

黄河中游黄土高原地质生态环境综合调查

张拴厚¹, 赵金祥¹, 陆爱明¹, 李海平², 崔建堂²

(1. 陕西省地质矿产厅, 陕西 西安 710054; 2. 陕西省区域地质矿产研究院, 陕西 咸阳 712000)

提要:黄土高原区资源丰富, 生态环境脆弱, 地质灾害多发性强, 危害严重。治黄重点在中游, 中游关键在地质生态环境的改善。笔者较系统论述了本区自然地理、国土资源、区域地质构造、新构造活动、地球物理场及深部构造特征, 黄土高原隆升机制和地质灾害、生态环境问题, 提出了基岩及第四纪地质、矿产和景观旅游资源、生态地质等地质生态综合调查的内容。

关键词:黄河中游; 黄土高原; 地质生态环境; 综合调查

中图分类号: X21.013

文献标识码: A

文章编号: 1000-3967(2000)04-0382-08

世界著名的黄土高原, 雄居中国中部, 蔚然壮观, 西邻青藏高原, 东濒华北平原, 主体处黄河中游的陕北和陇东、晋西地区。本区有众多能源基地, 矿产(固、液、气)及人文景观资源丰富。但地质生态环境脆弱, 地质灾害类型广, 多发性强, 危害严重, 不仅制约了当地经济可持续发展, 更对沿黄下游带来隐患。黄河问题已迫在眉睫, 引起党和政府高度重视。治黄关键在中游, 要以地质生态环境背景为基础, 治黄与西部资源开发并重。黄河中游黄土高原区地质生态环境的综合调查, 将为经济建设、资源开发、国土整治、生态环境改善提供科学依据和对策。

1 黄土高原地质生态环境基本特征

1.1 地貌

黄河中游西起内蒙古托克托县, 东止河南郑州桃花峪, 此段河长约 1 000 km, 水头落差 890 m, 入黄主干支流有窟野河、无定河、延河、洛河、泾河、马莲河、渭河、汾河等 30 条(图 1)。流域西起桌子山、云雾山、六盘山, 东抵太行山、中条山, 北至阴山山脉, 南达秦岭山脉, 面积约 34.4 万 km², 占全河流域面积的 43%, 年水量 247 亿 m³, 占全河水量的 42.5%。

黄河中游地貌大体以长城沿线为界, 北为毛乌素沙漠风沙高原区, 沙漠北缘沙丘与湖滩交错, 滩地平坦, 其中散布小湖泊(俗称海子), 水面大于 0.33 hm² 以上者有数百个, 沙漠东南边缘是覆盖薄层片沙的黄土梁(俗称沙梁), 西南边缘为冲积型“三边”(盐池、定边、安边、靖边一带)草滩湖盆地区。

在毛乌素沙漠风沙高原区以南, 主要是塬、梁、峁、壑等黄土地貌, 海拔一般 800~1000 m。延安以北以峁为主的梁峁沟壑丘陵区; 延安、延长、延川是以梁为主的梁峁沟壑区; 延安以南为

收稿日期: 1999-09-20; 修订日期: 2000-03-10

(作者简介: 张拴厚(1955-03), 男(汉族), 陕西周至人, 教授级高级工程师, 从事区域地质调查及地质管理工作。 http://www

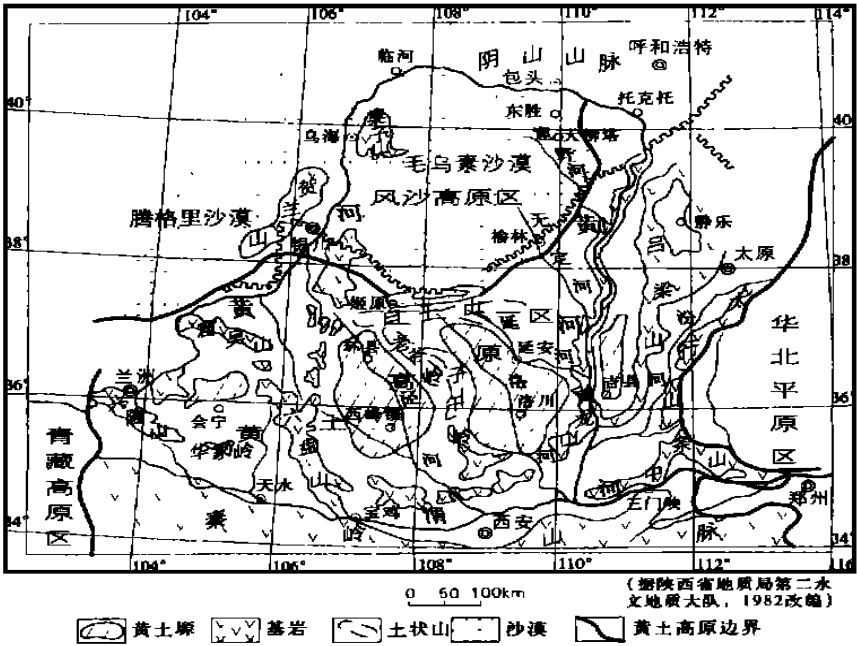


图 1 黄河中游黄土高原略图

Fig. 1 Sketch map of the Loess Plateau in the middle reaches of the Yellow River

以塬为主的塬梁沟壑区,规模较大的塬有陇东、洛川、吉县黄土塬,塬周缘沟谷密布,一般纵深 100~150 m。黄河沿岸则为峡谷丘陵区^[1]。黄土高原区尚分布有众多基岩低山丘陵或土状山,主要有六盘山(2 942 m)、子午岭(1 400~1 600 m)、老爷山(1 774 m)、爷台山(1 312 m)、白于山(1 823 m)、劳山(1 200~1 400 m)、黄龙山(1 600 m)和渭北“北山”(1 200~1 600 m;泛指陕北黄土高原南缘与关中盆地过渡地带的一系列石质山丘)。

黄土高原四周分别为渭河、河套、汾河、银川等众多盆地环绕,盆地地貌以多级河谷阶地、小黄土台塬为特征,海拔在 326~1 000 m 之间。盆地外侧常伴高峻山脉,南有秦岭(太白山、终南山、华山等),北有阴山、大青山,东有太行山、五台山、霍山,西有贺兰山、六盘山,海拔为 2 000~3 600 m。

1.2 气候

汾渭盆地属暖温带半湿润气候区,冬夏较长,夏有伏旱和阵发性大风,秋多阴雨。年均气温 13.3℃,1 月平均气温 -1.3℃,7 月平均气温 26.7℃,年日照平均 2 211 小时,无霜期 207 天。年降水量 604 mm。年蒸发量平均 1 621 mm。风向多为西北风和东北风。黄土高原属暖温带一中温带半干旱气候区,年均气温 9.7℃,1 月平均气温 -6.9℃,7 月平均气温 23.6℃。年日照 2 442~2 886 小时。年降水量 600 mm(淳化)、550 mm(延安)、414 mm(榆林),集中在 7~9 月。长城以南年蒸发量 1 709 mm,长城以北为 2 189 mm。无霜期 155~180 天。冬春少雨雪,多西北风,北部风力最大达 10 级。干旱、霜冻、风沙、冰雹危害较大。

1.3 国土资源

(1) 矿产资源(含固液气):以能源(煤、石油、天然气、煤层气、油页岩、地热)为主,非金属

(高岭土、水泥灰岩、石英砂岩、耐火粘土、紫砂、陶土、石盐矿产及铝土矿、石盐)次之^[2]。

是我国的能源基地,开发前景广阔。煤炭资源主要分布于陕北神木、府谷、榆林横山一带,渭北地区(铜川、蒲城、白水、澄城、合阳、韩城)及黄陵和陇县地区;山西大同及内蒙古和陇东地区。据1980年预测,其中陕北地区煤炭储量近2 400亿吨,仅府谷—神木—横山一带的储量就占总储量的79.7%,煤质优(特低灰、低硫、低砷、低磷,高发热量)、开采条件好(埋深浅、构造简单、层位稳定),是环保型用煤。石油开采分布于庆阳—富县、延安、安塞、延川、延长等地区,主要含油层位是三叠系和侏罗系,油矿特点是面积广、原油质量好、含硫低、比重小、粘度低。天然气资源主要分布于长城沿线定边—靖边—横山—榆林一带,此外在延安、安塞、志丹、吴堡也有工业气井。含气层类型一为三叠系、侏罗系中与石油伴生,另为古生界煤层气、碳酸盐气。后者累计储量达3 000亿 m^3 ,现已管道输气进京、入西安、达银川。该气田属定边—子洲古生界天然气富集区,为下古生界碳酸盐气和上古生界煤成气,含气层主要在加里东侵蚀面及其上下的太原组—下石盒子组、马家沟组,气层埋深2 000~3 500 m,圈闭类型以岩性圈闭为主,为整装气田。地热资源广泛分布于鄂尔多斯地块周缘盆地中,地热异常高值区一般位于箕状断陷盆地山系一侧及断裂交会处,与活动断层相对升降幅度相关,除地表出露的中、高温泉外,钻井开采地热水井口水温可达80~112℃。

高岭土产于石炭—二叠纪煤层底板,主矿体为1~3层,厚1~4 m,含高岭石一般大于90%,层位稳定,多属大型优质高岭土矿床,质量能满足高档陶瓷、造纸涂布的原料和化妆品配料要求;水泥及化工用灰岩,属奥陶纪马家沟组,规模大、层位稳定。可作水泥、电石、制碱原料。矿体易露天开采,表层覆盖的马兰黄土等还可做水泥配料,综合开发利用;耐火粘土,矿层主要赋存于石炭纪本溪组、太原组及二叠纪石盒子组,矿石以硬质和半硬质粘土为主,耐火度大于1 675~1 770℃;铝土矿含矿层为石炭纪本溪组,矿层厚1~4.89 m,矿石含 Al_2O_3 平均达57.6%。矿层上部产有煤和耐火粘土矿,可综合利用;石英砂岩含矿层为侏罗纪延安组,层位稳定,矿石属高硅、含铁,粒度适中,易碎、易选的优质玻璃原料;盐田(石盐)主要产于米脂—绥德一带,含矿层为奥纪系;紫砂陶土赋存于三叠纪富县组,其品质可与宜兴陶土相媲美;饮用矿泉水除鄂尔多斯地块内部陕北甘泉县、榆林市外,多集中于周缘盆地区,其中榆林普惠泉俗称“桃花水”,滋养塞外美女,属偏硅酸锶型优质矿泉水,甘泉县美水沟为含偏硅酸低矿化度重碳酸钙型优质矿泉水,酿甘泉美酒。

另外,鄂尔多斯陆核下岩石圈厚度高达180 km以上,地表热流值低,为40~45 mw/m^2 。沉积盖层平缓、岩浆活动极微弱,是一个良好的寻找中、新生代侵位的金伯利岩型金刚石原生矿床的靶区。在陕西北部及东胜隆起区已发现高铬铬尖晶石及榴辉岩型镁铝—铁铝榴石指示矿物,固阳地区居民发现两颗金刚石,山西境内有1 500 Ma侵位的微含金刚石金伯利岩。

(2)土地(壤)资源及利用评价:长城沿线以北,为风沙土、盐碱土利用改良区。多分布沙土,含明沙土(飞沙)、黄沙土、沙土(水拉沙、耕种熟化)、水沙(水成)。庆阳—延安—离石一带为黄土丘陵沟壑黄绵土水土保持改良区,发育岩生土(原色土或原质幼年土)——主要为黄土,含硬黄土(离石黄土)、磨盘土(淤积)、黄绵土(砂黄土)黄壤、白壤土、白土、白绵土)。此外在定边—靖边南侧,尚分布原色土(紫色土、基岩幼年土)——含麻骨石土(砂砾岩)、砂土(灰、红砂土—细砂岩)、红土(古土壤、三趾马、红土层)。渭北—吕梁山黄土沟壑及丘陵为黑垆土黄土水土改良区,土壤类型复杂,有岩生土、黑壮土(森林土)、淤土(冲积、洪积、坡外)、原色土、楼

土(古老耕种土)、肝泥土等。汾渭、大同等盆地平原为黄土改良培肥区,土壤有楼土、油土、立槎土、黄壤土等^[3]。古代黄河中游植被发育,长城以北水草丰盛,曾是“天苍苍,野茫茫,风吹草低见牛羊”的天然牧场,长城以南为森林草原,野生动物成群。是唐代的天然牧马场。在周代,人们赞美其“山林川谷美,天材之利多”。经过两千多年来的气候变迁,群雄逐鹿,战乱灾荒,无度开垦、放牧、采伐,形成今日黄土高原土地沙化、水土流失。总体看现今黄土高原内部土地贫脊,干旱缺水,耕地以旱地和坡地为主,旱地占90%,坡度大于25°者占45%,而周缘盆地则沃野千里,旱涝保丰,以平地和水浇地为主。较具规模的林地主要分布于三北防护林带、延安以南的桥山、蟠龙山、黄龙山林区。土地利用除耕地、草地外,尚有城乡居民住宅和工矿用地、水域和交通用地。此外还有荒耕坡地和难利用地(沙地、河滩地、裸露地、盐碱滩地等),黄土高原内部约占65%。

(3)人文及景观旅游资源概况:黄河中游区是中华民族的摇篮,炎黄始祖的发祥地。上下五千年,历史积淀深厚,方圆800里,人文景观皆宝。人文资源主要有陕西兵马俑、黄帝陵、炎帝庙、渭北汉唐帝王将相陵墓带、碑林、法门寺、楼观台、革命圣地延安;山西太原晋祠、纯阳宫、天龙山道教石窟、大同云冈石窟、九龙壁、华严寺、浑源悬空寺、应县木塔、运城关键人物帝庙;内蒙古伊克昭盟成吉思汗陵墓;甘肃西峰寺沟石窟、泾川王母宫石窟等等。地质、地貌景观资源有陕西天下奇险华山、六月积雪太白山、骊山、宝鸡关山牧场、陇山景福山、壶口瀑布、榆林红石峡、神木二郎山、佳县白云山、古长城、靖边西夏国都城遗址“白城子”、红碱淖自然保护区沙漠湖泊风光,合阳东王温地自然保护区岩溶泉群和黄河沿岸景观,蓝田猿人遗迹、半坡文化、洛川黄土剖面;山西北岳恒山、佛教名山五台山、庞泉沟自然保护区等。

1.4 区域地质构造环境

(1)区域地层:属华北地层大区之晋冀鲁豫地层区,含鄂尔多斯、山西、华北西南缘3个地层分区。地块内新生代黄土堆积—河湖相沉积基底^[4~5]包括太古宙古陆核结晶基底——含集宁岩群(内蒙古)、迁西岩群(冀)、涑水岩群(晋)、太华岩群(陕)变质表壳岩及TTG变质侵入岩类;早—中元古代浅变质火山—沉积过渡基底——含五台、吕梁、绛县群、滹沱群(晋),熊耳群(陕),铁铜沟组(陕)等;中元古代—奥陶纪陆源碎屑—碳酸盐岩沉积基底——高山河、官道口群及辛集、霍山、朱砂硐、馒头、张夏、三山子、贾汪、马家沟组等;晚石炭世—早白垩世浅海—内陆湖盆碎屑沉积——含月门沟群(本溪、太原、山西组),石盒子组、石千峰群(孙家沟、刘家沟、和尚沟组)、二马营、延长、瓦窑堡组,富县、延安、直罗、安定组,保安群(宜君、洛河、环河组,罗汉洞、泾川组)。新生代黄土—河湖相沉积——鄂尔多斯地块西部为渐新世固原群,东部为中—上新世保德组、静乐组,第四纪更新世为风积黄土,气候寒冷干燥。以洛川黑木沟黄土剖面为代表,可分为:午城组,俗称石质黄土,含密集の数层钙结核、钙板层。离石组,具14层黄土及稀疏钙质结核,其中9、15层俗称上、下粉砂层,后者为离石组的底界标志层。马兰组为多孔疏松黄土,以S1古土壤层为底界。剖面黄土总厚130 m,区域上一般厚80 m左右。北部无定河上游,南部渭北(北山)地区,晚更新世发育小范围河湖相萨拉乌苏组及乾县组,厚一般几十米。全新世河谷地区为砂、砾石堆积;在塬、梁、峁马兰黄土之上或古阶地表层,发育黑垆土及晚近黄土,一般各剖面有1~3层,最厚4.5 m。据黄河中游区黑垆土¹⁴C测年资料,成壤期分布于3个时段,即距今2 000~3 000年、4 600~7 400年和8 100~9 900年^[6]。周缘新生代断陷盆地,新生界以南北的渭河与河套盆地沉积厚度达8 000 m,远大于东西两侧的断陷

盆地。盆地火山岩主要出现于山西北部,为渐新世繁寺组橄榄玄武岩,有7个喷发旋回;晋、冀、内蒙古交界地区,中新世汉诺坝组玄武岩;大同晚更新世玄武岩。在陕西临潼渭河盆地内钻孔中,见第四系中有火山灰薄层。

(2)区域构造与新构造运动基本特征:新构造时期(N_2-Q),鄂尔多斯地块及其周缘断陷带及南缘弧形构造带几何学、运动学及稳定性迥然而异。随着鄂尔多斯地块拱起,迫使原在渭河位置的黄河,从刘家峡袭夺改道后,曲折绕道从地块北、东缘而过,河道成今日之貌。地块内部,地层近水平,无明显褶皱与断裂,受周缘盆地断陷掀斜断块作用,中间略低,构造极简单,地壳较稳定;周缘断陷带宽20~50 km,南北的渭河、河套断陷带盆地受左旋剪切拉张正断层控制²,东、西的山西、银川—吉兰泰断陷带盆地受右旋剪切拉张正断层控制,以断块掀斜差异升降为特征,沉降深达3~8 km;断陷盆地形成以渭河盆地最早为始新世,次为河套和银川盆地为渐新世,山西断陷带盆地最晚,为中—上新世始,且至今在运城一带尚残存现代内陆湖(盐池、硝池);鄂尔多斯地块西南缘断裂束,由西南向东北为推挤的弧形走滑逆冲断层,造就鄂尔多斯内部与西南侧的黄土高原连为一体,地貌上构成统一的黄土高原;周缘断陷带尽管差异升降强烈,除山西断陷北部有少量渐新世、晚更新世玄武岩喷发外,岩浆活动不甚发育。表明盆地相当裂谷发育的初期阶段,断陷破裂过程主要在上地壳内;现今微地震活动集中于周缘断陷带及西南缘弧形断裂带,位于中国重要的强震活动带。震中严格受盆地及其活动断裂控制,震源深度发生于上地壳;受断裂构造活动影响,伴生地裂缝、滑坡等地质灾害;据地壳垂直形变测量,形变带与区域构造线一致,鄂尔多斯块体基本以缓慢上升为主,一般 $0\sim+1$ mm/年,局部延安、洛川达 $+2.8$ mm/年。周缘盆地均为继承性沉降活动,一般 $0\sim-5$ mm/年。断块山地仍以强烈上升为主,年均达 $+1\sim+6$ mm。剔除城市过量采水引起的地面沉降因素外,这种区域性的差异升降趋势,与新构造格局及继承性活动一致。

(3)区域航磁重力场特征:黄土高原及南部汾渭盆地,重磁地球物理场基本一致。区域航磁异常强度低、宽缓、呈北东向带状斜列分布,正负异常相间,反映基底隆起与凹陷间互。如神木—吴旗负异常带,延安—绥德正异常带。异常梯度带还可反映基底隐伏断裂,如靖边—神木和吴旗—磴口、渭河盆地内多条基底断裂。区域布格重力异常以北东向为主,梯度变化反映深部为一向北西西缓倾的斜坡,斜坡上局部异常叠加有近东西向微起伏的隆、凹构造。

(4)深部构造特征:莫霍面起伏与地表构造对应吻合。在鄂尔多斯块体内部,莫霍面埋深42~46 km,梯度平缓。在周缘总体呈北东、西南深(40~46 km),东南、西北浅(32~40 km)。周缘盆地存在一系列规模不等的莫霍面隆起与陡变带,其中渭河盆地与河套盆地的临河凹陷埋深最浅,小于32 km,相对黄土高原主体高出12 km。地块内部居里面异常带主体呈北东向,与重磁异常相似,存在小起伏埋深一般30~35 km,浅层地温梯度 $2.5\sim3.0$ °C/100 m。在周缘盆地,异常带与盆地构造带一致,居里面埋藏浅为20~25 km,浅层地温梯度 $3.0\sim3.7$ °C/100 m,明显高于盆地两侧的黄土高原和周边山系。

(5)黄土高原隆升与地质构造因素:结合邻区构造演化历史分析鄂尔多斯地块,在始新世雅鲁藏布江板块缝合带闭合以来,印度板块向欧亚板块俯冲,受青藏高原应力作用,地块西南缘产生北东向的水平压应力,呈弧形走滑逆冲,北东引张,其他周缘呈“纯剪状态组合”,形成剪

切拉分盆地^[7]。从而西南弧形边缘与鄂尔多斯地块隆升区连为一体,造就黄土高原不平衡的持续隆升。

1.5 区域地质生态环境问题

黄河中游黄土高原区地质生态环境十分脆弱,已成为国内乃至世界地质灾害和环境专家关注的热点地区,比较突出的地质生态环境问题有:(1)水土流失——本区由于土松、坡陡、植被差,加之风沙、水蚀搬移,水土流失面积达 10 万 km^2 ,侵蚀模数平均 $6\,920\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,最高达 $30\,000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,黄河中游向下游多年均输沙量 $15\times 10^8\text{t}$ 左右,占全河总沙量的 90%。其中在下游沿途淤积的粗沙,主要来自陕西无定河、窟野河、秃尾河及晋陕间支流。另据资料统计², $9\times 10^8\text{t}$ 泥沙来自陕北黄土高原区,占黄河总泥沙量的 56%。水土流失,不仅造成原地土壤破坏,环境恶化诱发其他地质灾害,且巨大的输沙量给下游造成河道与水库淤积,河床抬高成“悬河”,引发洪水泛滥、决堤改道等灾难。(2)植被破坏、草场退化、土地荒漠化、土地盐渍化、风灾与沙尘暴,在全区不同程度发育,以古长城沿线最为严重。(3)地震活动——历史破坏性地震集中于周缘断陷盆地区及西南弧形断裂带,自公元前 780 年以来,共记录有 51 次 6 级以上地震,其中 $M_s\geq 8$ 级 5 次,7 级 $\leq M_s < 8$ 级 10 次。据历史地震烈度分布规律,渭河盆地东部、山西断陷带、银川盆地、中卫—海原—陇西地区均为 $\geq 8^\circ$ 区,其中在华县—朝邑、临汾、海原、银川等地烈度 $\geq 10\sim 11^\circ$ 。地块内部陇东—陕北黄土高原和毛乌素风沙高原,两千多年 $M_s\geq 6$ 级地震很少出现,仅零星出现 $M_s\leq 5$ 级地震,历史地震烈度一般 $6\sim 7^\circ$ 。(4)滑坡、崩塌、地面沉降、地裂缝、黄土湿陷等,由于特殊的地质环境条件,加之人类工程经济活动,此类灾害危害严重。(5)干旱缺水、水资源问题突出,矿业开发、经济建设、农业发展,急需查明水资源潜力。(6)现代化城市的发展对大气和水环境的污染日趋严重。如延安市延河两岸排污口达 370 处,河水质低于 4 级。(7)由于水质及黄土沙尘气候、土壤地球化学等因素,区内部分地区存在高氟、碘缺乏,造成氟中毒、克山病、大骨节病、食管癌等地方病高发区。氟中毒主要分布于周缘盆地区,黄土高原区海原—固原、定边—靖边、东胜—榆林等地。克山病与大骨节病分布区基本一致,多发于延安—黄陵—永寿及吉县、陇西—蒲城等地,此外在榆林、临汾也有零星发病区。食管癌死亡分布则与黄土颗粒分带密切相关,在黄土高原区东南部,食管癌死亡率 $10\sim 40$ 人/10 万人,多与黄土—粘黄土带有关,死亡率一般与黄土颗粒粒径呈负相关^[6]。

2 黄河中游黄土高原区地质生态综合调查的内容

2.1 区域地质调查

(1)基岩地质调查:前新生代层状地质体——重点调查岩石地层单位(含非正式)岩性、主要物质成分、地球化学特征、空间产态及时空变化、成因及含矿性、动植物化石及接触关系等。进行沉积特征、基本层序调查,分析沉积环境,研究聚煤规律和油、气成生、富集作用及沉积盆地充填序列和发展演化史。(2)第四纪地质调查:新生代沉积岩调查应充分使用遥感资料,查明第三纪、第四纪沉积物种类、物质成分、厚度及分布范围,结合成因类型、地貌单元形态特征等合理划分正式或非正式岩石地层单位;调查第三纪、第四纪沉积物与地貌单元之间的关系,生物地层、磁性地层、古土壤层、古文化层等与岩石地层单位之间的关系,建立区内地层多重划

² 王德潜,关于黄河治理若干问题的建议,1999

分对比方案,研究新生代沉积演化史;调查黄土与第四纪地质,研究黄土高原人类繁衍生息与地质演化、古气候、古生态环境变迁的关系;查明地貌类型、河道形成及迁移、侵蚀、淤积的地质作用过程。活动构造调查——调查各类活动断裂的规模、产状、性质、活动性及其与其他地质灾害的关系;研究新构造活动,确定活动断裂构造系统,结合其他地质灾害因素,根据不同地区地质条件进行区域稳定性评价,大中城市开展稳定性小区划。

2.2 灾害地质与环境地质调查

(1)土地沙化、风沙侵蚀、移动沙丘的调查与治理,利用遥感解释,捕获沙漠化数据、定位、图形等信息源,建立沙漠化动态演变模型,为治沙防沙和沙漠区资源开发建设提供科学依据。(2)查明土壤侵蚀、水土流失滑坡、泥石流、崩塌、煤矿采空区塌陷的分布、规模、危害程度及潜在危险区段,研究其形成机理,提出预防和治理建议。(3)黄土湿陷调查。(4)大气、地表水、地下水污染的调查与治理。(5)城镇、人口稠密区人文活动,交通道路、工程建设与水文地质、工程地质条件的调查研究,进行区域稳定性评价。

2.3 矿产资源和景观旅游资源调查

(1)矿产资源调查:主要调查煤、石油、天然气、耐火粘土、陶土等能源、非金属矿产资源。(2)景观旅游资源调查:黄土高原区是第四纪地质和黄土地貌考察研究的天然场所,有典型的河、湖相沉积构造,独特的塞外“大漠风光”别具特色。黄河流域是中华民族的摇篮,更有颇多人类活动的古文化遗址,进行景观旅游资源调查十分必要。包括典型地质、地理景观的调查,各种地质营力形成的典型地质地貌景观调查;典型陆相地层剖面、沉积构造、古生物化石采集点的调查;古文化遗址,长城、寺、庙、山寨等人文景观资源调查,编制旅游资源现状图,提供景观旅游资源保护及可开发利用的建议。

2.4 生态地质调查

含地貌类型调查;植被分布或绿地状况调查;土地利用现状调查;农业地质调查——调查土壤类型及分布、土壤物质成分、组构特征、耕作层土壤类型、成土母岩(质)类型、成分特征等,对不同类型土壤进行剖面地球化学研究,与农作物关系密切的有益、有害元素的含量与分布状况,及与人民居住与健康、地方病的分布关系,对土壤改良,合理施肥,农作物种植及农业区划及地方病防治提供科学依据。

2.5 水文地质与工程地质调查

收集研究测区已有水文地质资料,对地下水的形成、赋存条件、水质、水量、水动力学特征及补给和排泄条件进行适当调查,对开发利用现状和存在问题给予综合评价;对地表水分布、流量及井泉进行调查,对地表水污染现状、水文条件、地表环境地质、生态地质的关系调查;基本查明关中盆地等地区地热资源开采利用现状,水文地质条件、水质变化及水资源潜力;岩土工程地质调查,视地方需要独立成图,编专项报告。

2.6 区域地球化学与地球物理调查

调查区域地球化学背景,了解土壤营养元素和有害元素的含量与分布状况;进行区域重力调查,了解区域布格重力、自由空间重力异常与分布状况。

成文中与翟刚毅、蒲关虎、李荣社、王武元教授级高级工程师共同讨论,在此致谢。

参考文献

[1] 西安地图出版社编,陕西省地图册[M].西安,西安地图出版社,1991.11—12.

- [2] 陕西省区调队·陕西省志·地质矿产志(第四卷)·西安:陕西人民出版社,1993.
- [3] 陕西省计划委员会·陕西省国土资源·西安:陕西人民出版社,1985.69—72.
- [4] 陕西省区调队·陕西省区域地质志[M]·北京:地质出版社,1989.
- [5] 陕西省地质矿产局·陕西省岩石地层[M]·武汉:中国地质大学出版社,1998.
- [6] 刘东生,安芷生,韩家懋,等·黄土与环境[M]·北京:科学出版社,1985.93—99,366—380.
- [7] 国家地震总局·鄂尔多斯周缘活动断裂系[M]·北京:地震出版社,1998.17—18,322—324.

Geocological environment of the Loess Plateau in the middle reaches of the Yellow River and its comprehensive investigation

ZHANG Shuan-hou, ZHAO Jin-xiang,
LU Ai-ming, LI Hai-ping, CUI Jian-tang

(1. Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xi'an 710054, China;
2. Shaanxi Institute of Regional Geology and Mineral Resources, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract: The Loess Plateau has abundant resources, but its ecological environment is weak. There geological hazards occur repeatedly, doing serious harm to the region. The key area for controlling the Yellow River is the middle reaches, while the key point of the middle reaches is the amelioration of the geocological environment. The authors relatively systematically deal with the physical geography, land resources, regional geological structure, neotectonic movement, geophysical field and deep structure of the study area, as well as the uplift mechanism of the Loess Plateau, geological hazards and ecological environment, and propose the content of a comprehensive geocological investigation, including bedrocks, Quaternary geology, mineral resources and landscape tourism resources.

Key words: the middle reaches of the Yellow River; Loess Plateau; geocological environment; comprehensive investigation