

广州亚运城 太阳能水源热泵可再生能源 研究与工程示范

广州市重点公共建设项目管理办公室
中国建筑设计研究院

主编

中国建筑工程出版社

Tk515

20121

广州亚运城太阳能水源热泵可再生 能源研究与工程示范

广州市重点公共建设项目管理办公室
中国建筑设计研究院

主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

广州亚运城太阳能水源热泵可再生能源研究与工程示范/广州市重点公共建设项目管理办公室等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-112-14443-3

I. ①广… II. ①广… III. ①太阳能-水源热泵-再生能源-工程技术-广州市 IV. ①TK515

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 139548 号

本书从技术层面对本项目的设计施工、使用等全过程进行了较为深入的总结, 包括太阳能设计关键参数的分析与取值; 太阳能与建筑一体化; 住宅集中热水能耗全面分析与优化设计; 住宅各不同用途能耗分析; 水源热泵设计关键技术分析; 亚运期间太阳能水源热泵项目实地检测与测试分析等, 全面诠释了亚运城太阳能水源热泵的关键技术。

本书可供从事建筑供热和空调的技术人员使用, 也可从事地热能利用、可再生能源利用、水文地质等专业的研究人员和大专院校热能专业研究生参考。

* * *

责任编辑: 于莉 田启铭

责任设计: 董建平

责任校对: 王誉欣 刘钰

广州亚运城太阳能水源热泵可再生
能源研究与工程示范

广州市重点公共建设项目管理办公室 主编
中国建筑设计研究院

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18½ 字数: 460 千字

2012 年 9 月第一版 2012 年 9 月第一次印刷

定价: 66.00 元

ISBN 978-7-112-14443-3
(22508)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

主 编 单 位：广州市重点公共建设项目管理办公室

中国建筑设计研究院

协 编 单 位：江苏河海新能源有限公司

北京工业大学

项目建设单位：广州市重点公共建设项目管理办公室

项目设计单位：中国建筑设计研究院

总 承 包 单 位：江苏河海新能源有限公司

运营管理单位：广州大学城能源发展有限公司

编 委 会

主 任：罗广寨

副主任：陈加猛 赵 铨

委 员：刘振印 陈荣毅 赵世明 张 英 丘玉蓉

主 编：罗广寨 陈加猛 王耀堂 赵 铨

编 委：丘玉蓉 刘振印 张 英 唐仪兴 赵世明 王 芳 吕 鑑

甄 帅 马晓虹 罗慧英 陈只兵 孙星明 阮立峰 王 冲

金 桦 李炎峰 胡世阳 任川山 赵岱亮 范银忠 鲁丛林

吴云珍 杜玉吉 陈 山 张 宁 步春峰 郑亚琴 杨家华

胡广良 傅建平 董 立 丁孟达 巫术胜

主 审：刘振印 赵世明

前 言

“节能低碳、绿色环保”已成为全人类的共识。从《联合国气候变化框架公约》到《京都议定书》，再到哥本哈根世界气候大会被喻为“拯救人类的最后一次机会”，建设、管理绿色建筑是降低碳排放量的重要组成部分。然而，从某种程度上说，建设绿色建筑与经济投入似乎是一对矛盾体。如何兼顾节能环保与投资运行的经济合理性，是现阶段建筑工程建设亟待解决的问题，也是低碳建筑、低碳经济的精髓所在。

“‘绿色亚运’是我们对世界的承诺，也是人民群众的强烈心声”；作为广州迄今为止承办的规模最大、最具国际影响力的大型赛事，亚运会是广州向世界展示城市形象、反映城市发展水平的重要窗口，而亚运城及配套设施则是承办城市形象最直观生动的体现。

从2010年亚运会花落羊城那一刻起，“绿色亚运”的理念就为这届盛会定下浓浓的绿色基调。亚运城配套同步实施9大节能、环保新技术，包括太阳能-水源热泵系统、真空垃圾收集系统、雨水收集再生利用系统、综合管沟、数字化智能家居、三维虚拟现实仿真系统等节能环保新技术。其中太阳能-水源热泵系统是其中核心技术之一，并列入2008年度国家建筑可再生能源节能示范项目，获得国家专项节能资金支持。在亚运会、亚残会期间，太阳能-水源热泵项目高质量完成了运动会热水供应的需求，项目体现绿色示范、低碳实践的理念，表达我们对城市的关注、对“以人为本”生态住宅的关注，使入住者、参观者能亲身体验到生态技术与日常生活密切相关，临场感受到先进节能技术对改善人们生活质量具有重要的意义，工程项目的实施得到各国运动员、政府官员、新闻媒体的广泛好评。亚运会、亚残会期间，工程项目组组织了专业团队对该项目进行了全面跟踪测试；该项目于2011年4月顺利通过了由住房和城乡建设部、广东省住房和城乡建设厅组织的建筑可再生能源节能示范项目的验收，得到与会专家的一致好评。

设计中以三个村落住宅建筑为基体，兼顾赛时、赛后工况，坚持技术先进、实施可行、经济合理的技术原则，充分利用当地太阳能和地表水资源，在满足赛时需求的同时，充分体现赛后节能的最大化，太阳能-水源热泵在广州亚运城的成功应用，不但贯彻了绿色亚运的建设理念，更为太阳能、热泵在将来的发展，提供了一个更为广阔的平台。

“创新是时代主题，创新是发展需要”，我们创造新技术、应用新技术，展现创新进步的求知精神。从2008年至2011年，先后完成了技术研究、工程设计、施工安装、亚运保障、实地测试等各阶段工作，为反映该项目的技术和成果，本书从技术层面对该项目的设计施工、运行管理等全过程进行了较为深入的总结，包括太阳能设计关键参数的分析与取值；太阳能与建筑一体化；住宅集中热水能耗全面分析与优化设计；住宅各不同用途能耗分析；水源热泵设计关键技术分析；亚运期间太阳能-水源热泵项目实际运行管理及项目运行口实地检测与测试分析等，全面诠释了亚运城太阳能水源热泵的关键技术。期待该项目的节能低碳实践为建筑机电节能提供有益的借鉴。

广州市重点公共建设项目管理办公室是亚运城项目的策划者、建设者，在本项目的实施过程中全面有序地组织管理技术设计、施工管理、亚运保证等各项工作，保障了本项目高质量、高标准的顺利实施。本项目的实施得到了住房和城乡建设部、广东省住房和城乡建设厅、广州市相关政府管理部门、广东省各大设计院和相关专家的大力支持和帮助，在此向关心、支持帮助过本项目的各位领导、专家、同仁致以衷心的感谢。

目 录

前言

第 1 章 项目背景	1
1.1 亚运城规划建设要求	1
1.2 我国能源背景	1
1.3 亚运城集中热水供应系统采用新能源的必要性及可行性分析	5
第 2 章 亚运城新能源集中热水供应系统的技术方案	14
2.1 方案设计依据、条件	14
2.2 方案设计 A	16
2.3 方案设计 B	20
2.4 方案 A、B 的比较	22
第 3 章 亚运城集中热水供应系统设计计算	24
3.1 冷热负荷计算	24
3.2 太阳能集热系统设计计算	31
3.3 水源热泵系统设计计算	47
3.4 一级能源站设计计算	57
3.5 二级能源站设计	91
3.6 热水供水管道系统设计	93
3.7 空调系统的设计计算	115
3.8 系统运行控制	120
第 4 章 主要设备管道的施工、安装	127
4.1 太阳能集热系统的设备、管道施工与安装	127
4.2 室内及管廊热水管道安装及保温	133
4.3 室外管道敷设、安装及保温	135
4.4 能源站机房设备安装	137
第 5 章 媒体村供热水管网热动力学数值模拟分析	139
5.1 媒体村供热水管网系统介绍和数值模拟的必要性分析	139
5.2 Hysys 管网分析功能简介及热动力学模拟基础	139
5.3 Hysys 管网模拟建模过程和操作步骤	142
5.4 模拟结果与分析	147
5.5 小结	154
第 6 章 太阳能与水源热泵系统测试与分析	155
6.1 前期准备阶段	155
6.2 广州亚运城前期综合演练测试	157
6.3 亚、残运会期间运动员村太阳能集热系统测试分析	163
6.4 亚、残运会期间水源热泵系统测试	170
6.5 媒体村热水供水管网性能测试	179

6.6	亚运会期间运动员村用水量实测及分析	186
6.7	亚运城太阳能与水源热泵热水系统的问题及优化措施	192
第7章	亚运城太阳能与水源热泵热水系统工程总结与分析	214
7.1	太阳能集热系统关键技术参数分析与取值	214
7.2	广州亚运城与北京、广州、上海等地住宅能耗的对比分析	220
7.3	热水管网设计特点及热损失分析	229
7.4	大型集中生活热水系统几个值得重视的问题	233
7.5	住宅太阳能热水系统设计的特点和难点	237
7.6	工程技术难点	238
7.7	工程创新	244
第8章	工程技术与管理	246
8.1	项目管理特点	246
8.2	太阳能与水源热泵系统工程施工安全质量管理	247
8.3	项目的运营管理	253
附录1	该项目相关工程图纸	259
附录2	国家可再生能源建筑应用示范项目测评报告	274
附录3	相关单位的函件	276
附录4	该项目相关照片	286
参考文献		288

第 1 章 项目背景

1.1 亚运城规划建设要求

第 16 届亚运会于 2010 年在中国广州举办。为把广州亚运会办成具有“中国特色、广东风格、广州风采”的祥和、精彩的体育文化盛会，广州市政府借鉴国内外规划设计先进经验，决定在广州南拓发展的未来卫星城——广州新城中“高标准、高水平、高质量、高效率”地建设亚运城，广州亚运城是亚运会的重要配套设施。

《第 16 届广州亚运会亚运城规划建设亚运要求》（第 16 届广州亚运会组织委员会 2007 年 07 月 05 日）报告书中有有关亚运城节能和清洁能源建设的要求如下：

（1）节能与新技术的应用重在优化组合而不应无节制堆砌，须采用较为可靠适用的节能与新技术，在合理的成本目标之下，进行全生命周期成本的计算，以达到在建筑运营生命内的最小耗费。

（2）充分利用场地的自然资源条件，开发利用可再生能源，如太阳能、水能、风能以及通过热泵等先进技术取自自然环境（如大气、地表水、污水、浅层地下水、土壤等）的能量。

（3）清洁能源的利用。充分利用各种可再生能源如太阳能、风能等，降低能源消耗，优化能耗结构，最大限度地减少建设对常规能源的消耗。可考虑使用液化天然气和清洁煤利用核心技术，节能环保，保证建设的可持续发展。

（4）居住建筑的空调节能设计。居住建筑的空调应优先选用能耗低、效能比高、具有节能性能的独立空调设备。当采用集中空调时，应设计分室（户）温度控制及分户冷量计量设施，集中空调系统的水泵、风机宜采用变频调速节能技术，集中冷源机组的性能应符合现行有关标准的规定。

（5）选取科学合理的节能措施和新技术。亚运城的规划建设需要切实地从广州市的气候条件和现有的技术水平出发，选取科学合理的节能措施和新技术加以应用，同时可以尝试一些较高水平的新技术。

（6）当前可供选择的其他主要的节能与新技术。亚运城的规划视情况可以选择热泵技术、蓄热蓄冷技术、用能系统的管理、热电冷三联供技术、集中供冷供热、中水循环回用、雨水回收再生利用、智能化、温湿度独立控制空调新风系统、光热技术建筑一体化运用、光伏发电技术和太阳能热水器热水供应系统等新技术。

1.2 我国能源背景

1.2.1 能源紧缺

能源不足是我国目前面临的一个严重问题。我国人口众多，人均占有资源相对贫乏。

政府部门的统计资料显示,我国人均剩余可开采石油储量仅为 3.0t,约为世界平均水平的 1/9,石油对外依赖度已经超过 50%;煤炭、天然气和森林资源的人均拥有量分别仅为世界平均值的约 1/2、1/23 和 1/6。按照现有用能速度,我国目前已探明的石油资源只能使用 20 年,而煤炭作为我国的主要能源资源也只能使用 100 年。另一方面,根据 2006 年国际权威部门相关资料,我国目前的人均能源消耗水平仅为经济合作与发展组织 OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) 的 27.6%,约为美国人均能源消耗水平的 16.7%,其增长潜力巨大。一边是能源存量短缺,另一边是能源消耗快速增长,我国能源形势十分严峻。图 1-1 为 2006 年度我国与其他国家能源消费量的比较。

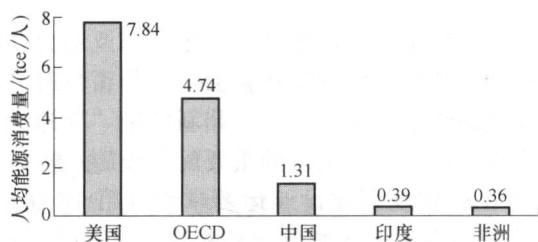


图 1-1 2006 年世界一些国家（地区）人均能源消费量比较

我国城乡建筑每年都要消耗大量的能源。根据统计,到 2006 年,我国建筑总面积为 395 亿 m^2 ,总商品能源消耗量约 5.63 亿 tce (吨标煤),占当年社会总能耗的 23.1%,呈逐年稳步增长趋势。一方面,我国正处在高速建设期,每年城乡房屋建筑竣工面积约为 22.36 亿 m^2 ;另一方面,我国单位建筑面积能耗高,单位面积采暖能耗达到气候条件相近的发达国家的三倍以上。大量的高能耗建筑的投入使用必将导致建筑能耗总量快速上升。以我国现有建筑能耗水平计算,到 2020 年建筑能耗将达到 10.89 亿 tce,为 2006 年的 2 倍,也就是说,差不多相当于 2006 年全国能源总消耗量的一半。图 1-2 为我国建筑能耗发展趋势图。

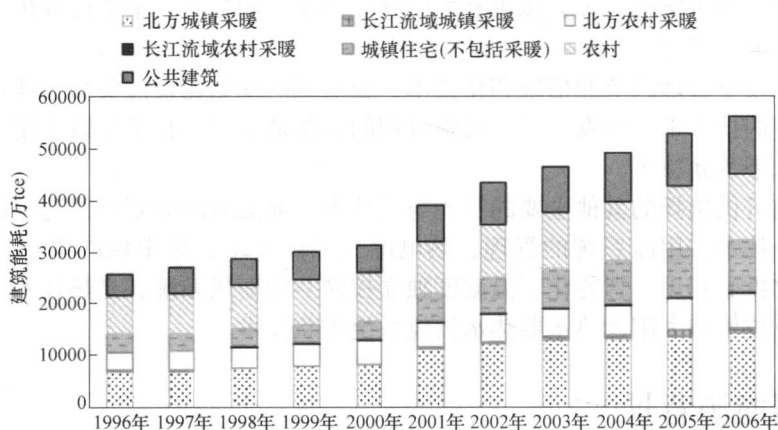


图 1-2 1996~2006 年我国各类建筑能耗发展变化情况

从图 1-2 可以看出,随着我国城市化进程的推进、经济的发展,我国建筑能耗总量呈持续增长态势,十年内几乎翻了一番,并且增长速度有越来越快的趋势。如果任由建筑能

耗照此速度增长，必然给我国能源供应安全带来极大的压力，建筑节能势在必行。

1.2.2 环境污染

环境污染是我国面临的另一大问题。2002 年燃煤造成的二氧化硫和烟尘排放量约占排放总量的 70%~80%；SO₂ 排放形成的酸雨面积已占国土面积的 1/3；CO₂ 排放量约 9.0 亿 t，约占全球排放总量的 13%。中国主要污染物排放总量均居世界第一位。城市热岛效应也日益严重。科学观测表明，地球大气中 CO₂ 的浓度已经从工业革命前的 280ppmv 上升到了目前的 379ppmv（见图 1-3），全球平均气温也在近 120 年内升高了 0.74℃（见图 1-4）。

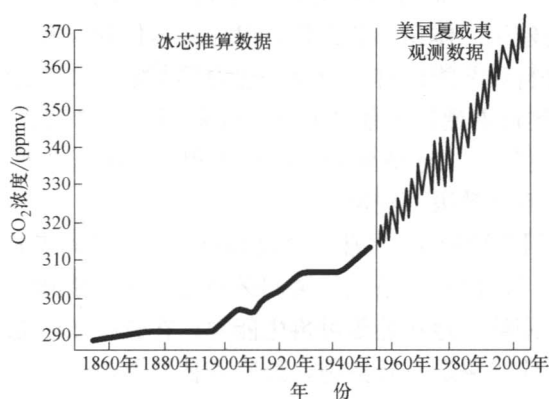


图 1-3 140 年来大气中 CO₂ 浓度变化

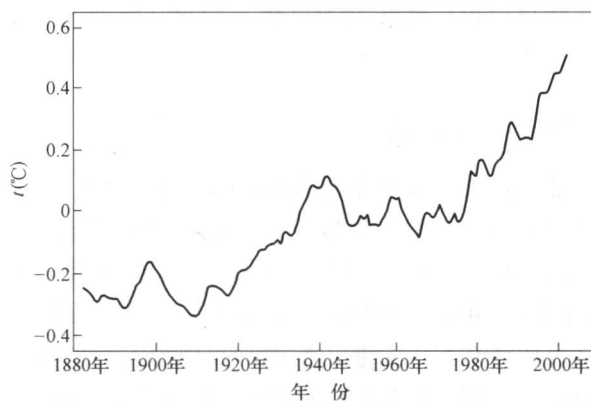


图 1-4 近 120 年全球平均气温变化

根据世行报告（2007），中国由于污染所造成的经济损失达到了 10%GDP。每年因环境污染造成的损失达到 2830 亿元，其中，仅水污染一项，估计一年造成经济损失约 500 亿元。大气污染造成的经济损失约为 200 亿元，由于城市燃煤、工厂排放废气及汽车尾气污染，大气中二氧化硫、一氧化碳等有毒悬浮微粒弥漫在城市上空，空气污染导致许多城市肺癌死亡率增至万分之二，所有这些损失加起来约等于 200 亿元。

1.2.3 国家相关政策

毋庸置疑,能源问题已经成为制约我国经济增长、实现到2020年国内生产总值在2000年的基础上翻两番的国民经济发展战略目标的瓶颈因素。为此,中央提出建设节约型社会、构建资源节约型和环境友好型社会的战略目标,从而促进能源、环境和经济社会的协调、和谐、可持续发展。

建筑节能引起了各级政府部门的高度重视。国家发展和改革委员会编制了“中长期节能专项规划”,建筑节能被列为重点节能领域之一,建筑节能工程成为十大节能工程之一,建筑节能工程包括:新建建筑全面严格执行50%节能标准,四个直辖市和北方严寒、寒冷地区实施新建建筑节能65%的标准,并实行全过程严格监管。建设低能耗、超低能耗建筑以及可再生能源与建筑一体化示范工程,对现有居住建筑和公共建筑进行城市级示范改造,推进新型墙体材料和节能建材产业化。建设部制定了“建设部建筑节能‘九五’计划及2010年规划”、“建设部建筑节能‘十五’计划纲要”、“建设部建筑节能技术政策”、“民用建筑节能管理规定”、“关于固定资产投资工程项目可行性研究报告节能篇(章)编制及评估的规定”等一系列政策、规定。

2008年7月23日国务院第18次常务会议通过《民用建筑节能条例》(以下简称《条例》),并与同年10月1日施行。《条例》第四条规定:国家鼓励和扶持在新建建筑和既有建筑节能改造中采用太阳能、地热能等可再生能源。在具备太阳能利用条件的地区,有关地方人民政府及其部门应当采取有效措施,鼓励和扶持单位、个人安装使用太阳能热水系统、照明系统、供热系统、采暖制冷系统等太阳能利用系统。

《条例》第二十条规定:对具备可再生能源利用条件的建筑,建设单位应当选择合适的可再生能源,用于采暖、制冷、照明和热水供应等;设计单位应当按照有关可再生能源利用的标准进行设计。建设可再生能源利用设施,应当与建筑主体同步设计、同步施工、同步验收。

1.2.4 太阳能、热泵等应用现状

我国是世界上太阳能集热器总安装量最大的国家,到2006年年底,我国太阳能热水器的消费量和年产量已占世界总量的一半以上,太阳能集热器安装面积已达1亿 m^2 ,年产量达到2000万 m^2 ,比2005年增长了20%。预计到2010年我国太阳能集热器安装面积将达到1.5亿 m^2 。截止2005年底,世界总安装量为111GW,欧洲已建成87座大型区域太阳能供热水水厂,涉及生活热水、采暖、空调。目前最大的太阳能供热水水厂为丹麦的Marstal District Heating,太阳能集热器安装量为13MW,集热面积为18300 m^2 ,可满足1420人的生活热水和采暖需要。

欧洲的太阳能应用处于世界领先水平,拥有世界上先进的技术和产品,具有较强的系统整合技术能力,供水系统多为集中型(集热器集中、储水箱集中、供一栋或几栋建筑物热水)、集中一分散型(集热器集中、储水箱分散、供一栋建筑物热水),代表着太阳能热水系统的发展方向,技术要求较高、控制复杂、造价较贵。我国拥有世界最大的太阳能集热器安装量、制造能力,但产品良莠不齐,多为单户分散式、小规模集中热水使用,尤其是系统集成能力有待提高,限制了太阳能集中热水系统的发展。

20 世纪 30 年代,地表水源热泵系统问世,是地源热泵中最早使用的热泵系统形式之一。1939 年,瑞士苏黎世议会大厦安装了欧洲第一台大型热泵,以河水作为热源,输出热量为 175kW;20 世纪 50 年代,初建成的伦敦皇家节日音乐厅、苏黎世市的联邦工艺学院采用地表河水作为热源;20 世纪 80 年代,瑞典和日本开始大规模应用以地表水、地下水、城市污水和工业废水为低位热源的大型热泵站,瑞典成为世界上应用大型地表水源热泵站的代表国家之一。截至 1987 年,瑞典有 100 座热泵站投入运行,总供热能力达 1200MW。

近年来,我国也十分重视热泵技术的发展。1997 年 11 月,科技部和美国能源部签署的《中美能源效率及可再生能源合作议定书》中专门设有有关地源热泵的发展战略。此后,在 2001 年颁布的《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》和《建设部建筑节能“十五”计划纲要》中都明确指出要大力发展和应用热泵技术。2005 年 11 月,我国颁布了《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366—2005,并自 2006 年 1 月 1 日起正式实施。

我国各地政府也积极大力推广地源热泵技术。其中,北京市规定可以给予利用地源热泵项目每平方米 50 元的财政补贴。在 2008 年北京奥运会项目中,地源热泵技术得到了大规模的应用。重庆市计划将长江、嘉陵江的水源用于建筑新能源的利用,青岛市在研究海水源热泵替代供热站,大连市被住房和城乡建设部评为全国水源热泵规模化应用示范城市。

目前我国水源热泵应用技术与国际先进水平还有一定差距,但随着国内研发、国外引进和国际领先热泵制造商进入我国,我国水源热泵技术在不断进步,与国际水平差距在不断缩小。

1.3 亚运城集中热水供应系统采用新能源的必要性及可行性分析

1.3.1 项目概况

亚运城用地位于广州新城的东北部,在城市建设分区中属于密度四区。用地临近莲花山水道,河涌密布,用地内有三纵一横共四条河涌流经亚运城规划区。三条南北向河涌自北向南汇集到南面的东西向河涌,再通往东面的莲花水道。南北向河涌自西到东分别名为官涌、南派涌和丰裕涌,南面的东西向河涌名为三围涌。在规划方案中,东西向的三围涌在主干道以西段暂名为莲花湾,主干道以东段以及其他三条河涌继续沿用原名。规划方案以规划主干道和用地中部规划的景观湖莲花湾(暂名)作为各功能分区的划分界线,结合亚运城的使用功能,分为运动员村、媒体村、技术官员村、后勤服务区、体育馆区及亚运公园六大部分。

用地范围包括京珠高速公路(轨道交通四号线)以东,清河路以南,莲花山水道、砺江河和小浮莲山以西,规划中的长南路(轨道交通三号线,赛时未开通)以北,规划总用地面积约 2.73723km²。规划净用地面积 1986086m²。

亚运城赛时规划根据亚运要求而定,赛时总建设量:计入容积率的建筑面积约为 104 万 m²,总建筑面积约 140 万 m²(含地下室和架空层面积)。亚运村结构示意图如图 1-5 所示。

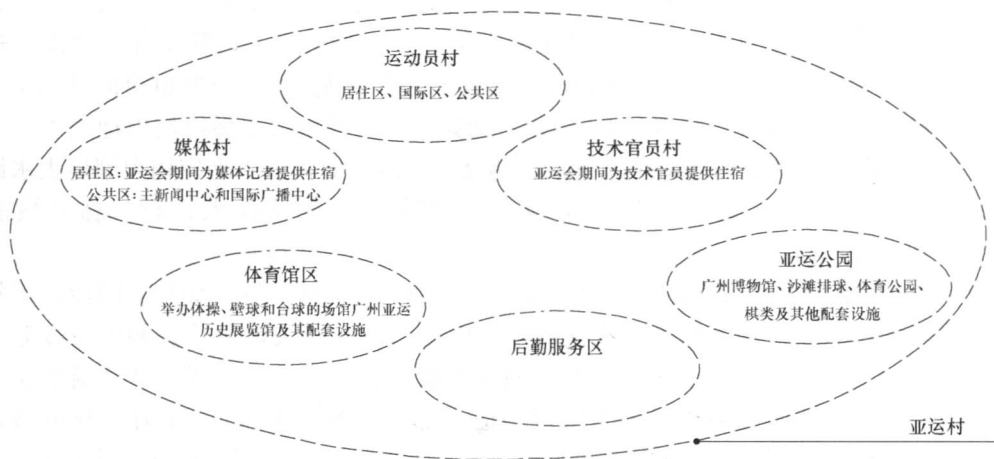


图 1-5 亚运村结构示意图

1.3.2 水源热泵采用地表水源的可行性

亚运城新能源——太阳能及水源热泵综合利用项目在经济、环保和安全等方面的综合效益均优于常规能源系统，属于国家鼓励支持的节能、环保新能源技术，符合国家节能减排的产业政策。该项目的建设为亚运城住宅、场馆提供制备生活热水的热源和部分空调冷源。项目使用的太阳能集热器和热泵联用技术在广州地区具有得天独厚的优势，具有较高的节能效率和良好的经济效益和社会效益。项目取水基本符合取水河段水功能区划目标，符合《水功能区管理办法》的规定，在基本不影响区域水资源量和水质的同时提高了当地水资源利用率，符合区域水资源开发利用和管理的基本要求。

1.3.3 利用新能源的自然条件

1. 太阳能

广州市中心位于北纬 $23^{\circ}06'32''$ ，东经 $113^{\circ}15'53''$ ，地处中国大陆南部，广东省中南部，珠江三角洲北缘。濒临南海，邻近香港特别行政区和澳门特别行政区，是中国通往世界的南大门。广州属丘陵地带，地势东北高，西南低，北部和东北部是山区，中部是丘陵、台地，南部是珠江三角洲冲积平原。中国的第三大河——珠江从广州市区穿流而过。

广州地处北温带与热带过渡区，横跨北回归线，年平均温度 22°C ，最热月（7月）平均气温 28.5°C ，最冷月（1月）平均气温 13.3°C ，极端最低温度 0°C ，最高温度 39.1°C 。属南亚热带季风气候，气候宜人，是全国年平均温差最小的大城市之一，广州地区典型年逐日干球温度如图 1-6 所示。

由于广州市地处低纬，北回归线在其中部偏北穿过，太阳高度角较大，太阳辐射总量较高，日照时数比较充足。年太阳辐射总量在 $4400\sim 5000\text{MJ}/\text{m}^2$ 之间，年日照时数在 $1700\sim 1940\text{h}$ 之间，地域分布均呈现自东南向西北递减趋势。太阳能资源分布按“中国太阳能资源区划”，属于Ⅲ类地区。

亚运城位于广州番禺区，按现有资料，太阳能资源属资源一般区。然而，广州日温差变化小、纬度较低，太阳直射较多，有利于太阳能光热利用。根据国家标准《太阳能资源

1.3 亚运城集中热水供应系统采用新能源的必要性及可行性分析

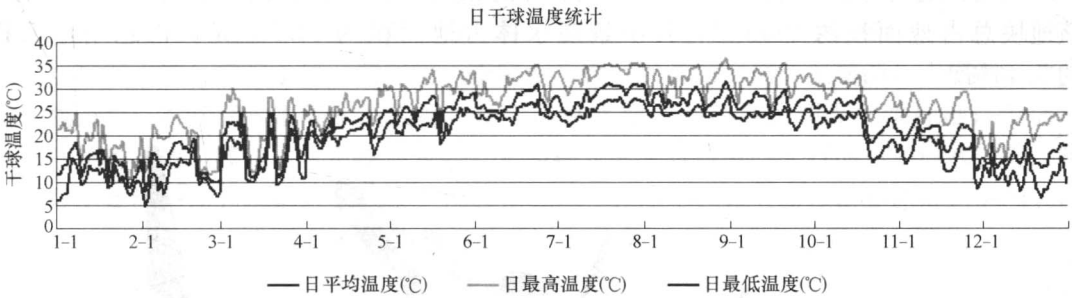


图 1-6 广州地区典型年逐日干球温度

等级——总辐射》，应从量、质两个方面，选择总量等级、辐射形式等级两个指标，对太阳能资源进行分级评定的要求。广州太阳能资源较好，在广州利用太阳能制备生活热水有着较好的技术条件。广州地区太阳逐月辐射量如图 1-7 所示。

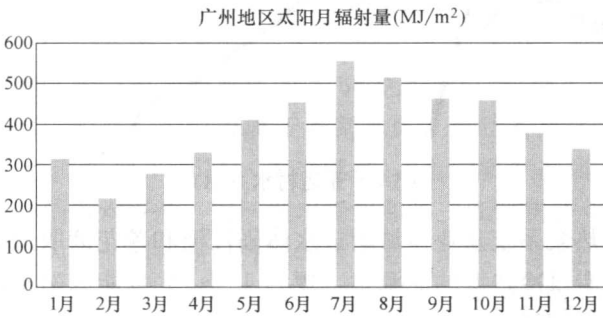


图 1-7 广州地区全年各级太阳散射辐射强度频数

广州地区典型年太阳日总辐射变化如图 1-8 所示。

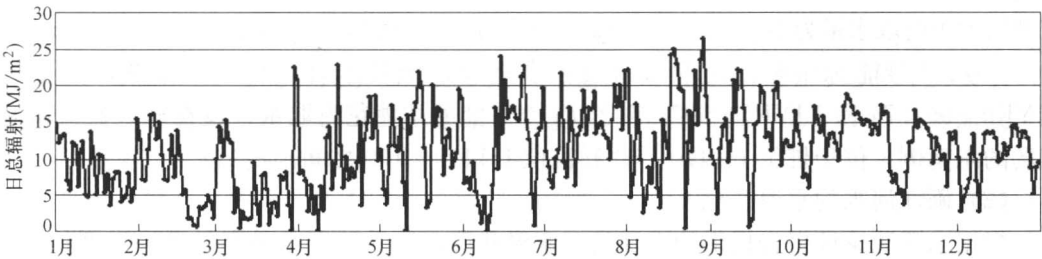


图 1-8 广州地区典型太阳日总辐射变化

2. 地表水源

(1) 地表水源概况

广州亚运城场地位于北回归线以南，珠江三角洲的中北部，纬度低，海拔低，距海近，属亚热带海洋季风型气候，海洋性气候特征明显。区内降雨量充沛，但季节变化大，一般年降水量为 1200~2000mm，夏季占 46%，春季占 33%，秋季占 17%，冬季占 4%。

亚运村地块内水系交错纵横，且与地块外的珠江和部分河涌相连接，如图 1-9 所示。该地块总占地面积约 274hm²，其中景观水体占地面积约 14.95hm²，占总用地面积的 5.46%。

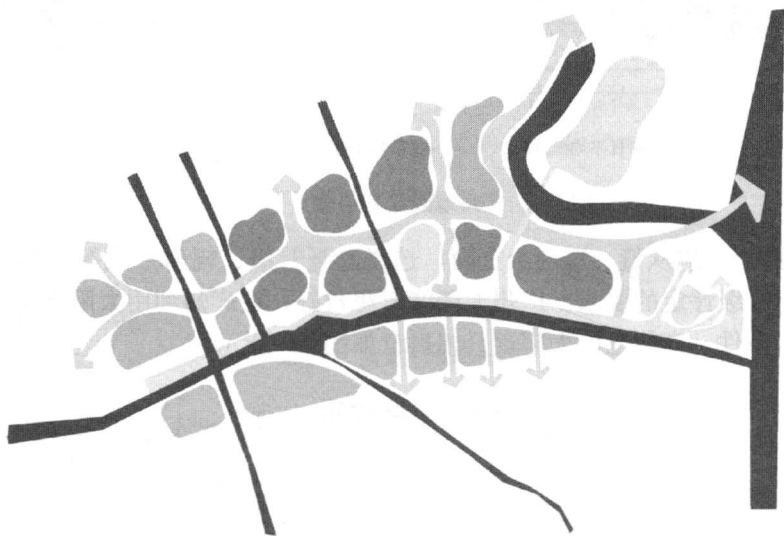


图 1-9 亚运村水系示意

该项目地表水源热泵系统从亚运城附近水体砺江河和莲花湾取地表水作为水源热泵机组的冷热源。设 3 个专供冷热源的能源站，规划 1 号、2 号能源站水源为砺江河，3 号能源站水源为莲花湾（三围涌）。

经计算，1 号、2 号能源站砺江河最大小时取水量 2100m³，最大日取水量为 2.92 万 m³（其中，1 号能源站最大小时取水量 1000m³、最大日取水量 1.60 万 m³，2 号能源站最大小时取水量 1100m³、最大日取水量 1.32 万 m³），年取水量 419.06 万 m³；3 号能源站莲花湾最大小时取水量为 900m³，最大日取水量为 1.08 万 m³，年取水量为 173.27 万 m³。

1 号、2 号能源站砺江河取水口设在靠近亚运城技术官员村的东南侧，位于桩位 LJYR0+997.74 和 LJYR1+997.74 之间；3 号能源站莲花湾取水口设在靠近亚运城迎宾广场的东南侧，位于桩位 H1410+50 和桩位 H1410+100 之间。

（2）砺江河水的水温变化

根据水资源论证报告提供的珠江河口水温状况，夏季地表水最高月平均温度约 31℃，冬季地表水最低月平均温度约 17℃，11 月份地表水温度约为 23℃。

由于缺乏该项目拟取水段水温资料，参照珠江河口水温确定地表水温度。按照砺江河流域潮汐特征。考虑水温垂直梯度的影响，夏季按水面 2m 以下水温 30℃，冬季按浅表水温 15℃作为该方案设计地表水取水温度。

（3）砺江河水的水质

近年来，广东省境内河流、海域水资源均受到不同程度污染，而且水污染日趋严重。珠江水系上、中游河流流经广州、佛山、惠州、东莞等重要工业城市和中小城镇时，携带这些工业城镇排放到河流中的有毒有害物质入境，加上番禺境内排放的污水、废水，致使