

某市文化中心项目空调冷热源设计分析

张抗

(安徽省城建设计研究院股份有限公司, 安徽 合肥 230000)

【摘 要】 本文通过 HDY-SMAD 负荷计算软件对某市文化服务中心项目动态负荷模拟计算, 对不同区域负荷进行分类、分析, 统计出不同区域逐项逐时冷负荷的综合最大值和不同负荷段空调运行时长, 根据不同容量水冷机组部分负荷的能效比不同, 优化冷水机组选型, 确保系统在大部分时段高效、稳定运行。

【关键词】 负荷分类; 水冷机组选型; 螺旋缠绕蒸汽换热器

一、项目概况

本工程为某市文化服务中心项目, 地处夏热冬冷地区, 建筑总面积约 110780 m², 其中地上面积约 76140 m², 地上六层, 地下两层, 建筑高度 20.4m。建筑主要功能: -2 层为汽车库, -1 层为汽车库和食堂, 1~2 层主要功能为市民办事大厅、图书阅览、报告厅, 3~4 层主要为展厅、美术馆及音乐厅, 5~6 层主要为对外租赁办公区。

二、能源应用分析

-1~4 层冷源: 本项目的音乐厅、报告厅、展厅等区域只有举办相关活动时使用空调, 系统大部分时段在部分负荷工况下运行, 由于冷水机组具有在部分负荷下能效比的较高特点, 适用于本项目的空调系统。

-1~4 层热源: 项目所在位置设有市政供热蒸汽管道, 采用螺旋缠绕蒸汽换热器进行换热, 避免使用

表 1. 不同区域空调使用时间

区域	空调使用时间
负一层食堂	工作日 11:00-13:00
公共区域	工作日 9:00-17:00
服务窗口	工作日 9:00-17:00
会议区	工作日 9:00-17:00
图书阅览	每天 9:00-21:30 开放 (工作日 + 双休日)
办公和物业区	工作日 9:00-17:00, 17:00-21:30 时段加班负荷按照区域逐时负荷 20% 的占比估算 (245kW)
展厅	不定期开放
美术馆	不定期开放
剧场	不定期开放

表 2. 加班时段负荷统计表

负荷范围	0~10%	10~20%	20~30%	30~40%	40~50%	50~60%	60~70%	70~80%	80~90%	90~100%
负荷值 (kW)	0-142	143-285	286-428	429-571	572-713	714-856	857-999	1000-1141	1142-1284	1285-1427
运行时长占比	6.07%	6.72%	18.93%	16.97%	15.86%	8.28%	8.28%	10.34%	4.14%	1.24%

燃气锅炉带来一次能源的消耗，减少了碳排放，同时也避免了燃气锅炉房所带来的安全隐患。

5、6层冷热源：5、6层主要功能为对外租赁办公区，由于不同单位计费及管理要求，冷热源采用变频多联空调系统。

三、水冷冷水机组选型分析

由于冷水机组部分负荷时的机组能效比不同，所以机组选型的关键因素要分析建筑的动态负荷，众多专家学者都在此领域做出诸多研究^{[1][2][3]}。以下对建筑空调冷负荷进行详细分类，为机组选型提供设计依据。

（一）冷负荷分类

本项目功能复杂，各区域空调使用时间不一致。按照业主管理要求，-1~4层采用同一个空调

水系统，经调研，不同区域空调使用时间列入表1。

通过 HDY-SMAD 负荷计算软件对建筑进行动态负荷模拟，对不同区域空调冷负荷进行分类，并将区域逐项逐时冷负荷综合最大值作为主机选型的依据^[4]：

1. 工作日稳定逐项逐时冷负荷综合最大值：

工作日 9:00-17:00 时段，负一层食堂、公共服务区域、服务窗口、会议区、图书阅览区、办公和物业区逐项逐时冷负荷综合最大值为 5799kW。

2. 加班时段逐项逐时冷负荷综合最大值：工作日 17:00-21:30 时段+双休日 9:00-21:30 时段，图书阅览区和办公+物业区逐项逐时冷负荷综合最大值为 1427kW。

3. 不可预测逐项逐时冷负荷综合最大值：展厅、美术馆、剧场和音乐厅逐项逐时冷负荷综合

图 1 制冷量 1500kW 变频螺杆性能曲线

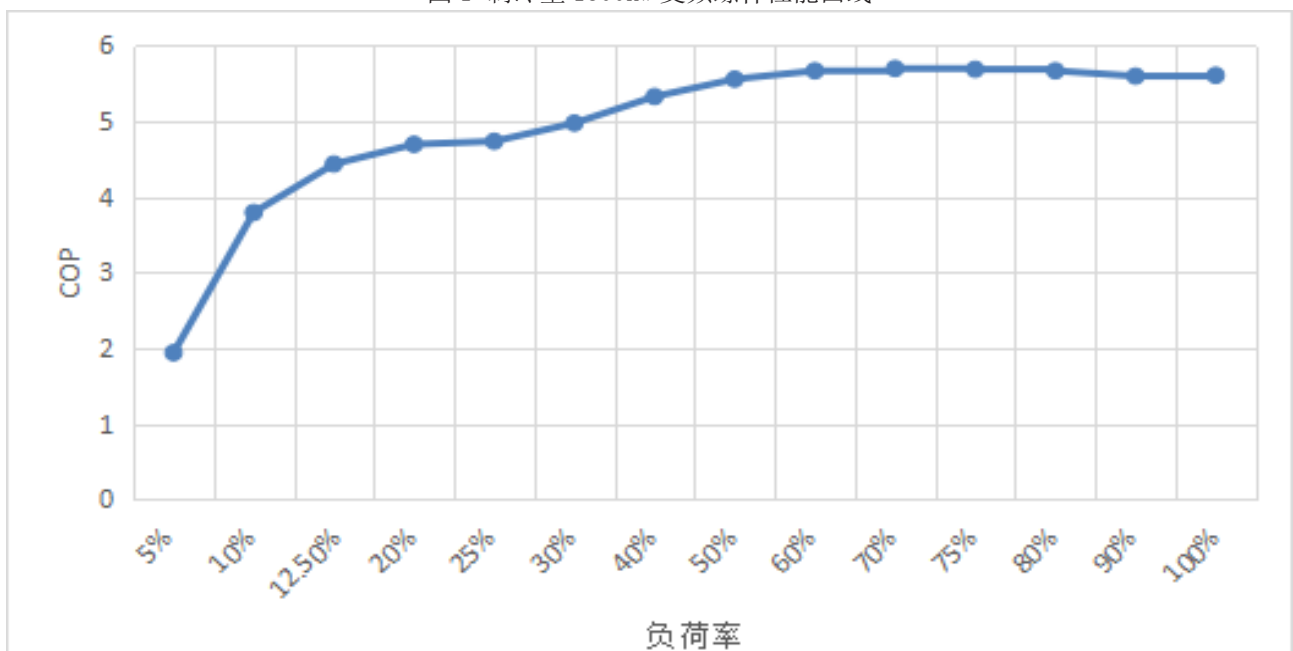


表 3. 工作日稳定负荷统计表

负荷范围	0~10%	10~20%	20~30%	30~40%	40~50%	50~60%	60~70%	70~80%	80~90%	90~100%
负荷值 (kW)	0-579	580-1158	1159-1737	1738-2316	2317-2895	2896-3474	3475-4053	4054-4632	4633-5211	5212-5799
运行时长 占比	8.25%	9.67%	15.33%	17.52%	14.31%	12.59%	10.28%	4.73%	6.35%	0.97%

最大值为 2266kW。

4. 建筑整体逐项逐时冷负荷综合最大值为 7429kW。

（二）冷水机组选型

考虑到工作时段和加班时段负荷的差异，为了使得系统整体稳定、高效运行，对工作时段和加班时段负荷分别进行统计分析，从而优化配置机组容量。

由表 2 可见，加班时段 20%-80%（286kW-1141kW）的负荷区间系统运行时间占比 78.66%，且最大冷负荷为 1427kW，考虑到系统效率及管网损失，加班负荷冷水主机总容量按照 1500kW 考虑，参考某品牌单台制冷量 1500kW 变频螺杆机在部分负荷下的工况性能进行分析，见图 1。

由图 1 看出，所选用的变频螺杆机在 20%-80%（286kW-1141kW）的负荷区间，机组 EER 值为 4.69-5.66，保持相对较高的能效水平。加班负荷选用单台制冷量 1500kW 变频螺杆机，既可以满足最大加班负荷需求，也可以在大部分运行时段内保持高效运行。

各区域逐项逐时冷负荷综合最大值为 7429kW，并以此作为主机总容量的选型依据，考虑到一定的系统衰减，装机总容量按照 7500kW 设置。除了一台制冷量 1500kW 变频螺杆机，需要另外选用总容量为 6000kW 的离心式冷水机组，拟选用两台单台制冷量 3000kW 离心冷水机组。由于展

厅、美术馆、剧场和音乐厅由于使用时间的不确定，无法作为机组优化选型的依据，以工作日稳定冷负荷作为机组选型依据。

由表 3 可见，工作日稳定冷负荷 20%-70%（1159kW-4053kW）的负荷区间系统运行时间占比 70.03%，对主要运行负荷段的系统高效运效作为主要判断依据，参考某品牌单台制冷量 3000kW 变频离心冷水机组在部分负荷下的工况性能进行分析，见图 2。

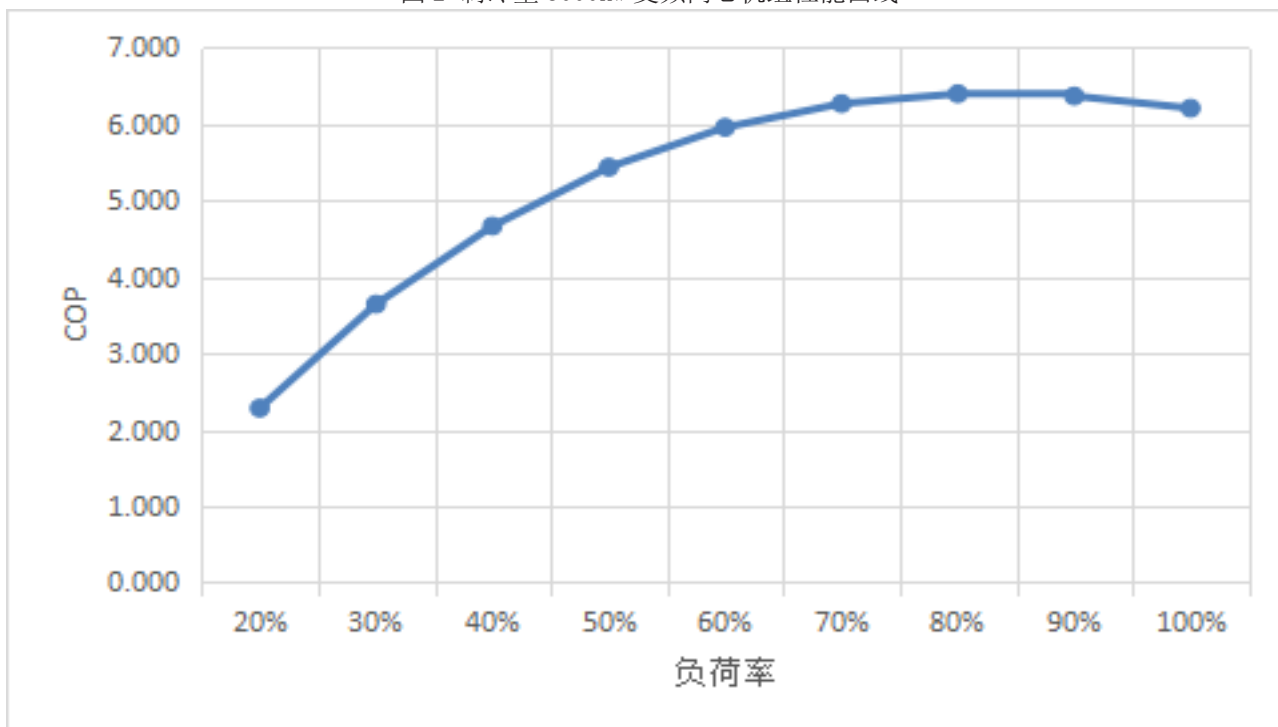
对于工作日稳定负荷的 1159kW-1500kW 主要运行时间负荷段，开启制冷量 1500kW 变频螺杆机；1501kW-3000kW 段，延时切换为 1 台 3000kW 离心式冷水机组；3001kW-4053kW 负荷段，加载制冷量 1500kW 变频螺杆机。

由图 2 看出，在工作日的主要运行负荷区间，变频螺杆冷水机组（负荷率 77%-100%）EER 值为 5.6-5.7，变频离心冷水机组（负荷率 50%-100%）EER 值为 5.5-6.1，冷水机组均处于较高能效区间运行。

（三）系统运行控制方案

对于整个系统，选用 1 台 1500kW 变频螺杆机和 2 台制冷量 3000kW 变频离心式冷水机组。0kW-1500kW 负荷段开启 1 台变频螺杆机；1501kW-3000kW 段，延时切换为 1 台离心式冷水机组；3001kW-4500kW 负荷段，加载变频螺杆机；4501kW-6000kW 负荷段，变频螺杆机延时切换为

图2 制冷量 3000kW 变频离心机组性能曲线



离心式冷水机组；6001kW-7429kW 负荷段，加载变频螺杆机。

通过机组优化选型，可以保证系统工作日和加班时大部分时段内处于高效运行，且系统负荷超过 1500kW 和 4500kW 时启用离心式冷水机组，离心式冷水机组运行容量大于 1500kW，大于单台机组容量的 50%，可以避免离心机冷水机组的喘振点，保证机组稳定运行。

总结：

冷水机组由于不同负荷段的能效不同，且离心冷水机组存在低负荷喘振，所以水冷系统中的冷水机组选型配置至关重要。本文通过 HDY-SMAD 对建筑进行动态负荷模拟，对于不同区域复核进行详细分析、统计，分为工作日、加班时段、不可预测和建筑整体逐项逐时冷负荷综合最大值，创新采用分区域不同类别逐项逐时冷负荷作为单台机组容量作为选型依据，建筑整体逐项逐时冷负荷作为总装机容量的设计依据，优化主机选型，确保了系统在不同时间、不同负荷段均可高效、稳定运行。

冬季空调采用螺旋缠绕蒸汽换热器进行换热，避免使用燃气锅炉带来一次能源的消耗，减少了碳排放，较管壳式换热器提高了换热效率、减少无效热损失、节约了运行和维护成本。

参考文献：

- [1] 丁云飞，马最良. 根据部分负荷性能合理选择冷水机组台数 [J]. 哈尔滨建筑大学学报，2001，（02）.
- [2] 周一芳，周邦宁. 空调冷源的部分负荷性能系数计算分析 [J]. 暖通空调，2002.32（6）：101-103
- [3] 蒋小强，龙惟定，李敏. 部分负荷下冷水机组运行方案的优化 [J]. 制冷与空调，2009（3）：96-97
- [4] 中华人民共和国城乡建设部.《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》[S]. 中国建筑工业出版社，2012.
- [5] 王守业. 节能降耗-SECESPOL 螺旋缠绕管壳换热器 [J]. 建筑热能通风空调，2009：408-409