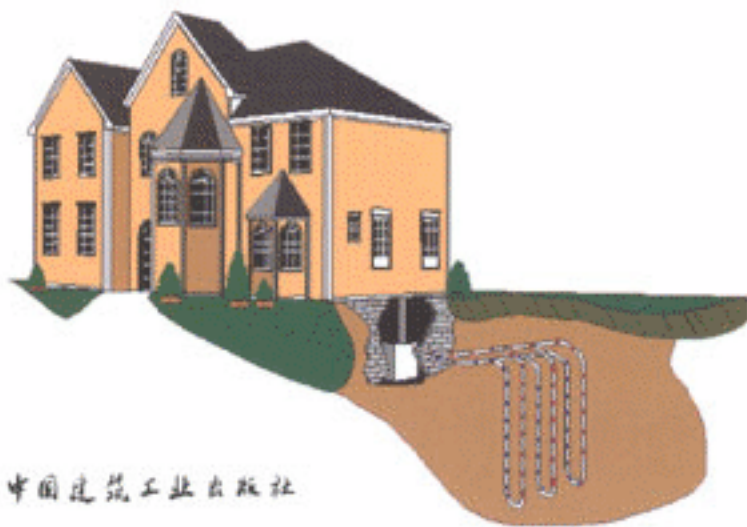


Collective Drawings For Design of  
Ground Source Heat Pump System

# 水源热泵设计图集

▶ 中国建筑科学研究院 袁东立 主编



中国建筑工业出版社

# 水源热泵设计图集

中国建筑科学研究院 袁东立 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水源热泵设计图集/中国建筑科学研究院袁东立主编.  
北京: 中国建筑工业出版社, 2006  
ISBN 7-112-08403-2

I. 水... II. 袁... III. 热泵-设计-图集 IV. TH38-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 064705 号

水源热泵是一种能够利用水与地能(地下水、土壤或地表水等)中的低品位能源,用于采暖和空调的能源形式。冬季,把地能中的热量“取”出来,供给室内采暖,此时地能为“热源”;夏季,把室内的热量取出来,释放到地下水、土壤或地表水中,此时地能为“冷源”。

本书从实际应用的角度,总结了多项工程的热泵实际应用状况,其中包括:利用浅层地下水的热泵系统、地热水梯级利用的热泵系统、土壤源热泵系统、湖水热泵系统,水环热泵系统等。最可贵之处在于本书中所有的工程图纸都是在工程实践中得到应用和检验的,是最贴近工程实际的图集。

本书可供有关工程设计人员、施工人员参考,也可供高等和中等院校有关师生辅助教学使用。

责任编辑:姚荣华

责任设计:崔兰萍

责任校对:张树梅 王雪竹

## 编写人员名单

撰稿人:

袁东立 蒋金山 郭庆沅 陈晓琳 李文伟 楼洪波

周春风 陈矣人 冬宇辉 徐珍喜 叶瑞芳 邵利民

赵艳春 冯晓梅 张 钦 岳子成 许有师 郁松涛

陈焰华 马学理 孟富春 董 明 尤 晶 屈 凯

李延兵 刘 军 祁传斌 李正明 王永红 彭 楠

张子平 李宁波 王有粮 李文伟 陈燕民 王吉标

张文秀 程洪涛 谭四红 孙丽婧 谢远建

(以文章出现的先后为序)

## 水源热泵设计图集

中国建筑科学研究院 袁东立 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司

印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 横 1/8 印张: 22 字数: 530 千字

2006 年 7 月第一版 2006 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 56.00 元

ISBN 7-112-08403-2

(15067)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

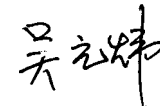
# 序

中央提出建设资源节约型、环境友好性社会，得到全国广泛响应。在我国，提升人民生活质量，改善居住环境条件越来越受到关注，相应这部分消耗的能源增长迅速。寻求适应建设节约型社会需要的改善室内环境的技术系统和产品时，20世纪90年代后期在我国兴起的水、地源热泵技术受到政府、产业和社会各界的广泛关注。

做好水、地源热泵工程需要多方面的技术支持，其中之一就是已经建成并投入运行的工程积累的经验和教训。中国建筑科学研究院空调研究所袁东立研究员级高工曾主持参与了多项水、地源热泵工程，他联系同行中愿与大家分享其成果者，总结各自经验，按照工程设计实例的要求，撰写成稿，汇成本书。这种做法是特别值得赞赏的，人们可以从中得到有益启示。

发展水、地源热泵，一定要切实保护地下水资源这个国家战略资源不受任何污染。因为水文地质问题的出现是一个缓慢过程，等到发现问题，挽救已来不及了。这是发达国家对此一再强调并予以严格管制的基本原因。例如地埋管热泵的管井必须密封，不允许地面物质（包括空气）通过不密封处得以侵入。水、地源热泵在水文地质条件不具备时严禁使用，还要采用封闭式井。此外，还要做到从地下取热和向地下放热的全年平衡，以防热污染问题。

因此，在推动水、地源热泵应用时，必须趋利避害，认真做好每一项工程，在造福大众时，切实保护我们及子孙赖以生存的地层和地下水资源不受任何损害，做到可持续发展。



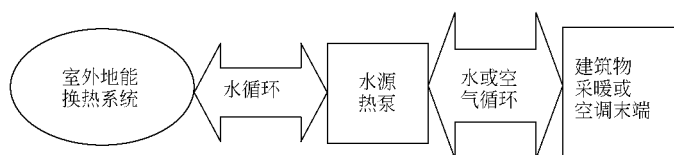
2006.1.2

# 前言

想要编辑一本关于水、地源热泵应用的图集已经有很长一段时间了。自从上世纪末环保和节能形势和意识的逐步增强，水、地源热泵的应用在中国迅速兴起，许多业内同行都积极投入到这项技术的研究和应用中来，一时在行业中蔚成风气。

水源热泵是一种能够利用水与地能（地下水、土壤或地表水）中的低品位能源，用于采暖和空调的能源形式。冬季，把地能中的热量“取”出来，供给室内采暖，此时地能为“热源”；夏季，把室内热量取出来，释放到地下水、土壤或地表水中，此时地能为“冷源”。

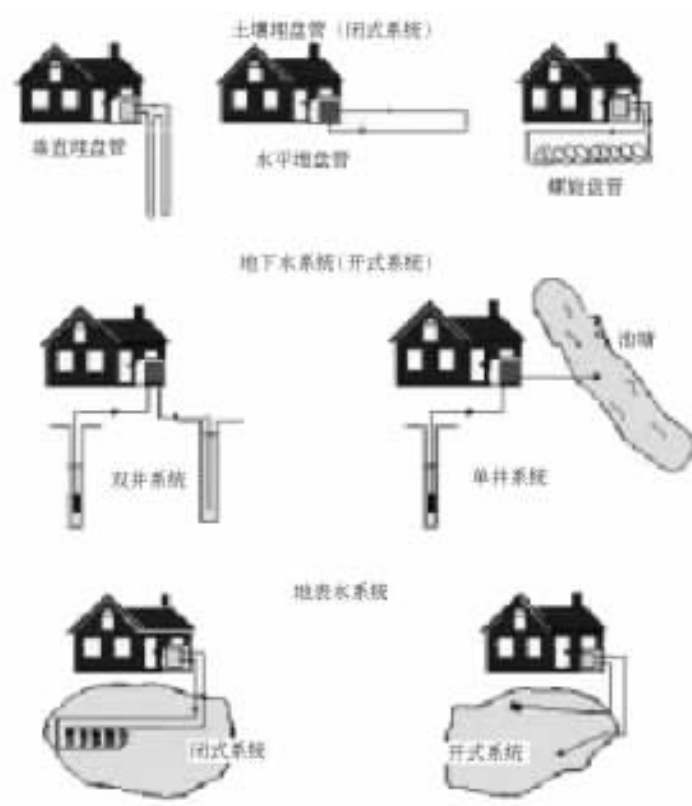
水、地源热泵供暖空调系统主要分三部分：室外地能换热系统、水、地源热泵机组和室内采暖空调末端系统。其中水、地源热泵机组主要有两种形式：水-水式或水-空气式。三个系统之间靠水或空气换热介质进行热量的传递，水源热泵与地能之间换热介质为水，与建筑物采暖空调末端换热介质可以是水或空气。



水、地源热泵同空气源热泵相比，有许多优点：（1）全年温度波动小。冬季温度比空气温度高，夏季比空气温度低，因此，水、地源热泵的制热、制冷系数要高于空气源热泵，一般可高于40%，因此，可节能和节省费用40%左右。（2）冬季运行不需要除霜，减少了结霜和除霜的损失。（3）水源有较好的蓄能作用。

## 水、地源热泵分类

水、地源热泵按照室外换热方式不同可分为三类：1. 土壤埋盘管系



统；2. 地下水系统；3. 地表水系统。

根据循环水是否为密闭系统，水、地源热泵又可分为闭环和开环系统。

闭环系统如埋盘管方式（垂直埋管或水平埋管），地表水安置换热器方式。

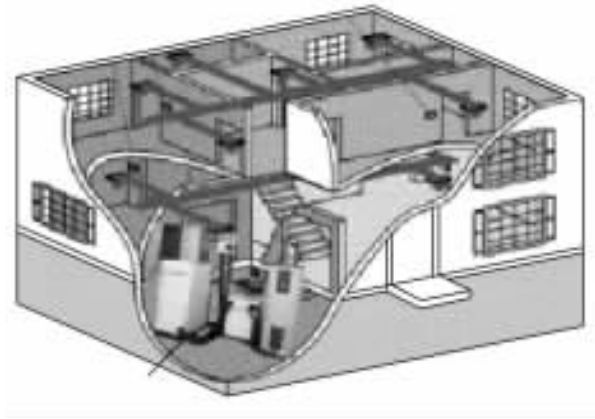
开环系统如抽取地下水或地表水方式。

此外，还有一种“直接膨胀式”，它不像上述系统那样采用中间介质（水）来传递热量，而是直接将热泵的一个换热器（蒸发器）埋入地下进行换热。

## 水、地源热泵应用方式

水、地源热泵的应用方式从应用的建筑物对象可分为家用和商用两大

类；从输送冷热量方式可分为集中系统、分散系统和混合系统。



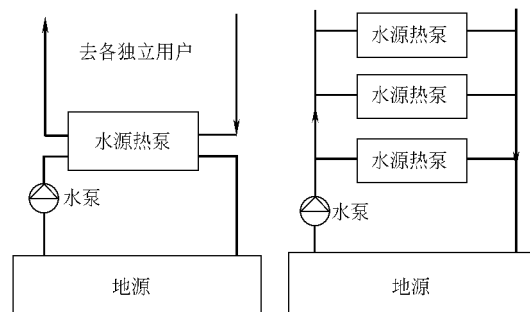
### 家用系统

用户使用自己的热泵、水源和水路或风管输送系统进行冷热供应的户式空调，多用于小型住宅，别墅等。



### 集中系统

热泵布置在机房内，冷热量集中通过风道或水路分配系统送到各房间。



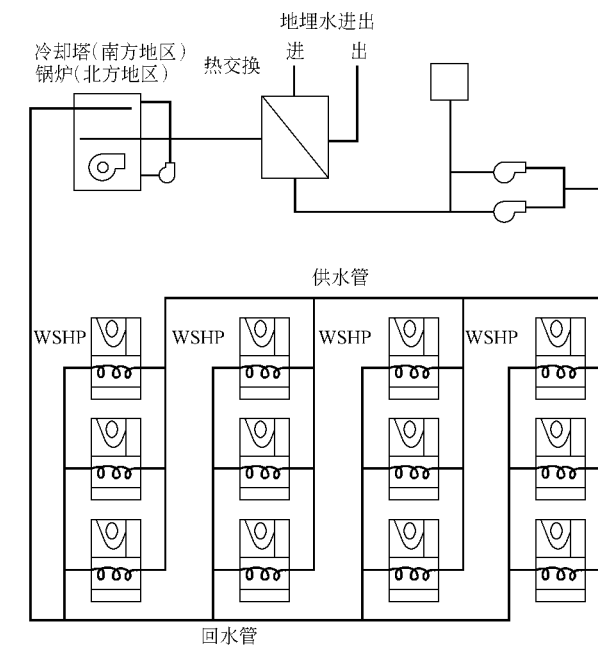
### 分散系统

用中央水泵，采用水环路方式将水送到各用户作为冷热源，用户单独使用自己的热泵机组调节空气。一般用于办公楼、学校、商用建筑等。此系统可将用户使用的冷热量完全反映在用电上，便于计量，适用于目前的独立热计量要求。

### 混合系统

将水源和冷却塔或加热锅炉联合使用作为冷热源的系统。混合系统与分散系统非常类似，只是冷热源系统增加了冷却塔或锅炉。

南方地区，冷负荷大，热负荷低，夏季适合联合使用水源和冷却塔，冬季只使用水源。北方地区，热负荷大，冷负荷低，冬季适合联合使用水源和锅炉，夏季只使用水源。这样，可减少水源热泵的容量和尺寸，节省投资。分散系统或混合系统实质上是一种水环路热泵空调系统形式。



水环路热泵（Water-Loop Heat Pump，简称 WLHP）空调系统，它由许多台水源热泵空调机（WLHP）组成。这些机组由一个闭式的循环水

管路连在一起，该水管路既作空调工况下的冷源，又作供暖工况下热泵热源。水环路的冷热源可以是水源，或锅炉、冷却塔联合方式。

**夏季运行** 全部或大多数机组为供冷，热量水环路排至室外的冷源，如水源或冷却塔。

**春季/秋季运行** 对有内区与周边区的建筑物，会出现内区需要供冷而周边区需要供热的状况，这时，内区的热量就可被周边区所利用，即内区空调的排热与周边区热泵供热所需热量接近平衡时，室外的冷热源可以停运。这种制冷供热同时进行，能量在建筑物内部转移的形式，运行费用最少，节能效果明显。

**冬季运行** 全部或大多数机组为供热，供热源（地源或加热源）把热量补充到水环路。

水环路热泵空调系统除具有显著节能特点外，还具有以下特点：

**节省占地** 不设大的冷冻机房，没有冷却塔系统；

**能源费用单独计量** 由各部门、住户或单位独立承担，能源费用计量简单且公平，符合当前的能源费用独立计量方法；

**调节灵活** 每台热泵空调机在任何时间可以选择供冷或供热；

**灵活应用** 能灵活充分地满足建筑物各个区的需要，并随时可以更改用途。

本书并没有从理论的角度对热泵技术进行系统地描述，因为太多行业的技术专家在其专著或论文中都已具有非常精彩和详尽的论述。本书主要从

实际应用的角度，总结了多项工程的热泵实际应用状况，其中关于热泵多种技术的应用状况：如利用浅层地下水的热泵系统、地热水梯级利用的热泵系统、土壤源热泵系统、湖水热泵系统、水环热泵系统等等，在本书的各个章节均有涉及。

寒来暑往，秋收冬藏。这本凝聚了多位工程技术人员多年心血的图集，全部收录的是近年来实际的工程实例。它不仅是对上述各种热泵系统实际应用中经验和教训的总结，也同时拓展了热泵的应用方式，如与蓄能技术的结合等等，使得这本图集更能够与所在地区的实际状况相吻合。本书中最为可贵之处在于书中所有的工程图纸都是在工程实践中得到应用和检验的。因此，这是一部最贴近工程实际的图集，对于读者，是实用价值很高的参考书。

本书在编写过程中，得到了业内很多专家学者的协助与支持。中国制冷协会副理事长吴元炜教授，在百忙之中，审阅书稿并为本书作序；诸多参编学者，为图集撰写说明，整理图纸。在此谨向他们致以最诚挚的感谢。

最后，由于笔者学识的局限，很难说就能满足广大读者对本书的期望，但若能够给读者带来些许火花般的灵感或启迪，也足以让笔者欣慰了。同时，限于作者的水平与经验，错误在所难免，希望广大读者给予指正。

# 目 录

序		第十三章 大港油田钻井某公司办公楼 .....	71
前言		第十四章 西安市丰盛园小区地热+高温水源热泵 .....	77
第一篇 水源热泵系统 .....	1	第十五章 北京市楼梓庄医院水源热泵 .....	88
第一章 北京蓟门饭店 .....	3	第十六章 延庆监狱地热+水源热泵 .....	94
第二章 天创世缘小区 .....	7	第十七章 北京九合苑小区水源热泵工程 .....	101
第三章 北京海剑大厦 .....	14	第十八章 朝阳区看守所水源热泵工程 .....	109
第四章 北京嘉和丽园公寓 .....	22	第二篇 地源热泵系统 .....	115
第五章 北京市朝阳区十八里店中学 .....	32	第一章 北京市第十七中学初中部 .....	117
第六章 北京达园宾馆 .....	35	第二章 武汉清江花园 .....	123
第七章 北京商务会馆 .....	42	第三章 北京市地质局天竺地面沉降观测中心 .....	128
第八章 北京中协宾馆 .....	48	第四章 北京天湖国际会议酒店 .....	135
第九章 武汉香榭里花园 .....	53	第五章 北京用友软件园 .....	141
第十章 南京青龙山生态园 .....	59	第六章 九华别墅地源热泵+VRV 工程 .....	146
第十一章 辽宁朝阳市国税局小区 .....	62	第七章 来广营卫生院 .....	155
第十二章 北京顺义杨镇一中体育馆 .....	69	第八章 南京朗诗国际街区 B1 区 .....	162

# 第一篇 水源热泵系统

# 第一章 北京蓟门饭店

中国建筑科学研究院空调所 袁东立  
北京西士信环境科技有限公司 蒋金山  
北京西亚特技术有限公司 郭庆沅

## 一、工程概述

蓟门饭店位于北京市海淀区学院路黄亭子西土城路3号，毗邻小月河，坐落于闻名的“中国硅谷”中关村地区，学院路蓟门桥北侧，与著名的燕京八景之一的“蓟门烟树”隔河相望。饭店总建筑面积约3.2万m<sup>2</sup>。饭店楼高23m，分为八栋楼，其中六层高的楼占多数。饭店含客房约300套，大小餐厅6个，中小型会议室8个，并设有配套康乐宫运动娱乐设施等。客房一号楼7575m<sup>2</sup>，客房二号楼6189m<sup>2</sup>，潮春园餐厅1726m<sup>2</sup>，康乐园1500m<sup>2</sup>，综合楼3300m<sup>2</sup>，公寓楼3554m<sup>2</sup>，百味餐厅1612m<sup>2</sup>，石化办公楼6832m<sup>2</sup>。原有系统冬季由燃煤锅炉采暖，夏季由三台30HR-280型活塞式冷水机组制冷。由于北京市要逐步取消燃煤锅炉，应业主要求将原有空调系统改造为水源热泵中央空调系统冬季制热、夏季制冷。工程于2000年5月改造施工，2000年11月完工进行系统调试，正式投入使用至今，运行效果良好。

本工程系冷冻站改造项目，是国内较早的水源热泵采暖空调系统之一。



蓟门饭店外景

## 二、原有工程状况

该工程空调面积约27000m<sup>2</sup>，供热面积32000m<sup>2</sup>。全楼冬、夏季不供新风。因走廊、楼

梯间不设空调，实际供冷面积远小于27000m<sup>2</sup>。空调末端均采用风机盘管（除石化办公楼）。石化办公楼也装有风机盘管，但未投入使用。

制冷机房原装有三台联合开利 Carrier 公司 30HR-280 型活塞式八机头制冷机。单机制冷量为930.4kW。经了解，在过去几年内，两台机组从未同时运行过。最热季的高峰负荷时，单机满负荷运行，八机头同时运行；平时大多数时间，机组部分负荷运行，只开六或七个机头。现空调冷热源均采用地下恒温水资源。

冷冻泵和采暖循环泵型号均为门头沟水泵厂生产的 ISZ150-125-315 型卧式离心泵。额定流量200t/h，扬程34m。实测冷冻泵流量216t/h。

生活水耗量250t/日，供水温度45~50℃。

锅炉房装有一台4t燃煤热水锅炉、一台4t燃煤蒸汽锅炉和一台4t燃油蒸汽锅炉。冬季主要是4t燃煤热水锅炉供热，燃煤蒸汽锅炉用于向厨房和洗衣房供汽。燃油锅炉仅为备用。受北京市环保法规的限制，近期燃煤锅炉必须停用。

建筑为多层砖混和框架结构，建筑物的墙体为砖混三七墙。窗为单层铝合金或塑钢窗，保温性能较好。

## 三、设计参数及负荷

为满足建筑物的形体及功能要求，针对热泵系统特点，空调系统的设计原则：全年运行；个别调节，智能监控；尽量利用地下水资源；空调系统有较好的经济合理性，环保节能，运行费用低；质量优良，环境舒适，安全可靠。

### 1. 空调室外计算参数（北京地区），见表1-1

空调室外计算参数				表 1-1
	计算干球温度(℃)	计算湿球温度(℃)	计算相对湿度(%)	大气压力(kPa)
夏季	33.2	26.4	—	998.6
冬季	-12	—	58	1020.4

### 2. 空调室内计算参数

#### (1) 设计计算参数

客房：夏季室内设计温度  $t=26^{\circ}\text{C}$ ，夏季室内相对湿度  $\varphi\leq 65\%$

冬季室内设计温度  $t=22^{\circ}\text{C}$ ，冬季室内相对湿度  $\varphi\geq 30\%$

公共区：夏季室内设计温度  $t=25^{\circ}\text{C}$ ，夏季室内相对湿度  $\varphi\leq 65\%$

冬季室内设计温度  $t=21^{\circ}\text{C}$ ，冬季室内相对湿度  $\varphi\geq 40\%$

#### (2) 实测资料

蓟门饭店集中空调系统已运行使用多年。按其制冷机的运行记录和经验，总冷负荷小于930.4kW。

基本运行情况是：5月1日~7月10日负载率60%（558.24kW）；7月11日~8月8日负载率90%（837.36kW）；8月9日~10月2日负载率70%（651.28kW）。

实际测量值是冷冻泵循环量216t/h，1999年7月21日，室外气温39℃，供水温度7℃，回水温度10.5℃。总负荷为880kW。

蓟门饭店锅炉房装设的热水循环泵型号与冷冻泵型号相同，循环水量220t/h。1999年12月27日，室外气温10℃，供水温度57℃，回水温度52℃。总负荷为1280kW。

### 3. 夏季负荷

按饭店提供的空调建筑的总建筑面积是27000m<sup>2</sup>。若按930.4kW的总供冷量计算，每平方

米供冷量仅为 35W，而这又是实际运行情况。原因有如下几点：

(1) 据了解，27000m<sup>2</sup> 中有相当面积是走廊、楼梯间、厨房、公共卫生间等，这些地方未设空调末端装置，即不供冷。

(2) 空调系统未设新风机组，全楼无新风。按常规，新风负荷约占总负荷的 30%，这就大大减少了总负荷。

走廊、楼梯间、厨房、公共卫生间及外墙等的面积一般占总建筑面积的 30%，那么，实际空调供冷面积为 27000×0.7=18900m<sup>2</sup>。若按此面积计算每平方米的冷负荷为 49W/m<sup>2</sup>。考虑到全楼无新风系统，此单位面积冷负荷值具备合理性。

据业主介绍，饭店近期无升级计划，不准备加装新风系统。因此，设计该水源热泵系统时 930.4kW 的总冷负荷具有较高的参考价值。而无需拘泥于 80~100W/m<sup>2</sup> 的设计经验。因为实际运行工况最具有说服力。

根据中国建筑设计研究院、北京市建筑设计研究院编著《建筑设备专业设计技术数据》以及《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》(GB 50189—93) 等标准及数据做如下计算：

$$\text{冷负荷: } 80\text{W/m}^2 \times 18900\text{m}^2 = 1512\text{kW}$$

#### 4. 冬季负荷

冬季总采暖面积为 32288m<sup>2</sup>。大部分采用风机盘管作为末端设备换热，仅有石化办公楼现采用暖气系统，但该楼也装设有风机盘管，只是未投入使用。

根据建设部建筑设计院、北京市建筑设计院编著《建筑设备专业设计技术数据》以及《建筑节能设计标准》(JGJ 26—86) 等标准及数据其计算结果见表 1-2。

负荷对照表 表 1-2

	计算负荷(kW)	实测负荷(kW)	计算建筑面积(m <sup>2</sup> )	实际面积(m <sup>2</sup> )
夏季	1512	930.4	18900	18900
冬季	1595	1280	32288	29000

### 四、系统设计说明

#### 1. 主要设备选型

饭店现有两台上海 Carrier 公司的 30HR-280 型多机头活塞式制冷机，一用一备，现可以满足夏季供冷要求。但其运行年代久远，设备已老化，需要替代更新。用于洗浴的生活热水一般为 45℃ 左右，对温度要求不高，负荷仍由原有燃油锅炉承担。

本改造设计利用地下恒温水作为水源，采用水源热泵中央空调系统冬季制热、夏季制冷。利用热泵原理，冬季通过热力循环从地热水低位热源中吸取低位热量，由机组提升到高位能量；夏季利用地下水作为热泵机组的冷却水。

#### (1) 双工况主机

采用三台法国 CIAT 西亚特公司 LWP 系列 1800 型半封闭双螺杆水源热泵中央空调机组替代原有机器作为空调的冷、热源变工况运行。夏季冷冻水供回温度 7/12℃，冬季空调供回热水温度 55/45℃。不同季节运行工况的转换靠阀门的切换来实现。

单台机组制冷量为 559.0kW，制热量为 726.0kW。

制冷额定工况：冷冻水进出口温度 12/7℃，冷却水进出口温度 15/23℃。

制热额定工况：冷水进出口温度 15/10℃，热水进出口温度 45/50℃。

制冷剂：R22

#### (2) 其他设备的选择

系统循环泵（原有）：单台流量 200t/h，扬程 32m。水泵两用一备。

井水循环泵（原有）：单台流量 200t/h，扬程 32m。水泵两用一备。

补水定压：

由原系统的高位膨胀水箱、浮球阀补水。并设置一台定压泵，以保证系统水力稳定。

#### 2. 水源井设计

黄亭子一带（即蓟门饭店附近）为第四系沉积层，主要为沙河、永定河冲洪积物，厚度约 100 余米。含水层主要为砂、砂砾石层，埋深 70~80m，累计厚度 20~30m 不等，由于其补给主要来源于西北部山前地带，补给距离较近，地下水源较为丰富。从周边第四系井出水情况看，成井深度约 100m，单井涌水量大于 200m<sup>3</sup>/h。长期抽水结果及北京地区地下水动态表明，丰水期一般为每年 3~4 月，丰、枯水期水位差 0.5~1.0m。地下水水温一般为 15℃，不受季节影响。

抽水井和回灌井打在同一含水层上，因地下含水层是流动水，只要两井之间保持足够距离，抽水井的出水温度可保持恒定，即回灌水将热量逐步传给土壤或被地下水流带走。

根据建筑空调冷热负荷需要，设计水源空调井（抽灌两用）共 4 眼，原有冷却水池改造用作沉淀池。4 口井分别布置于饭店周围。

设计井深：80m

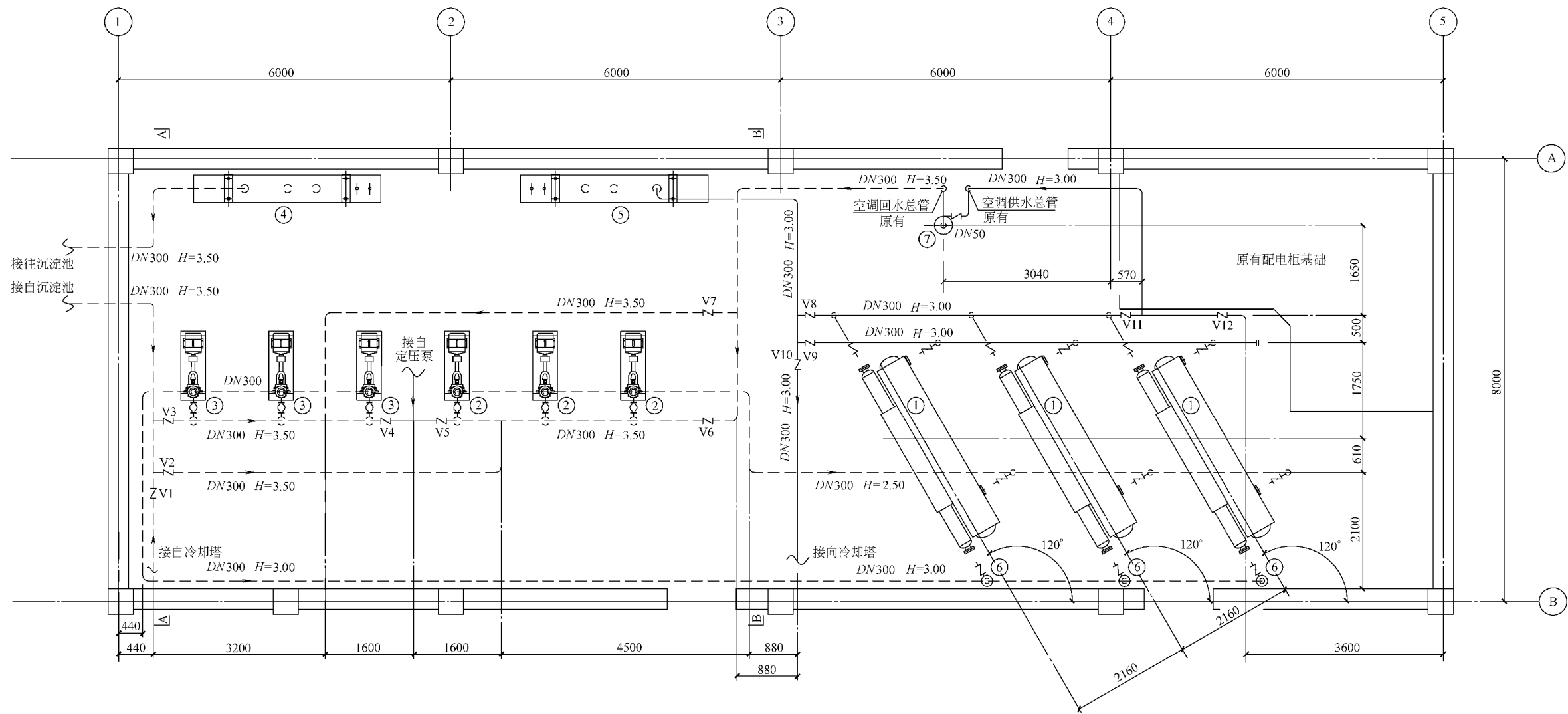
凿井方式：根据测井分层下敷设水管，周围填砾渗水完成。

### 五、系统总体评价

本工程主要解决了热泵系统冬夏切换、减少使用井水资源等问题。采用水源热泵采暖时，宾馆的能源费用大幅度降低，投入运行后经测算冬季耗电约为 20~22 元/m<sup>2</sup>。

蓟门饭店应用水源热泵技术具有典型性。水源热泵系统对环境无污染，夏季可以减少城市热岛效应，而且不消耗国家日益紧张的地下水资源。随着中国对环保的日益重视，越来越多的燃煤锅炉将会被淘汰。水源热泵这种低成本、高环保的供热技术不仅仅适用于宾馆饭店，在各种类型的建筑中都将具有广泛的应用前景。因此，蓟门饭店这个样板工程的成功对于我国推广此项节能技术有着重要深远的意义。





阀门切换表:

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
夏季	开	关	开	关	开	开	关	开	关	开	关	开
冬季	关	开	关	开	关	关	开	关	开	关	开	关

图名

机房平面布置图及阀门切换表

图号

1-1-2

## 第二章 天创世缘小区

中国建筑科学研究院空调所 袁东立  
北京西亚特技术有限公司 郭庆沅 陈晓琳

### 一、工程概述

天创世缘位于北京市朝阳区大屯路，属大型商住两用建筑，总建筑面积约 170000m<sup>2</sup>，含商业建筑和住宅两部分。其中住宅部分约 130000m<sup>2</sup>，冬季由城市热网集中供热，并安装分体空调用于夏季供冷；建筑物底商约 40000m<sup>2</sup>，用于办公、商场、娱乐、餐饮等多种商业用途，属大型商业设施，底商全部安装中央空调系统。

本项目是对底部商业建筑（40000m<sup>2</sup>）进行冷热源系统设计，空调冷热源系统采用水水热泵+冰蓄冷联合运行方式，末端采用风机盘管+新风送风。本工程于 2002 年 6 月开始施工，于 2002 年 9 月和 11 月分别进行了夏季和冬季工况的调试，2002 年 11 月完工，现已正式投入使用。



天创世缘外景

本工程是国内首项水源热泵与冰蓄冷联合运行的系统项目，具有国内领先水平，并已编入《民用建筑制冷空调设计资料集-蓄冷空调专集》。天创世缘项目的成功，为首都的蓝天工程、华北电网负荷调峰起到了重要的示范意义。

### 二、室外设计参数

夏季： $t_1 = 33.2^{\circ}\text{C}$        $t_{s1} = 26.8^{\circ}\text{C}$   
冬季： $t_1 = -12^{\circ}\text{C}$        $\varphi_1 = 55\%$

### 三、设计依据

1. 空调面积：40000m<sup>2</sup>
2. 空调使用时间：5 月 1 日~10 月 1 日，每日 8:00~23:00
3. 夏季设计日全日最高冷负荷 6050kW
4. 冬季设计日全日最高热负荷 4200kW
5. 总蓄冰量为 18564kW·h
6. 设计采用相关规范<sup>①</sup>：
  - 3.1 《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19—87)
  - 3.2 《建筑设计防火规范》(GBJ 16—87)
  - 3.3 《室内空调舒适温度》(GB 5701—83)
  - 3.4 《商店建筑设计规范》(JGJ 48—88)
  - 3.5 《旅馆建筑设计规范》(JGJ 62—90)
  - 3.6 《办公建筑设计规范》(JGJ 67—89)
  - 3.7 《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95)

### 四、空调冷热源设计

本建筑空调系统所需热量由水水热泵供给，夏季采用水水热泵+冰蓄冷空调系统。

#### 1. 冷冻机房设计

根据天创世缘夏季 24 小时空调负荷情况，选择 6 台法国西亚特 (CIAT) LWP-1800 型三工况机组（蒸发器冷冻水供、回水工况为 6.8/10.5℃，再由蓄冰设备冷却到 4℃，空调系统供回水温度为 7/12℃），夜间蓄冰，日间与蓄冰设备联合供冷。经蓄冷系统选型软件计算，得出该工程系统的最佳配置，系统能量分配如下：

- \* 6 台三工况水源热泵主机日间空调工况最大能量输出：3480kW
- \* 6 台三工况水源热泵主机夜间制冰工况能量输出：2262kW
- \* 蓄冷设备夜间储存的可利用冷量：18096kW·h
- \* 蓄冷设备日间溶冰最大输出能量：2570kW
- \* 蓄冷设备削减制冷高峰时段负荷：42.5%

夏季建筑物 24 小时负荷曲线，如图 2-1 所示。

夏季空调系统运行策略如下：

- (1) 8:00~22:00：6 台水源热泵机组空调工况运行。
- (2) 8:00~20:00：蓄冰设备溶冰输出，与水源热泵联合供冷。
- (3) 23:00~7:00：水源热泵机组制冰工况运行，8 小时向蓄冰设备蓄存冷量。

#### 2. 供热系统

根据天创世缘冬季 24 小时空调负荷情况，如图 2-2 所示。冬季采用水-水热泵供热，利用地

① 目前这些规范大部分已被新规范替代。

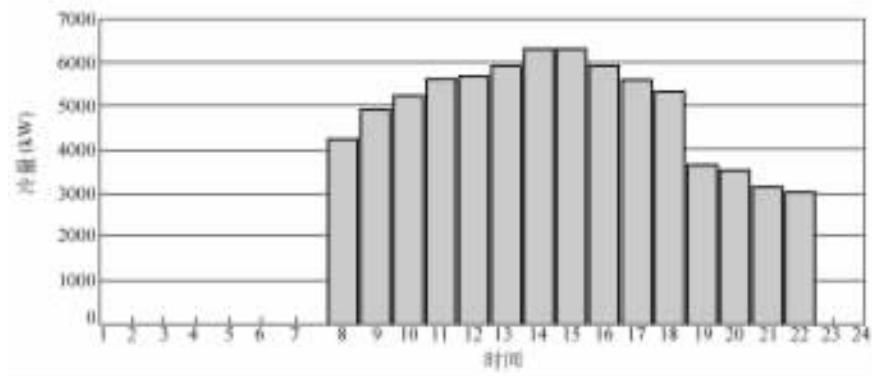


图 2-1 设计日 24 小时冷负荷图

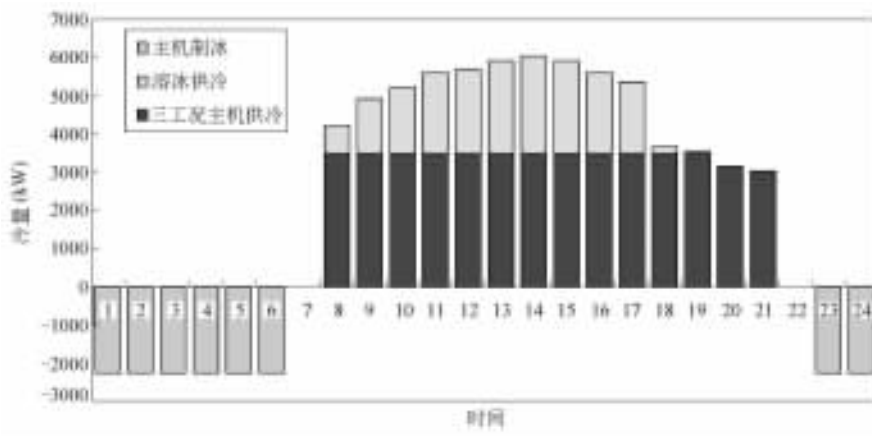


图 2-2 水-水热泵及蓄冰系统夏季设计日 24 小时设备负荷分配情况

下水提供低位热源，为建筑物采暖。采用 6 台三工况水源热泵机组联合运行，6 台机组总供热量为 4200kW。

### 3. 地下水用量

选用 6 台水-水热泵机组，共需 16℃ 的地下水 330m<sup>3</sup>/h。夏季地下水作为冷却水源，其最大供回灌温度为 15~26.3℃；冬季作为低位热源，地下水供回灌温度为 15~7.2℃。

设计开采水源井 7 眼，总出水量为 330m<sup>3</sup>/h，其中抽水井 3 眼，回灌水井 4 眼。

## 五、空调系统主要设备选型

设备选择主要以国内外在冰蓄冷工程中应用较成熟的设备为标准，同时考虑价格因素，配置以合理的系统。

### 1. 三工况主机

选用法国 CIAT 公司的三工况水-水热泵主机 6 台，性能参数如表 2-1 所示。

性能参数 表 2-1

工况	制冷量 (kW)	冷冻液温度 (°C)	冷却水温度 (°C)	冷冻液流量 (m <sup>3</sup> /h)	冷却水流量 (m <sup>3</sup> /h)	蒸发器压降 (m)	冷凝器压降 (m)	耗电量 (kW)
空调	580	11.0/7.0	15/26.3	125	55	6.5	1.3	128
制冰	376	-3.6/-6.0	15/22.3	125	55	6.5	1.3	105
制热	670	15.0/7.2	50/45.2	55	125	3.3	4.1	175

## 2. 蓄冰设备

法国 CIAT 公司蓄冰设备，选用 CRISTOPIA AC00 型高效蓄冷球 330m<sup>3</sup>，由 6 个蓄冰罐储存，总装置容量：18564kW·h。

蓄冰罐性能参数如表 2-2 所示。

蓄冰罐性能参数 表 2-2

蓄冷球型号	蓄冷球体积 (m <sup>3</sup> )	外形尺寸 (mm) 直径×高	蓄冷容量 (kW·h)	总乙二醇量 (m <sup>3</sup> )	最大运行压力 (bar)
STL-AC.00	55	3200×7500	3094	5.0	4.5

注：蓄冷罐尺寸可根据蓄冰罐所摆放的具体空间而随时调整。

## 3. 水泵

水泵性能参数如表 2-3 所示。

水泵性能参数 表 2-3

泵	数量	电机功率 (kW)	流量 (m <sup>3</sup> /h)	扬程 (m)
三工况主机冷冻泵	4	30	250	32
负载泵	3	55	530	38

注：水泵均采用一台备用泵。

## 4. 自控系统

德国 SIEMENS 公司产品+西亚特公司蓄冰系统软件。

## 5. 板式换热器

选用法国 CIAT 公司板式换热器 2 台（最大工作压力 1.0MPa）。

板式换热器性能参数：换热量 3030kW，见表 2-4。

板式换热器性能参数 表 2-4

板式换热器	工质	流量 (m <sup>3</sup> /h)	工况 (°C)	压降 (kPa)
高温侧	水	525	12/7	60
低温侧	25%乙二醇溶液	375	4/11	50

## 六、水-水热泵+蓄冰系统经济技术分析

### 1. 与常规空调系统投资比较

蓄冰及水源热泵系统主要设备及打井投资，见表 2-5。

常规空调系统投资，见表 2-6。

常规系统与水-水热泵+蓄冰系统总体投资（机房主要设备和机房电力报装）比较，见表 2-7。

### 2. 运行费用比较

夏季，由于北京地区电网采用了峰谷电价政策，高峰电价与低谷电价已达到 4.3:1。因此，采用冰蓄冷系统，可以大大降低空调系统经常运行费用。

现阶段商业用电，峰谷分时电价如表 2-8 所示。

将常规系统与蓄冰系统全年运行费用相比较，以 100% 负荷、80% 负荷、60% 负荷、40% 负荷为基数，进行分析比较：可得全年运行电费比较柱状图及运行电费表，见图 2-3。

从表 2-9 可以看出，冰蓄冷系统年经常运行费用可以比常规系统节约 40 万元。

主要设备及打井投资

表 2-5

设 备	型 号	生产厂家	数量	耗电量 (kW)	单价 (万元)	总价 (万元)
三工况主机	LWP1800	法国 CIAT	6	175×6	55.0/台	330.0
蓄冷球	STL-AC00	法国 CIAT	330m <sup>3</sup>	—	0.6/ m <sup>3</sup>	198.0
蓄冷槽	STL-AC	国内制造	1	—	60.0/台	60.0
冷冻泵		广州一泵	4	37×3	1.5/台	6.0
负载泵		广州一泵	4	45×3	2.0/台	8.0
板式换热器		ALFA-LAVAL	2		40.5/台	81.0
自控系统		德国 SIEMENS	1		40.0/套	40.0
乙二醇	100%	国内生产	30t	—	0.7/t	14.0
打井费(含井泵)			7	37×3	18.0/口	126.0
系统安装费					150.0	150.0
总计				1250		1013.0

注：1. 主要设备全部采用合资或进口产品。  
2. 水泵设置为一台水泵对应两台主机，并设有一台备用泵。

空 调 系 统 投 资

表 2-6

设 备	主要技术参数	数量	总耗电量(kW)	总价(万元)
离心制冷机	制冷量:450Rt	4	320×4	400
末端水泵	流量:300m <sup>3</sup> /h 扬程:25m	5	37×4	7.5
冷却水泵	流量:350m <sup>3</sup> /h 扬程:22m	5	45×4	10.0
自控系统		1		40.0
冷却水塔	350m <sup>3</sup> /h	4	11×4	60.0
安装冷却水塔建筑改造费				100.0
系统安装费				100.0
总计			1652	717.5

注：常规系统主要设备全部选用合资或国产设备。

投 资 比 较 (万元)

表 2-7

	常 规 系 统	水-水热泵+蓄冰系统
空调设备	717.5	1013
电力贴费	(2000kVA)240.0	(1500kVA)可减免
总投资	957.5	1013

注：采用蓄能系统可减小电力设备容量，包括变压器、配电柜等，其费用未作统计。

峰 谷 分 时 电 价

表 2-8

	起 始 时 间	电 价(元)
高峰段	8:00~11:00 18:00~23:00	0.995
平 段	7:00~8:00 11:00~18:00	0.633
低谷段	23:00~7:00	0.230

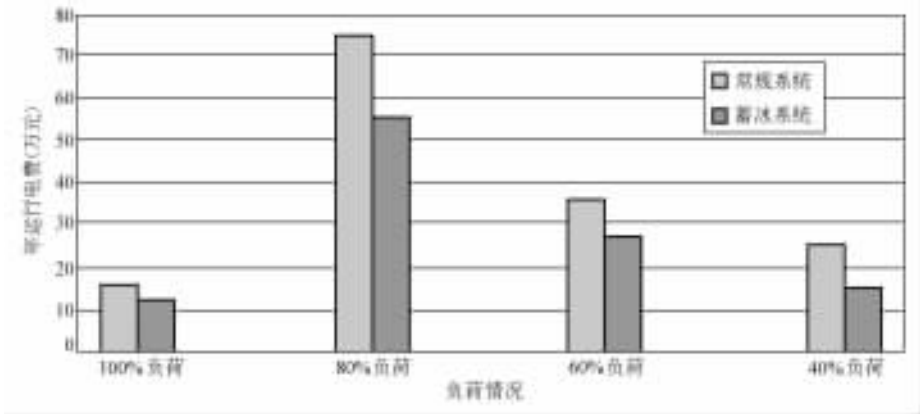


图 2-3 蓄冰系统与常规系统全年运行电费比较

常规系统与蓄冰系统机房年运行电费比较

表 2-9

	天 数	常规系统(万元)	蓄冰系统(万元)
100%负荷	10	16.0	13.0
80%负荷	60	75.0	56.0
60%负荷	40	36.0	28.0
40%负荷	40	25.0	15.0
总 计	150	152.0	112.0

冬季，水源热泵系统运行费用与常规市政热力相比：

常规热力管网：市政热力费用为 60 元/m<sup>2</sup>（商场的层高均超过 4m），以冬季运行 120 天，每天运行 12 小时计算，则整个冬季运行费用为 240 万元。

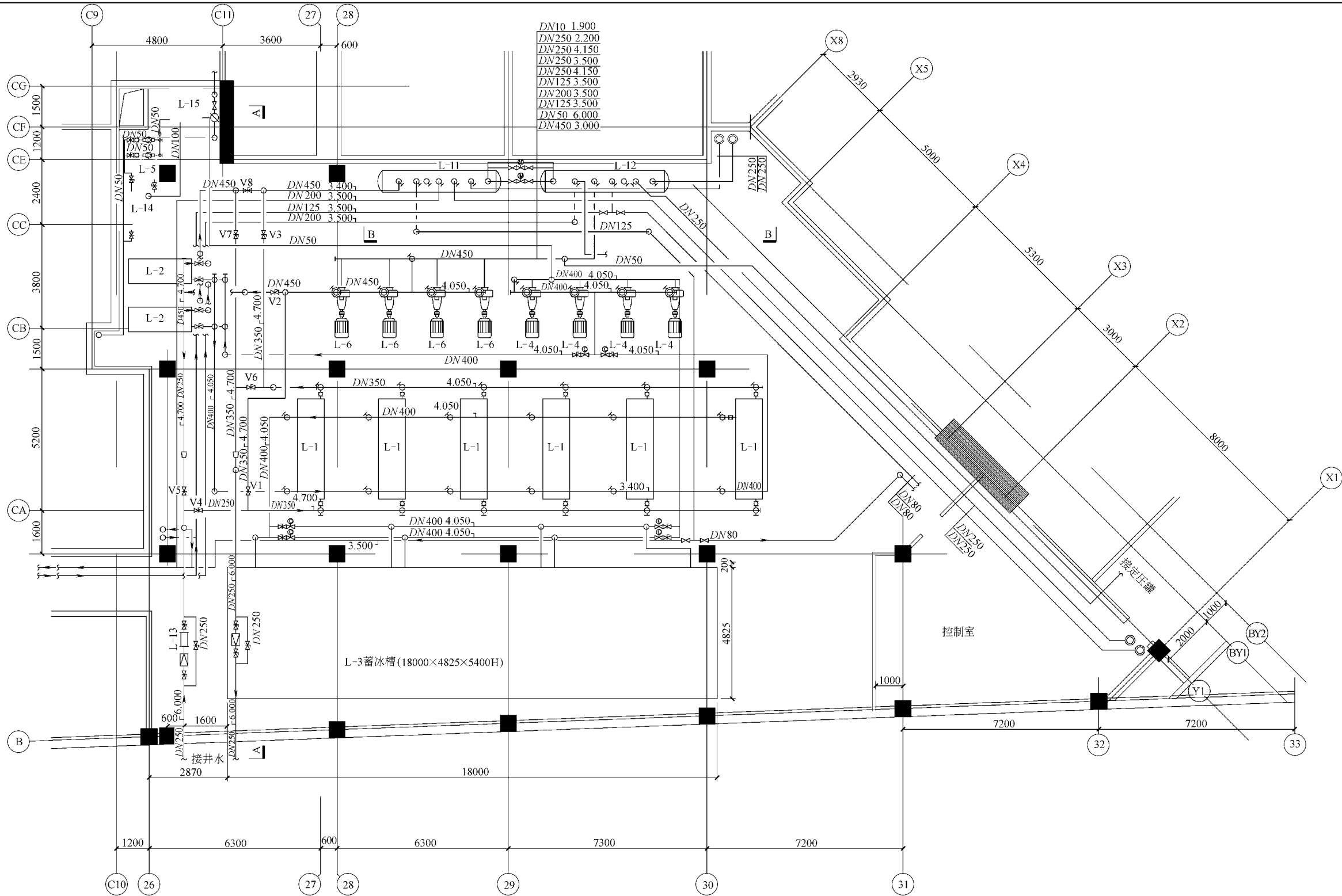
水源热泵系统：水水热泵系统冬季运行费用可分三个阶段分别进行计算，初寒期和末寒期运行费用约 32 万元；中寒期运行费用约为 65 万元；严寒期运行费用约为 25 万元；整个冬季水源热泵运行费用为 122 万元。比常规市政热力系统节约 118 万元。

水-水源热泵加蓄冰系统与常规电制冷加热力采暖系统相比，年运行费用可节约 158 万元。

## 七、结论

1. 水-水热泵+蓄冰空调系统，总投资为 1013 万元。
2. 常规电制冷系统，总体投资为 957.5 万元。
3. 水-水热泵+蓄冰空调系统与常规系统相比，机房综合投资增加 55.5 万元（1013—957.5 万元）。
4. 采用水-水热泵+蓄冰空调系统可使年运行费用节约 158 万元。
5. 以空调设备运行年限 20 年计，蓄冰系统共可节约 3160 万元（20×158 万元）。
6. 由于蓄冰系统装机容量的降低，从而使变压器等电气设备的整体投资减少。
7. 采用蓄冰系统削峰填谷，可避免变压器夜间空载运行，减少不必要的损失。
8. 随着国家电力政策对削峰填谷的进一步倾斜，鼓励用户使用蓄冷空调技术，电力部门将采取一系列的优惠政策，届时，用户将获得更大的投资收益。
9. 蓄冰系统作为相对独立的冷源，增加了集中空调系统的可靠性。
10. 本工程已于 2002 年 9 月进行了夏季工况调试；2002 年 11 月进行了冬季工况调试。均达到了设计要求。

在本工程中采用蓄能空调系统，是当前电力供应紧缺所迫，是一种从被动转为主动、削减尖峰用电负荷的对策。无论是从基建总投资，还是今后的运行费用来说，均是经济的、合算的。今后即使在电力供应十分紧缺的条件下，仍能保证空调系统投入正常运行。



设备安装平面图

图名	设备安装平面图	图号	1-2-1
----	---------	----	-------