

探测地球内部隐秘的望远镜

奇 云

(淮南职业医学专科学校 安徽 232001)

在我们的卫星已经飞向太阳系的时候,我们的钻头却最远只能钻到脚下 12 公里的深处。这便是“上天有路,入地无门”的现实。为了探测地球内部的隐秘,科学家们要给地球深深地钻上几个窟窿,向地球内部发起了挑战!

美国科学家要把探测器送到地心

由于时下非典流行,影院的生意相当冷清。但也有票房不差的,庄·阿米尔执导的好莱坞科幻片《地心浩劫》(The Core) 公映以来,就吸引到不少戴口罩的观众,成为近日卖座榜首片。

地球物理学家乔什·凯斯博士无意中发现了一场可能会导致全球人类灭亡的大灾难,从而拉开了这部影片的序幕。凯斯发现,地心温度因某种不明原因发生了改变,同时,这种未知的力量正在阻碍地球的正常运转。随着地球磁场的迅速恶化,一场毁灭性的灾难将紧随其后。为了拯救地球,保卫全人类的安危,凯斯将全球最杰出的科学家组织起来,成立了一支救援小组,他们计划驾驶人类首只“钻地船”抵达地核,在那里引爆一个特殊核装置,一旦成功,地球仍将像往常一样正常运转。于是,凯斯一行 6 人冒着生命危险,驾驶“钻地船”深入地核,开始人类前所未有的生死旅程……

有趣的是,《地心浩劫》热映,科学家也跑出来凑热闹。据近日出版的英国《泰晤士报》报道:美国加州理工学院行星科学教授戴维·史蒂文森正在筹划一项耗资 100 亿美元的宏伟计划,向地心发射一个探测器。

史蒂文森的设想十分新奇,他计划向向地下注入大量铁水的方法来形成一个“倒火山”,借此把探测器送入地下 3000 千米处。探测器将把从地球内部直接采集到的数据以地震波形式传回地面,因为无线电波无法穿透这个深度。5 月 15 日出版的英国权威科学期刊《自然》杂志详细介绍了史蒂文森这一计划,文章题目为《到地球核心的任务——一个可行的建议》。在《自然》杂志里,他强调,使用已被证明可行的技术以及一些有充分根据的科学假设,对行星内部的探索完全有可能实施。但这位老兄也

说,“我想大家的主要反应是一笑了之”。堂堂《自然》刊登类似天方夜谭的东西,可能自有其道理。美国加利福尼亚大学伯克利分校的地球物理学教授雷·琼洛茨评论说:“这确实太乐观了……他给出的论据太空洞,但就已获知信息而言,他确实是正确的。”计划的难度在于如何在地壳和地幔间开凿通道让探测器通过。为此,史蒂文森拟先开凿一条长 300 米、深 300 米、宽 1 米的坑。根据他的计算,可能需要进行一次爆炸相当于数百万吨梯恩梯炸药的核爆炸,也可能会利用地表的一些天然裂缝,比如冰岛的火山坑。然后,在坑内注入 10 万~ 1000 万吨熔化的铁。如此巨大的重量将把大坑下的岩层压出一个深深的裂缝,铁水将在地心引力作用下,顺着裂缝流向地核深处。由于用铁量巨大,他计算说一旦真要实验,可能需征用世界上所有炼铁厂。使用铁而不是其他金属主要是它数量丰富、价格便宜,而且不易与富含铁的地下岩层发生化学反应,而熔化铁完全是为了减少摩擦力。史蒂文森还估算整个工程要花费大约 100 亿美元。重力等将保证液态铁直奔地核。

假如史蒂文森的计划能够成功,将会是人类首次直接接收来自地核的信息,有助于了解地球磁场现在的状态。研究表明,每几百万年地球磁场就会“漂移”,上次发生这种现象还是 70 万年前。也有科学家质疑这个计划的可行性,认为用史蒂文森的方法把探测器送达地核,可能需要数千年时间。尽管铁水的总量巨大,但在强大地核压力的作用下,形成直达地核裂缝的可能性不大。纵然可以形成裂缝,在铁水流下之后,强大的压力又会使裂缝闭合。这样,探测器就无法利用电磁波传送数据。而小小的探测器,又怎么能够形成强大的地震波,将有关数据传回地面呢?更多人的疑问是:铁水能下降多远,用什么来阻止它冷凝呢?

给地球钻个窟窿

人类在赖以生存的地球上已经历了无数个春秋。长期以来,人们就试图通过各种方法对地球进行探测,但是,由于坚硬地壳岩石的阻隔,迄今为止,

人类对地球内部仍然所知甚少。随着航天技术的发展,一个与之相呼应的“入地”科学钻探计划应运而生,这就是当代地球科学具有划时代意义的大型科学钻探工程。

科学钻探是通过钻孔获取岩芯、岩屑、岩层中的流体(气体和液体)以及进行地球物理测井和在钻孔中安放仪器进行长期观测,来获取地下岩层中的各种地球信息。尽管给地球钻个深洞当“望远镜”很难,但科学家们却没有望而却步。

科学钻探始于20世纪60年代美国提出的“深海钻探计划(DSDP)”。“深海钻探计划”与“人类登月计划”被誉为人类在20世纪60年代的两大壮举。1985年1月,美、英、法、德等国拉开了“大洋钻探(ODP)”的序幕。鉴于深海和大洋钻探的成功经验,通过全球大陆深钻取得直接证据来认识地球深部逐渐成为共识。1992年11月,在经济合作与发展组织(OECD)的大科学论坛上,有人建议成立国际大陆科学钻探组织。当时,德国KTB钻探项目已经取得了令人鼓舞的成果,所以建议德国负责组建这一组织。1993年8月30日至9月1日,德国地学研究中心(简称GFZ)在波斯坦召开了关于科学钻探的国际会议,出席会议的人员共有250余人,分别来自28个国家。此次会议之后,来自15个国家的科学家再次相聚在德国KTB钻井现场,正式讨论成立国际大陆科学钻探计划(ICDP)。与会代表一致认为,大陆科学钻探对固体地球科学起着至关重要的作用,需要进行综合性、国际性的研究计划,成立ICDP组织的时机已经成熟。1995年,德国GFZ与美国自然科学基金会(NSF)签署了合作备忘录,决定成立ICDP。1995年经国务院批准,中国加入国际大陆科学钻探计划。1996年,中国与美国、德国正式成为ICDP的三个理事国之一。

科学钻探在世界上已实施30年,已有13个国家打了近100口深浅不一的科学探测钻孔,其中4000米以上的深孔有20口。根据钻孔的深度,研究者将深度大于8000米的大陆科学钻探称为超深钻。超深钻是一项投资巨大的科学工程,体现了一个国家的实力与地学水平。最早进行大陆科学钻探的国家是前苏联,其中SG-3钻孔的钻探时间最长(1970~1989年),进尺12262米,为目前世界上最深的钻孔。德国于1987年至1994年间,在德国中部的一个小镇进行了科学钻探,即举世闻名的KTB钻探项目,原设计孔深14000米,实际主孔的终孔孔深

9101米。

大陆科学钻探工程是一项集科学与技术于一体的综合性工程,也是多学科、多领域的系统集成。实施这样大的科学工程,必须精心组织、科学管理、大力协同,必须充分发挥广大科技工作者和钻探工人的积极性和创造性,必须发扬科学、求实、创新、严谨的精神。

举世瞩目的中国大陆科学钻探工程

中国大陆科学钻探工程(CCSZ)于1997年被国家科技领导小组列为“九五”国家重大科学工程项目。1998年被国际大陆科学钻探组织列为国际大陆科学钻探项目。2001年6月25日进行试钻,8月4日举行了正式开工仪式。至2002年4月6日,已完成2000余米先导孔施工,现正在进行主孔钻进。截至2003年5月18日,主孔深度为2982.18米,预计到2004年方能完成。

中国大陆科学钻探工程是目前国际大陆钻探组织资助金额最高的项目之一,也是亚洲第一口科学深钻。在中国进行大陆科学钻探是中国乃至世界地球科学界的一件大事。有关钻孔位置的选择也当然成为地球科学家及社会关注的热点问题。国际大陆科学钻探组织(ICDP)最终选择江苏北部东海县毛北镇作为中国大陆科学钻探工程实施科学深钻的地点。这里地处世界上规模最大的超高压变质带上。所谓超高压变质带,是指数亿年前由于地壳运动,原本处于地表的岩层向下俯冲到地幔深处,在高温高压的作用下变质,然后短时间内从地底重回地面。这种特殊岩层的发现,被公认是继板块学说提出以来,地球科学研究领域取得的重大突破性进展之一。我国将用3年时间打出这口5000米深的科研井。同时,我国还计划2010年前实现在青藏高原上打一口10000米的超深井。

国际大陆科学钻探组织(ICDP)选中中国作为资助对象还有一段插曲。1997年,国际大陆科学钻探顾问委员组召集各国专家开会讨论确定受资助的钻探建议书,各国科学家共提交了16份选址建议书。中国在这次会议上第一次提交了选择中国大别—苏鲁地区为受资助地区的建议书。然而会前的形势却并不看好中国,尤其是时任委员会主席的美国人伯克先生一开始即表示支持由美、日提出的哈萨克斯坦地区,并对美国科学家的工作大加赞赏。在即将投票之际,杨教授急中生智,特别申请到额外的5分钟发言,他再次强调了大别—苏鲁地区延伸4000公

里的“中国高压超高压变质带”是规模最大的世界级场地,在这里钻探必将带来具有全球意义的科研数据和成果。精辟的论证以及不争的事实,使会场内的专家们折服了,大别—苏鲁地区以总分第二的名次受到了顾问委员会专家的瞩目,而哈萨克斯坦地区被各国专家排除在外,只名列第九。事后,杨教授才知道,那位并不看好中国的美国主席给中国打的分数是哈萨克斯坦地区的两倍半,大别—苏鲁地区从此更加受到全世界地学界的瞩目。

中国大陆科学钻探工程的实施,不仅表明我国政府对地球科学研究的高度重视,也是我国综合国力不断增强的体现。该项目将填补我国在大陆科学钻探领域的空白,大大提高地球科学研究水平,并在某些方面跻身于世界前列。钻井完成后,那里还将建成亚洲第一个深部地质作用长期观测实验基地。亚洲第一个大陆科学钻探和地球物理遥测数据信息库、亚洲第一个研究地幔物质的标本岩心馆和配套实验室,使我国超高压变质带和地幔物质研究达到国际领先水平等一系列殊荣都将降临到这口深井的头上。

大陆科学钻探工程意义重大

大陆科学钻探是获得地球大陆内部信息的惟一直接途径。因此,由深部钻探技术和地球物理遥测技术构成的科学钻探工程被誉为“伸入地球内部的望远镜”。大陆科学钻探工程在人类认识自然、探索未知领域方面的重要意义并不逊于载人航天。是当代地球科学具有划时代意义的系统工程,是解决人类社会所面临的资源、灾害和环境三大问题的重要途径之一,是带动地球科学和相关科学技术发展的大科学。

具体来说,大陆科学钻探可以帮助人们直接、精确地了解地壳成分、结构构造和各种地质过程,对了解地球资源与环境起着至关重要的作用。国际大陆科学钻探计划的研究主题是与地震、火山爆发有关的物理、化学过程及相关的减灾措施;近期全球气候变化的方式与原因;天体撞击对全球气候变化及大规模生物灭绝的影响;深部生物圈及其与各种地质过程的关系;如何安全处理核废料和有毒废料;沉积盆地与能源资源的产生与演化;不同地质环境下矿床的形成;板块构造的机理,地壳内部热、物质和流体的迁移规律;如何更好地利用地球物理资料了解地壳内部的结构与性质。

大陆科学钻探极富魅力,它拓宽着人类的眼界

和思维,打开了一扇扇从未触及的大门,戏剧性地改变了人类对地球内部组成与结构的认识。因此,大陆科学钻探一直牵动着全世界地球科学家的神经,成为他们共同关注的焦点。因为,大陆科学钻探的每一次重大发现都是向传统地质理论的挑战,也是对新地球学说的召唤。

相关链接一:

地球内部分为三层,由外到内分别为地壳、地幔和地核。

地壳实际上是由多组断裂的,很多大小不等的块体组成的,厚度也不均匀。大陆地壳平均厚约30多千米,海洋地壳约为5~8千米。地壳上层为花岗岩层,下层为玄武岩层。理论上认为地壳内的温度和压力随深度增加,每深入100米,温度就升高1℃。今年的钻探结果表明,在深达3千米以上时,每深入100米温度升高2.5℃,到11千米时深处的温度已达200℃。

地幔平均厚度约2900千米,呈固态,主要由橄榄石、辉石、斜长石和铁镍合金等组成。地幔又分成上地幔和下地幔。一般认为上地幔顶部存在一个软流层,推测是由于放射性元素大量集中,蜕变放热,将岩石熔融后造成的,可能是岩浆的发源地。下地幔温度、压力和密度均增大,物质呈可塑性固态。

地核的平均厚度约3400千米,分为三层外地核、过度层和内地核。外核呈液态。内地核呈固态。地核只占地球总体积的16.2%,但质量超过地球总质量的31%。地核主要由铁和镍等金属组成。中心温度可达5500~6000℃,地核边缘温度约4000℃,地壳最深处的温度也不会超过1300℃。

相关链接二:

地震发生时由震源地方的岩石破裂产生的弹性波,它可在地球内部和地球表面传播。这就像把石子投入水中,水波会向四周一圈一圈地扩散一样。地震时,同时从震源发出两种类型的地震波:纵波和横波。振动方向与传播方向一致的波为纵波(P波)。来自地下的纵波引起地面上下颠簸振动。振动方向与传播方向垂直的波为横波(S波)。来自地下的横波能引起地面的水平晃动,横波的振动很强烈,是地震时造成建筑物破坏的主要原因。地震中,人们所感受到的振动是多种波共同作用的结果。地震波传播速度和方向的变化,却能如同用B超探测内脏,披露出地球深处的许多秘密。