

# 水土保持科学技术应用预测

彭 琳

(中国科学院西北水土保持研究所)

水土保持是山区建设的生命线，是治理江河的根本措施，是国土整治的重要内容，也是水土流失地区实现农业现代化的前提。我国在水土保持方面有丰富的传统经验，在水土保持科学研究和技术上也有不少成就；国外在近20年来有很大进展。对国内外水土保持科学技术进行分析研究对比，找出一些适合在我国推广和应用的科学技术，不仅可供制定长远规划提供依据，还可供开展水土保持工作参考。本文对水土保持科学技术在生产中应用前景作一点预测。

## 一、水土保持科学技术发展概述

### (一) 水土流失概况

在全世界，除了典型的沙漠和永冻的极地外，如果在下雨期间土表无遮盖物，那么土地就要受到水的侵蚀，我国通称之为“水土流失”，国外称为“土壤侵蚀(包括风蚀)”。土壤侵蚀有正常侵蚀(或自然侵蚀)与加速侵蚀之分；正常侵蚀起因于自然作用的侵蚀过程，加速侵蚀是受人为影响的侵蚀过程。当土壤流失速度超过其成土速度，就会发生土壤退化。成土速度不可能精确测量出来，但据土壤学家估计，在不扰动的条件下，每300年可形成25毫米厚的表土层，但若经过扰动，土壤通气性和淋溶作用由于耕作而加强，这个时间就减少为30年。在30年内形成25毫米土层，大约相当于每年每平方公里形成表土1,250吨，以此作为土壤侵蚀的允许极限。对一些土层很厚的土壤，这个数值还要低。美国采用的土壤侵蚀的允许极限为500—1,250吨/平方公里/年；非洲中部使用的数值为：砂土为1,000吨/平方公里/年，粘土为1,250吨/平方公里/年。我国尚未提出土壤侵蚀允许极限值。

例》和省委1982年42号文件的要求，争取在今年内都建立起来。办公室的工作人员，可从农业、林业、水利部门抽调。至于建立机构后的人头费和业务费，财政部已在去年国家预算收支科目中予以解决。

要抓好规划，去年省里已布置了要搞好重点县的普查和规划，一定要按要求保证在今年年底完成，为明年全面开展普查和规划作好准备。省计委已把水土保持规划列入了“七五”专题计划，各地要从思想上引起重视，认真抓好，以便列入各级国民经济计划，有计划地进行治理。

各地都要切实抓好典型，树立样板。每个地市要抓好一个县治理风沙的典型，每个县要抓好一个乡治理风沙的典型，每年召开一次会议，运用典型推动面上的工作，进一步提高大家对平原水土保持工作的认识和增强治理风沙的信心，开创平原水土保持工作的新局面。

各级领导同志，一定要抓好落实，办实事，讲速度，讲效益。既要有一股对革命事业高度负责的精神，又要铺下身子扎扎实实地干。对每项措施，要有布置有检查，切实落到实处；对平原风沙区的治理，要做到一年小变样，二年见成效，三年大变样。只有这样，一步一个脚印，才能真正加快鲁西北地区农村经济的发展步伐，为提前翻番、富民兴鲁做出贡献。

全世界水土流失主要发生在北纬40°与南纬40°之间，水土流失比较严重的国家有美国、苏联、印度、菲律宾、澳大利亚、埃塞俄比亚以及非洲各国。全世界每年因侵蚀而丧失的可耕地500—700万公顷。美国强烈土壤侵蚀面积为114万平方公里，总侵蚀量为47.6亿吨；苏联欧洲部分有50万平方公里水土流失严重，流失土壤15—16亿吨；印度土壤侵蚀面积150万平方公里，土壤侵蚀总量为60亿吨；澳大利亚有260万平方公里受到侵蚀；菲律宾在2.08亿亩耕地中有1.22亿亩遭受水土流失；埃塞俄比亚每年流失表土10亿吨以上。

我国水土流失面积153万平方公里，每年流失土壤50亿吨左右。其中黄土高原水土流失面积43万平方公里，流经三门峡的泥沙为：1920—1929年为11.9亿吨，1930—1969年为18.0亿吨，1970—1976年为16.3亿吨；陕县以上黄河流域为68.8421万平方公里，则平均每平方公里土壤流失量相应为1,728、2,614、2,367吨/平方公里；无定河流域为3,739—9,001吨/平方公里。南方红壤丘陵陵区水土流失面积46万平方公里，华北土石山区54万平方公里，年平均侵蚀模数为1,130—1,750吨/平方公里。东北黑土区为10万平方公里。由于严重水土流失，不仅当地土壤肥力衰减，生产下降，人民生活贫困，而且威胁下游人民生命安全和经济建设；由于水土流失，全国水库平均每年因泥沙淤积就损失10亿元左右。黄河下游河床平均每年因泥沙沉积而抬高10厘米，为加固堤防每年要花1亿多元。内河通航因淤积而缩短6万多公里，并且由于植被覆盖率低，水旱灾害频繁。新中国成立后，在水土保持方面作了大量工作，已初步治理水土流失面积40多万平方公里。但水土保持工作开展很不平衡，有些省的水土流失面积还在不断增加。例如江西省五十年代，水土流失面积为1,650万亩，占总面积6.6%；六十年代为2,700万亩，占10.8%；七十年代为3,232万亩，占12.9%；八十年代为5,753.9万亩，占23%。

### （二）国内外水土保持科学技术发展水平对比

我国水土保持科学技术水平与国外相比，主要是我们在治理措施上实践经验丰富，但在基础理论工作上和试验手段上落后于先进国家。他们主要结合生产需要，围绕土地资源开发利用、土壤评价、土壤侵蚀和不同治理措施以及水土流失规律方程预报等进行试验。美国根据土壤类型（F）、坡度（S）、坡长（L）、农业措施（P）、工程措施（M）、降雨（R）和土壤侵蚀量（E）的关系，提出通用方程式：

$$E = F \times S \times L \times P \times M \times R$$

这个方程式不仅在美国广泛采用，而且受到许多国家重视，如澳大利亚、加拿大、秘鲁、尼日利亚、象牙海岸、日本应用这一方程式的原则，确定和研究适用于本国的土壤流失方程式。近年来，国外主要围绕土壤侵蚀，土地管理，不同耕作措施，土壤的物理、化学和机械性，保持土壤的林草等项目进行研究。在测试手段方面，对径流泥沙的测试采用径流自记仪，泥沙用沉沙池取样计算；有的通过自动测试设备，将降雨、洪水过程、雨量大小、水位高低和分段采样都记录在纸带上，然后用电脑进行计算。采用人工模拟降雨，研究降雨与径流、冲刷的关系。应用航片、卫片和遥感技术来评价土地资源潜力，分析土壤侵蚀程度，探测土壤流失和含沙量，确定小流域治理参数，流域自动控制系统。在径流泥沙研究中应用电子计算机。以上这些方面都是我国的科学技术中的薄弱环节。

### （三）我国开展水土保持工作的优势与问题

我国水土保持科学技术方面取得不少成果，如小流域综合治理、飞机播种造林种草、优良树种草种的引进与选育、机械修梯田、水力冲填筑坝、保土耕作法，这些技术都有待进一步示范推广。我国劳动人民在长期与水土流失作斗争过程中，过去积累了丰富经验，今后还会创造更多的经验，对此应及时总结。对国外技术的引进，一定要重视我国的特点：人口多，土地有限，劳力多，资

金不足等。开展水土保持工作，主要问题是科研机构不健全，科研力量分散，科研人员水平较低，高水平理论技术骨干较少，同时试验与推广结合不紧，研究和应用结合不够。人口、粮食、智力是大力开展水土保持工作的突出问题。

## 二、水土保持科学技术成果的引进和推广预测

水土保持科学研究工作开展，至今有一百多年历史（1877—1984年），水土保持田间测试工作开展至今已有70年（1914—1984年）。我国水土保持科学研究工作开始于1942年。国内外治理水土流失的措施较多，本文将从它们在农业生产中的作用，拦蓄泥沙的效益和农业现代化的要求进行论证，并对它们在我国推广和应用前景进行预测。

### （一）水土保持工程措施

工程措施一直为人们所重视。1743年（清乾隆8年），陕西道监察御史胡定在《河防事宜条奏》中提出“汰沙澄源”的治黄方案，认为“黄河之沙，多出自三门以上和山西中条山一带沟涧中，请令地方官于涧口筑坝堰，水发，沙滞涧中，渐为平壤，可种麦秋”。新中国成立后，我国科学工作者曾对黄河中游水土保持进行过多次广泛考察，对黄河中游水土保持工作发表许多意见。五十年代，林华甫提出要“把千沟万壑都堵起来”。他认为“如在一个50平方公里流域上修上一二个沟壑土坝，马上就能保证泥不出沟，要是专依靠治面来控制，就是工作条件较好的地区仍需要一二十年的长时间”。王化云提出要“将（黄河）上游坡度调整成阶梯的形式，这样泥沙就下不来了。依我想象，如在黄河干流上建立400—500个中型水库，在沟壑里建立2—3万个小型水库或沙库，再加上大规模做好水土保持工作，这样就可以彻底地治理黄河”。有些科学工作者对此提出异议，强调生物措施的重要性。关于水土保持中的工程措施与生物措施，英人哈德逊（N.W.Hudson）采用比喻来加以阐明，他认为，工程措施类似战争中的防御体系，只有从防御很好的阵地上展开反击（生物措施），才能击败敌人（水土流失），取得胜利（保持水土）；他又把工程措施比作现代建筑物的地基，只有在坚固的地基之上，才能修建现代化建筑物。就是说，只有在有适当工程措施保护的基础上才有条件进行现代化农业建设。几十年来，我国在水土保持工程措施方面取得不少研究成果，对保持水土起着重要作用。有些工程措施今后还将大面积推广应用。

1、梯田。梯田是治理坡地的重要田间工程，特别是我国广泛采用的水平梯田，它使坡地改变成平地，起到保水、保土、保肥的作用。虽然梯田在农业生产中应用较早，希腊在几千年前就用石头修筑阶式梯田，我国南方在一千多年前就采用梯田作为灌溉农田，但在近二十年来，梯田又有创新和发展，如水平梯田在黄土旱作土壤地区大面积推广应用就是一例。我国在生产中应用较广的是水平梯田。

坡地修成梯田后，最明显的作用是蓄水保土。据甘肃省定西水土保持站观测，在一次连续降雨101.4毫米条件下，坡耕地每亩产生径流量24.75—45.20立方米，冲走表土3.8—8.3吨；而水平梯田基本未发生水土流失现象。土壤含水量比坡地高6—11%，在大旱条件下，可高出20—60%，因此，群众说梯田是看不见的小水库。由于水平梯田保水、保土、保肥作用显著，为作物生长创造了良好条件，加上精耕细作，多施肥料，选用抗旱丰产品种，作物产量可大幅度提高。据甘肃省水利局1979年调查，在1,018亩水平梯田上，粮食平均亩产353.2斤，比坡地增产59.4%。据在山西省临县孙家沟调查，水平梯田粮食平均亩产420斤，较坡地179斤增产134.6%。山西省水土保持研究所官道梁试验场水平梯田的粮食作物每亩产量为327.0—991.6斤，平均为500斤。可见，如果采用先进农业措施，水平梯田亩产300—500斤是可以实现的，则黄土高原水土流失地。

区平均每个农业人口有水平梯田2—3亩，即可实现粮食自给，或基本自给。这就为改变当地人民广种薄收习惯，实行退耕还林还牧开辟道路。因此，水平梯田在黄土高原得到大面积推广，据黄土高原沟壑丘陵区62县统计，1980年有梯田面积964.91万亩，占总耕地面积20.51%。

目前水平梯田存在的问题是新修水平梯田往往造成作物严重减产，老梯田冲毁较多。为了充分发挥水平梯田的保土增产效果，在推广中应注意下列几点：（1）梯田应布设在20°以下坡耕地上，最大坡度不能超过25°；（2）要在修筑梯田时，同时修筑排水系统与道路；（3）修筑梯田，特别是采用机械修梯田时，要注意保留表土，以免新修梯田造成严重减产，保留表土量不应少于70%；（4）对梯田的作物要采用先进栽培技术，多施肥料，保证梯田高产稳产，起到基本农田作用；（5）梯田修好后，并非一劳永逸，而是要经常维修养护，以防止坍塌缺口；（6）美国为修梯田采用了一些机械设备，如用于翻土、碎土的有壁犁和圆盘犁，用于抛扬的旋流式修梯田机，用于推土刮土的平土机、V形刮铲和牵引推土机，用于运载的升运式平土机、旋转式刮土机和运载机，对这些机械可部分引进试用，根据试用效果再逐步推广应用。

**2、淤地坝。**这是治理沟壑的重要工程措施，也是建设基本农田的重要途径。淤地坝不仅制止了沟壑侵蚀，而且变泥害为泥利，变荒沟为良田，一般大型淤地坝可拦泥几十万到几百万立方米，中型可拦泥几万立方米，小型可拦泥几千立方米。在一些沟道小流域内，若能从支沟到主沟、从上到下修起淤地坝后，即可做到泥不出沟。一般大型淤地坝可淤地一百到几百亩，中型可淤几十亩，小型可淤几亩。这些坝地，水肥条件较好，产量较高。根黄河水利委员会绥德试验场试验，坝地玉米高粱亩产300.0—589.7斤，平均为480.9斤，坡地为120—281.7斤，平均为223.6斤，坝地较坡地增产115.1%，其中小麦增产157.2%，谷子增产100.6%。群众有“打坝如修仓，拦泥如积粮”之说。据黄土高原丘陵沟壑区62县统计，1980年有坝地102.68万亩。有些地区对淤地坝未能充分利用，其次是容易冲垮，再次是投资大，花劳力多。因此，在修淤地坝时，要以小型为主，大、中、小相结合，要作到修一坝，成一坝，用一坝，再修另一坝。要按照集流面积和降水量进行设计，注意留溢洪道，作到拦洪放清。为了加快施工进度，可采水坠施工（包括水中倒土、土中倒水和水力冲填）和水枪冲土筑坝，以及定向爆破筑坝。谷坊也是治理沟谷水土流失的有效措施，也可推广应用。

**3、水平埝地。**水平埝地是治理原地的有力措施。它在原地上修成“地边有埂畔，田面平展展，蓄水又保土，地肥能高产”的基本农田。埝地能把大部或全部降雨拦蓄在土壤里，防止径流冲刷，作物产量较高。陕西省永寿县6,439亩水平埝地作物平均亩产700斤。在修筑水平埝地时，容易打乱土层，造成作物减产。在修筑时要注意保留表土，可采用倒杈子平整埝地的田面，用橡帮的方法修筑埝地的埂坎。加纳采用宽畦（broadland）来控制地面侵蚀和改善排水条件。在宽畦上种植的香蕉，每亩25.6吨，比平地14.7吨增产74.2%。我国有些降水较多地区可进行试验。

此外，水土流失区在治坡中采用的水簸箕、截水坑、地坎沟、条田等，治沟中的谷坊（土谷坊、石谷坊、柳谷坊）、小水库等，都是水土保持比较有效的措施，今后还将继续推广应用。

## （二）水土保持林草措施

林草措施包括造林、种草、封山育林、封山育草、林地草场管理等，目的在于增加植被。植被可以缓和雨滴的冲击作用，可阻挡地表径流产生或使径流速度减缓；植物根可以固定土壤，免受冲刷，还可改良土壤性质。因此，林草措施是水土保持的治本措施，而且投资小，效益大，不仅保持水土，本身还有经济价值，与工程措施相比，应用更加广泛，意义更加深远。各国在水土保持中都很重视林草的作用。有人认为：“如果日本不是若干世纪以来就一直坚持用技术保护山脉和丘陵，这个国家早就被冲进汪洋大海了”。长期以来，日本人民就严格遵守专门为控制水蚀而

制定的森林保护政策，森林覆盖率为68%，仅次于芬兰，高于美国（32%）、苏联（34%）、法国（20%）。我国仅12.7%。一般认为，当森林被覆率超过30%，且分布均匀，方能起到保持水土的作用。为了保持水土，必须大面积造林。在1940年（民国29年），日本人本多静六在《黄河之根本治水策》中提出“函谷关以上的地域，包括晋西、陕北、绥远、宁夏、甘肃、青海等皆为黄河水源地，面积达万万亩以上，大部为沙漠与兀山，在这样广大的区域内用普通的方法去造林，所需的资金及劳力，限制了造林的进行；若采用飞机造林法，费用既可减轻，短期可完成，真是一举两得。”我国以往对水土保持中的林草措施重视不够，林草措施的步伐进展不够大。据黄土高原丘陵沟壑区62县统计，1980年林地面积为1,485.24万亩，覆盖率只6.4%，人工种草只407.02万亩，只占总土地面积1.8%。国家现已对造林种草十分重视，正在营造三北（西北、东北、华北）防护林带，并提出要把黄土高原建成林牧业基地。目前需要解决的问题是造林种草的速度、规模和质量问题，要千方百计加快进度，扩大规模，提高质量。下列几项措施，预测今后将得到广泛应用。

**1、飞机播种。**采用飞机播种进行造林种草，在国外开始于第二次世界大战后，六十年代有较大发展。目前使用飞机播种的主要国家是美国、苏联、加拿大，其次是澳大利亚、日本、新西兰、芬兰、意大利、菲律宾、印度等国家。加拿大1967—1972年飞机造林占直播造林总面积的48%，新西兰对草地播种、施肥，基本上用飞机作业。我国飞机造林开始于1958年，全国已有22个省（区）、458个县采用飞机播种造林种草，播种面积1.6亿亩。

飞机播种造林种草是模拟植物天然下种，利用飞机大面积撒播树种、草种，以达到恢复植被、保持水土的一种机械化造林方法。它的优点是速度快、工效高、省劳力、成本低。一架伊尔—14型飞机，每个飞行日可播种4—5万亩，一架运五型飞机可播1—2万亩，相当于4—5千和1—2千个劳力一天完成的工作量，飞机花费的劳力不到人工撒播的5%，约占点播的1%。飞机造林播种成本仅为直播1/4—1/3。例如，陕西延安地区采用飞机播种的成本：油松每亩为3.3元，柠条为2.4元，沙打旺为2.3元，而人工直播造林每亩需投资10元；四川省西昌采用飞机播种造林，保存面积50万亩，从而使雨季洪水流量减少了1/3，土壤侵蚀、崩塌面积减少7/10；陕西省吴旗县1976年以来，飞播沙打旺8万亩，第二年既可作为燃料、饲料和肥料，水土保持效果明显，径流量比农地减少30—50%，泥沙量减少80—90%。飞播造林种草，播前一般不整地，播后不覆土，若飞播技术不好，林、草成活率往往很低。主要技术环节为：正确的选择播区，合理配置与选择树种、草种，确定适宜的飞播期与播量，作好飞播后的林地草地管护与利用。只要掌握这些环节，飞播是可以成功的。从黄土高原来说，飞播大有用武之地，估计可供飞播的面积在1亿亩以上。同时飞播造林种草可加速全国32亿亩宜林荒山、荒地、草山、草坡的绿化步伐，制止水土流失，改善生态环境。

**2、人工草地（栽培草地）。**植被保护土壤免受侵蚀的能力，不仅取决于其密度或厚度，而且还取决于总的生长情况；无论何种植物，只有当其健壮、速生和高产时才能发挥最大的保护作用。黄土高原的草地大多产草量不高，生长较差。宁夏盐池草地青草产量每亩为149—231斤，平均为190斤；甘肃子午岭草地稍好，每亩鲜草产量为158—355斤，平均262斤。草高28—52厘米，被覆度70—77%。由于植被较差，对保持水土的作用亦弱，大约需要15—20亩草地方可养一只羊，因此应大力增加植被，提高产草量。国外比较重视建立人工草地和饲料地：英国栽培草地有3.71亿亩，相当于耕地14.7%；苏联有5.95亿亩，相当于耕地17.4%；西德0.24亿亩，相当于耕地21.3%；日本人多地少，以往被称为无畜国，近来日本积极扩大草场，草场面积已达0.80亿亩，其中750万亩为高度集约经营的草场，载畜量达到一亩草地养一只羊。多数国家对人工草地

进行集约经营,产草量得到大幅度提高。施用肥料是提高产量的重要措施;荷兰草地每亩施氮量为24斤,最高达40斤;西德对生长期200天、刈割五次的牧草,每亩施氮达40—60斤。每斤氮素可增产干草22.7—25.8斤,或牛奶10斤,或牛肉2.4斤。澳大利亚因草地缺磷和微量元素,则给草地大量施用磷肥和微肥。施肥加上改进灌溉技术,选用高产草种,因而牧草单产提高较快,有的增加一倍以上;法国草地干草产量由每亩425斤提高到905斤,增长113%;西德由580斤提高到1,004斤,增长73.1%。黄土高原人工草地面积较小,据62县统计,人工草地相当于耕地面积8.7%,人工草地产草量比自然草地要高10—20倍。人工栽培苜蓿在丘陵地区亩产2,604—3,376斤,平均为2,939斤,比自然草地高14倍。并且牧草种子还可出口,1971—1972年度,国际间牧草种子贸易总额达4.5万吨,价值达2.79亿美元。可以预测,要把黄土高原建成牧业基地,不建立人工牧场是不可想像的。

### (三) 水土保持耕作措施

在农田中,耕作措施与水土保持有很密切的关系,耕作得当可减轻水土流失,耕作不当则加重水土流失。

**1、少耕(免耕)法。**在美国西北部行播作物整地,习惯用壁犁耕翻,圆盘耙碎土,种植后再进行若干次中耕,这样使土壤裸露,水土流失严重。1952年墨斯葛来夫(Musgrave)采用在耕地的同时即将玉米种下去,得到较习惯方法为高的产量,而且水土流失量只有习惯法的1/6。

1963年斯泼来克(Sprague)提出草地免耕种玉米的第一份报告,就是玉米直接种于草地后,先用接触杀草剂杀死草的地上部,再用系统杀草剂控制草的再生,草既覆盖地面,又不妨碍玉米生长。目前免耕或少耕已成为保持水土、节约能源的重要措施。首先,免耕法可以显著减少水土流失。俄亥俄州连续6年试验,免耕法每年每亩土地上的土壤冲刷量为58公斤,而习惯耕法为7.2吨,特别是在发生百年不遇的暴雨之后,免耕地玉米每亩流失土壤只171公斤,而习惯耕法高达12,140吨,免耕法仅为习惯耕法的1.4%。

**2、水土保持耕作法。**水土保持耕作的类型很杂,名称繁多,有坑田(或区田、丰产坑、大窝塘)、壕田(或圳田、渠田、丰产沟集约耕作法、旱农蓄水聚肥改土耕作法)、垄作区田、沟垄耕作、等高耕作、掏钵种植等。我国汉代,对区田、圳田有详细记载,五十年代在陕北推广23万亩,取得良好效果。圳田谷子和高粱亩产350斤,而一般耕作只100斤。七十年代山西推广旱农蓄水聚肥改土耕作法,甘肃推广丰产沟集约耕作法,保土增产效果十分明显,一般较对照增产30—60%,有些超过一倍,高者达几倍。美国主要采用等高耕种、等高条植、垄作区田,南非采用等高耕作和等高草条耕作。这些措施对保土增产均有明显作用。这些措施在黄土高原地区将广泛推广应用。在一些燃料充足地区,可引进覆盖耕作技术:美国在广大水土流失区采用作物残体(如秸秆、残株、玉米秸或牧草残体)覆盖土壤表面,可使土壤损失减少一半以上;我国有些地区引进塑料薄膜覆盖,效果较好,但成本较高。

### (四) 水土保持农业措施

**1、草田轮作与覆盖作物。**美国玉米产区通常使用的草田轮作,包括:玉米、燕麦和红三叶(或猫尾草)的三年轮作;玉米—玉米(或大豆)—燕麦—红三叶(苜蓿与猫尾草或雀麦)的四年轮作;玉米—玉米—燕麦—苜蓿与雀麦—苜蓿与雀麦五年轮作。草田轮作可明显减少水土流失,玉米连作的土壤流失量为轮作地的3.5倍。覆盖作物就是在休闲期种植以保护土壤免受侵蚀。美国在南部各州应用较广。

**2、肥料。**美国很重视肥料在水土保持中的作用。水土流失造成的肥力衰减,需要通过施肥来补充,林、草、作物等需要施肥以促进其生长,方能充分发挥其保持水土的作用。大量施用有机肥

# 水土保持系统工程概述

郭宝安

(中国科学院西北水土保持研究所)

近几十年来,科学和工程技术的突飞猛进,社会生产力的巨大提高,使得工程发展必须涉及到自然资源枯竭、能源危机、经济发展不平衡、交通负担加重和对自然环境的污染问题,这就不仅涉及到综合运用各专业领域内的成果和在大范围多部门之间进行协作,还要涉及到政策和教育等方面。因此,必须综合地解决这样一些问题,才能使所要开发的工程得到有成效的发展。在这个过程中,问题的重要特征是上述各种因素具有很大的不确定性和不明性。这种自然资源、自然科学和社会的开发和发展及其不定性和不明性的出现,导致了系统工程的诞生。

科学技术的发展使人们愈来愈深刻地认识到,要保护水土流失地区的自然资源,发展经济,提高人民生活水平,减少环境污染,提高和改进能源,这些复杂问题只靠一两个部门或一两种学科是解决不了问题的。必须走综合的道路,从整体的角度去观察、分析问题的各个方面和因素,使得整个系统达到总体功能最优的状态。要解决这样复杂的多层次、多部门、多因素的问题,并使总体功能得到最优的状态和最佳的方法,就是系统工程——一门新兴的高度综合的科学。应用系统工程的思想和方法研究问题,引导人们去揭示事物本身的内在规律,并寻求问题最好的解决办法,才能卓有成效地解决许多的复杂问题。近年来,我国各个部门都在大力开展系统工程的研究和应用工作,在水土保持方面也有不少单位和学者进行了初步的探讨,并取得了一定的成绩。

目前,许多同志和单位经常谈到,如何运用系统工程的思想、理论和方法,从全局(整体)观念出发,综合研究水土流失和水土保持问题。在此谈谈一点见解。

## 一、系统与系统工程

**1、系统。**研究系统工程,首先要清楚什么是系统的确切含义。这里所说的系统,是指由若干个可以相互区别、而又相互联系和相互作用的组成部分(单元)结合而成,且处于一定环境中的具有特定功能的有机整体。符合这一定义的就称为一个系统。对于一个复杂的研究对象,我们可以把它作为一个系统来看待,因此,任何一个系统都可以表示为: $S = (E, R)$

式中: S为系统(Systems); E为组成该系统的元素集(Elements); R为元素集 E 之

料,还可改良土壤性质,增强其抗冲保水能力。国内以往对肥料在水土保持中的作用重视不够,今后应加强这方面工作。

### (五) 制订土地利用分类方案

美国土壤保持局制订了土地利用分类方案,将土地分为八类,第一类至第四类适于种植作物,也可作用牧场、草原和林地;第五类至第八类适于用作牧场或林地,一般不提倡用来种植作物。澳大利亚把正确地利用土地作为确定土壤保持很重要的条件,要求制订适合特定区域需要而又较为简便的方法。我国在《水土保持工作条例》中,规定 $25^\circ$ 以上的陡坡地禁止开荒种植农作物,但缺乏对土地利用的分类方案。今后要通过研究,制定出适合我国国情的土地利用分类方案。