

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生課堂故事博覽

百態山水話成因

—地質的故事



百态山水话成因  
地质的故事

## 千奇百怪的水

水对于人类来说，至关重要，不仅对人体的生命攸关，而且对工农业生产也极为重要。其中有一些不同寻常的水，不仅富有神奇的故事，也蕴藏着科学的道理。

### 治病健身的泉水

地球的化学元素失衡以后，对人体、牲畜的疾病关系问题往往是通过水而表现出来，同样的道理，如果有些水中含有某些有益的元素，也正好起到治病健身的作用。

法国西南部卢德，有一眼泉水，饮之可以治病，被当地人称为“神泉”，远在百里以外的外地村民也都到这里朝拜。后来，神泉经过科学研究并将泉水拿到实验室化验，结果发现水中含有丰富的有机锗。

有机锗有什么用处？为什么对人体有益？为什么能有治病的“神效”？再经科学家研究发现，这是由于锗的游离子随着温度增高会加快活动，特别在血液中，能充当第二“氧”的作用，所以具有治疗某些疾病的功效。日本科学家浅井博士经过 30 多年的研究，证实人体服用有机锗可以提高人的免疫功能、调整血压、抑制癌细胞的生长和诱发干扰素等作用，并制造出被人体吸收的有机锗  $Ge-132$ 。中国人体科学学会抗衰老研究中心和全国微量元素研究会的专家们也都对有机锗的作用作了肯定，认为它可以改善人体的微循环功能。

所以，近年来，日本、美国、德国、新加坡以及我国台湾省都制造风靡一时的有机锗营养液或胶丸，我国大陆也出现一些保健营养工厂生产此种营养口服液。

在人们重视保健品，注意延年益寿的热潮中，人们注意到某些长寿者比较集中聚居的地区，研究他们长寿的奥秘。例如，我国广西巴马县是闻名的长寿县，全县近 30 万人口中，百岁以上的有 30 多人，90 岁以上的有 240 多人，而 80 岁以上的，到处可见，已经数不清，有所谓“80 满街跑”之谚语。研究者认为，他们的长寿与当地的饮水有关。

全国有名的长寿镇情况更加明显。长寿镇在湖南平江汨罗江畔，也称长寿街。当地居民的饮用水汲取于镇南面福寿山下的泉水，经水文地质专家的调查，这里的泉水是一种含碳酸、硅酸和氡气的复合矿泉水，其中所含的元素较多，除硅、氡、硒外，还含有锶、锂、锌、钼、钴、锰等 20 多种有益于人体的微量元素。就拿碳酸来说，能增强胃液、唾液等分泌物，帮助消化，增进食欲。硅酸，具有软化血管的功能，特别对步入中年以后的人来说，预防高血压、预防动脉硬化都很有必要。长期生活在那里的人，饮用这种泉水，当然就健康长寿了。

还有一个闻名全国的长寿村，位于内蒙哲里木盟奈曼旗平顶山下，称石场清。人均寿命为 83.3 岁，耄耋之年，乌发童颜，满面容光焕发，精神抖擞，步履轻盈，村民们从来不得气管炎、结核病、肝炎、传染病、高血压等症；也没人生过疮疥之类的皮肤病；最可怕的癌症也没有。为什么呢？因为这里的村民饮用的就是麦饭石水的缘故。

还有一个例子，在内蒙高原东部赤峰市克什克旗境内的热水镇，镇的周

围，风景幽丽，依山傍水。热水的泉口终年雾气弥漫，热气腾腾，流量稳定。相传，此处的温泉已在 10 年前就被牧民发现利用了。

到清代，在温泉之旁建荟祥寺，前来朝拜佛像和沐浴的人更热闹了。特别是康熙二十二年（公元 1683 年）康熙皇帝奉皇太后之命前来克什克旗，曾在此驻蹕沐浴，留下“康熙沐井”遗址，并赐题“荟祥寺”御匾。从此，温泉被封为“神泉”。

现在，当地已建起温泉疗养院 20 余处，每天至少接待 800 多人次，因为这个“神泉”对一些奇难异症有较明显的疗效。原因是由于此间温泉内含有许多对人体有益的稀有元素，例如：含有氡，达 32.25 埃曼，远远高于被称为“氡泉”的浙江承天温泉（含量为 15 埃曼）。氡是放射性元素镭与钍等在蜕变过程中产生的弱放射性气体元素。在沐浴时，水中逸出的氡通过呼吸道可以进入人体；另一方面，氡也可以透过皮肤进入人的肌体，然后随血液流动分布到全身各部器官。甚至沐浴后，氡的分解产物在体表形成气体附着膜和放射性蜕变膜，也能维持医疗作用 4~24 小时。氡能刺激人的肌体功能、促进各种代谢和加强免疫功能，对关节病、各种风湿病、骨质增生、慢性皮肤病、中枢神经和心血管系统以及妇科疾病均有明显的疗效。另外，温泉中还含有硅酸，能促进造血功能，有抑制血管硬化，防止关节炎的作用；含有的氟，能改善人体的新陈代谢作用；含有的重碳酸钠、芒硝、食盐等还可以改善皮肤状态，调整神经功能，促进血液循环，亦能促进新陈代谢作用；还有钾、钠、钙等微量元素更是维持人体正常生理功能的不可缺少的元素，对人体的生长发育、抗衰老、免疫都是至关重要的。

我国著名的氡泉，还有四川峨眉县附近的黑水河与白水河交汇处，水温常年在 30 左右，矿物质含量很少，而氡的含量很高，每升水中可达 50 埃曼，也是治病的“神泉”。

除了氡泉具有明显的健身治病之功效外，含硒的矿泉水亦有同样的价值。例如吉林长白山区抚松县境内松江河林业局与靖宇县西南 8 公里处发现有两处硒泉，其中抚松的硒泉属于钙镁型碳酸水，硒量每升达 0.7 微克；靖宇县的硒泉，属低钠硅酸水，含硒量每升为 0.4 微克。经医疗证明，含硒泉具有防癌、治疗心血管病、不育症以及未老先衰等症的功效。所以硒是维持人体生命的特效元素。碳酸水对增长人的唾液与胃液分泌都有积极作用，故能促进人的食欲；而硅酸水，则能软化血管，防止高血压，抑制动脉硬化的作用。

正因为含有若干健身作用的某种稀有元素矿泉水受人们的重视，企业界就开发矿泉水供人们直接饮用，于是市面上出现各种各样的矿泉水。

法国在开发矿泉水方面是有名的国家，特别是几个名牌矿泉水，实际上是医疗饮用水。例如埃维矿泉水，产于卡沙。这个矿泉水，早在 1789 年就已经发现，当时，当地有一位绅士，患有肾结石症，每当发病时，疼痛难熬，他到处求医求药，花了不少钱，终究不见效果，十分苦恼。有一天，他外出经过卡沙泉水，口干舌燥，情不自禁地掬起凉水往嘴里送，感到特别清凉可口，于是他记住这个山边泉水的位置。到家以后，专门找人挑水饮用，就这样，过了好长一段时间，肾结石症没有发痛，再去医院检查，结石竟然缩小了。他想，这奇迹般的变化，到底是什么药起的作用？是不是喝卡沙泉水的缘故？于是他再喝，不久，病痛消失，再检查，肾结石果然不见了。他逢人便说，卡沙泉水，是一股“神泉”。此后，科学家们到这里取去水样，经分

析化验，认定这是含钠量很低（每升仅 5 毫克）的泉水，还有一些其他成分，能溶解肾结石。而且是无汽的矿泉水，美味可口。就这样，埃维矿泉水从此闻名天下了。目前，法国人往往购买它给婴儿、高血压和肾结石患者饮用。

第二个法国名牌矿泉水是康特维尔矿泉水，历史也相当悠久，产于维希城附近，泉水中含硫酸钙与硫酸镁的份量相当高，属于一种利尿无汽矿泉水，也作为药剂之用，所以很受市场欢迎。

巴杜瓦矿泉水也是法国有名的矿泉水，产于法国圣·嘎尔米埃地区的巴杜瓦，18 世纪时即已发现。当外地人初到这里，发现当地居民的牙齿健康情况相当好，特别是孩子们的牙齿，个个洁白如玉，没有一个龋齿，成为全国闻名的“美齿村”，引起人们的注意。后来，科学家们来到这里研究居民的饮用水，取水样化验以后证明，此处泉水中的含氟量相当适中，每升含 1.3 毫克，对防治龋齿病极为有效。

因为工业发达以后，地面水和相当一部分地下水遭到了污染，因此，饮用矿泉水的销售量倍增，价格也同时提高。就数量而言，法国的消耗量最大，每人每年喝 52 公斤，德国、比利时、瑞士、沙特阿拉伯等国每人每年也在 30 公斤以上。就售价而言，一般均高出牛奶的 6 倍，或是石油的 4 倍，美国人每年矿泉水的消耗量约有 5 亿美元，而欧洲人的消耗量更大于此数。所以，我国在国际市场上的矿泉水业务是大有前途的。

近年来，我国也开始开发矿泉水、而且矿泉水资源相当丰富，青岛崂山矿泉水，广东龙川矿泉水、黑龙江五大连池矿泉水、辽宁皮窝子矿泉水和汤岗子矿泉水等，已在国际市场上打开销路。

作为符合饮用标准的矿泉水，按国际惯例，大致有两种类型：一是德国的标准，只要所含的化学元素与温度对人体无害的就可作饮用矿泉水。一是法国的标准，水中的成分没有严格的规定，但必须经过医疗机构通过临床试验的认可，说明其疗效意义，再报政府批准，才能在市场上出售。这种有治病作用的泉水。目前一般都采用德国的标准，甚至只符合以下四个条件也就当矿泉水开采了：一、必须是地下水源的，不是天然露头的，或是从地下水源打井出来的水；二、水中所含的天然无机盐，每升有 1000 毫克以上，或含游离二氧化碳每升达 250 毫克以上者；三、对人体无害；四、微生物和某些有害元素没有超过规定标准。目前每到夏季，市场上到处出售矿泉水，但真正符合上述四条标准的仍不多。

在健身的矿泉水中，有一种称为“天然汽水”的更值得注意。所谓“天然汽水”，就是碳酸水，是一种比较有价值的矿泉水。在其成分中，含有大量游离的二氧化碳。一般来说，当二氧化碳含量达到每升 750 毫克以上时，就合乎“天然汽水”的标准了。

碳酸水有好几种类型，如重碳酸钙质型的、重碳酸钠质型的（苏打型）、氯化钠型及各种混合型的。其中以前两种质量最佳。

我国目前出产的“天然汽水”，比较有名的有广东梅子坑碳酸水，属于重碳酸钠质型的碳酸水。其口感特点，是具有一种清凉而稍带麻辣味，颇似汽水，但相当可口。检测水中所含的其他元素，对消化道及心血管病患者饮用颇为适宜。

适用于饮料的碳酸水，要求低温，即冷水型的，因为其中游离的二氧化碳在水中的溶解度比温水型的高。如吉林安图县二道河的碳酸水的温度低于 4℃，很是合适。辽宁庆河地区的碳酸水也属于冷水型的。

天然汽水的生成与地下岩石的受热有关。因为任何岩石当受热到 350 ~ 450 时（这样的温度在地壳上部是很容易遇到的），就会分离出大量的二氧化碳，其含量可达 70 ~ 90%。例如片麻岩加热到 360 时，游离的二氧化碳可达 93.7%。广东南海打出一口井，二氧化碳纯度可达 99.5%。这些二氧化碳溶入水中，便成为“天然汽水”了。

我国各地已经打出来的碳酸泉水，还有长白山地区朝鲜族自治县、黑龙江五大连地、广东沸湖、南坑、大庙、山东崂山、内蒙东部以及台湾等地。

有些泉水，既能治病，又能健身，还可兼作温泉之用，价值就更大了。其中最著名的，莫过于“热河泉”了。它位于河北承德避暑山庄内湖区的东北隅。由于其水温在 9° ~ 11 之间，（当地年平均温度为 8 ），虽是隆冬季节，此处仍云蒸霞蔚，春意盎然。每到盛夏，清泉碧波，烟雨笼纱，风光十分宜人。曾有人用此泉水浇灌瓜果，良得特别喜人。康熙皇帝看到以后，也情不自禁地写下诗句：“土厚登百谷，泉甘剖翠瓜”。所以，自古以来记载此处泉水的特点有云：“泉味甘馨，怡神养寿。”乾隆皇帝到此，格外感慨，题诗称赞曰：“名泉亦多览，未若此为首”。

这里的泉水为何如此奇妙？原来，承德地居盆地之中，周围岩石有片麻岩与砾岩层，断层带又穿过其间，当雨水及地表流水渗透到断层带内时，岩石中的各种元素也溶入水流，再经地热的加温以后，顺着地表裂隙涌流出来。据水质化验测定，泉水中含有较高的碳酸钙、碳酸镁，但矿化度很低，所以甜润可口。再加上水中又溶有少量的二氧化碳，夏日饮此，顿觉清凉。水中还有低量的硼酸，具有消毒防腐之功效。此外，还含有微量的氟，长期用此水漱口刷牙，能使牙齿洁白增固，起到防龋的作用。所以，这个“热河泉”就成为非比寻常的奇泉了。

### 清香芳醇话酒茶

中国人有豪饮、品茶的习惯。饮酒时，一醉方休，以“太白遗风”为荣。说到喝茶，更为平常，如用古雅的名字而言，则改称“品茗”了。而品茗之道，更有深刻的研究，有所谓“卢仝订谱，陆羽传经”之说，由来久矣！任何一部小说，差不多都离不开茶楼酒肆的场景。但你是否知道，如要饮得美酒名茶，还与水的质量分不开呢？

山西杏花村的汾酒是举世闻名的，以往杏花村的造酒作坊只有一家，后来，当地群众想尽快致富，企图扩大汾酒产量，同时在杏花村内开凿了几口井，汲水酿酒，但酒的质量无论如何也赶不上老牌的汾酒。原因很简单，泉水与断层带的关系很密切，即使在同一村庄上打井，不一定能找到同样的泉水，或者在同一构造线上打井，也许能获得优质的泉水，可是水的数量有限，大家都来汲取，供求关系无法平衡，好酒的产量仍然无法提高。

带有几分传奇色彩的，莫过于四川宜宾的五粮液。据说，酿造的水要汲取长江中流的某一段，水取偏了，造不出高质量的五粮液。看似奇怪，同样的江水，为何要选中特定地段的中流之水？但从地质角度看，也许能解开这个谜，有可能在江底某处有一条断裂带通过，泉水可从此裂隙中涌出。

总而言之，所有酿造好酒的水，都不外乎优质泉水。由于过去对科学道理未能了解，或未能普及，在一般群众看来，感到奇怪，以致制造出许多神奇的故事来。驰名中外的双沟大曲就是一例。据说在很久很久以前，当地一

个他差使丫环到镇上去打酒，而这丫环非但不会喝酒，就连嗅到酒的气味也会醉倒。那天，打酒回来，因为在酒店里多站了一会儿，就感到薰薰醉意，步履踉跄。当路过一口水井之旁，已经有些眼花昏暗，胸闷翻胃，忍不住呕吐。正逢四野无人，她就凭着井栏，俯首吐出带有酒味的残渣。到家，地主见她身体乏力的模样，有些不正常，追问之下，丫环只得如实说了一遍。地主听到井水被“污”，急了，因为这是附近村民，包括他家在内的日常饮用水。就赶忙前去观看，当他伸首从井口往下看时，一股微带酒味的芬芳之气冲进地主的鼻孔，地主顿时惊呆了。心想，有这等事，就汲取井中之水去酿酒，果然成功，地主就开了个酒坊，远近的村民喝过他的酒，无不赞口不绝，因而名播四海的双沟大曲响得震天！

诸如此类的故事，似乎各地酒坊的用水都能听到。

要揭开酿酒泉水的秘密，且以广西桂平之乳泉为例剖析一下。

素有“广西茅台”之称的“乳泉酒”就以此乳泉酿酒。据《浔州府志》载：此泉“清冽如杭州龙井，而甘美过之。时有汁喷出，白如乳，故名乳泉。”每当大雨以后，最容易看到喷出的白乳，有时竟可持续2小时的喷汁现象。现经水文地质学家化验分析得知，这是一处氡泉，氡是水中所含的镭衰变时放出的气体，气从水中喷出的速度较快，所以出现“白乳喷汁”了。

有人还将乳泉做过一个试验，一杯几乎盛满的水，将一分硬币一枚一枚投入，直到投入113枚，杯口的水已经高得像面包一样仍不外溢，说明其表面张力很大，究其原因，其中矿物质溶解较多之故。当地的花岗岩特别发育，而地下水就赋存在岩体的节理缝隙中，积水成泉。水量虽然不大，但夏季不溢，冬季不枯，流量相当稳定，而且澄澈透明，可见水质之清。

乳泉酿酒，终于有“广西茅台”之称而出了名。

美酒需用佳泉酿，已为人们达成共识；而谈到饮茶，很多人却将重点放在茶叶的选择上，忽略了泡茶的水的质量，其实我们的古人对此是特别讲究的。

品茗除茶叶要好的外，水好也是重要的一面，茶、水两者必须适宜相配，方能相得益彰。

喝茶的历史不及饮酒的历史长远，酒在殷代就很普遍，如纣王的奢侈生活中有“酒池肉林”的建造。而茶文化，见于史书者约在三国时代，张辑在《广雅》中提到当时的喝茶方法是“欲煮茗饮，先灸令赤色，捣末置瓷器中，以汤浇复之，用葱、姜、桔之<sup>茸</sup>，其饮醒酒，令人不眠。”如此的喝茶，程序复杂，外加的东西也太杂，可能味道不佳，所以，到唐代时，进行了改革，如茶圣陆羽所撰的《茶经》一书中所述的，姜、葱之类已经取消，但尚需加盐，茶水是煮出来的。在江西武宁山区，当地老乡捧出给客人喝的茶就带咸味，尚有“陆羽遗风”，真正让人喝到了“唐茶”。到宋代，不再加盐了，但泡茶时需将茶叶碾碎成末。此后，不再将整片的茶叶碾碎成末了，沏茶以后，整片茶叶在热水里舒张开来，清清楚楚地看得见。

所谓茶味，实际上是因为茶叶中含有咖啡碱、茶鞣质以及其他成分，当沸水沏泡以后，都溶于水中，特别是氨基酸与茶鞣质形成香气馥郁的醛类，芬芳诱人，让人啜之为快。

茶叶的质量固然重要，有所谓雪芽、雨前、明前之分，采摘较早的茶芽是高档的原料，再加上炒茶的火候适中，便能制出好茶了。

但名茶还得名泉相配才好喝。譬如到江南去旅游，选上好的碧螺春，每

到一地，用当地优质的水泡上一杯，真是一种享受。在城市里，自来水泡茶，其味平平，可是在山清水秀的地方，如天台山，在“石梁飞瀑”的上方广寺僧房里住下，其时泡的茶，味道一定特别醇美。究其原因，还是水质不同的缘故。这里喝的水，是山涧里的天然流泉，大概与乳泉一类相差不多，并非自来水。

这里的天然流水，包括其他山岩间流淌的水，当然是纯正的淡水，常含多种元素或称矿物质，它们能影响溶于水中的茶质的成分，有益的元素，当然味甘而可口了。但是天然水中所含的元素并不全是有益的，比方说，常见的钙、镁、钾、钠、重碳酸、硫酸、氯离子、铁、铝、亚硝酸、铵、二氧化碳不见得都是有益的，而如铜、钴、铅、酚及某些放射性元素甚至是有毒的。它们构成水的总矿化度，如果总矿化度高，称为硬水；总矿化度低，则称为软水。过硬的硬水，会影响茶的色、香、味。而且长期饮用这类水，对人体还有不良的影响，例如有人研究过云南陆良城区井中的水，属于重碳酸、氯化钙型，硬度达 29.96 度，偏碱性，总矿化度每升为 0.72 克，这是过硬的水，如用于沏茶，任何名贵的茶叶，色香味全部改变，还带有咸涩味，当然就可惜了。又如昆明黑龙潭和海源寺的泉水，属重碳酸钙镁型，硬度为 4.4 ~ 17.7 度，总矿化度较低，每升在 0.3 克以下，用以沏茶，色香味必然俱佳。

作为沏茶的水，最理想的应该具有：矿化度低、硬度小、酸碱度适当、无污染。这样，茶叶的成分可以与水中的有益元素溶化在一起，发挥出名茶的特色了。

所以，我国历史上有些专家对于沏茶的水颇有研究，唐人似乎最有心得。例如刘伯刍将全国宜于煮茶的泉水分为七等：镇江扬子江南寒水为第一，后通称中冷（寒）泉第一；无锡惠山泉水第二；苏州虎丘石井水第三；丹阳观音寺井水为第四；扬州蜀岗中峰泉为第五；松江水为第六；淮水为第七。后来，茶圣陆羽也评过天下名泉，在其名著《茶经》中将天下泉水评为十二等，镇江的中冷泉被陆羽修改为第七名；无锡惠山泉仍居第二位。

现在，选择至今尚有名气的两个，分析一下，看看评得是否合乎科学道理。

先说镇江的中冷泉，位于金山之西约一里地，有园林布置，为镇江旅游景点之一。据《金山志》称：“中冷泉在金山之西，石簏山下，当波涛最险处”。当时汲水时须在规定的子、午二时辰，取水的用具也很特殊，铜瓶或铜葫芦，绳子也有一定长度，垂入石窟中，才能获得真正的泉水。“若浅深先后，少不如法，即非中冷泉真味了。”到宋代，诗人陆放翁游中冷泉以后，还留下“铜瓶愁汲中濡水，不见茶山九十翁”的诗句。

唐宋以至更后的时期，中冷泉实际上是长江的活水经过岩石裂隙的过滤作用，溶解了岩石中的矿物质，积水于石窟之中，所以成为甘冽的沏茶美泉了。

但到了清代道光以后，随着江流的旁蚀作用，北岸崩坍，南岸涨砂，到 19 世纪中叶，金山与陆地相连接。地理环境的改变，水质也发生明显的下降，当时有人“凡三往，得伺饮数瓯，细嚼之，味与江水无异。”

无锡惠山泉，位于无锡市南区锡惠公园内惠山或惠泉山之北坡。惠山作东西走向延伸，有九个起伏的山头，故有九龙山之称。

惠山之泉，大小有 13 处之多，素有九龙十三泉之说，唯二泉最有名。又因陆羽曾来此饮茶品评，故又称陆子泉。据唐代常州刺史独孤及在《惠山寺

新泉记》中载：“吴西神山之足，山下多泉。无锡令敬澄字源深，以割鸡之余，考古按图，葺而筑之。”由此可见，二泉是唐代德宗大历十四年（729年）无锡县令敬澄使人开凿出来的。泉水从半山流下，分成三池：上池呈八角形，刚从泉眼流出，水质最佳，水色透明，含矿物质适中，表面张力较大，满杯隆起数毫米之高仍不溢出，甘冽适口，为沏茶之上品水也。中池方形，池中之水乃上池流来，水质已次。下池亦作方形，面积最大，系宋代凿出。水质虽不及上泉，仍可饮用。方池之北侧墙壁上有清代进士、吏部员外郎王炮手书“天下第二泉”五字，苍劲雄伟，凡来此游览者，都欢喜在五字下摄影留念。

历代官吏都很重视二泉之水，如唐代宰相李德裕曾特别命令当时的无锡县令定期将二泉之水通过驿站送到长安供他饮用。

到宋徽宗时，正式定二泉为贡品。高宗赵构南渡时，途经无锡，还特地去二泉煮茶品茗，并使人筑亭于二泉之上，名“二泉亭”，赐题“源头活水”。

元代的统治者虽没有模仿唐宋两朝将二泉之水运送到宫内享用，却在二泉所在地设卡收税。传说，二泉感到如此做法有辱于它的名声，一度曾断流枯竭，直到取消税卡后，二泉又再度涌流不息。日军侵华期间，惠山上林木被砍，二泉也只剩下涓涓细流。

那么，二泉之水究竟从何而来？水质又为什么如此之好而倍受欢迎呢？其实只要上山去跑一趟，就明白了。惠山是由志留纪的砂岩为主的地层组成，这些岩层具有很好的孔隙度和渗水性，所以在林木浓密覆盖下，大量的水分容易保存在内，再碰上山腰间有几条断层通过，于是含蓄在岩层中的水就沿断裂的缝隙集中并涌现出来，即二泉之由来。砂岩中所含的矿物质适中，过滤得又清洁，所以水质也就自然好了。

在谈到适宜于泡茶的泉水时候，就会想起山东济南有泉城之称，《老残游记》中所说的“家家泉水，户户垂杨”毫不夸大。据统计，在济南城的2.60平方公里范围之内，曾出现过106个泉水露头，其总涌水量最大时可达每秒5立方米。这许多泉水从哪里来的？为什么别的城市见不到这种奇观？

原来这里地下主要分布着奥陶纪的石灰岩层，特别向南展布范围很大，而南面，正是这些岩石的露头区。况且地层又向北，即向济南市区倾斜。南区大面积受水（降水）以后，沿岩层裂隙向下渗透，顺层面北流，在济南城区，岩层出现断裂，于是地下水由于承压作用，水就从断裂上升，冒出地面，著名的突泉就是沿较大的断层带上涌的结果。三窟并发，浪花四溅，声若隐雷，势如鼎沸，平均流量每秒1600公升。这里虽然是石灰岩里出来的水，但同样适宜煮茶，宋代文学家曾巩曾有“润泽春茶味更真”之句赞美趵突泉之水。

### 奇泉自有奥秘在

自然界还有若干泉水，并不因为它的量大质佳而驰名，只是具有某种特殊意义或特殊用途而富有魅力。

#### 毒泉

毒泉位于云南腾冲，名曰扯雀泉。相传诸葛亮率军“五月渡泸，深入不毛”到此，战士们一路劳顿，口干舌焦，见此路旁有泉水出露，水色澄清，亦无异味，于是俯首掬泉而群饮之，不幸身亡，造成惨剧，自此，后人称之

曰：“毒泉”。事情过去很久以后，人们看到这毒泉，将信将疑，但谁也不敢试饮，有人想了个办法，赶下几只鸭子，立即发现，鸭脚划了几下，不动了，不到三分钟，终于沉没而淹死，毒泉真毒！

水文地质工作者来到毒泉，发现当地有近期火山喷发的特征，毒泉所在处，与火山喷发有关。取水分析化验证明，许多有毒的火山气体，诸如一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氰氢酸等均有，含硫量特高，对动物有致命的危害。人畜接触，极易中毒。

#### 自发面泉水

制作馒头时，谁都知道必须在面粉中加入酵母、食碱之类才能蒸出松软可口的馒头，而现在，有一种天然的泉水，用它来和面，不需要酵母、食碱之类照样以蒸出可口的馒头，所以叫“自发面泉水”。

这个奇特的泉水位于四川巴县红旗乡边尔村附近，出露在边尔河北侧溪沟的沟底。方圆数十里之内的村民都经常来此汲泉，回家做馒头、烙饼之类，备受欢迎。

这种“自发面泉水”的奥妙何在？林化岭等几位水文地质专家前往实地调查以后，终于揭开谜底。这个奇泉，出自当地泥盆纪地层的一条小断层，水温 17℃，涌泉量每秒 0.05 升。当泉水涌出时，可见串串气泡逸出。水质无色透明，亦无异味。品尝以后，颇有喝汽水的感觉，应属于碳酸型泉水。

此泉水在地下高温高压的影响下，二氧化碳大量溶解于水中，所以利用此水和面制作馒头，当蒸热时，二氧化碳气受热膨胀，帮助“发酵”了。居民们长期在此取水，也总结出经验，取水的用具必须严格密封，不然，在运送途中，二氧化碳会大量逸散，待到家后，必须尽快和面，不能久置不用，不然，就失效了。

#### 盐泉

属自然界罕见之泉。位于四川、湖北两省交界的巫溪县境内，大宁河西岸的宁厂镇上。

盐泉原名白鹿泉，据当地传说，有位狩猎者因追逐一只白鹿到此遇见此泉而得名。后来人们饮用时，发现泉水咸涩，不堪入口，于是就喊成咸泉了，或称盐泉。

盐泉的发现与利用，已有相当悠久的历史。据史书记载：“汉永平七年（64 年），尝引此泉于巫山，以铁牢盆（即大铁锅）盛之。”大铁锅盛咸水做什么？用来煮盐，历代为之。据当地的县志记载，清代乾隆时期（1736—1795 年），当地有 336 座火灶，利用咸泉水煮盐，总计大铁锅有 1081 口，号称“方灶盐烟”。

咸泉从何而来？只要了解一下当地的地质情况就明白了。四川及其相邻地区，在距今两亿多年前的晚三叠世时，是一个残留海，天气比较干燥，蒸发量远大于降水量，残留海的含盐量就随之增高，形成沉积岩层以后，含卤水相当丰富，每当这些地层受到后来地壳运动的影响，出现断裂时，卤水就可沿裂隙上升，露于地表，即成盐（咸）泉了，承压条件好的话，更能见到“喷流千尺雪”的奇观。村民们利用卤水煮盐，一本万利，“黄金走万里”的生财之道，也就不奇怪了。

#### 能预报天气的泉水

此奇泉位于四川古蔺天堂，称为岩溶大泉。其周围分布有二叠纪的石灰岩地层，所以喀斯特地貌相当可观。涌泉量相当大，每秒达 500~1000 升，

最大流量，每秒可达 24500 升，最小时，仅 69 升，相差很大，奇妙的是，水色多变，有浅蓝、蔚蓝、灰蓝、翠绿、暗红、橙黄、褐黄、泥黄诸色。凡出现黄褐色时，预报天就要下雨了。所以称为预报天气的泉水。

这个奇妙的自然现象，是怎样产生的？水文地质专家前往查看，并进行长期的观察以后，终于解开这个能预报天气的泉水之谜。

原来，水色由蓝到绿，再转为黄的过程，是水化学的变化过程，也就是硫酸根离子由少到多的变化过程。比如浅蓝色时，其硫酸根每升为 96.104 毫克；翠绿色时，硫酸根每升为 145.608 毫克；到褐黄色时，每升硫酸根 319.054 毫克，当久旱无雨时，水中的硫酸根含量到达最高，水色也变得黄褐了。俗语说：久晴必有雨，故发现黄袍的水色时，预报将有雨来临了。

那么，水中的硫酸根又源于何处？原来当地的岩石是二叠纪的石灰岩层，其上部有一厚约 3~5 厘米的黄铁矿层，许多底流或潜流都通过这黄铁矿层，溶解了黄铁矿，将硫酸根带入水中，由于硫酸根的多少会使泉水量现出不同颜色，因此，水色变化就起到了预报天气的作用。

#### 喊叫泉

1982 年 9 月 6 日，一个地方广播电台播出一条新闻报道称：湖南新宁万峰乡发现一个喊叫泉，只要人们对着一个山洞洞口齐声呼喊，来水哟！一会儿，水就从小山洞洞口一滴一滴流出来，越流越大，越流越急，发出哗哗的响声，不久，流水渐渐减少，直到完全停止。然后，再呼喊，又流出来，如是往复不止。

类似的新闻报道，也提到广西兴安白石乡三友村蒋家屯一座马鞍山形的山下也有一个喊叫泉，一闻人声，碗口粗的水柱便会自四个泉口溢出，数小时后，泉口干涸。再呼喊，水复出，如是反复。

自然界真有由声音“诱导”出来的泉水吗？几位水文地质专家带着解谜的心情前往查看，原来都是间歇泉，也就是说，这种泉水的涌出，是有间隔的，不是连续的，并不是喊叫的结果。

#### 含羞泉

含羞泉位于四川广元境内龙门山东北段。情况颇似间歇泉，但与喊叫泉的特点相反，当你向水中扔石头，发出震动的声音时，泉水就不再流动，俨然如含羞的姑娘。而当静下来时，泉水又源源外流，而且水量也随之增大。如再振动，泉水又“缩回”去了。

为什么会产生这样的奇特现象？经专家考察以后认定：原来这里的泉水是从细小的孔隙中流出，受到毛细管现象控制，当振动时，会产生一种压力，很快将要流出的泉水压回去；静一会以后，岩石与土层中的毛细管现象又能将泉水吸引出来！因此出现“含羞”现象。

#### 贪泉——警世名泉

唐代早期，号称文坛四杰之一的王勃，在他的名篇《滕王阁序》中有这样两句“酌贪泉而觉爽，处涸辙以犹欢。”前一句说的是人们饮了贪泉之水以后，便会萌发起贪心的念头，从此丧失正直的志气。

这个贪泉，确有出处，它位于广州市西北约 15 公里的石门。当地是出入广州的古道必经之处，水绕山环，风光幽丽，行人到此，驻足休息，是远近闻名的好地方。路旁有一口水井，水味甘美，吸引了许多过路的人群都要舀上一碗解渴，莫不感到清凉提神，因此远近都闻名了。在诸多旅行的人中，不乏历代去广州赴任的封疆大吏，他们每到此地，也同样要下马下轿在井边

的树下休息一会，饮上一杯井水再上路。可是当地老百姓对这些官吏看在眼里，记在心里。官员之中，十之八九到广州或其他地方以后，不到几年工夫，从两袖清风变成腰缠万贯的贪官了，人人对他们无不切齿痛恨。当地百姓为了提醒上任的新官，要保持廉洁奉公的本色，多为人民办点实事，于是就在这口井之旁立了一块石碑，上书“贪泉”两字，成为警世名泉了。

东晋时，新任广州刺史吴隐之，路过此地闻“贪泉”之来历，大有感慨，竟连饮三杯，随后即提笔题诗于碑上：

古人云此水，一饮怀千金。

纵吏夷齐饮，终当不易心。

当他上任以后，时刻记住石门村民的叮嘱，洁身自好，正气凛然，赢得清官的美名，为万民所拥戴。

随着年代的流逝，原来的那块石碑经历了千年的风雨侵蚀与剥落，到明代时，已荡然无存。但乡人们警告当官者的一片善良之心未泯。于万历二十四年（1596年），又重刻了吴刺史的《贪泉诗》，并移置到越秀公园内的望海楼之旁，让更多的当官者看看，借此时刻警惕自己，向吴隐之学习。

## 微量元素与人体健康

### 科学家的探索

1971年，英国地球化学家埃里克·汉密尔顿曾经因为世界各地居民所在地的岩石、土壤、水系中的地球化学元素异常，造成人体病变的严重恶果，他组织了一个由医学与地质工作者参加的联合小组，对人体的各个机能组织血液作了全面检查和分析，测定了地壳岩石与人体血液中60多种化学元素的含量，并将两种样品测定的数据绘制成两条元素的丰度曲线进行比较，结果发现人体中的60多种元素的丰度曲线与地壳岩石中元素的丰度曲线十分相似。在对数坐标中比较了岩石和人体血液中各元素的丰度，除了生物原生质的主要组分(C、H、O、N)和地壳岩石的主要组分(Al、Si)不同外，两种样品中的其他元素丰度的相关性非常接近。

另外，汉密尔顿又将海水和血液中的60多种元素进行测定，结果表明：血液与海水两种组成的差异小于血液与平均地壳岩石的差异。这意味着，从动物到人的进化过程环境，先是海洋，然后到达陆上，这也符合生物演化的规律。

不同地质环境里的人群，在健康与疾病方面也有明显的区域特征。正像汉密尔顿的研究表明，人类和一切生物的物质成分是从地壳物质演化而来的，并和地壳物质保持着一种动态平衡。根据这一平衡关系，从人体元素丰度这一概念出发，如果发现人体中某种元素与标准丰度曲线有明显偏离，那就意味着人体发生了污染。

目前已发现人体中所含的60多种微量元素的总重量还不到人体体重的千万分之二，但它们对人体的健康和生命有着重大的作用。例如，南京某区采集土壤样品进行分析，发现灰潮土地带与棕黄土地带的铬、铜、锌、锰等元素的含量存在显著差异，有的差额高达3倍以上。又如黄河中游地区锌、硼、锰、钼几种元素均低于全国土壤中这些元素的含量平均值，而这些元素正是帮助植物生长所必需的，因而导致那里的农作物减产，食用这些地方生产的粮食和蔬菜以后，也会使人体缺乏这些元素，影响健康了。

由于目前工业比较发达，“三废”处理尚达不到要求，人类活动又比以往任何时候频繁，会导致自然环境的急剧变化，而这种变化又会使环境中的某种元素化合物急剧增长或减少，这样，都对人体健康有害，出现各种疾病，甚至危及生命。

近年来，人类健康与环境关系的研究更加深入，认为地壳中90多种元素几乎全部都能在人体中找到。粗略而言，这90多种元素可分为两大类：一类，占人体总重量万分之一以上者，称宏量元素，如氮、硫、钠、氯、镁、碳、氢、氧、钙、磷、钾等11种；另一类，只占人体总重量万分之一以下者，称微量元素，如铁、铜、钴、锌、铬、锰、钼、硅、锡、钒、镍、溴、铝、硼、硒、碘、氟等17种。它们的含量虽然极微，但是人体生命中不可缺少的东西，它们作为酶、激素、维生素、核酸的组成部分，保持生命的代谢作用。举例来说，铁、铜、锌、锰、钴形成的酶及碘形成的甲状腺均有促进生长发育的作用，如果人体内缺乏这些元素或其中的某一种，都会影响人体的发育。锌，可帮助人体的细胞分裂，每人每天只需15毫克，但缺锌会导致夜盲症。锌还与人的智力有关，锌可使手术后的伤口加快愈合，会使皮肤更健美，可治疗

脸孔的粉刺、痤疮和各种丘疹疙瘩，锌还使人对甜味的味觉增强，从而减少对糖的摄取量，起减肥作用。又如钙，对婴儿尤为重要，缺钙会导致软骨病。缺食盐，会变成“白毛女”。据前苏联学者研究，铅可使青少年生长过快，目前大城市或工业中心的大气与土壤、水中的含铅量剧增，与19世纪中叶时相比约增加99倍，所以，青少年的身材一代比一代高。新西兰有一个牧场，三叶草的年景不佳，一片枯黄，唯独有一条“绿洲”，长势喜人，原来牧场附近有一个铜矿，矿工们下班时，穿过这一条牧场草地，鞋上的铜粉末落到草场上，竟成为三叶草的新化肥，出现“绿洲”。

科学家把人体中所含的元素归纳为五大类：1.各种酶的组成成员，主要是微量元素，尤其是金属酶离子是构成金属酶的主要部分。金属原子控制着酶的活性。这类元素有铁、铜、锌、钼、硒、锰等，其中锌与50多种酶有关。2.具有催化作用，加速体内生化反应的进行，且能激活酶的反应，促使酶活化。这些元素有碘、铜、钙、锰、铬、钴、镍等。3.增加机体的免疫功能，提高抗病能力，主要元素有锌、碘、硒、钛等。4.保护心血管，如钾、钠、锂、钙、镁、钛、钒、硒等元素，具有保护心肌，预防冠心病、降低胆固醇等作用。5.造血作用的元素有铁、铜、锌、钠、氯、钴、钒等，它们能制造或协助制造血红蛋白的成分。此外，有些元素还有参与激素、维生素、生命活动的作用，如锰对遗传、生育、妇女育胎都十分重要；钒、钴、镍、铬是核酸代谢的催化剂。

一个区域人的健康情况与地球化学元素的客观条件有关。

比如两个毗邻的村庄，一个胃癌发病率很高，另一个却找不到胃癌病人，原来这两个村庄饮用水的水源不同，不就反映出地质环境的问题了。地球化学的问题，也值得深入研究。

科学家研究发现食道癌、克山病、甲状腺肿瘤、胃癌、肝癌、膀胱癌、妇女乳腺癌等症，在地理分布上都有相对集中的现象。例如，胃癌多见于青海、宁夏、甘肃、江苏、吉林、西藏；肝病多见于东南沿海一带。我国的人口，主要是集中于农村，那里人口的流动性较少，他们的生活与地域结下不解之缘，所以，研究地质与健康的关系，格外清楚。

## 从水土不服说开来

我们常常会听说这样的情形：有些孩子是在城市里长大的，城市的饮食及其他生活规律，已经给他们形成一种习惯。孩子们一旦外出旅游或到乡村里去度假，有时就会腹泻，虽吃药打针，收效也不大。医生说：“药都用遍了，为什么效果不大，可能是水土不服的缘故。”医生这么说，常使人以为他们为自己的医术不高明打掩护，甚至怀疑此说带有迷信色彩。而事实上，当这些孩子回到原居住的城市后，饮食如常，肠胃功能恢复，病也好了。此时，才相信医生所说的水土不服确有道理。但是，其中的科学道理又在哪里？

这个问题，终于在水文地质原理上找到了答案。因为城市居民吃的自来水，是经过加工的，属于软水。而一般山村里吃的是山上岩石中渗流出来的天然水，是没有加工过的硬水，矿物质含量特高，孩子们偶然喝到，不能适应，便发生腹泻的过敏反应了。如果再进一步研究饮水与健康、生病的关系，就有必然的因素了。

科学家经过长期探索，终于找出了微量元素与健康的关系。

自然界的元素与人体元素处于平衡状态时，人体才会健康；如果一旦失去平衡，就会生病。这种平衡，往往是通过人类与空气、水、食物等环境要素间的物质和能量交换过程来保持的。

比如以地方病为例，常见的甲状腺肿，多见于山区，世界上最严重的这类病区在安第斯山、喜马拉雅山、阿尔卑斯山和比利牛斯山这些地质历史上较近时期形成的，高耸陡峻，严重侵蚀冲刷作用的。就我国来说，以西北、东北、华北和西南山区、丘陵地带较为严重。有关研究者提出影响地方性甲状腺流行的因素展示表（见表1）。

表1 影响地方性甲状腺肿流行的因素

因素	利于流行	不利于流行
地质历史	冰川覆盖区，冲刷严重	非冰川覆盖，冲刷作用轻
土壤性质	砂土、灰化土、土层薄、有机质少	黑色粘土、红色粘土、土层厚、有机质多
地理位置	内陆山区	平原、沿海、盆地
降水	降雨集中、降水量大于蒸发量	降水量分散，蒸发占优势
饮水	地表软化或石灰化水	矿化度高的井水或泉水

在表2中所列各项，饮水的质量好坏至关重要。其他疾病，亦与水质关系较大，例如肝癌，国内的高发区集中在长江三角洲和珠江三角洲。在长江三角洲上，又多集中在长江北岸的滨江临海地带（南通地区），那里的居民多以沟渠水作为饮用水源，而沟渠水又多不畅通，当地乡镇工业比较发达，农药使用也不可少，以致这些水长期以来受到废水、废渣的污染。研究者统计了当地居民饮用水的水源与肝癌发病率的关系后发现：饮用井水的较为安全，其发病率在10%以下；饮用河水的差些，发病率高达40%左右；饮用沟渠水的最差，发病率竟高达60%左右，少数饮用宅边沟渠水的，甚至高达80%以上。

另外，富含腐植质的酸性水对人体元素的迁移、聚集以及人体内元素的代谢有重要的影响，它们可导致缺乏性的生物地球化学地方病。如缺乏锌、碘、汞；或太多的氟、铅、锂、铷可导致神经系统的疾病发生。又如云南、贵州的某些偏僻山区，常有人食欲减退，四肢酸痛乏力，有时一夜之间几乎全部脱落头发，迷信称之为“鬼剃头”。后来，经过地质学家的调查研究，原来是当地的异常地球化学造成的，也就是说，那里的土壤、水质中含铊的分量过高，以致人们铊中毒。

又如北京郊区某些村落的居民都有黄牙病，即患氟斑牙症。即使从外地迁来的人，在这里生活六七年以后，牙齿也开始发黄。更有甚者，牙齿还会出现松动，骨质疏松，常年腰腿酸痛，直到最严重时，四肢无法站立，长期卧床不起。追究其原因，这里的水质不好，含氟量过高，长期饮用以后，便得氟骨症了。据地质工作者调查，这里的水可能流经含氟的矿石区或氟磷灰石地区所致。研究表明：氟斑牙的发病率与饮用水中的含氟量成正比关系，当每升饮用水含氟量在1.01毫克时，氟斑牙患病率为38.6%；含氟上升到3毫克时，氟斑牙患病率可高达85.7%；高至4毫克时，所有人都患氟斑牙病。目前可用蛇纹石治疗，制成氟宁片服用。烧煤比较集中的地区，还要防治空气中的煤烟污染，如其中含氟量增高，会造成人体的氟慢性中毒。

相反的情况也有，长期饮用含氟量过低的水质时，会造成龋齿病，也就

是俗称的虫牙病。居民可选用含氟牙膏防治，我国生产的氟化物牙膏主要是氟化钠、氟化钾、氟化锶，单氟磷酸钠、氟化亚锡等品种。含氟牙膏之所以能防治，因为牙齿的珐琅质的主要成分是羟基磷灰石，牙膏中的氟离子可以将牙齿中的一部分非结晶的磷酸钙转化为羟基磷灰石，增进牙齿珐琅质的再生，起到防治龋齿的作用。

关于氟量的问题，我国卫生部门规定，饮用水最适宜的含氟量，每升水中不高于1毫克，在0.5~1毫克之间最为理想。据北京统计，通县、昌平、延庆、门头沟等地的一些饮用水含氟量都超过规定的标准，全市约有49万人患有氟慢性中毒症，需用药物防治。

又比如硫，一般来说，对生物是有毒害的，当淡水中硫化物浓度超过1毫克时，鱼类就会死亡。如果饮水中的硫酸盐含量较高时，不仅水味不纯，还会导致腹泻。大气中二氧化硫的含量较高时，危害更大。据日本四日市的一项资料表明：空气中二氧化硫的含量在一周期间内超过0.283毫克/立方米时，下周人们的支气管发病率比平常增加2倍以上。酸雨的祸害，也是空气中二氧化硫含量过高的缘故。

但是，硫又是生物体内必需的元素，因为硫是构成硫酸软骨素的重要成分，摄入人本内的无机硫除少量结合到氨基酸内，大部分进入软骨质中，直接参与了软骨的代谢作用。研究认为，某些地方流行的大骨节病可能是硫酸软骨素代谢作用发生障碍的地方病。某些调查报告也指出：克山病和大骨节病区的饮水中，硫酸根离子的含量显著偏低，由此可见，饮水中硫酸根离子不足可能与心血管病、骨关节病等有关。

由于缺硫而发生的疾病大致有三种：

一是大骨节病，于1926年发现于黑龙江，当地称：“柳拐子病”。患者四肢骨节粗大，肌肉萎缩，手指短，畸形，甚至终年受折磨，生活也难以自理。病多发生在冬春季节。

第二是克山病，1935年在黑龙江克山县发现大批妇女突然死亡，是一种心肌损伤为主的心脏病，由于病因不明，以当地地名命名为克山病。

第三种是克汀病，全身瘫痪，呆傻、终生残废。

据研究，这三种地方病均与当地的地理、地质、气候诸条件有关。就气候而言，发病区多在温度较大，即降水量大于蒸发量的地方；就地理环境而言，多集中于低山、丘陵、或高平原地带。尤其在上述各区的切割较深，沟谷发育的地段。据认为，此处地表的各种元素易被溶淋流失，是地球化学的迁移环境区。此间的水质严重缺乏含酸性离子的缘故。与此相对的，在低平原、河谷的阶地上此类病症极少见到。就病区的岩石分布特征而言，一般在古老的深度质岩石区（如花岗片麻岩）、酸性岩（流纹岩、花岗岩）、中性岩类（安山岩、闪长岩）和陆相沉积岩发育地区病情比较严重，而在基性岩类（玄武岩，辉绿岩之类）区和海相沉积岩占优势的地区，发病率较低或无病。

而另外也有人研究大骨节病与克山病的病因时，则认为病区内的地球化学元素中缺硒之故。那里的硒的平均含量只有0.10ppm，有的地方甚至只有0.001ppm。一般认为，低于0.2ppm就归于低硒区，这样，给病人补充含硒的物质（如硒酸钠等药物），病情就会减轻或消失。

至于地下水与此类疾病的关系，尤为明显，病区的饮用水多属浅部地下水，经流途程短，循环深度小，水土流失比较严重，含水埋藏不稳定，地下

水多由大气降水补给。而在非病区，地下水的类型单一，循环深度大，经流途程长，补给的水除天上的降水外，也接受地下潜水和地表水流。

就水质而言，病区属软水，非病区则属于硬水。病区水的钙镁离子含量显著偏低。再如铜、硒、硫酸根、碳酸根等具有灭菌作用的离子也非常缺乏。所以在治疗此类疾病时，用硫酸镁颇为见效。1959年，黑龙江省的大骨节病患者用硫酸镁医治，临床效果很好，特别对早期病人，功效尤为显著。后来，在山西进行临床试验，也取得良好的效果。研究者认为：镁和硫酸根的作用十分重要，于是多用硫酸（分析纯试剂稀释）和硫酸钠作为药物作治疗。陕西麟游县祁家河一患者，长期以来，步履困难，无法劳动，服药后，行动自如，并能担水、种地劳动。

黑龙江省水文地质队在发病区内利用天然石膏和小苏打改变饮用水的水质，使钙、硫酸根、重碳酸根的含量达到非病区饮用水的标准以后，居民的发病率大大降低。例如在敦化、安图两县的改水工作进行三年以后，居民健康大为改观，克山病基本上得到控制，大骨节病的发病率也大为下降，青少年中已见不到这类恶性的地方病了。

克山病、大骨节病和克汀病在我国的东北、华北、西北、西南的分布地区，大致呈北东方向延伸，与我国地质构造线或地形分布方向基本上吻合。所以，研究者认为：病区的分布正是我国季风区和西部气候区的分界所在。在此带内，气候较为湿润，加上地势与水质的影响，于是诱发了这些地方病。在研究过程中，有人也提出这些地方的粮食储存不当，容易受潮，甚至霉变，也是致病的原因之一。

还有一种鼻咽癌，也是极可怕的恶性疾病，多见于广东、广西、湖南、福建、台湾及东南亚各国，也是一种地方病，于是注意到地质问题。首先，中山医学院的研究报告认为，微量元素镍对诱发大鼠鼻咽癌具有促进作用，于是，医药专家与地质学家共同携手研究其病因。他们在湖南西部调查时，发现鼻咽癌死亡率与当地的寒武纪地层有关，特别与其下统的炭质较为丰富的石煤层有关，与这个地层分布的面积成正比。原来，石煤层中含有较多的钒、镍、铬、铀、五氧化二磷等元素或化合物。这些致癌的元素，随岩石风化成为土壤以后，散布到田野间，种植的粮食、蔬菜就会受到污染或吸收进去。例如湘西地区下寒武纪地层分布区内所产的大米，内含铬的分量显著增高，与鼻咽癌有关。现用含钼的药物，可以防治鼻咽癌。如果能在农作物种植区、加钼元素，也极合适。

在研究许多恶性地方病的基础上，人们已经认识到医学必须与地球化学结合，为医学地质的建立，起到积极的作用。

## 拿破仑死因之谜

拿破仑是一位名震天下的风云人物，自滑铁卢一战惨遭失败以后，向英军投降，于1815年被流放到南大西洋的圣赫勒拿岛上，直到1821年5月去世。170多年过去了，对他的死亡原因，一直是个谜。有人说，他是得了胃癌死去的，因为他的父亲死于胃癌，有家族遗传因素，也有人怀疑，是英国人用小量砒霜使他慢性中毒而死的。

直到1960年，英国科学家福尔沙夫瓦特建议，用活化分析方法测定拿破仑头发来破解拿破仑死因之谜。这项科学性很强的建议，得到法国著名历史

学家安里·拉舒响应。经他的安排，从法国国家军事博物馆收藏的拿破仑的一绺头发上取下几根，重 1.72 毫克，交给福尔沙夫瓦特。这绺头发是拿破仑去世后的第二天从他的头上剪下来的，材料绝对可靠。

分析工作在英国格拉斯哥大学法学系进行，措施严格。测定的方法使用光谱分析，当时就发现拿破仑遗发中含砷量高出常人 10 倍。虽然这些取下的头发过短，未能分析出砷含量与头发成长过程中的关系，但这 10 倍于常值也足以惊人了。说明拿破仑是因砷中毒而死亡，应确凿无疑的了。

但是，这个结论未能被历史学家接受，而且也没有被当时曾服务于圣赫勒拿岛上的医生们的后代所接受，因为他们的先辈没有留下拿破仑吃砒霜的证据。

1961 年 11 月，有一位名叫克里福特·弗莱依的纺织厂老板来到格拉斯哥大学，带来他祖上传下的一缕拿破仑的头发。

格拉斯哥大学取下几根头发进一步分析，其中最长的一根有 12~13 厘米，足以分段测定其中的含砷量，人头发生长的速度约每月 1 厘米，12 厘米长需时间约一年。因此这段头发作中子活化分析就可以了解拿破仑去世前整整一年时间内砷中毒程度的逐月变化情况。测试结果表明，该发的平均砷含量高出正常 10 倍，与法国军事博物馆保存的头发含砷量是一致的。

但砷从哪里来的？于是又回到拿破仑流放到圣赫勒拿岛上的住所问题上。这座住宅，称为“长木公寓”，是木制的建筑物。建筑物的墙上贴的是当时十分普遍的廉价矿物颜料绘制的玫瑰花饰的糊墙纸。经过一番寻找，终于在一个偶然的时机，得到当时拿破仑卧室糊墙纸的残片，并对其进行分析，测试的结果表明，糊墙纸的玫瑰花饰主要包含有砷和铜两种元素，而且计算出玫瑰花饰的含砷量，每平方米约为 15 克，含量相当高。据调查了解，拿破仑当时居住的环境十分潮湿，由于水气的作用，糊墙纸上的玫瑰花饰中的砷毒就会以微粒和气体形态散布到空气中，可以通过呼吸道或胃肠道侵入人体，拿破仑长期生活在这种含砷的囚室中，患慢性砷中毒的可能性就存在了。

可见，居室装饰材料的选择，也应谨慎。

总之，稀有元素对人体健康的关系，越来越受到人们的重视。

### “一叶知秋”为治病

一根头发，侦破了拿破仑死因之谜，解决了 170 年来的悬案。于是，人们从头发所含的微量元素来测定人的健康情况已非奥秘，甚至从头发可以了解人的智能，还进一步查明其前因后果，追究其地质环境的影响呢！

比如癌症问题，根据大多数癌症患者的头发分析表明，硒的含量都普遍偏低。癌症患者与正常人的头发中锌的含量也存在明显的差异，S.P.穆与丸元淑生等人认为，癌症患者普遍缺锌。而 W.魏斯纳与胡国刚等人分别测试妇女乳腺癌、子宫颈癌、食道癌的患者头发中的锌含量却都比正常健康者要高得多。

医学家与地质学家的联合调查中，发现钙、镁、锰、锂、钒含量较高的地质环境里，很少出现癌症患者，因此，有人把这几种元素称为“抗癌元素”。另外，在钒、镁、锂、碘等元素含量较高的地区，心血管病的死亡率也大大降低，于是又有人把这些元素称为“抗心脏病元素”。

前面已经提到过我国古代许多方士炼丹，帝王为求长生不老服用丹砂致

死的故事，他们都是汞中毒的缘故。无独有偶，万有引力的发现者、大科学家牛顿曾在一段时间里精神失常，过去一直认为他用脑过度，导致神经衰弱症之故。直到本世纪 80 年代初，英国的两位牛顿后裔得到 4 根牛顿的头发，经过测定分析后发现，其头发的含汞量相当高，其中的一根含汞量竟高达 197ppm，因而认为牛顿的精神异常应是汞中毒的缘故。

据查，牛顿在世时，对炼金术颇感兴趣，曾多次利用水银、铅等进行炼金实验。在他的实验记录中也能找到“无味”、“甘味”之类的品味记录，可见牛顿曾用舌头多次接触过汞，造成慢性中毒。现在有关资料说明，缺乏锌、碘等元素，或过剩氟、铅、汞、锂、铷等元素都可能导致神经系统的疾病。

最近十几年来，有人研究头发中的微量元素与智力发育或性格特征的关系，认为，以锌、铜、铅、镉、锰、锂、碘等 14 种元素在人发中的含量可以区分出正常与低能智力，甚至说准确率达到 98%。具体地说，低能儿的头发中，铅、镉、锰的含量偏高；而锂、铬的含量则偏低。在青少年中也有用头发测试学习成绩的情况，如学习成绩差的少儿中，头发中所含的碘、铅、镉量较高；而锌、铜的含量偏低。相反，学习成绩优良的少儿，其发中的含锌、铜量较高；而碘、铅、镉含量则低。例如兰州市卫生部门对城关、七里河两区 250 名在校的中、小学生的头发进行测定，发现那里的锌含量偏低，差不多只有北京、上海和南京少年头发中含锌量的一半。这就使人联想到地质环境因素问题与他们的饮食有关了，已引起有关部门的注意，给予补充锌元素的含量。

德国慕尼黑的一位化学家通过人发的分析，提出元素与性格的问题。他认为，平常言行无异样，但有时会突然施行暴力行为者，其头发中含有大量的铜，而锌与钠的含量很低。经常对人使用暴力者，其头发中的含钠量偏高，锌中等，铜很低。

日本三菱化成生命科学研究室生物地球化学研究室主任南川雅男曾对日本人、美国人、荷兰人、印度人、中国人和韩国人的头发进行测试分析后，根据其中氮同位素和碳同位素比例的构成数据可以判别不同国籍的人。他认为，这是各国人的生活习惯，特别是食物结构的不同所引起的。

研究“一叶知秋”——人体中某些元素的偏高或偏低，从地理、地质、气象环境可以提出治疗或预防措施，这方面正由医学家与地学家合作进行，利用矿泉水、温泉治疗皮肤病，利用高锂水治疗精神病，利用高锂水治疗糖尿病等都取得明显的功效。

动物或人体中的结石，实际上也属于矿物，比如牛身上的牛黄、马身上的马宝，以及人体内的胃结石、肠结石、肾结石、膀胱结石、尿道结石、胆结石、胰腺结石等都是。研究者分析过它们的成分，主要是钙、镁、铁阳离子与草酸、磷酸、碳酸和尿酸等酸根结合而成，于是形成尿酸盐结石、草酸盐结石、磷酸盐结石以及胆固醇结石等。研究者认为，这些结石的形成与食物来源有关或者饮用水来源有关。

现在，已经有越来越多的人注意到地学环境与人类健康的关系，也有越来越多的人注意到利用矿物来治疗某些疾病，或预防疾病，以增强体质，逐渐形成一门新型的边缘科学——矿物药理学。也许不久后，这门学科将对人类健康起重要作用。

## 旅游中的地学知识

说到旅游，除了观光城市、品尝地方风味的饮食和选购土特产品等外，人们将大量时间还是花在游山玩水上。于是，这里就有一个如何提高欣赏山水能力的修养问题。如果懂得一点有关的基础知识，才能观赏出味儿来。那么需要哪些基础知识呢？

第一，懂得一点游览胜地的历史、文物、掌故之类知识。这样，即使碰到断碑残碣、废墟荒坟，也会发生浓厚的兴趣，眼前的一砖一瓦仿佛都能向游人诉说许多可歌可泣的沧桑故事。古为今用，发人深省。

第二，要懂得一些文学知识，凡游览胜地，免不了古往今来有许多文人墨客已经履痕所至了。他们的文章、诗词、楹联之类，往往都对眼前的景色作过描述，可以启发我们提高鉴赏的水平，激发思古颂今之游兴。

第三，要懂得一些艺术知识，特别是建筑、雕塑、书法、绘画方面的普通知识。景点所在，常能见到这类作品，借此则能提高自己的欣赏水平，继承和发扬祖国的文化艺术传统，甚至可窥古代社会生活之一斑。

第四，很重要的一点，要懂得游览胜地的地学知识，因为山水的由来与当地的地质、地貌、气候的特点是分不开的，用此来解释自然山水景观的形成规律，细看山容水态，知其所以然方能津津有味。

这里要讲的一些旅游地学知识，无论对游客或对导游者、讲解员都是不可缺少的。

现在，就从风景之美与地学的关系说起。

### 山水之美

构成风景名胜地的山脉，必须是千峰竞秀、万壑争流或是危岩奇石，形象毕肖。再配以山石的绚丽色彩与林木苍翠的映衬，就显现其幽雅、清秀、雄伟、挺拔的风姿。综观山景之美，大体有四：

古人曾说：黄山归来不看岳。意思是黄山之美胜过五岳，摘天下群山美景之桂冠。黄山美于何因？原来黄山是一座规模较大的花岗岩侵入体，它的矿物成分中由结晶颗粒比较均匀的石英、长石、云母、角闪石等组成，当岩体暴露于地表以后，长期经受风霜雨雪的侵蚀和阳光的曝晒，岩石表面就产生均匀的“层层”剥落，岩体的轮廓显现出逶迤起伏的圆润线条，具有了独特的曲线美。再加上小块开裂或崩落，在许多山脊、巨石上构成诸如“五老上天都”、“猪八戒背媳妇”、“仙人晒靴”、“犀牛望月”之类维妙维肖的形象。好事者再给以神话故事的解说，把僵死的石头或峰峦说得好像会走动，使游人获得神秘莫测的联想。

另外，花岗岩体在地壳运动中又会产生纵横交错的节理裂缝，甚至断层，再经过风化剥蚀，细小的缝隙逐步变成深邃狭窄的裂谷，如刀斧劈削一般。于是，在巨大的岩体间显现出群峰壁立，陡削万仞的“碧天削出金芙蓉”这妙景。同样的道理，也出现了“蓬莱三岛”、“梦笔生花”诸景，遂使黄山美景锦上添花了。

西岳华山、东岳泰山的部分山景，也同属这一类型。

桂林山景没有黄山那般雄伟峻峭的山岭，却以恬静、幽雅、娇媚而令人倾倒，特别在春雨迷茫的季节里，轻柔薄雾中隐现着青黛峰峦，一种天然的

朦胧美不胜收。

桂林山容的地质特征，在于当地石灰岩地层特别发育。岩层厚，倾角小，在亚热带多雨湿润的气候环境里，水溶液中含有丰富的碳酸，虽然是弱酸，溶蚀作用极微，但经历了漫长的地质年代，也会发生“水滴石穿”的效果。这些具有腐蚀性的水，在易于溶蚀的石灰岩缝隙中渗透流动，致使岩层的断裂或节理不断扩大，形成如柳宗元在《皆家洲记》中所说的“桂州多灵山，拔地峭壁，林立四野”之奇景。此类山景，除广西外，云南、贵州等地也有大片分布。而云南的石林，景点集中，颇如大地上的“盆景”，则是更加典型了。

湖南大庸张家界至慈利索溪峪一带山景，外貌颇与黄山相似，但其地质基础与黄山迥异，不是花岗岩山，而是沉积岩山。当地巨厚的石英砂岩与页岩地层特别发育，而且地层的倾斜角度极小，接近于水平。在地质近期，地壳上升过程中，纵横交错的节理与断层裂隙密布，几成网格布局。若干较大的裂隙，在风雨冰雪的交加侵蚀风化之下，逐步扩大，将完整的山体切割成纵向的大小不等的块体；每个块体的横向方面，又由于坚硬的石英砂岩不易风化而突出成为危岩，而易于风化的页岩则凹入而成为洞龕，于是在崖壁间显现出参差的嶙峋。鬼斧神工的雕琢，就使这一带呈现出群峰林立，变幻离奇的山景了。再加上茂密的林荫，随处可遇的瀑布、急流、险滩，游人到此，常见曲径通幽、危岩倚天的奇景。浙江的雁荡山景区，也可归于此类，不过那里的岩石是由火山岩系组成的。

福建的武夷山，地处南方温暖湿润气候区，这里的山岩由白垩纪的砖红色砂岩、砂砾岩以及粉砂岩等构成，质地疏松，极易剥落。地层倾角亦小，近于水平。在地壳不断上升过程中，发生交错的节理与断裂缝隙，切割成悬崖峭壁，再加上风化侵蚀作用，形成既有黄山的峻拔峰峦，又有桂林的溶蚀地貌特征。在清溪与绿树的掩映下，构成碧水丹山的奇特景观。

既言游览胜地，山景与水就必然密切相依，只不过有以山景为主或以水景为主。如果从水景之美考虑，也就离不开江河、海洋、湖荡、泉水与瀑布五者了。

江河之美，在于水流穿越于重峦叠嶂之间，山重水复，柳暗花明，最著名的当首推长江三峡了。三峡风光为何如此旖旎？自有它的地质道理。早在三峡出现之前，当地是一背斜山区，地势高耸，不断上升，分隔开四川盆地与江汉盆地。于地质历史的晚近期间，江汉段的长江属于上游，具有溯源侵蚀的强大力量，也就是上游源头不断向四川方向前进，切穿背斜山区（显然是峡谷形态），沟通四川盆地，扩大上游汇水区域，奔腾倾泻，冲出夔门，构成既富雄奇壮丽，又具幽邃多姿的峡江风光。

唐代，李白流放夜郎（今贵州）途中，行至白帝城遇赦时，买舟东下，不禁赞叹云：

朝辞白帝彩云间，千里江陵一日还。

两岸猿声啼不住，轻舟已过万重山。

海洋之美，固然有汪洋博大，舒展胸怀之感；即使站在岛上，亦有“雪浪银涛环四面，我来疑即是瀛洲”的诗意。但对一般海岸而言，必须配以岩石海岸的地貌特征，特别是质地坚硬的岩石（如片麻岩、花岗岩、石英岩、石英砂岩之类）最佳，如北戴河、普陀山、厦门、连云港的云台山、青岛等地都有此共性。沿岸岩石经过汹涌澎湃的海涛冲击（浪蚀作用），形成奇形

怪状的天然石雕，人物、走兽，栩栩如生，令人不忍离去。在海岸砂净水清，海滩宽阔之处，有海岬护浪，构成海滨浴场，更能增加旅游的内容。

湖荡之美，大小咸宜。大者如包孕吴越的太湖，素有烟波浩渺之豪气。太湖是在中生代晚期大规模的断层陷落基础上，加之地质近期海水撤退以后而形成的“残留湖”。面积小一点的，则有“浓妆淡抹总相宜”的杭州西湖，它是在地质近期岩石海岸的泻湖基础上发展而来，所以它是被大海遗弃的湖泊。“山山水水处处明明秀秀，晴晴雨雨时时好好奇奇。”终成为国际闻名的旅游胜地。再小一些，如扬州的瘦西湖，它是长江冲积平原上的一段废弃河道，几经人工修整以后，遂成为“天下三分明月夜，二分无赖在扬州”的游乐胜境。每当浓春之际，旅游者无不想到“烟花三月下扬州”！

泉水之美，也不鲜见。一为温泉，我国早在东周时代就已开发利用。因温泉而成为旅游胜地的首推西安华清池。这也许与唐玄宗、杨玉环两人的恋爱故事有关，再加上白居易《长恨歌》的渲染，更令人向往了。大凡温泉的出现，都与深断层有关，地表水沿深断层渗透到地热温度较高处，受热以后再涌出地面而成。

二是冷泉，也就是甘冽的泉水。自从唐代刘伯刍把全国宜于煮茶的水分为七等以后，格外引人注目。以无锡惠山的二泉和杭州虎跑泉为例，水味纯正，甘冽可口，是煮茶品茗的佳泉。这主要是当地的砂、页岩地层受断层的影响，泉水自裂隙涌出，岩层内所含的矿物质，特别是对人体有益的微量元素溶解其中，再经砂岩层的天然过滤，所以水清味甘了。一般而论，凡花岗岩、火山岩系及变质岩系中流出的泉水也都是较好的泉水。石灰岩中流出的泉水，水质可能次些，但其水量往往很大，于是很容易构成旅游景点。比如山西太原晋祠的难老泉，为晋水之源；洪洞县广胜寺的霍泉，为霍水之源。其流量极大，每秒可达2~3立方米，不仅灌溉了数以万计的附近田亩，而且泉口所在地古柏参天，林荫蔽日，又多古迹，产生了各种历史故事或迷人的神话传说。这两股泉水都来自石灰岩地层，再加上断层以及假整合面的交错，于是造成巨大的溶蚀洞穴或通道，再加上汇水面积大，所以一旦涌出地面，水量就可观了。在云贵高原上，类似的喀斯特地下河流出的涌泉，颇不罕见，有的地方除利用作发电外，也开辟为旅游景点。

瀑布风光也属常见的水景之美。特别是河流经过坚硬的岩层陡壁处，落差较大，遂成壮观的瀑布。以贵州的黄果树瀑布为例，白水河自东北山腋泻崖而下，高60米，宽30米，倾入犀牛潭中，凭高作浪，轰然巨响，万练倒悬，云垂烟接，蔚为奇观。

浙江天台山的“石梁飞瀑”，堪称瀑布的另一绝景，在中方广寺附近，东来的金溪与西来的大兴坑溪汇合一起，水量大增，水势汹涌，冲破了潭口的软弱火山岩层，留下其上较为坚硬的岩石，形成天然的石桥（即石梁），而飞流从桥下喷坠而下，适逢高50米的坚实崖壁，银河直泻，声如雷鸣。宋代的著名书法家米芾到此，赞不绝口，乘兴写下“第一奇观”四个大字，今刻在瀑布之旁的崖壁上，清晰可见，元代诗人曹文晦也写诗云：

山北山南尽白云，云中有水接天津。  
两龙争壑那知夜，一石横空不度人。  
潭底怒雷生雨雹，松头飞雾湿衣襟。  
晁华亭上茶初试，一滴曹溪恐未真。

## 洞景之美

这也是旅游地学知识中引人注意的一个方面，有所谓“地裂神仙府”或“别有洞天”之赞。能构成游览洞穴的地质条件主要有三类：

第一类是石灰岩地区的溶洞，占洞穴胜景的绝大部分。就我国来说，广西、贵州、滇东、湘西一带最为发育。赣北、皖南、苏南及浙北也有若干名洞。这些地方，古生代及三叠纪的石灰岩地层分布颇广，厚度大，地层倾角小，当地气候亦属亚热带环境，岩层容易被溶蚀，特别当地表雨水通过岩石缝隙渗透汇集成较大的水流在地下形成暗河或潜流以后，在平整的层面上流过，冲击、破碎、溶蚀岩体，使暗河通道日益扩大。随着地壳上升，水流下降，原来的暗河河道就变成洞穴。多次升降以后，便形成多层的洞穴。这就是溶岩造洞的基本过程。洞壁间又由于高浓度的碳酸钙溶液徐徐流动展布，年长月久以后，形成碳酸钙结晶体（方解石），即所称的钟乳石、石笋之类，它们构成千姿百态的人物、飞禽、走兽、瀑布、宫殿等各种各样、形神兼备的景观，再配上富有妙想的名称或迷人的神话故事，游人到此，游兴倍增。

第二类洞景是大溶洞坍塌以后，乱石堆积而成，由无数小洞与岩石间的缝隙相互连接起来，人行其间，时而石壁贴胸，时而匍匐爬行，寄寓了另一番旅游的乐趣。例如江苏宜兴的张公洞即属此类。有时，这类“乱洞”也在大溶洞内据一隅所有，大小相配，扑朔迷离，亦自然成趣也。

第三类洞穴，发生在软硬岩层相间的地方，硬岩层（如石英砂岩之类）不易风化，往往形成突出的巉岩；而软弱岩层（如泥岩、页岩之类）则容易风化，被侵蚀成凹穴，根据其体积大小的不同，有些佛殿、神坛往往也建设在其中，善男信女，前来膜拜，旅游也随之热闹起来，庐山仙人洞即属于此类洞景。火山岩系发育的地区，亦可见此类洞穴，如浙江雁荡山灵峰的观音洞，再结合断层裂隙，构筑成十层楼房寺殿，自洞口至顶层，有石蹬 377 级，游人到此，颇有攀登“仙宫”之感。

可见，这些大家比较熟悉的名胜景点都具有不少地学科学的重要意义呢！

## 山川名胜探成因

### 屈曲秦淮育莫愁

到南京旅游，莫愁湖似乎是必到之处，这不仅是因为它的名字讨人喜欢，而且它的湖上风光也够迷人的。莫愁湖的景色并不比西湖逊色，而独具的“江帆天外白云飞”之意境，西湖犹望尘莫及呢！当你读到这首信手写来的莫愁湖赞美诗时，肯定会勾起你欲作莫愁湖之游的念头。

莫愁湖的来历跟名闻遐迩的秦淮河有着紧密的“血缘”关系呢！

秦淮河的上游发源地有两处，一在句容县境内的宝华山；一在溧水县境内的东庐山的溧水河。两处源头的河流到江宁县境内的方山西北村汇合之后，聚流而成为秦淮河，绕过南京市区的西南角，沿水西门、清凉山、草场门之侧，再向西北、流至三汊河，穿过惠民桥，注入长江，即所称的外秦淮河，与流经南京城内的内秦淮河以示区别。

就目前的地势看，秦淮河自水西门以下的下游地段属于冲积平原，而这段冲积平原形成的历史，尚不足 2000 年呢！这是因为古代的长江江岸直逼清凉山下，水西门外尚为江流所经，未见平原。诸如三国时代蜀相诸葛亮到金陵时，就在今汉中门外舍舟登陆，骑马来到清凉山，站在“驻马坡”上，遥望前面的钟山与足下的石头山（即清凉山），构成对峙的形势，扼守着秣陵（即南京）门户，不禁脱口赞叹道：“钟山龙蟠、石头虎踞，真帝王之宅！”后来，孙权果然听从诸葛亮的建议，把东吴的首都从镇江搬迁到南京来。直到唐代，江流仍依傍着清凉山而过，请看当时的著名诗人刘禹锡（公元 772—842 年）写的《石头城》一诗有云：

山围故国周遭在，潮打空城寂寞回。

淮水东边旧时月，夜深还过女墙来。

由此可见，唐代以前，汉中门一带是秦淮河的入江处，这里形成一个暂时的“三角洲”。但是，由于秦淮河上游带来的泥沙逐渐在注江入口处淤积，主航道与江岸也就逐渐向西移去，于是秦淮河下游的冲积平原日益扩大，推移到下关附近，如明代早期，郑和下西洋的船队已从今三汊河一带出发了。秦淮河下游的河水在这块新涨成的平原上迂回曲折，滞流淤积，江渚港叉，纵横交错。使得江水或河水停留在此泛滥平原之上，形成大小不等的池塘或湖泊，好像镶嵌在这绿野之上的明镜。也许其中有一个最大的湖泊，又紧挨城门之侧。文人雅士乘兴郊游，被这一派江南水乡的绮丽风光看迷了，再引来古代有关美女的诗词和民间故事的线索，想了个锦上添花的点子，把这个眼下在秦淮河下游新出现的水泊湖荡称为莫愁湖了。旧社会的失意文人，又欢喜托景抒情，或寻幽消愁，于是借莫愁之名而浮想联翩，吟诗填词，连篇累牍，于是莫愁湖之名就远扬四海了。

如今的莫愁湖，位于南京城的侧水西门之外，跨过秦淮河上的“觅渡桥”，再往西行约一里便到。湖区面积 700 余亩，湖岸周长十余里，水深约 2~3 米。湖岸的建筑有楼、堂、亭、榭，巍峨错落，林木葱郁，百花争艳。构成胜棋楼、郁金堂、莫愁女雕像、抱月楼等诸景点；如纵目湖上，碧波粼粼，虎踞倒影，垂柳成行，芦花绕岸，一派自然景色，映入眼帘。所以清代时，被誉为金陵第一名湖。

从古代文献考查，莫愁湖的出现约在宋代。也就是说，濒临清凉山下的

长江自宋代开始向西侧移动，随着出现泛滥平原，莫愁湖因而形成。

湖何以名为莫愁？据朱偁的《金陵图考》，有三种说法。

第一个说法，始于梁武帝萧衍（公元464—549年）所作的《河中之水歌》：

河中之水向东流，洛阳女儿名莫愁。

莫愁十三能织绮，十四采桑南陌头，

十五嫁为卢家妇，十六生儿字阿侯。

卢家兰室桂为梁，中有郁金香合香。

头上金钗十二行，足下丝履五文章。

珊瑚挂镜烂生光，平头奴子提履箱，

人生富贵何所望？恨不嫁与东家王。

梁武帝在写这首诗时，说有个由来，相传南齐时（公元479—502年），洛阳有个少女名唤莫愁，聪明美丽，勤劳善良。不幸年少丧父，由于家庭困难，无力办理丧事。只好在街头“卖身葬父”，适逢建康（即南京）有位姓卢的商人途经洛阳，见此情景，顿生恻隐之心，便帮助她埋葬父亲，带莫愁南归。年轻的姑娘只好告别了“青梅竹马”的意中人，随卢员外来到建康，住在水西门附近。后来，与卢员外儿子成亲，生下一子。不久，因为边疆战争骤起，丈夫被征召戍边，一去数载，杳无音讯。但莫愁能设法消愁，以助人为乐，扶危济难，作为精神寄托，受到穷苦的邻里们的爱戴。但卢员外却诬陷她有偷窃行为，莫愁不堪无端凌辱，投湖自尽。后人为了怀念这位可歌可泣的弱女子的不幸遭遇，随将它投身的石城湖改称莫愁湖，让后人永远缅怀她。

莫愁之名的第二个说法，可能来自《唐书·乐志》：“石城有女子名莫愁，善歌谣石城乐。”这里说的是一位能歌善舞的南京姑娘，名莫愁，是莫愁湖命名的由来。后来演变成为《太平寰宇记》中所说的卢莫愁是一名妓。

第三种说法，见洪迈的《容斋的随笔》，说莫愁是湖北竟陵（今钟祥）的石城人，而非金陵人氏。钟祥莫愁是楚国民间的歌舞艺术家，《阳春白雪》的作者。她本来是随父摆渡，后来被楚王看中，强行征入宫中。老百姓纪念她，将她住过的地方命名为莫愁村。莫愁村在汉水之西，地多桃花。每逢盛开，红如簇云，春暮花落，流水皆香。与村毗连，有一大湖，因之称为莫愁湖。当地又称为北湖。时届夏日，万荷挺拔，清香飘逸，十分宜人。骚人墨客，挥毫吟咏，留连忘返。李白、杜甫皆有遗篇。明代王世贞写有《莫愁三曲》，其一云：

家家迎莫愁，人人说莫愁。

莫愁歌一字，恰恰印心头。

把钟祥与南京的莫愁移花接木，真假莫辨。不过这个钟祥莫愁恐怕是最早出世的莫愁。

近人黄裳认为莫愁之名能广为流传的主要原因是因为唐代诗人沈佺期（约公元656—713年）作《乐府·独不见》的影响。其诗云：

卢家少妇郁金香，海燕双栖玳瑁梁。

九月寒砧催木叶，十年征戍忆辽阳。

白狼河北音书断，丹凤城南秋夜长。

谁谓含愁独不见，更教明月照流黄。

在这首七律中，塑造了令人同情，受人尊敬的莫愁形象。

到底南京莫愁湖命名的由来，与哪种说法较为符合，似乎没有考证的必

要，共同的认识，古代有一位可爱的莫愁女就是了。

从南京城的历史记载中还能得到一点信息，宋代出现莫愁湖时，玄武湖因为排水变成耕田而暂时消失，推想此处应是游乐之处，有无园林建筑，却无可考。

到明代，朱元璋定都南京（当时称应天府）时，在莫愁湖畔营造了十幢华丽的楼阁，作为国宾馆。朱元璋还和徐达在此下棋，结果皇帝输了，遂将楼阁赠送给徐达，即今“胜棋楼”遗址。当时的莫愁湖只供官宦们游乐，但景点建设已有相当规模，当时顾起元有诗云：

艇子谁为载莫愁，湖光潋滟坐销忧。

天垂菡萏千霞入，地隐波塘六月秋。

树杪楼台开罨画，镜中鱼鸟对沉浮。

翳然林木关幽意，好看荷衣买钓舟。

明亡后，莫愁湖日渐荒芜，楼台也倒塌无存，直到清代乾隆五十八年（1793年），江宁知府李尧栋主持重修莫愁湖，营造郁金堂、苏合厢、赏荷厅、光华亭。湖中种植大量荷花，湖岸布置林木花卉，湖光焕然一新，号称金陵第一名湖。诗人袁枚还兴致勃勃写下20首绝句，其一云：

清凉山色全当面，四百楼台半隔城。

一幅李将军设色，画成风景压南京。

道光时，又建六宜亭、长廊，并配以曲榭，使莫愁湖更为胜色，号称“金陵第一名胜”。《儒林外史》中记载了当时的盛况。

咸丰时，建筑物毁于兵燹。同治时重修，成为目前莫愁湖格局的基础。到1929年，辟为公园，但几十年间，无多修葺，显得十分荒凉。如庞树柏所作《鹧鸪天·秋游莫愁湖》可为佐证：

漫向青溪向旧游，残荷零落满湖头。余香剩粉无人管，菱芡分外一派秋。惊节落，叹沉浮。西风王粲独登楼，数行烟柳斜阳外，如此江山怎莫愁？

“虎踞龙盘今胜昔，天翻地覆慨而慷。”解放后经过几十年来的不断修整，莫愁湖正以雅丽的容姿迎接五洲游客。画家钱松喆在他创作的莫愁湖画卷上题诗表达了新时代的意景：

莫愁何事却多愁？愁逐春潮不尽流。

斩断愁根湖胜昔，看花女伴笑扬舟。

1984年，由南京《周末》报发起的“金陵新四十景”征联评选时，已将莫愁湖列入其中，景名曰“怡然莫愁”，其楹联云：

欲挽春光，两岸柳条青袅袅；

能消夏暑，一湖莲叶绿田田。

## 玄武湖的古往今来

玄武湖是著名的金陵新四十景之一。

玄武湖西偎城堞，以玄武门与闹市区相通；东依钟山之麓，颇得“湖为钟山镜，山如湖上姝”的美妙；南岸，毗连北极阁和九华山；北岸，则有沪宁铁路横贯绵延，四通八达。正是这枕山环城的玄武湖，集中地表现了南京的山、水、城三者协调构筑而成的特色。

春风骀荡的季节，这里岸柳摇风，长堤凝翠，碧桃花开，红绿争妍，有所谓“晓光浮动从容出，湖上碧桃花正开”之春色。

夏季则菡萏盛开，映日波红，薰风习习，清香徐来，有所谓“接天莲叶无穷碧，香溢湖山曲院风”之景。

秋风送爽，丹桂飘香之时，这里则是翠激澄鲜，山含凉烟，呈现出“芙蓉红尽霜早下，落日吴山秋欲滴”之佳境。

冬日玄武湖，则银装素裹，妖娆多姿，添上一派“远烟漠漠雪霏霏，平波百顷摇银树”之气概。

玄武湖的优美，不仅四时各有特色，而且湖内的“五洲”风光也各擅其胜，如“环洲烟柳”、“樱洲花海”、“菱洲山岚”、“梁洲秋菊”、“翠洲云树”等等。

对于玄武湖的成因，地质学家经过对湖畔的地质、地貌的特点，经过周密地研究，又分析了湖底打出来的岩心样品以后发现：原来，沿紫金山北坡经富贵山、九华山、北极阁诸山的北麓，曾有一条发生在几千年甚至一亿多年以前的古老而较大的断层，就好像在南京城北的大地上砍过一刀，在这条刀痕所经之处，岩石较为软弱，极易风化，在经历了千百万年的长期风化侵蚀以后，渐渐被溶蚀成一处低洼积水的湖泊，湖水向四周浪击侵蚀，扩大水域，终于孕育成玄武湖。当然，从断层到成湖，都是在人类出世以前就完成了。

最初的玄武湖面积相当大，现在的樱驼村、紫金山山麓，北极阁山麓都在岸边；而锁金村、岗子村一带则淹没在湖水之中。

玄武湖的最初名字叫桑泊，其时约在三国以前。到东吴时，称为后湖。因为有关南京的史书上有“赤乌四年（公元242年）凿青溪泄后湖水”的记载。后湖这名字，是因为湖的位置在紫金山之后（北）的缘故。与此相对的，还有一个位于紫金山之南麓的前湖，曾名燕雀湖。在朱元璋定都南京时，为了建筑皇宫，将燕雀湖的大部分予以填塞，今尚残留者，仅见于中山门外沿城垣下的一块碧波清澈的湖水。

后湖之名，尚见于史书者有“吴宝鼎二年（公元267年），开城北渠引后湖水流入新宫巡绕殿堂”之语，可见当时还把玄武湖的水引进到宫墙之内，玄武湖开始被人们注意，但只是从水利角度出发而已。孙权在位时，开始从军事角度利用玄武湖，常在湖内训练水兵，故当时又称练湖。

也就在东吴时，出现了一则神话故事：“丹阳县宣骞之母，年八十，浴于后湖，化为鼃。”鼃，乃鳖类动物，与玄武（北方的星宿，详后）有关，也许是玄武湖名称由来的最初影子。

待到晋元帝司马睿在南京建都时，又称为北湖，亦作操练水军的场所。有关湖史的记载有云：“本桑泊，晋元帝创为北湖，以肆舟师。”此北湖之名，概因位于宫城之北而称之。

真正的玄武湖之名，始于南朝宋文帝元嘉二十五年（公元448年）。《后湖志》中记载了这样一则神话故事：“四月丁丑，黑龙见于湖南。五月戊戌，黑龙见，因改名玄武湖。立三神山（挖掘湖底汲土堆成三个洲，即所谓象征性的方丈、蓬莱、瀛洲是也）于湖中，作游宴外，还在春秋祀之。寻立孚泽庙于湖侧，号黑龙潭庙，祀之。”故后人曾有诗记载这段神话云：

北湖底事名玄武，为有神龙祚未家。

善改风流今未泯，六朝人物数元嘉。

从现代生物学观点来看，湖中出现黑龙当然是无稽之谈。但当时的湖水经河道与长江相通，而生活于长江中的扬子鳄偶尔游进玄武湖，浮上水面，

为人们所见，倒是十分可能的。加上“龙”字，拟为神化，况且古生物学家常以“龙”作为爬行动物的简称，如恐龙，意为巨大的爬行动物，而诸如扬子鳄之类，亦归属于爬行类，自然即可算“龙”，这倒亦能理解。明代著名文学家宋濂（公元1310—1381年）在其《玄武石记》中对“玄武”一词作过如下的解释：“玄，黑色也。武，龟蛇鳞甲之象也。取其能御侮也，未闻有所谓龙也。”他的解释，正好补充了玄武湖适位于南京城北，湖中常有水军训练的意思，故名为玄武湖是十分恰当的。

以黑色为北方之色与我国古代天文学家研究的“星宿位置”有联系。他们发现恒星与月亮的位置随北斗而变化，把月亮在天空中的轨道分成弧段，每段包括一个星座，叫二十八宿，每组七宿，每宿又以动物命名。东方七宿为青龙、南方七宿为朱雀、西方七宿为白虎、北方七宿为玄武（即龟蛇）。

宋孝武帝时，于大明五年（公元461年）、七年（公元463年）两次在湖中大阅水军，因号昆明池，而俗称饮马塘。命名为昆明池，表现出孝武帝企图一统中国的思想，因为他借用了汉武帝在洛阳有昆明湖阅兵之意。宋明帝改称习武湖。齐武帝又复名昆明池。

陈朝，昆明池又改名为真武湖，亦作练兵场所。据《南史》记载：“陈太建十一年（公元579年）八月，高宗登大壮观阅武，命都督任忠领步骑十万，陈于真武湖；都督陈景领楼船五百，出瓜埠江（今六合瓜埠）。高宗登玄武门亲宴群臣以观。”

自南朝宋代开始，帝王们也在玄武湖内修建游乐场所，并作皇家狩猎场地。

梁代时的玄武湖也有过文人学士聚会的趣事。最著名的要算昭明太子萧统了。他在湖上建筑梁园和亭台馆楼多处，并在湖内种荷花湖岸植花木。经常与文人们讨论学问，结翰墨之缘。

陈朝亡后，隋唐时代，由于首都在洛阳和长安，南京开始冷落，玄武湖也变得荒凉起来。

南唐时，又将玄武湖恢复为训练水军的场所，并构筑东园，专供太子居住。

宋代，有“五龙”（扬子鳄）出现，筑五龙堂。故王安石（公元1021—1086年）在《忆金陵》一诗中有云：

覆舟山下龙光寺，玄武湖上五龙堂。

想见旧时游历处，烟云渺渺水漫漫。

北宋时，经常出现大旱，湖水枯竭时，就辟为农田。特别到熙宁九年（1076年），王安石任江宁府尹，主张排泄湖水，将湖田发给贫民耕种，得到神宗的批准，玄武湖一度消失。到元代，由于水灾原因，复蓄水。出现了清波荡碧，芙蓉映红的景象。

到明代，玄武湖发生了重大变化，主要是因为朱元璋定都南京后，利用玄武湖作西城垣北段和北城垣东段的天然护城河；在南岸的城墙也比六朝都城的北墙更向北移；把湖的西南一隅围入城内；在太平门外又修筑一条太平堤（今太平门外的公路），将紫金山麓的湖水排出堤外。这样，湖的面积大为缩小，大约只相当于六朝时候最大湖面积的三分之一，亦即构成今日玄武湖的轮廓。而且湖内作为“黄册库”，列为禁区。

明亡后，玄武湖又恢复为游览景点，但只接待官员及上层人士。

晚清时，湖岸辟为耕田，湖内养鱼植藕。后又开办学堂、公司。宣统二

年（公元 1909 年），稍加修整，开始作为公园向游人开放。

## 明故宫的血迹石

明故宫是 600 多年前朱元璋建立王朝时，在南京花了 10 年时间，动用几十万民工建造起来的皇城宫殿，位于今南京中山门内，南北长 2.5 公里，东西宽 2 公里，周围 9 公里的建筑群。经过 4 次的严重毁坏，如今只剩颓垣残壁，在御道街、午朝门附近修筑了一处明故宫遗址公园。在那里，松柏常青，绿荫蔽日，清静幽雅的露天场地吸引不少游人。在这“宫墙断缺迷青锁，野水湾环剩玉河”中，最引人注目的要算是奉天门的血迹石了。灰白色的光滑石面上，夹着一道道紫褐色的斑斑“血迹”，像是鲜血从上面流过，这到底是怎么回事呢？

我们就来说说血迹石的来历。

公元 1402 年 7 月 19 日，即明代建文四年六月十四日燕王朱棣率领将士自龙江关进金川门，入京师南京，推翻了他侄儿朱允炆，即惠帝，号建文的统治，开始了他的帝王生涯。从此结束了一场持续三年的“靖难之变”的战火。这位著名的皇帝就是明成祖。

一天，朱棣召见文人方孝孺入朝，命令他起草诏书，宣告新帝登位，歌颂国泰民安。谁知方孝孺的封建正统思想很浓，认为叔叔篡夺侄子的皇位大不应该，有悖常理。他不仅反对朱棣当皇帝，而且披麻戴孝到朝廷大哭朱元璋，不肯起草诏书。朱棣先是好言相劝，方孝孺还是不答应；后来严厉相逼，仍然无效，始终不肯屈服，并一头向石阶撞去，血溅台阶，留下了血迹石。据说，现在看到的血迹石，就是当年方孝孺撞死的地方。

当然传说终归是传说，如果说清这块血迹石的来历，就必须用地质科学的道理去解释了。

当年朱元璋营造宫殿的石料，全部采自南京郊区，其中就有“血迹石”。“血迹石”原是石灰岩的一种，在南京郊区分布颇广，如北郊的幕府山、东郊的金丝岗、孔山，再远些，栖霞山、龙潭，一直延伸到镇江，即宁镇山脉所在地均存在。

这些质地优良的石灰岩，基本上是由三亿年前的石炭纪时期的海底沉积而成的，由于地质学家李四光最先在龙潭的黄龙山发现并研究它的形成时代，因此命名这部分岩层为黄龙组石灰岩。黄龙组石灰岩内就有“血迹石”保存，如果要追究它的来历，必须从三亿年前的地理环境说起。

南京和广大的华南地区一样，当时是一片浩渺无际的海洋，气候相当暖热，阳光充足，海水明净。各类海生生物——珊瑚、腕足动物、藻类、鲕类等都十分繁盛。这些生物的壳体、骨骼和分泌物的成分几乎都是碳酸钙。它们在活着的时候，可以使海水中的碳酸钙发生生物化学作用，逐渐沉淀到海底；生物死亡以后，其硬体的碳酸钙成分也参与沉淀。于是，久而久之，海底就形成以碳酸钙为主要成分的石灰岩了。在这个历时久长的成岩过程中，海水中的铁、锰等元素也会形成氧化物而参与沉淀作用。其中氧化铁像铁锈一样是红褐色的，氧化锰则是黑色的，两者混合在一起，就会形成紫褐色，这些氧化物或多或少都参与沉积，再加上海水的搅动，灰白色的石灰岩上就出现了紫褐色的团块或条带花纹了。这就是“血迹石”的最初成因。

大约离现在 1.9 亿年的三叠纪晚期之时，南京地区发生了较大规模的地

壳运动，海底的沉积岩随着地壳的抬升而暴露到地面，“血迹石”也就来到山上，碰巧明代要建造皇宫，“血迹石”也就随着其他石料进入明故宫，于是留下孝孺血溅奉天门石阶的传说。

## 胭脂河与天生桥

南京市的溧水县城西郊有条胭脂河，河上有座天生桥。这两处都是明代初期留下的水利工程古迹，现在，成了南京地区的风景点。

胭脂河这个名字，确实有几分香艳迷人，据当地传说，明初，主持修河的李新因得到当地大户严氏以女相贿，使河流改道，保留其田亩，而这位姑娘不肯跟随李新，她已有心上人，严逼之下，独自跑到山岗上跳崖自尽，血染山岩，后人叫胭脂岗，将过岗的河也就叫胭脂河了。

再看天生桥，瞧这名字，难道它真是天生的？

一个胭脂河，一个天生桥，这一河一桥，形影相随，曾吸引了不少初到溧水的外地人去游览、观光。

胭脂河实际上是一条古运河。

朱元璋定都南京以后，京师的军精民食，日费浩繁，对于具有“广积粮”经验的洪武皇帝来说，是经常考虑的问题。就当时的产粮区情况看，在南京附近，主要是安徽的芜湖与宣城两处；浙江与江苏的太湖周围地带。据以往的漕运路线，皖南的粮食通过青弋江、水阳江转长江到南京；太湖流域的粮食则先从运河运到丹阳，再用车辆转到南京，水陆兼程，转输甚艰，或者从太湖运到长江，溯流而上。凡过长江的，要冒风涛之险，覆溺者多。因为朱元璋曾转战于京畿一带，对此间的山川形势比较熟悉，便和谋士们商量，决定在石臼湖与秦淮河上游之间开凿出一条运河来，使运输安全得到保障，商旅也就方便了。于是，于洪武二十六年（公元1393年）八月，命崇山侯李新到溧水监督开挖胭脂岗一带的山丘，沟通皖南、太湖周围到京师的漕运。

李新原是安徽凤阳人，跟随朱元璋转战于江淮之间多年，积有战功，从管军副千户一直耀升到中军都督府佥事。洪武十五年，以营造明孝陵有功受封崇山侯。洪武二十三年又受命改帝王庙于鸡笼山（今北极阁）。洪武二十四年告老还乡。到洪武二十六年又请他出任开凿胭脂河的总督，可见朱元璋认为他搞工程建设是有丰富经验的。

果然，李新来到溧水的秦淮河源头及石臼湖附近察看地形以后，发现只要在胭脂岗上开凿一条约10里长，10多丈深的岗丘间的人工运河，便能引湖水、会秦淮以达南京。

当时，从石山上开凿运河，困难是很多的，只能用铁钎在岩石上先凿出裂缝，然后将沾了油的麻丝嵌入裂隙，燃火焚烧，当岩石加热到一定程度的时候，用冷水浇上，利用热胀冷缩的原理，就能使裂缝扩大，撬开岩石，开出运河。所以，当地又有一种传说，说胭脂河的得名是由于烧红岩石的缘故。

这河岸两壁以及整个山岗上的岩石，到处是一片紫红，好像秋天的枫树林一样，难道真的是因为火烧过的原因吗？当然不是，假定当年真的是用火烧红了岩石，那也只能局限在沿河岸的一块地方，怎么会漫山遍野都红透了呢？

原来，这红色的山岩是大自然的杰作。把历史推到8000万年以前或更早些，南京，以至整个长江中、下游各地，分布着多个若断若接的盆地，周围

山上剥蚀风化下来的泥沙碎石，被地表水流携带到盆地中堆积起来。那时气候非常炎热干燥，有充分的氧化条件，沉积物中的铁质，都变成红色的氧化铁，好像铁器生锈一样染红了砂石，这些砂石成岩以后，被地壳运动抬升而成为山岗。当地人把山岗叫胭脂岗，从地质科学的道理去理解，倒是颇合适的。在胭脂岗上开凿运河，取名为胭脂河，倒也是很别致，而且顺理成章！

如果你有心再研究一下这项古代工程的施工办法，可以跑到近河岸的石壁上细看，还能发现开凿时除火烧撬石以外，还有第二种办法，这就是许多斧凿的痕迹，都留存在那些质地致密坚硬的岩石上，说得具体一些，就像调羹（匙子）刮西瓜那样的痕迹。从这些斧凿的痕迹中，不难想像到当年花去多大的劳动代价！

再说天生桥，它原是一块完整的岩石，也许是出于那位技艺高超的“工程师”李新的主张，巧妙地在这块岩层的下面挖掉疏松的石头，留它跨越在胭脂河上，构成“长虹卧波”的天然美景。所谓天生，只是说造桥的时候没有外加其他的建筑材料，完全利用天然的层的特点，再经过精巧的设计，开凿出一座桥来。

当人们站在天生桥上，遥望碧水穿山的胭脂河滚滚而来，一线绿波，夹岸赤壁，怎不对古代劳动人民的匠心肃然起敬！更妙的，还在于“古为今用”，目前引石臼湖的清水冲洗南京市内秦淮河中的污泥浊水，也正是利用这条600多年前开凿出来的古运河。

## 巾山的来历

巾山，是浙江临海城内著名的风景区，南濒灵江，双峰对峙，山高约100米，云水烟霞，钟寺毓秀。登临眺览，“郊藪、廛市、山川之盛，一目俱收，故其胜概名天下”。自晋、唐以来，山前峰后，遍建宫阁寺楼近40处，素有“一郡游观之胜”的美誉。

相汉代时，有一位叫黄华（或作皇华真人、华胥子）仙人，在另一山上炼丹修道，终于得道成仙，驾鹤升天而去。在云头上飘落下一块头巾（或称巾帻）掉在灵江之滨，变成这座小山，就是现在的巾山。为了纪念黄华升仙，后人把巾山上的一个山洞，称为华胥洞。当然，谁也不会相信这块仙人的头巾能变成山。

山从哪里来？又有多大年纪？只有地质学家能解开这个谜。

距今1.4亿年前，地质历史上称为侏罗纪——白垩纪的时期，我国东部沿海（特别是浙江、福建一带）地处地壳的深断裂带，地壳发生剧烈的活动时，地幔上部的岩浆常沿断裂的薄弱地区冲击，有些侵入到接近地壳表面的岩层内停留下来，后来形成花岗岩之类；另一些，则冲出地表，形成火山。那时候，在东南半壁的天空中，烟雾迷漫，尘埃蔽日，气柱冲霄，火光闪闪。大地不时震荡，山岳为之崩坍。所有地面上的生命，无论草木虫鱼，或是森林龙蛇，几乎都葬身于火海之中，少数生活于河湖水中的生灵，也被降落的火山灰掩埋于地下（后来变成化石，如临海西乡的山头许、山头何一带出土的大量鱼类化石），构成一幅恐怖而悲惨的灾难图。

这段火山喷发、岩流横溢的日子，断断续续地大约经历了好几百万年以后，慢慢地停息了。地壳又回到正常的历史，雨水降落到地面，生物又重新活跃起来。大自然的风、霜、雨、雪以及日晒、植被、冻裂等营力，开始在

铺盖火山岩的大地上修饰雕琢。在那些软弱、破裂的地方，“挖出”洼地、低谷；在那些坚硬峻拔的地方，“劈削”出奇峰险坡。这中间，地壳仍旧有升有降，使侵蚀雕琢作用反复交替进行，地貌不断更新，山容水态愈接近现代模样，巾山的雏形隐约出现。这过程大约经历了几千万年。

大约在最近的 300 万年来，灵江曾在巾山周围迂回而过，巾山一度好像屹立于江心的小岛。只是到几十万年前，灵江的泥沙沉积物在巾山北侧的洼地内充填，灵江的水流被挤向巾山的南侧，形成目前的面貌。

今天，我们踏上巾山，随处可以看到 1.4 亿年前火山喷发时遗留的火山岩系地层，巾山的四周可以见到几百万年以来侵蚀雕琢的痕迹。鬼斧神工为临海塑造出美丽的山丘，杂树苍翠，双峰竞秀，寺殿精构，香火旺盛，更引来无数骚人墨客为她吟咏题记。

### 扬州西湖何来瘦

自从苏东坡写下“若把西湖比西子，淡妆浓抹总相宜”这两句描述西湖景色的千古绝唱以后，不少人把西湖一游视为平生快事。西湖的美景，深深地印在人们的脑海之中。

古代美人，有所谓“环肥燕瘦”，各具千秋。山水之美，亦同此理。扬州瘦西湖堪与杭州西湖媲美，清代诗人汪沆就写过这样一首诗：

垂杨不断接残芜，雁齿红桥俨画图。

也是销金一锅子，故应唤作瘦西湖。

古代曾称杭州的西湖为“销金锅”，事见周密所撰的《武林旧事》载：“西湖天下景，朝昏晴雨，四序总宜，杭人亦无时而不游，而春游特盛焉。……日糜金钱，靡有纪极，故杭谚有‘销金锅儿’之号。”在汪沆的眼里，扬州的西湖与杭州的西湖可相媲美，只是扬州西湖的面积较小，添一个“瘦”字，苗条清秀，如赵飞燕之容姿也。

诗人添一“瘦”字，妙在其中。你如游瘦西湖，会发现这个狭长而弯曲的一泓清水正好点缀在极目无边的绿野平原之上，岂不是恰如其分的“瘦”？但要问“瘦”从何来？就得从它的成因和历史说起了。

扬州一带，是长江下游平原的组成部分。也就是说，当源远流长的长江滚滚东下之时，挟带大量泥沙、粘土到达地势平坦的江苏境内，流速锐减，砂土深积，年长岁久，形成如今之冲积平原。假如用地质年代的历史计算，迄今不过数十万年或更多一些。

在这块新出现的平原这上，水道漫流，曲屈无定。再由于水量的变化，或由于地壳的振荡运动，在历史的长河中，河道几经迁移，平原上便隐现许多封闭或半封闭的若断若续、时曲时直的水流故道。这些残留的水道便是今日瘦西湖的雏型。所以湖形的轮廓就显得“瘦而不肥”了。据说，在汪沆写诗之前，当地只唤长春湖，自他写诗后，改名瘦西湖。

庆幸的是，这条被江水遗弃的故道，残留在名城扬州的西郊，人们在此修亭筑桥，植树栽花，借景平芜，遥望蜀岗（即平山堂）。清代全盛时期，沿湖营建的园林连绵达 8 公里，有二十四景，一百几十处景点，号称“园林之盛，甲于天下”。近几年，还新修了借唐代诗人杜牧诗句而命名的二十四桥景区，更使湖光生色。于是，瘦西湖便成为淮扬的旅游胜地而名播四海了。

## 花果山上的洞天世界

400 多年前，吴承恩在构思《西游记》的时候，苦于淮安一带无山，一片广阔的江淮平原上很难寻觅到富有传奇色彩的地理形势，于是就来到海州（今连云港市西南）。

攀登花果山，寻找能塑造孙悟空生活环境的素材。他随着当地老农的足迹，穿过一片桃树林，徘徊于如今的照海亭附近。顿时瞪目咋舌，被这里密布的大洞、小洞、圆洞、长洞、高洞、矮洞、洞靠洞、洞连洞的洞天世界惊呆了。这样，吴承恩收集的创作素材终于获得满意的结果。

《西游记》问世以后，花果山的名气更大了。这时也就成为佳境绝处的“七十二洞”胜景，凡来猴王家乡旅游的人们必然要到达的地方了。

在此，游人对探索山洞的奥秘，尤其对洞穴的由来，发生特别的兴趣。桂林的七星岩、芦笛岩，宜兴的张公洞、善卷洞和灵谷洞，桐庐的瑶林仙境诸洞，都是生在石灰岩中，是由含碳酸的水溶液长期持续地对石灰岩溶蚀的结果，即所谓喀斯特溶洞。

花果山上的七十二洞，有自己独特的成因。这需从云台山近二三百万年以来的地质历史情况去考察。这些没有文字的历史“记录”可以在岩石上找到。当你游览云台山的时候，会发现许多坚硬的岩石表面上分布着密集如蜂窝状的大小圆形孔洞。如果再进一步观察，你还能发现这些孔洞从山上到山下大致有几个层次的排列，这种很有规律的孔洞分布现象，也就是处于不同的高程上。原来，这些孔洞是由大海波涛拍岸撞击时逐渐腐蚀岩石而留下的“雕刻”痕迹。随着山体节奏性地（阶段性的）上升，浪蚀的孔洞也就分层次地留下了。每一次上升过程中，又由于这里的变质岩系富有交错的裂隙、断壁、松软的岩层等，当海浪在山下击岸，掏空山体的支持时，于是岩壁发生崩裂倒塌，在山坡、山麓地带相互垒叠，其间留下许多空洞。后来，风化的碎石、沙土充填若干缝隙，野花杂树生长点缀其间，于是神秘的七十二洞就“构筑”成功了，成为大自然的另一杰作。

## 醉僧石传奇

到苏州旅游的人们，除了观赏城市众多的园林以外，西郊的灵岩山是必到之处。这里不仅是 2500 年前吴王夫差与西施游乐丧国之地，而且山上的奇岩怪石亦引人入胜。

当你拾级攀登时，一面追思历史陈迹，一面探索灵岩奇石的由来，确有一番别处风景所难以领略的韵味。

提到怪石，首先引人注目的便是号称“灵岩十二奇石”之一的醉僧石，它坐落在落红亭之后，状若引颈东望的秃顶和尚。从名字看，心中不免生疑，和尚不喝酒，何醉之有？据当地传说：其醉非酒也。话说当初西施入吴宫，有一僧人路过宫前，偷眼看见西施，为她的沉鱼之貌而站立不行，如醉如痴，遂化为石。

传说自然不可信，而为岩石何形成人形之谜是可以解释的。

在 1.5 亿年前，我国东部曾发生过一次剧烈的地壳运动，岩浆沿地壳的裂缝上升，有些喷出地面，构成火山熔岩，如苏州的虎丘山那样，有些则在临近地面的地方凝固而成为花岗岩类岩石。此后，山体上升，经风化剥蚀作

用，将覆盖层揭去，花岗岩暴露成山，灵岩山及其相邻的天平山就属于后者。此种岩石在风霜雨雪和阳光的曝晒之下，风化迅速，特别在岩体缝隙之间，雨水溶淋，冰霜冻裂的作用下，缝隙扩大，使坚硬的整块岩石发生崩解剥落，有的圆润，有的则峥嵘突兀，如飞禽走兽、人物形像之类。眼前的醉僧石，用地质行话来说，便是花岗岩经过长期风化的产物，好事者凭着奇特的形像，编造出引人发笑的故事，无非是为“灵岩十二奇石”凑趣而已。

## 太湖几度沧桑

站在无锡太湖之滨的充山顶巅的光明亭里，俯瞰太湖全貌，眼前一片空明，波光云影与远近的犊山、小箕山、大箕山、马迹山等翠微相映，足以心旷神怡，好像自己与太湖风光融合在一起，与天地共存。

此情此景，让人不免要追寻太湖的来历。长期以来，都认为这里是一个构造盆地，也就是说，在地质历史的中生代晚期，我国东部发生强烈的地壳运动时，在苏浙交界处的地层发生凹陷并伴有断裂，于是形成太湖的雏形，但当时的面积远比现在大。进入新生代以后，由于长江三角洲的发育，太湖周边的冲积作用使湖水面积逐日缩小。到第四纪时期，太湖凹陷一度受海水浸淹，成为一个海湾，在今湖岸的若干岩石平台上（如鼋头渚一带）至今仍残留着当年海水侵蚀的痕迹。直到距今几万年前，长江与钱塘江的泥沙继续往太湖冲积，太湖的出海口被堵塞，形成一片平原，被隔离地湖水逐渐冲淡以后，终于形成“包孕吴越”的国内第一大淡水湖了。

1982年诺贝尔奖金获得者阿尔瓦勒兹父子曾提出：白垩纪末期，有一颗直径达8公里的彗星以每秒70公里的速度向地球飞袭而来时，猛撞地球表面，发生大爆炸，使地面撞击出一个直径几百公里的大坑，坑的周围产生环状和放射状的断裂系统，还留下富含铁镁质的岩石和矿物。他俩还推算出，当撞击发生时，地表扬起1700立方公里的碎石与尘埃，不仅遮掩了阳光，连空气的成分也发生改变，以致自然界的生态骤然失去平衡，导致大量动植物的灭绝。当时，不少科学家认为阿尔瓦勒兹父子的设想是一种邪说，但时过不久，证据越来越多，比如阿尔瓦勒兹父子设想的地表大坑竟在墨西哥找到。在许多科学家的继续搜寻的努力下，目前在世界各地已获得100多个大小不同的陨击坑，其中很多是有名的湖泊。

受此启发，近年来，我国不少地质学家也将注意力集中到太湖成因的问题上来，开始怀疑传统的“构造成因说”，而倾向于陨击作用，并着手寻找证据。首先，他们从卫星照片上分析太湖周围的地形，发现湖岸上有一圈弧形的低丘与山地。其次，又是一圈低洼的水泊带。再次，则是一圈由岩石组成的弧形高地。如此模样的“围圈构造”，只有天外的巨大陨石飞降地面撞击后发生的波浪状振荡运动才能造成。于是，几位天文地质学家也在太湖周围的山地上寻找配套的断裂系统。采集石英岩标本，在高倍显微镜下观察其中微细的裂隙分布规律，特别注意放射状的。经过一番搜索，目前已发现太湖周围具有“旋扭构造”，并据此猜测，这个天外来客是从西南方向朝东北方向迅猛俯冲，当其着地以后，仍有很大的顺时针方向的旋转力量，以致在湖滨山地上留下旋扭断裂构造的痕迹。

但是，目前，湖滨山地上尚未找到富铁镁质的岩石和矿物，陨击说的证据还不够配套。所以，科学家们仍在继续研究。

也许有一天，哪位游客，在太湖地区偶然发现某种地质资料，能解开太湖沧桑之谜！

### 小姑山与彭郎矶

乘坐长江轮船，途经安徽与江西交界的地方，有一座高约 80 米的小山自江心挺拔而出，气势十分雄伟，犹如“中流砥柱”。又因其山体在冲积平原上突兀而耸拔，旁无他山相接，又称小孤山，以区别鄱阳湖口附近的大孤山。再因其山形作圆锥状，颇如妇女头上的发髻，旧时亦称髻山。元代时，因其险要，曾立铁柱于山上，号称“海门第一关”。此处属安徽宿松县境内，距县城 65 公里。凡舟船过此时，甲板上或船舷上莫不被旅客拥挤不堪，为的是争拍一张以此山为背景的照片以留纪念。

明代诗人解缙游过小孤山以后，曾写过这样一首诗：

半空岩石驾高台，过客登临此处来。

佩玉尚闻仙子去，乘鸾疑见女郎回。

澄江秋水明妆镜，绝顶云鬟绾髻堆。

一望东南形胜阔，何须海上问蓬莱？

诗中不仅写出了小孤山的地理形势，而且还引用了民间的传说故事：古时候，有一位年轻貌美的农村姑娘，在劳动中结识了一位在长江边上打鱼为生的青年人彭郎，两人相爱甚笃。谁料小姑的家长以父母之命，媒妁之言将小姑许配给他人，小姑自然不愿意，便偷偷地跑到江边寻找彭郎泣诉，凄切的啜泣声传到了天上玉皇大帝的耳朵里。这位玉帝也不问情由，认为小姑违反“正统”的道德观，对父母不孝不敬，应该惩罚，于是下了一道“御旨”，责令长江冲开两位恋人，于是小姑被滔滔的江水阻隔在南岸，彭郎则推到北岸，两人可望而不可即，隔岸相望，日夜相思，终化为石。形成如今两岸相对的小姑山与彭郎矶（又称彭浪矶）。当地群众从唐代开始在山上修建“小姑庙”（即启秀寺），供奉小姑塑像，寄托同情之心。后来又开发了小姑梳妆亭、龙眼石、琼岩滴翠诸景点。历代文人也都慕名而来游览，留下许多题壁。当他们听了这个故事以后，无不感到他俩的遭遇比牛郎织女更为可怜，于是希望小姑成仙而去倒也可以慰藉。

当我们在轮船上眺望，小孤山与彭浪矶都濒临长江，从地貌学角度看，两山实属同样高程的阶地，说明几十万或几百万年前，长江在这一带横流扫荡时，曾使两岸岩石侵蚀成一个“准平原”状态，后来，地壳上升，江流下切，这个“准平原”就变成不高的山丘。也就在地壳抬升过程中，沿江的断裂带也同时发生活活动，江水又乘机入侵以断裂活动而形成岩层破碎带之中，于是加速拓宽了江面。正巧，遇上组成小孤山的岩层是晚泥盆纪时形成的石英砂岩夹页岩，而且这些软硬相间的岩层因地壳运动使之变动形状而直立起来，当江水流经其上时，软弱的页岩层就很容易崩坍下来，碎石与泥沙随江涛滚滚东去；而坚硬的石英砂岩层尚能抵挡江水的冲击，不易倒坍，仍屹立于江面之上。这样，小孤山也就显得巍然壮观了。

小孤山与彭浪矶夹江对峙的地理形势，构成长江航道上的军事要冲。

### 石钟山的“钟声”

石钟山位于江西湖口，正当鄱阳湖入长江的交汇处，山不高，约 50 米。但因临江的崖壁峥嵘，控扼江湖之险，自古以来就是兵家必争之地，故有“江湖锁钥”之称。山上林木葱茏，迹遍布，风物峻秀，为长江游览胜地之一。

早在汉代，《水经》上就有记载：“彭蠡之口，有石钟山焉。”为何将山的名字与钟声联系起来？北魏郦道元认为“下临深潭，微风鼓浪，水石相搏，声如洪钟”。宋代苏轼在写《石钟山记》时曾作过这样的试验，将钟磬置于江水中，虽大浪也没有响声，于是他认定石头更不可能发出钟声。唐代李渤曾专程去研究石钟山的“钟声”，在长江边的深水潭下获得两块石头，敲击而听到“钟声”。苏轼却不相信，他与长子苏迈泛舟去研究时提出这样的疑问：石头到处都有，并不见得都能发出“钟声”。如果此处的石头能作“钟声”，则必有其缘故。父子俩人趁夜深人静时乘船去探索石钟山的“钟声”。终于发现“大声发于水上，噌吰如钟鼓不绝。舟人大恐，徐而察之，则山下皆石穴罅，不知其深浅。微波入焉，涵澹澎湃，而为此也。”“有大石当中流，可坐百人。空中而多窍，与风水相吞吐，有窾坎镗鞳之声，与向之噌吰者相应，如乐作焉。”于是，苏东坡高兴地地质问郦道元与李渤说：“事不目见耳闻，而臆断其有无，可乎？”

上面的引述，就是苏轼写《石钟山记》的心得与体会，从这里不难看到苏东坡为了查访“石钟之声”而亲自认真地实地考察，科学态度实在可嘉，并进而提出“钟声”之由来在于岩石内有洞罅，水浪打击而发声，其结论的正确令人信服。但毕竟这件事发生在 1000 多年前地质科学尚未形成之时，所以苏东坡的“科学研究”工作也就无法再深入一步，比如为什么这里的岩石能生成罅洞，能在浪击时发出“钟声”，而别的地方的洞穴却无此效果？只能让现代地质学家来给予解释了。

查看石钟山的岩石，属于晚期古生代时形成的石灰岩，当地濒临长江，又处于气候温暖的南温带地区，雨水的溶淋，江浪的搏击，一方面可使含碳酸的水溶液对石灰岩进行溶蚀作用，另一方面还能使石灰岩的裂隙扩大。虽然这种对岩石的破坏作用极其微弱，一时难以看得出来，但年长日久以后，持续的作用，“水滴石穿”的道理，还是很有效的。再加上地处江滨，特别在靠近地下水表面附近，这种溶蚀造洞作用更容易出现。而且这些大大小小的孔洞、罅隙又能相互联通，并直逼江水表面，以致每当江涛澎湃撞击岩石之时，就会发出如钟鼓之声，声波借助于空气的传播，互通之洞穴，又发生共鸣作用。于是，低音、高音、清越之声、混浊之音、镗鞳之声、噌吰之声，一起齐奏，简直就如交响乐队一般热闹非凡。

所以，石钟山的“钟声”是在独特的地理与地质条件下发出的。

## 长江有多少岁

江河如生物一样是有年龄的。它们的成长也可比拟一个人的一生，可以分为婴年、幼年、青年、壮年和老年等几个阶段。不过河流的成长太慢，即使你活到 100 多岁，也许还看不出它有多大变化哩！那我们又怎样知道河流有年龄呢？原来河流在发育过程中，即使是它千百万年前走过的路，也会在地面上留下足迹的，我们循踪觅迹，就能从它们的足迹确定它们的年龄。就像我们从牛、马的牙齿，树木的年轮来考察它们的年龄一样。

俗语说，涓涓之水，可以汇成大河。不管江河有多大，总是由无数细流

开始。最初的水流就是山地间的沟壑溪涧，不断地刻蚀地面，好似初生的婴儿，这就称之为河流的婴年期。后来，溪涧汇流到稍为开阔的上游河谷地段，水流向下并向两侧刻蚀的力量加大，形成了与水面宽度大致相等的河床，在悬崖峭壁的束缚下出现了一些急流和险滩，这算是河流的幼年期。再经历若干年，河谷两旁又进一步宽拓，出现了弯道曲流，河谷两岸出现了砂砾层，堆积成滩地，水上也可以顺利通行小型的船只了，这时的河流可说是进入了青年期。再后，河谷更加宽广，曲流更加壮大，两岸河谷的坡地由陡峻而变得平缓，而且距河床较远；两岸还出现阶梯状地形，即所谓“阶地”。在阶地之下，还有泛滥（冲积）平原，甚至有大片耕地；航运条件也较青年期更为优越了，这就到了河流的壮年期。至于老年期，是在水量充沛的壮年期基础上发展而来，仅见于下游或接近于河口的地段，曲流迂回，一望无际的冲积平原，其上湖泊港叉星罗棋布；偶尔有河水侵蚀后的残余小丘，叫做“蚀余山”，孤立地兀立于平原之上，这已属河流的老年期了。

那么长江有多少岁呢？如果用上述的河流地貌特征去考察长江，那么上游是婴年期、幼年期、青年期；中游是壮年期；下游是老年期。但仍然说不清它到底有多大岁数？如果对此要作进一步了解，还需注意以下几个方面：一是从流域的地质发展史来研究；二是从河流分段的历史来了解；三是从河岸堆积物（一般属第四纪地层，构成阶地地貌）中所含化石的年代来分析，进而可以判断长江的岁数了。

长江像很多大河一样，它并不是一次形成，而是由几个河段连接起来的。这条亚洲第一、世界第三的大河，从青海省唐古拉山主峰各拉丹东雪山的西南侧发源，直到上海的吴淞口入海，全长 6380 公里，大体上分为三段：金沙江以上为第一段，它原先是条南北向的河流，经过我国云南和越南的红河，注入北部湾。据考察，它成为长江上游的年代较晚，约在 300 万年前的第四纪初期开始。而金沙江以下的四川盆地内的嘉陵江、岷江、沱江等河流，它们大约在中生代晚期时形成的，这是第二段，距今约有一亿年的岁月了。第三段是在三峡以下到长江三角洲，也是起源于白垩纪晚期盆地内的水流。那末，是不是可以说，整条长江起源于白垩纪末期呢？但这里还有两个问题需要弄清楚。

一是长江三峡何时沟通，使得四川盆地的长江段与长江中、下游连接起来？要解决这个问题，只要爬到三峡顶上看一看当地的地貌特征，就明白了。在川东、鄂西一带，高出江面数百米有二三层同样高度的山头，好像排列在一个水平线上。那里还可以看到古河道残留下来的砂砾岩层，这样的地貌和岩石形成于距今数千万年前的第三纪时期，可见当时四川盆地诸河流已汇集起来从这里东流，这就是说，从四川到长江口的长江，迄今已有数千万年了。

二是金沙江何时流入长江？只要到云南丽江石鼓附近看一下山川形势，就可以找到答案。那里正是红河上游与金沙江转换方向（由东南折向东北）处最靠近的地点，可以看到高出水面数十米，有一条近似南北向的古河道痕迹，表明金沙江原先流入红河。但现在的水道，却使金沙江转向东北，流入长江。这原因是长江的水量比红河大，因而长江向源头侵蚀的力量和速度大增，很快就将金沙江拦腰截取，夺金沙江之水注入长江，使红河成为一条“断头河”。这种地貌现象，叫做“河流袭夺”。又由于石鼓附近所见到的金沙江南流的古河道高出现在水面不多，估计其袭夺的历史不会早于地质历史的第四纪时期。也就是说，应在 300 万年以内，也许不到 100 万年。因此，如

果有人要问长江的岁数有多大，你回答说大概有 100 万年，也不算错。可见，河流大，并不一定岁数也大。

在长江上修筑大型水利工程之前，有关部门必须十分慎重地研究当地的地质情况和长江的时史特点，判断河流中各个河段的年龄，对于了解地壳活动，特别是新构造运动对工程的影响，以确保地基的稳固性，是十分重要的。因此，许多基本建设重大工程的设计、施工，都必须考察当地河流的年龄呢！

## 形形色色的找矿奇遇

### 以矿找矿

1976年，加拿大有一位名叫斯图尔特的地质工作者，在野外赶路时来到一条新开的砂石公路上。

走着走着，地质工作者把目光从远处的山林转移到脚下的路面上，看到几块闪闪发亮的碎石，一阵惊喜，停住脚步，弯下身躯，捡起细看，他突然惊叫起来：“呵！这里有不少含有铜、锌、钼的石头！这是矿化的石头！”好在旁边没有其他行人，不然，也许会被人误解为疯子。他马上意识到，从这几块非同寻常的石头，也许会找到一个矿体。当时，他竟忘记赶路，只是双眼盯着发亮的“矿石”沿途追索，慢慢地离开了公路，在山区的小道上行进，终于在新斯科舍普利第斯一带找到更多的同样的矿石，有些石块还相当大。最后，在一个采石坑中见到许多这些石头的单矿体，大小混杂，没有次序，石头的表面还见到纵横交错的钉头形刻痕。他凭着几年来的野外地质工作的经验，判断这些砾石应该属于“漂砾”。也就是说，几十万年以前，这里曾经发生过冰川，由于冰冻作用和冰的流动力量，将附近矿体的石头崩裂和撞击崩碎，随冰河的移动来到这里，冰融化了，砾石就停留下来，所以这些大大小小的砾石就好像远处漂来一样，称为“漂砾”了。

斯图尔特在堆满漂砾的采石坑的凝望良久，他意识到，如果花些时间，沿着满山遍野的漂砾再跟踪追迹下去，肯定会在某处山上找到原生的矿石露头。可是时间不允许他这样做，他只好观察了一下附近的地物特色，找寻能帮助他再次回来的景物标志，做了简单的纪录，就离开了。

斯图尔特发现“矿苗”的消息不径而走，很快传到加拿大壳牌公司，公司领导很想开发这个尚未着落的矿床。可是这一带，山高林密，坡陡谷深，地形条件极为恶劣，要用人的双腿去找矿，十分费劲，而且不一定有什么效果。于是公司领导决定采用航空磁性测量——用飞机作地磁方法勘探，果然获得可喜的结果，在地图上圈出矿区的大致范围。后来，又在圈定的地域内进行地球化学勘探，证明在花岗岩与石英岩的接触带上有锡矿异常。直到1982年，终于探明当地是一个储量达5600万吨的大型锡矿床，即称为肯普特锡矿床，为加拿大的资源宝库增添了一个新的财富。

在找矿的故事中可以看到，最后的成功往往需要不懈的努力。

1959年有天，芬兰潜水员马蒂莱宁从深水湖的边岸上捡到一块岩石，放在手上掂掂重量，感到比重比较大，他想，也许这是一块颇有价值的矿石，于是就把它送到芬兰地质研究所，请求鉴定。研究所的地质学家埃尔瓦马认定这是一块含有黄铁矿的石头，但有什么价值，还要根据这块矿石追查一下来龙去脉，于是埃尔瓦马决定亲自前往调查，他来到标本产地盖密，纵横穿越了好几天，只发现一些含黄铁矿或磁铁矿的辉长岩类岩石，从经济意义考虑，似乎没有什么价值，再进一步找寻，也无必要。

地质学家的否定语言，无疑对马蒂莱宁当头泼了一瓢冷水，但马蒂莱宁并不甘心，要求埃尔瓦马再耐心看一看，埃尔瓦马见他态度恳切，深受感动，于是答应再沿湖岸走一趟，说来也巧，无意中在一条水渠的边缘上采到一块特别沉重的深灰色岩石，埃尔瓦马仔细地观察一番以后，认定这是一种超基性的岩石，随后又采了一些，带回研究所作进一步鉴定，不久，确认这些岩

石内含有铬铁矿。如果含矿量到达可采标准，那将是一处十分有价值的矿床，因为铬是合成不锈钢的重要原料，很多国家都在孜孜以求，列为紧缺的矿种。

这个信息传到芬兰政府的有关部门，极为重视，就在当年组织了一批有经验的地质勘探人员，包括地球物理探矿等，沿着深湖之滨展开野外调查研究工作。接着，又调来几台钻机，向地层深处打钻，到 1960 年 5 月，传来喜讯，有 29 个钻孔都见到铬铁矿。于是乘胜追击，继续扩大勘探地区，并着手部份开采。到 1985 年，终于探明矿区内的铬铁矿储量竟高达 1.1 亿吨，其中三分之一可以进行露天开采。这在世界铬铁矿矿山中，也是极难得的。

如果说这些矿是偶然巧遇的话，但它们的“矿苗”暴露却与成矿的地质条件有着密切的联系，由表及里，从现象看本质，正是地质找矿科学的重要依据。

### 就化石找矿的故事

那是 40 多年以前的事了。著名地质学家谢家荣带领一个小分队地质人员在安徽省淮河南岸八公山附近进行地质调查。原先，他们被那里丰富多样的三叶虫化石吸引住了，几天以来，从这些化石的特点和类别上认识到这里的寒武系可以进一步划分为若干组，因而比较顺利地绘制了地质图。

一天，他们走完了山地，来到平原上，感到有些疲劳，打算找一处合适的地方暂时休息一下，山麓下有几株大树，树下有几块比较平整的岩石，周围绿草如茵，相当幽静，他们就各自找到位置，有的坐下，有的躺下。谢家荣也选了一处岩石，放下背包，也许是地质人员习惯性的动作，提起铁锤，顺手向旁边的石灰岩露头敲去，剥下一个小石片，随手掏出口袋里的放大镜，观察石片上刚打开的新鲜面，慢慢地顺着视线找寻着。

“呵！<sup>蛭</sup>呀！”他惊奇地喊叫起来。原先，他以为这些石灰岩地层也都属于早期古生代的，没有什么再研究的必要了。而眼前，在他手上的那块标本，却突然出现一个石炭纪的“标准化石”，属晚期古生代的，怎么不惊悚这个偶然的发现呢！

而这个发现，并不在于化石本身有什么特殊的价值，只是在这大片的冲积平原底下将有可能埋藏着丰富的、诸如相邻的苏鲁豫地区内常见的二叠纪煤层，并为今后在这里寻找煤炭资源提供了更有把握的线索。这个意外的收获，怎不使人喜出望外而惊叫起来呢？

接着，小分队的队员们也忘掉休息，围绕在这片不大的石灰岩露头上敲打起来，终于找到了更多的<sup>蛭</sup>类化石。这时，骤起的兴奋把疲劳也驱散了，大家立即又投入到一场新的紧张的战斗。

经过两个多小时的紧张的工作，终于在谢家荣的脑子里产生了一个比较肯定的结论——向北延伸的大平原底下，非常有可能掩埋着巨大的煤田，应该建议有关部门进行钻探。

后来，调运来钻机，果然在平原底下钻到了煤层，经过进一步勘探，认为这里的煤层具有开采价值。随后，建立起淮南煤矿。1950 年以后，在此基础上，在淮河两岸开展大规模的勘探，摸清了地下煤层的分布规律、范围和储量，并建立了许多新的矿井，如今已成为闻名全国的两淮（淮南和淮北）煤田。当人们走到哪里，无不怀念谢家荣的贡献，无不肯定一块小小化石竟为国家立下如此伟大的功劳！

在 70 年代中国科学院青藏高原综合科学考察队的地质工一作者深入到藏北无人区腹地，在昆仑山脉东部、西部和可可西里山麓，先后找到了二叠纪时期的蕨类化石，陆上的单网羊齿与蕉叶羊齿植物群，从而证实了这里的晚期古生代地层与华南广大地区，包括江苏、浙江、福建、江西、湖北、湖南至四川等省的同期地层同属于一个类型，均是含煤沉积。因此，今后在藏北地区寻找煤炭资源是很有希望的。

人们所熟悉的石油，其埋藏的地方，也都和一定的地层层位有关，例如大庆油田，形成于白垩纪；胜利、大港、下辽河油田，形成于第三纪早期；其他油田，也都有自己的成油时期。要寻找石油，必须先找出这些含油的地层，而确定地层的时代，必须从研究和找寻化石开始。比如上述各第三纪早期含油地层中，产有丰富的介形类、轮藻、小型螺类等多门类化石。

以渤海湾各油田为例，最先在胜利油田就以化石找油获得成功，然后扩大到大港、下辽河。如今，整个渤海地区的油田，都属于同一种类型，化石的功劳可不小！

实际的例子太多了，不需在此多举。

### 间接找矿的故事

前面提到异常的地球化学环境会使人体或牲畜也反映出不正常的病态。地质学家则利用这些“病态”进行找矿呢！

李耀西，南京地质矿产研究所的研究员，他谈起 50 年代时，在秦岭山区工作，遇到过好几个“麻风病村”，村民们的主要症状是头发和眉毛脱落，有的脸上还有红斑，甚至糜烂。

人们常说，患了麻风病，等于宣判“无期徒刑”，因为这是一种恶性传染病，什么人见到都怕，对患者必须进行严格的隔离。为此，当地政府对这些“麻风病村”施行若干的特殊政策，比如可以免交公粮，也不征购禽蛋、家畜；非特别重大的事情，外界人一般也不进村，村里人也不允许随便出来，于是形成几个半封闭情况的社会群体，真有点像“世外桃源”。

后来，政府派了一支麻风病普查队到这几个村上进行深入的检查。检查中出现了奇事，除少数几个曾经遣送到县麻风病医院里进行“治疗”时偷跑回家有轻微的麻风病症状外，其他的病人，无一才是真正的麻风病患者。

情况汇报到县卫生机构以后，领导也感到犯难，正在此时，遇到地质队，就请教他们，地质队员说：“恐怕是放射性污染人体而得的病！”随后，地质队员带着检查放射性的仪器到这些村落的附近，进行放射性矿物普查，事情果然不出所料，村落附近的溪水中就含有严重超标准剂量的放射性物质，村民们长期饮用这些水，经受内外辐射的作用，哪能没反应？此时，地质队员的兴趣却转移到寻找放射性矿床上去了。最后，终于在这些村落的上方山石间，找到原生的铀矿，山水流过铀矿区，村民们喝了这些水，以致酿成“麻风病”的祸害。

这样，“麻风病村”就成为找寻铀矿的主要标志，终于在秦岭山区找到储量丰富的铀矿，为我国和平利用原子能做了重要的基础工作。

对“麻风病村”来说，由于病因查清楚后，根据地质队提供的安全地区，进行必要的移居工作，人们的健康也就有了保障。

受此启迪，人们才意识到那些出现怪病的地方，也许是某种重要矿产资

源的埋藏地。

## 从地名、古籍中找矿的故事

我国是世界文明古国之一，我们的祖先在与自然界的斗争中，积累了丰富的经验，其中不乏记载，或流传在民间的故事。特别如地名之类，往往能反映出古人在这开过什么样的矿。

例如湖北大冶铁山，果然名不虚传，整座山都是高品位的铁矿石，从铁山开始，1952年以后，经过大力勘探，在地下发现更大的铁矿，为武汉钢铁公司提供了数以千万吨的铁矿原料。

以铜字命名的地名更多，如江西德兴铜厂、安徽铜陵铜官山、湖北大冶铜录山、山西中条山铜矿峪，南京附近的铜井、铜山等等。这些地方，确实都是铜的产地，并且自古以来就已开采，但由于古代采矿技术与打洞条件的限制，往往只能开采表面露头不深的小部分铜矿，无法向地下纵深处延伸。现在，我们就在这些古老铜矿或废弃不开的老矿基础上，经过进一步地质调查、勘探，都扩大了它们的储量或矿区的范围，取得了很高的经济效益，就在这些铜字辈的地方，如今建立起规模可观的铜矿山。

有些地名，非铜非铁，却有其他金属矿字眼，例如甘肃白银市，原名白银厂，50年代勘探后发现，当地是一处颇具规模的黄铁矿型铜矿。老百姓为何称为白银？不叫铜呢？原来，这种类型的铜矿床表面确实存在一些银矿。比如祁连山地区的一些铜矿，一般每吨也含银几克、几十克、几百克不等，当达到100克以上的，够银矿的工业品位，可成为银矿山了。也许最早从这种黄铁矿型的铜矿表面上先认识银，名字就这样叫开了。

湖南新化锡矿山，也是个以矿命名的，早在明代洪武元年（1368年）当地居民就发现矿了，由于当时不认识锑，而且锑与锡的外貌特征又很像，于是就叫起锡矿山了。直到近代，经地质学家纠正，才知道这里是世界上储藏锑矿最丰富的矿山，素有“世界锑都”之称，但旧有的锡矿山之名却留下了。

当我们注意这些老矿区的遗址时，往往还能看到古代开采的痕迹，如冶炼以后的炉渣，废弃的矿石堆。古人冶炼技术不高，含矿量稍低的矿石都无法提取干净。用现在的科技水平看，这些废渣，废石身上往往还能发现“高品位”的矿石呢！例如刚刚提到过的江西德兴的班岩铜矿，开采历史恐怕已经有1000多年了，而山坡上的老矿硐有好几处，“废渣”、“废石”堆上到处都是有用的矿石。从1954年开始，地质队在这里工作，连续几年的勘探，终于探明这是一处属于大型的铜矿山，现在已成为我国重要的铜矿基地。

就拿德兴铜矿来说，当地不仅可见“废渣、废石”之类的自然证据，而且当地的县志上还有详细的记载：唐、宋以来就有人在此采铜和提炼硫磺的记录。德兴铜厂祝家的《祝氏宗谱》中也记载有：“明成化年间（1465—1487年）采铜颇盛”之语。清代人顾祖禹所作的《读史方輿纪要》中也记述：“铜山（即铜厂）在德兴东北三十里，唐置铜场处。山麓有胆泉，亦曰铜泉，土人汲以浸染，数日，辄类朽木，刮其屑锻炼成铜”。如果用现代科技语言将这段文字加以注释：胆泉者，即含有硫酸铜的泉水，乡民们用硫酸铜溶液浸铁而刮取铜粉的方法，实质上是应用简单的化学上的置换方法提取铜。我们的祖先，是多么聪明并富有首创精神。

北京附近，有一个地质队在那里找寻铁矿，辛辛苦苦地找了好几年，而

且也动用了钻机，结果还是没有找到像样的矿体，领导决定撤离，另找地方。而有些地质队员仔细地研究了当地的地质条件，认为还有希望，只是打钻的部位没有选准的缘故。正在踌躇之际，他们想到古籍，于是找来当地的县志及其他有关的古书，详细地翻阅了资料，最后认为，应把钻机搬到“古矿区”去钻，果然在地下深处打出优质厚层的矿体，使地质队又安定下来，扎寨勘探、找到新的矿体所在地。

### 利用人体、动物的特异功能找矿的故事

几百年前，在欧洲流传着摩西用手杖敲击岩石能寻找泉水的故事，好像有些神化了。但是，在德国却有类似的记载：1550年，有一个德国矿工，利用自己的特异功能找寻到中断的矿脉。

多年前，前苏联的报刊上报导了类似“摩西找水”的故事，他们邀请具有特异功能的人确定1462个找地下水的井位，其命中率高达92%，也有的还找到有价值的埋藏矿。

一位名叫奥莱格依瓦斯基的人，在黑海之滨的建筑工地上，以他的“自我感觉”，曾认定平整的地表下有一个大溶洞。后来，用地球物理勘探和打钻的方法，果然证明这个人的预言，将大溶洞填平以后再施工建厂，消除了隐患。他还凭“自我感觉”发现了一处德国侵苏期间的一个秘密地下弹药库。据他说，具有强“生物场”的人，都可感觉到弹药库与周围环境之间有强烈的磁性或能量的差异，凭这种差异变化，能大致确定弹药库的范围。

基于这些原因，前苏联科学院生物物理研究所(BPM)内建立起一个专门的研究人体特异功能的机构，企图寻找石油、地下水等。只是至今尚未见到他们的研究报告，据说，他们是在极为秘密的情况里进行工作的，因为要用于军事的目的。

美国俄勒冈州塞勒姆市有一位中年妇女，名叫夏洛德，在她身上有一种特异功能可以预报地震的发生与火山的喷发。她说自己能听到来自地下的地层(岩石)发生位移时发出的超低频声波，所以能预报地震与火山。当这种超低频声波传到她的耳膜时，感到头疼、胸闷、恶心、全身十分难受。比如她在1980年曾预报过圣海伦火山的两度喷发。再如俄勒冈州紧急服务机构的人说，1980年1月8日夏洛德曾打电话说，北方将发生地震，过4小时以后，果然发生地震。紧急服务机构的人说，她预报的地震相当及时，一般都在地震前3—5小时得到她的紧急电话。

说起人体特异功能，令人将信将疑，但如地震之类，有不少动物都比人类提前感觉到，人也是动物的一员，某些人某种功能尚具一些动物所特有的，从理论讲，也许是可能的，所以值得注意，绝不能轻易否定或肯定，很值得研究。

至于动物找矿，也有不少实例，苏联《有色金属》杂志1981年第5期报道，有机构专门训练探矿犬，还有当场表演的情况：给探矿犬出一道题目，在一堆很乱的岩石、矿物样品中，要求它拣出含汞的辰砂来。几次“考试”，没有一次不及格，百分之百的准确。于是，主考官故意将不放原砂的乱石堆给探矿犬“考试”，结果，它将一块玫瑰色的方解石拣了出来，在场的观众哄闹起来，认为这次“失灵”了。可是经过专业人员对这块玫瑰色的方解石作显微镜鉴定时，发现其中确实有星星点点的极细小的辰砂颗粒。这下，大

家信服了，原来人的眼睛难以发觉的辰砂竟然让探矿犬给找到了。

俄罗斯地质队很注意探矿犬的作用，特别在北部沼泽地带，人很难涉足的地方，便派这些机灵的狗打先锋，有时可以取得良好的结果。

还有，非洲南部盛产金刚石，但要找到它也非容易的事。1972年，当地的地质工作者偶然发现白蚁能找到金刚石。原来，这些生活于山野间的白蚁最欢喜在疏松的土面上叠筑“白蚁丘”。有一次，地质人员在野外工作累了的时候，坐下休息，看看这一堆堆的白蚁丘，就无意识地玩起来，随手拣根树枝，挑拨土丘，毁坏白蚁窝，看到乱纷纷的白蚁逃命来取乐。拨着，拨着，在疏松的被白蚁钻得粉团状的土粒闪着亮光，顺手拣来一看，却是雪白晶莹的金刚石小颗粒，地质人员喜出望外，竟在无意的嬉戏中发现贵重的金刚石。他们在喜欣之余，决定对白蚁丘进行一次“普查”。后来，发现在200平方公里的范围内所见到的白蚁丘中有相当多都发现金刚石砂。再深入研究，才知道白蚁深入地下钻孔的能力很强，一般可达49~60米，那里有隐伏的金伯利岩，白蚁的上下钻行，就把金伯利岩中的金刚石小颗粒也带到地面上来了，所以当地盛传着白蚁找金刚石的故事。

## 地壳的演化史

地史学又称“历史地质学”，是研究地球历史的科学，但主要是研究地壳发展历史和规律的一门综合性地质学科。地史学的研究主要是基于古生物、地层学、地质年代学、古地理学等的研究；同时它又是地质学的一个主要分支。

### 地层

地层是指具有一定层位的一层或一组岩石。地层可以是固结的岩石，也可以是没有固结的堆积物。它与上下相邻地层之间可以为明显的层面或沉积间断面所分开，也可以为由于岩性、所含化石、矿物成分、化学成分、物理性质等特征的变化所导致的不十分明显的界限所分开。地层一般指成层岩石和堆积物、包括沉积岩、火山岩和由沉积岩以及火山岩变质而成的变质岩。

1. 地层的分类目前国际上的趋向是把地层分为三大类型：（1）以岩性作为主要划分依据的岩石地层（岩性地层）；（2）以化石作为划分依据的生物地层；（3）以形成时间作为划分依据的时间地层或年代地层。有一种意见认为年代地层也就是生物地层，因此主张把地层分为两大类型。

2. 划分地层的主要依据（1）沉积旋回——对一个地区的地层进行划分时，一般先建立一个标准剖面。如果是海相地层，表现出岩相由粗到细，又由细到粗的重复变化，这样一次变化称一个沉积旋回，也就是每一套海侵层位和海退层位构成一个完整的沉积旋回。（2）岩性变化——岩性变化在一定程度上反映了沉积环境的变化，而沉积环境的变化又往往与地壳运动密切相关。因此，根据岩性把地层划分成许多单位，基本上可以代表地壳的发展阶段。例如，在一个剖面中，下部是含砂页岩煤层，上部是火山碎屑岩，它们代表两个不同的环境和时代，一个是还原环境和成煤时代，一个是地壳运动强烈和火山活动时代。这样，就可以根据岩性把地层划分成为两个单位，代表两个发展阶段。（3）岩层接触关系——根据岩层之间的不整合面来划分地层。任何类型的不整合（平行不整合和角度不整合）都代表岩层的不连续现象，反映了地理环境的重大变化，因此是划分地层的重要标志。地层划分的对象一般是沉积岩，但对于岩浆岩也必须确定它的新老顺序。对于侵入岩来说，则必须根据侵入岩和围岩的接触关系确定时代。一种关系是侵入接触，即岩浆体侵入围岩之中，其特点是围岩接触部分有变质现象，岩浆岩中还往往有捕虏体存在。这种情况，可以确定侵入岩的时代晚于围岩。另一种关系是沉积接触，即侵入岩上升地表遭受侵蚀之后，又为新的沉积岩层所覆盖。其特点是上覆沉积岩层不可能有接触变质现象，而侵入岩中也不会有上覆岩层的捕虏体存在。这种情况可以确定侵入岩的时代早于上覆岩层的时代。如果有多次侵入现象，则侵入体往往互相穿插，在这种情况下，被穿过的岩体时代较老，穿越其他岩体者时代较新。（4）生物化石——生物是从简单向复杂，从低级向高级发展的，生物的演化是不断地发生着和消灭着（进步性），各门类的发展又是有阶段的和不连续的（周期性），每一个属种在地史上的存在只有一次，灭绝后不再重复出现（不可逆性）。因此，不同时代的地层，所含生物化石就有所不同。地层时代愈老，所含生物化石愈原始和愈低级，地层时代愈新，所含生物化石则先进和愈高级，这是不可逆性。

3. 地层对比把不同地区的地层单位，根据岩性、化石等特征，作地层层位上的比较研究后，证明这些地层单位在层位上是相当的，在时间上是接近

同时的，这种工作方法称为“地层对比”。地层对比可以有多种，如岩性对比、生物对比、古气候对比、同位素年龄值对比等。

#### 平行不整合和角度不整合

地壳下沉引起沉积，上升引起剥蚀。由于地壳运动，往往使沉积中断，形成时代不连续的岩层，这种关系称不整合接触。不整合可以分为平行不整合（假整合）和角度不整合（斜交不整合）：平行不整合是指具有相同的走向和倾斜的上下两套岩层之间有一明显的沉积间断，它表明这一沉积区的地壳曾经上升，遭到剥蚀，然后地壳再下降，重新接受沉积。角度不整合是指上下两套岩层之间不但有明显的沉积间断，并且其上下两层的层面呈现一定的角度相交。这种形态的出现，反映在下伏岩层形成之后曾发生较强的构造变动，不但出现沉积间断，而且岩层产状也发生变化，所以当再度接受沉积时，上覆岩层同下伏岩层之间就成一定角度相交。角度不整合说明在一段时间内，地壳有过升降运动和褶皱运动，古地理环境发生过极大的变化。平行不整合和角度不整合，都具有明显的侵蚀面和岩层缺失现象，代表长期沉积间断，不整合面上下两套岩层的岩性、古生物也有显著不同。

#### 化石

由于地质作用保存在地层中的地史时期的生物遗体、遗迹称化石。化石保存类型很多，有实体化石、遗迹化石、模铸化石、化学化石等。化石只在沉积岩中才有，岩浆和变质岩中不会存在。一定种类的生物总是在于一定时代的地层里；而相同时代的地层里也必定保存着一定种类的化石。这样，我们可以根据岩层中保存下来的生物化石，确定地层的顺序和时代。动植物化石很多，这里只能例举几种。

1. 木化石又称“石化木”，指已石化的树干，其物质成分多已变成氧化硅、方解石、白云石、磷灰石、褐铁矿或黄铁矿等，如主要是氧化硅则称为“硅化木”。我国中生代陆相地层中木化石很多。

2. 恐龙中生代陆生爬行动物的一类：一般身体庞大，最大者体重达 40~50 吨，长 20~30 米。但也有体小如鸡。中生代极为繁盛，白垩纪末灭绝，生活在地球上将近 1.4 亿年。我国恐龙化石极为丰富，化石产地几乎遍及全国，其中恐龙蛋化石有 40 多种类型，是世界上恐龙化石的重要地区之一，如云南东部禄丰县晚三叠在地层中发现的禄丰龙，青岛东北的晚白垩世地层中的棘鼻青岛龙，四川宜宾马门溪的建设马门溪龙和合川马门溪龙，后者是我国发现最大的、蜥臀目化石。1981 年 8 月 26 日，日本考古学家在岩手县下闭伊群发现一块约一亿多年前的雷龙化石，这在日本是第一次。雷龙化石，迄今曾在北美、欧洲、非洲和中国大陆发现过。在一亿多年前，日本的本州同大陆相连，曾有恐龙走来走去。

3. 三叶虫三叶虫纲是节肢动物门中已灭绝的一纲。个体一般长数厘米，最大的可达 70 厘米，小型的长仅数毫米。体分解、背部覆以几丁质背壳，化石多仅保存其背壳或外模。背壳一般为椭圆形，被两条纵向背沟分为三部：中轴及两侧的肋部，故名三叶虫。三叶虫全属海生，大多数营游移底栖生活，少数钻入泥沙中或漂游生活。开始出现于前寒武世，以寒武纪及奥陶纪最为繁盛，志留纪已衰退，古生代末全部灭绝。我国三叶虫化石非常丰富，是早古生代地层的重要标准化石之一。

4. 大羽羊齿属蕨类植物。大型单叶，倒卵形、歪心形、纺锤形或即椭圆形，边缘全缘、波状或锯齿状。中脉粗，羽状。我国产于南方晚二叠世，属

东亚地区晚二叠世特有的植物化石，北美少数地区也有类似标本发现。

#### 地质年代单位

又称“地质时间单位”，简称“时间单位”，指地质时期中的时间划分单位。划分的主要依据是生物演化的不可逆性和阶段性。按级别从大到小为宙、代、纪、世、期、时，分别对应的年代地层单位是宇、界、系、统、阶、时带。宙、代、纪、世是国际性的地质时间单位，适用于全世界。期和时是区域性的地质时间单位，适用于大区域。

1. 国际性地质时间单位(1) 宙——指国际地质年代表中延续时间最长的第一级地质年代单位，相当于一个“宇”（一级地层单位）形成的时间。一般根据动物化石出现的情况，将整个地质时期分为动物化石稀少的隐生宙及动物化石大量出现的显生宙。宙再分代。(2) 代——指国际地质年代表中的第二级地质年代单位。相当于一个“界”（第二级地层单位）形成的时间。代是宙的再分，整个地质年代分为两个宙五个代。隐生宙分为太古代及元古代；显生宙分为古生代、中生代及新生代，它标志着生物演化的几个主要阶段。代再分纪。(3) 纪——指国际地质年代表中的基本地质年代单位。相当于形成一个“系”（基本地层单位）的时间，纪是代的再分。古生代共六个纪，中生代共三个纪，新生代分为第三纪和第四纪，总共十一个纪。(4) 世。指国际地质年代表中的最小地质年代单位。相当于形成一个“统”（国际最小地层单位）的时间。世是纪的再分。一个纪一般分为两个到三个世。

2. 区域性的地质年代单位(1) 期——相当于形成一个“阶”（区域性地层单位）的时间。期是世的再分。(2) 时——又称“年代”，是与时带相应的地质年代单位。

#### 年代地层单位

又称“时间地层单位”。指以地层的形成时限（或地质时代）作为依据而划分的地质年代单位。年代地层单位与地质时代单位是互相对应的。如年代地层单位宇、界、系、统、阶、时带分别与地质年代单位宙、代、纪、世、期、时相对应。从理论上讲，年代地层单位之间的界限应为等时面，确定等时面最有效的是年代对比方法，它包括古生物的、同位素年龄的、构造运动的（区域性不整合），古地理的（海陆变迁），以及古地磁和古气候等方法。其中以古生物（或生物地层）的方法最有成效。

1. 国际性年代地层单位(1) 宇——指在“宙”的时间内形成的地层，它是比“界”高一级的国际性的最大的地层单位，例如，隐生宇包括太古界和元古界，显生宇包括古生界、中生界和新生界。(2) 界——指在一个“代”的时间内形成的地层。是比“系”高级、比“宇”低一级的国际性时间地层单位，例如，太古界（始生界）、元古界（原生界）、古生界、中生界和新生界。界的符号，用界名的英文或德文字母来表示。如太古界用 Ar，元古界用 Pt 来表示。(3) 系——指在一个纪的时间内形成的地层，是比“统”高级，比“界”低一级的国际性基本年代地层单位，例如寒武系、三叠系、第三系等。一个系可分为两个统到三个统。有时也有用亚系或超系的。系的符号一般采用系名的英文（个别是德文或汉语拼音）的第一个字母。震旦系用 Z，石炭系用 C。(4) 统。指在一个“世”的对间内形成的地层。是比“系”低一级，比“阶”高一级的国际性年代地层单位。统是“系”的再分，一个系分为三个或二个统，其统的名称即在系的名称上增加下、中、上或下、上等字样。例如下寒武统、中寒武统、上寒武统；下二叠统、上二叠统等。统

的符号是在系的符号右下方加上 1、2、3 表示，如寒武系下、中、上统，其符号分别以 1、2、3 来表示。

2. 全国性或区域性年代地层单位 (1) 阶——指在一个“期”的时间内形成的地层。是比“统”低一级，比“亚阶”高一级的全国性的区域性年代地层单位。一个统可分为几个阶。阶的专名适用于整个生物地理区。不同的生物地理区可以有不同阶名。(2) 时带——指在一个生物带延伸的时间间距内所形成的全部地层。“时带”是比“阶”低一级的正式时间地层单位。习惯上把广相的生物带，如笔石带、菊石带称为时带。

3. 地方性地层单位指适用于一定范围的地层单位，包括岩石地层单位 (群、组、段、层)，与时间地层单位 (界、系、统、阶) 之间没有相互对应的关系，因此前者可以穿越后者的界线。(1) 群——群是最大的地方性地层单位，群是组的组合，其范围相当于一个系、一个统或者更大。也有的群不能再分为组。群是在相似环境下形成的一套生因复杂岩相岩石组合，具有较大的厚度和较广的空间分布。群与群之间常为区域性不整合，但也可以是连续的。群乃是依构造环境变化的阶段性而建立的，在地层划分中不是普遍使用的地层单位。前武纪石老岩系一般称群，如我国的泰山群。(2) 组——是岩石地层单位的基本单位。一个“组”具有岩性、岩相和变质程度的一致性。它们可以由一种岩石组成，也可以由两种或更多的岩石互层组成。厚度可自几米到千米以上。组名一律用地名加“组”来命名。一个组如果岩性单一，可以用地名加岩石名来命名，如栖霞石灰岩，但目前已少用。

地质年代表，又称“地质时代表”按年代顺序排列，用来表示地史时期的相对时代同位素年龄。

### 太古代 (宙)

1. 隐生宙泛指寒武纪以前的一段漫长的地质时期，是地壳发展的最古地质历史阶段。三十年代有人建议把地史时期划分为两个大的阶段，并取名为“代”高一级的时间单位——宙；并用隐生宙代表动物化石稀少的前寒纪，用显生宙代表动物化石开始大量出现的寒武纪以后的阶段。

2. 隐生宇指隐生宙形成的地层。划分的依据多为不整合和变质程度的深浅等等。目前多用同位素年龄值来进行各地区之间的对比。隐生宇上部地层 (元古界) 已有可能用藻类化石或超微化石来进行对比。隐生宇包括太古界 (始生界) 和元古界 (原生界)。

3. 前寒武纪是指地质时期中最早的太古代 (始生代) 和元古代 (原生代)。国际地质科学联合会前寒武纪地层分会于 1982 年 11 月在埃及坦塔市坦塔大学举行了第六次会议。过去，国际上对前寒武纪的时期划分一直没有统一的意见，这次国际会议以成员投票表决的方式，一致同意将 25 亿年作为前寒武纪元古宙和太古宙的划分界限。会议决定将元古宙划分为元古宙、三个相当于界的时期，分别以 16 亿年和 9 亿年作为它们的划分界限。前寒纪是指 5.7 亿年前的整个地质年代，约占全部地球历史的百分之八十七，金、铁、铜、镍、铀等重要矿物主要产生于这个时期的地层中。

4. 太古代又称“始生代”。属隐生宙，是地质年代中最古老的一个代。以距今约 25 亿年作为太古代与元古代的界限。我国根据本国情况，曾把太古代的上限暂置于距今 20 亿年左右，为了与国际上的划分基本上取得一致，已把太古代的上限移至距今 25 亿年左右。目前认为最早的生物遗迹是在南非发

现的距今 32 亿年左右的两个微植物化石，认为生物圈在距今 36 亿年左右可能开始出现。原始地壳的形成开始于距今 46 亿年左右。最早的原始地壳为薄而脆弱的玄武岩圈（硅镁层），具有大洋地壳的性质，成分相当于大洋拉班玄武岩。具体代表如津巴布韦的西瓦克维系下部的超基性岩等。可能在距今 40 亿年左右开始出现了原始水圈，从而开始出现了沉积圈。但这个火山作用频繁而强烈，与沉积作用相比仍占优势，故主要形成了基性至中基性火山岩和火山沉积岩，以后变成了绿岩。这些古老的绿岩组成了所谓原始大陆的核心，成为古地台的基底。距今 35~26 亿年开始出现了“花岗岩”圈（硅铝层），最早花岗岩为波罗的地盾的奥长花岗岩（年龄为 35 亿年）此阶段花岗岩化广泛发育，规模大，延续时间长。太古代未发生广泛而强烈的地壳运动。

5. 太古代又称“始生界”。太古代形成的地层称太古代。太古代一般变质较深，构造变动大，分布广，组成古地台的基底。它的主要特征是超基性岩、基性火山岩和凝灰岩的广泛发育，很少有碳酸盐岩石。我国华北——东北南部地区，太古代广泛分布，构成著名的“华北地台”的结晶基底，主要是片麻岩、混合岩等。我国南方尚未发现确切无疑的太古代。世界太古代的主要分布于西伯利亚地台（安卡拉地台）、俄罗斯地台、加拿大地台（北美地台）、巴西地台（南美地台）、非洲地台、印度地台和澳大利亚地台等。由于地壳处于非常活动的状态，构造运动强烈，次数频繁，所以是一个重要的成矿时代，世界上最大规模的变质层状铁矿（即条带状磁铁矿石岩）都是这个时期生成的。我国鞍山铁矿，美国的上湖铁矿，瑞典的基隆铁矿，澳大利亚西部铁矿等为这时期有名的重要铁矿。

### 元古代（宙）

又称“原生代”，属隐生宙，是地质年代的第二个代，元古界中已发现了很多菌藻植物的化石和微古植物，因而将元古代称菌藻植物时代。元古代末期，除藻类大量繁育外，还出现了著名的伊迪卡拉动物群，其中有腔肠动物、环节动物、节肢动物和介壳动物。元古代后期曾发生过全球性的大冰期。元古代火山作用已渐减弱。元古代中期，发生过广泛的地壳运动，在我国北方称为吕梁运动。伴随构造变动有岩浆活动以及与岩浆活动有关的内生成矿作用。

1. 元古界又称“原生界”，元古代形成的地层称为元古界。元古界中火山岩类已逐渐减少，各种碎屑沉积和生物、化学沉积大量出现。元古界中蕴藏有丰富的矿产，如我国东北南部辽河群中巨大的菱镁矿床，五台群中的变质铁矿，溁沱群中的锰矿，江苏锦屏的变质磷矿等。

2. 震旦纪元古代震旦系沉积的时间称为震旦纪。“震旦”为中国古称。生物界以菌藻植物的大量繁育为其特征。震旦纪晚期在我国辽宁、湖南、青海已发现水母、原生水母动物群，在陕东已发现蠕形动物等化石。我国南方、西北地区发现了冰碛层。南方冈瓦纳古陆上，冰碛层分布更为广泛，这是震旦纪一个重要的地质现象。

### 古生代

1. 显生宙又称“显动宙”。指从寒武纪开始出现大量较高级动物以后的阶段（即古生代、中生代和新生代）。自 5.7 亿年为显生宙的起点。

2. 显生宙又称“显动宙”，是显生宙时形成的地层。显生宙的主要特点

是所含动物化石极为丰富，从此生物地层学方法成了划分和对比地层的主要方法，分界、分系、分统、分阶有了古生物学的根据。

3. 古生代显生宙的第一个代，始于 5.7 亿年，延续时间为 3.4 亿年。分为早、晚古生代。早古生代包括寒武纪、奥陶纪和志留纪。从寒武纪开始发生了广泛的海侵，是海生无脊椎动物为主的时期。其中以三叶虫、笔石、珊瑚、鹦鹉螺、腕足类、棘皮动物等最繁盛。奥陶纪还出现了最早的脊椎动物无颌类。晚古生代包括泥盆纪、石炭纪和二叠纪。此时陆地不断扩大，是陆生生物逐渐繁育的时期。鱼类至泥盆纪达于全盛。石炭纪和二叠纪是两栖类全盛时期。海生无脊椎动物中除早古生代已有门类继续发展外，还出现了鲕类和低等菊石类。植物界在早古生代以水生菌藻类为主，至志留纪末期实现了从水生到陆生的飞跃，出现了裸蕨植物群。泥盆纪后期至二叠纪中期是孢子植物繁盛时期，二叠纪晚期出现了大量裸子植物。石炭纪和二叠纪在各个大陆上都形成了蕨类为主的大森林，是地史上的重要成煤期。早古生代在西北欧、格陵兰岛、北美、中国西北和南部等发生了加里东构造旋回。晚古生代在欧洲中部、北美、中国西北和东北北部等地发生了华力西构造旋回。石炭纪末期，在古地中海以南的南方冈瓦纳古陆上广泛地出现了大陆冰川现象，其范围遍及南美、印度、澳大利亚和南非。

4. 古生界指古生代形成的地层。一般为二分，也有三分的。下古生界（包括寒武系、奥陶系和志留系），以海相沉积岩为其特征。上古生界（包括泥盆系、石炭系和二叠系），以陆相沉积大量发育，含煤沉积广泛分布以及大陆冰川沉积遍及冈瓦纳古陆为其特征。在我国华北及东北南部，下古生界由浅海相石灰岩为主的寒武系和中、下奥陶统组成，缺失上奥陶统、志留系、泥盆系及下石炭统，中上石炭统为海陆交互的含煤沉积，二叠系则以内陆盆地堆积为主。中奥陶统与中石炭统之间为一广泛分布的区域性假整合。在南方古生界是一套巨厚的浅海相石灰岩。上二叠统早期夹有重要海陆交互煤系。志留系与二叠系之间在西南部分地区存在着区域性假整合。在东北北部，古生界是巨厚的海相沉积和海陆交互沉积，以夹有中酸性火山岩和凝灰岩为其特征。在西北区古生界以巨厚的海相沉积为主，并以含有大量火山岩和火山沉积为其主要特征。包括喜马拉雅山区在内的西藏、青海和滇西地区，出露以浅海碳酸盐岩为主的奥陶系至二叠系。台湾省海相石炭系、二叠系均已变质。我国古生界有丰富的沉积矿产，如华南、华中寒武系底部的磷，泥盆系的铁、锰，华北中石炭统底部的铁和铝土矿，华北中上石炭统及二叠系的煤，华南上二叠的煤等等。

5. 寒武纪“寒武”源自英国威尔士的古地名拉丁文“Cambria”。日文音译，我国沿用。因为是首先在那里研究的，故就地取名（1835）。寒武纪开始于距今 5.7（或 6）亿年，延续时间为 7,000 万年。本纪分为早、中、晚三个世。动物群以具有坚硬外壳的、门类众多的海生无脊椎动物大量出现为其特点，是生物史上的一次大发展。其中三叶虫最为常见，是划分寒武纪系的重要依据。植物群以藻类为主。寒武纪三叶虫群分区现象特别明显。动物地理区主要有两个，即东方太平洋区和西方大西洋区。寒武纪是一个海侵的时期，在我国形成比震旦系分布更广泛的碳酸盐岩和碎屑岩为主的海相寒武系。

中国的寒武纪共有八个阶，分属三个统。我国寒武系全为海相，分布几乎遍及全国各地。在华北及东北南部区，下寒武统以紫红色页岩为主夹少量

灰岩，中寒武统以厚鲕状灰岩为主，上寒武统发育最全，寒武系以巨厚的白云质灰岩、白云岩和厚层灰岩为其特征。在黔北和川南，白云岩中夹有石膏。东南区的下寒武统以黑色砂页岩为主，中上寒武统则以黑色薄层灰岩含大量球接子类三叶虫为其特征，少数地区并有火山岩流出现。在西北区，三叶虫类与东南区相似，并以火山喷发岩与海相沉积相间成层为其特征。寒武系底部含磷矿层，分布于滇东、黔、川、鄂、湘、皖南、豫西及陕南等地，并在浙、湘、鄂、陕南等地，发现主要由藻类形成的“石煤”。在西北祁连山地区变质的寒武系中上部，发现有铁矿，称“镜铁山式铁矿”。在山西中部吕梁山东麓，中奥陶统马家沟组灰岩上部，含有石膏层，厚数米至数十米。山西西北部黄河附近，中奥陶统灰岩中也有石膏与白云岩共生。

6. 奥陶纪古生代第二个纪。“奥陶”一名源出于英国北威尔士一古代民族名“Ordovices”，音译为奥陶。在这个古代民族居住的地区，这一时期的地层发育较好，故此命名（1879）。奥陶纪开始于距今5亿年，延续时间为6000万年。奥陶纪是地史上海侵范围最广的一个纪，分早、中、晚三个世。由于当时浅海广布、气候温和，故海生无脊椎动物空前发展。其中以笔石类和鹦鹉螺类十分繁盛为其特征。笔石类在我国南方分布较广，鹦鹉螺类在我国北方以弯颈式的阿门角石为最多，而在南方则以直颈式的震旦角石较为常见。还出现了最早的脊椎动物无颚类。植物界仍以水生藻类为主，从奥陶笔石、牙形刺、三叶虫等动物群的分区情况来看，大体上可以分为两大动物群：太平洋（包括澳大利亚和北美）动物群和大西洋（欧洲）动物群。中国奥陶纪动物群可分为三种类型：华北型、东南型和扬子型。华北型动物群接近北太平洋（北美）动物群，东南型动物群接近南太平洋（澳大利亚）动物群，扬子型动物群属大西洋动物群。晚奥陶世在非洲、南美洲和欧洲出现了大冰期。如非洲的撒哈拉和南非，南美的阿根廷和玻利维亚，欧洲的西班牙、法国南部等地。由于有广泛的海滨火山喷发和岩浆侵入，形成金、铜、铅、锌等多金属矿床。

7. 志留纪“志留”一名源出于英国东南威尔士一个古代部族（Silures）居住的地方名“siluria”。日文译音，我国沿用。志留纪开始于距今4.4亿年，延续了3500万年。奥陶纪末期许多地区发生了重要的地壳运动，引起了普遍的海退，如亚洲的中、北部，美洲及澳洲东部。志留纪初海水又开始广泛的侵漫，至志留纪后期海水才普遍后退，构成了另一次巨大的海侵旋回。志留纪初期，我国广大地区被海水淹没，仅华北及东北南部隆起为陆地。在北欧及我国华南等一些地区发生强烈的加里东运动，导致地壳构造的明显变动和古地理面貌的急剧变化，陆地显著扩大，生物界也发生了巨大变革。生物界主要特点是脊椎动物无颚类进一步发展和植物群中开始出现原始陆生植物裸蕨。海生无脊椎动物仍占重要地位，以单笔石的兴起，珊瑚类和腕足类的大量繁育为其特点。最早的呼气动物板足鲎类，如翼肢鲎等出现并达于极盛。由于志留纪浅海广布，各个海区相沟通，使得动物群之间发生混生现象，造成动物分区现象不明显。

8. 泥盆纪“泥盆”一名来自英国西南的泥盆郡（Devonshire），我国现译为德文郡，由于这一时期的地层首先在此地研究，故就地取名（1839年）。日本音译，我国沿用。泥盆纪开始于距今4.05亿年，沿续了5500万年。本纪分早、中、晚三个世，由于志留纪未受加里东运动的影响，促进了泥盆纪生物界的重大变化。陆生植物进一步发展，早、中泥盆世以裸蕨植物为主。

早泥盆世后期出现了原始石松类，中泥盆世出现了原始鳞木、原始楔叶类和原始真蕨类，至晚泥盆世出现了原始石松类的斜方薄鳞木和裸子植物的古蕨羊齿。海生动物中的正笔石类中只有单笔石延续到早泥盆世，三叶虫大量减少，而四射珊瑚进一步发展，如早至中泥盆世广泛分布的拖鞋珊瑚；腕足类中石燕类极为繁育，穿孔贝类的鸚头贝在中泥盆世分布也很广泛。原始菊石类出现了，如晚泥盆世的棱角石类和海神石类。竹节石和牙形石也很发育。由于无颌类和盾皮鱼类等鱼形动物大量繁育，故又称泥盆纪为“鱼类时代”。如中泥盆世的沟鳞鱼等。泥盆世大西洋动物群与印度洋、太平洋或南太平洋动物群没有多大差别，可以合称为欧亚古地中海动物区。我国沉积矿床丰富，鄂西、湖南及我国东南等地常见有鲕状赤铁矿，黔、桂的菱铁矿、川西北、黔桂及祁连山北麓的石膏和岩盐等。

9. 石炭纪“石炭纪”一名最初创用于英国（1822），由于这个时期的地层中蕴藏着丰富的煤矿故名。开始于距今3.5亿年，延续了6500万年。本纪分为早、中、晚三个世。在北美通常把石炭纪分为两个独立的纪或亚纪：相当于早石炭世的称为密西西比纪；相当于中、晚石炭纪的称为宾西凡尼亚纪。由于二叠系也含煤，在法国有时将石炭系和二叠系合起来称为大石炭系。石炭纪陆生生物进一步发展，以植物界的空前繁盛为其特点。其中以石松、楔叶、种子蕨和真蕨最重要。至中、晚石炭世，由于大陆性气候分带非常显著，从而出现了植物分区现象。北有安加拉植物区，南有冈瓦纳植物区，中间为从西欧向西到北美洲东部，向东经东欧、中亚到我国，向南转至印尼苏门答腊一带的中部植物区。由于森林广布，昆虫大量繁殖。脊椎动物两栖类中出现了只能匍匐行时进坚头类。海生无脊椎动物中以腕足类的出现和发展为其特征。珊瑚和腕足类仍繁盛。四射珊瑚以三带型为代表，腕足类以长身贝科最突出，深水生活的棱菊石类进一步发展。石炭纪的海生动物分区与泥盆纪相似。总的说来，中国石炭纪动物群除早石炭世具有一些太平洋特有的化石外，与古地中海或西欧动物群比较接近，属古地中海动物区。石炭纪地层的特点是除海相外，出现广泛的含煤陆相或海陆交互相类型。我国的石炭系分布广泛，发育良好，各种沉积类型都有代表，化石丰富，并以富含煤、铝、铁、黄铁矿、猛及耐火材料等矿产为著称。我国东部的华南与华北的石炭系各具特点，迥然不同。华南以海相为主，发育全。华北则以陆相或海陆交互相为主，富含煤层，发育不全，只有中上统。我国北部的天山—兴安区的石炭系与我国东部不同，为巨厚的地槽型沉积岩及火山岩。西北部祁连山的石炭系发育全，下、中、上统都有，上石炭统和华北相似。华北石炭系的本溪组和太原组是我国北部石炭系中最重要的煤系地层。另外还有铁、黄铁矿、猛、铝土矿及耐火粘土等。

10. 二叠纪古生代最后的一个纪。原译二叠纪，是德文“Dyas”的意译，即二元的意思，故命名为二叠纪（1859年）。现用二叠纪（Permian），乃源出于苏联乌拉尔西坡的彼乐姆城（Perm）。因为Permian创定在先（1841），故国际引用。二叠纪开始于距今2.85亿年，延续5500万年。由于地壳运动强烈，自然地理条件发生急剧变化，生活环境的迅速变化，又促进了生物界的大变革。植物界除了由石炭纪延续下来的石松类、有节类、真蕨类、种子蕨外，二叠纪后期出现了适应干燥寒冷气候的裸子植物的松柏类、苏铁类等植物，开始出现了中生代植物的面貌。植物的气候分带和地理分区与石炭纪相似。由于在我国、朝鲜及东南亚一带出现了以大羽羊齿为代表的独特植物

群，因而将上述地区划分出来称为华夏植物区。与植物密切相关的昆虫类有了新的发展，与石炭纪巨大的单纯的昆虫群不同，形体变小，种属增多。脊椎动物中的两栖类仍很敏盛，还出现了原始的爬行类。海生无脊椎动物如瓣鳃类、珊瑚、腕足类也有新的发展。二叠纪海生动物分区与泥盆纪和石炭纪基本相似。在中国境内由于为中朝古陆和中天山隆起所分隔，二叠纪动物群基本上可以分为北方区和南方区。北方区的天山、内蒙、东北北部，与苏联西伯利亚、北美的北太平洋动物群相似。南方区如华南，与西欧、乌拉尔、中亚、澳大利亚的古地中海（或特提斯）动物群相似。当时南太平洋区与古地中海区很可能形成一个统一的主要生物区，即广义的古地中海区。我国早二叠世末到晚二叠世早期，在西南地区有大规模玄武岩喷发，称峨嵋山玄武岩（东吴运动）。晚二叠世早期则为海陆交替相含煤沉积（龙潭煤系），是我国南方的重要含煤地层。晚二叠世晚期又形成海相沉积。华北及东北南部，在若干盆地内形成了陆相含煤堆积。

### 中生代

显生宙第二个代，开始于距今 2.3 亿年，延续了约 1.63 亿年。中生代包括三叠纪、侏罗纪和白垩纪共三个纪。生物界的演化发展到更高级阶段。就植物来说，裸子植物占主导地位，故中生代有“裸子植物时代”之称。但从白垩纪后期，新的、高度发育的被子植物出现了，排挤了古老的裸子植物，占有主要地位，使得白垩纪晚期的植物群具有了新生代植物的面貌。就动物来说，以爬行动物的极度发展为其特征，故中生代又称“爬行动物时代”或“恐龙动物时代”。海生无脊椎动物中的头足类的菊石类趋于极盛，统治当时的海洋，故又称中生代为“菊石时代”。随着中生代的结束，巨大的恐龙类和海洋中的菊石类都灭绝了。原始的哺乳类在白垩纪早期出现。鸟类的祖先出现于侏罗纪晚期。在古地理方面，从世界范围来看，古地中海范围缩小，限于南欧、北非、地中海沿岸一带，向亚洲延伸，经伊朗至喜马拉雅山，折向东南延伸，经缅甸转马来西亚。古地中海似北的古欧亚大陆，中生代时，欧洲部分常为浅海淹没，亚洲部分则大部高出海面以上。在古地中海以南的南方冈瓦纳大陆，中生代后期，由于进一步解体的结果，形成几个分离的陆块：南极大陆、南美、非洲、印巴次大陆和澳大利亚。在它们之间及欧亚大陆和北美大陆之间，形成了两个巨大的大洋盆地：印度洋和大西洋。中生代时，有些地区发生过强烈的地壳运动。在欧洲称老阿尔卑斯运动。在太平洋两岸也很强烈，故又称太平洋运动。在美洲西部称内华达运动和拉拉米运动。在中国则称印支运动和燕山运动。在这个时期，我国东部沿海地区，伴随大规模岩浆活动，形成了许多重要内生金属矿床。

1. 中生界中生代形成的地层称为中生界。中生界包括三叠系、侏罗系和白垩系。我国中生界以陆相为主，三叠系分南方和北方两种类型，南方为海相，北方为陆相。侏罗系、白垩系，仅在我国边缘地带有海相沉积，其余广大地区全为陆相沉积，已无南北之分，而为东西两区所代替。东部盆地群在早侏罗世沉积了含煤地层，中侏罗世至白垩纪主要为红色碎屑岩或杂色岩系，并夹有火山岩系。西部内陆盆地群早侏罗世为含煤沉积，中侏罗世至白垩纪以红层及不含火山岩系为特征。沉积矿床有煤、石油、油页岩、岩盐、石膏及沉积铁矿和铜矿等。

2. 三叠纪中生代第一个纪。“三叠纪”一名来自德文“Trias”的日文意

译，我国沿用。由于在德国，这一时期的地层，研究最早，一系三分的性质非常明显，故名（1834年）。开始于距今2.3亿年，延续了约3500万年。又分为早、中、晚三个世，生物界与二叠纪相比有了显著的变化。繁盛于晚生代的鳞木、封印木、科达树都绝灭了，而裸子植物中的苏铁类占重要地位。真蕨类和木贼类也逐渐繁荣。脊椎动物方面，鱼类以全骨类的繁盛为其特点，爬行动物迅速发展，恐龙类开始出现，而两栖类则趋向衰退。海生无脊椎动物中，繁盛于晚古生代的四射珊瑚和笔石类已完全绝灭。腕足类明显衰退，所存无几。软体动物中菊石类和瓣鳃类及腹足类中的神螺超科却进一步发展，成为重要标准化石。我国三叠纪动物群与古地中海动物群关系密切。三叠纪形成的地层，在欧洲和阿尔卑斯区全属海相，英国纯属陆相，德国则为海陆交互相。我国南方以海相沉积为主，北方则以陆相沉积为主。我国三叠纪沉积矿产丰富，如岩盐、钾盐、石膏、石油、天然气、油页岩以及煤等。

3. 侏罗纪中生代的“侏罗纪”得名于法国、瑞士交界的侏罗山系。“Jura”音译应为汝拉山系。日译侏罗，我国沿用。在此山区侏罗系出露完好，化石丰富，故就山系取名（1829）。开始于距今1.95亿年，延续了约5800万年。它又分为早、中、晚三个世。侏罗纪是地史上海侵比较广泛的一个纪，又是地壳史上植物界最为均一少变的时期。其整个生物界反应了典型的中生代面貌。爬行动物、菊石和裸子植物极其繁盛。植物界以裸子植物中的苏铁类、松柏类和银杏类为主。蕨类植物中真蕨类仍很重要和常见。自侏罗世起欧亚大陆地势分异和气候分带现象重新加强，从而又出现了横亘欧亚的植物区。在南欧、中南亚和东南亚热带植物区，以苏铁类为其特征。在北极附近的斯匹茨培根地区，则以松柏类为主。介于两者之间的西伯利亚温凉植物区则多松柏类和银杏类。爬行动物中以恐龙类最繁盛，其最突出的特点是生态的分异。有空中飞翔的翼指龙，海中生活的鱼龙，还有在沼泽地带生活的大型恐龙，如四川龙及合川马门溪龙等。晚侏罗世，生物演化史上发生了一次由陆地向空中发展的飞跃，最早的鸟类始祖鸟出现了，发现于德国南部晚侏罗世的石印石灰岩中。鱼类以全骨鱼类为主，原始真骨鱼兴起，如晚侏罗世的狼鳍鱼。陆生生物中还有昆虫、叶肢介、介形虫及淡水软体类等。海生无脊椎动物中以菊石和箭石最繁盛，是划分对比海相侏罗系的重要依据。我国的重要代表有早侏罗世的香港菊石等，中侏罗世的维契尔菊石及晚侏罗世的喜马拉雅菊石等。海生动物分区在中、晚侏罗世比较明显，包括北极海区，斯匹茨培根和北美北部为主的北极动物区，其特点是有厚壳的瓣鳃类双角蛤及菊石等，但缺乏珊瑚相。古地中海区包括阿尔卑斯区、喜马拉雅区、东南亚和南美安第斯区，北延至日本南部，以造礁珊瑚、海绵、厚壳瓣鳃类双角蛤及菊石、箭石为特征。三叠纪末，由于印支运动的影响，我国大部地区隆起为陆，所以陆相侏罗系普遍含有煤层。

4. 白垩纪中生代的第三个纪或最后一个纪。“白垩”一名来自拉丁字“Creta”，即白垩的意思。由于这一时期，西欧沉积了一种极细的、富含钙质的白垩层，故就岩性取名（1822）。现在英法海峡两岸的断岸，均为这种白色的白垩所构成，是研究白垩系的最早地区。白垩纪开始于距今1.37亿年，延续时间为7000万年，分为早、晚两个世。白垩纪是一次生物界显著变革的时期，许多生物种类于白垩纪末相继绝灭，植物界发生了显著的变化。早白垩世被子植物开始出现，至晚白垩世才大量发展，占了主要地位，与新生代第三纪接近；而典型的中生代裸子植物则趋向衰亡。早白垩世植物分区

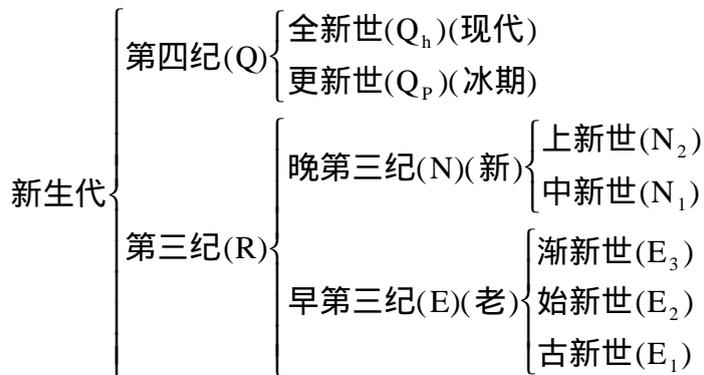
中、晚侏罗世大致相似，不过温带与热带植物分区界线更向北移。在脊椎动物中，爬行动物达于极盛时期，恐龙类继续统治着当时的海陆空，故侏罗纪和白垩纪共同构成恐龙的全盛时代。我国发现恐龙很多。早白垩纪有新疆的准噶尔翼龙、克拉玛依龙、山东的盘足龙；晚白垩世有山东的青岛龙等。到了白垩纪末，由于自然环境的急剧改变，这些形体巨大的爬行动物失去了适应环境的能力相继绝灭了。白垩纪淡水全骨鱼类继续发展。真骨鱼类开始繁盛，还现出了真正的鸟类。哺乳动物开始发展。出现了一种形体很小的原始有胎盘类，以虫类为主要食料。在陆生无脊动物中、淡水瓣鳃类、叶肢介、介形类和昆虫等进一步发展，成为陆相白垩系划分对比的重要依据。海生无脊椎动物中，菊石类和箭类仍然敏盛，并有新的发展。海生动物分区与侏罗纪相似。白垩纪是地史上最广泛的海侵期之一，白垩纪末发生了世界规模的海退。白垩纪沉积矿产主要有石油、油页岩、岩盐、石膏和芒硝等。如松辽平原、华北平原、南阳盆地、江汉平原及西部大型盆地的白垩系中石油。伴随燕山运动及强烈的岩浆活动形成许多种金属和非金属矿产，如我国东南沿海地区最丰富。

### 新生代

显生宙的第三个代。新生代不仅是地史时期中最新的一个代，而且也是延续时间最短的一个代。约开始于距今 7000 万年，延续至今。现在一般通用的标准，划分为两个纪共七个世。

第三纪延续时间约为 6700 万年，第四纪延续时间约 200-300 万年，新生代的生物界已与现代接近。植物界以被子植物为主，故称新生代为“被子植物时代”。脊椎动物中爬行动（如恐龙）已绝灭，鸟类繁多，唯化石保存少，而哺乳动物则极为繁盛，故新生代又有“哺乳动物时代”之称。人类的出现和发展是第四纪的最重要特征，故第四纪又称为灵生纪。第四纪的另一个重要特点是更新世全球性大冰期，故又有“冰川时代”之称。由于第四纪地层记录保存最全，研究最详细，而且大多数工程建筑等也都是在第四纪地层的基础上进行的，因此在人类现实生活上的意义很大。而新生代古地理，从世界范围来看，海陆分布情况与现代趋近一致。当时，古地中海区发生了强烈的地壳运动，在欧洲称为新阿尔卑斯运动，在亚洲称为喜马拉雅运动，现代的最高山系如亚洲的喜马拉雅山系，欧洲的阿尔卑斯山系，北美的西海岸山系，南美的安第斯山系等，都是在这个时期形成的。第三纪初期冈瓦纳古陆陆续解体，在非洲东部发生了大断裂带，形成了现代的红海和东非湖盆地，同时有大量玄武岩喷溢。第三纪时，在华北、华南及东北等地区发生过玄武岩喷发。我国陆相第三系，在西部主要分布在呈北西或北西排列的内陆盆地，如塔里木盆地、准噶尔盆地、吐鲁番盆地、哈密盆地、柴达木盆地和河西走廊地带。在东部主要分布在呈北东向排列的松辽平原、华北平原、渤海湾盆地、江汉平原等地，含有丰富的石油。早第三纪，东北及渤海湾地区，气候温暖湿润、森林广布，因此在这个地区的断陷盆地中形成很有价值的煤层和油页岩。第三纪末气候开始转冷，第四纪初期，寒冷气候带向南迁移，使高纬度和高山地区进入冰期，并广泛发育冰盖或冰川。第四纪冰期的规模很大，在欧洲，冰盖南缘可达北纬 50° 附近，在北美，冰盖前缘一直伸到北纬 40° 以南，南极的冰盖也远比现在大得多，包括赤道附近在内的地区和山岳冰川和山麓冰川，都曾下达到较低的位置。我国第四纪冰川作用的范围，不仅包括东北、西北、西藏和西南等地的山地和高原，而且波及到东部山区和山

麓平原。这次大冰期，至少可以分四次冰期和三次间冰期。在最大的一次冰期中，世界大陆有 32% 的面积为冰川覆盖。大量的水分停滞于大陆上，致使海面下降约 130 米。在第四纪冰期中，气温平均比现在低 37 左右，雪雨降量也比较大，不但高纬度地区多冰川覆盖，就中低纬度地区也出现寒冷气候，并在山区发育山岳冰川。



李四光教授根据江西庐山的冰碛物和冰蚀地貌，划分鄱阳、大姑、庐山三次冰期和二次间冰期，并考虑把我国西部海拔 3000 米左右发育的大理冰期作为更新的一次冰期，共四次冰期和三次间冰期。全新世—冰后期，雪线撤到现在高度。

### 现在仍生存的史前生物

据科学家统计，现在仍然生存的史前生物有 15 种，这就是；空棘鱼、澳洲肺鱼、海豆芽、鲎、霍加披、大熊猫、史蒂劳斯岛蛙、鳄晰、鳄、龟、鸭嘴兽、栉蚕（以上为动物）、银杏、水杉、硬果松。

1982 年 1 月，日本科学考察队在非洲东南部的科摩罗伊斯兰联邦共和国领海内捕到了一条被称为“活化石”的空棘目鱼。空棘目鱼属于总鳍鱼亚纲空棘目矛尾鲁（又叫“拉蒂迈鱼”）科。这种鱼在 3.5 亿年前泥盆纪时期是非常繁盛的。过去曾认为这种鱼已绝种，1938 年曾在东非以东海洋中才捕到了第一条。日本考察队捕获的这条空棘目鱼，身长 1.77 米，体重 85 公斤，是迄今为止捕获中最大的一条，这对搞清空棘目鱼的进化过程，具有重要意义。

### 欧洲和中国第四纪冰期对比

起迄时间(距今年数)	欧洲亚冰期	中国亚冰期
10 ~ 1 万年	武木亚冰期 ( W ü rm )	大理亚冰期
24 ~ 10 万年	里斯—武木间冰期	庐山—大理间冰期
37 ~ 24 万年	里斯亚冰期 ( Riss )	庐山亚冰期
68 ~ 37 万年	民德—里斯间冰期	大姑—庐山间冰期
80 ~ 68 万年	民德亚冰期 ( Mindel )	大姑亚冰期
91 ~ 80 万年	群智—民德间冰期	鄱阳—大姑间冰期
115 ~ 91 万年	群亚冰期 ( G ü nz )	鄱阳亚冰期
137 ~ 115 万年	多脑—群智间冰期	
190 ~ 137 万年	多脑亚冰期	

