14. Harvill M. L. and Roy K.: 1966, Habit of hydrothermally grown rutile structure crystals in the light of the Hartman Theory and its Ectension. Ed. H. S. Peiser «Crystal Growth», 563—567.
15. Balascio J. F. and White W. B.: 1972, Hydrothermal growth of calcite from alkali carbonate solutions. Mat. Res. Bull Vol7, 14611472.
16. Dodd P. M. and Fraser D. B.: 1967, Infrared studies of the variation of H-bonded OH in synthetic α-quartz. Amer., Min., Vol. 52, 149-

刘国彬编写

遥感技术及其在地质学中的应用

概　　况

遥感 (Remote Sensing)是六十年代发展起来的一系列远距离探测先进技术的总称。它包括安装在卫星或飞机上的许多探测仪器，这些仪器常被称作传感器(Senson)，用之对远处的目标，如地球或月球的某处进行观察、分辨和测定。苏联则称之为“从飞机和宇宙飞船上对地球目标的观察”。

遥感吸取了宇航技术的关键性成就，采用了红外、微波等新技术，从而获得对大气、地面、水面以致于水下等目标的重要资料。因此，有相当大的军事意义，并且对地质、地理、农林、水文、海洋、环境污染等方面也有很大的作用。

遥感的出现和发展，与社会生产的需要有关；在国外更与帝修反的战争政策密切相关。二次世界大战以后，由于地质找矿的需要，航空物探方法有了极大的发展。五十年代以来，美苏两霸为了争夺空间优势及核优势，大量利用遥感技术，其中特别是红外和微波技术发展很快。

美国在1960年得到第一张地球照片后，就极力鼓吹利用卫星探测地球资源。次年美国科学院等提出将宇航技术用于地球科学研究，以提高工作效率，并认为急需考虑有关数据的处理和解释。随即成立了专门的委员会。1962年在密执安大学召集了第一次遥感会议。

1966年美内务部发表了地球资源观测卫星(EROS)计划，由当时的地质调查所负责，并有矿山局等单位参加。1968年确定了地球资源技术卫星(ERTS)的基本方案。同时，科学院组织了“利用卫星对地球研究的应用前景及其有效性的估计”的课题研究。

1972年7月，美国发射了第一颗地球资源技术卫星，简称ERTS—A(Earth Resources Technology Satellite-A)。1973年5月发射了“天空实验室”空间站，并于5月、7月、11月发射了三批与之会合的宇航员，进行了各种试验。

除美国以外，苏联也拼命开展有关工作，苏科学院、地质部等许多单位有专门实验室从事这一工作。另外，加拿大、日本、英国、法国、澳大利亚、西德也都有各自的计划。欧洲宇宙研究机构(ESRO)包括欧洲十个国家，也有自己的方案。

环境遥感会议从1962年开始，目前已经开到第九次，都是在密执安大学开的，已发展成为国际性会议，第一次只有72人参加，目前已达一千余人。

1969年在美国加利福尼亚州召开了第一次国际遥感学会会议，成立了国际遥感学会。出版了定期刊物“遥感”。另外，美国还出版了“环境遥感”杂志。

由于遥感技术的发展，在国外，许多大学都设立了地质方面的遥感专业，开展了这方面的研究工作。

在地质学中的应用

遥感在地质学中使用不过数年，目前还处于研究和发展阶段，但是已有相当多的应用，可以解决某些过去难于解决的问题。它能区分岩石，辨认构造、断裂，寻找矿床，探测水资源等；特别对于掩盖区、边远地区的地质填图、找矿以及现代地质构造活动的监视有重大的意义。表1列出了目前地质研究中遥感技术的应用情况，其中比较常用的是多道照相、侧视雷达、红外热扫描和多道扫描。

1. 岩石类型与分布

判别岩石，首先利用不同岩石颜色和色调的差异，在照片中，特别在彩色照片中可以给予区分。美国利用“双子星座”卫星，在沙特阿拉伯上空拍摄的黑白照片和彩色照片中就可以辨别火山岩、沉积岩、时代较老的基岩以及河流沉积、坡积物、沙丘、海岸沙滩、随潮汐大小而变化的凹地等；而一些更细微的颜色差异，则用多道照相和多道扫描可以进行区分。

岩石的热特性的不同，在受到日照和地热作用之

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki

表 1　遥感技术在地质学中的应用

地质对象	地质对象的表现	使用的传感器								
		照相					多道扫描	红外光谱	侧视雷达	红外扫描
		黑白	彩色	彩色红外	多道	低太阳角				
岩石类型与分布	色调与颜色差异	乙	甲	丙	丁		戊			
	植物差异			甲	乙		丙			
	热性能差异									甲
	表面结构	乙				丙			甲	
	矿物化学组分							甲		
构造	地面起伏					甲			乙	丙
	断层						乙		甲	乙
	背斜、向斜等					甲	乙		乙	
矿床	蚀变带颜色		甲	乙	丙		丁			
	蚀变带结构					乙			甲	
	植物差异			甲	乙		丙			
	外貌					甲			乙	丙
	热异常									甲
	砾石和砂矿	丁				乙			甲	丙
石油(煤)	生油层、贮油层	与岩石类型和分布相同								
	构造类型	丁				甲			乙	丙
地下水	植物差异		丁	甲	乙		丙			
	土壤水分	乙								甲
	水源									甲
	水文学与排水					甲			乙	丙
地热	对流辨认和热转移									甲
	植物差异			甲	乙		丙			
	变色		甲	乙	丙		丁			
永久冻土	龟裂地面	甲	乙			丁			戊	丙
	热卡斯特	甲	乙			丙			丁	戊
	点滴排水	甲	丁	乙						丙
	冰盖	甲	乙			丙			丁	戊
	植物差异			甲	乙		丙			

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki

后，由于不同岩石对热量传导能力的变化，形成不同的表面温度，可以用红外热显相方法来区分。美国在俄克拉何马州遥感实验中表明，8—14微米的红外显相能区别灰岩、白云岩和花岗岩。

另外，某些岩石表面结构的不同，也可以用侧视雷达照片和高分辨力的低太阳角照相来加以区别。在野外工作中，已经确定某些树木、植物反映不同的岩石及其分布的大致范围，这点可以用彩色红外照相、黑白红外照相、多道照相和多道扫描在远距离进行判定。

从岩石的红外发射光谱也可区别各种岩石，如酸性岩发射谱在8.8—9.0 微米；超基性岩则在 11.3 微米。

2. 构　　造

利用遥感技术来辨别地质构造是比较容易和简便的。构造常在地形上具有线状起伏特征，如表现为深沟、山谷以及河流等等，这些从一般的航空照相上就可以判定。对起伏较小的部分，可以利用低太阳角照相加以补充，低太阳角照相突出了地形起伏的反差度。对地形起伏更小的地区，侧视雷达可以发挥一定的作用。

构造断层往往表现为一定的破碎带，即使没有破碎带，断层线的水分含量较多，因此常常可以区别于周围的岩石，热红外显相就是利用这一特征来辨别断层。

用遥感发现了许多未知的地质构造单元。美国在加利福尼亚州发现了过去1:25万地质图上没有标出的圣安德列斯断层。在苏伊士和红海附近，发现了野外地质工作未能辨认的大型构造，延伸数百公里。在美国的一个金矿床的雷达照相中，发现了一组过去地质填图和航空照相中都没有发现的北东向的断裂，从而发现了新的矿脉，扩大了储量。

从利用遥感结果编制的全球构造图与月球构造图上，可以看出以北西方向的轮廓线为主。因此有人认为，地球上的这种全球构造特征是与地球的不均匀自转所产生的应力有关。

3. 金属矿床

利用新技术来发现新的矿床、新的矿脉，一直是地质工作的重要目标。

与西方矿床学研究十分注意围岩蚀变研究有关，遥感技术也十分注意蚀变带的判定，由于蚀变带常和围岩有颜色上的差异，所以，很容易为彩色照相，彩色红外照相，多道照相与多道扫描所显示。

某些与成矿有关的构造破碎带，如角砾岩带等，矿物在其中较在基岩中更易溶解。因此在地形上也表现为线状特征，可为低太阳照相、侧视雷达和红外扫描所辨认。

某些矿床由于地球化学晕的影响，形成地表植物的差异，甚至影响其生长状况。例如美国科罗拉多某铀钒矿床，其氧化带上所生长的植物多具萎黄症状，并较矮小，由遥感图片上可以明显看出这种生长状况和铀钒矿床分布的一致性，苏联利用植物分布发现了三个金伯利岩火山筒。

伴随着某些硫化矿床矿物的氧化以及放射性矿床中能量的辐射，形成了放热反应，这种放热现象，有人企图通过红外扫描技术来发现它，但因影响因素较多，尚处实验阶段。另外，利用二价铁和三价铁反射谱，来找寻大型铁矿床，也受到很大的注意。

砾岩和砂岩矿床，由于具有粗糙的外表或特殊的热特征，能为侧视雷达和红外扫描方法予以辨别。

利用遥感技术发现矿床，比较突出的例证是澳大利亚的塔克萨斯海湾地区，在地下40呎发现了一个含铅、银、锌的硫化物矿床，其价值超过20亿美元，是由“双子星座”卫星发现的；在美国阿拉斯加洲、芝加哥地区以及塞拉勒窝内的丛林复盖地区，发现了许多金矿脉；在委内瑞拉，根据地表植物分布特征，发现了储量五亿吨的大铁矿。

4. 碳氧化合物

遥感技术可以发现地层中释放出来的痕量的碳氢化合物气体，特别是甲烷。这为寻找石油与天然气提供了一个十分重要的手段。另外利用侧视雷达、低太阳角照相、红外扫描以及相关谱仪等，还可能区别生油层、储油层和发现油田构造。从卫星照片分析中，有人认为，苏伊士湾的大部分油田位于横切断层与海岸的交叉处。再对成矿构造分析研究，认为这一现象有助于确定苏伊士湾以及沿断裂带向西部沙漠区和尼罗河三角洲是下一步找寻石油的远景区。

5. 地下水

使用侧视雷达、低太阳角照相、红外扫描与各种照相，可以辨别泉水出露点、土壤水分以及地下水的细小的排水特征等等。它不但可以确定地下水是否存在，还可以估计地下水的出露深度。例如：美国利用红外照相来对比海洋咸水和地下淡水的黑白显象的区别，辨别暖流等等；在夏威夷附近的浅海中发现了一股地下泉水，从而解决了海军基地的淡水供应问题。

6. 地　　热

美国对国立黄石公园的诺里斯间歇泉以及加利福尼亚洲的温泉区作了大量实验，其目的为企图利用遥

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki

感来解决地热探测问题，与之有关还有研究火山喷发、地震等，所采用的手段主要是红外扫描和微波辐射等。

7. 永久冻土

美国阿拉斯加州有85%地区多少都存在永久冻土复盖层，进行城市建设，交通、军民建筑物也都碰到永久冻土问题。而遥感技术对永久冻土所产生的龟裂地面、热卡斯特构造、水泡排水、冰盖以及植物差异等许多现象，很容易判别，而且还能估计其深度，主要方法为多种照相、侧视雷达、红外扫描。

8. 卡斯特研究

遥感仪器经过适当改装，可用于地面工作。将微波辐射计安在汽车上，加上数据处理系统，在加利福尼亚州某石灰岩区实验中，表明可以发现直径60呎以上的卡斯特溶洞，并能大致确定洞的深度，倾向与填充度。但也有人对此持有不同看法。

总的说来，遥感在地质研究中的应用在下列方面是很有用途的。

（1）绘制地形图，填制地质图，用于1:25万填图有速度快、成本低、成象区域大等特点。

（2）用于找寻新的矿床，发现新的矿脉，指示石油构造以致于寻找地下水和地热能源。

（3）进行海洋、水文研究以及某些工程地质调查。

（4）对现代地质作用，如地震、火山爆发、海啸、雪崩、滑坡等进行连续的观测和预报。

（5）有助于研究地壳、地幔等地质学中的某些基本问题。

后　　记

遥感技术出现不过十多年，将其用于地质工作方兴未艾，它将使找矿勘探和地质研究的工作方法产生巨大变化，甚至涉及某些地质基本理论问题。

当前，国外地质方面使用遥感技术尚属初创，急需进行大量地表实践和实验室基本参量研究的配合，以认真探索在各方面的实际应用，为此，正在培养一批既掌握地质又熟悉遥感技术的解释分析、研究的人员。

可以确信，在这个领域里，我国广大地质工作者在毛主席革命路线的指引下，将会在不久的将来，迅速赶上和超过世界先进水平，为人类作出应有的贡献。

肖金凯　陈　丰编写

高生长速率下高声学Q石英的生长

水热生长的合成石英中高的声损失严重地降低其可用性，特别是对于高频应用更是如此。早已知悉，声损失是与碱性生长溶液中以 $(OH)^-$ 形式进入晶格的间隙 H^+ 有关的，H^+ 则是为了补偿晶格中 Si^{+4} 位置上存在的非正四离子（Fe^{+3}、Fe^{+2}、Cu^{+2}、Al^{+3}）的。前已证明，为了抑制 H^+ 的侵入（uptake）和提高Q，可从含 Li^+ 盐的溶液中生长，因为这样使 Si^{+4} 位置上非正四取代离子的浓度降低了。也早已知晓，声学Q与生长速率定性地成反比。例如，在垂直于(0001)的面上（基面生长）或在与(0001)成5°（+5°×切）的样品上，即使有 Li^+ 时，高Q石英（$Q>10^6$）能在速率低于0.5毫米/天的条件下生长，生长速率大大超过1.5毫米/天的，一般就不会获得 $Q\sim10^6$ 以上的晶体。高速率下获得高Q的技术在经济上具有显著的重要性。

实　　验

本实验的生长条件和设备就是通常在商业性石英生产中采用的那些，只是压力-温度范围扩大了。高压釜见图1所示。这种高压釜采用一种薄板结构，因此内层或者是4340E，或者是Hy-100号钢，而外层是高强度的H-11号钢[1]。高压釜的压力-温度界限在

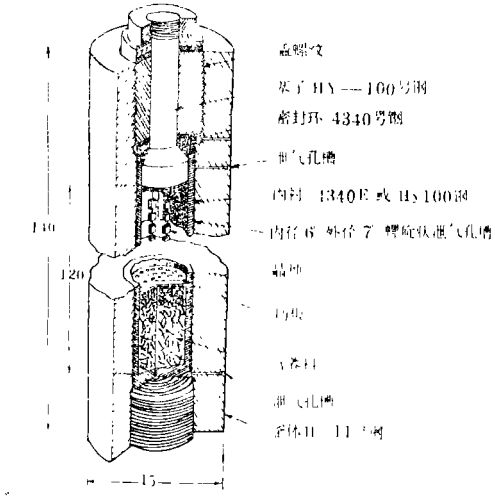

图1　层状结构高压釜

1）外层实际上用的是Hy-140号钢，关于Hy-100和Hy-140在高温下长期操作引起钢材的变脆。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki