

# 风冷冷水机组和水冷冷水机组的选择

珠海市建筑设计院 吴海城

**提要** 本文从六个方面对风冷和水冷冷水机组的选用进行了比较,列举了风冷机组布置实例,并提出了冷水机组选择建议。

**关键词** 风冷机组 水冷机组 设计选用

## Choice of the air-cooled chiller and the water cooled chiller

By Wu Haicheng

**Abstract** This paper compares the air-cooled chiller and the water cooled chiller in six aspects, provides some engineering examples and gives some suggestions for choosing chillers during the design stage.

**Keywords** air-cooled chiller, water-cooled chiller, choice

随着高层民用建筑在国内的大量兴建,集中式空调系统应用得越来越多,同时对空调系统的要求和限制也越来越多。例如,由于建筑形式(如尖塔形)限制或建筑师出于建筑美观的考虑不允许或不希望在屋面放置冷却塔,要求或建议暖通工程师选用风冷机组的制冷方案(这种情况在境外包括港澳建筑师所做的建筑方案设计中居多)。目前在国内较大规模的集中式空调系统中以使用风冷机组为主的工程很少,而使用风冷机组的优点是较明显的:不占屋顶面积,无冷却塔、冷却水循环泵和冷却水管路,因而系统简单。特别适用于水源缺乏、用水有限制的地方,如香港地区规定不得使用淡水作为冷却水,所以香港地区的许多空调工程采用风冷机组。那么,在实际工程上应如何选用风冷机组?与水冷机组相比在设计中有哪些不同点?就此,笔者分析、比较、总结了以下几点,供参考。

### 1 制冷性能比较

我们知道,根据暖通规范水冷机组冷凝温度一般取比冷却水进出口平均水温高 $5^{\circ}\text{C}\sim 7^{\circ}\text{C}$ ,我国大部分地区冷却水进出口水温取 $32^{\circ}\text{C}\sim 37^{\circ}\text{C}$ ,因此水冷式冷凝器冷凝温度可按 $40^{\circ}\text{C}$ 考虑。而风冷式冷凝器的冷凝温度应比夏季空气调节室外计算干球温度高 $15^{\circ}\text{C}$ 。我国大部分地区夏季空气调节室外计算干球温度都在 $30^{\circ}\text{C}$ 以上,有些地方甚至高于 $33^{\circ}\text{C}$ 。这样,冷凝温度在 $45^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间。即风冷式机组

的冷凝温度比水冷机组的冷凝温度高 $5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ,因而其制冷能力不如水冷机组。加之空气的导热性和热容量比水小得多,因此风冷机组的能耗指标( $\text{kW}/\text{kW}$ )一般都大于0.28,而水冷机组的能耗指标一般都在0.23以下(离心式水冷机组的能耗指标大多为0.20左右)。

### 2 用电比较

对水冷机组系统和风冷机组系统的用电作综合比较。以3520 kW(1000 USRt)为例,依据[1],当选用水冷离心式冷水机组时,系统的用电量为:

冷水机组	700 kW
冷冻水泵	90 kW
冷却水泵	90 kW
冷却塔	30 kW
合计	910 kW

当选用风冷离心式冷水机组时(三台特灵CVAD型032,每台1190 kW(339 USRt),系统用电:

冷水机组	$373\times 3=1119$ kW
冷冻水泵	90 kW
冷凝风机	$17\times 3=51$ kW
合计	1260 kW

由此可见,在3520 kW的制冷量情况下,风冷机组系统多耗电350 kW,按一年使用3个月,每作者通讯地址: 519000 珠海市香洲区胡湾里5号

天运转 8 h, 电价 0.5 元 / (kW · h) 计算, 风冷机组系统一年多用电 84 000 kWh, 电费增加 42 000 元。另外, 由于风冷机组电机容量增大, 建筑物的变压器容量要增大, 城市用电配套费、增容费也要随之增加。这样, 选用风冷机组无疑会增加初投资和运转费用。

### 3 机组比较

同 2, 仍以 3520 kW 制冷量为例。各选三台风冷机组和水冷机组。风冷机组型号是 CVAD 型 032 S 两级压缩离心式, 每台 1190 kW, 外形尺寸为 12 530 × 2440 × 2630 (mm), 运转重量 12 330 kg。水冷机组型号是 CVGD 型 032 两级压缩离心式, 每台 1000 ~ 1400 kW (300 ~ 400 USrt), 其外形尺寸为 4772 × 1226 × 1940 (mm), 运转重量约为 5300 kg。可以看出, 制冷容量差不多的风冷机组的长度是水冷机组的 2.6 倍, 宽度、高度也大许多。而风冷机组的重量又是水冷机组的 2.3 倍, 这意味着若选用风冷机组, 其机房面积、机房地面承重和设备运输吊装能力都要相应增大。

### 4 噪声

由于风冷机组本身配备多台冷凝轴流风机, 据厂家资料介绍其噪声比水冷机组高 3 ~ 5 dB 以上。不过水冷机组的机房一般都安装多台冷却水循环泵, 就冷冻机房内的噪声而言, 采用风冷机组与采用水冷机组差别不大。但是风冷机组由于台数较多其机房噪声相对较高。实际工程中, 应重视机房的噪声防治。

### 5 机组价格

据了解, 相同制冷量的风冷机组价格比水冷机组高 30% 左右。但从整个系统角度来讲, 由于水冷机组系统需要配备冷却塔、冷却水循环泵和管路系统等, 所以风冷机组系统与水冷系统的设备投资相差不多。

### 6 对机房的要求

只要能满足安装、操作、通风、隔声、隔振等要求, 水冷机组可放置在建筑顶层、中间设备层、地下室等处。而风冷机组则不能布置在地下室(层), 因为在地下室很难满足其通风换热的要求。风冷机组只能放在屋顶、中间设备层或室外楼层平台上。这样才能保证风冷效果。但是集中式空调系统的冷冻机房露天放置对设备维护管理、噪声防治都将不利, 是不可取的。由于风冷机组单机制冷量相对较小(最大 1400 kW 左右), 设计时往

往选择多台机组, 故设备占地面积大, 重量大, 运输、吊装都较麻烦。另外, 风冷机组要求机房必须具有大风量进排风开窗面积。以 3520 kW 系统为例, 按现行暖通规范规定, 风冷式冷凝器的空气进出口温差不应大于 8℃, 那么可以计算出排除冷凝热所需的通风量:

$$Q = 1.2 \times 1000 \times 3.52 = 4224 \text{ kW}$$

$$L = 3600 \times \frac{Q}{\rho \Delta t C}$$

$$= 3600 \times \frac{4224}{1.2 \times 8 \times 1}$$

$$= 1\ 584\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$$

式中:  $Q$ ——冷凝热, 近似取制冷量的 1.2 倍, kW;

$L$ ——通风量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$\rho$ ——空气密度, 取 1.2,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$\Delta t$ ——风冷式冷凝器空气进出口温差, 取 8℃;

$C$ ——空气比热, 取 1.0 kJ / (kg · K)。

通过进排风百叶窗的空气速度按 4 m/s 计算, 为排除冷凝热所需的进排风百叶窗面积各为 110  $\text{m}^2$ 。可以设想, 如果沿建筑四周外墙上下各开 1 m 高的进排风百叶窗, 那么要达到这个开窗面积的要求, 就需要有 30 × 30 (m) 的建筑面积和 3.6 m 的层高。由于还需考虑室外风向、风速的影响, 正压面与负压面同时存在的情况(这在南方多台风或季候风地区更为突出), 为了保证风冷的满意效果, 通风窗的面积还需适当增加。所以, 风冷机组机房的布置就出现了所谓复式设备层的方式(参见图 1)。采用风冷机组所要求开窗面积之大, 这正是我们设计中考虑是否选用风冷机组的一个很关键的问题。

### 7 风冷机组布置举例

#### 7.1 复式设备层形式(香港中环广场大厦)

见图 1 所示。香港中环广场大厦 78 层, 高 378.7 m, 1992 年建成, 现已使用。设三个设备

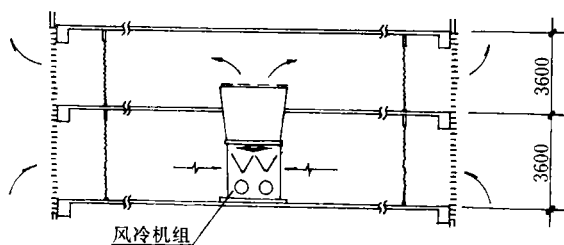


图 1

层,各布置 12 台风冷机组,每台 530 kW (150 USRt)。设备层墙内壁均作吸声处理。这种复式布置方式在设计上考虑得相当完善,机房面积、高度都足够。但据内地同行考察反映,机房内温度较高,逗留一段时间即感觉难受(也可能与不习惯这种操作环境有关)。机房内曾发生进排风短路现象。因此,现场已增设多台轴流排风机。

### 7.2 顶层尖塔形(澳门中国银行)

如图 2 所示。澳门中国银行共 38 层。风冷机

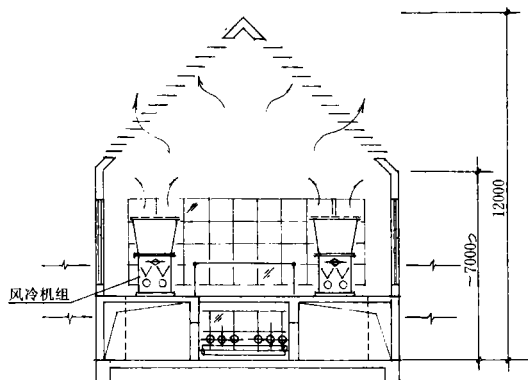


图 2

组几乎全部布置在建筑物最顶层。在尖塔状屋顶四周设百叶式钢筋混凝土板。机房中下部四周门窗进风。进排风充分,效果良好。设备、管道系统布置得当,已运转使用多年,反映良好。深圳电力调度大厦顶部 20~24 层空调的风冷机组布置在 27 层筒体内,与此种布置形式类似。

### 7.3 单台排风罩型(见图 3)

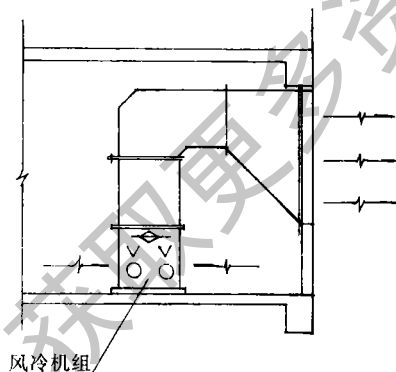


图 3

对于制冷量较小(如 180~280 kW 左右)、台数不多而面积宽敞的机房,可以采用在风冷机组上直接加排风导流罩的方式。澳门中国银行建成

后,为新增的电脑设备层配置三台风冷机组(280 kW/台,两用一备)就采用了这种排风方式。显然,这种方式容易受室外风压影响,当处在正压时其排风散热效果势必降低。

## 8 建议

通过对风冷机组与水冷机组的多方面比较,可以发现风冷机组有其优越之处,但其缺点更多一些。建议在设计高层建筑集中式空调系统时,尽可能采用水冷机组。如果该工程确无放置室外冷却塔位置,或者由于环境条件不允许放置室外冷却塔,又或者用水受限制(如香港),而土建专业也能积极配合,满足风冷机组的通风条件,并向建设单位说明情况又得到同意,选用风冷机组是可行的。

但是,在某些情况下,选择 1~2 台小容量的风冷机组作为整个空调系统的辅助冷源还是很合适的。例如建筑物只有最高 2~3 层空调管路超静压,需要在这几层单独设置空调系统,又如最高 1~2 层的建筑物使用性质或运转时间与众不同而需设置独立系统,且建筑物亦具备较宽敞的设备机房可供使用,通风条件良好,则选用 1~2 台较小容量风冷机组是较合适的,这会给暖通设计带来很大的灵活性与方便。

(上接第 48 页)

律的研究. 暖通空调. 1985, (3).

- 2 马仁民, 连之伟. 地板送风工作区热分布系数计算方法的综合研究. 暖通空调. 1994, (1).
- 3 刘旭, 刘振水, 江阳, 马世立等. 学士学位毕业论文. 1984~1986. 西安冶金建筑学院.
- 4 F Sodec, R Cralg. The underfloor air supply system—the European experience. ASHRAE Trans. 1990. vol 96. Pt.
- 5 Elisabeth Mundt. Convection flows above common heat sources in rooms with displacement ventilation. ROOM-VENT'90. Norway.
- 6 P V Nielsen, AKET A Möllcr. New developments in room air distribution. AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN FOR BUILDINGS. 1983.
- 7 H Hanzawa, Y Nagasawa. Thermal comfort with underfloor air-conditioning system. ASHRAE Trans. 1990.