5%。经过分析计算,该工程采用变频调速风机,全年节能量达 7 319 kW·h,折合人民币 5 855.2 元^[12]。

9 新增水环热泵空调系统有关规定

《2009 版措施》第 5.13 节及《2007 版节能专篇》新增水环热泵空调系统。

水环热泵空调系统是回收建筑物内余热的系统,它的节能效果和环保效益与气象条件、建筑特点及辅助热源形式(电锅炉、燃煤锅炉等)等因素有关。水环热泵空调系统中热泵机组全年绝大部分时间按制冷工况运行的场合,与使用风机盘管系统相比,一般来说是不节能的,相应也无环保效益;只有在建筑物有余热的条件下,水环热泵空调系统按供热工况运行时,才具有节能和环保意义。因此,在建筑物内区有余热,且外区需要用热的场合,其节能效果才好,而且这种情况持续时间越长的地区,越适合应用水环热泵空调系统^[13]。

10 新增蒸发冷却空调系统有关规定

《2009 版措施》第 5.15 节及《2007 版节能专篇》新增蒸发冷却空调系统。这种系统节能经济,但是对气候条件有要求,主要用于干燥缺水地区。

蒸发冷却过程是以水作为制冷剂的,由于不使用 CFC,因而对大气环境无污染,而且可直接采用全新风,极大地改善了室内空气品质。据有关文献对蒸发冷却空调在乌鲁木齐、西安、哈尔滨、北京的应用分析可知:其运行能耗约为常规空调设备的 1/5(机械制冷系统装机功率 50 W/m² 左右,蒸发冷却系统装机功率 10 W/m²,节电 80%);从初投资方面看,约为常规空调设备的 1/2(机械制冷方式造价 400 元/m² 左右,蒸发冷却系统造价 250 元/m² 左右,节省投资 30%~50%)^[14]。

11 规定选用节能型产品

《2009 版措施》第 6.1.11 条规定:“电动压缩循环冷水(热泵)机组,在名义制冷工况条件下,性能系数不得低于表 6.1.11-1 的规定值;有条件时,应优先选择采用表 6.1.11-2 中能效等级为 2

级或 1 级的节能型产品。”第 6.1.14 条规定：“名义制冷量大于 7 100 W、采用电机驱动压缩机的单元式空调机、风管送风式和屋顶式空调机组时，在名义制冷工况条件下，其能效等级 (EER) 不应低于表 6.1.14 中的 4 级 (不包括多联机)。有条件时，应优先采用 2 级或 1 级的产品。”

机组的能效等级指标共分为 5 级，其中 1 级的能效等级 COP 最高，2 级其次，应优先选用。

12 新增热泵系统有关规定

《2009 版措施》新增第 7 章热泵系统，包括空气源热泵系统、地下水地源热泵系统、地表水地源热泵系统、海水源热泵系统、地埋管地源热泵系统、污水源热泵系统 6 个部分。

热泵实质上是一种热量提升装置，它本身消耗一部分能量，把环境介质中储存的能量加以挖掘，提高品位进行利用，而整个热泵装置所消耗的功仅为供热量的 1/3 或更低，这就是热泵节能的关键所在^[15]。

13 建议采用新型燃料

《2009 版措施》第 8.2.9 条第 3 款规定：“水煤浆的燃烧方式与燃油相同，在有水煤浆供应的地区，可作为油的替代燃料。”

水煤浆是由约 70% 的煤粉、约 30% 的水及少量的化学添加剂经强力搅拌而成的煤水两相流浆体。作为燃料，具有低污染、易输送、燃烧效率高优点，但煤粉不好处理，消烟除尘难。某公司实际运行数据分析表明，燃烧重油与燃烧水煤浆的等热值单位燃料差价在 1 900~2 200 元。燃料成本下降达到 44%^[16]。由于水煤浆中含有大约 30% 的水分，燃烧后便于灰尘集中，通过静电除尘器能及时除去，有利于粉尘控制，得到了良好的环境效益。

14 建议采用带换热设备的二次间接供热系统

《2009 版措施》第 8.11.6 条规定：“当常压锅炉房需要同时向低层建筑和高层建筑供热，或需要向两种不同供水温度的用户供热时，可采用带换热设备的二次间接供热系统。”

目前的供暖系统中，地板辐射供暖与散热器供暖两种形式并存的情况十分普遍。地板辐射供暖的室内供水温度不能超过 60℃，有些情况下 30~40℃就已足够，而散热器供暖的室内供水温度在最冷天则需达到 80℃甚至更高。因此，这两种供

暖用户不能同时与室外热网进行简单的直接连接。面对这种情况，带换热设备的二次间接供热系统或直连混水供暖方式可以很好地解决问题，节约能源^[17]。

15 建议利用烟气余热

《2009 版措施》第 8.13.8~8.13.9 条及《2007 版节能专篇》作出了燃煤、燃气锅炉烟气余热利用的有关规定。

某公司的 1 580 mm 热轧加热炉在设计上采取了诸多节能措施，其中之一就是在水平烟道内设置了高效管状换热器预热助燃空气，回收出炉烟气余热，其余热回收率达 44.1%。在降低能源消耗量的同时，能源成本得到进一步控制，能源与环保相结合，产品生产对环境的污染得到有力的控制^[18]。

16 “第 11 章监测与控制”中多次提到节能控制

《2009 版措施》第 11.1.3 条规定：“不具备采用集中监控系统条件，当符合下列条件之一时，宜采用就地的自动监控系统：……3 可合理利用能量，实现节能运行。”第 11.1.6 条规定：“暖通空调·动力专业监测与控制系统的的设计包括以下范围：……7 宜提供运行管理的节能控制方案。”第 11.7.5 条规定：“通风系统宜进行以下节能控制：

1 在人员密度相对较大且变化较大的房间，可根据室内 CO₂ 浓度或人数/人流量检测值，实现改变最小新风比或最小新风量的控制；

2 地下停车库的通风系统，可根据使用情况对通风机设置定时启停或台数控制，或根据车库内的 CO 浓度或车辆数检测值进行自动运行控制；车库送热风时，应根据车库内的 CO 浓度或车辆数检测值进行自动运行控制；

3 变配电室等发热量和通风量较大的机房，宜根据使用情况或室内温度设置风机定时启停、台数或双速运行控制。”

17 结语

随着能源价格不断上涨、能源需求迅速增加、环境污染日益加剧，节能减排在我国已经被作为一项政策提出。目前我国暖通空调的能耗总量已超过一次能耗总量的 20%，因而节约暖通空调系统能耗，提高能源使用效率，减少污染物排放就显得越来越重要。如果设计人员在暖通空调系统设计时能严格按照《2009 版措施》中提出的各项低碳设

计措施,将节能减排思想落实到各个设计的细节当中,实现低碳设计就不再是口号了。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司,中国建筑标准设计研究院. 全国民用建筑工程设计技术措施(2009) 暖通空调·动力[M]. 北京:中国计划出版社,2009
- [2] 建设部工程质量安全监督与行业发展司,中国建筑标准设计研究所编. 全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力[M]. 北京:中国计划出版社,2003
- [3] 李世武. 我国实施采暖建筑分户热计量的关键问题与创新突破[J]. 中国科技产业,2007(12): 60-63
- [4] 冉春雨,周晓亮,王春清. 分区分时供暖节能探讨[C]//全国暖通空调制冷 2008 年学术年会资料集,2008:28-30
- [5] 建设部工程质量安全监督与行业发展司,中国建筑标准设计研究院. 全国民用建筑工程设计技术措施 节能专篇 暖通空调·动力[M]. 北京:中国计划出版社,2007
- [6] 江亿. 我国建筑耗能状况及有效的节能途径[J]. 暖通空调,2005,35(5):30-40
- [7] Irwin D R, Simonson C J, Saw K Y, et al. Contaminant and heat removal effectiveness and air-to-air heat/energy recovery for a contaminant air space[G]//ASHRAE Trans, 1998,104(2):433-447
- [8] 郑钢. 热回收节能在空调系统中的应用[J]. 能源技术,2005(6):124-126
- [9] 袁旭东,柯莹,王鑫. 空调系统排风热回收的节能性分析[J]. 制冷与空调,2007(1):76-81
- [10] 孙敏生,马晓均,李永振,等. 国家大剧院暖通空调方案及节能措施[C]//全国暖通空调制冷 2004 年学术文集. 北京:中国建筑工业出版社,2004
- [11] 吴德胜,杨昌智. 变频变流量系统的节能分析与控制[J]. 制冷与空调,2007(1):24-27
- [12] 郝景涛. 变频调速技术在风机节能运行中的应用[J]. 洁净与空调技术,2010(2):47-49
- [13] 姚杨,马最良. 水环热泵空调系统在我国应用中应注意的几个问题[J]. 流体机械,2002,30(9):59-61
- [14] 强天伟,沈恒根,黄翔,等. 蒸发冷却空调应用中存在问题及解决设想[C]//全国暖通空调制冷 2004 年学术年会资料摘要集(2),2004:181-186
- [15] 刘婷婷. 地表水源热泵空调系统冬季供暖模式优化的研究[D]. 长沙:湖南大学,2005
- [16] 宋剑,刘建庆,杨占军,等. 水煤浆的特性分析和经济分析[J]. 辽宁化工,2008(2):42-43,48
- [17] 宁太刚,张敏. 间接连接和混水连接联合应用的供暖系统调节控制方式分析[C]//全国暖通空调制冷 2010 年学术年会论文集,2010:54
- [18] 张颖. 加热炉低温烟气余热利用的探讨[J]. 上海节能,2002(2):32-35