

文章编号: 0258-7106 (2003) 04-0415-10

中国大陆主要成矿域地壳速度结构与成矿作用*

彭 聪¹ 李秋生² 匡朝阳³ 杜惠平³

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 中国矿业大学北京校区, 北京 100083;

3 中国石油化工股份有限公司华东公司物探处解释中心, 江苏 南京 210007)

摘 要 文章汇集了中国 11 条地球科学断面和数十条人工地震剖面, 对中国大陆的地壳结构进行了综合研究。获得了主要成矿域的地壳分层结构模型。根据各层的厚度和地震波速度差异, 揭示出主要成矿域地壳速度结构的横向变化, 勾绘出壳内低速层的分布特征。文中还探讨了中国大陆主要成矿域岩石圈的现今活动性, 以及地壳厚度、壳内低速层“墙式”地震剪切波垂向低速带和下地壳底部高速层(体)的分布特征以及与成矿作用的关系。

关键词 固体地球物理学 地壳结构 地震波速度 成矿域 成矿作用 中国大陆

中图分类号: P31; P613.4

文献标识码: A

近年来, 成矿作用研究的一个重要发展趋势是把成矿作用作为地壳演化的一部分, 并特别重视研究地壳深部结构与成矿作用的关系。深部地球物理探测成果是研究成矿作用与地壳结构关系的基础, 其中, 尤以深部地震探测资料能够描述地壳的精细结构而备受关注。到目前为止, 中国已经完成深地震探测剖面超过 5 万公里, 因此有可能建立中国主要成矿域(带)的地壳结构模型, 进而研究不同成矿域地壳之变化, 及其与成矿作用的内在联系, 探讨内生矿床的深部条件和区域规律。

本文汇集了中国大陆 11 条地学断面和数十条其他人工地震剖面, 对中国大陆主要成矿域的地壳结构进行综合研究。这些地学断面和地震剖面分布比较均匀, 垂直或斜穿了中国大陆主要成矿域(图 1), 探测结果获得了各成矿域的分层结构模型。为了便于与主要成矿域的划分进行直接对比, 笔者以成矿域(细分为成矿省与成矿带)为框架, 综合已有的地学断面和地震剖面, 统一给出地壳速度结构的速度-深度柱状图。根据地壳结构各层的厚度和地震波速度变化, 揭示主要成矿域地壳速度结构的主要特征和勾绘出主要框架。

1 中国大陆主要成矿域及成矿区带

中国主要成矿域及成矿区带划分为 I、II、III 级

(见图 1), 具体划分如下。

I₁ 古亚洲成矿域 古亚洲成矿域主要部分在国外(陈毓川等, 1998), 中国境内仅出现在天山(含塔里木) — 阴山 — 长白山一线(包括塔里木陆块在内)。其基本构造线呈 EW 向, 向西延入哈萨克斯坦板块后转为 NW 向; 东端自中生代以来受滨西太平洋成矿域的叠加改造, 呈 NE — NNE 向和 EW 向构造线镶嵌的格局。该成矿域从西到东由一系列造山带头尾相接构成造山链, 区内分布多期次、多类型的火山岩、花岗岩、基性岩、超镁铁质-镁铁质超基性岩带(部分为蛇绿岩套)及变质岩带。在地质历史上它经受了大陆基底形成、古亚洲洋陆缘增生和滨西太平洋大陆边缘活动及陆内断块升降 3 个阶段, 造就了多种有利的成矿环境。古亚洲成矿域的东界、北界和西界已出中国国境, 境内南侧大体以柯岗断裂带、阿尔金断裂带、阿拉善北缘断裂带、华北陆块北缘断裂带一线为界, 可称为以断裂为界的古亚洲成矿域南缘在中国境内的界线。其中 II₁ — 吉黑成矿省, 它包含: III₁ — 佳木斯隆起, 元古代、华力西、燕山期铅锌银铁石墨成矿区; III₂ — 张广才岭太古代、晚古生代-中生代金铜铅锌银石墨成矿区; III₃ — 小兴安岭铅锌银成矿区。II₂ — 兴安岭成矿省, 它包含: III₄ — 额尔古纳燕山期铜(钼)铅锌(银)金成矿带; III₅ — 大兴安岭华力西、燕山期金铜铅锌银成矿带; III₆ —

* 本文得到地质大调查综合研究项目“中国成矿体系与区域成矿评价”(K1.4)的资助
第一作者简介 彭 聪, 女, 1954 年生, 研究员, 从事地球物理与成矿作用综合研究。
收稿日期 2002-04-18; 改回日期 2003-09-10。李 岩编辑。

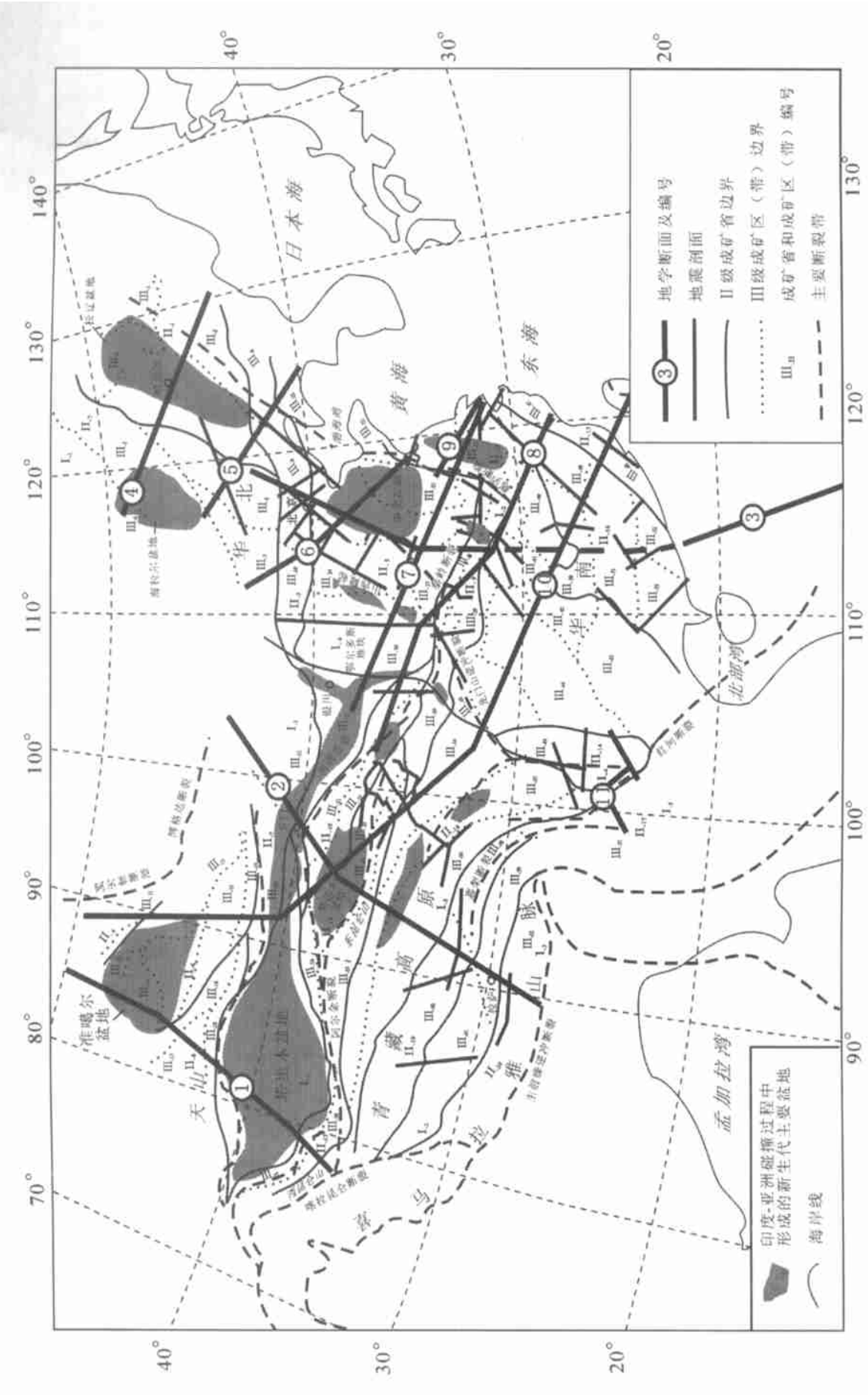


图 1 中国主要成矿域及成矿区带划分和地震剖面分布图(构造底图据尹安, 2001; 成矿域及成矿区带划分据朱裕生, 2002; 内部交流使用的资料)

Fig.1 Metallogenic provinces and seismic sections in China
Thick black lines refer to transects, whereas thin black lines indicate locations of seismic profiles

突泉-林西华力、燕山期金铜铅锌银成矿带; III₇—锡林浩特-北阴山铌稀土铁铜成矿带。II₄—阿尔泰成矿省(大部分位于境外), 包含: III₁₁—哈龙-诺尔特加里东、华力西期金铅锌铁稀有宝玉石云母成矿带; III₁₂—克兰加里东、华力西期铜锌金银铅成矿带。II₆—北疆成矿省, 包含: III₁₃—准噶尔北缘华力西期铜钼金成矿带; III₁₄—准噶尔西缘华力西期金铬成矿区; III₁₅—博格达华力西金铜成矿区; III₁₉—哈尔力克华力西期铜钼金镍成矿带; II₇—东天山-北山成矿省: III₂₀—东天山-北山华力西期铁金铅锌铜钼成矿带; III₂₁—额济纳旗华力西期多金属成矿带。II₈—西天山成矿省, 包括: III₁₆—北天山华力西期金铜铁成矿带; III₁₇—伊犁-新疆加里东、华力西期铜钼铅锌锰成矿区; III₁₈—西南天山加里东、华力西期金铜铅锌银铋成矿带。II₁₂—西昆仑成矿省, 包括: III₃₇—公格尔前寒武、华力西期金铜铅锌宝玉石成矿带; III₃₈—塔什库尔干前寒武、华力西金铜成矿带。

I₂秦-祁-昆成矿域 秦-祁-昆成矿域是中国南北构造域和区域成矿作用的分界线。其西段北界与古亚洲成矿域相邻, 柯岗断裂带、阿尔金断裂带为两成矿域的分界线; 中段, 则沿龙首山-固始断裂带交会于郯庐断裂带而与华北陆块为邻; 其南界由西向东沿康西瓦板块结合带, 再向东顺阿尼玛卿断裂带和扬子板块北缘断裂带直至与郯庐断裂带交汇后, 与特提斯成矿域和扬子陆块为邻。区内经历了结晶基底形成、秦昆海洋形成演化、秦祁洋形成演化、古特提洋形成演化和滨西太平洋、新特提斯叠加改造五大地壳发展演化阶段。成矿域内 II₉—秦岭-大别成矿省, 包括: III₂₈—北秦岭加里东、燕山期金铜银铋钼成矿带; III₂₉—桐柏-大别元古宙、燕山期金铅锌银滑石成矿带; III₃₀—南秦岭华力西、燕山期铅锌银铜铁汞铋重晶石成矿带。II₁₀—祁连成矿省, 包含: III₃₁—北祁连加里东金铜铅锌铬铁钨成矿带; III₃₂—南祁连加里东铜锌铅银铬石棉成矿带。II₁₁—东昆仑成矿省, 包括: III₃₃—拉鸡山加里东铜金镍成矿带; III₃₄—柴达木新生代钾盐芒硝锂成矿区; III₃₅—东昆仑前寒武、华力西、印支期金铜铅锌铁成矿带; III₃₆—阿尔金加里东铜金石棉成矿带。

I₃特提斯-喜马拉雅成矿域 特提斯-喜马拉雅成矿域北与秦-祁-昆成矿域相邻, 东沿龙门山断裂和金沙江-红河断裂带延入越南, 其西界和南界已出中

国境外。特提斯-喜马拉雅成矿域经历了元古大洋闭合、萌特提斯、古特提斯和新特提斯发展演化的几个阶段。成矿域内有 II₁₇—三江成矿省, 内含: III₅₇—三江燕山期、喜马拉雅期铜铅锌银金铁镍成矿带。II₁₈—松潘-甘孜成矿省, 省内有: III₅₄—松潘-玛多华力西期金稀有银铅锌成矿区; III₅₅—可可西里-盐源燕山期、喜马拉雅期金铜锌稀有稀土成矿带; III₅₆—藏东-唐古拉山喜马拉雅期铜钼金铁盐类成矿带。II₁₉—藏北成矿省, 包含: III₅₈—措勤-念青唐古拉山喜马拉雅期锡铁金盐类矿产成矿带; III₅₉—冈底斯山喜马拉雅期铜钼金铅锌银铬成矿带; III₆₀—尼玛-斑公错喜马拉雅期锂、铍、硼、铷、盐类成矿带; III₆₁—雅鲁藏布江上游喜马拉雅期金铜钼盐类矿产成矿带。II₂₀—藏南成矿省, 省内有 III₆₂—藏南喜马拉雅期铬铁铜铋成矿带。

I₄滨西太平洋成矿域 滨西太平洋成矿域覆盖了整个中国东部地区。其西界大体为鄂尔多斯西缘断裂带、龙门山断裂带、金沙江-红河断裂带一线。该成矿域西邻特提斯成矿域, 北部和中部与古亚洲、秦-祁-昆成矿域叠加, 跨越了古亚洲、秦-祁-昆和前寒武纪三大成矿域。域内包含 II₁—吉黑成矿省, 省内有: III₁—佳木斯隆起元古代、华力西、燕山期铅锌银铁石墨成矿区; III₂—张广才岭太古代、晚古生代-中生代金铜铅锌银石墨成矿区; III₃—小兴安岭铅锌银成矿区。II₂—兴安岭成矿省, 包含: III₄—额尔古纳燕山期铜(钼)铅锌(银)金成矿带; III₅—大兴安岭华力西、燕山期金铜铅锌银成矿带; III₆—突泉-林西华力西、燕山期金铜铅锌银成矿带; III₇—锡林浩特-北阴山铌稀土铁铜成矿带。II₃—华北地台北缘成矿省, 内有: III₈—华北陆块东段太古宙、元古宙、燕山期金铜银铅锌镍钴硫成矿区; III₉—华北陆块中段太古宙、元古宙、燕山期金银铅锌铁铂硫铁矿成矿区; III₁₀—华北陆块西段元古宙、燕山期金铜铅锌硫成矿区。II₅—华北准地台成矿省, 包括: III₂₂—胶辽太古宙、元古宙、燕山期金铜铁菱镁矿滑石石墨铅锌银成矿带; III₂₃—鲁西燕山期金铜铁成矿区; III₂₄—五台-太行太古宙、元古宙、燕山期金铁铜钼钨银锰成矿区; III₂₅—小秦岭-豫西太古宙、元古宙、古生代、燕山期金钼铝土矿铅锌成矿带; III₂₆—鄂尔多斯新生代盐类成矿区。II₉—秦岭-大别成矿省, 包含: III₂₈—北秦岭加里东、燕山期金铜银铋钼成矿带; III₂₉—桐柏-大别元古宙、燕山期金铅锌银滑石成

矿带。II₁₃—下扬子成矿省,包含:III₃₉—长江中下游燕山期铜铁金铅锌硫成矿带;III₄₀—江南地块燕山期铜钼金铅锌成矿带;III₄₁—洞庭湖周边燕山期、新生代金稀土成矿区;III₄₂—湘西-黔东南燕山期锑汞金磷成矿区;III₄₃—右江地槽印支期、燕山期金铅锌锑铜锰铝磷成矿区;III₄₄—川南-黔中铁汞锰铝成矿带;III₄₅—龙门山-神农架加里东、新生代铁金成矿带。II₁₄—上扬子成矿省,包含:III₄₆—扬子地台北缘元古宙、华力西、燕山期铁钛钒铜铅锌铂银金稀土成矿带。II₁₅—东南沿海成矿省(含台湾),包含:III₄₇—浙闽沿海燕山期非金属铅锌银成矿带;III₄₈—闽粤沿海燕山期锡钨铅锌银非金属成矿带。II₁₆—华南成矿省(含海南岛),包含:III₄₉—武夷山北段燕山期铅锌银钨锡稀土稀有成矿带;III₅₀—湘中-赣中燕山期铁钨锡锑铅锌稀有成矿区;III₅₁—南岭中段燕山期锡银铅锌稀有稀土成矿区;III₅₂—粤琼燕山期、元古宙银铁金钨锡稀有成矿区;III₅₃—粤西-桂东印支期、燕山期钨锡铅锌金银成矿区。

I₅—前寒武纪成矿域 前寒武纪成矿域已被古亚洲、秦-祁-昆、特提斯和滨西太平洋成矿域覆盖,包括中朝准地台、塔里木准地台、扬子准地台、浙闽古中华陆块群及其他一些陆块群,只有III₂₇(阿拉善元古代铜镍萤石成矿区)例外。

2 中国大陆主要成矿域地壳速度结构

中国大陆地域广阔,横跨古亚洲、特提斯和滨西太平洋三大成矿域,中国大陆内部又有秦-祁-昆和前寒武纪成矿域叠加其上,地壳结构复杂。

近垂直地震反射剖面、广角反射与折射地震测量是地球物理学探测地壳速度结构的最有效方法。一般来说,地震Pg波反映结晶基底的属性,反演Pg波走时曲线可得到结晶基底的深度与速度。在大陆内部Pg波常见速度为6.00~6.10 km·s⁻¹,上地壳地震Pg波速度为6.10~6.30 km·s⁻¹,中地壳Pg波速度介于6.40~6.70 km·s⁻¹之间,下地壳P波速度则在6.80~7.50 km·s⁻¹之间变化。有时地壳为双层结构,缺失中地壳速度层。上地幔顶部Pn波速度一般为8.00~8.10 km·s⁻¹,在构造活动区,Pn波速度<8.00 km·s⁻¹,在稳定的克拉通Pn波速度>8.10 km·s⁻¹。地震波在由下地壳向上地幔传播时,会在一个比较薄的层位发生速度跃变。通常可以这个跃变确定地壳与地幔的边界,称之为莫霍面,其深度即地壳的厚度。

综合前述地学断面与地震剖面,勾绘出各成矿域地壳速度结构,示于图2至图6,其中,没有地震剖面经过的成矿区带只给出了地壳的总厚度。中国

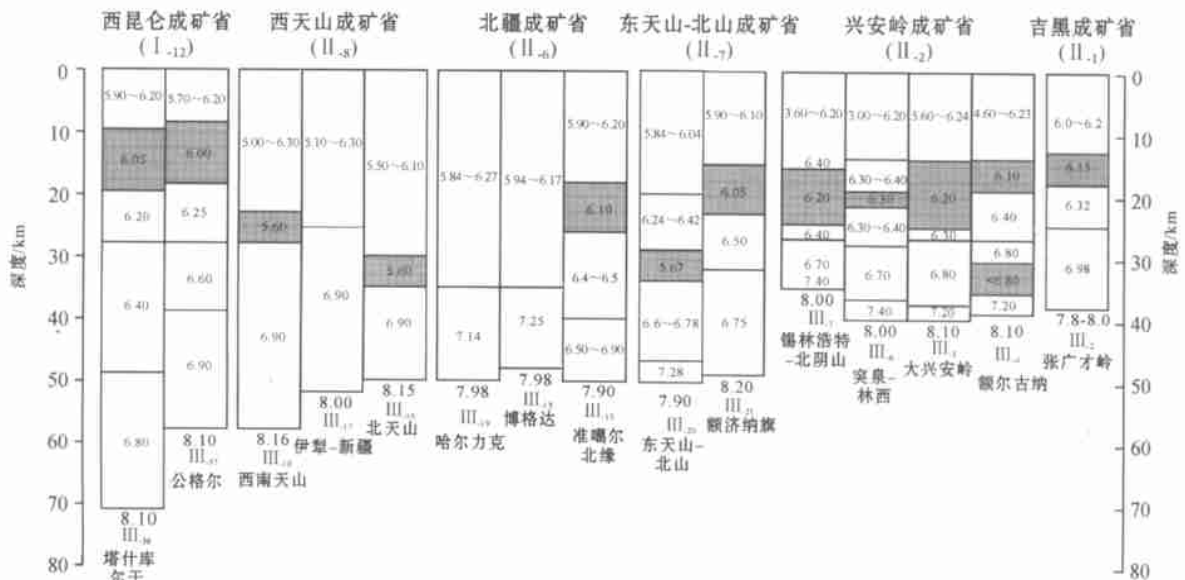
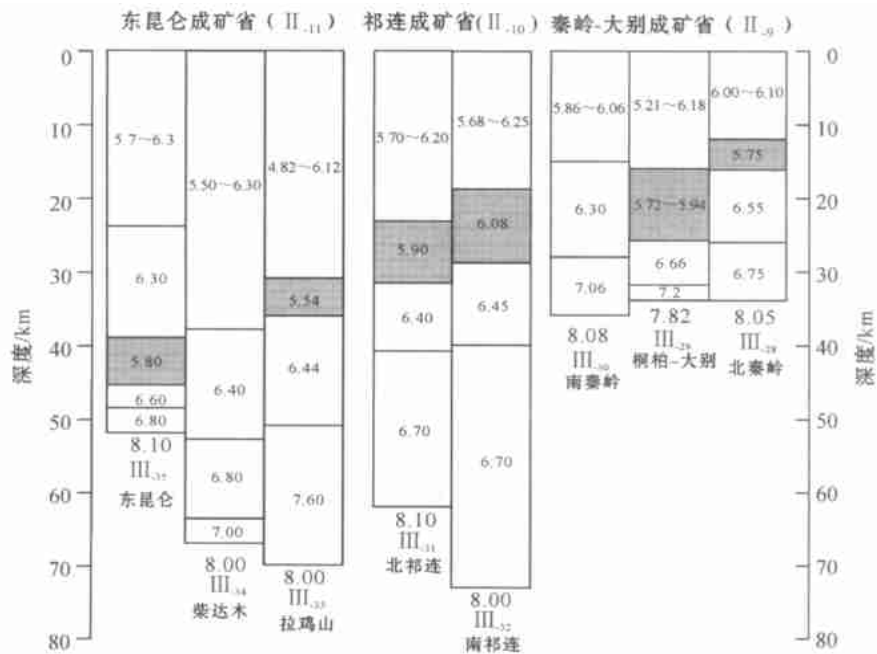


图2 古亚洲成矿域(I₁)地壳速度结构图

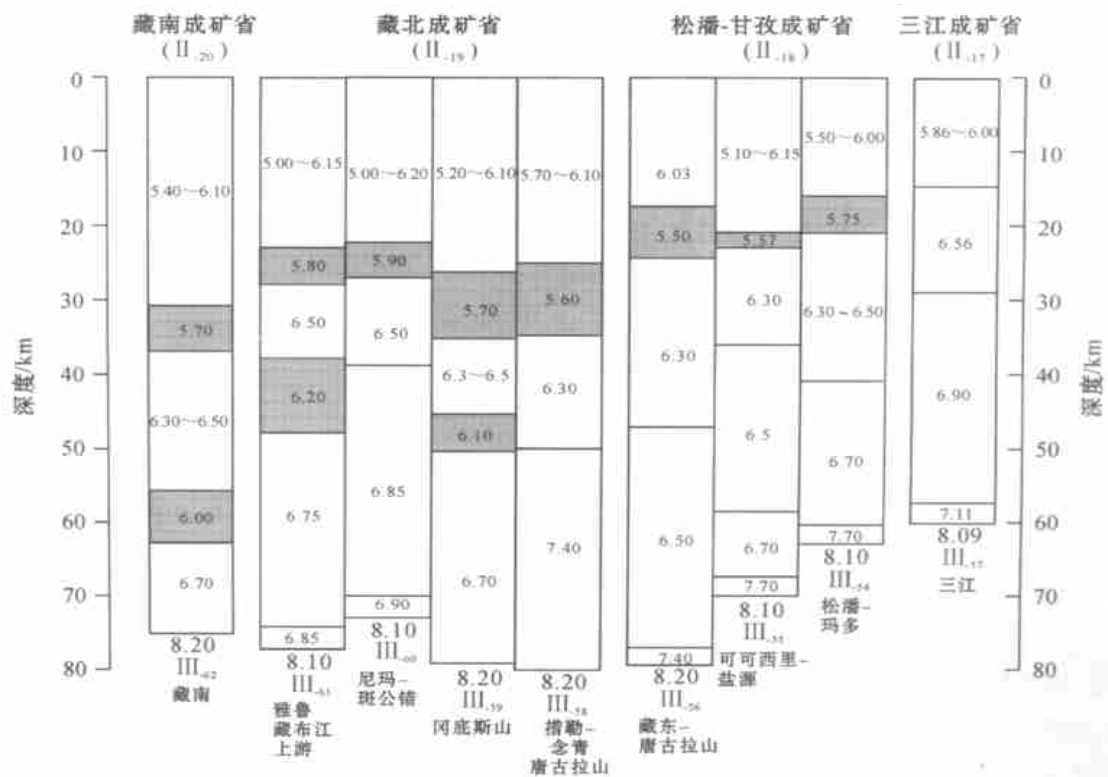
灰度部分为低速层,地震(P)波速度单位:km·s⁻¹,图3~6同。资料来源:李秋生等,2000;卢德源等,2000;卢造勋等,1992;马杏垣等,1991;孙武城等,1992a,b;吴功建等,1991;胥颐等,2000;徐新忠等,1997;张贻侠等,1998

Fig.2 Crustal structures of Paleozoic metallogenic provinces (I₁)

The gray-scale layer signifies the intracrustal low-velocity layer, seismic velocity unit: km·s⁻¹

图 3 秦-祁-昆成矿域(I₂)地壳速度结构图

资料来源:董颐珍,1997;高锐等,1996;林中洋等,1992;孙武城等,1992a,b;吴功建等,1991;徐新忠等,1993;郑晔等,1989

Fig. 3 Crustal structures of Qin-Qi-Kun metallogenic provinces(I₂)图 4 特提斯喜马拉雅成矿域(I₃)地壳速度结构图

资料来源:高锐等,1996;阚荣举等,1992;潘裕生等,1998;徐新忠等,1993

Fig. 4 Crustal structures of Tethyan metallogenic provinces(I₃)

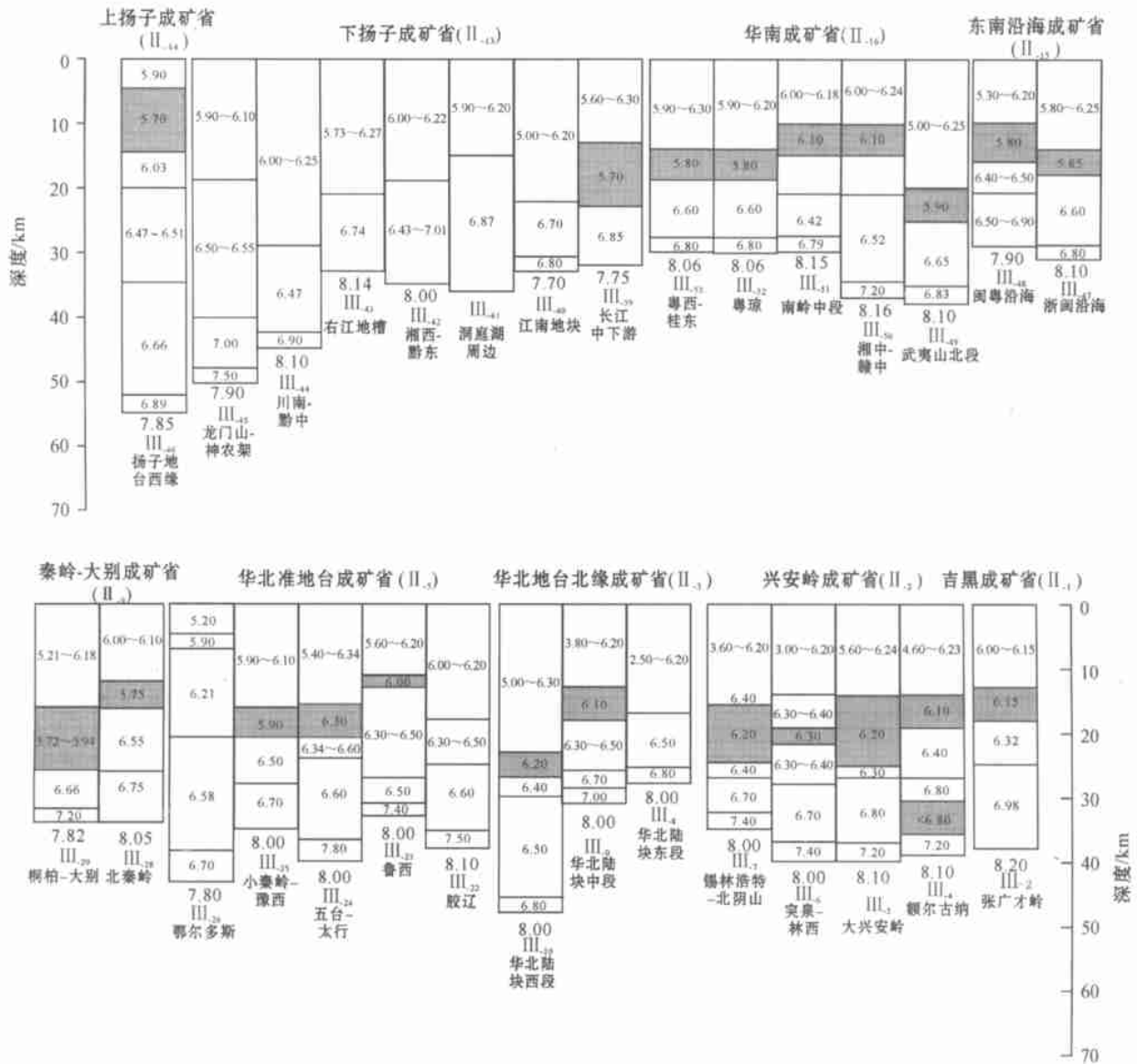


图5 滨西太平洋成矿域(I.4)地壳速度结构图

资料来源:董颐珍,1997;阚荣举等,1992;林中洋等,1992;卢造勋等,1992;马杏垣等,1991;孙武城等,1992a,b;
熊绍柏等,1993;徐新忠等,1993;尹周勋等,1999;张贻侠等,1998;章惠芳,1988a,b;郑晔等,1989

Fig.5 Crustal structures of the Littoral the West Pacific metallogenic provinces (I.4)

大陆地壳厚度变化很大,东薄西厚。东部地壳的正常厚度为30 km左右;西部具有双倍的正常地壳厚度,例如青藏高原地壳厚度可达70 km以上。若只就上地壳厚度来说,西部几乎是东部的两倍。

3 地震波速度的岩石学解释与成矿省

在结晶岩地区,除去地壳最上部的沉积薄层,一

般可以将地壳分为上、中、下三层。上地壳多为长英质岩石,主要是花岗岩;中地壳至下地壳,地壳物质成分由长英质向镁铁质变化。在莫霍面以下10 km的范围内,物质成分则从上到下自镁铁质向超镁铁质变化。地震波速度的差异反映了地壳物质成分分布的不均匀性导致的各成矿省具有不同的成矿物质来源。地壳物质成分的横向变化对应了不同的成矿省。

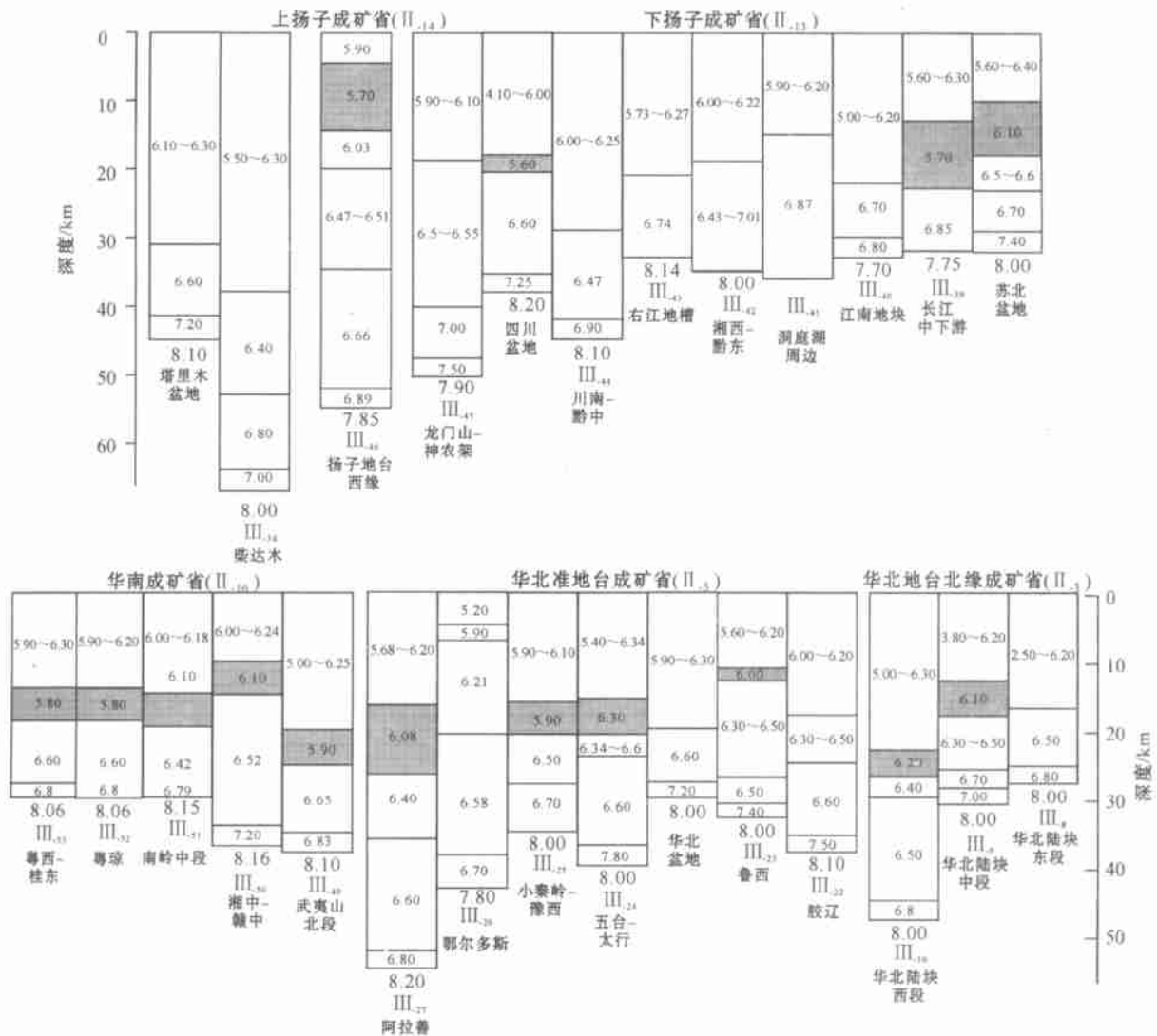


图 6 前寒武纪成矿域(I.5) 地壳速度结构图

资料来源:陈学波等,1988;董颐珍,1997;阚荣举等,1992;李秋生等,2000;林中洋等,1992;卢造勋等,1992;马杏垣等,1991;孙武城等,1992a,b;吴功建等,1991;熊绍柏等,1993;徐新忠等,1993;1997;尹周勋等,1999;张贻侠等,1998;章惠芳,1988a,b;郑晔等,1989

Fig.6 Crustal structures of Precambrian metallogenic provinces(I.5)

3.1 高速下地壳与成矿作用

在地台区与裂谷区存在高速下地壳($7.10 \sim 7.50 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$),可能由地幔超基性岩的底侵作用形成。在克拉通地区高速下地壳的形成可能有两种解释,即底侵的壳幔物质交换作用或长时间强变质作用。在中国大陆的主要成矿域,具有高速度下地壳的成矿区(带)有:准噶尔南缘、东天山、大兴安岭、胶辽、南秦岭—大别、三江、青藏高原东北部的松潘—甘孜、巴颜喀拉、唐古拉和华北地台。这些成矿区(带)内产有与地幔超基性岩的底侵作用有关的镍矿床。华南大部分成矿区(带)的下地壳没有高速体,

可能不存在地幔超基性岩的底侵作用,因此没有镍矿床产出。只有湘中—赣中的局部地区具有较薄的下地壳高速体($7.20 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$)。

3.2 壳内“层状”的低速层及其成矿作用

中国大陆地壳多为三层结构,在上地壳和中地壳之间普遍发育低速层。少数双层地壳结构的区域,壳内低速层发育在上地壳和下地壳之间。

地震 P 波速度在 $5.60 \sim 6.00 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 范围之间的壳内低速层(或低速体,有时与高导层对应),可能为孔隙流体聚集层,并与地壳滑脱层及韧性剪切带有关,也可能与岩浆部分熔融有关。中国大陆主要

成矿域中各成矿区(带)低速层的埋深基本随中国大陆地壳厚度的变化而自东向西加大。因为低速层的埋深与地壳滑脱层及韧性剪切带有关,因此它对岩浆性质及其成矿的控制作用也是随深度的变化而变化的。浅埋低速层控制着中酸性岩浆活动,而深埋低速层则控制着基性和超基性岩浆活动,因此也就控制了与其相关的成矿作用。藏北成矿省的雅鲁藏布江成矿带和冈底斯成矿带壳内有两个低速层,可能与地壳内广泛发育的部分熔融作用有关。在中国东部成矿区(带),壳内低速层埋深一般在 15 ~ 25 km 之间,例如大兴安岭、华北地台、东秦岭、华南和郯庐断裂两侧的成矿区(带),在这些地区有广泛的中新生代岩浆活动。

3.3 “墙式”地震剪切波垂向低速(通道)带及其成矿作用

中国大陆某些成矿域的地壳上地幔内发育有“墙式”地震剪切波垂向低速(通道)带,指示出壳内存在部分熔融的证据。全球性的“墙式”地震波低速通道一般存在于大洋中脊、地震带、大陆裂谷、走滑断裂带等活动带内,常常对应大型矿集区(成矿带)。中国大陆内部的“墙式”地震波低速通道在地表一般和断裂带、破碎带、裂隙带的分布相一致。地表特征表现为高热流、热泉密集、高地下水温、火山活动、微地震活动等。“墙式”地震波垂向低速带可能是物质上涌的通道。下地壳底部的高速层与壳幔物质交换作用有关。

中国大陆内部最明显的两条“墙式”地震剪切波垂向低速带是南北向低速带(东经 102°附近)和祁连—秦岭东西向低速带,它们将中国大陆地壳上地幔分隔成不同区域,其自身具有良好的成矿环境。南北向“墙式”地震剪切波垂向低速带对应康滇地轴铁、铜、锡、钨、稀有金属成矿带;东西向“墙式”地震剪切波垂向低速带对应祁连—秦岭褶皱系铁、铜、镍、钴、金、银成矿带。这些“墙式”地震剪切波垂向低速带对成矿的控制作用有着共同的特征,即它们都与壳幔源成矿的铁、铜多金属成矿带有关。穿越秦岭褶皱系的大地电磁测深剖面,在西峡—栾川之间,于很浅的深度(83 km 处)发现了上地幔高导层(蒋洪堪等,1990)。上地幔高导层的抬升表明上地幔上隆,岩石圈地幔减薄。这里深大断裂多为近直立,岩浆活动强烈,是幔源矿产的有利产出部位。例如,中国几个主要内生金属成矿带也分布在“墙式”地震剪切波垂向低速带上,包括:天山褶皱带铁多金

属成矿带,内蒙古兴安褶皱带铜多金属成矿带,华北地台北缘成矿带,长江中下游台褶带铁、铜、硫、金多金属成矿带,华北地台西南缘钼、金多金属成矿带,等。

“墙式”地震剪切波垂向低速带及其与之相关的各种地球物理特征都与大型矿集区(成矿带)的形成密切相关。进一步总结出以下规律:

(1) “墙式”地震剪切波垂向低速带一般对应上地幔隆起(岩石圈地幔减薄)带、异常地幔($P_n < 8.00 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$)带,可能是岩石圈剪切带,是深部成矿的有利构造部位;

(2) “墙式”地震剪切波垂向低速带常与壳内高导层(体)吻合,地壳在此张裂形成岩浆上涌的通道,有时反映了与成矿流体的密切关系;

(3) 地壳及上地幔横向不均匀性块体的边缘,常发育“墙式”地震剪切波垂向低速带,带内常有窄的地震活动带与之对应;

(4) 成群或成带状分布的正负跳跃磁异常带,常与“墙式”地震剪切波垂向低速带伴随,反映了与成矿有关的岩浆活动带;

(5) 用重力、磁力、大地电磁、地震测深、大地热流资料综合解释,推测深断裂带及其交汇处也常常表现为“墙式”地震剪切波垂向低速带。这些深断裂带的交汇部位控制着与成矿有关的中酸性岩浆侵入活动。

4 结论与讨论

中国大陆主要成矿域的地壳速度结构反映了成矿区(带)所处的现今岩石圈构造背景和就位环境。由成矿区(带)内部的地震波速度可以推测成矿物质来源,相对低速度、低密度的物质成分来自地壳内部(壳源);而相对高速度、高密度的物质成分则来自更深部的地幔(幔源)。壳内低速体或低速层可能反映了壳内滑脱层或者岩浆熔融体的位置。“墙式”地震剪切波垂向低速带是地幔物质上涌的通道。

References

- Chen Y C, Pei R F, Song T R, et al. 1998. Minerogenetic series in China[M]. Beijing: Geol. Pub. House(in Chinese).
Dong Y Z. 1997. Seismic sounding along QB-1 measuring line of Qindling-Dabashan area[A]. In: Yuan X C, ed. Memoirs of the geoscience transection for the continental lithosphere, beneath Altay-Taiwan, China[C]. Beijing: China University of Geosciences

1. 本期刊登的论文, 除少数由作者提供外, 均由作者委托本刊编辑部代拟, 其内容、观点、数据、文字、图表、参考文献等均由作者负责。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

2. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

3. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

4. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

5. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

6. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

7. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

8. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

9. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

10. 本刊对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。本刊编辑部对来稿有删改权, 如作者不同意删改, 请在来稿中注明。

Press . 165 ~ 175 (in Chinese) .

Gao R and Wu G J . 1996 . Study on geophysical models and present geodynamic processesphere structure and tectonic evolution , Tibet plateau [A] . In : Yadong- Golmod GGT Lithospheric structure and evolution of Qinhai- Tibet plateau[C] . Beijing : Geol . Pub . House . 138 ~ 148 (in Chinese) .

Jiang H Z , Zhan S Q and Wang H X . 1990 . Observation of telluric electromagnetic sounding performed along Shiyao- Luoyang profile[J] . Geophysical and Geochemical Exploration , 14 (4) : 285 ~ 291 (in Chinese) .

Kan R J and Han Y . 1992 . Explanatory notes for global geoscience transect , Zhefang- Malong , Yunnan , China[M] . Beijing : Seismological Press . 138 ~ 148 (in Chinese) .

Li Q S , Lu D Y , Gao R , et al . 2000 . Deep seismic exploration cross the west Kunlun- Tarim[J] . Science in China (Series D) , 30 (Supp .) : 16 ~ 21 (in Chinese) .

Lin Z Y , Cai W B , Chen X B , et al . 1992 . Explanatory notes for global geoscience transect , M

http://www.kcdz.ac.cn/

- 卢德源, 李秋生, 高锐, 等. 2000. 横跨天山的人工爆炸地震剖面[J]. 科学通报, 45(9): 982~987.
- 卢造勋, 夏怀宽. 1992. 内蒙古东乌珠穆沁旗至辽宁东沟地质断面(说明书)[M]. 北京: 地震出版社.
- 马杏垣, 刘昌栓, 刘国栋. 1991. 江苏响水至内蒙古满都拉地质断面说明书[M]. 北京: 地质出版社.
- 潘裕生, 孔祥儒. 1998. 青藏高原岩石圈结构演化和动力学[M]. 广州: 广东科技出版社.
- 孙武城, 马宝林, 宋松岩, 等. 1992a. 湖北随州至内蒙古喀喇沁旗地质断面说明书[M]. 北京: 地震出版社.
- 孙武城, 徐杰, 扬主恩, 等. 1992b. 上海奉贤至内蒙古阿拉善左旗地质断面说明书[M]. 北京: 地震出版社.
- 吴功建, 高锐, 余钦范, 等. 1991. 青藏高原“亚东-格尔木地质断面”综合地球物理调查与研究[J]. 地球物理学报, 34(5): 552~562.
- 熊绍柏, 赖明惠, 刘若宾, 等. 1993. 屯溪-温州地带的岩石圈结构与速度分布[A]. 见: 李继亮, 主编. 东南大陆岩石圈结构与地质演化[C]. 北京: 冶金工业出版社. 250~256.
- 徐新忠, 齐雄飞, 扬长来, 等. 1993. 青海花石峡-甘肃阿克塞人工爆破地震测深成果[A]. 中国地球物理学会年刊[C]. 北京: 地震出版社.
- 徐新忠, 王有学, 蒋亚明, 等. 1997. 新疆可可托海-甘肃阿克塞人工爆破地震测深剖面的地壳速度结构研究及其大地构造单元的划分[A]. 见: 袁学诚, 主编. 阿尔泰-台湾地质断面论文集[C]. 北京: 中国地质大学出版社. 1~13.
- 胥颐, 刘福田, 刘建华, 等. 2000. 天山地震带的地壳结构与强震构造环境[J]. 地球物理学报, 43(2): 184~193.
- 尹安. 2001. 喜马拉雅-青藏高原造山带地质演化[J]. 地球学报, 22(3): 193~230.
- 尹周勋, 赖明惠, 熊绍柏, 等. 1999. 华南连县-博罗-港口地带地壳结构及速度分布的爆炸地震探测结果[J]. 地球物理学报, 42(3): 383~392.
- 章惠芳. 1988a. 广西柳州爆破观测和桂东地区地壳结构[A]. 见: 中国大陆深部构造的研究与进展[C]. 北京: 地质出版社.
- 章惠芳. 1988b. 中国东南沿海地区泉州爆破深地震测深资料的再解释[J]. 中国地震, 4(2): 96~102.
- 张贻侠, 孙运生, 张兴洲, 等. 1998. 中国满洲里-绥汾河地质断面[M]. 北京: 地质出版社.
- 郑晔, 滕吉文. 1989. 随县-马鞍山地带地壳与上地幔结构及郯庐构造带南段的某些特征[J]. 地球物理学报, 32(6): 48~659.

Relationship Between Crustal Structure and Metallogenic Process in Chinese Continent

Peng Cong¹, Li Qiusheng², Kuang Zhaoyang³ and Du Huiping³

(1 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 2 China University of Mining, Beijing 100083, China;

3 Processing and Interpretation Center, Huadong Exploration & Production Company, China Petroleum and Chemical Corporation, Nanjing 210007, Jiangsu, China)

Abstract

Based on the geoscience transects and the seismic data, the authors have calculated the thickness of the crust and constructed the velocity model of some metallogenic provinces in China. It is shown that the crust becomes thinner and thinner from eastern to western in China. The velocity histogram map of the crustal structure is compiled in accord with the metallogenic provinces of China. The horizontal low velocity layer, the vertical low velocity zone and the high velocity layer in the basement of the lower crust are related to the ore-forming processes.

key words: solid geophysics, crustal structure, seismic velocity, metallogenic province, ore-forming process, Chinese continent