

井水温差的选取对井水源热泵设计方案的影响

郭其峰

(郑州大学 综合设计研究院, 河南 郑州 450002)

摘要: 井水源热泵空调系统是从井水中提取热能或冷能, 井水供回温差的选取对水井实施方案影响很大。本文通过井水供回温差的变化, 计算能量提取部分的能效比, 从而为水源热泵系统水井实施方案设计提供最佳选择。

关键词: 水源热泵空调系统; 井水水量; 井水温差; 能效比

中图分类号: TU83

文献标识码: B

文章编号: 1006-8449(2008)02-0045-02

0 引言

地球是一个巨大的恒温体, 蕴藏了无穷无尽的能量, 无论冬夏季节, 3m 以下的土壤包括土壤中水的温度全年恒定。水源热泵机组在电能的驱动下, 将地下取之不尽、循环再生但不可直接利用的低位能量开发利用, 成为可利用的高位能。它可以满足冬季供暖、夏季供冷的需要, 又能用来制取卫生热水, 解决洗澡用水的供应问题, 充分显示了其一机三用的优越特性, 因而在各类建筑物中得以广泛应用。

水井供应系统是水源热泵中央空调的关键部分之一, 它是整个中央空调系统的能量来源, 与传统中央空调系统对比, 它取代了锅炉供热系统和冷却塔, 因此在水源热泵中央空调工程中是重中之重。空调系统从井水中提取的能量 Q 与井水流量 M 和井水供回温差 Δt 的乘积成正比。当空调系统设计值 Q 确定后, 井水流量 M 变小, 井水温差 Δt 加大, 压缩机耗能增大, 潜水泵耗能减小; 反之, 井水流量 M 变大, 井水温差 Δt 减小, 压缩机耗能减小, 潜水泵耗能增大。那么, 对于一个水源热泵井水供应系统而言, 到底井水温差取多大, 整个空调系统能量提取部分的能效比最高、投资最节省呢, 本文将根据不同的工况对此作详细的计算分析。

1 冬夏季运行不同工况下的能效比计算

以郑州市某个建筑面积为 12000m² 办公楼的项目为例, 夏季冷负荷 1200kW, 冬季热负荷 900kW。选配二台名义制冷量 550kW 的单螺杆式水源热泵机组, 压

缩机采用台湾汉钟 RC520 H-CR。项目所在地水井井深 150m, 单井出水量可达到 70t/h, 此时潜水泵扬程为 60m。井水出水水温夏季为 18℃, 冬季为 16℃。

每 1h 井水的循环量计算公式:

$$\text{制冷时 } M = (P_c + P_{ir}) \times 860 \div \Delta t \quad (1)$$

式中 M — 井水的单位时间循环量, m³/h;

P_c — 制冷输出功率, kW;

P_{ir} — 制冷输入功率, kW;

Δt — 主机对井水利用温差, ℃。

$$\text{制热时 } M = (P_c - P_{ih}) \times 860 \div \Delta t \quad (2)$$

式中 P_c — 制热输出功率, kW;

P_{ih} — 制热输入功率, kW。

上述公式中, 设计人员易产生分歧的是 ΔT 到底应该取多少。为此先了解一下水冷冷水机组空调方式所用的冷却塔。按照暖通空调设计规范, 冷却塔的理论进、出水温度为 30℃/35℃, 实际运行工况进、出水温度为 32℃/37℃, Δt 为 5℃, 它是指主机排出的 35~37℃ 冷凝水经冷却塔冷却为 30~32℃ 再进入主机, 如此周而复始地循环, 建筑物排出的热量最终靠塔内的水蒸发而带走。 Δt 能否再增大呢, 不能, 因为冷却塔是靠塔内的水自然蒸发而带走建筑物(中央空调主机)排出的热量, 再大就不经济了, 主机也会自动保护停机。

水源热泵主机在夏季输入井水制冷, 如输入冷却塔的冷却水同样可以制冷。如果输入前者, 假如井水的进水是 18℃, 温差 Δt 是 16℃, 此时排出水温是 34℃,

井水的平均温度为 26℃,冷却效果远优于冷却塔标准工况。

实际上,在空调系统运行中出现设计最大负荷量的时段所占的比例只有 4%~5%,即使温差 Δt 取 18℃ 计算井水量,在流量不变的前提下,实际运行温差在绝大多数时段为 10~12℃。因此,在实际应用中,可以将水源热泵井水温差扩大到 16℃。

依据台湾汉钟 RC520 H-CR 的参数表以及上述计算公式,可得出单台主机夏季运行各参数见表 1。

表 1 水源热泵主机夏季运行参数表

井水进水温度,℃	井水出水温度,℃	井水流量 t/h	潜水泵输入功率,kW	压缩机输入功率,kW	制冷量功率,kW
18	24	96	26	97.5	572.2
18	25	82	22	99.5	567.5
18	26	71	20	101.5	562.7
18	27	63	18.5	103.5	557.8
18	28	57	15	105.6	552.8
18	29	51	11	107.7	547.6
18	30	47	9.5	109.8	542.4
18	31	43	8.5	112	537.1
18	32	40	7	114.2	531.6
18	33	37	6	116.4	526.1
18	34	34	5.5	118.6	520.4

根据上表计算可知:井水进出水温差 Δt 设定值变化时,能量提取部分的能效比 COP(制冷量与压缩机耗电量及潜水泵耗电量之和的比值)计算如下:

$$\Delta t = 6^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 4.63$$

$$\Delta t = 8^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 4.63$$

$$\Delta t = 12^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 4.55$$

$$\Delta t = 16^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 4.20$$

$\Delta t = 16^\circ\text{C}$ 与 $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ 相比,井水需求量减少了 52%,能效比仅减少了 9.2%。

冬季,依据台湾汉钟 RC520 H-CR 的参数表以及

表 2 水源热泵主机冬季运行参数表

井水进水温度,℃	井水出水温度,℃	井水流量 t/h	潜水泵输入功率,kW	压缩机输入功率,kW	制热量功率,kW
16	11	91	25.5	147.2	677.5
16	10	73	20	146.1	657.6
16	9	61	18.5	144.9	638.1
16	8	51	11	143.7	619.1
16	7	44	9	142.5	600.6
16	6	38	6	141.3	582.5
16	5	33	5.5	140	564.9
16	4	29	4.5	138.8	547.8

上述计算公式,可得出单台主机运行各参数见表 2。

根据上表计算可知:井水进出水温差 Δt 设定值变化时,能量提取部分的能效比 COP 计算如下:

$$\Delta t = 6^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 3.96$$

$$\Delta t = 8^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 4.0$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 3.95$$

$$\Delta t = 12^\circ\text{C} \text{ 时 } COP = 3.82$$

$\Delta t = 12^\circ\text{C}$ 与 $\Delta t = 6^\circ\text{C}$ 相比,井水需求量减少了 60%,能效比仅减少了 3.5%。

上述分析适合于地下水温较高的寒冷地区和夏热冬冷地区,东北地区浅层地下水出水水温只有 8℃ 左右,冬季 Δt 最大值也只能取 7℃,应区别对待。

2 不同温差取值对空调系统实施方案的影响

仍以建筑面积为 12 000m² 办公楼的项目为例。

第一种方案:当夏季 $\Delta t = 8^\circ\text{C}$,冬季 $\Delta t = 6^\circ\text{C}$ 时,该系统夏季井水需求量 142t/h,冬季井水需求量 146t/h,工程施工时取最大值 146t/h。按该项目所在地地质条件,需深 150m 的出水井 2 口,潜水泵 2 台,回水井 4 口,共 6 口井。水井及附属设备投资 50 万元。

第二种方案:当夏季 $\Delta t = 16^\circ\text{C}$,冬季 $\Delta t = 12^\circ\text{C}$ 时,该系统夏季井水需求量 68t/h,冬季井水需求量 58t/h,工程施工时取最大值 68t/h。按该项目所在地地质条件,需深 150m 的出水井 1 口,潜水泵 1 台,回水井 2 口,共 3 口井。水井及附属设备投资 25 万元。

由于出回水井之间须保持一定的间距,该项目建筑物周边位置有限,只具备 4 口水井位置,所以第一种方案不能实施。最后采取了第二种方案。

3 结语

井水源热泵系统设计时,确定最佳的井水进出温差 Δt 是方案的关键。还须考虑井水出水水温、能量提取部分的能效比、水井部分投资额、水井施工所需场地限制等综合因素。必要时应根据项目具体情况和主机选型进行详细计算,以提供科学的设计依据。

参考文献:

- [1] 彦启森. 地下水热泵[J]. 清华大学.
- [2] 徐伟. 地源热泵工程技术指南[J]. 中国建筑工业出版社.
- [3] GB/T 18836-2002, 水源热泵机组[S].

收稿日期:2007-07-31

修回日期:2007-10-23

(下转第 70 页)

- [3] CHUNG-SHU PAN, etc. Thermal comfort and energy saving of a personalized PFCU air-conditioning system[J]. **Energy and Buildings**, 2005, 37: 443-449.
- [4] GAO NAIPING, NIU JIANLEI. CFD study on micro-environment around human body and personalized ventilation[J]. **Building and Environment**, 2004, 39: 795-805.
- [5] 端木琳, 舒海文, 杜国付. 工位空调送风气流微环境评价[J]. 暖通空调, 2004, 34(12): 7-9.
- [6] 杜国付. 工位空调末端装置送风性能的数值模拟[D]. 大连: 大连理工大学, 2003.17-20.
- [7] 魏润柏, 徐文华. 热环境[M]. 上海: 同济大学出版社, 1994.
- [8] 荆有印, 等. 隔断式风机盘管工位空调系统气流组织与微环境评价[J]. 暖通空调, 2006, 6: 18-23.

收稿日期: 2007-07-20

修回日期: 2007-11-07

Application and Analyses of the Partition-Type Fan-Coil Unit Task Air Conditioning in the Energy Saving Buildings

YAO Jian¹, REN Yue²

(1.Chengxin Engineering Consulting Co., Ltd, Changshu 215500, China; 2.Tianjin Polytechnic University Textile School, Tianjin 300160, China)

Abstract: The composing and characteristics of the partition-type fan-coil unit task air conditioning and microenvironment evaluation was presented. The application of this unit in the energy saving buildings was analyzed, and the matters that need attention were presented.

Key words: partition-type fan-coil unit; task air conditioning; energy saving building

作者简介: 姚健(1980-), 男, 江苏人, 工学学士, 助理工程师, 主要从事工程管理工作。

(上接第46页)

Influence on Implementation Program of Well Water Temperature Difference for GSHP

GUO Qi-feng

(Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The groundwater source heat pump system based on the well water as the medium to achieve heating and cooling energy. The option of the well water temperature difference between imports and exports has a great impact on the implementation program of the GSHP. By the well water temperature changes of imports and exports the ERR can be calculated, the thesis comes with the better implementation program of GSHP.

Key words: groundwater source heat pump air-conditioning system; well water flow; well water temperature difference; ERR

作者简介: 郭其峰(1968-), 男, 河南南阳人, 学士, 工程师, 建筑节能研究所副所长; 主要从事水源热泵、风源热泵技术应用研究和暖通空调工程设计。

(上接第73页)

Performance Test and Analysis on the Air Heat Exchanger Used in Communication Equipment Plant

BAO Ling-ling¹, WANG Jing-gang¹, ZHANG Ming-jie¹, JING Qiu-ying²

(1.Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2.Department of Iron-making, Handan Iron and Steel Company, Handan 056015, China)

Abstract: By way of an experiment on air heat exchanger used in the communication equipment plant, obtained the heat transfer performance and pressure drop of the air heat exchanger etc. Analysed the testing results, the air heat exchanger was considered that it had good heat transfer performance and heat transfer effect. And it was thought the heat exchanger was feasible in use. And as an energy conservation technology, it was worth promoting.

Key words: communication equipment plant; air heat exchanger; heat transfer performance

作者简介: 鲍玲玲(1982-), 女, 河北石家庄人, 硕士研究生, 研究方向: 供热、供燃气、通风及空调工程。