

·学科进展与展望·

从抗震救援看科技的作用和新研究课题

邵立勤

(科学技术部国家遥感中心,北京 100862)

[摘要] 本文初步总结归纳了在汶川地震救援中使用的12种科技手段,指出有什么样的科技水平就有什么样的救援工作,提出了今后一些值得关注的新的研究课题。

[关键词] 抗震救援,科技作用,研究课题

我国是世界上自然灾害最多、损失最严重的国家之一。随着国民经济持续高速发展、生产规模扩大和社会财富的积累,灾害损失呈现日益加重的趋势。

目前,中国进入新的灾害多发期,重大灾害事件不断出现,灾害应急响应和紧急救助成为新时期我国救灾工作的重要任务和突出特点。

面对着严重的自然灾害,光靠两只手的作用是十分有限的。抗灾救援要使用高科技的手段。

本文从汶川地震抗灾救援过程中对科技的需求出发,提出科技工作者要把抗灾救援列入思考的范围,打破常规,开拓新的研究方向,才能在国家危难的时刻为人民多做贡献。

1 对生命活体敏感的材料和器件

生命活体迹象的标志是什么?心跳和呼吸是通常所能够使用的标志之一。在非接触的情况下,高度定向地获取微弱的心跳、呼吸、语音和运动是判别有无生命迹象的重要途径。从更广泛的意义说,只要是生命,身体之中就会有着许多特别的生命信息,这些生命信息会通过各种能量方式表现在身体外部,比如声波、超声波、电波、光波以及一些目前还没有掌握的特殊波,如大脑在进行活动时所产生的一些特殊波等,这些波的频率不同,自然就会发出完全不同的能量。地震灾害中使用的生命探测仪正是通过探测这些不同的波而判断出现在屏幕上的不同生命形式。

生命探测仪分很多种,有的是感应人心脏所发出的超低频电波,并产生电场,使天线摆动,最终指向目标的电场探测型;还有用红外热成像的;还有声波/震动原理的,就是一个听音器,听听哪里有动静;

还有光学原理的,就是一个光纤探头;最先进的是雷达型的,就是用超宽频的冲击雷达,连续照射,检测回波中的心跳信号,比如采用超低频电波产生之电场(由心脏产生)原理来找“活人”位置,人体发出的超低频电场可穿过钢筋混凝土墙、钢板。

我国在生命探测仪的研究方面,尚处于比较初级的阶段,品种较少、体积较大,这些都有待科技工作者加强研究。另一重要的新研究方向是太赫兹生命探测仪,这是因为太赫兹波可以穿透墙壁、屋顶等获取活动图像。

2 危险气体和有害物质探测

灾区现场情况复杂,煤气、液化气、电、化工厂及仓库有害物质的泄漏,甚至核泄漏或是放射物质的暴露都会对居民和救援人员造成次生危害,因此必须对现场进行探测。需要各种敏感材料和器件。例如:测电棒用于确认被测电源、短路电线的走向及漏电部位和漏电判断;气体检测仪检测易燃易爆气体、煤气等气体浓度变化情况及对受害区域进行快速估算。

我国目前具备一些现场测试气体的仪器仪表,但同时能测量多种气体、灵敏度高、体积小方便携带的却很少,需要进一步加强研制。

3 地质测量“机器人”

地震灾区经常遇到余震的危险,山体滑坡、滚石、泥石流等给群众和救援人员的安全带来很大的威胁。在这次抗震救灾过程中,首次使用了由结构监测系统、三维激光扫描系统和地表裂缝变形监测

本文于2008年6月26日收到。

系统构成的点、线、面全方位立体智能地质测量“机器人”,取得了较好效果。

从远处看,支在三角架上的“机器人”形如罗盘,近前一看,“罗盘”里却有一只“贼溜溜”的多棱镜“眼睛”,一刻不停地上下左右360°旋转,随着“眼睛”的转动,电脑屏幕上,一处处山体表面模型不断变换。通过连续观测,地质变化趋势一目了然。轻点鼠标,瞬间打印出4张“环幕照片”,比数码相机拍出的图片还清晰,连山上的细小裂纹都一清二楚。2008年6月9日,解放军工程部队在海拔上百米的老鹰山堰塞湖挖渠排险,正好遇到一次余震。“机器人”发现一侧山体半小时之内动了9厘米,而且速度不断加快,在场的人大声喊“撤”,160多人迅速离开现场,不到10分钟,山体滑坡400多立方米,官兵有惊无险!

这种类型的地质监测设备应进一步完善,可以广泛应用于地质灾害严重的地点,保护人民的生命安全。

4 高强度轻型结构材料

地震救援过程中需要许多高强度、韧性的材料。首先是用于救援的工程机械,如挖掘机、起重机、开路架桥设备和运输车辆等,需具备比平常更优的耐磨抗疲劳的特性(因为不可能有很多可替换的机械)。

要合理配带多种简单机械,尤其是千斤顶、倒链、滑轮、大力钳等。千斤顶可以顶起楼板,而且力量均匀,没有回劲,既可以节省人力,又可以使压在楼板下的人免受二次挤压,还可以防止楼体进一步跨塌,压伤下面人员。千斤顶还可以将挡路巨石移开,快速打通道路;倒链可以一端固定,吊起或拉动楼板,一个倒链运用得好可以胜过百人;滑轮可以改变力的方向,还可以省力,大力钳更是断钢筋铁丝的应手工具。

其他还有,如:剪钳,可扩张范围5—40 cm,最大张力5.4 t,可钳直径10 cm,最大钳力13 t;气袋,可顶高40—50 cm最大负重8 t;隔绝式全身防护服,具有正压式空气呼吸器、防止毒剂、生化物质、放射性散落物对人体的伤害、使佩戴者不受外界各种有毒、有害气体的影响,而进行呼吸和灭火、抢险救灾、救护等工作;切割机,用于切割铁管、钢筋、水泥等。

更重要的设想是在现代科技的基础上研制简易的器械,它可以抵挡例如四层楼直压下来的力量以保全人身安全,例如,可以参照汽车事故的气囊、像雨伞一样能打开的抵挡工具,或逃生球等。家里也可备有上下两面和支柱都是钢铁(或碳纤维)的桌子。

支撑这些的物质基础包括超高强度金属材料、先进复合材料和高性能工程塑料、性能优异的铝-锂合金,高韧钛合金等,要求强度高、质轻、一般支架采用高强铝合金,缆绳最理想的是采用超高分子量聚乙烯纤维材料,强度高又很轻。

5 电源及电池

救灾时电源至关重要,尤其是夜间救援或黑暗空间的搜索需要照明保障,灾民也需生活照明。在这次地震中,省电、长寿命、灵活的半导体照明LED系列电源发挥了很重要的作用。

电池充电器问题也非常关键。遇到灾害时,通常会遇到手机没电的问题。因此,要大力发展长寿命电池、使用空气的锌空电池等。另外,开发不依赖电网的充电器,例如太阳能充电器和手摇发电机等也尤为重要。

这次救灾中有多套“灾区跟踪式太阳能卫星电视及应急照明系统”产品投入使用,为地震灾区人民提供应急电力,该产品配置了节能照明灯及电视卫星接收机、液晶电视等设备,集照明、看电视和手机充电等功能。

6 卫生安全所需材料和装备

地震灾区需要大量地面消毒、防腐、包装材料、垃圾处理等材料。国外救援队现场使用一种高效粉末杀菌材料;还有环境净化材料,如用于分解有害气体的新型高效触媒材料等。

饮用水水质、空气质量、食品安全的检验、过滤和杀菌非常重要。在这次地震救援中使用了一些先进的装备。例如:将污水处理成饮用水的设备在灾区是必要的,一台机器可过滤供5万人用的清洁水,还有一种名为“生命吸管”的物品,一支吸管可以从任何污水中析出300升饮用水,保障灾民的饮水安全。

国家“863”计划环境监测的最新科研成果——多类水源化学品污染综合监控和预警水质在线生物安全预警系统(Biological Early Warning System—BEWs),被成功应用于成都市区饮用水源安全监控与预警。该技术采用8通道的生物传感器监测受试生物行为的生态变化信号来判断水质的污染状况,并根据系统的分析预警软件,对水体污染事件进行细化分析,通过受试生物1—6个不同运动状态作为指标,指示突发性污染事件发生的时间和污染程度,该系统还通过GSM、网络传输等方式实现仪器信号的远程传输和仪器运行的远程控制,一旦发生突发

性水环境污染事故,仪器能够自动将水质分析结果发送到定制的联系方式上,并提醒根据应急预案采取相应措施。

“汶川地震灾区空气中传播的细菌和病毒的采集及基因分析技术”是由国家自然科学基金委员会应急资助的项目,主要监测9种具有较高风险的细菌、病毒造成的疾病,包括肠道传染疾病、呼吸道传染疾病、流行性乙型脑炎、气性坏疽、炭疽病、百日咳杆菌、脑膜炎双球菌、结核杆菌和禽流感,承担基金资助项目组的专家们在这次地震救援中使用了水溶性过滤膜,这是一种高效的采样膜,这种过滤膜从实验室进入了实际应用,并且首次和基因扩增技术结合,来快速识别空气中的细菌、病毒,水溶性过滤膜可以直接投入水中溶解,然后提取样品RNA或DNA序列进行基因复制,如果样本中不包含病毒、细菌,基因扩增就看不到明显的信号,如果样本中有,经过一定的基因复制次数,就会有信号监测到,而且可以通过复制的次数,来计算其在空气中的浓度,如果能够实现空气中细菌、病毒定点实时监测,一旦发现就实施隔离控制,那对控制大规模传染病将具有划时代的意义,同时这种技术对早期疾病的诊断也意义重大。

食品安全监测车是国家“十五”食品安全重大专项课题的研究成果,拥有完整的包括供水、供电、排风、减震、安全防护等系统共8项专利,整体技术水平在国内处于领先。作为一个移动实验室,该车装备有国家检水检毒箱、食品安全快速检测箱和车载便携式气相色谱仪及全套便携式快速微生物检测设备,能对食品中的微生物、有毒有害物质、添加剂、重金属和掺假作假食品等进行快速而准确的检测,出结果只需几分钟。农药和兽药残留快速检测试纸条、速测卡、试剂盒也是科技部“十五”研究成果之一。这些试纸条和试剂盒的灵敏度、精密度、特异性、稳定性等性能指标完全能满足国内外对农药残留快速筛选、残留检测的要求,检测时间只需要几分钟。在地震灾区的四川眉山市,快速检测试纸条、速测卡、试剂盒、便携式分析仪器和检测车一齐上阵,短短2天时间就完成了99家企业、209个样品的检测。

可移动自清洁厕所也被用于地震灾区,其工作原理为:(1)人的排泄物和生活污水进入降解处理装置,排泄物和生活污水在沉淀、腐化的同时,被微生物菌剂进行降解。微生物菌剂中有有效控制有害菌种并控制臭气的菌种,保证无害无臭;(2)经过降解

的污水,在微生物形成的生物膜的作用下,污水中的有机污染物被微生物截流、吸附和分解,实现对污水的净化处理;(3)经完全净化的清水,最终达到国家标准排放或循环利用。

此外,还有临时浴室等设备进入灾区,为灾民解决洗浴等具体困难。

7 伤员救治所需的药物和器械

地震灾区伤员的救治需要野战救护所需的大量材料,例如止血纱布、止血塑料薄膜、敷料;治疗难愈合伤口,例如溃疡、下肢动静脉疾病性溃疡、褥疮、三度烧伤创面等需要加生长因子类敷料、带细胞类敷料(组织工程皮肤)、一次性注射器、输液器、采血器、血袋、医用粘合剂、缝合线、整形材料、介入器械、导管等;身份确定,生物芯片和生物传感器也进入灾区作为基本手段使用;假肢材料对人体组织伤害的治疗,对残疾人的康复都有重要意义。

8 灾区建材和建筑

在地震毁灭地区,首先是需要帐篷和搭建临时建筑问题,需满足防水、防污、抗菌涂料及透气的作用;其次,重建家园问题,材料科技的进展要能提供强度高、简易、廉价的住宅。还有,重要水坝的临时堵漏和加固的材料也非常重要。

地震波及地区,更有大批原有建筑物需检查和加固,地下管线的修复等。这些都急需经济型墙体砌筑材料、经济型建筑墙板、经济型墙体保温材料、经济型屋面材料和装饰装修材料。

地震高发地区要减少高层建筑,合理使用一般的混凝土楼板,一定要充分注意混凝土的一般居民住宅的寿命约五十年左右,超过五十年还继续使用的住宅是不安全的。近年来出现的钢骨架整体刚性结构轻型住宅是值得研究和推广的方向;另外,使用橡胶层、橡胶弹簧或阻尼器可以改变硬抗、死抗地震打击的设计规范,本质上也是改变了建筑结构受力体系,提高了建筑物的抗震性能。

由兰州大学开发的抗震住宅“新型装配整体式房屋体系”,体系设计合理、成本低廉,建造速度快,特别适合灾区震后重建,它的优点:一是采用新型装备整体式砖混房屋结构体系,这一方式采用工厂化生产到受灾区安装建设,具有节材、节能、环保、具有产业化生产的特点,三层以下农村房屋造价600元/平方米左右,如使用当地材料和产业化生产相结合,造价将低于500元/平方米,适合地震灾后的农村和

城镇的房屋快速重建；二是采用冷弯薄壁型钢结构房屋体系，它在施工建设中采用干作业的施工方法，上部结构施工不用水、模板及支架，构件由薄板弯曲而成，冷弯薄壁型钢结构可由工厂制作，现场拼装，受气候影响小，具有施工周期短、速度快、投资回报快等特点。

9 信息保障呼唤专用材料与器件

救灾过程信息畅通尤为重要和紧迫。它包括卫星通讯、实况报导、救援指挥、信息传递、收听新闻等等。

首先，遥感遥测技术在这次汶川地震救援中发挥了特殊的作用。遥感可以大范围快速获取灾区的图像，及时了解道路受阻的情况，及时发现地震引发的堰塞湖等灾害的形成，供中央领导决策参考；其次，通过地震前后数据对比，遥感技术可以准确把握城镇破坏的具体实况，为灾情评估提供有力支撑。这次地震过程中，我们有效地协调了国内外卫星观测数据和航空观测数据。通过对比，我们在遥感分辨率和图像处理的速度等方面还有不少差距，需要今后不断改进提高。

国家“863”计划 B3G 移动通信最新成果在北川抗震前线发挥重要作用。在北川抗震救灾前线指挥部，国家“863”计划 B3G 移动通信的最新科研成果——宽带无线交互多媒体系统被成功应用于前线指挥部与各个救灾现场之间的宽带应急通信与现场指挥，并为武警、特警、公安、消防、救援队、地震局、医院、媒体等各部门提供了大量可靠的现场信息，多次受到当地政府和现场指挥部的赞誉。中央电视台对该项最新科技成果的应用还进行了现场采访和报道。B3G 移动通信是新一代移动通信技术，其传输速率比现有的商用移动通信技术高出 100 倍以上，可用于中、高清晰度的视频传输。

在本次抗震救灾过程中，上海睿智通公司及中科院微系统所等单位的技术人员，克服各种困难，仅用了 1 天多的时间便完成了系统安装、调试与稳定运行，是国内首次将 B3G 宽带移动通信技术应用于抗震救灾应急通信。这次用于北川、平武、汶川、青武的宽带无线接入系统由 4 个无线基站和 20 余个移动终端组成，采用 UHV 频段传输，便于在山区以及地形复杂的环境下实现大范围组网覆盖和快速组网。在现有移动通信系统和地面通信系统遭到破坏时，仍可实现移动状态下的点对多点宽带无线通信传输。该系统采用了多天线、多载波等最新移动通

信技术，传输速率远高于现有移动通信系统传输速率，总吞吐速率可达到每秒 100 兆比特，可在移动状态下实现高传输速率交互视频信息，使得救灾前线指挥部迅速掌握各个现场实时救灾状况，及时调动有关人力、物力资源调配与现场救助。

此外，我们应该看到，目前的一些信息设备大都存在大、重等问题，在特殊情况下（例如攀登珠峰，以及采访救灾狭小空间时）使用非常不方便甚至危险。因此，必须采用更先进的信息材料、器件和通信方式，平时还需储备一些救灾时用的原始通讯方法，例如短波通信、灯光通信、旗语通信，要发展超长波通信，以方便地上地下联络。

10 救灾机器人

危险的情况下使用机器人是未来救灾的一种考虑。科技部已立项支持救灾机器人的项目。针对废墟搜索与辅助救援等功能要求，新型救灾救援机器人可在瓦砾上行走，可进入废墟并可在废墟缝隙间运动，能够探测和定位受伤者并引导救援，可搭载视觉、瓦斯/氧气浓度、煤尘浓度等检测装置，可完成与控制中心双向通讯和检测数据实时传输。

11 可再生能源

地震灾区需要各种机械、运输车辆、直升机等。如没有能源这些机器设备就成了废铁，全都开不动了。因此就地取材的可再生能源，例如风能、太阳能、生物质发电、分解水获取氢能等是需要大力开展的研究课题。

分解水获取氢能源的工作目前已取得决定性的进展。1996 年 Mallove 报道在 24 伏特电压下碳棒电极电解水，可产生 3000℃ 至 4000℃ 电弧，水分解，得到水合燃料气体，以 3 比 1 至 5 比 1 的空氛与此水合燃料燃烧，产生的废气较汽油燃料少 1000 倍以上（*Infinite Energy* 第 9 卷 44 页）。这种燃料是以石墨材料为主体的矿物材质，经特殊的反应装置进行水的电解而产生的以氢为主体的可燃气体，这种气体无味、无污染、燃烧热值高、动力好、无杂质、发动机不会产生积碳，可延长发动机使用寿命一两倍，而且这种反应装置产气速度快、成本低，产生的气体不怕震动，不易燃烧爆炸，是一种更优于汽油等燃料的安全可靠的动力能源产品，既经济又实用，它解决了目前石油燃料产品所解决不了的所有问题，这种燃料生产成本低，价格低于石油燃料产品价格，从而

大大减少了消费者的经济负担,相当于1公升汽油燃烧能量的燃料最低可由目前市场93号汽油价格的6元降低到1.80元(暂定)。机动车所加的“碳氢燃料”可在各地建有“碳氢燃料”站,也可由现有的加油站改建,每个站有150 M²的房屋便可安装一台站式设备,将石墨棒、水管、电源接到设备上就可以制造液态“碳氢燃料”并充压储罐,2—4名工人即可以开站,其理念是自行生产液态“碳氢燃料”,“碳氢燃料”站实际上就是一个小型能源生产制造厂。

另外用陶瓷粉末放在水中产生氢气的工作也取得很大进展。氢气可以在氢气锅炉、小型燃料电池上的应用,也可在产业上、家庭厨房上应用。

12 漂浮材料及其他

从堰塞湖淹没村庄的事例看,有一定强度、能浮

于水面的轻型泡沫材料和舟船也是需要的。还需要野战炊事车、灾民日常生活所需各种物品、灾民集中点水、电设施等以及可以靠舔来维持一段时间营养的材料,类似于牧区羊群冬天受灾时的舔砖。

以上初步归纳了汶川地震救援的科技手段,提出了一些值得关注的新研究课题,可以看出有什么样的科技水平就有什么样的救援工作。其实灾害的种类很多,例如冻灾、水灾、火灾、地质灾害、污染灾害等等。作者认为,社会需求是推动科技发展的动力之一。根据我国多灾害的特点,建议国家科技计划领域中设立抗灾救援的专题,使更多的科学技术人员平时能有所研究,有所积累,部分工作要经过长期试用和完善,这样,在灾害来临的时候,我们就可以提供更好的材料和装备,为国家和人民多作贡献。

THE ROLE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY AND THE NEW RESEARCH SUBJECTS FROM THE PERSPECTIVE OF EARTHQUAKE DISASTER RELIEF EFFORT

Shao Liqin

(National Center of Remote Sensing, MOST, Beijing 100862)

Abstract The article made a preliminary summary of the 12 technical tools adopted in the Wenchuan Earthquake disaster relief effort, then pointed out that scientific level decides the level of relief efforts, and finally brought forward some new research subjects worthy of notice in the future.

Key words earthquake disaster relief, role of science and technology, research subjects

·资料·信息·

中日生物修复国际合作项目启动

在国家自然科学基金委员会和日本科学技术振兴机构联合主办的环境保护与重建中的生物修复功能与技术研讨会上,经双方协商,2008年的合作领域为“生物修复在环境保护与恢复中作用——关键过程与技术创新”,要求通过揭示不同环境领域的关键生物修复过程,阐明修复的科学原理,创新生物修复技术,为环境保护与恢复提供理论依据和技术途径。

该合作项目重点支持4个研究方向:一是盐胁迫与荒漠化生态修复。重点研究耐盐植物的生理与分子机制;根际过程与植物适应性调节机理;荒漠化生境植物修复的限制因素与调控途径。二是酸化土

壤生物修复。重点阐明人类活动对酸性土壤酸化过程的影响;揭示植物耐酸与抗铝毒的机理;酸害、铝害环境的植物生态恢复机制。三是重金属污染土壤生物净化。重点研究锌镉等重金属污染土壤植物修复的根际过程与调控途径;重金属超积累植物的生理与分子机制;污染农田土壤联合修复的新技术等。四是水体污染生物净化。重点研究富营养化水体氮磷阻控及高效净化的植物和微生物过程;微生物群落与功能及其对水体净化的作用。

(摘自委情况交流)