1. 松散岩类孔隙含水岩组

主要分布在黄淮海冲积平原、山前倾斜平原和灵三、伊洛、南阳等盆地中，面积约 12.0×10^4 km^2，地下水主要赋存在第四系及新近系砂、砂砾、卵砾石层孔隙中。根据松散岩类含水层的岩性组合及埋藏条件，一般划分为浅层、中深层、深层 3 个含水层组。

(1) 浅层含水层组（埋深小于 60 m）

主要分布在黄淮海冲积平原、太行山前倾斜平原、南阳、伊洛、灵三盆地和淮河及其支流河谷地带，含水层主要为冲积、冲洪积砂、砂砾、卵砾石，结构松散，分选性好，普遍为二元结构，具有埋藏浅、厚度大、分布广而稳定、渗透性强、补给快、储存条件好、富水性好等特点，该含水层组一般为潜水，局部为微承压水。

黄河冲积平原：主要是全新统形成的黄河大型冲积扇，冲积扇始于沁河口，向东北以卫河为界，向东南以贾鲁河—颍河为界。含水层为砂砾石、中粗砂、中细砂、细砂、粉细砂组成，永城南部有亚粘土孔隙裂隙含水层。含水层总的变化规律是向前缘和两翼颗粒变细，厚度较薄，层次增多，富水性减弱，矿化度增高。黄河南扶沟—杞县以西、黄河北濮阳—内黄的西南属黄河冲积扇中上部主流相，含水层以中粗砂含砾石、中细砂为主，厚度 12～25 m，顶板埋深 5～20 m，单位涌水量 10～30 m^3/h·m，渗透系数 10～30 m/d；内黄—濮阳东北、商丘—民权西南为泛流带相，泛道和边缘相相间呈条带状，含水层为中细砂、细砂和粉砂，厚 10～15 m，埋深 10～20 m，单位涌水量 5～15 m^3/h·m；商丘的东北部和范县—长垣一带属冲积扇的前缘相，含水层以粉细砂为主，厚度小于 5 m，埋深 10～35 m，单位涌水量小于 3 m^3/h·m。地下水流向黄河南为 WN-ES 南向，黄河北为 WS-EN 向。矿化度自西向东由小于 0.5 g/L 过渡到 2～5 g/L，局部地段大于 5 g/L。

淮河冲洪湖积平原：分布在漯河东南、确山以东、淮河以北至颍河，主要为中上更新统含水层。沙汝河平原上游，含水层为全新统-中更新统砂砾石，厚度 10～44 m，单位涌水量大于 25 m^3/h·m；河道带及中游河间地块，含水层厚度 10～20 m，西部为砂砾石，东部为中细砂，单位涌水量 5～10 m^3/h·m；平原区含水层主要是中上更新统冲洪湖积细砂、中细砂，局部含泥质和砾石，呈带状透镜状穿插，厚度 8～25 m，埋深 10～40 m，单位涌水量 5～10 m^3/h·m；山前岗地小河谷中有砂砾、碎石透镜体或宽条状含水层，单位涌水量为 1～

地球科學論壇 bbs.geokx.com

3 $m^3/h\cdot m$，大部为粘土裂隙水、风化壳接触带水，单位涌水量小于 1 $m^3/h\cdot m$。

太行山前冲洪积倾斜平原：主要由安阳河、淇河、黄峪河、白涧河、沁河、蟒河等多期冲洪积扇群构成，含水层为上更新统和全新统砂砾石、中粗砂、砂，向前缘变细、变薄，埋深增大，富水性减弱，水质变差。倾斜平原上部为沿太行山前弧形带状岗地，宽 10 km，含水层厚 10～20 m，单位涌水量 10～30 $m^3/h\cdot m$；倾斜平原中部含水层受河流冲积影响较大，古河道带含水层厚度大于 10 m，为砂砾石、中粗砂，厚 5～10 m，单位涌水量 5～10 $m^3/h\cdot m$；前缘带具明显的河道带强富水的特征，含水层以中细砂为主，厚 5～30 m，单位涌水量 10～30 $m^3/h\cdot m$，矿化度小于 0.5 g/L。

灵三盆地：山前为坡洪积和河流冲积，具明显的分带性。河谷平原主要是全新统、上更新统砂砾石含水层，黄河滩地、1 级阶地分布有全新统的粉细砂含水层，厚 10～30 m，埋深 2～35 m，单位涌水量 5～10 $m^3/h\cdot m$，渗透系数 10 m/d 左右；山前坡洪积高斜地，含水层分布不均，多呈槽带状、透镜状，厚度 6～30 m，埋深 20～60 m，单位涌水量 1～5 $m^3/h\cdot m$，涧口洪积扇达 10 $m^3/h\cdot m$左右；黄土塬赋存有上层滞水，单位涌水量小于 0.5 $m^3/h\cdot m$。

伊洛盆地：周边为黄土丘陵，裂隙发育，局部有砂砾石透镜体和多层钙核层，赋存有上层滞水。山前倾斜平原为中更新世冲洪积扇群构成，含水层厚度 5～25 m，埋深 40～60 m，单位涌水量 5～10 $m^3/h\cdot m$；河谷平原含水层的变化规律是向两侧变细变薄，埋深变大，纵向的变化是由上游至下游由卵砾石、砂砾石变为砂含砾石、砂，厚度由薄变厚，含水层厚 4～40 m，单位涌水量 30～100 $m^3/h\cdot m$，渗透系数 20～33.6 m/d，矿化度小于 0.5 g/L。

南阳盆地：盆地周边岗地为中更新统冲洪积相极弱-弱富水的亚粘土、粘土裂隙含水层，局部有河流冲洪积条带状、透镜状砂、泥质砂砾石含水层，单位涌水量 1～5 $m^3/h\cdot m$ 左右；中部平原含水层由上更新统冲湖积砂、砂砾石、泥质砂砾石组成，厚度 6～12 m，埋深 6～25 m，单位涌水量 4.3～8.0 $m^3/h\cdot m$，矿化度小于 1.0 g/L；沿唐、白河及主要支流呈带状分布的上更新统和全新统洪冲积砂、中细砂、砂砾石含水层，厚 10～25 m，顶板埋深 20～30 m，单位涌水量 10～30 $m^3/h\cdot m$，具微承压性。

（2）中深层含水层组（埋深 60～150 m，局部达 200 m 或小于 60 m）

该深度内主要是更新统含水层组。由于构造、古地理、气候及成因不同，各地沉积厚度和埋藏深度差别很大，黄河平原主要是中上更新统冲洪积-冲积砂层，淮河平原、南阳盆地、灵三和洛阳盆地等主要是中下更新统岩层

地球科學論壇 bbs.geokx.com

黄河冲积平原：主要以中上更新世古黄河冲洪积扇的形式展布，以黄河为轴部，始于沁河口向两翼、前缘含水层颗粒变细、厚度变薄至尖灭，埋深增大。北翼延津—内黄、南翼中牟—开封为冲积扇的中上部主流相，含水层顶板埋深 40～100 m，南翼局部达 160 m，可见 3～4 层中砂、中细砂，总厚度 30～40 m，局部大于 40 m，单位涌水量 5～10 $m^3/h \cdot m$，局部大于 10 $m^3/h \cdot m$；濮阳—长垣一带为冲积扇中下部，含水层顶板埋深 50～100 m，可见 4～5 层细砂、粉细砂，局部透镜状，总厚度 10～30 m，单位涌水量 1～5 $m^3/h \cdot m$；商丘和周口东部为冲积扇的下部边缘相，含水层民权以西为粉细砂，东部粉细砂呈薄层透镜体，较大面积为亚砂土、亚粘土，含水砂层厚度小于 5 m，顶板埋深 120～160 m，单位涌水量 1.0 $m^3/h \cdot m$ 左右；永城南部顶板埋深 140～160 m，含水层主要为细砂、中细砂，厚度 20 m 左右，单位涌水量 2.68～6.74 $m^3/h \cdot m$。

淮河冲洪湖积平原：驻马店—沈丘的西部主要是中下更新统冲洪积、冰水和冲湖积含水层，而此线的东南和山前一带主要是下更新统和新第三系河湖相含水层。倾斜平原临颍—漯河—西平以西至襄县、叶县一带，中更新世冲洪积扇和下更新世冰水三角洲发育，含水层以砂卵砾石、中粗砂为主，厚度 25～70 m，埋深 40～100 m，单位涌水量 10 $m^3/h \cdot m$ 左右；临颍至项城以南、正阳至淮滨以北，含水层以中下更新统中细砂为主，局部含砾石或粉细砂，厚度 10～30 m，埋深 60～150 m，单位涌水量 5～10 $m^3/h \cdot m$；商水、项城、沈丘南部含水层埋深大、厚度薄，以粉细砂为主，单位涌水量 1～5 $m^3/h \cdot m$；淮南垄岗地区，中深含水层不发育，山间河谷和山前一带，含水层主要为下更新统冰水泥质卵砾石、砂砾石和古、新近系半胶结的砂、砂砾岩及砂砾层，含水层埋深 40 m 左右，总厚度 50～100 m，单位涌水量 1～3 $m^3/h \cdot m$ 左右。

灵三盆地：黄河滩地、Ⅰ、Ⅱ级阶地及主要支流的下游，下更新统在百米内可见 30～50 m 砂、砂砾石层，顶板埋深小于 70 m，单位涌水量 5～10 $m^3/h \cdot m$；黄河Ⅲ级阶地和塬区，含水层粒细、层薄、埋深大，富水程度不均；山前一带为中下更新统冲洪—冰水沉积泥质砂、砂卵石含水层，局部半胶结，沿河道呈带状小面积分布，埋深小于 100 m，单位涌水量小于 5 $m^3/h \cdot m$。

伊洛盆地：除河谷外，大都为中上更新统黄土覆盖，含水层分布和富水性很不均匀，山前、洛阳以西和伊河东岸，含水层为弱富水的微胶结-半胶结砂、砂砾岩，局部夹泥灰岩，顶板埋深 30～120 m，厚度 10～30 m，单位涌水量 1～4 $m^3/h \cdot m$；盆地东部在 200 m 深度内，可见 30～50 m 砂、砂卵石含水层，

地球科學論壇 bbs.geokx.com

单位涌水量 5 ~ 10 $m^3/h \cdot m$

南阳盆地：下更新统为一套冰水冲湖沉积，受古地理条件的控制，山前盆地沉积厚度较薄，而中部沉积厚度大于 350 m。下更新统上部近盆地边缘主要是粗颗粒的含泥质砂砾石，顶板埋深 30 ~ 80 m，局部达百米，含水层 2 ~ 3 层，厚度 30 ~ 70 m，到盆地中部则为中细砂、细砂乃至尖灭，由于盆地向中心的交互穿插叠加，可见 3 ~ 4 层含水层，厚度 20 m 左右，埋深 50 ~ 80 m，空间分布极不均匀；下更新统下部，含水层顶板埋深 200 m 左右，在 350 m 深度内可见两个含水层，由边部砂砾石向中部过渡为砂层，厚度 50 ~ 80 m，分布较稳定。盆地中部大致在白河、湍河及其汇流两侧 10 ~ 25 km 范围，单位涌水量 5 ~ 10 $m^3/h \cdot m$，近盆地边缘单位涌水量为 1 ~ 5 $m^3/h \cdot m$。

(3) 深层含水层组（埋深 150 ~ 200 m 以下至 350 m）

豫西黄土地区、各山前缓岗地区和淮河平原主要是古、新近系（第三系）含水层，黄海平原和南阳盆地主要是下更新统或二者合之。济源至沁阳、内黄至濮阳、洛阳至偃滩、郑州、新郑至中牟及杞县、太康和南阳盆地的社旗一带，含水层为砂砾石、中细砂，厚 40 ~ 100 m，单位涌水量 2 ~ 10 $m^3/h \cdot m$；开封东部、周口、灵三盆地、伊洛盆地西部，含水层不发育，一般为粉细砂和胶结的砂砾岩，单位涌水量 1 ~ 5 $m^3/h \cdot m$。

2. 碳酸盐岩类裂隙岩溶含水岩组

碳酸盐岩类含水岩组是基岩山区最有供水意义的含水岩组，岩性主要为震旦系、中上寒武系、奥陶系的灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩，分布在太行山、嵩箕山、淅川以南山地。一般沿层面和裂隙发育有溶洞、溶隙等，构成降水、地表水入渗的良好通道，是地下水径流、储存的有利场所。在当地侵蚀基准面以上，为透水不含水的缺水地段，而侵蚀基准面以下的溶洞或溶隙发育地带，有丰富的地下水，一般泉流量达 3.6 ~ 60 m^3/h，中奥陶灰岩单位涌水量为 27.22 ~ 36.14 $m^3/h \cdot m$，而上寒武、下奥陶系灰岩水量相对较小。在山前排泄地带的有利部位往往形成大泉，如辉县百泉、安阳珍珠泉、小南海泉、鹤壁许家沟泉等，流量都曾在 1 000 m^3/h 以上，20 世纪 90 年代以来基本断流。

碳酸盐岩夹碎屑岩含水岩组主要分布在焦作以西、嵩山南部、箕山东部，外方山东西两端和淅川以北等山地，由下寒武系和部分石炭系组成，富水性极不均一，下寒武系泉流量在 32 ~ 314.7 m^3/h，其他 7.6 ~ 20.7 m^3/h，单位涌水量 1 ~ 10 $m^3/h \cdot m$。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

3. 碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组

主要是二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古新近系和部分石炭系、震旦系，分布于王屋山、新浑山地、嵩山北麓、箕山西南、平顶山及太行山、大别山前和山间盆地等，含水层主要为砂砾岩和砂岩。受岩性、地质构造、补给条件等因素控制，其泉水流量有所差异，淅川县上寺泉流量达 540 m^3/h，济源、渑池泉流量 5.4 ~ 18 m^3/h，而宜阳、临汝、大别山北麓泉流量仅 0.004 ~ 3.6 m^3/h，一般富水性较弱。

4. 基岩裂隙含水岩组

系指变质岩和岩浆岩类裂隙含水岩组，分布在伏牛山、桐柏山、大别山区，由花岗岩、片麻岩、片岩、千枚岩、石英岩、白云岩、大理岩组成。地下水赋存在构造质碎带和风化裂隙中，其风化裂隙深度 15 ~ 35 m，局部达 75 m，泉点较多，泉流量一般为 5.4 ~ 20 m^3/h，栾川三岔口泉最大流量达 122.4 m^3/h。

二、地下水分布规律

1. 地下水的埋藏条件

基岩山区地下水的埋藏深度受地形、地质构造的控制变化极大，一般火山岩、变质岩类分布区，地下水埋藏较浅，泉点很多；碎屑岩类分布区，水位变化较大，在盆地和单斜地区承压性大；碳酸盐岩类分布的中低山区，地下水埋藏较深，但补给区、径流区和排泄区地下水埋藏由深到浅分带明显，当地的侵蚀基准面是地下水埋深的重要标志。

松散岩类孔隙水的埋深，主要受地形的控制，其次是人工开采和地质条件的影响，地下水埋深的规律性很强。黄土梁塬区地下水埋藏较深，一般 20 ~ 120 m，它的特点是初见水位和抽水后的稳定静止水位有时差几十米；山前岗地，地下水埋藏亦较深，一般小于 30 m；平原区地下水位埋深总的规律是由山前向平原，水位埋深变浅。

黄淮海平原的中深层地下水，具承压性，水头一般高于浅层水，且有含水层埋藏越深水头越高的规律，部分地区自流。

2. 地下水的补给、径流、排泄

在基岩山区，断裂、褶皱破碎带、岩溶裂隙为降水入渗、地下水储存、径流、排泄提供了有利条件。

裂隙岩溶水的重要特点是降水入渗补给快，地下水径流交替条件好，排泄快而集中，它的补排异地分带性强，在排泄区受阻往往以大泉的形式出流，亦

地球科學論壇 bbs.geokx.com

有较大的潜流补给山前，矿坑排水和人工开采亦为重要排泄方式；岩溶分布区的另一个特点是河流在补给区汇集排泄地下水，而到径流区又渗漏补给地下水，即相互转化关系频繁。

基岩裂隙水，受降雨入渗补给，地形、裂隙发育程度和植被，影响较大，总的特征是潜水径流短、交替强烈，向河流、沟谷、洼地以泉的形式排泄。

黄土梁塬地区，地下水埋藏较深，主要是降雨通过黄土裂隙孔隙入渗补给，其次是渠渗和灌溉回渗补给。黄土区地形起伏较大，冲沟发育和植被较差，导致降水量流失多，入渗少，是黄土丘陵干旱缺水的重要原因之一。它的明显排泄以塬为单位，以泉的形式排入深沟，以径流形式补给河流阶地地下水。

垄岗地区由于沟谷发育，坡降较大，且表层多为粘性土，从而降水多形成地表径流，入渗补给地下水较少；局部地带接受山区微弱的径流补给，并以河流、沟谷切割含水层，呈泉和渗流的形式排泄于地表。

平原区，不同区段补给源有所不同。

太行山前倾斜平原受山区侧向径流、降水入渗等的补给，地下水水力坡度为 1:1 000～3:1 000，地下径流条件好。前缘黄卫河交接洼地，则水流滞缓，形成一些涝渍地，地下水流向和地形坡向基本一致。

黄淮平原和南阳盆地地下水主要靠降水补给，其次是灌溉回渗，临黄河及渠道闸区的两侧，河道渗漏是重要的补给源。经试验研究，黄河侧渗影响宽度约 5～10 km，侧渗补给总量 3.6×10^8 m^3/a，单宽侧渗补给量 68.96×10^4 $m^3/a\cdot km$，平原区降水对地下水的补给和潜水蒸发量受包气带岩性、地下水水位埋深的影响，其补给、径流、排泄以垂直交替为主，水力坡度极缓，水平径流微弱。天然状况下它的平衡取决于降水和蒸发；近几十年来大面积开采地下水、河道建闸蓄水、引水灌溉等，对地下水的影响日趋扩大，其动态决定于降水、蒸发、开采和调蓄之间新的平衡关系。

中深层承压水在山前、盆地主要受侧向径流补给，其次为越流补给；平原区主要是越流和弹性释水补给，径流微弱。消耗主要是开采和径流，由于补给微弱，开采主要消耗静储量。

3. 地下水动态规律

（1）区域浅层地下水动态特征

影响区域浅层地下水动态变化的因素主要为降水和人工开采等，根据 1997～1998 年全省区域地下水动态特征，分析区域浅层地下水动态类型主要有降水入渗-开采型、开采型、降水入渗-蒸发型、水文型等。其中降水入渗-开

地球科學論壇 bbs.geokx.com

采型为区域浅层地下水的主要动态类型，主要分布在平原区的中部、东部、东南部及南阳盆地，约占平原区面积50%以上，处于采补平衡或尚有潜力状态，地下水埋深稍大、蒸发作用较弱，其消耗主要为开采，受此影响水位逐年回落；开采型主要分布在豫北南乐、清丰、内黄、滑县、温县、孟州、郑州等地，显示地下水超采较严重；降水入渗-蒸发型主要分布在漯河的东南至平舆、正阳、新蔡一带及周口东南部，地下水埋藏较浅，受降水入渗补给，其消耗主要为蒸发，地下水开采量较小，为地下水有潜力的地区；水文型沿主要河流分布，因地表水常年补给地下水，地下水位随地表水位变化而变化。

根据1972年以来河南省区域地下水动态监测资料，依地下水水位变化过程及发展趋势，地下水动态演变可分为持续下降型、阶段性下降型、相对稳定型等3种基本类型。

① 超量开采，水位持续下降型。主要分布在豫北的南乐、清丰、内黄、滑县及温县、孟州和郑州等地。自1972年以来，浅层地下水水位变化特征是水位高程逐渐降低，水位埋深逐年加大，其形成原因是地下水的开采量大于补给量所致，汛期降水入渗补给地下水的量小于枯水期的超额开采量，致使水位年复一年的下降，有时特丰水年份汛期地下水水位恢复高于前期水位，但多年平均地下水开采量大于补给量，而总趋势仍改变不了其持续下降的特征，历年平均下降速度为0.3～0.7 m/a。

② 气象、开采双重因素影响，地下水水位呈阶段性下降型。主要分布在黄淮海平原的东部和中部，地下水动态受气象、开采双重因素影响呈阶段性下降状况，20世纪80年代中期以前主要受气象影响有规律的波动变化，而后地下水位随开采量的增加而逐年下降，其中1986年到1987年下降速度较快，1988年以后水位下降速度减缓，平稳下降。

③ 气象因素制约，地下水位动态稳定。主要分布在驻马店东部及沿黄地带，周口南部及鄢陵、西华等地，其地下水埋藏浅，水位变化幅度小，受气象因素明显，开采影响较小，为相对稳定型动态。1972年以来地下水水位除有小幅的上下波动外，无明显的上升或下降趋势。

河南省区域浅层地下水埋藏深度，在20世纪60年代之前普遍较浅，80%以上的区域地下水埋深小于4 m，最大埋深不足8 m；70年代起地下水水位逐年下降，到90年代初地下水埋深小于4m的区域缩小近半，最大水位埋深达到16 m左右；20世纪90年代末地下水水位埋深小于4 m的区域已较小，埋深在4～8 m间的区域面积最大，豫北局部地区地下水水位埋深达20～22 m。据

地球科學論壇 bbs.geokx.com

1999年监测资料（图2-3），地下水水位埋深小于4 m的区域主要分布在豫南、豫东南的驻马店、信阳、周口及沿黄地带，面积26 276 km^2，占平原区面积的33.2%；埋深在4～8 m的区域主要分布在商丘、开封、许昌、漯河及南阳盆地和豫北的新乡等地，面积39 355 km^2，占平原面积的49.7%；埋深在8～12 m的区域主要分布在豫北及南阳盆地的周边地带，面积为6 454 km^2，占平原区面积的8.2%；埋深12～16 m的区域分布在豫北的北部、西部及许昌西部，面积4 050 km^2，占平原区面积的5.1%；埋深大于16 m的区域主要分布在豫北的南乐、清丰、内黄及温县、孟州等地，面积为3 033 km^2，占平原区面积的3.8%，河南省浅层地下水水位埋深面积变化情况，见表2-1。

表2-1　河南省平原区浅层地下水水位埋深面积变化对比表　　单位：km^2

埋深分区(m) \ 年份 面积	1964	1976	1991	1999
<4	71 367.4	61 762.9	38 192.0	26 276
4～8	8 214.9	17 819.4	35 980.7	39 355
8～16			10 529.3	10 504
>16				3 033

区域浅层地下水目前已形成两个降落漏斗：一为安阳—濮阳漏斗，面积达8 236 km^2，漏斗中心有两个，一个在南乐、清丰一带，中心水位埋深为20～22 m，一个在滑县东部，水位埋深18～20 m；另一个漏斗为温县—孟州漏斗，面积为562 km^2，漏斗中心水位埋深20～22 m左右。

根据1991年、1999年区域浅层地下水动态监测资料对比，全省平原区地下水水位变化分为上升和下降两种类型。大部分地区地下水水位以下降为主，水位下降区面积为61 640 km^2，占平原区面积的77.9%，平均下降速度为0～0.4 m/a，最大降幅为1.23m/a；水位上升区主要分布在中部、南部及豫北的新乡等地，上升区面积为17 527 km^2，上升幅度为0～0.4 m/a，局部上升幅度达0.4～0.8 m（表2-2）。

表2-2　1991～1999年河南省平原区浅层地下水变幅情况统计表

变化类型	年均变幅(m/a)	面积(km^2)	分布区
下降	>1.2	138	安阳北部
	0.8～1.2	473	淇县、孟州
	0.4～0.8	7 360	豫北中部、许昌
	0～0.4	53 669	沿黄地带及黄河以南大部
上升	0～0.4	17 409	新乡、开封东、扶沟、柘城等
	0.4～0.8	118	辉县

地球科學論壇 bbs.geokx.com

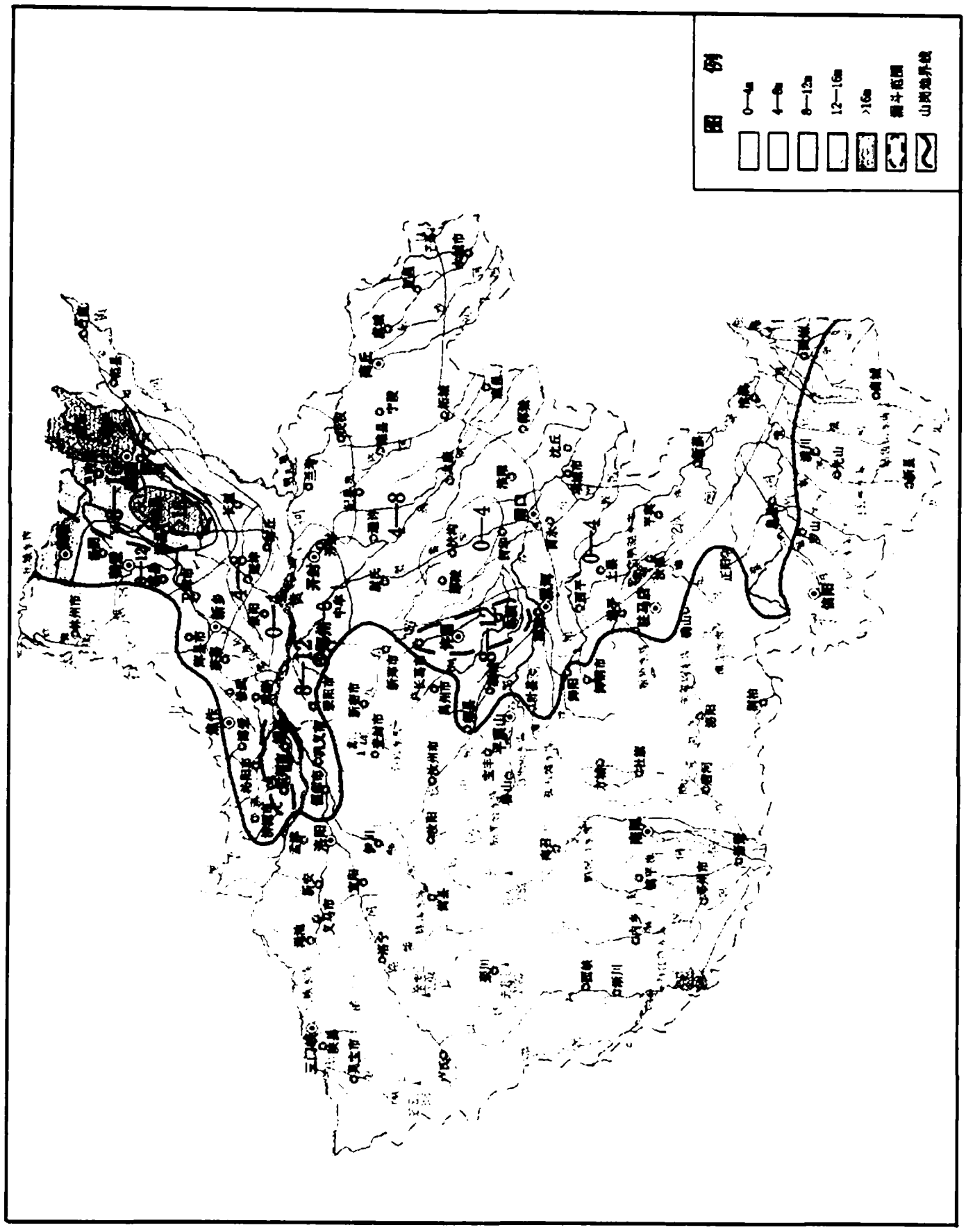

图 2-3　1999 年河南省平原区浅层地下水埋深图

地球科學論壇 bbs.geokx.com

（2）城市地下水动态特征

城市地下水动态，除受降水、开采、地表水体影响外，城市所处的自然地理、地质环境条件及城市建设影响亦较大，由西部山区到东部平原由于水文地质条件的变化，其地下水动态特征有较明显的差异。河南省主要城市可分为西部山地及山间盆地区、中部山前岗地平原区、东部平原区 3 种分布形态，各城市近期地下水动态变化及降落漏斗情况见表 2-3、表 2-4。

西部山地及山间盆地区：主要城市有鹤壁、焦作、三门峡、洛阳、平顶山、南阳等。其中鹤壁、焦作主要开采岩溶水，其动态为典型的降水入渗-开采型，丰水期地下水水位上升，枯水期急剧下降，年际间变化较明显，1997 年降水量小，焦作市地下水水位平均下降 11.3 m，1998 年降水量大，地下水水位平均上升 8.6 m；洛阳、南阳、平顶山浅层地下水动态为降水入渗-开采型，由于地下水补给条件好，水量较丰富，水位变动幅度小，年变幅较小；三门峡地下水埋深较大，动态类型为开采型，地下水水位与三门峡水库联系密切：蓄水期地下水水位随水库水位上升而抬高，泄水期地下水水位随水库水位下降而回落。

中部山前岗地平原区：主要城市有安阳、新乡、郑州、许昌、漯河、驻马店、信阳等，分布于山前岗地与平原的过渡地带，地下水的补给、径流条件较好，地下水相对较丰富。安阳、新乡主要开采浅层地下水，20 世纪 90 年代初期地下水水位下降明显，中期以后地下水水位降幅减小，新乡地下水 水位还略有回升；郑州以开采中深层地下水为主，水位变化较复杂，一是中深层水与浅层水水力联系密切，水位升降基本一致，二是中深层水位变化与开采量关系紧密，目前已形成一个复合型漏斗，1998 年 7 月漏斗面积为 491 km^2，中心水位埋深 74.31 m；许昌、漯河、驻马店为浅层、中深层、深层地下水综合开采，浅层地下水动态类型为降水入渗-开采型，中深层、深层地下水为开采型；信阳水资源充沛，地下水开采量很少，埋深小，受气象因素影响明显。

东部平原区：主要城市有开封、濮阳、商丘、周口等，其地下水的补给条件差，含水层富水性相对较弱，特别是深层地下水，侧向径流补给很弱，垂直入渗补给少，开采以消耗弹性储存量为主。浅层地下水动态为降水入渗-开采型、深层地下水为开采型。商丘以开采浅层、深层地下水为主，中深层地下水为微咸水现未开发，浅层、深层地下水均处于长期超采状态，其中浅层地下水水位下降较慢，深层地下水水位下降较快，年均降幅为 2～3 m；濮阳主要开采浅层地下水，1991 年以来浅层地下水水位呈下降趋势，年均降幅为 0.55 m；

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 2-3　1992～1998 年河南省主要城市地下水水位变化情况表

城市	浅层地下水								中深层(或深层)地下水							
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	平均	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	平均
鹤壁	-0.31～-0.58		+0.96～+1.27			-2.95	-0.11	-0.07								
焦作	-7.99	-6.25	-5.94	+3.31	+5.90	-11.30	+8.6	-0.92								
三门峡	-1.09				+0.58			-0.13								
洛阳	-0.75	+1.55	+0.90	-1.0	+2.23	-1.08	+1.04	+0.41								
平顶山	-0.60—	-1.20	+0.7—	+0.35	+2.27	-0.80	+0.72	-0.01								
南阳	-1.11	+1.17	-0.18	+0.14		-1.12	持平	持平	-1.09	+2.48	-1.44	-0.25		+0.67	+1.82	+0.36
安阳	-2.57	-4.75	略升	略降	+1.30	-0.16	-0.29	-0.62	-3.73		-0.17		+2.51	+0.56	-0.75	-0.27
新乡	-1.08	-0.48			+0.20	+0.23	+0.04	-0.29					+0.13	+1.06	-1.03	+0.05
郑州	-0.28	-0.57	+0.34	-1.56	-0.54	-1.28	-1.40	-0.57	-0.74				-2.49	+0.76	-1.0	-2.17
许昌		-0.38	-0.11	-0.20	+0.07	+0.32	+0.35	-0.02		-3.37	-0.64	+1.05	+3.16	+1.12	+0.37	+0.22
漯河	-0.42～-1.62			+0.70	+0.60	+0.23	+2.42	+0.12	0.64～-4.12				-0.50	+5.42	+1.41	-0.39
驻马店		+1.63	-0.37	-0.29	+1.81	-1.74	-0.05	+0.15	基本稳定		+0.43		+2.24	-3.56	-1.19	-0.29
信阳	基本稳定				略升	略降	持平	持平								
开封			-0.17	+0.07	持平	-0.40	持平	-0.10			-0.66	-0.47	-0.70	+1.75	+2.21	+0.28
濮阳	-0.26～-0.51				-1.17	-1.16	持平	-0.55	-1.08	-0.72	-0.49	-0.55	-1.15	-1.27	-1.60	-1.07
商丘	-0.20～-0.50					-0.88	+0.73	-0.02	-2.17	-2.10	-2.97	-2.23		-3.57	-0.72	
周口		+0.20	-0.50	-0.07	持平	+0.30	+0.20	-0.05		+2.68	+0.65	-0.59	-0.80	+2.13	-1.22	+0.11

注：水位变化值“+”表示上升、“-”表示下降，单位为 m/a

北京科图 bbs.geokx.com

表 2-4　1998 年河南省主要城市地下水降落漏斗情况表

城市名称		浅层地下水				中深层地下水			深层地下水		
		地下水开采量 (10^4 m^3/a)	漏斗面积 (km^2)	中心水位埋深(m)	平均降速 (m/a)	漏斗面积 (km^2)	中心水位埋深(m)	平均降速 (m/a)	漏斗面积 (km^2)	中心水位埋深(m)	平均降速 (m/a)
西部山地及山间盆地区	鹤壁	1 754.06	2.7	82	0.07						
	焦作	10 249.53	38.07	109.62	0.36						
	三门峡	1 727.83	32	92.86	+0.71						
	洛阳	23 761.70	13.44	18.32	+0.41						
	平顶山	8 311.05	25	11.70	很小						
	南阳	5 472.54	105		很小				>200		
中部山前岗地平原区	安阳	11 907.31	107.6	24.81	0.62	约 140					
	新乡	7 460	37.61	13.83	0.40		25.71	很小		11.60	2.36
	郑州	6 535	225.89	32.89	0.57	491.25	74.31	2.17	约 140	68.53	4.16
	许昌	4 332	23	19.93	+0.13	26.13	37.34	0.20	>80	76.05	+0.22
	漯河	1 500	23.15	11.96	很小	约 100	46.21	+0.69			
	驻马店	867.46	5	4.85	0.15	15	82.19	0.29			
	信阳	540.2	未形成	5.63							
东部平原区	开封	8 249	122	16.2	0.10	84	25.26	+0.28			
	濮阳	16 233.40	171	23.38	1.23		21.02	1.28		13.24	0.51
	商丘	4 098	297	18.77	0.29				520	62.17	2.25
	周口	1 106.1	12	8.75	0.05	750	32.38	+0.17			

注：1. 鹤壁、焦作为岩溶地下水；2. 平均降速为 1992 年以来的平均值，“+”表示为上升、“-”表示下降

北京科学论坛 bbs.geokx.com

周口浅层地下水水位受降水、开采及地表水体影响，目前浅层地下水基本为采补平衡，水位变幅在±0.5 m之间；开封浅层地下水动态受降水及黄河水侧渗补给影响，水位变动不大，为采补平衡状态，深层地下水动态1996年以前为下降趋势，近几年略有回升。

4. 地下水化学特征

地下水化学组份受地质、水文地质条件、地貌和气候的控制，依地下水的补给、径流、排泄条件，呈规律性的分布。

山区、岗地和山前倾斜平原中上部为溶滤带，地下水交替条件好，一般为重碳酸型低矿化淡水，水质良好；沉积岩地区钙含量高，一般不缺碘；岩浆岩地区钠镁含量高，在豫西、大别山岩浆岩分布区则碘含量低，氟含量高。

平原区由于地下水溶解易溶盐，愈接近前缘，水位变浅，径流滞缓，垂直交替作用强烈，使盐分浓缩，导致浅层地下水由山前向平原水化学属性见明显的分带性，即由重碳酸型过渡到重碳酸、硫酸、氯化物型，矿化度由低逐步增高，水质由淡水变成微咸、半咸水。黄河冲积扇，上部地下径流相对流畅、水化学属重碳酸型，为淡水；到中下游的新乡、开封东部等地，硫酸盐增高，相间分布有微咸水；前缘地带特别是商丘、安阳东部，地势低平，地下水径流滞缓，蒸发强烈，出现重碳酸、氯化物型水，矿化度2～3 g/L，且西北东南向呈条带状分布有大于3～5 g/L的半咸水，浅层咸水、半咸水的分布面积为4 920 km^2。

平原区中深层地下水，封丘、兰考以东的大部分有面状分布的微咸水，矿化度2～4.3 g/L，面积约24 800 km^2，其他地区属重碳酸型淡水。

三、地下水与降水、地表水的转化关系

自然界的水循环主要发生于大气水、地表水、包气带水及地下水之间，循环速度相对迅速。大气降水落到地表后，一部分变为地表径流（地表水），一部分蒸发后重新回到大气圈，剩下的另一部分渗入地下含水层成为地下水。

1. 大气降水

河南省多年降水量平均600～1 200 mm。空间上，受气候影响由北向南降水量递增；时间上受季节性变化影响，年内分配不均匀，年际变化很大。全省年降水量主要集中在6～9月份，占年降水量的55%～80%；3～5月份全省多旱少雨，平均降水量淮南为300 mm，豫北平原不足80 mm。由于河南跨越江、淮、黄、海4大流域，各流域之间在相同时间和相同年份时有出现南涝北旱或

地球科學論壇 bbs.geokx.com

北涝南旱的极端情况，存在降水时序分布差异。全省年平均蒸发量 1 100～1 700 mm，其变化与降水量相反，由北向南递减。

大气降水是地下水的主要补给来源。大气降水补给地下水的数量受到很多因素的影响，与降水的强度、形式、植被、包气带岩性、地下水的埋深等密切相关，一般当降水量大、降水过程长、地形平坦、植被繁茂、包气带透水性好、地下水埋深不大时，大气降水才能大量补给地下水，其中起主要作用的是降水量和包气带的岩性。据动态资料分析计算，河南省平原区降水入渗补给系数为 0.10～0.30。

2. 地表水

地表水指河流、湖泊、水库等，由大气降水形成的地表径流汇集而成。地表径流的形成主要受降水（雨量、雨强）和下垫面产生汇流条件的影响：雨量或雨强太小不利于产流，地势平坦、植被繁茂和土壤疏松也会加大入渗，削减地表径流量，加之陆面、河道和土壤对降水的调蓄作用，地表径流较降水具有更为集中和发生时间滞后的特点。由于雨量、雨强达不到一定程度不能成为有效降雨，形成地表径流，因而枯季的一些降水过程并不产生地表径流，致使地表径流的年内分配较降水量更为集中。

地表径流主要受降水补给，其时空分布和降水量分布变化大体一致。南部大别山区平均年径流深 500～600 mm，桐柏、外方山区为 400 mm，北部太行山区约 200 mm，东北部平原仅 50 mm；丰水期地表径流占全年 70%，枯水期多数中小河流断流。

地表水可补给地下水，也可排泄地下水，这主要取决于地表水水位与地下水水位之间的关系。山区河流的上游，地下水补给地表水；河流的中游，河水位与地下水水位比较接近，洪水期地表水补给地下水，平枯水期地下水补给地表水；处于冲积平原的河流下游，河床高于附近平原，地下水接受地表水的补给。地表水补给地下水的多少不仅取决于水位差，还取决于地表水体下部岩土的渗透性。以黄河河南段为例，中游潼关—桃花峪在未修建三门峡水库前，汛期黄河水补给两侧地下水，非汛期排泄地下水；下游桃花峪—台前为“地上悬河”，黄河水常年补给地下水。

3. 地下水

地下水的补给有大气降水补给、地表水补给、越流补给及人工补给（包括农灌、工业与生活废水排入地下补给以及人工回流补给等），其中大气降水是地下水的主要给来源。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

地下水的排泄方式有泉水排泄、蒸发排泄、向地表水排泄、越流排泄、人为开采等，其中人为强力开采是地下水排泄的主要形式，目前出现的地下水降落漏斗等环境地质问题都与开采有关。

受自然条件改变引起的变化（如枯水期和丰水期）、人类活动引起的变化（如水利工程、开采、回灌等）的影响，地表水与地下水会互相转化，有时地表水补给地下水，有时地下水又排泄地表水。

四、人为因素对地下水循环条件的改变

据《河南水利统计年鉴（1999年）》，河南省已建成水库2 394座，总库容269.07×10^8 m^3，其中大型水库21座，库容221.82×10^8 m^3，中型水库100座，库容26.98×10^8 m^3，小型水库2 273座，库容20.27×10^8 m^3，水库总灌溉面积537.73 khm^2。历经50余年的建设，河南省初步形成了以防洪、防涝、灌溉为主的水利工程体系，对抗御旱涝灾害、缓和水资源供需矛盾，满足工农业用水起到了重大作用，但也改变了自然界的水循环条件，存在一些环境地质问题。

1. 水利工程影响

由于各种水利工程的建设，对地下水循环条件特别是地表水和地下水的转化改变很大。随着水库在河流中上游的利用，使下游流量变小，甚至出现不同程度的断流，使与地下水补排关系改变，地下水补给减小。以黄河潼关—小浪底段为例，自然条件下汛期黄河水补给地下水，非汛期黄河水排泄地下水。随着三门峡水库的修建、改造，每年11月至次年5月为蓄水期，6月至10月为泄水期，水库水位的变化对地下水的补排产生规律性影响：灵宝后地以西，黄河滩区地下水尚未开发利用，地下水位高于水库水位，地下水常年补给黄河；后地以东，由于陕县电厂、市区等水源地沿黄河阶地开采地下水，使地下水与黄河水较为复杂，水库蓄水期黄河水补给地下水，泄水期在地下水水位下降大的地段，地下水受黄河水补给，在地下水水位下降小的地段，地下水补给黄河水。

2. 开采影响

随着经济的发展和人口的增长，对地下水资源的需求不断增强，开采强度和开采深度都快速增强，对地下水循环条件改变很大。河南省岩溶大泉如辉县百泉、新密超化泉、安阳珍珠泉等的断流、干涸，均与地下水超采有关。

平原区以豫东平原为例，20世纪六七十年代地下水埋藏浅，矿化度高，

地球科學論壇 bbs.geokx.com

盐碱地分布广，80 年代以来，随着井灌井排等大量开采浅层地下水，地下水埋深增大，蒸发排泄减少，盐碱地面积基本消失。

城市随着市区规划的扩大，地面硬化造成降水补给减少，经济发展使开采量增加，改变了城区的水文地质条件和地下水补迳排条件，以郑州市为例，地下水开采层位由浅层-中深层-深层，地下水位呈逐年下降，如 20 世纪 50 年代火车站以南中深层地下水为自流区，水头高出地面 15 m，70 年代水位埋深达 30 m，80 年代水位埋深超过 50 m，形成约 500 km^2 的中深层地下水降落漏斗。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

第三章　水资源评价

第一节　地表水资源

地表水资源是指降水或地下水转化成地表径流可供开发利用的地表水量，它与降水和地表水系分布关系密切，通常用天然河川径流量表示。

据水利部门统计计算，河南省多年平均降水量为 784.8 mm，多年平均天然河川径流量为 312.68×10^8 m^3，（表 3-1）多水年可达 718×10^8 m^3（1964 年），中等干旱年（$P=75\%$）只有 189.20×10^8 m^3；现状年 1999 年全省平均降水量 601.8 mm，地表水资源量为 106.73×10^8 m^3，与多年均值相比偏少 65.9%，比上年度（408.93×10^8 m^3）偏少 73.9%，属枯水年份，主要由于汛期降水量较少且强度不大，造成河川径流量大幅度减少；2000 年全省平均降水量 995.3 mm，地表水资源量达 475.91×10^8 m^3，比多年平均值偏多 52.2%，比上年偏多 345.9%，尤其是省辖淮河、长江流域地表径流量大幅度增加，属丰水年份。

根据全省 4 大流域统计，1999 年各流域地表水资源量比多年平均值均有所减少，减幅都在 50%以上，且呈现南部减幅大于北部、山区减幅大于平原区的分布趋势。1999 年省辖长江流域年径流量 17.59×10^8 m^3，比多年均值偏少 73.7%，比上年度偏少 79.4%；淮河流域比多年均值偏少 66.7%，比上年度偏少 78%；黄河流域比多年均值偏少 56.2%，比上年偏少 26.5%。2000 年淮河、长江流域地表水资源量分别为 298.92×10^8 m^3、125.73×10^8 m^3，比多年均值增多 67.4%、87.8%；海河、黄河流域为 14.71×10^8 m^3、36.56×10^8 m^3，比多年均值分别减少 26.5%、22.8%。

1999 年全省 18 个地级和县级济源的地表水资源量比多年均值均有不同程度减少，减幅在 20%～85%之间。与多年均值相比年径流量减幅超过 70%的地级依次为商丘、驻马店、南阳、鹤壁，减幅 70%～50%的地级依次为平顶山、洛阳、郑州、信阳、安阳、三门峡、许昌、周口、漯河、新乡，减幅 50%～30%的市为开封、濮阳，减幅小于 30%的市为焦作、济源。2000 年 18 个省辖市中，黄河以南多数市的地表水资源量比多年均值有所增加，其中漯

地球科學論壇 bbs.geokx.com

河、平顶山、南阳增幅分别达 192.5%、176.9%、103.6%，其余增幅在 35% 以上；沿黄及北部普遍减少，安阳减幅最大为 34.6%，其余减幅在 0.5% ~ 8.5% 之间。

表 3-1　河南省流域、行政分区地表水资源量表　　单位：10^8 m^3

分区名称		分区面积(km^2)	多年平均	1998 年	1999 年	2000 年
流域	海河	15300	19.963	11.894	20.829	14.705
	黄河	36 030	47.375	41.313	20.940	36.557
	淮河	87 960	178.522	270.334	59.465	298.915
	长江	27 710	66.940	85.381	17.593	125.732
地级	安阳	7 402	10.234	5.004	4.089	6.690
	鹤壁	2 109	3.094	1.434	0.926	2.477
	濮阳	4 385	1.971	2.399	1.198	2.941
	新乡	8 026	8.768	7.153	4.123	8.264
	焦作	4 307	3.893	3.438	2.933	3.874
	三门峡	9 515	16.658	16.320	6.831	13.820
	洛阳	15 337	28.155	19.585	10.084	20.140
	郑州	7 282	1.621	5.706	2.733	6.061
	开封	6 981	3.893	4.404	2.192	5.237
	商丘	10 805	8.990	3.513	1.597	8.286
	许昌	4 918	4.997	2.804	2.096	7.499
	平顶山	7 981	16.892	27.505	5.888	47.024
	漯河	2 694	2.763	5.443	1.248	8.082
	周口	11 728	11.459	14.309	5.088	19.872
	驻马店	15 840	37.054	67.447	7.501	72.792
	信阳	18 679	77.888	123.653	28.979	105.696
	南阳	27 080	65.969	96.599	17.488	134.316
县级	济源	1 931	2.291	2.205	1.739	2.888
全省合计		167 000	312.68	408.92	106.73	475.91

1999 年全省入境水量 237.33×10^8 m^3，其中黄河流域入境水量 209.13×10^8 m^3，海河流域入境水量 11.27×10^8 m^3，淮河流域入境水量 13.6×10^8 m^3，长江流域入境水量 3.31×10^8 m^3；全省出境水量 243.83×10^8 m^3，其中黄河流域出境水量 171.63×10^8 m^3，淮河流域出境水量 36.53×10^8 m^3，长江流域出境水量 19.21×10^8 m^3，海河流域出境水量 16.44×10^8 m^3。

2000 年全省入境水量 216.1×10^8 m^3，其中黄河流域入境水量 179.40×10^8 m^3，淮河流域入境水量 10.250×10^8 m^3，海河流域入境水量 10.88×10^8 m^3，长江流域入境水量 15.51×10^8 m^3；全省出境水量 548.5×10^8 m^3，

地球科學論壇 bbs.geokx.com

其中黄河流域 $144.0 \times 10^8\ m^3$，淮河流域 $253.2 \times 10^8\ m^3$，长江流域 $127.6 \times 10^8\ m^3$，海河流域 $21.72 \times 10^8\ m^3$。

第二节　地下水资源评价

依据地下水的分布、储存特征、开发利用条件，按照《全国地下水资源评价工作大纲与技术要求》，对河南省地下水天然补给资源量、可开采资源量、深层承压水可开采储存量及主要城市地下水资源情况等分别评价说明。

一、地下水天然补给资源量及其分布

地下水天然补给资源是指地下水系统中参与现代循环和水交替，可以恢复更新的重力地下水。一般属于潜水或微承压水，以现状均衡状况下的补给总量（或排泄总量）表示。

1. 计算原则及方法

地下水资源计算，按前述已划分的地下水资源区进行，依地质构造、地貌、含水层及包气带岩性等水文地质条件的差异，选取不同的参数划分块段计算。各行政单位的地下水资源量，按各行政单位所占各地下水资源区、水文地质条件相近似地区的面积比例计算。

本次地下水资源评价采用近年资料，除降水量选取 1956～1999 年长系列资料外，其他如地下水位、开采量、灌溉面积、灌溉用水量等都利用 1999 年新资料。主要水文地质参数参考老的资料，并结合近期的新资料分析研究确定。

评价方法，平原区与山区分别采用均衡法和径流模数法评价。

（1）平原岗地区

平原区利用水均衡法评价。对于一个地下水系统或块段来说，在补给与消耗的平衡发展过程中，任一时段的补给量与消耗之差，恒等于该时段含水层中水体积的变化量，根据这一原理，依区域地下水的补给、径流、排泄条件，建立如下地下水均衡方程：

$$\mu F \Delta h/\Delta t = (Q_{降补} + Q_{侧补} + Q_{径补} + Q_{河补} + Q_{库渗} + Q_{井归} + Q_{渠渗}) - (Q_{开} + Q_{蒸} + Q_{河排} + Q_{侧排})$$

式中，Δt——均衡计算时段；Δh——相应于 Δt 进段内均衡区含水层水位

地球科學論壇 bbs.geokx.com

变幅，m；F——均衡计算区面积，m^2；μ——地下水位变动带岩石重力给水度；$Q_{降补}$——降水入渗补给量，m^3；$Q_{侧补}$——山前侧向补给量，m^3；$Q_{径补}$——水平径流补给量，m^3；$Q_{河补}$——河流侧渗补给量，m^3；$Q_{库渗}$——水库入渗补给量，m^3；$Q_{井归}$——井灌回归量，m^3；$Q_{渠渗}$——渠灌回渗补给量，m^3；$Q_{开}$——地下水开采量，m^3；$Q_{蒸}$——地下水蒸发排泄量，m^3；$Q_{河排}$——河流排泄地下水量，m^3；$Q_{侧排}$——地下水侧向径流排泄量，m^3。

（2）山地丘陵区

山地丘陵区，地下水的补给主要为大气降水入渗，因降水入渗系数资料缺少，且取得难度大不宜采用，故本次评价采用地下水径流模数法。此法是排泄量法的一种，其理论基础是山地丘陵地区地下水总的运动方向是向当地或区域地下水侵蚀基准面排泄，即向当地河谷排泄，在无开采或开采量不大的地区，枯水期或无降水期的地表水流量可视为地下水的排泄量。取得典型地段的地下水的排泄量后，将其换算为地下径流模数。地下水径流模数的含义，是单位面积、单位时间排泄地下水的量，单位一般取 $m^3/a\cdot km^2$。取得不同水文地质单元地区的地下水径流模数后，依此推算同类型地区的地下水资源，求得区域的地下水资源量。其计算公式如下：

$$Q = M \cdot F$$

式中，Q——地下水天然资源量，m^3/a；M——地下水径流模数，$m^3/a\cdot km^2$；F——计算区面积，km^2。

2. 水文地质参数的确定

（1）重力给水度（μ）

利用长观井地下水动态资料，选择近于单纯由蒸发消耗引起地下水位下降的时段，此时段蒸发量约等于地下水的疏干量。利用浅层水与水面蒸发强度及地下水位埋深的关系，计算水位变动带给水度，并参考《黄淮海平原地下水资源评价（河南部分）报告》及鹤壁、开封、许昌、洛阳、汝南、信阳、商丘、南阳等幅 1:20 万区域水文地质普查的试验和计算的数值，确定本次计算选取的给水度 μ 值（表 3-2）。

（2）大气降水入渗补给系数（α）降水入渗系数 α 值的大小取决于包气带岩性、地下水位埋深、降水强度、降水量大小、前期降水量及地形地貌条件和植被覆盖情况等因素。根据区域监测多年动态资料，采用某一时段水量均衡法及降水量-水位上升相关法计算年均降水入渗系数，参考经验数值及《黄淮海

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 3-2　平原及岗区重力给水度(μ)取值表

分区			亚系统代号 / μ	I_2	II_1	II_2	II_{4-1}	II_{4-2}	II_{4-3}	III_1	III_3	IV_2
平原区	粉砂	范围			0.10 ~0.12		0.08 ~0.10	0.08 ~0.15	0.08 ~0.10			
		取值			0.12		0.082	0.085	0.085			
	亚砂土	范围		0.045 ~0.05	0.04 ~0.07	0.045 ~0.05	0.045 ~0.055	0.045 ~0.06	0.045 ~0.06	0.04 ~0.05	0.04 ~0.05	0.04 ~0.45
		取值		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.048	0.045	0.045	0.045
	亚砂亚粘互层	范围					0.035 ~0.045	0.035 ~0.05	0.035 ~0.05		0.03 ~0.04	
		取值					0.04	0.04	0.04		0.038	
	亚粘土	范围		0.03 ~0.035	0.02 ~0.04		0.03 ~0.04		0.03 ~0.04		0.03 ~0.04	0.032 ~0.04
		取值		0.035	0.03		0.035		0.035		0.035	0.038
岗区	粘土、亚粘土及黄土状亚砂	范围		0.02 ~0.03	0.04 ~0.07	0.025 ~0.03	0.02 ~0.03		0.03 ~0.04	0.02 ~0.03	0.02 ~0.03	0.02 ~0.03
		取值		0.03	0.04	0.028	0.03		0.03	0.028	0.025	0.025

平原地下水资源评价（河南部分）报告》、《河南省浅层地下水资源评价报告》、《河南省商丘地区浅层地下水资源攻关研究报告》、1:20 万多幅普查报告、《郑州北郊水源地勘探报告》、《郑州“九五”滩地勘探报告》、《三门峡西火电厂扩建供水勘探报告》等一系列水源地勘探成果和“九五”期间所开展的郑州、新密、通许、尉氏、西平等 30 多个县（市）水文地质区划最新的成果资料、试验和计算的数值，并结合郑州、商丘两均衡试验场资料而确定，各系统不同包气带岩性、不同水位埋深条件下 α 值见表 3-3。

（3）农田灌溉入渗补给系数（β）

农业灌溉入渗补给系数大小与灌溉定额、灌水次数、包气带岩性结构和厚度有关。按供水水源的不同可分为井灌和渠灌两种，井、渠灌的入渗补给系数略有差异。根据商丘地区试验并参考有关 1:20 万普查、水源地勘探及 1:10 万区划报告和《黄淮海平原地下水资源评价报告》，本次井灌入渗补给系数岗区为 0.05，平原区为 0.1；地表水渠灌入渗补给系数岗区除信阳一带为 0.05 外，其余岗区为 0.1，平原区为 0.15。

（4）渗透系数（K）和导水系数（T）

根据《黄淮海平原地下水资源评价（河南部分）报告》、多幅 1:20 万普查

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 3-3　平原及岗区大气降水入渗补给系数(α)值系列表

分区及岩性	水位埋深 / 分区代号 / α	I_2	II_2	II_{4-1}	II_{4-2}	II_{4-3}	III_1	III_3	IV_2
平原区	粉细砂	2～4			0.41	0.41～0.42	0.42			
		4			0.36	0.36～0.37	0.37			
		4～6			0.31	0.30	0.31			
		6～10			0.21	0.21～0.20	0.20			
		>10			0.18	0.18				
	亚砂土	<2	0.24			0.23			0.20	0.18
		2～4	0.26	0.24	0.26	0.24	0.24	0.24	0.22～0.24	0.22
		4	0.23	0.21	0.23	0.21～0.22	0.20～0.22	0.20	0.20～0.22	0.20
		4～6	0.20	0.19	0.20	0.17～0.19	0.17～0.19	0.17	0.16～0.19	0.17
		6～10	0.18	0.17	0.18	0.15～0.17	0.15～0.17	0.15	0.13～0.17	0.14
		>10	0.16		0.15	0.14～0.15	0.14～0.15		0.11～0.15	
	亚砂土亚粘土互层	2～4			0.25		0.22		0.20～0.22	
		4			0.21		0.19～0.20		0.19	
		4～6			0.17	0.16	0.16～0.17		0.16	
		6～10			0.15	0.14	0.14～0.15		0.14	
		>10			0.14					
	亚粘土	<2							0.15	0.14
		2～4			0.20		0.18～0.19		0.17～0.19	0.18
		4			0.18		0.16～0.17		0.16	0.17
		4～6	0.17		0.16		0.14～0.16		0.14～0.15	0.15
		6～10	0.15				0.12～0.14		0.10～0.14	0.11
		>10	0.13		0.13				0.08	
岗区	黄土状亚粘土、亚粘土及粉土	>6	0.13	0.05～0.09	0.12			0.10	0.03～0.10	0.06～0.08

注：灵陕盆地降水入渗系数（α）值引用《三门峡市地下水资源调查评价报告》：黄河漫滩为 0.09，黄河二、三级阶地为 0.07～0.13，山（塬）间河谷为 0.16～0.30，黄土台塬为 0.05，山前冲洪积扇为 0.05～0.14。

报告、水源地勘探报告及 1∶10 万县（市）区域水文地质调查报告，有关的水文地质研究报告中抽水试验计算结果，结合近年地下水位变化情况最终经修正而确定，见表 3-4。

(5) 黄河侧渗系数

黄河侧渗对地下水的补给主要在郑州黄河桥以下，其中南岸长 147 km，北岸长 345 km，不同地段因岩性、结构差异，入渗量不一，南北两岸亦有所不同。根据《黄河水侧渗补给地下水研究报告》及最新研究成果《多泥沙河流

地球科學論壇 bbs.geokx.com

影响带地下水资源评价及可持续开发利用综合研究》，本次黄河侧渗系数取值为 46.76 $m^3/d \cdot km \cdot m$。

表 3-4　平原及岗区渗透系数及导水系数表

断面位置	亚区代号	渗透系数 K(m/d)	导水系数 T
商丘北部	II_{4-2}	15	150
沈丘—鹿邑及永城南部	II_{4-3}	18	180
淮滨—新蔡	III_3	11.1	722.15
新野南部	IV_2	49.3	384.4

(6) 蒸发强度（ε）

地下水蒸发强度的大小与气象、岩性、水位埋深、植被覆盖程度等因素有关。水位埋深大于 4 m 时，蒸发很微弱，视为不蒸发。全省水位埋深小于 2 m 地区面积很小，蒸发区大部分水位埋深为 2～4 m，不分档次，均按小于 4 m 计算。根据郑州、商丘两试验场的潜水蒸发资料，并参考建国 50 多年来所取得的主要水文地质成果资料，选取确定不同岩性地区蒸发强度：粉细砂蒸发强度为 0.012 m/a，亚砂土蒸发强度为 0.14～0.13 m/a，亚砂、亚粘互层蒸发强度为 0.09 m/a，亚粘土蒸发强度为 0.08 m/a。其中信阳地区因降水较多，气候湿润，蒸发强度选取亚砂土为 0.12 m/a，亚粘土为 0.07 m/a。

(7) 水库渗漏补给系数

根据“九五”期间开展的 30 多个县（市）区域水文地质调查及《河南省地下水资源开发利用规划报告》，水库渗漏补给系数确定为 0.1。

(8) 径流模数（M）

径流模数，主要依据河南省 20 世纪 70 年代以来进行的 1:20 万区域水文地质普查、1:10 万县（市）区域水文地质调查、豫西地区和焦作地区的岩溶地下水资源及大水矿区岩溶水的预测利用与管理研究，并参考近 40 年来的气象资料作适当修正。

(9) 大气降水量（P）

大气降水量，分地区选用。根据 1956～1999 年 44 年降水量资料统计计算，平水年（50%）、枯水年（75%）及多年平均和现状年（1999 年）的降水量见表 3-5。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 3-5　河南省各地市降水量统计表　　单位：mm

地级市、地区驻地	代表站	平水年(50%)	枯水年(75%)	现状年(1999 年)		多年平均
				降水量	保证率(%)	
安阳	安阳	548.20	452.20	541.50	55	578.50
鹤壁	安阳	548.20	452.20	541.50	55	578.50
濮阳	安阳	548.20	452.20	541.50	55	578.50
新乡	新乡	580.55	425.50	458.70	69	572.70
焦作	新乡	580.55	425.50	458.70	69	572.70
济源	新乡	580.55	425.50	458.70	69	572.70
郑州	郑州	622.80	523.80	616.90	56	634.20
开封	郑州	622.80	523.80	616.90	56	634.20
驻马店	驻马店	953.50	745.00	644.30	86	955.60
洛阳	孟津	616.30	531.70	527.70	77	621.90
商丘	商丘	641.20	578.15	573.90	80	674.50
信阳	光山	1 055.30	958.50	700.00	91	1 079.50
南阳	南阳	726.80	637.60	625.20	77	769.70
许昌	许昌	703.50	600.00	726.70	46	710.90
周口	许昌	703.50	600.00	726.70	46	710.90
漯河	许昌	703.50	600.00	726.70	46	710.90
平顶山	许昌	703.50	600.00	726.70	46	710.90
三门峡	灵宝	626.50	538.03	593.60	56	599.41
	三门峡	517.35	479.10	338.01	98	536.51

3. 计算结果分析

按前述评价原则、方法及已确定的水文地质参数，山丘采用地下水径流模数法，平原岗地采用均衡法评价。多年平均及枯水年的均衡计算结果见表 3-6 及表 3-7。全省各区、亚区地下水天然补给资源量及各地市的地下水天然补给资源量分别见表 3-8 及表 3-9。

评价结果，全省地下水的天然补给资源量，岩溶水为 20.06×10^8 m^3/a，裂隙水为 18.81×10^8 m^3/a，孔隙水为 131.77×10^8 m^3/a（其中淡水为 125.45×10^8 m^3/a，微咸水为 4.87×10^8 m^3/a，半咸水为 1.44×10^8 m^3/a），扣除山地与平原岗地的重复量 6.06×10^8 m^3/a，全省实际地下水天然补给资源总量为 164.58×10^8 m^3/a。全省地表水多年平均为 312.68×10^8 m^3/a，地下水与地表水重复量为 60.73×10^8 m^3/a，河南省水资源总量为 416.53×10^8 m^3/a。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 3-6　河南省平原(含岗区)浅层地下水多年平均均衡计算表　　单位：10^4 m^3/a

分区	面积(km^2)	补给项										消耗项					均衡差
		降水入渗	山前侧补	径流补给	河流侧渗		水库渗漏	灌溉回渗		合计		开采	蒸发	河流排泄	侧向排泄	合计	
					黄河	其他		井灌	渠灌		天然资源量						
$Ⅰ_2$	5 849	54 701.44				13 443.00		6 145.65	3 375.20	77 665.29	71 519.64	94 770.00	6 678.00			101 448.00	-23 782.71
$Ⅱ_1$	1 759	7 041.10	2 654.75		1 900.82	5 757.01	41.01	203.87	206.40	17 804.96	17 601.09	12 150.81		8 859.68		21 010.49	-3 205.53
$Ⅱ_2$	6 343	42 041.68						2 170.90	2 384.55	46 597.13	44 426.23	51 481.00	5 436.00			56 917.00	-10 319.87
$Ⅱ_{4-1}$	9 509	92 026.59						13 929.70	13 949.15	119 905.44	105 975.74	163 861.00	5 225.50			169 086.50	-49 181.06
$Ⅱ_{4-2}$	11 055	133 993.44		55.85	29 894.27			9 606.40	15 822.60	189 372.57	179 766.16	128 419.00	58 440.70	2 306.98		189 166.68	205.88
$Ⅱ_{4-3}$	23 799	296 451.97						17 576.75	5 159.25	319 223.97	301 647.22	232 147.00	82 815.00	34 265.13	129.92	349 357.05	-30 133.08
$Ⅲ_1$	2 260	19 974.90						682.35	221.90	20 879.25	20 196.80	12 761.00	3 122.00	4 944.52		20 827.52	51.63
$Ⅲ_3$	37 159	460 710.11					1 263.30	14 555.05	12 068.00	488 596.16	474 041.11	216 719.00	188 143.00	123 678.74	236.64	528 777.38	-40 181.21
$Ⅳ_2$	11 598	93 839.51						2 964.50	8 637.85	105 441.86	102 477.36	64 019.00	13 016.00	28 712.01	233.93	105 980.94	-539.07
合计	109 331	1 200 780.76	2 654.75	55.85	31 795.09	19 200.01	1 304.01	67 835.17	61 824.90	1 385 486.54	1 317 651.37	976 327.81	362 876.20	202 767.05	600.49	1 542 571.55	-157 085.02

北京地质论坛 bbs.geokx.com

表 3-7　河南省平原(含岗区)浅层地下水枯水年均衡计算表

单位：10^4 m^3/a

分区	面积(km^2)	补给项										消耗项					均衡差
		降水入渗	山前侧补	径流补给	河流侧渗		水库渗漏	灌溉回渗		合计		开采	蒸发	河流排泄	侧向排泄	合计	
					黄河	其他		井灌	渠灌		天然资源量						
$Ⅰ_2$	5 849	40 517.46				13 443.00		7 637.30	3 375.20	64 972.96	57 335.66	115 188.00	6 678.00			121 866.00	-56 893.04
$Ⅱ_1$	1 759	6 311.34	2 654.75		1 900.82	5 037.98	32.07	295.63	206.40	16 439.99	16 143.36	13 842.94		8 245.71		22 088.65	-5 648.66
$Ⅱ_2$	6 343	35 943.98						2 871.20	2 384.55	41 199.73	38 328.53	59 720.00	5 436.00			65 156.00	-23 956.27
$Ⅱ_{4-1}$	9 509	68 164.27						17 659.70	13 949.15	99 773.12	82 113.42	201 711.00	5 225.50			206 936.50	-107 163.38
$Ⅱ_{4-2}$	11 055	104 447.05		55.85	29 894.27			10 365.70	15 822.60	160 585.47	150 219.77	131 044.00	58 440.70	2 306.98		191 791.68	-31 206.21
$Ⅱ_{4-3}$	23 799	249 581.98						22 563.20	5 195.25	277 340.43	254 777.23	283 231.00	82 815.00	34 265.13	129.92	400 441.05	-123 100.61
$Ⅲ_1$	2 260	16 861.20						812.60	221.90	17 895.70	17 083.10	14 557.00	3 122.00	4 944.52		22 623.52	-4 727.28
$Ⅲ_3$	37 159	382 533.25					1 263.00	17 906.20	12 068.00	413 770.45	395 864.25	252 714.00	188 143.00	123 678.74	236.64	564 772.38	-151 001.92
$Ⅱ_2$	11 598	77 136.89						4 203.45	8 637.85	89 978.19	85 774.74	78 007.00	13 016.00	28 712.01	233.93	119 968.94	-29 990.75
合计	109 331	981 497.42	2 654.75	55.85	31 795.09	18 480.98	1 295.07	84 315.98	61 860.90	1 181 956.04	1 097 640.06	150 014.94	362 876.20	202 153.09	600.49	1 715 644.72	-533 688.68

北京地质论坛 bbs.geokx.com

表 3-8　河南省分区地下水资源量统计表

分区		面积(km^2)		浅层(10^4 m^3/a)								深层承压水可开采储存量(10^4 m^3)
				天然补给资源量				可开采资源量				
区	亚区	平原	山区	孔隙水	岩溶水	裂隙水	合计	孔隙水	岩溶水	裂隙水	合计	
Ⅰ	$Ⅰ_1$		4 916		80 579.33		80 579.33		76 550.38		76 550.38	8 212.75
	$Ⅰ_2$	5 849		71 519.64			71 519.64	75 041.78			75 041.78	
	小计	5 849	4 916	71 519.64	80 579.33		152 098.97	75 041.78	76 550.38		151 592.16	
Ⅱ	$Ⅱ_1$	1 759	2 865	17 601.09	11 335.42	5 563.84	34 500.35	24 568.39	10 768.65	2 781.92	38 118.96	294 042.45
	$Ⅱ_2$	6 343	12 287	44 426.23	15 522.45	45 532.78	105 481.46	37 892.22	14 746.33	22 766.39	75 404.94	
	$Ⅱ_3$		1 609		11 904.84	272.47	12 177.31		11 309.60	136.24	11 445.84	
	$Ⅱ_4$	44 363		587 389.12			587 389.12	690 425.76			690 425.76	
	小计	52 465	16 761	649 416.44	38 762.71	51 369.09	739 548.24	752 886.37	36 824.58	25 684.55	815 395.50	
Ⅲ	$Ⅲ_1$	2 260	9 630	20 196.80	27 037.66	30 330.75	77 565.21	16 288.38	25 685.78	15 165.38	57 139.54	35 341.38
	$Ⅲ_2$		10 785			55 442.67	55 442.67			27 721.34	27 721.34	
	$Ⅲ_3$	37 159		474 041.13			474 041.13	405 560.51			405 560.51	
	小计	39 419	20 415	494 237.93	27 037.66	85 773.42	607 049.01	421 848.89	25 685.78	42 886.72	490 421.39	
Ⅳ	$Ⅳ_1$		15 584		54 242.57	51 002.86	105 245.43		51 530.44	25 501.43	77 031.89	3 696.75
	$Ⅳ_2$	11 598		102 477.36			102 477.36	95 600.40			95 600.40	
	小计	11 598	15 584	102 477.36	54 242.57	51 002.86	207 722.79	95 600.40	51 530.44	25 501.43	172 632.27	
合计		109 331	57 676	1 317 651.37	200 622.27	188 145.37	1 706 419.01	1 345 377.44	190 591.18	94 072.70	1 630 041.32	341 293.33

注：全省天然补给资源量中重复量为 $60\,632.82\times10^4$ m^3/a，其中Ⅱ区为 $44\,649.34\times10^4$ m^3/a，Ⅲ区为 $44\,649.34\times10^4$ m^3/a，Ⅲ区为 $4\,228.5\times10^4$ m^3/a，Ⅳ区为 $2\,504.98\times10^4$ m^3/a，实际天然补给资源量为 $1\,645\,786.18\times10^4$ m^3/a。

北京科技论坛 bbs.geokx.com

表 3-9　河南省各市(地)地下水资源量统计表

地级	天然补给资源量(10^4 m^3/a)			可开采资源量(10^4 m^3/a)			深层承压水可采储存量(10^4 m^3)
	合计	山区	平原	合计	山区	平原	
安阳	110 678.48	42 194.13	68 484.35	114 481.21	40 084.42	74 396.79	14 394.96
鹤壁	24 511.11	7 297.75	17 213.36	25 836.36	6 932.87	18 903.49	2 571.56
濮阳	59 112.30		59 112.30	78 653.85		78 653.85	23 787.03
新乡	114 272.88	14 595.69	99 677.19	155 639.00	13 865.91	141 773.09	36 683.09
焦作	54 711.55	16 764.23	37 947.32	62 249.77	15 803.42	46 446.35	6 274.19
三门峡	55 875.16	35 093.16	20 782.00	50 262.94	23 443.35	26 819.59	
洛阳	88 436.24	48 710.06	39 726.18	63 939.16	29 786.52	34 152.64	
郑州	75 031.08	23 427.32	51 603.76	85 264.40	20 203.81	65 060.59	23 468.53
开封	93 220.49		93 220.49	114 208.58		114 208.58	48 870.14
商丘	123 946.45		123 946.45	127 091.97		127 091.97	94 455.38
许昌	50 884.48	5 698.12	45 186.36	47 483.23	4 503.05	42 980.18	3 352.14
平顶山	60 700.82	25 125.73	35 575.09	45 781.84	16 840.30	28 941.54	872.26
漯河	31 129.64		31 129.64	30 702.55		30 702.55	2 537.47
周口	170 477.37		170 477.37	152 619.39		152 619.39	58 771.34
驻马店	203 812.42	15 409.18	188 403.24	172 569.43	7 704.59	164 864.84	12 156.81
南阳	208 444.51	107 166.79	101 277.72	173 473.15	79 277.27	94 195.88	3 678.75
信阳	165 146.87	35 380.64	129 766.23	117 028.19	17 690.34	99 337.85	9 419.70
县级济源	16 027.16	11 904.84	4 122.32	12 756.39	8 528.12	4 228.27	
全省	1 706 419.01	388 767.64	1 317 651.37	1 630 041.31	284 663.87	1 345 377.44	341 293.33

注：全省天然补给资源量中重复量为 60 632.83 × 10^4 m^3/a，实际天然补给资源量为 1 645 786.18 × 10^4 m^3/a

根据 1981 年《河南省浅层地下水资源评价报告》及第一轮全国地下水资源评价成果：河南省地下水天然补给资源量山丘区为 34.90 × 10^8 m^3/a（其中岩溶水为 22.95 × 10^4 m^3/a，裂隙水为 11.95 × 10^8 m^3/a），平原岗地为 144.54 × 10^8 m^3/a，实际地下水天然补给资源总量为 179.44 × 10^8 m^3/a。本次评价计算的地下水天然补给资源总量较第一轮评价结果减少 14.86 × 10^8 m^3/a，主要是平原岗地减少 12.77 × 10^8 m^3/a，山区地下水资源量还略有增加。分析其原因主要是气象因素及地下水位变动影响所致：近十多年来大气降水减少，入渗补给量相应减少，黄河水量减少，侧渗补给量减少；地下水位大幅下降，埋深加大，入渗条件改变，降水入渗系数亦相应修正减少，导致地下水补给资源量减少；另外，近年来因渠道多加以护砌，渠系渗漏大幅减少。上述因素为天然资源补给量减少的主要原因。按历年资料分析，大气降水量有明显减少趋势，20 世纪 80 年代以前降水量偏大，80 年代以后降水量减少。据 1997 年《河南

地球科學論壇 bbs.geokx.com

省地下水资源开发利用规划报告》，1956～1979年全省平均降水量为788.8 mm，1984～1993年全省平均降水量为745.0 mm，减少5.5%，1993年以后降水量较前期还有减少，实际1980年以后的降水量较以前降水量减少比例要大于5.5%，对地下水天然补给量的影响应大于此数值。从地下水位埋深分析，平原地区地下水埋深变化较大，1974年地下水位埋深小于4 m的地区面积为64 404 km^2，大于8 m的地区面积为696 km^2；1993年地下水位埋深小于4 m地区的面积减小到31 491 km^2，即减少50%以上，而水位埋深大于8 m地区的面积，反而增加到9 158 km^2，即扩大近15倍；1999年地下水位埋深小于4 m地区的面积进一步减少到26 276 km^2，而水位埋深大于8 m地区的面积增加到13 537 km^2，对大气降水入渗的影响是显而可见的。虽然上次地下水资源评价时地下水位埋深小于4 m是按4 m计算降水入渗量，现在水位埋深大于8 m地区面积增加较多，故从降水量的减少和水位埋深变化两项因素分析，足已说明平原岗地区地下水天然补给资源量的减少是合理的。山丘区地下水资源量变化，主要是两次评价方法的不同：上次地下水资源评价是利用水文资料分析，本次地下水资源评价是以1:20万区域水文地质普查报告为基础进行评价，研究程度和精确度均有提高。

从地下水资源的分布看，平原区水文地质条件较好，水资源相对较丰富，尤其沿黄河地带，由于受黄河水侧渗补给，其条件最佳，亦是目前具有开采潜力的主要地区，豫北安阳河、沁河等河口冲洪积扇区，地下水较丰富，部分地段尚有较大开发潜力；其次为山丘区岩溶水分布区，岩溶水主要分布豫北太行山区、豫中嵩箕山区，其他山区相对较少；一般山区及岗地区，地下水补给条件差，水资源贫乏。地下水天然资源模数，平原区及岩溶多数可达（15～20）$\times 10^4$ $m^3/a\cdot km^2$，条件好的地段为（20～30）$\times 10^4$ $m^3/a\cdot km^2$；一般基岩山区及岗地区，地下水天然资源模数小于10×10^4 $m^3/a\cdot km^2$。

二、地下水可开采资源及其分布

地下水可开采资源，是指在一定经济、技术条件的约束下，可以持续开采利用的地下水量，并在开采过程中不发生严重的环境地质问题的地下水量。可开采资源与一定的开采方案有关，而且随经济、技术的发展而变化。

地下水开采资源量评价，在不同类型地区采用不同的方法进行。平原区浅层地下水可开采量采用合理水位埋深（4 m）条件下，地下水得到的补给量，扣除不可夺取的排泄量，作为地下水开采资源量，即水位埋深小于4 m地段，

地球科學論壇 bbs.geokx.com

按水位埋深 4 m 计算补给量；水位埋深大于 4 m 地段，按现水位埋深计算补给量，再扣除不可采取的排泄量。平原地区一般地下水位埋深 4 m 时的补给量，略小于水位埋深小于 4 m 时的补给量。沿黄河地带，根据郑州“九五”滩地及北郊水源地的勘探成果，提供的允许开采量作为地下水的可采资源量，并以开采条件下单位长度河段黄河水对地下水的补给量作为参考值，推算沿黄河地带的地下水可开采资源量。开采条件下平原岗地的各项补给量及开采资源量见表 3-10。岗地区的地下水可开采量，采用可采系数法评价，根据水文地质条件的差异，可采系数取 0.9～0.3。

山区地下水可开采资源量，亦按可采系数评价。岩溶水地区，部分矿区地下水勘探程度较高，并开展了地下水动态的长期监测工作，为本次评价提供了可靠的依据。根据河南省焦作地区和豫西地区的岩溶地下水资源及大水矿区岩溶水的预测利用与研究报告，岩溶水的可采系数取 0.95；一般基岩裂隙水地区，本省未进行过系统评价工作，资料较缺乏，根据部分山区水源地评价资料暂取可采系数为 0.5。

全省各地下水资源区、亚区及各地市的地下水可开采资源量分别见表 3-8 及表 3-9，各县（市）地下水可开采资源量。计算结果，全省地下水可采资源量为 163.00×10^8 m^3/a，其中平原地区孔隙水为 134.54×10^8 m^3/a（微咸水为 5.44×10^8 m^3/a，半咸水为 1.68×10^8 m^3/a），山丘地区岩溶水为 19.06×10^8 m^3/a，裂隙水为 9.41×10^8 m^3/a。

需要指出的是：河南省平原岗区孔隙地下水可开采资源量（134.54×10^8 m^3/a）大于其相应的天然补给资源量（131.77×10^8 m^3/a），主要原因为开采条件下激发河水补给地下水所致。多年平均天然条件下黄河及其他河流补给地下水量为 5.10×10^8 m^3/a，开采条件下河水补给地下水量为 15.31×10^8 m^3/a，激发补给总量为 10.21×10^8 m^3/a，其中黄河水为 10.06×10^8 m^3/a，其他河流为 0.15×10^8 m^3/a；其次为将全省井灌回归量（6.78×10^8 m^3/a）作为开采量的一部分。

从地下水矿化度分级来看，在全省范围的内矿化度大于 1 g/L 的咸水，总面积为 4 920 km^2，主要分布在平原区，山区全部为淡水。淡水（小于 1 g/L）、微咸水（1.0～3.0 g/L）及半咸水（3.0～5.0 g/L）分布面积分别为 162 087 km^2、3 795 km^2、1 125 km^2，分别占全省总面积的 97%、2% 及 1%；占平原区总面积的 95%、3%、及 2%。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 3-10　开采条件下平原区浅层地下水多年平均补给量及可开采量表

单位：10^4 m^3/a

亚区	面积 (km^2)	补给项								不可夺消耗项			可开采量
		降水入渗	径流补给	河流侧渗		水库渗漏	灌溉回渗		合计	河流排泄	径流排泄	合计	
				黄河	其他		井灌	渠灌					
I_2	5 849	53 565.78			13 443.00		6 145.65	3 375.20	76 529.63				75 041.78
II_1	1 759	7 041.10	2 654.75	8 069.20	7 304.33	41.01	203.87	206.40	25 520.66	952.27		952.27	24 568.39
II_2	6 343	41 196.52					2 170.90	2 384.55	45 751.97				37 892.22
II_{4-1}	9 509	90 566.78					13 929.70	13 949.15	118 445.63				118 269.35
II_{4-2}	11 055	127 032.60	55.85	124 319.58			9 606.40	15 822.60	276 837.03	461.40		461.40	276 375.63
II_{4-3}	23 799	280 946.89					17 576.75	5 195.25	303 718.89	6 483.28	129.92	6 613.20	295 780.78
III_1	2 260	19 340.87					682.35	221.90	20 245.12	258.60		258.60	16 288.38
III_3	37 159	424 858.30				1 263.00	14 555.65	12 068.00	452 744.35	19 310.78	236.64	19 547.42	405 560.51
IV_2	11 598	93 099.83					2 964.50	8 637.85	104 702.18	1 108.60	233.93	1 342.53	95 600.40
合计	109 331	1 137 648.67	2 710.60	132 388.78	20 747.33	1 304.01	67 835.17	61 860.90	1 424 495.46	28 574.93	600.49	29 175.42	1 345 377.44

地球科学論壇 bbs.geokx.com

从地理位置上来讲，在平原区咸水主要集中分布在黄河冲积平原前缘地带，其分布范围是黄河北的卫河以东、延津、长垣县以北；黄河南的罗王、仇楼、太康县一线以东，鄢陵县以南、周口、淮阳、郸城县以北。

从所处的地貌单元上分析，咸水主要分布在山前冲洪积平原与黄河冲积平原交接地带和黄河冲积扇及沙颍河冲积扇前缘地带。

在全省地下水天然补给资源量中，山区全为淡水，资源量为 $38.88 \times 10^8\ m^3/a$；平原区淡水、微咸水、半咸水资源量分别为 $125.45 \times 10^8\ m^3/a$、$4.87 \times 10^8\ m^3/a$、$1.44 \times 10^8\ m^3/a$，全省可开采资源量为 $163.00 \times 10^8\ m^3/a$，其中山区为 $28.47 \times 10^8\ m^3/a$，全为淡水；平原区总量为 $134.54 \times 10^8\ m^3/a$，其中淡水、微咸水及半咸水资源量分别为 $127.42 \times 10^8\ m^3/a$、$5.44 \times 10^8\ m^3/a$ 及 $1.68 \times 10^8\ m^3/a$。

三、深层承压水可开采储存量评价

深层承压水可开采储存量，是指含水系统在地质历史积累、保留下来的，补给来源较少，循环交替相对缓慢的可供利用的深层承压水。

本次深层承压水的评价范围为省内东部的纯平原区及远离山前的岗地区，不包含山丘区及近山前地带岗地区，评价深度为目前的勘探及开采深度。顶底板深度不同地区有所差异，顶板深度大致划分至中更新统底板深度，据《河南省第四纪地质研究报告》，其深度一般为 40 ~ 100 m 左右，开封坳陷区达到 160 m左右，商丘中深层水为微咸水，可开发利用的为下部淡水，顶板深度为 200 ~ 350 m，底界深度大致为 300 ~ 500 m 左右，含水层时代含下更新统及新近系上部。深层承压水可开采储存量的计算，水头允许降深根据各地实际情况，在现有水位埋深的基础上，考虑不致引起不良环境地质问题，一般地区取 25 ~ 40 m，郑州、开封及商丘一带为 50 ~ 60 m。含水层及弱透水层弹性释水系数根据 1:20 万区域普查报告及最新成果的抽水试验资料计算确定。

评价方法，主要采用弹性释放量法。依据含水层的弹性释水系数及承压水水头的允许降深，计算可开采的弹性储存量。其计算公式如下：

$$Q_{弹} = \mu_e \cdot \Delta H \cdot F$$

式中，$Q_{弹}$——深层地下水可开采的弹性储存量，m^3；μ_e——弹性释水系数；ΔH——允许水头降深（承压含水层顶板以上水头高度），m；F——计算区面积，km^2

地球科學論壇 bbs.geokx.com

另外，计算其侧向补给量（6 129.04 × 10^4 m^3/a），并计算水头差为 1 m 时的越流量（54 470.04 × 10^4 m^3/a），此二者均为区内地下水的重复量。

各地下水资源区、亚区及各地市的深层承压地下水的可开采储存量表 3-8 及表 3-9，各县（市）的深层承压水可开采储存量见附表 1。计算结果，全省深层承压水可开采储存量为 34.13 × 10^8 m^3。

四、主要城市地下水资源概况

截至 1999 年底，河南省共有城市 38 个，其中地级市 15 个，县级市 23 个。城市总人口 1 687.3 万人，其中非农业人口 1 017.4 万人；城市面积 12 716 km^2，其中建成区面积 1 017 km^2；年底供水综合生产能力达 915.6 × 10^4 m^3/d，全年供水总量为 195 184 × 10^4 m^3，其中生活用水量为 79 271 × 10^4 m^3，用水普及率达 94.9%。所谓主要城市，系指地级市和地区所在地县级市，共计 17 个。

由于各个城市市区（含郊区）面积差异较大，地下水资源量的统计、计算，采用不同的方法。面积大的城市，地下水资源量按区域内的实际资源量计算；面积较小的城市，根据已有的勘探报告及实际开采地区的面积大小计算地下水资源量。市区面积较小的城市的地下水资源量，包含有部分周边地区的地下水资源，计算相邻县（市）地下水资源时，扣除了计入市区的地下水资源量部分。

根据以前的地下水资源勘探、调查、评价报告，结合本次计算成果，各主要城市的地下水资源情况见表 3-11。

据资料统计分析，地下水供水占河南省城市供水总量的 55%左右。17 个主要城市中，地下水供水为主的城市为商丘，占城市供水总量的 82.4%，以地表水供水为主的城市为平顶山，地下水占城市供水总量不足 10%；其余 15 个城市为地下水、地表水联合供水，与 20 世纪 80 年代比变化较大。

17 个主要城市中，开发利用地下水最多的是商丘、洛阳、郑州，每年地下水开发利用量在 2 × 10^8 m^3 以上；其次为南阳、安阳、焦作、新乡、濮阳等 5 市，每年地下水开发利用量在 1 × 10^8 m^3 以上；其他城市地下水开发利用量在 1 × 10^8 m^3 以下。

从开发利用地下水类型看，焦作、鹤壁主要开采岩溶水，其他城市主要开采松散岩层孔隙水，其中濮阳、新乡、安阳、信阳以开采浅层水为主，其他以开采中深层、深层孔隙地下水为主。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

在全省18个地级和县级济源中，商丘、周口、濮阳、新乡、开封5个地级矿化度大于1 g/L的地下水资源量数量较大，其中商丘为最大，其次为安阳、焦作、许昌等，其余全为淡水资源。

表3-11　河南省主要城市地下水资源情况表

城市	面积(km^2)	天然补给资源量(10^4 m^3/a)	可开采资源量(10^4 m^3/a)	承压水可开采储存量(10^4 m^3)
郑州	989.6	13 377.12	20 389.12	9 483.83
安阳	247.0	13 799.59	14 121.16	327.25
鹤壁	513	7 107.11	6 966.79	113.75
濮阳	255	2 853.31	8 771.78	544.43
新乡	187.0	2 008.36	4 087.96	298.69
焦作	370.0	5 344.00	5 133.53	227.50
三门峡	185	1 568.92	2 132.56	
洛阳	544	5 763.39	7 115.42	
开封	359	6 424.74	10 413.93	3 024.60
商丘	1 735	19 789.39	20 472.54	18 192.86
许昌	88	1 106.40	1 140.13	20.77
平顶山	453	1 648.79	1 580.32	
漯河	77.0	968.10	966.33	72.69
周口	141	1 981.28	2 315.24	706.73
驻马店	203	1 758.06	1 291.74	133.10
信阳	2 363	16 334.84	10 590.20	497.87
南阳	1 944	18 807.01	17 059.75	642.60

地球科學論壇 bbs.geokx.com

第四章　地下水资源的开发利用

第一节　地下水开发利用现状

一、地下水开发利用历史

河南省地下水的开发利用，以开采平原区浅层地下水用于农业灌溉为主。1949年建国初期，全省只有少量的土井开采地下水用作农灌和居民生活，工业用水开采地下水很少；20世纪50年代末，全省农灌井总数不足2万眼，井灌面积不足66.67×10^4 hm^2，估算地下水年开采量约在（20～25）$\times 10^8$ m^3，其中浅层水约占80%～90%；60年代初期，全省水资源供需矛盾仍不明显，机井灌溉发展较为缓慢，60年代中期，河南省井灌发展加快，至1969年底机电井总数达20万眼，井灌面积达96.27×10^4 hm^2，估算全省地下水开采总量约37×10^8 m^3，其中浅层水占80%以上。

20世纪70年代是河南省机井灌溉持续发展的阶段。随着井灌的发展，特别是豫北、豫东平原因地表水资源贫乏，井灌发展尤为迅速，开采量也随之增加。到1979年，全省机电井总数达到62.8万眼，井灌面积达213.08×10^4 hm^2，当年开采地下水量为77.3×10^8 m^3，浅层水占总开采量的86%。70年代平均每年开采地下水62.3×10^8 m^3，其中农业灌溉量年均约49.7×10^8 m^3，工业与生活年均12.6×10^8 m^3，浅层水约占总开采量的81%。豫北平原由于井灌开采强度较大，局部出现超采现象，地下水位呈现区域性持续下降趋势，并逐步形成了浅层地下水漏斗区：如温县—孟州漏斗区、濮阳—清丰—南乐漏斗区等。

20世纪80年代河南省井灌发展相对稳定，机电井总数在61～67万眼之间，井灌面积在200×10^4 hm^{2}左右。工业与生活用水开采量逐年增加，从1980年的20×10^8 m^{3}增至1989年的33×10^8 m^3，年增长率为6%；农业仍是用水大户，但农灌用水量与当年降水情况有密切关系，地下水总开采量大小主要受当年降水因素的影响。80年代平均每年开采地下水75.4×10^8 m^3，比70

地球科學論壇 bbs.geokx.com

年代年均多 13×10^8 m^3，其中农灌水量年均开采量 51.1×10^8 m^3，工业与生活用水年均开采 24.3×10^8 m^3，浅层地下水占总开采量 83%左右。由于 80 年后期降水偏少，开采量剧增，特别是豫北平原超采严重，地下水漏斗面积迅速扩大，豫东平原及南阳盆地的地下水水位也呈下降趋势。

进入 20 世纪 90 年代，河南省地下水开采呈逐年增加趋势，从 1990 年的 92.5×10^8 m^3 增加到 1999 年的 129.70×10^8 m^3，年增长率为 4%。90 年代平均每年开采地下水 111.61×10^8 m^3，比 80 年代年均开采量多 36.21×10^8 m^3，其中农灌用水年均开采量 69.9×10^8 m^3，工业与生活用水年均开采量 42.1×10^8 m^3，而浅层地下水占总开采量 65%左右（表 4-1）。

表 4-1　河南省八十年代以来地下水开采情况统计表　　单位：10^8 m^3

年份	地下水总开采量				其中浅层水开采量
	农业	工业	生活	合计	
1980	61.0	10.6	9.0	80.6	70.0
1981	54.9	12.3	8.7	75.9	63.6
1982	47.7	10.6	11.2	69.5	56.3
1983	43.4	12.9	9.1	65.4	51.5
1984	33.2	11.8	8.8	53.8	43.1
1985	35.5	13.8	9.3	58.6	47.4
1986	58.8	13.2	9.9	81.9	70.4
1987	55.3	14.4	12.1	81.8	69.2
1988	67.3	16.9	14.9	99.1	85.6
1989	53.8	17.7	15.5	87.0	72.3
1990	56.2	18.7	17.6	92.5	76.7
1991	60.8	18.3	18.0	97.1	80.0
1992	60.3	21.6	19.3	108.6	82.1
1993	59.3	21.3	20.6	107.6	83.6
1994	71.0	26.3	21.6	118.9	90.8
1995	69.3	26.9	22.2	118.4	98.9
1996	63.9	26.6	21.6	112.1	99.5
1997	69.0	26.5	22.6	118.1	99.8
1998	69.1	26.3	22.6	123.0	100.6
1999	83.7	23.4	22.6	129.7	108.4
2000	71.7	22.7	22.6	117.1	96.2

地球科學論壇 bbs.geokx.com

二、地下水开发利用现状

1999年全省地下水开采量为 $129.70\times10^8\ m^3$，其中浅层地下水开采量 $108.41\times10^8\ m^3$，深层地下水开采量 $21.29\times10^8\ m^3$；农业用水 $83.70\times10^8\ m^3$，工业用水 $23.44\times10^8\ m^3$，生活用水 $22.57\times10^8\ m^3$（表4-2）。

表4-2　1999年河南省行政分区地下水开采量及开采程度表　　单位：$10^8\ m^3$

地级	农业用水	工业用水	生活用水	合计	其中深层地下水	开采程度(%)
安阳	8.48	1.88	1.45	11.81	2.46	103
鹤壁	3.35	1.00	0.36	4.71	1.10	182
濮阳	4.62	1.59	0.61	6.82	0.68	87
新乡	7.86	2.00	1.23	11.09	2.01	71
焦作	5.09	1.63	0.84	7.56	1.76	123
三门峡	0.77	0.93	0.31	2.01	1.38	40
洛阳	3.69	1.89	2.01	7.59	0.92	118
郑州	5.02	2.51	1.51	9.04	3.78	106
开封	7.40	0.75	1.16	9.31	0.70	82
商丘	9.09	1.44	2.59	13.12	0.74	103
许昌	4.35	1.46	1.06	6.87	1.51	145
平顶山	2.05	0.80	1.00	3.86	1.03	84
漯河	2.63	0.97	0.55	4.15	0.60	135
周口	7.10	1.22	2.87	11.20	0.85	73
驻马店	5.32	0.52	2.00	7.84	0.63	45
信阳	1.49	0.25	0.69	2.43	0	21
南阳	5.03	2.28	2.21	9.52	0.93	55
县级 济源	0.37	0.30	0.13	0.80	0.22	63
全省	83.70	23.45	22.57	129.70	21.29	80

第二节　地下水开发利用分析

一、地下水开采程度

依据1999年河南省各地级和县级济源的地下水开采量统计资料，同各地下水可开采资源量比较，全省各地级和县级济源的地下水开采程度如上表（表

地球科學論壇 bbs.geokx.com

4-2）所示，各县（市）、区地下水开采程度见附表 19。

可以看出，各地级和县级济源地下水开采程度不一。按行政区划分，鹤壁、许昌、漯河、焦作、洛阳、郑州、安阳、商丘等市地下水开采强度大，次为濮阳、新乡、平顶山、开封、周口等，最少为信阳；按流域划分，海河流域最高，开采程度为 79.0%，黄河流域达 56.3%，淮河流域为 68.6%，长江流域为 69.8%，全省平均为 80.1%。

二、地下水的利用情况

20 世纪 90 年代以来，河南省地下水资源开采总量年平均为 120.0×10^8 m^3，占全省地下水开采资源量的 74.1%，其中农业用水 70.0×10^8 m^3，占地下水开采资源量约 43.2%，工业用水 25.0×10^8 m^3，占地下水开采资源量的 15.4%，生活用水 25.0×10^8 m^3，占地下水开采资源量的 15.4%，不难看出，农业用水是河南省地下水的用水大户。由于各地自然条件、作物种植结构、生活水平和经济发展条件的差异，其用水量和组成有所不同：濮阳、鹤壁、安阳、新乡、开封、商丘、驻马店等市农业用水占地下水总用水量的 70%以上，三门峡、郑州、许昌、洛阳、平顶山、漯河、南阳、济源等市工业用水占地下水总用水量的 20%以上。

据统计，1999 年全省人均用水量为 241 m^3，万元 GDP 用水量 497 m^3，农田灌溉亩均用水量为 234.0 m^3，万元工业产值用水量为 69 m^3（含火电），人均生活用水城镇为每人每日 175 L，农村为 63 L（含牲畜用水）。

人均用水大于 300 m^3 有安阳、鹤壁、濮阳、新乡、焦作和济源等市，主要分布在豫北，其中鹤壁为 474 m^3；三门峡、平顶山、周口、驻马店等市、地区小于 200 m^3，主要分布在豫西和豫东南，其中以驻马店地区最小，仅 131 m^3。万元 GDP 用水量大于 600 m^3 的有安阳、鹤壁、濮阳、新乡、开封、商丘和信阳，其中鹤壁、新乡、信阳超过 800 m^3；三门峡、洛阳、郑州、许昌、平顶山、漯河等市小于 400 m^3，其中三门峡、郑州小于 250 m^3，其中效果较明显。

三、缺水情况分析

河南省属北方缺水省区，全省人均水资源量不足 444 m^3，其中地下水资源量人均 175 m^3，只占全国人均水平的 1/5，居全国第二十二位。由于水资源空

地球科學論壇 bbs.geokx.com

间分布的不合理性，全省正常年份缺水（40～50）$\times 10^8$ m^3。

区域上，受水资源时空分布不均的影响，豫北地区因地下水长期超采，已形成大范围的浅层地下水降落漏斗区，并出现以城市水源地为中心的中深层地下水降落漏斗；豫西山区水资源开发利用难度大，人口居住分散，目前仍有260万人没有解决吃水问题，生存条件差，生活贫困。

近年来水污染日趋严重，进一步加剧了水资源的供需矛盾。沿黄城市群如三门峡、郑州、开封、新乡、濮阳等地饱受黄河水污染之害，其他如许昌、商丘、安阳等城市地下水资源环境状况也不容乐观。

目前，水资源短缺和水污染已成河南省为水资源可持续利用的最大制约因素。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

第五章　地下水资源的潜力分析

第一节　地下水资源潜力分析

一、剩余量分析

1999年河南省各地级市和县级济源市地下水开采资源的剩余量见表5-1。可以看出，河南省1999年地下水可开采资源剩余量为33.31×10^8 m^3，但鹤壁、许昌、焦作、洛阳、漯河等8市地下水不同程度超采，豫南驻马店、信阳、南阳及豫北新乡等地下水剩余量较多。

表5-1　河南省各行政分区地下水剩余量一览表　　单位：10^8 m^3

地级	可开采资源量	现状开采量			剩余量
		浅层	中深层	合计	
安阳	11.45	9.35	2.46	11.81	-0.36
鹤壁	2.58	3.61	1.10	4.71	-2.13
濮阳	7.87	6.15	0.68	6.82	1.05
新乡	15.56	9.08	2.01	11.09	4.47
焦作	6.22	5.87	1.76	7.63	-1.41
三门峡	5.03	0.63	1.38	2.01	3.02
洛阳	6.39	6.59	0.92	7.51	-1.12
郑州	8.53	5.26	3.78	9.04	-0.51
开封	11.42	8.62	0.70	9.23	2.19
商丘	12.71	12.37	0.74	13.12	-0.41
许昌	4.75	5.36	1.51	6.87	2.12
平顶山	4.58	2.83	1.03	3.86	0.72
漯河	3.07	3.54	0.60	4.14	-1.07
周口	15.26	10.35	0.85	11.20	4.06
驻马店	17.26	7.21	0.63	7.84	9.42
南阳	17.35	8.59	0.93	9.52	7.83
信阳	11.70	2.43	0.00	2.43	9.27
县级　济源	1.28	0.58	0.22	0.80	0.48
全省	163.01	108.41	21.29	129.70	33.31

地球科學論壇 bbs.geokx.com

二、地下水开采潜力分析

地下水开采潜力，主要分析东部平原地区浅层地下水的潜力。其方法是依据开采潜力指数、地下水动态特征，结合地下水位埋深综合分析确定。

开采潜力指数，按如下公式计算：

$$P = Q_{可} / Q_{采}$$

式中，P——地下水开采潜力指数；$Q_{可}$——地下水可采资源量，m^3/a；$Q_{采}$——地下水已开采量，m^3/a。

P 值的判定指标如下：

$P > 1.2$，有开采潜力，可扩大开采；

$1.2 \geqslant P \geqslant 0.8$，采补基本平衡；

$P < 0.8$，潜力不足，已超采。

地下水动态特征，系根据 1991 年以来地下水位的年平均变化幅度确定，一般情况为地下水位上升区有潜力，可扩大开采；地下水位下降区无潜力，应减少开采；年平均水位变幅接近零的地区，为采补平衡区。

依地下水位埋藏深度分析，历年来地下水位持续下降，水位埋深较大的地区，为潜力不足，已超采；水位埋藏深度变化不大，埋深较浅，并基本保持原始水位状态，说明地下水开采量不大，还有开采潜力，可扩大开采。

按上述原则，对全省地下水开采潜力进行综合分析。全省地下水可采资源总量为 $163.01 \times 10^8\ m^3/a$，1999 年总开采量为 $129.70 \times 10^8\ m^3/a$，剩余量为 $33.31 \times 10^8\ m^3/a$，潜力指数为 1.26，尚有潜力。但是，山区与平原区及平原区的北部与南部，开采程度差异较大。平原区浅层地下水相对较丰富，可采资源为 $134.54 \times 10^8\ m^3/a$，已开采量为 $108.00 \times 10^8\ m^3/a$，剩余量为 $26.54 \times 10^8\ m^3/a$，潜力指数为 1.25；山区地下水的可采资源为 $28.47 \times 10^8\ m^3/a$，已开采量为 $21.70 \times 10^8\ m^3/a$，剩余量为 $6.77 \times 10^8\ m^3/a$，潜力指数为 1.31，基岩山区除岩溶裂隙水地区地下水相对较丰富，开采量较大外，一般基岩裂隙水，富水性弱，很少开采。

东部平原区，浅层地下水开采程度差异主要表现为北部开采程度高，南部开采程度低。豫北地区的安阳、鹤壁、焦作及濮阳市辖区的北部，地下水开采程度高，超采较严重，地下水位受开采影响历年来持续下降，清丰、南乐、内黄及温县、孟州等地带，地下水位埋深达 20 m 左右，需适量缩减地下水开采

地球科學論壇 bbs.geokx.com

量；豫南、豫东南的驻马店、信阳、南阳等地，地下水开采程度低，水位埋藏浅，地下水位埋深多小于 4 m，有较大开采潜力，可扩大地下水开采量，使地下水水位降到合理的埋藏深度；中部地区，地下水采补基本平衡，地下水位埋深除在城市附近较大外，一般地区为 4 ~ 8 m，应在现状开采的基础上适量调整，超采地段调减开采量，补给条件好的有潜力地段适当扩大开采。

三、地下水资源开发前景分析

根据地下水资源的潜力分析，河南省可增加扩大地下水资源开采的地区有：

1. 豫南、豫东南区

主要分布在周口、驻马店及商丘南部的柘城县等地，面积约 28 000 km^2。该地区为淮河冲洪积平原，北部为黄河冲积平原的一部分。上部为亚粘土裂隙孔隙水，下部为砂砾石、砂和泥质砂砾石孔隙含水层组。含水层厚度及岩性差异较大，一般河流主流带较好，南部黄淮平原接壤处较差。地下水可采资源为 43.78×10^8 m^3/a，目前地下水开采量为 17.66×10^8 m^3/a，潜力指数 2.48，尚有开采潜力。适宜分散开采，预计可增加开采 15×10^8 m^3/a 左右。

2. 黄河沿岸区

分布在黄河影响带及开封市东部，面积约 5 600 km^2。沿黄河地带含水层岩性主要为细砂、中砂、粉砂，补给条件优越，地下水丰富。目前地下水水位埋藏浅，地下水动态受降水及地表水体影响。地下水开采量小，具有较大的开采潜力，适宜建立集中供水的地下水水源地。傍河取水，地下水水位降落后，可激发黄河水对地下水的补给，利用黄河“地上悬河”的有利条件，促使部分地表水转化为地下水。

开封东部的杞县以北，地下水埋藏浅，一般埋深小于 4 m，历年地下水位变化幅度不大，地下水尚有潜力，预计可增加开采 1×10^8 m^3/a。

3. 南阳盆地区

包含南阳市及驻马店泌阳县的平原区，面积约 5 800 km^2。该区浅层含水层，主要由砂、砂砾石及泥质砂砾石组成。含水层厚度为 6 ~ 12 m，钻孔单位涌水量为 4 ~ 8 $m^3/h \cdot m$，唐白河沿岸含水层厚度较大，富水性较好，地下水可采资源为 8.58×10^8 m^3/a，已开采量为 6.32×10^8 m^3/a，潜力指数为 1.36。据 1991 年以来监测资料反映，地下水位上下波动基本持平，说明尚有开采潜力。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

预计可增加开采 1×10^8 m^3/a。

4. 豫中、豫东区

包括郑州、许昌、漯河、平顶山、商丘及开封的西部和南部，该区为黄河冲积平原的一部分，面积约 21 000 km^2，含水层由砂砾石、中粗砂、中细砂、粉砂等组成。总体上看，该区域内地下水为采补平衡，城市市区多已超采，需适当调减开采量。

根据水文地质条件分析，除城市市区现有水源地为集中开采外，大部分地区适宜分散开采。区内尚有潜力、适宜集中开采的地段有两处，可供进一步勘探开发利用。一是商丘北部谢集—李庄一带，浅层含水层为中细砂，厚 10～15 m，顶板埋深 15～20 m 左右，地表水渠多，引黄灌溉补源条件好，1996 年普查初步计算地下水资源为 5.49×10^4 m^3/d；二是郏县、宝丰汝河河谷平原地带，东西长 36 km，南北宽 10 km 左右，含水层为砂、砂砾石，厚度达 25 m 左右，补给条件好，地下水丰富。据《河南省平顶山经济区水资源评价报告》，汝河北郏县段地下水资源为 16×10^4 m^3/d，汝河南宝丰段地下水资源为 12.8×10^4 m^3/d。

5. 山区

包括豫西、豫北、豫南的中低山区，丘陵地区及山前岗地区，面积约 84 000 km^2。该区水文地质条件复杂，含水层的富水性及地下水开采程度差异较大，碳酸盐岩岩溶水分布区及山间河流冲积平原松散岩类孔隙水分布区，地下水较丰富，开采程度高，部分地区已超采，如焦作、新密、平顶山等地的岩溶水均已超采，且超采较严重；大部分经济不发达地区，则开采程度很低，处于自然补排状态，广大的变质岩、火成岩分布地区，则地下水资源贫乏，无集中供水开采价值，仅作为当地分散居民生活用水水源，地下水开采程度亦很低。山前岗地区，亦是河南省的农业区，水文地质条件差，地下水贫乏，开采困难；在黄土堆积厚度大的岗地区，地下水开采较多，水位下降幅大，埋藏深度最大的地区达到 100 m。

尚未查明有前景的地下水资源区主要分布在：

（1）黄河影响带浅层地下水；

（2）沿黄城市群郑州、洛阳、三门峡、开封、濮阳等中深层地下水；

（3）豫东商丘及周口、漯河、驻马店、平顶山等城市深层岩溶水。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

第二节　2010年、2030年水资源供需预测

一、发展规划

根据《河南省国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》、《河南省国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》和《河南省水利发展规划（2001～2010年）》，结合河南省经济社会发展的实际情况，1999年现状年全省总人口为9 387万人，其中农业人口7 707万人，全省工业总产值为5 899.85亿元，耕地面积6 825.92 khm^2，其中有效灌溉面积4 648.78 khm^2（表5-2）。预测2010年、2030年各项发展指标为：

1. 人口增长率控制在8.5‰，预测2010年全省总人口为10 307万人，按城市化率35%计算，非农业人口为3 607万人。2030年全省总人口为12 203万人，按城市化率40%计算，非农业人口为4 881万人；

2. 经济增长速度年均5.0%～8.5%，2010年全省工业总产值达到1 445 463亿元，2030年全省工业总产值达到38 304.78亿元；

3. 农田有效灌溉面积2010年达到5 000 khm^2，2030年达到5 800 khm^2。

二、需水量预测

1. 生活需水量

据《河南省水资源公报（1999年）》，1999年人均生活用水量城镇为每人每日175 L，农村为每人每日63 L（含牲畜用水）。依据《城市给水工程规范（GB50282-98）》、《河南省城市主要工业产品及生活用水定额》（施行）及《郑州市城市生活用水定额及节水措施》，2010年、2030年生活用水定额为城镇每人每日200 L，农村每人每日120 L。

预测2010年全省生活需水量为55.68×10^8 m^3，2030年全省生活需水量为67.70×10^8 m^3。

2. 工业需水量

1999年万元工业产值用水量含火电为69 m^3，不含火电为54 m^3。随着河南省电力的发展和节水措施的实施，2010年、2030年万元工业产值用水定额含火电为70 m^3。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 5-2　1999 年河南省各地级和县级济源基本情况及 2010 年、2030 年预测一览表

地级	1999 年					2010 年					2030 年				
	农业人口（万人）	非农业人口（万人）	总人口（万人）	有效灌溉面积(khm^2)	工业总产值（亿元）	农业人口（万人）	非农业人口（万人）	总人口（万人）	有效灌溉面积(khm^2)	工业总产值（亿元）	农业人口（万人）	非农业人口（万人）	总人口（万人）	有效灌溉面积(khm^2)	工业总产值（亿元）
郑州	421	211	632	183.95	887.24	451	243	694	197.83	2 173.74	493	329	822	229.51	5 760.40
开封	376	88	464	321.60	213.30	331	178	509	345.88	522.58	362	241	603	401.25	1 384.85
洛阳	464	150	614	138.47	554.37	438	236	674	148.92	1 358.20	479	319	798	172.76	3 599.24
平顶山	364	112	476	178.53	345.92	340	183	523	192.00	847.50	371	248	619	222.75	2 245.88
安阳	422	91	513	279.98	296.69	366	197	563	301.21	726.89	400	267	667	349.32	1 926.25
鹤壁	98	40	138	82.67	94.82	99	53	152	88.91	232.30	107	72	179	103.14	615.61
新乡	427	106	533	325.08	308.57	380	205	585	349.62	755.99	416	277	639	405.59	2 003.39
焦作	225	100	325	158.33	316.66	292	125	357	170.28	775.81	254	169	423	197.54	3 055.91
濮阳	286	58	344	223.50	205.43	246	132	378	240.37	503.30	268	179	447	278.85	1 333.75
许昌	367	70	437	223.32	420.18	312	168	480	240.28	1 029.44	341	227	568	278.63	2 728.01
漯河	194	54	248	139.62	259.24	177	95	272	150.16	635.13	193	129	322	174.20	1 683.11
三门峡	161	58	219	46.05	201.57	156	84	240	49.52	493.84	171	114	285	57.45	1 308.69
南阳	903	142	1 045	421.54	614.45	745	402	1 147	453.36	1 505.40	816	543	1 359	525.94	3 989.31
商丘	712	81	793	568.21	200.16	566	305	871	611.21	490.39	619	412	1 031	708.93	1 299.53
信阳	666	107	773	364.52	206.16	552	297	849	392.04	505.09	603	402	1 005	454.80	1 338.49
周口	916	99	1 015	573.24	330.02	724	390	1 114	616.52	808.54	792	528	1 320	715.21	2 142.65
驻马店	714	88	802	395.64	299.78	573	08	881	425.51	734.46	626	417	1 043	493.62	1 946.32
县级 济源	40	24	64	24.53	86.65	45	25	70	26.38	212.29	50	33	83	30.61	562.57
全省	7 707	1 680	9 387	4 648.78	5 899.85	6 700	3 607	10 307	5 000.00	14 454.63	7 322	4 881	12 203	5 800.00	38 304.78

北京科学论坛 bbs.geekx.com

预测 2010 年工业需水量为 101.18×10^8 m^3，2030 年工业需水量为 268.13×10^8 m^3。

3. 农业需水量

1999 年为枯水年，农田灌溉亩均用水量为 234 m^3。随着农田节水灌溉面积的扩大和节水意识的增强，2010 年、2030 年平水年（50%）农田灌溉亩均用水量为 200 m^3，2010 年、2030 年枯水年（75%）农田灌溉亩均用水量为 220 m^3。

预测平水年（50%）2010 年农业需水量为 150.00×10^8 m^3，2030 年为 174.00×10^8 m^3；枯水年（75%）2010 年农业需水量为 165.00×10^8 m^3，2030 年为 191.40×10^8 m^3。

4. 其他需水量

考虑其他生态用水，预测 2010 年其他需水量约 7.40×10^8 m^3，2030 年为 8.88×10^8 m^3。

综合上述，平水年（50%）2010 年全省需水量为 314.26×10^8 m^3，2030 年全省需水量为 518.72×10^8 m^3（表 5-3）；枯水年（75%）2010 年全省需水量为 329.26×10^8 m^3，2030 年全省需水量为 536.12×10^8 m^3（表 5-4）。

三、可供水量预测

全省现有各类水利工程每年可供水量为 260×10^8 m^3，其中地表水为 95×10^8 m^3，引黄等过境水 45×10^8 m^3，约占 36%，地下水 120×10^8 m^3，地表水利用率为 30%，浅层地下水开采率达 80%以上，均高于全国平均水平。

根据《河南省水利发展规划（2001～2010 年）》，河南省将建设一批蓄水、调水、引水工程，计划新增供水能力 40×10^8 m^3，其中地下水增加 15×10^8 m^3，地表水增加 10×10^8 m^3，过境水增加 15×10^8 m^3，使 2010 年全省水利工程总供水能力达到 300×10^8 m^3（不含南水北调中线供水量）；2010 年南水北调中线通水后分配河南省水量 52.9×10^8 m^3，新增水库供水 15×10^8 m^3，可增加供水 70×10^8 m^3，全省 2010 年总供水能力达到 370×10^8 m^3。

据 2010、2030 年预测需水量分析，河南省供水能力能够满足 2010 年对水资源的需求；但 2030 年即使全部水资源都被利用，也不能满足需求。2030 年因需水量太大，全省水资源总量不足。特别是工业需水量偏大，应大力发展节水工业，限制高耗水企业发展，否则有限的水资源全被“工业化”了，人类将面临生存危机。

地球科學論壇 bbs.geokx.com

表 5-3　2010 年、2030 年平水年(50%)需水量预测表

单位：10^8 m^3

地级	2010 年需水量					2030 年需水量				
	生活	农业	工业	其他	合计	生活	农业	工业	其他	合计
郑州	3.749	5.935	15.216	1.100	26.000	4.561	6.885	40.323	1.320	53.089
开封	2.749	10.376	3.658	0.456	17.239	3.345	12.038	9.694	0.547	25.624
洛阳	3.641	4.468	9.507	0.670	18.286	4.427	5.183	25.195	0.804	35.609
平顶山	2.825	5.760	5.933	0.382	14.900	3.435	6.683	15.721	0.458	26.297
安阳	3.041	9.036	5.088	0.389	17.554	3.701	10.480	13.484	0.467	28.132
鹤壁	0.821	2.667	1.626	0.159	5.273	0.994	3.094	4.309	0.191	8.588
新乡	3.161	10.489	5.292	0.517	19.459	3.844	12.168	14.024	0.620	30.656
焦作	1.929	5.108	5.431	0.489	12.957	2.346	5.926	14.391	0.587	23.250
濮阳	2.041	7.211	3.523	0.222	12.997	2.481	8.366	9.336	0.266	20.449
许昌	2.593	7.208	7.206	0.362	17.369	3.151	8.359	19.096	0.434	31.040
漯河	1.469	4.505	4.446	0.216	10.636	1.787	5.226	11.782	0.259	19.054
三门峡	1.296	1.486	3.457	0.285	6.524	1.581	1.724	9.161	0.342	12.808
南阳	6.198	13.601	10.538	0.643	30.980	7.538	15.778	27.925	0.772	52.012
商丘	4.706	18.336	3.433	0.451	26.926	5.719	21.268	9.097	0.541	36.625
信阳	4.586	11.761	3.536	0.273	20.156	5.576	13.644	9.369	0.328	28.917
周口	6.018	18.496	5.660	0.419	30.593	7.323	21.456	14.999	0.503	44.281
驻马店	4.758	12.765	5.141	0.252	22.916	5.786	14.809	13.625	0.302	34.522
县级 济源	0.380	0.791	1.486	0.117	2.774	0.460	0.918	3.938	0.140	5.456
全省	55.677	150.00	101.182	7.402	314.261	67.702	174.00	268.133	8.882	518.717

北京科学论坛 bbs.geokx.com

表 5-4　2010 年、2030 年枯水年(75%)需水量预测表　　单位：10^8 m^3

地级	2010 年需水量					2030 年需水量				
	生活	农业	工业	其他	合计	生活	农业	工业	其他	合计
郑州	3.749	6.528	15.216	1.100	26.593	4.561	7.574	40.323	1.320	53.778
开封	2.749	11.414	3.658	0.456	18.277	3.345	13.241	9.694	0.547	26.827
洛阳	3.641	4.914	9.507	0.670	18.732	4.427	5.701	25.195	0.804	36.127
平顶山	2.825	6.336	5.933	0.382	15.476	3.435	7.351	15.721	0.458	26.965
安阳	3.041	9.940	5.088	0.389	18.458	3.701	11.528	13.484	0.467	29.180
鹤壁	0.821	2.934	1.626	0.159	5.540	0.994	3.404	4.309	0.191	8.898
新乡	3.161	11.537	5.292	0.517	20.507	3.844	13.384	14.024	0.620	31.872
焦作	1.929	5.619	5.431	0.489	13.468	2.346	6.519	14.391	0.587	23.843
濮阳	2.041	7.932	3.523	0.222	13.718	2.481	9.202	9.336	0.266	21.285
许昌	2.593	7.929	7.206	0.362	18.090	3.151	9.195	19.096	0.434	31.876
漯河	1.469	4.955	4.446	0.216	11.086	1.787	5.749	11.782	0.259	19.577
三门峡	1.296	1.634	3.457	0.285	6.672	1.581	1.896	9.161	0.342	12.980
南阳	6.198	14.961	10.538	0.643	32.340	7.538	17.356	27.925	0.772	53.591
商丘	4.706	20.170	3.433	0.451	28.760	5.719	23.395	9.097	0.541	38.752
信阳	4.586	12.937	3.536	0.273	21.332	5.576	15.008	9.369	0.328	30.281
周口	6.018	20.345	5.660	0.419	32.442	7.323	23.602	14.999	0.503	46.427
驻马店	4.758	14.042	5.141	0.252	24.193	5.786	16.289	13.625	0.302	36.002
县级 济源	0.380	0.871	1.486	0.117	2.854	0.460	1.010	3.938	0.140	5.548
全省	55.677	165.00	101.182	7.402	329.261	67.702	191.40	268.133	8.882	536.117

北京科学论坛 bbs.geekx.com

第六章　地下水环境质量评价

第一节　地下水水质现状

一、地下水化学分布特征

地下水化学分布特征受气候、地貌、水文地质条件等影响。河南省山区、岗地和山前倾斜平原中上部为补给区，一般为重碳酸型的低矿化度淡水，矿化度大部分小于0.5 g/L，水质适用于饮用和农田灌溉；山前倾斜平原，属径流排泄区，矿化度小于0.3 g/L，为重碳酸钙型水，向下矿化度渐增为0.5 g/L，水质类型多为重碳酸钙镁型水，其中局部低洼地带垂直积聚集作用明显，矿化度可达1～2 g/L，水化学类型为重碳酸钙镁型或碳酸钙镁型。

平原地区地下水主要靠降水补给、陆面蒸发、人工开采以及径流排泄等调节地下水化学成分，地下水溶解土壤中的易溶盐，愈向平原中部和前缘延伸，溶解愈多。因地下水径流减弱，水化学成分主要靠陆面蒸发垂直作用调节其地下水浓度，导致盐分含量浓缩。随着浅层地下水由山前向平原深部延伸，有明显的水化学分带特征，矿化度由低增高，水质由淡变咸。分带最明显的是黄河冲积扇，自新乡、郑州以西的扇顶部位，地下水径流相对畅通，水化学类型属重碳酸型，矿化度小于0.5 g/L；向东逐渐过渡到重碳酸硫酸型，矿化度逐渐增至1～2 g/L，并有条带状硫酸盐地下水分布；黄河冲积扇的前缘地带，如商丘及南乐、濮阳一带，由于地下径流滞缓、蒸发强烈，常出现重碳酸硫酸型、重碳酸氯化物硫酸型和氯化物硫酸型地下水，矿化度高达2～3 g/L，个别地区可达3～5 g/L，这些地区氟离子亦容易富集。

二、水质评价与污染评价

（一）评价原则与方法

1．评价原则

（1）水质评价原则

本次评价的方法参照地下水质量标准（GB/T14848-93）制定。该标准依

地球科學論壇 bbs.geokx.com

据我国地下水水质现状，参照生活饮用水、工业、农业用水水质要求，将地下水质量划分为5类（表6-1）：

Ⅰ类：主要反映地下水化学组分的低天然背景含量，适用于各种用途。

Ⅱ类：主要反映地下水化学组分的天然背景含量，适用于各种用途。

Ⅲ类：以人体健康基准为依据；主要适用于集中式生活饮用水水源及工农业用水。

Ⅳ类：以农业和工业用水要求为依据；除适用于农业和部分工业用水外，适当处理后可作生活用水。

Ⅴ类：不宜饮用，其他用水可根据使用目的再进行专门评价。

表6-1　地下水质量标准　　单位：mg/L

序号	类别 / 标准值 / 项目	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
1	pH值	6.5～8.5			5.5～6.5 8.5～9	<5.5 >9
2	总硬度(以 $CaCO_3$ 计)	≤150	≤300	≤450	≤550	>550
3	溶解性总固体	≤300	≤500	≤1 000	≤2 000	>2 000
4	硫酸盐	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
5	氯化物	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
6	挥发性酚类(苯酚计)	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	>0.01
7	氰化物	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
8	硝酸盐氮	≤2.0	≤5.0	≤20	≤30	>30
9	亚硝酸盐氮	≤0.001	≤0.01	≤0.02	≤0.1	>0.1
10	氨氮(NH_4)	≤0.02	≤0.02	≤0.2	≤0.5	>0.5
11	氟化物	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0
12	汞	≤0.000 05	≤0.000 5	≤0.001	≤0.001	>0.001
13	砷	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	>0.05
14	六价铬	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
15	铜	≤0.01	≤0.05	≤1.0	≤1.5	>1.5
16	铅	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
17	锌	≤0.05	≤0.5	≤1.0	≤5.0	>5.0
18	铁	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤1.5	>1.5
19	锰	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.0	>1.0
20	总大肠菌群(个/L)	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤100	>100
21	细菌总数(个/mL)	≤100	≤100	≤100	≤1 000	>1 000

地球科學論壇 bbs.geokx.com