

水源热泵应用与水体热污染*

同济大学 马宏权[☆] 龙惟定

摘要 提出了采用水源热泵作为空调冷热源时需考虑向水体排热对环境造成的水体热污染问题,分析了水源热泵造成水体热污染的可能性及预防措施。认为水源热泵的环保特性是具有相对性的,并建议加强能源的整体规划和应用管理。

关键词 水源热泵 热污染 温排放

Application of water-source heat pump and water heat pollution

By Ma Hongquan[★] and Long Weiding

Abstract States that heat pollution should be seriously considered due to application of the water-source heat pump (WSHP), analyses the possibility and preventive measure of water heat pollution. Considers that the environment friendliness character of water-source heat pump is relative, and proposes that programming and management of WSHP should be improved to reduce the disadvantages.

Keywords WSHP, heat pollution, heat water let

★ Tongji University, Shanghai, China

①

0 引言

水源热泵在我国一直被看作一种节能环保的空调系统冷热源而得到广泛应用,北方的地下水源热泵应用时日已久,南方的湖水水源热泵也经常成为节能示范项目的代表,近年来大连、青岛和海南开始建设海水水源热泵工程项目,重庆、上海、南京等地的江水源热泵应用也有了一定程度的发展。2005 年国家颁布了《可再生能源法》后,有关部委和部分地方政府出台了鼓励水源热泵发展的实施政策。这些都意味着以低品位“未利用”能源应用为主的水源热泵系统在能源日趋紧缺的未来将获得更多的发展机会。

诚然,在我国大部分地区的气候特点下水源热泵不失为一种较好的空调冷热源选择,而且许多地区确实也具备水源热泵的实施前提。我国漫长的海岸线上不少城市都具有良好的海水利用条件且处于建设高峰期;经济发达的长三角地区处于水网密布的太湖水域;武汉的江汉交汇,重庆的嘉陵江与长江交汇,上海的黄浦江、南京的长江穿城而过,利用江河水实施水源热泵具备现实条件。自《可再生能源法》颁布之后,水源热泵的应用发展速度加快且日益与更大规模的应用规划互相促进,如辽宁某市的地下水源热泵发展就是例子。同时地表水源热泵也迅速发展,相继有上海的十六铺、世博轴及地下综合体、世博中心等多个黄浦江水源热泵项目,重庆新天地和江北城 CBD 长江水源热泵、南京的鼓楼国际服务外包产业园长江水源热泵等项目通过

评审进入建设阶段。这些项目不但自身规模大,而且掀起了地表水源热泵的规划利用高潮。比如重庆的江水源热泵也已从 2006 年的小范围试点变为 2007 年的 7 处规划应用(长江和嘉陵江)和 2008 年的长江上游水源热泵应用整体规划,有报道称,远景重庆将规划用长江水作为 1 亿 m² 建筑空调的冷热源。在大连承担 30 万 m² 建筑面积空调供暖负荷的星海湾(污)水源热泵已投入使用,而建筑面积更大的大连小平岛新区海水水源热泵区域供冷供热项目也已经开始建设,“十一五”的海水源热泵利用规划面积为 1 100 万 m²,青岛和三亚也在规划区域型的海水源热泵解决方案。这一切,意味着水源热泵应用已经发展成为地下水、地表水、海水水源热泵的三分天下。

但是,对水源热泵的快速发展所带来的问题也应该引起注意。比如在环境保护方面,地下水的回灌从技术上和实施上都一直存在问题,地表水水源热泵可以减轻夏季空调系统向空气排热造成的城市热岛效应,却带来了自然水体的升温。近年来频发的海水赤潮、湖泊蓝藻暴发性增长、水生生物多样性减少等水体自然危害多与水体升温有关。那么号称环保的地表水水源热泵不受控制的发展是否会危及水资源?地表水水源热泵究竟是一项可持续技术还是一剂破坏生态环境的慢性毒药?回答这

* 科技部、上海市政府合作 2005 年世博科技专项课题《城市清洁能源高效利用系统技术与示范》资助(编号:05dz05807,2005BA908B07),国家留学基金建设高水平大学公派研究生项目资助

①☆ 马宏权,男,1979 年 1 月生,在读博士研究生
210012 南京市雨花区阅城大道 26 号丰盛能源技术研发中心
(025) 52889862
E-mail: mhqtj@163.com
收稿日期:2008-10-22
修回日期:2008-03-05

些问题的关键在于科学合理地分析地表水水源热泵造成的水体热污染的程度。

1 水体热污染的危害和相关标准

1.1 水体热污染的定义

由于人类活动而向环境排入的废热超过环境容量,导致局部生态系统遭受破坏的现象被称为热污染。广义的热污染包括温室效应、热岛效应和水体热污染,狭义的热污染仅指水体热污染,是指向水体排放废热造成的水体环境破坏。异常的气候变化和人为因素是广义热污染的两大主因,而水体热污染则基本都是人为因素造成的。《中华人民共和国水污染防治法》和《地表水环境质量标准》等法规明确了这一问题的相关政策、责任范围及措施。

1.2 水体热污染的危害

水体热污染的危害不像排放污水和排烟那样明显,在短时间内也看不出对气候的影响,但会直接或间接地危害水生动植物和水体质量。

水体热污染首当其冲的受害者是水生物。水生动物绝大部分是变温动物,体温不能自动调节,随水温的升高体温也会随之升高。当其体温超过一定温度时即会引起酶系统失活,导致代谢机能失调直至死亡。许多水生昆虫的幼虫对热污染的忍耐力很差,一般水生动物的耐温上限为 33~35℃^[1]。而鱼类有广温种和狭温种之分,前者对热污染的适应性较强,后者适应性则较差,一般认为 40℃是鱼类能够忍受的最大限度。但鱼类在繁殖时期对水温的要求非常严格,因为水温上升会阻止营养物质在生殖腺中的积累,从而限制卵的成熟。在热污染的水体中,春季产卵的鱼类产卵期会提前,而秋季产卵的种类产卵期将会推迟。所以在繁殖时期,水体的热污染将可能对鱼类造成严重的影响^[2]。水温升高还会使水中的溶解氧减少,同时又会加速微生物对有机物的分解,从而消耗大量的溶解氧,使水体处于缺氧状态。而大多数鱼类要求生活在溶解氧在 4 mg/L 以上的水中,水温升高 10℃^[3],一般水生动物的代谢率增高,使其耗氧量增加一倍,会造成部分水生生物的发育受阻甚至死亡。

水体热污染还可引起水生植物群落组成的改变并减少其多样性。水体温升对大多数水生维管束植物(俗称水草)有着不良的影响,某些浮水植物甚至会全部消失,而藻类则会发生种群替代。不同藻类对水温由低到高的适应顺序是:硅藻、绿藻、蓝藻。硅藻在水温为 25℃时,即会被绿藻代替,水温为 33~35℃时,绿藻又会为大多数鱼类所回避的蓝藻所代替^[4]。水体温升加速了有机物的分解而造成水体富营养化,厌氧菌类大量繁殖,引起鱼虾等水生动植物死亡和有机物腐败,会进一步刺激蓝藻的猖獗繁殖并导致水质恶化,这在去年我国的太湖水域已经有所发生。

水温升高还会使一些毒物的毒性增强、某些致病微生物的活性增强,而有机物质的加速腐败也导致病微生物繁

衍提供了非常适宜的温床,因而可能引起水生动物染病率和死亡率增加。当水温从 8℃升高到 18℃时,氰化钾对鱼类的毒性将增加一倍;当水温从 13.5℃增高到 21.5℃时,锌离子对虹鳟鱼的毒性将增加一倍^[5]。1965 年澳大利亚曾流行过一种脑膜炎,后经科学家证实,其病原是一种变形原虫,起因是由于发电厂排出的热水使河水温度增高,这种变形原虫在温水中大量滋生而引起蔓延。

英国泰晤士河、日本琵琶湖、欧洲的莱茵河历史上都曾经发生过水体热污染,其中莱茵河的污染最为严重。莱茵河流经欧洲 9 国的 5 个工业区,一度成为“欧洲的臭水沟”。20 世纪 50 年代大马哈鱼开始死亡;1971 年在德国境内,长达 200 km 的河段鱼类完全消失,溶解氧含量降低为 0。沿岸国家为保护莱茵河水拟议了一系列协议,其中包括一项《防治热污染公约》,它要求莱茵河沿岸的电站和工厂必须修建冷却塔,确保排放水温低于规定值。经过沿岸国家前后 50 年的治理,莱茵河水质才得以好转。目前按照沿岸国家用水量统计,莱茵河水在入海前相当于被使用了 6 次,但仍然是一条干净的河流,其河水可以直接作为沿岸 2 000 万人口的饮用水。

1.3 水体热污染的标准

《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中规定了人为造成的地表水体水温变化:周平均最大温升 $\leq 1^\circ\text{C}$;周平均最大温降 $\leq 2^\circ\text{C}$,主要是针对大型电厂和工厂等排放的冷却水。国外的标准则是以保护鱼类为出发点,例如美国规定,向河水中排放的热量不能使在任何月份的水温升高超过 2.8℃,在湖泊和水库中则不允许超过 1.6℃,在近海和海湾,夏季水温不允许超过该月平均温度的 0.83℃,在冬季则不允许超过该月平均温度的 1.2℃,由于人为的原因,海水的温度变化不能超过 0.56℃/h。

1.4 我国水体热污染的现状

沿地表水体排放的各种工业冷却水是目前我国水体热污染的主要污染源,而火电站和核电站的直流冷却水占很大比例。一个装机 100 万 kW 的火电厂,冷却水排放量约为 30~50 m³/s(温差 8~10℃);装机相同的核电站排水量较火电厂还要增加 50%。例如长江沿岸已建、在建和拟建的电厂仅南京—南通段已有 18 座之多,取排水总流量达 1 153 m³/s^[6],按照电厂直流温排水 8~10℃的温差标准计算,仅此段电厂排热就可以使长江整体温升 1℃。随着我国新建火电、核电站的不断增加,水体热污染已经成为增长最快的水体污染之一,由水体热污染引起的公害和纠纷不断增加。例如,在四川涪江河段和沱江河段,曾发生过水产养殖网箱内数十万 kg 的鱼类因某发电厂排出的废热水而被活活烫死,给当地养殖业造成致命打击的事件。而地表水源热泵的规模化应用,则无疑会加剧社会对这一问题的担忧。

2 水源热泵与水体热污染的相关性

2.1 地表水体自然热平衡与水源热泵负荷指标

浅表水体的平衡温度主要取决于太阳辐射得热与水体表面蒸发耗热和夜间长波辐射耗热之间的平衡,这些自发过程主要发生在水体很浅的表面,而由于水温与空气的温差很小,因此平衡过程中对流传热所占的比例很小,与大地的热传导也可以忽略。太阳辐射得热是地表水体的主要得热,在夏季可以达到 950 W/m^2 ^[7],为了避免水体升温过快,承担的排热负荷有限。美国 ASHRAE 学会制订的《地源热泵工程技术指南》^[8]给出的建议数值是:3.517 kW(1 rt)制冷量需要的地表水的表面面积不小于 27.9 m^2 (300 ft^2),深度不小于 1.83 m (6 ft);浅水池或湖泊(深度 $14.57 \sim 6.10 \text{ m}$)的热负荷不应超过 13 W/m^2 。据此计算可知,地表水体 kW 制冷量水容积应大于 150 m^3 ,湖泊水 kW 制热量容积应大于 409 m^3 ,地表水单位面积热负荷不应大于 12.8 W/m^2 ,而湖泊水单位面积热负荷不应大于 13.0 W/m^2 ,只考虑水源热泵释热且假定静止水体温度均匀时升温速率为 $0.006 \text{ }^\circ\text{C/h}$,达到热污染的时间至少需要连续运行 167 h。国内部分工程设计的夏季冷负荷指标甚至高达 $400 \sim 600 \text{ W/m}^2$,kW 制热量容积指标也达到了 $20 \sim 30 \text{ m}^3$,这样连续运行几天就容易出现系统效率下降并发生水体热污染问题。可见国内对地表水源热泵设计选用的指标偏大是造成水体热污染和运行困难的重要原因。

2.2 水源热泵排热造成水体热污染的可能性

就目前国内的情况来看,笔者认为水源热泵造成水体热污染可能性最大的对象是湖泊,江河次之,地下水再次,海水最小。而带来的危害则是地下水最大,江河次之,湖泊再次,海水最小。

在国内有一个常被引为成功例证的湖水源热泵项目,即加拿大安大略湖的水源热泵系统,但其利用的是世界第 14 大湖 83 m 深处常年保持 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 的湖水,且换热后的湖水用于自来水供应而不回到湖内^[9],因此没有水体热污染问题。国内的湖水源热泵虽然数量众多,但大多数利用的湖水深度和容积有限,甚至有相当部分属于人工湖。由于是静止水体,夏季循环冷却水带入的热量只能通过湖水表面散热,极易蓄积在湖内造成湖水温度升高和制冷效率下降,而冬季水源热泵连续运行又会造成湖水温度持续降低,虽然添加防冻剂可以避免发生设备保护而停机现象,但湖水温度降低和系统效率下降是不可避免的。因此湖水源热泵造成水体热污染的风险很大,单独但连续运行的湖水源热泵足以引起湖水水质的恶化及生态系统的破坏,同时藻类的繁殖也会给系统的运行带来困难。

江河水源热泵系统规模一般较大,且江河具有较为完善的生态系统,因此江河水源热泵系统的排热对水体的热污染应引起更多的注意。但是,个别江河水源热泵项目基本不可能造成大范围的水体热污染。这是因为大多数江河的水流量即使在枯水季节也远大于空调冷却水需求的量级,比如长江多年平均流量为 $28\,700 \text{ m}^3/\text{s}$ (南京段实测数据),嘉陵江

和汉江分别为 $2\,985 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $1\,784 \text{ m}^3/\text{s}$,黄浦江为 $175 \text{ m}^3/\text{s}$,而上百万 m^2 建筑的空调冷却水需求才约为 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 。由于大多数的取排水口设置为深取浅排,这样比自然水温高 $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 的空调系统温排水只局限在排水口下游表层的局部范围内,而且温度会由于水流的掺混而迅速趋于均匀。对于取水量小于 5% 平均径流量的项目, $1 \text{ }^\circ\text{C}$ 温升的包络线约在排水口下游几百 m^2 的范围内^[10-11],也就是说超过《地表水环境质量标准》要求而造成水体热污染的影响范围很小。虽然这一包络范围受潮汐和风向影响会稍有变动,但是鱼类可以很容易地避开温升区而不会受到明显影响。

海水源热泵由于可利用水体的范围广阔,单纯空调项目理论上不可能造成水体热污染,但是要合理地设计取排水口的位置,避免水体流动不畅而造成局部热量蓄积。

2.3 地下水地源热泵的生态问题

地下水地源热泵系统目前以在京津地区实施较多的多井抽灌式系统为主要形式,目前也有所谓单井抽灌的形式,均要求工程所在地存在稳定连续补给的地下承压水层,从而通过大量利用地下水中含有的温差能作为热泵的热源或热汇。由于地下水体的水温一般稳定在当地空气年平均气温上下,因此地下水地源热泵的节能效果要比地表水地源热泵更为明显和稳定,但地下水地源热泵无限制地开发所带来的环境危害也可能比地表水更大,虽然这些不能归入水体热污染,但具有一定的相关性。

对于地下水地源热泵系统的应用来说,目前生态方面最主要和直接的问题是预防地下水在利用过程中遭到生物或化学污染,同时减少利用过程中对地下水造成的浪费。这就要求系统应该尽量采用闭式系统并强制回灌。而在实际中,取水和回灌过程中一定程度的地下水污染和浪费是难以避免的,为减少运行费用而发生的地下水直接排放也难以完全杜绝,同时即使采用压力回灌也难以完全保证取热后的排水能够全部回灌到和取水相同的承压水层。这样大面积的长期抽灌流量和压力不平衡必然造成压缩地层的孔隙水压力减小,有效应力增大,引起地层变形、地面沉降或海水入侵。因此大面积使用地下水地源热泵对地下水水质和地质结构存在潜在的破坏性,一旦造成大面积地面沉降或地下水水质污染将给城市带来一系列难以弥补的严重后果。

地下水地源热泵也存在对地下水温度变化的影响,因为这种系统主要利用地下含水层作为蓄热层,在夏季需要积聚冷凝热供冬季用,从而提高其热泵系统冬季供热方式下的能效。由于土壤的热阻较高,而热泵系统的冬夏负荷一般有差异,因此地下水地源热泵的回灌水中蕴含的夏季排热很难通过土壤实现完全散热,而抽空造成的漏斗区又会阻断原本地心向上的散热途径,因此地下水地源热泵长期运行会造成局部区域地下水水温和土壤温度场的变化,这会影响到地下水体自净的过程,虽然这种影响的程度目前还不清楚,但应该引起足够的注意。

目前,我国水资源紧缺形势日益加剧,全国 660 多个城市中有 400 多个存在不同程度的缺水问题,其中有 136 个缺水情况严重,同时有 50% 的城市地下水遭到不同程度的污染,一些城市已经出现水资源危机。我国城镇化步伐的加快,加剧了城市地下水的污染,很多城市的地下水均出现了水质富营养化、铁锰超标等问题。更为严重的是,地下水被污染的过程是不可逆的,且依现有技术,被污染的地下水是不可恢复的。我国地表饮用水及其水源地近年来事故频发,各个城市中的地下水源地保护地承担的责任重大。能源有品位,根据热力学第二定律,能源不能高质低用,同样,在当今水资源紧缺的时候,水也应该按质利用。清洁的地下水应该属于最高品位的水资源,应该是用来饮用的,而不是用来换热的。因此,我国地下水水源热泵的应用应该慎之又慎。

2.4 水源热泵效率与水体温度的关系

防止水源热泵热污染在冬、夏季节都与提高水源热泵系统能源效率的方向一致。由于国内许多火电厂大量利用江水作为冷却水,导致部分河流温度常年高于其自然值,某些区段的江水温度在夏季甚至持续高于室外空气湿球温度。从图 1^[12](水温取自 2005 年 0.5 m 深测温垂线,气温为历年平均值)可见,长江的全年月平均水温高于空气月平均干球温度。虽然在冬季水源热泵系统效率可以提高且对环境有益无害,但夏季最热两个月的平均水温接近 32℃,这种水温的江水作为冷却水时相对于冷却塔的节能性已经不明显。因此对于江河水源热泵系统,按照冬季负荷确定系统取水容量,而夏季采用冷却塔辅助的方案,对系统能源效率、稳定性和水体热污染的防治都较为有利。冬季是否需要补热,依据冬季水体温度是否满足水源热泵稳定运行要求确定,同时应该优化取排水口设置方案并校核夏季温排放数据,避免发生水体热污染。

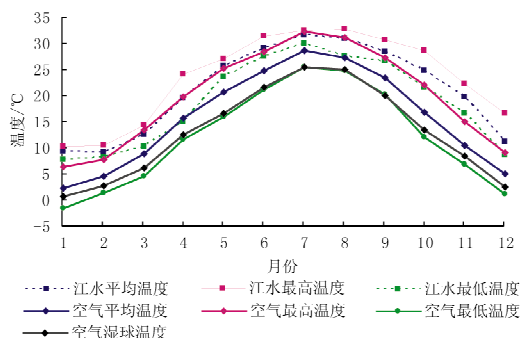


图 1 南京长江段月平均水温

而对于湖泊,冬季静止水体从空气中取热较为困难,按照水体周平均最大温降不大于 2℃ 的热污染界限设置补热系统,不但可以防止发生水体热污染,也可以保证水源热泵系统的效率和连续供暖的可靠性;夏季则可以根据湖泊是否具有足够容积确定是否需要辅助冷却系统。

2.5 水源热泵技术是否生态环保

由于夏季最热的几个月份地表水温也很高,夏季利用

地表水作为制冷机组的冷却水本身并不能实现明显的节能,但可以避免冷却塔的飘水、噪声和滋生细菌。而且许多情况下,滨江建设的项目因为景观等原因布置冷却塔有困难,采用水源热泵可以方便地作为这些建筑物的空调冷热源。对于规模较大的项目,使用地表水集中冷却可以减少城市的热岛效应,但要避免对水体的热污染。水源热泵利用在夏季如能避免水体热污染还是具有较好环保性能的。

在冬季有集中供暖需求时,水源热泵则是明显具有节能和环保意义的,即使折算到一次能水源热泵本身的效率也要高于使用各种燃料设备,而对城市大多数情况下节省下来的是宝贵的天然气和燃料油,而且也避免了城市里的烟囱林立和污染物直接排放。由于地表水体全年存在的主要是水体热污染问题,冬季水源热泵造成的水体温度下降不会形成生态问题,但可以减少矿物燃料的使用和减轻城市中的热岛效应,因此应该属于相对环保的空调系统。

可见总体看来水源热泵和传统空调技术相比较确实具有一定的相对环保优势,但前提是需要注意其排热不能转而对水体造成热污染,而目前国内对这一点没有引起足够的重视。水源热泵主要的运行时间为地表水体温度自身恢复能力最差的两个极端时段,因此水源热泵技术的开发利用必须有事先的和整体的规划,这是避免地表水水源热泵造成水体热污染的关键。任何地区地表水源热泵的发展都要合理和适度,切忌一哄而上、沿江沿河遍布取水和排热管道。

2.6 污水源热泵的发展

近年来我国的污水源热泵也有了长足的发展,哈尔滨望江宾馆、太古商城和大庆恒茂商城城市 3 个原生污水源热泵项目已运行数年,奥运村南通新城小区 2 个二级污水源热泵项目也均已建成运行,各地也相继开始了污水源热泵的规划建设。污水的水温特性更为适宜热泵,而且似乎不受温排放规范的约束,但考虑到污水中成分复杂,热环境的变化是否更容易滋生细菌或引起流行性病原体传播,还需要长期的监测分析,尤其是污水源热泵机房内外的卫生防疫问题也要格外注意,避免污水污染环境造成各类交叉感染。

2.7 水源热泵的规划与管理

我国早期对于各类水源热泵的研究主要集中在应用技术上,较少涉及与生态系统的关系。而国外的水源热泵项目很少有像国内这样大规模集中开发。因此做好水源热泵对水体生态系统的相关影响研究,规划科学合理的水源热泵系统,健全和完善审查批准制度和处罚制度,对水源热泵系统的后续监测分析,符合科学发展观和可持续发展的思路。

3 水体热污染的综合管理

水体热污染最根本的原因在于能源未能被最有效、最合理地利用,而合理利用需要在所有能源需求之间按需热量品质的统筹规划。利用能源总线将各种温排水集中输配到生活热水热泵站、温水养殖场、温室蔬菜、需要提高水质净化效率的污水处理站等再利用场合,形成对温排水的梯

级利用和充分利用,可以从根本上解决水体热污染问题,但这显然对规划和管理提出了更高的要求。

4 结论

4.1 我国水源热泵的快速发展要注意与环境相协调,水体的热污染是潜在的问题之一,需要引起足够的重视。

4.2 水体热污染可能对脆弱的水生动植物生态平衡造成破坏并带来环境问题。发生水体热污染可能性最大的是湖泊,单独的水源热泵系统就可能引起水体热污染。而江河水体热污染的主要原因是工厂冷却水,但是无节制地应用水源热泵,在夏季江水温度本身较高时容易达到水体热污染的临界温度。地下水地源热泵则可能存在季节性负荷不平衡造成的热累积,对地下水的自净过程产生影响。水源热泵造成海水热污染的可能性很小。

4.3 适度发展的水源热泵系统仍然是相对节能环保的一种空调冷热源,其前提是规划和设计科学合理。而避免水体热污染同时也有利于提高水源热泵系统能源利用效率。

4.4 水体热污染的发生根源在于能量利用的不充分,水源热泵的规划和管理应该纳入能源系统和能源总线的范畴内,以获得环境、社会、能源的和谐和可持续发展。

参考文献:

- [1] 姜礼燮. 热冲击对鱼类影响的研究[J]. 中国水产科学, 2000, 7(2): 77-81

- [2] 林昭进,詹海刚. 大亚湾核电站温排水对邻近水域鱼卵、仔鱼的影响[J]. 热带海洋, 2000, 19(1): 44-51
- [3] 朱亮. 供水水源保护与微污染水体净化[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 20-22
- [4] 谢允田,魏民,石岩,等. 热排水对浮游藻类季节变化影响的研究[J]. 水电站设计, 1997, 13(3): 65-67
- [5] 刘靖,王建厅,杜桂森,等. 温室效应对淡水生态系统的影响[J]. 北京水利, 2004, 14(1): 14-17
- [6] 徐世凯,胡华强,韦立新. 长江下游感潮河段火电厂取排水口布置[J]. 水利水电科技进展, 2007, 27(4): 60-63
- [7] 孙宗宇,杜国付,冯晓梅,等. 地表水源热泵技术的发展现状及系统模拟[G]//智能与绿色建筑文集 2, 2006: 521-525
- [8] ASHRAE. 地源热泵工程技术指南[M]. 徐伟,等,译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003: 5-7
- [9] 陈晓,彭建国,张国强,等. 地表水在供冷供热中应用的现状及分析[J]. 建筑热能通风空调, 2006, 25(2): 35
- [10] 朱建荣. 世博轴及地下综合体工程温排水影响研究[D]. 上海: 上海世博土地控股有限公司, 2007: 32
- [11] 朱金铭. 十六铺综合改造工程江水源热泵温排水影响研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2006: 54
- [12] 马宏权. 南京鼓楼高新技术产业园江水源热泵区域供热供冷系统可行性报告[D]. 上海: 同济大学, 2006: 25
- [13] 王子云,付祥钊,全庆贵. 利用长江水作热泵系统冷热源的技术分析[J]. 中国给水排水, 2007, 25(6): 12-13
- [14] 毕海洋,端木琳,朱颖心,等. 广州地铁制冷站采用珠江水冷却的实践[J]. 中国给水排水, 2007, 23(1): 12
- [15] 国家环境保护总局. GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002

• 封面广告说明 •

双良空调
SHUANGLIANG A C

江苏双良空调设备股份有限公司

江苏双良空调设备股份有限公司,地处中国江苏江阴,属国家大型一档企业,拥有全球规模最大的溴化锂中央空调生产基地,是中国溴化锂吸收式机组国家及行业标准制订者。双良商标是中国驰名商标,双良产品被评为中国名牌产品。2003 年,双良股份(600481)在上交所上市。

双良自成立之日起,就以实现节能减排、绿色环保为己任,不断开拓创新,致力于为航天、电力、核能、石油、冶金、化工、纺织等工业领域以及酒店、商场、写字楼、交通设施等民用领域量身定做集安全可靠、节能环保与经济效益为一体的中央空调系统解决方案,产品远销 100 多个国家和地区,从中国走向世界。

公司下设四大产业,分别为溴冷机及空调系统安装产业、空冷凝汽器产业、换热器产业、海水淡化产业。公司主要产品包括溴化锂吸收式冷热水机组(蒸汽型、直燃型、热水型、烟气型)、空冷凝汽器、高效换热器、海水淡化设备等四大类 300 多个品种,拥有 HRH/HRC 余热利用技术,全面满足电力不足地区节电需求、高能耗企业节能降耗需求、缺水地区的节水需求以及沿海地区的淡水需求,并有效减少 CO₂、SO₂ 排放,实现节能环保。

双良积极投身研发,拥有行业唯一的国家级企业技术中心和博士后科研工作站,成功申报 20 余项国家发明专利和 100 余项实用新型专利。通过构筑由国家级企业技术中心、博士后工作站和技术部组成的三级研发体系,致力于新产品开发、基础研究及产品技术改进,以确保满足市场日益严格的个性化产品需求。

公司始终奉行“品质、服务、创新”的经营哲学,不断致力于产品的技术进步和革新,建立了国内外一流的 DFM 生产管理流水线,引进了美国、法国、日本、瑞典、比利时等国的先进加工设备,有效保证了双良中央空调的专业化品质。公司拥有中央空调行业 00001 号全国工业产品生产许可证,取得了 ISO9001,ISO14001,职业健康安全管理体系认证,国家机械安全认证,计量体系认证,美国 ASME,CE,中国节能产品等相关认证。

双良拥有完善快速的销售及售后服务网络,近 100 家分公司及办事处遍布国内外,500 余名专职销售及售后服务工程师,全天 24 h 为客户提供保姆式一体化服务支持。

26 年来,双良共计为社会提供了近 20 000 台节能设备,大大节约了电力供应,相当于少建 15 个 600 MW 的火力发电厂。这就意味着,双良节能设备每年将节约 2 250 万 t 标准煤,减排 5 760 万 t CO₂,相当于再建 16 万公顷森林。

