

目 录

第一章 土壤形成、分类与分布	(1)
一、影响土壤形成的自然地理条件与人为条件.....	(1)
二、土壤形成过程的主要特点.....	(5)
三、土壤分类与命名.....	(7)
四、土壤分布.....	(17)
第二章 土壤类型各论	(21)
一、瘠土.....	(21)
二、黑垆土.....	(32)
三、黄绵土.....	(41)
四、褐土.....	(50)
五、栗钙土.....	(58)
六、黑钙土.....	(67)
七、灰钙土.....	(72)
八、棕钙土.....	(78)
九、灰漠土.....	(86)
十、风沙土.....	(90)
十一、灌淤土.....	(95)
十二、水稻土.....	(99)
十三、红土.....	(103)
十四、紫色土.....	(105)
十五、淡棕壤.....	(109)
十六、灰褐土.....	(121)
十七、草甸土.....	(126)
十八、沼泽土.....	(129)
十九、潮土.....	(132)
二十、新积土.....	(135)
二十一、盐土与碱土.....	(136)
二十二、石质土和粗骨土.....	(148)
二十三、冻漠土、高山草甸土、亚高山草甸土和山地草甸土.....	(149)
第三章 黄土高原地区土壤养分资源与分区	(155)
一、土壤养分的赋存条件与物质基础.....	(155)
二、土壤养分贮量与供应强度.....	(157)
三、土壤养分分布特征与影响因素.....	(177)

四、肥料施用现状与农田养分平衡问题·····	(189)
五、土壤养分资源合理利用分区论述·····	(196)
第四章 黄土高原地区土壤水分资源及分区 ·····	(205)
一、影响土壤水分贮存的主要因子分析·····	(205)
二、黄土高原地区土壤颗粒组成及分布·····	(211)
三、黄土高原地区土壤水分性质·····	(213)
四、黄土高原地区土壤水分的生态特征·····	(221)
五、黄土高原地区土壤水分分区·····	(235)
第五章 黄土高原地区土壤资源利用治理分区 ·····	(242)
一、黄土高原地区土壤利用治理分区的原则和依据·····	(242)
二、黄土高原地区土壤利用治理分区系统·····	(242)
三、黄土高原地区土壤利用治理分区论述·····	(244)
第六章 黄土高原地区土壤资源利用与保护途径 ·····	(307)
一、黄土高原地区土壤资源利用中存在的主要问题·····	(307)
二、黄土高原地区土壤资源合理利用途径和措施·····	(311)

第一章 土壤形成、分类与分布

一、影响土壤形成的自然地理条件与人为条件

土壤是各种环境因素综合作用形成的历史自然体,各种环境因素无不影响土壤的形成、演变、属性以及改良利用。土壤本身也必然反映出环境条件的各种特点。

黄土高原地区自然环境复杂,根据生物气候特征,可分为荒漠地带、荒漠草原地带、草原地带、森林地带、森林草原地带及甘青高原草甸草原森林地带。每个地带都有各自独特的自然景观,类型各异,差异明显。整个自然景观,从东南向西北方向呈规律性变化;地势由低而高,气温由高变低,降水量逐渐减少。这些都反映了由东部季风气候区向西北半干旱、干旱大陆性气候区过渡的特点。由于海拔高度与地貌形态的变化,就更增添了区内气候、植被、母质、水文、地质和地貌等各种成土因素的复杂性,不仅地区差异大,而且组合关系极为复杂。因此,土壤资源丰富多样,且具有明显的分布规律与区域特点,既反映出明显的由半湿润森林土壤向半干旱草原土壤,以至干旱荒漠土壤过渡的水平地带性分布规律,又反映出明显的垂直地带性由低到高演变的分布规律与区域性组合差异的特征;同时本区农业历史悠久,因而人为活动对土壤的形成与演变,无论是积极的或消极的影响作用,均显得十分深刻。

(一)影响土壤形成的自然地理条件

1.独特的地貌条件

黄土高原地区,基本上是由鄂尔多斯地台为主体构成的高原地貌,主要由黄土高原、鄂尔多斯沙地、甘青高原、石质山地(秦岭、太行山、大青山和贺兰山等)、银川平原与河套平原五大部分组成。

黄土高原主要包括甘肃省的中部和东部,陕西省的关中和陕北,山西省以及河南省的西部地区。区内黄土连绵不断,覆盖在不同高度的山地、丘陵、盆地及河谷平原上,其厚度100—300米不等。地形破碎,沟壑纵横,塬梁峁和沟谷、平原、山地等交互分布,水土流失十分严重。地面起伏,高差悬殊,海拔高度一般在1000—1500米,最高达3000余米,最低为350米。切割深度常达百米以上,沟壑密度3—5公里/平方公里,地面坡度一般 15° — 30° 。由于地貌形态与海拔高度不同,水土流失强度、黄土沉积厚度与岩性、气温、降水、植被类型以及人为利用都有区别,土壤类型和发育也有相应的差异。如在汾河平原、渭河平原和洛川塬、董志塬等地区,土壤形成条件稳定,以堆积熟化作用为主,形成了具有黄土覆盖层的肥沃塬土和黄盖黑垆土;在黄土丘陵区,水土流失严重,地带性土壤黑垆土、褐土遭到破坏,退化为黄绵土;沟谷中还出现红土;而山地则形成了不同的土壤垂直带谱和粗骨土等。由于不同地貌条件的制约,土壤的形成分布复杂多变,近在咫尺,土壤形成演变方向会向完全相反的方向进行。在土壤水平地带内,插入各种土壤垂直带谱和错综

复杂的隐域变化。

鄂尔多斯沙地，位于鄂尔多斯台地的北部，包括内蒙古自治区伊克昭盟的大部，宁夏盐池、灵武的一部分，陕西省榆林、神木、横山和靖边等县的北部，西北东三面为黄河环绕，地势高亢，海拔为 1 000—1 600 米。地形以波状高平原为主体，北部和中部是和缓隆起的地区，南部和西部是相对沉降区。桌子山为最高点，主峰 2 149 米，余脉往东，形成一道脊梁。西北部是杭锦洼地，东南部是伊金霍洛—乌审洼地。洼地中广泛沉积第四纪风积和湖积物，表面覆盖着薄层沙。中部由和缓的波状高平原与封闭的风蚀洼地组成，还有风蚀残丘和梁状丘陵。梁岗顶部宽阔平坦，地面组成物质为白垩纪砂岩及第三纪的砂岩、泥岩。由于气候干燥，风沙灾害严重，风蚀作用强烈，地表覆盖有薄层沙砾，土壤质地较粗，风沙面积较大。北部为库布齐沙漠，东西横亘 400 公里，西宽东窄，以格状沙丘与新月型沙丘链为主体，高 3—60 米不等；南部为毛乌素沙地，地质构造上属乌审洼地的一部分，其间分布着一系列湖盆洼地，形成盐碱湖沼，周围分布着盐碱土和盐化草甸土。基底以白垩纪砂岩为主，其上堆积了百米厚的砂岩风化物，沙层受风力吹扬堆积，形成沙丘，高度一般为 5—10 米。丘间大部分为滩地，形成滩地、沙丘与甸子毗连，目前主要由固定及半固定沙丘和流动沙丘构成。近年来，流动沙丘多以每年 1—4 米的速度向东南方向移动，使库布齐沙漠与毛乌素沙地在乌审召和白音布拉格之间连成一片，形成了大面积风沙土和沙化土壤。

甘青高原，为青藏高原与黄土高原的边缘交接部分，主要是海拔高，受非地带性因素——构造地形的影响，属于一个独特的区域。地形上兼备两大高原的特点。山高谷深，地势起伏悬殊，由石质高山、黄土丘陵和河谷平川三个地貌单元组成。受区内地质构造制约，三种地貌大体均呈西北—东南走向相间分布，其中以石质高山所占面积最大，其次为黄土丘陵，河谷平川面积最小。主要高山在北段有祁连山和冷龙岭；中段有达坂山、日月山和拉脊山；南段有西倾山、迭山等。组成岩石有片麻岩、片岩、玄武岩、页岩和灰岩等。海拔高度 4 000—5 000 米左右。这是构成区内地形和土壤垂直带组合分布的最高层。气候、植被和土壤垂直变化明显：2 800—4 000 米之间，从下而上的植被为草原、森林草原和草甸草原，土壤有栗钙土、黑钙土、灰褐土、高山草甸土、亚高山草甸土和高山草甸土；4 000—5 000 米之间为高山荒漠带，土壤为冻漠土；4 500 米以上，多为冰雪覆盖。黄土丘陵分布在上述各山之间的河谷平川两岸的山前地带，海拔 1 800—2 800 米之间，以中部湟水河谷两岸的范围最大，几乎占据达坂山—青石岭和日月山—拉脊山南北两麓山前广大的低山丘陵地段；其次以南部西倾山、迭山北麓沿黄河分布较多；北部大通河谷两岸分布面积最小，仅祁连山—冷龙岭山前局部地段有少量存在。黄土丘陵多呈断续出现，上覆层多为马兰期黄土，主要土类有栗钙土和黑钙土。河谷平川为区内地形和土壤垂直组合分布的最低层，由河谷阶地与沟谷出口的冲积扇组成，堆积物质为黄土冲积物，土壤主要有灰钙土和灌淤土。这些土壤虽然面积不大，但却是区内农业生产的精华所在。

银川平原与河套平原，分别镶嵌在贺兰山山地、阴山山地与鄂尔多斯高原之间，系在中生代晚期拗陷基础上，进一步发育的断陷湖盆，后由黄河及其支流沉积形成的湖积—冲积平原。构成物质主要是黄河沉积的粉沙、细沙及沙土混合物。地形平坦，海拔 1 100—1 200 米，黄河及其支流流经其间，排水不畅，地下水位较高，埋深一般 1—3 米，加之气候干燥，蒸发强烈，地表易形成盐分聚集。尤其是银川平原，多洼地湖沼，土质粘重，土壤盐

渍化严重,但水利资源丰富,土壤深厚肥沃,灌溉农业发达,是本区重要的商品粮基地。

阴山山地,呈东西向,横贯于河套平原以北和内蒙古高原的南缘,由互不相连的大青山、乌拉山、色尔腾山和狼山等断块山地组成。海拔1500—2300米,最高峰2364米。岩性主要由太古代变质岩系及不同时期的花岗岩构成,上覆不整合的震旦纪、白垩纪沉积岩。南坡陡峭,高差达1000米上下,自然地带的垂直分布比较明显,山麓洪积扇裙广布,潜水外溢,形成较多的断续低湿地;北坡比较平缓,并逐步过渡到内蒙古高原。

贺兰山地,呈南北向耸立于银川平原之西,海拔2000—2500米,最高峰达3556米,形成天然屏障,阻挡腾格里沙漠东侵。它主要由泥岩、页岩、砂岩及砾岩等沉积岩与变质岩构成。由于山体高度大,自然地带垂直变化更加明显。3000米以上为密生的山地草甸,2000—3000米为针阔叶林,2000米以下为稀疏的草被。相应的土壤类型分布也呈明显的垂直变化,从下而上为灰钙土—灰褐土—山地草甸土。低山及其阳坡多露岩,分布有山地粗骨土和山地灰钙土。贺兰山与桌子山之间为一风口,气候干旱,为荒漠地区,发育有灰漠土。

太行山山地和间山构造盆地,呈东北—西南走向,分布在山西高原的东侧。北起恒山,南达中条山,包括六棱山、恒山、五台山、系舟山、太行山、太岳山和中条山等山地及沁潞高原,地势突起,海拔1500米以上。山地主要由石灰岩及变质岩系构成,位于太行山与太岳山之间的沁潞高原,则覆盖着三迭纪砂岩、泥岩,它是由古盆地演变而成。受沁河、漳河和丹河诸河切割,表现起伏,内中还有若干充填湖相沉积及红土、黄土的构造小盆地。山体自然地带的垂直变化尚为明显,在针阔混交林之上,大多有比较茂盛的灌丛草甸。

秦岭山地,这里仅指秦岭北坡的范围,山势陡峻,峡谷深切,山高坡陡,土薄石厚,主要由火成岩及变质岩系构成,但有薄层黄土堆积物存在。大部分海拔在2500—3000米之间,最高峰太白山3787米。自然地带的垂直变化非常明显,由基带的旱生侧柏、桦林,向上演变为针阔叶林、针叶林及山地灌丛草甸,但裸露的基岩面积也较大。

由于地貌类型多样,地形西北高而东南低,受季风气候影响,形成东北—西南向的水平土壤地带外,其中还镶嵌着隐域土壤和山地垂直带谱,在甘青高原区还形成一区独有的大面积土壤垂直带分布。

2、土壤形成的母质条件

本区地质、地貌复杂,所以成土母质也复杂多样。但主要是黄土及黄土状沉积物,其次是风沙沉积物、残积物、残积—坡积物、冲积物与湖积物等。

(1) 黄土与黄土状物质,主要分布在大同、清水河、东胜、榆林、靖边、定边、中卫、白银、永登、民和和临夏一线的东南至太行山西麓与秦岭北麓之间,厚度数米至数百米。黄土是风从沙漠戈壁吹扬来的粉尘沉积物,颗粒粒径多在0.05—0.001毫米之间。这些粉尘物质在起源地经历了较充分的风化过程和一定的成土作用,被风携带降落到干旱、半干旱地区后,受雨水、霜雪和生物等作用,发生次生碳酸盐化。次生碳酸盐与粘粒结合成微团聚体,连接单个粉尘颗粒形成较大的颗粒,此即所谓黄土化作用。风积黄土经流水的再次搬运和沉积,形成次生黄土,也即是黄土状物质。黄土状物质土体深厚,疏松多孔,质地均一,颗粒适中,化学成分复杂(见表1-1),矿质营养丰富,是一种十分优良的成土母质。成土

作用迅速,适耕性好,在水土流失严重的丘陵区,虽屡遭侵蚀,但仍可维持一定程度的肥力。

表 1-1 黄土化学成分

元 素	含量(%)	元 素	含量(%)	元 素	含量(%)
SiO ₂	59.30	MgO	2.20	P ₂ O ₅	0.20
Al ₂ O ₃	11.45	CaO	9.73	TiO ₂	0.50
Fe ₂ O ₃	2.32	Na ₂ O	1.80	CO ₂	7.41
FeO	1.55	K ₂ O	2.17	H ₂ O	0.96

黄土具有不同的质地沉积带,这是由于风力的分选作用所致。因而沿沙漠东南缘,自西北而东南依次沉降,由粗而细带状分布的沙质黄土、黄土和细黄土三个带。受黄土母质的影响,黄绵土形成了沙黄绵土、黄绵土和塿黄绵土三个亚类。

由于堆积过程的不同特点,黄土又可区分为三个不同沉积强度的堆积带。在沙漠与黄土高原相邻地带,黄土的沉积过程很不稳定,受风力强弱的影响,有时沉积黄土,有时遭受风蚀,有时被沙覆盖,形成所谓黄土沉积与风沙堆积的过渡带。此带既分布有黄土,又有各种各样风积沙。风蚀沙化是此带的主要问题。此带往南,即为黄土稳定堆积带,通常堆积了数十米至数百米厚的黄土层,为黄土高原的主体部分。成土作用强烈,是地带性土壤黑垆土、褐土的主要分布区。再向南至秦岭、崤山,为黄土堆积消减带。该带由于黄土堆积不稳定,堆积强度小、厚度薄,许多地方基岩裸露,黄土母质对土壤形成的影响减弱。

黄土还具有不同地质层次的剖面构造:最下层为午城黄土(Q₁),厚百余米,夹有 17—18 层红色古土壤层和一层沙质黄土层;其上为离石黄土(Q₂),厚 50—80 米,夹 13—14 层红褐色古土壤层和二层沙质黄土层;再上为马兰黄土(Q₃),淡灰黄色,疏松,厚约 10—15 米;最上层为现代沉积物(Q₄),厚度 2—3 米,已不属黄土范畴。

不同地质年代的黄土或古土壤层出露地表,形成的土壤是有差异的。

(2) 风沙沉积物,以毛乌素沙地和库布齐沙漠为集中分布区。这是风沙移动物中风把粉沙级以下的细颗粒吹扬走后,存留下来移动距离相对较小的沙粒级物质。粒级愈粗, SiO₂ 含量愈高;粒级愈细, SiO₂ 则显著减少,而铝铁钙镁钾磷等元素明显增加(见表 1-1)。因此,在风沙母质上形成的土壤贫瘠,松散无结构,保水保肥能力差。

(3) 残积物及残积-坡积物,广泛分布于山地与鄂尔多斯高原北部地区,是花岗岩、片麻岩、变质岩、玄武岩、灰岩及第三纪、白垩纪、侏罗纪疏散的红色或灰绿色的砂岩、砂砾岩和泥岩等就地风化或坡积而成的母质。质地粗,含砾石多,一般较浅薄,多形成石质土和粗骨土。

(4) 洪积物、冲积物和湖积物。冲积物主要分布在河套平原、银川平原、汾渭平原以及各个河谷两岸,具有不同质地的层次构造,沙壤粘相间,交错复杂;洪积物主要分布在山前洪积扇地带,分选性差,含有大小不等的砾石;湖积物主要分布在积水湖盆地的周围,土层均一深厚,水平层理明显,有潜育和锈化过程。

3、气候条件

黄土高原地区,位于中纬度的内陆地区,四周高山环绕,东面和南面受太行山与秦岭的阻隔,东南湿润的海洋性湿气影响大大减少,因而大陆性季风气候特点明显,冬季干寒,

夏季温湿,从东南向西北,随地势的升高呈现出带状差异的五个不同的气候区,依次为暖温带半湿润气候区、暖温带半干旱气候区、中温带半干旱气候区、中温带干旱气候区和中温带干旱荒漠气候区。暖温带半湿润气候区,气候比较温和湿润,年平均气温 $8-14^{\circ}\text{C}$,年降水量 $500-700$ 毫米;暖温带半干旱气候区,气候温和较干燥,年平均气温 $7-12^{\circ}\text{C}$,年降水量 $400-600$ 毫米;中温带半干旱气候区,寒冷干燥,年平均气温 $6-9^{\circ}\text{C}$,年降水量 $300-500$ 毫米,集中而多暴雨,水土流失严重;中温带干旱气候区,干旱寒冷,年降水量 $200-300$ 毫米;中温带干旱荒漠气候区,干旱寒冷,风沙严重,植被稀少,年降水量 200 毫米以下。全区气候温和,冷暖分明,年平均气温 $5-12^{\circ}\text{C}$ 之间,年较差为 $26-36^{\circ}\text{C}$ 。地区间差异大,垂直变化明显。东南部汾渭平原较温暖,年平均气温 $9-12^{\circ}\text{C}$,中部广大地区温凉,年平均气温 8°C 左右;北部及西北部温冷,年平均气温 $6-8^{\circ}\text{C}$ 。晋东北地区,海拔平均 2000 米左右,是高原的低温区域,年平均气温 $2-4^{\circ}\text{C}$ 。甘青高原与秦岭山地气候的垂直变化更明显。全区年平均降水量 $150-800$ 毫米之间,自东南向西北逐渐减少,年度变化大,年内分配不均。冬春干旱,多风暴;夏秋多雨,旱涝灾害频繁。蒸发强烈,土壤干旱,生态脆弱,风蚀、水蚀严重,致使土壤形成过程(钙的淋溶淀积过程、粘化过程等)均不很强烈。

4、土壤形成的植被条件

黄土高原地区,植被类型与气候自东南向西北的变化相适应,依次分为森林带、森林草原带、草原带、荒漠草原带与荒漠带。森林带主要树种有杉松桦栎柏杨等,包括秦岭北坡及东西秦岭的崂山、熊耳山、露骨山和太白山等。由于海拔高度不同,气候垂直变化明显,土壤、植被都有明显的垂直带谱差异。其北为森林草原带,阳坡或丘陵下部多为白羊草、黄蒿、百里香、针茅、芨草和地榆等草原植被,阴坡或丘陵上部则为柏树、桦树为主的次生林,部分杂有云杉和落叶松。该带开垦指数较高,植被破坏最为严重,水土流失强烈,是黄绵土的集中分布区。西北为草原带,主要植被为本氏羽茅、针茅、芨蒿和铁杆蒿等。这里人为破坏严重,风蚀沙化强烈。再往西北为荒漠草原带,多沙生植物及抗旱耐寒草类,由于滥垦滥牧,草场退化严重。最西北黄河沿岸为荒漠带,主要生长耐旱的四台木、珍珠、红沙、木本猪毛草和沙葱等稀疏小半灌木。总之,该区内干旱草原与荒漠草原面积最大,人为破坏严重,植被稀疏,土壤有机质含量较低。

(二)影响土壤形成的人为条件

黄土高原地区,是中华民族的发祥地,有 $4000-5000$ 年的农业史,人为活动对土壤形成和演变方向影响强烈。有由于人们长期使用土粪,耕作熟化,使原来的土壤表层不断堆垫增厚,创造了具有疏松覆盖层的、上松下紧和保水保肥的优良农业土壤塬土;有由于长期引黄灌溉,淤积耕培形成的独特灌淤土;有由于人们通过修筑梯田,深耕施肥,变“三跑田”为“三保田”。相反,亦有由于不合理灌溉,重灌轻排和大水漫灌等,使土壤产生盐渍化和沼泽化;还有由于不合理的耕垦,造成水土流失,使肥沃的黑垆土等侵蚀退化成母质特征明显的黄绵土或红土等。

二、土壤形成过程的主要特点

土壤形成过程是土壤内部进行的各种生物、物理和化学过程的综合,制约着土壤的发

生、发展和演变方向,赋予各类土壤以特有的形态和属性,这是研究土壤的核心。本区的土壤,计有下列六种主要成土过程:

1、有机质积累过程及特点

土壤有机质积累是生物作用的结果,其积累的强度和形式主要受植物类型和水热条件的综合影响。

本区主要处于温带半干旱季风气候区,雨热同季,加上黄土疏松深厚,很适合草本植物生长。草本植物根系发达,春发冬枯,给土壤遗留下大量的残根和落叶;夏季高温多雨时节,草类生长和土壤微生物活动旺盛,一方面给土壤增添了不少新的有机质,另一方面加速了有机质矿化的速度,使速效养分提高,利于植物营养生长。但由于入秋时节快,气温下降迅速,温凉湿润,很利于土壤腐殖质的合成和累积,所以多数形成腐殖质累积较强和腐殖化程度较深的草原土壤类型。总的来看,由于气候从东南向西北渐变干燥,植被生长变差,土壤有机质的积累也就逐渐减弱,从3—4%减少到0.6—1%;腐殖质层厚度从50—60厘米(黑垆土厚者达150厘米),减到10—20厘米;胡敏酸与富里酸之比,从1.2—1.5降到小于1。

除上述以草原土壤有机质积累过程为主外,还有土壤有机质含量达3—10%,腐殖质组成以胡敏酸为主的草甸土有机质积累过程,土表具有明显枯枝落叶层的森林土壤有机质积累过程,地表生长湿生植被有机质强度积累的沼泽土有机质积累过程和腐殖质化作用弱,而有毡状草皮,有机质累积强的高寒草甸有机质累积过程。

2、钙化过程和特点

钙化过程是在干旱、半干旱和半湿润气候条件下,碳酸钙在土体中淋溶淀积的过程。本区成土母质主要是黄土,富含碳酸钙,在夏季高温多雨的条件下,土壤水分常较充分,形成下渗,使土壤中盐类发生季节性淋溶。其中易溶性盐类受到较强淋溶,钙镁部分遭受淋失,大部分以重碳酸钙形式随下渗水移动,在剖面的中下部形成假菌丝状、粉末状、眼斑状和结核状等碳酸钙淀积层,碳酸钙含量一般10—20%,高者可达40%。钙积层的深度、厚度及含量,因土类和区域不同而异。总的趋势是越往西北方向,钙的淋溶程度越弱,钙积层位越高,含量越多。如位处东南部的褐土及黑垆土,钙积层一般出现在1米左右,碳酸钙含量10—20%,超过20%者很少;而北部半干旱区的栗钙土,钙积层常出现在30—50厘米处,碳酸钙含量10—30%;位处荒漠草原区的棕钙土,碳酸钙多在20—30厘米深处淀积,含量10—40%,下部还出现石膏的积累。即使同一个土类,也可因地形部位的不同,碳酸钙的淋溶淀积程度也是不一样的。这是进一步划分亚类和土属的依据。

3、粘化过程

粘化过程是本区暖温带半湿润、半干旱区的主要成土过程。在季风气候影响下,冬春干冷,夏秋湿热,干湿冷热频繁交替,大大促进了土壤原生矿物的分解和次生矿物的形成。这些风化作用形成的次生粘土矿物,在西北部干旱、半干旱条件下,由于土壤缺乏足够的下渗水流,不能向下层移动,而在就地积累,形成残积粘化现象,象黑垆土、栗钙土和棕钙土均属于这种类型;而在暖温带半湿润区,风化与成土作用形成的粘土矿物,随着土壤脱钙过程的加强,土壤粘粒便失去了与胶结剂钙牢固结合的条件,土粒遇水容易分散。被分散的矿质粘粒或有机—矿质结合态的粘粒随下渗水流发生机械淋溶。但在暖温带半湿润气候条件下,形成下渗水流的时间短,流量小,粘粒的下移深度有限,多在30—80厘米处。

聚集,形成淀积粘化层,粘粒含量高达25—35%。它们沿土壤结构面形成暗棕色或褐色胶膜,部分土壤孔隙为粘粒填充,出现明显的泉华状光性定向粘粒,铁铝氧化物明显增加,但胶体组成无明显变化。

4、盐渍化过程

盐渍化过程包括季节性的表积盐化和脱盐碱化两个不同的过程。盐化过程系母质和地下水中含有的盐分,当排水不畅和灌溉不当,使地下水位抬高时,在强烈的蒸发下,通过毛管水的上升携带作用,使中性或近中性盐类在土表聚集,即发生土壤盐化,土壤呈中性或碱性反应;碱化过程是在季节性积盐和脱盐的交替过程中,交换性钠或交换性镁不断进入土壤吸收复合体的过程,常伴随脱盐过程而产生。因此,碱化土壤中盐分含量并不高,只是土壤溶液中含有一定数量的 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 离子,呈强碱性,使土壤颗粒高度分散,物理性质明显变坏。这两个过程,在本区的银川平原、河套平原和汾渭盆地,以及荒漠草原棕钙土和荒漠灰漠土地带,往往都有发生。

5、瘠化过程

瘠化过程,是黄土高原地区农民定向培育土壤肥力的独特旱耕熟化过程,主要发生在汾渭平原地区。这里是我国最古老的农业区,耕种历史悠久。在长期农业生产实践中,人们为了培肥土壤,因地制宜,就地取材,大量施用黄土垫圈的土粪,使原来土壤的表层不断堆垫增厚而形成瘠化土层,从而创造了上轻下粘“黄盖垆”式的土体构型,改善了土壤耕性,提高了土壤保水保肥的性能。

6、灌淤化过程

灌淤化过程,是黄土高原地区引用富含泥沙的水源,进行灌溉耕种的熟化过程,主要分布在银川平原和内蒙河套平原等引黄灌区。在长期灌溉条件下,经过不断的淤积、耕作和施肥,使灌淤物与肥料及原来的表层土壤相掺混,致使耕层不断上移。日积月累,逐渐形成质地均一、层理分化不明显的深厚熟化灌淤层,将原来的土壤剖面深埋其下,形成由疏松的耕作层、紧实的犁底层和心土层组成的独特人工土壤。

三、土壤分类与命名

(一) 本区土壤分类中的几个问题

黄土高原地区土壤分类和全国土壤分类工作的发展一样,经历了三个变革时期:第一个时期受苏联发生学观点的影响,运用苏联的地理发生学分类,几乎把所有土壤都纳入地带性土类中,如曾经把黄绵土、墚黄绵土划入相关的地带性土类,把黑垆土划为淡栗钙土,塬土划为灰褐土或埋藏褐土等;第二个时期通过群众性的土壤普查,对农业土壤给予足够的注意和研究,在总结群众经验的基础上,划分出了黄绵土、塬土等土类;第三个时期受美国系统分类的影响,试图以诊断层和诊断特性的概念划分土壤,并开始了土壤分类从定性向定量化转化的阶段,出现饱和、不饱和与石灰性等概念。在第二次土壤普查中,各地土壤科学工作者都怀着革新的强烈愿望,在统一的工作分类系统“中国土壤分类”的基础上,深入总结当地群众认土、比土、评土的经验和他们自己的见解,提出了地区性的土壤分类系统。这些分类之间,虽然大方向是趋向统一,趋向定量化,但也出现了一些新的变化和争议。例如,山西将吕梁山以东黑垆土划作栗褐土、灰褐土或褐土,黄绵土划作相应的性土;

陕西将塿土划为褐土的一个亚类；宁夏把银川平原原定的水稻土改作灌淤土，等等。因此，黄土高原地区的土壤分类仍存在同土异名或同名异土的混乱现象。我们通过这次在黄土高原地区进行综合考察中获得的大量土壤资料，经过反复比较分析，吸收各省（区）合理的见解，制定了黄土高原地区统一的土壤分类系统。

这个分类系统，是在地理发生学分类的基础上，充分注意人为活动对土壤的深刻影响和对群众命名给予足够重视，并力求与“中国土壤系统分类”（第一次方案）相统一。同时需明确下列几个问题：

1、土壤分类应以土壤自身的属性为主要依据，重视诊断土层和诊断特性，成土因素或成土作用可以作为参考。为此，将以前根据地带性学说划分的黑垆土性土、褐土性土、山地棕壤性土和子午岭一带的所谓灰褐土，均列入相应的黄绵土、石质土和粗骨土等不同类型中。同样，凡种了水稻的土壤就定为水稻土的观点也是不妥的，应该是种过水稻且形成了水稻土诊断特征的，才算水稻土类型。因此，将银川平原的稻田土壤，由于不断的水旱轮作和灌淤等原因，因而没有形成水稻土特有剖面，原误定为水稻土，现易名为表锈灌淤土是正确的。

2、土类是具有一定的成土条件、成土过程和土壤属性的发生群体。塿土在人为因素大量施加土粪堆垫“塿化”的作用下，以其“黄盖垆”剖面形态和上轻下粘、托肥保水的特性与原土壤褐土有本质上的差别，按土壤发生学原则，应从自然土壤褐土中区别出来，作为人工耕种影响形成的土类，但应明确其“塿化”土层的厚度指标不小于30厘米；否则仍归属原褐土的耕种褐土亚类。

3、黑垆土是本区东南部森林褐土地带和西北部草原栗钙土、灰钙土地带之间的一个过渡地带土壤类型，其名称是从群众命名中归纳提炼出来的，能比较形象的反映这类土壤的主要性征。在“中国土壤分类系统”（第二次土壤普查分类系统修定稿）中，将晋西北、冀北山间丘陵盆地和内蒙东南缘黄土丘陵区此类土壤另列为栗褐土土类。根据我们的调查比较，其特征与陕北、陇东地区的黑垆土无多大差别，仅是由于所处地形部位不同，侵蚀程度不一样，腐殖质层的厚度与有机质的含量有差异，因此本分类系统中仍将其列为黑垆土地带性土类中。

麻黑垆土（黑麻土）在以往的全国分类系统中均列入黑垆土的亚类，称黑麻土。在“中国土壤分类系统”（修定稿）中因有争议，将它去掉。这就使甘肃中部和宁夏南部二阴地区的此种土壤无类可归。有的同志主张划为一个独立土类，但由于这方面工作做的比较少，无从定论。按其发生特性，我们在分类系统中仍将它列为黑垆土的一个亚类，改称麻黑垆土。

4、1:4 000 000的中华人民共和国土壤挂图、《中国土壤》1:10 000 000的土壤附图，以及山西科技人员编制的1:20万的土壤图和1:50万的土壤图编稿图上，均将吕梁山、恒山、五台山、芦芽山和关帝山等山地，海拔约1800—2400米之间的土壤划为棕壤，经我们观察研究、统一评比以及请有关专家鉴定，初步认为，其性状与灰褐土相似，定为淋溶灰褐土比较妥当。

（二）土壤分类

为了适应我国土壤分类的总趋势，使土壤分类更加系统化、科学化，黄土高原地区的土壤分类尽量吸取有关“中国土壤系统分类”（修定稿）和“第一次方案”的新见解，并充分注意本区土壤的特点和第二次土壤普查中有关省（区）的分类意见，采用多级系统分类，分

土纲、亚纲、土类、土属、土种和变种七级。土纲和亚纲我们基本上引用“中国土壤系统分类”(修订稿)和“第一次方案”的分法,但在划分指标上作了具体修改。土类以下则根据区内土壤具体情况作了切合实际的划分。为了配合黄土高原地区1:1,000,000的土壤图和1:500,000的土壤遥感制图的需要,我们的分类工作仅作到土属一级,现就土纲—土属前五级划分原则阐述如下:

1、土纲

土纲为最高级土壤分类级别,根据主要土壤形成过程产生的或影响主要成土过程的主要控制因素的性质划分。根据主要土壤形成过程产生的性质划分的有盐碱土(根据盐渍化过程产生的盐积层和碱化层划分),均腐殖土(根据腐殖化过程产生的均腐殖质表层划分)和硅铝土(根据硅铝化过程产生的硅铝特性划分)。根据影响土壤主要形成过程的主要控制因素(如土壤水分状况和人为作用)表现的性质划分的有干旱土(根据影响钙化、盐化和石膏化过程的干旱土壤水分状况划分)、潮湿土(根据影响氧化—还原和潜育过程的潮湿或常潮湿土壤水分状况划分)和人为土(根据影响土壤发育的人为作用表现的性质,如厚熟表层、堆垫表层、灌淤表层、水耕表层、耕作淀积层和水耕氧化还原层等特性划分)。成土作用微弱,基本保持母质性状的为初育土土纲。

2、亚纲

亚纲是土纲的辅助级别,主要根据控制现代成土过程的主要因素本身的性质差异或反映主要控制因素性质差异的土壤性状划分。例如,前者根据控制硅铝化过程和腐殖质化过程的主导因素气候的性质差异,在硅铝土中分出长润硅铝土、湿润硅铝土和半湿润硅铝土等亚纲;在均腐殖土中,分出湿润均腐殖土、半湿润均腐殖土和高寒均腐殖土亚纲。又根据控制人为作用的主导因素耕作性质的差异,在人为土纲中分出水耕人为土和旱耕人为土亚纲等。例如干旱土,其主要控制因素是干旱土壤水分状况,但由于这种水分状况又有干和极干、干热和干冷的区别,它们直接影响土壤中易溶盐、石膏和碳酸盐的溶解迁移和积累过程,所以分出了钙积干旱土,石膏—盐积干旱土等亚纲;又如潮湿土,其主要控制因素是地下水或潮湿土壤水分状况,但由于潮湿土壤水分状况还有潮湿和常潮湿之别,以及次要控制因素的影响,致使土壤中发生的潜育化过程,可以表现为氧化还原特征,也可以形成潜育层,因而分出了正常潮湿土和常潮湿土亚纲;再如初育土,控制土壤性质和差异的主要因素是母质性状。而母质的颗粒粗细差异很大,受母质的影响,形成了两大类性状不同的初育土:一类含有多量砾石,质地粗,土层薄;另一类不含或很少含有砾石,质地细,土层厚。所以分出石质初育土和土质初育土亚纲。

3、土类

土类是亚纲的续分,是高级分类的基本单元,根据反映一个以上成土过程(主要成土过程和次要成土过程)或次要控制因素影响的土壤性质差异划分。根据前一种原则划分的例子有:灰钙土和棕钙土,栗钙土和黑钙土,潮土和草甸土,黑垆土和灰褐土等,它们具有一个以上基本相同的成土过程(主要成土过程和次要成土过程),主要成土因素也基本一致,只是成土过程的强度和它们反映的土壤性质有一定的差别。根据后一种原则划分的实例有石质初育土亚纲,根据次要控制因素砾石含量与土层厚度影响的土壤性质,划分为石质土和粗骨土两个土类;土质初育土亚纲根据成土母质类型划分为新积土、风沙土、黄绵土、红土和紫色土等土类。

土类是主要成土条件、主要成土过程(一个或一个以上)与强度,以及土壤属性基本相同的一类土壤群。土类之间有质的差别。

4、亚类

亚类是土类的进一步划分,属同一土类的不同发育阶段或土类间的过渡类型;也是在同一生物气候带内,由于水热条件、生物类型又出现了明显的变化,在相似的土壤发生阶段与主导成土过程中形成了不同的发生分段,或同一主导成土过程基础上,产生了附加的成土过程。主要根据反映其中一个成土过程(主要成土过程或次要成土过程)的强度差异,或附加成土过程,或与气候条件相关联的母土(母质)残留特性的土壤性质划分。第一种情况例如黑钙土土类,根据石灰淋溶过程的强度划分为黑钙土、石灰性黑钙土和淋溶黑钙土三个亚类,栗钙土根据腐殖质化过程的强度,划分为栗钙土、淡栗钙土和暗栗钙土等;第二种情况例如盐土土类,根据附加成土过程分为干盐土、草甸盐土、潜育盐土和碱化盐土等亚类;第三种情况例如石质土土类,根据反映母质残留特性的土壤性质划分为石质土和石灰性石质土亚类,粗骨土土类划分为粗骨土和石灰性粗骨土亚类,黄绵土根据反映与生物气候条件相关联的母质继承特性的土壤性质划分为沙黄绵土、黄绵土和暗黄绵土亚类,还有灰钙土根据第一种和第二种原则划分为灰钙土、淡灰钙土、潮灰钙土、灌淤灰钙土和盐化灰钙土亚类;瘠土根据第二、第三种原则划分为油瘠土、垆瘠土、立茬瘠土和盐化瘠土等。

5、土属

土属是亚类的续分,土种的归纳,承上启下,重点反映成土因素区域性的变异。它主要依据母质类型变异(如褐土划分为黄土质褐土、红黄土质褐土、石灰岩质褐土、砂页岩质褐土和花岗片麻岩质褐土五个土属),或区域性水热条件的变异(如油瘠土划分为红油瘠土、黑油瘠土、红紫油瘠土和黑紫油瘠土四个土属),或其它尚未成为对土壤性质产生明显影响的微弱附加作用。如根耕种侵蚀、自然侵蚀、风蚀沙化、堆垫熟化和灌溉淤积等现象划分(焦黑垆土划分为焦黑垆土、矮化焦黑垆土、沙化焦黑垆土和侵蚀焦黑垆土四个土属;黄绵土亚类划分为黄绵土、侵蚀黄绵土、耕侵黄绵土和熟化黄绵土四个土属)。同一土属的土壤物质组成、水分状况、土体构型、肥力水平和改良利用的基本措施大致相同。

6、土种

土种是基层分类的基本单元。它是发育在相同母质上,具有相类似的发育程度和剖面层次排列的一种比较稳定的土壤。同一土种的土壤属性基本相似,仅有量的差异,没有质的不同。

7、变种

变种是土种的进一步划分。以典型土种为准,在某些性状上产生的微小变异划分。

(三)土壤命名

为了分类、命名具有系统性,明瞭好记,又避免命名过于冗长,我们采用了分段与连续相结合的土壤命名法,即土纲、亚纲作为一段,土类以下作为一段(见表1-2)。如前所述,土纲基本参照“中国土壤系统分类”(修订稿)和“第一次方案”的划分与名称,而土类以下则根据本区情况采用了土类名称为基础的连续命名。在解决本地区异土同名的前提下,土类一级无论是农业土壤还是自然土壤,都尽可能采用文献上历来采用或土壤工作者与群众普遍采用的名称;而亚类一级,根据连续命名法,将农业土壤中的某些名称作了适当

表 1-2 黄土高原地区土壤分类系统表

土纲	亚纲	土类	亚类	土 属	备 注
初育土	石质土	石质土	石质土	花岗片麻岩质石质土	土层厚度 < 50 厘米, 或虽 > 50 厘米但有一半以上土层含有 > 2 毫米的沙砾石或岩屑 > 70 %
				沙页岩质石质土	
				玄武岩质石质土	
			石灰性石质土	沙页岩质石灰性石质土	
				石灰岩质石灰性石质土	
		粗骨土	粗骨土	花岗片麻岩质粗骨土	土层厚度 > 50 厘米, 但在 50 厘米范围内有一半以上土层含 > 2 毫米的砾石或岩屑 < 70 % > 35 %
				沙页岩质粗骨土	
				玄武岩质粗骨土	
				紫色岩质粗骨土	
			石灰性粗骨土	沙页岩质石灰性粗骨土	
				石灰岩质石灰性粗骨土	
				紫色岩质石灰性粗骨土	
			石灰性新积土	沙砾质石灰性新积土	
				壤质石灰性新积土	
			盐化新积土	盐化新积土	有盐化特征
	风沙土	流动风沙土	流动风沙土	流动风沙土	
			半固定风沙土	半固定风沙土	
			固定风沙土	固定风沙土	
			耕种固定风沙土	耕种固定风沙土	
			灌溉固定风沙土	灌溉固定风沙土	具有厚度 < 30 厘米灌溉层
			沙黄绵土	沙黄绵土	具有 < 30 厘米厚的浮沙层
		沙黄绵土	侵蚀沙黄绵土	侵蚀沙黄绵土	
			耕侵沙黄绵土	耕侵沙黄绵土	
			熟化沙黄绵土	熟化沙黄绵土	
			沙化沙黄绵土	沙化沙黄绵土	
			黄绵土	黄绵土	
		黄绵土	侵蚀黄绵土	侵蚀黄绵土	
			耕侵黄绵土	耕侵黄绵土	
			熟化黄绵土	熟化黄绵土	
			瘠黄绵土	瘠黄绵土	
		瘠黄绵土	侵蚀瘠黄绵土	侵蚀瘠黄绵土	
			耕侵瘠黄绵土	耕侵瘠黄绵土	
			熟化瘠黄绵土	熟化瘠黄绵土	
			熟化瘠黄绵土	熟化瘠黄绵土	

续表 1

土纲	亚纲	土类	亚 类	土 属	备 注
初 育 土	土 质 初 育 土	黄 绵 土	灰黄绵土	灰黄绵土	植被多为次生梢林,有机质含量一般 2—3 %
				退化灰黄绵土	
				耕种灰黄绵土	
		红 土	红 土	红 土	
				夹黄红土	
				耕种红土	
			粘 红 土	粘红土	
				耕种粘红土	
		紫 色 土	紫 色 土	砂岩质紫色土	
			石 灰 性 紫 色 土	砂页岩质石灰性紫色土	
				砂砾岩质石灰性紫色土	
			紫 色 土	耕种石灰性紫色土	
	干 旱 土	灰 漠 土	灰 漠 土	沙砾质灰漠土	
				沙壤质灰漠土	
				碱化灰漠土	具有碱化特征
		棕 钙 土	棕 钙 土	黄土状母质棕钙土	
				砂页岩质棕钙土	
				洪积—冲积质棕钙土	
				沙化棕钙土	具有5—30厘米厚的浮沙层
			淡 棕 钙 土	黄土状物质淡棕钙土	
				砂页岩质淡棕钙土	
				洪积—冲积质淡棕钙土	
				沙化淡棕钙土	具有5—30厘米厚的浮沙层
			石 膏 淡 棕 钙 土	石膏淡棕钙土	剖面下部有明显的石膏聚积层
		土	潮 棕 钙 土	潮棕钙土	
				耕种潮棕钙土	
			盐 渍 化 棕 钙 土	盐化棕钙土	有盐化特征
				碱化棕钙土	有碱化特征
	土	灰 钙 土	灰 钙 土	黄土质灰钙土	
				黄土状母质灰钙土	
				洪积—冲积质灰钙土	
				黄土质、砂页岩质灰钙土	
				沙化灰钙土	具有<30厘米厚的浮沙层

续表 2

土纲	亚纲	土类	亚 类	土 属	备 注
干 早 土	钙 积 干 早 土	灰 钙 土	淡 灰 钙 土	铺石耕种灰钙土	石子田
				耕种灰钙土	
				黄土质淡灰钙土	
				黄土状母质淡灰钙土	
				洪积—冲积质淡灰钙土	
				黄土质、砂页岩质淡灰钙土	
				沙化淡灰钙土	具有厚度<30厘米的浮沙层
				铺石耕种淡灰钙土	石子田
				耕种淡灰钙土	
			潮灰钙土	潮灰钙土	
			灌淤灰钙土	灌淤灰钙土	具有厚度<30厘米的灌淤土层
			盐化灰钙土	盐化灰钙土	有盐化特征
				耕种盐化灰钙土	
	高干土 寒旱	冻漠土	冻漠土	花岗岩质冻漠土	
	高寒均腐 殖土	高山草甸土	高山草甸土	高山草甸土	
		亚高山草甸土	亚高山草甸土	亚高山草甸土	
		亚高山灌丛草甸土	亚高山灌丛草甸土	亚高山灌丛草甸土	
		山地草甸土	山地草甸土	山地草甸土	
腐 殖 土	湿腐 均土	山地草甸土	山地灌丛草甸土	山地灌丛草甸土	
			山地草原草甸土	山地草原草甸土	
	半 干 润 均 腐 殖 土	黑 钙 土	黑 钙 上	花岗片麻岩质黑钙土	
				石灰岩质黑钙土	
				砂页岩质黑钙土	
				红土质黑钙土	
				黄土质黑钙土	
				耕种黑钙土	
		淋 溶 黑 钙 土		花岗片麻岩质淋溶黑钙土	
				砂页岩质淋溶黑钙土	
				石灰岩质淋溶黑钙土	
				黄土质淋溶黑钙土	
				耕种淋溶黑钙土	
		栗 钙 土	栗 钙 土	黄土质栗钙土	
				砂页岩质栗钙土	

续表 3

土纲	亚纲	土类	亚 类	土 属	备 注
均	半	栗	栗 钙 土	红黄土质栗钙土	
				黄土状母质栗钙土	
				沙化栗钙土	具有厚度<30厘米的浮沙层
				耕种栗钙土	
			淡 栗 钙 土	黄土质淡栗钙土	
				黄土状母质淡栗钙土	
				冲积—洪积母质淡栗钙土	
				砂页岩质淡栗钙土	
				砂砾岩质淡栗钙土	
				沙化淡栗钙土	具有厚度<30厘米的浮沙层
			暗栗钙土	耕种淡栗钙土	
				黄土质暗栗钙土	
				砂页岩质暗栗钙土	
				耕种暗栗钙土	
			潮栗钙土	潮栗钙土	
				耕种潮栗钙土	
			灌淤栗钙土	灌淤栗钙土	具有厚度<30厘米的灌淤层
		黑 垆 土	黑 垆 土	黑垆土	
				覆盖黑垆土	具有厚度>20厘米的堆垫土层
				侵蚀黑垆土	
			焦黑垆土	焦黑垆土	
				覆盖焦黑垆土	具有厚度>20厘米的堆垫土层
				沙化焦黑垆土	具有厚度<30厘米的浮沙层
				侵蚀焦黑垆土	
			紫黑垆土	紫黑垆土	
				覆盖紫黑垆土	具有厚度>20厘米的堆垫土层
				侵蚀紫黑垆土	
			麻黑垆土	麻黑垆土	
				黄麻黑垆土	
				耕种麻黑垆土	
			潮黑垆土	潮黑垆土	
土	土	灰褐土	灰 褐 土	花岗片麻岩质灰褐土	

续表 4

土纲	亚纲	土类	亚 类	土 属	备 注
均 腐 殖 土	半 干 润 均 腐 殖 土	灰 褐 土	灰 褐 土	石灰岩质灰褐土	
				砂页岩质灰褐土	
				黄土质灰褐土	
			淋溶灰褐土	花岗片麻岩质淋溶灰褐土	
				砂页岩质淋溶灰褐土	
				黄土质淋溶灰褐土	
			石 灰 性 灰 褐 土	石灰岩质淋溶灰褐土	
				石灰岩质石灰性灰褐土	
				砂页岩质石灰性灰褐土	
			漂白灰褐土	黄土质石灰性灰褐土	
				花岗片麻岩质漂白灰褐土	
				砂页岩质漂白灰褐土	
				黄土质漂白灰褐土	
硅 铝 土	湿 润 硅 铝 土	淡 棕 壤	淡 棕 壤	混黄花岗片麻岩质淡棕壤	
				混黄砂页岩质淡棕壤	
				混黄石灰岩质淡棕壤	
				黄土质淡棕壤	
			漂白淡棕壤	漂淀型漂白淡棕壤	
				侧漂型漂白淡棕壤	
	半 干 润 硅 铝 土	褐 土	褐 土	花岗片麻岩质褐土	
				石灰岩质褐土	
				砂页岩质褐土	
				黄土质褐土	
				红黄土质褐土	
			淋溶褐土	石灰岩质淋溶褐土	
				花岗片麻岩质淋溶褐土	
				砂页岩质淋溶褐土	
				黄土质淋溶褐土	
			石 灰 性 褐 土	石灰岩质石灰性褐土	
				砂页岩质石灰性褐土	
				黄土质石灰性褐土	
				红黄土质石灰性褐土	
				洪积物质石灰性褐土	