

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2015.S0.023

某综合教研楼及配套设施工程地热及空调方案分析

姚 波

(中国移动学院 基建办公室,北京 102211)

摘 要:文章通过对北京某综合教研楼及配套设施工程地热及空调方案进行分析,利用建筑所在位置的热源优势合理利用能源,根据建筑空间特点综合进行比较,以达到绿色环保、节能减排、可持续发展的要求。

关键词:地热;温泉;空调方案

中图分类号:TU83 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-4764(2015)S0-0120-04

Analysis of geothermal resources and air-conditioning scheme of a comprehensive teaching building and its supporting facilities in Beijing

Yao Bo

(Construction office, China Mobile College, Beijing 102211, P. R. China)

Abstract: In this paper, the analysis of geothermal resources and air-conditioning scheme of a comprehensive teaching building and its supporting facilities in Beijing has been conducted. Taking advantages of the heat source and rational use of energy and according to the characters of architecture space, comprehensive comparison has been made to reach the requirements of environment friendly, energy conservation and emission reduction and sustainable development.

Key words: geothermal resources; hot spring; air-conditioning scheme

中国是世界上最大的发展中国家,能源地域分布不均,80%的能源资源分布在西部和北部地区,而60%的能源消费则在经济比较发达的东部和南部地区。中国已探明的石油可采储备有限,但煤炭储量较为丰富。在中国当前的能源消费结构中,煤炭仍在全国能耗中占主导地位,火电占全国总发电量的绝大部分。然而,全国一次能源的总热效率低于40%,比发达国家低10%左右^[1],说明中国能源利用率低。2002年中国能源消费强度为1.18吨标准煤/千美元,GDP远远高于发达国家。按照规划,2010年中国装机容量要达到6.7万亿kW,2020年要达到9.5万亿kW^[2]。按照目前的能源消耗方式预测,中国在2020年需要一次能源25~33亿吨标

煤^[3],能源消费约是2002年的2倍。能源的开采、转换和利用对自然环境、公众身体健康、全球气候变化、经济发展、国家能源安全产生巨大的影响。美国的CO₂排放量占世界总排放量的1/4,中国现在的CO₂排放量占世界总排放量的1/7,成为仅次于美国的世界第二大CO₂排放国^[4]。

目前中国每年建成的房屋面积多达16~20亿平方米,超过所有发达国家年建成建筑面积的总和。预计到2020年中国建筑面积将达到700亿平方米,到时不仅建筑能耗将达到10.89亿吨标准煤,空调高峰负荷也将相当于10个三峡电站满负荷出力^[5]。在中国既有的近400亿平方米建筑中,其99%为高耗能建筑,并且新建建筑中95%以上也属于高耗能

收稿日期:2015-03-15

作者简介:姚波(1979-),男,主要从事建筑工程建设的方案比较分析、投资对比以及节能减排研究,(E-mail)13911273321@139.com。

建筑。

中国目前建筑能耗巨大,建筑能耗已超过全国能源消费总量的 1/4(2001 建筑能耗年达到 3.76 亿吨标准煤,占全社会总能耗的 27.5%),并将随着人民生活水平的提高逐步增加到 1/3 以上^[6]。

1 工程概况

某综合教研楼及配套设施工程位于北京市昌平区,工程占地约 20 000 m²,总建筑面积为 4 2317 m²,其中综合教研区 11 773 m²,多功能厅区 3 285 m²,学员宿舍区 1 3857 m²,地下 9 965 m²。建筑高度为综合教研区 21.95 m,多功能厅区 18.4 m,餐厅区 21.05 m,学员宿舍区 29.4 m。



图 1 某综合教研楼及配套设施工程效果图

2 系统方案

本工程暖通空调系统方案为:水源热泵冷热源+集中空调通风+低温热水采暖系统。工程地处小汤山热田中央,温泉水资源丰富。夏季地下水温偏高,采用集中空调冷源利用水源热泵主机+冷却塔制备;冬季提取地下温泉水源,通过水源热泵主机提温,并辅以电蓄热锅炉提供集中空调、采暖系统热源。方案设置参照《全国民用建筑工程设计技术措施暖通空调·动力》及《实用供热空调设计手册》的要求^[7-8]。

2.1 热源

北京小汤山地区是著名的休闲、温泉疗养胜地,对环境保护要求很严。城市供热及燃气管网没有覆盖当地,燃煤、燃油受到限制。由于工程地处小汤山热田中央,地下温泉水资源丰富,水位近年有所回升,地下热水水温稳定。工程原水源热泵供热系统使用一口老井抽水,一口老井回灌。出水量 75 t/h、出水温度 65 ℃、回灌水温度 25 ℃(北京市对当地的强

制规定),承担约 50 000 m² 建筑的采暖、空调及生活热水用热。

本工程采暖空调热负荷 5 047 kW,空调冷负荷 2 890 kW。经全年负荷分析:冬季用热高峰期在 12 月中旬至 2 月下旬期间。由于学员宿舍楼和综合教研楼运行时间白天同步、夜间差异,因此每日热负荷高潮出现在上午 8:30~16:30 之间;夏季冷负荷高峰介于 7 月中旬至 9 月上旬期间,每日冷负荷高潮出现在下午 14:30~17:30 之间。鉴于冷、热负荷特点和原水源热泵供热系统多年运行和人员管理经验丰富的优势,本工程采暖空调热源采用由温泉水水源热泵+电蓄热锅炉提供的方案。即:新建一口 2 600 m 深的温泉深井,估算出水量 72 t/h、出水温度 62 ℃,分二级梯次使用其热水热量。在用热高峰期期间,使用电蓄热锅炉在夜间 23:00~7:00 时段利用低价谷电蓄热水,白天 8:30~16:30 之间向系统提供热水补热。

2.2 地热资源利用分析

2.2.1 现有地热资源利用情况 工程地处小汤山地热田核心,20 世纪 80 年代开凿了 1 眼地热井—汤热—22 井,用于地热供暖和生活热水;2002 年进行系统改造,在院内又开凿了 1 眼回灌井(汤热—22 灌),回灌井与汤热—22 井配合构成采灌系统,将地热采暖回水成功回灌至热储层中。采暖回水的成功回灌,不仅节约资源和降低供暖成本,也减少了 CO₂、SO₂ 等污染物的排放,从而有利于环境的保护。然而,现工程使用的地热开采井建于 80 年代,开采率及回灌率只有设计值的 30% 左右,更换新井已迫在眉睫。受政策影响,小汤山地区已严控新开井数量,因此工程新建井只能采取更新的方法,下文中新打井都以地热更新井的名称代替。

2.2.2 井位的选址 虽然工程处于小汤山地热田核心,但附近地热井数量多、密度大,占地范围有限,井位选择的余地小、难度大。如在学院用地红线内,因建筑密度较大,基本已排除新打井的可能性。只能在学院周边范围内,尽量考虑利用原地热井旧地下管线以减少初投资,并尽量减少因新打井、地下管线及泵房施工对周边生态环境的影响。综合以上情况,新建地热更新井位置拟在现有汤热—22 井周边 30 m 范围内。

2.2.3 井深 拟打地热更新井位于断裂以东,地层结构(从地表向下)依次为:第四系、侏罗系、寒武系、蓟县系雾迷山组;依据过汤热—22、汤热—22 灌及



图 2 地热更新井位置图

汤热-28 井所做的联井剖面,推测拟打地热更新井的地层结构及各层厚度为:第四系厚 370 m、侏罗系厚度 30 m、寒武系厚度 420 m,预计蓟县系雾迷山组的顶板埋藏深度为 820 m。为了减少学院新增开采对周边已有地热井的影响以及获得较高的出水温度,地热更新井取热储深部的地热水,设计成井深度为 2 600 m。拟打地热更新井的设计深度、钻遇地层情况详见表 1。

表 1 拟打地热更新井地层结构表

地层时代	层厚/m	层底深度/m	岩性
Q	370	370	粘土与粗、中砂互层
J	30	400	安山岩
Є	420	820	灰岩
Jxw	1 780(未穿)	2 600	白云岩

2.2.4 出水量及出水温度 从附近已有地热井的成井结果看,工程拟打地热更新井位于断裂东侧,与其邻近的汤热-22 灌及汤热-41 井的单位涌水量在 $180 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d}$ 左右,考虑到拟打更新井主要开采热储深部的地热水、裂隙发育程度可能不如浅部,推测拟打地热更新井的单位涌水量在 $100 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d}$ 左右、出水量在 $1500 \text{ m}^3/\text{d}$ 左右。

拟打地热更新井主要开采热储深部的地热水,综合考虑出水量(随出水量减小出水温度相应降低)与出水温度(深部温度高),推测拟打地热更新井的出水温度在 $63 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

2.2.5 地热井钻井结构 根据推测地层情况,本井设计为四开(图 3),井身结构如下。

第一次开钻:井径 $\Phi 445 \text{ mm}$,钻至 350 m,下入

$\Phi 340 \text{ mm}$ 的表层套管,下入深度 $0 \sim 350 \text{ m}$ 。套管与井壁之间的环状间隙使用优质水泥固井,水泥自井底上返至地表。

第二次开钻:井径 $\Phi 311 \text{ mm}$,钻至 800 m 左右,下入 $\Phi 245 \text{ mm}$ 的技术套管,与表层套管重叠不少于 30 m,采用全井段固井。

第三次开钻:井径 $\Phi 216 \text{ mm}$,钻至 1 600 m,下入 $\Phi 178 \text{ mm}$ 的技术套管,与 $\Phi 245 \text{ mm}$ 技术套管重叠不少于 30 m,同样采用全井段固井。

第四次开钻:井径 $\Phi 152 \text{ mm}$,钻至设计井深后裸眼成井。

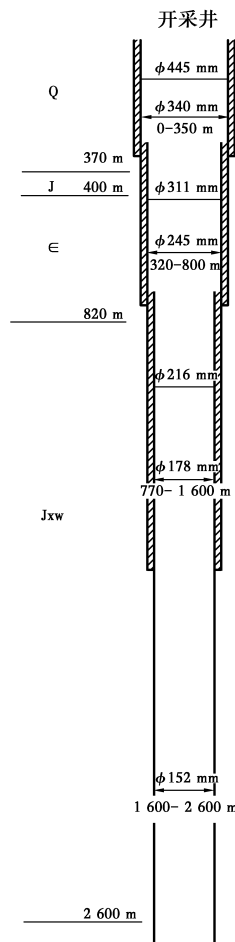


图 3 开采井

2.2.6 不可控因素

1) 出水量风险

为减少工程新增开采对周边已有地热井的影响,拟打开采井设计以开采热储深部的地热水为主,而深部热储裂隙的发育程度目前并不掌握。根据以往经验,深部热储裂隙的发育程度不如浅部,这就可能造成地热井出水量较小。因此,出水量偏小是拟打地热井所面临的最主要风险。

2) 施工风险

拟打回灌井处第四系直接与蓟县系铁岭组白云岩接触,风化裂隙与岩溶裂隙等发育,钻探时极易发生钻井液突然大量漏失以及井壁坍塌,严重的话导致埋钻、卡钻等事故。拟打开采井处寒武系灰岩与雾迷山组白云岩为断层接触,由此可能造成地层破碎和井壁不稳定的现象发生。因此,管理学院拟打地热井钻探施工较困难,这是地热井成井所面临的另一主要风险。

3 空调系统方案

学员宿舍楼采用风机盘管加新风的空调系统;多功能厅采用集中式变风量全空气的低速空调系统;教学楼采用集中式变风量全空气的低速空调系统+风机盘管加新风的空调系统。其中高大空间辅以低温地板辐射采暖系统。24 小时独立运行的消防监控室、网络机房等采用独立运行的 VRV、恒温恒湿等分体式空调系统。

为给入住人员提供一个舒适的学习及休息环境,我们在各个区域尤其是宿舍部分的空调方案上进行了比较,宿舍区域空调方案比较见表 2 所示。

表 2 宿舍区域空调方案比较

序号	风机盘管+新风系统	全空气系统	VRV 空调系统
1 舒适性	空气经处理后品质良好,并可有效去除空气中可吸入颗粒物 PM2.5	空气经处理后品质优良,并可有效去除空气中可吸入颗粒物 PM2.5	空气经处理后品质一般,去除空气中可吸入颗粒物 PM2.5 效果一般
2 单方造价(元/平米)	300~350	600~650	400~480
3 运营费用(元/平米/空调季)	20	25	20

4 结 论

本文通过对某综合教研楼及配套设施工程地热及空调方案的分析研究,获得以下结论:

1) 利用工程区位地质优势,使用地下温泉水资源,通过水源热泵主机并辅以电蓄热锅炉提供本工程的空调采暖用热,该方案安全、可靠、节能、环保。在无法提供用气、用油条件的前提下,水源热泵与电蓄热锅炉联合运行供热,运行费用低,满足绿色环保、节能减排、可持续发展的要求。

2) 根据建筑空间的特点,因地制宜设置集中式变风量全空气空调、风机盘管加新风、VRV、恒温恒湿以及低温地板辐射采暖等多种空调方案,可为本工程提供优良、舒适的空气环境,空调系统性价比高,初投资和运行费用低,较好地达到节能减排、绿色环保的要求。

参考文献:

- [1] 陈和平. 我国“十五”节能规划思路[Z]. 国家计委基础产业司节能和新能源处,1999,(12):15.
- [2] 途逢详,王庆一. 建筑节能[J]. 节能与环保,2004,(9):6-9.
- [3] 苑中显. 中国的能源状况与发展对策[J]. 中国冶金,2005,(5):7-9.
- [4] 常世钧,龚光彩. 冷热源及建筑节能的研究现状和进展[J]. 建筑热能通风空调,2003,(5):18-23.
- [5] 本报评论员. 建筑节能任重道远[N]. 中国建设报,2005,(6):13.
- [6] GB 50189—2005 公共建筑节能设计标准[S].
- [7] 建设部工程质量安全监督与行业发展司. 全国民用建筑工程设计技术措施暖通空调·动力[M]. 中国计划出版社,2009.
- [8] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第 2 版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

(编辑 胡 玥)