

目 录

前言

第一章	内陆盐碱土的成土条件	(1)
第一节	地形条件	(1)
第二节	水文条件	(2)
第三节	气候条件	(4)
第四节	成土母质	(5)
第五节	植被	(6)
第二章	盐类的移动规律	(8)
第一节	土壤盐分的来源	(8)
第二节	盐类的水平移动	(10)
第三节	盐类的垂直移动	(14)
第四节	地下水位和水质的季节变动	(16)
第三章	土壤盐渍化	(19)
第一节	盐类的重新分配	(19)
第二节	盐土的形成	(23)
第三节	镁质碱性土	(30)
第四节	盐土的荒漠化	(32)
第五节	耕地土壤的盐渍化复原	(34)
第六节	新灌区的土壤盐渍化	(35)
第七节	土壤次生盐渍化	(38)
第八节	苦水灌溉引起的土壤盐渍化	(39)
第四章	盐类对植物的毒害	(41)
第一节	盐类的植物土壤意义	(41)

第二节	不同盐类和离子对植物的毒害作用	(42)
第三节	碳酸镁对植物的毒害作用	(44)
第四节	水溶性镁钙比例关系	(47)
第五节	植物的耐盐力	(49)
第六节	植物对盐渍的适应	(52)
第五章	土壤有害盐类的淡化	(55)
第一节	土壤盐类淡化措施的理论根据	(55)
第二节	冲洗土壤盐类的准备工作	(56)
第三节	冲洗技术	(60)
第四节	冲洗定额	(63)
第五节	冲洗过程中的水盐动态	(69)
第六节	防洪轮灌和苦水灌溉	(71)
第六章	土壤盐分的排除	(75)
第一节	排盐的有效方法	(75)
第二节	多级明沟排水	(76)
第三节	多级明暗沟结合排水	(79)
第四节	竖井排灌法	(88)
第五节	林带对改良盐渍土的作用	(92)
第六节	干排水	(94)
第七章	镁质碱性土的改良	(95)
第一节	镁质碱性土改良的基本原理	(95)
第二节	石膏的改土效果	(95)
第三节	过磷酸钙的改土效果	(100)
第四节	石膏与过磷酸钙混合施用时的改土互补作用	(102)
第五节	掺砂改土的效果	(104)
第六节	有机肥和绿肥在改良镁质碱性土时的作用	(105)
第七节	土壤钙的有效化	(108)
第八节	镁质盐性土的季节性缺锌现象	(109)

第八章	盐改农业技术措施	(110)
第一节	农业技术措施的盐改意义	(110)
第二节	铺砂防碱与掺砂改良	(111)
第三节	淤泥防盐	(113)
第四节	避盐栽培	(114)
第五节	耙苗防盐	(115)
第六节	抗盐锻炼和适时灌水	(116)
第七节	防盐耕作	(117)
第八节	施肥在盐改上的作用	(119)
第九节	盐改轮作	(121)
第十节	选用抗盐作物和抗盐品种	(124)
第十一节	盐地造林	(125)
第九章	盐渍土的流域治理	(127)
第一节	内陆盐土区的流域特点	(127)
第二节	建立流域农业生态系统	(128)
第三节	建立流域排盐系统	(131)
第四节	林网、草地、农田统一规划	(132)
第五节	灌溉水源区划	(133)
附录一	盐渍土的分类和分型	(135)
附录二	土壤盐类换算法	(142)

第一章 内陆盐碱土的成土条件

甘肃省盐碱土的主要分布区是河西走廊，在黄河流域只有零星分布。河西走廊的盐碱土都是内陆盐渍土，现将内陆盐碱土的成土条件分述于下。

第一节 地形条件

河西走廊是一个东南——西北走向的狭长地带，东起乌鞘岭，西至甘新交界，长达千余公里，大部海拔在1,000~1,500米间。

走廊南面为祁连山，俗称南山，由一系列自东南向西北走向的平行山脉和山间盆地组成，境内的山岭有走廊南山、冷龙岭、讨赖山、党河南山、赛什腾山、土根达坂山和阿尔金山等。山地海拔高度一般在3,000~4,500米间，北坡海拔大部在2,000米左右，南坡海拔较小，大部不到1,000米。疏勒南山上的宰吾结勒峰（团结峰）海拔5,808米，酒泉正南60公里处的祁连山主峰海拔5,560米。由于山势高峻、地区广阔，发育着的现代冰川是河西走廊诸内陆河的发源地。

走廊北面的北山山地。是由马鬃山、合黎山、龙首山组成的一系列断续中山，大体呈东南向西北走向。山势东西两侧较高而中间较低，海拔1,500~2,500米，相对高度500~1,000米。龙首山西北端的东大山，海拔3,160米，是北山山地的最高峰。北山山地没有水源，气候干燥，风力剥

蚀严重，植被稀疏，山地岩石与山麓砾石裸露，呈岩漠和砾漠景观。走廊东端为乌鞘岭，海拔3,000余米，走廊西端为甘新交界的大戈壁。因而河西走廊就成为一个四周高起的封闭地形。

走廊内部分布着一些断块山，如大黄山、黑山、宽台山、截山子等。这些断块山把走廊分隔成许多小段，每段地形也是四周高起中央低平，这就在走廊内部形成了许多大小不等的内陆盆地，如安西——敦煌盆地、玉门盆地、踏实盆地、赤金盆地、花海盆地、金塔盆地、酒泉盆地、张掖盆地、永昌盆地、武威盆地、民勤盆地等。各盆地的地形大体相似，都是由南向北倾斜。靠近祁连山的盆地，自祁连山麓至北山山麓，可以划为三个地带：1)山麓丘陵带，一般与高耸的主脉平行，由砂岩和砾岩组成，相对高度100~200米；2)扇形砾石带，紧接山麓丘陵带之北，砾石裸露处为戈壁，有土壤覆盖处多垦为农田；3)冲积平原带，在扇形砾石带之北，为“绿洲”所在地。

地形的封闭就使出山水流所携带的盐类没有出路而在冲积平原带大量积累，从而形成内陆盐碱土。

第二节 水文条件

南山诸河全部注入走廊盆地，由于盆地封闭，各河不是流入沙漠就是流入洼地。因此，河西走廊诸河都是内陆河。按照大小河流的汇流关系可将河西走廊划分为三大流域，即石羊河流域、黑河流域和疏勒河流域。石羊河的干流及其支流金塔河、杂木河、黄羊河、西营河、东大河、西大河等，流经武威、永昌、民勤等盆地，最后注入古代的青土湖。黑

河干流及其支流山丹河、摆浪河、洪水河、讨赖河等，流经张掖、酒泉、金塔等盆地，入内蒙古自治区的额济纳旗而注入居延海。疏勒河干流及其支流白杨河、赤金河、踏实河、党河等，分别流经赤金盆地、花海盆地、玉门盆地、安西——敦煌盆地，最后注入新疆的罗布泊。

这些大小河流自出山后都形成一个冲积扇，大河形成的冲积扇大，小河形成的冲积扇小，冲积扇与冲积扇之间为砾石戈壁。在冲积扇上人们引水灌溉发展农业，从而产生“绿洲”景观。

各河出山后都要流经一段戈壁滩，一部分河水沿河道流走，一部分河水渗入地下变成地下水。地下水仍然沿坡向低地流动，当遇到北山或其他地质条件的阻隔时，就滞汇起来，抬高了地下水位。

内陆河的河水是没有渲泄出路的，水分除了由于地面蒸发和植物的叶面蒸腾转化为水汽者外，绝大部分都变成了地下水或积存于洼地中。积水洼地形成沼泽，高地下水位区形成盐碱湿地。沼泽干枯以后仍然会产生盐碱化，所以在河西走廊凡是以“湖”、“海”命名的地方，大都是古沼泽区或现存沼泽区，如敦煌的北湖，安西的西湖、雁脖子湖，玉门的赤金湖、北湖、莫坡湖、花海子，金塔的石底子湖，民勤的青土湖，永昌的天生坑等。盐沼也称盐池，是积盐最多的沼泽，可以捞盐，大小盐沼在河西诸盆地中的分布也是很广的。

高地下水位是形成盐碱土的主要诱因，所以在各个盆地的北半部（即冲积扇的北半部）都是盐碱土分布带。

第三节 气候条件

河西走廊深居内陆，海洋暖湿气流受六盘山和乌鞘岭的阻隔不易达到，成雨机会很少，因而大气干燥，呈现明显的大陆性气候特征。按照甘肃省的气候分区，在疏勒河下游地区即双塔堡水库以西安西和敦煌两县的走廊部分为河西西部暖温带干旱区，在土壤学上称其为荒漠气候区，本区以东的走廊部分包括酒泉、张掖、武威等地，为河西东部温带干旱区。两个气候区的主要差异表现在温度、雨量和干燥度上，河西西部暖温带干旱区的年平均气温为 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量小于50毫米，干燥度大于15.0，而温带干旱区的年平均气温则为 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量为 $50\sim 200$ 毫米，干燥度在4.0~15.0之间。总的说来，河西走廊的气候特点是干旱、少雨和多风。

气候条件与土壤盐碱化也有密切关系，下列气象要素能够直接影响土壤盐碱化：

1. 降雨量与蒸发量。河西走廊的年平均降雨量是自东而西逐渐减少的，如民勤为109毫米，张掖为116毫米，酒泉为82.1毫米，敦煌为29.2毫米。而年蒸发量则由东向西逐渐增加，如武威和张掖一带为2,000毫米左右，酒泉一带为2,200毫米左右，安西和敦煌一带在3,000毫米以上。由于年蒸发量大于年降雨量十几倍至几十倍，土壤的淋洗作用极为微弱，而溶提作用就非常旺盛，给土壤盐类由下层向上层移动创造了条件。

2. 日照和太阳辐射。河西走廊的云量极少，日照充足，全年日照时数在3,000~3,400小时之间，太阳月总辐射量也

较高，月总辐射量（千卡

14~16，

在夏季为15~19，在秋季为10~12。日照时数多和太阳辐射量大，是引起土壤表面水分大量蒸发的重要原因，土壤表面水分的大量蒸发又是加速土壤盐渍化的条件。

3.地温和气温。太阳辐射热首先晒热土壤，然后再暖热空气，由于水的比热大，多水的土壤较干燥的土壤温暖的速度就慢，温度也低，气温也就随之发生变动，产生了由于土壤含水量的不同而影响小气候变化的现象。在河西走廊这种小气候的变化是多样的。加之戈壁分布范围极广，受砾石戈壁吸热和放热特性的影响，就使河西走廊的地温和气温的变化特别强烈了。河西走廊气温变化的主要特点是昼夜温差大。例如在6月份，敦煌的平均气温为22.9℃，最高气温为39.2℃，最低气温为4.6℃；张掖的平均气温为19.4℃，最高气温为38.1℃，最低气温为1.3℃。昼夜温差大不仅对农作物籽实的产量和瓜类的含糖量有良好影响，也对土壤不同盐类的移动和沉淀发生作用。

4.大风和沙暴。多风和多沙暴也是河西走廊气候的重要特点。安西的全年平均大风日数为69.3日，沙暴日数为8.3日，有“风库”之称。张掖的全年平均大风日数为12.8日，沙暴日数为21.6日。民勤的全年平均大风日数为24.3日，沙暴日数为30.5日。多风、大风和沙暴加速了土壤水分的蒸发，使土壤盐类向地表移动，并且还会剥蚀土壤，加强地表结晶盐类的搬运。

第四节 成土母质

河西走廊的沉积物统属于第四纪沉积物，包括冲积物、

洪积物、沼泽沉积、盐湖沉积、风成黄土、湖积物、残积物、风成砂等。但就盐渍土分布区的成土母质而言，基本上只有四种：一种是河流冲积物，砂土相间沉积，层次变化很大，不含盐，土壤上层的盐渍层是土壤发育过程中的产物；其二是盐湖沉积物，颗粒较细而粘重，沉积物本身含盐（不论沉积层厚薄都通层含盐），地下水是苦水；其三为沼泽沉积物，夹有泥炭层；其四为风成砂，呈零星分布，有均匀分布的盐结晶粒或有埋藏的盐结皮层。在不同母质上发育起来的盐渍土，具有不同的形态和性质。

第五节 植被

河西走廊盐渍土的发育与古沼泽的退却有密切关系。沼泽退却的过程就是土壤沼泽化停止和土壤盐渍化发展的过程。因此，从沼泽到盐土也常常存在着自然植被有规律的交替。

沼泽的主要植物是牛毛草（牛毛毡），在水深较大的地方，则以芦苇、水冲子为主。当沼泽退却时，新生的草类是冰草，随着地下水位的降低和土壤的变干，又长出芨芨草。随着芨芨草墩的增大，土壤盐渍化越来越重。当芨芨草墩完全被盐结皮封闭而不能生长的时候，冰草也随之衰退，继而起的是灌木和半灌木类型的植物，如白刺、黑刺、怪柳、碱柴、骆驼刺、野麻（罗布麻）等。如果土壤盐渍度继续加大，最后保留下来的植物就只有怪柳、碱柴和胡杨了。当土壤发展到“碱门坎”（具有坚硬而深厚盐壳层的土壤）时，就形成了“盐漠”，几乎所有的植物都不能生长了。因此，我们根据植被的分布情况，可以划分出盐土发育的阶段。

一些盐生植物对土壤盐渍化的发展起着促进作用。例如具有肥厚叶子的滨藜、盐爪爪、胖姑娘等，它们的细胞液中含有较多的盐类，在死亡残体归还到土壤里时，就加重了土壤的盐渍化。柽柳是一种泌盐植物，它能从土壤深层吸收盐分，通过气孔形成盐的结晶粒，盐粒散落于地面就加重了土壤表层的盐渍化。胡杨可以从土壤深层吸收盐类并转化为苏打储存于导管中，如果枝干折断，在断口处就会形成球状的碱块，农民称这种碱块为“胡杨碱”，可以作苏打蒸馍使用。如果这种碱块落地或者其枯枝落叶归还土壤，就会使土壤的苏打含量增加。在盐土上类似这样的盐生植物还是很多的。

第二章 盐类的移动规律

第一节 土壤盐分的来源

在大多数情况下,盐渍土含有三种阳离子,即 Na^+ (钠)、 Mg^{++} (镁)、 Ca^{++} (钙)离子,四种阴离子,即 Cl^- (氯)、 SO_4^{--} (硫酸)、 CO_3^{--} (碳酸)、 HCO_3^- (重碳酸)离子,三种阳离子和四种阴离子经过化学组合可以形成以下十二种盐类:

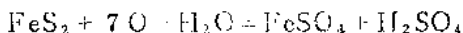
NaCl (氯化钠)	MgCO_3 (碳酸镁)
Na_2SO_4 (硫酸钠)	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ (碳酸氢镁)
Na_2CO_3 (碳酸钠)	CaCl_2 (氯化钙)
NaHCO_3 (碳酸氢钠)	CaSO_4 (硫酸钙)
MgCl_2 (氯化镁)	CaCO_3 (碳酸钙)
MgSO_4 (硫酸镁)	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (碳酸氢钙)

这些盐类在甘肃省的盐渍土中都有,其中含量最大、分布最广的是硫酸钠(芒硝)、氯化钠(食盐)和碳酸钙(石灰),而碳酸钠(洗涤碱)和碳酸氢钠(苏打)仅在局部地方有,且含量极小。

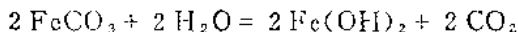
这些盐类是从那里来的呢?一般来说盐渍土中的盐类都来源于分水岭高地的岩石化学风化。很明显,在河西内陆河流域,土壤盐类的来源是祁连山岩石的化学风化。岩石化学风化的动力因素是空气中的氧、水(水汽或降水)、二氧化碳以及其他有机酸和无机酸。

当空气中的氧和水共同作用于黄铁矿(FeS_2)时,能够

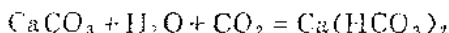
发生氧化作用产生硫酸 (H_2SO_4)。



硫酸再与周围的其它岩石作用，能够产生硫酸钙、硫酸镁、硫酸钠，而硫酸铁在二氧化碳和水的作用下又能产生硫酸、碳酸铁、氢氧化亚铁。

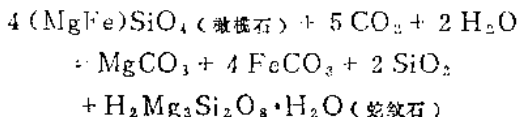


方解石（石灰石）经过化学风化会产生碳酸氢钙，碳酸氢钙溶于水并随水流失。

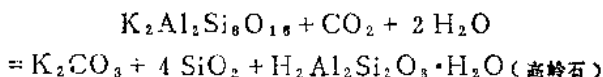


这种类型的化学风化称为碳酸盐化作用，此外，在风化过程中还有高岭土化作用。

橄榄石在二氧化碳和水的作用下，可以产生碳酸盐、二氧化硅（石英）、蛇纹石。而蛇纹石的进一步风化则能产生碳酸镁和石英，最后全部分解成简单盐类和氧化物。



长石在二氧化碳和水的共同作用下可以分解成碳酸钾、石英、高岭石。



化学风化在分水岭上不断进行，岩石不断地分解为简单盐类，这些盐类溶解到水里并随水向分水岭以下的地方运动。

岩石的化学风化是一个复杂的化学过程，它在分水岭高地气候的影响下会分解出不同的盐类。

第二节 盐类的水平移动

分水岭高地的岩石经过化学风化分解出来的简单盐类溶解于水后，随着地下水沿坡向从高处向低处运动，流入沟谷、汇入河流，再随河水的流动从上游、中游流到下游。所以出山河水都含有盐类，都具有一定的矿化度。例如疏勒河在刚出山的昌马大坝处水的矿化度为0.5克/升，含有 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 离子。

河水的矿化度都是随着流程的延长而增大的，这在内陆河流表现的尤其显著。例如疏勒河的出山水矿化度为0.5，流70公里至饮马场，水的矿化度增为0.7，再流72公里至双塔堡，水的矿化度增大为0.8，再流46公里至安西城，水的矿化度增大为1.1，再流62公里至石板墩，水的矿化度增大为1.9，再流16公里水的矿化度增至2.1，流程全长266公里，矿化度增大了3倍。这就说明河水累年不断地把高地的盐类送到低处去，把上游的盐分送到下游去。

河水的矿化度随着流程不断增大的原因有以下三个：1) 在水面蒸发作用下，河水不断浓缩；2) 通过土壤尤其是盐渍土时，溶解了土壤中的盐类；3) 矿化度较大的地下水流入河道。

河西走廊诸河河水的矿化度不仅随着流程的增加而增加，水中盐类的成分也在不断发生变化，这可以在水化学类型的变化上反映出来。以疏勒河为例，在昌马大坝和黑崖子处的水化学类型为 $\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Mg}-\text{Ca}-\text{Na}$ 型（采用舒卡列夫表示式，后者大于前者），在阴离子中以 SO_4^{2-} 为主，在阳离子中以 Na^+ 为主。河水流至饮马场时，水化学类型变成

SO₄-HCO₃-Mg-Na-Ca型（硫酸重碳酸水），在阴离子中以HCO₃⁻为主，在阳离子中以Ca⁺⁺为主。河水流至双塔堡小宛一带，水化学类型变成SO₄-Cl-HCO₃-Na型（硫酸氯化物重碳酸盐水），Cl⁻、Na⁺离子含量显著增大，Ca⁺⁺减少了。河水流至安西县城以远水化学类型变为SO₄-Cl-Na型（硫酸氯化物水），水中盐类几乎全部是硫酸钠和氯化钠。最后到河流末尾，水化学类型变成了氯化物水，水中盐类几乎是单一的氯化钠。从水化学类型的变化过程我们可以知道为什么盐池、盐沼或盐湖都出现在河流的下游和末尾，可以知道为什么在河流下游的盐渍土都是氯化物盐土。

河水水化学类型的变化直接影响着盐渍土类型的变化。因为河水的水化学类型影响了地下水的水化学类型，而地下水的水化学类型则主宰着土壤盐渍化的类型。

表1 疏勒河水在流程中的水化学变化

地 点	距 离 (公里)	水 化 学 类 型	矿 化 度 (克/升)
吕马大坝	0	HCO ₃ -SO ₄ -Mg-Ca-Na	0.5
饮马场	70	SO ₄ -HCO ₃ -Mg-Na-Ca	0.7
双塔堡	142	SO ₄ -Cl-HCO ₃ -Mg-Na-Ca	0.8
小 宛	160	SO ₄ -Cl-HCO ₃ -Na-Mg	0.6
安西城	188	SO ₄ -Cl-Na	1.1
石板台	250	SO ₄ -Cl-Na	1.9
石板台西	266	SO ₄ -Cl-Na	2.1

盐类水平移动的另一形式是地下的水平移动，即盐类随地下潜流的水平移动而移动，潜水流到哪里就把盐类带到哪里，当潜水流动静止的时候，盐类就在潜水里聚积起来。

河西诸内陆河出山之后首先流经戈壁，戈壁由酒泉砾石层组成，卵石、砂砾孔隙很大，除一部分河水仍沿河道向下流动外，大约有40~50%的河水渗入地下变成了地下潜流，河水与雨水是地下水的主要补给来源。

不论是河水或雨水渗入地下时，都能溶解戈壁上的水溶性盐类，戈壁滩上盐类的主要移动方向是随渗水下移，上升的作用极小，因此山口以下的戈壁地带在水文地质学上称为潜水盐分溶滤带。由于长期溶滤，土壤淡化，淋入地下水中的盐类逐渐减少，从而潜水盐分溶滤带地下水的矿化度和水化学类型基本上与出山河水相同。如玉门镇和三道沟一带的地下水，其水化学类型是 $\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Mg}-\text{Ca}-\text{Na}$ 型，矿化度为0.4~0.5克/升，与昌马大坝的出山河水相同。

当潜水流入土壤带以后受地面蒸发的影响开始浓缩。如果在地形条件和地质条件上没有遇到阻隔，潜水还是继续沿坡向流动的，潜水盐分仍处于移动状态，并没有积蓄起来，所以这一土壤地带称为潜水盐分搬运带。搬运带的潜水矿化度一般在1.0~1.5克/升之间，水化学类型为 $\text{SO}_4-\text{HCO}_3-\text{Mg}-\text{Na}-\text{Ca}$ 型（硫酸重碳酸水）。潜水盐分搬运带都处于内陆河的中游地区。

当潜水的流动受到地形或局部地质条件限制的时候，例如受到石质山或者其他不透水物质的阻隔，它就停止了流动。这时的潜水在地面的强烈蒸发下开始浓缩，矿化度越来越

越大，盐分逐渐堆积起来，从而这个封闭地带称为潜水盐分堆积带。潜水盐分堆积带一般都处于内陆河的下游地区。如疏勒河下游的小宛、安西、十工和西湖，党河下游的北湖，黑河下游的额济纳旗，石羊河下游的民勤等。但是在潜水盐分搬运带内，因条件的影响有时也会出现局部性潜水盐分堆积带，如疏勒河中游蘑菇滩以北地区。潜水盐分堆积带的水化学类型多为 $\text{Cl}-\text{SO}_4-\text{Na}$ 型（氯化物硫酸盐型）或 $\text{SO}_4-\text{Cl}-\text{Na}$ 型（硫酸氯化物型），矿化度都在3克/升以上，甚至大于5克/升，既不宜作饮用水，也不宜作灌溉用水。

在潜水盐分堆积带内，有时也存在着范围狭小的潜水盐分搬运带，这种现象多发生在长期人为灌溉的地方或老渠道、老河床的附近。产生这种现象的原因是由于向下渗漏的地面水在高矿化度水体上形成了悬浮水，例如安西的小宛和南干沟就有局部性潜水盐分搬运带，水的矿化度在0.8~1.0克/升间，水化学类型为 $\text{SO}_4-\text{HCO}_3-\text{Mg}-\text{Ca}$ 型（硫酸重碳酸水）。敦煌境内的黄墩农场经过25年的灌溉，潜水也由苦水变成了淡水。

表2 地下水流程中的水化学变化

地点	距离 (公里)	水化学类型	矿化度 (克/升)	备 注
玉门镇	0	$\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Mg}-\text{Ca}-\text{Na}$	0.5	潜水盐分溶解带
饮马场	20	$\text{SO}_4-\text{HCO}_3-\text{Na}-\text{Mg}$	1.3	潜水盐分搬运带
三 站	26	$\text{Cl}-\text{HCO}_3-\text{Na}-\text{Mg}$	2.1	潜水盐分堆积带

表3 地下水西流水化学变化

地 点	水 化 学 类 型	矿 化 度 (克/升)	备 注
三道沟	$\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Mg-Ca}$	0.4	潜水盐分溶滤带
三道沟车站	$\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Na-Mg}$	1.6	潜水盐分搬运带
布隆吉	$\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Mg}$	1.5	潜水盐分堆积带

表4 疏勒河下游农业区的地下水化学类型

地 点	水 化 学 类 型	矿化度(克/升)
小 宛	$\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Mg-Ca}$	1.0
南 干 沟	$\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Mg-Na-Ca}$	0.8
安 西 城	$\text{SO}_4\text{-Cl-HCO}_3\text{-Mg-Na}$	1.3
十 工	$\text{SO}_4\text{-Cl-Mg-Na}$	3.4
西 湖	$\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Mg-Ca}$	—

第三节 盐类的垂直移动

在土壤里，盐类的垂直移动有两种形式，一种是向下移动，即由地面向土壤深层移动，另一种是向上移动，即由土壤的下层向土壤表面移动。这两种移动的方向虽然相反，但又是相成的。

盐类自土壤表层向下移动发生于直径大于0.1毫米的土壤孔隙中，移动的动力是重力水，重力水下渗到哪里就把盐类带到哪里。重力水下渗的最大限度可以达到地下水，所以