

1:1 000 000

# 青海门源至福建宁德 地学断面

(说明书)

国家地震局地学断面编委会



地震出版社

# 青海门源至福建宁德地学断面 说 明 书

国家地震局地学断面编委会

本断面主编：林中洋（国家地震局地球物理研究所，北京）

蔡文伯（国家地震局地质研究所，北京）

陈学波（国家地震局地壳应力研究所，北京）

王椿镛（国家地震局地球物理研究所，北京）

1992 年

## 内 容 简 介

全球地学断面（简称GGT）是80年代国际岩石圈委员会所开展的一项地球科学的前沿性课题。“断面”的含意指的是地壳的组成和构造断面，在100km宽的走廊带内，综合现有的地质、地球化学、地球物理等资料，按照国际岩石圈委员会全球地学断面协调委员会（CC-7）指定的编图指南编制而成。

青海门源至福建宁德地学断面全长2200余km，自西北向东南斜穿祁连褶皱系、中朝地台、秦岭-大别褶皱系、扬子地台和华南褶皱系五个一级大地构造单元。它揭示了各个构造单元内部的地壳结构特点，单元之间的接触性质及过渡关系，以及它们后期遭受改造产生的板缘和板内构造及其动力学特征，从而可为找矿和减轻自然灾害服务。

本说明书是对断面展示图的一个补充，有助于读者对断面展示图的阅读，可供从事地质、地球物理、地球化学、地震等学科的科研、教学、生产等有关人员参考使用。

## 序

全球地学断面 (Global Geoscience Transect) 计划 (简称 GGT) 是 80 年代后半期国际岩石圈委员会开展的一项全球性地球科学研究项目, 目的是在统一的原则指导下, 通过对现有的各种地质和地球物理资料的编图、综合分析和对比研究, 准备编制在全球各关键部位的 100 多条地学大断面, 提供地壳和岩石圈的结构、组成、发展和演化的垂直构造剖面, 并进行全球性的直接对比, 以服务于矿产资源预测和减轻自然灾害。

面对这一国际岩石圈计划中的前沿课题, 世界各国都十分关注, 并积极参加该项计划的有关工作。1987 年, 中国岩石圈委员会决定编制 11 条中国地学断面 (CGT), 并成立了中国地学大断面协调组, 由地质矿产部、国家地震局、中国科学院和石油工业部 (现为石油天然气总公司) 代表组成。国家地震局负责编制其中的 6 条断面, 它们是:

- (I) 内蒙古东乌珠穆沁旗至辽宁东沟地学断面;
- (II) 江苏响水至内蒙古满都拉地学断面;
- (III) 上海奉贤至内蒙古阿拉善左旗地学断面;
- (IV) 青海门源至福建宁德地学断面;
- (V) 湖北随州至内蒙古喀拉沁旗地学断面;
- (VI) 云南遮放至马龙地学断面。

为了高水平、高质量地完成这项工作, 国家地震局将其列为重点项目, 并成立了由 22 人组成的“国家地震局中国地学大断面编辑委员会”(以下简称编委会), 由马杏垣教授任主编, 孙武城、刘国栋、邓起东、刘昌铨、宋仲和、李裕澈任副主编, 刘国栋任常务副主编。编委会主要负责提出与确定总体工作方案及实施计划, 并指导各断面的编制工作。编委会下设编辑部, 主要协助主编、副主编负责本项目的协调和组织工作。编辑部挂靠在国家地震局地质研究所, 其中的日常工作由杨主恩承担, 制图组由孙彤负责。

各断面组在编委会的统一指导下独立完成各断面的具体任务。

本项目于 1987 年开始准备和试编, 1988 年进入全面编辑和研究。参加该项目工作的包括国家地震局地质研究所、地球物理勘探大队、地球物理研究所、地壳应力研究所、兰州地震研究所、辽宁省地震局、云南省地震局和江苏省地震局、国家地震局分析预报中心 9 个单位的 120 余人。三年多来, 各断面工作组在编委会的统一指导下, 共同努力, 辛勤劳动, 独立取得了各自的研究成果。通过 6 条断面的制作及相应的地质、地球物理、地球化学等专题研究, 取得了中国大陆壳-幔构造方面的大量信息, 提出了许多重要的新见解。

在三年多的编制过程中, 得到了国内许多单位和科技工作者的大力支持, 特别是国家地震局震害防御司、国家自然科学基金会、中国岩石圈委员会和国际岩石圈委员会地学断面协调委员会 (CC-7) 主席 J. W. H. Monger 博士和 H. J. Goetze 教授给予了多方指导和帮助, 在此深表谢意。

国家地震局地学断面编委会

1991 年 7 月

# 目 录

|                                  |                                                                                                                               |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一、绪言 .....                       | 林中洋 <sup>①</sup> ( 1 )                                                                                                        |
| 二、地学断面的编图基础和思路 .....             | 林中洋 <sup>①</sup> 蔡文伯 <sup>②</sup> ( 2 )                                                                                       |
| 三、主要地貌分区 .....                   | 蔡文伯 <sup>②</sup> ( 3 )                                                                                                        |
| 四、区域构造背景 .....                   | 蔡文伯 <sup>②</sup> ( 4 )                                                                                                        |
| 五、主要构造单元概述 .....                 | 蔡文伯 <sup>②</sup> ( 6 )                                                                                                        |
| 六、布格重力异常特征 .....                 | 冯锐 <sup>①</sup> 殷秀华 <sup>②</sup> 陈学波 <sup>③</sup> 刘占波 <sup>④</sup> 刘铁胜 <sup>⑤</sup> ( 12 )                                    |
| 七、航磁异常 ( $\Delta T_a$ ) 特征 ..... | 任熙宪 <sup>①</sup> 刘占波 <sup>②</sup> 白彤霞 <sup>①</sup> 王春华 <sup>①</sup> ( 14 )                                                    |
| 八、大地热流 .....                     | 梁恕信 <sup>④</sup> ( 15 )                                                                                                       |
| 九、大地电磁测深 .....                   | 邓前辉 <sup>②</sup> 梁恕信 <sup>④</sup> ( 18 )                                                                                      |
| 十、地震测深 .....                     | 林中洋 <sup>①</sup> 陈学波 <sup>③</sup> 王椿镛 <sup>①</sup> 胡鸿翔 <sup>①</sup> 高世玉 <sup>①</sup> 李金森 <sup>③</sup> 彭文涛 <sup>⑤</sup> ( 23 ) |
| 十一、横波速度结构 .....                  | 陈国英 <sup>①</sup> 宋仲和 <sup>①</sup> 安昌强 <sup>①</sup> 陈立华 <sup>①</sup> 庄真 <sup>③</sup> 傅竹武 <sup>⑤</sup> 吕梓玲 <sup>⑤</sup> ( 28 )  |
| 十二、地震活动性 .....                   | 林中洋 <sup>①</sup> ( 31 )                                                                                                       |
| 十三、综合解释性剖面 .....                 | 蔡文伯 <sup>②</sup> 林中洋 <sup>①</sup> 陈学波 <sup>③</sup> ( 36 )                                                                     |
| 参考文献 .....                       | ( 43 )                                                                                                                        |

作者单位:

①国家地震局地球物理研究所

②国家地震局地质研究所

③国家地震局地壳应力研究所

④国家地震局兰州地震研究所

⑤云南大学

## 一、绪 言

全球地学断面 (GGT) 计划是 80 年代国际岩石圈计划后半期的重要前沿课题。国际岩石圈委员会设立一协调委员会 (CC-7) 专门负责这项任务的实施。由 J. W. H. Monger 任主席, H. J. Goetze 任副主席。1987 年召开了第一次会议, 为使全球各条断面以统一的形式、内容和比例尺等来编制, 以便世界不同地区的断面能直接进行对比, 制定了编图指南。

“断面”的含义是在长数百公里乃至数千公里、宽 100km 走廊带内的剖面上, 以现有的地质、地球物理和地球化学资料综合地表示整个地壳 (如有可能则包括整个岩石圈) 的组成和构造, 实际上断面就是能理想地描述其走廊带内岩石圈演化的地壳垂直的大地构造图。

青海门源—陕西商县—福建宁德地学断面全长 2200 余 km, 由两段组成。西北段由青海门源 ( $\varphi=37^{\circ}36'$ ,  $\lambda=101^{\circ}21'$ ) 至陕西金堆城 ( $\varphi=34^{\circ}20'$ ,  $\lambda=109^{\circ}57'$ ) 全长 960km; 东南段由陕西长安县 ( $\varphi=34^{\circ}43'$ ,  $\lambda=108^{\circ}28'$ ) 至福建宁德县 ( $\varphi=26^{\circ}40'$ ,  $\lambda=119^{\circ}31'$ ), 全长 1340km。两条剖面在东秦岭地段近似平行地重叠约 100km, 剖面之间的距离约 50km。处理资料时, 在陕西省的商县 ( $\varphi=33^{\circ}48'$ ,  $\lambda=109^{\circ}54'$ ) 将两条剖面衔接成一条全长 2200km 的地学大断面, 整体走向为北西-南东方向, 断面位置见图 1。

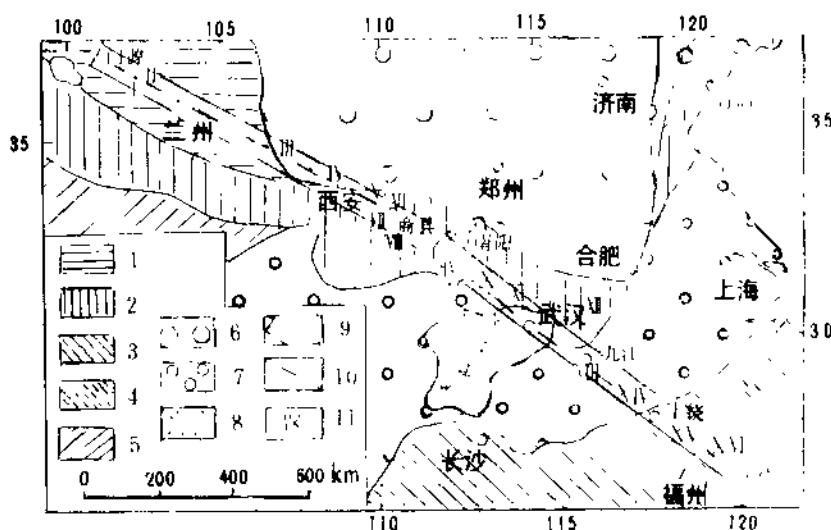


图 1 门源至宁德断面位置图

1. 祁连褶皱系; 2. 秦岭-大别褶皱系; 3. 华南褶皱系;
4. 东南沿海褶皱带; 5. 甘孜褶皱系; 6. 中朝地台; 7. 扬子地台;
8. 拗陷和盆地; 9. 地学断面位置; 10. 地震测深测线;
11. 穿越断面构造单元编号

| 祁连褶皱系        | 秦岭-大别褶皱系    | 扬子地台         |
|--------------|-------------|--------------|
| I 中祁连隆起带     | VI 北秦岭褶皱带   | X III 下扬子拗陷  |
| II 北祁连褶皱带    | VII 中秦岭褶皱带  | X IV 江南隆起    |
| 中朝地台         | VIII 南秦岭褶皱带 | 华南褶皱系        |
| III 鄂尔多斯台块南缘 | IX 南襄盆地     | X V 武夷隆起带    |
| IV 渭河地堑      | X 随州褶皱带     | X VI 东南沿海褶皱带 |
| V 豫西隆起       | XI 桐柏隆起带    |              |
|              | XII 大别隆起带   |              |

该断面自西向东跨越青海、甘肃、宁夏、陕西、湖北、江西和福建 7 个省、自治区，穿过祁连褶皱系、中朝地台、秦岭-大别褶皱系、扬子地台和华南褶皱系五个一级大地构造单元。横跨中国南北地震带北段的西海固地震带（六盘山构造带）和怀来-山西-西安地震带南段（渭河盆地）。编制该断面的目的在于对比研究各不同大地构造单元的组成、构造演化和接触边界的性质等，以及探讨其与成矿规律和地震发生的关系。

该断面是在国家地震局 CGT 编委会主编马杏垣教授的直接指导下和国家地震局震害防御司的组织领导下编制的。在编图过程中刘国栋教授、汪一鹏教授、李继亮教授等都给予了多方面的指导和帮助，在此深表谢意。

本断面审查通过后，申报国际岩石圈委员会 CC-7 协调组，经验收，现已授予全球地学断面编号——第 14 号。

## 二、地学断面的编图基础和思路

根据 GGT 协调委员会制定的编图指南的要求，地学断面的内容应该包括 100km 宽的地质走廊图、100km 宽的布格重力异常图（含热流值和震中位置）和航磁  $\Delta T_a$  走廊图，包括大地电磁测深的电阻率曲线和二维地震波速度结构的综合地球物理剖面图，以及深度至少达到莫霍界面的综合解释性剖面图。此外尚有构造地层时-空图、地层岩性图、构造亲缘关系图和构造概略图等。

地学断面的编制原则是以现有的地球物理资料，特别是人工地震测深剖面的资料为基础。但是，为了保证断面的编制质量，对那些资料不足的地段，可以适当地作些野外资料的补充采集或对原有资料进行重新处理。本断面除了对现有的地震测深资料重新进行了二维速度模型的计算；用重力资料计算了中、上地壳的分界面和岩石圈深度；利用面波资料反演了地壳与上地幔顶部的横波速度结构外；还使用了以往的大地电磁测深和热流值的研究成果，而且对这些成果进行了重新解释处理，并补测了 32 个大地电磁测深点。在充分利用已有的各省 1:1000000 地质图的基础上尽可能地收集了各省的地质调查新成果，以此编制了资料较新的地质走廊图。由于该断面的走向在通过祁连褶皱系和秦岭-大别褶皱系时与构造走向几乎平行，很难完整地表示这些构造的浅层地质剖面，因此在有关地段尽可能参考已公布的资料，补充了垂直构造走向的浅层地质剖面图，以便帮助读者更深入地理解这些构造单元的演化过程。所有这些都给编制门源至宁德地学断面提供了丰富的资料基础。图件采用两种色标系统：用地质图色标表示地质条带图及剖面图地质单元的年代；用构造亲缘色标表示由岩石单位推测形成的构造环境，用于构造地层时-空图和解释性剖面。

断面展示图是根据 GGT 协调委员会制定的编图指南编制的, 编图的核心是在综合分析地球物理资料的基础上编制综合解释性断面。地球物理资料的综合解释在于分析各构造单元之间地球物理场的差异, 研究地体之间边界的性质, 给出各地体构造演化的地球动力学模式。为此, 在编制综合解释性剖面时, 地壳的分层、各单元地壳构造的特征、它们之间边界接触的性质等均以人工地震测深的资料为主, 其它地球物理资料为辅。壳下岩石圈的厚度, 断面西段以横波速度结构、大地电磁测深的电阻率曲线和重力反演的结果为主; 断面东段则因大地电磁测深的结果与其它结果差别较大, 故解释时以横波速度结构和重力反演结果为主。在编制该断面的综合解释性剖面时, 重点放在祁连褶皱系与中朝地台, 中朝地台与秦岭-大别褶皱系之间的构造接触关系, 特别是对地震活动性较强的六盘山构造带和渭河地堑型盆地的深部构造背景、演化模式以及与地震发生的关系作了初步的探讨; 对秦岭-大别褶皱系的地球物理场的差异给予了初步解释。

### 三、主要地貌分区

青海门源至福建宁德地学断面是纵贯我国中东部, 西北起自祁连山地, 东南直抵东海之滨, 地势特征是西北高, 向东南逐渐下降。在整个断面范围内, 其西部地貌区之间的界限以北西至北西西向为主, 中部以北西西到东西向为主, 东部则以北东至北北东向为主, 清楚地反映其区域地质构造的方向。断面范围, 可以分成九个地貌分区(中国自然地理图集, 1984), 由西北向东南依次为:

(1) 青藏高原区: 为本断面范围内的青、甘二省部分, 是青藏高原的东北部边缘地带。在图内所出现的祁连山地仅是其山麓的延续部分, 一般海拔高为 3000m 以上, 仙米达坂山为境内最高山峦, 高 4353m, 其东为陇中高原, 实际上属青藏高原东北边缘向陕北高原的过渡地带, 其间最高的山为 2233m 的大地湾圪塔。

(2) 陕北高原区: 断面经过部分仅是鄂尔多斯高原的南部边缘地段, 其西侧高 2928m 的六盘山地构成了与青藏高原区的分界线。一般高在 1200m 以上。

(3) 关中盆地区: 位于陕北高原的东南隅, 也就是俗称八百里秦川的一部分, 平均海拔 500m 以上, 在断面内本区出露较为完整。其南以高为 2604m 的终南山等为界, 与秦岭山地为邻。

(4) 秦岭山地区: 这一横贯我国中部近乎东西向的构造地貌带, 在我国地理分区上占有很重要的地位。它不仅是长江、黄河二大流域的分水岭, 还是划分我国气象、物产、人文风情等的区域分界线。断面内的最高山峰为 2192m 的老君山。

(5) 南襄盆地区: 是秦岭山地中断陷所形成的包括南阳、襄樊的小区, 基底可与二侧山地相连, 但晚期地质发育特殊, 分割东西向秦岭和大别两大山地, 平均海拔高为 120m。

(6) 桐柏-大别山地区: 实际上是秦岭山地的东延部分, 断面条带通过北部桐柏山地, 南部的大洪山地和东部的大别山地的西南部分。前者仅在断面北侧出现, 最高山峦为 1140m 的太白顶; 大洪山地位于随州褶皱带的南部, 主峰高达 1055m; 后者位于断面北侧, 仅出露大别山地的南部, 最高山地为大悟山, 高 813m。

(7) 长江中下游平原区: 断面所经过的仅为江汉平原的北东部分, 分布于大别山地以南

的长江沿岸，地势平坦，平均海拔为 30m。由幕阜山地和其东南鄱阳湖平原相阻隔。

(8) 江南丘陵区：断面范围内西北为鄱阳湖平原，东南段为江南丘陵。前者地势低下，平均高度约为 50m 以下；后者为怀玉山地西延部分，最高山峰为大灵山，高达 1474m，为赣东北著名山地。

(9) 川闽丘陵区：为本断面最东侧区域，断面范围内西北部为武夷山地，最高山峦为 2158m 的黄岗山；东南部为鹫峰山地，最高山为 1528m 的鸡鸣山。

#### 四、区域构造背景

青海门源至福建宁德断面穿越了中国东部各主要构造单元，自西至东为：祁连褶皱系（中祁连隆起带，北祁连褶皱带），中朝地台（鄂尔多斯台块南缘、渭河地堑、豫西隆起）、秦岭—大别褶皱系（北秦岭褶皱带、中秦岭褶皱带、南秦岭褶皱带、南襄盆地、随州褶皱带、桐柏隆起带、大别隆起带、扬子地台（下扬子拗陷、江南隆起）、华南褶皱系（武夷隆起带、东南沿海褶皱带）。由于断面长、内容多，如要详细讨论，则所列构造单元数目将更多，因此我们只能粗略地加以论述。同样，为了不使各构造单元命名复杂化，我们采用较为简单的名称，凡属褶皱系的次级构造单元，均在其尾部加上“带”字（如褶皱带或隆起带等），以示区别。

另外，地质条带图图面较为狭窄，图幅范围所涉及构造单元只是在其顶端或边缘局部，很难窥其全貌，因此在讨论时需要考虑断面图幅以外该构造单元的有关情况。

断面还存在平行走向或斜穿走向问题，特别是祁连、秦岭褶皱系更是如此，因此在描绘其构造性质和特征时，在地质剖面图的下方增添了一些垂直构造走向的地质剖面图。

也正是由于沿走向或斜切走向的原因，所以有可能存在同一构造单元在断面中二次出现的问题，如南秦岭褶皱带、南襄盆地基底和随州褶皱带就可能是同一构造单元。这里还要指出的是：很可能桐柏、大别隆起带中一部分或大部分可以与北秦岭褶皱带相对接。

综合地质构造和各种地球物理探测的结果，地质条带图幅内所表明的大陆地壳的组成、结构和构造，在垂向上表现为分层的特性，在横向上则具不均一性的特点。不同的构造单元由于其内部构造环境的不同和构造过程的差异，反映出其深部介质、结构和构造类型的不同。

从岩石圈结构及其演化特征来讨论，地壳中地台的演化过程比较清楚，发展时间长而稳定。中朝地台在太古宙时是以形成和聚合一些微大陆块体为特征。早元古代末，由微大陆组成的古陆核被复杂的构造运动带所分隔和环绕。该期构造运动（吕梁—中岳运动，约 17 亿年前）使之固结成统一的地台结晶基底，它们由一套中—高级变质岩系所组成。同时经多次构造运动，本断面的范围内，中朝地台基底块体的南缘形成一些近东西向的构造带，地台内部也产生一些北东—北北东向的构造带，从而奠定了中朝地台基底构造的基本轮廓。古生代—三叠纪时，主要表现为差异性较小，而整体相对较为稳定的升降构造环境，是典型的地台盖层。本断面中朝地台的次级构造单元为鄂尔多斯块体南缘和渭河地堑。前者经历了沉积盖层阶段后，为一稳定克拉通，侏罗—白垩纪时仍为内陆断陷盆地继续发育；后者在新生代时地壳又一次拉张破裂，形成裂陷盆地——渭河地堑。由于稳定地区深部构造

相对简单,可能由于地幔物质上涌,而且向侧向分流,北东—南西向区域应力场共同作用,致使中上地壳一系列近于水平的或者是网状韧性剪切带的缓慢滑移而引起伸展作用。不论前者还是后者均因地幔上拱,地壳减薄而拉伸,形成拉张型的菱形块体。同样,新生代裂陷与中、下地壳存在着细颈化构造,在鄂尔多斯台块南缘六盘山构造带和渭河地堑,特别是后者更为显著。另一次级构造单元为豫西隆起,在本断面内仅出露一隅,由晚太古代的深变质岩系和早元古代浅变质岩系组成的褶皱基底,中、晚元古代发育成熊耳—汉高拗拉槽,呈三义裂谷形态。古生代与中朝地台其它地区相似,具地台型盖层沉积的发育特征。

扬子地台的基底为一套中级变质岩系,形成于晚元古代的晋宁运动,从晚元古代的震旦纪开始,直至三叠系形成地台盖层。晚三叠世的印支运动使中朝地台、扬子地台与秦岭—大别褶皱系最终拼合成统一的大陆。值得提出的是中朝地台与扬子地台东端交接处表现为郯城—庐江断裂带的左旋平移。同时致使地台盖层、以至结晶基底发生不同程度的挤压变形,有的单元还造成变形颇为强烈的台褶带。本断面出露的扬子地台仅是其东北边缘的端部。其次一级构造单元为:下扬子拗陷和江南隆起,深部构造比较简单,前者有的地区地层强烈变形,形成类似地台边缘褶皱带的构造特征;后者可能受东南侧华南褶皱系俯冲影响,在挤压构造应力作用下基底抬升,燕山期花岗岩侵入。

祁连山褶皱系是在元古代褶皱基底上形成的陆壳,在中寒武世开始再次裂开的条件下发育演化形成的。从残存的中寒武世—早奥陶世的陆棚相及陆坡相沉积可以说明,至早、中奥陶世洋盆趋于成熟,具完整的沟弧盆体系。至志留纪在新生褶皱山系的南北两侧形成的前陆和后继盆地标志着俯冲造山作用的终结。泥盆纪磨拉石建造则表明了碰撞造山作用已经完成。为数众多的同构造期深成岩体的分布反映推挤构造应力场的存在。然而在构造剧烈活动时期,随着沉积建造的形成,大量火山岩则是在引张构造应力状态下,通过地下裂隙面喷发形成的。加里东构造期末,中祁连隆起带以北广大地区早已褶皱隆起,此时中祁连隆起带以南广大地区也已褶皱回返,并伴随有大量花岗岩类的侵入,与华北地区连成一体,符合大陆边缘增生的构造模式。

秦岭—大别褶皱系是横亘中国大陆中部的统一大陆造山带,是具突出的构造特征和复杂的演化历史的构造、岩浆、变质杂岩带。它的产生和发展也是元古代褶皱基底再次开合的演化结果,实际上自晋宁期以来,是在南北两大板块(中朝地台与扬子地台)控制下,经多次拉伸与挤压过程形成的。在形成过程中,岩石圈和地壳的断裂活动起着主导作用,并决定着构造演化的基本特征。秦岭—大别褶皱系西部于早古生代末,由于中朝地台与扬子地台相互强烈挤压,使秦岭褶皱带形成强大应力集中带,其后全面褶皱回返,此时中朝地台和扬子地台才真正结为一体,完成洋壳转为陆壳的演化过程。

秦岭褶皱带和桐柏—大别隆起带的现今地球物理场特征不同,特别是地震波速度结构不同,表明新生代以来,太行—武陵上地幔变异带分隔成为东西两个不同的构造应力环境,这是印度、欧亚、太平洋板块等相对运动所形成的。同时也可以认为桐柏—大别隆起带是秦岭多期复合造山带的根部,主体由晚太古代大别(桐柏)杂岩及元古代中、浅变质地体所组成。

华南褶皱系基底大致可以政和—大埔断裂带为界,分成东西二部分,西侧为武夷隆起带属加里东褶皱带的东北尖端部分;东侧为东南沿海海西—印支褶皱带。面常山—上饶断裂带则是本断面上扬子地台与华南褶皱系的边界。地球物理观测资料分析表明,武夷隆起带由南向北推覆。华南褶皱系的褶皱回返,其东侧东南沿海褶皱带为沟—弧—盆的演化形

式，自老至新经历四期造山运动的迁移和增生、碰撞和拼贴过程，表现为由东南向西北的仰冲叠置形式。这是菲律宾板块扩张作用产生的推挤应力所形成的，并使大陆边缘增生构造模式更趋完善。

## 五、主要构造单元概述

青海门源至福建宁德地学断面几乎斜切和穿越我国中东部的主要地质构造单元，断面自西北向东南涉及五个一级构造单元，十六个二级构造单元。这些构造单元及分隔它们的主要断裂带如下：

|              |          |
|--------------|----------|
| 祁连褶皱系        |          |
| I 中祁连隆起带     | 冷龙岭断裂带   |
| II 北祁连褶皱带    | 六盘山断裂带   |
| 中朝地台         |          |
| III 鄂尔多斯台块南缘 | 乾县—蒲城断裂带 |
| IV 渭河地堑      | 华山山前断裂带  |
| V 豫西隆起       | 户县—洛南断裂带 |
| 秦岭—大别褶皱系     |          |
| VI 北秦岭褶皱带    | 丹凤—商南断裂带 |
| VII 中秦岭褶皱带   | 山阳—西峡断裂带 |
| VIII 南秦岭褶皱带  |          |
| IX 南襄盆地      |          |
| X 随州褶皱带      | 新城—黄陂断裂带 |
| XI 桐柏隆起带     | 麻城—团风断裂带 |
| XII 大别隆起带    | 郾城—庐江断裂带 |
|              | 襄樊—广济断裂带 |
| 扬子地台         |          |
| XIII 下扬子拗陷   | 九江断裂带    |

#### X IV 江南隆起

#### 华南褶皱系

#### X V 武夷隆起带

#### X VI 东南沿海褶皱带

常山—上饶断裂带

政和—大埔断裂带

长乐—南澳断裂带

现自西北向东南依次叙述各主要构造单元。

#### (一) 祁连褶皱系

断面的地质条带图涉及到祁连褶皱系的二个次级构造单元(青海省区域地质志, 1991)

##### 1. 中祁连隆起带(甘肃省区域地质志, 1989)

断面出现的地区仅是其东南一部分, 以冷龙岭断裂带为界与北侧北祁连褶皱带相接。南侧为南祁连褶皱带, 其分界处已在本断面范围之外。

中祁连隆起带的基底皆由元古代变质岩系所构成。下元古界下部为各种结晶片岩和片麻岩夹大理岩; 上部为片岩角闪岩、大理岩和硅质岩, 夹中酸性火山岩; 中元古界由石英质碎屑岩夹玄武岩, 碳酸盐岩和红色碎屑岩, 以及海相中基性火山岩组成。

中祁连隆起带缺失早古生代的沉积, 沉积盖层开始于上古生界, 石炭系、二叠系均为海陆交互沉积, 厚度不大, 中生界主要分布于盆地中。

岩浆侵入活动为片麻状黑云母花岗岩, 是构成中祁连隆起褶皱基底的同期产物, 并为加里东期花岗岩所穿插。

##### 2. 北祁连褶皱带

断面出现的部分也仅是其东南的一部分, 东端以六盘山断裂带为界与中朝地台的鄂尔多斯台块相邻。

本带前震旦纪基底为中上元古界地层, 由海相基性火山岩、碎屑岩、碳酸盐岩、局部夹中基性火山岩组成。下古生界是在震旦纪陆壳拉开条件下形成的优地槽型沉积, 寒武系为一套巨厚碎屑岩及中基—中酸性火山岩, 局部夹细碧角斑岩; 奥陶系为一套海相中基性火山岩夹灰岩和碎屑岩; 志留系以碎屑岩为主, 中下部夹灰岩和安山岩, 厚度均很大。

在加里东褶皱基底上堆积了上古生界和中新生界的沉积盖层, 中、新生界主要为山前和山间盆地型沉积。

岩浆活动主要集中在加里东期, 早期和中期侵入岩以花岗岩和花岗闪长岩及闪长岩为主, 呈岩株和岩基状产出, 晚期岩浆活动有二次: 一次为基性和超基性的侵位, 一次为闪长岩和花岗岩侵入。

#### (二) 中朝地台

断面穿越中朝地台南缘的三个次级构造单元:

##### 1. 鄂尔多斯台块南缘

断面所涉及范围仅鄂尔多斯台块西南一隅, 鄂尔多斯台块东南与渭河地堑相接并以乾县—蒲城断裂带为界, 西以六盘山断裂带与祁连褶皱系相接。(陕西省区域地质志, 1989;

宁夏回族自治区区域地质志, 1990)

鄂尔多斯台块是一比较完整的构造单元, 四周为断裂所围限, 具有太古宙和早元代的结晶基底, 中、晚元古代时, 相邻拗拉槽的沉积向块体部分地区超覆。古生代是相对稳定的构造单元, 晚奥陶世到早石炭世地层因整体抬升而缺失, 中石炭世到二叠纪复又下沉, 形成一套以海陆交互相并夹煤层为特征的碎屑岩。三叠纪开始成为西深东浅的大型内陆凹陷盆地, 广泛堆积三叠纪到早白垩纪的陆相地层。早白垩纪末期的燕山运动使盖层产生宽缓褶皱, 并开始整体抬升, 遭受剥蚀。新生代时期仍以隆升运动为主。

## 2. 渭河地堑

位于秦岭—大别褶皱系以北, 以户县—洛南断裂带为界, 主要由渭河、运城、灵宝等三个断陷盆地所组成, 总体走向呈近东西向, 是典型的不对称复式地堑, 具有掀斜断块的结构特点。东北部与山西断陷带相连, 形成“汾渭地堑”, 渭河地堑活动断裂形成时间早, 活动强度大, 1556年曾发生过造成巨大伤亡的华县8级地震。

中生代时期, 当鄂尔多斯台块为一大型内陆盆地时, 南部秦岭褶皱系北侧也形成受断裂控制的近东西向的山间盆地, 始新世起在秦岭褶皱带与鄂尔多斯台块的结合部位, 因裂隙作用形成渭河、灵宝盆地。中新世和上新世不断演化为地堑、地垒阶状断陷组成的复式地堑结构。第四纪时断陷带继续扩展, 并表现为南深北浅, 这种格局又为断陷带内部次级断块的掀斜运动所复杂化。西安凹陷和固市凹陷是渭河盆地的两大沉降中心。华山山前断裂带新生代时强烈隆起, 而断陷带大幅度沉降, 垂直差异运动的幅度达10km, 地貌对照十分强烈。

## 3. 豫西隆起

断面范围其北与渭河地堑为邻, 南以户县—洛南断裂带与秦岭褶皱系分开。因此几乎四周为断裂带所限。太古宙为高级变质岩系, 厚度也大, 岩性以混合岩化片麻岩为主, 夹角闪岩和大理岩等。原岩除火山岩外, 碳酸盐岩也比较发育, 其变质相多为角闪岩相—麻粒岩相变质带。其上、中、下元古代主要由变质碎屑岩组成, 是浅变质火山岩广泛分布地区。上元古界—奥陶系为盖层沉积, 岩浆活动和褶皱、断裂均较发育。

豫西隆起为一复背斜构造, 所见褶皱全系片麻岩的变形构造, 由于被断裂所围限, 形成上升构造块体。岩浆活动除熊耳群属裂隙式或中心式喷发外, 主要侵入活动是以燕山期酸性岩为主。盖层为绿片岩相变质岩。

### (三) 秦岭—大别褶皱系

秦岭—大别褶皱系横贯我国中部, 大致呈东西向延展。包括秦岭、桐柏山、大别山及大巴山北麓等, 构成黄河、长江的分水岭, 是中朝地台与扬子地台的分界。在图幅内仅见秦岭—大别褶皱系的部分北部边界——户县—洛南断裂带, 并以此与中朝地台相接, 东端以郯城—庐江断裂带与扬子地台相邻。其以南襄盆地为界, 将褶皱系分成东西两段, 西段在图幅上可以划出北秦岭褶皱带、中秦岭褶皱带、南秦岭褶皱带。东段划分为南襄盆地、随州褶皱带、桐柏隆起带、大别隆起带。

#### 1. 北秦岭褶皱带

以丹凤—商南断裂带与中秦岭褶皱带分开, 前震旦系基底岩比较发育, 呈东西向分布于商县、丹凤以北地区。其下部为一套以变质火山岩为主的中—基性火山岩建造、硅质岩建造及陆源碎屑岩建造; 上部是由各种片岩、大理岩和石英岩等组成的碳酸盐建造、碎屑

岩建造及硅质岩建造, 厚达 5500 多米, 它们构成褶皱基底。其上部为震旦系罗圈组的沉积盖层, 为一套浅海碎屑岩建造, 冰碛砾岩层覆盖其上, 晋宁运动后地壳进入一个短暂的相对稳定阶段。

早古生代是本带主要沉积阶段, 为一套由各种片岩、片麻岩、混合岩、大理岩和中酸性—中基性火山岩组成的碎屑岩建造、火山岩建造及碳酸盐建造等。奥陶系下部还有火山岩, 具枕状构造堆积, 厚度也大, 达万米以上, 坳陷中心在太白、商县一带, 变质程度由东往西逐渐加深, 为中深变质程度, 洛南—栾川蓝晶石片岩带也发育于此, 为一加里东期优地槽阶段。

盖层沉积主要发育于南缘, 以山间盆地、前陆盆地沉积为主, 为上古生代地层, 中生代普遍为陆相断陷磨拉石建造, 局部有三叠纪陆相火山岩。

岩浆活动非常强烈, 分布于北秦岭褶皱带二侧断裂中, 基性—超基性岩带呈线状、串珠状展布。沿蓝田—灵宝—线花岗岩体侵入于寒武纪、奥陶纪中, 受北南两侧断裂带的控制。同时出现于北侧断裂带附近的还有华山角闪石—辉石麻粒岩带和洛河—栾川蓝晶石片岩带。在南侧也存在低压高温变质带, 具蛇纹矽线石变砾岩、角闪岩、辉石变粒岩带。

## 2. 中秦岭褶皱带

由于图幅所限, 本带南部未包括进来。同样, 本带基底构造由前震旦纪地层组成, 是由一套混合岩化变质岩系所组成的碎屑—粘土岩建造、硅质岩建造、夹碳酸岩建造, 厚度大, 具典型地槽发育特征, 其上也有震旦纪的沉积盖层, 为一套中基性火山建造及碎屑—粘土建造, 显然震旦纪是地壳由活动转化为相对稳定发育阶段。

早古生界发育程度较差, 仅有寒武和奥陶系, 是以灰岩、白云岩为主的碳酸盐建造, 夹有板岩和硅质岩。晚古生代阶段处于强烈的下沉状态, 并是结晶基底再次开裂的阶段, 沉积巨厚的上古生界碳酸盐建造、碎屑岩建造, 普遍发育复理石建造。盖层沉积为侏罗、白垩纪的小型断陷盆地的陆相磨拉石建造。

沿中秦岭褶皱带南北二侧断裂带也存在基性—超基性岩体的侵入, 晚古生代的花岗岩、花岗闪长岩和闪长岩的侵入也见于北侧断裂带上, 同时在此间还分布有蓝闪石, 含硬玉变辉长岩变质带等。

## 3. 南秦岭褶皱系

出露地层有早元古代变质岩系, 为片岩和片麻岩类, 晚元古代为浅变质碎屑岩和火山岩类, 形成结晶基底, 其上覆有元古代的沉积盖层。广泛发育古生代地层, 为冒地槽构造环境下形成的滨海—浅海相陆源碎屑岩和碳酸盐岩。侵入岩以晋宁期闪长岩类、华力西期花岗岩类比较发育为特征。

构造线呈北西西向, 表现出整体为背斜紧闭, 向斜相对较为宽缓的隔档式褶皱。断裂也以北西西向为主, 北部比较发育, 多形成于华力西以前各期, 并以规模较大、长期活动、性质多变为特征, 并控制着各期岩浆活动的形成。

在图幅之外有的地区还有极为发育的三叠系, 为一套厚逾万米的复理石建造, 所以将南秦岭置于华力西—印支褶皱带。

## 4. 南襄盆地

南襄盆地基底与东西二侧可以相连, 南秦岭褶皱带于内乡—邓县以东插入南襄盆地之下, 因此其基底为前震旦纪地层所组成。

基底构造呈北西西向分布,为中、上元古代的岩相建造,岩性为片岩、片麻岩、大理岩、混合岩所组成,也出现有变粒岩、角闪岩和大理岩等。晚期的沉积盖层主要为中生代沉积,如有白垩纪的砾岩、粉砂岩、钙质砂岩等,并富含恐龙化石,以及下第三系、上第三系和第四系等泥砂岩分布。因此,南襄盆地是叠置在中秦岭和南秦岭褶皱带之上近南北向中生代拗陷。地表多为第四系所覆盖。

#### 5. 随州褶皱带 (河南省区域地质志, 1989)

北以新城—黄陂断裂带与桐柏隆起带相邻,东部至江汉平原区与扬子地台的下扬子拗陷相接。西南以襄樊—广济断裂与江汉盆地相邻,西部则没入南襄盆地。

区内基底构造为中上元古界变质岩系,其上有震旦系的沉积盖层,加里东运动时期,经短暂稳定,地壳又开始张裂,沉积有下古生界的地槽型沉积建造,与南秦岭有相同的发展形式,特征是具有大量基性—超基性岩类的侵入,被震旦纪上部地层以角度不整合覆盖,多数为晋宁期产物。

区内广泛分布一套酸性及基性火山爆发—喷溢堆积的熔岩、火山碎屑岩、凝灰岩以及正常沉积岩组成的火山沉积岩系。断裂比较发育,主要有北西、北北西和北东向三组。

#### 6. 桐柏隆起带 (河南省区域地质志, 1989)

南以新城—黄陂断裂带与随州褶皱带相接,东以麻城—团风断裂带与大别隆起带相邻。基底构造由下元古代变质岩系所组成,原河南地质局认为有太古代的桐柏群,现在研究情况看,均可归入下元古界,由片麻岩、片岩、浅粒岩、大理岩、石英岩等组成,并普遍受混合岩化作用。走向北西西,为一复背斜构造。

另在麻城以西地区有大量基性—超基性岩体分布,以岩床、岩墙产出居多,分别侵入到元古代变质岩系以及早古生代和晚古生代地层中。

#### 7. 大别隆起带

以麻城—团风断裂带与桐柏隆起带相分开,南部和东侧分别以新城—黄陂断裂带和郾城—庐江断裂带与扬子地台、下扬子拗陷(江汉平原)相邻。北与中朝地台呈俯冲叠置关系。

结晶基底由中下元古界所组成,均为变质岩系,并且变质程度较深,其南北二侧可能包括部分拗陷,北部还可能部分是北秦岭褶皱带和中秦岭褶皱带北缘的东延部分;南部也可能部分是随州褶皱带的东延区域,而大别山主峰则可能是具有古老陆壳残块的相对隆起区,暂称大别隆起带。

分布在大别隆起带主体部位的岩系,受北淮阳断裂带和郾城—庐江断裂带的控制,包括很多基性—超基性岩体,普遍侵位于大别群中,由于对大别群时代的研究日益深入,还发现岩体形成时代部分可能为晚华力西期和燕山期。

大别群主要由中—深变质岩的一套片麻岩组成,原岩成分系砂质—粘土质碎屑岩夹碳酸盐岩,具明显沉积韵律,为一套滨海浅海相粘土—碎屑岩组成的复理石建造,且横向变化极为明显,组成不同岩系的北西向构造—岩相带,显然是地槽活动带的固有特征。

值得注意的是,其中尚有基性—超基性岩的层理产出,且具有杏仁状构造,1987年以来,还发现柯石英辉岩相的岩系。说明它们是海底喷发和超高压下侵入的产物,是典型的地槽沉积。该区构造特性以发育极为紧密的线型褶皱和一系列的北西向大型逆冲—逆掩断裂为特征,具典型地槽构造变形特点。

有理由认为淮阳地盾变质岩系,主要是古生代以来的产物,是典型的地槽型建造,因

此桐柏—大别地体决不是一个长期处于上升的古老稳定地盾隆起带，而是一个包括古生代在内的活动褶皱带，为秦岭褶皱带的东延部分。由于它和秦岭褶皱带可能连成一体，暂称秦岭—大别褶皱系比较合理。

#### (四) 扬子地台 (江西省区域地质志, 1984)

由于图幅比例尺过小，原下扬子地区应从西向东分成三个构造单元，即：下扬子拗陷、江南隆起、怀玉山拗陷，分别由九江断裂带与德兴断裂带分开，然而由于二侧拗陷面积较小，所以将西侧下扬子拗陷与江汉平原联合组成下扬子拗陷，而东侧怀玉山拗陷则与江南隆起合并加以叙述，仍命名为江南隆起。

##### 1. 下扬子拗陷 (江西省区域地质志, 1984)

主要分布于鄂东南、皖南、湘西和九江等地，本带包括江汉平原和九江地区，其西以郟城—庐江断裂带与大别隆起带相邻，其西南以平原与山区交界和其北以新城—黄陂断裂带分别与随州褶皱带、桐柏隆起带相接。

晋宁运动后形成褶皱基底，其上相继沉积的上震旦统和寒武系、奥陶系均以浅海相碳酸盐建造为主，属地台沉积。震旦纪和早古生代地层沉积厚度大，部分地层具类复理石建造特征，褶皱断裂、岩浆活动均较为发育。志留系中上部为地台型浅海相杂色泥砂岩建造。

九江地区震旦纪以来，除上古生代和中生代有地层缺失外，其它地层都很发育，尤以震旦纪和早古生代地层发育较全，褶皱断层都比较发育。

##### 2. 江南隆起 (江西省区域地质志, 1984)

主要分布于常山—上饶断裂带以北，九江断裂带以东地区，大致作北东东—近东西向延展。其西侧与下扬子拗陷为邻。

中元古代浅变质碎屑岩和火山岩类广泛分布于中部的复式背斜轴部，晋宁运动形成结晶基底，震旦纪及早古生代地层形成沉积盖层，厚度较大，第四系广泛发育于鄱阳湖区。

岩浆岩以晋宁期与燕山期为主，前者早期以基性至中酸性海底火山喷发为主，形成中元古界的变质火山熔岩及火山碎屑沉积。后者有大量酸性岩浆侵入，晚期以基性火山岩喷溢为主。

区内褶皱、断裂都比较发育，褶皱轴线西部为近东西向—北东东向，东部转为北东向，断裂以近东西向和北东向最为发育，规模也较大。值得提出的是，德兴断裂带由一系列压性冲断层或压剪性冲断层所组成，沿此带硅化破碎，挤压扁豆体较发育，沿断裂带及其附近分布有 200 余个基性—超基性岩小侵入体，形成赣东北基性—超基性岩带。德兴断裂带把江南隆起分隔为东西两段。

#### (五) 华南褶皱系 (福建省区域地质志, 1985)

##### 1. 武夷隆起带

位于华南褶皱系的北东端部，北西以常山—上饶断裂带与扬子地台分界，东南以政和—大埔断裂带与东南沿海褶皱带相连。

带内由晚元古代至早古生代巨厚的变质岩系组成。前震旦纪区内处于地槽下沉阶段，下部沉积逾万米的陆屑建造，自早震旦世晚期后，受澄江运动影响，逐渐形成北东向隆起和拗陷，拗陷带中沉积有 7900—9000m 以上的震旦系—下古生代火山复理石和复理石建造，并出现有拉斑玄武岩质—钙碱系列火山岩。

加里东运动结束，地槽发展导致强烈的褶皱、深断裂活动，区域变质作用和岩浆活动。

褶皱是沿北东向延伸。断裂活动以崇安—石城和政和—大埔断裂带为代表，都为热力变质作用，相应形成崇安—宁化和政和—南平两条变质岩带。

加里东运动后，全带大部分地区隆起遭受剥蚀，仅相对凹陷地区有晚古生代海相沉积，沉积盖层主要由石炭系、二叠系及下三叠统组成。印支运动时期开始转入大陆边缘活动带阶段，晚侏罗世以大规模岩浆活动为特征，有花岗岩、火山岩、火山碎屑岩建造。燕山运动晚期在某些断裂的一侧，形成断陷盆地，堆积红色碎屑岩的盆地，范围不大，而沉积厚度都比较可观。

政和—大埔断裂带，推测形成于震旦纪，使沿政和—南平一线形成拉斑—弱碱性细碧角斑岩建造，并有超基性岩体的出露，认为是加里东期板块俯冲带的依据，加里东运动断裂活动更加强烈，出现以断裂带为中心的热轴，形成中压型区域变质带，从远离断裂到断裂带，从低绿片岩相到低角闪岩相连续递增，蓝晶石大量出现。

## 2. 东南沿海褶皱带

位于福建东部，西以政和—大埔断裂带为界与武夷隆起带相邻，它可北连浙东，南入广东，呈北北东向延伸。

本带为大片中生代火山岩所覆盖，在福建福鼎和大田地区，先后在浅变质岩的灰岩透镜体中发现有中石炭世和晚石炭世的笔石化石，属古亚洲大陆边缘陆架上或陆坡上冒地槽型的复理石建造，因此取得了东南沿海海西—印支地槽的地质依据（张文佑，1986）。

在燕山运动时期太平洋板块向欧亚板块俯冲时，在华力西—印支拗陷基础上，发育了大规模的断陷和拗陷，造成巨厚的中生代沉积和巨大规模的火山喷发，构成国内外著名的浙闽粤中生代火山岩带。在巨厚的中生代火山岩堆积基础上，沿构造活动带发生强烈的区域变质和混合作用，以及交代型、重熔型、同熔型、分异型岩浆广泛侵入。基底局部出露上元古界，震旦系—上古生界变质岩和石炭系—三叠统沉积岩，后期有上第三系沉积岩和玄武岩零星分布。带内福安—南靖断裂带切割较深，与闽东沿海重力梯度带西界相当。该断裂对晚古生代的沉积建造类型，燕山期的岩浆活动，特别是燕山旋回晚期的岩浆活动有显著的控制作用，并有基性火山岩体的分布。

在闽东南沿海分布有燕山期变质带，中生代地层明显变质，并出现越向东南沿海地区变质越强，褶皱断裂等构造现象越复杂现象。原岩为巨厚的碎屑岩建造，混合岩化发育，并有变质交代型混合花岗岩的侵入，这表明福安—南靖一线以东可能是中生代褶皱带的一部分。

长乐—南澳深断裂位于本断面的东南边界，处在东南沿海壳幔陡变带上，也是东南沿海强震活动带，该带还发现有70万年的基性侵入岩体。应是菲律宾板块向大陆俯冲，形成台湾海峡上地幔隆起，沿此断裂带基性物质上涌的结果。

## 六、布格重力异常特征

本断面的布格重力异常资料及走廊图，主要是取自国家测绘局编制的1:100万全国布格异常图。该图采用双标准等圆锥投影，大地重力基点采用旧波茨坦系统，高程以1956年黄海平均海水面起算，布格异常计算公式是：