

滴定时快速移液管要求垂直,滴液的流速要快慢一致。滴定开始时一管一管的加,接近终点时一滴一滴的加,记下管数和滴数。如果滴过头,超过终点,可以回滴。

计算方法也很简便,例如,快速移液管经过检定,每管0.499毫升,有10滴,每滴0.05毫升。滴定用去0.05N盐酸标准溶液3管5滴,回滴用去0.01N硼砂标准溶液2滴,每滴0.05毫升,则:

0.05N 盐酸用量为 $3 \times 0.499 + 5 \times 0.05 = 1.74$ 毫升

0.01N硼砂用量为 $2 \times 0.05 = 0.10$ 毫升,相当0.05N硼砂 $0.10 \div 5 = 0.02$ 毫升。

故实用0.05N盐酸应为 $1.747 - 0.02 = 1.727$ 毫升

四、准确度

1. 容量准确度 玻璃量器一般分为两等,一等量

器用衡量法检定,二等量器用容量比较法检定。

快速移液管和快速加液管都是用衡量法检定,比较准确。在20°C时,快速移液管的容量偏差一般小于 ± 0.005 毫升,快速加液管的容量偏差一般小于 ± 0.02 毫升,都在一等品的允许偏差范围内。

2. 使用准确度 举两个实例说明:

例一、用快速移液管吸取纯水,在分析天平上称重,5次的水重分别为0.998、0.999、1.000、0.997、1.001克,平均为0.999克,重复间的绝对偏差0.0012克,相对偏差0.12%。

例二、用快速加液管加纯水,在感量0.01克的天平上称重,5次的水重分别为9.98、10.00、9.98、10.02、10.02克,平均10.00克,重复间的绝对偏差0.0016克,相对偏差0.16%。

以上两个实例说明,快速移液管和快速加液管在使用时,重复间的准确度也比较高。

科学讲座

土壤水分的运动形式与能量转换

张 君 常

(西 北 农 学 院)

一、我国古代对土壤水分研究的历史简介

我国自商汤,历经西周,东周(战国时代)和秦汉,曾有许多宝贵的保“泽”(保墒)经验,惜零星片段无系统记载,由于文化的相继发展,才有农学的记载如《吕氏春秋》、《汜胜之书》等。

吕氏春秋是战国末期的产品,那时虽然还是奴隶部落时代,但是人民已经注意耕作上必须解决的具体问题,后经汜胜之书概括为七个字:“趣时、和土、务粪泽”(赶上时令,使土壤中水、肥、气、热得到矛盾的统一,施肥、加水务使土壤中保持适当的水分和养分),其中既包括天时,地利又强调了人的因素。汜胜之书是以黄河流域的旱农为对象,故以保墒(汜书“保泽”)为最重要的事项;该书中对于保留多种形式的降水,非常注意;在旱象极其严重的时候,主张利用井水灌溉,如“天旱以流水浇之,……无流水,曝井水杀其寒气以浇

之”、“雨泽时适,勿浇,浇不欲数,”等。这说明无论降水、井水灌溉应用时都必须注意结合当时当地的条件,以免破坏了土壤结耕,引起吸水保墒的困难。又如区种瓜法里说:“以三斗瓦甕,埋着科中央,令甕口上与地平。盛水甕中令满,种瓜甕四面,各一子,以瓦盖甕口,水或减,辄增常令水满。”这种“保泽”方法,正如表面张力计一样,利用能量转化和能量平衡的原理来节约用水。在吕氏春秋任地篇中有“凡耕之大方,力者欲柔,柔者欲力;息者欲劳,劳者欲息;棘者欲肥,肥者欲棘;急者欲缓,缓者欲急;湿者欲燥,燥者欲湿”的土壤水分和养分能量转化的辩证关系。在汜胜之书中以简单朴素地从动力学观点合理地解释了这种辩证关系,即“强土弱之,弱土强之”两条总的原则。诸如此类,不胜枚举。

我国古代研究土壤水分,不仅研究液态水,也研究固态水和汽态水。如汜胜之书中说:“冬雨雪,止,辄以藁之;掩地雪,勿使从风飞去,后雪,复藁之;则立春保

泽,冻虫死,来年宜稼”。对防止春旱上有着极重要的意义。在西北地区,用雪水灌溉,比之用河水井水尤强,因雪是天然蒸馏水,可免除盐碱土地区所含可溶性盐类中钠、镁等离子对作物的为害。且雪是从离地附近的底部溶化,可减少地表径流的损失。至于汽态水的研究更有丰富的经验,如“秋、春雨而耕,绝土气”。所谓绝土气主要指土壤墒情中的汽态水而言,而汽、液、固三者的转化也是能量转化的问题。在能量转化的过程中利用其自由能来使土壤由坚硬变为柔松,或由无团粒结构变成有团粒结构的土壤,这就是把强土变弱(强土弱之)的办法。

在我国古代农民群众对于土壤墒情和土壤物理性质以及作物生长的关系也有一些记载,如正韵中说:“五粟之状,淖而不服,刚而不艱,不汙车轮,不汙手足*……”。其中“淖而不服,刚而不艱”就是关于土壤的墒情对耕性的恰当描述,说明这种土壤虽然干燥,却并非全无润泽,湿而不粘,干而有润,正是“息土”的真实情况。又如齐民要术中有“燥湿候黄场,种讫,不曳耨”一语,“场”原写作𦵏,现写作“墒”,即保有一定量的水分和一定结构的土壤,适应播种的墒情以“黄墒”为合宜,不要拖沓。又如诗云“始教耒耜耕,后有耙劳利”、“时时灌溉,常令润泽”等,,全是研究墒情与耕性和灌溉的名谚。

现代由能量观点研究土壤墒情(土壤水分)的理论体系是在古代农业生产实践经验中建立和表展起来的。由于科学领域中物理化学以及微生物学、生物化学的发展,已经由静态进入到动态的研究,由宏观结构进入到微观结构的研究,随着现代物理学的建立和发展,运用现代分子物理学的规律,使我们对宏观土壤性质的认识有了飞跃的进展,使土壤科学尤其在物理性质的研究方面大大地推进了一步。由于现代化的设备,推动了土壤科学研究工作,土壤科学的进展反过来又推动农业生产进一步的革新。土壤水分科学的研究也是由形态的研究进而为能量的研究;由宏观的研究进而为微观的研究,这是当前土壤物理科学发展的必然趋势。

二、能量守恒与转化定律 与热力学定律

凡是讲到功,就意味着有一定能量的某种形式的运动转换成另一种形式的运动。能的表现只有两种,非热即功,可以互相转换,也正是能量只能从一种形式转换为另一种形式,既不能增加也不能减少。这是由

焦耳把各种各样的功转变为热的实验中所证明。例如,由于摩擦力或空气阻力而损失的机械能以热的形式重新出现,把它考虑在内,便可发现,即没有新的能量出现,旧的能量也并未消失。

于1847年亥姆霍兹发表了“能量守恒”定律,即热力学第一定律。换言之,如果在该系统中消失一定量的化学能、电能或光能,则必然会转化为等量的热。热力学第一定律是将宇宙本身看成既不吸热又不向外散热的一个隔离系统。热力学第一定律是近代物理学的一块基石,是一个永恒的真理。

虽然隔离系统中能的总量未增加也未减少,但在能量从一种形式转换成另一种形式的同时,系统做功的能力减小,也就是说在生产实际中,任何形式的功都能完全转换为热,但反过来将热转变为功时,则有一部分热是无法利用的,不可避免地要浪费掉。这与热力学第一定律并非矛盾,因为这些能量并未消灭,它们转换成了热,散失在周围环境中。

热力学第二定律的要点:具有位能和作功能力的系统,位能趋向转换为动能,同时系统作功能力减小。也可以更明确地说,当一种形式的位能转变为另一种形式的位能时,在这种转变过程中总有一部分位能趋向于转变为动能。抵抗这种转变或相反地将动能变成位能是十分困难的,当然这种转化是可能的,但在所有情况下总是有一部分动能转变为有效功。蒸汽或水利涡轮机即如此。一个系统做功的本领叫做这个系统的“自由能”。

在能量转化过程中,有些能量是不可避免地要作为无用的热损失掉,这一部分能量由德国物理学家克劳修斯命名为“熵”的量度来反映。“熵”的意思是“转变”。克劳修斯指出,任何能量流动的过程中总会有一些损失,这使得宇宙熵不断地增大。熵总是不断增大这一点就叫作“热力学第二定律”。

“熵”是热力学第二定律的精华,是个热力学函数。熵是一个概括性的抽象概念。熵的引进和确定,揭示出热力学体系的共同特性,并为定量地研究物质的热学性质开辟了广阔的领域。熵并且具有统计特性,玻尔兹曼研究证明,物体状态的熵跟状态几率(微观状态数)的对数成正比。

$$S = k \ln w$$

(S代表熵,k是玻尔兹曼常数。)

玻尔兹曼对热力学第二定律重新表示如下:自然的一切过程都向着状态几率增长的方向进行,即熵的

* 按夏纬英先生注解:粟,息之误,五粟之状即息土(冲积土)之状,湿(淖)而不粘(服),乾(刚)而有润(艱),不汙车轮,不汙手足。

增加。热力学第二定律的基本原则构成了人类日常生活经验的一部分,例如水向下流而不向上,因此水的位能和作功能力下降;日光能被吸收而转化为热,当热转化为光时,需要很高的灼热温度。说明这种转化机率很小。

热力学定律是跟能量守恒和转化定律极其类似,但不能完全等同起来,前者没有后者的意义广泛,因为一切过程,不论是发生在宏观物体,或者是宇宙物体,甚至在单个的原子核内部的种种过程,无一例外地都遵守着能量转化与守恒定律,而热力学第一定律由于把热量和功分别加以讨论,所以对于微观世界等式 $\delta Q = dE + \delta A(\delta \omega)$ 是没有意义的。当然能量守恒与转化定律对分子碰撞和其它微观现象一概适用。此外,动量守恒定律、动量矩守恒定律以及质量能量联系(转化)定律对微观世界各个事件都是适用的,而热力学第一定律和第二定律一样,都是统计性质的,不能适用于微观世界的单一事件上。这是热力学定律的局限性。

能量守恒及其转化规律是物质运动的一个普遍规律,土壤中水分运动的现象是多种多样的,但其实质都是在一定条件下的能量互相转化,因此,我们掌握这个规律,就能通过水流现象揭露土壤中水分运动的本质,正确地解决生产实际中的有关问题。

土壤中水分运动是一种机械运动,必然遵守着功能原理,但是它又是具有粘滞性易流动的连续介质,尤其在土壤孔隙空间中流动更为复杂。因此,在多孔性土壤孔隙中水流运动的能量转化也具有它特殊的表现形式。这些流动的形式属于宏观分子物理学的范畴,所以也可以用热力学函数来表达它的能量守恒和转化的现象与实质。

三、土壤孔隙空间是一个势场的论点

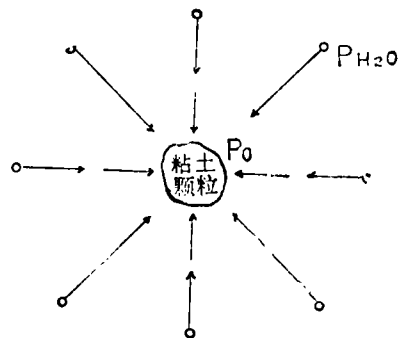
(一)土壤孔隙空间里物质与能量的转化问题

当前土壤科学已进展到以能量为基础来测定土壤水分的盈亏多寡。能量这一概念是随同能量转变和守恒定律的发现而出现在各学科中。能量可以粗放地说是作功的本领,是物理运动的度量,它与质量是相互联系着的。因为质量是物质客体的惯性性质的表示,而能量则从客体的运动形式的质的转变方面说明了客体的运动,正是在这种转化中保持着该过程起初和最终的物质质量的总值,并且相应地也保持着它们能量的总值,但是在量的方面保持着总值的同时还发生着质的转化。由此可知,在物质与能量两者之间的相互转化是极其密切地联系着,这种联系的存在正是阐明了

物质和运动不可分割的具体表现,根据物质固有质量的大小就可以判断该物体所拥有能量的大小,换言之,即一定数量的质量与一定数量的任何形式的能量是互相联系着的。如用毛管势,全水势,渗透势等方法来测定土壤水分,这些方法都离不开以土壤水分子为物质基础而以能量(势能)的标量来衡量物质(土壤水分)的盈亏多寡,它是以其中势能的相对大小决定其中物理方面的性质变化,只在势能(势量)或推动力发生差异时才引起变化。例如土壤颗粒对吸附作用的吸热散热的关系,因为热是能的特殊形式,它是依从温度梯度规律的;具有由高温物体流至低温的趋势,也是能量转化的一种形式,目的在达到水热的平衡关系。在这种意义下,温度的定义也可以说是热的势性,热能(也是一种势能)的传递,需要温度差,但也可以由其它势差的转移而引起物质的变化,这些不同形式的能,虽因温度以外的各种势差而运动,但其特点是相同的,正如用土壤孔隙空间的化学势的变异来测定土壤水分的能量关系。这是唯物主义学者表现关于物质和能量不可分离的联系的正确思想,这是物质的各种不同形态互相转化的辩证法则。并且利用这个重要的唯物主义原理指导土壤科学中水分动态的研究。

(二)土壤孔隙空间是一个势场

1. 土壤孔隙空间是一个引力场 在土壤孔隙空间这个区域里,对于处在这个区域中的任何一个水分子都有一定的引力,所以把这个空间称为力场。从微观结构空间来看,在土壤中每个孔隙都是一个宏伟的空间领域,在这空间领域中的水分子都受到土壤颗粒的引力作用,其方向垂直于土壤颗粒的相对下方,大小等于水分子质点的重量。以水分子为质点运动时,引力所作的功只与质点的起点和终点位置有关,而与路径的形状无关,因此引力场是一个势场。在势场中任何一点的水分子质点都具有一定的势能,可以用功来表示,因为势能与功有相同的量纲($F \cdot L$),也有相同的单位,公斤·米。



设 P 的坐标为 (x, y, z)

P_0 的坐标为 (x_0, y_0, z_0)

$$\text{空间矢量场 } |P| = \frac{C}{r^2}$$

$$C = GMm$$

G (引力常数) $= 6.67 \times 10^{-8}$ 厘米³/克, 秒²

M 为粘土颗粒的质量

m 为汽态水分子的质量

$$r = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2}$$

$$f(x, y, z) = \frac{C}{r}$$

f 是引力场的势, 而且适应 Laplace 方程

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} = 0 \text{ (或 } \nabla^2 f = 0 \text{)}$$

2. 土壤孔隙空间是一个电磁场 因为在土壤孔隙空间里具有许多正负电荷, 每个电荷在相对静止的状态下就产生一个电场, 此外在这些空间里还有种种的化学反应和电磁感应, 在这些作用下又形成了外电场, 所以土壤孔隙空间是一个电力场, 这已为胶体化学家所证实而运用。电场和引力场一样, 是一种力场, 虽然这两种力场之间存在着重要的区别——引力场只有吸引力而电场却可能存在有吸引力或排斥力。

在空间里一个点电荷的邻近地区都会产生一个等势面, 土壤中的胶体颗粒是带有电荷的 (一般是负电荷) 不论它是圆形的或不规则形的都可形成一个到几个等势面, 在等势面上所有各点都是具有相同的电势。既能形成等势面就会绘出等势线, 因此就可以获得在该电场里的电势差是如何变化的, 土壤胶体颗粒所形成的等势面的两个表里面上, 分别均匀地分布着相等相反的电荷, 其间具有电位差 (如 ξ 电位) 也正是土壤胶体双电层的形成。

静电场是无旋的、守恒的力场

$$\nabla u^2 = 0 \quad u \text{ 是常数 (等势面)}$$

静电场两电荷间的线积分即两点间的位势差亦即静电场的势 ϕ 也适应 Laplace 方程

$$\nabla^2 u = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0 \text{ (或 } \nabla^2 \phi = 0 \text{)}$$

土壤孔隙空间不仅是一个电力场而且还是一个磁力场, 因为土壤的矿物成分中具有各种反磁质、顺磁质和铁磁质的矿物成分的存在 (水是一种反磁质物质) 磁性总是伴随着电荷的运动而产生, 电荷的运动在土壤溶液中比比皆然, 而水又是个分子电流, 根据安培的观点, 土壤孔隙空间中具有磁偶极子, 和电类同。电偶极

子在空间里产生一个电场, 这个电场在某点具有一种势能, 在运动电荷的所在地, 就会产生磁场, 磁场与电场本质的区别只是磁场没有源头, 静电场和磁场的势均适应于 Poisson 方程

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = \nabla^2 \phi$$

在无源的磁场的那个区域, 如无电荷的那个区域, Poisson 方程就成为 Laplace 方程, 也可写成

$$\nabla^2 \phi = 0$$

以上两者在能量表示式中亦颇类似:

静电场:

$$U = \frac{1}{2} \iiint \rho_i \phi d\tau$$

其中 $\rho d\tau$ 电荷元, ϕ 偶极势。

静磁场:

$$U = \frac{1}{2C} \iiint j_r A d\tau$$

其中 A 静磁势量, $j d\tau$ 电流元, j_r 传导电流, 常数 $C = 3 \times 10^{10}$ 厘米/秒。

简言之, 因为土壤物质组成部分 (固, 液) 具有分子电流, 每一个极性水分子相当于一磁偶极子, 在这些磁偶极矩取向是紊乱的时候, 它们的磁矩就互相抵消。如果它们的磁偶极矩逐渐趋向某一方向, 土壤中的磁化强度随着逐渐增高, 在土壤孔隙空间里既有顺磁质如氧和一些溶液与铁磁质和构成电场的分子电流存在, 就会产生暂时或相对稳定的具有磁势能的磁场, 磁势能的影响会使土壤磁性物质的原子磁矩趋向和磁场平行, 而热运动等影响则使原子磁矩的排列趋于紊乱。诸如此类性质足以证明在土壤孔隙空间有一个磁场存在。

当某一空间内具有随时间而变化的磁场时, 该空间的所有各点内就产生出电场。同样的如果空间内具有随时间而变化的电场时, 在该空间的所有各点内也会产生出磁场。这两种交变的场——电场和磁场——是彼此密切相联系的, 因而也就形成了电磁场。所以在土壤孔隙空间有一个电磁场的存在。

3. 满盛以水的土壤孔隙空间是一个能量连续的势场 如果土壤孔隙空间充满着水, 设 ∇p (或 $\text{grad } p$) 为其压力梯度, 土壤质地若为粉砂质土壤, 则其出水速度 (暂不考虑边界值问题) 应为:

$$V (\text{出水速度}) = -\frac{K}{\eta} \nabla p \quad (K \text{ 为土壤渗透系数, } \eta \text{ 为水的粘滞系数})$$

上式可写成

$$V = -\left(\frac{k\rho g}{\eta}\right)\left(\frac{1}{\rho g}\nabla p\right) = -K\left(\frac{1}{\rho g}\nabla p\right),$$

(ρ 流体的密度(指水), K 亦为渗透系数)

其中 $\frac{1}{\rho g}\nabla p$ 是水力梯度

设水为完全不可压缩的物质, 则连续方程应为

$$\operatorname{div} V = 0$$

令 $\phi = (-k/\eta)\nabla p$ 为势, 于是

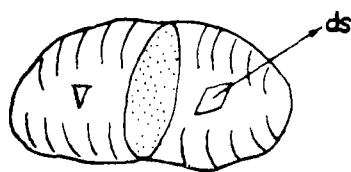
$$V = \nabla \phi$$

可以同样得到 Laplace 方程。

$$\operatorname{div} V = \nabla^2 \phi = 0$$

4. 土壤孔隙空间(不论有水与否)如有热流传导(或温差变异)也还是一个连续的势场

通过土壤实体 V 单位面积流出的热量作为:



土壤实体

$$-K\nabla T \cdot ds$$

则总流出的热量应为:

$$-\int \int_S K \nabla T \cdot ds$$

在单位时间内, 在体积 V 的热量损失应为:

$$-\int \int \int_V \frac{\partial}{\partial t} (C\rho T) dv$$

$$= -\int \int \int_V \frac{\partial}{\partial t} (C\rho T) dv$$

(C 为土壤物质的比热, ρ 为土壤物质的密度, K 为导热率)

$$-\int \int \int_S K \nabla T \cdot ds = -\int \int \int_V \frac{\partial}{\partial t} (C\rho T) dv$$

$$\int \int \int_V [\nabla \cdot (K \nabla T) - \frac{\partial}{\partial t} (C\rho T)] dv = 0$$

$$\nabla \cdot (K \nabla T) = \frac{\partial}{\partial t} (C\rho T)$$

如温度分配不以时间为依据则

$$\nabla \cdot K \nabla T = 0$$

若经过土壤介质的导热率为一常数上式即可写成

$$\nabla^2 T = 0$$

这又是应用于热导的 Laplace 方程

总之, 不管土壤孔隙空间或盛满以水或干旱无水, 或在温度暂时趋于稳定抑或在短时间内温差变幅很大, 均适合 Laplace 能量连续方程。

热是能的特殊形式, 它所异于其他形式的原因, 在以温度为势量, 也就是热有由高温物体流向低温物体的趋势, 所以温度是热的势性。土壤物质中的热是在大气和地表温度差的影响下移动的转变成的一种特殊形式。

在大地温度差变化之下, 土壤热的传导是不可逆的过程。在其中 $Tds > dQ$ 用于全熵变化则为:

$$ds = ds_1 + ds_2 = \frac{dQ_1}{T_1} + \frac{dQ_2}{T_2}$$

$$= dQ \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) > 0$$

$$\text{即 } T_1 > T_2$$

又由 1 $\rightarrow$ 2 内能的变化

$$dU_1 = -dU$$

$$dU_2 = dU$$

于是熵的变化为

$$ds_1 = -\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V dU + \frac{1}{2!} \left(-\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right) dU^2 - \dots$$

$$ds_2 = \left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V dU + \frac{1}{2!} \left(-\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_V dU^2 + \dots$$

$$\therefore ds = ds_1 + ds_2 = \left(-\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_V dU^2$$

(高次方略去不计)

$$\text{根据 } \left(-\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = T$$

$$\text{则 } \left(\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_V = -\frac{1}{T^2} \left(-\frac{\partial T}{\partial U}\right)_V$$

即在定容系统中, 当能量增加, 温度即升高, 为能量转换的实例。

5. 土壤孔隙空间是个势场的意义 为什么不用“力场”而用“势场”? 因为力是矢量而势一般是标量。例如说引力势的意义是引力场中质点的单位质量的势能, 因而势是所用空间坐标的函数。静势的特征是: 它的梯度就是单位质量力的负值即场的强度, 如果以 V 表示势, F 表示强度, 则

$$F = -\left[i \frac{\partial V}{\partial x} + j \frac{\partial V}{\partial y} + k \frac{\partial V}{\partial z}\right] = -\nabla V$$

因为 V 只是坐标的函数, 所作的功同两点间的路径无关。Laplace 方程 Poisson 方程是描述势场最

主要的方程,它既能描述引力场的本性,也能描述静电场和磁场的本性。做为不可压缩的流体连续方程也

不外用这个方程来恰当地描述出来。所以可以用以上两个方程统一论证土壤孔隙空间是一个势场。

(待 续)

土壤普查中的航空象片判读

戴 昌 达 卜 兆 宏

(中国科学院南京土壤研究所)

所谓航空象片(以下简称航片)土壤判读,就是根据在研究地区上空拍摄的象片所提供的丰富影象,进行全面分析,判读出所需要的土壤资料,并配合必要的野外工作,绘制成反映客观土壤分布、性态、利用现状、利用潜力等内容图件和相应的文字报告。其具体任务和要求包括以下三方面:

1. 确定各种土壤(或土壤复区、土壤组合)的分布范围,在象片上勾绘土壤界线,了解土壤分布变化规律。

2. 揭示划分出来的每个图斑轮廓内的土壤类型与性状。

3. 对土壤形成条件、土壤和其他景观要素之间的相关性、土壤肥力水平、利用现状、利用潜力、今后合理利用改良方向等问题做出判断与评价。

第1项要求是区界判读(或称轮廓判读),往往在室内就能基本完成的任务,不需配合很多的野外工作。第2、3项要求是内容判读(或称诊断判读),则必须进行一定的野外工作,采土样分析。这只有在对研究地区土壤地理规律性有较深刻了解以后,才能顺利完成。

一、航片的几何特性和光化学特性

航片的几何特性是指影象点位的成象规律。地物的空间几何位置与航片影象的点位,是按中心投影规律建立起来的。据此,影象的位置、大小、形状及相互关系都按中心投影规律反映地物的几何关系。当地面是一个平面时,如果航片水平,则航片上的影象与地物形状完全相似,只是比例尺缩小了 f/H (航高/航摄影机焦距)倍。但是,由于飞机在飞行过程中不可能使航摄影机保持完全水平,往往各航片的航高不等存在航高差 (ΔH) 、每张航片都有一定的倾角 (α) 。同时,地面也不可能完全是平面,有山丘、树木和人为建筑。这样,航片上影象与地物的形状就不可能相似,而是有变形。

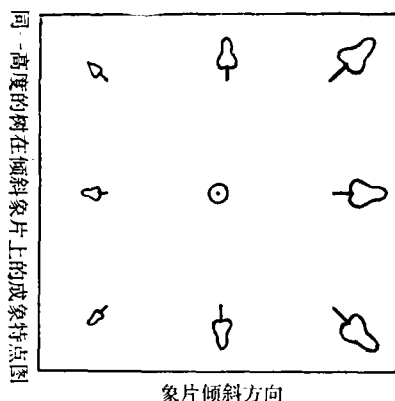


图1 同一高度的树在倾斜象片上的成象特点图

往往地面上同一形状和大小的物体在不同象片上的形状和比例尺不同(航高大的比例尺小),甚至同一象片上由于所处地形高差不同或象片位置不同也产生形状和比例尺的不一致。例如,具有同一高度和同一形状大小的树,在象片的不同部位上就产生很不一样的影象形状和比例尺(见图1)。象片倾角 (α) ,使象点产生位移 $\delta_\alpha (= r^2 \sin \alpha / f)$, r 为象点至象片中心,又称主点的距离)。地形或树的高差 h 也使象点产生位移 $\delta_h (= rh/H)$,其在地图面上则产生投影差 $\Delta h (= Rh/H - h)$, R 为图上主点至地物点的距离)。因此,存在因航高差、倾角、地形影响而变形的单张航片,不可能简单地拼接成一张大图而使用,必须经过纠正转绘技术处理*。然而,这些变形并不影响单张航片的土壤判读工作,

航片的光化学特性是指影象色调的成因规律。地物影象的色调,是由于地物在摄影时反射了太阳光0.4—0.7微米的光谱能量 (E_A) ,使全色感光乳剂AgBr活化,经摄影化学处理后还原成银粒子,反射光

* 卜兆宏等:土壤普查中航空象片的纠正转绘成图。(未刊稿)