

为了使 SPM 仪器能够满足相应领域的计量技术要求以及使其测量量值具有计量基准,高精度的三维位移监测系统是必不可少的。有的仪器在三维弹性工作台上设置微型光纤传导激光干涉测量系统,有的仪器中 SPM 探头部件内带有三维电容监测元件来测量扫描值。

## 五、SPM 在工业技术领域中的应用实例

SPM 既可用于样品表面分析与检测,又可用于纳米尺度加工,以下举几个例子说明其主要应用。

### 1. 表面形貌(粗糙度)测量

机械工业中,加工表面粗糙度测试是主要测试指标之一,过去常用的方法是机械触针法和光学法。自 SPM 出现后,各类 SPM 特别是 SFM 已成为测量纳米表面粗糙度的有力手段,特别是在测量超精密光学零件表面、超精密惯导元器件加工表面、超脆性加工材料表面等方面发挥出技术优势。同时,按表面粗糙度定义,要求评定长度等技术指标,这也为各类 SPM 在应用时提出了不同的设计参数,促进了 SPM 在机械工业领域的功能拓展和应用范畴的扩充。

### 2. 材料物理化学特性检测

某些 SPM 既能探测表面纳米尺度信息,同时还能对表面下的界面进行无损探测,例如弹道电子发射显微镜(BEEM)能同时检测材料表面和界面性质;这一特点就为材料物理化学特性的高精度纳米检测提供了新的手段。目前已开发和正在开发的有微区磁性测试、表面电势测量、材料变异(利用相位成像技术)、疲劳测试、粘度测试、半导体工业的二维掺杂、硬度与可塑性的测试等。

### 3. 纳米刻蚀与纳米加工

SPM 与其他传统微细加工方法相比,由于具有极细的探针半径、低的电子能量、宽的功率密度范

围以及能及时成像等特点,使其在材料光刻、微区淀积和刻蚀中得到很好的应用。半导体 Si,金属 Au、Al,化合物 GaAs 和其他非晶金属材料的加工方法有电流曝光法、化学沉积法、机械移动法等。目前还有一些重点课题等待人们去研究,如加工结构尺寸的缩小、加工成功率提高、加工速度的提高以及新原理的加工方法实现等。

### 4. 电子工业领域中 SPM 的应用

各类 SPM 在电子工业技术领域中有如下一些典型应用,例如,AFM 和 STM 可以用于数据高密度存储;AFM 可以用于线路板线宽、膜厚、步高、表面粗糙度测量;STM 可用于纳米光刻而得到更高微细度的三维加工;SNOM 可用于线性量子阱半导体结构的近场光学分析,也可用于近场高密度信息存储,还可用于新型发光管制造、研究量子线等人工微结构的发光特性;BEEM 可以用于分析半导体材料特性如肖特基势垒高度及空间分布;未来的 SPM 还可用于纳米电子器件的制造。

总之,新兴的扫描探针显微技术已逐步应用于离线分析和在线制造等多种工业技术领域,正是由于 SPM 特有的技术特点,使其广泛地使用在各种工业领域,并成为一种与纳米科技相关联的主要研究手段。同时,应用领域的拓展也为 SPM 自身发展提供了机会,SPM 仪器既覆盖了传统扫描电子显微镜的功能,又增添了更多更精密的功能手段。SPM 仪器设计制造将更趋于集成化、多传感以及多模式化,新的原理、新的效应也将使更多的新型 SPM 出现在新的研究领域中。机遇与挑战将同时出现在各国学者和工业企业界人士面前,相信下个世纪 SPM 技术将会广泛应用到各学科领域及边缘学科,为纳米科学技术和人类生活带来一场革命。

(略去全部参考文献,外文 23 篇,中文 10 篇)

(责任编辑 王宏章)

## 彩图说明

## 北极科学考察

周立波

(中国科学院大气物理所 北京 100029)

中国首次北极科学考察,自 1999 年 7 月 1 日于上海正式启航起,至 9 月 9 日靠港为止,共历时 71 天。本次北极科学考察的主要内容是进行“北冰洋的海、气、冰相互作用综合研究”。考察的具体科学目标有 3 个:一是探讨北极在全球变化中的作用和对中国气候的影响;二是了解北冰洋与北太平洋水团交换对北太平洋环流的变异影响;三是了解北冰洋临近海域的生态系统与生物资源对中国渔业发展的影响。共有来自海洋、生物、大气、地质、海冰等近 10 个学科的 124 名科学家参加了本次科学考察,其中来自大气、海洋、海冰等多学科的科学家在北纬 75 度的浮冰上建立了一个连续作业 7 天的联合冰站,对海洋、海冰和大气

进行了立体式的综合观测。这是我国迄今为止在北极地区建立的第一个较长时间的联合冰站。考察中利用小艇、直升飞机等多种手段,对冰、气、海的综合作用进行多点同步观测,取得了一系列珍贵的数据。这些资料对于人类科学地认识北极有着重要的作用。

北极的浮冰(见封底图) 浮冰覆盖住北极的大部分,此时正是北极的夏季,气候温暖,阳光充足,浮冰区也逐渐向北退。因为对北极海冰的认识不足,我们第一次到达 70°N 左右就被迫返回白令海,半个多月后重新进入北极圈,雪龙船前进最高纬度达 75°N 以上。正是因为这半个多月  
(下转第 24 页)

粮的呢?县人事局的一位负责人一语道破天机:“领导批了字,谁敢不办?”

据调查,1992年到1995年,陵水进入批条共达1 000多张。诸如:“某某副县长的侄子,请办理手续”、“某局长孩子的事办一下”、“按某书记意见,同意调人”,等等。只要有领导的批字,资历、学历等条件就变得无关紧要了。

——引自《海南日报》1998年7月7日

“条子满天飞”的背后是权力人口的腐败和堕落。譬如,有些当权者将条子明码标价,高者可达万元。这就是典型的“权力商品化”。

二是权力人口视百姓为草民的思想。一个“草”字传神地说明了百姓的社会地位,官贵民轻,百姓的安乐自然无足轻重,当官的享受才是当务之急。

权力人口的另一个大问题是“官官相护”。据说,尽管新闻媒体对子洲县裴家湾乡随意加重农民负担问题进行了报道,但有关方面似乎还执迷不悟,不准备纠正,至少是到1998年8月报道时仍是这种情况。

中国权力结构的最大问题是人治,是缺乏法治的意识和制度,是对公正和科学的排斥。譬如,广西合浦县原县委书记何建林卖官受贿就非常典型。他的卖官准则是:“不跑不送,降职使用;光跑不送,原地不动;又跑又送,提拔重用。”<sup>[7]</sup>在这种情形下,权力人口的素质恐怕是不低也不行,因为大家努力的目标是如何在关系学上获得“毕业文凭”。在这种人治体制中,权力人口的素质非但不能保证,而且由于权力升迁的信号给出了错误的导向,导致了权力人口职业素质的普遍性下降,从而危及了社会发展的整体事业。

### 三、基本结论

(上接第18页)

的时间,北极的海冰,尤其是浮冰,有了很大的变化。第一次我们见到的浮冰面积大小不等,大的直径几十米,小的只有1米左右。蓝色的海水衬托出一块块美丽浮冰的倩影。然而,许多浮冰表面积满了尘土,有的说是陆地上的冰;有的说是被大气污染的缘故;还有的认为海中的一种叫“海藻”的植物也导致了此处海冰表面的尘埃……众说不一。但凡浮冰被“染上”颜色,就会导致返照率的减小(即吸收太阳辐射增加)而容易被融化,融化后的海水会造成更多的海冰融化,即所谓的“正反馈”效应。所以如果北极海冰受到污染,那海冰融化必然引起海平面升高,将严重威胁人类的生命和财产安全。半个月后再次见到的浮冰和初见的浮冰有很大差别:大的浮冰连在一起,破碎的浮冰分布在一个地区,形成“高山”与“田地”交错的景色。大浮冰很容易破碎,破碎后的大浮冰不时地从海水中翻腾而出,颇为壮观。小冰一块块整齐地排列着,形成阡陌纵横状。这种冰水共存的景象在北极的夏季随处可见。这是因为,一方面,太阳辐射很强,辐射能量由雪面到冰面进而入射到冰下,而海冰又阻隔了冰下向外的长波辐射,从而使

由于权力人口的膨胀和腐化,人们对政府的信任危机已经产生,这是动摇社会可持续发展基础的不妙讯息。权力金字塔的塔基已经动摇。中国农村的权力人口问题是根本性的大问题,再不引起关注,就可能继续损害社会可持续发展的基础。从社会学角度看,“权力人口问题”是中国在今后相当长时期内具有关键性意义的重大的社会人口问题。

从问题产生的原因看,主要有:权力失去监督和制约;进入权力金字塔结构中的人口素质不能有很好的保证;非程序化、非科学化的选拔机制从一开始就给权力人口的膨胀和腐化埋下了伏笔。急于掌权者,一旦大权在握,就可能为所欲为,利令智昏,从个人的悲剧发展成社会的悲剧。

中国的权力人口素质偏低,权力本身又天然具有腐蚀性,若没有好的制度,权力只会加重腐败。因为权力意味着对资源、财富和机会的支配和控制;但人性的原恶理论却告诉我们,人性最深刻的东西就是自利的遗传劣根性和自私的生物倾向。

社会可持续发展需要“权力人口”树立“以民为本”的思想。民主选拔干部是一方面,监督和教育干部是另一方面,两者同等重要,不可偏废。

#### 参考文献和注释

- [1]穆光宗(主笔).可持续发展 and 苏州人口现代化.中国人口出版社(预计2000年即出)
- [2]国家计划生育委员会外事司编.人口与发展国际文献汇编.中国人口出版社,1995年版,176
- [3]王元化.孙冶方革命生涯六十年.文汇读书周报,1999-9-4
- [4]参见国务院信访局局长周占顺,当前群众信访新动向.半月谈,1999(2)
- [5]参见《中国市场经济报》1998年12月23日有关报道
- [6]参见王学江文,载《经济参考》1998年4月26日
- [7]参见《中国青年》1999年第3期有关报道

(责任编辑 孙立明)

得冰面不断融化,融化的过程很慢,却很强烈;另一方面,融化的海冰加入到海水中,降低了海水的温度和盐度,使得海水化冰的能力减弱。可以想象,在季节转换到一定的时候,两者会达到一定的平衡。再以后,太阳辐射减弱,海冰会重新冻结,再进行新一轮北极海冰的形成过程。

北极地区的海雾(见封二图) 北极地区的特点之一是海雾特别多,因为海水温度高于水面上的空气温度,水汽在海表面就形成了海雾。这种海雾不同于热带的雾,后者是由于暖湿气流引起的。北极的海雾一起,能见度降低,对雪龙船的航行和直升机的起降都会造成很大的危险。不仅如此,该地区的海雾来去很快,有时刚刚看还是能见度2海里,一会儿功夫,能见度变成了100米以内,这种情况在寻找冰站位置时给我们造成了很大的不便和威胁。有好几次因海雾的原因,飞机在找到合适的冰站前就被迫返回降落。在 Tuktoyaktuk 港期间,接送海关人员上岸后返回雪龙船的直升机遇到了险情。起飞时能见度还有几公里,可是飞了10分钟左右,能见度降低,接近雪龙船时飞机已经看不到100米以外的物体了。为了能尽快寻找雪龙船的位置

(下转第45页)

## 四、展望

伴随着社会经济的发展,城市化进程的加快,从20世纪60年代以来,城市地下工程有了突飞猛进的发展。例如城市地下铁道,自1863年建成第一条地下线到1963年的100年间,世界上建有地铁的城市仅有28座,而1964年至今的30多年中,全球已有127座城市开通了地下铁道,共建成线路总长6900多km(其中地下线路近4000km)的地下快速交通线路和多功能建筑联合体,使城市功能中最活跃的因素——交通得到了改善,给城市的繁荣注入了新的活力。目前我国除已有京、沪、穗、津(香港、台北未计入)4个城市地铁运营近120km外,尚有南京、深圳等16个大城市正在兴建或筹建城市地下快速交通线路。

开发城市地下空间,在技术上已比较成熟。在原有技术基础上发展新技术,要比开发宇宙、海洋的技术容易,投资相对节省得多,且能在国家遭受袭击时起到保护人民生命财产的巨大作用。城市地下工程的开拓应遵循城市中心区立体化再开发的原理,使原有城市地面、地上空间和地下空间衔接,分工协调开发。人在地上,物在地下,人长时间活动在地上、短时间活动在地下。先浅后深、因地制宜、统一规划设计、多功能综合利用、分期实施等已被实践证明了的正确原则应该得到充分的运用。应首先开发距地表较近且开发价值最高的地下以上10~30m的浅层,这是由于人员上下方便,易与地面高层建筑的地下室联通衔接,天然阳光有望采输,在其间可以布设交通隧道、搭乘车站、停车场(库)、仓储库、市政地下管线以及商娱文体和社区活动、服务等多功能建筑联合体。这样既可改善现有城市的结构布局,又为城市未来发展打下良好基础。

在规划设计上应研究最合理最经济的隧道建筑限界。有人提出若把现行通用的直径为4.6~4.9m的隧道断面缩小到3.6m时,隧道施工造价就(上接第24页)

置,直升机被迫超低空飞行(飞行高度50米左右)。降落时,飞机剧烈振动,雪龙船甲板上的人说:“当时就看见直升机45度角就冲过来了,直奔塔台撞过去!”飞行员猛地向上拉起操纵杆15度,飞机才贴着甲板而起,最后慢慢降落。

遭遇北极熊(见封底图) 本次考察是在北极的夏季,正是北极熊觅食的季节,然而能见到北极熊也非易事,因为北极熊在滥捕滥杀的情况下急剧减少,从上万只减少到几千只。7月18日下午,正当雪龙船缓慢前进时,我们在船的左前方200米和500米左右的浮冰上,发现了两只北极熊!北极熊有着棕黄色的皮毛,嘴巴和鼻子略显尖,看起来憨态可掬。幸运的是,我们后来又陆续发现了8只北极熊!其中有一次最为惊险。那次是在利用直升机作业期间,考察队员猛然发现在距离200米左右的冰脊上有3只北极熊!其中一只大的,两只小的,虎视眈眈地望着下面的考察队员们。当时把考察队员吓了一跳,但北极熊轻易不会攻击人,尤其是我们穿的是红色衣服;该季节又是北极熊有

可降低1/3左右。地铁线路网位置的确定和地铁车站功能综合利用问题,是衡量验证规划设计优异与否的最重要标志。前者既便于人流出行、乘载率高,又能较快收回投资;后者可结合中心区主要建筑、交通枢纽或广场的立体式开发,无需增加太多的投资,便可在地下形成一个相当规模的多功能地下综合体,创造巨大的社会与经济效益。同时,在地下工程灾害防治设施的建设方面,也应给予充分的重视,努力做到防患于未然。另外,对于城市地下工程机电设备和施工机械化装备的国产化问题,要加大开发研制的力度,逐步提高国产机电设备的占有率,这是降低地下铁道造价的重要途径。

城市地下工程成败的关键是施工问题。施工方法的选择应根据工程性质、规模、所处土岩层工程地质与水文地质状况、周围环境条件和工期要求等因素,经技术、经济方案比较、优化后,选用安全、技术可靠和经济合理的施工方法。当前应侧重研试适用于城市地下工程的多功能施工设备、新材料、新工艺,以便提高施工质量、加快施工进度、缩短建设工期、降低成本。

随着科学技术的进步,地下工程某些局限性问题将会逐渐得到改善和克服。预计通过城市地下空间资源的开发和综合利用,势必进一步完善城市的立体化、园林化再开发。未来的现代化国际性都市,将用有限的土地取得合理的最高城市容量,同时又能保证城市内具有开敞的空间;充足的阳光;大面积的绿地、园林和水面;新鲜的空气;优美的景观和人文环境,使城市逐步达到高效、文明、舒适、安全的理想目标。

### 参考文献

- [1] 中国大百科全书·土木工程卷,建筑、园林、城市规划卷. 中国大百科全书出版社,1988
- [2] 童林旭著. 地下建筑学. 山东科技出版社,1994
- [3] 陶龙光,巴肇伦编著. 城市地下工程学. 科学出版社,1996

(责任编辑 王宏章)

充足食物的季节,我们怕它们,它们更怕我们。后来据曾经到过北极的人讲,从没有看到像这一次如此多的北极熊!

海豚和燕鸥(见封底图) 风和日丽,万里无云,蓝绿色的海面连一小点白浪都清晰可见。忽然,雪龙船前面不远处有白色在跃动,原来是四五条海豚在互相追逐,不时跃起嬉戏。远处又有几只海豚也闻“船”而来,大家都特别高兴地看它们玩耍。海豚一拨接一拨,直和雪龙船玩耍了1个多小时方自行离去。一会儿,又看见许多海鸥和一种叫“燕鸥”的海鸟沿船尾的气流作滑翔状,特别潇洒自在。有几只落到船边的海面上,两只白色的小腿有规律地划水,显得十分悠闲。北极燕鸥是世界迁徙冠军,迁徙路程是鸟类中最长的。它们在北极短暂的夏季抚育幼鸟,然后在南极夏季来临、食物充足时,飞行1万多公里到南极。据说雄北极燕鸥在求偶时,总是送一条鱼给配偶作为礼物。

(责任编辑 王宏章)

# 中国北极科学考察

(见彩图说明)



北极科考队队旗和雪龙船(周立波摄)



雪龙船迎着朝阳驶向北冰洋(邹捍摄)



北极的海象



“宝光”——由海面蒸发雾引起的大气折射现象(邹捍摄)



北极水面上的云雾

# 中国北极科学考察

(见彩图说明)



图1 “小松鼠”直升机完成冰情侦察任务返回雪龙船 (邹捍摄)

图2 CTD——海洋温度、盐度、深度采样观测 (邹捍摄)

图3 大气臭氧观测

图4 高层大气探测气球即将升空 (秦为稼摄)

图5 考察结束，全体队员在国旗下高呼“北极，再见” (邹捍摄)



# 中国北极科学考察

(见彩图说明)



◆ 北极的浮冰



北极熊



北极的燕鸥



正在融化的浮冰