

利用陆地卫星影像绘制土壤侵蚀类型图

高起江 高文毓

(山西省农业遥感应用研究所)

土壤侵蚀调查和绘制土壤侵蚀类型图,是制定水土保持规划和国土整治的基础工作。土壤侵蚀类型图是土壤侵蚀调查研究成果的综合反映。

绘制土壤侵蚀类型图,用常规方法需要大量的野外调查和搜集资料工作,时间长,耗资多,而且在数据的可靠性和资料的适时性等方面都存在问题。如果利用航空象片与常规调查方法相结合,进行土壤侵蚀调查和绘制大比例尺土壤侵蚀图,相对说来,虽然可以提高制图的质量和速度,为县级和中小流域制定水土保持和环境保护规划提供依据,但是由于目前经济条件和技术力量所限,用于省、地两级资源调查,以说明大范围土壤侵蚀总括情况,仍有一定困难。

七十年代以来,随着空间技术的发展,航天遥感技术在水土保持科学研究和生产建设中也逐步开展起来。陆地卫星影像为土壤侵蚀调查和制图开创了广阔的前景。它比航空黑白象片能获得更多的信息,从而帮助我们真实地了解地表实物景观,正确认识土壤侵蚀的客观规律提供了可能和条件。利用卫星影像进行目视解译,是遥感技术的基本手段。它只需要价钱比较便宜、质量比较高的卫星影像底片,简单的影像处理设备,具有相当专业知识和目视解译技术的人员便能完成,因此是适合水土保持工作量大、面广和当前我国社会经济技术水平的一条可行之路。

本次我们以陆地卫星影像为主要制图资料,参考了地质、地貌、土地利用现状、水文等有关图件和资料,结合我们多年来在实践中积累的一些经验,绘制了1:25万山西省土壤侵蚀类型图,

表3 水塔沟和黄树塌沟有效植被对比

流域名称	流域面积 (平方公里)	主沟道长 (公里)	沟壑密度 (公里/平方公里)	有效植被					
				1958年		1975年		1982年	
				面积(亩)	占总面积%	面积(亩)	占总面积%	面积(亩)	占总面积%
水塔沟	2.4	3.18	4.03	267.9	7.58	81.0	2.29	2,316	64.33
黄树塌沟	2.5	3.20	4.87	289.5	7.76	89.7	2.41	21	0.56

23.4%,占流域面积0.56%。支毛沟内见有大片新开垦的陡坡农地,植被覆盖度一般20—30%,阴坡30%,沟头和阳坡不少处低于20%。薄层和浅层滑坡强烈,切沟发育,侵蚀发展很活跃,局部沟道可达剧烈程度。

综上所述,陡坡开垦对加速土壤侵蚀起着重要作用,使土地肥力减退,地面破碎,水旱灾害频繁,破坏了生产基本条件,生态环境日趋恶化,是形成流域贫穷的主要原因之一。为此对陡坡耕地的还林还草必须引起足够的重视,采取各种行之有效的措施,才能减少或控制土壤侵蚀,杏子河的水会逐渐变清,延河泥沙也会随之减少,该流域面貌定会到得改变。

力求为省级农业区划和水土保持综合治理规划提供科学的依据。

一、利用遥感技术划分土壤侵蚀类型的基本原理

影响土壤侵蚀发生、发展的因素错综复杂，只有充分认识各因素之间相互联系、相互制约的规律性，并与卫星影像所反映的信息紧密联系起来，进行单因子解译，结合各要素相关分析，野外实地考察及验证等综合分析，根据影响土壤侵蚀的综合因素的均一性和主导因素，确定类型界线及侵蚀程度、强度的定性。

（一）影响土壤侵蚀诸因素的形象分析

气象、土壤（地表组成物质）、地形地貌、植被和人类活动，是影响土壤侵蚀的主要因素，其中气象因素包括降雨的形成、总量、季节分配、降水过程、雨型和强度等因子，特别是降雨强度是产生土壤侵蚀的基本动力，除黄土地区可通过地面特点间接分析外，在目前技术条件下，利用卫星影像是不可解译的，而其它因素通过采用直接和间接解译标志，均具有较大程度的可解译性。

1、地表组成物质的影象分析。卫星影像是它覆盖区域内地物反射（辐射）电磁波的记录，不同地物的物理化学性质不同，它反射电磁波的能量也不同，在影象上反映的灰度也不一样，由它构成的图型结构也各异。这种差别就构成了我们识别不同地表组成物质的主要依据，也是识别其它要素的基本依据。

地表组成物质指构成地壳表层的土体和基岩（土壤及成土母质）。本次影象解译，利用 1:25万比例尺的冬态与夏态假彩色专题信息提取的卫星影象，经对比分析，采用直接与间接解译标志，区分出各类岩性，并将其归为冲洪积黄土（ Q_4 ）、黄土（ Q_3 ）、黄土与红土（ Q_3 、 Q_2 、 N_2 等），花岗岩（Y）、变质岩（Ar、Pt）、混合岩（Mr）、灰岩（ $\epsilon-O$ ）、砂质岩（Z、C、P、T、J、K）等岩类，并圈定其分布界线。

2、地形地貌因素的影象分析。各种形式的土壤侵蚀强度均与坡度有着密切的相关关系。就宏观范围来讲，不同的地貌单元具有较明显的自然景观差异，坡度的相对陡缓在影象上也是直观的。我们参考 1:25万地形图，依据地形明显起伏所造成的阴影，植被垂直分布所形成的色调差异，各种水系构成的图型结构，便可明显地区分出山地、丘陵、台地、平原等地貌类型。同时通过影象的直接反映可以看出：从平原、台地至丘陵、山地各单元相对切割逐渐增大，地面坡度愈来愈陡。

3、植被因素的影象分析。植被的种类和覆盖程度不同，对土壤侵蚀作用的影响各有差异。乔、灌、草在影象上是可以区分的，其对地面覆盖的疏密程度也可以得出概略的分析结果。结合野外建立解译标志，依据夏态MSS₅、₆、₇（青、黄、蓝）天然植被的信息提取片，将其覆盖程度分为高（覆盖率大于70%）、中（覆盖率30—70%）、低（覆盖率小于30%）三类，位于本省几大天然林区的亚高山中下部、中山上部，影象呈深绿色，森林覆被率约达70%以上，除河谷边缘地区外，基本上具备森林生态环境的特征。分布在林区边缘，以落叶灌木、阔叶落叶树种及草丛为主的疏林地带，影象以绿色为主，间有水系冲沟发育，某些地区出现黄土或基岩的影象特征，其森林覆被率约达30—70%；在本省亚高山和中山山地顶部分布着山地草甸植被，以草本植物覆盖为主，其影象色调呈淡草绿色；大部分砂页岩、灰岩低山山地仅于阴坡残存着稀疏的灌木丛和草本植物，影象色调呈浅绿色，阳坡呈现为暗褐色的基岩影象，森林覆被率小于30%，基本上属于基岩裸露的石质山地类型。

4、人类活动的影象分析。从历史和宏观的角度来看，人类对土地利用的不合理性，导致各

种自然因素促使土壤侵蚀向严重方面发生、发展。卫星影象以不同的色调反映出耕地的分布及作物生长现状。利用农作物生长旺盛的夏态标准假彩色合成影象，可以看到广大的黄土地区塬、梁、峁及坡地上均有浅红色斑点（农田）分布，证明耕作粗放，农作物长势欠佳，黄土裸露；平原和河谷川地，一级黄土台地，通过城镇、村庄密集的浅兰色斑块（点）和鲜红色的农田影象，可以分析出是人口稠密集中、土地平坦肥沃、精耕细作的农业区；海拔较高的天然林区由于人类活动的减少，植被茂密，覆盖良好；林区向耕作区过渡地带的疏林草灌地区，即中覆被类型，多属天然植被遭受破坏后次生而起的植被，在其边缘地带呈现穿插分布的黄土影象及基岩影象，是近代人为垦荒影响的痕迹，形成了植被影象残缺、破碎的影象特征。

（二）土壤侵蚀各要素的相关分析

各要素的相关分析，既是目视解译划分土壤侵蚀类型不可缺少的重要环节，也是影象分析的重要补充和印证。影响土壤侵蚀的因素复杂多变，只有充分运用相关分析的方法，从中找出各因素之间的相关规律性，才能大大提高目视解译分类的深度和广度。

各要素相关分析，除植被、人类活动在影象分析中已简单阐述外，这里重点对影响土壤侵蚀的坡度要素及因地表组成物质、植被覆盖程度的差异所引起的土壤侵蚀形式分析如下：

1、坡度要素的相关分析。在裸露的黄土地区，局部地形坡度是影响土壤侵蚀的重要因素，而利用1:25万卫星影象目视解译识别微地形坡度是有困难的。经验证明，在黄土覆盖地区沟壑密度和沟间地、沟谷地占地比例与局部地形坡度具有明显的相关性，沟壑密度及沟谷地占地面积越大，地表形态越破碎，局部坡度越陡。侵蚀作用所形成的水系冲沟及沟间地、沟谷地分布界线，在影象上的反映是直观而真实的。我们利用1:25万MSS₇波段和1:25万RBV黑白影象解译量算，选取4×5厘米的典型样区（实际面积为125平方公里），对黄土二级台地（切割严重的台地）、黄土残塬、梁状丘陵、梁峁状丘陵、土石丘陵、土石山地等类型选取样区31个次。用全透明聚脂薄膜蒙片对每个样区大于1毫米（相当地面250米）以上的水系冲沟进行详细解译，然后将解译线划蒙片经单投影仪放大5倍（相当1:5万比例尺）用量线仪或角规量算沟壑总长度，求得各典型样区的沟壑密度。

由于多种因素的影响，所量算的沟壑密度值，虽有一定误差，但从中可以看出，大多数均在目前生产部门应用值的区间范围，且偏于上限，对分析不同侵蚀类型的坡度因素是有一定参考价值的。

沟间地与沟谷地占地比例的解译量算，采用同样的方法，利用1:10万标准假彩色影象，抽样面积由13.8—100平方公里，对残塬、黄土二级台地、梁状丘陵、土石丘陵等类型进行了解译。解译蒙片着色后利用美国SD—130型密度分割仪量算面积，经与中阳县高家沟利用1:5万地形图量算面积对照，面积误差为±4%。

抽样定量量算结果证明，沟壑密度与谷地占地比例值由黄土二级台地、黄土残塬、黄土梁状丘陵、土石丘陵逐渐增大，说明其侵蚀程度和强度也是逐渐加大的。

2、土壤侵蚀形式的相关分析。本省山地性高原地貌类型的复杂性，决定了土壤侵蚀形式的复杂多样，养分、水分的垂直侵蚀、面蚀、沟蚀及各种重力侵蚀、混合侵蚀的形式之间不仅相互影响，相互制约，甚至互为因果，各具特点，它们的发生、发展与影响土壤侵蚀的诸因素之间有着密切的相关关系。平原及河谷虽是侵蚀作用的堆积地区，但由于降水及不合理的灌溉用水，修筑渠道，影响到土体内可溶性矿物和微细粒子随水分的上下垂直移动，或造成可溶性矿物养分的淋溶，或形成土壤的次生盐渍化，因此主要以垂直侵蚀为主；大面积黄土裸露地区由于雨滴的击溅作用，首先引起土壤表层结构的破坏而形成水分流失，进而造成土壤干旱，导致面蚀的发生；沟

壑密度及沟谷占地的实况，直观地反映出沟蚀发展的严重程度；破碎的局部地形以及因侵蚀沟下切，基岩及第三纪红土的出露，促进了土层的滑塌、陷穴、泻溜等侵蚀类型的发生、发展，甚至有发生泥石流的可能性；在基岩裸露的石质山区，岩性不同，其风化程度和产生的物质也不同；此外，上下两层岩层的产状，相互之间接触的形式及倾角等均影响着水蚀和重力侵蚀的程度。植被的种类和覆盖程度不同，对土壤侵蚀作用的影响也不同，覆盖良好的植被可防止面蚀、沟蚀的发生、发展，即便在大于 25° 以上的陡坡，当覆被率达到60—70%，其中深根树种（华北落叶松、油松、侧柏、辽东栎，灌木中柠条、柽柳、黄刺梅等）占30%时，便可减免重力侵蚀的发生。由此可以认为，省境几大林区的高覆被山区各种侵蚀形式基本上不会发生；在中覆被山区由于受着人为活动的影响，仍有鳞片状面蚀形式的出现；而小于30%覆被的基岩地区，不仅有鳞片状面蚀的发生，而且由于人为的开荒垦殖，破坏了植被草皮，常引起砂砾化面蚀、沟蚀（荒沟）、山剥皮、山崩甚至泥石流的发生。

（三）实况分析

地面实况资料是利用遥感影象目视解译划分土壤侵蚀类型定标、校核、解译所不可少的依据，亦是影象解译的重要补充。本次解译制图，除野外路线调查建立解译标志（先后四次，行程8,000余公里）外，尚对目前遥感影象难以解决的黄土地区地表土壤粒径的分布规律及气象、水文资料进行实地采样、化验及资料搜集的分析工作。

1、黄土粒径分布规律的分析。黄土粒径的大小及比例的不同，直接影响着土壤的抗蚀力及实际生产中利用价值和治理措施的实施。据分析，大于0.05毫米粒径的黄土多沉积于黄河大堤，而难于汇流入海。因此，中游的这一部分地区被视为粗砂区。通过卫星影象色调的深浅和水系图形有规律的变化，可以直观地分析出山西省西部地区由北向南黄土粒径由粗到细的变化规律。如晋西北地区影象色调浅，沟谷稀疏而宽浅，地形坡度较缓，丘顶多呈浑圆状，证明其砂性较大；晋西地区的梁峁状丘陵类型，色调稍变深，冲沟密集，地形破碎梁峁顶部浑圆其粗砂含量较前次之；南部的残塬地区及切割严重的黄土二级台地类型，影响色调较深，其台顶、塬面平坦且较完整，到塬边、塬缘地区沟谷急剧深切，冲沟密集分布，证明其细粒含量较高。但仍缺乏准确的定量依据。我们结合野外考察，按影象指示的各地区分别进行了采样，由山西省水土保持研究所土工实验室进行了土壤粒径组成的分析。

从分析结果可以看出，五寨以北地区大于0.05毫米粗砂含量高达50%以上；柳林、离石一线以北粗砂含量大于40%；汾西、乡宁一带粗砂仅占11%。由此证明，晋西与晋西北土壤抗蚀力弱，易被冲刷流失，而晋西南土壤粘粒含量高，抗蚀力强。

2、气象、水文要素的实况分析。卫星影象仅能反映降水形成径流后对地表作用的结果，即土壤侵蚀景观，而对于有关气象、水文要素的定量问题，目前尚难以解决。为提高所划分类型的准确性及便于实际生产中检查、应用，尚需利用地面已有的资料校核、验证。

（1）降雨量的分布，山地大于丘陵、台地、平原，东部大于西部和北部。西部黄土地区降雨量和径流深均较低，但洪水模数值最大；高覆被和中覆被类型，虽然降雨量和径流深都较大，但洪水模数值均较小。这反映了森林植被改变降水过程，涵养水源，“削洪增枯”的水文效应；红土由于渗透性小，结构致密，抗蚀力较强，它的产流特征基本与砂页岩相似。

（2）洪水模数与土壤侵蚀模数的相关性，是受地表覆被物制约的，由松散物质组成的丘陵、山地洪水模数愈大，则侵蚀模数愈大；随着松散物质所占比重的减少，洪水模数虽有增加，但侵蚀模数却呈下降趋势。基岩裸露石质山地，年径流深虽很大，但由于松散物质不发育，侵蚀模数也较小；高覆被和中覆被类型，降雨量虽高，但洪水模数和侵蚀模数都偏低，这与森林植被

的水土保持效应基本相符。这里应当指出，我们选用的代表站并不是十分理想的典型测站，但就目前资料缺乏的情况下，这仍是唯一可取的办法。目前生产中多采用土壤侵蚀模数作为衡量侵蚀的综合定性指标，为保持与实际生产的联系性和一致性，我们根据所得测站的多年平均侵蚀模数与解译类型的相关性，利用相关曲线，求得各类型侵蚀模数值，以利于实际生产中参考。

综上所述，气象、土壤、地形是影响土壤侵蚀的潜在要素，植被则是制约土壤侵蚀发生、发展的决定因素，而人类经济活动是否合理，又对以上诸因素起着主导作用。这些因素之间相互联系，相互制约，形成一个统一的自然综合体。在影象分析、要素相关分析和影象实况分析的基础上，便能较准确地识别和判断由不同因素所组合的类型范围，分析其土壤侵蚀的现状（程度）及今后发展的危险性（强度）。

二、土壤侵蚀类型图的分类系统

（一）土壤侵蚀分类原则

土壤侵蚀图的绘制，除遵循目视解译的基本原则外，还需遵守如下原则：

1、综合因子分析，主导因子定性的原则。类型的划分必须保证相同类型图斑内诸因子的相对均一性，并在对诸因子解译的基础上进行综合分析，确定出定性的主导因子，而绝不能凭一两个因子不经权衡就轻易下结论。如本省变质岩、混合岩、花岗岩及大部分的灰岩山地，虽然地形坡度陡峻，降雨量大，但均有较好的植被覆盖。因此，依据森林植被的覆盖程度结合人为利用的现状、侵蚀模数值等，便可做为分析土壤侵蚀强度的依据；黄土台地，在地貌类型划分中，分为一级和二级黄土台地、黄土断块台地（系峨眉台地）及覆有砂黄土的玄武岩台地。除二级台地外，在土壤侵蚀类型划分中，其它台地因其地势较平坦，冲沟稀少，有的与洪积倾斜平原渐变过渡。这些地类人口稠密集中，农业生产集约经营，均属中度侵蚀类型。二级台地多因受地质构造控制，地面坡度较陡，切割破碎，水系冲沟较为发育，人口较前类地区稀疏，农业利用也较一级台地差，侵蚀较强烈，故单独划为一个类型。

2、对具有特殊意义的类型，要给以特殊重视。黄土既是河流泥砂的主要物质来源，又是山西省农业生产的主要物质基础，在水土保持工作中又属重点治理对象。由于长期承受内外营力及人为活动的综合影响而演变成今日支离破碎的地表形态特征。在这一总的特征内部又可细分为台地、塬、梁、梁峁、缓坡等形态，它们在土地利用现状，土壤侵蚀程度和强度上均有差异，因而治理措施各有特点，应划分为几个不同类型，才能全面、准确地表达其侵蚀特点。且在卫星影象目视解译技术手段和资料可能的情况下，对其物质组成粒径、沟壑密度、沟间地与沟谷地比例、侵蚀模数、洪水模数等进行典型抽样定性和定量的研究工作。

（二）土壤侵蚀分类系统

根据上述分类原则，并考虑到山西省土壤侵蚀的特点，我们采用了二级分类命名法，以地貌类型和地表覆被物为主要命名依据，将全省土壤侵蚀类型划分为：

1、一级类型。根据一级地貌单元和土地利用现状，及水土保持综合治理的目的，土地利用方向等，将全省划分为平原与谷地、丘陵与台地、山地等三个一级类型。

2、二级类型。根据一级类型内部的地表覆被物的差异及土壤侵蚀程度的不同，分为十六个二级类型，并将这些类型又附注归入六个侵蚀强度等级（极强、强、较强、中、较轻、轻），具体类型及特征如下：

I—平原与谷地：

I₁—冲、洪积平原轻微侵蚀、堆积类型。主要分布在由各大河流冲积而成的平坦地面，或

由山地河流形成的洪积倾斜平原。冲积平原沿河流方向呈条带状展布在盆地内，系河流堆积区，洪积倾斜平原一般在盆地边沿至山前呈裙扇状和连续重迭的带状展布。水系冲沟不发育，灌溉条件尚好，主要为农田用地。年平均土壤侵蚀模数小于100吨/平方公里。

I₂—河谷川地轻微侵蚀、堆积类型。主要是山区、丘陵区的河流及较大支流的阶地和滩地，是山区基本农田的精华。年平均土壤侵蚀模数小于100吨/平方公里。

I—丘陵与台地：

I₁—中覆盖度丘陵、台地较轻微侵蚀类型。主要分布在左云、右玉的缓坡丘陵与台地，及覆有砂黄土的玄武岩台地上。多系人工营造的小叶杨林或天然生长的醋柳灌木林与草本牧草。植被覆盖度30—70%，土壤侵蚀模数为200—800吨/平方公里。面蚀、风蚀轻微。

I₂—一级黄土台地中度侵蚀类型。主要分布在万荣、临猗、稷山等地的峨眉台地和覆有砂黄土的玄武岩台地，以及各大盆地周围。这些台地或因受构造控制形成断块台地，或因玄武岩流喷溢而后上覆砂黄土形成的台地。整个地势平坦，仅边缓有沟谷侵蚀。土壤侵蚀模数约为800—1,300吨/平方公里。

I₃—二级黄土台地较强烈侵蚀类型。主要分布在各大盆地周围，因受构造控制，切割较重。其表面较为完整且略具起伏，向盆地方向发育有稀疏冲沟。土壤侵蚀模数为1,900—2,700吨/平方公里，沟间地与沟谷地分别为65%与35%，以面蚀、沟蚀为主。

I₄—黄土残垣状丘陵强烈侵蚀类型。主要分布在石楼、隰县、蒲县、大宁、吉县、乡宁一带。虽切割得相当破碎，但仍见到平坦的塬面或平梁，塬面平均坡度小于5°，利于耕作。沟壑密度每平方公里2.7—2.9公里，土壤侵蚀模数为5,700—9,400吨/平方公里，沟间地与沟谷地分别为58%与42%。面蚀、沟蚀与重力侵蚀都活跃。

I₅—黄土梁状丘陵极强烈侵蚀类型。主要分布在柳林、离石以南，至中阳、交口及孝义以西一带，为顶部平坦微倾斜的长梁状地形。沟壑密度每平方公里2.9—3.6公里，土壤侵蚀模数为9,400—14,500吨/平方公里，沟间地与沟谷地分别占52%与48%。面蚀、沟蚀、重力侵蚀都严重。

I₆—黄土梁脊状丘陵极强烈侵蚀类型。主要分布在山西省西部和西北部，从柳林、离石以北，直到河曲、偏关的大部分地域，为梁状和脊状组合的一种丘陵形态；脊以连续状的为主，梁则系斜梁。沟壑密度每平方公里3.4—4.3公里，土壤侵蚀模数大于14,500吨/平方公里。面蚀、沟蚀、重力侵蚀都相当激烈。

I₇—黄土缓坡状丘陵较强烈侵蚀类型。主要分布在左云、右玉、平鲁及偏关、河曲、保德一带，多系砂黄土覆盖，坡度缓和，沟谷宽浅，因受风力侵蚀影响，表面有片砂地或锥形砂丘出现。沟壑密度每平方公里2.5—2.7公里，土壤侵蚀模数为2,700—5,700吨/平方公里，面蚀、风蚀都较强烈。

I₈—黄土与红土丘陵较强烈侵蚀类型。系指由风成黄土、河湖相沉积物及第三纪红土等地表组成物质构成的丘陵。主要分布在静乐、榆社、武乡、长治断陷堆积盆地，以及垣曲、平陆一带。整个地势平缓，沟谷不很发育，坡缓谷宽。沟壑密度每平方公里2.5公里左右，土壤侵蚀模数为1,300—1,900吨/平方公里。面蚀、重力侵蚀都严重。

I₉—黄土与基岩丘陵较强烈侵蚀类型。主要分布在吕梁山东侧汾河灵石峡谷、古交峡谷、阳泉盆地的边山、长治盆地的南部等地，黄土居上或基岩居上，二者相间分布，黄土与基岩约各占一半。地形破碎，沟壑密度每平方公里2.5公里左右，土壤侵蚀模数1,700—5,700吨/平方公里，沟间地与沟谷地各占44%与56%。面蚀、重力侵蚀严重。

II—山地：

Ⅲ₁黄土与基岩山地较强烈侵蚀类型。主要分布在吕梁山西侧石质山地与黄土丘陵过渡地带、偏关河上游、岢岚北部和五寨西部、汾河灵石峡谷东侧及寿阳芦家庄一带等，其土石比例约为4:6或3:7。土壤侵蚀模数为2,700—5,700吨/平方公里。面蚀、重力侵蚀都相当严重。

Ⅲ₂—低覆被基岩山地中度侵蚀类型。大部分的砂页岩低山和部分灰岩、变质岩低山，仅在阴坡残存着稀疏的灌木丛和草本植物。植被覆盖率小于30%，土壤侵蚀模数800—1,300吨/平方公里。容易产生山剥皮、泥石流等重力侵蚀和混合侵蚀。

Ⅲ₃—中覆被基岩山地较轻微侵蚀类型。主要分布在中山山地的中下部，生长着以灌木为主的灌木草丛和疏林地。植被覆盖率为30—70%，土壤侵蚀模数约为200—800吨/平方公里。由于受人为放牧、樵采及垦荒的影响，面蚀、沟蚀趋于扩展。

Ⅲ₄—高覆被基岩山地轻微侵蚀类型。主要在五台山、管涔山、关帝山、太岳山以及上顶山、中条山等亚高山的中下部和中山上部，为山西省针叶林、针阔混交林与阔叶林茂密生长的地区。植被覆盖率大于70%，由于森林环境的形成，土壤侵蚀甚微。

Ⅲ₅—山地草甸较轻微侵蚀类型。主要在五台山和关帝山顶部、四十里跑马场、霍山顶部、芦芽山上的荷叶坪、中条山上的舜王坪等夷平面，以草本植被覆盖为主，坡度缓和，水系不发育，冻融作用明显，各别边缘地区因过度放牧而引起侵蚀现象。

三、土壤侵蚀类型图的制图方法

(一) 制图程序

卫星影像目视解译土壤侵蚀类型制图，除严格遵循遥感解译的基本程序，即资料准备阶段、野外建立解译标志、解译阶段、验证阶段、总结阶段外，我们首先进行了地貌类型的解译，主要内容包详细解译黄土及现代沉积物、岩类等地表组成物质，并勾绘出各种地貌类型界线；然后解译森林植被的分布及覆盖程度，分别获得地貌类型图和植被覆盖度图解译蒙片，以地貌类型为底图并叠加植被覆盖度图蒙片，参考土地利用现状图，经综合分析，确定不同侵蚀类型界线；再经野外及典型区验证，专业对口审查后，转绘至地理基础底图，绘制成图。

(二) 图面表现方法

做为反映省级面貌的中比例尺土壤侵蚀制图，目前全国尚无统一规范可循，我们制作着色图，根据山西省水土保持工作的实际情况，本着直观、易读、通俗、实用的原则，采用了如下表现方法：

1、用不同色别（色相）反映不同的地貌形态（即一级类型）。结合本省实际，平原与谷地、丘陵与台地、山地，又基本上代表了三种不同的地表覆被物，如森林植被多分布在地，黄土分布以丘陵与台地为主，河流的松散沉积物质多分布在平原与谷地。我们将植被用绿色、黄土用黄色、平原用淡绿色加深绿色斜线等直观色彩进行了反映。

2、同一色别内用不同的色阶（色层）表示各二级类型的土壤侵蚀强度。如在山地类型中将高覆被类型用深绿色，中覆被类型用绿色，低覆被（基岩裸露）类型用淡蓝绿色表示，绿色由深到浅反映侵蚀强度随植被覆盖度的减少由弱到强，黄土丘陵、台地类型中由台地、塬、梁到梁峁，分别由淡黄、浅黄、黄、桔黄颜色表示，黄色的加深标志着侵蚀强度的加大；土石丘陵及土石山地用棕黄色做了反映；对于黄土缓坡状丘陵类型因受风蚀作用强烈，采用乳黄色反映等。

3、图面符号及线划色的采用。为了充实图面内容，充分利用制图空间，较详细地反映出与土壤侵蚀有关因素。我们利用第二层平面对山地的不同岩性、土壤侵蚀形式、水系、水体等以不同颜色符号和线划色做了显示。对于不同侵蚀类型，分别用黑色大写罗马字加脚注符号在图面上详细做了标记，并在图例中注明了每个类型的侵蚀强度等级，用以弥补设色、着色的不足。