

应用卫星遥感影像分析青岛市地下水资源

冯文珍
(中国地质大学)

关键词 富水带, 线性构造, 环形构造, 隐状含水层, 卫星遥感

提要 本文应用卫星遥感影像解译, 研究青岛市线性构造在空间上的分布特征。分析了地下水类型和富水性, 圈定了隐状含水层的分布范围, 指出了地下水局部富集带的构造部位。

为了解决青岛市的水源问题, 不少学者和专家先后进行了大量的分析研究工作。作者根据在不同类型、不同比尺、不同时像和多波段的卫星遥感影像(表1)上, 清晰而直观地显示的地貌和地质构造特征, 对青岛市地下水类型和局部富水段以及隐状含水层进行初步解译分析。

1)。

1. 30°—45°方向断裂组

该组断裂规模大, 长度为10—50 km。从影像上可见到在这组断裂带内发育着大小不一的圆形、椭圆形、半圆形的环形构造。反映出深部的隐伏岩体或封闭断裂。崂山水库至东温泉一线的 NE 向断裂, 通过其中两个环形构造的中心, 构成“Φ”型的径向断裂。这类“Φ”型径向断裂带, 是深部热水能够传导到浅部的必要条件。即墨县东温泉与西温泉的溢出, 就是受到该断裂带的控制。

2. 310°—330°方向断裂组

该组特点是形态平直, 延伸较短, 一般为10—20 km。具有扭张的力学性质。形成于晚侏罗世, 而在下白垩世时达到地壳深部。

3. 60°—70°方向断裂组

其特点是连续性差, 被 NE 向和 NW 向断裂所切割, 具压扭特征。即墨以东影像不清晰, 说明它比上述两组断裂形成的时期更早, 且近期不活动。

4. SN 方向断裂组

该组断裂不发育, 规模较大的有4条, 大沽河、小沽河隐伏断裂延伸最长达90 km左右; 平度东断裂; 莱西断裂; 即墨 NE 方向断裂束。此外, 青岛市东为规模较小的断裂带。该组断裂呈舒缓波形, 具压性结构面的力学性质。

表1 影像质量评价

Tab. 1 Assessment of the Quality of Images

类型	图幅	成像时间 (年·月·日)	色调种类 及比例尺	云彩	太阳高 度角 (θ)	评价
MSS	青岛幅	1976.11.28	假彩色 1/20万	无	25	地貌、水系、 构造线显示好
MSS	青岛幅	1978.10.4	假彩色 1/20万	南部 有云	42	地貌、水系、 构造显示 不够好
MSS	青岛幅	1985.4.24	四波段黑白 像片1/50万 假彩色1/20 万	无	55	地貌显示不 好, 构造与 水系显示好
MSS	蓬莱幅	1985.4.24	同上	无	55	同上
TM	青岛幅 (子区)	1986.11	假彩色 1/10万— 1/20万	无		地貌、水系、 构造显示好
TM	蓬莱幅	1986.11	同上	无		同上

一、主要断裂的影像特征

卫星图像宏观地揭示了本区由五组主要断裂组成的多字型 and 棋盘格式线性构造骨架(图

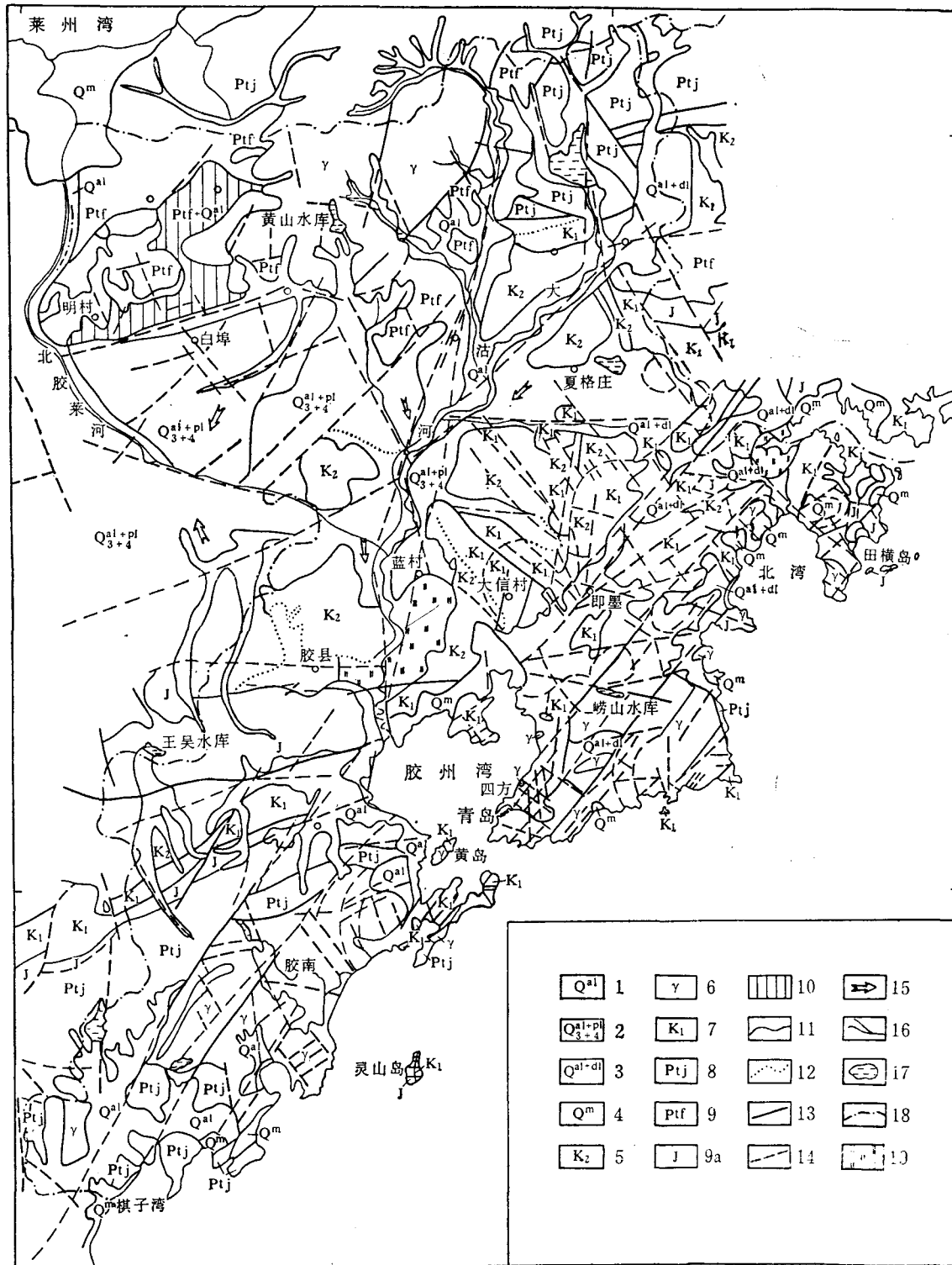


图1 青岛市卫星遥感水文地质解译

Fig. 1 Hydrogeological map of Qingdao as interpreted by landsat remote sensing

- (1) 山间河谷冲积孔隙含水层; (2) 山前冲积-洪积孔隙含水层; (3) 冲-坡积孔隙含水层; (4) 海-冲积平原孔隙含水层; (5) 碎屑岩类孔隙-裂隙含水层; (6) 侵入岩类裂隙含水层; (7) 喷出岩类孔洞裂隙含水层; (8) 变质岩类裂隙含水层; (9) 变质岩类裂隙-岩溶含水层; (10) 隐伏于第四纪地层以下的含水层 ($Q^{al} + Ptf$); (11) 含水层界限; (12) 推测含水层界限; (13) 断层; (14) 推测断层或隐伏断层; (15) 第四系含水层地下水主要流向; (16) 主要河流; (17) 水库(数字为库容: 亿立方); (18) 县界; (19) 矿化度 $> 3g/L$.

5. 近 EW 方向断裂组

该组断裂分布零散、短小、不连续且与众多水系方向一致。延伸短,一般在 10 km 左右,区内最大的五沽河断裂可达 20 km 以上。构造裂隙具张开性。

除了 60°—70° 这组外,其他 4 组控制着现代地貌,显然是新构造运动的产物。

通过应力场演变分析, NW 向与 EW 向断裂具有张性结构面; NE, NNE 和 NEE 向断裂具有压扭性结构面; SN 向断裂具有压性结构面的特征。

二、地下水类型及其富水性

根据含水层的含水性及富水性划分原则和影像分辨力,将本区地下水分为以下几类(表

2)。

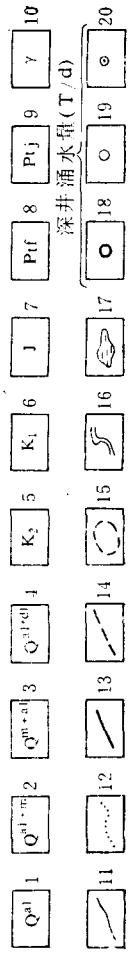
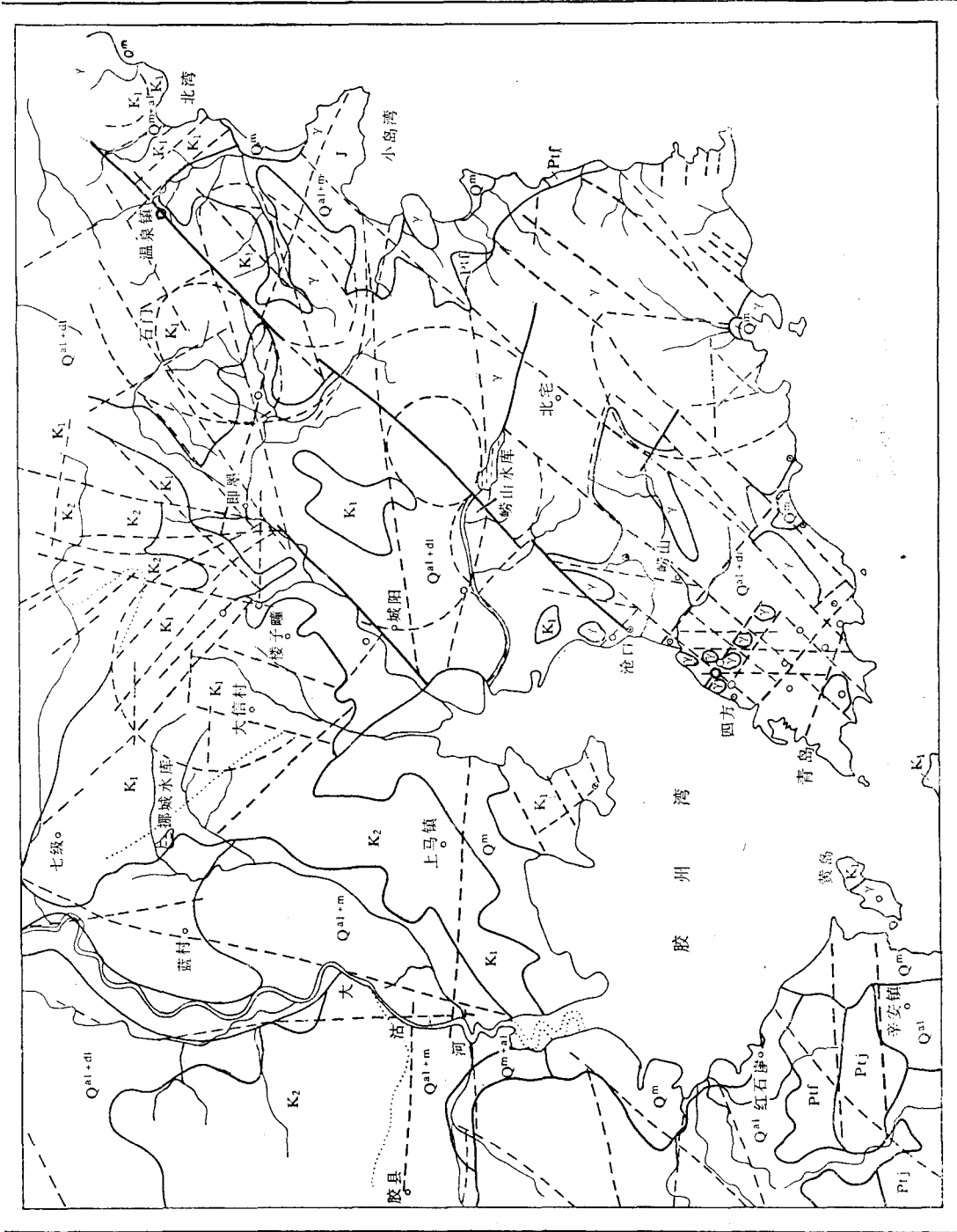
1. 松散岩类孔隙含水层

(1) 山涧河谷冲积孔隙含水层。主要分布在大沽河、小沽河中下游。含水层厚度小于 10 m,白沙河以西可达 13 m。富水性好,小型河谷的含水层,富水性中等。水质良好,一般为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型和 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型水。(2) 山前洪冲积孔隙含水层。主要分布在胶莱凹陷内,平度以南,白沙河以西的山前地带,以及本区西北角的灰埠地区。含水层较厚,最厚达 20 m。富水性及水质都较好,属于 $\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Na}$ 型水。(3) 坡冲积孔隙含水层。主要分布在即墨县的三里庄、崂山的惜福镇、莱西至周格庄、夏格庄以南、太平庄一带。富水性中等。为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水。(4) 海积平原孔隙含水层。分

表 2 含水层的影像特征 (MSS 5 波段)

Tab. 2 The image features of the aquifer (MSS 5 wave band)

地下水类型	时代	成因	岩性	色调	形态(图案)	水系	地貌特征
松散岩类孔隙水	山间谷地冲积孔隙水	Q_4^{al}	以中粗砂砾石为主	灰白	带状分布		山间河谷
		Q_3^{sl+al}	同上	深灰	深灰色背景上散布着白色斑点		平坦
	山前洪冲积孔隙水	Q_3^{sl+al}	砂砾石	灰—灰黑	片状分布	水系发育,密集的斑点状及白色带状图案	冲-洪积平原、山间谷地地形平坦
	冲坡孔隙水	Q^{al+d1}	砂质粘土夹卵砾石或碎石	灰白、灰黑	片状分布	水系不发育	低山丘陵、山麓地区及低洼处
海积平原孔隙水		$Q^m Q^{al+m}$ Q^{m+al}	粘土质粉砂、中细砂、砂砾石等	灰黑、黑	扇形、新月形状	水系不发育	滨海海积平原地形平坦
碎屑岩类孔隙-裂隙水		J	砂砾岩、砂岩	灰白	长条状或具几何形状	水系不发育	
		K_2	红色砂岩	浅黑背景上分布灰色斑点	面状分布	水系不发育	侵蚀剥蚀平原、波状起伏,残丘垅岗地形
侵入岩类裂隙水		r	花岗岩为主	黑色、灰黑	块状分布	水系密集,树枝状,环状,放射状分布	侵蚀剥蚀中低山
喷出岩类孔隙裂隙水		K_1	安山岩、安山玄武岩、凝灰岩	灰色	具有一定方向的带状分布	水系不发育	剥蚀平原、丘陵
变质岩类裂隙-岩溶水	裂隙水	P_{4i}	胶东群片麻岩、片岩、板岩、变粒岩	灰白	块状分布	密集树枝状,二级水系呈平行状排列	丘陵、剥蚀平原
	裂隙-岩溶水	P_{4f}	粉子山群黑云母片岩、透闪大理岩、石墨大理岩、白云母大理岩	灰白	块状分布	稀疏树枝状水系	丘陵



布在沿海一带的海湾、河流入海处。按成因类型可细分为海冲积 (Q_7^{m+al})、海积 (Q_6^s) 和冲-海积 (Q^{al+m}) 含水层,并圈定了分布范围(图 1)。其中海-冲积含水层为淡水,分布在胶县西北和西南部。其余为微咸水。

2. 碎屑岩类孔隙-裂隙含水层

分布在胶莱盆地内,构造裂隙不发育。富水性弱。为 HCO_3 -Cl 型水。

3. 侵入岩类裂隙水

主要分布在崂山,胶南县的大珠山、小珠山,平度县以北山区。构造裂隙与风化裂隙虽较发育,但裂隙张开性差,富水性弱。水质好。

4. 喷出岩类孔隙裂隙含水层

主要分布在大沽河东侧,即墨县西北、丁字湾、北湾、薛家岛、胶州湾一带。富水性较弱。水质好,为 HCO_3 -Cl 型水或 Cl- HCO_3 型水。

5. 变质岩类裂隙-岩溶水

(1) 变质岩类裂隙含水层。分布在胶南、胶北隆起区。裂隙发育,但密集细小,富水性差。水质良好,为 HCO_3 型水。(2) 变质岩类裂隙-岩溶含水层。主要分布在平度西北角的明村、马戈庄;莱西县的东南、小潭庄以南和莱西县西北方向;少量分布在薛家庄、红石崖一带(呈透镜体)。岩溶均很发育,有利于大气降水渗入补给,水量丰富。水质好,为重碳酸盐型水。

三、局部富水段(带)及隐伏含水层的分布

1. 局部富水带

由上述可知,除了第四系冲积孔隙含水层和变质岩类裂隙-岩溶含水层有丰富的地下水

外,其他各含水层的水量贫乏。前者的分布范围有限。需要寻找局部富水地带,而在那些断裂带的交汇处及断裂与环形构造的复合部位(交点、切点),岩石破碎,构造裂隙发育,有可能局部富水。卫星遥感影像可以提供这方面大量宏观信息,特别是能提供第四系地层覆盖地区的隐伏断裂带。

一般来讲,凡发育在脆性岩层中的张性和张扭性断裂带,裂隙发育且张开性好,成为地下水储存和运动的良好环境。因此,本区分布的燕山期侵入岩和喷出岩等脆性岩体,发育着张扭性 NW 向断裂和张性的 EW 向断裂带,均有可能找到局部富水地段。而隐伏环形构造边界,通常也是裂隙水相对丰富地段。

将青岛市基岩裂隙水的 24 口深井位置标在卫星遥感水文地质解译图上,可见到出水量丰富($400-1000 m^3/d$)的深井位置,正好位于两组或三组断裂交汇处(其中必有一条是 NW 向张扭断裂带),或位于 NW 向断裂带上(附近);而出水量微弱($Q < 100 m^3/d$)的深井位于非断裂带(图 2)。这种情况就是上述分析的验证。

2. 隐伏含水层的分布

根据卫星遥感影像图的分析,在掖县明村-平度一带和昌里地区,第四系覆盖层下面赋存着粉子山群的岩溶-裂隙水,在影像图上其影像彩色呈现浅蓝色。

综上所述,本区地下水类型中富水性好者不多,因此需要开发隐伏含水层和富水带,卫星遥感可以从宏观上大量提供这方面的信息,以便进行规划,并有针对性地开展寻找水源的工作。

图 2 青岛市局部富水带与 NW-NWW、EW 向断裂构造的关系

Fig. 2 Relationship between local enriched zones and fractural structures of NW-NWW and EW strike in Qingdao

1. 第四系冲积物; 2. 第四系冲-海积物; 3. 第四系海-冲积物; 4. 第四系冲-坡积物; 5. 白垩系上统红色砂岩; 6. 白垩系下统喷出岩类; 7. 侏罗系碎屑岩类; 8. 元古界粉子山群变质岩; 9. 元古界胶东群变质岩; 10. 燕山期花岗岩; 11. 含水层界线; 12. 推测含水层界线; 13. 断裂带; 14. 隐伏或推测断裂带; 15. 环形构造; 16. 河流; 17. 水库; 18. 深井涌水量 $400 T/d$ 以上; 19. 深井涌水量 $100-400 T/d$; 20. 深井涌水量小于 $100 T/d$

A PRELIMINARY STUDY OF GROUND WATER ENRICHED ZONE IN QINGDAO WITH LANDSAT REMOTE SENSING TECHNIQUE

Feng Wenzhen

(University of Geosciences, Beijing)

Key words: Water enriched zone, Linear structure, Circular structure, Concealed water-bearing bed, Landsat remote sensing

Abstract

The characters of ground water and its enrichment in Qingdao area have been analysed by means of landsat remote sensing technique (photographs and video tapes) in this paper. The distribution features and mechanical properties of the linear and the circular structures in this area have been interpreted and studied in detail. The author further delimited distribution scope of the concealed water-bearing bed, pinpointed the enriched spots of ground water, and finally made a suggestion on utilization, development and management of water resources.