

航空象片綜合利用譯文集

航空象片在土壤研究中的应用

中国科学院地理研究所編譯

中国工业出版社

航空摄影测量与遥感丛书

航空照片在土壤研究中的应用

叶德明 叶德明 叶德明 叶德明

中国工业出版社

航空象片綜合利用譯文集

航空象片在土壤研究中的应用

中国科学院地理研究所編譯



中国工业出版社

本譯文集選譯了蘇聯利用航空攝影方法進行土壤制圖的論文八篇，其中包括了航空象片的土壤分析判讀、利用航空象片進行土壤侵蝕的研究、以及為改善土壤航空攝影方法而進行的光譜反射能力研究等問題。對於加速我國農業土地資源的勘查研究具有實際的參考價值。

本書可供農業、土壤、地理、航空攝影測量、制圖、水土保持、林業等部門工作人員、研究人員和院校師生參考。

航空象片綜合利用譯文集
航空象片在土壤研究中的應用
中國科學院地理研究所編譯

*

國家測繪總局測繪書刊編輯部編輯（北京三里河國家測繪總局）

中國工業出版社出版（北京佟麟閣路內20號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第110號）

中國工業出版社第四印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行·各地新華書店經售

*

開本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印張 $6\frac{3}{16}$ ·插頁7·字數151,000

1963年11月北京第一版·1963年11月北京第一次印刷

印數001—680·定價(10-7)1.45元

*

統一書號：15165·2512（測繪-85）

前 言

运用近代科学技术成就，迅速而精确地查明土壤的类型、地形的特性、水源的分布、植物的复盖等一系列与农业有关系的自然条件，了解土地资源的潜力；这对于因地制宜规划生产，加速进行农业技术改革，更有效的贯彻八字宪法，都是有重要意义的。

二十世纪二十年代以来，世界各国都在致力于研究如何运用航空摄影方法来清查土地资源；因为这种方法着重于运用航空象片分析技术，特别注意研究自然界的相互联系与制约规律，从而节省一部分或大部分的野外勘查劳动，并且可以提出比一般地面调查要精确详细得多的自然条件图来，因而显著地提高了农业规划工作的质量；因此，这种研究农业自然条件和制图的技术，不论是在生产实践中还是在科学研究中，早已有了极为广泛的应用。

我国正当农业技术发展的新时代，需要应用新的科学技术成就来加速有关农业自然条件与土地资源的调查研究工作，因此，本集针对了这一迫切的实践需要，特选译了有关土壤调查制图中应用航空象片的论著八篇汇为专辑，以供与农业、土壤、水土保持、地理、水利、林业、测绘等有关部门参考，这可能对于我们学习国际经验，推广这种新的科学方法是有一定作用的。

全集由中国科学院地理研究所明世乾同志与土壤研究所戴昌达同志译校，最后由郑威同志校订；由于编译者的水平有限，一定存在有不少不妥之处，希望读者提出宝贵意见以便改进。

編 者

一九六三年二月

110329

~~1001699~~

(一) 利用航空摄影資料編制里海 沿岸低地土壤图的方法

M. C. 西瑪科娃

緒 言

为了順利地解决面临在农业面前的重大任务：进一步提高所有农作物的单位面积产量，在增加牲畜生产率的同时增加牲畜的头数以及利用土壤改良方法开发新的土地，都要求大規模地开展土壤制图工作。在这个时候編制中比例尺土壤图（1:100,000—1:200,000），特别是大比例尺土壤图（1:50,000—1:10,000）具有特殊的意义。但是利用現有的方法編制中比例尺，特别是大比例尺土壤图，其过程是相当复杂而費時間的。

为了編制較精确的地图，减少和加速地面測量工作，要求創造出新的土壤制图方法。在这方面采用航空摄影具有很大前途。

航空象片能絕對客觀地提出景观各要素的綜合图形，精确地記錄出这种或那种景观要素的空間位置，而且具有很丰富的内容和詳尽的細部，因而它是完全能滿足土壤学家要求，大大提高土壤調查工作速度和精度的基础。

由于在光学和摄影測量学方面取得了較大的成就，加上各种最新摄影材料的制造和各种滤光鏡的采用为各种專門考察工作（其中包括土壤制图）采用航空摄影开辟了无限的可能性。

航空摄影在国民經济各部門中的应用

大家知道，航空摄影是在軍事上为了偵察应用而开始发展起来的。

在伟大的十月社会主义革命以后，航空摄影在苏联开始用于国民經济中各种需要。苏联的航空摄影事业大約是在1925年开始蓬勃地发展。

航空摄影工作最初是应用于森林研究。然后制图方面也开始采用了航空摄影。同时，科学研究在不断地改进航空摄影仪器和航空摄影方法。目前制造了各种摄影材料，設計并改进了各种仪器，創造出能大量减少航空象片地面控制工作的方法……等。

现在地形图是利用航空摄影資料来編制。

目前清查森林資源都在广泛地应用航空摄影；航空象片森林判讀的理論問題得到了很大的注意（普罗宁，1953；华西列夫斯基等，1939；林业部，1952；薩莫依洛維奇，1952）。在沼泽研究中也采用了航空象片（裘卡列夫，1934，1935，1936；加尔金娜，1945，1946，1947，1948）。

现在，E. A. 加尔金娜利用航空摄影方法对沼泽进行了分类（1946），并制定了不同类型沼泽判讀指标。

除了中緯和北緯地区之外，在草原和荒漠地区的各項植物研究和制图工作中也采用了航空摄影資料。

航空摄影在各种地质勘察工作中也在广泛使用。地质工作最初利用航摄資料是在荒漠地区。现在在森林地区进行地质研究工作也利用航空象片。

土地规划工作从1927年开始采用航空摄影（馬斯洛夫，1931；謝利科夫，1930；烏利雅欧夫斯基，1931）。

有关航空摄影在土地规划中的应用問題出版了專門的著作和文集。此外还出版了有关土地规划中航空象片判讀專門工作指南和規範（尤洛夫斯基，1935；謝尔裘科夫，1937；伊利恩斯基，1946）。

现在，航空摄影在土地规划工作中得到了充分地利用。集体农庄的平面图都是利用航摄資料編制而成。

我們可以看出，航空摄影的应用范围是如何之广。航空摄影在水利、道路建設、考古学和其它經濟和科学部門中都成功地应用了。

航空方法的热烈宣传家A. E. 費尔斯曼曾写道：航空事业为各种地理勘察，其中包括土壤地理研究开辟了远大的前景（1930）。

Л. И. 普拉索洛夫在 1931 年的一本著作中描述了土壤学家在工作中，特别是在难以到达地区（北部地区，沼泽区和荒漠区）所遭遇到的困难时曾对航空摄影寄托了莫大的希望。

Б. А. 費道羅維奇在《航空摄影和荒漠 研究开发》著作中（1943）指出，航空象片是特殊的土壤文献图。

1929年在康斯卡亚河滩上所进行的工作就是最初利用航摄资料的土壤勘察工作之一。

在这次工作中利用的航空象片比例尺为1:10,000。两个土壤学家在两个半月过程中完成了大約有10万公顷土地的勘察，然后編制了比例尺为1:50,000土壤图。

1930—1931年 А. И. 列溫保特关于这项工作曾这样写道：航空摄影本身不能对土壤提出任何直接的說明，但是它能很好的表达出植被的所有特征。如果土壤和植被的天然相互关系完全沒有被人所破坏的話，就完全有可能根据反映在象片平面图上的植被和一般地物的影象特征确定本地区的土壤。如果植物被复比較單調，地形平緩，則象片平面图比普通等高綫图的优越性并不显著，而在平坦的开垦草地上这一优越性看来是不存在了。

А. И. 列溫保特認為：在平坦地区和开垦的草原，航空摄影的优越性将会降低，而在植被單調和地形平緩的地区这种优越性将会大大降低。这种看法未必正确。这个看法甚至与这个作者所下的节省工作時間主要靠加速定向这一結論都不符合。应知道，草原地区的航空象片能表现出大量的地面細节（所有的道路、小径、田界、小沟和小盆地等），而在这些地区，地形图的内容却特別貧乏。

Л. 謝亞科夫在他的文章《哈薩克斯坦調查經驗》（1932）中指出，有关地形的影象，特别是表現清晰的地形影象，航空摄影能鮮明的反映出来。在耕种的地区，航空摄影反映不出土壤變种輪廓，但是能提供出便于土壤学家在航空象片上划分土壤輪廓的丰富資料。

И. С. 斯麦塔宁根据比例尺 1:17 000 象片略图主要通过對西

伯利亚森林草原和草原地带耕作景观研究之后指出(1940)，在草原区，由于天然植被很单调，而大片面积为播种地，所以草原航空象片的摄影影像比森林草原航空象片色调单调。但是，草原航空象片具有不可比拟的优点，它们能鲜明地表示出地面调查反映不出来的微地形，而地物内容也较地面调查丰富。在绝对休閒和秋耕地上，土壤类型的改变在象片上是相当清楚的，腐殖质较多的土壤为黑色，而腐殖质少的准灰化土为淡色(斯麦塔宁，1940)。

大致在哈萨克斯坦工作的同时(1930—1931)，国立水利工程经济设计院的土壤学家们根据航空象片进行了土壤调查。而且有些地区，土壤制图完全是用内业方法进行的，因为各种植物群落在象片上容易辨别，而且植被可以作为土壤判读的标志。

1932年，M. B. 魏尔楠捷尔和C. C. 索博列夫在波列斯利用航空象片进行了土壤调查。

很可惜，国立水利工程经济设计院这些有意义的工作没有发表。但是，在土壤调查中正确利用航空象片的经验，深刻地分析航空象片所包含的内容对航空方法在土壤学中的进一步发展是有益处的。某些研究人员不正确地认为象片只能作为地形基础，从而得出了错误的结论；提出了不正确的建议，这样就阻碍了土壤学中运用航空方法的进一步发展。

Б. Ф. 彼特罗夫在《集体农庄大比例尺土壤调查的方法问题》一文中曾提到，大部份地区的地形底图质量不能满足大比例尺制图的要求，并指出土壤学家必须同时具有复绘在透明纸上的地形图和真正的航空象片或者镶嵌的、并已判读了的象片平面图就更好了(1951)。

认为土壤学家应当根据已判读的资料进行工作的这一观点是很错误的，而且对航空方法在土壤学中的发展起了不好的作用。

土壤学家们没有解决利用没有判读的航摄资料进行工作的问题。例如在西西伯利亚开始上述勘察之前用一年时间先进行试

驗性工作，一方面为了制定利用航空象片的方法，另一方面是解決未判讀的航空象片对土壤勘察的应用問題。正象所預定的那样，这些工作都很迅速而成功的解决了。在野外独立地利用航空象片連續工作5—6天之后，土壤学家們就能很快地掌握象片略图的讀法。并肯定了比例尺1:25,000土壤調查时象片略图具有很大的优越性。

1946年在山区条件下的土壤制图是利用航空象片进行的（苏联科学院南吉尔吉斯考察队）。所得的結果是很好的。根据生长在土壤上的植被能清楚地判別出不同类型土壤，而根据航空象片能鮮明地分出石堆和坚硬岩石露头。

近几年来，由于水利樞紐建設的大力发展和新土地的开发，在土壤勘察中广泛地采用了航空摄影資料。

例如在1950年夏季，利用航空象片在栽培有工业意义的櫟林地区进行了土壤勘察（奥尔法尼特斯基，1952）。在这項工作中最有价值的是在航空象片判讀时，全面地考虑到土壤按地貌分布的已確認了的規律性和土壤与植被的相互联系。

1951年国立莫斯科大学綜合考察队在西里海低地使用了航空象片，利用航空象片能提高工作质量和精度（察岑金，1953年）

但是，即使是个別土壤学家在利用航摄資料中取得了一些成績和好的結果，仍必須承認航空方法在土壤制图中的应用还是相当落后的。A. B.加維曼和Ю. A.利維罗夫斯基在《土壤制图中的航空摄影》文章中就指出了这一点（1953）。作者在文章中指出了在土壤学中研究采用航空方法的途径（普通航空象片的利用及其深入判讀方法的制定和專門航空摄影的采用）。

在外国文献（Carl Troll, 1939; Hills, 1950; Soil Survey Staff, 1951; Buringh, 1954; Gunn, 1955—等）中也強調在不同專門研究（包括土壤調查）中广泛地采用航空方法。

本著作的任务和航摄資料利用說明

航摄資料是特殊的底图，因此在利用航空摄影情况下的土壤

調查方法应与普通土壤調查方法有些不同：在这种情况下，外业工作可以大大减少，因为土壤調查可利用航摄資料判讀方法进行，可以选择很稀疏的路綫，减少剖面 and 对照剖面的数量。

但是，由于使用的摄影材料和滤光鏡，摄影比例尺和摄影時間（季节）不同，影象的反差也不同，因而在不同土壤单元中判讀的难易和精度也将有所区别。

本著作试图以里海低地（伏尔加和烏拉尔河間地北部）工作为例，建立利用航空象片进行土壤制图的方法，确定根据航摄資料判讀土壤的方法和原則，探討最适合土壤判讀的摄影比例尺和最适宜的摄影時間（季节）。

另一任务是：进行比較分析和查明利用不同底片加各种專門滤光鏡的摄影优点，以及彩色摄影用于土壤制图中的优越性。

我們具备解决上述所有問題的各种資料。在这項工作中我們首先利用了比例尺1:25,000接触晒印象片，象幅为18×18厘米和24×24厘米。

航空摄影是用全色航摄底片进行的，为了消除矇雾的影响，利用黃色滤光鏡。

在研究地区的不同地段，采用不同季节（从4月中到9月末）摄影。因此，航空象片能表现出这个地区上在不同植物生长季节和不同土壤湿润状况下的情形，从而可以比較不同季节土壤植物被复的判讀标志。

我們用的航空象片在质量上完全滿足要求。

1953年春季，在以前研究过的面积約为80平方公里的一个地区曾以比例尺1:10,000进行过試驗航空摄影。摄影是用不同底片和不同滤光鏡进行的：1）全色片加橙黃色滤光鏡；2）光譜彩色二层底片加紅外滤光鏡。因此，試驗地区用紅外綫底片摄影。底片的处理与黑白片处理相同；3）光譜彩色二层底片应加黃色滤光鏡，但是錯誤地应用了厚的橙黃色滤光鏡。这个底片的处理方法与彩色底片处理相同，并获得了顏色与正

片^①接近的彩色負片；4) 彩色三层底片不用濾光鏡。

除了紅外綫底片拍摄时所得到的底片之外，所有負片和接触晒印象片的质量都合乎要求。因为航摄組仅有一架摄影机，而在紅外綫摄影时专门調整焦距是不可能的，所以所得到的底片不够清晰。

利用不同底片所晒制的航空象片比例尺为1:10,000, 1:9,000和1:7,000。

野外勘察是在1951和1952年两个夏季进行的。除此之外，于1953年春季在所工作的一个地段上作了一次短期旅行，并进行了航空目測。

根据我們的任务規定，我們主要的是研究航空象片土壤判讀和利用航摄資料土壤制图問題。而对地区自然条件的說明和对土壤的描述是相当簡要的仅为叙述航空象片判讀一章所必須的。

第一章 研究地区的土壤被复

土壤形成条件的簡要說明

研究的地区位于里海低地范围内，并包括西哈薩克斯坦州的西北部。

地区的北界为烏拉尔斯克城所在的緯度，南界为大片沙地的北边。东部勘察到烏拉尔河河漫滩，西部大約到东經46°。

区域气候

地区的南部距流域很远，地势平坦，一方面受亚洲和亚速尔反气旋影响，另一方面受土尔克斯坦低气压影响，因而該地区的气候为强烈的大陆性干燥气候

① 参看《光譜摄影学》，A. H. 約尔丹斯基，中央測繪科学研究所著作集，107期，1955年。

里海区冬季寒冷，降雪較少，大約从11月上旬到3月末为冬季。1月气温为 -12° ， -14° 。北部的积雪厚度为20—30厘米，而南部为10厘米。靜的反气旋严寒天气常与草原平地强劲风暴互為交替。春季較短，而雪融化較快。春季温度較高，土壤在强烈光照射下干燥較快，因而草原植被发展迅速，一到初夏就結束了它短促的生长循环期。

在里海，炎热的干燥夏季来得較早。7月份白天的气温平均上升到 $+30^{\circ}$ 和 $+31^{\circ}$ ，而个别几天超过 $+42^{\circ}$ 。清早温度下降到 $+17^{\circ}$ ， $+18^{\circ}$ 。

年降水量为250—300毫米。温暖季节降水量为最多，而在寒冷阶段末期，主要是2月和3月降水量为最少。夏季降水量一般是很少的，而具有农业意义的降水日（1日不少于5个毫米）一个月不超过一天。

夏季空气湿度低，7—8月相对湿度为最低，大約为35—40%。在最干燥的月份里，相对湿度为30%的日数可达到10—17日之多。在这个阶段，湖泊表面蒸发值超过降水量2—4倍。平均占夏季70—80天（其中15—16天干旱风为最强）的頻繁的干旱风对植被有害。

因此，在秋季到来之前，土壤显得干旱，只有較多的秋露和一些較大的秋季降水使土壤微微湿润。

成 土 母 质

里海低地是由沉积岩：海洋沉积（常常盐化），湖泊沉积和河流沉积所組成的。現代大陆沉积不很厚，而且很少看到。

从前寒武紀起，在整个地质历史过程中，里海低地曾不只一次的位于水下。里海低地曾有过各种类型的湖泊。不同的沉积物和盐类从四周高地流入了湖泊中。

由于多次的海侵，海退和海停的結果，在現代里海以北盆地土上积迭了很厚的具有不同机械成份和不同盐渍化了的沉积物。这些沉积物就是成土母质。

在上述地区范围内，主要成土母质为巧克力色重粘土（盐渍化较强，主要分布在古老地形低陷地），淡黄-棕色粉砂质壤土（黄土状的），黄棕色层状的壤土，黄棕色砂化壤土和砂壤等。

它们的特征是，在从北向南的方向上母质的机械成份渐渐变轻。

也应指出，里海低地的表面复盖的冲积层大都具有层次和黄土状形态（多孔隙性，含碳酸盐，沿垂直节理崩塌趋向等）。

区域地形和水文

里海低地为微弱割切的平坦地形。低地表面从北向南，向里海逐渐降低。里海沿岸低地海拔高度为 -24，-26米；在距海500—600公里低地的北部海拔高度为 +50，+65米。因此，地形总的平均倾斜为1公里约降低15厘米。

在区域的西部和中部，高尔基河和大小烏晉河东南方向流出。在东部有第一契日河、第二契日河、东杜拉和庫舒姆河。所有这些河流都没有固定流向。夏季这些河流只在深处才有水。高尔基河水是苦鹹的。大烏晉河和小烏晉河的河水在仲夏就开始了很大的矿化作用。各个河流都没有連續下切較好的河床。大烏晉河在弗尔馬諾夫村河床就消失了，河水奔向三角湾，造成了烏晉河（弗尔馬諾夫村）水的泛滥。小烏晉河的春季洪水在淹沒卡茲塔洛夫科村很大地区的同时，并造成了卡茲塔洛夫科村的泛滥。烏晉河在这些泛滥区以南又有切入草原中的河床，而河床两岸很高。

上述所有河流都没有入海的逕流，它們在里海低地范围内就消失了；烏晉河注入卡梅施薩馬尔群湖，并在这里造成泛滥。

第一契日河、第二契日河和东杜拉河在更北的地方就消失了，春汛时草原广大地区被淹沒，并造成契日河和杜拉河的泛滥地带。

地区总的平坦形式仅被个别的由波格多盐丘和烏拉干盐丘所組成的小丘地和阿拉尔索尔湖以及尔卡贊洼地等所破坏。

在里海低地平原地区范围内可以划分为两个主要地形单元：

1) 中地形低地—洼地和三角湾^①，而在它们之中分布有干草原三角湾間和洼地間分水地区，2) 小地形低地—碟地形和不大的黄鼠穴圓丘。

位于分水地区的碟地形，对于里海低地的面貌有很重要的意义。这种碟地形和表現鮮明的土壤—植物被复的白斑及复区有联系。

碟地形为不深的低地（10—30厘米），形状多为圓形的，直径从2—5到几十米。碟地形的分布沒有任何严格的規律性，但是它们的总数量是从北向南减少。在厚的黃土状壤土区，碟地形的分布为最广。

在所研究的地区內，潜水的深度是不同的，而且具有不同程度的矿化（在盐涸湖中为0.5克/升—160—200克/升）。总的来講，潜水矿化程度很大。由于中地形和小地形有所不同，則潜水所在位置和矿化程度都有显著差异。在开暢的三角湾中，潜水深度为1.5—2米，矿化度达30—60克/升，而向南逐漸增加。在封閉的三角湾和洼地中，潜水矿化度不大（0.8—1.5克/升），其深度为2—4米。

在研究地区的汇合分水岭草原地带，潜水深度为3到10—12米。矿化程度决定于小地形。例如，碱土下面的潜水，其总含盐量为2—40克/升。在发育草甸栗鈣土的碟地形下面，春季潜水水位要比在碱土下的潛水水位約高40厘米，但它们的矿化度較低。

区域植被

所研究的区域位于栗鈣土干草原地带。气候特別干燥，总地势平坦，成土母质和潜水的盐漬化，地表水的貧乏和几乎不外流的特征，造成了里海低地現代景觀的面貌。

① 根据 И. П. 格拉西莫夫的意見(1951)，里海低地三角湾可分为开暢的、半开暢的和封閉的。

在这个具有盐渍化成土母质的干旱地区，地形有极微小的变化就将引起融化了的水分重新分配，因而形成土壤的不同脱盐程度。同样也会引起植被和土壤被复的变化。地区这一地段或那一地段成土母质的机械成份和可排水程度也有重要的意义，它们决定了脱盐的可能性。

因此，里海沿岸低地的所研究地区的植物被复具有各式各样的特征。而土壤被复也具有同样的特征，因为这个地区的植被和土壤之间的相互关系表现得特别明显。这里有草甸植被（它的下面为不同的草甸土），草原植被（生长在草甸栗钙土上）、干草原植被—栗钙土、荒漠植被（主要生长在碱土上）。

草甸植被和各种草甸土分布在低地形的三角湾中。在生长着草甸植被的三角湾中，常有小壟和小丘隆起，而在它们的上面生长盐土植被。

在干草原分水地区，主要以复合的土壤-植被为主。

各种复合体要素的结合是各式各样的；有的复合体是由荒漠植被和干草原植被组成的；在这类复合体范围内往往是大片的单调的干草原植被；在其它的另一种情况是，在荒漠植被和干草原植被之间可能夹杂有碟地形草原植被。在这些地区上往往广阔分布了大片洼地，在它们的上面生长草甸草原植被等。

下面在论述土壤判读方法和判读标志时，将比较详细的介绍植被的情况。这样做是必要的，因为根据航空象片判读该地区的土壤主要是通过植物被复的影象和地形的影象。

土壤和土壤复区^①

从上面可以看出，所研究的里海低地的土壤形成条件是相当复杂而种类繁多的，因此该地区的土壤被复也具有很大的复杂性和多样性。

土壤复区分布最广，它们包括碱土、栗钙土和草甸栗钙土

① 我們所采用的土壤命名系苏联科学院土壤研究所和哈萨克苏维埃社会主义共和国土壤研究所里海沿岸考察队1951年所用的。