

HENAN KUANGJING DIXIASHUI DE

FANGZHI YU LIYONG

河南矿井地下水的 防治与利用

黄德发 刘述森 郭启文 吴 强 冯立杰 等 编著

煤炭工业出版社

河南矿井地下水的防治与利用

黄德发 刘述森 郭启文 吴 强 冯立杰 等 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

防治矸井水害
變水害為水利

濮洪九

二〇〇六年五月

根治煤礦水害

確保安全生產

李恩東

二〇〇六年五月

编委会名单

主 编	黄德发	刘述森	郭启文	吴 强	冯立杰
副主编	赵社邦	吴里扬	杨治国	朱中民	
编写人	黄德发	刘述森	郭启文	吴 强	冯立杰
	赵社邦	吴里扬	陈振络	保韵华	朱中民
	杨治国	王全营			

序

煤矿生产建设是一项复杂、艰苦的工作，在生产、建设过程中常遇到各种灾害的侵袭，尤其是地下水对矿井生产、建设的危害和影响既普遍又突出，它不但增加生产、建设成本，甚至造成淹井、淹矿事故，造成职工伤亡和国家财产的重大损失。

河南省是我国产煤大省，新中国成立后矿井建设规模不断扩大，煤炭产量不断上升，开采水平逐渐加深，地下水对矿井危害日益增多。在煤炭生产和矿井建设中防治和减少矿井涌水灾害，一直受到各级领导的高度重视。几十年来，全省煤矿广大工程技术人员和职工，针对河南各矿区的水文地质条件，不断探索和实践，在矿井水文地质条件、水害预测与预报、防治水技术应用与推广，以及矿井水的综合应用方面，做了大量工作，取得了宝贵经验，对河南煤矿的建设发展起到了重要作用。

为了客观回顾矿井地下水对矿井的危害，认真总结河南煤矿几十年来与地下水作斗争的经验，进一步探讨地下水赋存和涌出规律，以及治理和利用技术，有关专家编写了本书，相信这对矿井地下水进行综合治理，变水害为水利，发展循环经济，进一步促进河南煤炭工业快速发展，会起到重要的推动作用。

本书的作者，都是从事河南矿井生产、建设，在水文地质方面具有丰富经验的科技工作者，他们在多年的矿井水的防治与利用工作中积累了丰富的实践经验，并收集了大量文献资料，进行了较系统、全面的研究和分析，在此基础上进行了总结、提高，最终编著成书。这是一部结合河南矿井实际，具有较高水平的实用著作，对推动矿井防治水与利用有很大的作用。

本书所介绍的内容，包括了河南煤矿生产、建设中遇到的构造体系及区域水文地质条件，煤矿矿床、水文地质区域特征的差异，碳酸盐岩溶成因及突水特征、涌水规律，开拓布署及防排水系统，采掘巷道的防治水方法、矿井突水淹井（地区）的救治与恢复，以及矿井水排、供、生态环保三位一体的综合利用等。多数章节列有应用与计算实例，利于读者参考借鉴。

该书的出版，希望能得到矿山工程和地下工程、水文地质等方面的专家学者以及水文地质方面工程技术人员的关注，以便共同地提高和完善矿井防治水技术，并扩大其应用领域，使之发挥更大的作用。

事物总是不断发展的，矿井水文地质领域未认识和待解决的问题还很多，

矿井防治水与利用也是处于不断发展和提高的过程中，相信通过不断实践与创新，广大科技工作者和工程技术人员一定会不断提出新理论、新方法、新手段，使矿井防治水与利用技术更加完善，并达到更高的水平。

河南煤矿安全监察局
河南省安全生产监督管理局 局长



二〇〇九年三月二十九日

前 言

河南地处中原,煤炭储量较为丰富,区域含煤地层主要为华北型石炭二叠系煤层。在新中国成立后50多年的建设与开采过程中,常因含水层涌水而导致灾害。其涌水灾害,一是来自距地表较近的第三、第四系冲积层涌水,尤其以永城矿区及焦作矿区最为突出,冲积层厚、涌水大,建井宜采用特殊凿井法施工;二是来自二叠系巨厚砂岩,也给建井造成困难,如豫西的平顶山巨厚砂岩,永城矿区的 K_5 、 K_6 砂岩,豫北煤田的石盒子砂岩等;三是主采煤层基底普遍发育的石炭系太原群灰岩,奥陶系、寒武系巨厚的碳酸盐岩溶地层,其岩溶发育,富水性强,在矿井生产、建设过程中,涌水一旦突出,常造成淹没采区和矿井的重大事故。

防治和减少矿井涌水灾害,是矿山建设和生产的一项重要任务。几十年来,全省煤矿广大工程人员和职工,不断探索和实践、在矿井水文地质理论、水害预测预报、防治水技术的应用与推广方面,取得了很大成就。特别是20世纪90年代之后,恶性的淹井、淹矿事故明显减少。特殊凿井施工方法增多,井筒建设速度加快,物探技术得到较广泛应用,对采煤工作面底板注浆堵水加固方法起到了良好作用,矿井排出的水综合利用初见成效。一些矿区总结矿井防治水的体会,概括起来主要是6个字。一是清:采用钻探、物探、化探、水文地质试验等方法 and 手段查清水文地质条件。二是排:按照《煤矿安全规程》规定安装和建造足够的排水设施和排水系统,排出矿井和突水点的涌水。三是防:搞好地面防洪,建设井下各种防水煤柱及防水闸门、水闸墙等防水构筑物。四是堵:用注浆办法封堵对矿井建设和生产无用的水。五是疏:有计划地疏水降压,避免超压开采。六是用:将矿井排出的水进行去污取净,为工农业和人民生活所用,逐渐使井下排出的水成为可利用资源。

本书的编著目的,就是要较系统地总结河南矿井防治水的经验,内容力求结合实际,以使之对今后矿井水防治有较强的指导作用。本书在编写过程中,许多单位和同志提供了宝贵的经验和资料,对书中内容进行了认真的审查和校正,在此表示感谢。

矿井防治水工作是一项综合性的技术,是与地下地质、水文条件作斗争的自然科学,有待认识的问题还很多,特别是矿井开采深度日益加大,复杂的建设和生产条件日益增多,未知的东西还很多,但随着防治水工作进一步深入、细化,探测手段进一步更新,治水的手段不断增多和日见完善,防治水工作一定会更好地开展下去。

由于作者学识和经验所限,书中难免存在疏漏和偏差,敬请有关专家和读者不吝赐教,在此致以衷心的感谢。

作 者

2005年1月

目 录

序 前言

1 概述	1
1.1 黄河流域	2
1.2 淮河流域	2
1.3 海河流域	2
1.4 地下水与煤炭资源	2
2 构造体系及其控煤作用	4
2.1 伏牛—大别北西向构造体系的控煤作用	4
2.2 小秦岭—嵩山东西向构造体系的控煤作用	5
2.3 新华夏系构造的控煤作用	6
2.4 豫中北西向构造带的控煤作用	7
3 区域水文与地质条件	8
3.1 松散的第三系、第四系冲积层含水岩组	8
3.2 砂岩裂隙含水岩组	8
3.3 碳酸岩类裂隙岩溶含水层	8
3.4 碳酸盐类岩溶裂隙含水岩组	9
4 重点矿区及其水文地质条件.....	10
4.1 豫北煤田水文地质条件.....	10
4.2 豫东永城矿区水文地质条件.....	23
4.3 豫西煤田地层及其水文地质.....	35
5 河南煤矿矿床水文地质区域特征的差异.....	54
5.1 成煤时代.....	54
5.2 沉积构造.....	54
6 二₁煤系基底碳酸盐岩溶成因及富水特征	57
6.1 岩溶及溶洞成因.....	59
6.2 煤系底板灰岩的突水条件.....	61

6.3	突水系数·····	65
6.4	突水前征兆·····	67
6.5	构造与突水·····	68
7	矿井涌水与突水规律·····	71
7.1	顶板涌水及其规律·····	71
7.2	底板涌水及其规律·····	76
8	井筒施工时的防治水·····	92
8.1	倾斜井筒施工的防治水·····	94
8.2	立井井筒施工防治水·····	101
9	立井含水层涌水预处理·····	108
9.1	冻结法凿井·····	108
9.2	立井井筒地面预注浆堵水·····	129
9.3	钻井法施工·····	146
9.4	立井地面帷注堵水施工·····	155
10	开拓布署与矿井防排水系统·····	158
10.1	开拓布署·····	158
10.2	防水闸门的构筑与管理·····	164
10.3	防水闸墙·····	178
10.4	排水系统·····	185
11	防水煤(岩)柱的留设及其分析·····	195
11.1	断层防水煤(岩)柱及其对断层导水性的判断 与认识·····	196
11.2	断层的力学性质·····	201
11.3	断层面与岩层的夹角大小和断层带两侧的岩性条件·····	201
11.4	断层带固有的阻水能力和可能承受的静水压力·····	201
11.5	采掘工作面与断层构造相对位置关系·····	201
11.6	由采矿活动引起的采动冒裂、矿山压力及地压对 断层破碎带的重复破坏作用·····	203
11.7	断层防水煤(岩)柱的留设·····	203
11.8	地表水体或疏散冲积含水层下采煤防水煤 柱的留设·····	207
11.9	井田矿界的防水煤(岩)柱·····	211
11.10	防水煤柱的留设与保护·····	212

12 采掘巷道防治水	213
12.1 补充水文地质勘探.....	213
12.2 完善矿井或矿区地下水观测孔.....	213
12.3 加强矿井水文地质资料的分析整理.....	213
12.4 利用物探技术,查清水文地质条件.....	213
12.5 采掘工作面探放水.....	228
12.6 采煤工作面底板灰岩置换预注浆.....	251
13 矿井突水淹井(地区)的救治与恢复	258
13.1 突水后的现场工作.....	258
13.2 研究确定被淹矿井(地区)恢复的主要方法.....	259
14 雨季及暴雨对矿井的危害及防范措施	301
14.1 雨季及暴雨对矿坑充水的影响.....	301
14.2 防范雨季暴雨危害矿井的措施.....	307
15 矿井涌水量预测与计算	309
15.1 矿井水的补给条件对矿井涌水量预测的影响.....	309
15.2 计算公式中的参数对矿井涌水量预测的影响.....	310
15.3 矿井涌水量预测与预算.....	311
16 矿井水排、供、生态环保三位一体综合利用	339
16.1 水文地质条件和矿井的涌水.....	339
16.2 矿井水的综合利用.....	340
16.3 排水、供水、生态环保三位一体的优化管理.....	345
作者简历.....	346
主要参考文献.....	349

1 概 述

河南省地处中原，位于黄河中下游，面积16.7万km²。省内主要山系南有大别山、桐柏山，北倚太行山，西来秦岭，东走芒锡，中有嵩岳。中部及东部逐步过渡成丘陵，平原构成一个三面环山、西高东低的自然地势，如图1-1（文前彩图）所示。

河南的地貌复杂多样，境内不仅有绵延高峻的山地、坦荡无垠的平原、波状起伏的丘陵，还有群山环抱的盆地。省内地层出露齐全，整体地貌为三块山地和一大平原组成。

西北是豫北山地，由太行山脉的南段构成，大体成北东—西南走向，海拔1000m左右，在河南境内约200km。太行山具有典型块段山的特点，东西两侧明显不同，西北坡和缓，渐渐融入黄土高原；东南坡陡峻，常以断崖沉落于华北平原。故而西望太行，山势巍峨，挺拔雄伟，如林州市的林虑山、修武县的云台山、济源市的五龙口等都是悬崖峭壁，沟谷幽

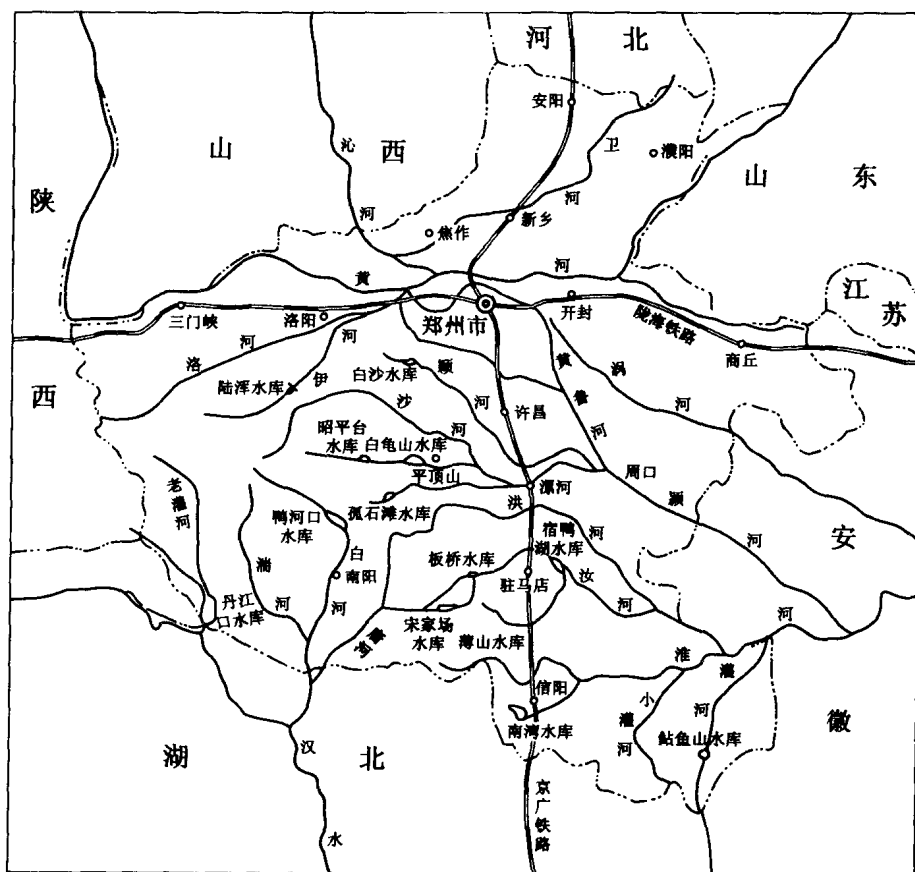


图1-2 河南省主要河流、水库分布图

深, 风景秀丽, 泉水丰富, 以辉县市百泉最为著名, 而山前冲积盆地的地下蕴藏着丰富的煤炭资源。

豫西山地是河南山地的主体, 西来秦岭, 进入河南是扇形向东北、东南展开, 南接南阳盆地, 东至京广铁路, 北临黄河南岸, 形成四支山脉。自北向南依次为崤山、熊耳山、外方山、伏牛山, 其中尤以伏牛山气势最为宏大, 以嵩岳最为有名。河南的主要煤炭均分布在山前盆地和山间槽地中。

豫南山地由桐柏山和大别山构成, 呈西北—东南走向, 横贯于鄂、皖、豫三省边界, 为长江淮河的分水岭。大别山西部鄂豫交界处的鸡公山, 海拔784m, 山形似公鸡, 是著名的疗养胜地。

河南境内的京广线以东是辽阔坦荡的豫东平原, 属华北平原的一部分, 东西宽100~260km, 南北长500km, 自古以来就有“千里中原”之称。海拔多在40~100m之间, 地面由西向东微微倾斜。该平原由黄河、淮河、海河冲积而成, 通称为黄淮海平原。这里一般冲积层厚, 地下水资源丰富, 隐伏式煤田多, 有待进一步勘探开发。

河南的河流众多, 河流地处全国地势的第二、第三级阶梯的衔接部位, 因此主要河流多发源于第二阶梯的山地, 向东北、东东南和南方向分流, 形成典型的扇状水系。这些河流分属黄河、淮河、长江、海河四大水系, 如图1—2所示。

1.1 黄河流域

黄河从陕西潼关进入河南, 在台前县进入山东, 在河南省长约720km, 干流奔腾于中条山和崤山之间。在三门峡市附近, 黄河宽缩至300~400m, 两岸悬崖峭壁, 水流湍急, 形成中外驰名的三门峡。孟津以下属下游, 水道变宽, 水流变缓, 泥砂沉积, 河床变高, 成为举世闻名的地上河。主要支流南侧有洛河、伊洛河, 北侧有沁河、潞河, 均不同程度地穿过黄河两侧的煤田。

1.2 淮河流域

淮河发源于桐柏山的太白顶, 自西向东, 经豫皖到江苏注入洪泽湖。淮河在河南境内长约340km, 是河南省最大水系。其支流众多, 北侧支流发源于豫西山地, 穿过煤田的主要支流有颍河、汝河、沱河、浍河、贾鲁河等。

1.3 海河流域

卫河发源于太行山, 是海河的主要支流, 在河南境内长400km。卫河的支流较多, 其中较大的有安阳河、淇河、峪河、子房河、黄水河等, 焦作、鹤壁煤田均赋存在此。

1.4 地下水与煤炭资源

河南的地下水按其赋存条件, 可分为豫西、豫南、豫北山地的基岩裂隙水、东部平原的浅层地下水和深层承压水。

承压水主要分布在山地丘陵区和平原区中深层地带。山区的地表水通过断层裂隙或溶洞, 渗入含水层, 成为山前地表的承压水, 一旦打穿隔水顶板, 即可形成自流泉, 如安阳珍珠泉、辉县百泉、密县的超化泉、三李泉群等。

河南的矿产资源十分丰富，尤以煤炭最为著称，煤炭的开采历史悠久，素有“千载煤州”之称，早在2000年前就开始采煤。到了1949年全省煤炭年产量达112万t。新中国成立后，随着新中国建设的步伐加快，煤炭工业得到了迅速的发展。特别是改革开放以来，煤炭产量飞速增长，2003年全省煤年产量达到1.26亿t，2004年产量达1.54亿t。目前全省137个县市中有52个县市赋存有煤炭资源，煤系地层总面积达62800km²，占全省总面积的37.6%，2000m以浅的煤炭储量超过1170亿t。河南煤炭资源分布如图1—3（见文前彩图）所示。

河南目前的生产建设矿井，多集中在京广铁路以西，京广铁路以东的煤炭资源尚待进一步勘探开发。到2000年经过产业结构调整 and 关井压产，全省共有各类煤矿1693个，其中国有重点煤矿52个，国有地方煤矿63个，乡镇及个体煤矿1578个。河南省煤炭产量一直处于全国前三位。河南省国有煤矿的分布如图1—4（见文前彩图）所示。

煤炭既是不可再生资源，又是重要能源，是经济发展的基础，目前煤炭在全省能源构成中占87%以上，它不仅为河南国民经济发展提供了充足的能源保障，还有力地支援了华东、中南等省市的经济建设。

全省有十几座城市都是因煤而起，靠煤而兴，如平顶山、焦作、鹤壁、义马、永城等都是以煤起家，带动了其他工业，使之成为有一定实力的新兴工业城市；禹州、巩义、新密、汝州、登封、荥阳等市也都是以煤炭为依托，大力发展乡镇企业，成为农、工、商各业兴旺的富庶之地。随着改革的不断深入，将进一步促进生产力的解放，河南的煤炭工业将在全省乃至全国经济发展中，起到更大的作用。

但河南省的煤炭生产和建设系地下作业，水害事故时有发生，对矿井建设和生产造成一定的危害。据不完全统计，新中国成立后河南国营煤矿由于突水造成淹矿35次，乡镇等集体煤矿淹没次数更多。到2000年由于涌水造成10人以上的人员死亡事故达45次，死亡人数达600多人。从突水水源分析，国营煤矿突水多发生在二₁煤层底板灰岩，乡镇煤矿突出多发生在越界开采及穿透采空区出水，造成人员伤亡事故。

2 构造体系及其控煤作用

河南煤田的形成与古地理环境密切相关，而古地理环境则受构造体系的控制。河南的大地构造位置，位于秦岭—昆仑纬向构造体系东段与新华夏系第二沉降带及第三隆起带的复合联合部位。根据地质构造沉积建造等方面的特征，可将省内控煤构造划分为小秦岭—嵩山构造体系、伏牛山—大别山北西向构造体系、新华夏构造体系以及豫中北西向构造体系。

河南主要含煤地层为石炭二叠纪，占总储量的98%以上。这些煤田的分布，煤系地层的保存，岩性、岩相含煤情况的变化，水文地质的特征，富水情况的变化都受一定构造体系的控制。现就构造体系与石炭二叠纪煤田的关系作一阐述。

2.1 伏牛—大别北西向构造体系的控煤作用

伏牛—大别北西向构造体系形成时期早，震旦纪前已初具雏形，华北沉积石炭二叠纪

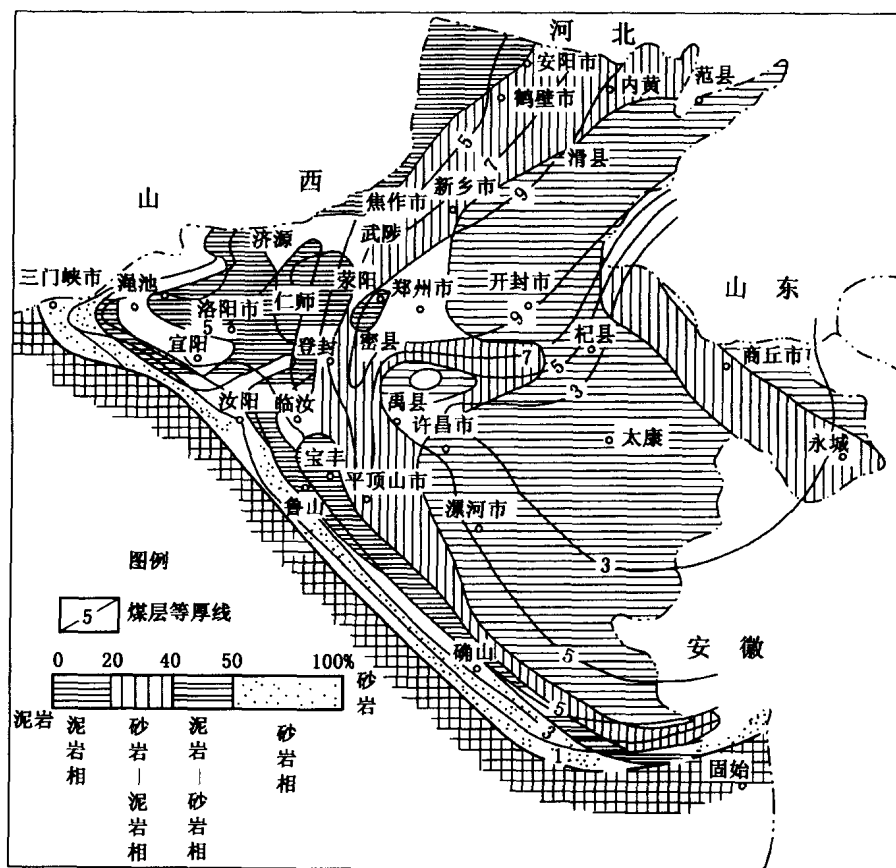


图2-1 河南省山西期沉积岩相与煤厚关系图

时, 该期隆起为陆, 未接受煤系地层沉积。从石炭二叠纪岩相古地理图可以看出, 煤盆地西南边缘碎屑岩相发育, 煤系沉积变薄, 说明河南省古地势西南高、东北低, 沿北西向展布的古老隆起为晚古生代煤盆地的西南边缘, 并为煤系的沉积提供了物质来源, 其山西期沉积岩相与煤厚关系如图2-1所示。

2.2 小秦岭—嵩山东西向构造体系的控煤作用

晚古生代时, 小秦岭—嵩山东西向构造体系处于相对平静期, 除西部小秦岭熊尔山区隆起为陆, 以东地区广泛接受沉积, 由于当时纬向构造已有所活动, 所以沉积基底存在起伏, 如嵩箕山区为东西向的隆起, 渑池、洛阳、郑州、中牟一线为东西向凹陷, 豫西地区含煤地层多沿东西向展布, 即与这些隆起和凹陷有关。

古生代以后, 特别是燕山运动以来, 纬向构造体系在河南强烈活动。由于南北向的水平挤压, 产生一系列东西隆起、拗陷和断裂带。煤系在隆起区遭受剥蚀, 在拗陷区得到保存, 形成了各个独立的煤盆地。受东西向构造体系控制的有陕渑、偃龙、荥巩、登封、新密等煤田。

嵩箕山区东西向构造规模宏伟, 对煤田影响十分强烈, 沿东西向展布的嵩山、箕山大背斜控制了石炭二叠系煤系地层的分布。嵩山背斜西为偃龙煤田, 东为荥巩煤田, 中间为北西向的压扭性断裂(五指岭断层)所切, 由于该断层的平推作用, 使荥巩煤田相对北移12km。

嵩山背斜以南, 箕山、大洪寨背斜以北, 为东西向延展的颍阳—大金店向斜和密县—新郑向斜, 登封煤田、新密煤田即保存在这两个向斜盆地中, 其主要构造骨架受纬向带控制, 如图2-2所示。

在构造体系内, 东西向断裂比较发育, 规模大, 分布密, 多为高角度正断层, 如登封

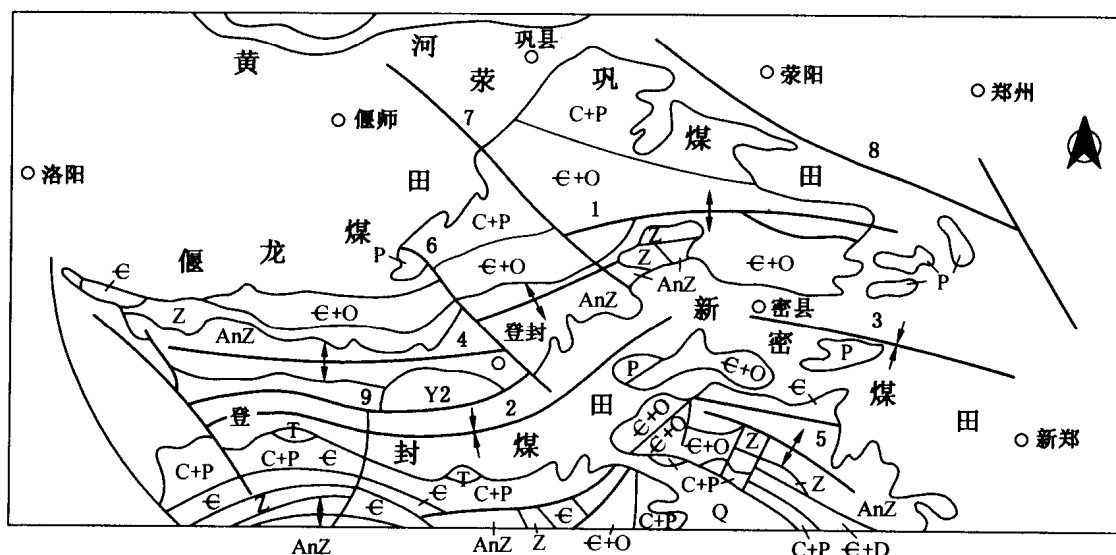


图2-2 嵩箕区纬向构造体系与煤田关系图

1—嵩山背斜; 2—颍阳—大金店向斜; 3—密县—新郑向斜; 4—箕山背斜; 5—大洪寨背斜;

6—嵩山断层; 7—五指岭断层; 8—郭小寨断层; 9—月湾断层

煤田的月湾断层、新密煤田的大隗镇断层、焦作煤田的东西向阶梯状断层。这些断层对煤田影响很大，往往由于它们的存在，使煤系埋深变浅。焦作煤田，由于阶梯状断层的存在，煤系逐级抬升，有利于煤层开采，如焦作田门—修武剖面，见图2—3。

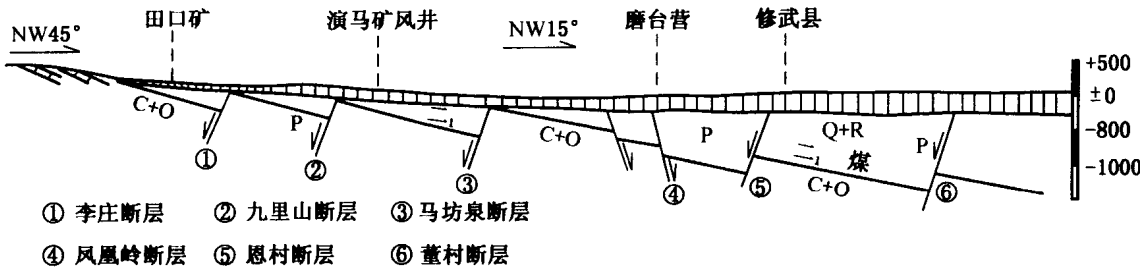


图2—3 焦作煤田田门—修武剖面图

2.3 新华夏系构造的控煤作用

新华夏构造的控煤作用在河南北部和东部表现强烈，对豫北、豫东各煤田的控制作用特别明显。北部太行山区自燕山运动以来，新华夏系第三隆起带大幅度上升，石炭二叠系含煤地层遭受剥蚀，仅沿太行山东南麓与新华夏第二沉降带交界处，保留部分煤系地层，如

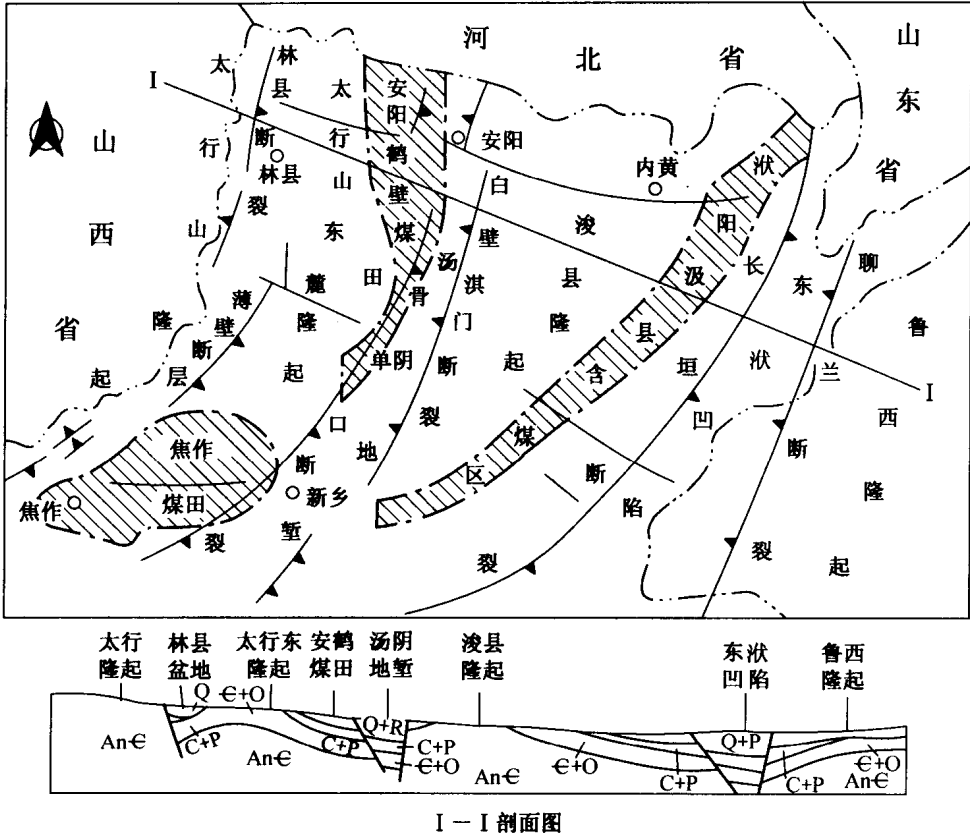


图2—4 豫北地区新华夏构造体系控煤略图