



总工程师

新疆地区多联机系统能效提高的探讨

乌鲁木齐建筑设计研究院高工 / 祝大顺 康梅

本文以新疆地区在干热气候特征为例，设计多联机空调系统须有效的结合当地的气候特点，有利于实现系统能效的提高，其中包含直接蒸发冷却机+多联机、水冷多联机、蒸发冷凝式多联机、直流式空调系统、排风室+多联机、提高多联机蒸发温度等多种方式。

多联机空调系统与传统的中央空调系统相比具有很多差异，比如：1) 多联机空调系统具有非常好的灵活性，2) 可满足具有较大负荷差异的场合，3) 响应速度快，控制方便，4) 占用的室内外面积非常小，5) 配管管径小，能够有效降低建筑层高，6) 采用直接蒸发制冷，减少输送能耗等。因此，近年来，多联机在公共建筑中的应用越来越广泛，并呈逐年递增趋势，2011 ~ 2013年我国集中空调产品中多联机的占有率分别约为35%、37%和38%。特别是在东部发达地区，占有率接近45%。

新疆地区，多联机的应用也越来越广泛，也有许多成功案例，特别是一些结合新疆干热的气候特点的设计，值得

我们去学习和推广。新疆地区的气候与内地相比，空气比较干燥，无论室外还是室内，空气中的水蒸气含量都较低，需要探讨的是如何根据这个特点进行多联机设计。以乌鲁木齐为例，夏季空调计算干球温度33.8℃，夏季空调计算湿球温度18.2℃，乌鲁木齐夏季气候特点在焓湿图上的表现如图1所示。内地典型地区夏季比较潮湿，室外空气含湿量比室内空气含湿量高（室内空气状态点选取为温度26℃，相对湿度60%），而在新疆地区，室外空气含湿量比室内空气含湿量低。这既是新疆干热气候的特点，作为水冷或者风冷机组的空调设计时需要考虑新疆的干热特点，多联机的设计也应充分考虑其特点。

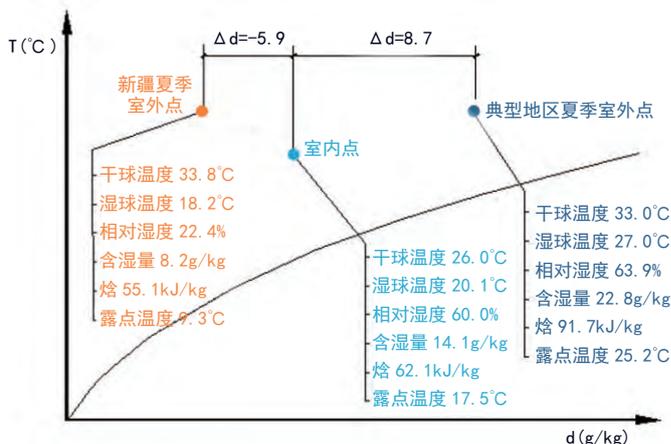


图1 新疆地区气候特点在焓湿图上的表现

针对以上的气候特点，可以采用以下几种方式提高多联机在新疆地区的使用效果。

1 直接蒸发冷却机 + 多联机

将室外空气先进行直接蒸发冷却，把室外空气的温度先降下来，然后再与室外机冷凝器进行换热。比如：选择直接蒸发冷却机的换热效率为 75%，室外空气经处理后，出风温度为 22.1℃，考虑到机房内的各种损失，进入室外机的空气温度升温 1.9℃，为 24℃，与直接采用室外空气相比，进风温度降低 10℃。

根据室外机技术资料，冷凝器进风温度每降低 1℃，机组制冷效率提高 3% 左右，因此采用该设计后，制冷效率提高约为 30%，将取得显著的节能效果。蒸发冷却机组与多联机室外机组一一对应设置，并且采用联动控制方式，多联机开启，对应的蒸发冷却机组开启，原理见图 2。

2 水冷多联机

目前，一些空调企业开发了水冷多联机，也在国内市场得到一些应用，与风冷多联机相比，具有明显的节能效果。在新疆地区，由于室外干、湿球温差较大，采用水冷方式，比采用风冷方式更具有节能效果。水冷多联机传承风冷多联机的各种优点，同时与风冷多联机相比还具有以下优点：

1) 采用水冷换热器，极大的提高换热效率，能效比可提高 50% 以上，在室外干、湿球温差较大的地区，能效比可提高 70% 以上。

2) 由于采用的是水冷方式，冷却水可由冷却塔、地下水提供，在遇到极端天气时，其制冷效果受室外气温持续升高影响比较小，比如 2015 年

7 月，乌鲁木齐连续多日最高气温处于 40℃ 以上，很多风冷式空调机制冷效果明显较差，制冷效率明显降低，但是采用水冷冷水空调系统的项目，受天气影响较小，同样，如果采用水冷多联机，也将有更稳定的供冷效果。

3) 放置位置灵活，水冷多联机室外机可以设置在空气流通不好的区域，也可以放置在封闭区域，甚至可以放置在建筑物内。

4) 室外机体积小，占用面积小。

5) 室外机没有风扇，噪音比较低，没有排热，对空气周边环境没有影响。

3 蒸发冷凝式多联机

蒸发冷凝式冷水机组近两年来已经得到迅速推广，其优点是：1) 与水冷冷水机组相比，没有冷却塔，没有冷却水循环泵，节能效果明显，并且可以设置在屋面、绿地等室外场所，节省室内用地；2) 与风冷冷水机组相比，依靠水的蒸发将冷凝器热量带走，首先吸热侧换热温度低，冷凝器内外两侧换热温差大，因此换热效率高，同时吸热侧为潜热换热，吸热能力强，进一步增强冷凝器的换热效率，提高机组制冷效率，另外由于吸热侧为潜热换热，需要的空气量较风冷系统少，约为风冷系统的 25%，从而节省风机风量以及耗电量；3) 当应用在新疆地区时，由于室外干、湿球温差较大，其制冷效率与风冷系统比具有更大的优势。

目前国内部分厂家也正在开发蒸发冷凝式多联机，蒸发冷凝式多联机集合多联机与蒸发冷凝方式的优点，是将两种最有效的节能手段整合到一起，特别是在干热地区，结合蒸发冷凝方式，更有利于多联机的推广使用。

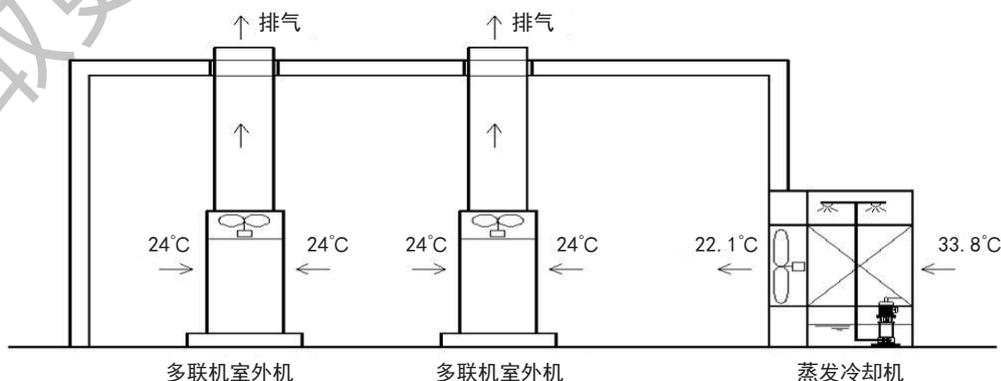


图 2 蒸发冷却机组 + 多联机原理图

4 根据室内负荷特点，选择直流式全新风多联机系统（多联机室内机为风管机）

乌鲁木齐地区室外空调计算参数如下：夏季空调计算干球温度 33.8℃，空调计算湿球温度 18.2℃，对应的焓值为 55.1kJ/kg，干空气，如图 3。然而，在商场、餐厅、影剧院等人员密

集的场所，室内空气焓值往往还大于室外空气焓值，而且该类场合需求新风量较大，因此在该类场合建议使用全新风直流式空调系统，如果采用多联机可选用风管式室内机，可直接将新风处理后送入室内。比如当某餐厅室内设计温度为 26℃，相对湿度设计为 60%，则对应焓值为 62.1kJ/kg，干空气。采用直流式系统，不但可以利用室外空气的低焓值，同时可以依靠干燥的室外空气通过通风除湿的方式除去室内的湿负荷，结合排风口的优化布置在湿负荷较集中的局域，提高通风效率，采用室外空气制冷具有明显的节能效果。

在办公室、客房等场合时，室内散湿量特别小，由于多联机为蒸发器直接冷却，换热器表面温度较低，与室内空气换热时会出现过度除湿的情况，也就导致本来干燥的室内空气变得更为干燥。在这种情况下，仍然建议采用直流式空调系统，也就是多联机使用风管机。理由在于室外空气温度较高，同时室外空气含湿量较小，多联机处理的是室外空气，不会对室内空气过度除湿。

5 排风室 + 多联机

在商场、会展中心等需要大量送排风的场合，可以考虑将多联机的室外机设置在排风室内，而室内的排风先排入排风室，经多联机使用后排至室外。比如：夏季室外温度在 33℃ 时，室内排风温度为 26℃，如果采用室内排风作为室外机进风，机组制冷效率将提高 20% 左右。同时，如果将“排风室 + 多联机”和直流式空调系统结合到一起，室外机采用室内排风作为进风，利用排风的低温度，室内机采用风管机，充分的利用室外干热空气的低焓值，两个方向一起节能，同时也提高室内空气的品质。

另外，冬季可利用排风使多联机实现热泵功能，当然，由于冬季排风量较小，因此多联机不能高负荷运行，可根据室内情况局部运行，或者制取生活热水。

6 提高多联机的蒸发温度

新疆地区不只室外空气干燥，室内空气也很干燥，空气中水蒸汽的含量很少，但是采用多联机空

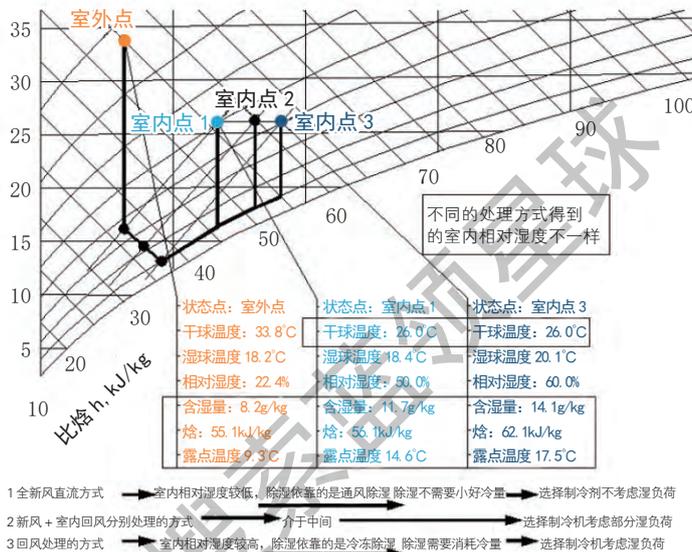


图 3 新风量不同情况下空气处理过程

调方式时，由于蒸发温度偏低，当蒸发器在室内直接处理空气时，往往把空气中本来就稀少的水蒸汽冷凝出来，不但室内空气舒适度降低，同时也付出不必要的能耗。因此建议在新疆地区提高冷媒的蒸发温度至 10℃ 以上，如此有以下几个好处：1) 没有过多的降低室内空气含湿量，室内舒适度更高；2) 不需要提供除湿的制冷量，节省能耗；3) 由于制冷系统蒸发温度提高，从而提升制冷系统的能效。但是由于各大生产厂商没有针对干热地区的气候特点生产高温多联机，如果强行将普通多联机机组蒸发温度提高，由于各组件没有针对高温工况进行设计调整，可能会适得其反，得不到理想效果。因此建议生产厂家针对干热地区的气候，研究并生产高温型多联机，也为我国节能事业多作出一份贡献。

还有很多与多联机有关的新技术、新产品需要在设计中加以推广应用，比如：燃气多联机，热回收多联机。无论哪一种多联机，在设计中都应该结合新疆地区的气候特点及工程情况进行节能设计，而不是照搬潮湿地区的做法直接使用。新疆地区的干热空气就是一种能源，目前没有得到完全开发，但在空调领域的节能效果，业内已经意识到并逐步的加以开发利用，作为设计人员也应该去熟悉干空气能，将干空气能应用到建筑中，以实现更好的节能。**供热制冷**