

喜马拉雅岩石圈构造演化
西藏地球物理文集

中国地质科学院 主编

地质出版社



喜马拉雅岩石圈构造演化

西藏地球物理文集

中国地质科学院 主编

地质出版社

内 容 提 要

本书为中法合作喜马拉雅地质考察成果的地球物理部分,共15篇论文,比较集中地报道了试验地震、磁大地电流、地磁差分、大地热流及古地磁成果。这些成果揭示了青藏高原地壳层状构造特征和低速、低阻层分布、产状特征;地壳热结构以及高原各陆块在地史中的古位置、位移方向和运动速率;探讨了青藏高原板块构造形成的程式及高原隆升的机制;为研究青藏高原地质构造、岩石圈结构、壳内低速、低阻层揭示的地壳浅部熔融体在岩浆活动、地热活动中的作用,提供了大量地球物理信息。

本书可供地学科学工作者、大专院校教师、研究生以及地质普查勘探工作者参考。

喜马拉雅岩石圈构造演化

西藏地球物理文集

中国地质科学院 主编

责任编辑:李光岑

地质出版社出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 13.5 字数: 309000

1990年2月北京第一版·1990年2月北京第一次印刷

印数: 1—750册 国内定价: 8.55元

ISBN7-116-00541-2/P·459

科目: 211-94

序

青藏高原位于亚洲大陆的南部，地处巨型特提斯-喜马拉雅构造域的东段。由于它具有独特的自然地理环境和复杂的地壳结构，长期以来就引起国际地学界的瞩目，成为地球科学家们竞相探索的对象，围绕着它的成因和某些特殊地质现象，曾经提出过这样、那样的推论和假说，不止一次地展开过激烈的论争。早在19世纪末叶，喜马拉雅山就被地质和地球物理学家当作地壳均衡论的例证；而巨型推覆构造的发现，更激发了众多地质学家深入探索的兴趣。特别是本世纪60年代以来，由于国际合作“上地幔”计划的完成和“地球动力学”计划的实施，板块构造学说的兴起，这里更被视为研究和解决造山带地质演化和大陆板块岩石圈发展模式的理想地区，和解决亚洲乃至全球构造问题的一个关键地区。这或许就是近年来国际地学界掀起“青藏高原热”的真正原因。

青藏高原是世界上形成时代最晚，面积最大的高原，总面积达200多万平方公里，平均海拔高度4500m，蕴藏有巨大远景的铬、铁、有色金属、贵金属、硼、锂等重要矿产资源。喜马拉雅山是世界上最高的山系，东西绵亘2500km，平均海拔高度6000m。青藏高原和喜马拉雅山丰富多彩的地质现象和极其特殊的构造群体组合，是举世罕见的。高原的崛起，堪称我们这个星球晚近地质时代最伟大的地质事件之一。因此，研究和查明青藏高原地质构造特征和地壳上地幔形成演化规律，查明高原隆升机理及其对环境的影响，对于本区矿产资源的勘查、开发，国土整治和环境预测以及发展地球科学理论，都具有不可忽视的意义和作用。

我国政府和各有关地质部门十分重视青藏高原的地质调查研究工作。早在50年代初期，以李璞教授为首的中国科学院西藏工作队地质组就在西藏中、东部进行了历时两年的路线地质调查。以后，地质部在柴达木盆地和川西、藏东、藏南等地，开展了石油普查和区域地质矿产的调查；中国科学院等单位在祁连山进行了路线地质调查研究工作。

青藏高原大规模的地质调查研究工作是从60年代开始的。1960—1961年、1963年和1966—1968年，中国科学院三次组织综合考察队和科学考察队，对西藏和希夏邦马峰、珠穆朗玛峰及其毗邻地区进行了地层古生物、岩石、构造等多学科的地质考察。青海、甘肃、西藏、四川、云南等省、自治区地质局在广阔地区内开展了中、小比例尺的地质调查和矿产普查，会同有关科研单位完成了除西藏以外的各个地区的1:100万（温泉幅、玉树幅、昌都幅、重庆幅等）地质矿产图件的编、测工作和若干1:20万图幅的地质矿产调查工作。中国地质科学院和四川、青海、新疆地质局在川西、西藏等地进行了区域地质综合研究和铬铁矿、石油、煤等矿产普查工作。地质部航空物探大队自1969年开始在东经88°—94°，北纬29°—33°范围内进行了1:20万的航空磁测工作。

70年代，除各有关省、自治区地质局继续在更大范围内开展中比例尺地质调查和若干矿种的普查、勘探工作以外，进行了拉萨幅、日喀则幅及西昆仑山等地1:100万的地质填图工作。中国地质科学院会同有关地质局、队在西藏、祁连山等地开展了以基性、超基性岩及铬铁矿为主的专题研究，进行了格尔木—拉萨路线地质调查和青海、川西、藏东铁、铜

矿产的专题研究。中国科学院于1973—1976年再次组织综合考察队，在藏南、藏北进行了更广泛的地质、地球物理的调查研究工作，并编撰出版了系列专著。

从1980年开始，我国各有关部门在青藏高原开展了第二轮大规模的地质和地球物理的调查研究工作。地质矿产部和中国科学院与法国科研中心进行了“喜马拉雅岩石圈构造演化”的合作研究；地质矿产部青藏高原地质调查大队对整个青藏高原及其周边地区的地质矿产开展了深入的调查研究。与此同时，地质矿产部青藏高原地质调查大队会同有关省、自治区地质矿产局加强了对已有成果的综合研究，于1980年编制出版了1:150万的青藏高原地质图，编纂出版了“青藏高原地质文集”和“青藏高原区域地层简表”等专论和专著，比较全面、系统地总结了青藏高原已经积累的地质调查和地质科学研究的丰富成果。

中法“喜马拉雅地质构造与地壳上地幔的形成演化”合作研究，是一次大规模的多学科、多工种的综合地质调查研究工作。在实际调查研究和综合分析地质、地球物理、地球化学研究成果的基础上，对青藏高原的构造特征和隆升机理进行了较系统的阐述。在此基础上，搜集研究前人和邻区资料，编撰成一套专著出版，这是中法合作研究所取得的多方面的，引人瞩目的科学成果。

在地层古生物研究方面，取得了突破性进展。完善了喜马拉雅地区和藏北申扎地区古生代地层系统，进一步证实了冈底斯地区古生界属冈瓦纳相稳定类型沉积；特别是对藏北石炭二叠纪冰海相沉积和冷水型动物群的深入研究，为冈瓦纳古陆的演化及其与欧亚古陆的分界提供了新的依据。古生代牙形石和冷水型珊瑚群的系统研究，不仅为地层层序划分和确定冈瓦纳古陆北界提供了依据，而且使本区成为当前世界上冷水型珊瑚群研究最详细的地区之一。

发现并详细研究了申扎地区奥陶—志留系界线剖面、定日志留—泥盆系界线剖面、聂拉木泥盆—石炭系界线剖面 and 古错侏罗—白垩系界线剖面。这些界线剖面地层层序完整，化石丰富，具有建立界线层型剖面所必备的地质条件。它们不仅为探讨青藏高原和特提斯—喜马拉雅构造带的地质构造演化历史提供了宝贵资料；而且为争取在我国建立某些地层的界线层型剖面，增加了候选剖面。

通过堆晶辉长岩、岩浆房、岩墙岩床群、斜长花岗岩的发现以及地层古生物学、岩石矿物学、地球化学及微构造学的深入研究，建立了雅鲁藏布江完整的蛇绿岩剖面，为我国乃至世界蛇绿岩研究提供了典型实例。

雅鲁藏布高压低温蓝闪石片岩带和冈底斯高温变质带的详细研究及其矿物组合的确定和划分，从地层、岩石矿物、地球化学以及构造等方面的证据出发，对雅鲁藏布古沟、弧、盆体系的再造，为探讨喜马拉雅及其邻区构造演化建立了理想模式。

较详细地研究了青藏高原，特别是雅鲁藏布江流域的活动构造，划分出9条近南北向的活动构造带，研究和探讨了活动构造与地震、地热、湖泊形成及第四纪矿产的关系，探讨了活动构造形成的模式和机理。

藏北申扎—纳木湖一带巨大推覆构造带的发现，班公—怒江蛇绿岩带的证实，以及对安多—东巧等地蛇绿岩岩石序列、成因、特征及相关地质构造背景的详细研究，对认识高原地壳增厚原因，探讨冈瓦纳古陆与欧亚古陆聚敛、碰撞历史及构造演化，提供了论据。

对喜马拉雅和冈底斯地区的中酸性侵入岩、火山岩以及高喜马拉雅等地变质岩进行了

较深入的研究，划分了岩带和变质相带；首次开展了系统的熔融包体研究，进一步进行了岩石同位素年代研究，提出一批可靠的测试数据，在珠穆朗玛峰和念青唐古拉地区获得1250Ma变质岩年龄（U-Pb等时线），康马岩体片麻状花岗岩485Ma、486Ma、588 Ma（U-Pb及Rb-Sr等时线）年龄数据。

对雅鲁藏布江一带蛇绿岩底部豆荚状铬铁矿的成因，提出了由原始二辉橄榄岩通过两种辉石的不一致熔融而形成的新见解。

人工爆炸地震和磁大地电流测深、地磁差分测深结果，揭示了高原地壳结构特征；探明喜马拉雅地区地壳厚度达70余公里，冈底斯地块的地壳厚度一般达60km左右，壳内存在两个低速、低阻层，地壳具有明显的层状结构；在珠穆朗玛峰一带，莫霍界面突然抬升，地壳厚度仅50km，显示喜马拉雅山并无山根；藏北普遍存在15—20km的壳幔混合层。

对中生代地层和部分古生代地层进行了古地磁的测量和研究，古地磁数据提供了冈瓦纳大陆分裂和分裂出的微板块以不同速度向北漂移以及高原地壳聚敛、缩短的证据，同时计算了各时代陆块漂移的速率。

在藏南羊卓雍错和普莫雍错第一次获得实测的大地热流数据。高的热流值（羊卓雍错为3.5HFU，普莫雍错为2.2HFU）说明喜马拉雅地区存在浅部热源体，并计算了高原隆升、侵蚀速率，为探讨青藏高原形成演化和隆升过程提供了热力学方面的证据。

这套专著分为：总论、地层古生物、蛇绿岩、中酸性岩浆岩、变质岩、人工爆炸地震测深、大地电流测深、古地磁测量及热水地球化学、活动构造等九个专题。各分册分别就有关领域的研究成果进行了全面的总结和论述。

我们编辑出版这套专著的目的，就是为对几年实际调查研究所取得的丰富资料和科学数据进行一次科学的总结，以期为青藏高原地区的经济建设和资源勘查、开发作出贡献，为发展我国地质科学事业作出贡献。专著中所总结的内容和一些结论性的认识，自然要经受历史的检验。今后的实践将会证明，其中一些认识是正确的或基本正确的，另一些认识是片面的甚至是错误的。我们希望正确的部分得到采纳和继承，错误的部分得到纠正，我们切望获得批评和指正。

李廷栋 1986年10月

前 言

地质矿产部、中国科学院和法国国家科学研究中心合作，自1980年至1982年在西藏开展了《喜马拉雅山地质构造和地壳、上地幔的形成与演化》研究。为期三年的合作研究工作中，中法科学家在工作区内共同开展了包括地层古生物、岩石学、地球化学、构造地质学、活动构造等多学科的地质调查，和包括实验地震、磁大地电流、地磁差分、天然地震活动性、古地磁、重力和大地热流测量等在内的多学科地球物理调查，取得了丰硕的科学成果。

为了更好地总结上述成果，同世界各国的地学科学家进行广泛地交流，中法双方商定于1984年6月初在成都召开《喜马拉雅地质科学国际讨论会》。来自美国、英国、加拿大、中国、法国、联邦德国、印度、意大利、瑞士、日本、土耳其的400多位科学家，在会上宣读了150篇论文。各位作者从不同的角度深入地探讨了喜马拉雅乃至青藏高原的地质构造及其与地壳上地幔的联系，以及它们的形成演化、高原隆升机制、隆升过程和现今构造运动特征。

根据会议组织委员会的决定，会后我们从收到的论文中选择了60篇论文英文稿，编辑了一本《Himalayan Geology》，将由地质出版社出版。中文稿将陆续出版。《喜马拉雅岩石圈构造演化西藏地球物理文集》是上述论文集集中的部分地球物理论文，共15篇文集比较集中地报道了中法合作开展的试验地震、磁大地电流、地磁差分、大地热流测量和古地磁研究成果；揭示了青藏高原的地壳结构、岩石圈层状构造特征、壳内低速、低阻层的分布、产状特征，地壳热结构以及高原各陆块在地史中的古位置、位移方向和运动速率；深入地探讨了青藏高原板块构造形成的程式和高原隆升的机制；为研究青藏高原地质构造和岩石圈的形成演化，提供了大量地球物理信息。

论文作者们在此感谢这次讨论会的组织委员会主席程裕祺先生、副主席叶连俊先生、G. 奥贝尔先生、G.J. 阿莱格尔先生、副主席兼秘书长李廷栋先生以及会议秘书处的工作人员，由于他们的有效工作，使讨论会得以顺利进行，并取得了圆满成功。

李光岑

目 录

前言	李光岑 (VII)
喜马拉雅山北麓—雅鲁藏布江地区人工爆炸地震探测的地壳结构	
.....高恩源 A·依尔恩等	(1)
高喜马拉雅山与雅鲁藏布江缝合线之间上岩石圈的主要特征	
.....A·依尔恩 徐忠信等	(16)
藏北色林湖—蓬错—雅安多地带的深部地震测深	
.....黄立言 王 式 A·依尔恩等	(25)
西藏高原南北走向的地壳结构模型和速度分布特征	王 式 卢德源等 (38)
青藏高原北部沱沱河—格尔木地区地壳和上地幔的结构和速度分布特征	
.....卢德源 黄立言等	(51)
西藏洛扎—那曲一带地壳与上地幔的磁大地电流测深研究	
.....袁学诚 李 立 范文科等	(63)
切割西藏雅鲁藏布江缝合带的一条磁大地电流测深剖面提供的地壳电性情况	
.....范文科 D·布瓦叶 袁学诚等	(72)
藏南的高热流	J·弗朗士多 沈显杰 康文华等 (82)
藏南高热流及其构造热演化意义	沈显杰 (93)
西藏南部地区古地磁的初步研究——兼论藏南的地质构造演化	
.....周姚秀 邢厉生 V·库尔提约等	(109)
中白垩世以来藏南的古地理与构造演化——新的古地磁资料与假说	
.....J·阿萨什 V·库尔提约 周姚秀等	(120)
西藏地磁变化异常	陈大猷 F·波朗松等 (158)
羊八井地热勘探的地磁差分 (SMD) 和磁电阻率法 (MMR) 观测	
.....陈大猷 F·波朗松等	(168)
西藏羊八井地热田地球物理场特征的研究	吴 钦等 (182)
用古地磁方法对西藏阿里地区上新世以来水平运动的初步研究	钱 方 (198)

CONTENTS

PREFACE.....	<i>Li Guangcen</i> (VI)
STRUCTURE OF THE CRUST AND VELOCITY DISTRIBUTIONAL CHARACTERISTICS IN THE UNIT BETWEEN HIMALAYAS MOUNTAIN AND THE YARLUNG ZANGBO RIVER	<i>Gao Enyuan, A. Hirn etc.</i> (15)
EXPLOSION SEISMIC CONSTRAINTS ON VELOCITIES AND ATT- ENUATION IN THE TIBETAN UPPER LITHOSPHERE	<i>A. Hirn, Xu Zhongxin etc.</i> (24)
DEEP SEISMIC SOUNDING OF SELINCUI-PENGCUO-YANGAMDO IN THE NORTH OF THE TIBET	<i>Huang Liyan, Wang Shi, A. Hirn etc.</i> (36)
VELOCITY DISTRIBUTION CHARACTERISTICS AND N-S VARIA- TION OF THE DEPTH OF THE EARTH'S CRUST IN THE TIBET PLATEAU.....	<i>Wang Shi, Lu Deyuan, A. Hirn etc.</i> (48)
STRUCTURAL MODEL AND VELOCITY DISPERSION CHARACTE- RISTICS OF THE CRUST AND UPPER MANTLE IN TUOTUO HE RIVER-COLMUD REGION NORTH OF QINGHAI-XIZANG (TIBET) PLATEAU.....	<i>Lu Deyuan, Huang Liyan etc.</i> (61)
MAGNETOTELLURIC INVESTIGATIONS IN LHOZHAG-SANGXUNG AREA, TIBET.....	<i>Yuan Xuecheng, Li Li, Pham Van Ngoc etc.</i> (70)
RELATIONSHIP BETWEEN THE EXISTENCE OF INTRACRU- STAL PARTIAL MELTING ZONE AND DEEP CRUSTAL STRU- CTURE IN SOUTHERN TIBET FROM MAGNETOTELLURIC SOUNDING RESULTS	<i>Pham Van Ngoc, D. Boyer, Yuan Xuecheng etc.</i> (80)
HIGH HEAT FLOW IN SOUTHERN TIBET	<i>J. Francheteau, Shen Xianjie, Kang Wenhua etc.</i> (92)
CRUST AND UPPER MANTLE THERMAL STRUCTURE OF TIBET INFERRED FROM THE MECHANISM OF HIGH HEAT FLOW OBSERVED IN SOUTHERN TIBET.....	<i>Shen Xianjie</i> (107)
PALEOMAGNETIC STUDIES OF THE XIZANG(TIBET) PLATEAU	<i>Zhou Yaoxiu, Xing Lisheng, V. Courtillot etc.</i> (118)
PALEOGEOGRAPHIC AND TECTONIC EVOLUTION OF SOUTHE- RN TIBET SINCE MIDDLE CRETACEOUS TIME:NEW PALEO-	

MAGNETIC DATA AND SYNTHESIS

..... *J. Achache, V. Courtillot, Zhou Yaoxiu* (156)

A GEOMAGNETIC VARIATION ANOMALY IN THE XIZANG

(TIBET) *Chen Dayou, F. Planson etc.* (167)

SMD AND MMR MEASUREMENT FOR GEOTHERMAL EXPLORATION IN THE YANGBAJAIN FIELD

..... *Chen Dayou, F. Planson etc.* (180)

THE GEOPHYSICAL EXPLORATION OF YANGBAJAIN GEOTHE-

RMAL FIELD IN THE XIZANG (TIBET) *Wu Qin etc.* (197)

PRELIMINARY STUDY OF HORIZONTAL MOVEMENT SINCE

LATE PLIOCENE BY PALAEOMAGNETIC METHOD IN ALL

AREA, XIZANG (TIBET) *Qian Fang* (205)

喜马拉雅山北麓—雅鲁藏布江地区 人工爆炸地震测深地壳结构

高思源^① 徐中信^① 王香泾^① 熊绍柏^②
黄立言^③ 付维洲^① A. 依尔恩^④ J. 诺贝尔^④
J. 魏朗特^④ G. 魏特兰日^⑤

前言

根据中法两国政府协议,中国和法国的地质、地球物理学家合作,开展了“喜马拉雅地区地质构造和地壳上地幔的形成和演化研究”。人工爆炸地震探测是其中的一项重要内容。

1981年两国科学家在西藏南部喜马拉雅山北麓—雅鲁藏布江地区,东起普莫雍湖、西至佩枯湖,东西长500km的剖面上进行了人工爆炸地震,探测地壳上地幔的结构。

一、测线位置及探测结果

根据以往的地质、地球物理资料,证明测区南北走向的地质构造和地球物理场极为复杂,而测区东西走向的地质构造是连续的,简单的。因此,1981年人工爆炸地震探测的主测线是沿东西方向布置的。主测线位于雅鲁藏布江南侧,这样可以与江北另一条东西向测

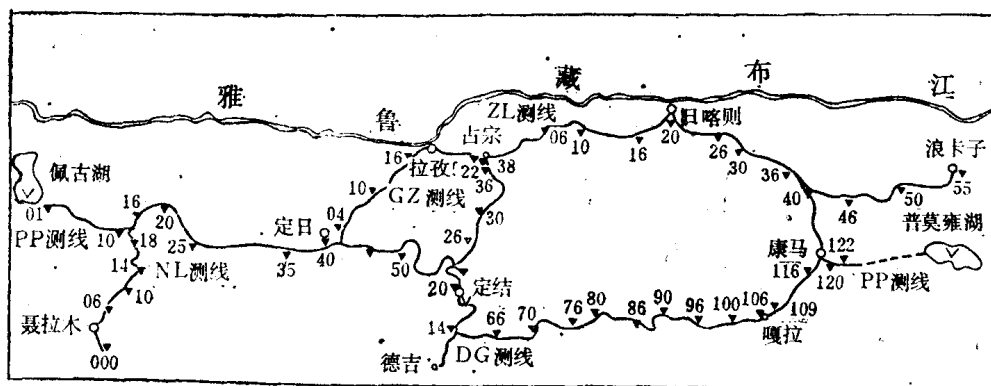


图 1 地震测线位置图
Fig. 1 Location of profiles

- ① 中国 长春地质学院
- ② 中国科学院 地球物理研究所
- ③ 中国地质科学院
- ④ 法国 巴黎地球物理研究所
- ⑤ 法国 斯特拉斯堡地球物理研究所

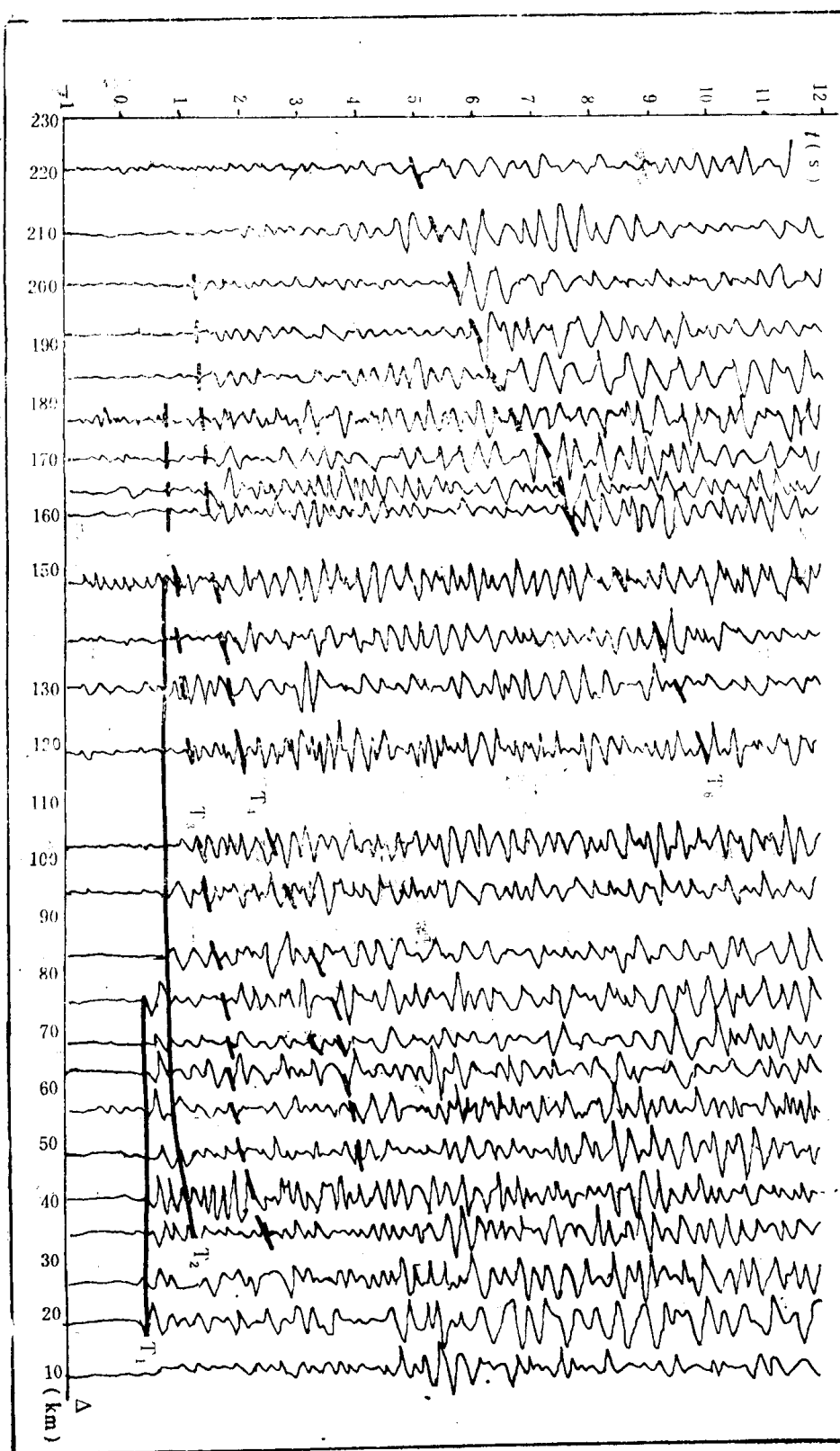


图 2 D-PP(W)定结放炮,定结以西波形剖面图

Fig. 2 D-PP(W) record section of the main line. Shotpoint at Dingjie and observed along the line west to Dingjie

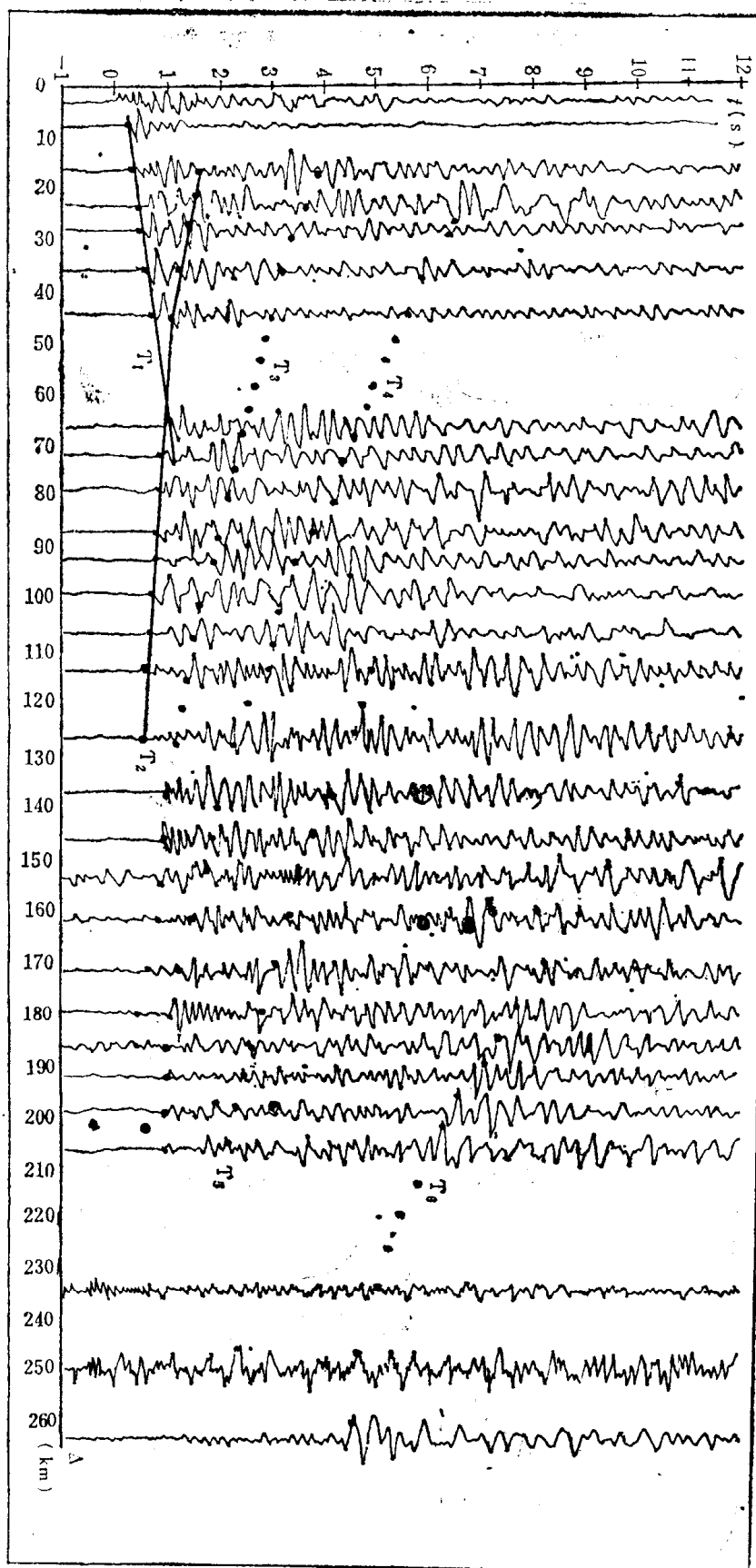


图 3 D-PP(E)定结放炮, 定结以东波形剖面图
Fig. 3 D-PP(E) record section of the main line

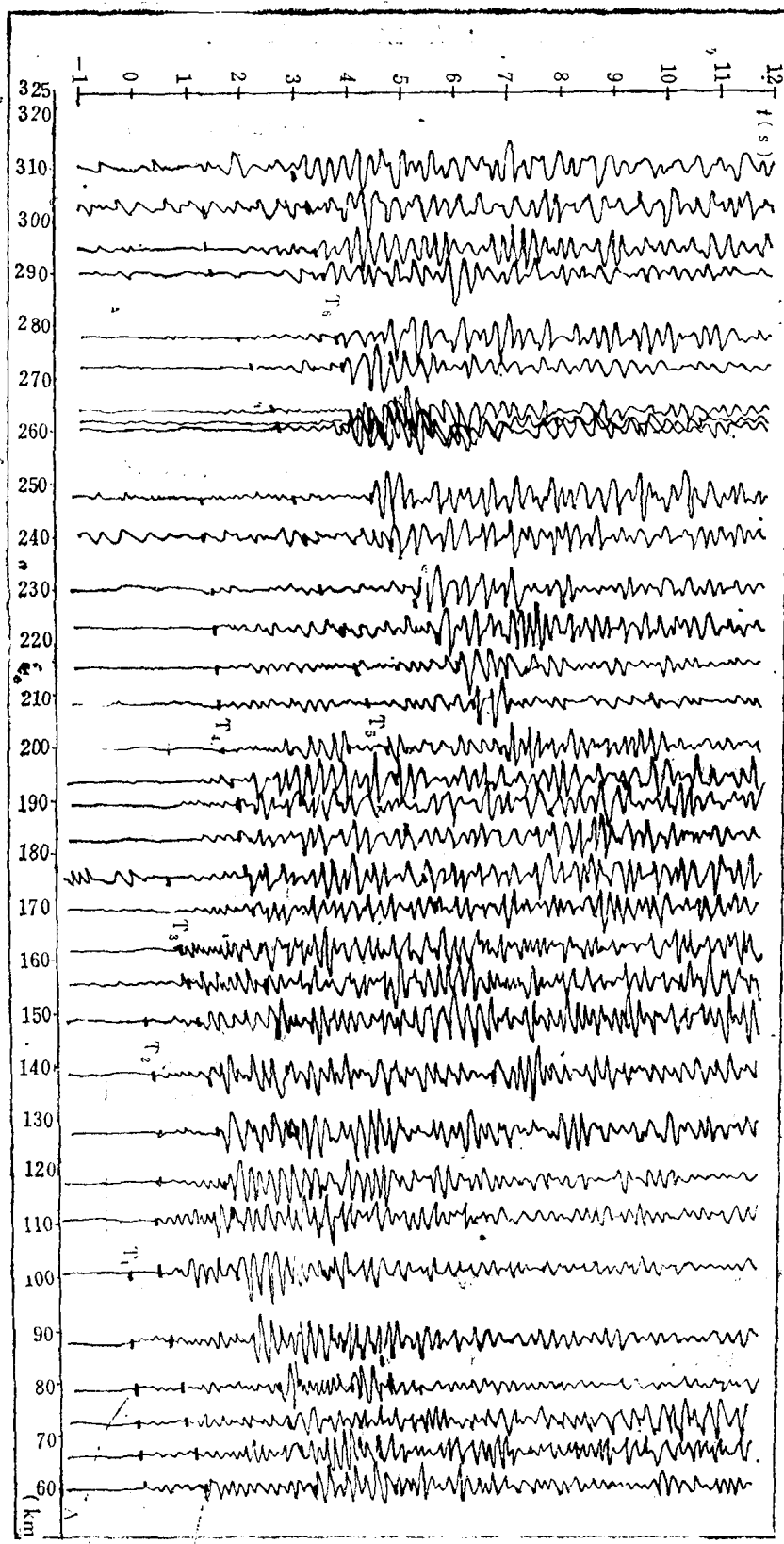


图 4 M-PP普莫雍湖放炮,主剖面波形剖面图

Fig. 4 M-pp record section of the main line. Shotpoint at Lake Pumoyongcuo

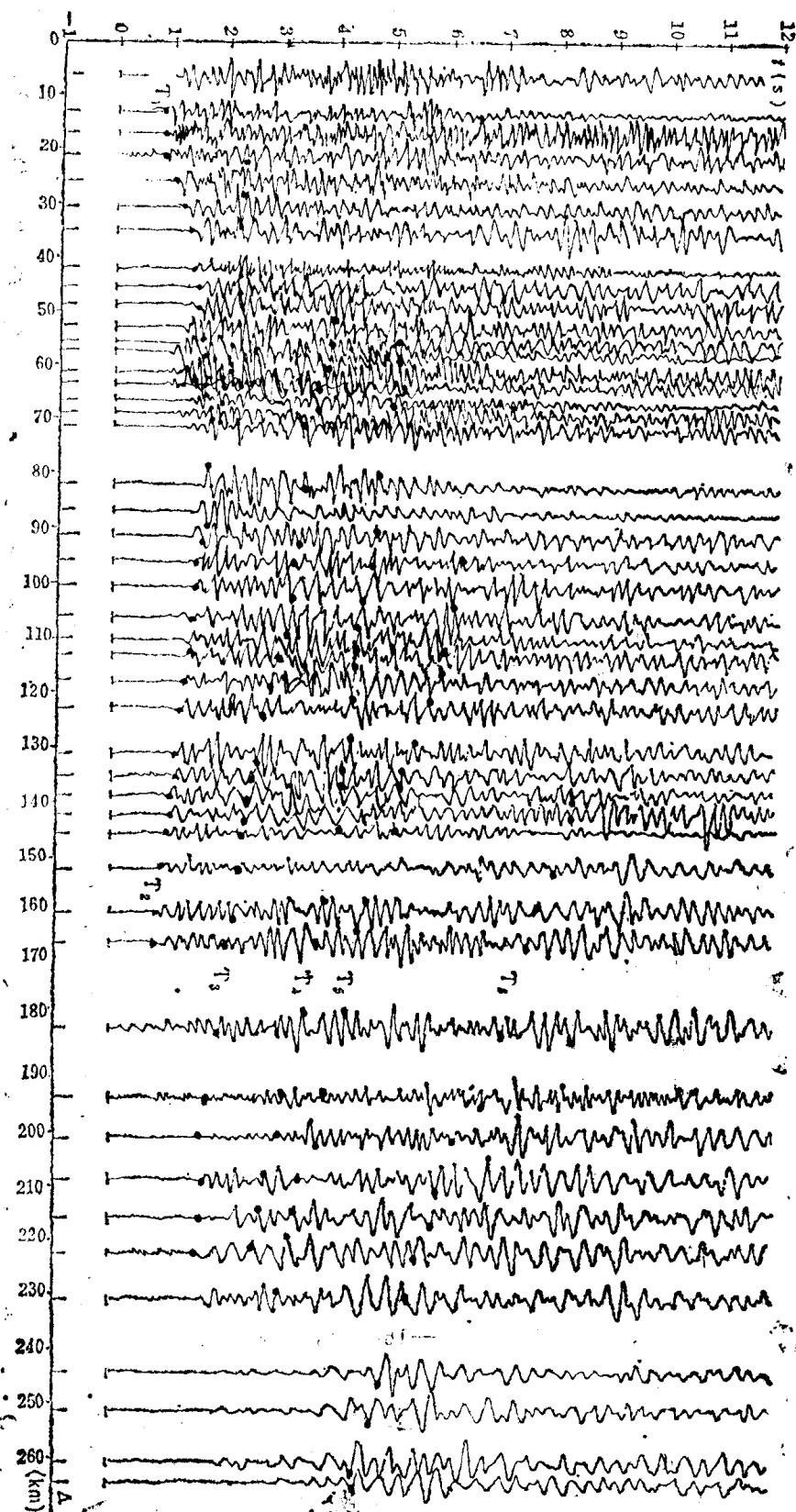


图 5 G-PP佩枯湖放炮, 主剖面波形剖面图

Fig. 5 G-PP record section of the main line Shotpoint at Lake Peigcuo

线的探测结果进行对比解释。辅助测线为若干条垂直于构造线的南北向非纵剖面。测线位置详见(图1)。

主测线由普莫雍湖—佩枯湖,为一条纵测线。辅助测线有占宗—浪卡子,纵测线有德吉—占宗;六十道班—聂拉木;定日—拉孜三条扇形剖面。

藏南地区多高山,交通极为不便,地震测线必须沿公路布置,因此,测线略为弯曲。

测地工作 观测点是采用1/10万和1/5万地形图定点,实际误差不超出 $\pm 10\text{m}$ 。爆炸点位置是用经纬仪三点交汇确定的。

接收工作 采用三方位的检波器,标准频率是2Hz。记录系统是调频,低频的单道模拟磁带地震仪。接收台站间距平均为7km。

由三个炮点激发地震波,其中佩枯湖和普莫雍湖二个点,采用湖中放炮,定结炮点采用井中爆炸的方式。三个炮点共进行八次爆炸,均采用组合爆炸方式,最大药量为10t,最小药量为2t。

在八次激发时有三百多个观测点接收。在这些地震记录中,根据不同测线,组成12张波形剖面图。主测线的4张波形剖面图编号为:

- ① D-PP(W) 波形剖面图,是定结爆炸,定结以西的接收段记录(见图2)。
- ② D-PP(E) 波形剖面图,是定结爆炸,定结以东的接收段记录(见图3)。
- ③ M-PP 波形剖面图是普莫雍湖爆炸的接收段记录(见图4)。
- ④ G-PP 波形剖面图是佩枯错爆炸的接收段记录(见图5)。

二、波形剖面图的分析及有效波的对比

主测线上的四张波形剖面图: D-PP(W)、D-PP(E)、M-PP 和 G-PP,从宏观上看,深部对应的震相是很明显的、同相轴光滑;浅中部对应的震相也是容易识别出来有效波。根据广角反射的理论和实测走时曲线的特征,细致分析震相,在波相剖面图上能比较清楚的识别出六个反射波同相轴: T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 和 T_6 ,相对应的反射界面是 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 。各震相的特点分述如后:

T_6 震相能量强、频率低,波形清晰。临界点距离是200km左右,临界点附近的波初动明显。追踪距离长,可对比距离达140km。 T_6 震相经分析和计算认为是来自莫霍界面的反射波。

T_5 震相 每张波形剖面图上都不很明显。经过细致的对比在 D-PP(E)、G-PP和M-PP的剖面图上,均有显示。 T_5 是地壳下部的一个界面的反射波。

T_4 震相 在主测线的波形剖面图上能识别出来。特点是,在近炮点的地震波,能量强;远炮点的波初至清楚。临界点约在150—160km。同相轴光滑,显示为向上凹。 T_4 反射波是来自地壳中部的反射界面。

T_3 震相 具有 T_4 反射波的动力学特点,运动学上存在时间差,因此,也是较容易识别的反射波。临界点在100—130km之间。 T_3 是地壳上部的一个强反射界面的地震波。

T_2 和 T_1 震相 虽然不如 F_3 震相容易识别,细致分析对比仍能认出有效波,勾出同相轴。D-PP(E) 波形剖面图上 T_1 及 T_2 是明显的。M-PP波形剖面图上 T_1 和 T_2 都不够清楚。 T_1 波为沉积岩层底部的反射波。 T_2 是浅部地壳中一个界面的反射波。

总的来说,主测线上的四张波形剖面图中的 T_6 震相,是来自莫霍界面,这一结论是很清楚的,其反射波走时曲线特征突出,对比最为可靠。其余各震相都有独特的特征,可以连续对比识别出来,是来自地壳不同界面的反射波。

三、深部地震资料的计算解释方法和结果

在深部地震资料的计算解释上我们采用了四种正反演方法进行解释。

1. 首先、采用反演的“剥皮法”。方法是考虑了地球表面的弯曲情况。利用均匀介质内,球对称折射定律,经过转化推导出一个重要函数 $V_0(R_0, P)$:

$$V_0(R_0, P) = \frac{R_0 \cdot \sin i_0}{P}$$

再依据反射波的运动学理论,可以得出另一个重要函数 $V_0(R_0, T)$:

$$V_0(R_0, T) = \frac{R_1 \cos i_1 + R_2 \cdot \cos i_2 - 2R_0 \cos i_0}{T}$$

式中: $V_0(R_0, P)$ 与 $V_0(R_0, T)$ 为待求反射界面的速度函数。 R_1 、 R_0 、 R_2 和 i_1 、 i_0 、 i_2 分别为震源、反射点、观测点到地球球心的半径和对应点的入射角、反射角、出射角。 P 是射线参数。

实际计算解释时,在识别对比出来的反射波同相轴上,取出一系列震中距 Δ_i 和对应的走时 T_i ,按上述函数的公式编成计算程序(称PLUCH程序),进行计算 $V_0(R_0, P)$ 和 $V_0(R_0, T)$,并绘成两簇曲线,求出交点即可知道第一个反射界面的深度和速度。

计算顺序是先算最上层的深度和速度,从上至下逐层计算,相当逐层剥去的计算,故称“剥皮法”。计算下层时把上覆所有层简化为一个等效层,减去这层的影响,再来求取下层的深度和速度。

剥皮法的解释精度与识别出来的反射波同相轴数据准确程度有关。对比出来的同相轴不正确时,两簇曲线分散,交点不好;计算层不均匀或界面倾斜过大,都影响曲线簇聚交程度,降低解释精度。

用剥皮法对主测线上的波形剖面图,进行识别对比取得的反射波计算结果,交点明显,效果较好。见图6、7和图8。

图6,为D-PP(W)剖面图上 T_3 的剥皮法计算解释(剥去上层)成果图。 $V_0(R_0, P)$ 与 $V_0(R_0, T)$ 两曲线簇的交点 R_3 ,纵座标为界面深度 H_3 ,是18km,横座标速度值 V_3 ,为6.1km/s,即是界面 R_3 的值

深度: $H_3 = 18\text{km}$

速度: $V_3 = 6.1\text{ km/s}$

图7,是D-PP(W)剖面图上 T_4 的剥皮法计算解释(剥去上层)成果图。图上曲线簇的交点,纵座标为 R_4 界面深度,横座标是速度值,即:

深度: $H_4 = 33\text{ km}$

速度: $V_4 = 6.3\text{ km/s}$

图8,是D-PP(E)剖面图上 T_5 的剥皮法计算解释成果图。图上两曲线簇的交点,纵座标为 R_5 界面深度,横座标是速度值、即