

# 荒漠区航片的土壤判读标志

## ——以新疆玛纳斯河地区为例\*

袁 国 映

(新疆环境保护科学研究所)

利用航片的信息特征进行土壤调查和制图,可以缩短调查时间,增加内容的详尽度,提高图斑界线的精确性<sup>[2]</sup>。可是国内在荒漠区使用航片调查土壤的实践还比较少。笔者1963年曾在新疆玛纳斯河地区进行土壤调查并用1959年秋拍摄的六万分之一黑白全色航片、二十万分之一镶嵌复照图,进行典型地段航片的土壤判读和制图;1964—1965年又使用航片编绘沙湾、玛纳斯和呼图壁三县二十万分之一土壤图;1975年又使用航片对玛纳斯河地区进行土壤路线调查。现将几次的工作体会汇总如下。

### 一、荒漠区航片土壤判读的依据

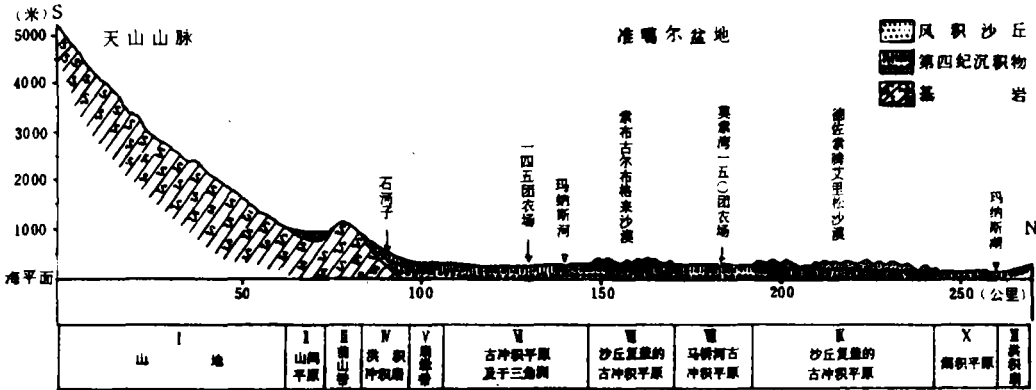
土壤是一种不同于一般地物的客体,在普通航片上往往不能直接反映。但是土壤是在地形、母质、气候、生物、时间和人为活动等因素综合作用下发生和发展起来的。只要其中某些因素发生变化,必将导致土壤发生变化。因此,地形、水系、植被、母质(岩)本身所固有的形态,和它在象片上的构象特征和规律,及其与周围其它因素的相互关系,可作为判读标志,通过综合分析来确定土壤类型并勾绘轮廓界线。这就是土壤判读最基本的方法。

玛纳斯河地区处于新疆准噶尔盆地南部,南为海拔5,000多米、终年积雪的天山,向北没入海拔300多米、沙丘连绵的盆地中心。由于山地抬升和盆地相对下降,从山地到盆地,随着地貌形态结构类型的更替,成土母质、水文地质条件和土壤类型不仅在发生上有密切的联系,而且在空间上作环形带状的规律性分布<sup>[1]</sup>。除天山山地垂直景观区外,广大山前平原景观区都属于极端干旱的温带大陆性气候,年降水量150—200毫米,蒸发量超过降水量10—12倍,土壤荒漠化、盐渍化过程发育,没有灌溉就没有农业。盆地中主要的土壤是灰漠土、沼泽土、草甸土、盐土及沙丘上的风沙土。山地土壤垂直带是山地棕钙土、山地栗钙土、山地黑钙土、山地灰褐色森林土、亚高山草甸土、高山草甸土,永久冰雪和裸岩带(图1)。这些土壤类型都具有不同的剖面结构和表土性态。特别是在盆地内部极端干旱条件下,植被生长稀疏,地表大部分裸露且较干燥,反映在航片上就会获得具有不同

\* 1963年参加野外工作的还有郭辉煌、臧双(中国科学院南京土壤研究所)、李子熙、徐锦峰(新疆生物土壤沙漠研究所)等同志。工作中承蒙 **文振旺**、陈述彭、郑威诸先生指导,中国科学院地理研究所地图室同志的帮助,特此致谢。

特点的印象轮廓。如表土有机质含量的多寡,质地、结构状况的差异,含水量或含盐量的高低等,都会使航片上影象的色调或图型结构发生变化,从而提供了直接判读土壤的依据。这种直接判读对于荒漠区土壤调查具有特别重要的意义。

根据上述的认识,我们对荒漠区航片的土壤判读主要考虑三点:



- I 土壤类型为永久冰雪和裸岩带、高山草甸土、亚高山草甸土、山地灰褐色森林土、山地黑钙土、山地栗钙土、山地棕钙土;
- II 土壤类型为棕钙土和草甸棕钙土;
- III 土壤类型为山地棕钙土和山地淡棕钙土;
- IV 土壤类型为各种灰漠土;
- V 土壤类型为沼泽土、草甸土和盐土;
- VI 土壤类型为盐化、盐化-碱化、碱化灰漠土、平原林土、荒漠化沼泽型、草甸型、盐土型土壤;
- VII 土壤类型为固定和半固定风沙土及龟裂土、龟裂状灰漠土;
- VIII 土壤类型为龟裂状灰漠土、梭梭林土及残余沼泽土、草甸灰漠土、盐化灰漠土、盐土;
- IX 土壤类型为固定和半固定风沙土及梭梭林土、龟裂土、龟裂状灰漠土;
- X 土壤类型为盐化龟裂性土及盐化龟裂状灰漠土、湖滨沼泽盐土、盐化沼泽土、盐化草甸土;
- XI 土壤类型为石膏灰棕漠土。

图1 新疆玛纳斯河地区土壤分布示意图

Fig. 1 Distribution of soil in the region of the Manas River, Xinjiang

1. 根据影象几何图形的标志进行判读 由于山地地势陡峻,切割强烈,沟谷密布,在象片上的图形轮廓呈色差较大的复羽状或枝状图形(图版I照片1<sub>1</sub>);山前倾斜平原,出山口后地势骤然变得宽缓,在象片上呈由山口向下散射的条纹,构成色调较均匀的扇状图案(图版I照片1—4);古冲积平原,弯弯曲曲纵横交错的干涸古河道,在象片上呈复杂的图案。古河道之间的平坦地段,在照片上呈浅色星状斑点比较均匀的梅花鹿皮状图案(图版II照片9,10);盆地中心的砂丘和沙地,因盛行西北风的关系,照片上呈与主风向相一致的条带状图案。因此,根据土壤与某些成土因素之间存在着的密切依存关系,不仅能确立某些土壤类型的存在,而且有可能推断土壤质地、有机质或盐分含量高低、湿度大小、结构状况,及是否受风蚀等性状,还可勾绘出其范围。

2. 根据影象的色调差异进行判读 植被和土壤表层性态在象片上的色调,取决于它们的颜色、反射力强弱、摄影季节和时间等<sup>[3,5]</sup>。荒漠植被、沼泽土和草甸土,雨后潮湿的地面,反射能力较弱,影象呈暗色调;古河道间平坦地段上的碟形微凹地,植被稀疏,大部分为裸露光滑地面,土壤干燥而具弱度碱化,反射能力强,影象呈灰白色。季节和时间

的变化,对影象色调的差异也有很大影响。如植被和作物在不同季节中季相不同,影象显示的色调也有深浅的变化<sup>1)</sup>。在判读时,必须综合分析航片所反映的丰富影象,互相补充、验证,才能获得比较全面的判读结果。

3. 利用地物间的相互关系进行判读 主要是对各种土壤类型的构象背景条件,如地形部位、母质、水盐条件、植被覆盖度等进行综合分析,以区分各种土壤类型。如沼泽土、草甸土和盐土,不仅具有由黑到白的复杂影象,而且总是与一定的低洼地形部位相联系(图版 I 照片 4, 6; 图版 II 照片 8)。

## 二、耕种土壤的影象标志和判读

在航片上,耕种土壤以地块间色差变化大,有地埂和排灌系统构成明显网格图形为特征而容易与非耕种土壤相区别。根据耕种土壤影象的变化及其所处地形部位、土壤类型和利用方式的不同,可以在航片上识别出灌溉灰漠土、灌溉草甸土、灌溉盐土、灌溉盐化草甸灰漠土和灌溉残余沼泽土等类型。

**灌溉灰漠土** 在长期灌溉和耕作活动作用下,象片上一般具有比原荒地深的色调(休耕地例外)。又由于它所处地形部位多为洪积冲积扇中下部,故呈现大体平行而微具放射状、不很整齐的栅栏状网格。地埂、渠系及公路两侧的暗色调,是绿色植物的影象(图版 I 照片 3, 4<sub>1,2</sub>)。随着土壤草甸化、脱盐化和熟化作用的增强,影象的色调越来越暗,网格由清晰变为微絮状,地块也缩小,色调接近于草甸土。如在居民点附近,耕种历史悠久,土壤肥力较高,其影象色调最深(图版 I 照片 3<sub>1</sub>)。

**灌溉草甸土和灌溉盐化草甸土** 所处地形部位为洪积扇边缘,地下水位较高,盐渍化普遍而较强烈。因次生盐渍化而弃耕者甚多。在航片上影象的花纹昏暗,地块分散而不连片,地埂很密(图版 I 照片 4)。在玛纳斯河低阶地国营农场的新垦地上,还可看到在暗色影象的背景上,沿着整齐的栅栏状渠道和地埂旁边,由于盐分在表层聚积、植被稀少,影象呈白色—浅白色,其黑度  $D^{11} = 0.08-0.25$ , 并保存着一些沼泽土、草甸土和盐土的影象。刚耕翻镇压过的耕地色调很浅,为灰白色—灰色 ( $D = 0.15-0.45$ ) (图版 II 照片 8)。

**灌溉盐化草甸灰漠土** 处于干三角洲,地下水位深 3—5 米。由于长期连片灌溉势必引起地下水位抬高和盐渍化。在人少地多和无排水渠的条件下,当地农民创造了一种耕地与弃荒地“插花”的特殊种植方式,叫做“干排积盐”。耕地因灌溉种稻而脱盐,而地块之间的荒地(干排积盐地),在强烈的蒸发作用下,促使盐分在地表聚积,并降低了地下水位。因此,在航片上显示出暗色枝状渠系之间的地块很紊乱,从灰白到黑色 ( $D = 0.3-1.2$ ) 各种色调均有,反映了作物种类和休耕时间长短的变化(图版 II 照片 7)。

**灌溉残余沼泽土** 处于古冲积平原上,由于有机质含量较高,在相同灌溉条件下,影象的色调比两旁土壤为暗 ( $D = 0.5-0.8$ )。又因地势平坦,适于大面积机耕,条田长度可达 1 公里。因此,从影象色调和结构特点,很容易与周围其它土壤类型区分开来(图

<sup>1)</sup>  $D$ 是指相对黑度值,在航片上采用 13 级色卡用比较法测得。0 示全白,1、2 示全黑。因受象片洗印等多种因素干扰,该数值是相对的。

版 II 照片 11<sub>1</sub>)。

### 三、自成土、水成土的影象标志和判读

土壤的形成与各项综合自然因素密切相关。在一定的成土条件下,发育着相应的土壤类型,并在航片影象上具有一致的色调和图案。因此,对自成土和水成土的判读,往往是根据反映成土条件的影象特点来识别不同的土壤类型(表 1)。

**灰漠土** 为温带荒漠的地带性土壤,分布于洪积冲积扇。由于土壤发育程度和特征的差别,影象的特点也不大一样。(1)形成于新洪积扇和洪积锥上的幼年灰漠土,由砾质或砂砾质土组成,剖面层次不明显,表层有微弱孔状结皮。由于地面坡度大( $\geq 23\%$ ),在航片上有雨季洪流冲刷而成的浅色调、散射扇状的“束发”图形,发丝间的灰色—暗灰色条斑,是细土质、湿度较大,生长针枝木蓼(*Atraphaxis lanceolata*)、鸦葱(*Scorzonera* sp.)、蒿属(*Artemisia* spp.)等的地段(图版 I 照片 1<sub>2</sub>, 2<sub>1</sub>)。(2)形成于洪积冲积扇中上部的灰漠土,质地以砂壤—中壤土为主,表层有浅灰色海绵状结皮。由于不受山洪影响,地表平整,地下水位 5—40 米,蒿属、琵琶柴(*Reaumuria Soongarica*)、优若藜(*Eurotia ceratoides*)、倒钩刺(*Dodardia orientalis*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)等覆盖度达 10—25%。航片上影象的色调一般较均匀,部分色调较暗的花纹是浅沟,沟中植被较茂密(图版 I 照片 2<sub>2</sub>)。(3)形成于老洪积冲积扇和古冲积平原高地的残余盐化灰漠土,地下水位在 7—10 米以下,在洪积冲积扇上部者以粉砂壤—中壤土为主,生长小蓬(*Nanophyton eriracum*)等,而在古冲积平原者为中壤—重壤土,以合头草(*Sympegma regelii*)与琵琶柴为主,覆盖度 10—25%,土表仍有结皮。在洪积冲积扇上因地面坡降较大,切割强烈,影象呈复羽状(图版 I 照片 1<sub>3</sub>);古冲积平原地势平坦则形成梅花鹿皮状图案(图版 II 照片 9);低洼地带的盐化—碱化灰漠土,植被稀疏,地表较平滑,影象色调就比梅花鹿皮状图案为浅(图版 II 照片 9<sub>2</sub>);碱化灰漠土地形部位更低,地面光板面积大,便构成了白色絮状图形。

**石膏灰棕漠土** 形成于玛纳斯湖滨的洪积冲积扇,地下水位在 10 米以下,地面坡度较小,母质以砂砾质或砾质土为主,生长白梭梭(*Haloxylon persicum*)、砂拐枣(*Calligonum* sp.)、麻黄(*Ephedra* sp.)、猪毛菜(*Salsola* spp.)等,覆盖度  $< 15\%$ 。土表有浅灰棕色孔状结皮,砾石表面有荒漠漆皮。在航片上影象呈大面积暗色斑块。由于暴雨时可形成局部暂时性积水地,影象上还出现有浅灰色—灰色菌丝状斑纹。

**龟裂土** 形成于古冲积平原沙丘之间的低地,母质以重壤土为主,夹粘土和砂土层,土表平坦多龟裂状裂缝,只生长极少的假木贼(*Anabasis brevifolia*)、琵琶柴,反光性强,影象上色调很浅(图版 II 照片 12<sub>1</sub>)。

**残余沼泽土** 形成于古冲积平原中古河道两侧洼地,地下水位 7—9 米,生长梭梭(*Haloxylon aphyllum*)、怪柳(*Tamarix* spp.)、琵琶柴、猪毛菜等,覆盖度在 10—20% 以下。残留于地表的腐殖质层虽然经过矿化分解,但影象上的色调仍较暗(图版 II 照片 10<sub>3</sub>)。

**平原林土** 形成于部分冲积扇缘及干三角洲古河道沿岸。胡杨林土上胡杨林的影象,呈密集的深灰色粒点状图形(图版 I 照片 5);梭梭林土上高达 4—5 米的梭梭树,在影

表 1 荒漠区自咸土和咸土的鳞片状特征

Table 1 Interpretation features of automorphic and hydromorphic soils in desert region of air-photos

土壤类型 (俗名) Soil types	主要土壤形态特征 Main morphological features	1:6 万航片上的影像特征 Image features on air-photo of 1:60000
灰漠土	幼年灰漠土 (岗坎土)  灰漠土 (白板土)  残余盐化灰漠土 (碱梁地)	狭窄扇形、束发状、乱麻样的浅色条带图形。浅色条纹 $D = 0.15 - 0.4$ , 底色 $D = 0.5 - 0.85$ 。  比较均匀的浅灰色—灰色。有些地方出现有不同色调的流水线或斑块状图案, $D = 0.3 - 0.7$ 。  处于老洪积冲积扇的, 呈浅灰色—暗灰色复羽状或枝状图形; 在古冲积平原的, 为暗灰色的底色上具有浅斑的梅花鹿皮图案。底色 $D = 0.4 - 0.85$ , 斑点 $D = 0.15 - 1.2$ 。
灰棕漠土	石膏灰棕漠土 (石戈壁)	在暗灰色的底色上散布有浅灰色—灰色菌丝状斑纹。底色 $D = 0.5 - 0.8$ , 斑纹 $D = 0.2 - 0.35$ 。
龟裂土 (胶泥地)	地表极为平滑而坚实, 有均匀的多边形龟裂缝, 常为细砂所充填。	呈条状或椭圆形浅白色斑块, 边缘有灰色小点, $D = 0.1 - 0.2$ 。
残余沼泽土 (干黑土)	表层为深灰色微孔状结皮, 其下有半矿化的干腐殖质层, 土体有潜育斑和锈斑。	底色为灰黑色的、明显的梅花鹿皮图案, 但白点较细小, 底色 $D = 0.75 - 0.9$ , 斑点 $D = 0.1 - 0.25$ 。
平原林土	地表有枯枝落叶, 表层有微孔状结皮或盐结皮, 其下有粘化的棕色腐殖质层。	底色较浅, 为不均匀散布的灰黑色粒点状图形, 底色 $D = 0.2 - 0.4$ , 粒点 $D = 0.8 - 1.05$ 。
沼泽土	上部为腐殖质层, 其下为多芦苇根的潜育层。剖面下部铁、锰、石灰质结核较多。	为花纹模糊不清的深灰色—黑色, 呈片状或条带状, $D = 0.7 - 1.1$ 。
草甸土 (下湖地)	上部为腐殖质层, 其下土体多铁锈斑。	在花纹模糊的灰色—深灰色的底色上, 夹有浅色斑点或斑纹。其上耕地地块之间色差较小。底色 $D = 0.35 - 0.7$ , 斑纹 $D = 0.25 - 0.5$ 。
盐土 (盐碱地)	表层有盐结皮, 通体多盐晶及石膏, 剖面下部有锈斑。	为明显的亮白色絮状图案, 其上有不清晰的脉纹, 灰色—深灰色大小不等的斑点, $D = 0.25 - 0.7$ , 底色 $D < 0.15$ 。

象上比胡杨林粒点小而密,色较浅,呈暗灰色微小斑点(图版 II 照片 13<sub>1</sub>)。

沼泽土和草甸土 在扇缘、河谷和干三角洲最低洼的地形部位呈复域分布,常年积水或季节性(周期性)积水,生长水生或湿生植物,覆盖度分别为 60—80% 与 40—60%,土壤上部有不同厚度的腐殖质层。在航片上影象的色调都很暗,但草甸土与沼泽土比较,由于表土含水量和有机质含量不如沼泽土高,且常有盐化现象,其色调相对要浅一些( $D = 0.35—0.7$ )。

盐土 形成于扇缘较高的河流阶地和干三角洲,地下水位 2—3 米,表土常年较潮,母质以中壤—重壤质黄土状冲积物为主。在硫酸盐典型盐土上,怪柳、盐穗木(*Halostachys belangeriana*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、胖姑娘(*Karelinia caspica*)等生长稀疏,盐壳反光性强,影象上呈亮白色调(图版 I 照片 4<sub>6</sub>, 6<sub>2</sub>),而在硫酸盐为主的草甸盐土上,植被覆盖度较大,水分和有机质含量较高,其影象就以灰色—深灰色为主( $D = 0.4—0.8$ ),仅在微地形稍为高起,植被稀少的地段,显示出亮白色的斑块(图版 I 照片 4<sub>5</sub>, 6<sub>3</sub>)。

### 参 考 文 献

- [1] 文振旺, 1963: 关于土壤分类问题的商榷(以新疆土壤分类为例)。土壤学报, 第 11 卷第 3 期, 231—243 页。
- [2] 郑威, 1963: 航空象片在农业自然条件调查与制图中的应用。地理季刊, 第四号。
- [3] 托尔尼切夫 Ю. С. (明世乾译), 1963: 自然因素对航空象片上耕作土壤影象色调的影响——航空象片在土壤研究中的应用。134—162 页, 中国工业出版社。
- [4] Brunn Schweier, D. H., 1957: Seasonal Changes of the Agricultural Pattern, A Study in Comparative Airphoto Interpretation, Vol. 23, No. 1.
- [5] Белоногова И. Н. и Виноградов Б. В., 1958: Некоторые Факторы, обуславливающие изображение ландшафтов «Тр. Лаб. Аэрометодов АН СССР», 6: Л. Изд. АН СССР Москва.

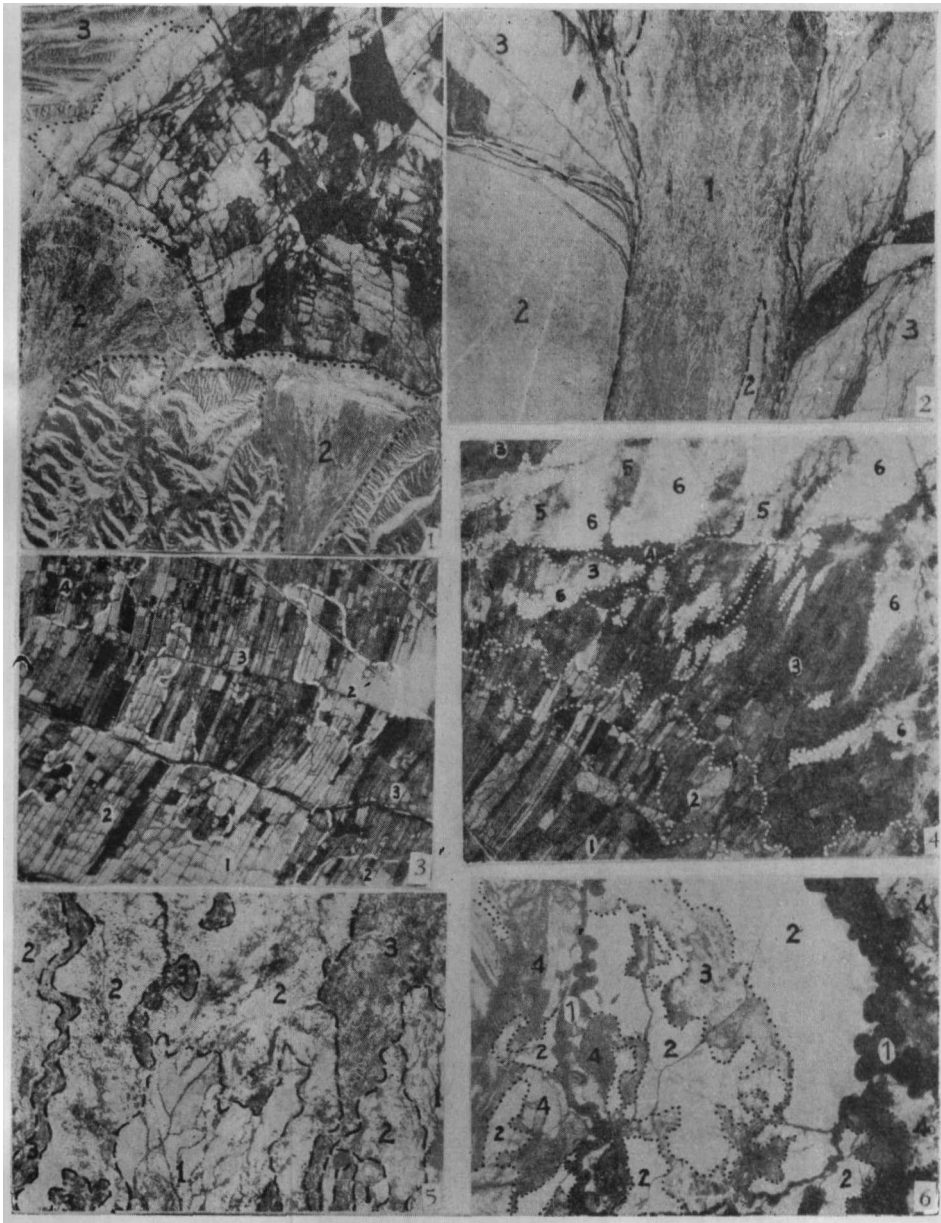
## INTERPRETATION OF SOIL AIR-PHOTOGRAPHS OF DESERT REGION

Yuan Guo-ying

(Institute of Environmental Protection, Xinjiang)

### Summary

Investigation has been shown that the application of air-photographs is a practicable and effective method for soil survey in desert region. The present paper deals mainly with the indication of image and the method of discrimination for automorphic soil and hydromorphic soil on the basis of the analysis of the interpretation features of soil air-photos in desert region.



照片1 山前洼地交接带

1. 山地淡棕钙土；2. 幼年灰漠土；3. 残余盐化灰漠土；4. 红土状灌溉灰漠土。

照片2 洪积冲积扇上部

1. 幼年灰漠土；2. 灰漠土；3. 灌溉灰漠土。

照片3 洪积冲积扇中部

1. 中层灌溉灰漠土；2. 熟化中层灰漠土；3. 熟化灰漠土；4. 灌溉淤积土。

照片4 洪积冲积扇下部和扇缘带

1. 灌溉灰漠土和熟化灰漠土；2. 灌溉草甸灰漠土；3. 盐化浅色草甸土和灌溉浅色草甸土；  
4. 盐化草甸沼泽土；5. 草甸盐土；6. 典型盐土。

照片5 干三角洲林地

1. 灌溉胡杨林土；2. 盐化胡杨林土；3. 草甸胡杨林土。

照片6 扇缘带下部

1. 泥炭沼泽土；2. 典型盐土；3. 草甸盐土；4. 灌溉盐化浅色草甸土和次生盐土。



照片 7 干三角洲耕地

水稻土和灌溉盐化草甸灰漠土复区, a 示干旱区域耕地间特有的“干排积盐”地

照片 8 玛纳斯河低阶地

冲积性草甸土及沼泽土复区: 1. 泥炭沼泽土; 2. 灌溉腐殖质沼泽土; 3. 典型盐土和草甸盐土。

照片 9 古冲积平原河间地

1. 残余盐化灰漠土; 2. 盐化-碱化灰漠土。

照片 10 古冲积平原丘间低地

1. 残余盐化平原林土; 2. 龟裂状平原林土; 3. 残余腐殖质沼泽土; 4. 龟裂状灰漠土; 5. 半固定沙土。

照片 11 古冲积平原耕地

1. 灌溉残余腐殖质沼泽土; 2. 灌溉残余盐化平原林土; 3. 残余盐土; 4. 残余盐化平原林土;

5. 灌溉龟裂状灰漠土。

照片 12 古冲积平原沙丘

1. 龟裂土; 2. 固定和半固定风沙土。

照片 13 古冲积平原

1. 梭梭林土; 2. 垄状半固定风沙土。