

线性规划在水土保持规划中应用的探讨

李 敏

(黄河中游治理局)

线性规划在水土保持规划中的应用日益普遍。然而,如何更好地把线性规划这一数学规划的方法应用于水土保持,还应进一步研究。本文结合甘肃省华亭县裕光沟小流域实例,从分析水土保持规划的特点入手,探讨在水土保持中如何应用线性规划方法,使规划更符合水土保持的特点和需要。

由于本文的目的是探讨如何应用线性规划方法,而非裕光沟小流域规划,因此举例中有些数据是经过修改或是通过推算得出,与实际情况并不完全吻合。

一、水土保持线性规划特点

线性规划本身不具有任何专业特点。它作为一种寻找规划最优解的数学规划方法被应用于不同的行业和部门。显然,不同行业线性规划所需的信息种类、信息层次和精度是不同的。而且,对于同一对象所进行的不同目的的规划,所需的信息也因目的的不同而不同。

水土保持规划与农、林、牧业的规划的编制,都可以采用线性规划的方法,而土地资源的合理利用都是它们要达到的目标,可以说是它们的共性,而各部门的专业特点又决定了它们在采用线性规划方法时各自的个性。为了更好地把线性规划应用于水土保持规划,必须把握水土保持规划所要达到的个性,进而设计出水土保持规划的数学模型。

水土保持规划的特点有四。第一,它是在

综合考虑农林牧各业发展的前提下,进行土地利用规划;第二,它是在保持水土和有利生态效益的前提下抓经济效益;第三,它不但要进行生产用地规划,也要考虑非生产用地问题,因非生产用地(主要是沟坡、陡崖等难利用地)的土壤流失量对以流域为单元治理的水土保持产生较大影响;第四,水土保持规划的重点应是对流失严重的土地进行治理规划因此必然要包括水土保持治理方面的一些内容,如土壤侵蚀量、治理投资,治理用工等。

综上所述,用线性规划方法进行水土保持规划指标的计算,就是在研究、确定生产发展方向的前提下,通过对农、林、牧各业用地的合理规划,在一定的精度和层次上将各业用地进行分配,布设水土保持措施,以最少投资,达到保持水土、改善生态环境、促进农业生产发展的目的。

二、变量设计

根据水土保持规划的特殊要求,其变量应有两个特点。一是能够反映农、林、牧业生产状况;二是能满足水土保持治理需要。综合这两个特点,参考全国农业区划委员会制定的《土地利用现状分类及含义(草案)》,在本例中,设计如下变量:非生产用地、梯田、坝地、坡耕地、天然草地、改良草地、人工种草、经济林、薪炭林、已有用材林、新建苗圃与用材林等十一个类型土地的面积,将它们依次定为 x_1, x_2, \dots, x_{11} 。

这里没有设计“防护林面积”变量，是由于防护林的产值除本身产材部分外，防护效益已包括在农田或草地的产值中。为防止重复计算，不设防护林这一变量，仅在约束方程设计中考虑农、牧地防护林网的面积问题，以用材林的形式表示。

为了能够较正确地反映畜牧业生产状况，把牲畜的产值经过分析计算，以草地产值的形式加到草地上，反映畜牧业生产状况。

苗圃地面积可看作用材林面积的函数，因而不在于规划中单独设一个变量。因此，在本例中，先计算出苗圃与造林面积的比例关系，将各有关数据按此比例进行折算，形成“新建苗圃与用材林面积”变量。另外，本例中假定薪炭林采用直播造林，经济林由外地购苗造林，二者都不在流域内设苗圃。

对于农业生产中的作物组成、耕作制度等因素也应进行考虑，在一定程度上反映出来。例如梯田上种植的不同作物有不同的产量与产值，有不同的生产费用，可以通过统计分析，加以概化，制定出梯田的生产费用和产量、产值定额，以区别于其他地类，而不另设计梯田小麦、玉米等面积的变量。

规划中，为了进行土壤侵蚀量的控制，设立“非生产用地（难利用地）”这一变量。以目前标准，在规划期末，每平方公里的土壤侵蚀量应小于或等于水电部1984年6月10日颁发的《关于土壤侵蚀类型区划和强度分级标准的规定（试行）》中的轻度侵蚀标准。在本例中定为每平方公里允许侵蚀量为一千吨。为了达到这一标准，规划中就不能只考虑生产用地的土壤侵蚀量，非生产用地的土壤侵蚀量也应考虑进去，这样才能在规划实施后，使全流域的土壤侵蚀量小于允许值。规划中，“非生产用地面积”近似地作为常量，即令规划前后非生产用地面积不发生变化。这一变量只计算其对土壤侵蚀量的影响。

三、目标函数设计

不同的规划，应选取不同的目标函数。根据前述水土保持规划的特点和目的，水土保持就是研究如何以最少的治理投资，获取一定的水土保持效益（每年每平方公里土壤侵蚀量小于或等于一千吨）和一定的经济效益。在本例中，目标函数是求治理投资最少。它是各类治理措施面积的函数。以不同措施单位面积治理投入量为效益系数，即

$$Z_{\min} = 30x_2 + 800x_3 + 3x_4 + 7x_7 + 17x_8 + 20x_9 + 10x_{10} + 19x_{11}$$

四、约束方程设计

水土保持线性规划中，至少应包括土地面积、土壤侵蚀量、各类产值（收入）、劳动力数量、各类需求、各类土地面积和各类水土保持治理措施面积等约束条件。

在本例中，设计各种约束条件十一类共17个。

1. 总面积约束。各类用地面积之和等于流域总面积。

$$\sum_{i=1}^{11} x_i = 24009 \text{ (亩)}$$

2. 非生产用地约束。规划前后面积不变。

$$x_1 = 1425 \text{ (亩)}$$

3. 各类水保措施的最小面积约束。各类水保措施面积在规划结果中不得小于已有面积。

$$x_2 \geq 1814 \text{ (亩)}$$

$$x_3 \geq 216 \text{ (亩)}$$

$$x_7 \geq 759 \text{ (亩)}$$

$$x_8 = 813 \text{ (亩)}$$

$$x_9 \geq 16 \text{ (亩)}$$

薪炭林用燃料约束，不再设置面积约束。

4. 某些地类的最大面积约束。有些地类则另有制约因素。丘陵沟壑区每平方公里

的较经济坝地面积一般应小于50亩,有

$$x_3 \leq 753.2 \text{ (亩)}$$

梯田和坡耕地面积不应大于25度以下已有农地面积,即

$$x_2 + x_4 \leq 7645 \text{ (亩)}$$

由于经营能力限制,经济林面积不应大于人均1.5亩,为

$$x_9 \leq 3000 \text{ (亩)}$$

5. 土壤侵蚀量约束。全流域平均每平方公里每年流失量小于或等于1000吨(以单位面积侵蚀量为技术系数),即

$$3x_1 + 0.07x_2 + 0.0x_3 + 1.67x_4 + 0.73x_5 + 0.53x_6 + 0.33x_7 + 0.57x_8 + 0.0x_9 + 0.57x_{10} + 0.55x_{11} \leq 16006 \text{ (吨)}$$

6. 水土保持治理用工约束。治理期间(17年)流域内共可投劳292199个工日。已治理面积投工212144个。由于规划中包括已治理面积的计算,因此,规划后总需劳动力数量应小于或等于已投工数和未来可投工数之和,为

$$40x_2 + 595x_3 + 2x_6 + 5.5x_7 + 8x_8 + 10x_9 + 5x_{10} + 11.5x_{11} \leq 504343 \text{ (个)}$$

7. 产值约束。目前人均产值230元,其中副业产值占25%。到本世纪末翻两番时人均产值为920元,仍按副业产值占25%计,则规划期末全流域农、林、牧产值共1384140元(自给方案的总产值约束为692070元)。

$$76.73x_2 + 98.38x_3 + 38.36x_4 + 7.42x_5 + 26.45x_6 + 52.38x_7 + 31.5x_8 + 115x_9 + 10.92x_{10} + 35.78x_{11} \geq 1384140 \text{ (元)}$$

8. 粮食约束。在自给条件下,规划期末全流域共产粮1805400斤。

$$390x_2 + 500x_3 + 195x_4 \geq 1805400 \text{ (斤)}$$

9. 饲草约束。规划期末有羊单位6144个,需干草6322176斤。

$$476x_2 + 611x_3 + 238x_4 + 131x_5 + 400x_6 + 873x_7 \geq 6322176 \text{ (斤)}$$

10. 木材约束。规划期末每年至少应提供木材100立方米,按每亩林地每年产材

0.11立方米计算,除去已有用材林地,至少还需林地及苗圃127亩。

$$x_{11} \geq 127 \text{ (亩)}$$

11. 燃料约束。到规划期末全流域需产薪柴1486500斤/年。

$$700x_{10} \geq 1486500 \text{ (斤)}$$

五、比较方案设计

为了便于比较决策,一般应进行多方案规划。考虑到水土保持规划的特点和目的,主要应在生产发展方向的土地利用方面和水土流失量限制方面进行多方案规划。不同的生产发展方向和水土流失量,将造成土地利用的差异以及治理措施面积的变化,从而影响治理投资。

比较方案设计至少应符合以下要求。

1. 规划区的自然条件(自然地理位置、气候、土壤等)。

2. 规划区的社会经济条件(人口、民族、交通、社会地理位置等)。

3. 国家需要。

以上三点都应包括前景预测。例如,位于陕西北部的神木、府谷地区,从目前自然条件和社会条件来看,农村商品经济很难发展,这也就影响了水土保持工作的开展,但由于神府煤田的发现,可以预料,随着煤炭资源的开发,这里的社经条件和自然面貌一定会发生很大变化,从而影响这一地区的农业生产发展方向和水土保持工作。因此,在进行比较方案设计时,这类因素应考虑进去。

其次,比较方案间应有较大差异,各方案的性质应有其独特的方面,这样才有进行比较决策的意义。

在进行比较方案设计时,还应考虑到农村经济在政策指导下正在发生和将要发生的变化。因为这些变化必然会反应到农业生产上、土地利用上和水土保持治理上。

在本例中,分别以农业、林业、牧业的

江苏省小流域治理试点成果和经验

刘复新

朱克成

(江苏省水土保持办公室)

1984年,江苏省经过论证,选择了徐州市铜山县的二十五里沟、连云港市的东海县朱沟和高山河、赣榆县的怀仁山四条小流域,作为综合治理试点,经过三年的治理,现已初见成效。

治理成果

四条小流域总面积为53.3平方公里,有水土流失面积48.7平方公里,占总面积的91%,耕地面积为28044亩。治理前,这些地方除个别山头有稀疏的侧柏、马尾松林外,基本上都是荒山秃岭,水源奇缺,水土流失严重,群众生活比较困难。经过连续三年(1984~1986)的治理,在农田基本建设上,共修建梯田18630亩(其中坡式梯田2600亩),并进行了深翻平整,修(扩)建小水库、塘坝81

座,建成水土保持和农田水利建筑物1462座,营造水保林、用材林6675亩,经济林4705亩,种草541亩,疏林补密9265亩,封山育林1700亩;修建农村道路44公里。共完成土石方257万立方米,国家投资补助53万元(包括省、市县补助),群众自筹(包括投工折款)207万元,占总投资的80%。

四条小流域三年共治理水土流失面积34平方公里,占水土流失面积的70%;植被率平均由治理前的19%,增加到34%;粮食总产由治理前939.5万公斤增加到1341万公斤,比治理前增产43%;人均收入比治理前增加290~404元,增收率为40~320%。

基本经验

一、搞好综合治理规划,合理利用土地资源
四条小流域开始都编制了山水田林路综合治理规划,并有一张规划图,制订了较为详细的生物和工程措施和分年实施计划,二市水利局也作了认真审批。在规划和实施的过程中都注意了土地利用规划,划分为基本农田建设区、果林区、封山造林区。高山河和朱沟小流域、怀仁山小流域,对20度以上的荒山以水保林为主栽植马尾松和洋槐,发展部分国外松,20度以下的荒坡整成梯田栽植山楂、板栗、苹果、葡萄等果林,原来的坡耕地通过整修梯田,深翻平整改造为基本农田。

发展设计了三个生产发展方向比较方案;又以不同的侵蚀量约束设计了三个不同的自给方案。

六、资料收集与分析、预测

规划前需进行资料收集。资料的种类应根据规划的需要进行收集。一般应收集的有各类土地资料、人口资料、各业生产资料、水土流失资料、水土保持治理资料等项。然后应进行资料的分析计算与预测。其中包括人口预测、牲畜预测、各类生产和生活资料需求预测、产值与产量预测、土地利用预测等内容。

综上所述,水土保持线性规划一般程序如下。

