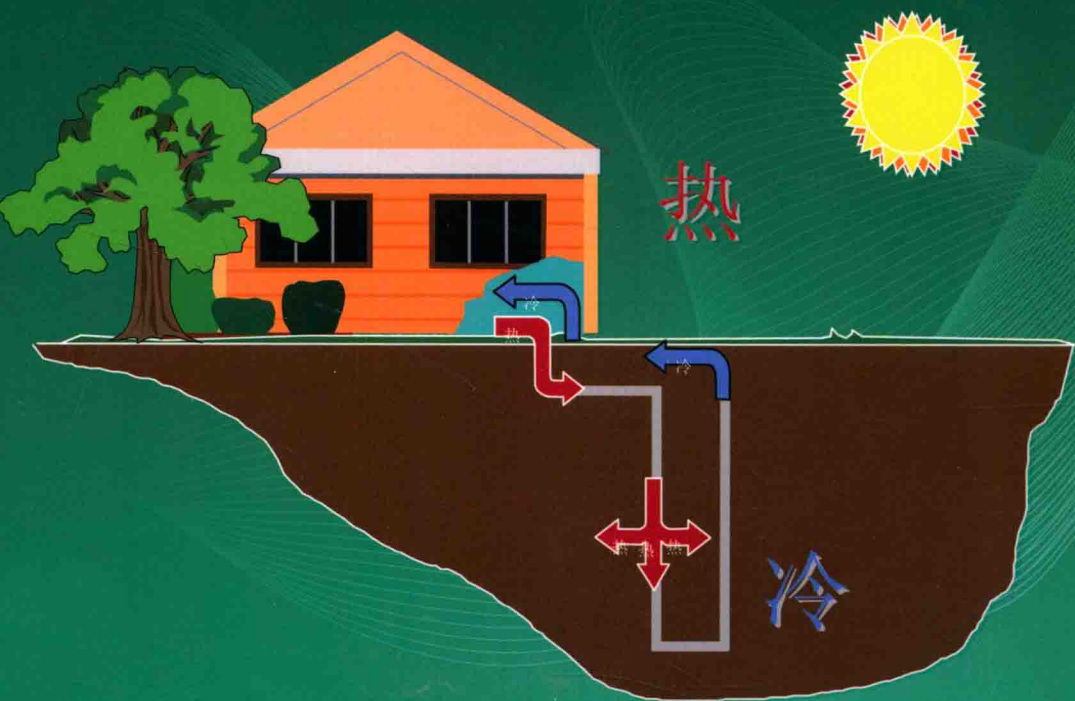


2010年国家电网公司依托工程科技项目

变电站地源热泵 知识问答

河北省电力公司
河北省电力勘测设计研究院

编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站地源热泵 知识问答

河北省电力公司 | 编
河北省电力勘测设计研究院



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以问答形式,主要介绍了地源热泵系统的相关知识。

本书共包含 70 个问题,涵盖了地源热泵节能原理、地源热泵的组成、变电站地源热泵的应用情况及地源热泵设计注意事项等各方面的知识。希望通过本书的简要介绍,使读者更好地了解地源热泵技术,以建设资源节约型、环境友好型社会为己任,实现绿色、环保生活。

本书可供电力系统各设计单位以及从事电力建设工程规划、管理、施工、安装、生产运行、设备制造及销售等的专业人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电站地源热泵知识问答 / 河北省电力公司, 河北省电力勘测设计研究院编. —北京: 中国电力出版社, 2013.8

ISBN 978-7-5123-4440-2

I. ①变… II. ①河… ②河… III. ①变电所—热泵系统—问题解答 IV. ①TM63-44

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第 099269 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013年8月第一版 2013年8月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 7印张 88千字

印数0001-3000册 定价37.00元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《变电站地源热泵知识问答》

编 委 会

主 编 孙正运

副 主 编 白林杰 任留通 刘冀邛 孙章领
李中凯 魏东亮 魏利民 李占岭

编写组组长 冯舜凯

副 组 长 温朝辉 吴春生 徐 宁

成 员 贾素华 于海红 李 占 张尚华
聂小莉 续 朦 赵怀宇 陈 明
靳健欣 武 坤 齐海生 赵 杰
段 剑 李文斐 柴林杰

前言

随着工业化、城镇化进程的加快，我国经济社会发展面临的资源约束和环境污染问题日益突出，尤其是近年来越来越高的 PM2.5 值，已给我们敲响了警钟，环境治理、节能减排已成为刻不容缓的艰巨任务。针对日益严峻的资源、环境问题，“十二五”规划纲要提出全国单位生产总值能耗比降低 16% 的节能减排目标。在这一宏观背景下，国家电网公司推出系列节能减排政策，充分体现了电力企业高度的责任感。地源热泵属“绿色、环保、节能”空调技术，有助于加快“环境友好型，能源节约型、工业化”变电站的建设步伐，地源热泵技术在变电工程中的应用实现了可再生能源的循环利用，是国家电网公司节能减排政策的具体体现。

河北省电力勘测设计研究院 2008 年就开展了地源热泵技术的初步研究及探索，并于 2009 年在国内首次将地源热泵技术应用于南大港 220kV 变电站建设中。2011 年，河北省电力公司、河北省电力勘测设计研究院联合申报了国家电网公司依托工程科技项目，并依托顺德 500kV 变电站开展了“地源热泵空调的优化设计研究”工作，重点开展地热换热器研究、地源热泵变电工程适用条件研究、变电工程地源热泵优化设计、地源热泵应用于示范等研究工作，最终形成了“地源热泵研究报告”，“变电工程地源热泵设计、施工导则”，“变电工程地源热泵通用设计”等系列成果，为地源热泵技术在变电工程中的推广应用奠定了良好的基础。

为了使国家电网公司广大员工及社会各界人士更好地理解 and 掌握地源热

泵系统的相关知识，推进地源热泵技术在我国的应用与发展，河北省电力公司、河北省电力勘测设计研究院组织相关技术人员，多方收集资料，整理编写了《变电站地源热泵知识问答》。本书采用问答的形式，以通俗易懂的语言讲述地源热泵空调系统的相关知识及其在变电站中的应用情况，为公众打开了一个认识、了解地源热泵空调系统的窗口。

由于地源热泵技术在变电站中的应用研究尚浅，书中难免存在不足之处，望读者给予批评指正。

编 者

2013 年 5 月

目 录

前言

第一章

地源热泵简介

- ▶ 1. 我国的建筑节能政策经历了哪三个阶段? 3
- ▶ 2. 地源热泵技术应用的目的是意义是什么? 4
- ▶ 3. 什么是地源热泵? 4
- ▶ 4. 地源热泵有哪些分类? 6
- ▶ 5. 地埋管地源热泵系统由哪些部分组成? 10
- ▶ 6. 地源热泵有哪些特点? 11
- ▶ 7. 分体式空调有哪些特点? 12
- ▶ 8. 地源热泵的节能原理是什么? 12
- ▶ 9. 我国主要代表城市土壤年平均温度是多少? 13
- ▶ 10. 地源热泵的应用现状如何? 14
- ▶ 11. 什么是水源热泵机组? 16
- ▶ 12. 什么是模块式水源热泵机组? 18
- ▶ 13. 什么是地表水水源热泵? 18
- ▶ 14. 什么是地下水水源热泵? 20
- ▶ 15. 分体式空调器的常用性能参数有哪些? 21

▶ 16. 怎样衡量分体式空调器的节能等级?	21
▶ 17. 怎样衡量水源热泵机组的节能等级?	23
▶ 18. 地埋管换热器有哪些形式?	24
▶ 19. 单 U 形管与双 U 形管各有什么特点?	27
▶ 20. 地埋管换热器对管材有什么要求?	28
▶ 21. 地下水对地埋管换热存在哪些影响?	30
▶ 22. 岩土热物性对地下传热有哪些影响?	31
▶ 23. 地埋管钻孔如何施工?	34
▶ 24. 哪些地质条件会增加钻孔难度?	36
▶ 25. 地质条件及钻孔深度对地埋管总容量存在哪些影响?	37
▶ 26. 地埋管钻孔间距对地源热泵换热有什么影响?	38
▶ 27. 地埋管钻孔布置方式对地源热泵换热有什么影响?	38
▶ 28. 什么是同程布置和异程布置?	38
▶ 29. 地源热泵管道如何保温?	39
▶ 30. 使用防冻液时应注意什么?	40
▶ 31. 防冻液在不同地区的应用条件是怎样的?	43
▶ 32. 什么是回填材料?	45
▶ 33. 什么是最大吸、释热量?	46
▶ 34. 什么是累计吸、释热量?	47
▶ 35. 地源热泵的辅助冷热源有哪些?	48
▶ 36. 什么是冷却塔?	49
▶ 37. 地源热泵空调末端有哪些形式?	50

▶ 38. 什么是变流量地源热泵系统?	52
▶ 39. 地源热泵对水质有哪些要求?	54
▶ 40. 地源热泵空调智能控制系统的监测内容及控制方式有哪些?	55

第二章

地源热泵在变电站中的应用

▶ 41. 地源热泵在变电站的应用前景怎样?	61
▶ 42. 目前变电站空调存在的问题有哪些?	62
▶ 43. 对变电站办公室、设备房间环境有何要求?	63
▶ 44. 变电站常见冷热负荷范围为多少?	63
▶ 45. 变电站中是否有足够的空间安装地源热泵系统?	65
▶ 46. 变电站水源热泵机组是否需要备用?	66
▶ 47. 如何满足电气设备间对管道的要求?	67
▶ 48. 如何处理变电站地源热泵冷凝水?	68
▶ 49. 如何进行地源热泵计算?	68
▶ 50. 地热之星计算模拟软件有哪些优点?	69
▶ 51. 地源热泵的造价构成是怎样的?	71
▶ 52. 初投资与投资回收期的关系是什么?	75
▶ 53. 地源热泵在各电压等级变电站中投资所占比重为多少?	76
▶ 54. 地源热泵与其他方式空调相比存在哪些经济优势?	77
▶ 55. 我国有哪些气候分区?	83
▶ 56. 地源热泵在变电站的适用条件是什么?	84

▶ 57. 地源热泵技术在 500kV 变电站首次应用的情况如何?	87
---	----

第三章

地源热泵设计及注意事项

▶ 58. 变电站地源热泵设计时都要搜集哪些气象资料?	91
▶ 59. 变电站地源热泵设计时都要搜集哪些水文地质资料?	91
▶ 60. 变电站地源热泵勘察内容有哪些?	91
▶ 61. 地源热泵机房设计方法如何?	92
▶ 62. 地埋管设计需要遵循哪些原则?	95
▶ 63. 地源热泵末端设计需要遵循哪些原则?	96
▶ 64. 地埋管地源热泵设计主要包括哪些内容?	96
▶ 65. 地埋管地源热泵系统的竖直埋管是否应复核承压?	97
▶ 66. 变电站地源热泵施工应注意什么?	98
▶ 67. 地源热泵对变电站施工工期有无影响?	98
▶ 68. 地源热泵项目的监理职责是什么?	99
▶ 69. 地源热泵招投标应注意什么?	100
▶ 70. 地源热泵运行时应注意什么?	100
参考文献	101

第一章

地源热泵简介

1.

我国的建筑节能政策经历了哪三个阶段？

建筑能耗是指建筑使用过程中所消耗的能量，主要包括采暖、通风、空调、照明、炊事、家用电器和热水供应等方面的能耗。随着经济的发展，建筑能耗所占比例将逐渐增加，建筑能耗与工业、农业、交通运输能耗并存，属于民生能耗，对于整个社会的能源节约具有重大意义。

节能的核心是提高能源利用效率，而建筑节能则是指在建筑中合理使用和有效利用能源，不断提高能源利用率，减少常规能源的消耗。我国的建筑节能工作始于 20 世纪 80 年代初期，共经历了以下三个阶段：

(1) 1980~1986 年是建筑节能技术研究和节能标准制定的探索阶段。1986 年 3 月，城乡建设环境保护部颁布第一部节能设计标准 JGJ 26—1986《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》，要求在住宅通用设计能耗水平的基础上节约 30%。

(2) 1987~1994 年是第一个建筑节能设计标准的执行阶段，称为“一步节能标准”阶段；1995~2005 年是建筑节能设计标准的第二阶段，明确提出在“一步节能标准”的基础上再节能 30% 的要求。相当于在 20 世纪 80 年代初期建筑耗能的基础上节约 50%，也称“二步节能标准”。该阶段又增加了《中华人民共和国节约能源法》、《建设节能技术政策》、《民用建筑节能管理规定》、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》、《公共建筑节能设计标准》等法律、法规和规范、标准。

(3) 2005 年至今为第三阶段。以北京、天津等大城市分别于 2004 年 7 月 1 日、2005 年 1 月 1 日率先实施第三步居住建筑节能设计的地方标准为标志，简称“三步节能标准”阶段，节能目标是在“二步节能标准”的基础上再节能 30%，即为 20 世纪 80 年代初期建筑能耗水平的 65%。

2.

地源热泵技术应用的目的是意义是什么？

随着工业化、城镇化进程的加快，我国经济社会发展面临的资源约束矛盾和环境污染问题日益突出，尤其是近年来越来越高的 PM2.5 值，已敲响了警钟，环境治理、节能减排已成为刻不容缓的艰巨任务。针对日益严峻的资源、环境问题，《中华人民共和国“十二五”规划纲要》提出全国单位生产总值能耗比降低 16% 的节能减排目标。在这一宏观背景下，国家电网公司推出系列节能减排政策，充分体现了电力企业高度的责任感。

地源热泵属“绿色、环保、节能”空调技术，有助于加快“环境友好型，能源节约型、工业化”变电站的建设步伐，地源热泵技术在变电工程中的应用，实现了可再生能源的循环利用。

目前变电站的空调采暖多采用分体空调、VRV 多联机空调、电暖器、电锅炉等方式，随着我国节能减排政策的调整，需打破传统方式，对空调采暖方式进行优化，采用符合科学发展的新方式。截至 2011 年，我国运行的 220kV 及以上变电站已达上千座，并以每年上百座的速度增长，在全国变电站推广地源热泵技术，以点带面、积少成多，可大幅提高电网系统节能、环保效益。

3.

什么是地源热泵？

地源热泵是一种利用浅层和深层的大地能量，包括土壤、地下水、地表水等天然能源作为冬季热源和夏季冷源，再由热泵机组向建筑物供冷供热的系统，是一种利用可再生能源的既可供暖又可制冷的新型中央空调系统。众所周知，地层之下一年四季均保持一个相对稳定的温度，夏季地下土壤的温度要比地面空气温度低，冬季却比地面空气温度高。地源热泵正是利用大地的这个特点，通过埋藏在地下的换热器（地埋管），与土壤或岩石交换热量。

所以，地源热泵是一项高效节能型、环保型并能实现可持续发展的新技

术，它既不会污染地下水，又不会影响地面沉降。在冬天，管道内的液体将地下的热量抽出，然后通过系统导入建筑物内，同时蓄存冷量，以备夏用；在夏天，将热量从建筑物内抽出，通过系统排入地下，同时蓄存热量，以备冬用。地源热泵一年四季均能可靠地提供高品质的冷暖空气，营造一个非常舒适的室内环境。地源热泵夏季制冷示意图如图 1-1 所示，地源热泵冬季制热示意图如图 1-2 所示。

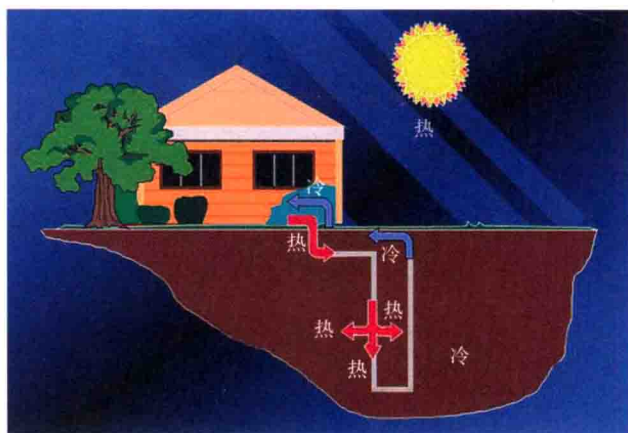


图 1-1 地源热泵夏季制冷示意图



图 1-2 冬季制热示意图

4.

地源热泵有哪些分类?

地源热泵系统可分为地下水源热泵、地表水源热泵和土壤源热泵（又称地埋管地源热泵）。我们通常所说的地源热泵一般只指地埋管地源热泵，即通过与土壤源、地下水源、地表水源进行热交换的热泵系统，简称热泵系统，系统分类如图 1-3 所示。

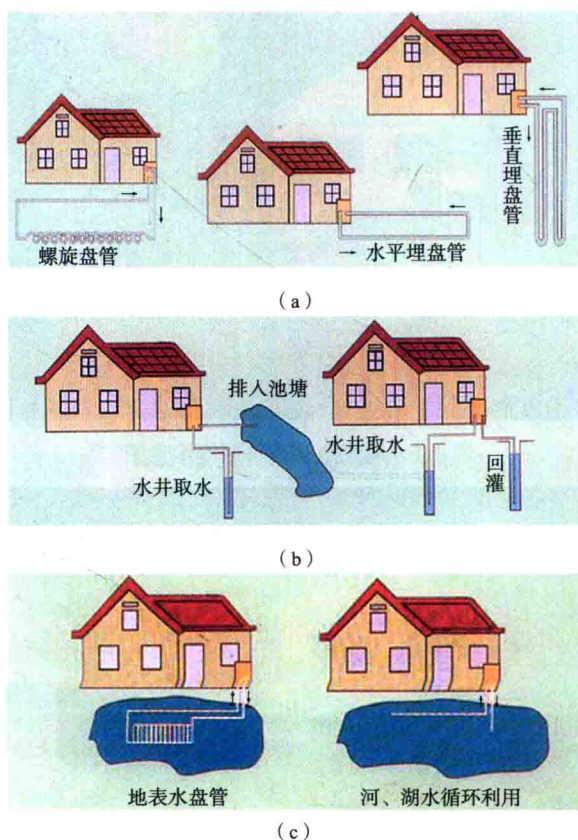


图 1-3 地源热泵系统分类

(a) 土壤源热泵系统; (b) 地下水源热泵系统; (c) 地表水热泵系统

(1) 土壤源热泵系统。由于较深的地层在未受干扰的情况下常年保持恒定的温度，远高于冬季的室外温度，又低于夏季的室外温度，因此地源热泵可克服空气源热泵的技术障碍，且效率大大提高。冬季通过热泵把大地中的热量升高温度后对建筑供热，同时使大地中的温度降低，即蓄存了冷量，可供夏季使用；夏季通过热泵把建筑物中的热量传输给大地，对建筑物降温，同时在大地上蓄存热量以供冬季使用。大地起到了蓄能器的作用，进一步提高了空调系统全年的能源利用效率。这种借助于地埋管换热器完成与土壤源的冷热交换的热泵系统可称为土壤源热泵（见图 1-4），可分为水平地埋管和竖直地埋管两种（见图 1-5）。通常所说的地源热泵多数情况下是指土壤源热泵。

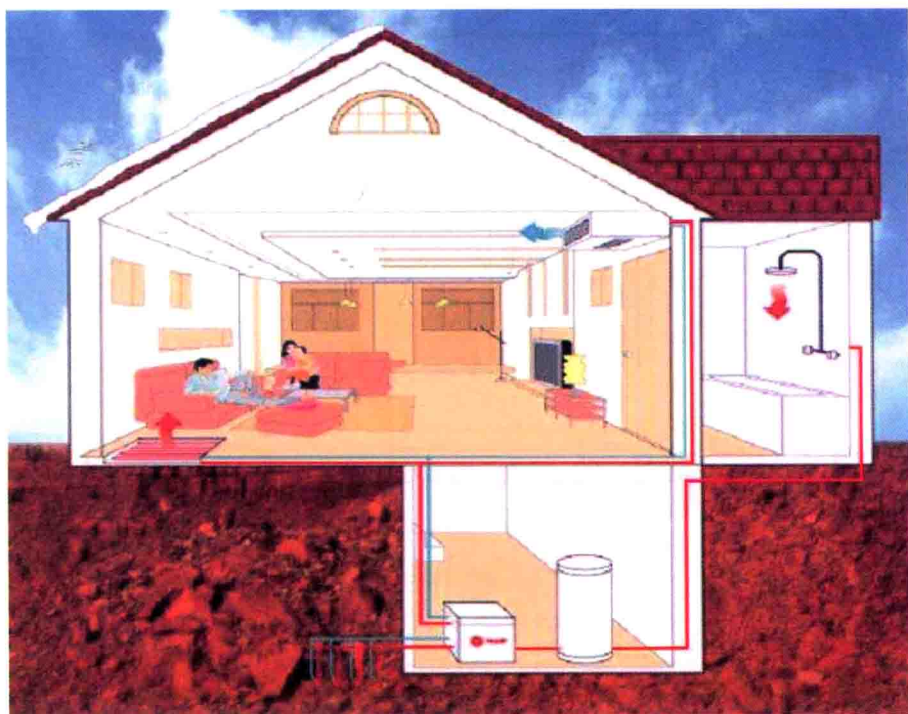


图 1-4 土壤源热泵系统