

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

书刊评介

对“科拉超深钻井”简介与评价*

张 秋 生

(长春地质学院)

全球地质学界关注的苏联科拉半岛超深钻井及其所获得的新信息已经于1984年在由Е. А. Козловский担任主编的“科拉超深钻井”一书中首次正式公布。该书的编委会由14位学者组成,共有196人次参加撰写。它全面系统地介绍了有关的详细资料和所

建立的各种模式。

科拉超深钻井(以下简称СГ-3)是苏联深部超

-
- * 原书名 «Кольская сверхглубокая», 英译名 «The kola superdeep hole»
本文1987年2月收到, 3月改回, 王毅编辑。

深钻井计划的一个重要组成部分。他们用了五年时间(1960—1965),制定了198项任务,委托苏联地质部牵头吸收了全苏150多个部门参加此项计划的全部活动。到1980年为止,总共召开了80次学术会议和75次现场会议专门讨论CF-3所要解决的问题。CF-3钻进开始时间是1970年5月。

书中提到这项钻进的四项任务是:1.科拉地区太古代结晶基底及富镍的早元古代杂岩的深部结构;2.查明大陆地壳内地震界面处的地质性质以及地下热状态、水和气体等情况;3.获取最完整的岩石物质成分及其物理性质和康氏界面的资料;4.完善超深钻井必备的钻井工艺新技术和深部地球物理测井方法。全书由地质学、地球物理学、钻井技术三篇所组成,共分25章,约45万字,附图190张,附表82个。

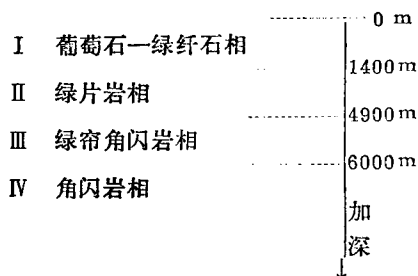
第一篇地质学分别由59位学者撰写成的10个独立的、彼此有联系的章节。

在“科拉地区基础地质背景”一章中,详细介绍了CF-3所在的区域是由一系列太古代片麻岩穹窿所组成。在此基础上分布着带状的早元古代贝辰加杂岩,但二者之间没有发现角度不整合。贝辰加杂岩中还有未遭破坏的圆锥形古火山口遗迹。从而明确地提出了CF-3深钻井的10点地质任务。

在“钻井地质剖面”一章中,几乎对每米所取的岩芯都作了岩石学的描述,并对井孔的地球物理特征做了详细的介绍。通过钻井实际资料,纠正了太古代与元古代界面在4700m深处的错误推断,所见到的界面是在6842m处与实际深度差32000m;太古代的主要组成岩石是黑云母-斜长石-石英质片麻岩(含褐帘石),其中夹有较多数量的斜长角闪岩;对早元古代划分了8个组,太古代划分了7个岩组。科拉地区的花岗岩与麻粒岩(退化变质)年龄是一致的,为2700—2800Ma。推测这个年龄是科拉半岛克拉通的形成时限。

在“岩石和造岩矿物”及“前寒武纪杂岩的形成条件和地球化学”章节中,详细地论述了几个主要造岩矿物的赋存状态和转变情况。根据岩石中主要造岩矿物的研究,提出了科拉半岛地区具六种变质作用:麻粒岩相变质作用(1000—1200℃);角闪岩相变质作用(800—650℃);绿帘角闪岩相变质作用(大多表现为退化变质作用,650—500℃);绿片岩相变质作用(多为构造中的退化变质作用)及构造压碎带中的低温热液变质作用。

“变质作用时代和分带性”一章中提出了一个很重要的变质作用垂直带状分布模型。



“金属成矿作用”一章中提出该区具有四种重要的矿化作用:早元古代及太古代杂岩中的铜镍硫化物矿化作用;太古代变质基性岩中的钛铁矿化作用;太古代花岗片麻岩中的条带状磁铁矿石岩型矿化作用和退化变质带中的热液矿化作用。

在“矿化裂隙与构造破坏”一章中提出了一个意想不到的发现:深部裂隙大多数被单矿物脉所充填,这被看作是CF-3的重要发现之一。此外,还介绍了岩石成份、埋深程度等因素对裂隙发育程度影响的证据。最后指出,热液矿化作用可能一直到15km深度以上,都有成矿的可能。

在“有机物质和气体”一章中,首先公布了CF-3钻井中所见到的He、H₂、N₂、CO₂、CH₄及其它碳氢化合物气体在钻井中出现的位置和密度。作者们还认为,岩石中高烃含量和高He含量分别是找寻铜镍硫化物矿床和放射性矿床的标志。此外在早元古代杂岩中还找到了大量的不同种属的微植石。

在“水文地质概述”一章中,提出了早元古代上部是在太古代基底上的一个自流盆地,首次证明了深部存在着高裂隙岩带,并被地下水所饱和,其外生节理产生的下限为800m。还发现裂隙度在4.5km以下,常常是由裂隙带间的距离较大所控制,并形成一个厚大的不透水层。在4.5km以下裂隙带厚度在增加,但其间距在减小及至9km以下,带厚可达4km,皆被自由水所饱和。并提出了受变质水的三大特点是:高浸蚀性、高淋滤性和对造岩组分的高溶解性(可增大孔隙)。

在“前寒武纪大陆地壳的演化”一章中,提出深部太古代花岗片麻岩具有五个特点:(1)尚未找到覆盖其上的早元古代向斜的底;(2)6.8—11.6km区间主要是含有斜长角闪岩的花岗片麻岩;(3)深部有富铝质矿物片麻岩存在;(4)深部花岗片麻岩和斜长角闪岩都具有很陡的产状;(5)没有发现康氏面,也不存在基性岩化前锋面。最后提出了太古代地壳的三层构造模式:

花岗片麻岩层	0—15km
麻粒岩片麻岩层	15—30km

钠质云英闪长岩层 30—40km

第二篇地球物理分别由89位(人次)学者撰写成八章。集中讨论和介绍了钻井地球物理研究的地质-技术条件;钻井地球物理研究的综合化;钻井CT-3的地球物理仪器;超深井地球物理研究技术和工艺的完善前景和任务;岩石的声学性质;钻孔井筒中的地震研究;岩石的电学性质;岩石的磁学性质;岩石的放射性;岩石的热学性质;地热研究;物理-力学性质及根据科拉超深井剖面 and 周围地区研究成果提出的岩石物理性质垂直分带和地壳构造。并建立了地壳上部构造的地球物理和岩石物理剖面(模型)。其中包括声波地震和电磁模型;天然岩石放射性模型及弹性-密度模型。

第三篇钻探部分是由48位(人次)学者署名撰写了4个章节。

在“工艺技术问题和选择钻进设施的科学依据”章节中,详细地叙述了钻进参数、井身结构、井壁岩体的稳定性、井身空间轨迹的允许参数、钻进方法和规程、钻井工作指标的预测、钻进工具、钻井液、岩芯提取、钻进工艺参数的控制、钻探装置等。

“地表钻探设备和厂房设施”一章中,讨论了钻探设备和电力传动、控制-测量工艺参数的仪表及厂房设施。

“钻进用的技术工具”一章中,介绍了碎岩工具、取芯设备、井底发动机钻、高强度钻杆柱、冲洗液、井底发动机转数的遥测显示系统、井口装置、钻杆柱下部的粗径钻具及预防和处理复杂现象和事故所采用技术和工具。

“钻进技术经济指标”的综述中,对钻进过程的技术经济作了评价,并讨论了随井深随长钻进指标变化的主要趋势。

本书得出的几点主要结论是:

1. 科拉半岛地区早元古代是由上部辉石橄榄岩-玄武岩和硬砂岩建造及下部粗面安山岩-玄武岩和石英碳酸岩建造组成的。太古代则由七个韵律岩组组成,每个韵律都是具有粘土-砂质建造的高铝片麻岩和玄武岩-安山岩建造变成的黑云母-斜长片麻岩组成。通过垂直变质作用带状分布可见,变质作用时地热增温率是现代的5—7倍。

CT-3剖面上部不对称地震界面大部分是由不同地质体的接触和巨大断裂破坏所决定的。而下部缓倾斜的地震界限既不可能是由酸性岩向基性岩过渡的反

映,也不是激烈变质作用的前锋,甚至也不大可能是近水平的构造带。它们是与具有等化学性质的岩石在大陆地壳深部物理状态发生了强烈变化有关。从而否定了以前所研制的地球内部结构的地球物理模型。

2. 地球物理研究的重要成果之一是在早元古代分布范围内(4500m深以上)划分出低速带。它们是由低温变质玄武岩成分岩石组成的。而在6840m深以下发现了花岗片麻岩,从而否定了以前的错误判断。

以上成果的获得是在抗温压仪器的开发、12000m深测井电缆的制造以及对所有综合信息的综合分析的基础上才得以实现的。

3. 超深钻井得以完满地实现,是与综合地采用了:井身超前钻井法、低转速涡轮钻井法、轻铝合金钻杆柱、井底涡轮钻具的检控以及信号传递设施等新技术分不开的。特别应该指出的是:应用了仅有4MH起重载荷的钻探装置钻进到12km的井深;井自超前达到史无前例的9.5km;钻杆柱的重量不超过160—170t以及超记录深度提升下降钻具全过程的时间消耗不超过18h等。

由上可见,这本书不仅对各国地质界研究岩石圈、超深部钻井位置的选择、深部地球物理信息的地质判断和所需的钻探工艺新设备等都有着重要的参考价值;同时对岩芯及井孔的十分齐全的研究和测试方法的运用及其成果的分析,无疑会对从事地质基础理论研究人员在综合方法的选择时提供了极其重要的参考价值。所以它将是地球科学家们的一本很好的科学研究手册。

所得出的某些新发现和结论都将对大陆地壳演化历史的研究起到重要作用。

但是,本书也有不足之处,由于参加撰写的作者人数多达196人次,显得有些认识还存在着相互联系不够甚至出现矛盾的现象。虽然获得了大量的宝贵的地质资料和数据,但本书对大陆壳演化历史的认识显得不够深入和全面。尤其是没有用足够数据加以解释、甚至有些回避大陆地壳的三层结构与所测时代相矛盾等问题。另外,超深钻井所采用的地球物理措施和仪器改进及钻探工艺、设备方面的新技术等都是采用了专利代号形式只做了简单地介绍,尚不能使读者了解到所研制的新仪器细节。本书中译本即将由地质出版社正式发行。