渤海湾盆地现今地温场研究

作者姓名：邓金花 专业班级：2013040204 指导老师：左银辉

# 摘 要

目前我国针对渤海湾盆地现今地温场的各构造单元对比研究比较薄弱，故本文主要在研究主要构造单元现今地温场的基础上，对渤海湾盆地现今地温场进行研究。笔者通过对大量渤海湾盆地各构造单元分析的文献期刊的调研，对渤海湾盆地主要构造单元的岩石热导率、生热率、地温梯度、大地热流的分布特征进行研究讨论。总结得出了该盆地主要坳陷的现今地温场分布特征，并对各坳陷的现今地温场差异及其主控因素进行了研讨。研究表明，渤海湾盆地新生界的岩石热导率整体分布特征表现为：临清坳陷的平均岩石热导率最高，济阳坳陷与渤中坳陷次之，冀中坳陷最低。渤海湾盆地在纵向上的岩石生热率整体分布情况为：在沉积盖层中，中生界明显高于其他地层，而古生界相对较低；在岩石圈中，上地壳明显较高。在横向上，新生界的平均岩石生热率的分布整体表现为：济阳坳陷的平均岩石生热率最高，其次是渤中坳陷，冀中坳陷的平均岩石生热率最低。渤海湾盆地的现今地温场具有介于构造活动区和构造稳定区之间的中温型盆地的特征。盆地现今地温梯度平均值为 34.03°C/km ，其中，济阳坳陷的平均地温梯度最高，黄骅坳陷、辽河坳陷次之，渤中坳陷最低；其大地热流平均值为 64 mW/m2，其中， 济阳坳陷的大地热流值最高，辽河坳陷和黄骅坳陷略低于济阳坳陷，其次是冀中坳陷、渤中坳陷，临清坳陷最低。渤海湾盆地现今地温场的分布情况主要受区域地质构造、深部地壳结构（地壳的厚度）以及沉积盖层的厚度、火山活动和岩浆活动等因素的控制。

关键词：渤海湾盆地；岩石热导率；岩石生热率；地温梯度；大地热流

**The research of Bohai Bay basin Present geothermal fields**

Abstract：At present, the comparative study on the tectonic units of the present geothermal

fields in the Bohai Bay Basin is relatively weak, therefore, this paper mainly studies the present geothermal fields of the Basin on the basis of studying the present geothermal fields of the main tectonic unit. In this paper, the authors studied the rock thermal conductivity, heat generation rate, geothermal gradient and heat flow distribution of the main tectonic units in the Bohai Bay basin by investigating the literature journals analyzed in a large number of structural units in the Basin. This paper summarizes the distribution characteristics of the present geothermal fields in the main depression of the basin, and discusses the difference between the present geothermal fields and its main controlling factors in each depression. The results show that the rock thermal conductivity of the Cainozoic in the Bohai Bay Basin is characterized by: The average rock thermal conductivity of Linqing Depression is the highest, the Jiyang Depression and the Bozhong Depression are the second, and the Jizhong Depression is the lowest. The overall distribution of the heat production rates in the longitudinal direction of the Bohai Bay basin is: In the sedimentary caprock, the Mesozoic is significantly higher than other strata, while the Paleozoic is relatively low; in the lithosphere, the upper crust is significantly higher. In the horizontal direction, the distribution of the average rock heat production rates of the Cenozoic is as follows: The highest in the Jiyang Depression, followed by the Bozhong Depression, and the lowest in the Jizhong Depression. The present geothermal fields in the Bohai Bay Basin is a moderate temperature basin between the tectonic activity area and the tectonic stability zone. The average geothermal gradient of the basin is 34.03 °C/km, and in which, the Jiyang Depression is the highest, followed by the Huanghua Depression and the Liaohe Depression, The lowest in the Bozhong depression; The average heat flow is 64 mW/m2, among them, the Jiyang Depression is the highest, the Liaohe Depression and the Huanghua Depression are slightly lower, followed by the Jizhong Depression and the Bozhong Depression, Linqing Depression is the lowest. The distribution of the geothermal fields in the Bohai Bay Basin is mainly controlled by regional geological structure, deep crustal structure (thickness of crust) and thickness of sedimentary cover, volcanic activity and magmatic activity.

Key words：Bohai Bay Basin; Rock thermal conductivity; rock thermal rate; geothermal gradient; heat flow

目 录

[摘 要 I](#_bookmark0)

[Abstract II](#_bookmark1)

[第 1 章 前 言 1](#_bookmark2)

* 1. [研究目的及意义 1](#_bookmark3)
  2. [研究现状及存在的问题 1](#_bookmark4)
  3. [主要研究内容 2](#_bookmark5)
  4. [主要研究思路及技术路线 2](#_bookmark6)
  5. [完成的主要工作量 2](#_bookmark7)

[第 2 章 区域地质概况 4](#_bookmark8)

* 1. [地理位置 4](#_bookmark9)
  2. [构造演化及构造划分 4](#_bookmark10)
     1. [区域构造演化 4](#_bookmark11)
     2. [构造单元划分 7](#_bookmark12)
  3. [岩浆活动 8](#_bookmark13)

[第 3 章 渤海湾盆地热物性参数研究 10](#_bookmark14)

* 1. [各坳陷岩石热导率特征 10](#_bookmark15)
     1. [冀中坳陷岩石热导率 10](#_bookmark16)
     2. [济阳坳陷岩石热导率 11](#_bookmark17)
     3. [临清坳陷岩石热导率 12](#_bookmark18)
     4. [渤中坳陷岩石热导率 13](#_bookmark19)
     5. [各坳陷岩石热导率的分布特征 13](#_bookmark20)
  2. [各坳陷岩石生热率特征 14](#_bookmark21)
     1. [冀中坳陷生热率 15](#_bookmark22)
     2. [济阳坳陷生热率 15](#_bookmark23)
     3. [渤中坳陷生热率 15](#_bookmark24)
     4. [各坳陷生热率的分布特征 16](#_bookmark25)

[第 4 章 渤海湾盆地现今地温场研究 17](#_bookmark26)

* 1. [地温梯度的分布特征 17](#_bookmark27)
  2. [大地热流的分布特征 18](#_bookmark28)

[第 5 章 渤海湾盆地现今地温场的主控因素 20](#_bookmark29)

* 1. [区域地质构造对现今地温场的控制 20](#_bookmark30)
  2. [深部地壳结构及沉积盖层厚度对现今地温场的影响 20](#_bookmark31)
  3. [火山活动与岩浆活动对现今地温场的影响 22](#_bookmark32)

[结论 24](#_bookmark33)

[致谢 25](#_bookmark34)

[参考文献 26](#_bookmark35)

[附表 1 29](#_bookmark36)

[附表 2 38](#_bookmark37)

[附表 3 39](#_bookmark38)

# 第 1 章 前 言

## 研究目的及意义

现今地温场是研究古地温场演化的最后一幕，是研究盆地热史以及恢复盆地古地温模式的基础和前提。有机成油理论认为，盆地的现今地温场在生烃源岩的形成、油气的运移和聚集及成藏等重要进程中扮演着极其重要的角色，对于油气资源勘探和盆地热史恢复研究起着决定性作用[1-2]。从上世纪70年代始，在探讨油气盆地的构造演化过程中， 地温场就已经是一项重要研究的内容[3-5]。分析盆地的现今地温场，对地区的油气评价及油气勘探具有十分重要的意义，而且还是区域的构造热史、沉积盆地的形成与演化研究等相关基础问题的探讨的一种重要的研究依据和手段[6-9]。

渤海湾盆地是中国大陆内华北地区最主要的油气生产区之一，是典型的中、新生代沉积叠合盆地。从中生代中期至今，由于渤海湾盆地的岩石圈结构经过了多期次的延伸， 从而导致盆地有着极其繁杂的油气勘探条件以及各式各样的油气藏。二十世纪80年代以来，随着渤海湾盆地油气资源勘探的进一步展开，积累了许多新的地温资料[10-17]，目前已有诸多学者对渤海湾盆地的各个构造单元的现今地温场有了一定的研究，但尚未对渤海盆地主要构造单元的地温场分布差异以及现今地温场的主要控制因素进行深入的研究。因此，研究渤海湾盆地的现今地温场差异分布，及其主要控制因素对该区域的构造热史恢复及油气资源评价具有极其重要意义。

## 研究现状及存在的问题

自上世纪 80 年代至今，含油气盆地的现今地温场研究一直是油气资源勘探领域中探讨的热点[16-21]。现今地温场分布主要受盆地的地质构造背景、岩石圈结构、地层的岩性、盆地的地层性质等因素的控制，其研究方法主要是通过对钻井温度数据、岩石的主要热物性参数等资料的研究，分析并讨论渤海湾盆地的现今地温场分布特征（如不同构造单元的现今地温梯度差异、大地热流差异等）。

许多学者对渤海湾盆地各构造单元的现今地温场作过一定的研究，积累了大量的地温梯度、大地热流及主要热物性参数等数据[21-28]。结果表明，渤海湾盆地的地温梯度一般为 24.0～55.0°C/km ，平均为 34.7±3.5°C/km ，大地热流平均值为 64.4±8.1mW/m 2，接近于我国大陆地区的平均值（63.0mW/m2）和全球大陆平均值（63.0～65.0mW/m2）[23,31]。

就各坳陷而言，济阳坳陷的地温梯度平均为 36.0±4.9°C/km ，大地热流约为

65.8±5.4mW/m 2 [13-14] ；冀中坳陷的地温梯度约为 32.4±4.2°C/km ，大地热流平均为

61.1±9.4mW/m 2 [25] ；临清坳陷的地温梯度平均约为 31.1±2.5°C/km ，大地热流约为

60.4mW/m2；辽河坳陷的地温梯度平均为 34.7±3.5°C/km ；黄骅坳陷的地温梯度平均值约为 33.6±2.3°C/km 。渤海湾盆地的现今地温场在一定程度上也受盆地内隆坳相间分布的构造格局的影响，与深部岩石圈结构密切联系，盆地的构造模式整体上具有隆起区较高、而坳陷区较低的特征。

如上述所言，前人只是针对盆地某一构造单元进行的深入研究，目前为止，尚未有学者对渤海湾盆地各个构造单元的现今地温场差异进行综合研究。故本论文主要通过研究渤海湾盆地主要构造单元的现今地温场特征，研究得出该盆地的主要热物性参数（岩石热导率、生热率）、现今地温梯度以及大地热流的整体分布差异，从而进一步研讨渤海湾盆地现今地温场的主要控制因素。

## 主要研究内容

（1）总结归纳不同构造单元的地层岩石热导率剖面；

（2）总结归纳不同构造单元的地层生热率剖面；

（3）对比分析不同构造单元的现今地温梯度和大地热流差异；

（4）研讨渤海湾盆地现今地温场的主控因素。

## 主要研究思路及技术路线

在对渤海湾盆地的区域地质构造背景及其构造演化的研究成果和现今地温场的主要研究内容及方法有一定理解的基础上，对该地区主要构造单元的现今地温场相关的文献期刊等资料进行调研整理，总结归纳出各个构造单元的现今地温场分布特征，并研究分析其现今地温场分布差异及其主要控因素。具体技术路线如图 1-1。

## 完成的主要工作量

本次论文从资料整理到撰写完成经历了半年的研究，完成文献整理和阅读 50 余篇，

共收集整理测试数据 1000 余个，对渤海湾盆地地主要构造单元的现今地温场分布情况及其主控因素进行了系统的分析讨论，具体的工作量见表 1-1。

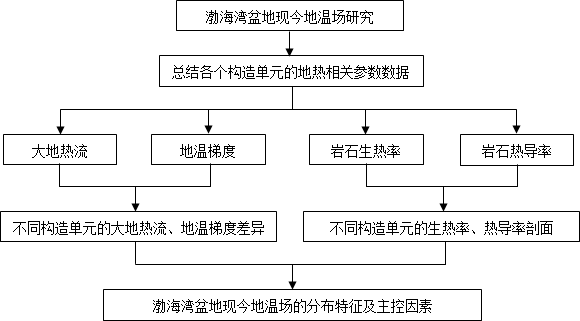


图 1-1 技术路线图

表 1-1 完成的主要工作量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 工作量 |
| 1 | 查阅相关文献 | 中文：46 篇 英文：6 篇 |
| 2 | 收集的岩石热导率数据 | 350 个 |
| 3 | 收集的岩石生热率数据 | 38 个 |
| 4 | 收集的地温梯度数据 | 295 个 |
| 5 | 收集的大地热流数据 | 521 个 |
| 6 | 开题报告 | 1 篇 |
| 7 | 文献综述 | 1 篇 |
| 8 | 外文翻译 | 1 篇 |
| 9 | 地层岩石热导率剖面 | 4 幅 |
| 10 | 地层岩石生热率剖面 | 3 幅 |
| 11 | 渤海湾盆地主要坳陷平均地温梯度柱状图 | 1 幅 |
| 12 | 渤海湾盆地主要坳陷平均大地热流柱状图 | 1 幅 |
| 13 | 毕业论文 | 1 篇 |

# 第 2 章 区域地质概况

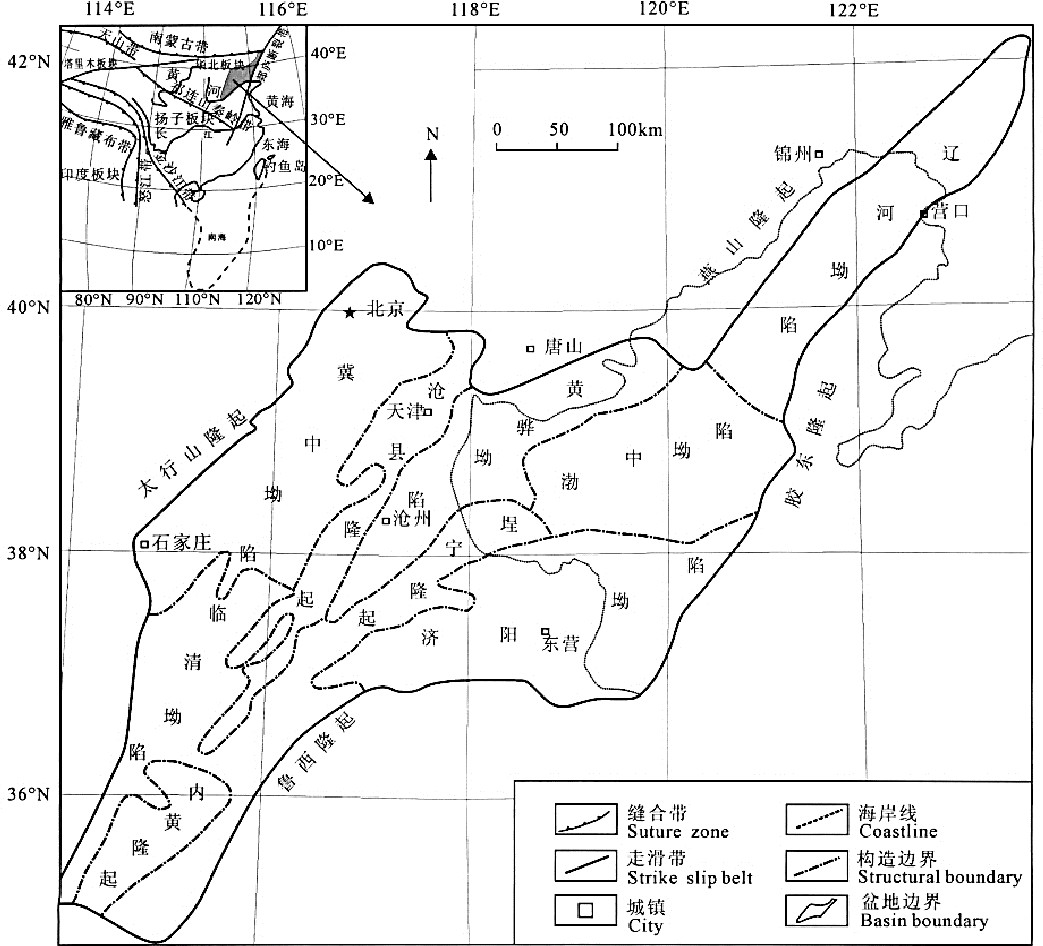
## 地理位置

渤海湾盆地是我国东部华北板块中一个典型的中、新生代陆相裂谷盆地，东临郯城

－庐江断裂带，西为太行山东麓断裂带，北为燕山造山带，南为鲁西隆起，是华北克拉通破坏及岩石圈减薄的中心区域，南北长约 2600 千米，东西宽约 1200 千米，总面积

约 20×10 4 km2，其中陆地面积约 12×10 4 km2，在平面上，它呈规则的菱形几何形态。盆

地的大地构造位置如图 2-1 所示。



A

B

图 2-1 渤海湾盆地区域位置和构造单元划分（徐守余等，2005 修改）

## 构造演化及构造划分

* + 1. 区域构造演化

纵观渤海湾盆地地区的区域地质发展史，渤海湾盆地区从早到晚大致经历了四个不

同构造演化阶段：区域稳定沉积阶段（中晚元古代至古生代）、隆起褶皱阶段（中生代）、断裂凹陷阶段（古近纪）、区域坳陷阶段（新近纪至今）。以上构造演化背景下，渤海湾盆地区沉积了太古界至第四系的各个地层系列，岩性上有岩浆岩、沉积岩和变质岩等多种岩石类型。表 2-1 为渤海湾盆地地层简表。

1）区域稳定沉积阶段（中晚元古代-古生代）

在中晚元古代，渤海湾盆地主要为伸展－裂陷构造，具体以发育拗拉谷系、非造山带火山活动、较大范围的基性岩墙群上涌以及早期由变质岩组成的基底大面积隆升等为基本构造特征[41]。吕梁运动（古元古代构造期）之后，渤海湾盆地在太古界及下元古界变质岩系基底之上，沉积了一套主要由碳酸盐岩组成的中上元古界。元古代末期地台整体上隆而遭受剥蚀，至早古生代，华北板块受周边被动大陆边缘海控制，发育稳定浅海相克拉通，该地区沉积了早古生界，包括寒武系和中、下奥陶统，其岩层主要为具有厚度和岩性均较稳定的碳酸盐岩夹泥页岩。加里东运动（古生代早期的地壳运动）使华北板块整体抬升并出露地表，然后遭受达 1.3 亿年之久的风化剥蚀，使巨厚碳酸盐岩地层经历长期溶蚀和剥蚀等作用。直至晚古生代的中石炭世，渤海湾盆地区的风化剥蚀作用结束，地层开始再次沉降接受其后晚古生界的海相与陆相的交互沉积。之后，海西运动（晚古生代的造山运动）使得盆地的大部分区域又整体抬升至地表遭受剥蚀，最终导致渤海湾盆地普遍缺失三叠系。

2）隆起褶皱阶段（中生代）

隆起褶皱阶段为印支（晚二叠纪至三叠纪之间）和燕山（晚三叠纪到白垩纪）构造期，发生了强烈的隆起褶皱作用、岩浆作用与热构造作用，该构造转换期对渤海湾盆地的构造演化具有极其重要的意义。此阶段发育了一系列 NE、NNE 及 EW 向继承性张性大断裂，太行、燕山和胶辽山地上升，盆地长期隆起，遭受大量剥蚀，且出露大量变质基岩。

3）断裂凹陷发育阶段（古近纪）

在古近纪，由于喜山运动（新生代以来的造山运动）的影响，渤海湾盆地出现了较大范围、不均一的强烈的断裂构造运动，形成了区域性的断陷和隆起。根据前人的研究认为古近纪断陷期的构造演化分为 4 幕，如下：裂陷Ⅰ幕为孔店组－沙四段沉积期（55～

42Ma）；裂陷Ⅱ幕为沙三段沉积期（42～38Ma）；第一裂后热沉降阶段为沙一段—沙

表 2-1 渤海湾盆地地层简表[24]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地层序列 | | | 代号 | 厚度(m) | 简要岩性及钻遇地区 |
| 新生界 | 第四系 |  | Q | 150～660 | 黄色粘土、砂质粘土夹松散的砂岩互层。呈区域性分布 |
| 新近系 |  | N |  | 属河流相分布，灰色砂岩与紫红色泥岩互层。广泛覆盖于全区 |
| 古近系 |  | E |  | 以泥岩与砂岩不等厚互层为主，夹油页岩及煤层，其中沙河街组和东营组  是很好的生油层系 |
| 中生界 | 白垩系 | 上统 | K2 |  | 红色碎屑岩夹火成岩及火山碎屑岩，仅在冀中坳陷西部及济阳坳陷部分  地区钻遇 |
| 下统 | K1 |  | 全区普遍钻遇。暗色层以冀中坳陷和临清坳陷西部较发育，有的夹煤层或  油页岩、泥灰岩。济阳、渤海、黄骅等坳陷发育火山岩 |
| 侏罗系 | 上统 | J3 |  | 中酸性火山岩、火山碎屑岩及湖相砂泥岩，局部含煤层。 |
| 中下统 | J1-2 |  | 河湖沼泽相含煤建造和河流－山麓粗碎屑岩建造，以济阳坳陷厚度较大，  其他地区一般断续分布 |
| 三叠系 | 中下统 | T1-2 | 106～900 | 以紫色为主的泥页岩与灰紫、灰黄色砂岩，偶夹碳质泥岩。临清坳陷、黄  骅坳陷南部、冀中坳陷钻遇 |
| 上古生界 | 二叠系 | 上统 | P2 | 1500～  1700 | 上部为杂色泥岩与紫灰、浅灰色砂砾岩；下部为深灰色泥岩与浅灰、灰白色砂砾岩夹煤层。全区普遍钻遇 |
| 下统 | P1 |
| 石炭系 | 上统 | C3 | 50～350 | 上部为灰黑色泥岩、粉砂岩夹煤层及薄灰岩；下部为黑色泥岩、粉细砂岩、薄层灰岩；底部见铝土层，全区普遍钻遇 |
| 中统 | C2 |
| 下古生界 | 奥陶系 | 中统 | O2 | 474～895 | 顶部以厚层灰岩为主，夹泥灰岩、角粒状结构的钙质白云岩；中部以白云质灰岩、白云岩、钙质白云岩为主，夹角砾状白云岩及燧石结核；下部为竹叶状灰岩、钙质页岩。全区普遍钻遇 |
| 下统 | O1 |
| 寒武系 | 上统 | ∈3 | 403～978 | 上部为灰黑色中、厚层泥质条带灰岩夹竹叶状灰岩及鲕状灰岩；中部为薄层泥质条带灰岩、鲕状灰岩、竹叶状灰岩、粉砂质页岩；下部为紫红色薄层泥岩、白云岩、燧石条带灰岩；底部见含砾石英砂岩及赤铁矿结核。全  区普遍钻遇 |
| 中统 | ∈2 |
| 下统 | ∈1 |
| 中上元古界 | 青白口系 |  | Qn | 180～320 | 上部为泥灰岩、白云质灰岩；中部为灰岩、海绿石石英砂岩、杂色泥页岩； 下部为页岩、粉细砂岩夹泥质白云岩。冀中坳陷、黄骅坳陷北部、渤中坳  陷局部钻遇 |
| 中上元古界 | 蓟县系 |  | Jx | 1060～  2620 | 上部以白云岩及泥页岩为主，夹叠层石白云岩及燧石结核；下部为燧石条带白云岩、叠层石白云岩、碎屑白云岩；底部为含泥白云岩。冀中坳陷层  位较全，黄骅坳陷北部及辽河坳陷北端仅见下部地层 |
| 长城系 |  | Ch | 500～  1260 | 灰色白云岩、燧石条带白云岩、泥质白云岩夹页岩；下部为石英砂岩、页岩夹泥质、粉砂质白云岩。见于冀中坳陷和沧县隆起北部，辽河坳陷钻遇  其上部 |
| 下元古界  ︱  太古界 |  |  | Pt1  ︱  Ar |  | 片麻岩、变粒岩、角闪岩夹含铁石英岩、大理岩，混合岩化强烈。冀中、济阳、渤中、辽河等坳陷钻遇 |

二段沉积期（38～32.8Ma）；裂陷Ⅲ幕为东营组沉积期（32.8～24.6Ma），并由此沉积了新生代的孔店组、沙河街组和东营组三套地层[42-46]。

4）区域坳陷阶段（新近纪-第四纪）

在新近纪时期，太平洋板块向亚欧大陆俯冲带迁移，渤海湾盆地的构造背景由拉张应力环境逐渐转变为挤压环境，盆地的断裂活动逐渐减弱。在喜山运动的影响下，盆地进入统一的以坳陷为主的时期，并一直延续到第四纪。可以说，渤海湾盆地的坳陷发育阶段是在热沉降与挤压复合作用下，断陷消亡，转化为统一的沉积盆地。区域坳陷期渤海湾盆地的演化进一步可分为馆陶组沉积过程的热沉积阶段和明化镇组沉积之后的快速沉积阶段。

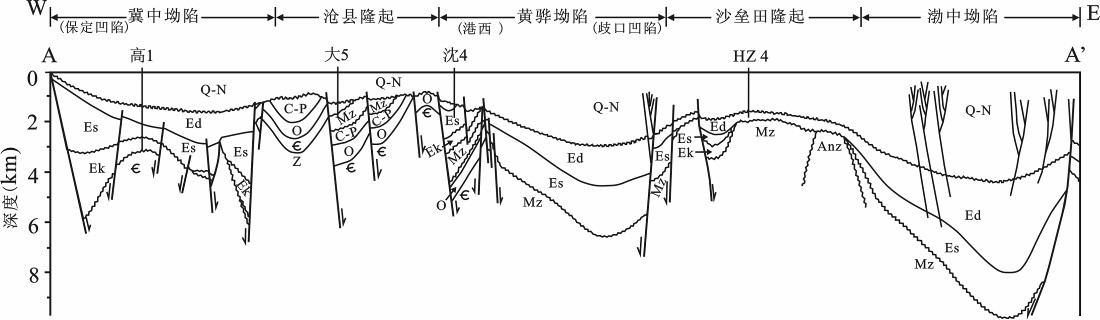
总之，在新生代，NW 向的断裂活动大大减弱，而 NE 或 NEE 向的断陷活动异常剧烈，它严格控制着新生代部分地层的沉积。新近纪之后，区域的所有地层再次整体下降，断陷活动也将随之减弱，即形成现今存在的渤海湾盆地。在新生代沉积、沉降演化过程中，渤海湾盆地的沉积中心由大陆边缘向盆地中心的迁移，故渤中坳陷的新生代沉积盖层与其他坳陷相比具有最大的厚度[32]。

图 2-2 渤海湾盆地地质剖面图[39]（剖面位置见图 2-1）

* + 1. 构造单元划分

燕山期以来发育的 NE、NNE、EW 向等三组主要的断裂带，控制了渤海湾盆地的构造发展过程。以主要的断裂带为边界，把整个渤海湾盆地分割成了大小不等的若干正向或负向构造单元，形成多凸多凹、凹凸相间的构造格局，主要包括辽河坳陷、渤中坳陷、济阳坳陷、黄骅坳陷、冀中坳陷、临清坳陷六个主要坳陷和沧县隆起、埕宁隆起、内黄隆起三个主要隆起等一级构造单元（图 2-1）。渤海湾盆地区具有十分复杂的内部结构，主要表现为盆中有盆、盆上有盆、盆下有盆、坳陷与断裂纵向叠置的特点[33]，并

且渤海湾盆地的各个构造单元可进一步划分出若干凹陷和凸起等三级构造单元（图

2-2）。

## 岩浆活动

中国东部的岩浆活动具有分布面积大、多期次喷发的特点，在上覆沉积盖层中均有发育，尤其是在中、新生代时期最为强烈。岩浆活动与区域的深部断裂带、构造活动密切相关，对盆地的形成及其热演化起着重要作用[47]。

渤海湾盆地区在中、新生代的岩浆活动主要源于上地幔部分熔融而形成的岩浆，岩浆侵位或喷发往往与断裂密切相关，与裂谷期的构造伸展有直接的成因关系。由于渤海湾盆地不同演化阶段的构造环境不同，所以岩浆活动的表现形式、活动强度、岩石学特征也会有所差异，正好反映了全区构造背景的差异性。与中生代相比，新生代具有大量钻探和磁测资料，这些资料揭示了该地区新生代火山岩分布情况，即古近系发育较厚的火山岩系、新近系和第四系发育多层火山岩夹层的特点，这些火山活动将受周缘断裂带的影响，沿区域地质构造伸展方向展布。虽然新生代火山岩在各坳陷区均有分布，但各地区不同层位火山岩叠合面积和厚度不同，如济阳坳陷的新生代火山岩的叠合面积大于2.85×10 3 km2，占该地区陆地面积的 11％左右（图 2-3），平均厚度约为 100m（最大厚度超过 1000m）[31]；黄骅坳陷的叠合面积约 750 km2，占盆地总面积的 8％左右[48]。

38°



起

埕子口

区

大王庄

陷

0 15 30km

凹

车镇

镇

孤岛

隆

车

化

凹 陷

沾 沾 化

宁

惠民

利津

陷

凹

凹

营

陷

东营市

八面河

埕

东

牛庄

草桥

临邑

惠

民

陷

凹

禹城

鲁

西

隆

起

北

区

潍

鲁

东隆

起

火山岩分布区 断 裂

盆地边界

区

37

117°

118°

图 2-3 济阳坳陷新生代火山岩分布图[39]

119°

渤海湾盆地的新生代火山岩大致可分为两期：第一期是古近纪火山岩，从孔店组沉

积时期到东营组沉积时期，纵向上岩浆均有分布，但存在由强变弱的趋势，即孔店组、沙四段、沙三段较强，而沙二段、沙一段、东营期较弱；另一期是新近纪火山岩，这一期较第一期明显减弱 [48]。从新近系馆陶期到第四纪平原期，盆地的岩浆活动明显由强变弱，仅在少数地区发现第四纪火山岩，表明第四纪火山活动相对较弱。

# 第 3 章 渤海湾盆地热物性参数研究

本文主要讨论的热物理性质参数包括地层的岩石热导率和放射性生热率，它们在研究渤海湾盆地的地温梯度、大地热流、构造热演化等过程中扮演着重要角色。所以，深入探讨沉积盆地的岩石热导率及生热率对渤海湾盆地的现今地温场研究具有十分重要的意义。

## 各坳陷岩石热导率特征

岩石热导率是岩石热传导的能力，是计算大地热流的最重要的参数之一。在实际研究中，由于岩石类型和地层时代等的差异，相应地层的岩石热导率需由各个样品实际测量值按照公式[31]（3-1）进行加权平均得到。

K m 

K s Ps

* K n Pn

（3-1）

式中，K s 、K n 和Ps 、Pn 分别为砂岩和泥岩的岩石热导率以及砂岩和泥岩的百分比。

前人对渤海湾盆地各构造单元已作过大量的岩石热导率测试和分析，辽河、胜利、华北、大港及中原等油田单位也开展过相关的研究，已积累了丰富的岩石热物性参数资料。本文对渤海湾盆地主要四大坳陷（冀中坳陷、济阳坳陷、临清坳陷和渤中坳陷）的岩石热导率进行了收集整理，并对其差异进行了讨论。

* + 1. 冀中坳陷岩石热导率

本次研究共收集了冀中坳陷的 154 个岩石热导率测量值（附表 1-1）。笔者根据该坳陷的岩石热导率值得出了冀中坳陷各构造层的岩石热导率（表 3-1），并做出了冀中坳陷主要构造层的岩石热导率剖面（图 3-1a）。

表 3-1 冀中坳陷主要构造层岩石热导率

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | 新生界 | 中生界 | 古生界 | 上地壳 | 中地壳 | 下地壳 | 上地幔 |
| 岩石热导率 K  （W/(m·K) ） | 1.72 | 2.04 | 3.26 | 2.3 | 2.5 | 2.5 | 3.4 |

结果显示，冀中坳陷的岩石热导率主要集中于 1.5~3.5 W/(m·K) 。由岩石热导率剖面（图 3-1）中可看出，在沉积层中，冀中坳陷的岩石热导率随着地层的层位越老，压实程度不断增强，岩石孔隙度越低，则岩石热导率越大，中、新生代沉积盆地普遍具有这一特点。相同条件下，岩性不同的样品岩石热导率值也有明显差异，一般泥岩的岩石

热导率较低。在岩石圈中，上地壳的岩性主要为变质岩，故岩石热导率明显低于古生界。

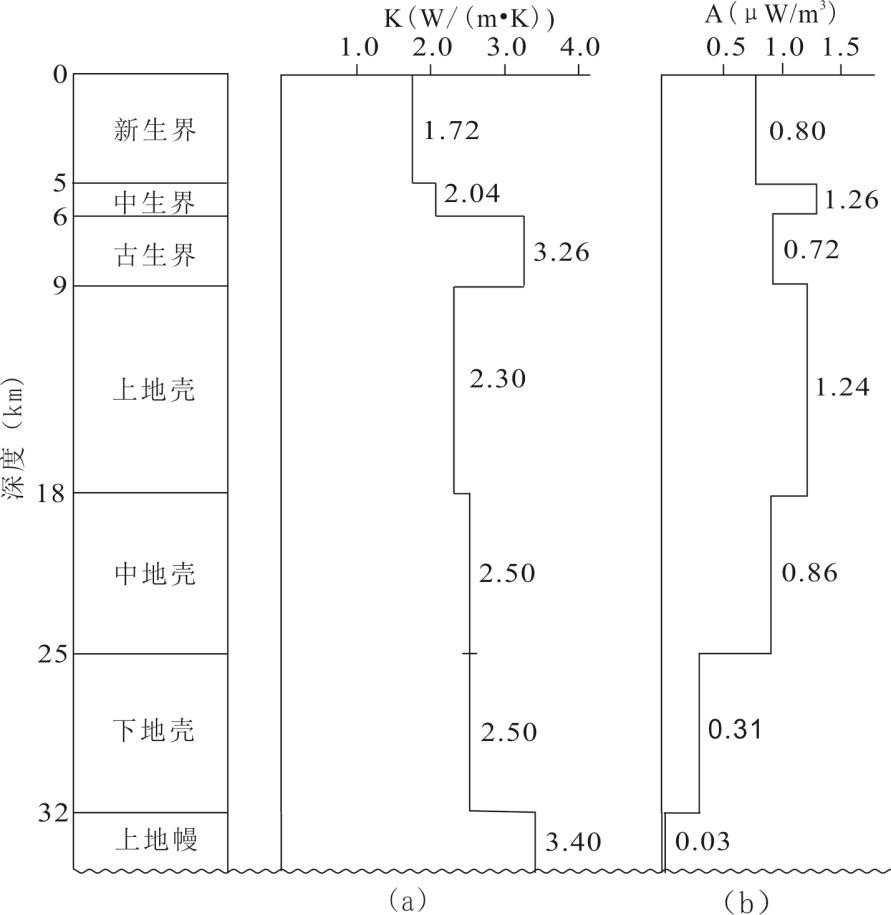
由此可推断，冀中坳陷的岩石热导率主要受地层的岩性、压实程度的控制。

图 3-1 冀中坳陷主要构造层岩石热导率（a）、生热率（b）剖面

* + 1. 济阳坳陷岩石热导率

本次研究共收集了济阳坳陷的 98 个岩石热导率值（见附表 1-2），并计算出了济阳坳陷各构造层的岩石热导率（表 3-2）。

表 3-2 济阳坳陷主要构造层岩石热导率

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | 新 生 界 | | | | | | | | 中生  界 | 古生  界 | 元古  界 | 上地  壳 | 中地  壳 | 下地  壳 |
| Nm | Ng | Ed | Es1 | Es2 | Es3 | Es4 | Ek |
| 岩石热导率 K  （W/(m·K) ） | 2.04 | 1.97 | 2.09 | 1.90 | 1.70 | 1.81 | 1.98 | 2.23 | 2.22 | 2.87 | 2.83 | 2.9 | 2.8 | 2.6 |

结果显示，济阳坳陷的岩石热导率主要分布于 1.7~3.0 W/(m·K) 。图 3-2a 显示，在沉积层中，济阳坳陷岩石热导率随着地层的年龄增加而变大，其中，古近系沙河街组

Es1～Es4 段地层岩石热导率相对较低，且变化较大，这可能与该段岩样的砂岩含量较高、成分不均一有关；在岩石圈中，岩石热导率明显随着埋深的增加而变小，是由于埋深达到一定程度时孔隙度随深度的变化受限，岩石热导率受深部岩层温度的影响较大，从而

使岩石圈的岩石热导率随深度增加而变小。由此可知，济阳坳陷的岩石热导率主要影响

因素为地层的压实程度、岩性、地温的变化。

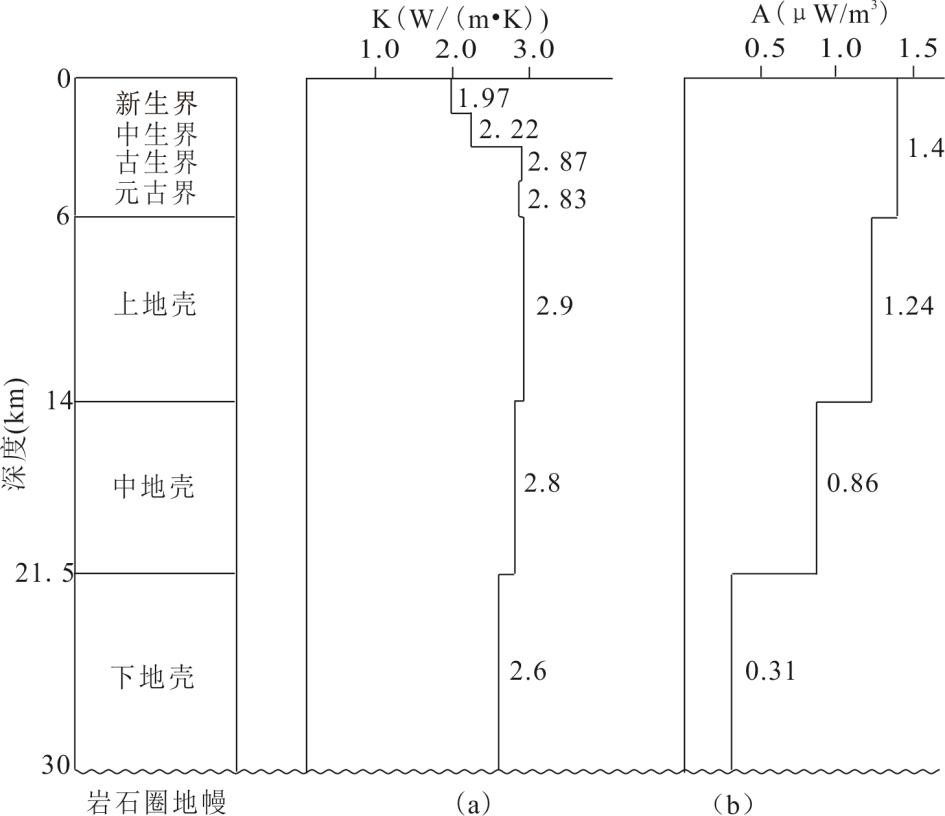


图 3-2 济阳坳陷主要构造层岩石热导率（a）、生热率（b）剖面

* + 1. 临清坳陷岩石热导率

本次研究共收集了临清坳陷的 60 个岩石热导率测量值（见附表 1-3），由于资料有限，涉及到的层位仅有新生界。根据该坳陷的岩石热导率值得出了临清坳陷各构造层的平均岩石热导率（表 3-3），并做出了该坳陷主要构造层的岩石热导率剖面（图 3-3）。

表 3-3 临清坳陷主要构造层岩石热导率

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | 新 生 界 | | | | | | | | 中生界 | 古生界 |
| Nm | Ng | Ed | Es1 | Es2 | Es3 | Es4 | Ek |
| 岩石热导率 K  （W/(m·K)） | 2.14 | 2.05 | 2.44 | 2.09 | 2.11 | 2.21 | 2.04 | 2.22 | 2.98 | 2.92 |

结果显示，临清坳陷的岩石热导率值也主要取决于岩石的岩性和时代的不同。总体上，在新生界中除东营组（Ed）岩石热导率异常升高是由于该层段泥岩含量降低外， 其它层段的岩石热导率相差不大。

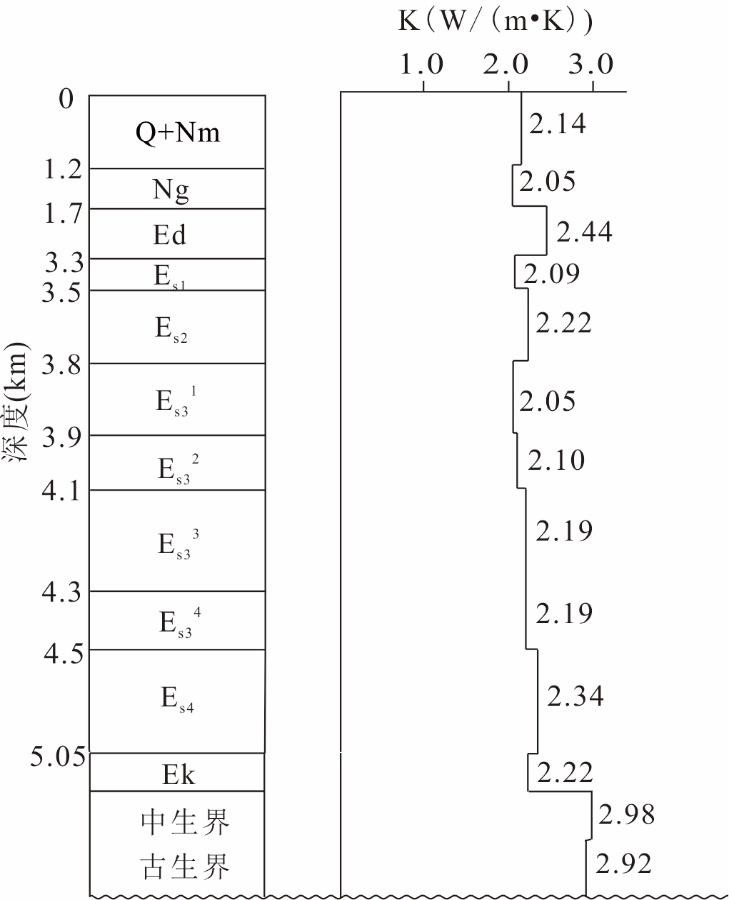


图 3-3 临清坳陷主要构造层岩石热导率剖面

* + 1. 渤中坳陷岩石热导率

渤中坳陷仅发育新生界，渤中坳陷的岩石热导率数据主要参考李文正等的研究[33]

（表 3-4）。结果显示，在沉积盖层中，渤中坳陷的岩石热导率随地层年龄增加而变大；在岩石圈中，渤中坳陷的岩石热导率随埋深的增加而不断增加。

表 3-4 渤中坳陷主要构造层岩石热导率

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | Nm＋Q | Ng | Ed | Es1+2 | Es3+4+Ek | 基底 | 上地壳 | 下地壳 | 岩石圈地幔 |
| 岩石热导率 K  （W/(m·K) ） | 2.12 | 1.89 | 2.03 | 1.95 | 2.12 | 2.5 | 2.3 | 2.5 | 3.4 |

* + 1. 各坳陷岩石热导率的分布特征

在横向上，本文主要通过对各构造单元新生界的平均岩石热导率进行差异对比（表3-5），整体上，临清坳陷新生界的平均岩石热导率最高，约为 2.2 W/(m·K) ；济阳坳陷与渤中坳陷次之，平均岩石热导率分别为 1.95 W/(m·K) 和 2.02 W/(m·K) ；冀中坳陷的平均岩石热导率最低，仅为 1.72 W/(m·K) 。

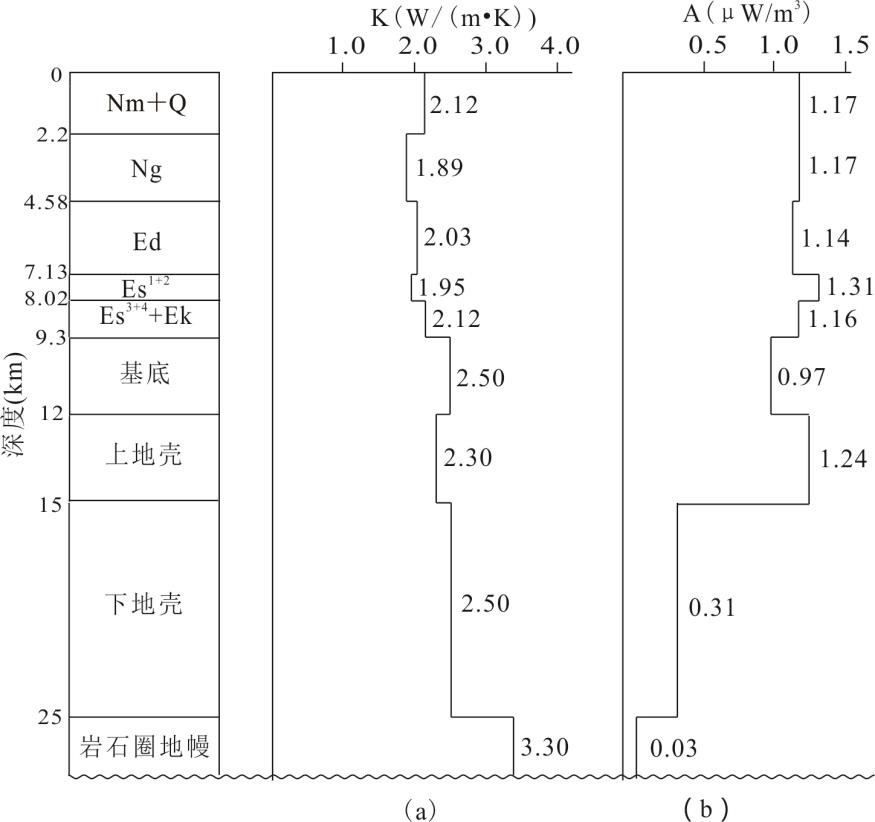


图 3-4 渤中坳陷主要构造层岩石热导率（a）、生热率（b）剖面

表 3-5 各坳陷新生界的岩石热导率差异对比

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | Nm | Ng | Ed | Es1 | Es2 | Es3 | Es4 | Ek | 平均岩石热导率  （W/(m·K) ） |
| 冀中坳陷 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.72 |
| 济阳坳陷 | 2.04 | 1.97 | 2.09 | 1.90 | 1.70 | 1.81 | 1.98 | 2.23 | 1.95 |
| 临清坳陷 | 2.14 | 2.05 | 2.44 | 2.09 | 2.11 | 2.21 | 2.04 | 2.22 | 2.2 |
| 渤中坳陷 | 2.12 | 1.89 | 2.03 | 1.95 | | 2.12 | | | 2.02 |

## 各坳陷岩石生热率特征

岩石的生热率是指单位体积岩石中所含放射性元素在单位时间由衰变所释放的能量，沉积盆地的岩石生热率只与岩石密度及铀（238U）、钍（232Th）、钾（40K）含量四个独立变量有关。在实际研究中，直接通过采集有效岩样测量 238U、232Th、40K 的含量， 然后根据公式（3-2）进行计算来确定岩石生热率，本文采用 Rybach（1976）提出的计算公式[37]：

*A*＝10-5ρ(9.52CU＋2.56CTh＋3.48CK) （3-2）

式中， *A* —岩石放射性生热率（µW/m 3）；ρ—岩石密度（kg/cm3）；CU、CTh、CK —

分别为岩石中铀含量（ppm）、钍含量（ppm）和钾含量（%）。

邱楠生（2015）等人已经对渤海湾盆地部分坳陷的生热率进行了一定的研究，故已累积了一定的生热率数据。由于资料的局限性，本文主要通过对渤海湾盆地三个主要坳陷（冀中坳陷、济阳坳陷、渤中坳陷）的现有生热率数据进行收集整理，并分析研究个构造单元的生热率差异。

* + 1. 冀中坳陷生热率

冀中坳陷的生热率数据以及主要构造层的分层数据主要参考邱楠生等的研究成果

[25,32]（表 3-5）（图 3-1b）。

表 3-5 冀中坳陷主要构造层岩石生热率

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | 新生界 | 中生界 | 古生界 | 上地壳 | 中地壳 | 下地壳 | 上地幔 |
| 生热率 A  （μW/m3） | 0.8 | 1.26 | 0.72 | 1.24 | 0.86 | 2.5 | 0.31 |

在沉积层中，冀中坳陷的中生界的岩石生热率明显高于其他地层，高达 1.26 μW/m3

（图 3-1b），是由于中生界岩性以泥岩为主，泥岩中富集了大量的放射性元素 238U、232Th、

40K，古生界的岩石生热率最低，是由古生界中灰岩的放射性元素含量较低导致；在岩

石圈中，238U、232Th、40K 主要富集在上地壳。

* + 1. 济阳坳陷生热率

本次研究在前人研究的基础上共收集整理了济阳坳陷的 38 个岩石生热率值，其涉及到的大部分地层为新生界，少数为中生界或古生界。统计结果见附表 2-1。计算了济阳坳陷各构造层的平均岩石生热率（表 3-6），并作出了济阳坳陷的生热率剖面（图 3-2b）。结果表明，济阳坳陷中生界的岩石生热率较高，而古生界较低。放射性元素 238U、232Th、

40K 主要集中在上地壳，然后通过火山喷发而带出至沉积盖层中。

表 3-6 济阳坳陷主要构造层岩石生热率

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | 新生界 | 中生界 | 古生界 | 上地壳 | 中地壳 | 下地壳 |
| 生热率 A  （μW/m3） | 1.43 | 1.51 | 1.22 | 1.24 | 0.86 | 0.31 |

* + 1. 渤中坳陷生热率

渤中坳陷的主要构造层的分层数据以及生热率数据主要参考李文正等的研究[33（] 表

3-7）。为讨论渤中坳陷的生热率情况，建立了其主要构造层的生热率剖面（图 3-4b）。结果显示，渤中坳陷的新生界不同地层的岩石生热率相差不大，沉积盖层的生热率略小于上地壳，是由于放射性元素主要赋存在上地壳。

表 3-7 渤中坳陷主要构造层岩石生热率

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构造层 | Nm＋Q | Ng | Ed | Es1+2 | Es3+4+Ek | 基底 | 上地壳 | 下地壳 | 岩石圈地幔 |
| 生热率 A  （μW/m3） | 1.17 | 1.17 | 1.14 | 1.31 | 1.16 | 0.97 | 1.24 | 0.31 | 0.03 |

* + 1. 各坳陷生热率的分布特征

渤海湾盆地的岩石生热率分布特征在纵向上整体表现为：在沉积盖层中，中生界的岩石生热率最高，是由于中生界的岩性以泥岩为主，有机质的含量相对较高，对放射性元素具有良好的吸附作用。古生界的岩石生热率相对较低，是由于古生界中灰岩的放射性元素含量较低导致；在岩石圈中，放射性元素主要赋存在上地壳，故上地壳的平均岩石生热率高于其他层段。

渤海湾盆地的岩石生热率在横向上的分布主要通过对各构造单元新生界的平均岩石生热率进行差异对比（表 3-8）。整体上，济阳坳陷新生界的平均岩石生热率最高，约为 1.43 μW/m3；冀中坳陷的平均岩石生热率较低，仅为 0.8μW/m3。综上可知，渤海湾盆地的平均岩石生热率分布由地层的岩性和时代控制。

表 3-8 各坳陷新生界的岩石生热率差异对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构造单元 | 冀中坳陷 | 济阳坳陷 | 渤中坳陷 |
| 生热率 A  （μW/m3） | 0.8 | 1.43 | 1.19 |

# 第 4 章 渤海湾盆地现今地温场研究

## 4.1 地温梯度的分布特征

盆地的地温梯度是指地球内部恒温带以下深度的地温随深度的变化率，分析渤海湾盆地的地温梯度是研究盆地现今地温场的基本任务之一。一般用来计算地温梯度的公式

[37]如下：

G  T Z

* T0
* Z 0

（4-1）

式中，*G*—地温梯度（°C/km ）；*T*—测点温度（℃）；*T0*—恒温带温度（一般定为 14℃）；

*Z*—测温深度（km）；*Z0*—恒温带深度（一般定为 20m）。

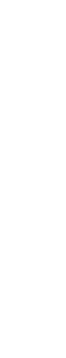
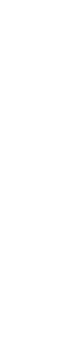
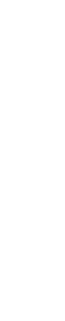
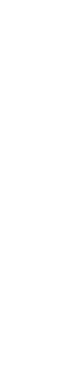
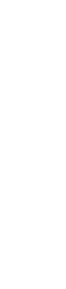
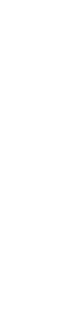
通过收集和筛选计算，本文共整理了渤海湾盆地区共 200 余口井的 295 个地温梯度值，其中包括对渤海湾盆地主要构造单元的地温梯度值（附表 2）。并计算出了各坳陷的平均地温梯度，如表 4-1 所示。

表 4-1 渤海湾盆地各构造单元地温梯度值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 构造单元 | 地温梯度(°C/km) | 平均地温梯度(°C/km) |
| 冀中坳陷 | 25.8~48.8 | 32.4 |
| 渤中坳陷 | - | 28 |
| 济阳坳陷 | 29.8~41.9 | 36.0 |
| 临清坳陷 | 25.9~36.1 | 31.1 |
| 黄骅坳陷 | 28.5~37.0 | 33.7 |
| 辽河坳陷 | - | 34.7 |

数据结果表明，渤海湾盆地现今地温梯度的变化范围为 24.0～55.0°C/km ，平均34.03°C/km ，具有地温梯度较高，变化范围较大的特点。（图 4-1）在渤海湾盆地各构造单元中，济阳坳陷具有最高的地温梯度值，其变化范围在 29.8～41.9°C/km 之间，平均地温梯度为 36.0°C/km ，比全区平均值高 2.0°C/km 左右；辽河坳陷次之，其平均地温梯度约为 34.7°C/km ，与全区平均值相差不大；黄骅坳陷的地温梯度变化范围为 28.5～ 37.0°C/km ，平均地温梯度为 33.7°C/km ，冀中坳陷的地温梯度一般在 25.8～48.8°C/km 之间，平均地温梯度为 32.4°C/km ，与黄骅坳陷相当；临清坳陷的地温梯度变化范围一般为 25.9～36.1°C/km ，平均地温梯度约为 31.1°C/km ，低于全区平均值 2.9°C/km 左右； 渤中坳陷平均地温梯度最低，约为 28°C/km ，比全区平均值低 6.0°C/km 左右。

图 4-1 渤海湾盆地各坳陷地温梯度平均值柱状图



冀中坳陷 渤中坳陷 济阳坳陷 临清坳陷 黄骅坳陷 辽河坳陷

28

31.1

34.7

33.7

32.4

36

40

35

30

25

20

15

10

5

0

地温梯度G/(℃/km)

渤海湾盆地的地温梯度在区域上高于周围鲁中山地、太行山区和燕山山区（14.4～

21.4°C/km ）[34-36]；也高于华北地块其它的盆地，如鄂尔多斯（28.0°C/km ）、泌水盆地

（26.2°C/km ）和东部的苏北盆地（30.0°C/km ）[31]。另外，渤海湾盆地外围的潍北凹陷区，平均地温梯度为 35.0°C/km ，与渤海湾盆地相当[40]。按中国油气盆地地热分区标准

[40]，渤海湾盆地是一个“热盆”。

## 4.2 大地热流的分布特征

大地热流系指地表单位面积上、单位时间内，以热传导方式由地球内部传至地面， 而后散发于太空的热量。由傅里叶定律可知，热流值等于地温梯度与地层岩石热导率之积，公式[37]如下：

*Q*  *k dT*

*dZ*

（4-2）

式中， q—大地热流密度（mW/m2）；d*T*/d*Z*—地温梯度（°C/km ）； K—测温井段内岩石的岩石热导率（W/(m·K) ）。

渤海湾盆地的大地热流研究工作一直是研究的热点，自上世纪 60 年代我国研究盆地的大地热流以来，随着探讨的不断深入，已在该区先后获得了大量的地热数据。随着油气资源勘探的不断进步，逐渐累积了更多的井温数据，这为研究渤海湾盆地的大地热流提供了更加丰富、可靠的资源。本文收集了渤海湾盆地区的 521 个大地热流值（附表

2）。据此对渤海湾盆地六个主要坳陷的大地热流进行讨论。并在此基础上计算出了各个坳陷的大地热流平均值（表 4-2）。

表 4-2 渤海湾盆地各构造单元大地热流值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 构造单元 | 大地热流(mW/m2) | 平均热流值(mW/m2） |
| 冀中坳陷 | 48.7~79.7 | 61.2 |
| 渤中坳陷 | 60~65 | 60.9 |
| 济阳坳陷 | 52.9～81.5 | 65.6 |
| 临清坳陷 | 52.0～67.1 | 60.4 |
| 黄骅坳陷 | 64～70 | 63.7 |
| 辽河坳陷 | 40.6～65.3 | 64.7 |

研究结果表明，渤海湾盆地的大地热流平均值为 64.0 mW/m2，接近于我国大陆地区整体的平均值（63.0 mW/m2）和全球大陆平均值（63.0～65.0 mW/m2）。其中，济阳坳陷的大地热流变化范围为 52.9～81.5 mW/m2，平均值为 65.6 mW/m2，反映了济阳坳陷具有较高的热流背景；辽河坳陷、黄骅坳陷次之，大地热流变化范围分别为 40.6～65.3

mW/m2、64～70 mW/m2，平均值分别为 64.7 mW/m2、63.7 mW/m2；冀中坳陷的大地热流变化范围为 48.7～79.7 mW/m2 之间，平均值为 61.2 mW/m2，比济阳坳陷的大地热流平均值低 5.0 mW/m2 左右，与中国大陆地区的平均大地热流 61.0 mW/m2 十分相近[51]； 渤中坳陷与临清坳陷的平均大地热流值最低，分别为 60.9 mW/m2 和 60.4 mW/m2，其变化范围也相对较低（图 4-2）。



冀中坳陷 渤中坳陷 济阳坳陷 临清坳陷 黄骅坳陷 辽河坳陷

60.4

60.9

61.2

63.7

64.7

65.6

66

65

64

63

62

61

60

59

58

57

大地热流q(mW/m2)

图 4-2 渤海湾盆地各坳陷大地热流平均值柱状图

# 第 5 章 渤海湾盆地现今地温场的主控因素

盆地地温场分布的影响因素有很多，研究认为，一个地区的地温场分布情况及在空间分布上的差异，主要由这个地区的区域地质构造、地层的岩性、深部地壳结构（地壳的厚度）和沉积盖层厚度的控制，还会受该地区的岩浆活动及火山活动的影响。

## 区域地质构造对现今地温场的控制

区域地质构造是决定一个盆地现今地温场基本背景的主要控制因素之一。处在不同区域构造位置的盆地，由于其构造背景、盆地基本结构性质的不同，将导致现今地温场分布具有一定的差异。

一般认为，渤海湾盆地是一个典型的中、新生代形成的裂陷盆地，由于新生代岩石圈的伸展频繁、地壳的厚度不断减小，高温物质将从下地壳持续上涌至上地壳，再加上渤海湾盆地巨厚的新生代沉积盖层会阻挡热量的散失，从而致使盆地具有相对较高的地温梯度值。从全球各种类型盆地现今地温场研究资料对比来看，渤海湾盆地地温梯度高于构造稳定区，如前寒武地盾区、鄂尔多斯、准噶尔、密执安盆地等稳定的克拉通地区和得克萨斯海湾沿岸、加蓬被动大陆边缘地区；低于构造活动区，如莱茵、红海裂谷、莺歌海、中央海盆等大陆边缘扩张盆地区[31]。

沉积盆地的现今地温场与构造特征、构造形态的关系十分密切。渤海湾盆地各构造单元的现今地温场分布差异主要受盆地内隆坳相间的区域构造格局的控制，地温场分布和地温梯度差异性主要沿着构造带以及断裂带的延伸方向展布。并且盆地的现今地温场分布还与区域构造的活动性有关，比如位于渤海湾盆地东南部的济阳坳陷与渤中坳陷， 在古近纪构造活动比较频繁，且受到相邻的郯庐断裂带的强烈影响，致使该坳陷的地温和地温梯度明显高于其它坳陷；而临清坳陷、冀中坳陷等地区，因区内构造活动相对稳定，且远离郯庐断裂带，受其影响较小，故该地区的地温和地温梯度明显偏低。在郯庐断裂带所穿越的辽河坳陷和黄骅坳陷的邻近地区也有较高的地温梯度，这说明断裂、深大断裂可作为地下热体循环对流的通道，形成高温区。

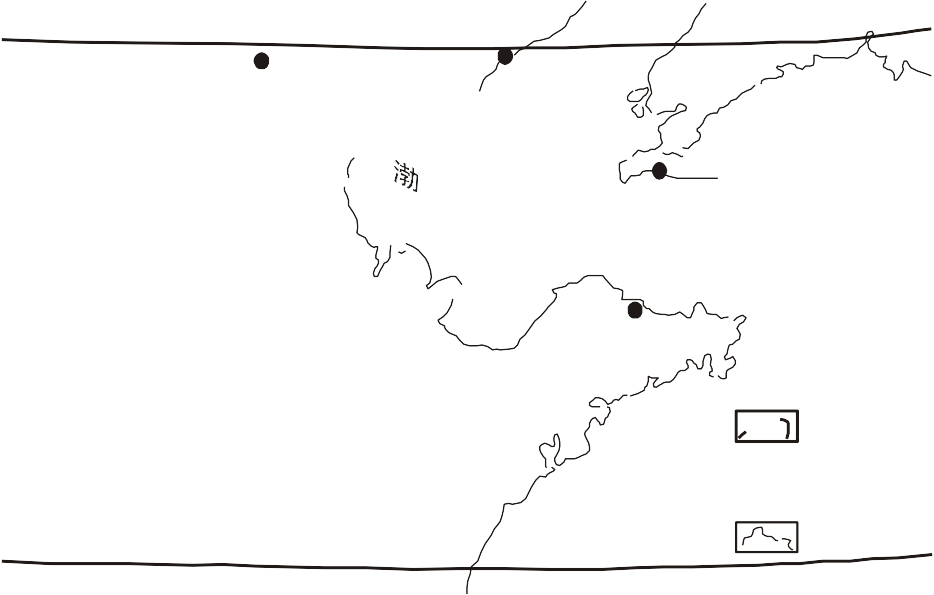
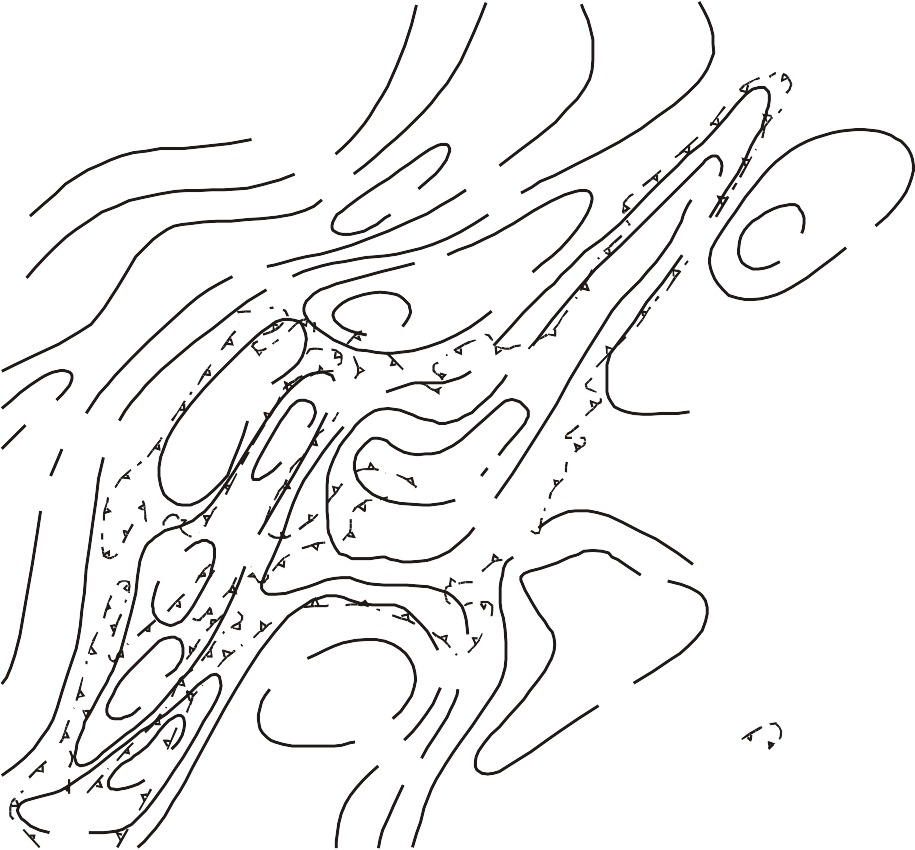
## 深部地壳结构及沉积盖层厚度对现今地温场的影响

热流值的高低反映着区域深部地壳结构，盆地的现今地温场分布主要受地壳的厚度的影响，由渤海湾盆地的地壳等厚图（图 4-1）可知，济阳坳陷和辽河坳陷的地壳厚度

明显低于邻近坳陷，这与其具有较高的地温梯度值和大地热流值有着紧密的联系，而渤

中坳陷与的地壳相对较厚，这也正好对应了其有较低的地温梯度及大地热流。以上分析说明渤海湾盆地的现今地温场分布在一定程度上与地壳的厚度有着密切的联系。

40° 40°



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 石家庄  ° | 北京  济南 | 天津 | 青岛  潍坊 | 大连烟台 | 沈阳  1  2  3 |

35 35°

1－地壳厚度等值线（km）；2－早第三纪断陷盆地区大致边界线（锯齿指向盆地区）；3－海岸线

图 4-1 渤海湾盆地区地壳等厚图[52]

盆地的现今地温场分布也受沉积盖层的厚度的控制。从渤海湾盆地主要构造单元的地质结构模型（图 5-2）中可以看出，济阳坳陷的沉积盖层厚度约 11 km，冀中坳陷、黄骅坳陷的沉积层厚度分别约为 8 km、7 km，而临清坳陷仅有 5.1 km 左右，基本上与各坳陷的地温梯度值及大地热流值对应成反比关系。以上分析说明渤海湾盆地的现今地温场分布在一定程度上与沉积盖层的厚度也有密切联系。

总的来说，地壳的厚度越薄，沉积盖层的厚度越厚，对深部热量的保温效果越好， 则地温梯度逐渐增大。

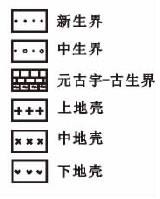
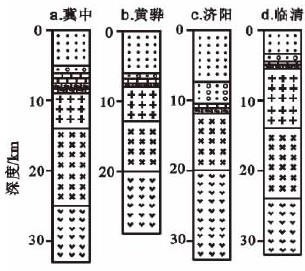


图 5-2 渤海湾盆地主要构造单元地质结构模型[32]

## 火山活动与岩浆活动对现今地温场的影响

渤海湾盆地的现今地温场分布还会受到盆地的火山活动和岩浆活动的影响。盆地的现今地温场分布受岩浆活动的影响程度主要与岩浆侵入的时代、侵入体的规模及其几何形状、岩体中放射性元素的含量、围岩传热体的产状和热物理性质有关。一般岩浆侵入越晚、规模越大，对地温场的影响越强烈，而且较晚时期发生的相对较大规模的岩浆活动对盆地局部地区的地温场分布具有更大的影响作用。时代较老的火山岩体因余热可能已散失殆尽，当其放射性元素含量较低时，对地温场的影响不大[49]。

大量资料证实，渤海湾盆地区新生代火山岩活动较频繁，多处多期岩浆侵入或喷发， 这也是该盆地地温较高、分布具有明显差异的一个重要因素。大量钻井资料证实，渤海湾盆地区新生代火山岩活动较平繁，多处多期侵入或喷发，也是该区地温较高、分布具有明显差异的一个重要原因[50]。如济阳坳陷地温梯度就与该区新生代火山岩分布有密切的关系（见图 2-3、图 5-3），即新生代火山岩分布区，地温梯度明显偏高[31]。

42

35

图 5-3 济阳坳陷地温梯度分布图



隆

起

区

潍

昌

区

陷

坳

起

隆

西

鲁

高塘

禹城

34

34

36

34

惠 鲁

36

东

临邑

埕

34

营

36 38

民 凹

东营市

陷

宁

凹

德州市

34

陷 36

36

沾

38

39 凹

化

镇

车

盆地边界

地温梯度等值线( ℃/km)

隆

陷

35

凹

34

陷

30km

0

口 凹 陷

黄 河

起

区

36

# 结论

1）整体上，临清坳陷新生界的平均岩石热导率最高，约为 2.2 W/(m·K) ；济阳坳陷与渤中坳陷次之，平均岩石热导率分别为 1.95 W/(m·K) 和 2.02 W/(m·K) ；冀中坳陷的平均岩石热导率低于济阳坳陷，仅为 1.72 W/(m·K) 。

2）渤海湾盆地的岩石生热率在垂向上的整体分布特征为：在沉积盖层中，中生界明显高于其他地层，而古生界相对较低；在岩石圈中，上地壳明显较高。

在横向上就新生界而言，平均岩石生热率的分布整体表现为，济阳坳陷的平均岩石生热率略高于邻近坳陷，约为 1.43μW/m3；其次是渤中坳陷，约为 1.19μW/m3；冀中坳陷的平均岩石生热率较低，仅为 0.8μW/m3。

3）渤海湾盆地的现今地温场表现为：构造活动区和构造稳定区之间的中温型盆地。盆地现今地温梯度平均值为 34.03 °C/km ，其中，济阳坳陷的平均地温梯度最高，约为36 °C/km ；辽河坳陷、黄骅坳陷次之，其平均地温梯度分别为 34.7 °C/km 、33.7 °C/km 左右；渤中坳陷最低，仅为 28 °C/km 。其大地热流平均值为 64mW/m2，其中，济阳坳陷的大地热流值最高，约为 65.6 mW/m2；辽河坳陷和黄骅坳陷略低于济阳坳陷，分别为 64.7 mW/m2、63.7 mW/m2 左右；其次是冀中坳陷、渤中坳陷，分别为 61.2 mW/m2、

60.9 mW/m2；临清坳陷最低，仅为 60.4 mW/m2。渤海湾盆地的现今地温场分布的主控因素有以下四个方面：（1）区域地质构造是控制渤海湾盆地的现今地温场分布的重要因素，渤海湾盆地的现今地温场分布情况与自身是一个典型的中、新生代叠合盆地有关， 并且受郯庐断裂带的影响；（2）盆地的现今地温场受地壳的厚度以及沉积盖层的厚度的控制，即地区内地壳的厚度越薄，沉积盖层越厚，则地温梯度越大；（3）盆地的岩浆活动与火山活动也影响着其现今地温场的分布。

# 致谢

本次论文是在我的恩师左银辉副教授的指导与监督下完成的，从论文的选题、开题、到论文的最终定稿，老师都付出了很多的心血。老师们的科研和工作都异常繁忙，但左老师对我的工作仍做了大量的具体指导并有效的督促，让我异常感动。左老师严谨的教学理念、渊博的学识、有口皆碑的声誉、对事业的执着追求、扎扎实实的做人品质、对学生的无私奉献是我铭记在心，终生受益。再次感谢您。

回顾大学四年的学习和生活，首先要感谢成都理工大学能源学院的各位老师们对我的关心与教导，感谢您们四年来对我们的悉心教育和栽培；感谢您们对我们的多次令人奋发向上和刻苦钻研的深刻教诲。

然后，要感谢师兄师姐们在我困惑的时候对我的的耐心指引；感谢你们在毕业设计过程中给我提出的宝贵意见及建议。并感谢我的室友们以及 2013 级资源勘查工程（石油地质）的同学们一直以来对我的支持与包容，与你们的共同努力让我不断进步，更加成熟，感谢这四年的时光因你们的陪伴而更加美好。

最后感谢我的父母及亲友一直以来对我学业的默默支持与付出，是他们在我求学的道路上给了我无限的理解和鼓励，使我能够如此顺利的完成学业。他们的支持与理解是我一生中最坚强的后盾，我在此向他们表达我最真挚的感谢。

# 参考文献

1. Cao S, Lerche I. Geohistory, thermal history and hydrocarbon generation history of Navar in basin Cost

No.1 Well, Bering Sea, Alaska. Journal of Petroleum Geology[J]. 1989, 12(3): 325-352.

1. Feinstein S, Kohm B P, Steckler M S, et al. Thermal history of earsten margin of the Gulf of Suez, I. Reconstuction from bore hole temperature and organic maturity measurements[J]. Tectonophysics, 1996, 266: 203-220.
2. Lee W H K. On the global variation of terrestrial heat flow. Physics Eaeth Planet[J]. Interior, 1970, 2(5): 332-341.
3. Roy R F, Blackwell D D, Decker E R. Continental heat flow, in: The Nature of the Sci[J]. Lett Earth (Robertson E C ed) McGraw-Hill, New York, 1972, 506-543.
4. 任战利，刘丽，崔军平，等. 盆地构造热演化史在油气成藏期次研究中的应用[J]. 石油与天然气地质，2008，29（4）：502-506.
5. 朱建辉. 中国东部构造-热体制与断陷盆地多期性迁移特征[J]. 石油与天然气地质，2003，24（4）：

367- 370.

1. 卓勤功，蒋有录，隋风贵. 渤海湾盆地东营凹陷砂岩透镜体油藏成藏动力学模式[J]. 石油与天然气地质，2006，27（5）：620-629.
2. 邓已寻，左银辉，郝情情，等. 查干凹陷现今地温场研究及其油气地质意义[J]. 断块油气田，2012，

19（3）：284-288.

1. 杨绪充. 试论济阳坳陷的地温场[J]. 华东石油学院学报，1985，1：14-25.
2. 杨绪充. 济阳坳陷中新生代古地温分析[J]. 石油大学学报，1988，12（3）：23-33.
3. 熊亮萍. 沉积盆地中地表实测热留着的分布特点—以华北盆地为例[J]. 第四纪研究，1993，3：

250-257 .

1. Wang J Y, Chen M X, Wang J A, et al. On the Evolution of the Geothermal Regime of the North China Basin[J]. JOURNAL OF GEODYNAMICS, 1985. 4: 133-148.
2. 龚育龄，王良书，刘绍文，等. 济阳坳陷地温场分布特征[J]. 地球物理学报，2003，46（5）：

652-658.

1. 龚育龄，王良书，刘绍文，等. 济阳坳陷大地热流分布特征[J]. 地球科学，2003，33（4）：383-391.
2. 熊振，王良书，李成，等. 东营凹陷现代热流场特征及地热异常成因[J]. 石油勘探与开发，1999，

5（3）：312-321.

1. 熊振，王良书，李成，等. 胜利油气区东营凹陷现今地温场研究[J]. 高校地质学报，1999，26

（4）：38-41.

1. 王良书，施央申. 油气盆地地热研究[J]. 南京: 南京大学出版社，1989a，20-42.
2. 汪缉安，汪集. 中国大陆沉积盆地地热特征与油气资源[M]. 西安：西北大学出版社，1993.
3. 王良书，李成，施央申，等. 下扬子区地温场和大地热流密度分布[J]. 地球物理学报，1995，

38（4）：469-476.

1. 王良书，李成，杨春. 塔里木盆地岩石层热结构特征[J]. 地球物理学报，1996，39（6）：794-803.
2. 胡圣标，张容燕，罗毓晖，等. 渤海盆地热历史及构造-热演化特征[J]. 地球物理学报，1999，

42（6）.

1. 陈墨香，黄歌山，汪缉安，等. 渤海地温场特点的初步研究[J]. 地质科学，1984，27（4）：392-399.
2. 肖卫勇，王良书，李华，等. 渤海湾盆地地温场研究[J]. 中国海上油气（地质），2001，15（2）：

105-110.

1. 邱楠生，魏刚，李翠翠，等. 渤海海域现今地温场分布特征[J]. 石油与天然气地质，2009，30

（4）：412-419.

1. 常健，邱楠生，赵贤正，等. 渤海湾盆地翼中坳陷现今地热特征[J]. 地球物理学报，2016，59

（3）：1003-1010.

1. 邱楠生，李善鹏，曾溅辉. 渤海湾盆地济阳坳陷热力史及构造-热演化特征[J]. 地质学报，2004，

78（2）：263-269.

1. 左银辉，邱楠生，常健，等. 渤海湾盆地中、新生代岩石圈热结构研究[J]. 地质学报，2013，

87（2）：145-153.

1. 程本合，徐亮，项希勇，等. 济阳坳陷沾化东区块现今地温场及热历史[J]. 地球物理学报，2001，

44（2）：238-244.

1. 侯贵廷，钱祥麟. 渤海湾盆地形成机制研究[J]. 北京大学学报(自然科学版)，1998，34（4）：

503-509.

1. 田克勤，于志海，冯明，等. 渤海湾盆地下第三系深层油气地质与勘探[J]. 石油地质出版社，2000，

1-17.

1. 龚育龄. 中国东部渤海湾盆地热结构和热演化[D]. 南京：南京大学，2003：69-86.
2. 邱楠生，左银辉，常健，等. 中国东西部典型盆地中－新生代热体制对比[J]. 地学前缘，2015，

22（1）：157-168.

1. 李文正，焦亚先，左银辉，等. 沉积速率对渤中坳陷大地热流的影响[J]. 地球物理学报，2014，

57（5）：1568-1577.

1. 吴乾蕃，谢毅真，解政文，等. 华北平原及其邻区地热初步研究[J]. 地震科学研究，1983，29-35.

[35] 吴乾蕃，谢毅真，祖金华，等. 华北地热场研究[J]. 中国地震，1988，4（1）：41-48.

1. 解政文，吴乾蕃，张汝惠，等. 渤海及其邻近地区热流值的初步分析[J]. 地震地质，1980，2（3）：

57-63.

1. 邱楠生，胡圣标，何丽娟. 沉积盆地热体制研究的理论与应用[M]. 北京：石油工业出版社，2004：

6-36.

1. 汪集暘，张健，许鹤华，等. 地热学及其应用[M]. 北京：科学出版社，2015：78-99.
2. 左银辉. 渤海湾盆地中、新生代岩石圈演化的地热学证据[D]. 北京：中国石油大学，2011：6-11.

[40] 武守诚. 中国油气盆地的系统研究[J]. 石油学报，1993，14（4）：20-31.

[41] 李江海，钱祥麟，侯贵廷，等. “吕梁运动”新认识[J]. 地球科学，2000，25（1）：15-20.

1. 汤良杰，万桂梅，周心怀，等. 渤海盆地新生代构造演化特征[J]. 高校地质学报，2008，14（2）：

191-198.

1. 徐长贵，于水，林畅松，等. 渤海海域古近系湖盆边缘构造样式及其对沉积层序的控制作用[J]. 古地理学报，2008，10（6）：627-635.
2. 蔡东升，罗毓晖，武文来，等. 渤海浅层构造变形特征、成因机理与渤中坳陷及其周围油气富集的关系[J]. 中国海上油气(地质)，2001，15（1）：35-43.
3. 肖国林，陈建文. 渤海海域的上第三系油气研究[J]. 海洋地质动态，2003，19（8）：1-6.
4. 漆家福. 渤海湾新生代盆地的两种构造系统及其成因解释[J]. 中国地质，2004，31（1）：15-22.
5. 王宏斌，王璞捃，陈弘，等. 中国东部中新生代火山－碎屑－凝灰岩储层研究综述[J]. 世界地质，1997，16（3）：34-41.
6. 肖尚斌. 渤海湾盆地火成岩及其相关油气藏的分类[J]. 特种油气田，1999，6（4）：6-10.
7. 任战利. 中国北方沉积盆地构造热演化史研究[M]. 北京：石油工业出版社，1999，5-67.
8. 何永年. 我国东北与华北上地幔某些物理状态特征的比较[J]. 中国地震，1986，2（2）:16-23.
9. HU S B, HE L , WANG J Y. Heat flow in the continental area of China: a new data set[J]. Earth and

Planetary Science Letters, 2000, 179(2): 407－419.

1. 陈义贤，朱炳泉，张景廉，等. 辽河断陷原油生成环境与演化[M]. 北京：石油工业出版社，1999，

1-19.

# 附表 1

附表 1-1 冀中坳陷岩石热导率数据（154 个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 容 1 | 115.8809 | 39.0126 | 30～750 | - | 2.73 | - | 文献  [25] |
| 2 | 雄 104 | 116.0521 | 38.9615 | 30～930 | - | 1.74 | - |
| 3 | 雄 101 | 116.0864 | 38.9799 | 62～582 | - | 2.09 | - |
| 4 | 淀 6 | 116.0984 | 38.9569 | 100～1290 | - | 2.34 | - |
| 5 | 淀 6-3 | 116.0910 | 38.9610 | 50～1060 | - | 1.76 | - |
| 6 | 霸 8 | 116.2724 | 39.1630 | 100～1390 | - | 3.42 | - |
| 7 | 牛 8-2 | 116.4734 | 39.2324 | 100～620 | - | 1.75 | - |
| 8 | 淀 6-1 | 116.1080 | 38.9522 | 70～1080 | - | 1.72 | - |
| 9 | 留 13 | 116.0876 | 38.2932 | 100～1800 | - | 2 | - |
| 10 | 高 17 | 115.6812 | 38.6030 | 50～1764 | - | 1.9 | - |
| 11 | 高 7 | 115.7405 | 38.7423 | 70～1420 | - | 1.78 | - |
| 12 | 任 47 | 116.0868 | 38.6659 | 150～1810 | - | 2.02 | - |
| 13 | 任 96 | 116.0562 | 38.7376 | 40～1884.5 | - | 1.98 | - |
| 14 | 霸 60 | 116.3211 | 39.1710 | 40～1600 | - | 2.01 | - |
| 15 | 任 104 | 116.0757 | 38.7019 | 120～2020 | - | 1.72 | - |
| 16 | 泽深 1 | 115.4738 | 38.0893 | 40～1900 | - | 2.22 | - |
| 17 | 马 81 | 116.1130 | 38.3975 | 120～1604 | - | 1.83 | - |
| 18 | 强 3 | 115.9433 | 37.9992 | 20～1800 | - | 1.72 | - |
| 19 | 岔 9 | 116.1768 | 39.0750 | 50～1550 | - | 1.72 | - |
| 20 | 水 10 | 116.4903 | 39.2902 | 50～1500 | - | 2.08 | - |
| 21 | 虎 1 | 115.7083 | 37.8590 | 40～900 | - | 1.86 | - |
| 22 | 岔 2 | 116.2395 | 39.1401 | 50～1200 | - | 1.82 | - |
| 23 | 淀 5 | 116.0554 | 38.9156 | 80～1740 | - | 2.68 | - |
| 24 | 马 40 | 116.0898 | 38.5419 | 80～644 | - | 1.72 | - |
| 25 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 60～580 | - | 1.87 | - |
| 26 | 高 4 | 115.6840 | 38.7027 | 50～1430 | - | 1.87 | - |
| 27 | 观 3 | 116.0461 | 38.6033 | 30～600 | - | 2.07 | - |
| 28 | 观 5 | 116.0276 | 38.6132 | 30～770 | - | 2.18 | - |
| 29 | 束探 1H | 115.2117 | 37.8144 | 4006 | - | 1.72 | - |
| 30 | 极 4 | 114.8072 | 38.0922 | 2100 | - | 2.27 | - |
| 31 | 泽古 16 | 115.1924 | 38.0771 | 3147 | - | 1.72 | - |
| 32 | 胜 1 | 116.7436 | 39.0314 | 2224 | - | 2.58 | - |
| 33 | 葛 5 | 116.8076 | 39.1509 | 3249 | - | 2.25 | - |
| 34 | 葛 8 | 116.8547 | 39.1073 | 2777 | - | 2.44 | - |
| 35 | 曹 10 | 116.5669 | 39.4883 | 3908 | - | 1.72 | - |
| 36 | 务 16 | 116.7426 | 39.5074 | 3638 | - | 1.72 | - |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 37 | 路 30 | 116.0201 | 38.0564 | 1740 | - | 1.72 | - | 文献  [25] |
| 38 | 泽古 10 | 115.5532 | 38.1406 | 3875 | - | 2.18 | - |
| 39 | 泽古 5 | 115.5733 | 38.0874 | 3454 | - | 1.72 | - |
| 40 | 泽 96 | 115.3258 | 37.9528 | 3717 | - | 1.72 | - |
| 41 | 泽 95 | 115.4833 | 37.889 | 3101 | - | 1.72 | - |
| 42 | 泽古 18 | 115.3442 | 38.0862 | 2899 | - | 1.87 | - |
| 43 | 文 35 | 116.4309 | 38.9207 | 2055 | - | 1.72 | - |
| 44 | 文 99 | 116.4216 | 38.8342 | 1499 | - | 1.72 | - |
| 45 | 文 86 | 116.2897 | 38.747 | 1914 | - | 1.72 | - |
| 46 | 西 5 | 116.2617 | 38.6685 | 1661 | - | 1.76 | - |
| 47 | 西 55 | 116.2698 | 38.5759 | 1172 | - | 1.72 | - |
| 48 | 西 23 | 116.2377 | 38.519 | 1666 | - | 1.77 | - |
| 49 | 楚 17 | 115.7816 | 38.1246 | 2720 | - | 1.72 | - |
| 50 | 宁 52 | 115.761 | 38.4939 | 2870 | - | 1.72 | - |
| 51 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 2880 | - | 1.87 | - |
| 52 | 宁 41 | 115.9946 | 39.5136 | 3477 | - | 1.72 | - |
| 53 | 西柳 8 | 115.9409 | 38.5351 | 3483 | - | 1.72 | - |
| 54 | 宁 621 | 115.8822 | 38.4772 | 2628 | - | 1.72 | - |
| 55 | 路 16 | 116.0029 | 38.2781 | 1803 | - | 1.72 | - |
| 56 | 楚 37 | 115.9066 | 38.1766 | 2799 | - | 1.72 | - |
| 57 | 强 44 | 115.9398 | 38.0876 | 2594 | - | 1.72 | - |
| 58 | 榆 9 | 115.6756 | 37.9945 | 3295 | - | 1.72 | - |
| 59 | 王 4 | 117.3429 | 39.549 | 1950 | - | 2.13 | - |
| 60 | 苏 50 | 116.7607 | 39.299 | 5104 | - | 2.13 | - |
| 61 | 高 20 | 115.8593 | 38.7818 | 2599 | - | 1.72 | - |
| 62 | 鄚 25 | 116.0973 | 38.8352 | 3389 | - | 1.72 | - |
| 63 | 衡探 1 | 115.5445 | 37.9356 | 4433 | - | 2.01 | - |
| 64 | 固 2 | 116.2868 | 39.4251 | 2279 | - | 1.72 | - |
| 65 | 桐 7 | 116.6842 | 39.6159 | 2178 | - | 2.06 | - |
| 66 | 苏 1 | 116.5687 | 39.0557 | 4175 | - | 2.1 | - |
| 67 | 牛 28 | 116.3434 | 39.2337 | 1366 | - | 2.76 | - |
| 68 | 霸 95 | 116.4943 | 39.182 | 2763 | - | 1.72 | - |
| 69 | 霸 34 | 116.455 | 39.1985 | 2380 | - | 1.77 | - |
| 70 | 雁 1 | 115.9658 | 38.769 | 3065 | - | 1.73 | - |
| 71 | 雁 50 | 115.9509 | 38.8123 | 2723 | - | 1.72 | - |
| 72 | 雁 42 | 115.9612 | 38.7612 | 3017 | - | 1.73 | - |
| 73 | 淀 40 | 116.0175 | 38.7193 | 3239 | - | 1.72 | - |
| 74 | 淀 35 | 115.8996 | 38.7063 | 3229 | - | 1.72 | - |
| 75 | 淀 3 | 116.0113 | 38.8251 | 3055 | - | 1.72 | - |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 76 | 任 13 | 116.0718 | 38.6342 | 3687 | - | 2.06 | - | 文献  [25] |
| 77 | 任 879 | 116.1244 | 38.7543 | 3001 | - | 1.78 | - |
| 78 | 西柳 22 | 115.9061 | 38.6488 | 3444 | - | 1.72 | - |
| 79 | 楚 105 | 115.8274 | 38.1635 | 3098 | - | 1.72 | - |
| 80 | 强 103 | 115.8484 | 38.0271 | 3197 | - | 1.72 | - |
| 81 | 容 2 | 115.9277 | 38.9697 | 1469 | - | 1.95 | - |
| 82 | 博 2 | 115.3176 | 38.2638 | 2500 | - | 1.93 | - |
| 83 | 泽 43 | 115.4982 | 38.0078 | 3929 | - | 1.82 | - |
| 84 | 虎 22 | 115.6234 | 37.904 | 2519 | - | 1.77 | - |
| 85 | 虎 20 | 115.6828 | 37.9328 | 2895 | - | 2.68 | - |
| 86 | 高 30 | 115.7384 | 38.6825 | 2538 | - | 1.72 | - |
| 87 | 马 41 | 116.1439 | 38.4657 | 2496 | - | 1.9 | - |
| 88 | 马 12 | 116.062 | 38.4196 | 2046 | - | 1.87 | - |
| 89 | 马 2 | 116.2122 | 38.6233 | 1900 | - | 1.81 | - |
| 90 | 留 30 | 116.0287 | 38.3437 | 3300 | - | 1.74 | - |
| 91 | 留古 1 | 115.8855 | 38.3368 | 4000 | - | 1.86 | - |
| 92 | 家 23 | 116.1635 | 38.9465 | 2995 | - | 1.72 | - |
| 93 | 赵 117 | 114.7515 | 37.7019 | 3082 | - | 1.72 | - |
| 94 | 西柳 105 | 115.8742 | 38.5986 | 3101 | - | 1.72 | - |
| 95 | 文安 1 | 116.3323 | 38.9627 | 4176 | - | 1.72 | - |
| 96 | 苏 61 | 116.5033 | 39.0472 | 3132 | - | 1.76 | - |
| 97 | 赵 61 | 114.6833 | 37.5925 | 2484 | - | 1.72 | - |
| 98 | 赵 36 | 114.8072 | 37.6717 | 2317 | - | 1.72 | - |
| 99 | 强 52 | 115.85 | 37.9825 | 2554 | - | 1.72 | - |
| 100 | 牛东 1 | 116.1996 | 38.9832 | 5534 | - | 1.85 | - |
| 101 | 宁 50 | 115.87 | 38.3712 | 3128 | - | 1.72 | - |
| 102 | 家 101 | 116.2122 | 38.9043 | 3337 | - | 1.72 | - |
| 103 | 泽古 9 | 115.5249 | 37.9671 | 2320 | - | 1.77 | - |
| 104 | 西 58 | 116.2009 | 38.5532 | 2287 | - | 1.72 | - |
| 105 | 文古 3 | 116.2578 | 38.85 | 3578 | - | 1.72 | - |
| 106 | 淀 25 | 116.0269 | 38.7597 | 3278 | - | 1.72 | - |
| 107 | 西柳 6 | 115.8361 | 38.5461 | 3102 | - | 1.72 | - |
| 108 | 强 62 | 1155.842 | 38.0737 | 2881 | - | 1.72 | - |
| 109 | 苏 15 | 116.4719 | 38.9571 | 2160 | - | 1.85 | - |
| 110 | 高 55 | 115.9574 | 38.7216 | 3133 | - | 1.72 | - |
| 111 | 苏 101 | 116.5202 | 39.0122 | 2130 | - | 1.72 | - |
| 112 | 马 100 | 116.0942 | 38.4872 | 3293 | - | 1.72 | - |
| 113 | 宁 68 | 115.8384 | 38.3562 | 3318 | - | 1.72 | - |
| 114 | 宁 81 | 116.057 | 38.4645 | 3647 | - | 1.72 | - |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 115 | 文 108 | 116.4109 | 38.8011 | 1477 | - | 1.72 | - | 文献  [25] |
| 116 | 淀 30 | 115.9158 | 38.7588 | 2806 | - | 1.72 | - |
| 117 | 高 3 | 115.6343 | 38.622 | 2453 | - | 1.83 | - |
| 118 | 容 1 | - | - | 706～720 | - | 4.29 | - | 文献  [31] |
| 119 | 淀 6 | - | - | 1186～1290 | - | 4.29 | - |
| 120 | 淀 6-1 | - | - | 600～1080 | - | 1.7 | - |
| 121 | 坝 8 | - | - | 600～1200 | - | 1.71 | - |
| 122 | 任 104 | - | - | 1500-2020 | - | 1.72 | - |
| 123 | 任 85 | - | - | 2550～2950 | - | 1.72 | - |
| 124 | 任 23 | - | - | 500～1800 | - | 1.71 | - |
| 125 | - | - | 1900～2900 | - | 1.72 | - |
| 126 | - | - | 3000～3600 | - | 2.12 | - |
| 127 | - | - | 3700～4000 | - | 2.33 | - |
| 128 | 任 7 | - | - | 2500～3050 | - | 1.72 | - |
| 129 | 高 17 | - | - | 1544～1764 | - | 1.71 | - |
| 130 | 高 4 | - | - | 800～1600 | - | 1.71 | - |
| 131 | - | - | 1600～1800 | - | 1.72 | - |
| 132 | 高 7 | - | - | 250～1420 | - | 1.72 | - |
| 133 | 永 10 | - | - | 1050～1500 | - | 1.72 | - |
| 134 | 坝 60 | - | - | 1100～1600 | - | 1.73 | - |
| 135 | 留 12 | - | - | 2072～2150 | - | 2.54 | - |
| 136 | 留 13 | - | - | 900～1700 | - | 1.7 | - |
| 137 | 泽深 1 | - | - | 1000～1900 | - | 1.72 | - |
| 138 | 虎 1 | - | - | 500～900 | - | 1.7 | - |
| 139 | 马 40 | - | - | 504～604 | - | 1.71 | - |
| 140 | 马 81 | - | - | 1100～1204 | - | 1.71 | - |
| 141 | 兴 6 | - | - | 500～960 | - | 1.71 | - |
| 142 | 泉 4 | - | - | 500～850 | - | 1.7 | - |
| 143 | 任 47 | - | - | 1336～1897 | - | 1.71 | - |
| 144 | 任 96 | - | - | 1100～1900 | - | 1.7 | - |
| 145 | - | - | 2100～4000 | - | 1.71 | - |
| 146 | 宁 4 | - | - | 1000～2100 | - | 1.72 | - |
| 148 | - | - | 2200～4000 | - | 1.73 | - |
| 149 | 强 3 | - | - | 720～1640 | - | 1.71 | - |
| 150 | - | - | 1640～1820 | - | 1.72 | - |
| 151 | 文 30 | - | - | 1064～1304 | - | 1.71 | - |
| 152 | - | - | 1324～1904 | - | 1.71 | - |
| 153 | 岔 2 | - | - | 400～1200 | - | 1.71 | - |
| 154 | 岔 9 | - | - | 700～1560 | - | 1.72 | - |

续上表

附表 1-2 济阳坳陷岩石热导率数据（98 个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 单 60 | 118°05′ | 37°28′ | 400～1130 | - | 2.01 | Nm-Ng | 文献  [14] |
| 2 | 郑 16 | 118°15′ | 37°36′ | 400～700 | - | 2.04 | Nm |
| 3 | 800～1800 | - | 2.15 | Nm-O |
| 4 | 郑 17 | 118°17′ | 37°35′ | 500～1850 | - | 2.19 | Nm-O |
| 5 | 夏 33 | 116°50′ | 37°04′ | 1290～3500 | - | 1.89 | Nm-Es3 |
| 6 | 阳 8 | 117°24′ | 37°34′ | 900～2000 | - | 1.9 | Ng-Es3 |
| 7 | 3000～3800 | - | 1.98 | Es4 |
| 8 | 义 37-31 | 118°37′ | 37°54′ | 400～1330 | - | 2.04 | Nm |
| 9 | 3500～4194 | - | 1.98 | Es4 |
| 10 | 义 118 | 118°37′ | 37°55′ | 3200～3800 | - | 1.8 | Es2-Es3 |
| 11 | 桩 11 | 118°58′ | 38°01 ′ | 2700～3800 | - | 2.06 | Es1-O |
| 12 | 孤北  21-10 | 118°44′ | 37°54′ | 2000～2900 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 13 | 孤南  131-4 | 118°58′ | 37°52′ | 2250～2450 | - | 1.97 | Ng |
| 14 | 2750～2850 | - | 2.09 | Ed |
| 15 | 3450～3550 | - | 1.81 | Es3 |
| 16 | 车古 8 | 118°02′ | 37°55′ | 350～1300 | - | 2.06 | Ng-Ed |
| 17 | 大 673 | 118°15′ | 38°02′ | 500～1000 | - | 2.04 | Nm |
| 18 | 2200～2650 | - | 1.84 | Es1-Es4 |
| 19 | 埕北 30 | 118°56′ | 38°13′ | 2200～3400 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 20 | 丰 8 | - | - | 3710～4225 | - | 1.83 | Es3-Es4 |
| 21 | 郑 11 | - | - | 900～1800 | - | 2.1 | Nm-AnZ |
| 22 | 夏 101 | - | - | 3660～3900 | - | 1.81 | Es3 |
| 23 | 义 93 | - | - | 2960-3340 | - | 1.75 | Es2-Es3 |
| 24 | 勃 101-3 | - | - | 1134 | - | 1.19 | Nm | 文献  [31] |
| 25 | 营 20 | - | - | 905 | - | 1.09 | Nm |
| 26 | 营 20 | - | - | 905 | - | 1.26 | Nm |
| 27 | 营 20 | - | - | 1320 | - | 0.72 | Ng |
| 28 | 营 20 | - | - | 1320 | - | 0.79 | Ng |
| 29 | 高 63 | - | - | 1105 | - | 1.73 | Ng |
| 30 | 高 63 | - | - | 1106 | - | 1.85 | Ng |
| 31 | 勃 101-15 | - | - | 1250 | - | 1.17 | Ng |
| 32 | 勃 101-22 | - | - | 1328 | - | 0.91 | Ng |
| 33 | 勃 101-5 | - | - | 1156 | - | 1.59 | Ng |
| 34 | 营 20 | - | - | 1448 | - | 1.12 | Ed |
| 35 | 永 105 | - | - | 1954 | - | 1.91 | Ed |
| 36 | 大 711-3 | - | - | 1676 | - | 1.44 | Ed |
| 37 | 高 33-3 | - | - | 1515 | - | 1.29 | Ed |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 38 | 高 33-3 | - | - | 1515 | 泥岩 | 1.29 | Ed | 文献  [31] |
| 39 | 永 105 | - | - | 1954 | 含砾砂岩 | 1.73 | Es1 |
| 40 | 永 105 | - | - | 1954 | 含砾砂岩 | 0.96 | Es1 |
| 41 | 永 105 | - | - | 1954 | 含砾砂岩 | 1.4 | Es1 |
| 42 | 王 5-3 | - | - | 1751 | 泥岩 | 1.37 | Es1 |
| 43 | 王 5-6 | - | - | 1771.5 | 页岩 | 1.35 | Es1 |
| 44 | 营 20 | - | - | 2155 | 粉砂岩 | 1.28 | Es2 |
| 45 | 营 20 | - | - | 2155 | 粉砂岩 | 0.9 | Es3 |
| 46 | 营 20 | - | - | 2155 | 泥岩 | 1.05 | Es4 |
| 47 | 营 20 | - | - | 2155 | 泥岩 | 0.92 | Es5 |
| 48 | 营 20 | - | - | 2155 | 泥岩 | 1.14 | Es6 |
| 49 | 新营 86 | - | - | 2092 | 泥岩 | 0.83 | Es2 |
| 50 | 新营 86 | - | - | 2092 | 泥岩 | 0.94 | Es2 |
| 51 | 牛 38 | - | - | 3360 | 砂岩 | 1.41 | Es3 |
| 52 | 牛 38 | - | - | 2838 | 砂岩 | 1.58 | Es3 |
| 53 | 牛 38 | - | - | 3295 | 砂岩 | 1.44 | Es3 |
| 54 | 牛 38 | - | - | 3300 | 砂岩 | 1.31 | Es3 |
| 55 | 牛 38 | - | - | 3050 | 泥岩 | 1.97 | Es3 |
| 56 | 牛 38 | - | - | 3055 | 泥岩 | 1.99 | Es3 |
| 57 | 郝 2-8 | - | - | 3414 | 页岩 | 1.49 | Es3 |
| 58 | 义 441-7 | - | - | 3087 | 泥岩 | 2.68 | Es3 |
| 59 | 高 63 | - | - | 1518 | 粉砂岩 | 1.34 | Es4 |
| 60 | 高 63 | - | - | 1518 | 砂岩 | 1.39 | Es4 |
| 61 | 高 64 | - | - | 1518 | 粉砂岩 | 1.28 | Es4 |
| 62 | 高 42-2 | - | - | 1575 | 泥页岩 | 1.7 | Es4 |
| 63 | 高 63 | - | - | 1606 | 砾岩 | 1.32 | Ek |
| 64 | 高 63 | - | - | 1606 | 砾岩 | 1.34 | Ek |
| 65 | 高 63 | - | - | 1607 | 含砾粗砂岩 | 1.19 | Ek |
| 66 | 高 63 | - | - | 1607 | 含砾粗砂岩 | 1.3 | Ek |
| 67 | 王 112-1 | - | - | 1674 | 泥岩 | 1.57 | Ek |
| 68 | 高 63 | - | - | 2349 | 砂岩 | 1.88 | J~K |
| 69 | 花 5 | - | - | 1365 | 灰岩 | 2.85 | O |
| 70 | 花 5 | - | - | 1365 | 灰岩 | 2.98 | O |
| 71 | 花 5 | - | - | 1365 | 灰岩 | 2.79 | O |
| 72 | 郑 4-2 | - | - | 1573 | 花岗片麻岩 | 3.27 | pre€ |
| 73 | 郑 4-2 | - | - | 1573 | 花岗片麻岩 | 3.09 | pre€ |
| 74 | 郑 4-2 | - | - | 1583 | 灰岩 | 2.4 | pre€ |
| 75 | 郑 4-2 | - | - | 1583 | 灰岩 | 2.55 | pre€ |
| 76 | 丰 8 | - | - | 3710-4225 | - | 1.83 | Es3-Es4 |

续上表

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经(°E) | 北纬(°N) |
| 77 | 单 60 | - | - | 400~1130 | - | 2.01 | Nm-Ng | 文献  [31] |
| 78 | 郑 16 | - | - | 400~700 | - | 2.04 | Nm |
| 79 | - | - | 800~1800 | - | 2.15 | Nm-O |
| 80 | 郑 17 | - | - | 500~1850 | - | 2.19 | Nm-O |
| 81 | 郑 11 | - | - | 900-1800 | - | 2.1 | Nm-AnZ |
| 82 | 夏 33 | - | - | 1290~3500 | - | 1.89 | Nm- Es3 |
| 83 | 阳 8 | - | - | 900~2000 | - | 1.9 | Ng-Es3 |
| 84 | - | - | 3000~3800 | - | 1.98 | Es4 |
| 85 | 夏 101 | - | - | 3660-3900 | - | 1.81 | Es3 |
| 86 | 义  37-31 | - | - | 400~1330 | - | 2.04 | Nm |
| 87 | - | - | 3500~4194 | - | 1.98 | Es4 |
| 88 | 义 118 | - | - | 3200~3800 | - | 1.75 | Es2-Es3 |
| 89 | 义 93 | - | - | 2960-3340 | - | 1.75 | Es2-Es3 |
| 90 | 桩 11 | - | - | 2700~3800 | - | 2.06 | Es1-O |
| 91 | 孤北  21-10 | - | - | 2000~2900 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 92 | 孤南  131-4 | - | - | 2250~2450 | - | 1.97 | Ng |
| 93 | - | - | 2750~2850 | - | 2.09 | Ed |
| 94 | - | - | 3450~3550 | - | 1.81 | Es3 |
| 95 | 埕北 30 | - | - | 2200~3400 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 96 | 车古 8 | - | - | 350~1300 | - | 2.06 | Ng-Ed |
| 97 | 大 673 | - | - | 500~1000 | - | 2.04 | Nm |
| 98 | - | - | 2200~2650 | - | 1.84 | Es1-Es4 |

附表 1-3 临清坳陷岩石热导率数据（60 个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K)） | 层位 |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 新巨 5 | - | - | 2614 | 白云岩 | 4.75 | P | 文献  [31] |
| 2 | - | - | 2743 | 6.99 | C |
| 3 | 丘 4 | - | - | 1675-2240 | 细砂岩、泥岩 | 2.24 | K |
| 4 | - | - | 2442 | 粉、细砂岩 | 2.86 | J |
| 5 | - | - | 3030-3618 | 粉砂岩、泥岩 | 3.12 | P |
| 6 | 丘 4 | - | - | 3748 | 碳质泥岩 | 2.64 | C |
| 7 | 莘参 1 | - | - | 1697-2327 | 砂、泥、粉砂  岩 | 2.18 | Es2 |
| 8 | - | - | 2378-2914 | 碳屑泥岩 | 1.85 | Es3 |
| 9 | - | - | 3066 | 粉砂岩 | 1.86 | Es4-Ek |
| 10 | - | - | 3182-3227 | 碳屑粉砂岩、  泥岩 | 2.08 | Ek |
| 11 | - | - | 3506-3749 | 粉、细砂岩 | 2.3 | J |
| 12 | 莘 1 | - | - | 2304-2605 | 粉砂岩、泥岩 | 2.29 | Es3 |
| 13 | - | - | 2708-2972 | 砂质泥岩 | 2.22 | Es4-Ek |
| 14 | - | - | 3102 | 泥质粉砂岩 | 2.57 | Ek |
| 15 | - | - | 3201-3518 | 砂质泥岩 | 2.21 | K |
| 16 | - | - | 3594-4020 | 砂质泥岩 | 2.7 | J |
| 17 | - | - | 4099-4313 | 砂质泥岩 | 2.64 | T |
| 18 | 广参 1 | - | - | 3128 | 粉砂质泥岩 | 2.93 | K |
| 19 | 贾 1 | - | - | 3153 | 白云质泥岩 | 2.09 | K |
| 20 | 韩 1 | - | - | 1431 | 泥岩 | 1.39 | Es1 |
| 21 | - | - | 1911 | 泥岩 | 2.51 | Es3 |
| 22 | - | - | 2191 | 粉砂质泥岩 | 1.87 | Es4-Ek |
| 23 | - | - | 3496 | 粉砂岩 | 2.95 | T |
| 24 | 康古 4 | - | - | 2937-3011 | 泥质、白云质  灰岩 | 3.53 | O |
| 25 | 聊 1 | - | - | 611-612 | 砂岩、白云质  泥岩 | 2.07 | P |
| 26 | 康古 2 | - | - | 2831-3331 | 白云岩 | 4.52 | O |
| 27 | 巨 4 | - | - | 3140 | 钙质粉砂岩 | 3.36 | K |
| 28 | 聊古 1 | - | - | 968-1354 | 显晶灰岩 | 4.25 | O |
| 29 | - | - | 2327 | 片麻岩 | 6.4 | Ant |
| 30 | 丘参 1 | - | - | 2568 | 砂岩 | 2.06 | Es2 |
| 31 | - | - | 3947 | 粉砂岩 | 2.53 | K |
| 32 | 冠 1 | - | - | 2091-2094 | 粉砂泥岩 | 1.98 | Es1 |
| 33 | - | - | 2293-2715 | 粉砂泥岩 | 2.09 | Es2 |
| 34 | - | - | 3107-3212 | 泥岩 | 2.15 | Es3 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 35 | 丘 3 | - | - | 1708 | 粗砂岩 | 2.07 | Es3 | 文献  [31] |
| 36 | - | - | 2080-3150 | 泥质砂  岩 | 2.63 | K |
| 37 | - | - | 3310 | 细砂岩 | 3.4 | T |
| 38 | 馆古 1 | - | - | 1583 | 灰质白  云岩 | 7.28 | T |
| 39 | 高古 1 | - | - | 1054 | 花岗岩 | 3.53 | Mz |
| 40 | 莘 2 | - | - | 2623-2910 | 粉砂、泥  岩 | 2.37 | Es3 |
| 41 | 巨参 1 | - | - | 2440 | 泥岩 | 3.22 | P |
| 42 | - | - | 2779-2918 | 白云岩 | 5.65 | O |
| 43 | 莘参 1 | - | - | 1698-2327 | - | 2.18 | Es2 |
| 44 | - | - | 2378-2914 | - | 1.85 | Es3 |
| 45 | - | - | 3066-3180 | - | 1.86 | Es4-Ek |
| 46 | - | - | 3182-3227 | - | 2.08 | Ek |
| 47 | - | - | 3506-3749 | - | 2.3 | J |
| 48 | 莘 1 | - | - | 2305-2605 | - | 2.29 | Es3 |
| 49 | - | - | 2608-2971 | - | 2.22 | Es4 |
| 50 | - | - | 3102-3200 | - | 2.57 | Ek |
| 51 | - | - | 3201-3517 | - | 2.21 | K |
| 52 | - | - | 3594-4020 | - | 2.7 | J |
| 53 | - | - | 4098-4313 | - | 2.64 | T |
| 54 | 莘 2 | - | - | 2623-2910 | - | 2.37 | Es3 |
| 55 | 莘 3 | - | - | 2600-3000 | - | 2.16 | Es2-Es3 |
| 56 | 禹参 2 | - | - | 3728-4008 | - | 2.12 | Es3-Es4 |
| 57 | 冠 1 | - | - | 2021-2094 | - | 1.98 | Es1 |
| 58 | - | - | 2293-2715 | - | 2.09 | Es2 |
| 59 | - | - | 3107-3212 | - | 2.15 | Es3 |
| 60 | 高古 1 | - | - | 1000-1054 | - | 3.53 | Mz |

# 附表 2

附表 2-1 济阳坳陷岩石生热率数据（38 个）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 深度  km | 岩性 | 岩石生热率  (µW/m3) | 层位 |  |
| 1 | 金浅 3-6 | 176 | 砂岩 | 1.30 | Nm | 文献[31] |
| 2 | 渤 101-3 | 1134 | 泥岩 | 1.73 | Nm |
| 3 | 金浅 3-64 | 448 | 粉砂岩 | 1.11 | Ng |
| 4 | 渤 101-22 | 1328 | 泥岩 | 1.81 | Ng |
| 5 | 车 13-4 | 1188 | 泥岩 | 1.44 | Ng |
| 6 | 高 19-1 | 1300 | 泥岩 | 1.86 | Ed |
| 7 | 王 18-6 | 1287 | 泥岩 | 1.62 | Es1 |
| 8 | 王 5-6 | 1772 | 泥岩 | 1.98 | Es1 |
| 9 | 滨 423-3 | 2330 | 泥岩 | 1.44 | Es2 |
| 10 | 王 5-17 | 1852 | 泥质粉砂岩 | 1.18 | Es2 |
| 11 | 临 17-5 | 2004 | 泥岩 | 1.32 | Es2 |
| 12 | 临 17-10 | 2054 | 泥岩 | 1.60 | Es2 |
| 13 | 大 371-2 | 3013 | 粉砂质泥岩 | 1.29 | Es2 |
| 14 | 大 82-2 | 2557 | 泥岩 | 1.54 | Es2 |
| 15 | 滨 701-3 | 2315 | 泥岩 | 1.35 | Es3 |
| 16 | 王 31-2 | 2460 | 泥岩 | 1.14 | Es3 |
| 17 | 王 31-6 | 2478 | 泥岩 | 1.39 | Es3 |
| 18 | 大 352-1 | 1956 | 泥岩 | 1.76 | Es3 |
| 19 | 王 31-9 | 2502 | 泥岩 | 1.41 | Es4 |
| 20 | 王 31-19 | 2579 | 粉砂质泥岩 | 1.25 | Es4 |
| 21 | 王 108-6 | 1830 | 砂岩 | 1.58 | Es4 |
| 22 | 王 18-22 | 1709 | 泥岩 | 1.60 | Es4 |
| 23 | 义 170-3 | 3250 | 砂岩 | 1.24 | Es4 |
| 24 | 王 112-3 | 1843 | 泥岩 | 1.20 | Ek |
| 25 | 王 130-1 | 1744 | 泥岩 | 1.52 | Ek |
| 26 | 王 130-6 | 1972 | 粉砂岩 | 0.98 | Ek |
| 27 | 昌 66-22 | 816 | 泥岩 | 1.38 | Ek1 |
| 28 | 昌 66-27 | 855 | 泥岩 | 0.89 | Ek1 |
| 29 | 郝科 1-14 | 5435 | 泥岩 | 1.25 | Ek1 |
| 30 | 昌 11-6 | 2799 | 泥岩 | 1.93 | Ek2 |
| 31 | 央 5-9 | 3771 | 泥岩 | 1.27 | Ek2 |
| 32 | 央 5-15 | 4044 | 泥岩 | 1.48 | Ek2 |
| 33 | 高 41-46 | 1240 | 泥岩 | 1.43 | Mz |
| 34 | 高 41-60 | 1430 | 泥岩 | 1.78 | Mz |
| 35 | 王 111-13 | 2190 | 粉砂岩 | 1.44 | Mz |
| 36 | 义 136-1 | 3089 | 砂岩 | 1.31 | Mz |
| 37 | 义 136-7 | 3481 | 泥岩 | 1.58 | Mz |
| 38 | 大 671-1 | 2955 | 灰岩 | 1.09 | C-P |

# 附表 3

附表 3-1 冀中坳陷地温梯度（207 个）、大地热流（234 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬（°N ） |
| 1 | 容 1 | 115.8809 | 39.0126 | 30～750 | 56.1 | 153.1 | 文献  [25] |
| 2 | 雄 104 | 116.0521 | 38.9615 | 30～930 | 72.8 | 126.6 |
| 3 | 雄 101 | 116.0864 | 38.9799 | 62～582 | 62.1 | 129.8 |
| 4 | 淀 6 | 116.0984 | 38.9569 | 100～1290 | 70 | 164 |
| 5 | 淀 6-3 | 116.091 | 38.961 | 50～1060 | 57.3 | 100.8 |
| 6 | 霸 8 | 116.2724 | 39.163 | 100～1390 | 48.1 | 164.3 |
| 7 | 牛 8-2 | 116.4734 | 39.2324 | 100～620 | 48.8 | 85.6 |
| 8 | 淀 6-1 | 116.108 | 38.9522 | 70～1080 | 38.2 | 65.7 |
| 9 | 留 13 | 116.0876 | 38.2932 | 100～1800 | 38.8 | 77.7 |
| 10 | 高 17 | 115.6812 | 38.603 | 50～1764 | 39.7 | 75.4 |
| 11 | 高 7 | 115.7405 | 38.7423 | 70～1420 | 37.6 | 66.8 |
| 12 | 任 47 | 116.0868 | 38.6659 | 150～1810 | 34.7 | 70 |
| 13 | 任 96 | 116.0562 | 38.7376 | 40～1884.5 | 31.1 | 61.7 |
| 14 | 霸 60 | 116.3211 | 39.171 | 40～1600 | 38 | 76.5 |
| 15 | 任 104 | 116.0757 | 38.7019 | 120～2020 | 38.1 | 65.5 |
| 16 | 泽深 1 | 115.4738 | 38.0893 | 40～1900 | 34.7 | 77 |
| 17 | 马 81 | 116.113 | 38.3975 | 120～1604 | 32.6 | 59.8 |
| 18 | 强 3 | 115.9433 | 37.9992 | 20～1800 | 31 | 53 |
| 19 | 岔 9 | 116.1768 | 39.075 | 50～1550 | 29.4 | 50.6 |
| 20 | 水 10 | 116.4903 | 39.2902 | 50～1500 | 27.4 | 56.9 |
| 21 | 虎 1 | 115.7083 | 37.859 | 40～900 | 36.8 | 68.4 |
| 22 | 岔 2 | 116.2395 | 39.1401 | 50～1200 | 33.2 | 60.4 |
| 23 | 淀 5 | 116.0554 | 38.9156 | 80～1740 | 34.9 | 93.4 |
| 24 | 马 40 | 116.0898 | 38.5419 | 80～644 | 32.4 | 55.7 |
| 25 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 60～580 | 36.4 | 68.1 |
| 26 | 高 4 | 115.684 | 38.7027 | 50～1430 | 36.8 | 68.8 |
| 27 | 观 3 | 116.0461 | 38.6033 | 30～600 | 32.4 | 67 |
| 28 | 观 5 | 116.0276 | 38.6132 | 30～770 | 34.1 | 74.5 |
| 29 | 束探 1H | 115.2117 | 37.8144 | 4006 | 32.2 | 55.1 |
| 30 | 极 4 | 114.8072 | 38.0922 | 2100 | 31.7 | 57.5 |
| 31 | 泽古 16 | 115.1924 | 38.0771 | 3147 | 30.9 | 53.1 |
| 32 | 胜 1 | 116.7436 | 39.0314 | 2224 | 30.5 | 66.6 |
| 33 | 葛 5 | 116.8076 | 39.1509 | 3249 | 31.9 | 68.4 |
| 34 | 葛 8 | 116.8547 | 39.1073 | 2777 | 31.8 | 69.6 |
| 35 | 曹 10 | 116.5669 | 39.4883 | 3908 | 29 | 49.3 |
| 36 | 务 16 | 116.7426 | 39.5074 | 3638 | 28.5 | 48.7 |
| 37 | 路 30 | 116.0201 | 38.0564 | 1740 | 42.6 | 72.2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬（°N ） |
| 38 | 泽古 10 | 115.5532 | 38.1406 | 3875 | 31.7 | 61.1 | 文献  [25] |
| 39 | 泽古 5 | 115.5733 | 38.0874 | 3454 | 30.3 | 51.8 |
| 40 | 泽 96 | 115.3258 | 37.9528 | 3717 | 29.5 | 50.4 |
| 41 | 泽 95 | 115.4833 | 37.889 | 3101 | 31.4 | 52.7 |
| 42 | 泽古 18 | 115.3442 | 38.0862 | 2899 | 30.3 | 51.1 |
| 43 | 文 35 | 116.4309 | 38.9207 | 2055 | 31.4 | 53.6 |
| 44 | 文 99 | 116.4216 | 38.8342 | 1499 | 33.4 | 57.4 |
| 45 | 文 86 | 116.2897 | 38.747 | 1914 | 33.8 | 57.5 |
| 46 | 西 5 | 116.2617 | 38.6685 | 1661 | 40.3 | 67.7 |
| 47 | 西 55 | 116.2698 | 38.5759 | 1172 | 39.1 | 64.5 |
| 48 | 西 23 | 116.2377 | 38.519 | 1666 | 39.5 | 67.5 |
| 49 | 楚 17 | 115.7816 | 38.1246 | 2720 | 32.9 | 52.5 |
| 50 | 宁 52 | 115.761 | 38.4939 | 2870 | 36.4 | 62.2 |
| 51 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 2880 | 34.5 | 58.5 |
| 52 | 宁 41 | 115.9946 | 39.5136 | 3477 | 31.6 | 52.4 |
| 53 | 西柳 8 | 115.9409 | 38.5351 | 3483 | 32.9 | 56.3 |
| 54 | 宁 621 | 115.8822 | 38.4772 | 2628 | 31.2 | 53.2 |
| 55 | 路 16 | 116.0029 | 38.2781 | 1803 | 36.1 | 61.3 |
| 56 | 楚 37 | 115.9066 | 38.1766 | 2799 | 33.5 | 57.2 |
| 57 | 强 44 | 115.9398 | 38.0876 | 2594 | 32.7 | 55.7 |
| 58 | 榆 9 | 115.6756 | 37.9945 | 3295 | 32.9 | 55.9 |
| 59 | 王 4 | 117.3429 | 39.549 | 1950 | 42 | 79.7 |
| 60 | 苏 50 | 116.7607 | 39.299 | 5104 | 29.5 | 57 |
| 61 | 高 20 | 115.8593 | 38.7818 | 2599 | 38 | 64.9 |
| 62 | 鄚 25 | 116.0973 | 38.8352 | 3389 | 29.7 | 50.8 |
| 63 | 衡探 1 | 115.5445 | 37.9356 | 4433 | 34.3 | 58.8 |
| 64 | 固 2 | 116.2868 | 39.4251 | 2279 | 28.8 | 49.1 |
| 65 | 桐 7 | 116.6842 | 39.6159 | 2178 | 32 | 60.4 |
| 66 | 苏 1 | 116.5687 | 39.0557 | 4175 | 30.8 | 58.8 |
| 67 | 牛 28 | 116.3434 | 39.2337 | 1366 | 55 | 114 |
| 68 | 霸 95 | 116.4943 | 39.182 | 2763 | 32.8 | 56 |
| 69 | 霸 34 | 116.455 | 39.1985 | 2380 | 33.1 | 56.4 |
| 70 | 雁 1 | 115.9658 | 38.769 | 3065 | 34.5 | 59 |
| 71 | 雁 50 | 115.9509 | 38.8123 | 2723 | 38.1 | 65.1 |
| 72 | 雁 42 | 115.9612 | 38.7612 | 3017 | 34.7 | 59.4 |
| 73 | 淀 40 | 116.0175 | 38.7193 | 3239 | 32.9 | 56.3 |
| 74 | 淀 35 | 115.8996 | 38.7063 | 3229 | 31.2 | 53.3 |
| 75 | 淀 3 | 116.0113 | 38.8251 | 3055 | 31.6 | 54 |
| 76 | 任 13 | 116.0718 | 38.6342 | 3687 | 32.2 | 57.1 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬（°N ） |
| 77 | 任 879 | 116.1244 | 38.7543 | 3001 | 33.3 | 56.7 | 文献  [25] |
| 78 | 西柳 22 | 115.9061 | 38.6488 | 3444 | 31 | 53.4 |
| 79 | 楚 105 | 115.8274 | 38.1635 | 3098 | 32.2 | 55.3 |
| 80 | 强 103 | 115.8484 | 38.0271 | 3197 | 32.1 | 55.2 |
| 81 | 容 2 | 115.9277 | 38.9697 | 1469 | 43 | 73.5 |
| 82 | 博 2 | 115.3176 | 38.2638 | 2500 | 33.1 | 56.4 |
| 83 | 泽 43 | 115.4982 | 38.0078 | 3929 | 29.4 | 50.6 |
| 84 | 虎 22 | 115.6234 | 37.904 | 2519 | 38.4 | 66.1 |
| 85 | 虎 20 | 115.6828 | 37.9328 | 2895 | 33.4 | 57.4 |
| 86 | 高 30 | 115.7384 | 38.6825 | 2538 | 39.7 | 68.3 |
| 87 | 马 41 | 116.1439 | 38.4657 | 2496 | 35.9 | 61.9 |
| 88 | 马 12 | 116.062 | 38.4196 | 2046 | 33.1 | 56.3 |
| 89 | 马 2 | 116.2122 | 38.6233 | 1900 | 43.6 | 74.2 |
| 90 | 留 30 | 116.0287 | 38.3437 | 3300 | 31.7 | 54.2 |
| 91 | 留古 1 | 115.8855 | 38.3368 | 4000 | 34.7 | 59.3 |
| 92 | 家 23 | 116.1635 | 38.9465 | 2995 | 29.1 | 49.7 |
| 93 | 赵 117 | 114.7515 | 37.7019 | 3082 | 30.3 | 52.5 |
| 94 | 西柳 105 | 115.8742 | 38.5986 | 3101 | 30.4 | 51.6 |
| 95 | 文安 1 | 116.3323 | 38.9627 | 4176 | 30.7 | 51.7 |
| 96 | 苏 61 | 116.5033 | 39.0472 | 3132 | 30.7 | 52.7 |
| 97 | 赵 61 | 114.6833 | 37.5925 | 2484 | 30.8 | 55.4 |
| 98 | 赵 36 | 114.8072 | 37.6717 | 2317 | 30.8 | 59.4 |
| 99 | 强 52 | 115.85 | 37.9825 | 2554 | 30.9 | 53.1 |
| 100 | 牛东 1 | 116.1996 | 38.9832 | 5534 | 30.9 | 50 |
| 101 | 宁 50 | 115.87 | 38.3712 | 3128 | 31.3 | 53.3 |
| 102 | 家 101 | 116.2122 | 38.9043 | 3337 | 31.6 | 54.6 |
| 103 | 泽古 9 | 115.5249 | 37.9671 | 2320 | 31.8 | 55.6 |
| 104 | 西 58 | 116.2009 | 38.5532 | 2287 | 31.8 | 56.4 |
| 105 | 文古 3 | 116.2578 | 38.85 | 3578 | 32 | 54.3 |
| 106 | 淀 25 | 116.0269 | 38.7597 | 3278 | 32.1 | 55.2 |
| 107 | 西柳 6 | 115.8361 | 38.5461 | 3102 | 32.3 | 55.6 |
| 108 | 强 62 | 1155.842 | 38.0737 | 2881 | 32.5 | 55.9 |
| 109 | 苏 15 | 116.4719 | 38.9571 | 2160 | 32.5 | 56.1 |
| 110 | 高 55 | 115.9574 | 38.7216 | 3133 | 32.8 | 56.1 |
| 111 | 苏 101 | 116.5202 | 39.0122 | 2130 | 32.9 | 54.1 |
| 112 | 马 100 | 116.0942 | 38.4872 | 3293 | 33 | 56.8 |
| 113 | 宁 68 | 115.8384 | 38.3562 | 3318 | 33.2 | 56 |
| 114 | 宁 81 | 116.057 | 38.4645 | 3647 | 33.3 | 54.7 |
| 115 | 文 108 | 116.4109 | 38.8011 | 1477 | 33.8 | 60.6 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 116 | 淀 30 | 115.9158 | 38.7588 | 2806 | 35.9 | 60.7 | 文献  [25] |
| 117 | 高 3 | 115.6343 | 38.622 | 2453 | 38.6 | 63.8 |
| 118 | 容 1 | - | - | 706～720 | 21 | 90 | 文献  [31] |
| 119 | 淀 6 | - | - | 1186～1290 | 18.6 | 80 |
| 120 | 淀 6-1 | - | - | 600～1080 | 35.1 | 59.7 |
| 121 | 坝 8 | - | - | 600～1200 | 42.7 | 73 |
| 122 | 任 104 | - | - | 1500-2020 | 37.7 | 64.8 |
| 123 | 任 85 | - | - | 2550～2950 | 36.8 | 63.3 |
| 124 | 任 23 | - | - | 500～1800 | 34.5 | 59 |
| 125 | 任 23 | - | - | 1900～2900 | 36.5 | 62.8 |
| 126 | 任 23 | - | - | 3000～3600 | 32 | 67.8 |
| 127 | 任 23 | - | - | 3700～4000 | 34.6 | 80.7 |
| 128 | 任 7 | - | - | 2500～3050 | 36.9 | 63.5 |
| 129 | 高 17 | - | - | 1544～1764 | 41.9 | 71.6 |
| 130 | 高 4 | - | - | 800～1600 | 38.5 | 65.8 |
| 131 | 高 4 | - | - | 1600～1800 | 32.8 | 56.4 |
| 132 | 高 7 | - | - | 250～1420 | 37.6 | 64.7 |
| 133 | 永 10 | - | - | 1050～1500 | 35.5 | 61.6 |
| 134 | 坝 60 | - | - | 1100～1600 | 41.9 | 72.5 |
| 135 | 留 12 | - | - | 2072～2150 | 27 | 70.8 |
| 136 | 留 13 | - | - | 900～1700 | 40.3 | 68.5 |
| 137 | 泽深 1 | - | - | 1000～1900 | 35.8 | 61.6 |
| 138 | 虎 1 | - | - | 500～900 | 36 | 61.2 |
| 139 | 马 40 | - | - | 504～604 | 30.5 | 52.1 |
| 140 | 马 81 | - | - | 1100～1204 | 33.5 | 57.3 |
| 141 | 兴 6 | - | - | 500～960 | 29.6 | 50.6 |
| 142 | 泉 4 | - | - | 500～850 | 25.8 | 43.9 |
| 143 | 任 47 | - | - | 1336～1897 | 33.7 | 57.6 |
| 144 | 任 96 | - | - | 1100～1900 | 29 | 49.3 |
| 145 | 任 96 | - | - | 2100～4000 | 29.7 | 50.8 |
| 146 | 宁 4 | - | - | 1000～2100 | 32.5 | 55.9 |
| 147 | 宁 4 | - | - | 2200～4000 | 31.3 | 54.1 |
| 148 | 强 3 | - | - | 720～1640 | 30.8 | 52.7 |
| 149 | 强 3 | - | - | 1640～1820 | 33.4 | 57.5 |
| 150 | 文 30 | - | - | 1064～1304 | 28.1 | 48 |
| 151 | 文 30 | - | - | 1324～1904 | 32.5 | 55.6 |
| 152 | 岔 2 | - | - | 400～1200 | 30.2 | 51.6 |
| 153 | 岔 9 | - | - | 700～1560 | 28.5 | 49 |
| 154 | 大 3 | - | - | 1140～2200 | 24.5 | 68.6 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 155 | 安 22 | - | - | 2650 | - | 58.9 | 文献  [31] |
| 156 | 坝 10 | - | - | 1805 | - | 62.6 |
| 157 | 坝 14 | - | - | 1750 | - | 65.7 |
| 158 | 坝 19 | - | - | 1750 | - | 67.6 |
| 159 | 坝 81 | - | - | 2000 | - | 53.3 |
| 160 | 岔 4 | - | - | 2050 | - | 48.7 |
| 161 | 岔 52 | - | - | 2800 | - | 59.2 |
| 162 | 楚 37 | - | - | 2600 | - | 55.1 |
| 163 | 高 23 | - | - | 580 | - | 60 |
| 164 | 高 5 | - | - | 1200 | - | 64.5 |
| 165 | 古 1 | - | - | 1478 | - | 53 |
| 166 | 古 14 | - | - | 1563 | - | 56 |
| 167 | 古 3 | - | - | 1723 | - | 55.2 |
| 168 | 观 5 | - | - | 700 | - | 70.7 |
| 169 | 极 1 | - | - | 1773 | - | 73.9 |
| 170 | 极 12 | - | - | 2450 | - | 64.8 |
| 171 | 极 14 | - | - | 2240 | - | 58.1 |
| 172 | 极 15 | - | - | 2613 | - | 60.4 |
| 173 | 晋 10 | - | - | 3934 | - | 50.6 |
| 174 | 晋 12 | - | - | 1500 | - | 59.3 |
| 175 | 晋 2 | - | - | 1684 | - | 77.2 |
| 176 | 晋 21 | - | - | 2681 | - | 75.6 |
| 177 | 晋 22 | - | - | 1250 | - | 71.6 |
| 178 | 晋 23 | - | - | 1760 | - | 58.4 |
| 179 | 晋 36 | - | - | 1330 | - | 74.5 |
| 180 | 晋 39 | - | - | 2828 | - | 50.8 |
| 181 | 晋 48 | - | - | 1368 | - | 66.2 |
| 182 | 晋 61 | - | - | 2654 | - | 54.1 |
| 183 | 晋 66 | - | - | 1322 | - | 58.5 |
| 184 | 晋 7 | - | - | 1377 | - | 62.1 |
| 185 | 晋 73 | - | - | 2614 | - | 52.8 |
| 186 | 晋 8 | - | - | 3064 | - | 53.2 |
| 187 | 晋古 1 | - | - | 4012 | - | 55.7 |
| 188 | 京 14 | - | - | 1800 | - | 54.5 |
| 189 | 京 3h | - | - | 3613 | - | 59.2 |
| 190 | 京 6 | - | - | 2000 | - | 51.6 |
| 191 | 林 1 | - | - | 1398 | - | 60.5 |
| 192 | 留 23 | - | - | 1950 | - | 56.1 |
| 193 | 留 35 | - | - | 3200 | - | 56.8 |
| 194 | 留 70 | - | - | 3200 | - | 56.1 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 195 | 路 62 | - | - | 2155 | - | 56.3 | 文献  [31] |
| 196 | 马 16 | - | - | 2202 | - | 66.3 |
| 197 | 马 2 | - | - | 1800 | - | 77.9 |
| 198 | 马 42 | - | - | 2590 | - | 81.6 |
| 199 | 马 72 | - | - | 2850 | - | 56.4 |
| 200 | 马 90 | - | - | 1600 | - | 86 |
| 201 | 马 95 | - | - | 2467 | - | 65.4 |
| 202 | 宁 39 | - | - | 3616 | - | 54.7 |
| 203 | 牛 25 | - | - | 1298 | - | 70 |
| 204 | 牛 7 | - | - | 1070 | - | 77.8 |
| 205 | 强 35 | - | - | 3170 | - | 52.7 |
| 206 | 强 37 | - | - | 1896 | - | 54.7 |
| 207 | 任 4 | - | - | 3100 | - | 58.8 |
| 208 | 任 8 | - | - | 3250 | - | 63.5 |
| 209 | 任热 2 | - | - | 2020 | - | 75.1 |
| 210 | 胜 1 | - | - | 2200 | - | 65.3 |
| 211 | 文 36 | - | - | 1980 | - | 53.7 |
| 212 | 西 12 | - | - | 1697 | - | 65.8 |
| 213 | 西 2 | - | - | 1398 | - | 78.7 |
| 214 | 新坝 30 | - | - | 1900 | - | 61.6 |
| 215 | 新坝 31 | - | - | 2100 | - | 62.2 |
| 216 | 新坝 37 | - | - | 1900 | - | 60.1 |
| 217 | 新永 9 | - | - | 2722 | - | 55.6 |
| 218 | 雄 15 | - | - | 2748 | - | 49.1 |
| 219 | 雄 24 | - | - | 2173 | - | 48.9 |
| 220 | 雄古 1 | - | - | 2332 | - | 52.9 |
| 221 | 雄古 2 | - | - | 3286 | - | 54.8 |
| 222 | 雁 21 | - | - | 2900 | - | 63 |
| 223 | 雁 50 | - | - | 2650 | - | 67.3 |
| 224 | 永 11 | - | - | 1920 | - | 50.9 |
| 225 | 永 15 | - | - | 3050 | - | 52.9 |
| 226 | 永 27 | - | - | 1048 | - | 74.7 |
| 227 | 永 8-2 | - | - | 670 | - | 83.7 |
| 228 | 永古 1 | - | - | 3040 | - | 52.3 |
| 229 | 泽 12 | - | - | 2705 | - | 52.2 |
| 230 | 泽 25 | - | - | 2800 | - | 56.2 |
| 231 | 泽 96 | - | - | 1971 | - | 49.6 |
| 232 | 赵 3 | - | - | 1913 | - | 51.9 |
| 233 | 赵 39 | - | - | 2435 | - | 50.7 |
| 234 | 苏 16 | - | - | 4450 | - | 50 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 235 | 坝 60 | - | - | 1600 | 38.2 | - | 文献  [31] |
| 236 | 坝 8 | - | - | 1390 | 48.8 | - |
| 237 | 北 2 | - | - | 3000 | 33.4 | - |
| 238 | 岔 2 | - | - | 1200 | 31.5 | - |
| 239 | 岔 9 | - | - | 1560 | 29.8 | - |
| 240 | 大 3 | - | - | 2450 | 32 | - |
| 241 | 淀 5 | - | - | 2100 | 35.2 | - |
| 242 | 淀 6 | - | - | 1290 | 37.6 | - |
| 243 | 淀 6-1 | - | - | 1080 | 37.8 | - |
| 244 | 淀 6-3 | - | - | 1060 | 58.1 | - |
| 245 | 高 16 | - | - | 820 | 38.5 | - |
| 246 | 兴 6 | - | - | 960 | 29.6 | - |
| 247 | 宁 4 | - | - | 4000 | 31.3 | - |
| 248 | 高 17 | - | - | 1764 | 39.8 | - |
| 249 | 高 23 | - | - | 580 | 35.6 | - |
| 250 | 高 4 | - | - | 1810 | 36.7 | - |
| 251 | 高 7 | - | - | 1420 | 37.8 | - |
| 252 | 观 3 | - | - | 600 | 31.2 | - |
| 253 | 观 6 | - | - | 770 | 32.9 | - |
| 254 | 虎 1 | - | - | 900 | 34.5 | - |
| 255 | 林 1 | - | - | 1399 | 35.2 | - |
| 256 | 留 12 | - | - | 2160 | 38 | - |
| 257 | 留 13 | - | - | 1800 | 38.2 | - |
| 258 | 留水 4 | - | - | 465 | 34.7 | - |
| 259 | 马 40 | - | - | 664 | 32.5 | - |
| 260 | 马 81 | - | - | 1604 | 33.3 | - |
| 261 | 南 11 | - | - | 1640 | 38 | - |
| 262 | 南 42 | - | - | 999 | 34.2 | - |
| 263 | 南 6 | - | - | 2840 | 38.7 | - |
| 264 | 南 66 | - | - | 819 | 34.7 | - |
| 265 | 牛 8 | - | - | 630 | 48.2 | - |
| 266 | 强 3 | - | - | 1800 | 31 | - |
| 267 | 泉 33 | - | - | 700 | 21.8 | - |
| 268 | 泉 4 | - | - | 850 | 25.6 | - |
| 269 | 热电 1 | - | - | 1600 | 30 | - |
| 270 | 任 104 | - | - | 2020 | 38 | - |
| 271 | 任 23 | - | - | 4100 | 36 | - |
| 272 | 任 47 | - | - | 1800 | 34.8 | - |
| 273 | 任 60 | - | - | 490 | 36 | - |
| 274 | 任 85 | - | - | 2950 | 36.8 | - |

续上表

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 275 | 任 96 | - | - | 2009 | 31.9 | - | 文献  [31] |
| 276 | 任 99 | - | - | 610 | 34.8 | - |
| 277 | 河水 5 | - | - | 706 | 37.9 | - |
| 278 | 任 7 | - | - | 3050 | 36.9 | - |
| 279 | 文 30 | - | - | 1904 | 30.3 | - |
| 280 | 任热 2 | - | - | 2020 | 34.8 | - |
| 281 | 容 1 | - | - | 850 | 57.2 | - |
| 282 | 水 4 | - | - | 610 | 31 | - |
| 283 | 西 2 | - | - | 1399 | 33.1 | - |
| 284 | 雄 101 | - | - | 552 | 62.5 | - |
| 285 | 雄 104 | - | - | 930 | 73.7 | - |
| 286 | 永 10 | - | - | 1500 | 27.9 | - |
| 287 | 泽深 1 | - | - | 1900 | 34.5 | - |

附表 3-2 济阳坳陷地温梯度（59 个）、大地热流（269 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 单 60 | 118°05′ | 37°28′ | 400～1130 | 37.2±0.12 | 74.7 | 文献  [14] |
| 2 | 郑 16 | 118°15′ | 37°36′ | 400～700 | 31.4±0.04 | 64.1 |
| 3 | 800～1800 | 30.6±0.09 | 65.8 |
| 4 | 郑 17 | 118°17′ | 37°35′ | 500～1850 | 32.3±0.14 | 70.8 |
| 5 | 夏 33 | 116°50′ | 37°04′ | 1290～3500 | 28.0±0.19 | 52.9 |
| 6 | 阳 8 | 117°24′ | 37°34′ | 900～2000 | 33.4±0.13 | 63.5 |
| 7 | 3000～3800 | 28.0±0.07 | 55.4 |
| 8 | 义 37-31 | 118°37′ | 37°54′ | 400～1330 | 33.6±0.10 | 68.5 |
| 9 | 3500～4194 | 38.9±0.10 | 77 |
| 10 | 义 118 | 118°37′ | 37°55′ | 3200～3800 | 37.0±0.10 | 66.6 |
| 11 | 桩 11 | 118°58′ | 38°01′ | 2700～3800 | 31.8±0.13 | 65.6 |
| 12 | 孤北  21-10 | 118°44′ | 37°54′ | 2000～2900 | 35.3±0.13 | 67.8 |
| 13 | 孤南  131-4 | 118°58′ | 37°52′ | 2250～2450 | 33.1±0.03 | 65.2 |
| 14 | 2750～2850 | 34.8±0.02 | 72.7 |
| 15 | 3450～3550 | 34.1±0.04 | 61.7 |
| 16 | 车古 8 | 118°02′ | 37°55′ | 350～1300 | 33.4±0.10 | 68.8 |
| 17 | 大 673 | 118°15′ | 38°02′ | 500～1000 | 30.0±0.05 | 61.2 |
| 18 | 2200～2650 | 38.2±0.06 | 70 |
| 19 | 埕北 30 | 118°56′ | 38°13′ | 2200～3400 | 30.0±0.19 | 57.5 |
| 20 | 滨 8 | - | - | 2095 | - | 66.7 |
| 21 | 博 102 | - | - | 2452 | - | 72.7 |
| 22 | 草 3 | - | - | 1200 | - | 71.4 |
| 23 | 草 4 | - | - | 1060 | - | 81.5 |
| 24 | 陈气 6 | - | - | 882 | - | 68.6 |
| 25 | 纯 95 | - | - | 2682 | - | 69.4 |
| 26 | 单 19 | - | - | 1512 | - | 66.5 |
| 27 | 东风 1 | - | - | 4410 | - | 62.7 |
| 28 | 东风 5 | - | - | 4007 | - | 62.8 |
| 29 | 樊 4 | - | - | 2794 | - | 70.2 |
| 30 | 官 114 | - | - | 2318 | - | 67 |
| 31 | 郝 3 | - | - | 3140 | - | 61 |
| 32 | 河 1 | - | - | 3080 | - | 59 |
| 33 | 河 10 | - | - | 1180 | - | 57.7 |
| 34 | 花 12 | - | - | 1427 | - | 67.7 |
| 35 | 华 8 | - | - | 1221 | - | 64.4 |
| 36 | 角 12 | - | - | 2600 | - | 65.1 |
| 37 | 金 16 | - | - | 784 | - | 80.2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 38 | 莱 9 | - | - | 2600 | - | 64.2 | 文献  [14] |
| 39 | 利 11 | - | - | 2146 | - | 55.9 |
| 40 | 梁 60 | - | - | 2845 | - | 61.4 |
| 41 | 面古 1 | - | - | 1090 | - | 73.3 |
| 42 | 明 15 | - | - | 1108 | - | 62.4 |
| 43 | 牛 19 | - | - | 3085 | - | 58.8 |
| 44 | 气东 4 | - | - | 1331 | - | 62.5 |
| 45 | 胜 5 | - | - | 1322 | - | 57.4 |
| 46 | 史 2 | - | - | 2773 | - | 57 |
| 47 | 通 52 | - | - | 3068 | - | 62.2 |
| 48 | 通 61 | - | - | 1900 | - | 74 |
| 49 | 王 69 | - | - | 2900 | - | 64 |
| 50 | 辛 50 | - | - | 2278 | - | 61.7 |
| 51 | 营 67 | - | - | 3158 | - | 61.1 |
| 52 | 营 71 | - | - | 2600 | - | 64.4 |
| 53 | 永 921 | - | - | 2753 | - | 66.9 |
| 54 | 郑 410 | - | - | 1317 | - | 71.6 |
| 55 | 坨 10 | - | - | 2300 | - | 59.1 |
| 56 | 坨 140 | - | - | 3391 | - | 67.4 |
| 57 | 丰 8 | - | - | 4225 | - | 57.7 |
| 58 | 郑 11 | - | - | 1850 | - | 71 |
| 59 | 夏 101 | - | - | 3900 | - | 58.8 |
| 60 | 临 83 | - | - | 4355 | - | 55.3 |
| 61 | 临 95 | - | - | 3339 | - | 55.3 |
| 62 | 盘 17 | - | - | 1800 | - | 64.8 |
| 63 | 盘 21 | - | - | 2000 | - | 64.6 |
| 64 | 钱 4 | - | - | 1700 | - | 66.8 |
| 65 | 商 744 | - | - | 3500 | - | 69 |
| 66 | 商深 1 | - | - | 3052 | - | 67 |
| 67 | 田 27 | - | - | 3250 | - | 66 |
| 68 | 肖 2 | - | - | 2609 | - | 63.4 |
| 69 | 曲 15 | - | - | 1915 | - | 68.4 |
| 70 | 曲斜 9 | - | - | 1609 | - | 68.8 |
| 71 | 阳 2 | - | - | 2528 | - | 65 |
| 72 | 阳 32 | - | - | 2470 | - | 69.8 |
| 73 | 阳 12 | - | - | 1802 | - | 65.7 |
| 74 | 禹 5 | - | - | 2323 | - | 63.3 |
| 75 | 禹 7 | - | - | 2454 | - | 64.4 |
| 76 | 渤 8 | - | - | 1200 | - | 74.2 |
| 77 | 渤深 4 | - | - | 3911 | - | 61.6 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 78 | 富 15 | - | - | 3049 | - | 66.1 | 文献  [14] |
| 79 | 孤北 34 | - | - | 3475 | - | 70.9 |
| 80 | 孤东 83 | - | - | 2301 | - | 78 |
| 81 | 孤南 30 | - | - | 3644 | - | 66.7 |
| 82 | 孤南 32 | - | - | 3762 | - | 67.1 |
| 83 | 虎 2 | - | - | 1832 | - | 68.2 |
| 84 | 垦 152 | - | - | 2650 | - | 69.7 |
| 85 | 垦东 14 | - | - | 1034 | - | 79.7 |
| 86 | 垦东 451 | - | - | 980 | - | 75.1 |
| 87 | 垦古 11 | - | - | 1811 | - | 70.7 |
| 88 | 老 27 | - | - | 3750 | - | 64.5 |
| 89 | 老斜 29 | - | - | 3491 | - | 65.9 |
| 90 | 罗 358 | - | - | 2641 | - | 69 |
| 91 | 罗 803 | - | - | 2174 | - | 69.6 |
| 92 | 邵 58 | - | - | 3090 | - | 66.3 |
| 93 | 新桩 101 | - | - | 3487 | - | 59.2 |
| 94 | 义 109 | - | - | 3478 | - | 65.6 |
| 95 | 义东 28 | - | - | 2500 | - | 64.4 |
| 96 | 义古 323 | - | - | 2951 | - | 62.4 |
| 97 | 义深 7 | - | - | 3426 | - | 60.6 |
| 98 | 沾 27 | - | - | 1900 | - | 74.5 |
| 99 | 桩 70 | - | - | 3106 | - | 66.8 |
| 100 | 桩古 13 | - | - | 4459 | - | 62.7 |
| 101 | 车 253 | - | - | 4193 | - | 64.2 |
| 102 | 车 407 | - | - | 3414 | - | 67.5 |
| 103 | 车 409 | - | - | 3404 | - | 66.5 |
| 104 | 车古 1 | - | - | 2525 | - | 69.4 |
| 105 | 车古 17 | - | - | 2220 | - | 69.7 |
| 106 | 车 25 | - | - | 3668 | - | 64.4 |
| 107 | 大 656 | - | - | 2365 | - | 60.2 |
| 108 | 大 95 | - | - | 3401 | - | 63.5 |
| 109 | 大古 61 | - | - | 2138 | - | 58.1 |
| 110 | 昌 171 | - | - | 1256 | - | 67.1 |
| 111 | 昌 25 | - | - | 1000 | - | 65.8 |
| 112 | 昌 3 | - | - | 1433 | - | 60.7 |
| 113 | 昌 323 | - | - | 1500 | - | 64 |
| 114 | 昌 61 | - | - | 1377 | - | 67.7 |
| 115 | 昌 80 | - | - | 1799 | - | 66.6 |
| 116 | 昌 90 | - | - | 1711 | - | 63.4 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 117 | 瞳 3 | - | - | 815 | - | 66.6 | 文献  [14] |
| 118 | 瞳 6 | - | - | 633 | - | 58.6 |
| 119 | 埕北 38 | - | - | 4009 | - | 64.4 |
| 120 | 埕北 4 | - | - | 3036 | - | 64.4 |
| 121 | 丰 8 | - | - | 3710-4225 | 29.1 | 53.3 | 文献  [31] |
| 122 | 单 60 | - | - | 400~1130 | 37.2±0.12 | 74.7 |
| 123 | 郑 16 | - | - | 400~700 | 31.4±0.04 | 64.1 |
| 124 | - | - | 800~1800 | 30.6±0.09 | 65.8 |
| 125 | 郑 17 | - | - | 500~1850 | 32.3±0.14 | 70.8 |
| 126 | 郑 11 | - | - | 900-1800 | 38.4 | 80.4 |
| 127 | 夏 33 | - | - | 1290~3500 | 28.0±0.19 | 52.9 |
| 128 | 阳 8 | - | - | 900~2000 | 33.4±0.13 | 63.5 |
| 129 |  | - | - | 3000~3800 | 28.0±0.07 | 55.4 |
| 130 | 夏 101 | - | - | 3660-3900 | 32.5 | 58.8 |
| 131 | 义 37-31 | - | - | 400~1330 | 33.6±0.10 | 68.5 |
| 132 |  | - | - | 3500~4194 | 38.9±0.10 | 77 |
| 133 | 义 118 | - | - | 3200~3800 | 37.0±0.10 | 64.8 |
| 134 | 义 93 | - | - | 2960-3340 | 27.6 | 48.3 |
| 135 | 桩 11 | - | - | 2700~3800 | 31.8±0.13 | 65.6 |
| 136 | 孤北  21-10 | - | - | 2000~2900 | 35.3±0.13 | 67.8 |
| 137 | 孤南  131-4 | - | - | 2250~2450 | 33.1±0.03 | 65.2 |
| 138 | - | - | 2750~2850 | 34.8±0.02 | 72.7 |
| 139 | - | - | 3450~3550 | 34.1±0.04 | 61.7 |
| 140 | 埕北 30 | - | - | 2200~3400 | 30.0±0.19 | 57.5 |
| 141 | 车古 8 | - | - | 350~1300 | 33.4±0.10 | 68.8 |
| 142 | 大 673 | - | - | 500~1000 | 30.0±0.05 | 61.2 |
| 143 | - | - | 2200~2650 | 38.2±0.06 | 70 |
| 144 | 滨 8 | - | - | 2095 | - | 66.7 |
| 145 | 博 102 | - | - | 2452 | - | 72.7 |
| 146 | 草 3 | - | - | 1200 | - | 71.4 |
| 147 | 草 4 | - | - | 1060 | - | 81.5 |
| 148 | 陈气 6 | - | - | 882 | - | 68.6 |
| 149 | 纯 95 | - | - | 2682 | - | 69.4 |
| 150 | 单 19 | - | - | 1512 | - | 66.5 |
| 151 | 东风 1 | - | - | 4410 | - | 62.7 |
| 152 | 东风 5 | - | - | 4007 | - | 62.8 |
| 153 | 樊 4 | - | - | 2794 | - | 70.2 |
| 154 | 官 114 | - | - | 2318 | - | 67 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 155 | 郝 3 | - | - | 3140 | - | 61 | 文献  [31] |
| 156 | 河 1 | - | - | 3080 | - | 59 |
| 157 | 河 10 | - | - | 1180 | - | 57.7 |
| 158 | 花 12 | - | - | 1427 | - | 67.7 |
| 159 | 华 8 | - | - | 1221 | - | 64.4 |
| 160 | 角 12 | - | - | 2600 | - | 65.1 |
| 161 | 金 16 | - | - | 784 | - | 80.2 |
| 162 | 莱 9 | - | - | 2600 | - | 64.2 |
| 163 | 利 11 | - | - | 2146 | - | 55.9 |
| 164 | 梁 60 | - | - | 2845 | - | 61.4 |
| 165 | 面古 1 | - | - | 1090 | - | 73.3 |
| 166 | 明 15 | - | - | 1108 | - | 62.4 |
| 167 | 牛 19 | - | - | 3085 | - | 58.8 |
| 168 | 气东 4 | - | - | 1331 | - | 62.5 |
| 169 | 胜 5 | - | - | 1322 | - | 57.4 |
| 170 | 史 2 | - | - | 2773 | - | 57 |
| 171 | 通 52 | - | - | 3068 | - | 62.2 |
| 172 | 通 61 | - | - | 1900 | - | 74 |
| 173 | 王 69 | - | - | 2900 | - | 64 |
| 174 | 辛 50 | - | - | 2278 | - | 61.7 |
| 175 | 营 67 | - | - | 3158 | - | 61.1 |
| 176 | 营 71 | - | - | 2600 | - | 64.4 |
| 177 | 永 921 | - | - | 2753 | - | 66.9 |
| 178 | 郑 410 | - | - | 1317 | - | 71.6 |
| 179 | 坨 10 | - | - | 2300 | - | 59.1 |
| 180 | 坨 140 | - | - | 3391 | - | 67.4 |
| 181 | 丰 8 | - | - | 4225 | - | 57.7 |
| 182 | 郑 11 | - | - | 1850 | - | 71 |
| 183 | 夏 101 | - | - | 3900 | - | 58.8 |
| 184 | 临 83 | - | - | 4355 | - | 55.3 |
| 185 | 临 95 | - | - | 3339 | - | 55.3 |
| 186 | 盘 17 | - | - | 1800 | - | 64.8 |
| 187 | 盘 21 | - | - | 2000 | - | 64.6 |
| 188 | 钱 4 | - | - | 1700 | - | 66.8 |
| 189 | 商 744 | - | - | 3500 | - | 69 |
| 190 | 商深 1 | - | - | 3052 | - | 67 |
| 191 | 田 27 | - | - | 3250 | - | 66 |
| 192 | 肖 2 | - | - | 2609 | - | 63.4 |
| 193 | 曲 15 | - | - | 1915 | - | 68.4 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 194 | 曲斜 9 | - | - | 1609 | - | 68.8 | 文献  [31] |
| 195 | 阳 2 | - | - | 2528 | - | 65 |
| 196 | 阳 32 | - | - | 2470 | - | 69.8 |
| 197 | 阳 12 | - | - | 1802 | - | 65.7 |
| 198 | 禹 5 | - | - | 2323 | - | 63.3 |
| 199 | 禹 7 | - | - | 2454 | - | 64.4 |
| 200 | 渤 8 | - | - | 1200 | - | 74.2 |
| 201 | 渤深 4 | - | - | 3911 | - | 61.6 |
| 202 | 富 15 | - | - | 3049 | - | 66.1 |
| 203 | 孤北 34 | - | - | 3475 | - | 70.9 |
| 204 | 孤东 83 | - | - | 2301 | - | 78 |
| 205 | 孤南 30 | - | - | 3644 | - | 66.7 |
| 206 | 孤南 32 | - | - | 3762 | - | 67.1 |
| 207 | 虎 2 | - | - | 1832 | - | 68.2 |
| 208 | 垦 152 | - | - | 2650 | - | 69.7 |
| 209 | 垦东 14 | - | - | 1034 | - | 79.7 |
| 210 | 垦东 451 | - | - | 980 | - | 75.1 |
| 211 | 垦古 11 | - | - | 1811 | - | 70.7 |
| 212 | 老 27 | - | - | 3750 | - | 64.5 |
| 213 | 老斜 29 | - | - | 3491 | - | 65.9 |
| 214 | 罗 358 | - | - | 2641 | - | 69 |
| 215 | 罗 803 | - | - | 2174 | - | 69.6 |
| 216 | 邵 58 | - | - | 3090 | - | 66.3 |
| 217 | 新桩 101 | - | - | 3487 | - | 59.2 |
| 218 | 义 109 | - | - | 3478 | - | 65.6 |
| 219 | 义东 28 | - | - | 2500 | - | 64.4 |
| 220 | 义古 323 | - | - | 2951 | - | 62.4 |
| 221 | 义深 7 | - | - | 3426 | - | 60.6 |
| 222 | 沾 27 | - | - | 1900 | - | 74.5 |
| 223 | 桩 70 | - | - | 3106 | - | 66.8 |
| 224 | 桩古 13 | - | - | 4459 | - | 62.7 |
| 225 | 车 253 | - | - | 4193 | - | 64.2 |
| 226 | 车 407 | - | - | 3414 | - | 67.5 |
| 227 | 车 409 | - | - | 3404 | - | 66.5 |
| 228 | 车古 1 | - | - | 2525 | - | 69.4 |
| 229 | 车古 17 | - | - | 2220 | - | 69.7 |
| 230 | 车 25 | - | - | 3668 | - | 64.4 |
| 231 | 大 656 | - | - | 2365 | - | 60.2 |
| 232 | 大 95 | - | - | 3401 | - | 63.5 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 233 | 大古 61 | - | - | 2138 | - | 58.1 | 文献  [31] |
| 234 | 埕北 38 | - | - | 4009 | - | 64.4 |
| 235 | 埕北 4 | - | - | 3036 | - | 64.4 |
| 236 | 昌 10 | - | - | 2380 | - | 62.5 |
| 237 | 昌 14 | - | - | 3101 | - | 69.5 |
| 238 | 昌 171 | - | - | 1256 | - | 67.1 |
| 239 | 昌 20 | - | - | 1592 | - | 61.3 |
| 240 | 昌 25 | - | - | 1000 | - | 65.8 |
| 241 | 昌 3 | - | - | 1477 | - | 60.7 |
| 242 | 昌 30 | - | - | 1553 | - | 69 |
| 243 | 昌 31 | - | - | 1745 | - | 64.6 |
| 244 | 昌 323 | - | - | 875 | - | 64 |
| 245 | 昌 324 | - | - | 1215 | - | 63.2 |
| 246 | 昌 45 | - | - | 1785 | - | 73.6 |
| 247 | 昌 5 | - | - | 2001 | - | 60.5 |
| 248 | 昌 6 | - | - | 769 | - | 59.8 |
| 249 | 昌 61 | - | - | 1377 | - | 67.7 |
| 250 | 昌 64 | - | - | 2494 | - | 68.1 |
| 251 | 昌 661 | - | - | 800 | - | 68.8 |
| 252 | 昌 68 | - | - | 2562 | - | 66.2 |
| 253 | 昌 691 | - | - | 2258 | - | 67.9 |
| 254 | 昌 71 | - | - | 2246 | - | 72.2 |
| 255 | 昌 73 | - | - | 770 | - | 65.5 |
| 256 | 昌 74 | - | - | 899 | - | 68.8 |
| 257 | 昌 80 | - | - | 1799 | - | 66.6 |
| 258 | 昌 83 | - | - | 1755 | - | 68.6 |
| 259 | 昌 86 | - | - | 2260 | - | 66.9 |
| 260 | 昌 90 | - | - | 1711 | - | 63.4 |
| 261 | 昌 901 | - | - | 1658 | - | 57.7 |
| 262 | 昌 94 | - | - | 2007 | - | 65.6 |
| 263 | 昌参 2 | - | - | 1800 | - | 63.7 |
| 264 | 昌斜 46 | - | - | 2769 | - | 59.1 |
| 265 | 昌斜 681 | - | - | 2364 | - | 63.7 |
| 266 | 昌斜 69 | - | - | 1345 | - | 65.6 |
| 267 | 疃 3 | - | - | 815 | - | 66.6 |
| 268 | 疃 6 | - | - | 633 | - | 58.6 |
| 269 | 央 5 | - | - | 3000 | - | 70.5 |
| 270 | 丰 8 | - | - | 4225 | 29.8 | - |
| 271 | 单 60 | - | - | 1130 | 37.3 | - |

续上表

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 272 | 郑 11 | - | - | 1850 | 32.3 | - | 文献  [31] |
| 273 | 郑 16 | - | - | 1800 | 32.9 | - |
| 274 | 郑 17 | - | - | 1900 | 34.4 | - |
| 275 | 阳 8 | - | - | 3870 | 30.7 | - |
| 276 | 夏 101 | - | - | 3900 | 32.5 | - |
| 277 | 夏 33 | - | - | 3528 | 30.4 | - |
| 278 | 孤南  131-4 | - | - | 3600 | 36.7 | - |
| 279 | 桩 11 | - | - | 3800 | 36.8 | - |
| 280 | 义 118 | - | - | 4100 | 37.6 | - |
| 281 | 义 37-31 | - | - | 4194 | 36.3 | - |
| 282 | 义 93 | - | - | 3340 | 34.2 | - |
| 283 | 孤北  21-10 | - | - | 3000 | 35.3 | - |
| 284 | 埕北 30 | - | - | 3550 | 30.1 | - |
| 285 | 车古 8 | - | - | 1620 | 37.9 | - |
| 286 | 大 673 | - | - | 2650 | 30.8 | - |

附表 3-3 临清坳陷地温梯度（25 个）、大地热流（18 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 莘参 1 | - | - | 1698-2327 | 24 | 52.3 | 文献  [31] |
| 2 | - | - | 2378-2914 | 28 | 51.8 |
| 3 | - | - | 3066-3180 | 25 | 46.5 |
| 4 | - | - | 3182-3227 | 26 | 54.1 |
| 5 | - | - | 3506-3749 | 24 | 55.2 |
| 6 | 莘 1 | - | - | 2305-2605 | 31 | 62.1 |
| 7 | - | - | 2608-2971 | 25 | 55.5 |
| 8 | - | - | 3102-3200 | 18 | 46.3 |
| 9 | - | - | 3201-3517 | 20 | 44.2 |
| 10 | - | - | 3594-4020 | 24 | 64.8 |
| 11 | - | - | 4098-4313 | 24 | 63.4 |
| 12 | 莘 2 | - | - | 2623-2910 | 26.5 | 62.8 |
| 13 | 莘 3 | - | - | 2600-3000 | 30.2 | 65.2 |
| 14 | 禹参 2 | - | - | 3728-4008 | 28.8 | 61.1 |
| 15 | 冠 1 | - | - | 2021-2094 | 28 | 55.4 |
| 16 | - | - | 2293-2715 | 27.3 | 57.1 |
| 17 | - | - | 3107-3212 | 30 | 64.2 |
| 18 | 高古 1 | - | - | 1000-1054 | 19 | 67.1 |
| 19 | 莘参 1 | - | - | 4100 | 28.2 | - | 文献  [31] |
| 20 | 莘 1 | - | - | 4400 | 28.3 | - |
| 21 | 莘 2 | - | - | 3800 | 28.6 | - |
| 22 | 莘 3 | - | - | 3300 | 32.2 | - |
| 23 | 冠 1 | - | - | 3100 | 31.6 | - |
| 24 | 高古 1 | - | - | 1200 | 25.2 | - |
| 25 | 禹参 2 | - | - | 4008 | 28.8 | - |

附表 3-3 黄骅坳陷地温梯度（4 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 板深 8 | - | - | 4285 | 28.5 | - | 文献  [31] |
| 2 | 板深 703 | - | - | 4230 | 28.5 | - |
| 3 | 千 10-20 | - | - | 3350 | 34.9 | - |
| 4 | 千 12-18 | - | - | 3740 | 31.3 | - |

附表 1-1 冀中坳陷岩石热导率数据（154 个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 容 1 | 115.8809 | 39.0126 | 30～750 | - | 2.73 | - | 文献  [25] |
| 2 | 雄 104 | 116.0521 | 38.9615 | 30～930 | - | 1.74 | - |
| 3 | 雄 101 | 116.0864 | 38.9799 | 62～582 | - | 2.09 | - |
| 4 | 淀 6 | 116.0984 | 38.9569 | 100～1290 | - | 2.34 | - |
| 5 | 淀 6-3 | 116.0910 | 38.9610 | 50～1060 | - | 1.76 | - |
| 6 | 霸 8 | 116.2724 | 39.1630 | 100～1390 | - | 3.42 | - |
| 7 | 牛 8-2 | 116.4734 | 39.2324 | 100～620 | - | 1.75 | - |
| 8 | 淀 6-1 | 116.1080 | 38.9522 | 70～1080 | - | 1.72 | - |
| 9 | 留 13 | 116.0876 | 38.2932 | 100～1800 | - | 2 | - |
| 10 | 高 17 | 115.6812 | 38.6030 | 50～1764 | - | 1.9 | - |
| 11 | 高 7 | 115.7405 | 38.7423 | 70～1420 | - | 1.78 | - |
| 12 | 任 47 | 116.0868 | 38.6659 | 150～1810 | - | 2.02 | - |
| 13 | 任 96 | 116.0562 | 38.7376 | 40～1884.5 | - | 1.98 | - |
| 14 | 霸 60 | 116.3211 | 39.1710 | 40～1600 | - | 2.01 | - |
| 15 | 任 104 | 116.0757 | 38.7019 | 120～2020 | - | 1.72 | - |
| 16 | 泽深 1 | 115.4738 | 38.0893 | 40～1900 | - | 2.22 | - |
| 17 | 马 81 | 116.1130 | 38.3975 | 120～1604 | - | 1.83 | - |
| 18 | 强 3 | 115.9433 | 37.9992 | 20～1800 | - | 1.72 | - |
| 19 | 岔 9 | 116.1768 | 39.0750 | 50～1550 | - | 1.72 | - |
| 20 | 水 10 | 116.4903 | 39.2902 | 50～1500 | - | 2.08 | - |
| 21 | 虎 1 | 115.7083 | 37.8590 | 40～900 | - | 1.86 | - |
| 22 | 岔 2 | 116.2395 | 39.1401 | 50～1200 | - | 1.82 | - |
| 23 | 淀 5 | 116.0554 | 38.9156 | 80～1740 | - | 2.68 | - |
| 24 | 马 40 | 116.0898 | 38.5419 | 80～644 | - | 1.72 | - |
| 25 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 60～580 | - | 1.87 | - |
| 26 | 高 4 | 115.6840 | 38.7027 | 50～1430 | - | 1.87 | - |
| 27 | 观 3 | 116.0461 | 38.6033 | 30～600 | - | 2.07 | - |
| 28 | 观 5 | 116.0276 | 38.6132 | 30～770 | - | 2.18 | - |
| 29 | 束探 1H | 115.2117 | 37.8144 | 4006 | - | 1.72 | - |
| 30 | 极 4 | 114.8072 | 38.0922 | 2100 | - | 2.27 | - |
| 31 | 泽古 16 | 115.1924 | 38.0771 | 3147 | - | 1.72 | - |
| 32 | 胜 1 | 116.7436 | 39.0314 | 2224 | - | 2.58 | - |
| 33 | 葛 5 | 116.8076 | 39.1509 | 3249 | - | 2.25 | - |
| 34 | 葛 8 | 116.8547 | 39.1073 | 2777 | - | 2.44 | - |
| 35 | 曹 10 | 116.5669 | 39.4883 | 3908 | - | 1.72 | - |
| 36 | 务 16 | 116.7426 | 39.5074 | 3638 | - | 1.72 | - |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 37 | 路 30 | 116.0201 | 38.0564 | 1740 | - | 1.72 | - | 文献  [25] |
| 38 | 泽古 10 | 115.5532 | 38.1406 | 3875 | - | 2.18 | - |
| 39 | 泽古 5 | 115.5733 | 38.0874 | 3454 | - | 1.72 | - |
| 40 | 泽 96 | 115.3258 | 37.9528 | 3717 | - | 1.72 | - |
| 41 | 泽 95 | 115.4833 | 37.889 | 3101 | - | 1.72 | - |
| 42 | 泽古 18 | 115.3442 | 38.0862 | 2899 | - | 1.87 | - |
| 43 | 文 35 | 116.4309 | 38.9207 | 2055 | - | 1.72 | - |
| 44 | 文 99 | 116.4216 | 38.8342 | 1499 | - | 1.72 | - |
| 45 | 文 86 | 116.2897 | 38.747 | 1914 | - | 1.72 | - |
| 46 | 西 5 | 116.2617 | 38.6685 | 1661 | - | 1.76 | - |
| 47 | 西 55 | 116.2698 | 38.5759 | 1172 | - | 1.72 | - |
| 48 | 西 23 | 116.2377 | 38.519 | 1666 | - | 1.77 | - |
| 49 | 楚 17 | 115.7816 | 38.1246 | 2720 | - | 1.72 | - |
| 50 | 宁 52 | 115.761 | 38.4939 | 2870 | - | 1.72 | - |
| 51 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 2880 | - | 1.87 | - |
| 52 | 宁 41 | 115.9946 | 39.5136 | 3477 | - | 1.72 | - |
| 53 | 西柳 8 | 115.9409 | 38.5351 | 3483 | - | 1.72 | - |
| 54 | 宁 621 | 115.8822 | 38.4772 | 2628 | - | 1.72 | - |
| 55 | 路 16 | 116.0029 | 38.2781 | 1803 | - | 1.72 | - |
| 56 | 楚 37 | 115.9066 | 38.1766 | 2799 | - | 1.72 | - |
| 57 | 强 44 | 115.9398 | 38.0876 | 2594 | - | 1.72 | - |
| 58 | 榆 9 | 115.6756 | 37.9945 | 3295 | - | 1.72 | - |
| 59 | 王 4 | 117.3429 | 39.549 | 1950 | - | 2.13 | - |
| 60 | 苏 50 | 116.7607 | 39.299 | 5104 | - | 2.13 | - |
| 61 | 高 20 | 115.8593 | 38.7818 | 2599 | - | 1.72 | - |
| 62 | 鄚 25 | 116.0973 | 38.8352 | 3389 | - | 1.72 | - |
| 63 | 衡探 1 | 115.5445 | 37.9356 | 4433 | - | 2.01 | - |
| 64 | 固 2 | 116.2868 | 39.4251 | 2279 | - | 1.72 | - |
| 65 | 桐 7 | 116.6842 | 39.6159 | 2178 | - | 2.06 | - |
| 66 | 苏 1 | 116.5687 | 39.0557 | 4175 | - | 2.1 | - |
| 67 | 牛 28 | 116.3434 | 39.2337 | 1366 | - | 2.76 | - |
| 68 | 霸 95 | 116.4943 | 39.182 | 2763 | - | 1.72 | - |
| 69 | 霸 34 | 116.455 | 39.1985 | 2380 | - | 1.77 | - |
| 70 | 雁 1 | 115.9658 | 38.769 | 3065 | - | 1.73 | - |
| 71 | 雁 50 | 115.9509 | 38.8123 | 2723 | - | 1.72 | - |
| 72 | 雁 42 | 115.9612 | 38.7612 | 3017 | - | 1.73 | - |
| 73 | 淀 40 | 116.0175 | 38.7193 | 3239 | - | 1.72 | - |
| 74 | 淀 35 | 115.8996 | 38.7063 | 3229 | - | 1.72 | - |
| 75 | 淀 3 | 116.0113 | 38.8251 | 3055 | - | 1.72 | - |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 76 | 任 13 | 116.0718 | 38.6342 | 3687 | - | 2.06 | - | 文献  [25] |
| 77 | 任 879 | 116.1244 | 38.7543 | 3001 | - | 1.78 | - |
| 78 | 西柳 22 | 115.9061 | 38.6488 | 3444 | - | 1.72 | - |
| 79 | 楚 105 | 115.8274 | 38.1635 | 3098 | - | 1.72 | - |
| 80 | 强 103 | 115.8484 | 38.0271 | 3197 | - | 1.72 | - |
| 81 | 容 2 | 115.9277 | 38.9697 | 1469 | - | 1.95 | - |
| 82 | 博 2 | 115.3176 | 38.2638 | 2500 | - | 1.93 | - |
| 83 | 泽 43 | 115.4982 | 38.0078 | 3929 | - | 1.82 | - |
| 84 | 虎 22 | 115.6234 | 37.904 | 2519 | - | 1.77 | - |
| 85 | 虎 20 | 115.6828 | 37.9328 | 2895 | - | 2.68 | - |
| 86 | 高 30 | 115.7384 | 38.6825 | 2538 | - | 1.72 | - |
| 87 | 马 41 | 116.1439 | 38.4657 | 2496 | - | 1.9 | - |
| 88 | 马 12 | 116.062 | 38.4196 | 2046 | - | 1.87 | - |
| 89 | 马 2 | 116.2122 | 38.6233 | 1900 | - | 1.81 | - |
| 90 | 留 30 | 116.0287 | 38.3437 | 3300 | - | 1.74 | - |
| 91 | 留古 1 | 115.8855 | 38.3368 | 4000 | - | 1.86 | - |
| 92 | 家 23 | 116.1635 | 38.9465 | 2995 | - | 1.72 | - |
| 93 | 赵 117 | 114.7515 | 37.7019 | 3082 | - | 1.72 | - |
| 94 | 西柳 105 | 115.8742 | 38.5986 | 3101 | - | 1.72 | - |
| 95 | 文安 1 | 116.3323 | 38.9627 | 4176 | - | 1.72 | - |
| 96 | 苏 61 | 116.5033 | 39.0472 | 3132 | - | 1.76 | - |
| 97 | 赵 61 | 114.6833 | 37.5925 | 2484 | - | 1.72 | - |
| 98 | 赵 36 | 114.8072 | 37.6717 | 2317 | - | 1.72 | - |
| 99 | 强 52 | 115.85 | 37.9825 | 2554 | - | 1.72 | - |
| 100 | 牛东 1 | 116.1996 | 38.9832 | 5534 | - | 1.85 | - |
| 101 | 宁 50 | 115.87 | 38.3712 | 3128 | - | 1.72 | - |
| 102 | 家 101 | 116.2122 | 38.9043 | 3337 | - | 1.72 | - |
| 103 | 泽古 9 | 115.5249 | 37.9671 | 2320 | - | 1.77 | - |
| 104 | 西 58 | 116.2009 | 38.5532 | 2287 | - | 1.72 | - |
| 105 | 文古 3 | 116.2578 | 38.85 | 3578 | - | 1.72 | - |
| 106 | 淀 25 | 116.0269 | 38.7597 | 3278 | - | 1.72 | - |
| 107 | 西柳 6 | 115.8361 | 38.5461 | 3102 | - | 1.72 | - |
| 108 | 强 62 | 1155.842 | 38.0737 | 2881 | - | 1.72 | - |
| 109 | 苏 15 | 116.4719 | 38.9571 | 2160 | - | 1.85 | - |
| 110 | 高 55 | 115.9574 | 38.7216 | 3133 | - | 1.72 | - |
| 111 | 苏 101 | 116.5202 | 39.0122 | 2130 | - | 1.72 | - |
| 112 | 马 100 | 116.0942 | 38.4872 | 3293 | - | 1.72 | - |
| 113 | 宁 68 | 115.8384 | 38.3562 | 3318 | - | 1.72 | - |
| 114 | 宁 81 | 116.057 | 38.4645 | 3647 | - | 1.72 | - |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 115 | 文 108 | 116.4109 | 38.8011 | 1477 | - | 1.72 | - | 文献  [25] |
| 116 | 淀 30 | 115.9158 | 38.7588 | 2806 | - | 1.72 | - |
| 117 | 高 3 | 115.6343 | 38.622 | 2453 | - | 1.83 | - |
| 118 | 容 1 | - | - | 706～720 | - | 4.29 | - | 文献  [31] |
| 119 | 淀 6 | - | - | 1186～1290 | - | 4.29 | - |
| 120 | 淀 6-1 | - | - | 600～1080 | - | 1.7 | - |
| 121 | 坝 8 | - | - | 600～1200 | - | 1.71 | - |
| 122 | 任 104 | - | - | 1500-2020 | - | 1.72 | - |
| 123 | 任 85 | - | - | 2550～2950 | - | 1.72 | - |
| 124 | 任 23 | - | - | 500～1800 | - | 1.71 | - |
| 125 | - | - | 1900～2900 | - | 1.72 | - |
| 126 | - | - | 3000～3600 | - | 2.12 | - |
| 127 | - | - | 3700～4000 | - | 2.33 | - |
| 128 | 任 7 | - | - | 2500～3050 | - | 1.72 | - |
| 129 | 高 17 | - | - | 1544～1764 | - | 1.71 | - |
| 130 | 高 4 | - | - | 800～1600 | - | 1.71 | - |
| 131 | - | - | 1600～1800 | - | 1.72 | - |
| 132 | 高 7 | - | - | 250～1420 | - | 1.72 | - |
| 133 | 永 10 | - | - | 1050～1500 | - | 1.72 | - |
| 134 | 坝 60 | - | - | 1100～1600 | - | 1.73 | - |
| 135 | 留 12 | - | - | 2072～2150 | - | 2.54 | - |
| 136 | 留 13 | - | - | 900～1700 | - | 1.7 | - |
| 137 | 泽深 1 | - | - | 1000～1900 | - | 1.72 | - |
| 138 | 虎 1 | - | - | 500～900 | - | 1.7 | - |
| 139 | 马 40 | - | - | 504～604 | - | 1.71 | - |
| 140 | 马 81 | - | - | 1100～1204 | - | 1.71 | - |
| 141 | 兴 6 | - | - | 500～960 | - | 1.71 | - |
| 142 | 泉 4 | - | - | 500～850 | - | 1.7 | - |
| 143 | 任 47 | - | - | 1336～1897 | - | 1.71 | - |
| 144 | 任 96 | - | - | 1100～1900 | - | 1.7 | - |
| 145 | - | - | 2100～4000 | - | 1.71 | - |
| 146 | 宁 4 | - | - | 1000～2100 | - | 1.72 | - |
| 148 | - | - | 2200～4000 | - | 1.73 | - |
| 149 | 强 3 | - | - | 720～1640 | - | 1.71 | - |
| 150 | - | - | 1640～1820 | - | 1.72 | - |
| 151 | 文 30 | - | - | 1064～1304 | - | 1.71 | - |
| 152 | - | - | 1324～1904 | - | 1.71 | - |
| 153 | 岔 2 | - | - | 400～1200 | - | 1.71 | - |
| 154 | 岔 9 | - | - | 700～1560 | - | 1.72 | - |

续上表

附表 1-2 济阳坳陷岩石热导率数据（98 个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 单 60 | 118°05′ | 37°28′ | 400～1130 | - | 2.01 | Nm-Ng | 文献  [14] |
| 2 | 郑 16 | 118°15′ | 37°36′ | 400～700 | - | 2.04 | Nm |
| 3 | 800～1800 | - | 2.15 | Nm-O |
| 4 | 郑 17 | 118°17′ | 37°35′ | 500～1850 | - | 2.19 | Nm-O |
| 5 | 夏 33 | 116°50′ | 37°04′ | 1290～3500 | - | 1.89 | Nm-Es3 |
| 6 | 阳 8 | 117°24′ | 37°34′ | 900～2000 | - | 1.9 | Ng-Es3 |
| 7 | 3000～3800 | - | 1.98 | Es4 |
| 8 | 义 37-31 | 118°37′ | 37°54′ | 400～1330 | - | 2.04 | Nm |
| 9 | 3500～4194 | - | 1.98 | Es4 |
| 10 | 义 118 | 118°37′ | 37°55′ | 3200～3800 | - | 1.8 | Es2-Es3 |
| 11 | 桩 11 | 118°58′ | 38°01 ′ | 2700～3800 | - | 2.06 | Es1-O |
| 12 | 孤北  21-10 | 118°44′ | 37°54′ | 2000～2900 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 13 | 孤南  131-4 | 118°58′ | 37°52′ | 2250～2450 | - | 1.97 | Ng |
| 14 | 2750～2850 | - | 2.09 | Ed |
| 15 | 3450～3550 | - | 1.81 | Es3 |
| 16 | 车古 8 | 118°02′ | 37°55′ | 350～1300 | - | 2.06 | Ng-Ed |
| 17 | 大 673 | 118°15′ | 38°02′ | 500～1000 | - | 2.04 | Nm |
| 18 | 2200～2650 | - | 1.84 | Es1-Es4 |
| 19 | 埕北 30 | 118°56′ | 38°13′ | 2200～3400 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 20 | 丰 8 | - | - | 3710～4225 | - | 1.83 | Es3-Es4 |
| 21 | 郑 11 | - | - | 900～1800 | - | 2.1 | Nm-AnZ |
| 22 | 夏 101 | - | - | 3660～3900 | - | 1.81 | Es3 |
| 23 | 义 93 | - | - | 2960-3340 | - | 1.75 | Es2-Es3 |
| 24 | 勃 101-3 | - | - | 1134 | - | 1.19 | Nm | 文献  [31] |
| 25 | 营 20 | - | - | 905 | - | 1.09 | Nm |
| 26 | 营 20 | - | - | 905 | - | 1.26 | Nm |
| 27 | 营 20 | - | - | 1320 | - | 0.72 | Ng |
| 28 | 营 20 | - | - | 1320 | - | 0.79 | Ng |
| 29 | 高 63 | - | - | 1105 | - | 1.73 | Ng |
| 30 | 高 63 | - | - | 1106 | - | 1.85 | Ng |
| 31 | 勃 101-15 | - | - | 1250 | - | 1.17 | Ng |
| 32 | 勃 101-22 | - | - | 1328 | - | 0.91 | Ng |
| 33 | 勃 101-5 | - | - | 1156 | - | 1.59 | Ng |
| 34 | 营 20 | - | - | 1448 | - | 1.12 | Ed |
| 35 | 永 105 | - | - | 1954 | - | 1.91 | Ed |
| 36 | 大 711-3 | - | - | 1676 | - | 1.44 | Ed |
| 37 | 高 33-3 | - | - | 1515 | - | 1.29 | Ed |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 38 | 高 33-3 | - | - | 1515 | 泥岩 | 1.29 | Ed | 文献  [31] |
| 39 | 永 105 | - | - | 1954 | 含砾砂岩 | 1.73 | Es1 |
| 40 | 永 105 | - | - | 1954 | 含砾砂岩 | 0.96 | Es1 |
| 41 | 永 105 | - | - | 1954 | 含砾砂岩 | 1.4 | Es1 |
| 42 | 王 5-3 | - | - | 1751 | 泥岩 | 1.37 | Es1 |
| 43 | 王 5-6 | - | - | 1771.5 | 页岩 | 1.35 | Es1 |
| 44 | 营 20 | - | - | 2155 | 粉砂岩 | 1.28 | Es2 |
| 45 | 营 20 | - | - | 2155 | 粉砂岩 | 0.9 | Es3 |
| 46 | 营 20 | - | - | 2155 | 泥岩 | 1.05 | Es4 |
| 47 | 营 20 | - | - | 2155 | 泥岩 | 0.92 | Es5 |
| 48 | 营 20 | - | - | 2155 | 泥岩 | 1.14 | Es6 |
| 49 | 新营 86 | - | - | 2092 | 泥岩 | 0.83 | Es2 |
| 50 | 新营 86 | - | - | 2092 | 泥岩 | 0.94 | Es2 |
| 51 | 牛 38 | - | - | 3360 | 砂岩 | 1.41 | Es3 |
| 52 | 牛 38 | - | - | 2838 | 砂岩 | 1.58 | Es3 |
| 53 | 牛 38 | - | - | 3295 | 砂岩 | 1.44 | Es3 |
| 54 | 牛 38 | - | - | 3300 | 砂岩 | 1.31 | Es3 |
| 55 | 牛 38 | - | - | 3050 | 泥岩 | 1.97 | Es3 |
| 56 | 牛 38 | - | - | 3055 | 泥岩 | 1.99 | Es3 |
| 57 | 郝 2-8 | - | - | 3414 | 页岩 | 1.49 | Es3 |
| 58 | 义 441-7 | - | - | 3087 | 泥岩 | 2.68 | Es3 |
| 59 | 高 63 | - | - | 1518 | 粉砂岩 | 1.34 | Es4 |
| 60 | 高 63 | - | - | 1518 | 砂岩 | 1.39 | Es4 |
| 61 | 高 64 | - | - | 1518 | 粉砂岩 | 1.28 | Es4 |
| 62 | 高 42-2 | - | - | 1575 | 泥页岩 | 1.7 | Es4 |
| 63 | 高 63 | - | - | 1606 | 砾岩 | 1.32 | Ek |
| 64 | 高 63 | - | - | 1606 | 砾岩 | 1.34 | Ek |
| 65 | 高 63 | - | - | 1607 | 含砾粗砂岩 | 1.19 | Ek |
| 66 | 高 63 | - | - | 1607 | 含砾粗砂岩 | 1.3 | Ek |
| 67 | 王 112-1 | - | - | 1674 | 泥岩 | 1.57 | Ek |
| 68 | 高 63 | - | - | 2349 | 砂岩 | 1.88 | J~K |
| 69 | 花 5 | - | - | 1365 | 灰岩 | 2.85 | O |
| 70 | 花 5 | - | - | 1365 | 灰岩 | 2.98 | O |
| 71 | 花 5 | - | - | 1365 | 灰岩 | 2.79 | O |
| 72 | 郑 4-2 | - | - | 1573 | 花岗片麻岩 | 3.27 | pre€ |
| 73 | 郑 4-2 | - | - | 1573 | 花岗片麻岩 | 3.09 | pre€ |
| 74 | 郑 4-2 | - | - | 1583 | 灰岩 | 2.4 | pre€ |
| 75 | 郑 4-2 | - | - | 1583 | 灰岩 | 2.55 | pre€ |
| 76 | 丰 8 | - | - | 3710-4225 | - | 1.83 | Es3-Es4 |

续上表

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经(°E) | 北纬(°N) |
| 77 | 单 60 | - | - | 400~1130 | - | 2.01 | Nm-Ng | 文献  [31] |
| 78 | 郑 16 | - | - | 400~700 | - | 2.04 | Nm |
| 79 | - | - | 800~1800 | - | 2.15 | Nm-O |
| 80 | 郑 17 | - | - | 500~1850 | - | 2.19 | Nm-O |
| 81 | 郑 11 | - | - | 900-1800 | - | 2.1 | Nm-AnZ |
| 82 | 夏 33 | - | - | 1290~3500 | - | 1.89 | Nm- Es3 |
| 83 | 阳 8 | - | - | 900~2000 | - | 1.9 | Ng-Es3 |
| 84 | - | - | 3000~3800 | - | 1.98 | Es4 |
| 85 | 夏 101 | - | - | 3660-3900 | - | 1.81 | Es3 |
| 86 | 义  37-31 | - | - | 400~1330 | - | 2.04 | Nm |
| 87 | - | - | 3500~4194 | - | 1.98 | Es4 |
| 88 | 义 118 | - | - | 3200~3800 | - | 1.75 | Es2-Es3 |
| 89 | 义 93 | - | - | 2960-3340 | - | 1.75 | Es2-Es3 |
| 90 | 桩 11 | - | - | 2700~3800 | - | 2.06 | Es1-O |
| 91 | 孤北  21-10 | - | - | 2000~2900 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 92 | 孤南  131-4 | - | - | 2250~2450 | - | 1.97 | Ng |
| 93 | - | - | 2750~2850 | - | 2.09 | Ed |
| 94 | - | - | 3450~3550 | - | 1.81 | Es3 |
| 95 | 埕北 30 | - | - | 2200~3400 | - | 1.92 | Ng-Es2 |
| 96 | 车古 8 | - | - | 350~1300 | - | 2.06 | Ng-Ed |
| 97 | 大 673 | - | - | 500~1000 | - | 2.04 | Nm |
| 98 | - | - | 2200~2650 | - | 1.84 | Es1-Es4 |

附表 1-3 临清坳陷岩石热导率数据（60 个）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K)） | 层位 |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 新巨 5 | - | - | 2614 | 白云岩 | 4.75 | P | 文献  [31] |
| 2 | - | - | 2743 | 6.99 | C |
| 3 | 丘 4 | - | - | 1675-2240 | 细砂岩、泥岩 | 2.24 | K |
| 4 | - | - | 2442 | 粉、细砂岩 | 2.86 | J |
| 5 | - | - | 3030-3618 | 粉砂岩、泥岩 | 3.12 | P |
| 6 | 丘 4 | - | - | 3748 | 碳质泥岩 | 2.64 | C |
| 7 | 莘参 1 | - | - | 1697-2327 | 砂、泥、粉砂  岩 | 2.18 | Es2 |
| 8 | - | - | 2378-2914 | 碳屑泥岩 | 1.85 | Es3 |
| 9 | - | - | 3066 | 粉砂岩 | 1.86 | Es4-Ek |
| 10 | - | - | 3182-3227 | 碳屑粉砂岩、  泥岩 | 2.08 | Ek |
| 11 | - | - | 3506-3749 | 粉、细砂岩 | 2.3 | J |
| 12 | 莘 1 | - | - | 2304-2605 | 粉砂岩、泥岩 | 2.29 | Es3 |
| 13 | - | - | 2708-2972 | 砂质泥岩 | 2.22 | Es4-Ek |
| 14 | - | - | 3102 | 泥质粉砂岩 | 2.57 | Ek |
| 15 | - | - | 3201-3518 | 砂质泥岩 | 2.21 | K |
| 16 | - | - | 3594-4020 | 砂质泥岩 | 2.7 | J |
| 17 | - | - | 4099-4313 | 砂质泥岩 | 2.64 | T |
| 18 | 广参 1 | - | - | 3128 | 粉砂质泥岩 | 2.93 | K |
| 19 | 贾 1 | - | - | 3153 | 白云质泥岩 | 2.09 | K |
| 20 | 韩 1 | - | - | 1431 | 泥岩 | 1.39 | Es1 |
| 21 | - | - | 1911 | 泥岩 | 2.51 | Es3 |
| 22 | - | - | 2191 | 粉砂质泥岩 | 1.87 | Es4-Ek |
| 23 | - | - | 3496 | 粉砂岩 | 2.95 | T |
| 24 | 康古 4 | - | - | 2937-3011 | 泥质、白云质  灰岩 | 3.53 | O |
| 25 | 聊 1 | - | - | 611-612 | 砂岩、白云质  泥岩 | 2.07 | P |
| 26 | 康古 2 | - | - | 2831-3331 | 白云岩 | 4.52 | O |
| 27 | 巨 4 | - | - | 3140 | 钙质粉砂岩 | 3.36 | K |
| 28 | 聊古 1 | - | - | 968-1354 | 显晶灰岩 | 4.25 | O |
| 29 | - | - | 2327 | 片麻岩 | 6.4 | Ant |
| 30 | 丘参 1 | - | - | 2568 | 砂岩 | 2.06 | Es2 |
| 31 | - | - | 3947 | 粉砂岩 | 2.53 | K |
| 32 | 冠 1 | - | - | 2091-2094 | 粉砂泥岩 | 1.98 | Es1 |
| 33 | - | - | 2293-2715 | 粉砂泥岩 | 2.09 | Es2 |
| 34 | - | - | 3107-3212 | 泥岩 | 2.15 | Es3 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度  (m) | 岩性 | 岩石热导率  （W/(m·K) ） | 层位 |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 35 | 丘 3 | - | - | 1708 | 粗砂岩 | 2.07 | Es3 | 文献  [31] |
| 36 | - | - | 2080-3150 | 泥质砂  岩 | 2.63 | K |
| 37 | - | - | 3310 | 细砂岩 | 3.4 | T |
| 38 | 馆古 1 | - | - | 1583 | 灰质白  云岩 | 7.28 | T |
| 39 | 高古 1 | - | - | 1054 | 花岗岩 | 3.53 | Mz |
| 40 | 莘 2 | - | - | 2623-2910 | 粉砂、泥  岩 | 2.37 | Es3 |
| 41 | 巨参 1 | - | - | 2440 | 泥岩 | 3.22 | P |
| 42 | - | - | 2779-2918 | 白云岩 | 5.65 | O |
| 43 | 莘参 1 | - | - | 1698-2327 | - | 2.18 | Es2 |
| 44 | - | - | 2378-2914 | - | 1.85 | Es3 |
| 45 | - | - | 3066-3180 | - | 1.86 | Es4-Ek |
| 46 | - | - | 3182-3227 | - | 2.08 | Ek |
| 47 | - | - | 3506-3749 | - | 2.3 | J |
| 48 | 莘 1 | - | - | 2305-2605 | - | 2.29 | Es3 |
| 49 | - | - | 2608-2971 | - | 2.22 | Es4 |
| 50 | - | - | 3102-3200 | - | 2.57 | Ek |
| 51 | - | - | 3201-3517 | - | 2.21 | K |
| 52 | - | - | 3594-4020 | - | 2.7 | J |
| 53 | - | - | 4098-4313 | - | 2.64 | T |
| 54 | 莘 2 | - | - | 2623-2910 | - | 2.37 | Es3 |
| 55 | 莘 3 | - | - | 2600-3000 | - | 2.16 | Es2-Es3 |
| 56 | 禹参 2 | - | - | 3728-4008 | - | 2.12 | Es3-Es4 |
| 57 | 冠 1 | - | - | 2021-2094 | - | 1.98 | Es1 |
| 58 | - | - | 2293-2715 | - | 2.09 | Es2 |
| 59 | - | - | 3107-3212 | - | 2.15 | Es3 |
| 60 | 高古 1 | - | - | 1000-1054 | - | 3.53 | Mz |

# 附表 2

附表 2-1 济阳坳陷岩石生热率数据（38 个）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 深度  km | 岩性 | 岩石生热率  (µW/m3) | 层位 |  |
| 1 | 金浅 3-6 | 176 | 砂岩 | 1.30 | Nm | 文献[31] |
| 2 | 渤 101-3 | 1134 | 泥岩 | 1.73 | Nm |
| 3 | 金浅 3-64 | 448 | 粉砂岩 | 1.11 | Ng |
| 4 | 渤 101-22 | 1328 | 泥岩 | 1.81 | Ng |
| 5 | 车 13-4 | 1188 | 泥岩 | 1.44 | Ng |
| 6 | 高 19-1 | 1300 | 泥岩 | 1.86 | Ed |
| 7 | 王 18-6 | 1287 | 泥岩 | 1.62 | Es1 |
| 8 | 王 5-6 | 1772 | 泥岩 | 1.98 | Es1 |
| 9 | 滨 423-3 | 2330 | 泥岩 | 1.44 | Es2 |
| 10 | 王 5-17 | 1852 | 泥质粉砂岩 | 1.18 | Es2 |
| 11 | 临 17-5 | 2004 | 泥岩 | 1.32 | Es2 |
| 12 | 临 17-10 | 2054 | 泥岩 | 1.60 | Es2 |
| 13 | 大 371-2 | 3013 | 粉砂质泥岩 | 1.29 | Es2 |
| 14 | 大 82-2 | 2557 | 泥岩 | 1.54 | Es2 |
| 15 | 滨 701-3 | 2315 | 泥岩 | 1.35 | Es3 |
| 16 | 王 31-2 | 2460 | 泥岩 | 1.14 | Es3 |
| 17 | 王 31-6 | 2478 | 泥岩 | 1.39 | Es3 |
| 18 | 大 352-1 | 1956 | 泥岩 | 1.76 | Es3 |
| 19 | 王 31-9 | 2502 | 泥岩 | 1.41 | Es4 |
| 20 | 王 31-19 | 2579 | 粉砂质泥岩 | 1.25 | Es4 |
| 21 | 王 108-6 | 1830 | 砂岩 | 1.58 | Es4 |
| 22 | 王 18-22 | 1709 | 泥岩 | 1.60 | Es4 |
| 23 | 义 170-3 | 3250 | 砂岩 | 1.24 | Es4 |
| 24 | 王 112-3 | 1843 | 泥岩 | 1.20 | Ek |
| 25 | 王 130-1 | 1744 | 泥岩 | 1.52 | Ek |
| 26 | 王 130-6 | 1972 | 粉砂岩 | 0.98 | Ek |
| 27 | 昌 66-22 | 816 | 泥岩 | 1.38 | Ek1 |
| 28 | 昌 66-27 | 855 | 泥岩 | 0.89 | Ek1 |
| 29 | 郝科 1-14 | 5435 | 泥岩 | 1.25 | Ek1 |
| 30 | 昌 11-6 | 2799 | 泥岩 | 1.93 | Ek2 |
| 31 | 央 5-9 | 3771 | 泥岩 | 1.27 | Ek2 |
| 32 | 央 5-15 | 4044 | 泥岩 | 1.48 | Ek2 |
| 33 | 高 41-46 | 1240 | 泥岩 | 1.43 | Mz |
| 34 | 高 41-60 | 1430 | 泥岩 | 1.78 | Mz |
| 35 | 王 111-13 | 2190 | 粉砂岩 | 1.44 | Mz |
| 36 | 义 136-1 | 3089 | 砂岩 | 1.31 | Mz |
| 37 | 义 136-7 | 3481 | 泥岩 | 1.58 | Mz |
| 38 | 大 671-1 | 2955 | 灰岩 | 1.09 | C-P |

# 附表 3

附表 3-1 冀中坳陷地温梯度（207 个）、大地热流（234 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬（°N ） |
| 1 | 容 1 | 115.8809 | 39.0126 | 30～750 | 56.1 | 153.1 | 文献  [25] |
| 2 | 雄 104 | 116.0521 | 38.9615 | 30～930 | 72.8 | 126.6 |
| 3 | 雄 101 | 116.0864 | 38.9799 | 62～582 | 62.1 | 129.8 |
| 4 | 淀 6 | 116.0984 | 38.9569 | 100～1290 | 70 | 164 |
| 5 | 淀 6-3 | 116.091 | 38.961 | 50～1060 | 57.3 | 100.8 |
| 6 | 霸 8 | 116.2724 | 39.163 | 100～1390 | 48.1 | 164.3 |
| 7 | 牛 8-2 | 116.4734 | 39.2324 | 100～620 | 48.8 | 85.6 |
| 8 | 淀 6-1 | 116.108 | 38.9522 | 70～1080 | 38.2 | 65.7 |
| 9 | 留 13 | 116.0876 | 38.2932 | 100～1800 | 38.8 | 77.7 |
| 10 | 高 17 | 115.6812 | 38.603 | 50～1764 | 39.7 | 75.4 |
| 11 | 高 7 | 115.7405 | 38.7423 | 70～1420 | 37.6 | 66.8 |
| 12 | 任 47 | 116.0868 | 38.6659 | 150～1810 | 34.7 | 70 |
| 13 | 任 96 | 116.0562 | 38.7376 | 40～1884.5 | 31.1 | 61.7 |
| 14 | 霸 60 | 116.3211 | 39.171 | 40～1600 | 38 | 76.5 |
| 15 | 任 104 | 116.0757 | 38.7019 | 120～2020 | 38.1 | 65.5 |
| 16 | 泽深 1 | 115.4738 | 38.0893 | 40～1900 | 34.7 | 77 |
| 17 | 马 81 | 116.113 | 38.3975 | 120～1604 | 32.6 | 59.8 |
| 18 | 强 3 | 115.9433 | 37.9992 | 20～1800 | 31 | 53 |
| 19 | 岔 9 | 116.1768 | 39.075 | 50～1550 | 29.4 | 50.6 |
| 20 | 水 10 | 116.4903 | 39.2902 | 50～1500 | 27.4 | 56.9 |
| 21 | 虎 1 | 115.7083 | 37.859 | 40～900 | 36.8 | 68.4 |
| 22 | 岔 2 | 116.2395 | 39.1401 | 50～1200 | 33.2 | 60.4 |
| 23 | 淀 5 | 116.0554 | 38.9156 | 80～1740 | 34.9 | 93.4 |
| 24 | 马 40 | 116.0898 | 38.5419 | 80～644 | 32.4 | 55.7 |
| 25 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 60～580 | 36.4 | 68.1 |
| 26 | 高 4 | 115.684 | 38.7027 | 50～1430 | 36.8 | 68.8 |
| 27 | 观 3 | 116.0461 | 38.6033 | 30～600 | 32.4 | 67 |
| 28 | 观 5 | 116.0276 | 38.6132 | 30～770 | 34.1 | 74.5 |
| 29 | 束探 1H | 115.2117 | 37.8144 | 4006 | 32.2 | 55.1 |
| 30 | 极 4 | 114.8072 | 38.0922 | 2100 | 31.7 | 57.5 |
| 31 | 泽古 16 | 115.1924 | 38.0771 | 3147 | 30.9 | 53.1 |
| 32 | 胜 1 | 116.7436 | 39.0314 | 2224 | 30.5 | 66.6 |
| 33 | 葛 5 | 116.8076 | 39.1509 | 3249 | 31.9 | 68.4 |
| 34 | 葛 8 | 116.8547 | 39.1073 | 2777 | 31.8 | 69.6 |
| 35 | 曹 10 | 116.5669 | 39.4883 | 3908 | 29 | 49.3 |
| 36 | 务 16 | 116.7426 | 39.5074 | 3638 | 28.5 | 48.7 |
| 37 | 路 30 | 116.0201 | 38.0564 | 1740 | 42.6 | 72.2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬（°N ） |
| 38 | 泽古 10 | 115.5532 | 38.1406 | 3875 | 31.7 | 61.1 | 文献  [25] |
| 39 | 泽古 5 | 115.5733 | 38.0874 | 3454 | 30.3 | 51.8 |
| 40 | 泽 96 | 115.3258 | 37.9528 | 3717 | 29.5 | 50.4 |
| 41 | 泽 95 | 115.4833 | 37.889 | 3101 | 31.4 | 52.7 |
| 42 | 泽古 18 | 115.3442 | 38.0862 | 2899 | 30.3 | 51.1 |
| 43 | 文 35 | 116.4309 | 38.9207 | 2055 | 31.4 | 53.6 |
| 44 | 文 99 | 116.4216 | 38.8342 | 1499 | 33.4 | 57.4 |
| 45 | 文 86 | 116.2897 | 38.747 | 1914 | 33.8 | 57.5 |
| 46 | 西 5 | 116.2617 | 38.6685 | 1661 | 40.3 | 67.7 |
| 47 | 西 55 | 116.2698 | 38.5759 | 1172 | 39.1 | 64.5 |
| 48 | 西 23 | 116.2377 | 38.519 | 1666 | 39.5 | 67.5 |
| 49 | 楚 17 | 115.7816 | 38.1246 | 2720 | 32.9 | 52.5 |
| 50 | 宁 52 | 115.761 | 38.4939 | 2870 | 36.4 | 62.2 |
| 51 | 高 23 | 115.7797 | 38.5991 | 2880 | 34.5 | 58.5 |
| 52 | 宁 41 | 115.9946 | 39.5136 | 3477 | 31.6 | 52.4 |
| 53 | 西柳 8 | 115.9409 | 38.5351 | 3483 | 32.9 | 56.3 |
| 54 | 宁 621 | 115.8822 | 38.4772 | 2628 | 31.2 | 53.2 |
| 55 | 路 16 | 116.0029 | 38.2781 | 1803 | 36.1 | 61.3 |
| 56 | 楚 37 | 115.9066 | 38.1766 | 2799 | 33.5 | 57.2 |
| 57 | 强 44 | 115.9398 | 38.0876 | 2594 | 32.7 | 55.7 |
| 58 | 榆 9 | 115.6756 | 37.9945 | 3295 | 32.9 | 55.9 |
| 59 | 王 4 | 117.3429 | 39.549 | 1950 | 42 | 79.7 |
| 60 | 苏 50 | 116.7607 | 39.299 | 5104 | 29.5 | 57 |
| 61 | 高 20 | 115.8593 | 38.7818 | 2599 | 38 | 64.9 |
| 62 | 鄚 25 | 116.0973 | 38.8352 | 3389 | 29.7 | 50.8 |
| 63 | 衡探 1 | 115.5445 | 37.9356 | 4433 | 34.3 | 58.8 |
| 64 | 固 2 | 116.2868 | 39.4251 | 2279 | 28.8 | 49.1 |
| 65 | 桐 7 | 116.6842 | 39.6159 | 2178 | 32 | 60.4 |
| 66 | 苏 1 | 116.5687 | 39.0557 | 4175 | 30.8 | 58.8 |
| 67 | 牛 28 | 116.3434 | 39.2337 | 1366 | 55 | 114 |
| 68 | 霸 95 | 116.4943 | 39.182 | 2763 | 32.8 | 56 |
| 69 | 霸 34 | 116.455 | 39.1985 | 2380 | 33.1 | 56.4 |
| 70 | 雁 1 | 115.9658 | 38.769 | 3065 | 34.5 | 59 |
| 71 | 雁 50 | 115.9509 | 38.8123 | 2723 | 38.1 | 65.1 |
| 72 | 雁 42 | 115.9612 | 38.7612 | 3017 | 34.7 | 59.4 |
| 73 | 淀 40 | 116.0175 | 38.7193 | 3239 | 32.9 | 56.3 |
| 74 | 淀 35 | 115.8996 | 38.7063 | 3229 | 31.2 | 53.3 |
| 75 | 淀 3 | 116.0113 | 38.8251 | 3055 | 31.6 | 54 |
| 76 | 任 13 | 116.0718 | 38.6342 | 3687 | 32.2 | 57.1 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬（°N ） |
| 77 | 任 879 | 116.1244 | 38.7543 | 3001 | 33.3 | 56.7 | 文献  [25] |
| 78 | 西柳 22 | 115.9061 | 38.6488 | 3444 | 31 | 53.4 |
| 79 | 楚 105 | 115.8274 | 38.1635 | 3098 | 32.2 | 55.3 |
| 80 | 强 103 | 115.8484 | 38.0271 | 3197 | 32.1 | 55.2 |
| 81 | 容 2 | 115.9277 | 38.9697 | 1469 | 43 | 73.5 |
| 82 | 博 2 | 115.3176 | 38.2638 | 2500 | 33.1 | 56.4 |
| 83 | 泽 43 | 115.4982 | 38.0078 | 3929 | 29.4 | 50.6 |
| 84 | 虎 22 | 115.6234 | 37.904 | 2519 | 38.4 | 66.1 |
| 85 | 虎 20 | 115.6828 | 37.9328 | 2895 | 33.4 | 57.4 |
| 86 | 高 30 | 115.7384 | 38.6825 | 2538 | 39.7 | 68.3 |
| 87 | 马 41 | 116.1439 | 38.4657 | 2496 | 35.9 | 61.9 |
| 88 | 马 12 | 116.062 | 38.4196 | 2046 | 33.1 | 56.3 |
| 89 | 马 2 | 116.2122 | 38.6233 | 1900 | 43.6 | 74.2 |
| 90 | 留 30 | 116.0287 | 38.3437 | 3300 | 31.7 | 54.2 |
| 91 | 留古 1 | 115.8855 | 38.3368 | 4000 | 34.7 | 59.3 |
| 92 | 家 23 | 116.1635 | 38.9465 | 2995 | 29.1 | 49.7 |
| 93 | 赵 117 | 114.7515 | 37.7019 | 3082 | 30.3 | 52.5 |
| 94 | 西柳 105 | 115.8742 | 38.5986 | 3101 | 30.4 | 51.6 |
| 95 | 文安 1 | 116.3323 | 38.9627 | 4176 | 30.7 | 51.7 |
| 96 | 苏 61 | 116.5033 | 39.0472 | 3132 | 30.7 | 52.7 |
| 97 | 赵 61 | 114.6833 | 37.5925 | 2484 | 30.8 | 55.4 |
| 98 | 赵 36 | 114.8072 | 37.6717 | 2317 | 30.8 | 59.4 |
| 99 | 强 52 | 115.85 | 37.9825 | 2554 | 30.9 | 53.1 |
| 100 | 牛东 1 | 116.1996 | 38.9832 | 5534 | 30.9 | 50 |
| 101 | 宁 50 | 115.87 | 38.3712 | 3128 | 31.3 | 53.3 |
| 102 | 家 101 | 116.2122 | 38.9043 | 3337 | 31.6 | 54.6 |
| 103 | 泽古 9 | 115.5249 | 37.9671 | 2320 | 31.8 | 55.6 |
| 104 | 西 58 | 116.2009 | 38.5532 | 2287 | 31.8 | 56.4 |
| 105 | 文古 3 | 116.2578 | 38.85 | 3578 | 32 | 54.3 |
| 106 | 淀 25 | 116.0269 | 38.7597 | 3278 | 32.1 | 55.2 |
| 107 | 西柳 6 | 115.8361 | 38.5461 | 3102 | 32.3 | 55.6 |
| 108 | 强 62 | 1155.842 | 38.0737 | 2881 | 32.5 | 55.9 |
| 109 | 苏 15 | 116.4719 | 38.9571 | 2160 | 32.5 | 56.1 |
| 110 | 高 55 | 115.9574 | 38.7216 | 3133 | 32.8 | 56.1 |
| 111 | 苏 101 | 116.5202 | 39.0122 | 2130 | 32.9 | 54.1 |
| 112 | 马 100 | 116.0942 | 38.4872 | 3293 | 33 | 56.8 |
| 113 | 宁 68 | 115.8384 | 38.3562 | 3318 | 33.2 | 56 |
| 114 | 宁 81 | 116.057 | 38.4645 | 3647 | 33.3 | 54.7 |
| 115 | 文 108 | 116.4109 | 38.8011 | 1477 | 33.8 | 60.6 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 116 | 淀 30 | 115.9158 | 38.7588 | 2806 | 35.9 | 60.7 | 文献  [25] |
| 117 | 高 3 | 115.6343 | 38.622 | 2453 | 38.6 | 63.8 |
| 118 | 容 1 | - | - | 706～720 | 21 | 90 | 文献  [31] |
| 119 | 淀 6 | - | - | 1186～1290 | 18.6 | 80 |
| 120 | 淀 6-1 | - | - | 600～1080 | 35.1 | 59.7 |
| 121 | 坝 8 | - | - | 600～1200 | 42.7 | 73 |
| 122 | 任 104 | - | - | 1500-2020 | 37.7 | 64.8 |
| 123 | 任 85 | - | - | 2550～2950 | 36.8 | 63.3 |
| 124 | 任 23 | - | - | 500～1800 | 34.5 | 59 |
| 125 | 任 23 | - | - | 1900～2900 | 36.5 | 62.8 |
| 126 | 任 23 | - | - | 3000～3600 | 32 | 67.8 |
| 127 | 任 23 | - | - | 3700～4000 | 34.6 | 80.7 |
| 128 | 任 7 | - | - | 2500～3050 | 36.9 | 63.5 |
| 129 | 高 17 | - | - | 1544～1764 | 41.9 | 71.6 |
| 130 | 高 4 | - | - | 800～1600 | 38.5 | 65.8 |
| 131 | 高 4 | - | - | 1600～1800 | 32.8 | 56.4 |
| 132 | 高 7 | - | - | 250～1420 | 37.6 | 64.7 |
| 133 | 永 10 | - | - | 1050～1500 | 35.5 | 61.6 |
| 134 | 坝 60 | - | - | 1100～1600 | 41.9 | 72.5 |
| 135 | 留 12 | - | - | 2072～2150 | 27 | 70.8 |
| 136 | 留 13 | - | - | 900～1700 | 40.3 | 68.5 |
| 137 | 泽深 1 | - | - | 1000～1900 | 35.8 | 61.6 |
| 138 | 虎 1 | - | - | 500～900 | 36 | 61.2 |
| 139 | 马 40 | - | - | 504～604 | 30.5 | 52.1 |
| 140 | 马 81 | - | - | 1100～1204 | 33.5 | 57.3 |
| 141 | 兴 6 | - | - | 500～960 | 29.6 | 50.6 |
| 142 | 泉 4 | - | - | 500～850 | 25.8 | 43.9 |
| 143 | 任 47 | - | - | 1336～1897 | 33.7 | 57.6 |
| 144 | 任 96 | - | - | 1100～1900 | 29 | 49.3 |
| 145 | 任 96 | - | - | 2100～4000 | 29.7 | 50.8 |
| 146 | 宁 4 | - | - | 1000～2100 | 32.5 | 55.9 |
| 147 | 宁 4 | - | - | 2200～4000 | 31.3 | 54.1 |
| 148 | 强 3 | - | - | 720～1640 | 30.8 | 52.7 |
| 149 | 强 3 | - | - | 1640～1820 | 33.4 | 57.5 |
| 150 | 文 30 | - | - | 1064～1304 | 28.1 | 48 |
| 151 | 文 30 | - | - | 1324～1904 | 32.5 | 55.6 |
| 152 | 岔 2 | - | - | 400～1200 | 30.2 | 51.6 |
| 153 | 岔 9 | - | - | 700～1560 | 28.5 | 49 |
| 154 | 大 3 | - | - | 1140～2200 | 24.5 | 68.6 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 155 | 安 22 | - | - | 2650 | - | 58.9 | 文献  [31] |
| 156 | 坝 10 | - | - | 1805 | - | 62.6 |
| 157 | 坝 14 | - | - | 1750 | - | 65.7 |
| 158 | 坝 19 | - | - | 1750 | - | 67.6 |
| 159 | 坝 81 | - | - | 2000 | - | 53.3 |
| 160 | 岔 4 | - | - | 2050 | - | 48.7 |
| 161 | 岔 52 | - | - | 2800 | - | 59.2 |
| 162 | 楚 37 | - | - | 2600 | - | 55.1 |
| 163 | 高 23 | - | - | 580 | - | 60 |
| 164 | 高 5 | - | - | 1200 | - | 64.5 |
| 165 | 古 1 | - | - | 1478 | - | 53 |
| 166 | 古 14 | - | - | 1563 | - | 56 |
| 167 | 古 3 | - | - | 1723 | - | 55.2 |
| 168 | 观 5 | - | - | 700 | - | 70.7 |
| 169 | 极 1 | - | - | 1773 | - | 73.9 |
| 170 | 极 12 | - | - | 2450 | - | 64.8 |
| 171 | 极 14 | - | - | 2240 | - | 58.1 |
| 172 | 极 15 | - | - | 2613 | - | 60.4 |
| 173 | 晋 10 | - | - | 3934 | - | 50.6 |
| 174 | 晋 12 | - | - | 1500 | - | 59.3 |
| 175 | 晋 2 | - | - | 1684 | - | 77.2 |
| 176 | 晋 21 | - | - | 2681 | - | 75.6 |
| 177 | 晋 22 | - | - | 1250 | - | 71.6 |
| 178 | 晋 23 | - | - | 1760 | - | 58.4 |
| 179 | 晋 36 | - | - | 1330 | - | 74.5 |
| 180 | 晋 39 | - | - | 2828 | - | 50.8 |
| 181 | 晋 48 | - | - | 1368 | - | 66.2 |
| 182 | 晋 61 | - | - | 2654 | - | 54.1 |
| 183 | 晋 66 | - | - | 1322 | - | 58.5 |
| 184 | 晋 7 | - | - | 1377 | - | 62.1 |
| 185 | 晋 73 | - | - | 2614 | - | 52.8 |
| 186 | 晋 8 | - | - | 3064 | - | 53.2 |
| 187 | 晋古 1 | - | - | 4012 | - | 55.7 |
| 188 | 京 14 | - | - | 1800 | - | 54.5 |
| 189 | 京 3h | - | - | 3613 | - | 59.2 |
| 190 | 京 6 | - | - | 2000 | - | 51.6 |
| 191 | 林 1 | - | - | 1398 | - | 60.5 |
| 192 | 留 23 | - | - | 1950 | - | 56.1 |
| 193 | 留 35 | - | - | 3200 | - | 56.8 |
| 194 | 留 70 | - | - | 3200 | - | 56.1 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 195 | 路 62 | - | - | 2155 | - | 56.3 | 文献  [31] |
| 196 | 马 16 | - | - | 2202 | - | 66.3 |
| 197 | 马 2 | - | - | 1800 | - | 77.9 |
| 198 | 马 42 | - | - | 2590 | - | 81.6 |
| 199 | 马 72 | - | - | 2850 | - | 56.4 |
| 200 | 马 90 | - | - | 1600 | - | 86 |
| 201 | 马 95 | - | - | 2467 | - | 65.4 |
| 202 | 宁 39 | - | - | 3616 | - | 54.7 |
| 203 | 牛 25 | - | - | 1298 | - | 70 |
| 204 | 牛 7 | - | - | 1070 | - | 77.8 |
| 205 | 强 35 | - | - | 3170 | - | 52.7 |
| 206 | 强 37 | - | - | 1896 | - | 54.7 |
| 207 | 任 4 | - | - | 3100 | - | 58.8 |
| 208 | 任 8 | - | - | 3250 | - | 63.5 |
| 209 | 任热 2 | - | - | 2020 | - | 75.1 |
| 210 | 胜 1 | - | - | 2200 | - | 65.3 |
| 211 | 文 36 | - | - | 1980 | - | 53.7 |
| 212 | 西 12 | - | - | 1697 | - | 65.8 |
| 213 | 西 2 | - | - | 1398 | - | 78.7 |
| 214 | 新坝 30 | - | - | 1900 | - | 61.6 |
| 215 | 新坝 31 | - | - | 2100 | - | 62.2 |
| 216 | 新坝 37 | - | - | 1900 | - | 60.1 |
| 217 | 新永 9 | - | - | 2722 | - | 55.6 |
| 218 | 雄 15 | - | - | 2748 | - | 49.1 |
| 219 | 雄 24 | - | - | 2173 | - | 48.9 |
| 220 | 雄古 1 | - | - | 2332 | - | 52.9 |
| 221 | 雄古 2 | - | - | 3286 | - | 54.8 |
| 222 | 雁 21 | - | - | 2900 | - | 63 |
| 223 | 雁 50 | - | - | 2650 | - | 67.3 |
| 224 | 永 11 | - | - | 1920 | - | 50.9 |
| 225 | 永 15 | - | - | 3050 | - | 52.9 |
| 226 | 永 27 | - | - | 1048 | - | 74.7 |
| 227 | 永 8-2 | - | - | 670 | - | 83.7 |
| 228 | 永古 1 | - | - | 3040 | - | 52.3 |
| 229 | 泽 12 | - | - | 2705 | - | 52.2 |
| 230 | 泽 25 | - | - | 2800 | - | 56.2 |
| 231 | 泽 96 | - | - | 1971 | - | 49.6 |
| 232 | 赵 3 | - | - | 1913 | - | 51.9 |
| 233 | 赵 39 | - | - | 2435 | - | 50.7 |
| 234 | 苏 16 | - | - | 4450 | - | 50 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 235 | 坝 60 | - | - | 1600 | 38.2 | - | 文献  [31] |
| 236 | 坝 8 | - | - | 1390 | 48.8 | - |
| 237 | 北 2 | - | - | 3000 | 33.4 | - |
| 238 | 岔 2 | - | - | 1200 | 31.5 | - |
| 239 | 岔 9 | - | - | 1560 | 29.8 | - |
| 240 | 大 3 | - | - | 2450 | 32 | - |
| 241 | 淀 5 | - | - | 2100 | 35.2 | - |
| 242 | 淀 6 | - | - | 1290 | 37.6 | - |
| 243 | 淀 6-1 | - | - | 1080 | 37.8 | - |
| 244 | 淀 6-3 | - | - | 1060 | 58.1 | - |
| 245 | 高 16 | - | - | 820 | 38.5 | - |
| 246 | 兴 6 | - | - | 960 | 29.6 | - |
| 247 | 宁 4 | - | - | 4000 | 31.3 | - |
| 248 | 高 17 | - | - | 1764 | 39.8 | - |
| 249 | 高 23 | - | - | 580 | 35.6 | - |
| 250 | 高 4 | - | - | 1810 | 36.7 | - |
| 251 | 高 7 | - | - | 1420 | 37.8 | - |
| 252 | 观 3 | - | - | 600 | 31.2 | - |
| 253 | 观 6 | - | - | 770 | 32.9 | - |
| 254 | 虎 1 | - | - | 900 | 34.5 | - |
| 255 | 林 1 | - | - | 1399 | 35.2 | - |
| 256 | 留 12 | - | - | 2160 | 38 | - |
| 257 | 留 13 | - | - | 1800 | 38.2 | - |
| 258 | 留水 4 | - | - | 465 | 34.7 | - |
| 259 | 马 40 | - | - | 664 | 32.5 | - |
| 260 | 马 81 | - | - | 1604 | 33.3 | - |
| 261 | 南 11 | - | - | 1640 | 38 | - |
| 262 | 南 42 | - | - | 999 | 34.2 | - |
| 263 | 南 6 | - | - | 2840 | 38.7 | - |
| 264 | 南 66 | - | - | 819 | 34.7 | - |
| 265 | 牛 8 | - | - | 630 | 48.2 | - |
| 266 | 强 3 | - | - | 1800 | 31 | - |
| 267 | 泉 33 | - | - | 700 | 21.8 | - |
| 268 | 泉 4 | - | - | 850 | 25.6 | - |
| 269 | 热电 1 | - | - | 1600 | 30 | - |
| 270 | 任 104 | - | - | 2020 | 38 | - |
| 271 | 任 23 | - | - | 4100 | 36 | - |
| 272 | 任 47 | - | - | 1800 | 34.8 | - |
| 273 | 任 60 | - | - | 490 | 36 | - |
| 274 | 任 85 | - | - | 2950 | 36.8 | - |

续上表

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 275 | 任 96 | - | - | 2009 | 31.9 | - | 文献  [31] |
| 276 | 任 99 | - | - | 610 | 34.8 | - |
| 277 | 河水 5 | - | - | 706 | 37.9 | - |
| 278 | 任 7 | - | - | 3050 | 36.9 | - |
| 279 | 文 30 | - | - | 1904 | 30.3 | - |
| 280 | 任热 2 | - | - | 2020 | 34.8 | - |
| 281 | 容 1 | - | - | 850 | 57.2 | - |
| 282 | 水 4 | - | - | 610 | 31 | - |
| 283 | 西 2 | - | - | 1399 | 33.1 | - |
| 284 | 雄 101 | - | - | 552 | 62.5 | - |
| 285 | 雄 104 | - | - | 930 | 73.7 | - |
| 286 | 永 10 | - | - | 1500 | 27.9 | - |
| 287 | 泽深 1 | - | - | 1900 | 34.5 | - |

附表 3-2 济阳坳陷地温梯度（59 个）、大地热流（269 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 单 60 | 118°05′ | 37°28′ | 400～1130 | 37.2±0.12 | 74.7 | 文献  [14] |
| 2 | 郑 16 | 118°15′ | 37°36′ | 400～700 | 31.4±0.04 | 64.1 |
| 3 | 800～1800 | 30.6±0.09 | 65.8 |
| 4 | 郑 17 | 118°17′ | 37°35′ | 500～1850 | 32.3±0.14 | 70.8 |
| 5 | 夏 33 | 116°50′ | 37°04′ | 1290～3500 | 28.0±0.19 | 52.9 |
| 6 | 阳 8 | 117°24′ | 37°34′ | 900～2000 | 33.4±0.13 | 63.5 |
| 7 | 3000～3800 | 28.0±0.07 | 55.4 |
| 8 | 义 37-31 | 118°37′ | 37°54′ | 400～1330 | 33.6±0.10 | 68.5 |
| 9 | 3500～4194 | 38.9±0.10 | 77 |
| 10 | 义 118 | 118°37′ | 37°55′ | 3200～3800 | 37.0±0.10 | 66.6 |
| 11 | 桩 11 | 118°58′ | 38°01′ | 2700～3800 | 31.8±0.13 | 65.6 |
| 12 | 孤北  21-10 | 118°44′ | 37°54′ | 2000～2900 | 35.3±0.13 | 67.8 |
| 13 | 孤南  131-4 | 118°58′ | 37°52′ | 2250～2450 | 33.1±0.03 | 65.2 |
| 14 | 2750～2850 | 34.8±0.02 | 72.7 |
| 15 | 3450～3550 | 34.1±0.04 | 61.7 |
| 16 | 车古 8 | 118°02′ | 37°55′ | 350～1300 | 33.4±0.10 | 68.8 |
| 17 | 大 673 | 118°15′ | 38°02′ | 500～1000 | 30.0±0.05 | 61.2 |
| 18 | 2200～2650 | 38.2±0.06 | 70 |
| 19 | 埕北 30 | 118°56′ | 38°13′ | 2200～3400 | 30.0±0.19 | 57.5 |
| 20 | 滨 8 | - | - | 2095 | - | 66.7 |
| 21 | 博 102 | - | - | 2452 | - | 72.7 |
| 22 | 草 3 | - | - | 1200 | - | 71.4 |
| 23 | 草 4 | - | - | 1060 | - | 81.5 |
| 24 | 陈气 6 | - | - | 882 | - | 68.6 |
| 25 | 纯 95 | - | - | 2682 | - | 69.4 |
| 26 | 单 19 | - | - | 1512 | - | 66.5 |
| 27 | 东风 1 | - | - | 4410 | - | 62.7 |
| 28 | 东风 5 | - | - | 4007 | - | 62.8 |
| 29 | 樊 4 | - | - | 2794 | - | 70.2 |
| 30 | 官 114 | - | - | 2318 | - | 67 |
| 31 | 郝 3 | - | - | 3140 | - | 61 |
| 32 | 河 1 | - | - | 3080 | - | 59 |
| 33 | 河 10 | - | - | 1180 | - | 57.7 |
| 34 | 花 12 | - | - | 1427 | - | 67.7 |
| 35 | 华 8 | - | - | 1221 | - | 64.4 |
| 36 | 角 12 | - | - | 2600 | - | 65.1 |
| 37 | 金 16 | - | - | 784 | - | 80.2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经（°E ） | 北纬（°N ） |
| 38 | 莱 9 | - | - | 2600 | - | 64.2 | 文献  [14] |
| 39 | 利 11 | - | - | 2146 | - | 55.9 |
| 40 | 梁 60 | - | - | 2845 | - | 61.4 |
| 41 | 面古 1 | - | - | 1090 | - | 73.3 |
| 42 | 明 15 | - | - | 1108 | - | 62.4 |
| 43 | 牛 19 | - | - | 3085 | - | 58.8 |
| 44 | 气东 4 | - | - | 1331 | - | 62.5 |
| 45 | 胜 5 | - | - | 1322 | - | 57.4 |
| 46 | 史 2 | - | - | 2773 | - | 57 |
| 47 | 通 52 | - | - | 3068 | - | 62.2 |
| 48 | 通 61 | - | - | 1900 | - | 74 |
| 49 | 王 69 | - | - | 2900 | - | 64 |
| 50 | 辛 50 | - | - | 2278 | - | 61.7 |
| 51 | 营 67 | - | - | 3158 | - | 61.1 |
| 52 | 营 71 | - | - | 2600 | - | 64.4 |
| 53 | 永 921 | - | - | 2753 | - | 66.9 |
| 54 | 郑 410 | - | - | 1317 | - | 71.6 |
| 55 | 坨 10 | - | - | 2300 | - | 59.1 |
| 56 | 坨 140 | - | - | 3391 | - | 67.4 |
| 57 | 丰 8 | - | - | 4225 | - | 57.7 |
| 58 | 郑 11 | - | - | 1850 | - | 71 |
| 59 | 夏 101 | - | - | 3900 | - | 58.8 |
| 60 | 临 83 | - | - | 4355 | - | 55.3 |
| 61 | 临 95 | - | - | 3339 | - | 55.3 |
| 62 | 盘 17 | - | - | 1800 | - | 64.8 |
| 63 | 盘 21 | - | - | 2000 | - | 64.6 |
| 64 | 钱 4 | - | - | 1700 | - | 66.8 |
| 65 | 商 744 | - | - | 3500 | - | 69 |
| 66 | 商深 1 | - | - | 3052 | - | 67 |
| 67 | 田 27 | - | - | 3250 | - | 66 |
| 68 | 肖 2 | - | - | 2609 | - | 63.4 |
| 69 | 曲 15 | - | - | 1915 | - | 68.4 |
| 70 | 曲斜 9 | - | - | 1609 | - | 68.8 |
| 71 | 阳 2 | - | - | 2528 | - | 65 |
| 72 | 阳 32 | - | - | 2470 | - | 69.8 |
| 73 | 阳 12 | - | - | 1802 | - | 65.7 |
| 74 | 禹 5 | - | - | 2323 | - | 63.3 |
| 75 | 禹 7 | - | - | 2454 | - | 64.4 |
| 76 | 渤 8 | - | - | 1200 | - | 74.2 |
| 77 | 渤深 4 | - | - | 3911 | - | 61.6 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 78 | 富 15 | - | - | 3049 | - | 66.1 | 文献  [14] |
| 79 | 孤北 34 | - | - | 3475 | - | 70.9 |
| 80 | 孤东 83 | - | - | 2301 | - | 78 |
| 81 | 孤南 30 | - | - | 3644 | - | 66.7 |
| 82 | 孤南 32 | - | - | 3762 | - | 67.1 |
| 83 | 虎 2 | - | - | 1832 | - | 68.2 |
| 84 | 垦 152 | - | - | 2650 | - | 69.7 |
| 85 | 垦东 14 | - | - | 1034 | - | 79.7 |
| 86 | 垦东 451 | - | - | 980 | - | 75.1 |
| 87 | 垦古 11 | - | - | 1811 | - | 70.7 |
| 88 | 老 27 | - | - | 3750 | - | 64.5 |
| 89 | 老斜 29 | - | - | 3491 | - | 65.9 |
| 90 | 罗 358 | - | - | 2641 | - | 69 |
| 91 | 罗 803 | - | - | 2174 | - | 69.6 |
| 92 | 邵 58 | - | - | 3090 | - | 66.3 |
| 93 | 新桩 101 | - | - | 3487 | - | 59.2 |
| 94 | 义 109 | - | - | 3478 | - | 65.6 |
| 95 | 义东 28 | - | - | 2500 | - | 64.4 |
| 96 | 义古 323 | - | - | 2951 | - | 62.4 |
| 97 | 义深 7 | - | - | 3426 | - | 60.6 |
| 98 | 沾 27 | - | - | 1900 | - | 74.5 |
| 99 | 桩 70 | - | - | 3106 | - | 66.8 |
| 100 | 桩古 13 | - | - | 4459 | - | 62.7 |
| 101 | 车 253 | - | - | 4193 | - | 64.2 |
| 102 | 车 407 | - | - | 3414 | - | 67.5 |
| 103 | 车 409 | - | - | 3404 | - | 66.5 |
| 104 | 车古 1 | - | - | 2525 | - | 69.4 |
| 105 | 车古 17 | - | - | 2220 | - | 69.7 |
| 106 | 车 25 | - | - | 3668 | - | 64.4 |
| 107 | 大 656 | - | - | 2365 | - | 60.2 |
| 108 | 大 95 | - | - | 3401 | - | 63.5 |
| 109 | 大古 61 | - | - | 2138 | - | 58.1 |
| 110 | 昌 171 | - | - | 1256 | - | 67.1 |
| 111 | 昌 25 | - | - | 1000 | - | 65.8 |
| 112 | 昌 3 | - | - | 1433 | - | 60.7 |
| 113 | 昌 323 | - | - | 1500 | - | 64 |
| 114 | 昌 61 | - | - | 1377 | - | 67.7 |
| 115 | 昌 80 | - | - | 1799 | - | 66.6 |
| 116 | 昌 90 | - | - | 1711 | - | 63.4 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 117 | 瞳 3 | - | - | 815 | - | 66.6 | 文献  [14] |
| 118 | 瞳 6 | - | - | 633 | - | 58.6 |
| 119 | 埕北 38 | - | - | 4009 | - | 64.4 |
| 120 | 埕北 4 | - | - | 3036 | - | 64.4 |
| 121 | 丰 8 | - | - | 3710-4225 | 29.1 | 53.3 | 文献  [31] |
| 122 | 单 60 | - | - | 400~1130 | 37.2±0.12 | 74.7 |
| 123 | 郑 16 | - | - | 400~700 | 31.4±0.04 | 64.1 |
| 124 | - | - | 800~1800 | 30.6±0.09 | 65.8 |
| 125 | 郑 17 | - | - | 500~1850 | 32.3±0.14 | 70.8 |
| 126 | 郑 11 | - | - | 900-1800 | 38.4 | 80.4 |
| 127 | 夏 33 | - | - | 1290~3500 | 28.0±0.19 | 52.9 |
| 128 | 阳 8 | - | - | 900~2000 | 33.4±0.13 | 63.5 |
| 129 |  | - | - | 3000~3800 | 28.0±0.07 | 55.4 |
| 130 | 夏 101 | - | - | 3660-3900 | 32.5 | 58.8 |
| 131 | 义 37-31 | - | - | 400~1330 | 33.6±0.10 | 68.5 |
| 132 |  | - | - | 3500~4194 | 38.9±0.10 | 77 |
| 133 | 义 118 | - | - | 3200~3800 | 37.0±0.10 | 64.8 |
| 134 | 义 93 | - | - | 2960-3340 | 27.6 | 48.3 |
| 135 | 桩 11 | - | - | 2700~3800 | 31.8±0.13 | 65.6 |
| 136 | 孤北  21-10 | - | - | 2000~2900 | 35.3±0.13 | 67.8 |
| 137 | 孤南  131-4 | - | - | 2250~2450 | 33.1±0.03 | 65.2 |
| 138 | - | - | 2750~2850 | 34.8±0.02 | 72.7 |
| 139 | - | - | 3450~3550 | 34.1±0.04 | 61.7 |
| 140 | 埕北 30 | - | - | 2200~3400 | 30.0±0.19 | 57.5 |
| 141 | 车古 8 | - | - | 350~1300 | 33.4±0.10 | 68.8 |
| 142 | 大 673 | - | - | 500~1000 | 30.0±0.05 | 61.2 |
| 143 | - | - | 2200~2650 | 38.2±0.06 | 70 |
| 144 | 滨 8 | - | - | 2095 | - | 66.7 |
| 145 | 博 102 | - | - | 2452 | - | 72.7 |
| 146 | 草 3 | - | - | 1200 | - | 71.4 |
| 147 | 草 4 | - | - | 1060 | - | 81.5 |
| 148 | 陈气 6 | - | - | 882 | - | 68.6 |
| 149 | 纯 95 | - | - | 2682 | - | 69.4 |
| 150 | 单 19 | - | - | 1512 | - | 66.5 |
| 151 | 东风 1 | - | - | 4410 | - | 62.7 |
| 152 | 东风 5 | - | - | 4007 | - | 62.8 |
| 153 | 樊 4 | - | - | 2794 | - | 70.2 |
| 154 | 官 114 | - | - | 2318 | - | 67 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 155 | 郝 3 | - | - | 3140 | - | 61 | 文献  [31] |
| 156 | 河 1 | - | - | 3080 | - | 59 |
| 157 | 河 10 | - | - | 1180 | - | 57.7 |
| 158 | 花 12 | - | - | 1427 | - | 67.7 |
| 159 | 华 8 | - | - | 1221 | - | 64.4 |
| 160 | 角 12 | - | - | 2600 | - | 65.1 |
| 161 | 金 16 | - | - | 784 | - | 80.2 |
| 162 | 莱 9 | - | - | 2600 | - | 64.2 |
| 163 | 利 11 | - | - | 2146 | - | 55.9 |
| 164 | 梁 60 | - | - | 2845 | - | 61.4 |
| 165 | 面古 1 | - | - | 1090 | - | 73.3 |
| 166 | 明 15 | - | - | 1108 | - | 62.4 |
| 167 | 牛 19 | - | - | 3085 | - | 58.8 |
| 168 | 气东 4 | - | - | 1331 | - | 62.5 |
| 169 | 胜 5 | - | - | 1322 | - | 57.4 |
| 170 | 史 2 | - | - | 2773 | - | 57 |
| 171 | 通 52 | - | - | 3068 | - | 62.2 |
| 172 | 通 61 | - | - | 1900 | - | 74 |
| 173 | 王 69 | - | - | 2900 | - | 64 |
| 174 | 辛 50 | - | - | 2278 | - | 61.7 |
| 175 | 营 67 | - | - | 3158 | - | 61.1 |
| 176 | 营 71 | - | - | 2600 | - | 64.4 |
| 177 | 永 921 | - | - | 2753 | - | 66.9 |
| 178 | 郑 410 | - | - | 1317 | - | 71.6 |
| 179 | 坨 10 | - | - | 2300 | - | 59.1 |
| 180 | 坨 140 | - | - | 3391 | - | 67.4 |
| 181 | 丰 8 | - | - | 4225 | - | 57.7 |
| 182 | 郑 11 | - | - | 1850 | - | 71 |
| 183 | 夏 101 | - | - | 3900 | - | 58.8 |
| 184 | 临 83 | - | - | 4355 | - | 55.3 |
| 185 | 临 95 | - | - | 3339 | - | 55.3 |
| 186 | 盘 17 | - | - | 1800 | - | 64.8 |
| 187 | 盘 21 | - | - | 2000 | - | 64.6 |
| 188 | 钱 4 | - | - | 1700 | - | 66.8 |
| 189 | 商 744 | - | - | 3500 | - | 69 |
| 190 | 商深 1 | - | - | 3052 | - | 67 |
| 191 | 田 27 | - | - | 3250 | - | 66 |
| 192 | 肖 2 | - | - | 2609 | - | 63.4 |
| 193 | 曲 15 | - | - | 1915 | - | 68.4 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 194 | 曲斜 9 | - | - | 1609 | - | 68.8 | 文献  [31] |
| 195 | 阳 2 | - | - | 2528 | - | 65 |
| 196 | 阳 32 | - | - | 2470 | - | 69.8 |
| 197 | 阳 12 | - | - | 1802 | - | 65.7 |
| 198 | 禹 5 | - | - | 2323 | - | 63.3 |
| 199 | 禹 7 | - | - | 2454 | - | 64.4 |
| 200 | 渤 8 | - | - | 1200 | - | 74.2 |
| 201 | 渤深 4 | - | - | 3911 | - | 61.6 |
| 202 | 富 15 | - | - | 3049 | - | 66.1 |
| 203 | 孤北 34 | - | - | 3475 | - | 70.9 |
| 204 | 孤东 83 | - | - | 2301 | - | 78 |
| 205 | 孤南 30 | - | - | 3644 | - | 66.7 |
| 206 | 孤南 32 | - | - | 3762 | - | 67.1 |
| 207 | 虎 2 | - | - | 1832 | - | 68.2 |
| 208 | 垦 152 | - | - | 2650 | - | 69.7 |
| 209 | 垦东 14 | - | - | 1034 | - | 79.7 |
| 210 | 垦东 451 | - | - | 980 | - | 75.1 |
| 211 | 垦古 11 | - | - | 1811 | - | 70.7 |
| 212 | 老 27 | - | - | 3750 | - | 64.5 |
| 213 | 老斜 29 | - | - | 3491 | - | 65.9 |
| 214 | 罗 358 | - | - | 2641 | - | 69 |
| 215 | 罗 803 | - | - | 2174 | - | 69.6 |
| 216 | 邵 58 | - | - | 3090 | - | 66.3 |
| 217 | 新桩 101 | - | - | 3487 | - | 59.2 |
| 218 | 义 109 | - | - | 3478 | - | 65.6 |
| 219 | 义东 28 | - | - | 2500 | - | 64.4 |
| 220 | 义古 323 | - | - | 2951 | - | 62.4 |
| 221 | 义深 7 | - | - | 3426 | - | 60.6 |
| 222 | 沾 27 | - | - | 1900 | - | 74.5 |
| 223 | 桩 70 | - | - | 3106 | - | 66.8 |
| 224 | 桩古 13 | - | - | 4459 | - | 62.7 |
| 225 | 车 253 | - | - | 4193 | - | 64.2 |
| 226 | 车 407 | - | - | 3414 | - | 67.5 |
| 227 | 车 409 | - | - | 3404 | - | 66.5 |
| 228 | 车古 1 | - | - | 2525 | - | 69.4 |
| 229 | 车古 17 | - | - | 2220 | - | 69.7 |
| 230 | 车 25 | - | - | 3668 | - | 64.4 |
| 231 | 大 656 | - | - | 2365 | - | 60.2 |
| 232 | 大 95 | - | - | 3401 | - | 63.5 |

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 233 | 大古 61 | - | - | 2138 | - | 58.1 | 文献  [31] |
| 234 | 埕北 38 | - | - | 4009 | - | 64.4 |
| 235 | 埕北 4 | - | - | 3036 | - | 64.4 |
| 236 | 昌 10 | - | - | 2380 | - | 62.5 |
| 237 | 昌 14 | - | - | 3101 | - | 69.5 |
| 238 | 昌 171 | - | - | 1256 | - | 67.1 |
| 239 | 昌 20 | - | - | 1592 | - | 61.3 |
| 240 | 昌 25 | - | - | 1000 | - | 65.8 |
| 241 | 昌 3 | - | - | 1477 | - | 60.7 |
| 242 | 昌 30 | - | - | 1553 | - | 69 |
| 243 | 昌 31 | - | - | 1745 | - | 64.6 |
| 244 | 昌 323 | - | - | 875 | - | 64 |
| 245 | 昌 324 | - | - | 1215 | - | 63.2 |
| 246 | 昌 45 | - | - | 1785 | - | 73.6 |
| 247 | 昌 5 | - | - | 2001 | - | 60.5 |
| 248 | 昌 6 | - | - | 769 | - | 59.8 |
| 249 | 昌 61 | - | - | 1377 | - | 67.7 |
| 250 | 昌 64 | - | - | 2494 | - | 68.1 |
| 251 | 昌 661 | - | - | 800 | - | 68.8 |
| 252 | 昌 68 | - | - | 2562 | - | 66.2 |
| 253 | 昌 691 | - | - | 2258 | - | 67.9 |
| 254 | 昌 71 | - | - | 2246 | - | 72.2 |
| 255 | 昌 73 | - | - | 770 | - | 65.5 |
| 256 | 昌 74 | - | - | 899 | - | 68.8 |
| 257 | 昌 80 | - | - | 1799 | - | 66.6 |
| 258 | 昌 83 | - | - | 1755 | - | 68.6 |
| 259 | 昌 86 | - | - | 2260 | - | 66.9 |
| 260 | 昌 90 | - | - | 1711 | - | 63.4 |
| 261 | 昌 901 | - | - | 1658 | - | 57.7 |
| 262 | 昌 94 | - | - | 2007 | - | 65.6 |
| 263 | 昌参 2 | - | - | 1800 | - | 63.7 |
| 264 | 昌斜 46 | - | - | 2769 | - | 59.1 |
| 265 | 昌斜 681 | - | - | 2364 | - | 63.7 |
| 266 | 昌斜 69 | - | - | 1345 | - | 65.6 |
| 267 | 疃 3 | - | - | 815 | - | 66.6 |
| 268 | 疃 6 | - | - | 633 | - | 58.6 |
| 269 | 央 5 | - | - | 3000 | - | 70.5 |
| 270 | 丰 8 | - | - | 4225 | 29.8 | - |
| 271 | 单 60 | - | - | 1130 | 37.3 | - |

续上表

续上表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 272 | 郑 11 | - | - | 1850 | 32.3 | - | 文献  [31] |
| 273 | 郑 16 | - | - | 1800 | 32.9 | - |
| 274 | 郑 17 | - | - | 1900 | 34.4 | - |
| 275 | 阳 8 | - | - | 3870 | 30.7 | - |
| 276 | 夏 101 | - | - | 3900 | 32.5 | - |
| 277 | 夏 33 | - | - | 3528 | 30.4 | - |
| 278 | 孤南  131-4 | - | - | 3600 | 36.7 | - |
| 279 | 桩 11 | - | - | 3800 | 36.8 | - |
| 280 | 义 118 | - | - | 4100 | 37.6 | - |
| 281 | 义 37-31 | - | - | 4194 | 36.3 | - |
| 282 | 义 93 | - | - | 3340 | 34.2 | - |
| 283 | 孤北  21-10 | - | - | 3000 | 35.3 | - |
| 284 | 埕北 30 | - | - | 3550 | 30.1 | - |
| 285 | 车古 8 | - | - | 1620 | 37.9 | - |
| 286 | 大 673 | - | - | 2650 | 30.8 | - |

附表 3-3 临清坳陷地温梯度（25 个）、大地热流（18 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 莘参 1 | - | - | 1698-2327 | 24 | 52.3 | 文献  [31] |
| 2 | - | - | 2378-2914 | 28 | 51.8 |
| 3 | - | - | 3066-3180 | 25 | 46.5 |
| 4 | - | - | 3182-3227 | 26 | 54.1 |
| 5 | - | - | 3506-3749 | 24 | 55.2 |
| 6 | 莘 1 | - | - | 2305-2605 | 31 | 62.1 |
| 7 | - | - | 2608-2971 | 25 | 55.5 |
| 8 | - | - | 3102-3200 | 18 | 46.3 |
| 9 | - | - | 3201-3517 | 20 | 44.2 |
| 10 | - | - | 3594-4020 | 24 | 64.8 |
| 11 | - | - | 4098-4313 | 24 | 63.4 |
| 12 | 莘 2 | - | - | 2623-2910 | 26.5 | 62.8 |
| 13 | 莘 3 | - | - | 2600-3000 | 30.2 | 65.2 |
| 14 | 禹参 2 | - | - | 3728-4008 | 28.8 | 61.1 |
| 15 | 冠 1 | - | - | 2021-2094 | 28 | 55.4 |
| 16 | - | - | 2293-2715 | 27.3 | 57.1 |
| 17 | - | - | 3107-3212 | 30 | 64.2 |
| 18 | 高古 1 | - | - | 1000-1054 | 19 | 67.1 |
| 19 | 莘参 1 | - | - | 4100 | 28.2 | - | 文献  [31] |
| 20 | 莘 1 | - | - | 4400 | 28.3 | - |
| 21 | 莘 2 | - | - | 3800 | 28.6 | - |
| 22 | 莘 3 | - | - | 3300 | 32.2 | - |
| 23 | 冠 1 | - | - | 3100 | 31.6 | - |
| 24 | 高古 1 | - | - | 1200 | 25.2 | - |
| 25 | 禹参 2 | - | - | 4008 | 28.8 | - |

附表 3-3 黄骅坳陷地温梯度（4 个）数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 井号 | 坐标 | | 深度（m） | 地温梯度 G  （°C/km ） | 大地热流 q  （mW/m2） |  |
| 东经  （°E ） | 北纬  （°N ） |
| 1 | 板深 8 | - | - | 4285 | 28.5 | - | 文献  [31] |
| 2 | 板深 703 | - | - | 4230 | 28.5 | - |
| 3 | 千 10-20 | - | - | 3350 | 34.9 | - |
| 4 | 千 12-18 | - | - | 3740 | 31.3 | - |