

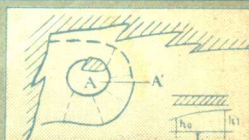
隐伏岩溶类型

矿区水文地质特征及勘探方法

广东省地质局编著

地质出版社

8



本书是广东省地质局根据多年来对隐伏岩溶类型矿区水文地质勘探工作的实践与认识，特别是通过一些矿山开采的验证资料总结而成的。它比较系统的总结了隐伏岩溶类型矿区水文地质特征及勘探方法。全书共分四章，主要介绍了隐伏岩溶类型矿区的水文地质特征；岩溶发育和分布规律；岩溶地下水特征；地面塌陷的产生和预测；岩溶矿区水文地质勘探方法；矿坑涌水量计算以及岩溶电法勘探等等。

本书是实践的经验总结，实际资料比较丰富，总结了一些带规律性的认识，对矿区水文地质、工程地质和矿山开采工作有一定参考价值。可供从事地质、矿山、设计、科研、学校的有关人员参考。

隐伏岩溶类型矿区水文地质特征及勘探方法

广东省地质局编著

*

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

北京印刷八厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1973年7月北京第一版·1973年7月北京第一次印刷

印数1—7,550册·定价1.10元

统一书号：15038·新20

毛主席语录

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。

用不同的方法去解决不同的矛盾，这是马克思列宁主义者必须严格地遵守的一个原则。

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

前 言

建国以来，尤其是无产阶级文化大革命以来，我省从事地质、水文地质工作的广大职工，在马克思主义、列宁主义、毛泽东思想的光辉照耀下，沿着毛主席的无产阶级革命路线，坚持政治挂帅，大搞群众运动，发扬“独立自主、自力更生”的革命精神，为国家普查勘探了多种急需的矿产资源，解决了一些重要矿区的水文地质、工程地质问题。特别是在隐伏岩溶（喀斯特）类型矿区进行水文地质勘探过程中，初步摸清了岩溶发育的分布规律，提供了大量水文地质、工程地质资料，基本上满足了矿山设计和开采疏干排水的需要，保证了矿山开采。同时，通过大量实践也积累了一定的经验。

矿区水文地质工作是矿产普查勘探中一个重要的组成部分，水文地质资料是正确评价矿床开采技术条件不可缺少的。因此，地质、水文地质工作应当紧密配合、同时并进。如果对矿区水文地质工作稍有忽视，势必影响整个矿区评价，甚至探明的矿产储量也不能及时开采利用。

隐伏岩溶类型矿区水文地质条件，往往是复杂的。主要表现在某些地段岩溶发育、岩溶含水层富水性强，地表水和地下水水力联系密切等。特别是某些矿区，一旦改变了地下水的运动状态，又会产生大量地面塌陷，引起新的问题，直接威胁矿山开采的安全和矿产资源的合理利用。因而有的矿区把岩溶水称之为“水老虎”。因此，认真研究隐伏岩溶类型矿区水文地质条件，探索其变化规律，正确作出评价，对矿山开采有着重要的现实意义。

毛主席教导我们：“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”多年来在矿区水文地质工作中，围绕着能否解决和怎

样解决隐伏岩溶类型矿区水文地质问题，始终存在着两条路线斗争。

过去，由于受刘少奇一类骗子推行的唯心论的先验论影响，搞“洋奴哲学”、“爬行主义”，生搬硬套外国的经验，用形而上学的观点，对待复杂的隐伏岩溶类型矿区水文地质条件，并在“孤立溶洞说”和“孤立水流说”的思想影响下，把一些水文地质条件复杂的矿区，认为岩溶水无法整体疏干，甚至判为“死刑”。

但是，在毛主席光辉哲学思想指引下，坚持实践第一，发动群众，依靠群众，既要学习外国的先进经验，更要尊重自己的首创精神。针对隐伏岩溶类型矿区暴露出来的问题，广泛实行内外“三结合”，地质、设计、矿山部门互相配合，共同研究，集中优势兵力，采用地质、物探、钻探等手段，突破了矿区水文地质条件特别复杂的难关。从实践中逐步地认清了一些隐伏岩溶类型矿区水文地质特征，总结出一些带规律性的东西。从而，比较确切的评价了隐伏岩溶类型矿区的水文地质条件。使一些过去曾被少数人断言不能疏干的矿区，根据提供的可靠资料，采用超前疏干的方法，现已安全投入生产。而矿山生产又进一步验证了勘探中的认识，通过反复实践，不断提高理论和技术水平。

遵照毛主席关于“**要认真总结经验**”的教导，我局组织了“三结合”编写小组，把多年来，特别是无产阶级文化大革命以来，开展隐伏岩溶类型矿区水文地质工作的经验加以总结，供从事水文地质工作的同志们参考。但是，由于我们水平有限，故书中的缺点或错误在所难免，敬请读者批评指正。

在编写本书过程中，我们曾先后到有关矿山、设计部门和一些野外队进行调查，得到了曲塘、沙洋、马口、红岗、黑石岗等矿山，以及广东省冶金设计大队和有关单位的大力支持，并提供了大量资料。书稿写成后，又经地质局、地质科学院水文地质工程地质研究所、陕西省地质局第二水文地质队、北京市地质局一〇二队、河北省地质局第四水文地质队等单位的有关同志进行了审查，对写成这本书帮助很大，特表示谢意。

目 录

前言

第一章 隱伏岩溶类型矿区水文地质概况

及其主要问题..... 1

第一节 岩溶矿区水文地质概况..... 1

一、曲塘矿区..... 1

二、沙洋矿区..... 6

三、芒鵝岭矿区..... 8

四、紅崗矿区..... 10

五、黑石崗矿区..... 12

六、西崗寨矿区..... 14

七、大茅矿区..... 16

八、馬口矿区..... 18

第二节 岩溶区的主要水文地质問題..... 20

第二章 隱伏岩溶类型矿区水文地质特征

第一节 岩溶发育規律..... 23

一、岩溶現象..... 24

(一) 地下溶洞..... 24

(二) 溶蝕裂隙..... 25

(三) 溶蝕現象..... 25

二、岩溶帶的分布規律..... 26

(一) 岩溶主要分布在质純的可溶岩地段..... 26

(二) 岩溶主要分布在断裂帶部位..... 31

(三) 岩溶主要分布在硫化矿体氧化帶地段..... 37

(四) 岩溶主要分布在可溶岩与非可溶岩接触部位..... 41

(五) 岩溶主要分布在岩层近地表的部位..... 45

第二节 溶洞充填物..... 51

一、溶洞充填程度..... 51

二、溶洞充填物的性质与分布	54
三、溶洞充填物的利与弊	55
第三节 岩溶地下水的特性	58
一、岩溶含水层的富水性	59
(一) 岩溶含水层的富水性特征	59
(二) 岩溶含水层的水力联系特征	66
二、岩溶水补给、径流、排泄条件	75
(一) 自然条件下岩溶水的补给、径流、排泄条件	75
(二) 岩溶水补给、径流、排泄条件的转化	78
第四节 地面塌陷的分布规律及形成条件	87
一、地面变形的现象	88
(一) 地面塌陷	88
(二) 地面沉降	89
(三) 地面开裂	90
二、地面塌陷的分布规律	91
(一) 塌陷多产生在岩溶强烈发育地段	91
(二) 塌陷常分布在近降落漏斗中心， 特别是地下水主要径流方向	96
(三) 塌陷主要分布在第四系厚度较薄的地段	101
(四) 塌陷多分布在河床两侧	103
(五) 塌陷通常分布在地形低洼地段	104
三、地面塌陷的形成过程和形成条件	106
(一) 地面塌陷形成过程	106
(二) 地面塌陷形成条件	108
第三章 隐伏岩溶类型矿区水文地质勘探研究方法	114
第一节 水文地质调查	114
第二节 对几个主要水文地质问题的勘探研究方法	117
一、对岩溶勘探研究方法	117
(一) 水文地质测绘	117
(二) 钻孔简易水文地质观测	118

(三) 岩溶电法勘探	122
(四) 溶洞充填物的研究	122
(五) 岩溶图件的编制	124
(六) 对岩溶勘探控制程度问题的讨论	129
二、对主要岩溶含水层的勘探研究方法	131
三、对隔水层的勘探研究方法	139
四、对断层水的研究	143
(一) 对曲塘矿区F4断层水的研究	143
(二) 对沙洋矿区 F25断层水的研究	147
五、对地下水动态的研究	148
(一) 地下水长期观测	148
(二) 对岩溶水补给来源的研究	149
六、对地面塌陷、沉降、开裂的研究及预测方法	154
(一) 对地面塌陷、沉降、开裂的研究	154
(二) 地面塌陷的预测方法	159
(三) 地面塌陷的处理方法	162
(四) 减少地面塌陷的途径	163
第三节 岩溶电法勘探	163
一、地电条件	164
二、工作方法	165
三、解释方法与效果	166
(一) 利用等视电阻率平面图划分岩溶发育区	167
(二) 利用五极电剖面法剖面平面图 确定岩溶发育的大体位置	172
(三) 利用电测深曲线大致推断岩溶发育深度	173
(四) 利用计算异常大小的方法 推断岩溶发育程度	175
(五) 利用环形电测深法推断岩 溶发育的主导方向	176

(六) 利用导电紙进行二度体正 演模拟实验来确定异常的性质	177
(七) 利用联合电剖面法剖面平 面圈定岩溶发育帶	178
四、对干扰因素的識別	182
(一) 第四系表层岩性不均匀的干扰	183
(二) 基岩起伏的干扰	184
(三) 炭质或其它低阻岩层的干扰	185
第四节 孔群抽水試驗中的几个技术問題	188
一、孔群抽水試驗的原則	188
二、观测孔的布置和使用原則	189
三、抽水試段的划分	191
四、关于抽水試驗落程的討論	192
五、关于孔群抽水試驗时水位降低值的討論	193
六、关于抽水試驗稳定持續時間問題	194
七、关于抽水孔口径問題	197
八、关于水跃值問題	201
第五节 矿区供水条件的評价	206
第四章 隐伏岩溶类型矿区矿坑涌水量预测	208
第一节 影响矿坑涌水量预测的主要因素	208
一、边界条件	208
(一) 隔水边界条件	209
(二) 供水边界条件	209
二、岩溶水运动状态	212
(一) 滲透流与管(渠)流問題	212
(二) 层流、紊流和混合流問題	213
(三) 矿坑长期排水, 地下水的 稳定流和不稳定流問題	222
三、矿床开采方式对矿坑涌水量预测的影响	222
第二节 矿坑涌水量計算参数的确定	226

一、含水层厚度 (M) 的确定	226
二、渗透系数 (K) 的确定	226
(一) 加权平均法	227
(二) 辐射流法	228
三、影响半径 (R) 的确定	230
(一) 作图法	231
(二) 方程式法	233
(三) 计算实例	234
四、给水度 (μ) 的确定	236
(一) 利用勘探钻孔溶洞统计 资料求疏干漏斗内的给水度	236
(二) 利用坑道放水试验资料计算给水度	237
(三) 利用水位恢复资料计算给水度	238
第三节 矿坑涌水量预测方法	240
一、映射法	241
(一) 曲塘矿区	242
(二) 西岗寨矿区	245
(三) 大茅矿区	246
二、比拟法	248
(一) 相关比拟法	248
(二) 水文地质比拟法	254
(三) 水电比拟法	257
三、疏干井疏干能力的计算及其应用	260
四、矿坑涌水量季节性变化的预测	267
(一) 矿坑涌水量季节性变化的预测方法	267
(二) 计算实例	268
五、矿坑突水量的预测	270
第四节 关于用混合流公式预计矿坑涌水量的探讨	277
参考文献	284
图版	285

第一章 隱伏岩溶类型矿区水文 地质概况及其主要問題

隱伏岩溶类型矿区的水文地质条件一般比较复杂。这是因为运动着的地下水对可溶岩作用形成了岩溶，而岩溶又严格地控制着地下水的活动；溶洞、溶孔、溶蚀裂隙等的形成过程，经常改变着地下水的运动方式，构成复杂的渗流系统。并且，它又和周围的地质构造、岩石性质、边界条件、地表水体及化学成分等因素有着密切的关系。由于诸因素的错综配置，相互影响，导致隱伏岩溶类型矿区（以下简称岩溶矿区）水文地质条件的复杂性。

然而，唯物辩证法认为，世界上一切客观事物都是有其规律的。“每种现象的一切方面（而历史不断揭示出新的方面），都是互相依存的，彼此有极其密切而不可分割的联系，形成统一的、有规律的世界运动过程。”（列宁《卡尔·马克思》）并且，这种规律都是可知的。通过对本省几个岩溶矿区水文地质勘探和部分岩溶矿区疏干排水的实践，证实了岩溶矿区的水文地质条件虽然极其复杂，但都表现了一定的规律。而这种规律在实践中也是可以逐步掌握的。

这里介绍我省几个主要岩溶矿区水文地质概况，同时根据岩溶矿区水文地质特征，并从地质勘探和开采疏干排水的角度，提出岩溶矿区需要着重研究的几个主要水文地质问题。

第一节 岩溶矿区水文地质概况

一、曲塘矿区

矿区位于一个轴向北西，向南东倾伏的复式向斜构造盆地的

北缘，次一级构造有金星岭背斜等。盆地四周为中、低山环绕，盆地内北西高、南东低，构成向南东开扩的平坦地形。

区内主要河流：一号河（流量 $0.008\sim 2.8$ 立方米/秒）流经矿体上部，二号河（流量 $0.04\sim 6.78$ 立方米/秒）流经矿区南部，于矿区东南部同一号河汇合流出区外。

矿体埋藏在当地侵蚀基准面以下，赋存于晚泥盆世天子岭组含泥炭质花斑状、条带状石灰岩中。

矿体顶板为岩溶化强烈的中、晚石炭世壶天群石灰岩、白云质石灰岩，质地较纯，厚度大，分布于二号河以北至矿体地段的广大平坦地区。其上部均被第四系覆盖。第四系厚度 $10\sim 30$ 米，由冲洪积、坡残积亚粘土、含砂砾石亚砂土、含碎石亚粘土等组成。第四系孔隙含水层富水性不均一，钻孔单位涌水量 $0.009\sim 0.95$ 升/秒·米。

矿体底板为天子岭组及中泥盆世东岗岭组泥炭质石灰岩、白云质石灰岩、粉砂岩等。天子岭组、东岗岭组石灰岩中亦有岩溶分布，但发育程度较弱。

矿区北部和西部，由晚泥盆世帽子峰组砂页岩、天子岭组泥炭质石灰岩和早石炭世大塘阶砂页岩围绕，组成矿区北部、西部呈“U”字型的相对隔水边界（图1—1）。

区内主要断裂构造，为一系列走向北北东、向南东东倾斜的逆掩断层，属新华夏式构造体系。矿区内F4逆掩断层规模最大，多次活动，且与矿床关系极为密切。该断层切割主矿体，向南部壶天群分布区延伸，已控制长度2200米，平均断距176米，最大340米。断层破碎带于壶天群可溶岩中的宽度 $0.8\sim 10.3$ 米。沿F4断层带附近的岩石破碎程度和岩溶发育程度是不均一的，临近矿体的中南端岩石破碎厉害，岩溶发育强烈，富水性强，最大钻孔单位涌水量 6.06 升/秒·米，为区内主要充水断层。

矿区内壶天群石灰岩岩溶含水层，对矿坑威胁最大，是主要充水水源。该层岩溶较发育，富水性较强（表1—1），但不均一，具明显的各向异性。一般在-20米标高以上（地表标高110米左

表 1-1

岩溶矿区抽水、排水成果表

项目 矿区	含水层及地 下水类型	含水层 厚度 (米)	主孔、疏干抽(排)水成果						预计和实际坑道涌 水量(立方米/昼夜)		备 注	
			抽水类型	水位 降深	涌水量 (升/秒)	单 涌 量 (升/秒·米)	位 量 水 量 (米)	降落漏斗影 响半径(米)	渗透系数 (米/昼夜)	中段 标高 (米)		预计涌 水量
曲塘矿区	中晚石炭世黄 天群石灰岩白 云质石灰岩裂 隙溶洞承压水	60—90	双主孔	6.058	35.120	5.797	950	平均	50	12600	9600	地下开采
			孔群	10.095 13.480	53.950 68.770	5.344 5.102	985 1021	4.11—6.037				
沙洋矿区	中石炭世黄龙 群石灰岩大理 岩裂隙溶洞承 压水	35—80	双主孔	1.168	34.491	29.530	1090	61.89	+4		51538 (8米标高)	西部坑道 北部坑道
			孔群	2.197 3.233	55.158 69.145	25.106 21.387	1460 1800	51.91 41.11				
芒鹤岭 矿区	晚泥盆世天子 岭组大理岩裂 隙溶洞承压水 D _{3t}	87	井群疏 干试验	13.28 17.57	427.42 596.51	32.19 33.95	3000	平均 31.78	-4			
			单主孔	4.44 10.11	19.83 37.70	4.467 3.730	980 1150 1300	平均 18.66				

续表

项目 矿区	含水层及地 下水类型	含水层 厚度 (米)	主孔、疏干抽(排)水成果						预计和实际坑道涌 水量(立方米/昼夜)		备 注
			抽水类型	水位 降深	涌水量 (升/秒)	单 涌 水量 (升/秒)	位 水量 (升/秒)	降深 漏斗影 响半径(米)	渗透系数 (米/昼夜)	中段 标高 (米)	
黑石岗 矿区	早石炭世石 子段石灰岩裂 隙溶洞承压水 C_1ds	36—70	单主孔	3.480	20.602	5.920					
			孔群	4.910 6.598	27.175 33.390	5.545 5.061	350	24.25 20.68 17.97	-43	14900	
红岗 矿区	晚泥盆世天 子段石灰岩裂 隙溶洞承压水 D_{3t}	50	单主孔	4.03	20.30	5.04					
			孔群	5.64 7.27	27.36 34.78	4.85 4.78	1000				
西岗寨 南矿区	中泥盆世东 岭组石灰岩裂 隙溶洞承压水 D_{2d}	70	单主孔	1.323	10.4	7.86					
			孔群	2.606 4.371	17.4 19.5	6.68 4.46	620	3.1		未预计	
西岗寨 北矿区	同 上	50—97	单主孔	2.871	12.36	4.805					
			孔群	5.243 7.629	22.25 32.50	4.244 4.260	1350	平均 3.46	50 0	18200 23240	
大寨 矿区	中寒武世石 岩裂隙溶洞承 压水 C_2	40—80	双主孔	3.06	15.793	5.161					
			孔群	6.03	33.709	5.590	550	6.14 7.49	-50	34800	
马口 矿区	早石炭世石 子段石灰岩裂 隙溶洞承压水 C_1ds	85	单主孔	3.88	4.67	1.20					
			孔群	9.66	8.53	0.88	345	5.4	-50	9240	约9000

暗河出口平
均流量17500
立方米/昼夜

右),岩溶发育强烈, 钻孔岩溶率* 大于5%, 钻孔能见率** 大于60%, 溶洞被亚粘土、粘土质砂砾石充填, 充填率65%左右; 含水丰富, 为强含水带(平均厚度75米), 钻孔单位涌水量0.8~5.1升/秒·米, 渗透系数4.1~10.04米/昼夜。B19号双主孔抽水, 水位降低13.48米(静水位标高99.05米), 涌水量68.77升/秒, 降落漏斗影响半径1020米。开采时, 各中段的坑道疏干排水情况见表1—2。—20米标高以下岩溶发育较弱, 岩溶率小于1%, 富水性差, 为弱含水带。

曲塘矿区各中段坑道排水成果表

表 1—2

中段	中心观测孔静水位标高(米)	中心观测孔水位降低(米)	中段排水量(立方米/昼夜)	全矿井总排水量(立方米/昼夜)	降落漏斗影响半径(米)	备注
50米	94.30	33.36	6500~9200	8400~11500	1070	金星岭北部和西部放水
0米	97.30	74.899	13700~17700	15700~20700	1500~1800	疏干排水成果
	101.36 (突水点处水位标高)	47.77	17436 (平均)	123024 (瞬时)	2000	突水
-40米	97.30	121.287	26900~45100	33700~59200	2400	
-80米			3000	36700~62200		
-120			<3000			以下各中段基本无水

区内地下水由北西向南东、部分向东流, 于排泄区以泉水形式溢出。主孔抽水和开采坑道排水时, 主要来水方向为南部和东部。

在B19号双主孔抽水时, 当水位降低12米, 抽水孔附近地面开始出现沉降, 开裂与塌陷; 水位降低13.48米, 于降落漏斗内出现24处塌陷。截止—40米中段坑道排水, 中心观测孔水位降低121.28米时, 全矿区共发生塌陷1200多个, 总体积达51769立方米。

$$* \text{ 岩溶率} = \frac{\text{钻孔溶洞总高(米)}}{\text{钻孔揭露的可溶岩厚度(米)}} \times 100\%$$

$$** \text{ 能见率} = \frac{\text{遇溶洞钻孔个数(个)}}{\text{钻孔总数(个)}} \times 100\%$$

开裂、塌陷的影响半径达2600米。

二、沙洋矿区

矿区位于一个北东、南西向的地堑型复式向斜构造盆地的北西翼。盆地北西和北部为标高一千多米的中、高山区，南西、南东为低山、丘陵地带。盆地内为北东收敛，南西开阔的平坦地形。

区内水系发育。沙洋溪（流量0.0004~5.15立方米/秒），人工渠（流量3.0立方米/秒）流经矿体上部，石根河（一般流量0.0075~2.4立方米/秒）位于矿区东部（图1—2），均与地下水有一定的水力联系。

矿体（主矿体为氧化矿）产于第四系中。矿体顶板为冲洪积砂砾石孔隙含水层，钻孔单位涌水量0.33~0.74升/秒·米。矿体底板为岩溶化强烈的中石炭世黄龙群石灰岩、白云岩和大理岩。石灰岩广泛分布于盆地内，除个别地段裸露外，其余被厚10~25米（矿体一带40~135米）的第四系沉积物覆盖。

矿区北部和西部，由早石炭世测水段砂页岩及石英闪长玢岩组成相对隔水边界（图1—2）。

区内断裂构造发育，以北东向逆掩断裂和北西向平移断裂为主。其中，北东向断层F9规模最大，倾向南东，倾角大于50°，长达6公里，断距100米左右，最大水平断距600米。沿断层附近岩溶发育，是一条充水断层。北西向断层F25、F11平行排列，规模较大，长达2500米以上，断距80~150米，使石磴子段、测水段及黄龙群水平移动，导致黄龙群石灰岩与石磴子段石灰岩直接接触。沿断层两侧40~70米范围内岩石破碎，岩溶发育，导水性良好，为区内地下水主要排泄通道。

矿区主要含水层，是含裂隙溶洞承压水的黄龙群。地下水由北东向南西流，于B19孔一带以较大上升泉群（流量110~125升/秒）形式溢出。在井群疏干排水时，主要来水方向为南部。

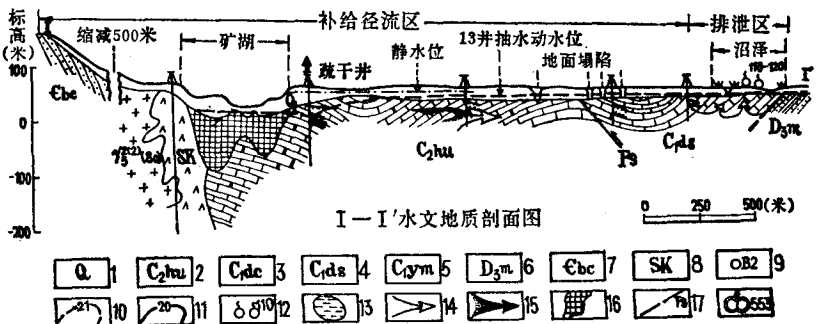
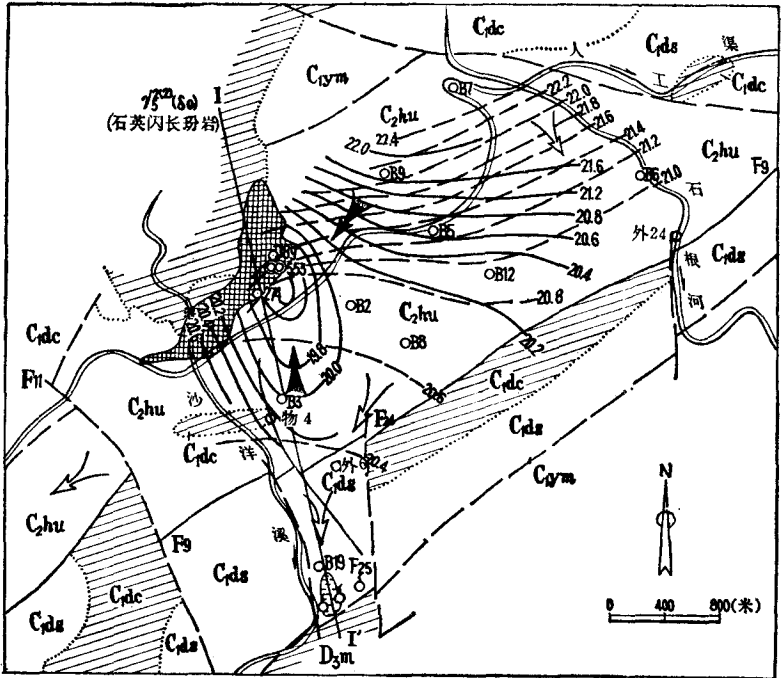


图 1-2 沙洋矿区水文地质简图

1—第四系；2—中石炭世黄龙群石灰岩、大理岩；3—早石炭世测水组砂页岩；4—早石炭世石碓子段含泥质、炭质石灰岩；5—早石炭世孟公坳组石灰岩、砂页岩；6—晚泥盆世帽子峰组砂页岩；7—中晚寒武世八村群砂页岩；8—砂页岩；9—观测孔位置及编号；10—抽水前水位等高线；11—孔群抽水（水位降低3.23米）水位等高线；12—上升泉群（数字为总流量升/秒）；13—沼泽；14—地下水流向；15—抽水时主要来水方向；16—矿体；17—断层及编号；18—抽水孔（双主孔）位置及编号