

GENETIC MECHANISM AND
DEVELOPMENT OF
DEEP KARST GEOTHERMAL SYSTEM IN
THE UPLIFT ARCH ZONE OF
CANGXIAN COUNTY, HEBEI PROVINCE

河北沧县台拱带 深部岩溶地热系统 成因机制及开发利用

齐俊启 王卫民 李学文 著
牛小军 王晓军 边凯

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

河北沧县台拱带深部岩溶 地热系统成因机制及 开发利用

齐俊启 王卫民 李学文 著
牛小军 王晓军 边凯

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

河北沧县台拱带深部岩溶地热系统成因机制及开发利用 / 齐俊启等著.
—北京:北京理工大学出版社,2020.4

ISBN 978 - 7 - 5682 - 8308 - 3

I. ①河… II. ①齐… III. ①岩溶 - 地热系统 - 成因 - 研究 - 沧县②岩
溶 - 地热系统 - 资源开发 - 研究 - 沧县③岩溶 - 地热系统 - 资源利用 - 研
究 - 沧县 IV. ①P314.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 049929 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 13.25

彩 插 / 6

字 数 / 198 千字

版 次 / 2020 年 4 月第 1 版 2020 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 52.00 元

责任编辑 / 张海丽

文案编辑 / 张海丽

责任校对 / 杜 枝

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

《河北沧县台拱带深部岩溶地热
系统成因机制及开发利用》

参 编 人 员

齐俊启	王卫民	李学文	牛小军	王晓军
边 凯	李文彬	李如刚	邢青春	赵福生
王东明	牛 飞	郭永宣	孙贵生	赵建国
赵金举	董广智	牛志强	张宏亮	李晓磊
张俊超	郝丛杰	赵永强	沈石凯	马振磊

前言

地热能是蕴藏在地球内部的一种清洁低碳的热能资源，地热资源的开发利用对有效改善生态环境具有重要意义。深部热储地热资源属于战略性接替能源，自20世纪70年代以来，美国、英国、法国、德国、日本、澳大利亚等国家先后开展了深部热储（包括干热岩）研究工作。我国深部热储研究起步较晚，但近几年发展较快，目前全国已有多省开始了深部热储资源科学钻探。我省环境形势十分严峻，大气污染防治任重道远，减少化石能源的使用，加快深部热储资源的勘查开发势在必行。

目前，针对浅部热储开展了大量地质勘查工作，对浅部地质、水文地质条件有了较为深刻的认识，而对深部热储的赋存特征研究不足。究其原因，深部钻探勘查风险大、成本高是深部地热开发的最大障碍，致使深部热储研究程度较低，也是阻碍地热发电产业发展的主要因素。

为了推动我省深部地热资源开发利用，河北省煤田地质局水文地质队对河北省中部平原沧县台拱带进行了大量的大地电磁测深工作，在对深部地热资源研究和潜力评估的基础上，成功完成了京津冀首个深部热储参数孔，孔深4 025.82 m，取得深部温度场一系列物性参数。通过该工作，初步了解了研究区内深部地热资源的空间分布状况，了解了施工区断裂构造的赋存状况；查明了参数孔4 km以浅的地层层序；揭穿了蓟县系地层，终孔层位为长城系高于庄组，发现了长城系中温热储层，4 004.93 m 温度达107.56℃，出口水温103.50℃，可以广泛应用于发电、供暖、养殖、洗浴等。

献县地热田位于河北省中部平原沧县台拱带，研究区内以北东及北北东向断

裂构造为主，东部边界构造为沧州—大名深断裂，南部为无极—衡水大断裂，西部为次一级断裂，构成了与冀中台陷的分界线。已有研究表明，该区域地热田地热资源丰富，地热流体温度较高。研究区平原地下水受补径排及构造条件的控制，在半封闭或封闭状态下形成 Cl—Na 型地下水。由于研究区深部地热资源研究程度较低，导致地热资源开发利用较难，其关键在于深部热储成藏及形成情况尚不清楚，亟须深入研究该区域地热田的成藏机制。

献县地热田地热资源丰富，利用地热流体携带的信息，间接了解深部热储温度、岩石特性、地热流体运动过程所发生的物理化学过程，经过与深部热储的地球物理探测结果和极少量钻孔直接揭露结果的佐证，加强对深部地热系统水文地球化学过程及成因模式的认识。本次地热研究为推动地热经济的发展和京津冀绿色能源的利用具有重要的现实意义，也对本地区干热岩资源深度判断、区域地热研究及深部热储开发问题的解决具有重要意义。

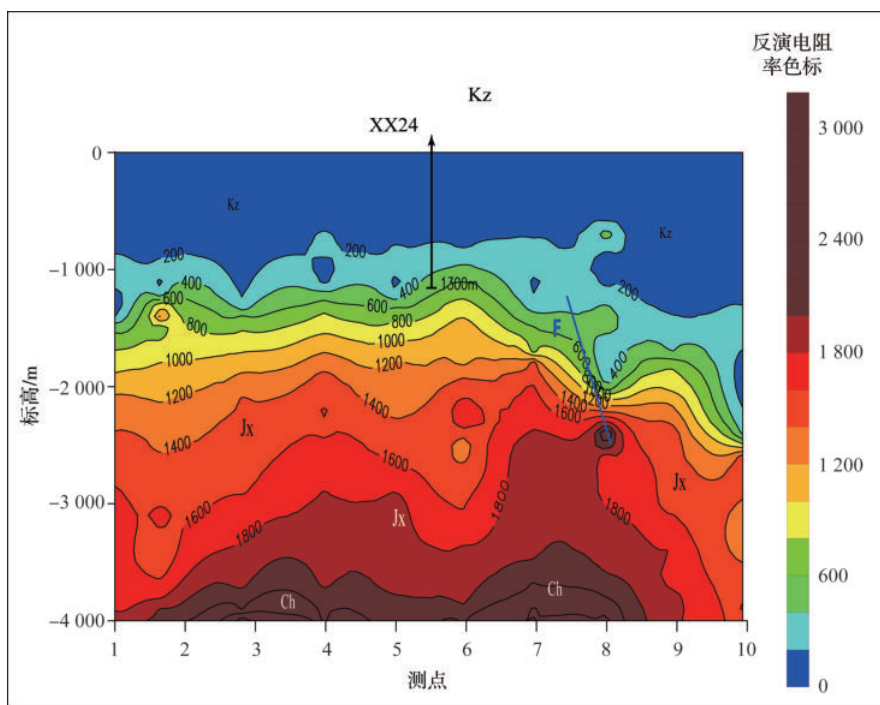


图 2-1 A 线反演电阻率断面图

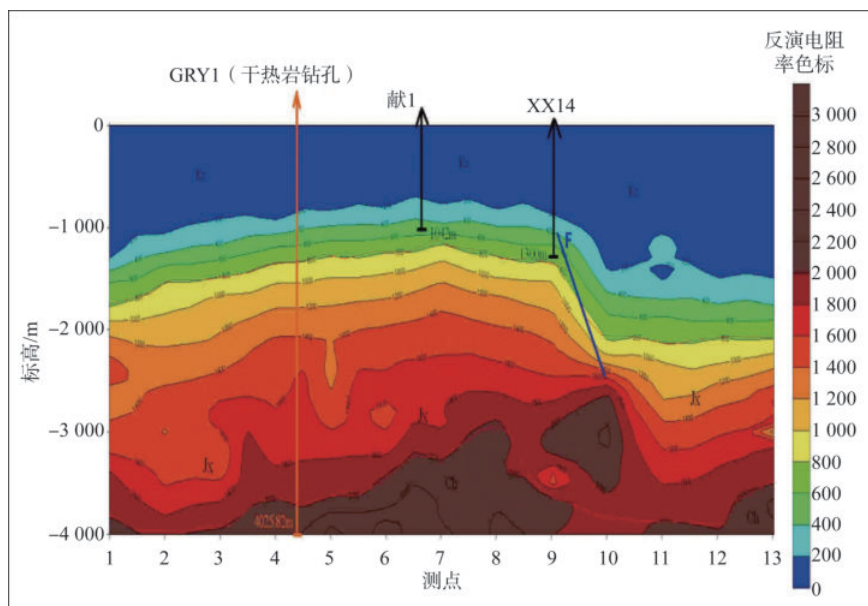


图 2-2 B 线反演电阻率断面图

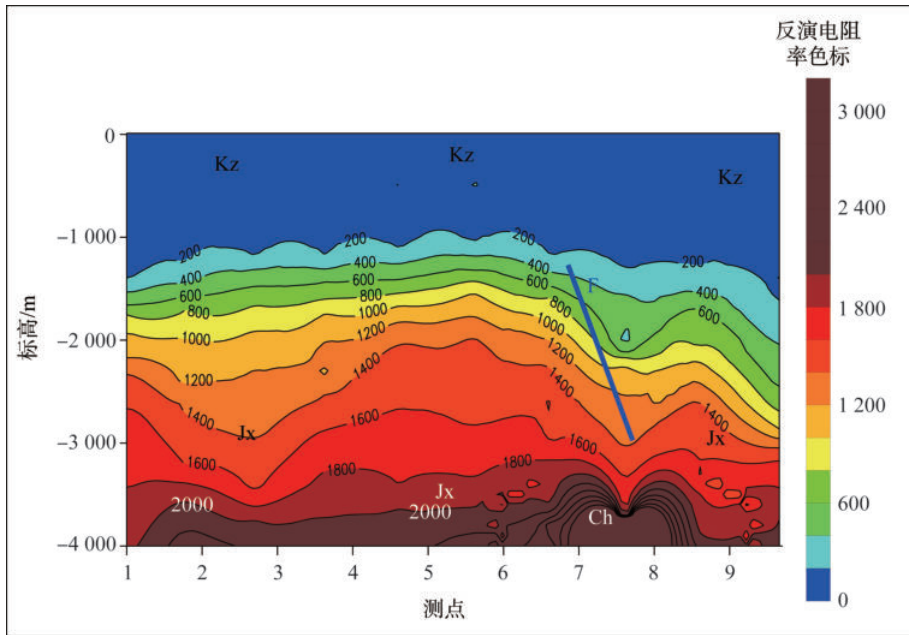


图 2-3 C 线反演电阻率断面图

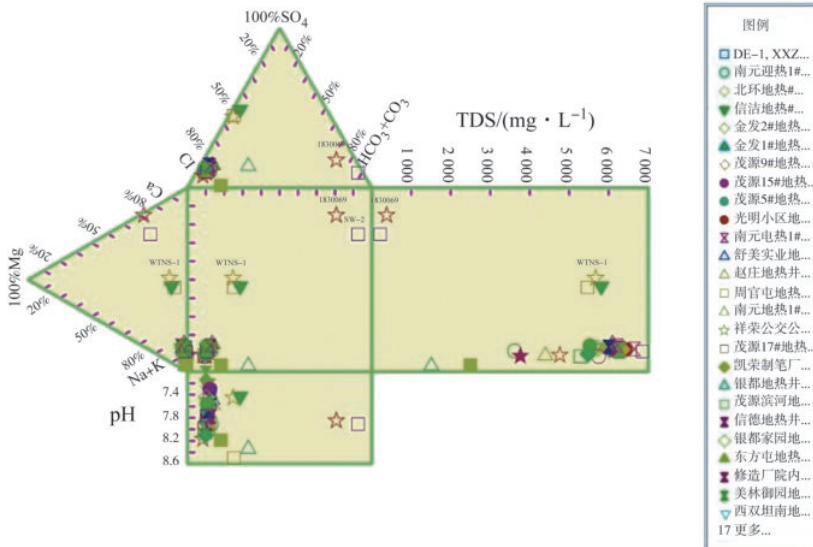


图 4-1 研究区地热流体 Durov 图

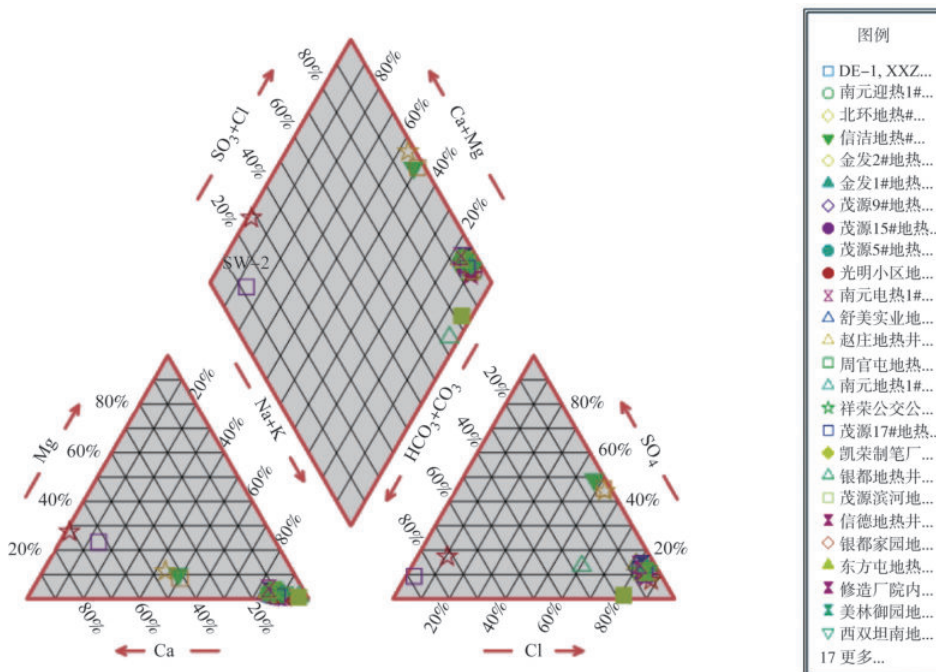


图 4-2 研究区地热水 piper 图

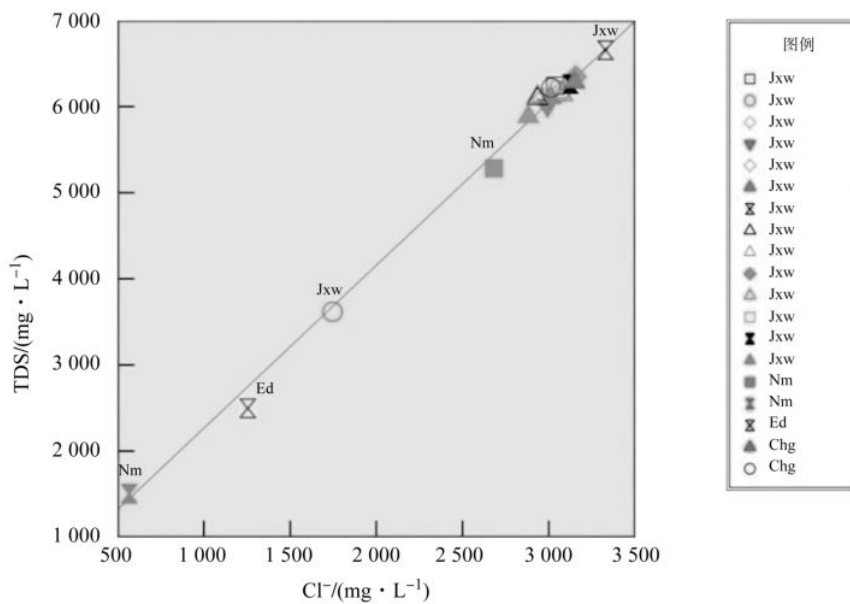


图 4-3 研究区不同热储层地热水 Cl^- 与 TDS 关系图

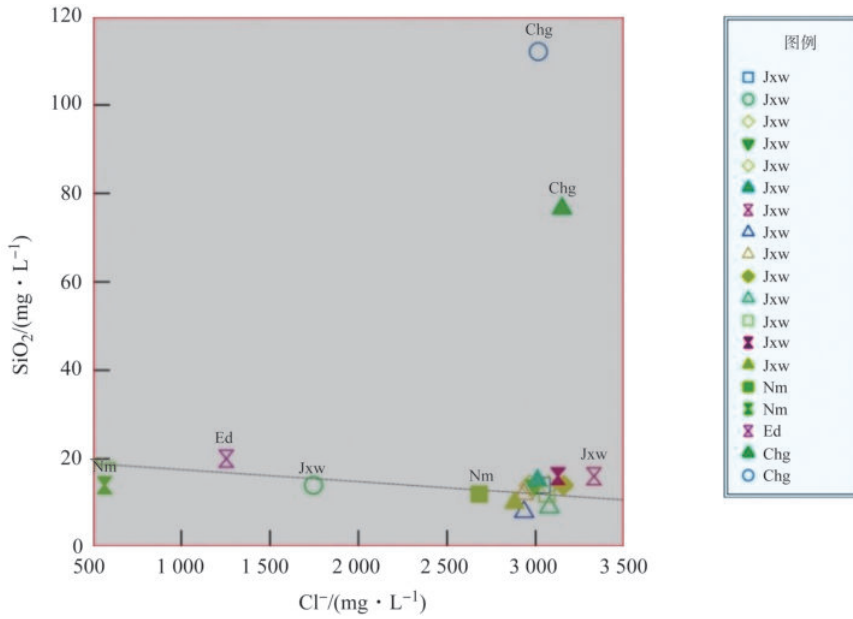


图 4-4 研究区不同热储层地热水 Cl^- 与 SiO_2 关系图

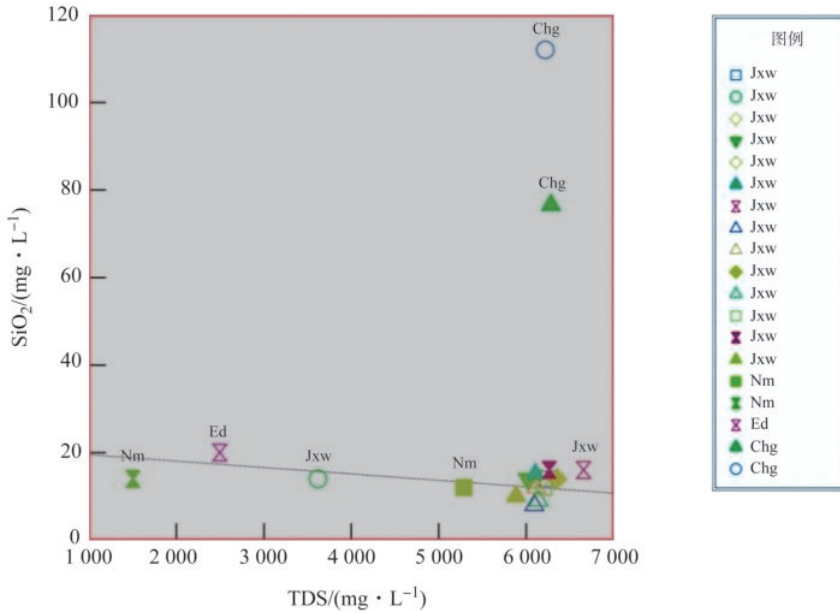


图 4-5 研究区不同热储层地热水 TDS 与 SiO_2 关系图

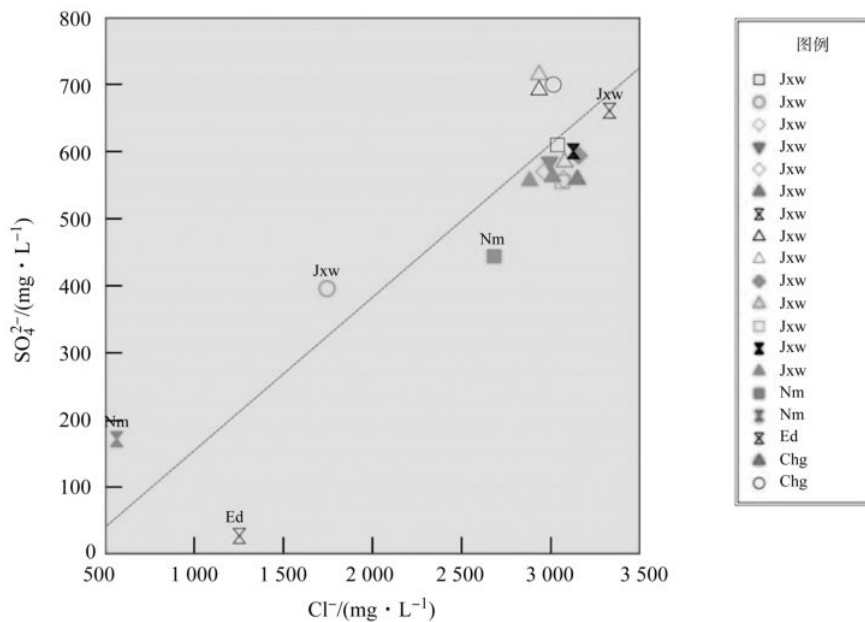


图 4-8 研究区不同热储层地热水 Cl^- 与 SO_4^{2-} 关系图

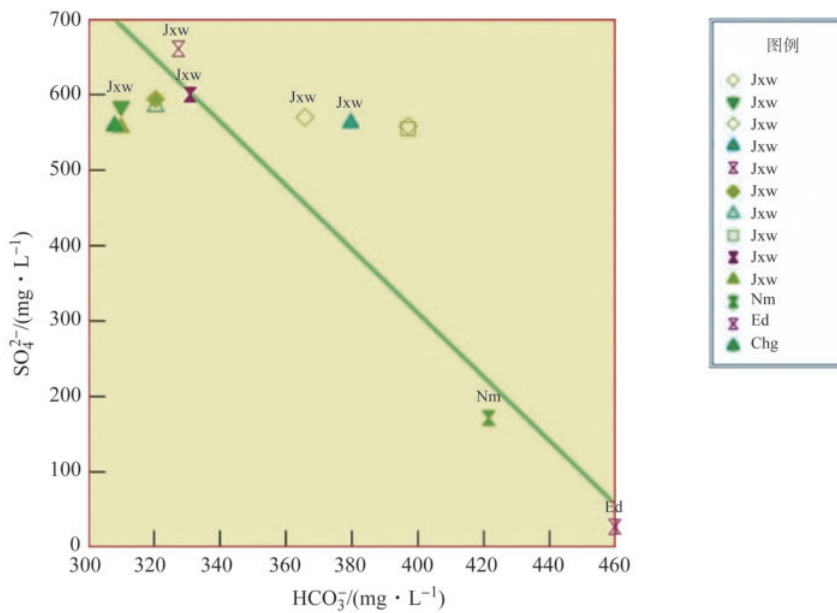


图 4-9 研究区不同热储层地热水 HCO_3^- 与 SO_4^{2-} 关系图

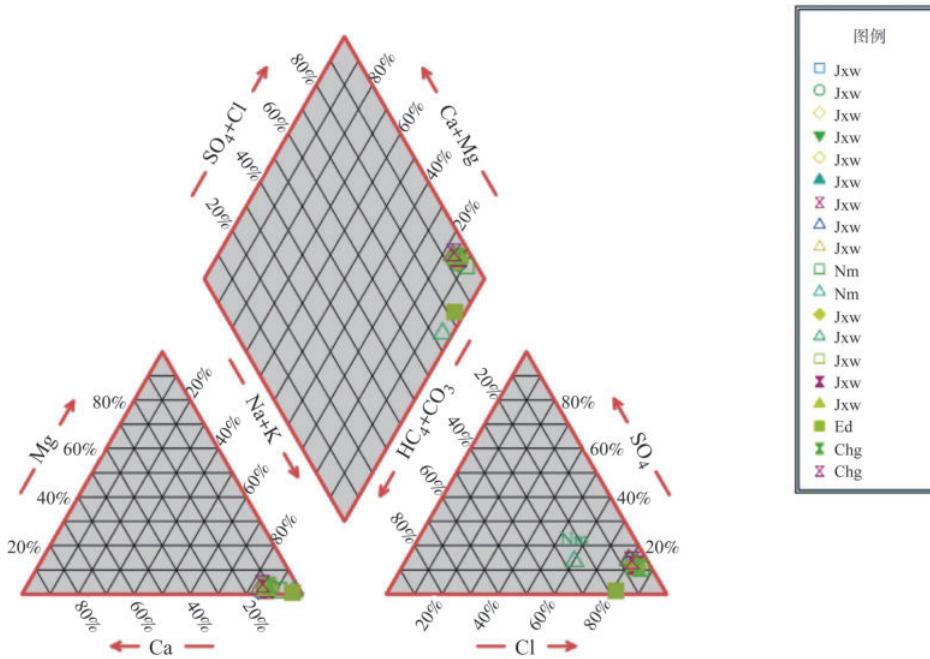


图 4-10 研究区不同热储层地热水 piper 图

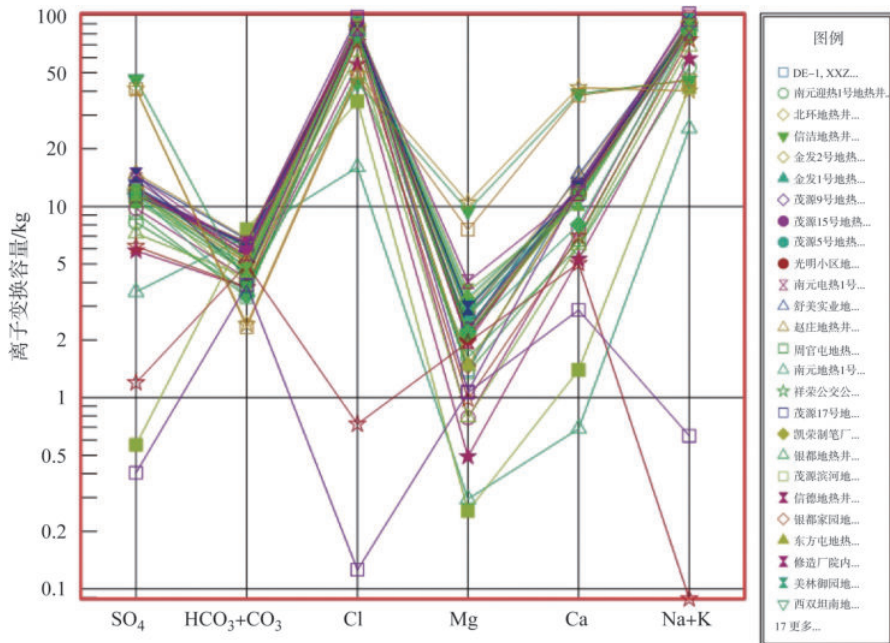


图 4-11 研究区主要离子 Schoeller 图

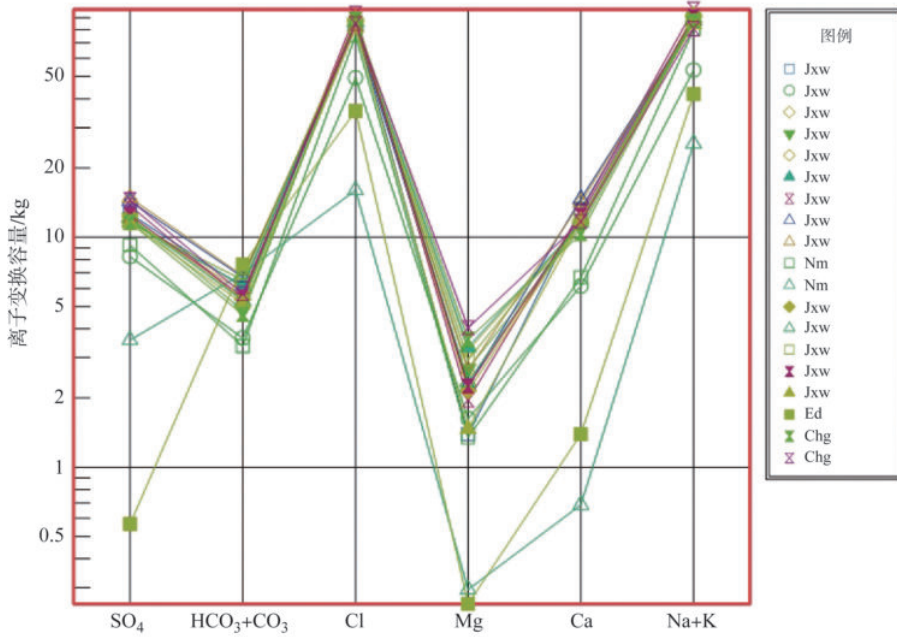


图 4-12 研究区不同热储层主要离子 Schoeller 图

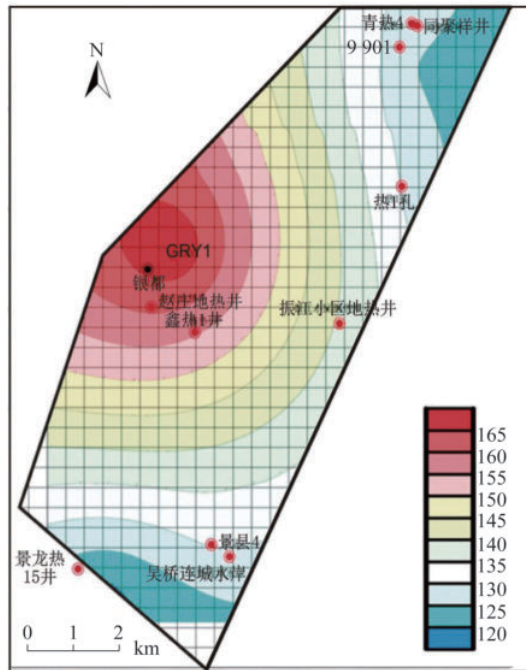


图 8-3 研究区 5~6 km 以浅干热岩资源量估算图

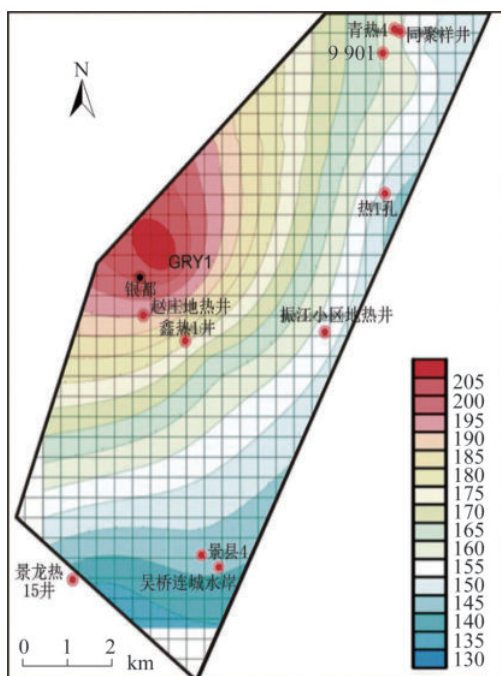


图 8-4 研究区 6~7 km 以浅干热岩资源量估算图

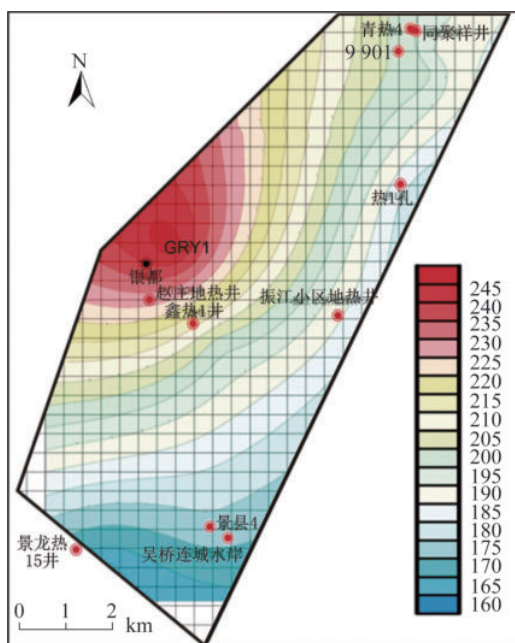


图 8-5 研究区 7~8 km 以浅干热岩资源量估算图

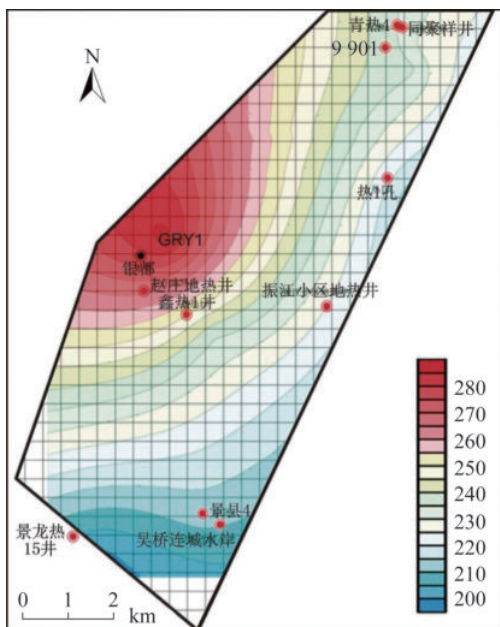


图 8-6 研究区 8~9 km 以浅干热岩资源量估算图

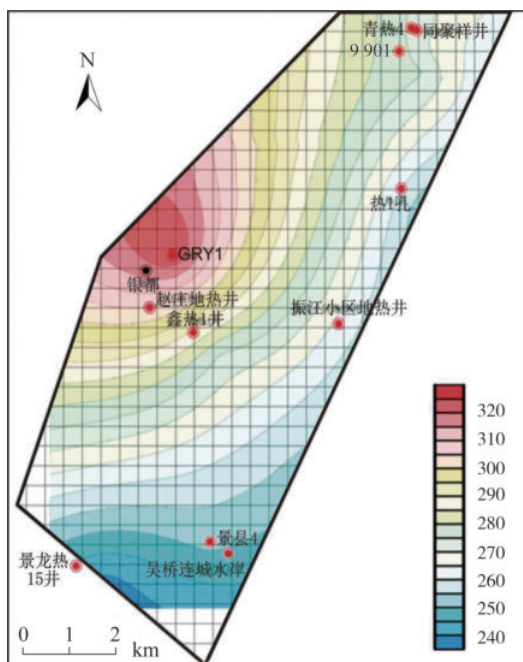


图 8-7 研究区 9~10 km 以浅干热岩资源量估算图

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 研究现状和存在的问题	2
1.2.1 国内外发展研究现状及发展动态分析	2
1.2.2 存在的问题	4
1.3 研究内容与技术方法	5
1.3.1 研究目标	5
1.3.2 研究内容	5
1.3.3 技术方法	6
1.4 本书研究工作的特色及创新之处	7
2 区域地质概况及探查	8
2.1 自然地理概况	8
2.1.1 地形地貌	8
2.1.2 水文	9
2.1.3 气象	9
2.1.4 社会经济概况	10
2.2 大地电磁测深	10
2.2.1 大地电磁测深的目的及规程规范	10
2.2.2 电磁测深内容及测深结果	10
2.3 钻探工作	15