

组合式空调机组现状与节能研究

刘 刚, 刘华清

(东华大学环境科学与工程学院, 上海, 200051)

摘要 通过对多种组合式空调机组的性能分析, 指出现有空调机组存在的一些问题, 并从能耗等方面分析, 提出改进其质量性能, 降低能耗, 节约能量, 减少投资。

关键词: 组合式空调机组, 质量性能, 节能

中图分类号: TU 831.73

随着科学技术和人民生活水平的日益提高, 广泛地使用空调已成为现代生活等同于“衣食住行”同样重要的问题。与此同时全球日益增大的能源需求, 有限能源的日益减少, 不久的将来人类面临的主要问题便是能源问题。众所周知, 空调设备是一能量消耗大户, 如何减少空调设备的能量消耗, 有着相当重要的现实及长远意义。现今各类大型、高层民用建筑大量建造, 这些建筑物需设空调系统。常用的是风机盘管加新风系统或全空气系统, 因此组合式空调机组得到了大量的应用。但组合式空调机组在制造、选型、安装、运行中出现了众多问题, 引起了很多质量管理部门高度重视。大量的抽样调查表明, 组合式空调机组存在一定的问题, 值得引起重视解决。

1 组合式空调机组的质量性能现状

中央空调设备中主要包括以下: 冷热水机组、组合式空调机组、变风量空调器、风机盘管等。组合式空调机组是风机盘管加新风系统和集中式全空气系统的必需设备。组合式空调机组具有以下特点而得到广泛应用: ① 机组有多种功能段组成, 可根据不同的用途选用不同的功能组合, 从而满足不同类型的用户。② 便于空调方案改造, 在任何时候机组可以增加新的功能段或拆除原有的功能段。③ 机组可以在完全拆装的情况下运到工地现场安装, 大大节省了运输费用。④ 维修便利, 配有检修门, 便于日常检查和管理, 便于更换损坏的部件。

据自己的工作经验和多方面权威的调查, 现今国

内多家(国产、合资)组合式空调机组质量性能方面存在如下几方面问题:

1.1 传热(制冷或制热)能力差异大

如表 1 是各家空调厂商提供的标准盘管在风量 50 000 m³/h 相同工况下的制冷能力对比表。从中不难看出各厂家的盘管制冷能力有很大的差别, 相同类型的盘管制冷能力最大是最小的 139%。但是也不能盲目只看数据, 现在有些厂家为了吸引客户盲目编写报告现象严重, 值得质量监督部门的认真鉴定。(表中各数据均取之各厂家现今技术数据, 下同)

表 1 风量为 50 000 m³/h 的盘管制冷能力对比表 kW

厂 家	四排/八片	六排/八片	八排/八片
大连冰山	228	319	405
江苏风神	/	340	/
清华同方	261	375	459
上海中晃(合资)	324	384	446
上海新晃(合资)	317	401	492
约 克	288	387	443
通惠开利	364	/	479

1.2 机组长度偏长

空调机组通常的功能段有: 进风段、回风/新风段、初效过滤段、表冷段、中间检修段、加热段、加湿段、送风机段、中效过滤段、出风口段等, 像双风机机组为了使气流均匀, 减少噪音还要加均流器即分流段、消音段。虽然用户可以根据不同的用途选用相应的功能段, 但是总体机组还是偏长。现今使用的各类

型机组分类如下:其中经济型包括进风段、表冷加热段、送风机段;舒适型的包括进风段、初效过滤段、表冷加热段、加湿段、送风机段;工业净化型的包括进风段、初效过滤段、表冷加热段、加湿段、送风机段、中效过滤段、出风口;双风机高静压主要变化是有两个送风机段。如表2为处理相同风量50000 m³/h时各厂家的不同类型机组的标准长度表。机组长度一直是客户要求厂家产品的重要指标,各厂家技术开发也一直在侧重这方面研究,纷纷采用国外的经验技术,将几个处理功能段合并在一个功能段里,如:加热加湿段合并、新回风和过滤段合并等。

表2 风量为50000 m³/h的各类机组长度对比表 m

厂家	经济型	舒适型	工业净化型	双风机高余压
江苏风神	6.300	7.600	8.900	12.500
清华同方	4.150	7.380	8.230	11.330
上海中昆	5.920	7.480	8.400	11.500
上海新晃	5.770	7.400	8.070	10.590
通惠开利	3.780	5.670	7.560	9.450

从上面的数据看,通惠开利在机组长度方面有着明显的优势,实际上通惠开利已经不能算上严格意义的组合式机组,该机组很明显的特点是把很多功能段合并在一起,做成整体式空调机箱。但这种方法值得组合式机组来利用。

1.3 风量与冷量的匹配问题

国内空调设备制造厂商的样本,绝大多数只提供标准规定条件下的供冷量,虽然也有的列出表冷器计算公式,但工程设计人员选用时往往把样本上的供冷量作为依据。有的厂为保险起见还盲目增加表冷器排数,这是一个普遍的问题,众所周知,一般南方建筑物的夏季负荷数值比冬季负荷大很多,一些用户为了减少开支,制冷盘管与加热盘管共用,这样看似减少了设备初投资,但是给以后的运行能耗浪费造成极大的隐患。个别厂增大排数的目的是想有较大的富余冷量,但实际使用风量比额定的风量少,冷冻水供水温度限制,所以即使表冷器有足够的提供不了预期的冷量。如表3为规定风量20000 m³/h,规定盘管四排八片,冷水量不变的情况下,很明显当风量下降时制冷量有明显的下降。例当风量相对20000 m³/h下降10%时,变为18000 m³/h,冷量下降 $\frac{122.1-115.8}{122.1} \times 100\% = 5.2\%$;而风量相对

20000 m³/h上升10%时,变为22000 m³/h,冷量只上升 $\frac{127.3-122.1}{122.1} \times 100\% = 4.3\%$ 。这样冷水没有达到预期的制冷量,致使冷冻水的出口温度也有很大的影响。

表3 与标准风量20000 m³/h相差异时的性能参数对比表

风量/(m ³ ·h ⁻¹)	制冷量/kW	迎面风速/(m·s ⁻¹)	冷水进口温度/℃	冷水出口温度/℃
18000	115.8	2.23	7	11.6
18500	117.4	2.29	7	11.7
19000	119.2	2.36	7	11.8
19500	120.6	2.42	7	11.9
20000	122.1	2.48	7	12.0
21000	124.4	2.60	7	12.1
22000	127.3	2.73	7	12.2

1.4 表冷器后带水

在空调机组中,较普遍采用的表冷器面风速为2.5 m/s。有的空调机组,虽然表冷器设计面风速小于2.5 m/s,但表冷器后仍然带水严重,影响使用。其主要原因是通过表冷器的面风速不均匀,特别是通过表冷器净空隙处的风速很大以及挡水板效果差等。通过表冷器的气流均匀度往往小于标准所规定的80%,特别是送、回风机串联型式的组合式空调机组更为明显,因为回风机出口的射流到表冷器前时尚未扩散均匀,使表冷器中间部分面风速大大超过2.5 m/s。因此双风机机组设均流装置很有必要,但又增加了机组的长度;而冷却段后带水,会造成两次蒸发加湿,特别对相对湿度要求低的场合,使之达不到要求的温湿度。

1.5 质量方面

漏风超标,机组漏水,机组外壳凝露及换热器冬季冻裂方面的质量投诉。这些质量问题大多是由于厂家为了牟取暴利,偷工减料,质量监督部门没有很好地把关;也有使用不当带来的问题,像冬季换热器冻裂就是因为过冷的季节换热器里的水没有排尽,结冰而致使冻裂。

2 组合式空调机组的节能研究

综上所述,组合式空调机组存在着这些方面的问题,为了提高性能,特别是为了降低能耗,现今的空调机组应注意从以下方面加以改进,提高性能,降低能耗。

2.1 控制漏风

空调机组的最终目的是把处理好的空气送到人或工艺需要的地方,如果在空调机房漏掉了大量风量,无疑是冷热量的浪费、能量的浪费。国际规定在机内静压 700 Pa 时,机组漏风率不超过 3%。一般在生产厂实测时,均事先由生产厂组装完毕后,再进行测试,大部分生产厂能达标;而在用户实际使用时实测,漏风率有时竟高达 10% 以上。这里面有安装质量方面的问题。

由风机功率的理论知道:功率 $N = \gamma QH$, 体积流量 Q 正比于转速 n 的一次方,风压 H 正比于转速 n 的平方,故有功率 N 正比于转速 n 的三次方,于是有 $\frac{N'}{N} = \lambda \frac{(n')^3}{n^3}$ 。显然当漏风时,为了保持规定的风量,从而转速增加,风机的轴功率呈几何关系的增加。同时文献[1]也有介绍:漏风率 5% 时,风机轴功率增加 16%;漏风率 10% 时,风机轴功率增加 33%;漏风率 15% 时,风机轴功率增加 52%。由此可见,漏风超标,随着漏风量的增加,为了保持送风量不变,风机轴功率的增加成几何关系的增长,再加冷热量耗损,显然将大大地增加耗电量,由此可见减少漏风率是保证空调机组节能运行的重要条件。但是,国产组合式空调器的漏风现象普遍比较严重,漏风点一般在机组四角、底板、功能段连接处等地方,其主要原因是机组结构设计不合理,密封材料质量较差,现场安装时没注意平稳等。

2.2 风机质量的改进

绝大部分空调机组制造厂本身不生产空调机组所配套的通风机,而是外购其他风机厂产品。国内常用的风机厂家众多,仅在上海就有上海通用、上海南泰、同济大学机电等较知名的风机品牌。这些型号的风格在产品鉴定测试时,其风量、风压、功率等各项技术指标均能达到我国有关产品标准。但由于生产厂家众多、水平和质量不一,特别是某些小厂由于材料、工装设备、装配技术和质量管理上存在问题,因此风机性能不一定符合该型风机的特性曲线。而空调设备制造厂对外购风机在验收时又不做必要的检查抽测,不对叶轮、叶片的角度、焊接质量进行检查就与空调机组配套。这无疑影响风机的风量和风压。

2.3 机组内送、回风机的选择合理及布置

常用的送、回风双风机空调机组,其送、回风机分别设在组合式空调机组的两端,串联连接。机组回

风、排风、新风设在一个或相邻的两个功能段内,通过调节 3 个风阀使回风量、排风量、新风量符合设计要求。但在实际使用中,由于送、回风量和风压选择不当,很难使机组风压零点达到预定点,甚至有的回风机风压过高,在新风、排风段都形成正压,致使新风进不来。如将混合段中间阀关小,虽然新风能进入,但回风机的风量又大大降低,造成送风量不足。据权威部门的调查双风机空调机组中有将送风机段和回风机段脱开布置的形式^[2],采用了平行或垂直重叠布置形式,用新、回、排风管道及其风阀在机外连接,可以达到满意的效果。但需有大空间,在空间限制的地方不大适用。有的地区海拔较高,大气压降低,但在送、回风机选型时没作修正,所以在实际送风时风压比标准状态时低。另外也有机外空调系统阻力过大造成送风量下降的原因。

2.4 冷量应尽可能与风量匹配

通过改变肋管片数,经用户选型专用的计算机分析计算 4 排/14 片比 6 排/6 片的制冷量还要多,这样不同排数及片数的盘管在冷量上做到了很好的衔接,用户要求的冷量在误差 3.75% 范围内满足要求,如表 4 为标准风量 50 000 m³/h 的各类盘管的制冷能力对比表。如果单纯用一种片数而只改变排数,之间的冷量跨度很大,如果用户要求的冷量处于中间值,那么最大误差高达 9.68%。根据前面风量与冷量的研究知道,设计量与运行量误差越小,造成的投资冷量浪费越少。计算举例:如果用户要求的冷量在 131.6 与 122.1 之间那么选用盘管通过改变片数界于四排八片与四排十片之间,误差表达式为:

$$\frac{(131.6 - 122.1)/2}{(131.6 + 122.1)/2} \times 100\% = 3.75\%; \text{ 不改变片数而改变排数则界于四排八片与六排八片之间,误差表达式为:}$$

$$\frac{(148.3 - 122.1)/2}{(148.3 + 122.1)/2} \times 100\% = 9.76\%$$

表 4 标准风量为 50 000 m³/h 机组的各类盘管制冷能力对比 kW

4 排/6 片	4 排/8 片	4 排/10 片	4 排/12 片	4 排/14 片
108.7	122.1	131.6	139.7	146.2
6 排/6 片	6 排/8 片	6 排/10 片	6 排/12 片	6 排/14 片
135.3	148.3	157.9	165.2	170.8

3 结论

综上所述,组合式空调机组在质量性能存在一定的问题,还有很大提高的余地,这需要有关部门认真监督管理使其提高性能。另外设计人员在合理优化结构与内部布置对改进空调机组性能有决定意义,选用人员在正确合理地选用配套设备也有很大的决定意义。从厂家的角度来说,厂家所提供的样本要有利于设计人员选型,制造厂最好能提供风机的性能曲线,特别是空调机组机外余压(资用压力,包括静压、动压)或正确的全压和机内阻力数据,使设备选用时有确切的依据。组合式空调机组在空调使用能量消

耗中占有很大的比率,因此提高性能,降低能耗有很大的现实意义。我们可以提高机箱质量,减少漏风;提高风机性能,使其降低马达功率,降低电的消耗;提高盘管的性能和盘管的多样性,使其尽可能得到用户要求的冷量,降低冷冻水冷量、热水热量、盘管投资等的浪费。

参 考 文 献

- [1] 邹月琴. 我国空调机组质量现状分析. 暖通空调, 1998, 28(2): 42-44
- [2] 张家平, 高洪潮. 当前组合式空调机组的质量问题和改进建议. 暖通空调, 1998, 28(5): 37-39

Study of Quality and Energy-saving of Combined Air-conditioning Unit

LIU Gang, LIU Hua-qing

(College Environmental Science & Engineer, Donghua University, Shanghai, 200051)

Abstract through realizing several kinds of combined air-conditioning units, this paper points the prevalent question of air-conditioning unit now, and brings about improving performance of quality from the side of energy-saving, achieves the aim of decrease the energy and economy energy.

Keywords: combined air-conditioning unit, performance of quality, energy-saving