



绿色新能源科普知识馆

QINGJIE HUANBAO DE
DIRENENG



我们赖以生存的地球地壳之下，
是一个**火热**的世界

徐帮学◎编

清洁环保的 地热能

我们赖以生存的地球地壳之下，是一个火热的世界，
令人望而生畏的岩浆也能用来为人类提供无穷无尽的能源。
地热能是新能源家族中最现实、最无污染的能源。
本书把地热能的科学知识活灵活现、生动有趣地展示给你，
让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识。



甘肃科学技术出版社





绿色新能源科普知识馆

QINGJIE HUANBAO DE NENGYUAN BAOKU DIRENENG

我们赖以生存的地球地壳之下，
是一个**火热**的世界

徐帮学◎编

清洁环保的 地热能

令人望而生畏的岩浆也能用来为人类提供**无穷无尽**的能源。
地热能是新能源家族中最**现实、最无**污染的能源。
本书把地热能的科学知识**活灵活现、生动有趣**地展示给你，
让你在畅快阅读中收获这些**鲜活**的科学知识。



甘肃科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

清洁环保的地热能 / 徐帮学编 . — 兰州 : 甘肃科学技术出版社 , 2014.3

(绿色新能源科普知识馆)

ISBN 978-7-5424-1941-5

I . ①清… II . ①徐… III . ①地热能—普及读物
IV . ① TK521-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 044895 号

出版人 吉西平

责任编辑 陈槟 (0931-8773230)

封面设计 晴晨工作室

出版发行 甘肃科学技术出版社 (兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)

印刷 北京威远印刷有限公司

开本 700mm × 1000mm 1/16

印张 10

字数 153 千

版次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

印数 1 ~ 3000

书号 ISBN 978-7-5424-1941-5

定价 29.80 元



前 言 P REFACE

我们生活的这个精彩纷呈的地球，能源时刻都在伴随着人类的活动而存在。人类的生存离不开能源，我们每天吃饭，是为了补充体能；天冷了，要穿上保暖的衣服，是为了保存体温，不让能量外泄；我们看电视、上网、使用手机，都需要电；汽车在路上前行，需要汽油。

自工业革命以来，能源问题就开始出现。在全球经济高速发展的今天，国际能源来源已上升到了国家战略的高度，各国都纷纷制定了以能源供应为核心的能源政策。在此后的 20 多年里，在稳定能源供应的要求下，人类在享受能源带来的经济发展、科技进步等好处，但也遇到一系列无法避免的能源安全挑战。能源短缺、资源争夺以及过度使用能源造成的环境污染等问题威胁着人类的生存与发展。

当前，能源的发展、能源和环境，已成为全世界、全人类共同关心的话题，这也是中国社会经济发展的障碍。但是，当前的状况是世界大部分国家能源供应不足，不能满足经济发展的需要。这一系列问题都使绿色能源和可再生能源在全球范围内受到关注。从目前世界各国既定能源战略来看，大规模的开发利用绿色能源和可再生能源已成为未来世界各国能源战略的重要组成部分。

我们生活在同一个地球上，开发和利用新能源，缓解能源、环境、生态问题已迫在眉睫，新能源、绿色能源如太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能和核聚变能等，越来越得到世人的重视。不论是从经济社会走可持续发展之路和保护人类赖以生存的地球的生态环境的高度来审视，还是从为世界上十几亿无电人口和特殊用途解决现实的能源供应出发，开发利用新能源和可再生能源都具有重大战略意义。可以这么说，新能源和可再



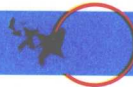
生能源是人类社会未来能源的基石，是大量燃用的化石能源的替代能源。

实践证明，新能源和可再生能源清洁干净，只有很少的污染物排放，人类赖以生存的地球的生态环境相协调的清洁能源。

由于现阶段广大青少年对绿色新能源认识比较单一，甚至相当匮乏，多数人处于一知半解的水平，这严重影响了新能源的推广认识和绿色低碳生活的实现，基于熟知绿色新能源知识和提高低碳意识已成为广大读者的迫切需要，我们编写了本书。

本书重点讲述了新能源知识和新能源推广应用，知识版块设置合理，方便阅读、理解与记忆。

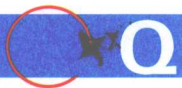
本书集知识性、趣味性、可读性于一体，是一本难得的能源环保书籍，希望本书能为你带来绿色能源环保知识，让你在新能源推广应用之路上，为我们能够拥有一个美好的明天一起加油。



目 录 CONTENTS

第一章 地球和地热能

第一节 认识我们的地球	002
一、地球的诞生	002
二、地球的年龄	004
三、地球的轮廓	005
四、地球的中心	007
五、地球的层次	009
第二节 地热能	011
一、认识地热能	011
二、地热能的来源	014
三、地热的散失	018
四、奇特的地热显示	020



第二章 地热资源

第一节 认识地热资源	024
一、什么是地热资源	024
二、地热资源的成因	025
三、地热资源储存形式	027
四、地热田	029
五、地热资源的勘探	042
六、世界地热资源分布	043
第二节 我国对地热资源的利用	051
一、我国地热资源利用现状	051
二、我国地热资源的特点	058
三、我国地热利用方式	059
四、我国地热能的远景规划	065

第三章 地热能的热利用

第一节 地热能的直接热利用	068
一、地热直接供热	068
二、地热直接式供热的特点	073
三、地热供暖技术	075
第二节 地热农业	077
一、地热温室大棚	077
二、地热越冬水产养殖	083



第三节	地热干燥	086
一、	地热干燥	086
二、	干燥应用举例	088
三、	中国地热干燥的现状	090
四、	我国地热干燥的前景	093
第四节	地热在其他方面的应用	095
一、	地热医生	095
二、	地热旅游	099
三、	地热温泉	101

第四章 地热发电技术及应用

第一节	地热在其他方面的应用	108
一、	地热蒸汽发电	108
二、	地热水发电	110
三、	地压地热发电	111
四、	干热岩地热发电	112
第二节	地热电站的设备及问题	114
一、	地热能发电的主要设备	114
二、	地热能发电应注意的问题	119

第五章 地热开发中的问题

第一节	地热利用面临的问题	124
一、	地热利用注意问题	124
二、	地热开发引发的环境问题	127



三、地热开发中的其他问题	137
第二节 地热能开发问题的解决	139
一、地热开发应遵循的原则	139
二、地热资源开发过程的环境保护	143
三、资源开发与可持续发展	146

第一章

Chapter 1

地球和地热能

在广袤无垠的宇宙中，有一个不平凡的星系，那就是太阳系。太阳系的不平凡之处，在于有一颗蓝色的星球——地球。地球是人类已知星体中唯一存在生命的星球，并且，在孕育生命的同时，地球也为生命提供了必要的生存条件，从空气到水源，从食物到空间……除此之外，地球还以自己独特的方式，为人类提供能源，那就是地球无私的体温——地热能。





第一节 RENSHI WOMEN DE DIQIU

认识我们的地球

人类自诞生以来，就没有停止对自己的家园的探索。地球，这个出现在航天员眼前的蓝色星球，在浩瀚的宇宙中也许只是一颗普通的星体，但是对于生活在地球上的生命来说，地球，是如此伟大的母亲星球，是她以自己的身体养育了众多的生命，而作为地球的女儿，人类一刻也未停止对地球奥秘的探索和追寻。

一 地球的诞生

中国神话传说中有个盘古手持神斧把连在一起的混沌黑暗劈开，造就了“天”和“地”，这就是人们常说的“盘古开天地”。在西方，许多国家都把耶稣诞生的日子作为地球的出生日。他们说，上帝在公元前4004年10月23日创造了地球。后来又出现了地心说，认为地球是万物的中心，太阳、月亮、恒星都围绕着地球转动。直到哥白尼提出日心说以后，人们对地球的起源才逐渐有所认识。但是，直到现在，关于地球是怎样诞生的，还没有一个统一的认识，只是一些假说。其中最主要的有“星云说”、“相



我们美丽的地球

撞说”和“星子假说”。

德国哲学家康德最早提出“星云说”。在他看来，太阳系中包括地球、太阳、月球和其他行星。几十亿年前，太阳系只是一团星云圈，它充满气体和宇宙尘埃。经过不断地运动转化，太阳系的中心先形成一个巨大的发光体，这就是太阳。后来，太阳周围的



宇宙尘埃在运转中发生碰撞，形成了行星的胚胎。其中一个胚胎就是地球。在地球形成之初，温度很低，且为固体状态。在不停地运转过程中，地球的体积不断增大，各种物体碰撞发热、放射能量增多，温度不断升高，最后固体都逐渐熔融了。因为重力缘故，由重到轻的各种物质由内而外逐渐形成了地核、地幔和地壳。

关于地球的形成，法国博物学家布丰率先提出“相撞说”。在他看来，几十亿年前，太阳和彗星其中一个在运转中脱离了轨道，在进入另一个轨道时二者发生碰撞，在这个过程中，大量物质分离出来。这些物质就成为了形成行星的基础，后来形成的行星中有一个就是地球。“相撞说”一经提出就遭到众多人的反对，因为，彗星根本无法影响太阳，即使发生碰撞，太阳也不会分离出物质，如同鸡蛋碰石头，对石头没有丝毫的伤害，但是，布丰的相撞理论为他以后 200 多年一些假说提供了基础。



引人注目的彗星

另一种说法就是在 1900 年，莫尔顿和钱柏森提出的“星子假说”。在他们看来，所谓“星子”就是围绕固体旋转的小固体。在恒星靠近太阳的时候，在相互吸引的作用下，太阳内部的一些气团吸出来。而恒星远离太阳之后，这些被吸出的气团一部分随恒星消失，一部分会在太阳引力作用下绕太阳旋转，并形成自己的运行轨道。在温度降低，冷却后，就变成了液体，最后又形成了固体颗粒。而这些颗粒就是他们假说中的星子。后来这些星子又慢慢聚集，形成行星。而地球就是众行星之一。莫尔顿和钱

贴士

博物学家指对博通动物学、植物学、矿物学、生理学等自然科学的专家的尊称。古希腊的亚里士多德，文艺复兴时期的达·芬奇、近代的达尔文都是自然科学史上著名的博物学家。



柏森认为，所有没有形成行星的星子都会以其他方式出现或消失，如太阳系陨石。

除此以外，关于地球的形成假说还有许多。比如有人提出“两个太阳假说”，其中一个太阳被路过的一颗恒星撞坏了，形成了众多的行星，地球就位列其中。

也有人提出了“宇宙尘埃说”，认为太阳系最初是宇宙尘埃和气体组成的一个巨大的圆盘状烟云。烟云不断旋转，尘埃和气体逐渐密集，其中，固体分子相互碰撞，粘合起来形成行星，地球就是粘合起来的行星。烟云的中心形成了太阳。



太阳

中国地质学家游义勇在总结我国古代地球学的基础上，提出了地球起源的“阴阳说”，认为地球形成主要靠它的内部因素。

地球的起源假说众多，但是，

没有一个是能够自圆其说的，都只是猜想而已，因此，地球形成之谜还有待于进一步去破解。

二 地球的年龄

如果有人告诉你，地球的年龄只有6000年多一点儿，你相信吗？连人类都有上百万年的进化史呢！那么，是谁这样“胡说”呢？说来你兴许不敢相信——是著名科学家牛顿。他曾根据圣经故事来推断地球的年龄，当然就得出这么糊涂的结论啦。唉，看来，伟人也有错的时候啊！

事实上，地球的年龄据估计已有46亿年了。那么，怎样来测算地球的年龄呢？

人们首先想到了一个“计时器”——海水。在河流流向大海的过程中，也会将沿带入海中，如果人们把海水中原有的盐分总量做被除数，把每年全世界河流带进海中的盐分数量做除数，那么一算，就知道地球的年龄是9000万年至3.5亿年。但这个数字并不准确，不能作为根本的依据，因为，每年河流带进海中的盐分数量是不一样的。

另外，人们又找到了另一种“计时器”——海洋中的沉积物。据估计，



在每 3000 年至 1 万年期间，海底可形成 1 米厚的沉积岩，而地球上每个时期所形成的沉积物大约有 100 千米厚，如果按照上面的数字计算，形成这些沉积物大约需要 3 亿年至 10 亿年。与此同时，人们还采集冰层来计算地球的年龄。但这些方法总都有一些无法避免的不足。所以，必须要找出一种稳定、可靠的天然“计时器”，只有这样，才能准确地计算出地球的年龄。

后来，科学家终于找到了一种物质来测算地球的年龄。



古老的冰层

他们发现地壳内有一些化学物质——放射性元素，它们就像魔术师，会定时改变身份，并且不管地球如何生气，地震也好，电闪雷鸣也罢，“魔术师”们变化的速度和数目都很稳定。例如，有一种化学物质叫“铀”，1 克铀在 1 年中可以变成 1/74 克铅和氦，2 年就变成 1/37 克铅和氦，3 年呢？4 年呢？……这样计算下来，我们就可以计算出岩石的年龄了。再说，地壳主要是岩石组成的，知道了岩石的年龄，不就基本知道地球的年龄了吗？不过，地壳中这样的“魔术师”很多，加上地球的情况很复杂，就有了多种计算方法，关于地球的年龄也就有了多种说法。但目前，公认的地球年龄大约为 46 亿年。

三 地球的轮廓

每当我们看月蚀的时候，都会发现月亮上有黑色圆影，这就是地球表面的轮廓。

贴士

关于地球年龄的概念，地球的天文年龄是指地球开始形成到现在的时间。地球的地质年龄是指地球上地质作用开始之后到现在的时间。从原始地球形成经过早期演化到具有分层结构的地球，估计要经过几亿年，所以地球的地质年龄小于它的天文年龄。



当人们站在岸上眺望从海洋远处驶进港口的船只，往往是先看到船桅，然后才看到船身，这说明大洋表面就是一个球面。

地球是个球体的学说的最好例证是几百年前麦哲伦环绕地球一周的航行。

但是，由于地球太大，上面的任何办法都不能使人们直接看到地球的外形。因为在科技还不发达的时代里，人类无法离开所居住的地球，亲自看看地球的外形。所以只能用“不识庐山真面目，只缘身在此山中。”来理解了。

随着科技的迅速发展，人类已经可以把人造地球卫星或宇宙飞船发射到几百公里，甚至是更高的太空中。

在亲自看到地球的外形，宇航员真是兴奋极了，并要通过飞船上

的相机，真实地记下这一刻，并给地球照了个全身像。

究竟宇航员看到了什么呢？

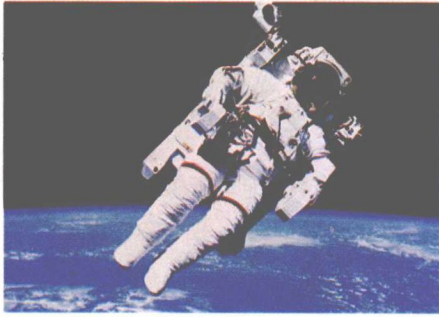
他们看到一个巨大的球体。具体来说，这个球体有点扁，南端有点向里凹，北端有点翘，好像一个梨子。虽然如此，但是在一个如此巨大的物体上是很难辨别出这些细微的差别的，所以无论如何，在宇航员的眼中，地球仍然是个正球体。

那那些高山、盆地难道也不会影响地球的形状吗？当然不会。几千米的高度对如此巨大球体的影响是无足轻重的。

宇航员还看到，整个地球外部有一层浓厚的大气。证明大气的存在的最好证据是天空中漂浮的云彩。其实有时候，大气中的云层范围也是很大，景象蔚为壮观。比如，在台风出现时，那些飘浮的云层就会



人造地球卫星



宇航员



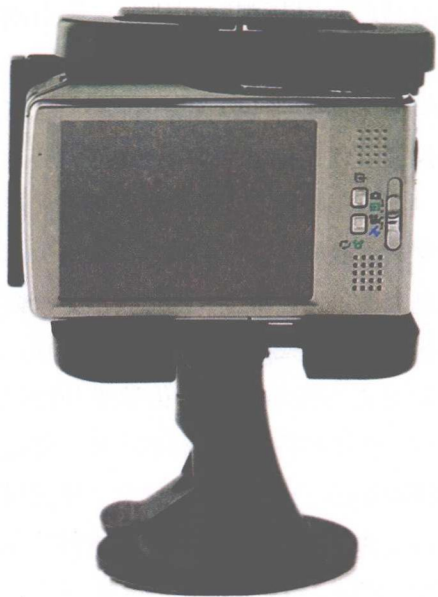
出现一个庞大的“螺旋”，范围可以绵延几百公里。

在宇宙飞船上，宇航员可以清晰地看到海洋和陆地的轮廓。在之前，宇航员也只是听说地球被叫做“水球”，因为海洋的面积占地球的70%，通过亲自观察，的确如此。在宇航员眼里，地球周围是被彼此相连的海洋，地球被紧紧地包围，而那些大陆只是漂浮在海洋中的岛屿。

为了更为精确地了解地球，人们还设计出了不载人的地球卫星，用来测量地球。地球卫星内部的先进科学设备，可以在几百公里的高空中，对地球进行拍照。同时还可以把这些照片转变成电讯号，通过无线电波传给地面接收站，最后还原成一张张地球照片。

这种拍照范围都很大，有一种卫星，一张照片就能照下相当于地球表面180多公里的范围。人造地球卫星绕地球不停地旋转，就绕地球一周大约需要100分钟，如果按这个速度计算的话，把整个地球拍照一遍只需要18天。

或许，人们以为这些不载人的人造地球卫星上的照相机，根本无



卫星导航相机

法与人的眼睛相媲美。其实不然。这些新型的高科技制造的照相设备比人的肉眼有更高的分辨率。另外，在漆黑的夜晚，这些照相设备还能透过云层拍照。

随着高科技的不断发展，人们可以对地球进行更深入、广泛的研究。

四 地球的中心

地球的中心是什么样子呢？这是一个很有趣的问题，也是一个很复杂的问题。科学家还没有得到肯定的结论，因为我们人类还不能对

地球进行直接观察和研究。拿石油钻井来说，最深也不到一万里，在海底采集石油也不过几百米，这些深度仅仅是地球极薄的一层。

有书籍称“人类可能永远都无法穿透到地核”，我们尚且不在这个问题上做争论。不过，地球物理学家们根据在钻井采矿中获得的一些资料，和对火山喷出物质的化学成分的研究，借用各种相关学科的研究，包括板块移动、火山物质、热流、地磁场的变动等，大致推测出地球内部的温度、密度、压力及其化学组成；同时，地震波——专门透视地球的“X光射线”——也给科学家揭示了很多地球



火山

中心的秘密。

根据科学家的研究，随着深度的增加，地温也逐渐增加，从地壳表层每下降 100 米，地温就要增高 3°C 。地球内部的热，主要是放射性物质分裂的结果，而放射性物质主要集中在地球表层 50 ~ 80 千米处，因此，到了一定深度以后，温度的升高就慢得多了。根据这样的推算，地球中心的温度可能有 $5000^{\circ}\text{C} \sim 7000^{\circ}\text{C}$ 。

另外，根据研究，地球中心可以达到 300 多万个大气压，密度大约是 13 克 / 立方厘米。在这样的高压情况下，地球中心只有固体，而且是金属，才能忍受。但是，在这样高的温度条件下，又使人猜想那里可能是液体。不过，大多数研究者都认为这种物质已经不能用我们熟知的固体或液体字眼来表示，它可能是人们所不知道的特殊物质。从压力情况判断，它应该更接近于固体。根据对陨石的研究，推测地心可能是由铁、镍组成。所以，现在一般都说地心是铁、镍地核，特

贴士

镍是银白色金属，质地坚硬，具有铁磁性和良好的可塑性，能够高度磨光，有好的耐腐蚀性，在空气中不被氧化，又耐强碱，可用来制造货币等，或者镀在其他金属上可以防止生锈。