



# 利用长江水作水源热泵 冷热源的探讨\*

重庆大学 王明国<sup>☆</sup> 付祥钊 王 勇 刘 勇 陈金华 臧子旋

**摘要** 对重庆段长江水温进行了实测,在仅考虑制冷剂与冷却水、制冷剂与长江水体之间的传热温差影响的情况下,水源热泵机组的性能系数能达到 6.4 以上,热力完善度大于 0.76,认为利用长江水作为水源热泵机组的冷热源具有极大的节能潜力。

**关键词** 长江水体 水源热泵 冷热源 性能系数

## Discuss on using Yangtse River water as heat and cold sources of water source heat pumps

By Wang Mingguo<sup>★</sup>, Fu Xiangzhao, Wang Yong, Liu Yong, Chen Jinhua and Zang Zixuan

**Abstract** Measures the water temperature of Yangtse River in Chongqing reach. When only considering the effects of heat transfer temperature difference between refrigerant and cooling water and that between refrigerant and the river water, the coefficient of performance of water source heat pump can achieve to over 6.4 and the thermal perfect efficiency can achieve to over 0.76. Therefore, the use of Yangtse River water as the heat and cold sources of water source heat pumps will have great potential of energy efficiency.

**Keywords** Yangtse River water, water source heat pump, heat and cold source, COP

★ Chongqing University, Chongqing, China

①

### 0 引言

地表土壤和江、河、湖、海等天然水体不仅是一个巨大的太阳能集热器,收集了 47% 的太阳辐射能量,比人类每年利用能量的 500 倍还多(地下的水体是通过土壤间接地接受太阳辐射能量),而且是一个巨大的动态能量平衡系统,地表的土壤和水体自然地保持能量接收和发散的相对均衡,这使得利用储存于其中的近乎无限的太阳能或地热能成为可能。

水源热泵机组以水为载体,在冬季采集来自湖水、河水、地下水及地热尾水,甚至工业废水、污水中的低品位热能,取得能量供给室内取暖;在夏季则把室内的热量取出,释放到水中,制取冷水达到

夏季空调供冷的目的。

### 1 重庆段长江水体温度变化

2007 年 1、2 月笔者对长江流域上的泸州、江津、重庆朝天门、长寿、涪陵、万州、云阳、奉节、巫山、巴东、宜昌太平溪 11 个地点,采用 HOBO 数据记录器(HOBO Data Loggers & Devices)进行现场测试(测点位置见图 1,测点水温随深度的变化见图 2),探寻长江水的变化规律。

### 2 长江水体利用价值分析

假设水源热泵机组中冷凝器的进、出水温度为

①☆ 王明国,男,1983 年 4 月生,在读硕士研究生  
400045 重庆市重庆大学城市建设与环境工程学院  
(0) 13883987729

E-mail: cqwmg@163.com

收稿日期:2007-05-30

一次修回:2007-07-19

二次修回:2008-02-16

\* 国家“十一五”课题“水源地热泵高效应用关键技术研究与示范”子课题三(编号:0219002343030)



图1 长江流域上各个测试点位置示意图

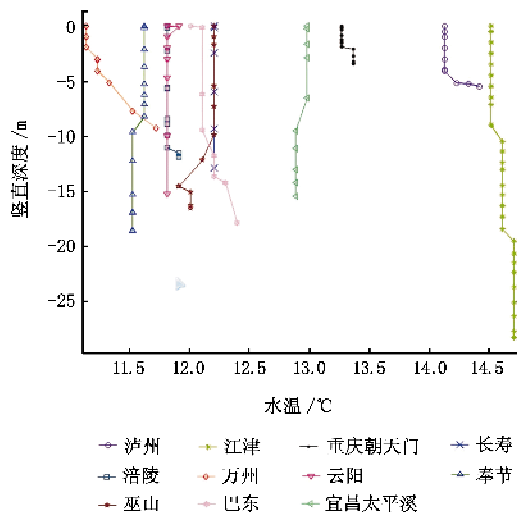


图2 库区 11 个测点水温随深度的变化

45℃/50℃, 高温热源温度取进、出水温度的平均值, 为 47.5℃, 冷凝器内制冷剂 and 冷却水之间的平均传热温差取为 5℃, 蒸发器中以长江水作为载冷剂, 江水进入蒸发器进行换热, 出蒸发器后其温度下降 5℃, 蒸发器内制冷剂 and 载冷剂之间的平均温差取为 6℃。忽略制冷剂的种类、流速和水质的影响, 忽略压缩机的磨损和制冷剂在输送过程中的损耗、泄漏等不利条件以及换热器的污染等因素的影响, 计算以长江流域 11 个测试点的水源作为冬季低温热源时, 热泵能达到的性能系数及其热力完善度, 结果见表 1。

### 3 长江水体热容量分析

以长江水体作为空调系统冷热源, 水体将直接吸热和放热, 对环境 and 生态将会造成一定的影响<sup>[1]</sup>。

在夏季, 当向水体中排放的热量超过一定限值时, 水体温度将升高, 对温度变化敏感性较一般陆地生物高的水生生物, 在温度骤变的情况下将会出现病变甚至死亡, 同时氧气在水中溶解度会降低, 水体中物理化学和生物反应速度会加快, 因此导致有毒物质毒性加强, 需氧有机物氧化分解速度加快, 耗氧量增加, 水体缺氧加剧, 引起部分生物缺氧

表 1 长江流域 11 个测试点热泵的利用性能

地点	测试时间	气温/℃	平均水温/℃	逆卡诺循环 COP	有传热温差时 COP'	热力完善度 $\eta$
泸州	2007-02-16 T11:00	18.52	14.19	8.95	6.85	0.765
江津	2007-02-21 T15:00	17.57	14.61	9.06	6.91	0.763
重庆朝天门	2007-02-08 T14:00	14.32	13.32	8.74	6.73	0.770
长寿	2007-02-05 T15:00	16.90	12.21	8.48	6.58	0.776
涪陵	2007-02-05 T12:00	13.80	11.85	8.40	6.53	0.777
万州	2007-01-31 T17:00	16.20	11.30	8.28	6.46	0.780
云阳	2007-01-31 T19:00	14.30	11.83	8.40	6.53	0.777
奉节	2007-02-01 T01:00	11.20	11.58	8.34	6.50	0.779
巫山	2007-02-01 T04:00	9.02	12.09	8.45	6.56	0.776
巴东	2007-02-01 T06:00	10.75	12.18	8.47	6.58	0.777
宜昌太平溪	2007-02-01 T10:00	13.28	12.93	8.65	6.68	0.772

注: 1) 热力完善度为  $COP'$  与  $COP$  之比; 2) 地点的排列顺序按长江水的顺流方向。

窒息, 抵抗力降低, 产生病变乃至死亡, 水体温度升高, 对水生生物的群落以及水生生物的繁殖行为也有一定的影响, 而且直接导致水分子运动加速, 使水面上方的空气受热膨胀上升, 加快水体表面的水分子向空气中扩散的速度, 陆地水大量变成大气水, 使陆地严重失水。

在冬季, 如果从水体中大量取热, 将使水体温度降低, 同样对水体环境会造成一定的负面影响。而长江多年平均径流总量为 9 600 亿  $m^3$ <sup>[2]</sup>, 在系

统设计过程中应该计算排热或吸热对水体温度造成的影响是否达到了影响生态环境的承受能力。

### 4 结语

4.1 泸州至云阳 7 个测试点, 测试时间基本上是下午, 由于水的热惰性要大于空气, 水的比热容是空气的 4 倍, 受太阳辐射的影响相对要小些, 故而气温高于水温; 奉节至宜昌太平溪 4 个测试点, 测试时间基本上是凌晨至上午, 受太阳辐射的影响很

(下转第 82 页)