

# 地热

北京大学地质地理系地热组  
怀采地热发电组

# 地 热

北京大学地质地理系地热组  
怀来地热发电组

00310

科 学 出 版 社

1972

## 内 容 简 介

地球是一个庞大的热库,开发利用我国丰富的地下热能,为社会主义革命和社会主义建设服务,有着重大的意义。

本书共分两部分,第一部分介绍地球内部的温度,地热的产生,地下天然蒸汽和热水的分布规律及寻找方法;第二部分介绍地热能在发电、采暖、卫生以及工农业许多方面利用的情况。

## 地 热

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1972年11月第一版 1972年11月第一次印刷

定 价: 0.25 元

## 毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

FU76/02

## 前 言

地球内部蕴藏着巨大的热能。从地表向下，平均每深一百米温度即升高三度。在地热异常区温度随深度增加更快。有人做过这样的估计：如果把地球上储存的全部煤燃烧时放出的热量作为一百，那么石油为煤的百分之三，目前能利用的核燃料为煤的百分之十五，而地下热能的总量约为煤的一亿七千万倍！

在目前的技术条件下，利用地下热能主要是利用地下的天然蒸汽和热水。

我国的地下热水资源极为丰富。但是在旧中国，腐朽的反动统治阶级把我国许多著名的地下热水天然出露的地方——温泉，变成少数军阀、官僚和地主、资产阶级玩乐享受的场所，根本不搞开发利用地下热能的工作。解放后，在毛主席和党中央的关怀下，为了劳动人民疗养的需要，陆续在一些温泉地区进行了开发利用地下热水的研究工作。但由于受到刘少奇一类骗子推行的反革命修正主义路线的干扰和破坏，我国开发利用地下热能的工作没有普遍开展，使这个极为丰富的能源未能得到充分利用。

无产阶级文化大革命以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国广大工农兵群众和革命科技人员，遵照毛主席“破除迷信，解放思想”的伟大教导，大力开展了开发利用地下热能的试验研究工作，取得了可喜的成绩。我国第一座地热试验电站一九七〇年在广东丰顺邓屋地区建成、投产。北京附近的怀来地区地热试验电站也已在国庆二十二周年前夕建

成。天津市出现了综合利用地下热水的群众运动，从生活用水、医疗卫生、采暖、农副业生产直到工业锅炉和某些工艺流程的用水，积累了宝贵的经验。一些地区还从地下热水中提取矿物盐类和微量元素。

广泛开发利用地热资源对加速扭转北煤南运，节约煤炭、石油等重要燃料，有其重大意义。研究地球的热状态和热历史对进一步认识地球的发展和地壳运动也有十分重要的科学意义。

为了宣传和普及地热及其利用的基本知识，我们编写了这本小册子。在编写过程中我们得到了有关单位的大力支持，在此表示感谢。由于我们的水平有限，经验不足，一定有不妥和错误之处，欢迎读者批评指正。

# 目 录

前言 .....	i
第一部分 地热 .....	1
从温泉、火山谈起 .....	1
地球内部的温度有多高 .....	7
地球内部的热是怎样产生的 .....	15
地下的天然蒸汽和热水是那里来的 .....	20
地热异常区和地下热水的类型 .....	28
我国的地下热水资源 .....	37
怎样寻找地下热水 .....	41
第二部分 地热利用 .....	50
地热发电 .....	50
地热采暖 .....	69
地下热水在工业生产中的应用 .....	71
地下热水在农业生产中的应用 .....	72
利用热矿水治疗疾病 .....	77
从地下热水中提取有用化学成分 .....	80
关于地热资源的综合利用问题 .....	83

## 第一部分 地 热

### 从温泉、火山谈起

自然界中温泉、火山等现象，很久以来就引起了人们的注意。

我国北方，严寒的冬季，大地上覆盖着厚厚的积雪。当你在雪地上行走时，有时会遇到这样的情况：在一个狭长的地段内，雪层逐渐变薄，终于消失，从这里传出潺潺的流水声。走近一看，原来有几股温泉水从地缝中涌出，汇集起来，向低处流去。水面上热雾弥漫，流水两侧长满了绿色的野草，显现出一副“雪地绿洲”的动人景色。

这种“雪地绿洲”在我国东北长白山地和华北燕山山地并不是罕见的。仅在北京附近的长城内外，在河谷和山区与平原交界的地方，涌出三十至六十度的温泉就有十多处。

至于我国南方，出露的温泉就更多了。仅福建、台湾、广东三省，已发现的温泉就有五百多处，大多数温度在六十度以上。台湾省南部屏东县有一处热泉，温度达一百四十度。

在西藏雅鲁藏布江中游地区，有不少间歇喷泉，每隔一定时间喷发一次热水和蒸汽的混合物。其中一处间歇喷泉，每次喷发后，水面上便浮起大量煮熟了的鲜鱼，因此这里有“死鱼河”之称。

世界上许多国家和地区都有大量的温泉。

太平洋沿岸阿拉斯加的特卡特火山区有一个叫“万烟谷”的地方，在二十四平方公里的范围内，分布了几万个天然蒸汽





十冬腊月,长城以北的怀来盆地,早已冰封。但在这个小溪中,温泉水常流不断。

和热水的喷孔,平均每秒钟喷出温度为九十七度至六百四十五度的热水和蒸汽达两万三千多立方米。

堪察加半岛某火山区内,沿着一条不长的峡谷,分布有二十多个大间歇喷泉和近一百个小间歇喷泉。忽而从这里,忽而从那里,向天空升起一个个高大的蒸汽柱和水柱。其中最大的水柱高三十至四十米,最大的蒸汽柱竟高达三百米。

火山爆发的景象,虽然很多人没有见过,但是人们对“火山”这个名字并不生疏,并且或多或少都听到过一些关于



北京市小汤山温泉  
是我国著名的温泉之一。



冰岛“格里拉”间歇  
喷泉每隔两小时喷发  
一次沸腾的热水和蒸  
汽。水柱高15米

火山的传说。

我国黑龙江省中部德都县五大莲池火山于一七二〇年爆发。有一段碑文记载了这次爆发的情况：“烟火冲天，其声如雷，昼夜不绝，声闻五、六十里，热气逼人三十余里”。从火山口流出的熔岩覆盖了周围六十多平方公里的地面。熔岩堵塞了讷莫尔河的支流白河河谷，河水壅积形成了五个串珠状排列的湖泊。这就是我们今天所看到的风景秀丽的五大莲池。

一九五一年五月，新疆于田东苏巴什以南的昆仑山区发生了一次火山爆发。随着激烈的声响，只见圆柱状烟雾腾空而起，连续数昼夜仍不消失。

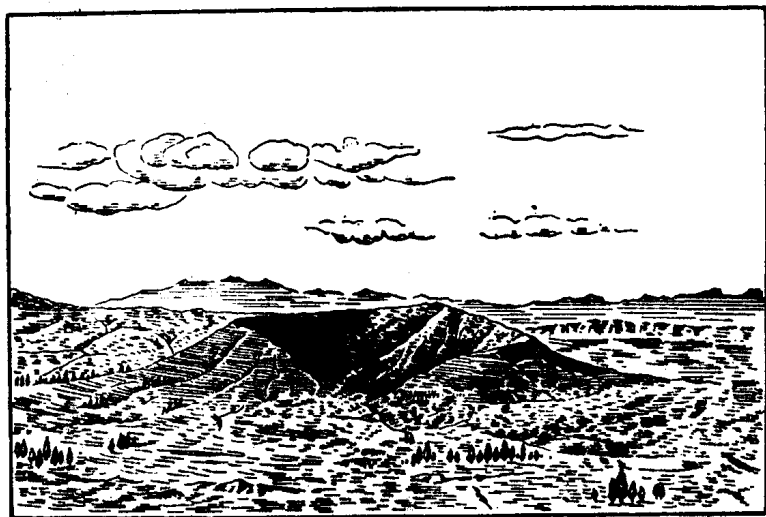
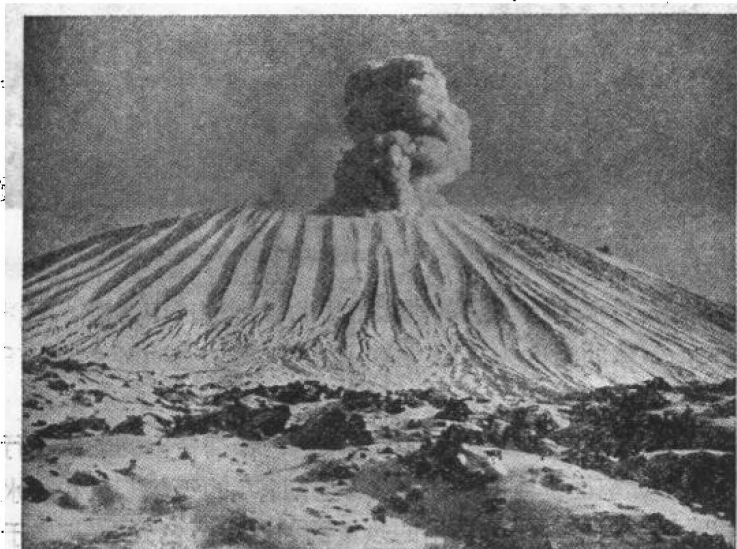


图1 大同火山群是我国已熄灭的火山，这是火山之一。

一位俄国研究者在记述勘察加的一个火山爆发情况时写道：“火山喷发持续了一星期之久……，整个山岗象烧红了的石头。火焰从山上的裂缝中喷出，有时宛若火红的河流奔泻而来。”

印度尼西亚的爪哇与巽他海峡之间的一座火山于一八八三年爆发。这是近期历史上最强烈的一次爆发，把七十五平方公里的海岛全部炸毁。火山灰上升到二十七公里的高空。原来这座火山高出海面五百米，爆发后竟低于海面三百多米。

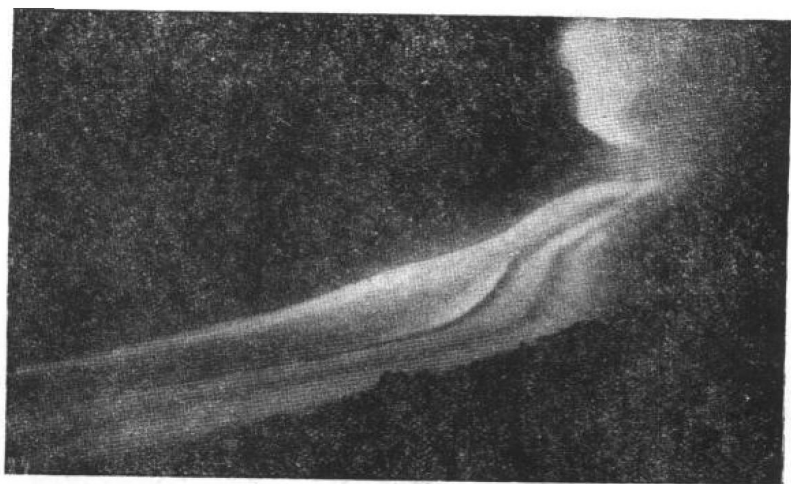
冰岛的格拉克火山于一九四七年三月二十九日开始喷发，持续了十三个月。夏威夷岛上的奇拉维亚火山，千百年来



一九二九年意大利维苏威火山爆发时的情况

一直不停地从火山口中流出炽热的熔岩流。

整个地球上现在已知有五百五十二个尚处于活动状态的火山，其中有六十八个是海底火山。火山通常成群分布，平行于地质史上的较年青的山脉，或沿着地壳的大破碎带延伸几百或几千公里。火山群最集中分布在太平洋沿岸及其岛屿上，形成“太平洋火山环”。火山的另一集中分布区是中亚至地中海一带。



一九一〇年从爱特纳火山锥裂口中流出的炽热熔岩流(意大利)

有人对火山喷出的气体和熔岩的温度进行了测量。测得的火山气体的温度为三百至五百度。火山熔岩的温度为一千一百至一千三百度。

还有人**对温泉及火山每年从地球内部携带出的热量进行了计算**，如前面提到的阿拉斯加“万烟谷”的天然蒸汽和热水喷孔，每年从地球内部携出的热量约为四十万亿大卡，相当于六百万吨煤燃烧时放出的热量。这仅仅是对太平洋火山环中一处地热能的估算。而全球火山和温泉每年从地球内部携带出的热量还要大得多。

温泉和火山等现象使人们看到了地球内部的热的各种表现。在没有火山和温泉的地方，情况怎样呢？

冬天到过黑龙江省的同志，无不对那里千里冰封、万里雪飘的北国风光留下深刻的印象。在最冷的时候，气温下降到零下四十多度。但是，就在这样严寒的季节里，鹤岗煤矿的工人同志在三百米深的矿井下作业，不需要任何取暖设备，也不

必穿棉衣。因为井下温度始终维持在二十度以上。

美国有一个金矿，在开矿的过程中，人们发现，随着开采深度的增加，地下温度越来越高。当矿井达到六百米深时，井下温度升到四十二度。资本家为了获取高额利润，不改善劳动条件。工人们奋起反抗，最后，迫使资本家不得不宣布停工。

这仅仅是两个例子。在开矿和钻探的实践中，人们发现，地下的温度随深度增加不断升高。这与火山和温泉向人们揭示的现象是一致的。

地球内部的温度到底有多高？地球内部的热是怎样产生的？地下的热水和蒸汽从何而来？下面我们就讨论这些问题。

### 地球内部的 温度有多高

我国华北平原某地有一个钻孔，随着深度的增加，温度不断升高。钻到一千米时，温度为四十六点八度；钻到二千一百米时，温度为八十四点五度（图2）；平均每深一百米温度升高三点四度。另外，我国华北某地有一口深钻井，深达5006米，井底温度180℃，平均每深一百米温度升高三点三

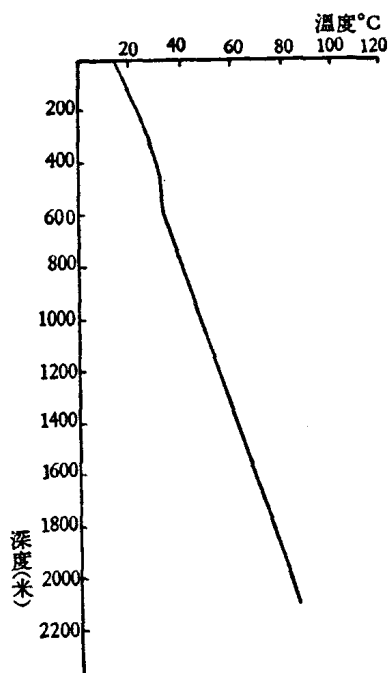


图2 华北平原某地钻孔温度随深度的变化

度。

世界上很多地方的深钻孔资料都表明地球上大部分地区平均每深一百米，温度升高三度左右。

能否按照这一简单规律直接推算地球内部深处的温度呢？譬如说，用每深一公里温度升高三十度，乘以地球的半径六千三百七十公里，不就可以算出地球中心的温度约为十九万度了吗？！

我们知道，太阳是一个炽热发光的巨大气球。太阳内部的温度达到两千万度。太阳表面的温度约五千七百度。可以设想，如果地球中心的温度真是达到十九万度，那么地球内部也必将成为一团炽热的气体，地球表面的岩石也要熔化了。这那里是我们现在所看到的地球呢？！

地球物理学的研究证明，从地面到地心，温度随深度的变化并不是按照这种简单的规律升高的。平均每深百米温度升高三度仅仅是地球表层、地壳上部的情况。为了说明地球内部不同深度的温度情况，有必要先简单地介绍一下地球的结构。

地球是一个巨大的实心椭圆球体。从赤道到地心的距离，略大于从两极到地心的距离。地球的结构，打个比方，很象鸡蛋。主要分为三层（图3）。地球外表相当于蛋壳的一个薄层叫“地壳”，是由土层和坚硬的岩石组成的。地壳的厚度很不均一，由十公里至七十公里不等。陆地上的地壳比较厚，平均为三十至四十公里，高山底下可达六十至七十公里。海洋底下的地壳比较薄，约为十公里。地壳上部的密度较小，主要由花岗岩类的物质组成，叫硅铝层；地壳下部的密度较大，是由玄武岩类物质组成的，叫做硅镁层。海洋下面的地壳没有硅铝层，只有硅镁层。

地壳下面相当于蛋白的那一部分叫做“中间层”，又叫“地

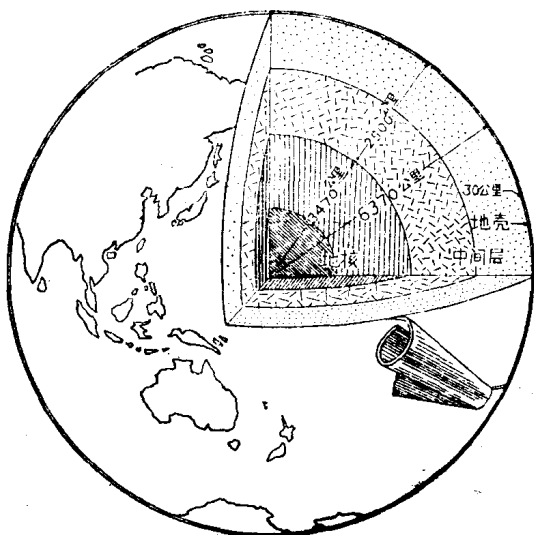


图3 地球构造示意图

幔”，可分为“上地幔”和“下地幔”两部分，总厚度约两千九百公里，也是由硅镁物质组成的。地球内部相当于蛋黄的那一部分叫做“地核”，可细分为外地核和内地核。有人认为，地核是由铁、镍等重金属物质组成的。越往地球中心，压力越高，物质的密度也越大。

简单地介绍了地球的构造以后，下面我们按地壳、地幔和地核的顺序分别看一看地球各部分的温度情况到底怎样。

目前有世界各地的大量深钻孔测温资料，因此，人们对地壳，特别是对地壳上部五公里范围内的温度情况，了解的最为详细。

地球最上部厚约十五至三十米（有些地方可能更深些）的一个极薄表层，温度随气温发生明显的季节变化。夏季温度升高，冬季温度降低（图4）。因为这一层的热量主要来自太



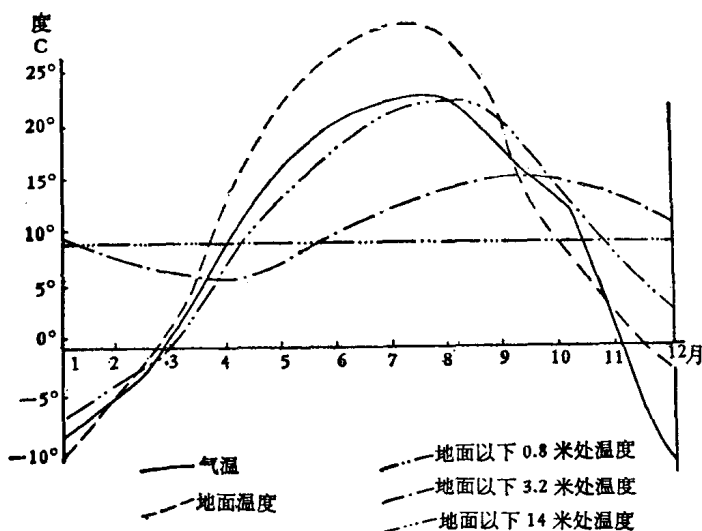


图4 河北省怀来县气温地温年变程曲线

阳辐射热，所以人们称为“太阳辐射热带”，又称“外热带”或“可变温度带”。在外热带中，自上向下，太阳辐射热的影响逐渐减弱，温度的季节变化越来越小，至一定深度时开始常年不变。图5中列举了河北省某地四个月份温度随深度变化的曲线。从图中可以非常清楚地看出，十四米以上的层次，愈接近地表，温度的季节变化愈大。一月份地面温度为零下八度，七月份地面温度超过二十八度。年温差达三十六度。至三、四米深处，温差大大减小。至十四米深处，温度开始常年不变。地表以下温度开始不发生季节变化的层次称为“常温层”。常温层的温度随地理纬度和海拔高度而异，一般相当于当地的年平均气温。

常温层以下几十公里的地壳，温度随深度逐渐升高，其热量主要来自地球内部，决定于地壳本身的热状况，所以称为“内热带”。