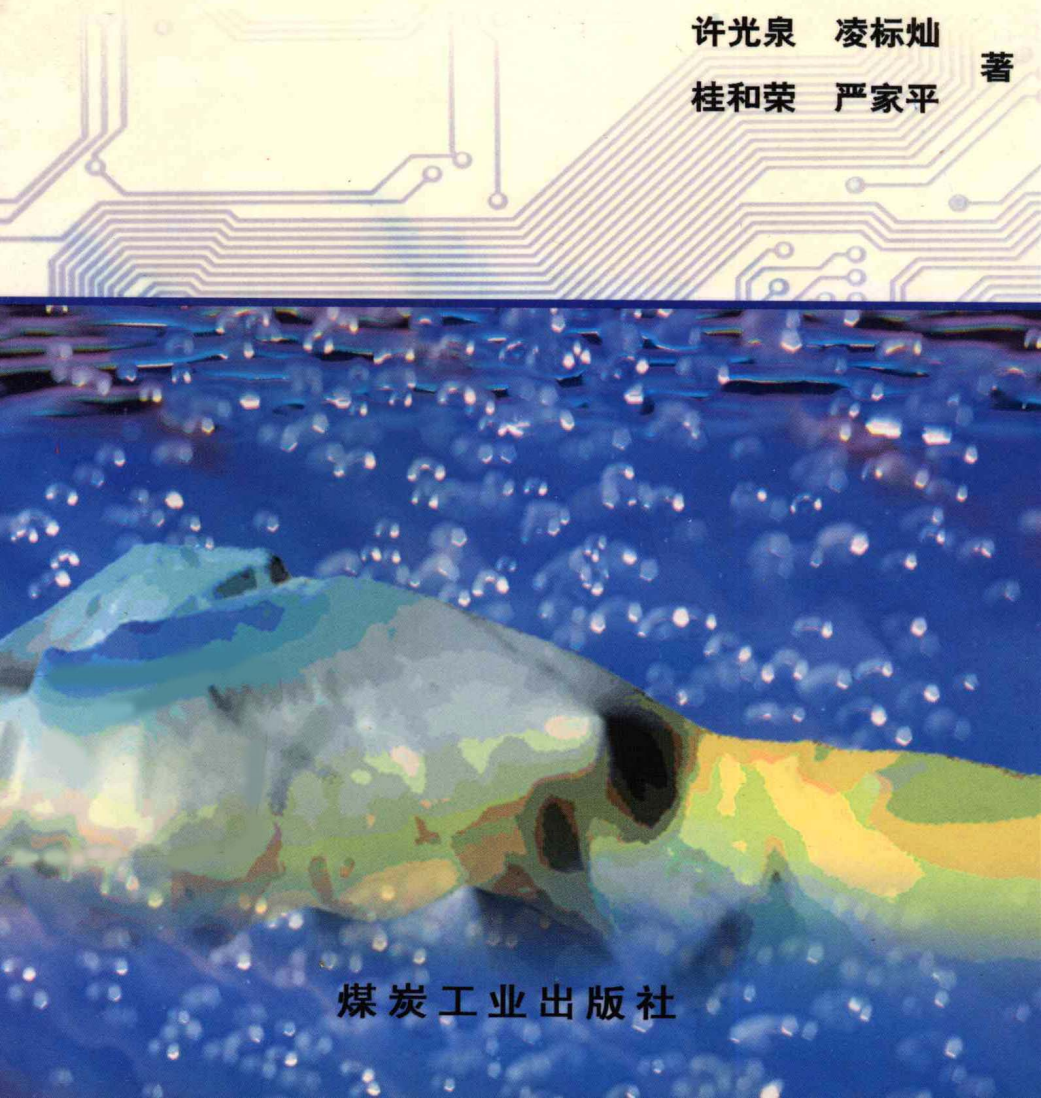


新生界底部含水层特征研究 及其数据库模拟系统

许光泉 凌标灿 著
桂和荣 严家平



煤炭工业出版社

新生界底部含水层特征研究 及其数据库模拟系统

许光泉 凌标灿 桂和荣 严家平 著

煤炭工业出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

新生界底部含水层特征研究及其数据库模拟系统/许光泉, 凌标灿, 桂和荣, 严家平著. —北京: 煤炭工业出版社, 2004
ISBN 7-5020-2564-2

I. 新… II. ①许…②凌…③桂…④严… III. ①新生代—含水层—地质构造—研究②新生代—含水层—数据库系统: 模拟系统—研究 IV. P641

中国版本图书馆CIP数据核字 (2004) 第114369号



煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居) 邮编 100029
网址: www.cupl.com.cn
北京密云春雷印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 850mm×1168mm^{1/32} 印张 5 插页 2
字数 155 千字 印数 1—1,200
2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷
社内编号 5335 定价 18.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书介绍了新生界底部含水层沉积特征和富水关系、水化学特征、水源判别模式,运用解析法和回归法对新生界底部含水层参数进行了求解及预报,还采用数值法对新生界底部含水层在不同疏水方案下,预测其地下水流场的变化特点,为新生界底部含水层水害防治提供参考;并利用收集到的新生界底部含水层的丰富水文地质资料,建立了其数据库管理系统。

本书可供煤矿企业的科技工作者、管理人员及相关科研单位人员、院校师生参考。

前 言

我国中东部地区新生界松散层的最底部，发育着一层厚度不等的松散含水层，即底部含水层，可被简称为“底含”。“底含”在不同地区，层位不同，名称也不同，如在淮北称作“四含”；在徐州大屯称作“五含”；在淮南的张集称作“红层”。

“底含”与第一阶段煤层的开采有着密不可分的关系，尤其在留设防水、防砂煤柱时，既要保证煤矿的安全生产，又要使煤炭资源不被丢失浪费，除了考虑到煤系基岩裂隙分布特征外，还必须考虑“底含”的富水性特征，否则难以把握煤岩柱的合理留设高度。不同的矿区留设的煤岩柱保护高度不尽相同，从不留设煤岩柱到留设巨厚的80m煤岩柱，其主要原因之一，就是除了要考虑到在形成时的古基底（古地貌）外，还要考虑古基底之上所形成的“底含”的沉积环境及“底含”富水性特征在空间的展布规律。

作者认为，只有弄清一个相当范围内“底含”的沉积环境及水文地质特征，才能为留设安全合理的煤岩柱高度提供基础性的地质保障。

研究这些问题，必须以沉积学、水文地质学、水文地球化学、地下水动力学、工程地质学等多门学科为基础，才能从理论上和技术上把握这一攻关课题的核心。笔者近年来在安徽省教育厅项目（基于沉积环境地下水动力场对开采上限控制研究No. 2003KJ087）和安徽省“十五”攻关子项目（宿南矿区松散层四含水文地质条件分析与评价研究No. 02013055）的资金赞助下，从“底含”的沉积特征、沉积特征与富水性之间的关系，水化学特征、地下水流特征及其信息系统几个方面，以淮南的张集煤矿、淮北的宿南矿区和任楼煤矿等为研究对象进行探讨。本书以此为

内容进行撰写。

本书共分为五章。第一章讨论“底含”的沉积特征及其富水性关系；第二章从水化学特征进行分析，建立不同水源判别模式，尤其在“底含”突水中的水源上，运用多种方法进行判别；第三章分析在“底含”疏放条件下，运用解析法和回归方法对含水层参数进行求解，并进行水位预报；第四章运用有限单元法，研究“底含”的水文地质特征，并讨论不同疏放方案下，预测其地下水流场的变化特点，为“底含”水的防治提供参考；第五章利用“底含”的丰富水文地质资料，建立其数据库信息系统。该系统具有输入、查询、修改、水源判别、数值计算、地下水流场变化图形生成、数据及图形输出等功能。

本书在完成过程中，得到刘平、袁文华、沈慧珍等研究生的帮助；现场实践得到皖北矿务局、淮北矿业集团、淮南矿业集团以及安徽煤田地质局有关领导和技术人员的帮助和指教，在此一一表示感谢。由于研究范围相对有限，时间仓促，不免有不足之处，请读者、专家指正。

作 者

2004年10月

目 录

1 “底舍”的沉积环境与富水性特征	1
1.1 淮南张集、谢桥煤矿“底舍”形成的背景	1
1.2 “底舍”特征及富水性分析	7
1.3 宿南矿区概况	10
1.4 古沉积基底及沉积环境特征	11
1.5 “底舍”突水计算与分析	16
1.6 “底舍”富水性特征分析	19
2 水文地球化学特征及水源判别	23
2.1 “底舍”水的常规水化学特征	23
2.2 “底舍”水常规离子与总溶解固体 之间的关系	24
2.3 常规离子的来源及差异分析	26
2.4 碳酸平衡及pH值与 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 的关系	28
2.5 水源判别	32
3 解析法及多元统计法在“底舍”中的应用	51
3.1 解析法计算矿井含水层水位与水量	51
3.2 多元统计方法计算矿井含水层水位与水量	61
4 “底舍”水文地质特征研究	70
4.1 多含水层系统数学模型及求解方法	70
4.2 “底舍”水文地质条件分析	79
4.3 “底舍”水文地质概念模型	83

4.4	“底舍”地下水水流数学模型.....	88
4.5	计算区域剖分.....	88
4.6	参数分区以及模型识别和验证.....	90
4.7	不同疏水方案下“底舍”水位预报.....	99
5	“底舍”数据库模拟管理系统	109
5.1	系统总体设计思路	109
5.2	数据库设计	113
5.3	应用程序设计	125
5.4	系统实现	131
5.5	系统应用	134
	参考文献.....	146

1 “底含”的沉积环境与富水性特征

新生界底部含水层一般简称为“底含”，“底含”在安徽的淮南、淮北煤系地层上部松散层中较为发育。但由于受到古地形、古气候以及形成时期的沉积环境的控制与影响，在新生界底部，发育了一层厚度很不均匀的粘土-砂-砾石层结构，其特征明显地反映了古沉积相与“底含”之间的关系。因此，不同的地点，新生界松散层的厚度相差很大，在不同煤矿，“底含”的名称也不同（图1-1）。本章结合多年的工作实际，以淮南的张集煤矿、谢桥煤矿，淮北的任楼煤矿以及宿南矿区（包括桃园、祁东、祁南三个煤矿）为例，对影响“底含”发育的因素及不同沉积环境的产物与“底含”富水性之间的关系进行分析。

1.1 淮南张集、谢桥煤矿“底含”形成的背景

淮南煤田位于华北平原南缘，呈东西向复式向斜盆地，区域范围为东起郟庐断裂，西连周口凹陷，北靠蚌埠隆起，南临合肥凹陷。由构造发展历史可知，自三叠系后，印支、燕山运动造成本地区地壳普遍上升，经褶皱断裂作用后，形成了淮南复式向斜和以东-西、北-东向为主的断裂构造。在侏罗纪、白垩纪以及早第三纪的漫长地质历史时期，这一地区处于风化剥蚀、夷平状态，形成了东南高、西北低的古地形，直到晚第三纪早期，地壳开始下沉，沉积了一套厚度不均匀的新生界沉积物。张集、谢桥煤矿新生界地层正是在这种大环境下形成的。

1.1.1 古地形发育影响因素

1) 构造因素

在张集煤矿井田的南边发育有谢桥向斜，向斜轴以北为地势

较为低凹的地区。井田范围内的断层主要为两组：一组近东-西方向，另一组近南-北方向，此外，还有北-西-西方向的次级断层，其中以近东-西方向前者影响最为显著，阜风推覆体位于谢桥向斜的南边，煤系地层多被近南北方向的正断层切割而错断。井田内的断层主要以正断层为主，其次为逆断层。

2) 基岩岩性

在构造因素的基础上，不同的岩石的岩性及后期的风化剥蚀作用具有明显的区别。通过鉴定岩芯发现，脆性的中、细砂岩抗拉强度小于泥岩，泥岩及中、细砂岩风化程度取决于所含的矿物成分。

3) 风化剥蚀影响

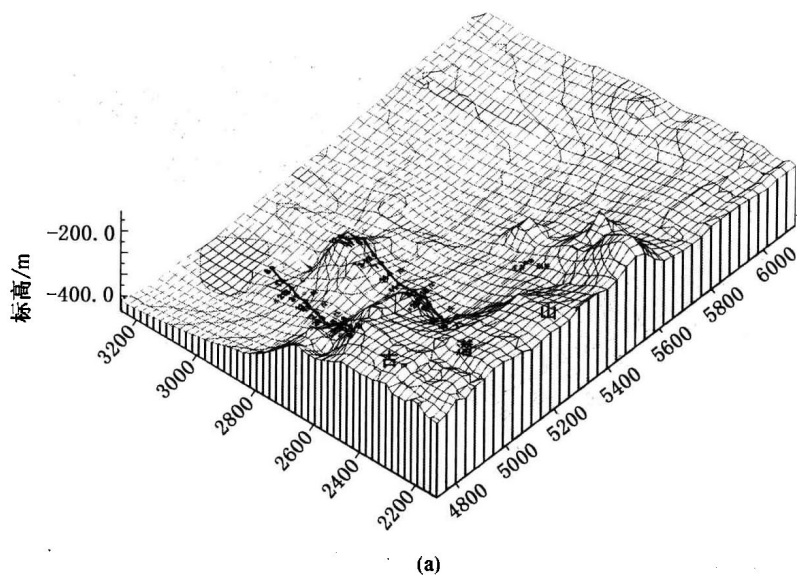
这种作用对构造改造后的基岩而言，作用较为明显，现场砂岩岩芯不仅破碎，而且泥岩呈现膨胀、崩解现象。

受以上因素影响，张集井田古地形高差约240m，其南部较高，古地形标高在-180~-280m之间；北部地势相对较低，古地形标高在-290~-400m之间。从图1-2可以看出，井田的西南部位置发育了地势较高的古潜山，在第六勘探线附近的北部发育了标高为-310m的小潜山。总体上，古地形南高北低，但在低凹处，局部地区出现古地形较高的现象，这种古地形对后期新生界地层的沉积环境起到了较为重要的控制作用。同时，这种环境与周边相比，不容易形成诸如河流相、冲洪积扇这样的微沉积环境，因此，“底含”的沉积厚度受到限制。

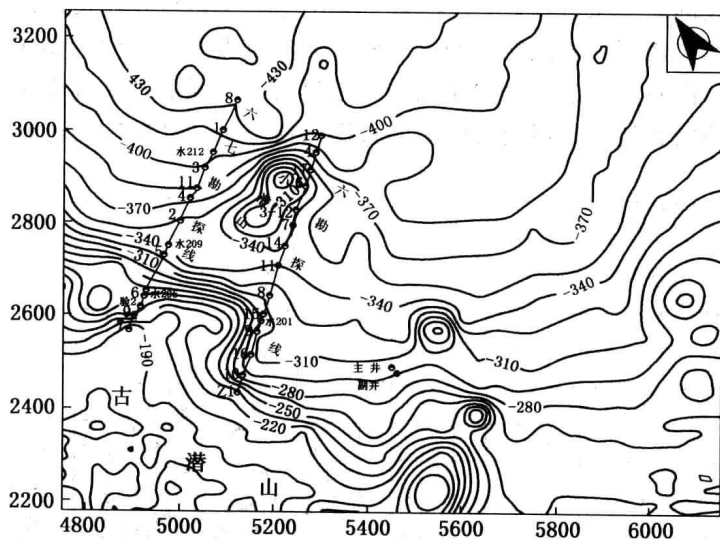
同样，谢桥煤矿古地形也凹凸不平，高差变化幅度在0~110m左右，如图1-3所示。在此地形基础上形成的“底含”厚度相差很大，在某种程度上决定了其沉积厚度，并与高差幅度具有一定的对应相关关系。

1.1.2 古地形与“底含”分布关系

淮南潘谢地区岩芯资料表明，底部砾石层（该地区多俗称为“红层”）属于洪积、坡积相沉积物。在整个潘谢矿区范围内，发育了四座规模较大的长条形古潜山，即位于谢桥主、副井的石千峰组的古潜山、陈桥-潘集背斜以下谢桥东风井的古潜山、顾桥一



(a)



(b)

图 1-2 张集(煤矿)古地形特征图

a—张集煤矿古地形立体特征图；b—张集煤矿古地形平面特征图

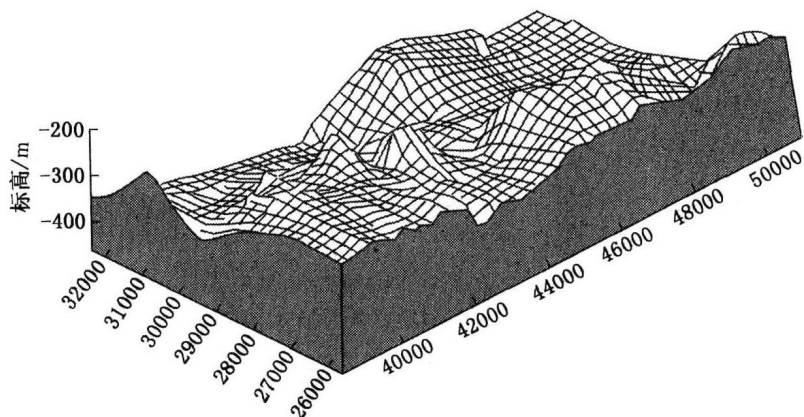


图1-3 谢桥煤矿古地形特征图

带的古潜山以及潘一、潘三主副井一带的古潜山，与四座古潜山相连的为三条古谷地，俗称为“四山三谷”。古地壳在长期风化剥蚀的作用下，松散物质经过不同距离的重力搬运作用，如河流搬运、泥石流搬运、自然滚动等，使得大小不同的砾石沉积在较为低凹的谷地。井田地势较高的古潜山地带是“红层”的近处物源

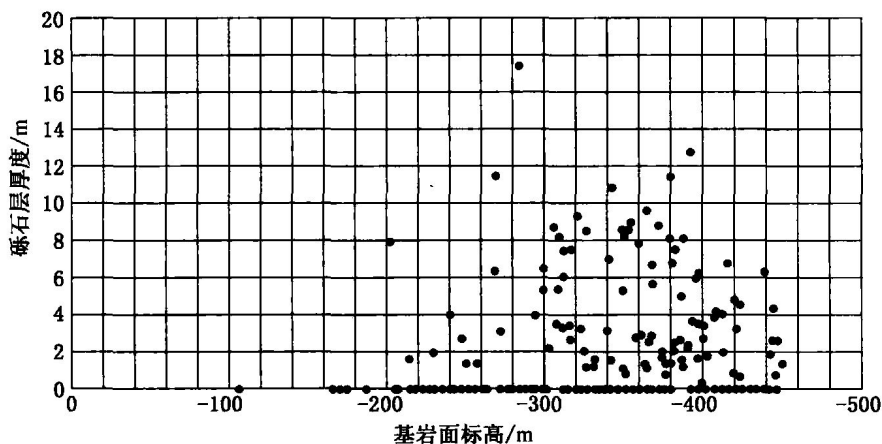
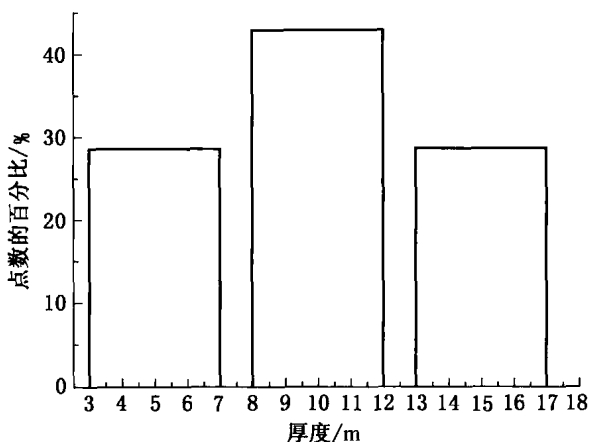
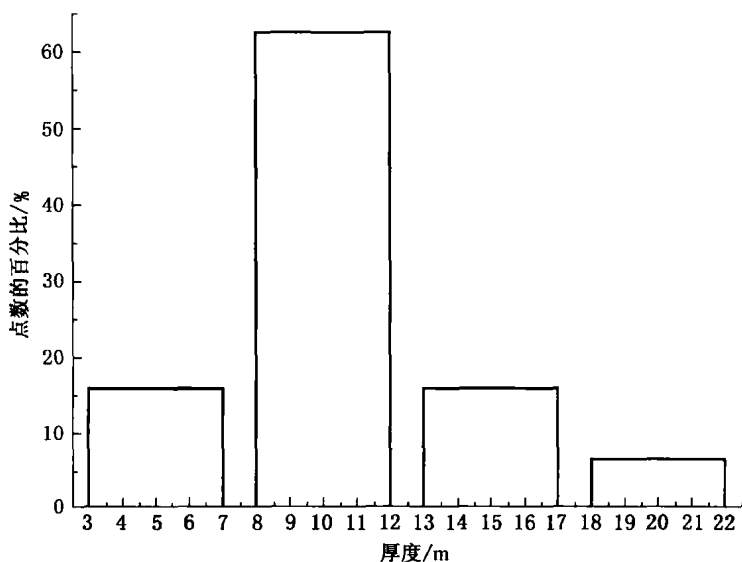


图1-4 张集煤矿“底舍”与古地形关系特征图

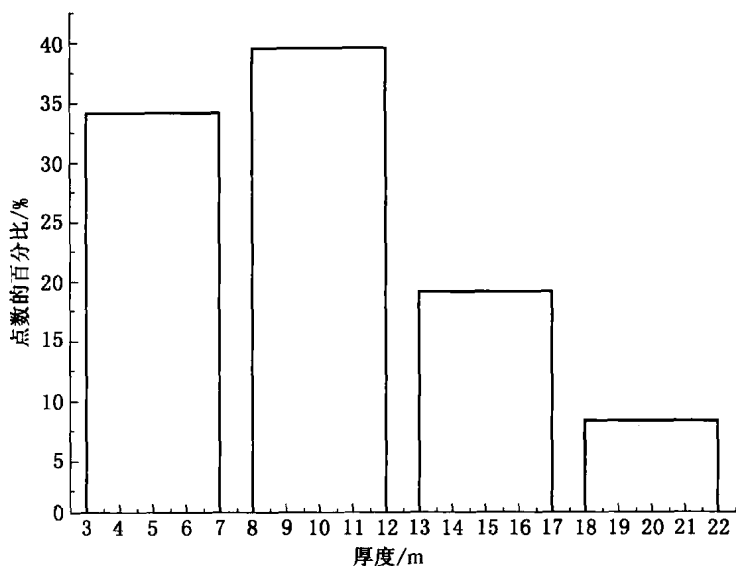
区,砾石从南边高处地带源源不断地被搬运到北部的低凹地段,古潜山及局部低凹地段无“红层”沉积物。“红层”的沉积厚度与古地形之间存在一定的相关关系,沉积厚度较大的“红层”主要分布在古地形标高低于-310m 的范围内,如图 1-4 所示。



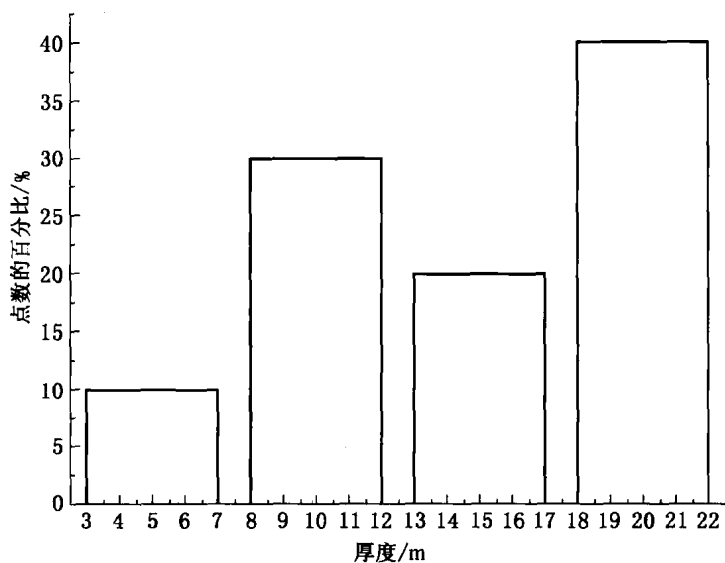
(a) “底含”厚度变化范围(共 7 个点, 基岩标高大于 -300m)



(b) “底含”厚度变化范围(共 32 个点, 基岩标高为 -300 ~ -350m)



(c) “底含”厚度变化范围(共91个点, 基岩标高为-350~-400m)



(d) “底含”厚度变化范围(共10个点, 基岩标高小于-400m)

图 1-5 “底含”厚度变化范围图

谢桥煤矿砾石层厚度的分布与古地形之间存在一定的关系，按照基岩标高大于-300m、-300~-350m、-350~-400m以及小于-400m的统计资料，其规律如图1-5所示。

1.2 “底含”特征及富水性分析

通过对张集、谢桥煤矿岩芯的资料分析，该地区“底含”主要由巨大岩块组成，岩块直径范围在2~30cm之间，岩块多为中粒砂岩、磨圆度差，多为棱角状和次棱角状，岩块间多为粘土充填；其次还有石英砾岩，其直径2~3cm，呈次棱角状；此外，还有少量的杂色砂岩屑块、石英岩块，及灰岩碎块，直径一般3~5cm，所以“底含”成分的分选性极差。以张集六-六线东补孔为例，揭露出的“底含”深度为361~362.8m，厚度为1.8m，为砾石层，由浅褐色砂岩碎块及含硅质的石英碎屑组成，磨圆度差，多为棱角状，中间夹钙质粘土；粘土成分主要为高岭石，其次为蒙脱石，遇水分解、软化。在横向上，因属于坡积物和洪积物，不显层理；垂向上无韵律性，具有快速堆积的特点。

新生界底部含水层因沉积环境的不断变化，表现出不同的沉积特点。依据沉积物的不同以及沉积特征，可将“底含”分为坡积相沉积物、洪积相沉积物、河流相沉积物以及多相组合沉积物。

淮南矿区“底含”富水性较好的地区是潘集矿区。潘集矿区的“底含”富水性强，为河流相沉积物，是潘集矿区提高开采上限的主要考虑对象。从目前统计资料发现，张集、谢桥煤矿的“底含”厚度分布不均匀（图1-6、图1-7），平面形态反映为坡积相、洪积相形成的产物。

为了保证煤矿安全开采，必须留设合理的煤岩柱高度，谢桥煤矿补充了8个“底含”勘探钻孔，进行相关的抽水试验与简易水文观测。结果显示，只有水₃钻孔和IX-X钻孔有水，水量分别为7L/h和3.3L/h，单位涌水量分别为 $1.94 \times 10^{-3} \text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 、 $1.65 \times 10^{-3} \text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ，水位恢复速度为0.08m/h，其余6个钻孔均未能抽到水。由其渗透系数(K)导水系数(T)和储水系数(μ^*)可

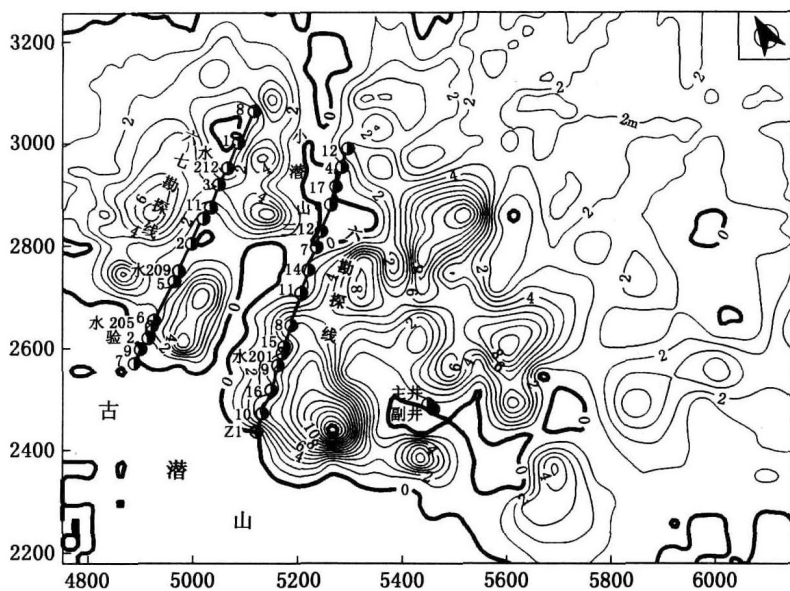


图1-6 张集煤矿“底含”厚度特征图

知，谢桥煤矿的“底含”透水性较差，见表1-1。

表1-1 谢桥煤矿“底含”抽水试验的主要参数

孔号	红层厚度/m	静水位埋深/m	降深/m	恢复水位上升速度/(m·h ⁻¹)	T /(m ² ·d ⁻¹)	K /(m·d ⁻¹)	μ^*
补Ⅵ	5.6	20.2	36.2		2.76×10^{-3}	4.93×10^{-4}	0.385
Ⅸ—Ⅹ	21.3	71.44	55.56	0.405	2.26×10^{-3}	1.0×10^{-4}	0.193
补Ⅴ	5.15	79.06	37.81	0.08	8.9×10^{-3}	1.73×10^{-3}	0.523
Ⅷ东	7.6	43.01	44.64	0.2	3.2×10^{-3}	4.21×10^{-4}	0.113
D8	16.2	63.98	33.16	0.08	4.97×10^{-3}	3.1×10^{-4}	1.22

注： K 为渗透系数。

因此，该地区“底含”富水性极弱，大部分地区不含水，多数孔未能进行抽水试验。

在实际生产过程中，井下涌水主要为顶部砂岩水，“底含”水较少，并且“底含”水位持续下降（图1-8、图1-9）。张集、谢桥煤矿“底含”形成的沉积环境、成分特点以及抽水试验渗透性参数表明，“底含”富水性极弱，具有较好的隔水性能，为巨厚松散层下各煤层的上提开采提供了良好的天然屏障。

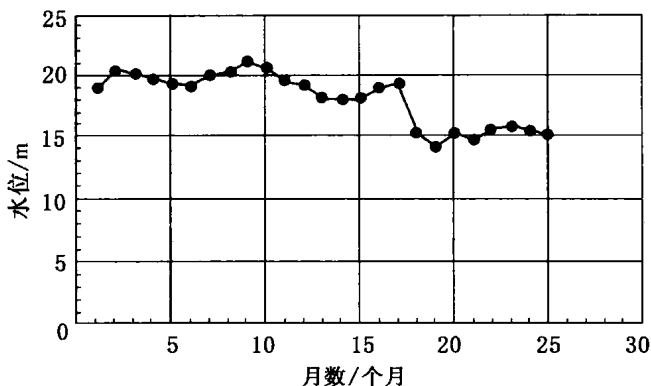


图1-8 谢桥煤矿“底含”补Ⅵ观测孔水位变化图

(2000年1月开始)

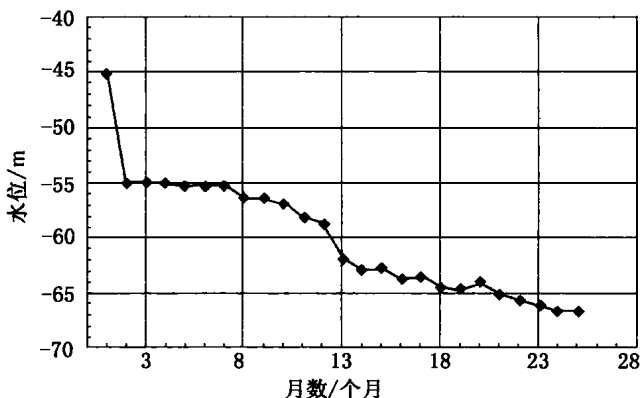


图1-9 谢桥煤矿“底含”九-十观测孔水位变化图

(2000年1月开始)