



HUANGHE XIAYOU QUYU GONGCHENG DIZHI

黄河下游区域工程地质

戴英生 著



黄河水利出版社

黄河水利委员会治黄著作出版资金资助出版图书

黄河下游区域工程地质

戴英生 著



黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书系作者以区域工程地质学说为主轴,吸取相关学科学说的精华而融会贯通之,可以说以此为基础,穷毕生之力探讨根治黄河方策而撰写的专著。全书分六章,第一章概述黄淮海平原及其外围区域地质地貌结构特征;第二章简述黄淮海平原及外围大地构造轮廓及其形成演化史与平原地壳构造活动方式;第三章阐述黄淮海平原古地理的演化与古气候变迁;第四章详述黄河的形成发育与下游古黄河河道变迁史,并深入探讨了其中的若干问题;第五章深入探讨了黄淮海平原治理开发的重大区域工程地质问题;第六章剖析总结了历代治河方策及其成功经验与失败教训,并且重点探讨了今后黄河的治理开发途径与渤海的改造利用。

本书可为今后修改黄河治理开发规划及制订黄河流域国土整治计划与黄淮海平原经济区划提供工程地质依据,同时可供相关专业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河下游区域工程地质/戴英生著. —郑州:黄河水利出版社,2015. 11

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1278 - 6

I. ①黄… II. ①戴… III. ①黄河 - 下游 - 区域工程地质 IV. P642.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 269533 号

组稿编辑:李洪良 电话:0371-66026352 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclcs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13

字数:300 千字

印数:1—1 000

版次:2015 年 11 月第 1 版

印次:2015 年 11 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

前 言

黄河因水黄而得名。水之所以呈黄色,是因为沙多。多沙的原因在于河出积石峡便穿越广袤无垠的黄土高原与沙漠高原。加之域内气候干燥,土质疏松,暴雨集中,成为流域的主要产沙区。每到汛期,大量泥沙注入黄河,形成高含沙洪水,奔腾澎湃,狂泻于下游河道。于是,大量泥沙沿程落淤,造成河床严重淤积,致使河床日复一日、年复一年淤垫升高而成为悬河。悬河乃是不稳定之河。因此,下游黄河的安危系于泥沙。虽然泥沙多产于中游,但最大危害却集中于下游,故而治黄重点也应在下游。治理的首要任务,自然是除害,其次是兴利。确切地说,治黄的基本方针是“除害兴利,害在前利在后,只有先除害才能兴利。寓兴利于除害之中,乃是治黄的基本策略”。

以农耕文化为主体的中华民族的先民们,在进入华北平原拓展之时,就不断与黄河洪水进行不懈地斗争,写下了无数可歌可泣的治水诗篇,彪炳于史册。如鲧禹治水的传说即为其例。当然,传说不等于史实。不过,也可从中悟出古人治水之艰辛。尤其是战国修建堤防拦约洪水以来,河患与日俱增,治黄已成历朝历代统治者的重要国策,特别是西汉、北宋与明清,曾多次掀起治河方策的大争论。尽管每次争论均以大河自行改道而告终,然争论的起因与结局确实给人印象深刻。同时,后人亦可从中汲取教益。作者在研读文献史料时感慨殊多,且从中悟出两个发人深省的问题:一是必须深入开展华北平原成因、地质地貌结构与地质构造活动特点的研究,同时应深入探索这些问题对治黄观念更新的启迪与演变所产生的影响;二是尚须继续深入总结近两千年来工程治河的成败得失,以及具独创性治河思路历史人物的治河方策的再评价,剖析其历史价值,如王景治河、潘季驯治水之方略,以便从中汲取教益,拓展治黄新思路,避免重蹈前人覆辙。

作者在研究黄河的过程中对这两个问题进行了较为深入的探索,论述亦较为详尽,可供读者参考。作者之所以穷毕生之力研究黄河,缘由有二:一是乐趣(此即好知者不如乐知者);二是使命感(人的本能)。舍此,无其他杂念。

作者在几十年研究探索治黄方策的历程中,为了更深入更广泛地探讨黄河流域复杂的自然环境与地质现象,足迹遍布大河上下,通读了前人的著述与文献,以区域工程地质学说为立足点,汲取相关学科之精华,使之交叉,且博采众家之长而融会贯通之,独创研究根治黄河的全新学科——黄河区域工程地质学(权称“黄学”),以独特的视野观察黄河流域自然现象,用新颖的学术思想剖析黄河问题,从而提出根治黄河的良策。

在这里需要指出本著作提出的值得读者们认真思考的问题是:黄河河源的界定与论述、各河段流域水系网的形成与变迁;黄河干流河段与河道类型的划分和河流形成机理与发育控制机制;以及流域古地理、古气候、古水文等现象的演化,不仅论述详尽,而且还升华到新的理论高度,使之更具普遍性与指导意义,不单适用于黄河,同时可供研究其他大

江大河的专家学者们参考借鉴。

再者,作者在年届古稀、耄耋之时,目睹黄河研究现状,深感有必要将平生研究黄河所积累的第一手材料,秉灯整理,形诸于笔端付梓,以飨读者。此可谓以老马自诩而自嘲吧!若后世有志于探索黄河问题者能将上述问题列为专题深入研究,对黄河的认识会更深入,也就不负作者厚望之殷了,则幸甚矣!

此外,《黄河下游区域工程地质》系《黄河中游区域工程地质》的姊妹篇,后者于1986年1月由中国地质出版社出版发行。因此,本书出版乃是《黄河中游区域工程地质》的延续,两者珠联璧合,通读之,可知晓黄河流域区域工程地质问题全貌。

还有,作者退休前,于20世纪80年代中期对今黄河下游河道及太行山、嵩山等地进行了地质调查研究,参加者有阎太白、李永乐、杨国平、阎明、杨俊川、刘同合等。再者,20世纪90年代初,作者对禹河故道进行了实地考察,随同考察者有何为乾。

此外,书中涉及的诸多试验与样品鉴定由众多单位与人员完成,兹列述如下,以志不忘:

郑州东郊237孔剖面样品古地磁研究,委托国家地震局地质研究所测定,1988年6月提交试验报告。

微古动植物化石鉴定,由地矿部华北石油地质局地质研究所实验室负责,付茂兰、朱达今、郭书元、王海新等鉴定。另有部分样品由北京市地矿局兰朝玉鉴定。

黏土与重矿物由河南省煤田地质实验室郑小凤鉴定。

全新统土样 C^{14} 年龄由中科院地化所乔玉楼测定。

土样物理学性质测定,由河南省地矿局水文地质二队实验室完成。

黄土室内研究鉴定及化学分析,由河南省地矿局岩石矿物测试中心负责,分析者曾解金;镜片鉴定,由陕西省地矿局水文地质一队完成,鉴定者张馥珍;黏土矿物鉴定,由煤炭科学研究院西安煤田地质研究所负责,测试者任忠胜;有机质及孢粉含量分析,由地矿部、地科院水文地质研究所负责,孢粉鉴定者童国榜;热释光测试,由北京地震科学技术开发公司负责,测试者计凤桂;物理学与水理性质测定,由河南省地矿局水文地质二队实验室完成。

书中插图,系河南省地质工程公司王利清绘。

凡上述单位与个人的帮助与协作,作者深表感谢,尤其是在研究下游黄河的历程中,深得龚思扬、杨保东两同志帮助鼓励,特致谢忱!

作者撰写本书的目的,意在抛砖,如果一石击起千重浪,引来诸多方家争鸣辩论,则万幸矣!

作者

2015年6月

目 录

前 言

第一章 黄淮海平原及周边区域地质与地貌结构特征	(1)
第一节 区域地貌与地壳结构	(1)
第二节 黄淮海平原及周边地区结晶基底的组成与主要特征	(6)
第三节 黄淮海平原及周边地区沉积盖层的组成与主要特征	(10)
第二章 黄淮海平原区域地质构造的基本特征	(59)
第一节 黄淮海平原及其外围的大地构造轮廓	(59)
第二节 黄淮海断块的形成与演变	(64)
第三节 海黄裂谷系的形成与发育方式	(70)
第三章 黄淮海平原古气候与古地理环境的演化	(78)
第一节 黄淮海平原古气候的变迁	(78)
第二节 黄淮海平原古地理环境的变迁	(96)
第四章 下游黄河的形成发育与下游古河道变迁	(104)
第一节 黄河的形成发育	(104)
第二节 下游黄河古河道变迁及黄淮海平原古水系网的演化	(119)
第五章 黄淮海平原治理开发的重大区域工程地质问题	(136)
第一节 区域稳定性	(136)
第二节 下游黄河稳定性	(163)
第六章 黄河的治理开发	(180)
第一节 历代治河方策	(180)
第二节 当代黄河治理开发方策	(182)
第三节 黄河治理与开发途径	(191)
参考文献	(199)

第一章 黄淮海平原及周边区域地质与地貌结构特征

第一节 区域地貌与地壳结构

一、区域地貌结构特征

黄淮海平原,介于东经 $113^{\circ}23'$ ~ $119^{\circ}07'$ 与北纬 $31^{\circ}38'$ ~ $40^{\circ}17'$ 之间,为中国东部最大的大陆平原。展布范围:北界燕山,南抵大别山,西连太行—熊耳山,东邻千山(辽东半岛)—五莲山(山东半岛),中央低平,四周山系环绕,为长方形盆地,总面积 35 万余 km^2 。

然而,虽是平原,但盆地地势起伏仍很明显。总的说来,中部高、南北两头低,原因是泰山横亘于中部,西侧嵩山东延后倾伏于平原,故而形成中部隆起。况且,两隆起之间出现狭窄的低洼走廊。

可是,平原地势,除泰山隆起外,一般高度为 20 ~ 200 m。周边山地最高点高程:西部最高 3 058 m(山西五台山),次高者 2 400 m(伏牛山摩天岭)。可是,山麓地带海拔高度为 100 ~ 200 m,山前平原为 50 ~ 100 m;中部平原,西部 25 ~ 50 m,东部 5 ~ 25 m;东部滨海低平原低于 5 m。而泰山呈穹隆状,顶部海拔高 800 ~ 1 000 m,最高点 1 532 m。从山顶向四周降低,山麓地带降至 50 ~ 100 m。

然而,平原地势变化不仅受基底构造控制,而且还与区域地貌演变有密切关系。大致以今黄河为界可划分海黄、黄淮两平原及泰山隆起与渤海四个次级地貌单元(见图 1-1)。各次级地貌单元的基本特征分述如下。

(一)海黄平原

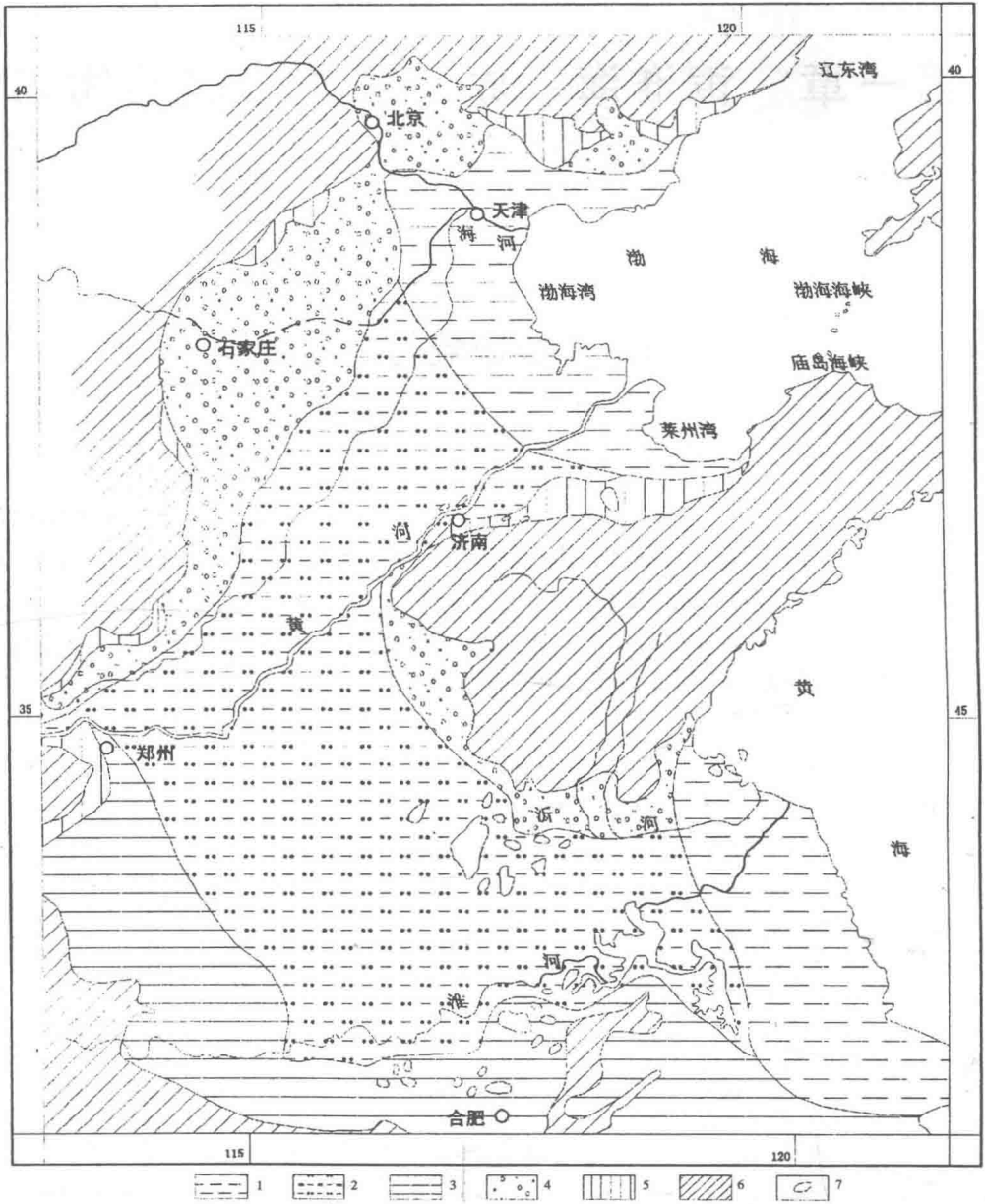
海黄平原除东南部边缘位于黄河之南外,其他地区均展布于大河之北。北抵燕山,南界黄河及泰山,西连太行山,东邻渤海。地势西南高东北低,呈楔形,面积约 14.08 万 km^2 。

区内水系发育,以发源于太行山的海河水系为主,次为北缘滦河水系与展布于东南部的马颊河、徒骇河、金堤河、小清河等平原型水系,以及发源于泰山的大汶河等。由于诸河支系发育,形成平原水系网。诸河系的共同特点为河道弯曲、河床宽浅、纵比降小、水流缓慢。

平原的地貌结构主要由下列四类次级地貌单元组成。

1. 黄土台塬

呈台阶状、宽阔平坦的长条状平原,由中晚更新世至近代风积黄土堆积而成,称黄土台塬。断续展布于燕山南麓、太行山东麓及泰山北麓等地。



1—河湖海积平原;2—河泛平原;3—冲湖积平原;4—冲洪积平原;5—黄土台塬;6—基岩山地;7—基岩残丘

图 1-1 黄淮海平原地貌结构简图

2. 冲洪积平原

冲洪积平原为呈波浪起伏的山麓平原,由冲洪积扇群组成,主要展布于平原西部的山前地带,又称山前洪积倾斜平原。

3. 河泛平原

河泛平原指展布于平原中部的冲积平原。其结构下部为前早晚全新世冲湖积层,上部主要为晚全新世中后期以来黄河泛滥的冲积层,故称河泛平原。

4. 河湖海积平原

河湖海积平原指展布于平原东部渤海之滨的河湖海积平原,海拔高度低于 5 m,由河湖海积相交互堆积而成。

(二) 黄淮平原

黄淮平原位于黄河之南,西界伏牛山,东邻泰山丘陵与苏北平原,南连大别山。地势西北高,东南低,呈不规则的四边形,面积约 10.72 万 km^2 。

该平原水系网发育,有两大河系:一是淮河;二是沂河。前者发源于桐柏山,东流入洪泽湖。支流十分发育,呈树枝状。但两岸水系不对称。北岸支流多发源于华北平原中部隆起带,属平原型河流,故而宽长,支系发育,弯曲度大;南岸者则发源于大别山,源近流短,纵比降大,弯曲度小。沂河发源于鲁山,南流至沭阳折向东,入黄海。

黄淮平原地貌结构亦由下列四类次级单元组成。

1. 黄土台塬

台塬的成因,与海黄平原者雷同。唯分布范围较小,仅存在于平原北段郑州以西的边缘地带。

2. 冲湖积平原

该类型平原展布于黄淮平原西南部,由第四纪冲湖积堆积而成。原面宽阔平坦,但仍有一定的起伏。尤其是南部合肥以北地带,多孑立的基岩残丘。

3. 河泛平原

黄河泛滥平原,展布于黄淮平原中部,为组成平原的主体部分。原面平坦,由北向南缓缓倾斜。徐州一带地形起伏较大,出现众多的基岩残丘。

然原体构成,下部为前晚全新世冲湖积层,被覆其上者为近代(南宋至明清)黄河泛滥堆积层。

4. 冲洪积平原

黄淮平原山前地带之冲洪积扇发育强度,远不如海黄平原,仅展布于平原东北部边缘山麓,由冲洪积扇群组成,称山前冲洪积倾斜平原。

(三) 泰山丘陵

泰山丘陵展布于华北平原中段东侧,介于海黄与黄淮两平原之间,东侧以岩石圈断裂与胶东半岛分界,面积约 2.4 万 km^2 。

域内地势起伏大,以海拔高度低于 500 m 的丘陵为主,尚有高程 500 ~ 1 000 m 的中低山夹杂其间,如泰山、鲁山、蒙山等。同时,布满众多的山间中生代红色盆地。因此,山区地貌结构复杂。总体来说,呈穹隆状,水系以山体顶部为原点,向四周辐射,形成放射状水系。

然而,泰山丘陵主要由太古界杂岩构成,唯有顶部零星被覆古生代与中生代沉积盖层,故而山势巍峨,屹立于平原中部东侧。

(四) 渤海

渤海位于海黄平原东侧,东以山东与辽东两半岛为屏障,形成周边环陆的不规则带状湖泊,呈北东向展布,水域面积约 7.8 万 km^2 。其组成除渤海域外,北有辽东湾,西有渤海湾,南有莱州湾,东有海峡与群岛。

然渤海通过海峡与黄海连通,海峡间大小岛屿罗列,形成岛链,北为长山岛,南为庙岛。可是岛屿间的若干水道,则为海峡,宽大者:北有渤海海峡,南有庙岛海峡。

总的来说,渤海不仅水域面积小,而且水浅,除渤海海峡西口深达 65 m 外,其他水域均不超过 25 m。特别是渤海湾与莱州湾,一般深 5 ~ 15 m;辽东湾深 5 ~ 20 m;中部海域深 20 ~ 25 m。但各海域底部平坦,为堆积平原。

严格说来,渤海非海,而是咸水湖。晚更新世前乃是海黄平原的淡水湖,可是晚更新世古太平洋洋面出现三次大幅度抬升,由于海水入侵,湖水被咸化,则称为海。当古海水东撤,退出湖区,则又转化为淡水湖,如此往复转换。最近一次海水入侵,乃是早全新世,距今约一万年。

其实,渤海与海黄平原为同一构造体,即平原的东延部分,是为组成该平原的次级地貌单元。因其自然环境不同,故而单独列述。

(五)黄淮海平原块状地貌的形成机理

黄淮海平原四周被岩石圈或壳层断裂切割成为断块状地貌。由于诸断裂为高角度张性,平原处于下降盘,而整体下沉,四周山体位于上升盘,不断抬升。新生代以来华北陆块断裂构造运动强烈,黄淮海平原亦随之大幅度下沉而成为盆地。盆地内部各地貌单元间多被壳层或盖层断裂切割,形成了次级块状地貌。可是,各块状地貌体的构造活动特性不尽一致。其形态与演化的动力机制也有明显的差别,例如:

海黄平原(包括渤海)为张性裂谷体系,构造活动特点:由东北向西南方向收敛,沉降速度北大南小,呈锥形。地势变化,西南高、东北低。

黄淮平原由淮阳平原与泰山丘陵组成,主要特点如下:

淮阳平原为北升南降的掀式斜断块平原,因通(许)徐(州)隐伏隆起横亘于北部,故而缓慢隆升。加之位于海黄裂谷南侧,受其扩张推挤而抬升。南部位于大别板块俯冲带,受东秦岭大别微陆块俯冲活动影响而产生垂直差异性断裂活动。因此,出现一系列的断裂与隆起。不过,总体活动趋势还是下沉。故此,该平原北高南低,南部洼地易积水成涝。

泰山丘陵四周被深断裂或大断裂切割而隆起,矗立于平原中东部,长期遭受剥蚀,上升突起的时代主要是第四纪。

二、区域地壳结构特征

黄淮海平原地壳,具多层结构,原内及周边壳体被大断裂切割成若干断块。因此,平原由大小不等的断块拼凑而成,而诸断块形成的时代与方式不同,形状与组成物质及厚度也不尽一致,特分述之。

(一)原始地壳形成时代与组成物质

黄淮海平原陆壳的形成始于太古代,完成于早元古代。太古代时,今燕山与大别山之间为洋壳。据张兆忠等的研究,组成该时代地壳的原岩主要为超基性、基性火山岩与碎屑岩。然而,中部太行山、嵩山及泰山等地,中下部以基性火山岩及碎屑岩为主,上部则为酸性火山岩与碎屑岩。由此可见,诸地域壳体此时已隆升为岛弧。

(二)现代地壳结构与厚度变化

黄淮海平原及其周边山地地壳,以莫霍面作为与上地幔的分界线。再以康拉面为界

划分上下两部分：上部由沉积盖层组成，称硅铝层；下部由玄武质岩层组成，称硅镁层。地壳厚度与康拉面埋藏深度的变化分述如下。

1. 地壳厚度的变化

总的来说，平原及周边山区地壳厚度变化趋势是：平原薄，山区厚，而平原自身的变化则是北薄南厚。具体变化状况如图 1-2 所示。

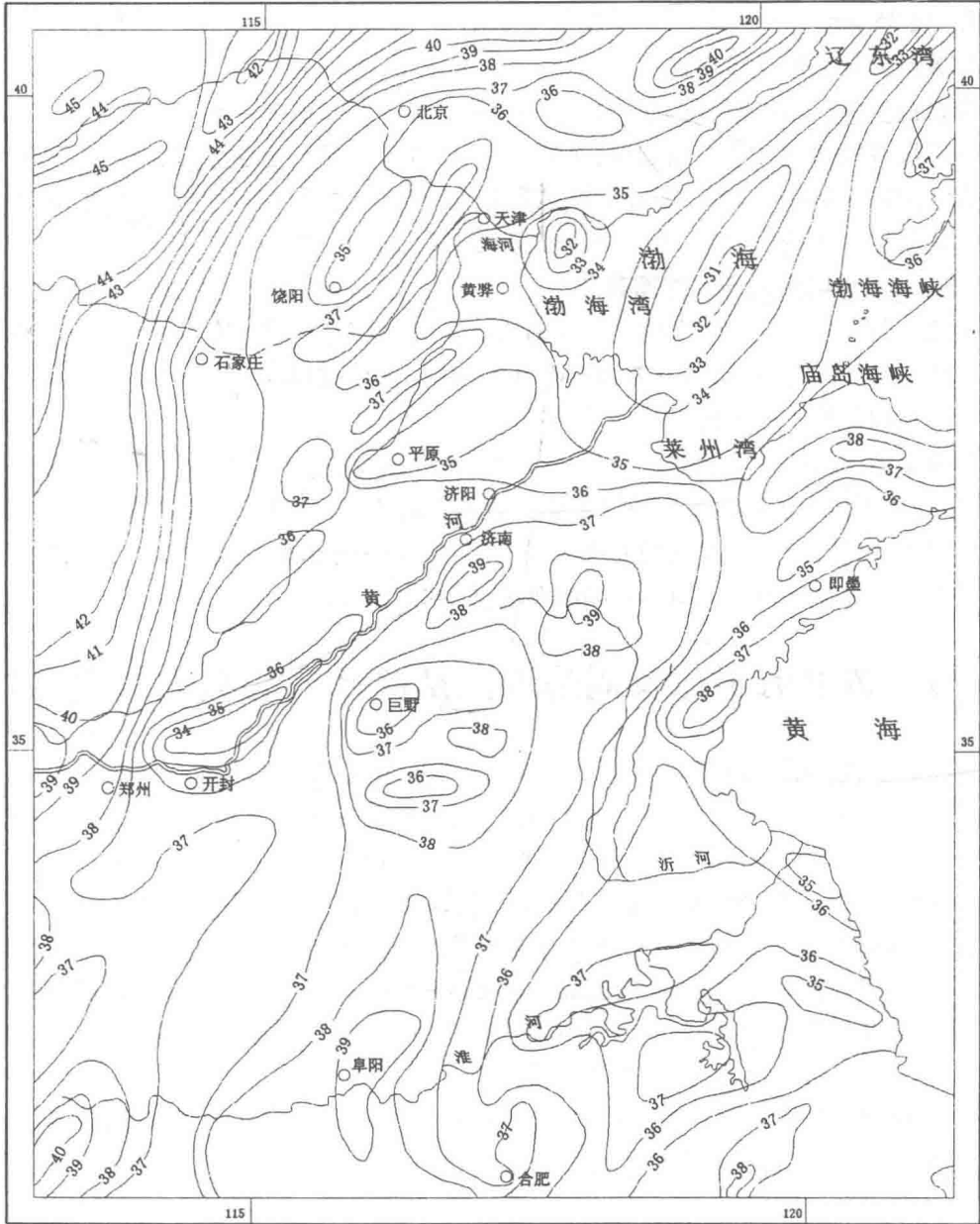


图 1-2 黄淮海平原及周边地壳厚度(km)等值线图

海黄平原地壳一般厚 35 ~ 38 km。变化态势为东部薄，向西逐渐增厚，最厚为太行山东侧的山前地带，达 38 km；最薄为南部开封槽地，仅 34 km。

黄淮平原地壳一般厚 37 ~ 38 km,最厚处为阜阳与泰山两地,达 39 km。最薄处为平原东北部巨野及其以南地带,约 36 km。

渤海海域地壳一般厚 32 ~ 35 km,渤海中部最薄,仅 31 km。

燕山、太行山及嵩山山区壳体一般厚 38 ~ 44 km,最厚在五台山一带,达 45 km。

辽胶半岛地壳一般厚 36 ~ 37 km,最厚系昆嵛山与马耳山等地,达 38 km。最薄为即墨西侧,仅 35 km。

2. 康拉面埋藏深度的变化

康拉面埋深(上地壳厚度),大体是地壳厚度的一半或稍多一点。据魏梦华等研究,黄淮海平原及周边地区康拉面埋深:平原为 18 ~ 20 km,其中中东部埋深较浅,西南部埋深较大。渤海一般埋深 17 ~ 18 km,渤中最浅,仅 16 km。西北部山区,一般埋深 21 ~ 23 km,最深为太行山顶部,达 24 km。东侧辽胶半岛埋深 19 ~ 20 km。

(三) 岩石圈的组成与底界埋藏深度

由地壳与上地幔上部固态物质组成的地球表层,称为岩石圈,其下部为地幔软塑与软流圈。然而,软流圈的物质组分与岩石圈基本相同。但地温较高,密度较小。故此,该圈乃成为地球内部物态的转换层。

据国家地震与石油勘探部门对黄淮海平原所进行的地震测深与大地电磁测深所获结果,平原与外围山区岩石圈底界埋深是不一致的。总体变化趋势为平原浅,山区深。各地区具体埋深状况为今黄河以北的北部平原,60 ~ 67 km;南部平原及泰山地区,80 余 km;燕山及太行山隆起区,80 ~ 120 km;渤海海域,仅 43 ~ 54 km。

第二节 黄淮海平原及周边地区结晶基底的组成与主要特征

地球是个水球,形成的初期,全球表面被覆海水而形成水圈,其时代称太古代,即泛大洋时代。之后,地壳经过一系列的构造变动,升升降降,上升者成陆,下降者为海槽。在海陆的往复变迁运动中,总的来说,起初大陆呈星点状分布,称为陆核。往后,陆核不断增生扩大,形成占今日地球表面积 29% 的陆地。分成若干地块,称大陆板块,历时 30 余亿年。

然,黄淮海平原及周边地区,于早太古代晚期个别地区出现陆核以来,历经多次区域地壳运动,至早元古代末,全区回返成陆。在多次构造运动中,历经数次区域变质与岩浆入侵,在高温高压作用下,原岩发生强烈变质而成为深变质与中深变质岩系,这些岩系构成本区地壳基底,称结晶基底,简称基底层。

然,本区基底层由早太古代、晚太古代及早元古代三套地层组成,各套地层的形成环境、原岩特性、变质程度与分布状况等不尽一致,特分述之。

一、早太古代深变质岩系

本区下太古界出露寥寥,除燕山迁西外,其他地区均未发现。因首先研究并测制剖面的地点在迁西,故称迁西群(见表 1-1)。

表 1-1 华北平原及周边地区基底地层对比表

地区 分层对比		地层年 龄界限 (亿年)	高山	大别山	泰山	胶东	辽东	燕山	太行山	豫东	淮北	鲁北	冀中	豫北
地层系统			Pt_2^2	Pt_2^1	Pt_3^{2-2}	Pt_3^{2-1}	Pt_3^2	Pt_2^1	Pt_2^1	ϵ_1	Pt_3^2	ϵ_1	Pt_2^1	ϵ_1
上覆盖层		---17---												
下元 古界	上段		嵩山群	宿松群	(缺失)	粉子山群	辽河群	(缺失)	甘河群	嵩山群	嵩山群	(缺失)		(缺失)
	下段	---20---	(缺失)	大别群		胶东群	(缺失)	双山子群	五台群	(缺失)	(缺失)			
	上太古界	---25---			泰山群								(未揭露)	
太古界	下太古界	---31---	登封群	(未出露)	(未出露)	(未出露)	鞍山群	单塔子群	阜平群	登封群	泰山群	泰山群		阜平群
			(未出露)		(未出露)		(未出露)	迁西群	(未揭露)	(未揭露)	(未揭露)	(未揭露)		(未揭露)

迁西群由片麻岩、麻粒岩、浅粒岩、变粒岩、辉石岩、角闪岩等组成,夹多层条带状铁矿层,出露厚度逾 1 000 m。同位素年龄距今 31 亿~36 亿年,属早太古代。可是,燕山西段称下桑干河群,层位与迁西群相当,只是名称不同。

二、晚太古代深变质岩系

晚太古代深变质岩系出露于多处的上太古界,尽管层位相同,但地层名称、岩石特性与变质状况并不一致,分述如下:

(1)登封群。分布于嵩山、豫东等地,底部未出露,下部由片麻岩、变粒岩、角闪片岩、混合岩等组成,偶夹大理岩,混合岩化强烈。原岩以基性、中基性至中酸性火山岩为主,夹凝灰岩、泥灰岩、白云岩、黏土岩及硅质页岩。出露厚度大于 3 380 m。上部为石英片岩、浅粒岩,夹绿泥石片岩及千枚岩,原岩为沉积碎屑岩,变质程度较浅,厚 821 m。全套地层同位素年龄(Rb-Sr 法测定)为 27 亿~30 亿年。

(2)泰山群。分布于泰山、鲁北及淮北等地。因泰山剖面出露较全,且研究程度较高,故定名为泰山群。

该套地层由黑云斜长片麻岩、云闪斜长片麻岩、黑云变粒岩及角闪岩等组成。混合岩化与花岗岩化作用强烈。原岩以泥质碎屑岩及基性火山岩为主,岩相变化大,同位素年龄距今约 25 亿年,属晚太古代,出露厚度约 1 000 m。

(3)阜平群。分布于太行山及豫北等地。主要由各种片麻岩、变粒岩、角闪岩、浅粒岩、大理岩等组成,下部变质深,出现麻粒岩及榴苏角闪岩,并夹条带状透镜体铁矿。原岩为基性火山岩及碎屑——碳酸盐岩建造。区域变质程度主要为角闪岩相,局部为麻粒岩相。混合岩化与花岗岩化作用强烈,形成了各种混合岩与混合花岗岩。整套地层厚度大于 4 000 m,同位素年龄距今 25 亿~31 亿年。

(4)单塔子群。分布于燕山等地,角度不整合于下伏迁西群之上。主要由各种片麻岩、片岩、变粒岩夹大理岩及磁铁石英岩组成。原岩以基性及中酸性火山碎屑沉积为主,并夹沉积碎屑岩与碳酸盐岩,混合岩化与花岗岩化作用强烈。同位素年龄距今 25 亿~27.7 亿年。

(5)鞍山群。分布于辽东半岛一带,底部未出露。露出部分厚 13 000~16 000 m。下部为角闪片麻岩、黑云片麻岩、角闪岩及黑云变粒岩夹大理岩,原岩以基性火山岩为主,并夹沉积岩;上部为各种片岩、浅粒岩、千枚岩,夹条带状铁矿层,原岩为中酸性火山岩与细粒沉积碎屑岩建造。

本套地层受多期混合岩化与花岗岩化作用,形成了不同类型的混合岩与混合花岗岩,并有大量的伟晶脉岩穿插其中。同位素年龄距今 28 亿~31 亿年。

三、早元古代中深变质岩系

早元古代地层,按接触关系、岩石特性与变质程度可划分上下两段,且多露布于黄淮海平原外围山区,平原内部除冀中埋深太大未揭示外,其余地区亦多缺失,如豫北、鲁北与泰山等地。尽管部分地区有所出露,但地层发育不全,不是缺失上段,就是没有下段。唯太行山、胶东与大别山等地剖面发育齐全。

另外,该套地层不管分布于何地,均角度不整合于下伏地层之上。而且,上下段之间亦呈角度不整合接触。关于这套地层的标准剖面、岩石特性与变质状况述之如后。

(一)下元古界下段

(1)五台群。分布于太行山等地,以结晶片岩、角闪斜长片麻岩、变粒岩等为主,含大量火山喷发的变质绿岩,局部为富钠火山岩夹磁铁石英岩与镁质大理岩。变质程度:从绿片岩相到铁铝榴石角闪岩相。原岩为中基性至酸性火山岩及细粒碎屑沉积岩与碳酸盐岩,并有伟晶脉岩与花岗岩入侵。角度不整合于下伏阜平群之上,厚数千至万余米,同位素年龄距今 20 亿~25 亿年,属早元古代。

(2)双山子群。分布于燕山等地,角度不整合于下伏单塔子群之上。由各种片麻岩、片岩、斜长角闪岩、变粒岩、白粒岩、磁铁石英岩、石英岩、角闪岩组成,上部出现大理岩夹板岩与片岩,厚 8 367 m。其层位可与太行山五台群对比,但混合岩化作用较弱,原岩亦非常近似。

(3)胶东群。分布于山东半岛东部,由黑云片岩、黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩夹大理岩、石英岩等组成,厚 12 370~26 310 m。原岩为一套基性火山岩及海相沉积碎屑岩与碳酸盐岩建造,不同程度地混合岩化,层位可与五台群对比。

(4)大别群。露布于大别山一带,由各种片麻岩、石英片岩、浅粒岩、辉长岩、石英岩、磁铁浅粒岩、混合片麻岩、混合岩、混合花岗岩等组成,出露厚度 8 946 m。原岩为基性火山岩与沉积碎屑岩,混合岩化与花岗岩化作用强烈,层位可与山东半岛胶东群对比。

(二)下元古界上段

(1)嵩山群。分布于嵩山、豫东与淮北等地,角度不整合于登封群或泰山群之上。由石英岩、石英片岩、白云岩、绿泥石绢云片岩及千枚岩组成。底部为变质砾岩,厚 1 835 m,系中等变质,同位素年龄(Rb-Sr 法测定)距今 17.99 亿~19.83 亿年。

(2)甘河群。分布于太行山一带,角度不整合于五台群之上。其组成:下部为变质砾岩、变质长石石英砂岩及板岩,厚 880 m;中部为千枚岩、板岩夹变质基性火山岩,厚 5 500 m;上部为白云质大理岩、千枚岩、石英岩;底部为变质砾岩,厚 2 820 m。全套地层变质程度属中浅变质,同位素年龄距今 17 亿~20 亿年。

(3)辽河群。出露于辽东半岛等地,角度不整合于鞍山群之上。但分布于半岛地区者仅见上段。其组成主要为石英岩、千枚岩、片岩、变质凝灰岩、浅粒岩、变粒岩夹大理石岩,厚 4 000~8 000 m。变质程度主要为绿片岩相,局部达角闪岩相,以中等变质为主,同位素年龄超过 17 亿年。

(4)粉子山群。仅展布于山东半岛东部,角度不整合于胶东群之上。由长石石英岩、大理岩、云母片岩夹石墨片岩等组成,厚 3 000~7 680 m,属中等变质岩系。同位素年龄距今 17 亿~20 亿年,层位可与甘河群对比。

(5)宿松群。分布于大别山一带,角度不整合于大别群之上,为中深变质岩系,出露厚度不详。其组成:下部为片麻岩、片岩、混合岩夹大理岩,上部为片麻岩、片岩、大理岩,两者都含磁铁矿层。采用 K-Ar 法测定的同位素年龄有两组:一组是 16.64 亿年;另一组是 16.7 亿年,可能偏低,实际年龄值应超过 17 亿年,其层位可与嵩山群对比。

第三节 黄淮海平原及周边地区沉积盖层的组成与主要特征

辽阔的华北地区,自早元古代末吕梁运动褶皱回返成陆之后,结束了海洋型地槽沉积,只有部分地区在中晚元古及早古生代为海水所浸漫,但均为地表浅海,故而海相沉积建造厚度不大,然大部分地区长期裸露于地表遭受剥蚀。尤其是晚奥陶至早石炭世,全区暴露于地表,长期遭受剥蚀,因此整个华北地区该时段地层全部缺失。另外,中晚石炭世亦有海水入侵,部分地区出现海陆交互或滨海相沉积。可是,绝大部分地区在漫长的岁月里,隆起者长期遭受剥蚀,低洼地带则积水成湖,并接受堆积。于是,晚古生代末以来,几乎所有内陆湖盆均堆积了红色碎屑岩建造。关于华北平原及周边地区中晚元古代以来被覆的沉积盖层列述于后。

一、中上元古代沉积盖层

(一) 中元古代沉积盖层

黄淮海平原与周边地带的中元古代地层可划分为上下两部分,然广义的华北地区中元古代沉积盖层,下部为长城系,上部为蓟县系。但,嵩山等地下部缺失,只见上部,称汝阳群。平原南部边缘的大别山区,下部为苏家河群,上部为信阳群(见表 1-2)。除上述两地外,其余地区的中元古代地层,不是缺失就是发育不全。关于该套地层的分布与主要特性述之如下。

1. 下部沉积盖层

1) 长城系

长城系分布于燕山、太行山及冀中等地,角度不整合于下伏双山子群或甘河群之上,为一套海进沉积系列。底部为砾岩,下部以碎屑岩为主,夹含铁岩层,上部为硅镁质碳酸盐岩,局部夹中基性火山岩,富含球藻类化石及叠层石。然而,采用 U - Pb 法测定下部地层海绿石年龄距今 16.43 亿年,采用 U - Pb 法测定上部地层海绿石年龄距今 14.8 亿年。因此,该套地层同位素年龄可定为距今 14 亿 ~ 17 亿年。

2) 苏家河群

苏家河群露布于大别山地区,角度不整合于宿松群之上。其组成可分上下两部分,下部为片麻岩、石英片岩、角闪片岩、石英岩、大理岩、石墨片岩,局部夹混合岩及浅粒岩,原岩为滨海与浅海相泥砂质及碳酸盐岩,局部夹基性火山岩,厚 2 842 m;上部为片麻岩、石英片岩、绿帘阳起片岩、角闪片岩、绢云片岩,局部轻度混合岩化,厚 2 016 m,原岩为滨海相泥砂质沉积岩及中基性与酸性火山岩。

据微古化石组合分析,其层位相当于燕山区的长城系,属早中元古代。

2. 上部沉积盖层

1) 蓟县系

蓟县系仅出露于燕山一带,整合于下伏长城系之上,为一套广泛海进到海退系列的海相沉积建造。下部以硅镁质碳酸盐岩为主,上部为泥砂质细粒碎屑岩夹碳酸盐岩类及铁、

表 1-2 华北平原及周边地区中上元古界对比

地区 分层对比	地层层 龄界限 (亿年)	高山	大别山	泰山	胶东	辽东	燕山	太行山	豫东	淮北	鲁北	冀中	豫北
		ϵ_1	ϵ	ϵ_1	J	ϵ_1	ϵ_1	ϵ_1	ϵ_1	ϵ_1	ϵ_1	ϵ_1	ϵ_1
上覆盖层	上元古界	上段 Pt_3^2	(缺失)	土门组	(缺失)	震旦系	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)
		下段 Pt_3^1	罗圈组	蓬萊群	青白口系	震旦系	青白口系	中下震旦统	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)
中元古界	中元古界	上段 Pt_2^2	信阳群	(缺失)	(缺失)	(缺失)	蓟县系	长城系	(缺失)	(缺失)	(缺失)	长城系	(缺失)
		下段 Pt_2^1	苏家河群	(缺失)	(缺失)	(缺失)	蓟县系	长城系	(缺失)	(缺失)	(缺失)	(缺失)	长城系
下伏地层		嵩山群	宿松群	泰山群	粉子山群	辽河群	双山子群	甘河群	嵩山群	嵩山群	泰山群	(未揭露)	阜平群