

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。

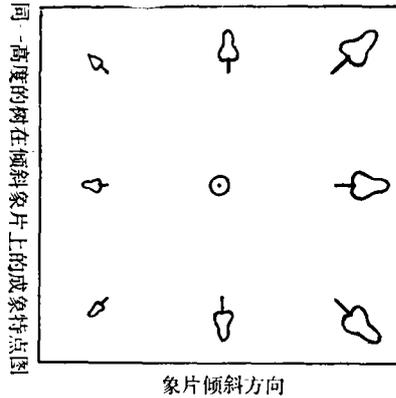


图1 同一高度的树在倾斜象片上的成象特点图

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 $\Delta_n (= Rh/H - h)$, 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)

能量强的还原出的银粒子多,弱的则少,因而在底片上形成黑度不一的影象。底片影象黑度可以一个函数式来描述: $D = f(I_{0g}E_A, (D_0)) = f(I_{0g}r_A \cdot E_{h\odot}, D_0)$ 。这表明航片(由底片晒印成,色调与底片相反)影象色调主要由太阳光照能量($E_{h\odot}$)、地物光谱反射特性(r_A)、感光乳剂类型和摄影化学处理技术(D_0)三因素决定。

太阳光照能量($E_{h\odot}$),主要取决于太阳高度角和天气云量状况。而太阳高度角与摄影的季节、时间和纬度有关[1]。航片上的时表影象将帮助我们分析摄影时的光照能量。

感光乳剂类型和摄影化学处理技术因素对色调起很大作用。不同乳剂类型对不同光谱段能量的敏感程度不同。如全色片对0.4—0.7 μ 的可见光全部敏感,尤对橙黄光谱较敏感,而对绿光则较弱。正色片则对橙光技术的低劣往往红光无敏感性。一般航片都是全色片。摄影化学处会使影象增加或减少灰度(D_0),造成色调失真。这是在判读时要注意排除的干扰因素。

地物光谱反射特性(r_A)对地物影象的色调起着决定性作用。因为在同一次摄影中(特别是同一航片上), $E_{h\odot}$ 、 D_0 都是相同的。描述底片黑度的函数式可简化为 $D = f(r_A)$ 。 r_A 越大,底片黑度就越大,航片色调就浅; r_A 越小,航片色调就暗。如干土、沙土 r_A 大,航片色调明亮;而沼泽土、马肝土 r_A 较小,航片色调就较暗。地物光谱反射特性 r_A 之所以有差异,完全是由于地物表面的化学组成和物理性状有差异产生的。因此,在土壤判读时要收集调查摄影时植物的生长情况和人为活动对地表土壤景观的 r_A 的影响资料。

r_A 的测定,有野外仪器测定法和目视测定法,也可采集原状土做成土壤景观模拟标本在室内分光光度计上测定*。如果我们在土壤普查中能建立一套我国土壤光谱反射特性资料,那末在下次土壤普查时我们将会更快更好地完成任务。

总之,航片的几何特性决定了影象的位置,并使我们能重建地区几何模型和纠正转绘成图。航片的光学特性决定了影象的色调,而色调主要由地物的光谱反射特性决定。

二、航片立体观测的原理与方法

用单眼或双眼观察平面影象的效果往往比双眼立体观察航片差 $\sqrt{2}$ 倍,所以通常都要利用双眼的立体视觉和航片影象的几何特性来观察地区的几何立体模型,以分析研究地物和景观要素之间的相互关系,推断土壤的成土条件,并进行必要的立体量测。因此,航片

的立体观察是土壤判读的基本功。

立体观察航片的原理,是基于人的双眼具有天然立体视觉和人造立体视觉的功能。我们人的双眼实际上是两架自动聚焦对光的摄影机。当我们看远近两个物体时,由于左右眼视线交会远近两物体的角度不等产生交会角差,两物体在左右眼底上成象的距离不等产生生理视差 σ (或称视差较),这信号为视神经接受就出现远近的立体感。这就是人的天然立体视觉。如果此时在左右眼前明视距离处放两块玻璃,并分别把左右眼看两物体的视线与玻璃的交点(即象点)记录在玻璃上,然后将物体挡住或将玻璃拿到室内继续左眼看左玻璃片、右眼看右玻璃片,我们仍能照样看出两物体的远近立体感来。因为左右玻璃上两物体的象点照样会使双眼产生同样的生理视差 σ 。这样看出的立体称为人造立体视觉。

航空摄影时,同一航线前后两处摄取的两相邻航片至少有53%的重迭,相邻航线至少有15%的重迭。这些按中心投影规律成象的具有重迭影象的两张航片,实际上就相当于人的左右眼前放置的两块玻璃,因此用这有重迭影象的航片可以建立人造立体视觉。不过,航片的焦距($f_k = 70, 100, 200\text{mm}$)不等于明视距($\rho = 250\text{mm}$),所记录的影象视差较(ΔP)与生理视差(σ)之比为, $250/f$,故航片观察立体时垂直向比水平向的比例尺夸大 $250/f$ 倍,这对判读来说是好事。

人造立体视觉或航片观察立体必须满足如下条件:(1)同一物体的两张象片必须由两处摄取;(2)观察立体时左眼看左片,右眼看右片;(3)两眼的视觉影象必须重合后才能出立体感。航片看立体时,重迭影象向内观察出的立体为正立体(即与实地相符);重迭影象向外观察出的立体为反立体(即与实地相反,高处变低,低处变高);当两航片各转 90° 时观察出的为零立体(即各处皆像平地一样)。

立体观察的方法有光学投影的补色法(如立体电影)、偏光法和仪器法等。仪器法有精密与简易之分。通常观察立体的简易仪器有袖珍立体镜和反光立体镜。袖珍立体镜携带方便,适用野外,但只能看局部立体。反光立体镜比较大,能看全局立体,也能量测。

局部看立体比较简单,只要用手指法或单眼闭闪法训练到一眼看一片,通过转动移动一航片达到两眼视觉影象重合,就可以出现立体感。

用反光立体镜观察全局立体,尤其要测高差时,须较严格地进行象片定向,达到两条基线(即两片主点与其在邻片主点影象的连线)与仪器X轴和眼基线共一平面。对于初学者来说,可按下述步骤进行象片定向

* 卜兆宏:地物光谱反射特性测试及其应用的研究。(未刊稿)。

和观测立体：(1) 刺出象主点(即上下和左右框标连线交点),并转刺在邻航片上；(2) 在航片上用玻璃红铅笔划出基线,并延长至两边缘；(3) 在立体镜下视场中部划一条与仪器X轴平行共面的长直线。以重迭影象向内在左右镜片下分别按放两航片,使左、右片的两条基线都在直线上；(4) 双眼靠近观测位置观察航片影象,沿直线方向移动一航片直到两眼视觉影象重合且眼感觉舒服时为止,即出现了立体感。当掌握看立体要领后,可不必划出基线。象片定好向后用压铁将象片压紧,则可观察全局的几何立体模型。在仪器观测位置装上双筒望远镜则可观察细部的放大立体模型。如果要立体量测高差,则需放上视差杆立体量测左右视差(P)。当视差杆右测标固定时,先将右测标对准右片所量测的象点,然后转动螺旋使左测标立体对准左片象点,这时的立体感就好像测标正好切于地表一样,否则,就会出现测标或沉于地下或浮于空中的感觉。切好象点后读数为 V_p 。如此,量测出左右主点的 $V_{p_{on}}$ 、 $V_{p_{on}}$ 及所欲量测高差象点的 V_{p_i} 。同时,用标准分划的直尺量出左右片的基线长度 b_L 、 b_R 。然后,按式 $Mop = [(b_L - V_{p_{on}}) + (b_R - V_{p_{on}})]/2$ 计算出视差杆的零位置数。最后以式 $P_i = V_{p_i} + Mop$ 计算出各点的左右视差来。

计算高差的公式为： $h = \Delta P_{i-on} \cdot H_{on} / P_i = H_{on} \cdot \Delta P_{i-j} / (b_n + \Delta P_{i-j})$ 式中 H_{on} 为左航片地面主点至飞机的高度,单位为米。 b_n 为右片基线长, ΔP 为高处点*i*相对于左主点O或低处点*i*的左右视差较($\Delta P_{i-on} = P_i - b_n, \Delta P_{i-j} = P_i - P_j$)。 b_n 和 ΔP 的单位均为毫米。公式计算高差的精度取决于航高值(H_o)的精度。若航高值依象点距($d_{象}$)与相应地形图上的点距($D_{图}$)之比乘上焦距值(f_k)来计算,则可得较精确的高差值。

三、航片土壤判读的理论依据

在航片上判读有关土壤的内容,是一项比较复杂的专门判读,因为土壤不同于一般地物,它是地壳的疏松表层,一般说来无所谓固定的几何形状,而且它上面常常生长着植物。茂盛的植被会遮住土壤,在航片上不能有直接反映。即使没有覆盖植被,一般也只能反映土壤的表面,很难表现土壤的垂直剖面。然而自然界的事物总是相互联系相互制约的。土壤就是在地形、母质、气候、生物、时间、人为活动等成土因素的综合影响下发生、发展、演化的。其中只要有某些因素发生变化,一般说来必将导致土壤也发生相应的变化。土壤既是地理景观的组成部分,又是地理景观的一面镜子。根据土壤剖面可以从理论上预言该地区的景观特点。反过来,仔细研究了该地区的景观特点之后,也能推断土壤剖面的性态。所以尽管土壤剖面,有时甚

至土壤表面在航片上没有直接反映,但其许多景观要素如植物、地形、水系、岩石等都常常能够清楚而详尽地表现在象片上。同时,立体观察航片,可以比置身于实地观察更鲜明、更概括,可以更准确分析各景观要素与土壤的关系。这种通过在象片上判读景观类型,分析各种景观要素特点,然后根据一定土壤和一定景观类型相联系的普遍规律来推断土壤情况,掌握土壤资料的间接判读方法,可以认为是土壤判读的最基本方法。对于自然植被没有受破坏,人为影响表现不很强烈的地区尤为可靠。

在航片上直接判读土壤的可能性也是存在的。根据土壤发生学的理论,全部土层在自己的生成发育过程中是相互联系的;或者说共生的土壤剖面是一个整体。不同类型的土壤一般具有不同的剖面结构和表土性态。表土特性是该种土壤属性的组成部分,在某种程度上可以指示整个土壤剖面的性态。当地面没有覆盖茂密植被时,表土反映在象片上的影象轮廓就随土壤类型的不同而有不同的特性。首先,因表土成份不同而有不同的色调特点。表土有机质、水分、盐分、砂粒、粘粒含量的不同,沼泽化、盐化、灰化、砂化的程度不同,直接影响色调或暗或浅地变化。其次,因表土结构不同而有不同的图型特点。例如结构良好的土壤为弹匀的棉絮状暗色图型;片层状结构的土壤为单调均一的浅色图型;块状结构的土壤则为不均匀的细花斑状图型。除根据影象轮廓特点判断出土壤的成份和结构性状外,还要考虑所处的生物气候带和地形部位及与其它地物的关系,由表及里由此及彼地论证或否定已判的结论,最后在航片上确定出土壤的类型来。

四、不同土壤的判读标志、方法与基本原则

为了便于较具体地讨论一些土壤类型的判读标志和方法,现分三种情况叙述:

(1) 裸露土壤的判读。裸露土壤系指收获后或作物尚在幼苗期的农田,及植被生长极其稀疏的荒漠土壤、盐渍化土壤,或其它裸地。这些土壤没有茂密植被遮盖,可以直接反映在象片上而获得具有不同特点的影子。例如有机质含量高的土壤获得暗色影象。有机质含量越高,影象色调将越暗。土壤湿度对色调发生相同的影响,湿度越大,色调越暗。盐化土壤、灰化土壤和石灰性强、硅质粉粒含量高的土壤则相反,一般形成色调很淡的影象。据此,并考虑所处的生物—气候带和地形部位、周围母质的不同,就能有把握地识别沼泽土、黑土、盐土、灰化土、石灰性土,及受漂洗作用的白浆土等,同时还可依据色调深浅程度来确定土壤沼泽化、灰化、盐渍化强度,推论腐殖质含量多寡等等。

表土结构状况的差异,相当显著地影响到影象图型(也可称图案)的特点。例如在较大比例尺航片上,具有良好结构的土壤常常表现为弹匀的棉絮状图型;板结的沉板田、白浆土及碱化土壤必形成单调均一的浅色影象。表土结块、土堡很大的硬泥田、黄泥土等则会获得色调不均的细花斑状图型。土壤质地也会影响影象特点。从土壤光谱反射特性的研究结果来看,质地粘重土壤,土粒细,反射面多,应在象片上获得浅色影象。但粘质土壤一般通透性差,常含较多的水分和有机质,使影象色调偏暗。砂质土壤疏松,有机质分解快,持水性较差,且常含较多的白云母、石英、长石等矿物,故常获得较明亮的影象。由于砂地地表易受风蚀,高低不平,产生微阴影,造成不规则的色调变化,以致影象显得发脏。各种类型的砂丘则形成形状不一的影象。从砂丘形状和排列状况,可判断主风向。

这样,根据表土影象特点,不仅能确定某些土壤类型的存在,而且有时还推断土壤的质地、结构状况、有机质含量、湿度大小及是否遭受侵蚀等性状。

(2) 覆盖有自然植被土壤的判读。这类土壤的表面为自然植被遮盖,在象片上得不到土壤的直接反映。但土壤和自然植被间往往存在着密切的依存关系,可通过自然植被的判读来推断土壤类型和性状。

首先,我们能确切区别森林土壤与非森林土壤。因为森林一般都构成特殊的粒点状图型(粒点是树冠的反映),而草本植物则构成致密状图型。根据森林判读的知识,还能进一步区分针叶林(粒点呈三角形)、阔叶林(粒点呈圆形),及由不同林木组成的各种林型。在确定了林型之后就能根据林型和土壤条件之间的相关性来确定土壤区界、类型性状。

草本植物的成份较难判读。但对于土壤判读来说,主要是识别出或区分开不同群落的界线,不必要鉴别出具体属种。例如,判读出草原、草甸和沼泽三类群落,我们就能区分开草本植被下发育的三大土壤类型,即各种草原土、草甸土和沼泽土。一般说来,这三大类草本群落,在航片上常构成很不相同的影象轮廓,容易识别。如沼泽群落都生长在潮湿多水的封闭洼地或湖滨低河漫滩,植被茂密,在可见光域的光谱反射率很低,形成暗色致密影象,有时呈现出“乌云状”或“墨水斑迹”状图型;草原群落则相反,都是生长在排水通畅、地下水位较深的干旱、半干旱的开阔平原丘陵上,土体干燥,植物种属较多,且长势差异大,水分状况较好的微域地形部位植被茂盛,水分状况较差或者有不同程度盐化的微域地形部位则植被生长稀疏,甚至有较大面积的表土裸露出来,从而使影象轮廓内部的色调变化趋于复杂,易形成花斑状图型;草甸群落的影象与沼泽比较接近,但色调一般稍浅,常分布在高河漫滩及

低阶地等地形部位,其水分状况界于沼泽与草原之间。

(3) 覆盖作物的耕种土壤的判读。当播种的作物接近封行时,作物本身及其投影基本上遮盖了表土,使它在航片上得不到反映,象片上见到的主要是作物的影象。在这种情况下,我们主要依靠广大农民在长期生产实践中积累起来的因地制宜、看土种植的丰富经验,通过作物种类与土壤利用方式的判读来推论土壤。例如在华北地区,高粱一般种于较低湿易涝的沼泽化土壤上;玉米种于肥水条件较好的草甸性土壤;花生种于砂性土;小米、小豆之类种于高燥瘠薄地。南方红壤丘陵区的泥质型水稻土(如乌泥田、二泥田、泥肉田等),水肥条件较好,多种植双季稻;处于丘间沟壑(当地称垄或冲)中上部有冷泉溢出,或河、湖洼地开垦的冷浆烂泥型水稻土宜种单季晚稻;分布在远离居民点的“坪”、“岗”或濒临丘陵坡地的“塝”上的红壤性板结型水稻土(如沉板田、硬泥田等),水肥条件较差,一般只种一季早稻或中稻。因此,首先根据影象判断出作物种类,然后依据作物种类的土宜关系来推论耕作土壤,最后通过各景观要素关系的分析确定出耕作土壤的类型和性状来。

航片上识别水田、旱地、菜园、果林一般是不困难的。水田影象的最大特点是田块分割得较小且四周为粗细均匀、边缘光滑、交角明的暗色线条(即田块)所封闭,呈网格状(平原区)或笋节状(丘间沟壑区)。在立体镜下还可看出田埂高出田面,而旱地地埂形成的线条边缘一般总比较毛糙,看不出明显高差,影象色调也相对较浅淡。因此,水田与旱地一般是不会混淆的。高度熟化的菜园土大多呈明暗相间的栅栏状图型。果园则呈行列整齐的圆点状图型。

另外,一些发育在不同母质或遭受不同侵蚀程度的土壤,如南方石灰岩风化发育的石灰性土壤、第四纪红色粘土发育的侵蚀红壤,也可以通过它特有的影象特点或植物种类、地貌形态等而判别出来〔2〕。

总之,在航片上判读土壤都是根据影象轮廓的色调、形状、大小、图型、结构、阴影这些最重要的影象特点来实现的。有时是通过这些影象特点直接确定土壤区界和内容,这称直接判读。这些影象特点就称为直接判读标志。有时则通过这些标志判读出地貌、植被、水文、母质、地质构造、作物种类、土地利用方式等等与土壤形成分布有关的要素,然后再推论土壤条件,这称间接判读。那些与土壤形成分布有关的要素就称为间接判读标志。然而自然界的情况是复杂的,有些相互依存的关系也不是绝对的。特别是人为活动的影响,往往使原来较单纯的相关性复杂化。为了提高土壤判读水平,防止产生重大差错,必须坚持以下几条原则:

(1) 全面分析象片所反映的丰富影象,充分利用各种

判读标志,相互补充,相互验证,切忌仅仅根据一、二个标志就轻率地下结论;(2)裸露土壤除了直接判读表土影像外,也应力求判读出与土壤密切有关的各种地理景观要素。这样才能更深刻了解土壤形成条件,对土壤性状、肥力水平和改良利用方向做出较正确、深刻的分析;(3)室内判读中一般会出现一些把握不大甚至很难判读的情况(特别是新手或在新区),应带着象片去实地进行补充调查和校核采样。这样,把航片的室内判读与野外判读结合起来,直接判读与间接判读结合起来,各种判读标志都充分利用起来,相互补充,相互验证,才可能较顺利地完 成土壤判读任务。在实践中,我们初步摸索到贯彻上述综合判读原则解决某些疑难轮廓判读的两种具体方法,暂称之为逻辑筛证

法和逻辑检验法。所谓逻辑检验法,就是根据上述判读原理、原则和方法,初步断定疑难轮廓的某种可能性,然后运用各种判读标志相互补充和验证,如果都能解释,没有矛盾,说明初步判读的可能性就是正确的结论。所谓逻辑筛证法,就是罗列出某些疑难轮廓的所有可能性,然后用逻辑检验法逐一排除掉其它各种可能性,最后剩下一种即是正确的结论。

参 考 文 献

- [1] SPSE, Handbook of photography Science and Engineering, Ed. by Woodlief Thomas, Jr. New York, Wiley, 1973.
- [2] 戴昌达等,土壤学报, 12: 442—449, 1964.

土 壤 磁 学

俞劲炎 童永忠 唐家演 陈通权

(浙 江 农 业 大 学)

近年来,在土壤科学的领域中出现了一个新的分支——土壤磁学。它应用现代磁学理论、方法和技术手段研究土壤,阐明土壤磁学性质在成土过程中变化的规律,探讨土壤磁学改良和土壤——植物磁学诊断的技术。

磁学向地学和生物学的渗透,取得了不少成果,并且为土壤磁学提供着日益丰富的资料。例如,古地磁法研究地球自转、地壳板块移动(大陆漂移与海底扩张)、地震、考古和陨石,磁法探矿和磁法选矿等,充实了关于地层、岩石和矿物的磁学性质及其变迁的知识;而磁学在遗传学和生理学理论研究中的应用,在植物育种和栽培试验中采用磁处理等,则提供了磁场对植物和土壤微生物影响的资料。

由于土壤磁学是正在形成与发展的学科,它的研究范围及在理论研究和实践应用方面的意义,待进一步明确。就现有材料可归纳为:(1)土壤中各种成份(尤其是矿物)的磁学性质;(2)土壤各级粒组(砂粒、粉粒和粘粒等)的磁学性质;(3)土壤磁学性质的影响因素和变化规律;(4)土壤磁学性质与其它性质和肥力特征的关系;(5)土壤磁处理、磁处理水灌溉等对土壤、微生物和植物根系的影响;(6)土壤—植物的磁学状况及其诊断和调节等。下面,就几个问题作一简要介绍。

一、矿物的磁学性质

物质的磁学性质,有磁化率、磁导率、饱和磁化强度、剩余磁化强度、矫顽力等。在岩石磁学和土壤磁学研究中,以磁化率为最常用,它的测定方法较简便,而且可在野外现场测定。在地学各部门中常测定自然剩磁和矫顽力等,也已引用到土壤学的研究中来。

土壤的磁学性质,是由各种组成份(尤其是矿物)的磁学性质来的。如土壤磁化率的数值,几乎是其全部成分的磁化率的代数和。要了解土壤组成的磁学性质,这要从物质的磁性起源谈起。

物质的磁性来源于电子运动。电子绕原子核作轨道运动和自旋,都有磁效应而产生磁矩。只是,许多原子中的电子自旋是成对的,一个正向旋转,另一个反向旋转,因而其磁矩恰巧抵消。在这类原子中,实际上只有电子轨道运动的磁矩才可能显示出来,但一个物体内无数电子运动产生的磁矩方向不一,相互抵消。如果把它们放到一个外加磁场中,所有原子的电子轨道运动磁矩趋向整齐地排列,而与外磁场的方向相反,好象是在反抗后者的作用,这类物质就是反磁质。如果物质的分子和原子中有几个未成对自旋的电子,它们的磁矩方向与外磁场相同,而且在数值上比反方向的电子轨道运动磁矩更大,这种物质叫做顺磁质。