

# 酒店建筑热水系统设计探讨

段妮妮<sup>1</sup>, 庞翠翠<sup>2</sup>

1 中国科学院上海应用物理研究所, 上海 201800

2 中化工程沧州冷却技术有限公司, 河北 沧州 061004

**摘要:** 以酒店建筑项目设计实例, 阐述酒店建筑热水系统计算及热源选择, 分别以太阳能系统、空气源热泵系统以及辅助燃气炉、电炉等热水热源组合型式分析对比, 提出酒店热水热源选用建议。本文以江苏某星级酒店为例, 全面阐述了酒店热水系统设计思路及热源方案, 为类似工程提供参考和借鉴。

**关键词:** 热水计算; 空气源热泵; 太阳能热水; 运行费用

## Discussion on the Design of Hotel Building Hot Water System

Duan Nini<sup>1</sup>, Pang Cuicui<sup>2</sup>

1. Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800

2. Sinochem Engineering Cangzhou Cooling Technology Co., Ltd. Cangzhou, Hebei 061004

**Abstract:** Taking a hotel construction project design as an example, this paper expounds on the calculation of the hotel building's hot water system and the selection of heat sources. It analyzes and compares various combinations of hot water heat sources, including solar energy systems, air source heat pump systems, auxiliary gas furnaces, and electric furnaces, and provides suggestions for selecting hotel hot water heat sources. Taking a star-rated hotel in Jiangsu as an example, this paper comprehensively explains the design ideas and heat source schemes of the hotel's hot water system, providing reference and guidance for similar projects.

**Keywords:** hot water calculation; air source heat pump; solar hot water; operating costs

### 一、项目背景

以江苏某星级度假酒店为例, 建筑包括: 办公、酒店、商业及配套用房等, 总用地面积约为41464 m<sup>2</sup>, 酒店总建筑面积约为27070 m<sup>2</sup>, 地下室后勤及设备用房面积约5640 m<sup>2</sup>。其中, 1~2F为酒店大堂、宴会厅、会议厅、全日餐及包间等功能, 3~6F为酒店客房间, 客房总数194间。

### 二、热水系统计算

#### (一) 设计小时热水量 $Q_{rh}$ 计算<sup>[1]</sup>

最高日热水量计算:  $Q_r = mq_r / 1000$  ;

设计小时热水量计算:  $Q_{rh} = K_h mq_r / 24000$  ;

式中:  $Q_r$  - 最高日热水量 ( $m^3/d$ );

$Q_{rh}$  - 设计小时热水量 ( $m^3/h$ );

m - 用水计算单位数 (人数或床位数);

$q_r$  - 热水用水定额 ( $L/(人 \cdot d)$ 或 $L/(床 \cdot d)$ );

$K_h$  —— 小时变化系数, 按建水规 表6.4.1取用。

#### (二) 设计小时耗热量 $Q_h$ 计算

最高日耗热量按下式计算:  $Q_d = Q_r C \rho_r (t_r - t_L) / 24 \times 3600$  ;

设计小时耗热量按下式计算:  $Q_h = Q_{rh} C \rho_r (t_r - t_L) C_r / 3600$  ;

式中:  $Q_d$  - 最高日耗热量 (KW);  $Q_h$  - 设计小时耗热量 (KW);

C—水的比热 [ $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ],  $C=4.187kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ;

$\rho_r$  - 热水密度 ( $kg/L$ ), 取  $\rho_r = 1kg/L$  ;

$t_r$  - 热水温度 ( $^\circ C$ ),  $t_r = 60^\circ C$  ;

$t_L$  - 冷水温度 ( $^\circ C$ ), 本项目取  $t_L = 10^\circ C$  ;

$C_r$  - 热水供应系统的热损失系数,  $C_r = 1.10 \sim 1.15$ 。

#### (三) 热泵机组制热量 $Q_g$ 计算<sup>[2]</sup>

$Q_g = 24 \times k_1 Q_d / T_1$ ;  $Q_g = q k_1 k_2$ ;

式中:  $Q_g$  - 热泵机组设计小时供热量 (KW);

$T_1$  - 热泵机组设计工作时间 (h), 取  $8 \sim 16h$ ;

q - 空气源热泵 产品样本中的名义制热量 (KW);

$k_1$  - 安全系数, 取  $k_1 = 1.05 \sim 1.10$ 。

$k_2$  - 使用地区室外计算温度修正系统, 按产品样本选取;

$k_3$  - 机组融霜修正系数, 融霜一次取0.9, 两次取0.8。

#### (四) 热泵热水系统贮热容积 $V_r$ 计算

按最大小时用水量计算贮热容积:  $V_r = T_0 Q_{rh}$  ;

式中:  $V_r$  - 热泵热水系统贮热总容积 ( $m^3$ );

$T_0$  - 贮热时间 (h), 建议取  $T_0 = 1 \sim 2h$ 。

热水系统估算结果见下表1。

### 三、热水系统热源选择

#### (一) 热源选择原则

根据江苏省《绿色建筑标准》DB32-3962-2020、江苏省《公共建筑节能设计标准》DGJ32J96-2010及无锡市建筑节能管理办法要求, 宾馆、酒店、医院等热水需求较大且稳定的公共

表1 热水系统估算

序号	用水项目名称	生活热水定额		用水单位 或数量 (人次)	小时变 化系数 Kh	使用时间 (h) 平均时 (m <sup>3</sup> /时)	用水量			耗热量 (冷水温 5℃)		
							最大时 (m <sup>3</sup> /时)	最高日 (m <sup>3</sup> /日)	最高日 (kw)	最大时 (kw)	平均时 (kw)	
1	客房(无浴缸)	100	L/人·日	176	3.0	24	0.7	2.19	17.55	1213.91	151.74	50.58
2	客房(有浴缸)	150	L/人·日	43	3.0	24	0.3	0.80	6.41	443.54	55.44	18.48
3	酒店员工	50	L/人·日	175	2.5	24	0.4	0.91	8.73	603.84	62.90	25.16
4	大堂吧	7	L/人·次	250	1.5	16	0.1	0.16	1.75	121.05	11.35	7.57
5	宴会厅	20	L/人·次	920	1.5	16	1.2	1.73	18.40	1272.70	119.32	79.54
6	全日餐厅	20	L/人·次	563	1.5	24	0.5	0.70	11.25	778.15	48.63	32.42
7	中餐厅-包间	20	L/人·次	575	1.5	10	1.2	1.73	11.50	795.44	119.32	79.54
8	员工餐厅	10	L/人·次	333	1.5	10	0.3	0.50	3.33	230.56	34.58	23.06
9	健身房	20	L/人·次	16	1.5	16	0.0	0.03	0.32	22.13	2.08	1.38
10	洗衣房	-	-	-	1.2	12	0.3	0.36	4.32	298.81	24.90	24.90
11	会议室	2	L/人·次	238	1.5	14	0.0	0.05	0.48	32.92	3.53	2.35
12	泳池淋浴	10	L/人·次	27	1.5	16	0.02	0.03	0.27	18.68	1.75	1.17
总计							4.9	9.19	84.31	5831.74	635.53	346.16

注：计算按75%入住率考虑。



建筑应采用太阳能热水系统<sup>[3]</sup>，由太阳能热水系统提供的生活热水比例不应低于20%<sup>[4]</sup>。除夏热冬暖地区外，即使采用了太阳能、空气源热泵作为热源，仍需要设置燃气炉作为备用热源。

另，可再生能源若仅考虑太阳能，则太阳能设置要按满足20%酒店热水用量考虑，需太阳能集热器面积约为350平，大大增加了屋面太阳能板设置面积，本项目为度假型酒店，屋面考虑设置平台休闲区域，无法满足350平集热器设置。故可再生能源拟采用太阳能+空气能两种。

### (二) 热源方案

根据当地天然气价格(2.97元/立方米)以及当地平均电价0.6414元/度，依据当地能源政策使用热泵较之锅炉节省运行费用，另结合暖通冷热源分析，空调供热采用多联机，不设置锅炉，故热水热源不考虑锅炉。基于以上规范政策分析，提供两种热源方案进行比选，见表2。

表2 热水热源方案

热水热源	方案一	方案二
热源形式	太阳能+燃气炉供客房、空气源供公区及后勤 	太阳能+空气源热泵(配电辅热)供酒店整体 

### (三) 主要设备配置及初投资<sup>[6]</sup>

方案一 热源形式采用太阳能+燃气炉供客房区热水使用，空气源热泵供公区宴会厅、全日餐包间等区域热水，其主要设备配置及初投资见表3。

方案二 热源形式采用太阳能+空气源热泵配以电辅热供整个酒店热水系统，其主要设备配置及初投资见表4。

表3 方案一 主要设备配置及初投资

	材料名称	型号规格	数量	单位	初投资
太阳能+燃气炉					
1	太阳能真空管集热器	CPC-47-1518	50	块	120
2	储热水箱	RV-04-5(1.6/1.0)	2	台	
3	燃气热水炉	BTC-338, 额定热负荷99kw, 热效率95%	4	台	
空气源热泵					
1	空气源热泵	CAHP-PI-42	4	台	60
2	容积式加热水箱	CAHP-TANK-D24	4	台	
3	储热水箱	CAHP-TANK-120G	16	台	

表4 方案二 主要设备配置及初投资

	材料名称	型号规格	数量	单位	初投资
太阳能					
1	太阳能真空管集热器	CPC-47-1518	50	块	50
2	储热水箱	RV-04-5(1.6/1.0)	2	台	
空气源热泵					
1	空气源热泵	CAHP-PI-42	7	台	110
2	容积式加热水箱	CAHP-TANK-D24	7	台	
3	储热水箱	CAHP-TANK-120G	32	台	

注：按太阳能提供的水量占酒店客房热水使用量20%计算，所需集热面积约150m<sup>2</sup>。平板集热器：需75块，单组集热面积为2m<sup>2</sup>PMH200。真空管集热器：需50块，单组集热面积为3m<sup>2</sup>CPC-47-1518。

### (四) 年运行费用估算

方案一与方案二太阳能系统设置配比均相同，估对空气源热泵系统进行详细选型比较计算。热泵系统受热泵机组造价、进出水温差、最高出水温度等因素影响，系统设计一般采用蓄热式，以提高系统的可靠性。系统的贮热量和热泵的产热量之和必须满足高峰用水时的需要。贮热总容积较大，会出现热泵机组的供热量会很小，

贮热总容积较小,造成热泵机组容量较大,增加投资。综合考虑,居民用气价格2.97元/m<sup>3</sup>,电费按当地平均0.64元/KW·h。热泵机组运行时间按12h,贮热水罐按2h高峰用水量配置,当地非热泵机组配辅助热源系统年运行费用估算见表5。

表5 热泵机组配辅助热源系统年运行费用估算

热水分区	最高日耗热量 KW	设计小时耗热量 Q <sub>h</sub> KW	热泵机组设计小时制热量 Q <sub>g</sub> KW	水罐总贮热量 Q 贮 KW	水罐贮热容积 m <sup>3</sup>	热泵机组设计小时制热量复核 Q <sub>g</sub> (Q <sub>g</sub> =Q <sub>h</sub> -Q 贮)	热泵机组功率	最不利冬季气温为-5度时机组制热量 (KW)	机组数量	方案二:配辅助电热水炉输入功率 (KW)	空气源热泵输入功率 (KW)COP 3.0	方案一:配燃气热水炉设计小时供热量 (KW)
客房	1356.10	169.51	113.01	73.14	5.99	96.37	80KW	50	2台	37.67	53.33	40
公区	3415.32	350.47	284.61	151.22	12.39	199.25	80KW	50	5台	77.88	133.33	80

空气源热泵方案运行费用估算(方案一:配燃气炉辅热)

热水分区	热泵机组配置数量(需满足冬季使用)	配辅助燃气热水炉功率(KW)	空气源热泵总输入功率(KW) COP 3.0	燃气耗量(Nm <sup>3</sup> /h)	燃气费(2.97元/m <sup>3</sup> )(元/h)	空气源热泵运行电费(0.64元/KW·h)	空气源热泵+燃气炉辅热总运行费用(元/h)	日运行费用(元/d)	年运行费用(万元/a)	系统总年运行费用(万元/a)
酒店客房	2台	40	53.33	5.40	16.04	34.13	50.18	401.41	14.65	48.80
公区后勤	5台	80	133.33	10.65	31.63	85.33	116.96	935.68	34.15	

空气源热泵方案运行费用估算(方案二:配电炉辅热)

热水分区	热泵机组配置数量(需满足冬季使用)	配辅助电热水炉输入功率(升温至65度)(KW)	空气源热泵总输入功率(KW) COP 3.0	辅助电加热费(0.64元/KW·h)	空气源热泵运行电费(0.64元/KW·h)(元/h)	空气源热泵+电辅热总运行费用(元/h)	日运行费用(元/d)	年运行费用(万元/a)	系统总年运行费用(万元/a)
酒店客房	2台	27.59	53.33	17.66	34.13	51.79	414.32	15.12	56.48
公区后勤	5台	87.96	133.33	56.30	85.33	141.63	1133.04	41.36	

**(五) 热源方案综合比较及建议**

基于以上两种方案分析,分别从国家规范要求、当地能源政策、设备初投资及年运行费用等方面综合分析,给出热水系统热源方案综合比较及建议,见表6。

表6 热水系统热源方案综合比较

热源方案	方案一	方案二
系统稳定及可靠性	产品成熟,稳定性、可靠性均较高。	产品成熟,稳定性较方案一稍低,配电炉辅助。
建筑要求	地下室面积	热水机房: 120 m <sup>2</sup>
	裙房屋面面积/室外地面	集热器: 200 m <sup>2</sup> , 热水机房: 80 m <sup>2</sup> , 空气源热泵: 60 m <sup>2</sup> , 小计 330m <sup>2</sup>
	机房面积汇总	机房: 180 m <sup>2</sup> , 屋面: 320 m <sup>2</sup>
经济性	初投资(万元)	约180万
	运行费用(万元/年)	约48.5万
	静态回收期(年)	3
		基准

建议:

从系统稳压性及可靠性来看,方案一客房区采用燃气炉做为主热源,热源稳定性较高,方案二配电炉辅助在冬季热泵效率较低时也能满足供热要求;从占用设备机房面积来看,方案二热泵占用屋顶面积较方案一多60平,地下室热水机房面积较方案一节省20平,机房占用面积相差不大;从经济性来看,方案一的设备初投资高于方案二,造价相差20万,但年运行费用较方案二节省

8万,以方案二为基准,方案一的静态回收期仅3年。另,方案二酒店客房热泵机组需设置于酒店屋面,机组会对客房产生噪音震动影响,若加上消声降噪措施,方案二初投资会有所增加。

综上所述,太阳能做为清洁能源,在酒店项目中已广泛应用,空气源热泵适用于夏热冬暖或夏热冬冷地区,但两者都受制于天气因素影响<sup>[7]</sup>,不能保证稳定热水持续供应,需另外设置辅助热源,方案一产品成熟,稳定性、可靠性均较高,推荐作为本项目酒店热水热源。

**四、结语**

本文以酒店项目为例,详细阐述了酒店热水系统设计计算及热源选择方案,分别从国家规范要求、当地能源政策、设备初投资及年运行费用等方面综合分析,给出热水系统热源方案综合比较,从系统稳定性、可靠性,建筑要求,经济性等方面提出酒店热水热源选用建议,为类似工程提供参考和借鉴。

**参考文献**

[1] 《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019.  
 [2] 《热泵热水系统选用与安装》06SS127.  
 [3] 江苏省《公共建筑节能设计标准》DGJ32J96-2010.  
 [4] 江苏省《绿色建筑设计标准》DB32-3962-2020.  
 [5] 民用建筑太阳能热水系统应用技术标准 GB50364-2018.  
 [6] 贺振. 南京某度假酒店生活热水系统分析与比较研究[J]. 给水排水, 2019, 55(S1): 270-272.  
 [7] 晋小芸. 珠海某超高层酒店热水系统设计分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(17): 183-185.