长江口水下淡水资源及其供水意义

龚士良　茅鸿妹

（上海市城市地质研究所）

摘　要　上海地区发育的含水砂层均为长江水系古河道，其一直延伸至长江口、杭州湾水域，尤以埋深170m以下的含水层分布更广，成为水下淡水资源的赋存场所。初勘结果表明，其水量丰富、水质优良，从而为海上及岛屿供水提供了新途径。

关键词　长江古河道　水下淡水资源　海岛供水

沿海地区由于具有优越的自然地理条件，经济发展比较迅速。而这些地区，未固结第四纪松散地层厚度非常巨大，从而又使其在抽汲地下水后很容易引发诸如地面沉降、海水倒灌等环境地质问题。长江口、杭州湾外分布的诸多岛屿，受地质条件限制，基本上没有储水能力，岛屿的供水问题严重影响了其作为渔场及风景名胜区的发展。对于这些基岩裸露的岛屿，以节流为主难以治本，寻找新的水源更显迫切。随着科技的进步，对海洋资源的开发利用正方兴未艾，在陆地水系径流排泄的最末处——海洋大陆架勘察开发水下淡水资源对解决上述问题无疑具有深远意义，应作为海洋开发的一个重要内容。

1　水下淡水资源存在的可能性

水下淡水资源主要赋存于构成大陆架的地层之中。海洋大陆架与现今陆地具有同源性，大陆架是大陆的自然延伸，其构造特征受大陆地质构造的控制，沉积物主要是陆源碎屑物质。根据“冰川控制说”，大陆架是在第四纪冰期的低海平面时期大陆边缘陆地受侵蚀和堆积的产物。因此可以推测，陆地水系，尤其是地下含水层会向海域延伸，从而赋存水下淡水资源。

长江是世界上著名的河流，流量及携沙量巨大，从而在中下游形成面积非常广阔的冲积平原。河流演变，尤其是河口形态的发育变迁同入海口水面的变化有着密切关系。当海面下降时，河面也随之自下游向上游逐渐降低，坡降加大，河水冲刷力加强，形成嵌入河谷及深切河槽；与此同时，河口也向海洋方向延伸，相应的河口堆积远在前期海岸以外。而当海面上升时，海水侵入低岸，河口也向内陆退却，河床比降大为减小，水的流速下降，下切作用减弱，河流挟带的泥沙开始在老河床里堆积并逐渐向上溯源发展，其沉积物特征是较细颗粒依次超覆于较粗颗粒之上，形成下粗下细的河床充填旋回，即原先的河口段河床逐渐被封存埋盖。寒冷期海退时形成的颗粒较粗的河流相砂性地层常成为地下水的良好赋存场所，而随后的温暖期海进形成的滨海或浅海相的颗粒细小的粘性土地层常形成隔水边界。地貌形态从古至今的演变过程说明滨海沉积层的形成历史都涉及到各期冰期与间冰期的河流变迁史。查明冰期和间冰期的相互交替作用，了解滨海平原区地下岩性的空间展布变化，一方面可以推断古海面、古河面的升降幅度和古地形的高程变化，另一方面按照不同时期、不同岩性的沉积物的分布范围，查明古地理、古河道、古河口在平面的分布规律，据此确定作为淡水资源赋存场所的古河道遗迹在垂向上的埋深及在平面上的展布方向。历史悠久的水系不仅在其上中游有深切河槽和各期阶地，在平原区地下也有古老河道，说明其均不同程度地经历过冰期海面下降河槽深切的过程，据此亦可推测在今海水浸没的大陆架区域内必定也有古河道产出。从而为在大陆架勘察开发淡水资源提供了可能。

现今的长江口地区自白垩纪的山间盆地到第三纪的陆相沉积，说明当时海拔远高于当时海平面，第四纪时期地壳陆续下降，才使海进影响得以逐渐加强。受古气候影响，第四纪时期洋面升降变化频繁，沿海地区经历了多次海进海退，东海大陆架因此重新出露、数次成陆，与大陆形成一个统一的低海面平原。上海地区第四纪海进过程中反映出多种因素的控制作用：因洋面升降而造成数次相应的气候旋回与海进旋回；构造运动地壳下降而造成海进的早弱晚强；因古地貌形态的变化而造成晚更新世中期海进时水深较全新世为大；因沉积速度超过海面上升速度而造成更新世晚期的“海退”。根据综合分析，上海地区的五个承压含水层和一个潜水含水层均为不同时期古长江水系河道遗迹，尤以最下部的第四、五承压含水层发育最好，其厚度大、展布广、砂粒粗、水量丰、水质好，为典型的河流相沉积。其形成时代处于大规模海退时期，故一直向东海大陆架延伸，接近于琉球群岛。而随后沉积的一套湖相粘性土地层则将其很好封存，使其和过去与现在的海洋没有接触。上海地区上部的几个含水层则受不同程度的海侵影响，沉积环境也变化为海陆交互的滨海—河口相，水质渐趋咸化，含水层向海域的延伸规模也小，所以海域淡水资源勘察目的层应是与陆域第四、五承压含水层相应的部位。

根据陆域水文地质调查结果，作为上海地区第四、五承压含水层的长江水系古河道呈两条大枝叉产出，几乎流经整个上海地区，分别汇入东海大陆架及杭州湾。其埋深范围为170～280m，向长江口外延伸，从崎泗列岛北部通过，即沿北纬31°线呈带状摆动。该含水层陆域宽度约13～15km，故海域内产出宽度也与此相当。受地球旋转柯氏力的影响，河口形态有逐渐南移的倾向，故早期的古长江河道中心线应偏向北，流向可能折向东北。

2 崎泗海域淡水含水层的调查

根据电火花浅地震路线调查，在崎泗北部海域，大部分范围内未测到基岩面深度，表明在海水以下的松散沉积层中有可能存在含水层，其与上海陆区的第四、五承压含水层相当。之后勘查一号井在距上海南汇嘴约49km、距泗礁岛(崎泗县城)码头约17km，地理座标北纬30°54′、东经122°25′定位开钻，在预测部位涌出淡水。勘查一号井的竣工井深为316m，海域水深13.5m，崎泗海域的咸水底板为141m，与陆域基本相当。揭露出的淡水含水层表现出三个沉积旋回，即该层中有三个含水组：上部，岩性为粉细砂—细砂，埋深(海面下)173～184m；中部，细砂—中细砂，195～226m；下部，砂质粉土—中粗砾—泥砾，235～265m。抽水试验证明，含水层富水性良好，水矿化度均小于0.5g/l。初勘结果表明，崎泗海域广泛分布的淡水体位于海面下144～155m 的深度以下，和晚威斯康辛冰期的快速海平面下降有关。在海平面连续下降时期，长江大型冲积系统下切到出露地面的大陆架形成排泄网络，在此冰期结束后海进开始时期，海面不断上升，冲积河道的掩埋造成了海侵沉积物的广泛分布，使含水层和过去与现在的海洋隔离开，而在淡水含水层的上部则分布有受海侵影响而形成的咸水体，在海面下90～141m 松散层中，上部为矿化度8.58～10.30g/l 的咸水，下部则为1.57～2.02g/l 的微咸水。

3 水下淡水资源的供水意义及其开发利用前景

崎泗列岛是国家二级风景名胜区，中国十大渔场之一，水产品占舟山渔场的1/2。该岛距上海浦东新区60km，为上海港锚地。崎泗列岛为一基岩裸露地区，储水条件很差。全岛目前年供水量为$132.5\times10^4m^3$，尚缺$72\times10^4m^3$，每逢枯季须以70元/m^3的代价由上海运水，预计在“八五”期间日缺水达$5000m^3$，“九五”期间为1万 m^3，因而寻找淡水资源已成为崎泗的首要大事，倍受各级政府的重视。崎泗海域水下淡水资源的勘查与开发无疑对

其经济的进一步发展起巨大的推动作用。同时，毗邻的上海浦东新区的开发开放，要避免上海市区抽汲地下水遭致地面沉降灾害现象的重演，在长江口外水域开采利用淡水资源是解决经济发展与环境保护两难问题的良好途径之一。

我国沿海城市密布，沿海地带是经济最为发达的地区，在其经济高速发展的同时，对资源的需求量亦会同步增长。这些地区，供水水量或水质及派生的环境地质问题均已不同程度存在。注重资源与环境的制约作用，才能使经济更健康稳定地向前发展。我国海疆辽阔，海岸线长达1万余 km，浅海大陆架区面积约$460\times10^4km^2$，相当于我国陆地面积的1/2。近些年来，随着经济建设的迅速发展，沿海工程建筑不断增加，港口码头、围海工程、石油勘探以及沿海大型水力发电厂的兴建、近海和海上核电站建设，这些均需要有充足的淡水资源作保证。我国沿海有诸多河流入海，其中的长江、黄河是世界上著名的大江大河，流域面积广，陆源物质丰富。根据第四纪地质历史的推断，自长江以北至渤海湾，沿岸城市和岛屿都有可能在海域找到大面积的淡水含水层。在这个范围，淡水资源的蕴藏量是极为丰富的，且对其开采利用少有后顾之忧，因而在海域寻找淡水资源应成为沿海地区解决缺水问题的重要途径，大陆架区淡水资源的勘查开发前景是非常广阔的。

参考文献

1 杜恒俭等. 地貌学与第四纪地质学. 北京：地质出版社，1980

2 中国科学地理研究所. 长江中下游河道特性及其演变. 北京：科学出版社，1985

3 闵秋宝，汪品先. 论上海地区的第四纪海进. 同济大学学报，1979(2)

4 陆地坚. 上海地区水文地质条件简介. 上海地质，1980(2)

UNDERSEA FRESHWATER RESOURCES OUTSIDE THE MOUTH OF THE CHANGJIANG RIVER AND ITS SIGNIFICANCE OF WATER SUPPLY

Gong Shiliang　Mao Hongmei

(*Shanghai Institute of Urban Geology*, 930 *Lingshi Road*, 200072)

ABSTRACT

The ancient river course of the Pleistocene in Shanghai, line stretches to continental shelf. In it stockpile undersea freshwater resources. Its water quality is good, water quantity is plentiful by prospecting results. So, new ways of water supply for islands and at sea is furnished.

Key Words: undersea freshwater resources　ancient river course　water supply for islands