

贵州六盘水石漠化的特点、成因与防治^①

王瑞江¹,姚长宏²,蒋忠诚³,裴建国³

(1. 中国地质调查局资源评价部,北京 100083; 2. 中国地质大学,武汉 430074; 3. 中国地质科学院岩溶地质研究所,桂林 541004)

摘要:贵州六盘水市石漠化面积 2575km²,约占国土总面积的 26%,是贵州乃至整个西南岩溶区石漠化最严重的地区之一。六盘水石漠化的特点在西南岩溶区很有代表性:一是岩石裸露、植被覆盖率低;二是坡度大、岩溶裂隙发育;三是土地质量差、环境容量小;四是旱涝灾害频繁。石漠化的产生与发展既有自然方面的原因,如:强烈的岩溶化过程,陡峻、封闭的地形,地表、地下双层岩溶结构,缓慢的土壤形成过程,植物的生态效率低等;又有人为的原因:大规模砍伐森林,烧山,不合理利用土地,过度放牧等。六盘水石漠化主要防治措施应包括:(1)是开发和调蓄表层岩溶水资源;(2)是通过土地整治,改善土地利用结构;(3)是以因地制宜培植当地名特优植物资源为主体,发展生态农业;(4)是控制人口数量,提高人口素质;(5)开展扶贫和生态恢复示范工程。

关键词:岩溶;石漠化;六盘水

中图分类号:X141;S766 文献标识码:A

0 引言

我国西南岩溶区的石漠化问题已经非常严重,作为一种特殊的脆弱环境已经引起国内外的广泛关注。朱镕基总理在九届人大四次会议上作“关于国民经济和社会发展第十个五年计划纲要的报告”中提出“推进岩溶地区石漠化综合治理”,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》进一步明确提出:“推进黔桂滇岩溶地区石漠化综合治理”,把石漠化治理提到了国家目标的高度。然而,对石漠化的确切含义、特点和成因都还缺乏比较深入的研究,石漠化形成究竟是自然原因还是人为原因?如果二者兼有,其比例是多少?至今人们认识还不十分清楚,这对于石漠化的综合治理非常不利。本文拟以地处西南岩溶石山中心地带的贵州六盘水为例,对石漠化的特点及其成因进行初步的探讨,以抛砖引玉,推动石漠化的深入研究。

石漠化,作为岩溶区的一种环境恶化和土地退化过程,其特点和主要影响因素都非常复杂,石漠化的

界限尚不明确,为便于操作和讨论,本文沿用土地分类系统中裸岩的指标作为划分石漠化的标准,即将裸露岩石所占面积达 70% 以上的地带划分为石漠化地区。

1 六盘水石漠化的特点

六盘水市地处贵州省西部,南北长 177.2km,东西宽 142km,总面积达 9914km²。地理坐标为东经 104°18'20"~105°42'50",北纬 25°19'44"~26°55'33";属北亚热带—暖温带气候区,雨量充沛,多年平均雨量为 1363.39mm^[1],降雨多集中于 5~10 月间。因地势起伏大,气温垂向变化明显,各地光照、辐射、热量差异较大,生态环境复杂多样。

作为西南岩溶区的中心,六盘水市碳酸盐岩分布面积广,占土地总面积的 63% 左右,约 6263km²,其中石漠化面积达 2575km²,约占土地总面积 26%(如图 1),是贵州乃至整个西南岩溶区石漠化最严重的地区之一。归纳起来,六盘水的石漠化具有如下特点:

^① 基金项目:国家自然科学基金项目(49872096),广西自然科学基金匹配项目和地质调查项目(DKD2002008)资助
作者简介:王瑞江(1956—),男,博士、研究员,长期从事水文地质和国土资源的研究和科技管理工作。
收稿日期:2001-07-09

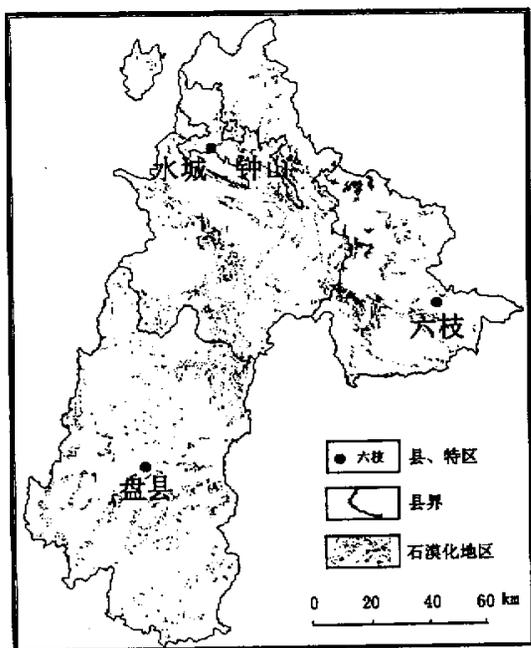


图1 六盘水市石漠化分布示意图

Fig.1 Rocky desertification distribution in Liupanshui city

1.1 石漠化的分布特点

六盘水市位于滇黔桂构造区的黔西凹陷带,地层从泥盆系至第四系均有出露,碳酸盐岩以灰岩和白云质灰岩为主,沉积厚度达2000余米。野外调查发现,石漠化极易在纯灰岩地区发育,主要为 $P_{1q}-P_{1m}$, $C_{1s}-C_{2m}$ 地层,分布于水城南部至盘县特区北部以及钟山区城关、滥坝至六枝堕却一带,分布总面积为3492km²。如六盘水梅花山地区,山体中部为石炭系下统上司组、摆佐组中厚层块状致密纯灰岩地区,岩溶管道、裂隙、断裂、溶隙发育,地表土壤稀少,岩石裸露,石漠化趋势明显;山体顶部和山麓,因分别含有煤系地层和页岩,土层较厚,植被覆盖相对较好。

对比发现,石漠化更易在地势起伏大、人类活动强的地区发育。受邻近地壳运动和地表流侵蚀切割,六盘水市岩溶区地势起伏强烈,表层土壤稳定性较差,水土易于流失,故石漠化面积较广。另外,人口密度分布与石漠化程度也存在一定量正比例关系。人口密度大的地区,人类活动频繁,土地垦殖率高,植被破坏严重,从而引起水土流失。

1.2 石漠化的土地资源特征

如前文所述,六盘水石漠化地区面积占其总土地面积的四分之一强,分布面积广,土地资源丰富。但作

为土地资源利用而言,石漠化地区因其独特的岩溶环境,存在以下问题:

首先,与其它石漠化地区一样,六盘水市土壤稀薄,植被覆盖率低,岩石裸露。20世纪80年代末全市的平均森林覆盖率为7%左右,而石漠化地区则往往不足2%,由此可见,石漠化地区第一土地资源特征是植被稀疏、岩石裸露。其次,土壤贫瘠,土地质量差,生态效率低。根据岩溶地区生态系统物质平衡原理^[2],石漠化地区溶沟、岩溶裂隙中分布的零星土壤,由于养分输入少,流失多、消耗大,再加之土壤结构差,导致土壤养分不足,土地生产能力低。正因为如此,石漠化地区也不利于植被生长、生态恢复,生态效率较正常地区低。

第三,环境对降雨的调蓄能力差。表层岩溶带对降雨的调蓄主要表现在两个方面^[3]:水量上的调蓄和水流过程的调整。表层岩溶带结构是岩溶环境调蓄降雨能力大小的决定因素,一般而言,表层结构越复杂,规模越大,调蓄能力就会越强。六盘水石漠化地区,表层岩溶系统中不具有森林和土壤结构,仅由碳酸盐岩表层裂隙、溶沟溶槽组成,结构简单,调蓄能力弱。如区内分布的表层岩溶泉均为季节性泉,仅在丰水期(5~10月)有泉水流出;其暴雨效应强烈且暴雨滞后时间较短,大多仅1小时左右。

最后,石漠化地区自然灾害频繁。因地势起伏大,植被覆盖率低,根系固土保水能力弱,水土流失严重。据1995年统计,全市水土流失面积有4914km²,占全市土地总面积的50%左右。水土流失将会造成两个方面结果:一方面是山地土壤流失,植被逆向演化,石漠化加剧,表层蓄水结构遭受破坏,泉水枯竭,导致旱灾的发生;另一方面,流失的泥沙堵塞低洼处的落水洞,导致消水不畅,水位猛涨,淹没田地、工厂、民房,造成不可估量的财产损失和人员伤亡。例如,水城小河落水洞于1976年7月的一次大雨后堵塞,促使盆地低洼处水位上升37m,造成水城钢铁厂停产,农业大面积减产^[4]。

2 石漠化的成因分析

石漠化是我国西南岩溶区严重的生态环境问题之一,其将导致岩溶地区生态环境更加恶劣,使当地居民失去生存的物质条件,生活更加贫困。石漠化的产生与发展是自然因素和人为因素叠加所致^[5],结合六盘水市实际情况,主要原因如下:

2.1 自然因素

2.1.1 强烈的岩溶化过程

六盘水岩溶地区喀斯特发育,宏观岩溶形态主要

有洼地、峰丛、落水洞、消水洞、暗河以及地下伏流等,石漠化地区微观形态包括石牙、溶蚀裂隙、溶沟和溶痕等。分析不同水体的岩溶地球化学指标(如表 1),我们发现源于岩溶区的水体其暂时硬度均较大, Ca^{2+} 含量超过 60mg/l;另外,根据水化学分析成果,用热力学方法(如公式 1)计算得到的方解石饱和度大

于 0,表示水体的方解石浓度处于过饱和状态,证明六盘水岩溶区岩溶化过程十分强烈。

$$SIC = \log \frac{IAP}{K_{eq}} \quad (1)$$

式中 IAP 表示方解石溶液中离子的活度积; K_{eq} 代表方解石溶解于水的平衡常数。

表 1 不同水体的岩溶地球化学指标对比

Tab. 1 Comparison of hydrogeochemistry for different water sources

水 点	Ca^{2+} (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	暂时硬度 (mmol)	pH 值	水湿 (C)	SIC
窑上水库	57.16	3.47	153.64	18.97	3.0	8.25	15.4	0.61
梅花山表层泉	77.82	1.33	198.12	23.18	4.0	7.95	12.4	0.50
妈嘎常流泉	65.07	3.73	155.66	43.20	3.4	7.77	14.9	0.18
妈嘎季节泉	66.39	3.47	153.64	45.31	3.4	7.76	14.8	0.17

强烈的岩溶化过程将从两个方面促进石漠化的形成和发展:一方面,较快的溶蚀速度,不仅溶蚀母岩全部的可溶组份,也带走大部分不溶物质,降低碳酸盐岩造土能力;另一方面,强烈的岩溶化过程,有利于地下岩溶裂隙和管道发育,形成地表、地下双层结构,不利于表层水土的保持,加速了石漠化的形成和发展。如梅花山 203 号表层岩溶泉暴雨滞后时间仅有 1 小时左右,调蓄能力很差,对水土保持很不利。

2.1.2 地质条件

石漠化多分布于纯灰岩地区,这是因为纯灰岩中可溶性物质易于淋溶流失,只是一些不易溶解的物质成分残留下来形成残积土,然后风化演化为土壤^[6]。有关资料表明,纯灰岩中酸不溶物质的总含量一般不超过 5%,这意味着在强烈岩溶化过程中将有 95% 以上的物质溶解于水而被带走,而可以残留下来的部分经过风化搬运形成土壤的比例将会更低。另外,在目前的气候条件下,形成 1m 厚的土壤将需要 50 万年左右的溶蚀时间,而石漠化地区因缺少土壤和植被,其岩溶作用要相对减弱^[7],因此要形成 1m 厚的土壤所需的时间将会更长。

2.1.3 地形、地貌因素

六盘水的地貌主要类型有台地、丘陵、山地、高原、山原和盆地,其中岩溶地区的地貌除岩溶盆地(水城盆地、滥坝盆地、六枝盆地和茅口盆地)外,更多的是岩溶峰丛山体,其分布面积约达 6000km²,占全区面积的 60% 左右。六盘水峰丛地区地形起伏大,山坡陡峻,植被覆盖率低,水土流失严重。

2.1.4 植被生长环境

植被在自然界中对防止土壤侵蚀、水土流失起着

十分关键的作用。由于区内岩溶峰丛海拔高,平均气温低,年平均仅有 13.7℃;水汽重,云雾厚,日照、热量条件也不足,因此,植被生长缓慢,据笔者在梅花山调查,2000 年种植的杉树幼苗一年增长高度不大于 5cm,退耕还林的山地多为荒草地,少灌丛、乔木。另外,研究区碳酸盐岩沉积厚度很大,岩溶表层带结构简单,降水调蓄能力有限,易在峰丛地区形成“水在楼下,土在楼上”的分布格局,不利于植被生长。恶劣的气候条件和特殊的岩溶环境造成植被更新和恢复过程缓慢,生态效率低。

2.2 人为因素

岩溶区石漠化产生是自然因素和人为因素叠加的结果,以人为因素为主,即在社会发展过程中,未能协调好岩溶地区的人地关系。支持这一结论的一个很有力的依据是:尽管六盘水岩溶地区具有很高的降雨侵蚀能力及不利的地形因素,但在人类活动较弱的地带,森林植被遭受破坏程度较低,仍存在山清水秀的良好环境,如德坞白鹤风景区等。

导致六盘水市岩溶区石漠化的人为因素主要有两方面:

2.2.1 不合理的土地利用

不合理利用土地是六盘水大面积土地石漠化的主要原因。尽管六盘水主要为陡峻的峰丛山区,但耕地面积所占的比例不少(表 2),其中大部分耕地位于 25° 以上的坡地。不少地区甚至还是“一碗泥巴一碗饭”的石旮旯地。不合理的土地利用一方面直接或间接地破坏植被,导致土地质量不断退化,水土流失加剧,促进石漠化发展;另一方面,水土环境的破坏,导致生态恶性循环,不利于石山、半石山的生态恢复。此

外,表2中的林地面积虽然已经达到18.4%,但主要为灌木林和未成林地,不是森林面积。而且,森林的结构不合理,主要为用材林,防护林和经济林所占比例

过低,分别只占有林地面积的1.2%和5.9%,这对于石漠化的防治是不利的。

表2 六盘水市岩溶山区土地利用现状统计(单位:ha)

Tab. 2 Statistics of land use in the karst areas of Liupanshui city

辖区	面积	耕地	园地	林地*	牧草地	居民工矿地	交通过地	水域	未利用地
六枝	181991.9	73439.7	1221.2	27245.2	24167.2	5456.1	1227.0	1727.8	47481.0
盘县	408252.5	157378.5	1227.7	17891.3	35520.6	10485.5	3037.2	3178.4	119348.6
水城	358408.2	125950.3	704.9	65817.2	30394.7	7119.3	1959.8	2970.5	123250.3
钟山	47884.4	20413.3	86.2	12017.0	3754.9	4221.9	403.1	331.3	6656.6
合计	996537	377181.7	3240	182970.7	93837.4	27282.8	6560.5	8208.1	296736.5
比例(%)	100	37.8	0.3	18.4	9.5	2.7	0.7	0.8	29.8

注:表中林地包括有林地、灌林地、疏林地、未成林地和苗圃

2.2.2 大规模砍伐森林,过度放牧

近年来大规模砍伐森林,烧山,工程建设,过度放牧也是人类导致六盘水市岩溶环境恶化的主要原因之一。据调查访问,本区于近几十年来曾多次发生过大规模的毁林毁草开荒行为,而每一次砍伐的结果都导致森林覆盖率下降,造成严重的水土流失。近年来的工程建设也加速了石漠化的进程。由于各种工程的兴建,区内不少地方存在非法采砂采石的生产,如水城县境内杨梅公路段就有不少的采石场。砂石的开采不仅直接破坏表层的土壤和植被,而且砂石的任意堆放也会破坏生态环境。六盘水境内各种矿产资源极其丰富,矿产行业较为发达,如煤炭产业。但由于管理粗放、发展规划不合理,废矿矸石长期大量堆放,导致矿山土地石漠化。

3 六盘水石漠化的防治

石漠化特点和形成的复杂性,决定了石漠化治理措施的综合性和长期性。协调好岩溶区的人地关系,采用工程措施、生物措施和管理、教育相结合方法,遏制和治理石漠化,是恢复岩溶区生态环境,促进经济发展,保证社会进步的根本途径。其主要对策如下:

(1) 开发和调蓄表层岩溶水资源

水资源一直是困扰西南岩溶区的主要问题之一。因“地表、地下”双层结构^[8],降雨快速通过管道、裂隙渗入地下,造成“土在楼上,水在楼下”的分布格局,使区内工农业用水困难,甚至人畜饮用也常常不能得到满足。表层岩溶水资源虽然水量较小,但它们在各种岩溶形态滞留一定的时间,而且对六盘水来说,高山

峡谷的地貌特征使得采取地下河或管道水非常困难,开发和调蓄表层岩溶水资源对当地居民饮用水和恢复生态、促进经济发展均非常重要。其关键是在表层岩溶泉的补给区发展水源林,以防护林为主,考虑森林恢复速度慢的特点,开始阶段可同时发展草和灌木林,以增强植被覆盖的速度,尽快加强对表层岩溶水的调蓄。

(2) 整治土地,改善土地利用结构

为了解决岩溶山区居民生活和生产的需要,必需充分利用山区的土地资源和适宜的气候条件,选择“石生、耐旱、喜钙”的植物品种,因地制宜,植树种草、封山育林,加强小流域治理,以求达到控制水土流失,遏制土地石漠化,提高土地生产力,发展社会经济。结合一些工程措施,因地制宜安排果农林牧茶药,形成“山顶林业(水源林:云南松、白杨等),山腰果业(经济林:核桃、板栗等),山脚农业(中药材和反季节蔬菜),家庭牧业(圈养黄羊)”的多层次土地利用结构^[5],减弱脆弱地带人类活动强度,增加森林植被覆盖率。

(3) 因地制宜培植当地名特优物种,发展生态农业

退耕还林、退耕还草必然降低区内居民的耕地面积,减少粮食产量、家庭收入;为了弥补因减少耕地所造成的减产,因地制宜培植当地名特优物种,如适宜当地岩溶环境生长的果树如核桃、板栗,药材如杜仲、金银花、青天葵等,发展生态农业是十分必要的,也是恢复岩溶地区生态环境的保证。

(4) 控制人口数量,提高人口素质

脆弱的岩溶环境所能承受的人口压力低,即环境容量小^[8]。在六盘水岩溶地区控制人口数量,提高人口素质是恢复生态、发展经济的前提。一方面,应就石

山、半石山地区生态治理的重要性、紧迫性、长期性和艰巨性进行广泛的宣传,从多方面增强治理区内广大干部和群众对治理工作的认识,自觉参与治理工作,另一方面,必须重视地方的智力开发,发展科技教育文化事业,增加科技人才、资金、设备、技术的投入,提高石漠化地区的研究水平。

(5) 开展扶贫和生态恢复示范工程

六盘水岩溶区居民普遍文化程度不高,家庭收入较低,生活比较贫困。在全市范围内开展科技扶贫、建立生态恢复示范是引导地方脱贫致富、恢复良好生态环境的唯一之路。在一些典型岩溶地区,联系有关岩溶专家,选择适当的名特优物种,因地制宜调整农业种植结构,建立示范工程,提高区内居民、地方领导参加生态治理的积极性和主动性。

4 结论及问题讨论

虽然岩溶学者对石漠化定义中岩石裸露所占比例众说不一,但根据笔者实际工作经验和野外调查结果认为,将岩石裸露所占面积达70%以上的地带划为石漠化地区比较合理、可行。这样不仅石漠化的景观特征明显,而且其环境构成中,土地质量很差,植被难以恢复。当然,具体的准确指标尚待进一步研究。

对于石漠化的概念,笔者认为,石漠化是岩溶山区脆弱生态系统与人类不合理经济活动相互作用而造成的岩石裸露、具有类似荒漠景观的土地退化过程。强烈的岩溶化过程为石漠化产生的主要自然原

因,人类对生态的破坏和土地的不合理利用为石漠化过程激发的主要人为因素^[9]。自然原因与人为原因的比例则因地而异,需要进一步的研究。以六盘水而言,土地的不合理利用为最主要的原因。

在自然因素和人为作用共同影响下,贵州省六盘水境内石漠化程度不断加重,使石漠化治理任务更为紧迫,更为艰巨。石漠化治理过程中必须坚持林、农、牧协调发展和山、林、水、田、路综合治理,因地制宜提高植被覆盖率,促进土地资源循环利用,为恢复生态环境、降低土地石漠化程度、保证社会可持续发展提供坚实的物质和经济基础。

参考文献:

- [1] 王顺祥,王济良,袁德修.贵州省六盘水市地质灾害研究[M].贵阳:贵州民族出版社,1998:1-4.
- [2] 姚长宏,杨桂芳,蒋忠诚.岩溶地区生态系统养分平衡研究[J].中国岩溶,2001,20(1).
- [3] 蒋忠诚,王瑞江,裴建国.我国南方表层岩溶带及其对岩溶水的调蓄功能[J].中国岩溶,2001,20(2):106-110.
- [4] 段本祚.六盘水市喀斯特环境问题[A].贵州省环境科学学会主编.贵州喀斯特环境研究[C].贵阳:贵州人民出版社,1988.
- [5] 姚长宏,杨桂芳,蒋忠诚.贵州省岩溶地区石漠化形成及其生态治理[J].地质科技情报,2001,20(2).
- [6] 王世杰,季宏兵,欧阳自远等.碳酸盐岩风化成土作用的初步研究[J].中国科学(D辑),1999:29.
- [7] 姚长宏,蒋忠诚,袁道先.西南岩溶地区植被喀斯特效应[J].地球学报,2001,22(2):159-164.
- [8] 袁道先,蔡桂鸿.岩溶环境学[M].重庆:重庆出版社,1988.
- [9] Yuan Daoxian. Rock desertification in the subtropical karst of south China[J]. Z. Geomorph. N. F., 1997,108:81-90.

CHARACTERISTICS, FORMATION, AND CONTROL OF ROCKY DESERTIFICATION IN LIUPANSHUI CITY, GUIZHOU PROVINCE

WANG Rui-jiang¹, YAO Chang-hong², JIANG Zhong-cheng³, PEI Jian-guo³

(1. Geological Survey Bureau of China, Beijing 100083, China;

2. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

3. Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin 54104, China)

Abstract: Liupanshui City is one of the most serious rocky desertification regions in the karst areas of Southwest of China, and its characteristics of rocky desertification are also typical. Rocky desertification refers to the process which transform a karst area that is covered with vegetation and soil into a bare rocky landscape, almost without soil and vegetation, due to fragile karst environment and unreasonable land use. Formation and development of rocky desertification not only rests with natural factors, such as strong karstification, steeper topography, double underground karst structure, slow soil-formation and low

vegetation-ecology efficiency; but also human factors, such as sweeping disafforestation, unreasonable land use and overgrazing, which make it very difficult for the control of rocky desertification. However, some measures, such as exploitation of epikarst water, improvement of land use, development of ecological agriculture, control of population and improvement of human quality, and launching on projects in support of poor areas and pilot projects of ecological rehabilitation, are very useful to harness the deteriorated process.

Key words: Karst; Rocky desertification; Liupanshui city

纳米科技时代已经来临

经国家科技部批准,广东省科学技术厅、广东省科学技术协会、清华大学、华南理工大学及广东粤科风险投资集团有限公司于2001年6月14-15日在广州市东风宾馆举办了“2001东方科技论坛——纳米技术及应用国际研讨会暨展示会”。出席会议的有中国科学院副院长、纳米科技专家白春礼院士,中国科学院固体物理研究所博士生导师张立德教授等一批中国纳米科技专家学者,还有来自俄罗斯、美国、日本、德国等国外纳米科技专家学者,以及国内企业家和知名人士共400多人。会议共同研讨了纳米技术及应用发展趋势,纳米产业特点及发展模式,交流了纳米技术的最新研究成果及其应用,纳米产业化进展情况,探讨了纳米技术对目前产业结构的影响和潜在的巨大商机、风险投资支持纳米产业发展的运作模式,展示了纳米最新技术及新产品,共商纳米产业发展战略。

纳米(nanometer),是一个长度单位,简称为nm。 $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$,即十亿分之一米。原子的直径在 $0.1\sim 0.3$ 个纳米之间。研究小于 10^{-10}m 以下的原子内部结构属于原子核物理、粒子物理的范畴。纳米科技是指在纳米尺度(1nm到100nm之间)上研究物质(包括原子、分子的操纵)的特性与相互作用,以及利用这些特性的多学科交叉的科学与技术。化学将变成根据人们的意愿逐个地准确放置原子的一门学科。

当物质小到1至100nm($10^{-9}\sim 10^{-7}\text{m}$)时,由于其量子效应、物质的局域性及巨大的表面及界面效应,使物质的很多性能发生质变,呈现出许多既不同于宏观物体,也不同于单个孤立原子的奇异现象。例如,铜是良好导体,把它粉碎到纳米级微粒后,就变成绝缘体;相反,普通玻璃是良好绝缘体,将其粉碎到纳米微粒后,变成导体;黄金被粉碎到纳米微粒后呈黑色,所有金属都呈纳米黑色效应。

纳米技术的最终目标是直接以原子、分子及物质在纳米尺度上表现出来的新颖物理、化学和生物特性制造出具有特定功能的产品,例如:

- 一、制造出纯度比现在要高得多的材料;
- 二、能清除废水中的有毒化学物质;

三、能在一秒钟内完成数十亿次操作,目前需要几天或几个月完成的生产过程,可在几分钟乃至几秒钟完成;

四、可作修复工作,如医治患者的病变,修复损坏的器官,进行人体肢体再生、人体整容(我国已生产出纳米眼球,其效果比真的还好)等;

- 五、可控制单个电子与分子,实现通讯瞬时化;

六、可制备高密度的存储器,在一张邮票大小的衬底上可记下400万页报纸刊登的内容;

七、能合成制造具有特定功能的生物大分子,使生命科学更上一层楼。

这些说明,纳米科技标志着人类将进入一个奇迹层出不穷的新时代,带来数不尽的新技术、新工艺、新产品和极大的经济效益。正如科学家钱学森所说:“纳米科技是21世纪科技发展的重点,会是一次技术革命,而且会是一次产业革命。”

这次广州会议表明:全球性的纳米科技时代已经来临。事实上,一些国家,如美国、日本、德国、俄罗斯等,都已大量投资搞科研开发,争夺这个影响一个国家未来强盛地位的战略高地。我国政府也很重视,每年将拨出5亿人民币来大力发展纳米技术。

纳米科技产品,在广州市已进入人们生活,日益增多。如纳米服装及床上用品、纳米涂料、纳米化妆品、纳米建材等等已上市。纳米科技时代已经来临!

(袁纲坤^① 供稿)