



黄冈职业技术学院
Huanggang Polytechnic College

崇德 强能 务实 创新

中央空调工程设计

项目七 空调冷热源

7-7 空调冷热源选择与组合方案



- 空调冷热源的选择与组合方案的确定是需要既供冷又供暖的中央空调系统设计的首要难题。
- 冷热源设备投资大，运行费用高，而国内各地区的能源结构、政策导向、环保要求等均不相同，而且还处在不断变化之中。
- 在决策之前应详细考察各个方面的情况，通过技术经济和可行性分析，来选择合理的冷热源及其组合方案。

一、选择冷热源需要考虑的因素

1. 能源情况

- ◆ 工程项目所在地区的能源结构、政策及价格等情况：是多元化能源结构，还是单一能源结构；
- ◆ 能源供应的具体情况：如电力供应峰谷情况、价格和差价，城市燃气、燃油的种类、品质、供应参数，热网集中供热的热媒种类及供应参数，余热或废热种类及供应参数等。

一、选择冷热源需要考虑的因素

2. 设备性能特点

- ◆主要有：技术的先进性，产品的质量情况，运行的可靠性，部分负荷时的能耗和效率，安装、操作、维修的方便性，噪声和振动以及设备的自动化程度等。
- ◆电动式冷热水机组在技术上比热力式冷热水机组成熟可靠，在运行维护方面也比热力式冷热水机组简单方便。

一、选择冷热源需要考虑的因素

- ◆ 水冷电动式冷水机组的机型可参考下表给出制冷量范围，经过性能价格综合比较后确定。

水冷电动式冷水机组选型范围

单机名义工况制冷量/kW	冷水机组机型
≤ 116	涡旋式
116~1054	螺杆式
1054~1758	螺杆式
	离心式
≥ 1758	离心式

一、选择冷热源需要考虑的因素

3. 能耗与能效

常用冷热水机组能耗与能效指标

类别		机型	容量 /kW	能耗指标	能效指标		
					二次能	一次能	
电动式	单冷	活塞式	69.8~139.5	$0.315 \text{ kW} \cdot (\text{kW})^{-1}$	3.2	1.12	
		螺杆式	348.9~1744.2	$0.307 \text{ kW} \cdot (\text{kW})^{-1}$	3.3	1.16	
		离心式	697.7~1744.2	$0.281 \text{ kW} \cdot (\text{kW})^{-1}$	3.6	1.26	
	热泵	离心式(热回收)	697.7~1744.2	$0.287 / 0.247 \text{ kW} \cdot (\text{kW})^{-1}$	3.5 / 5.1	1.2 / 1.8	
		空气源	活塞式	69.8~139.5	$0.353 / 0.333 \text{ kW} \cdot (\text{kW})^{-1}$	2.84 / 4.0	1.0 / 1.4
			螺杆式	348.9~3489	$0.301 / 0.533 \text{ kW} \cdot (\text{kW})^{-1}$	3.33 / 3.1	1.2 / 1.1
热力式	单效蒸汽型		348.9~3489	$2.35 \text{ kg} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$	0.58	0.50	
	双效蒸汽型		348.9~3489	$1.38 \text{ kg} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$	1.30	1.11	
	燃气直燃冷热水机组		348.9~3489	$0.18 \text{ m}^3 \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$	0.97	0.83	

一、选择冷热源需要考虑的因素

- ◆ **二次能的能效指标**对电动式机组而言是其制冷系数(又称为性能系数COP、能效比EER)，对热力式机组而言是其热力系数。
- ◆ 由于二次能的能效指标仅考虑了各类机组自身的能量消耗，而未计及发电厂效率(39%)和输配电效率(90%)，或供热锅炉和热交换器效率(85%)。因此，为便于不同能源形式的机组比较，又引出**一次能的能效指标**。
- ◆ **一次能**是指各类燃料(如煤炭、重油、煤气、天然气等)的消耗量所换算成的能量(发热量)。

一、选择冷热源需要考虑的因素

4. 环保

- ◆ 选用电动式冷热水机组时，必须注意其使用的制冷剂要符合环保的要求。
- ◆ 氨及新的制冷剂要慎重考虑使用的可行性。

过渡与替代制冷剂及过渡制冷剂在中国的禁用时间表

机 型	原制冷剂		过渡制冷剂		替代制冷剂
	名 称	中国禁用时间	名 称	中国禁用时间	
活塞式 螺杆式 涡旋式	HCFC-22		HCFC-22	2040 年	
离心式	CFC-11 CFC-12	2010 年 2010 年	HCFC-123	2040 年	HFC-134a

一、选择冷热源需要考虑的因素

5. 初投资

- ◆包括**设备费** (含主机与辅机)、**安装费**、电(热)力**增容费**、**机房土建费**。
- ◆热力式冷水机组耗电少、电力增容费低、但设备价格比同等产冷量的电动式冷水机组高。

6. 运行费用

- ◆主要包括**能源耗用费** (如电费、燃油费、燃气费等)、**设备维修费**和**各种折旧费**。

一、选择冷热源需要考虑的因素

● 还应考虑的情况：

- ✓ 工程项目所在地区的气象条件和特点；
- ✓ 空调建筑的规模、数量、分布、用途、同时使用情况、负荷特点及要求；
- ✓ 满负荷与部分负荷的时段分布、大小及持续时间；
- ✓ 供冷（暖）的时间、部位及要求。

一、选择冷热源需要考虑的因素

● 空调冷热源的选择条件

- 1) 在电力充足，供电政策优惠，电价便宜的地区，应优先选择电动式冷水机组；在电动式冷水机组中，空调冷负荷大的工程应优先选择离心式冷水机组。
- 2) 在电力紧张或有廉价燃气、燃油、余热、废热等资源的地区，热力式冷水机组可作为冷源设备的优先选择。

一、选择冷热源需要考虑的因素

● 空调冷热源的选择条件

- 3) 在具有城市或区域供热条件时应优先选择城市或区域供热。当有工业余热可利用时，也应将其作为首选热源。
- 4) 当环保要求高、地价昂贵、电力增容费较高、除了夏季要供冷外冬季还需供暖时，可优先考虑采用直燃式冷水机组。
- 5) 具有城市燃气供应的地区，可采用燃气锅炉和燃气热水机供暖，或燃气直燃式冷水机组供冷、供暖。

一、 选择冷热源需要考虑的因素

● 空调冷热源的选择条件

- 6) 有丰富的地表水、工业废水或城市污水等资源可供利用时，可采用水源热泵系统供冷、供暖。
- 7) 夏热冬冷地区或干旱缺水地区的中、小型建筑和以日间使用空调为主的建筑，可采用空气源热泵冷热水机组或土壤源地源热泵系统供冷、供暖。
- 8) 高层建筑有特殊使用要求的顶部房间，可采用空气源热泵冷热水机组供冷、供暖。

一、 选择冷热源需要考虑的因素

● 空调冷热源的选择条件

- 9) 对实行分时电价、峰谷电价政策且价差合适的地区，空调系统在低谷电价时段蓄冷(热)能明显节电及节省投资时，可采用蓄冷(热)系统供冷(热)。
- 10) 全年进行空调，且各房间或区域负荷特性相差较大，需要长时间同时供冷和供暖时，可采用水环热泵系统供冷、供暖。
- 11) 具有多种能源的地区的大型建筑，可采用复合式能源供冷、供暖。

二、常用空调冷热源组合方案

- 既要供冷又要供暖的中央空调系统，常用的人工冷热源方案：
 - ① 电动式和热力式两类冷水机组与锅炉和热网的组合
 - ② 离心式冷水机组与锅炉、吸收式冷水机组的组合
 - ③ 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组
 - ④ 空气源热泵冷热水机组

二、常用空调冷热源组合方案

1. 电动式冷水机组供冷和锅炉供暖方案

■使用最多，最传统的组合方案。

👍 **主要优点：**初投资和能耗费较低，设备质量可靠，使用寿命长。

👎 **主要缺点：**设备电力负荷夏季与冬季相差悬殊，构成全年季节性严重不平衡。如果锅炉只在冬季使用，且燃料又是城市燃气，则除了**电力负荷的季节性失衡**外，还会导致**城市燃气负荷的严重季节性失衡**。

二、常用空调冷热源组合方案

2. 电动式冷水机组供冷和热网供暖方案

- 热网供热最经济、节能，是应优先采用的供暖方案，但必须有热网，而且冬季供暖有保障，空调建筑物在热网的供热范围内。

3. 热力式冷水机组供冷和锅炉供暖方案

- 在有充足且低廉的锅炉燃料供应的地区采用最合适。
- 当某些企业夏季有大量余热或废热产生而未获利用时，如果需要增加空调用的、合适的冷源设备，则利用废热锅炉结合采用热力式冷水机组，均可取得较好的经济、节能效果。

二、常用空调冷热源组合方案

4. 热力式冷水机组供冷和热网供暖方案

- 采用本方案的基本条件是夏季电力供应没有保证，而热网却一年四季都能保证供热。
- 在有集中供热的热网地区，即使是电力供应条件齐备，如果考虑到冬夏季供热负荷的平衡，采用热力式冷水机组也是一种十分合理的选择。

5. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组夏季供冷，冬季供暖方案

- 在电力供应紧张，又没有热网，但油、气燃料能够保证供应的情况下，可采用本方案。

二、常用空调冷热源组合方案

6. 空气源热泵冷热水机组夏季供冷、冬季供暖方案

- **在夏热冬冷地区**，不方便或无处设置冷却塔、无热网供热，以日间使用为主的小型中央空调系统，通常选择本方案。
- **对缺水地区**一般也可考虑采用本方案。
- ✧ **冷热源设备全年能源需求最为平衡的，当首推冷热源一体化设备**。因为这类设备不仅在用能的品种上，而且在耗能的量值上，冬夏季基本上都是一致和平衡的。

二、常用空调冷热源组合方案

7. 离心式冷水机组与锅炉、吸收式冷水机组组合方案

■常见的是采用多台离心式冷水机组，与燃气或燃油锅炉配置多台蒸汽溴化锂吸收式冷水机组的组合。

- 1) 可降低站房的用电容量，降低变电站电压等级，减少变配电扩容费用。
- 2) 由于冷源设备所用能源既有燃料，又有电力，其供冷的可靠性将大为提高。
- 3) 能源的经济性选择和适应方面具有较大的灵活性。

三、冷热源组合方案经济分析方法

- 将候选方案列表比较，主要比较项目有：主机和辅机购置费、安装费，电(热)力增容费，机房土建费，总造价，年运行成本等。
- 应根据工程项目具体情况具体分析。
- 如果运用计算机辅助方案选择，在设计初期就要对方案予以评估。
- 最优化的冷热源，可以减少投资，降低运行费用。

三、冷热源组合方案经济分析方法

【例4-1】已知：

- ✓北京地区某一面积为 18000m^2 的办公楼，其夏季设计空调冷负荷为 1716.3kW ，冬季设计空调热负荷为 1644.2kW 。
- ✓要求主机（冷水机组、直燃型冷热水机组、锅炉或换热器）各设2台，冷水泵、冷却水泵和热水泵各设3台，均为两用一备，冷热水系统为一级泵变水量系统。
- ? 试对可采用的空调冷热源方案进行经济比较

三、冷热源组合方案经济分析方法

- ✓ 面积：18000m²，冷负荷：1716.3kW，热负荷：1644.2 kW。
- ✓ 要求主机（冷水机组、直燃型冷热水机组、锅炉或换热器）各设2台，冷水泵、冷却水泵和热水泵各设3台，均为两用一备。

● 分析步骤：

1) 分别进行初投资的计算，参见下表。

初投资比较

比较项目	冷源（电动式冷水机组）		热 源		直燃型冷热水机组	
	螺杆机组	活塞机组	锅 炉	热 网	燃 油	燃 气
主机购置费/万元	175.0	88.8	66.48	6.52	250.0	264.0
辅机购置费/万元	21.34	21.34	18.26	1.64	26.88	26.88
主辅机安装费/万元	14.09	15.16	1.37	0.66	18.03	18.03
总电耗/kW	489.0	551.0	23.0	15.0	203.8	203.8
电（热）力增容费/万元	244.5(电)	275.5(电)	11.5(电)	49.49(热) 7.5(电)	101.9(电)	101.9(电) 125.3(煤气)
机房面积/m ²	210	210	150	30	260	260
机房土建费/万元	21.0	21.0	15.0	3.0	26.0	26.0
合计（初投资）/万元	475.93	421.80	112.61	68.81	422.81	562.11

三、冷热源组合方案经济分析方法

- ✓ 面积：18000m²，冷负荷：1716.3kW，热负荷：1644.2 kW。
- ✓ 要求主机（冷水机组、直燃型冷热水机组、锅炉或换热器）各设2台，冷水泵、冷却水泵和热水泵各设3台，均为两用一备。

2) 用得到的数据计算出六个冷热源组合方案的总造价，参见下表。

冷热源组合方案的总造价比较 （单位：万元）

组合方案	螺杆冷水机组		活塞冷水机组		燃油直燃 冷热水机组	燃气直燃 冷热水机组
	锅 炉	热 网	锅 炉	热 网		
总造价/万元	588.54	544.74	534.41	490.61	422.81	562.11
排 序	6	4	3	2	1	5

三、冷热源组合方案经济分析方法

- ✓ 面积：18000m²，冷负荷：1716.3kW，热负荷：1644.2 kW。
- ✓ 要求主机（冷水机组、直燃型冷热水机组、锅炉或换热器）各设2台，冷水泵、冷却水泵和热水泵各设3台，均为两用一备。

3) 按下表的格式计算出这三类六种冷热源供冷供暖的全年能耗与各项费用。

全年能耗与费用比较

比较项目		螺杆冷水机组		活塞冷水机组		锅 炉		热 网	燃油直燃冷热水机组		燃气直燃冷热水机组	
		主机	辅机	主机	辅机	主机	辅机		主机	辅机	主机	辅机
供冷	耗电量/10 ⁴ kwh	26.85	21.08	38.96	21.08				2.50	26.56	2.50	26.56
	电费/万元	10.74	8.43	15.58	8.43				1.0	10.62	1.0	10.62
	耗油量/t								121.84			
	耗气量/10 ⁴ m ³										35.78	
	燃料费/万元								36.55		53.67	
供热	耗油量/t					334.86			334.86			
	耗气量/10 ⁴ m ³										90.76	
	燃料费/万元					100.46		34.20	100.46		136.15	
机房折旧费/万元		0.676		0.676		0.483		0.097	0.837		0.837	
设备折旧费/万元		15.00	2.60	8.14	2.60	7.27	1.98	0.95	28.42	3.25	29.92	3.25
设备维修费/万元		4.38	0.53	2.22	0.53	1.66	0.46	0.20	6.25	0.67	6.60	0.67
电(热)力扩容费折旧/万元		7.88		8.87		0.37		1.84	3.28		7.32	
年运行成本/万元		50.24		47.05		112.68		37.29	191.34		250.04	

三、冷热源组合方案经济分析方法

- ✓ 面积：18000m²，冷负荷：1716.3kW，热负荷：1644.2 kW。
- ✓ 要求主机（冷水机组、直燃型冷热水机组、锅炉或换热器）各设2台，冷水泵、冷却水泵和热水泵各设3台，均为两用一备。

4) 按冷热源组合方案计算出对应投资回收期的年运行成本。

年运行成本比较 （单位：万元）

组合方案 回收年限	螺杆冷水机组		活塞冷水机组		燃油直燃 冷热水机组	燃气直燃 冷热水机组
	锅 炉	热 网	锅 炉	热 网		
投资回收期5a	162.92	87.53	159.73	84.34	191.34	250.04
投资回收期8a	174.89	97.11	169.78	92.00	203.17	263.70
投资回收期15a	220.67	133.77	208.19	121.29	248.36	315.88
排 序	4	2	3	1	5	6

- 从上述各表的排序栏数字综合看，活塞冷水机组与热网的组合方案显然是最经济的。

四、冷热源选型

实例：北京地区某一面积为 18000m^2 的办公楼，其夏季设计空调冷负荷为 1716.3kW ，冬季设计空调热负荷为 1644.2kW 。

• 前面分析比较得出：活塞冷水机组与热网的组合方案是最经济的，因此最终要选出具体的活塞冷水机组及热网换热器型号；

(1) 确定冷水机组型号：根据夏季设计空调冷负荷 1716.3kW 查开利活塞冷水机组样本，初步选择30HR-280型冷水机组2台，单台制冷量 930KW ，略大于冷负荷，且 $930 \times 2 / 1716.3 = 1.083\text{KW} < 1.1$ ，符合要求。（如果是选择风冷热泵机组，还需要校核制热量，具体参见实训指导书）

(2) 确定热网换热器型号：需要计算换热面积，过程较复杂，但一般厂家可以帮助选型，只需要提供厂家必要数据即可，可参考某品牌选型参数表。

30HK、HR 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组技术性能表

表 2.3-89

机组型号		30HK-036	30HK-065	30HK-115	30HR-161	30HR-195	30HR-225	30HR-250	30HR-280
名义制冷量	kW	116	232	348	464	580	698	813	930
	10 ⁴ kcal/h	10	20	30	40	50	60	70	80
工 质		R22	R22	R22	R22	R22	R22	R22	R22
压缩机台数及型号*	第一回路	1台 06E7	1台 06E6	1台 06EF 2台 06E6	2台 06E6	2台 06EF	3台 06EF	4台 06EF	4台 06EF
	第二回路		1台 06E6		2台 06EF	3台 06EF	3台 06EF	3台 06EF	4台 06EF
冷量调节范围	%	30/66/ 100	33/50/ 83/100	22/33/ 66/100	16/25/41 /50/67/75 /91/100	20/40/60 80/100	16/33/ 50/67/ 83/100	14/28/ 43/57/ 71/86/100	12/25/ 37/50/62/ 75/87/100
压缩机总加油量	L	9	18	27	36	45	54	63	72
电源 (V-Ph-Hz)		380-3-50							
运行控制方式		全 自 动							
安全保护装置		高低压、冷水断水、冷水低温、油加热及排湿控制							
额定工况下 机组输入功率	kW	30	60	90	120	150	180	210	240
电机冷却方式		氟利昂气体冷却							





选型参数表

HEAT EXCHANGER SELECTION SHEET

为选择出最适合您需求的换热器型号，请复印并详细填写以下表格并传真给我们。

To find out which type of our heat exchangers will best meet your requirements please copy and fill out this form, then fax it to us.

应用领域 APPLICATION	<input checked="" type="checkbox"/> 暖通空调	<input type="checkbox"/> 生活热水	<input type="checkbox"/> 工艺	<input type="checkbox"/> 其它
采暖面积 HEATING AREA	_____ m ² 或者	总供热量 TOTAL CAPACITY	1644.2	KW
热水用量 HOT WATER FLOW RATE	_____ t/h	其它		
工艺条件 TECHNOLOGICAL CONDITIONS				
热媒 HOT MEDIUM	<input checked="" type="checkbox"/> 热水	<input type="checkbox"/> 蒸汽	<input type="checkbox"/> 其它	
进/出口温度 INLET/OUTLET TEMPERATURE	100	°C / 60	°C	} 由热网决定
压力(真空度) PRESSURE (VACUITY)	2.0	MPa		
流量 FLOW	35.35	t/h	由公式 $0.860 / (tg-th)$	计算
允许最大压降 MAX PRESSURE DROP	10	KPa	由热网决定	
冷媒 COLD MEDIUM	<input checked="" type="checkbox"/> 水	<input type="checkbox"/> 其它		
进/出口温度 INLET/OUTLET TEMPERATURE	50	°C / 60	°C	设计人员确定
压力 PRESSURE	1.2	MPa	系统静压+水泵扬程	
流量 FLOW	141.4	t/h	由公式 $0.860 / (tg-th)$	计算
允许最大压降 MAX PRESSURE DROP	10	KPa	由水泵扬程与管路总阻力差值确定	
换热器法兰材质 FLANGE MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/> 不锈钢	<input type="checkbox"/> 碳钢		
换热机组所需数据 DATA FOR ETS				
供暖区域半径 RADIUS OF HEATING AREA	5	km	楼层高度 HEIGHT OF BUILDING	30 m
循环泵控制方式 CIRCULAR PUMP CONTROL MODE	<input checked="" type="checkbox"/> 定流量	FIXED RATE	<input type="checkbox"/> 变频	VARIABLE FREQUENCY
补水泵控制方式 FILLING PUMP CONTROL MODE	<input type="checkbox"/> 手动	BY HAND	<input checked="" type="checkbox"/> 自动	AUTOMATIC
换热机组控制方式 ETS CONTROL MODE	<input type="checkbox"/> 现场控制	SITE CONTROL	<input type="checkbox"/> 自动现场控制	AUTO SITE CONTROL
<input checked="" type="checkbox"/> 全自动智能控制 FULL AUTO INTELLIGENT CONTROL				
除水(蒸汽)外的物料，需要提供物料的参数	_____	比热	_____	导热系数
平均黏度	_____	其他特殊要求	_____	