



白垩纪松辽盆地松科1井 大陆科学钻探工程

Initial Report of Continental Scientific Drilling
Project of the Cretaceous Songliao Basin(SK1)

王成善 冯志强 王璞珺 等 / 著

Wang Chengshan Feng Zhiqiang Wang Pujun *et al*



科学出版社

白垩纪松辽盆地松科 1 井 大陆科学钻探工程

王成善 冯志强 王璞珺 等 著



科学出版社
北京

内 容 简 介

“白垩纪松辽盆地大陆科学钻探工程”是由国际大陆科学钻探计划 (ICDP, International Continental Scientific Drilling Program) 和中国科技部国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 项目“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化 (2006CB701400)”共同资助, 为全球首例以陆相白垩系为目的层段的全取心科学钻探。该大陆科学钻探工程包括两个阶段, 第一阶段即“松科 1 井”以上白垩统为钻探目标, 钻探取心工程已经于 2007 年完成, 系列科学研究成果在陆续发表; 第二阶段即“松科 2 井”以下白垩统为钻探目标, 钻探取心工程正在进行中。为了使国内外地学界能够分享这一科学钻探工程所获得的宝贵原始数据和初步研究成果, 借鉴了国际大洋钻探计划的成功经验, 正式出版了本书。本书正文第 1 章至第 4 章系统介绍了“松科 1 井”科学意义和地质背景, 前期勘探、选址, 钻探工程技术和初步科学研究成果 (十大基础科学数据系列); 正文第 5 章和附录汇总了“松科 1 井”精细岩心描述、岩性综合柱状图、岩心扫描照片和钻探实施的基础数据资料。

本书面向地球科学领域和工程技术领域从事地球系统科学和钻探工程技术专业的科技工作者、大专院校师生、政府主管人员以及所有关心地球系统科学与全球变化的社会各界人士。

图书在版编目 (CIP) 数据

白垩纪松辽盆地松科 1 井大陆科学钻探工程 / 王成善等著. —北京: 科学出版社, 2016

ISBN 978-7-3-049044-5

I. ①白… II. ①王… III. ①白垩纪—松辽盆地—钻探 IV. ①P634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 143527 号

责任编辑: 韦 沁 韩 鹏 / 责任校对: 陈玉凤

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 6 月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2016 年 6 月第一次印刷 印张: 48 1/4

字数: 1 164 000

定价: 598.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序一

上天、入地、下海是人类为拓展生存空间向自然界发起挑战的三大壮举。科学钻探是当代地球科学研究中具有划时代意义的入地工程，通过科学钻探，我们可以对知之甚少的岩石圈进行直接观测和获得连续的岩石记录，这对解决人类社会所面临的资源、灾害和环境三大问题有十分重要的意义。所以，科学钻探可以被看作为人类深入地球内部的望远镜和了解地球演化的时间隧道。20 世纪所建立的板块构造理论，就是实施大洋科学钻探所产生的地球科学革命的成果。现在，大洋科学钻探已经从 20 世纪 60 年代的深海钻探计划（DSDP）、80 年代的大洋钻探计划（ODP）进入了它的第三个阶段，即综合大洋钻探计划（IODP）。

由于大陆地壳更古老，也更复杂，同时它还是人类生息、繁衍的摇篮，人类迫切希望通过科学钻探更深入地了解大陆和地球演化历史。所以，1996 年 2 月，德国、美国和中国共同发起成立了“国际大陆科学钻探计划”（International Continental Scientific Drilling Program, ICDP）。ICDP 现有近 20 个成员国和成员组织，中华人民共和国科学技术部（下称国家科技部）代表中国政府派出代表任 ICDP 国家理事会（AOG）的理事，制定 ICDP 政策和进行重大问题的决策。

自这个科学计划实施以来，已经完成了一批大陆科学钻探项目，在地震和火山喷发有关的物理、化学过程，地球气候的变化方式及其原因，撞击事件对气候变化和生物灭绝的影响，沉积盆地和碳氢化合物的起源和演化，以及不同的地质环境中矿床是如何形成的五个重点研究领域取得若干重大发现，在促进全球地球科学理论的发展和地球探测技术水平的提高等方面发挥了重要作用。作为 ICDP 的发起国和一个以大陆为主的国家，中国科学家在国际大陆科学钻探领域发挥了重要作用，现在已经完成了江苏东海科钻一井的岩石圈钻探和青海湖环境科学钻探两个 ICDP 科学钻探工程项目。

以国家重点基础研究发展计划（973 计划）“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化”项目研究群体为主，由国家科技部和大庆油田有限责任公司联合资助，中国地质大学（北京）和大庆油田有限责任公司共同组织，于 2007 年在中国最大油田——大庆油田所在地的松辽盆地实施完成了“松科 1 井”钻探工程。开展松辽盆地白垩纪大陆科学钻探的重要意义包括两个方面：一是为还原地质历史时期气候变化及其对地球生态环境产生的影响目的服务，鉴古以知今，从而为目前人类社会应对和适应全球气候变暖寻求解决的可能途径；

二是进一步深化陆相生油理论,探讨大型陆内盆地的形成和碳氢化合物的起源和演化,为实现大庆油田原油每年 4000 万吨持续稳产提供科学依据。为了使国内外地学界能够分享这一科学钻探工程所获得的宝贵原始数据和初步研究成果,根据国际大洋钻探计划的成功经验,该项目正式出版这本“松科 1 井”科学钻探的初始报告。

在该书撰写和出版期间,我们欣慰地获知,2008 年中国地质大学(北京)和大庆油田有限责任公司联合,由我国科学家领衔,与美国和奥地利等 10 余个国家科学家联合申请“白垩纪松辽盆地大陆科学钻探:连续高分辨率陆相沉积记录和温室气候变化”大陆科学钻探计划项目,经过多轮评审竞争,于 2009 年 9 月已获得国际大陆科学钻探计划批准,这也是中国科学家为首负责的第三个国际大陆科学钻探工程项目。它包括已经实施完成的“松科 1 井”(K/Pg 界限—上白垩统)和即将实施钻探的“松科 2 井”(下白垩统—J/K 界限),这将在全球首次获取近乎完整的白垩纪陆相沉积记录。中国国家科技部将一如既往地继续支持该科学钻探工程的实施,同时也欢迎国际地球科学界相关领域的科学家分享这一钻探工程的成果和参与后期的科学研究。

我们正在进入探索地球的一个新的和激动人心的时期,科学钻探的成功实施打开了人类探索地球深部和地球历史的新窗口,希望该书的出版能够为这一时期的快速发展起到重要的促进作用。同时,中国国家科技部将继续支持中国地球科学界在这一人类壮举中承担重要的责任,发挥更大的作用。

国家科技部部长



2010 年 1 月 8 日

序二

全世界沉积盆地中蕴藏着人类最宝贵的资源：石油、天然气、煤炭和地下水。尽管这些盆地连续沉积物为我们提供了极有价值的地质历史记录，但目前人们对于地质历史时期中沉积盆地演化还知之甚少。

形成于大陆环境的沉积盆地是陆相沉积物的主要沉积场所。对其详细地层和构造的研究，不仅是了解造山运动和沉积物供给过程的关键，更有助于我们认识陆地环境和气候演化。

国际大陆科学钻探计划高度重视陆相沉积盆地的研究，近期连续支持了两项重要的科学钻探计划，它们分别位于美国西南部的科罗拉多高原和中国东北部松辽盆地，其中后者更为重要。

该书系统总结了松辽盆地从地表到岩心研究的现状。值得一提的是，两口科学钻井，即“松科1井”和“松科2井”，将使我们对白垩纪温室气候的动态演化特征有更深入的了解。本项研究计划的亮点是围绕海洋和陆地复杂的相互作用进行了深入研究，涉及的科学问题包括在此过程中的生物响应、碳循环扰动以及重大海洋事件在陆相沉积中的响应过程。最先进的方法和设备的的大量使用保证了上述成果的可靠性。

由中国科学家领导的国际科研团队内部的通力合作、国家机构的资金支持，以及石油工业业内科研人员和工程师们的积极参与，是该项目取得显著成果的主要原因。项目在科学和工业上取得了相互促进的研究成果：在科学上，打开一个重要陆相沉积盆地深入研究的窗口；在工业方面，取得了对沉积盆地和碳氢化合物成因创新性认识。在将这项硕果累累的工作记录成册的同时，该书也为即将在松辽盆地开始的一项更加令人瞩目的深钻工程拉开了序幕。

ICDP 执行委员会主席 拉尔夫·艾玛曼

R. W. E. E. E.

2011 年 10 月 25 日

前言

众所周知,科学钻探始于1968年开始实施的“深海钻探计划”(DSDP)。DSDP和随后的大洋钻探计划(ODP)的实施及取得的一系列科学突破,引发了20世纪的地学革命,改变了整个地球科学发展的轨迹(汪品先,2007)。同时国际科学界发现,作为全球系统的一部分,大陆在地球科学研究中的作用也日益增强,因此,国际大陆科学钻探计划(ICDP)应运而生(Harms *et al.*, 2007)。

ICDP自1996年正式成立以来,已从早期的德国、美国和中国三大发起国发展到今天的20多个成员国,并且已在13个国家打了近100多口深浅不一的大陆科学钻孔。这些大陆科学钻探的实施,使得人类在了解和认识大陆的板块运动、地壳应力和地震-火山过程、深部资源、生命起源、地震灾害、全球变化及气候多样性等方面获得了巨大的成功(Truman, 2000; Detlev *et al.*, 2004)。1999年春,在中国科学家的设计和主持下,实施了大洋钻探计划的南海184航次,取得了南海3000多万年来沉积记录。这不仅揭示了南海地质和气候环境演变的历史,而且发现了大洋碳储库长周期,为探索气候变化的热带驱动打开了新途径(汪品先,2007)。2005年3月成功完成的东海大陆超深钻探,位于世界上规模最大的超高压变质带——苏鲁超高压变质带南部,是世界上首次在坚硬的超高压变质岩中实施的科学钻探,现已在巨量物质深俯冲、超高压深俯冲与折返的精确定年、超高压岩石的原岩形成背景、上地幔流变学、地幔特殊新矿物发现、地下流体异常及地下微生物发现等方面取得重要进展(Liu *et al.*, 2001; Hartmut *et al.*, 2002; 许志琴等, 2005; Zhang *et al.*, 2005, 2006)。坐落于青藏高原东北缘的青海湖,东邻黄土高原,西连荒漠和沙漠,处于东亚季风湿润区和内陆干旱区的过渡带上,对气候和全球环境变化十分敏感,是研究我国西部环境变化、青藏高原隆升过程、环境效应以及它们与全球联系的极佳场所(安芷生等, 2006; Colman *et al.*, 2007)。2005年7月开钻的青海湖环境科学钻探,就是通过青海湖科学钻探的岩心研究,查明青海湖湖盆形成演化、气候变迁、构造演化和青海湖波动的历史,来达到了解东亚季风气候和内陆干旱化变迁目的的(安芷生等, 2006; Colman *et al.*, 2007)。

近百年来全球气候正在经历一次以变暖为主要特征的显著变化,人类文明的发展迫切要求我们对这种变化的发展趋势及其环境与资源效应有更加深入的了解。仅仅对现代和第四纪气候研究是有局限性的,全面了解地球表层及气候系统需要研究整个地质历史时期地球表层

系统的发展演化。基于这样一种需求,从沉积记录研究前第四纪地质历史时期的地球古气候变化及重大地质事件,并为未来气候预测提供依据的“深时”(deep time)研究计划在国际地球科学界逐渐形成(孙枢、王成善,2009)。所以,2003年开始的综合大洋钻探计划(IODP)雄心勃勃地试图进一步扩展对洋底的探索,并且把“环境的变化、过程和影响”作为其着重研究的三个大的科学领域之一。正在实施的国际大陆科学钻探项目有30余项,主要研究领域包括全球环境与气候变化、撞击构造、地质生物圈和早期生命、活动断层、火山和热体制、碰撞带与会聚板块边界、自然资源、地幔柱和裂谷等。而其中近一半的项目是针对“全球环境与气候变化”研究。显然,对全球环境的研究已经是全世界科学钻探发展的必然趋势,对未来全球气候长时间尺度的预测已成为科学钻探的共同目标。

最近时期的地球气候主要表现为冰室气候条件下的冰期/间冰期逐次轮换的特征(Miller *et al.*, 1991; Wang, 2000),并可能主要受地球轨道参数变化的控制。此现象可能与新近纪以来大气CO₂含量低于某个临界浓度有关(约560 ppmV; DeConto and Pollard, 2003)。在此临界浓度之上,两极冰盖消失,地球将可能处于温室气候条件,气候系统的变化将遵循完全不同的模式。随着人类活动影响的加剧,大气CO₂含量持续增加,可能在不远的将来突破该临界浓度,从而接近或达到白垩纪时期的浓度水平(Daniel *et al.*, 2001; Berner and Kothavala, 2001)。因此,了解温室气候条件下地球气候的变化机制就显得尤为重要。

为了理解白垩纪气候快速变化,必须对海-陆相沉积记录进行整合研究。被子植物自Barremian-Aptian的起源和快速辐射(Sun *et al.*, 1998, 2002),为白垩纪早期的环境变化提供了最好的证据(Heimhofer *et al.*, 2005)。脊椎动物化石同样可以提供重要的环境信息。白垩纪海平面的上升,使得原来连续的陆地被海水分隔为若干区域,为恐龙等动物的多样性演化提供了条件:小型恐龙主要繁盛在早白垩世;巨型陆地肉食动物(如暴龙)及大型鸭嘴龙则在晚白垩世出现(Ji *et al.*, 1998, 1999, 2001, 2002; Chen *et al.*, 1999; 钱迈平等, 2007)。在过去40年间,国际科学界在深海和陆地实施了几十口针对白垩纪的海相科学钻探工程,白垩纪气候变化的海洋响应已得到很好的研究。但是,针对陆相沉积的科学钻探仍是空白。作为地球表层系统的另外一个组成部分,大陆和陆相沉积也受地球表层系统重大地质事件的影响与控制。因此,它也是研究地球表层系统重大地质事件与温室气候变化的不可缺少的组成部分(王成善, 2006)。

人们对陆地环境与气候响应关系知之甚少的主要原因在于陆地记录匮乏且不连续。白垩纪中期的海平面在过去250Ma历史中处于最高位时期(Haq *et al.*, 1987),由于高海平面的原因,全球陆地面积减少,最大的陆地出露在东亚地区,即中国松辽盆地所在地区。同时,根据盆地充填历史,位于当时世界最大的陆地上的中国东北的松辽盆地。得以形成近乎完整的白垩纪陆相沉积记录。因此在松辽盆地开展大陆科学钻探,可以将获取完整的白垩纪陆相沉积记录的可能性转变为现实。在此基础上,通过海洋/陆地记录的整合,开展古气候重建、沉积环境重建、重大地质事件的陆相沉积响应、陆相大规模烃源岩形成、陆地生物群更替、

温室气候状态下快速气候变化等科学问题研究,进而探讨白垩纪温室气候变化的原因、过程和结果,为未来长周期的气候变化提供重要的参照,也会为建设“百年大庆油田”提供新的科学支撑。

“白垩纪松辽盆地大陆科学钻探:连续高分辨率陆相沉积记录和温室气候变化”钻探工程由两个阶段构成。它包括已经实施完成的“松科1井”[K/Pg(或K/T)界线—上白垩统]和正在实施钻探的“松科2井”(下白垩统—J/K界线),这将在全球首次获取近乎完整的白垩纪陆相沉积记录。为了使国内外地学界能够分享这一科学钻探工程所获得宝贵原始数据和初步研究成果,根据国际大洋钻探计划的成功经验,编写了已经实施完成的“松科1井”[K/Pg(或K/T)界线—上白垩统]研究报告。

在“松科1井”实施过程中,为了确保长井段连续岩心高收获率,创新性地集成使用了配套取心技术与管理体制和特殊取心技术,发明了长井段岩心长期保真保存技术,建立了超长连续岩心高密度(厘米级)样品十项基础地质数据系列。根据本研究成果,修改完善了中国陆相晚白垩纪年代地层格架。“松科1井”是中国大陆第一口以白垩系为对象的全取心科学探井,获取了连续的、高分辨率的、较少受到后期破坏或影响的白垩纪中—晚期的陆相沉积记录,打出一个连续不断的“金柱子”,这为全球陆相白垩系研究提供了一个绝好对比标尺。

“松科1井”在钻井、录井、岩心保存等行业领域都具有重要的推动作用,相关系列技术已陆续在业内应用和推广,取得了良好效果,产生了显著的社会效益和经济效益。

参与本书相关项目研究的主要研究人员及其所做的主要贡献分别为王成善(首席科学家)、冯志强(首席科学家)、王璞珺(钻探地质指挥)、冯子辉(地球化学研究)、杨甘生(钻探工程指挥)、吴河勇(选址与论证)、万晓樵(古生物学研究)、任延广(选址与论证)、黄永建(沉积地球化学研究)、迟元林(录井工程)、厉玉乐(南孔钻井工程)、朱永宜(北孔钻井工程)、汪忠兴(岩心保真保存)、邓成龙(古地磁研究)、何明跃(岩心运输与保存)。

本书是集体智慧的结晶,做出贡献的单位和专家学者很多,本书的编著者们在北京、常州、广州和大庆多次召开会议,就编写原则、基本内容和提纲进行了深入讨论。本书的具体分工如下:前言由王成善、冯志强编写;第1章、第2章由王璞珺、王成善编写;第3章由冯志强、杨甘生、王璞珺、吴欣松编写;第4章由王成善、冯志强、王璞珺、邓成龙、吴欣松、黄永建、贺怀宇、董海良、宋之光、万晓樵、程日辉、吴怀春等编写;第5章由王璞珺编写;附录由王璞珺、王成善、杨甘生编写。研究报告的英文稿件是由加拿大地调局Lubomir Jansa博士审校,他还从专业角度对部分章节的内容进行了修改。统稿工作由王成善和冯志强负责完成,王璞珺也参与了部分统稿工作,在此过程中,高有峰和高远两位博士协助做了大量工作。

十分感谢国家科技部部长万刚教授和ICDP执行委员会主席Rolf Emmermann博士,在百忙期间为本书撰写了序言。

作为人类深入地球内部的望远镜和了解地球演化的时间隧道,在ICDP的支持下,为了获取关键层位的连续地质记录,大陆科学钻探工程在全球范围内广泛地开展。从俄罗斯北极

Fennoscandia 地区早期地球钻探计划, 到美国科罗拉多高原早三叠世—早侏罗世钻探计划以及现在正在西伯利亚进行的新近纪 El'gygytgyn 湖钻探计划, 都说明了国际地球科学界正在进入一个探索地球演化历史的新阶段。白垩纪松辽盆地大陆科学钻探计划正是在这一欣欣向荣的背景下应运而生的, 希望本书的完成能够从一个侧面反映出国际地学前缘的这些研究动向和发展趋势。

王成善 冯志强

2010 年 5 月

参与人员

项目首席科学家

- 王成善

沉积学家
中国地质大学（北京）
- 冯志强

石油地质学家
大庆油田有限责任公司

项目专家组

- 王玉普

石油工程学家
大庆油田有限责任公司
- 王玉华

石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 迟元林

石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 吴俊辉

石油工程学家
大庆石油管理局
- 孙 枢

沉积学家 中国科学院院士
中国科学院地质与地球物理研究所
- 马宗晋

沉积学家 中国科学院院士
中国地震局
- 朱日祥

地球物理学家 中国科学院院士
中国科学院地质与地球物理研究所
- 陈 骏

地球化学家
南京大学

- 万晓樵

古生物与地层学家
中国地质大学（北京）
- 彭平安

矿床地球化学家
中国科学院广州地球化学研究所
- 季 强

古生物与地层学家
中国地质科学院地质研究所

现场科学家组

- 吴河勇

石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 孔凡军

“松科 1 井”施工现场总指挥
大庆油田有限责任公司
- 王璞珺

“松科 1 井”钻探地质指挥
吉林大学
- 杨甘生

“松科 1 井”钻探工程指挥
中国地质大学（北京）
- 张世红

“松科 1 井”钻探科学指挥
中国地质大学（北京）
- 任延广

石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 厉玉乐

石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 冯子辉

石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 王国民

石油地质学家

- 大庆油田有限责任公司
- 郎东升** 石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 张 野** 石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 姜道华** 石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 蒋丽君** “松科 1 井”南孔地质设计
大庆油田有限责任公司
- 黄清华** “973”项目大庆办公室主任
大庆油田有限责任公司
- 张 顺** “松科 1 井”选址
大庆油田有限责任公司
- 宋之光** 有机地球化学家
中国科学院广州地球化学研究所
- 程日辉** 沉积学家
吉林大学
- 李祥辉** 沉积学家
成都理工大学
- 王永栋** 古生物与地层学家
中国科学院南京地质古生物研究所
- 黄永建** 沉积地球化学家
中国地质大学（北京）
- 李 罡** 古生物与地层学家
中国科学院南京地质古生物研究所
- 卢 鸿** 地球化学家
中国科学院广州地球化学研究所

现场技术人员

- 张伟东** 石油地质学家
大庆油田有限责任公司
- 张世忠** “松科 1 井”南孔施工现场井队钻井监督
大庆石油管理局
- 朱永宜** “松科 1 井”北孔钻探取心工程项目经理
中国地质科学院勘探技术研究所

- 王树学** “松科 1 井”南北两孔施工现场地质监督
大庆油田有限责任公司
- 党毅敏** “973”项目大庆办公室成员
大庆油田有限责任公司
- 张 建** “松科 1 井”南孔施工现场钻井监督
中国地质科学院勘探技术研究所
- 李旭东** “松科 1 井”北孔施工现场钻井监督
江苏省第六地质大队
- 王国栋** “松科 1 井”南孔施工现场岩心编录
吉林大学
- 高有峰** “松科 1 井”北孔施工现场岩心编录
吉林大学
- 林志强** “松科 1 井”南孔施工现场钻井监督
中国地质大学（北京）
- 王晓鹏** “松科 1 井”北孔施工现场钻井监督
中国地质大学（北京）
- 李金山** “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队队长
大庆石油管理局
- 白 刚** “松科 1 井”南孔施工现场录井 03 队队长
大庆油田有限责任公司
- 张 伟** “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队书记
大庆石油管理局钻探集团
- 白志喜** “松科 1 井”南孔取心工程师
大庆石油管理局钻探集团
- 张玉泉** “松科 1 井”南孔取心工程师
大庆石油管理局钻探集团
- 袁福祥** “松科 1 井”南孔取心工程师
大庆石油管理局钻探集团
- 李自远** “松科 1 井”南孔保形取心工程师
辽河石油勘探局
- 孙少亮** “松科 1 井”南孔定向取心工程师
辽河石油勘探局
- 辛明峰** “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队仪器工程师
大庆油田有限责任公司

- 班玉东** “松科 1 井” 南孔钻井施工现场录井
03 队地质技术员
大庆油田有限责任公司
- 王炳洋** “松科 1 井” 南孔钻井施工现场录井
03 队仪器技术员
大庆油田有限责任公司
- 杨 斌** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队工程师
大庆石油管理局
- 李同润** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队技术员
大庆石油管理局
- 洪伟东** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队
钻台大班
大庆石油管理局
- 田连义** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队
机房大班
大庆石油管理局
- 张相臣** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队
电工大班
大庆石油管理局
- 于凯林** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队
泥浆大班
大庆石油管理局
- 李永刚** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队
泥浆大班
大庆石油管理局
- 李景华** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队
材料员
大庆石油管理局
- 毕乃华** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队司钻
大庆石油管理局
- 王绍峰** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队司钻
大庆石油管理局
- 苏玉坤** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队司钻
大庆石油管理局
- 贾洪庆** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队司钻
大庆石油管理局
- 任晶石** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队副司钻
大庆石油管理局
- 陈怀民** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队副司钻
大庆石油管理局
- 郑占胜** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队副司钻
大庆石油管理局
- 付东启** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队副司钻
大庆石油管理局
- 张广明** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队井架工
大庆石油管理局
- 徐国辉** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队井架工
大庆石油管理局
- 喻庆军** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队井架工
大庆石油管理局
- 许振军** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队井架工
大庆石油管理局
- 张国平** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队内钳工
大庆石油管理局
- 李建国** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队内钳工
大庆石油管理局
- 王金春** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队内钳工
大庆石油管理局
- 赵洪涛** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队内钳工
大庆石油管理局
- 蔡 祥** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队外钳工
大庆石油管理局
- 张希龙** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队外钳工
大庆石油管理局
- 蔡景学** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队外钳工
大庆石油管理局
- 高 涛** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队外钳工
大庆石油管理局
- 李 博** “松科 1 井” 南孔钻井施工 30645 队场地工
大庆石油管理局

宋晓伟 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队场地工
大庆石油管理局

毕志泉 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队泥浆工
大庆石油管理局

孟宪晋 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队泥浆工
大庆石油管理局

周 博 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队泥浆工
大庆石油管理局

宋振庆 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队泥浆工
大庆石油管理局

姚 峻 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队司机
大庆石油管理局

李双河 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队司机
大庆石油管理局

王玉涛 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队司机
大庆石油管理局

刘 浪 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队司机
大庆石油管理局

李 晶 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队发电工
大庆石油管理局

冯占龙 “松科 1 井”南孔钻井施工 30645 队实习
技术员
大庆石油管理局

代宏伟 “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队采集员
大庆油田有限责任公司

周润花 “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队采集员
大庆油田有限责任公司

王福平 “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队采集员
大庆油田有限责任公司

李 伟 “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队操作员
大庆油田有限责任公司

丛锡杰 “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队操作员
大庆油田有限责任公司

陈 旋 “松科 1 井”南孔钻井施工现场录井
03 队操作员
大庆油田有限责任公司

张秋冬 “松科 1 井”北孔钻井施工队副经理
河南省地质矿产勘查开发局

杨利伟 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队队长
大庆油田有限责任公司

毕建国 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机机长
河南省地质矿产勘查开发局

张传波 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队副队长
大庆油田有限责任公司

邹定远 “松科 1 井”北孔钻探取心工程项目部
外聘钻探技师
安徽省地质矿产勘查局

乌效鸣 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆技术
总负责人
中国地质大学（武汉）

蔡记华 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆技术负责人
中国地质大学（武汉）

王稳石 “松科 1 井”北孔钻探取心工程项目部
助理工程师
中国地质科学院勘探技术研究所

张文龙 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机
副机长
河南省地质矿产勘查开发局

董振波 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机
副机长
河南省地质矿产勘查开发局

张志明 “松科 1 井”北孔钻探取心工程项目部
助理技工
中国地质科学院勘探技术研究所

白令安 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队地质技术员
大庆油田有限责任公司

郭 宇 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队地质技术员
大庆油田有限责任公司

赵德超 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队仪器技术员
大庆油田有限责任公司

梁志勇 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队资料采集员
大庆油田有限责任公司

李铭瑜 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队操作员
大庆油田有限责任公司

刘小雷 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队操作员
大庆油田有限责任公司

佟玉刚 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队操作员
大庆油田有限责任公司

吴 楠 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队操作员
大庆油田有限责任公司

汪玉春 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队采集员
大庆油田有限责任公司

崔 光 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队采集员
大庆油田有限责任公司

王 志 “松科 1 井”北孔施工现场录井 34 队采集员
大庆油田有限责任公司

李晓芬 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆工程师
中国地质大学（武汉）

谷 穗 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆工程师
中国地质大学（武汉）

张晓静 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆工程师
中国地质大学（武汉）

刘运亮 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆工程师
中国地质大学（武汉）

孙平贺 “松科 1 井”北孔施工现场泥浆工程师

中国地质大学（武汉）

鞠新栋 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机班长
河南省地质矿产勘查开发局

贾绍鹏 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机班长
河南省地质矿产勘查开发局

杜彦通 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机班长
河南省地质矿产勘查开发局

李 强 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机副班长
河南省地质矿产勘查开发局

徐全军 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机副班长
河南省地质矿产勘查开发局

李红卫 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机副班长
河南省地质矿产勘查开发局

吴富政 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机材料员
河南省地质矿产勘查开发局

王瑶瑶 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机记录员
河南省地质矿产勘查开发局

陈 飞 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机记录员
河南省地质矿产勘查开发局

李自依 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机记录员
河南省地质矿产勘查开发局

张付涛 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机泥浆工
河南省地质矿产勘查开发局

毛克华 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机泥浆工
河南省地质矿产勘查开发局

邹建华 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机泥浆工
河南省地质矿产勘查开发局

吕青松 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机井架工
河南省地质矿产勘查开发局

姜洪源 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机井架工
河南省地质矿产勘查开发局

李志伟 “松科 1 井”北孔钻井施工钻井一号机钻工
河南省地质矿产勘查开发局

目录

序一
序二
前言
参与人员

第 1 章 松辽盆地地质概况 3

1.1 松辽盆地构造演化	7
1.2 松辽盆地构造地层特征	8
1.2.1 前裂谷期和裂谷期构造地层单元	8
1.2.2 热沉降早期地层层序	8
1.2.3 热沉降晚期地层层序	10
1.3 松辽盆地古环境、古气候研究	13
1.4 钻探的目的和意义	16
1.4.1 地层界线 and 海 - 陆地层对比	16
1.4.2 生物对陆地环境变化的响应和 深层生物圈 (化石 DNA)	17
1.4.3 陆地对大洋缺氧事件的响应和 大规模陆相烃源岩的形成	18
1.4.4 来自陆相记录的白垩纪正极性 超时	19

第 2 章 “松科 1 井”井位论证与
 选址 21

2.1 “松科 1 井”井位论证过程	22
2.2 “松科 1 井”选址	24
2.3 “松科 1 井”模拟岩性柱状图	30

第 3 章 “松科 1 井”钻探工程实施
 与岩心保存 33

3.1 钻探工程设计	34
3.1.1 钻探技术任务	34
3.1.2 钻探取心任务要求	34

3.1.3 “一井双孔”设计技术方案	35
3.1.4 钻孔结构和套管程序	35
3.1.5 钻探设备	37
3.2 超长岩心高收获率集成配套取心技术	39
3.2.1 取心工具特点	39
3.2.2 取心技术特点	40
3.2.3 定向取心技术	42
3.2.4 荧光羧化微球示踪及密闭取心 技术	45
3.2.5 水力出心技术	46
3.2.6 录井岩心标示技术和岩心描述	47
3.3 “松科 1 井”的施工组织管理	48
3.4 测井工程实施与技术	49
3.4.1 “松科 1 井”的测井设计	49
3.4.2 “松科 1 井”测井项目的实施	55
3.4.3 “松科 1 井”测井项目实施的 结果	55
3.5 “一井双孔”设计与实施完成工作量的 对比、评价	55
3.5.1 “松科 1 井”北孔工作量	55
3.5.2 “松科 1 井”南孔工作量	56
3.5.3 “松科 1 井”双孔施工质量评价	57
3.5.4 “松科 1 井”岩心深度归位	60
3.6 岩心处理方案与保存技术	66
3.6.1 钻井现场岩心处理与存放	66
3.6.2 岩心的扫描与库存	66
3.6.3 “松科 1 井”岩心的剖切、浇 铸与长久保存	66
3.6.4 “松科 1 井”岩心取样	69

第 4 章 “松科 1 井” 钻探初步科学

研究成果 71

4.1 连续岩性剖面	72
4.1.1 岩心描述的目的、意义以及方 法和原则	72
4.1.2 “松科 1 井” 岩心岩性综述	72
4.1.3 “松科 1 井” 特殊沉积及其地 质意义	76
4.2 高分辨率古地磁剖面	77
4.2.1 研究目的与意义	77
4.2.2 古地磁取样与分析	77
4.2.3 古地磁结果	79
4.3 测井剖面	80
4.3.1 测井剖面研究的目的与意义	80
4.3.2 取样与分析	81
4.3.3 初步结果	81
4.4 元素地球化学与矿物学剖面	83
4.4.1 研究目的与意义	83
4.4.2 分析方法	83
4.4.3 初步结果	83
4.5 年代地层学剖面	91
4.5.1 目的及意义	91
4.5.2 取样与分析测试	91
4.5.3 初步结果	92
4.6 地质微生物剖面	97
4.6.1 研究目的与意义	97
4.6.2 取样与分析	97
4.6.3 初步结果	98
4.7 有机地球化学剖面	102
4.7.1 研究目的和意义	102
4.7.2 取样与分析	103
4.7.3 初步结果	103
4.8 稳定同位素剖面	106
4.8.1 研究目的与意义	106
4.8.2 取样与分析	107
4.8.3 初步结果	108
4.9 旋回地层学剖面	109
4.9.1 岩石旋回地层	109

4.9.2 测井旋回地层	111
4.10 生物演化剖面	115
4.10.1 研究目的与意义	115
4.10.2 取样与分析	115
4.10.3 初步结果	115

第 5 章 “松科 1 井” 岩心描述及扫描

照片 121

5.1 “松科 1 井” 岩心描述及综合柱状图 ...	122
5.1.1 泉头组三、四段岩心描述及综 合柱状图	122
5.1.2 青山口组一段岩心描述及综合 柱状图	135
5.1.3 青山口组二、三段岩心描述及 综合柱状图	140
5.1.4 姚家组岩心描述及综合柱状图 ...	169
5.1.5 嫩江组一段和嫩江组二段岩心 描述及综合柱状图	182
5.1.6 嫩江组三段至嫩江组五段岩心 描述及综合柱状图	203
5.1.7 四方台组岩心描述及综合柱 状图	251
5.1.8 明水组岩心描述及综合柱状图 ...	274
5.1.9 泰康组岩心描述	322
5.2 “松科 1 井” 岩心扫描照片	325
5.2.1 “松科 1 井” 南孔岩心扫描 照片	325
5.2.2 “松科 1 井” 北孔岩心扫描 照片	425

参考文献 615

致谢 626

附录 627

附录 1 会议纪要	627
附录 2 “松科 1 井” 南孔取心情况表	638
附录 3 “松科 1 井” 北孔取心情况表	644
附录 4 “松科 1 井” 南孔钻井井史记录 ...	662
附录 5 “松科 1 井” 北孔钻井井史记录 ...	719
附录 6 图版	747