

# 应用遥感技术详查长江三角洲 的水土流失

刘复新 朱克成

(江苏省水土保持办公室)

## 提 要

应用遥感技术解译,经光电扫描仪量算,江苏省长江三角洲水土流失面积约4,395.5平方公里,其中:轻度侵蚀区3,674.4平方公里,中度侵蚀573.6平方公里,强度侵蚀区147.5平方公里,分别占总面积的83.6%, 13.2%和3.2%。从潜在危险程度评价,安全型面积占71.5%,较险型面积占14%,危险型面积占14.5%。防治措施,首先要完善水利和水土保持工程体系,广泛种植乔灌木,推广免耕制度。

## 一、概 况

江苏省的长江流域,属长江下游的三角洲冲积平原,位于东经118°23'—121°55',北纬30°35'—32°13'之间。总面积3.9万平方公里,耕地面积171.8万公顷。流域内总人口2,826万人,人口密度726人/平方公里。每农业人口占有耕地0.08公顷。

全省长江三角洲的地貌,是以平原洼地为主,山丘岗地面积9,028平方公里。由于气候湿润,雨量适中,丘陵岗地面积所占比重较大,土地开发历史悠久,加上人口密度大,经济比较发达,人为活动对水土流失影响较严重。

长期以来,江苏省的水土流失面积摸不清,人工调查因受各市县技术水平所限,成果很不可靠。1987年1月我们应用了美国陆地卫星的图象,目视解译全省长江三角洲的水土流失分级,并编绘了水土流失图(土壤侵蚀图)。从实践结果看,应用卫星图象解译水土流失分级,具有成图快、精度高的优点,能满足省市一级水土保持区划和规划的需要,比用人工方法进行水土流失调查,较大地节省了人力、物力和财力。我们在全面收集资料后,仅用2—3人,有效时间3—4月,即完成了水土流失分级图的解译、面积量算、清图和解译综合报告。经野外验证,解译成果大部都与实地相符,只有小部分作了修正,达到了在较短时间内完成水土流失分级图的目的,并给水土保持规划和土地利用提供了较为可靠的依据。

## 二、土壤侵蚀解译

(一) 卫片的选择。从解译工作的需要,本想选择冬季、春季、夏季不同时相卫片,以便较为准确地解译地貌、岩性、土壤和植被覆盖度等因子。但由于其它条件和卫片质量的限制,在国家遥感中心资料服务部购买了大部分为4月份一个时相的1:500,000标准假彩色合成卫片,因为该时相能较真实地反映地貌、植被、岩性和土壤的综合信息。其轨道号为南京幅120—38(1985年4月24日)、扬州幅120—37(1985年4月24日)、上海幅118—38(1984年4月23日)、无锡

幅128—38（1979年6月12日），其中：南京、上海幅为TM 2—4波段合成片；扬州、无锡幅为MSS 4，5，7波段合成的标准假彩色合成片。我们用这些卫片作为土壤侵蚀解译的基础图象卫片。

**（二）目视解译程序。**应用卫片目视解译土壤侵蚀，参照其它一些单位搞过的经验，结合我们具体情况，解译程序分四个阶段进行：

1、资料收集。收集了有关市县的农业区划、农业地貌、水土流失和水土保持、地质、土壤、植被、土地利用等有关方面的资料和技术图件，还描绘了1:500,000（1971年总参测绘局出版）的透明基础底图。

2、资料分析和室内预判。根据收集的资料，熟悉解译地区的植被、岩性、地貌、水土流失等情况，并把卫片上的信息和我们所掌握的样区情况进行对照，建立预判的解译标志；然后进行室内预判，初步解译出地貌、岩性、土壤和植被三张因子图和水土流失综合图，对其中有疑问或不易确定之处，作好记录，在外业查勘中再重点核对。

3、外业验证。选择不同地貌、岩性、植被、侵蚀的图斑，采取跑剖面线法验证室内解译成果，发现问题现场改正。对有类似问题，室内再进行修正。

4、修改转绘：一是对基础图进行局部修正，因为基础地形图是1971年出版的，尤其是长江河势变化较大，我们参照卫片图进行了局部修正；二是在外业验证的基础上，对因子图仔细检查，然后再套合检查综合图斑是否有误，外业检查出的问题是否修改；三是分块套合修正。我们在解译因子图和综合图时，基础图和卫片图已作了分块套合纠正，最后在修正好的综合图的基础上勾绘出分级图。

**（三）土壤侵蚀解译。**卫星影象所记载的是以象元为单位的综合光谱特征，是地表各种自然景观的综合缩影。组成这个综合景观的地面因素，是地貌、地质、土壤、植被以及城镇、水库、河流等。所有这一切，均以影象的色调、纹理形状、阴影和图型等反映在合成的卫星照片上。卫星影象的土壤侵蚀目视解译，就是将土壤侵蚀因子概括出地貌、岩性、土壤和植被覆盖度三个主要因子，利用卫片图象目视解译出这三张因子图；然后将因子图套合，解译出综合图斑；再将综合图斑和样区水土流失分级解译标志建立相关关系，即可编绘出水土流失分级图。

1、地貌解译。地貌是影响水土流失的自然因子之一。不同的大地貌单元，水土流失有明显差异。地貌从低山向丘陵、平原变化，水土流失一般也从强到弱变化。在一个微地貌单元中，随植被、岩性、坡度等不同，水土流失程度也有所不同。在解译土壤侵蚀时，首先将地貌因子解译出来。为了解译方便起见，根据全省地形地貌情况，划分为五个I级地貌分类和七个II级地貌分类。

从卫片图象中，可清晰地看出，江苏省长江三角洲部分，可分以下地貌类型区：

**I——仪六浦丘陵岗地区。**本区位于长江北岸，为大面积的垄岗地貌。地面海拔高程为20—50米，多为第四系下蜀黄土，岗顶宽平，冲沟平浅，坡度在 $5^{\circ}$ — $7^{\circ}$ 。由于塘坝、水库较多，卫片的影象色调多呈兰灰色中夹星星点点的红色斑块。江浦县境内分布一些100—300米的灰岩丘陵山体，在植被信息作用下影象色调呈紫红或淡紫红色；六合县境内分布有呈圆形图斑的玄武岩孤山，由于植被稀疏，影象色调呈灰紫红色。

**II——宁镇丘陵岗地区。**本区位于长江南岸，分丘陵和垄岗二部分。丘陵山脉主体蜿蜒于南京、镇江之间，山体海拔高度一般为300米以下，较高的紫金山为海拔448米。由于植被信息作用，丘陵的色调为紫红、淡紫红、灰红色。山体下部还有反映采石场（矿）信息的白色斑点。垄岗分布较广，有深厚的下蜀黄土覆盖，地面高程为10—50米，坡度为 $5^{\circ}$ — $8^{\circ}$ 。卫片图的影象

信息多为灰黄色中夹有星星点点的红色斑块，反映农作物生长不好。

**Ⅱ——茅山丘陵区。**海拔高程为100—300米，最高峰为411米。卫片图上的影象色调为紫红或淡紫红色，在一些山体下部由于植被稀疏，色调为灰紫色。茅山山脉东侧的壑岗，海拔高程在30—50米，为下蜀黄土，其影象色调为兰灰白色中夹有红色的斑点。

**Ⅳ——宜溧低山丘陵区。**位于江苏省最南端，属中亚热带北缘季风气候。这个地区又分为低山丘陵和丘陵岗地。低山丘陵山体海拔高度为300—500米，由于区内有大片的毛竹等阔叶林木，影象色调呈深粉红色图斑，中间还分布有面积较大的杉木等针叶林木，影象色调呈紫红、浅紫红、灰紫色；丘陵岗地分布在海拔150米以下，多为粘土，坡度在 $5^{\circ}$ — $8^{\circ}$ ，这部分地区在卫片上的影象色调为灰兰色中夹有红色斑点，另外还有条状的红色斑块。

**V——太湖丘陵区。**分布在太湖东岸和长江河口三角洲上的一些孤山残丘，海拔一般在100—200米间。山体上中部以种常绿果树为主，卫片影象色调为淡紫色或灰紫色，山体下部多为岗地，卫片影象色调为黄白色。

**Ⅵ——平原区。**分为沿江圩区、滨海平原、通南高沙土平原和太湖水网平原。从卫片影象上可以看出，平原区人工渠系较密，相对农作物生长良好，影象色调为密集红色斑点中夹有纵横交叉的白色或浅兰色的河道线条。在一些江心洲和沿江、沿湖洼地分布有水生植物，在卫片上呈块状的鲜红色图斑；在沿海平原的近海区由于土壤含盐量增加，整个红色色调略偏淡些；在海堤之外的潮间带呈一条淡兰色图斑；通南的高沙土平原由于土质沙，地面高低不平，卫片的色调为黄白色夹小块状的淡红色图斑，与沿江圩区和低洼平原区别较为明显。

2、岩性和土壤解译。岩性和土壤是影响水土流失的地表组成物质因子，卫星影象是它覆盖区域的地物反射电磁波记录，不同地被物的物理、化学性质不同，其反射电磁波的能量不同，在影象上反映的灰度也不一样，由其构成的图型结构也各有差异。这种差别和土壤地理分布规律，就构成了识别不同地表组成物质的主要依据。根据以上原理，从水土保持的角度出发，参阅地质图解译出了江苏省长江流域的岩性和土壤因子图，主要岩性的分布和其影象色调分述如下：

(1) 灰岩。主要分布在江浦县的老山山脉、宁镇山脉主体的北部、江宁的青龙山、丹徒的观音山、丹阳的建山、高淳的木竹山、宜兴的张渚等地。卫片图象上影象色调大都反映的是植被的红色信息，只是一些裸露的岩体呈灰兰白的信息。但灰岩与其他岩性的山体相比较，植被稀疏且不均匀，有些山体只有草被或灌草，在山体下部常有采石场等，因而灰岩地区大部分影象色调偏浅，图斑为杂斑状，并夹有白色的矿区信息。如在老山山脉，卫片色调为紫红和淡紫红；宁镇山脉北部为红色；其他地区的灰岩因植被较差，卫片色调多为灰红色；南京附近的大连山等地，开矿较多，灰兰白和白色斑点较多。

(2) 砂页岩。砂页岩是江苏省长江三角洲分布较广的岩性，主要分布在江南的宁镇山脉、茅山山脉、宜溧山脉及太湖周围的孤山残丘。在这些山脉中，宁镇山脉是以紫色砂页岩为主，茅山山脉、宜溧山脉和太湖周围孤山残丘是以石英砂岩为主。因上述一些山脉植被较好，岩性影象色调不明显，主要反映植被的信息。因此，可利用这一特性，来间接地推断其岩性，再与有关地质图对照，也能解译出来。例如，紫色砂页岩和石英砂岩在南京幅的卫片上色调都为紫红、淡紫红和灰红色，比灰岩地区的色调要深些，另外还有淡红和淡兰色的沟谷纹理。

(3) 玄武岩。玄武岩主要分布在六合县、仪征县和茅山山脉的南麓、江宁的方山等地。由于玄武岩具有方山地貌的形态特征，所以较易判译，在卫片上的色调为灰紫红色，图斑形状为圆形或近似圆形。

(4) 花岗岩。花岗岩主要分布在苏州的西部，在卫片上的影象色调为淡紫红、灰红色。

江苏省长江三角洲的土类,可大致分以下几个区:下蜀黄土区,主要分布在镇江以西的长江两岸的丘陵岗地上,土层较厚,影象为兰灰白或灰黄色夹星星点点的红色图斑;通南高沙土区,主要分布在泰兴、泰县和如皋的部分地区,卫片影象色调为黄白色夹小块状红斑点,且浓淡不均;太湖平原粘土区,影象色调为大面积致密的深红色斑点;沿江及滨海冲积平原沙壤土区,影象色调为长方形几何形状的红色图斑,且较均匀,在近海部分由于盐分含量较高,色调偏淡。

3、植被的解译。江苏省长江三角洲的成片林,主要分布在宜溧山丘区、茅山丘陵区、宁镇丘陵区、仪六浦丘陵区 and 太湖丘陵区。目视解译植被覆盖度影象色调:Ⅰ级高覆被( $>90\%$ ),主要分布在宜溧山丘区的南部及东部宁镇丘陵区的宝华山、紫金山等山体,为紫红色和深粉红色;Ⅱ级中高覆被( $70-90\%$ ),主要分布在宜溧山丘的西部与北部、茅山丘陵区山体上部、宁镇主体山脉的上部及仪六浦丘陵的老山等地,为淡紫色;其他丘陵山体大部分为Ⅲ级( $50-70\%$ )的中覆被,为灰紫及红色;Ⅳ级中低覆被( $30-50\%$ )和低覆被( $10-30\%$ ),主要分布在山体的下部及灰岩、玄武岩地区,为灰红色;Ⅴ级裸岩区,主要分布在灰岩山体和无植被或矿石开采区植被破坏的地方,为灰白色或白色。

另外林木种类不同,其色调也不同。在宜溧山丘区的大片毛竹林,卫片色调为深粉红色;针阔混交林为深粉红色图斑与紫红色图斑混杂在一起,以草被为主的山体,色调都为灰红和兰灰色。

4、综合图。将上述三张因子图和卫片图套合在一起,再蒙上一张透明基础底图,即可勾绘出综合图。每一图斑按多名法命名。

5、土壤侵蚀分级图。土壤侵蚀的分级标准和潜在危险程度的分级标准,是根据部颁标准确定。解译的方法是将综合图准确地与卫片图套合,根据综合图斑的命名和卫片图斑色调,以及所掌握样区情况,在综合图斑下标出土壤侵蚀级别,经外业验证修改后,再套上一张透明基础底图,绘出土壤侵蚀分级图。再根据每个图斑的山体或岗地的有效土层,标出潜在危险程度分级,将危险程度注在土壤侵蚀分级的右下脚,如Ⅲ,即Ⅲ级中度侵蚀,小3为潜在危险程度中的危险型。

面积是用光电扫描仪量算。江苏省长江三角洲土壤侵蚀面积为4,395.5平方公里,其中Ⅱ级区为3,674.4平方公里,占水土流失总面积的83.6%;Ⅲ级区为578.6平方公里,占水土流失总面积的13.2%;Ⅳ级区为142.5平方公里,占水土流失总面积的3.2%。从潜在危险程度来看,安全型面积为3,144.8平方公里,较险型面积为613.9平方公里,危险型面积为636.8平方公里,分别占水土流失总面积的71.5%、14%和14.5%。

### 三、土壤侵蚀分级及治理措施

**Ⅰ级无明显流失区。**本区主要分布在平原区及丘陵区植被覆盖度 $>90\%$ 的山体。目前,这些高覆被的山体大多列为自然保护区,如紫金山和宜兴一些山体等,主要是禁止在这些山体开山炸石,破坏风景资源。

**Ⅱ级轻度侵蚀区。**本区主要分布在仪六浦,句容、金坛和茅山丘陵岗地上的水旱梯田,以及宜溧山丘区、茅山丘陵区、宁镇丘陵区、太湖丘陵区,山体的坡度在 $25^\circ$ 以下和植被在 $70-90\%$ 的中高覆被的山体。这些地区主要是农田的水土流失,治理措施首先要完善水利和水土保持工程体系,即:整修梯田,防止田埂冲毁;扩修水库塘坝,蓄洪灌溉,开挖环山截水沟;分散洪水径流,防止山洪、泥沙冲毁和掩埋农田;完善坡面排水系统(坎下沟、纵向排水沟、冲心沟),使径流归槽排泄,避免造成冲沟侵蚀;兴建跌水坝和滚水坝等,控制沟道扩张工程,减轻农田崩塌侵蚀。同时要在沟岸和河堤岸和梯田埂栽植乔、灌、草,护堤保埂,防止沟河坡面和埂坎土壤

侵蚀，推广免耕制度。对于中高覆被的山体，要加强护林管理，防止乱砍乱伐，使森林遭到破坏；有关市县亦要选择一些风景优美的山体划作自然保护区，辟为旅游基地；可有计划地调整林相结构，如针阔块状结合，有计划因地制宜地调整防护林和经济林结构，增加经济收益等。

**Ⅲ级中度侵蚀区。**本区主要分布在坡度 $15^{\circ}$ 以上，30—50%中被覆度的丘陵山体上，以及坡度在 $8^{\circ}$ — $15^{\circ}$ 的坡耕地上。这些地区主要在生物措施上要疏林补密，封山育林，土层较厚的地方可整修梯田和发展干鲜果（板栗、青梅等）；坡耕地要进行改造，可根据劳力情况整修水平梯田、坡式梯田和果粮隔坡梯田等；对不适宜粮食生产的坡耕地，可退耕还果还林。

**Ⅳ级强度侵蚀区。**本区主要分布在宁镇丘陵山区的开矿山体、大于 $15^{\circ}$ 的坡耕地和 $15^{\circ}$ 以上的10—30%低覆被山体。这些地区的治理措施：一是贯彻国家和省政府有关政策法规，在山区开采矿石要采取保护水土资源和山林资源的措施，要提取资源保护费；对在风景区、自然保护区、水库周围山体要严禁开山、炸石和取土；对已造成水土流失危害的开采单位要整顿，限期治理；对新开矿单位要严格审批手续，要落实治理措施后，征求水土保持部门同意后才能批准。二是 $15^{\circ}$ 以上坡耕地要退耕还林还果，也可结合畜牧发展人工草场。三是搞好低覆被山体的疏林补密，封山育林，要乔、灌、草结合。

## Investigating soil loss at delta of the Yangtze River using remote sensing techniques

*Liu Fuxin Zhu Kecheng*

*(Soil and Water Conservation Office, Jiangsu Province)*

### Abstract

It is known that the soil loss area of Jiangsu Province is about 4,395.5 km<sup>2</sup> from the interpretation by remote sensing and the measurement by photoelectric scanner, in which the area of slight to light erosion is 3,674.4km<sup>2</sup>, in moderate and strong erosion is 578.6km<sup>2</sup> and 142.5km<sup>2</sup> respectively, being amounted to 83.6%, 13.2% and 3.2% of the total respectively. From the point of risk extent, the area in no risk is 71.5%, in some risk 14% and much risk 14.5% of the total. The control measures are to improve the engineering systems of water conservancy and soil and water conservation at first, to plant trees, brushes and grasses widely and to popularize the system of no till.