

# 风冷制冷机的应用

建设部建筑设计院 刘天川<sup>☆</sup>

**提要** 分析了风冷制冷机的特点,认为风冷制冷机与水冷制冷机耗能相近,因无冷却塔和冷却水系统,使整个系统简单、占地少;指出风冷制冷机可用于我国长江以南地区,并特别适宜于超高层建筑。

**关键词** 风冷制冷机 经济比较 适用性

## Application of air-cooling chillers

By Liu Tianchuan

**Abstract** Analyses the characteristics of air-cooling chillers that require no cooling tower and cooling water system and just consume similar amount of energy to that by water-cooling chillers. Points out that air-cooling chillers are applicable in the Southern part of China and is suitable for use in highrise buildings.

**Keywords** air-cooling chiller, economical comparison, applicability

目前风冷式制冷机在民用建筑中应用广泛,除窗式空调器和分体机之外,大中型的风冷制冷机也已在许多楼宇上被采用。但在使用风冷机时有以下几个问题值得注意。

### 1 风冷制冷机与水冷制冷机的耗能比较

以 1 台 700 kW (200 rt) 冷量的制冷机为例,在同样的工况下,风冷时耗电为 185 kW,水冷时耗电为 140 kW,而水冷却时加上冷却塔水泵与风机耗电 (15 kW + 5 kW) 为 160 kW。另外冷却塔的循环水在冷却过程中的飞溅与蒸发要消耗约 4 t/h 的水量。由于地区的差异,在有的地区若得到 4 t 水所消耗的电量要高于 25 kW,但有的地区可能耗电还不到 25 kW。因此无论是风冷还是水冷所消耗的能量都是差不多的。当然有的风冷机耗电量较大,如意大利 RC 公司 700 kW (200 rt) 制冷机的输入功率为 215 kW。

另外用海水冷却也非常节能,由于海水温度终年保持在 20℃ 左右,所以冷却效果很好。但只有靠近海边的楼宇才能利用,距离

远了造价就会成倍增加。在香港的中环太古广场 (约 40 万 m<sup>2</sup>), 就设置一套变水量海水冷却系统, 供不同位置的水冷制冷机使用。冷却水系统的管材和部件均采用铬合金材料, 以防止海水的腐蚀, 同时在海水吸入口处设置了一套氯气发生器, 向吸入的海水加入氯气, 以防止海藻和贝类在入口处生长而堵塞管道和部件, 使海水畅通流入。但利用海水冷却, 一次性投资很高。

### 2 风冷制冷机适用地区

水冷制冷机以湿球温度为基准, 对于湿球温度变化不大且较低的地区较为适用。风冷制冷机以干球温度为基准, 在一天之内干球温度变化大的地区使用较为有利。当干球温度稍降时, 制冷效果会更好。

深圳、香港地区每天湿球温度均在 27℃ 左右, 波动较小, 而每天的干球温度变化却较

<sup>☆</sup> 100044 北京市西外车公庄大街甲 19 号

(010) 68312266—2083

大,二者相差 4~5 倍。因此深圳、香港地区适宜用风冷机。

香港地区由于水资源的缺乏,政府规定大楼空调不应采用淡水冷却塔。因此许多大楼屋顶上设置了风冷制冷机。

对于缺水的沙漠地区,像中东国家和美国 Las Vegas 则全部采用风冷制冷机。尽管室外温度有时达到 45℃ 以上,制冷机仍能正常供冷。

图 1 为美国洛杉矶好莱坞电影城屋顶风冷机照片。水冷机组的 COP 均比风冷机组

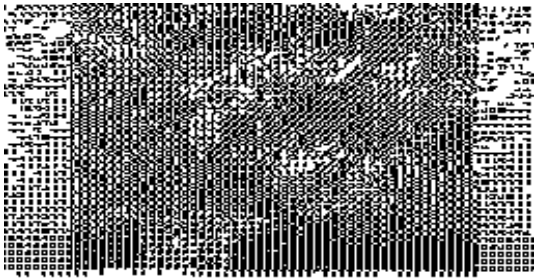


图 1 美国洛杉矶好莱坞电影城屋顶风冷机

的要高。为了提高风冷机组 COP 值,可利用直接蒸发冷却(DEC)扩大传热温差。在风冷机组冷凝器吸入口用 DEC 预冷冷凝器,使制冷量提高,功率下降。

据资料[1]介绍,采用 DEC 技术后上海地区( $t_{干}=34\text{℃}$ ,  $t_{湿}=28.2\text{℃}$ )制冷 COP 从 2.92 提高到 3.28,北京地区( $t_{干}=33.2\text{℃}$ ,  $t_{湿}=26.4\text{℃}$ )制冷 COP 从 2.98 提高到 3.43。

### 3 中水处理问题引起对风冷制冷机的需求

当今世界许多大城市面临水资源短缺的问题,为了节省用水,一般将盥洗、冲厕后的水经过处理后再重复利用,称之为中水处理。很多地区均作出了中水处理规定。但是在工程上冷却塔所消耗的水却占有很大的比例。

以深圳经协大厦为例,空调冷却补水是整个大厦的用水大户。中水处理只能得到 341.7 t/d 水,而空调冷却塔却要消耗 700 t/d 水,得到的中水量仅占空调冷却水量的一半。

由于水质的问题,中水还不能作为冷却塔补水。

中水处理投资大,占地大,并带来二次污染的问题,处理过程中还要耗电。许多人建议,与其搞中水处理,不如将空调水冷机组改为风冷机组,使整个设计更为合理。

### 4 建筑环境要求使用风冷机

目前大部分建筑物的水冷制冷机组采用冷却塔循环水冷却冷凝器,冷却塔安放在大楼屋面,既影响建筑外形的美观,又与建筑环境不协调。使用冷却塔常常会遭到建筑师的反对。而风冷制冷机外形方正,高度一般不会超过 3 m,比冷却塔要低一半左右,不会严重影响建筑物外观。北方地区多风沙,放在室外的冷凝器盘管翅片容易积灰土。为了便于清洗,目前意大利 RC 公司生产了一种内设小水泵的风冷机,可定期冲洗翅片。

冷却塔噪声与风冷机噪声大致相当。有的风冷机噪声较大,有的冷却塔噪声较大,与生产厂家有关。意大利 RC 公司生产的风冷机距机组 1 m 远开放空间处,冷凝盘管侧的 A 声级噪声为 75 dB。这比冷却塔风机噪声要低。

### 5 超高层建筑宜用风冷制冷机

当楼宇的高度达 200 m 以上时,水冷制冷机应用便受到限制。一是高度限制,承压不能太高;二是建筑立面限制,冷却塔影响建筑美观。通常,当我们把冷水从一个高度接力传送到另一高度时,均是以 100 m 高为一个系统,使制冷机与系统管道和阀门承受的压力小于 1.6 MPa。当然还可以再高些,但是不经济了。第 2 个 100 m 高度便采用水—水热交换器中间转换。把 7~12℃ 的冷水转换成 8~14℃,为第 2 个 100 m 高度供冷,此时末端装置换热器均比第 1 个 100 m 高度的大一号。如果再转换一次,制冷效率就相当低了。目前国际上 200 m 以上的超高层建筑,大部分采用风冷制冷机解决供冷问题。

例如香港中银大厦(315 m),10 台 1 200

kW(340 rt)制冷机采用风冷冷凝器,冷凝器风机是多叶片的,水平或垂直式空气分布器装在冷凝侧面或下面。风量是按  $400 \sim 600 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{kW})$  设计的。另外在机房内设置一个通风系统,而且是可变风量的排气系统,把风冷机冷凝热从机房一侧用管道排到百叶窗外面。采用 10 台  $283 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{kW})$  风机,结合自然通风,将机房内余热有效排至室外。

又如目前亚洲最高的建筑——香港中环广场(78 层 368 m),设置 3 个制冷机房,每个机房均高 8 m 左右。5~6 层,44~45 层,69~71 层为设备层。每层均有多台热泵式风冷机组,每层容量为 630 kW(1 800 rt)。8 m 高的设备层中间有一层混凝土板,制冷机在下面,风冷冷凝器安放在设备层上部。风冷冷凝器余热依靠轴流风机强制送风排至设备层三面的百叶窗口外。当室外风速大时,也可以利用自然通风把部分冷凝热带走。

新加坡的超高层建筑大体上也是采用风冷制冷机的。

## 6 风冷制冷机使用情况

华森建筑与工程设计顾问公司最近几年在深圳设计的工程中约有 18% 采用风冷制冷机,如深圳体育场、华夏艺术中心、海丽大厦、花果山大厦、蛇口海滨公寓、居仙大厦、发展中心大厦超高层部分、蛇口体育馆等。上述工程经过几年的使用,制冷效果良好,系统简单,运转可靠,管理方便,得到了用户认可。在设计时,只要按厂家提供的要求,保证排气与进风口的通顺,气流不被建筑物阻挡,制冷效果均能达到设计要求。风冷制冷机大部分是从美国、法国进口。国产风冷制冷机只要性能达到要求也可以采用。随着城市建设对建筑物立面要求,冷却塔的使用会逐步减少,对风冷制冷机的要求会愈来愈高。

## 7 参考文献

- 1 陈沛霖. 蒸发冷却技术在非干燥地区的应用. 暖通空调, 1995, 25(4).
- 2 YORK, RC 产品样本.

· 简讯 ·

## '97 国际高层建筑空调学术会议筹备工作进展顺利

'97 国际高层建筑空调学术会议(ACHR'97)将于 1997 年 9 月 9~12 日在上海科学会堂举行。这次会议是国际制冷学会(IIR)的 E1、E2 和 B2 委员会的一次联合会议,由中国制冷学会和上海市制冷学会组织,并由上海市制冷学会代表国际制冷学会主办。这是本世纪在中国举行的制冷空调学术界最高规格的学术会议。截至 2 月底,会议共收到 130 份论文摘要,论文作者来自 30 个国家和地区。据初步拟定,本次会议将发表 7 个主题报告。其中有 Steimle 教授关于湿度控制和供冷吊顶的学术报告,有国际制冷学会学术部主席、意大利 A. Cavallini 教授关于替代冷媒的学术报告,有国际制冷学会 E 学部主席、美国 V. Goldschmidt 教授关于

高层建筑空气渗透问题的学术报告,有国际制冷学会 E1 委员会主席、斯洛文尼亚的 P. Novak 教授关于高层建筑风机盘管空调系统的学术报告,有日本名古屋大学中原信生教授题为《用于室内空气品质改善的节能型暖通系统的设计和评估》的报告,还有中国建筑科学研究院吴元炜所作《中国制冷空调的现状和未来》和同济大学范存养、龙惟定所作《上海高层建筑空调的发展》的报告。这些报告将从不同侧面反映国际上高层建筑空调技术中的最新进展和热点问题。同时还将在主会场所地上海科学会堂举办小型的空调设备与技术展示会以及技术参观活动。

(龙惟定)