

# 吉 林 土 壤

吉林省土壤肥料总站 编著

中 国 农 业 出 版 社

# 第一篇

---

## 土壤的形成与分类



# 第一章 土壤的形成条件

土壤是一个独立的历史自然体，又是地理景观的一部分。任何土壤都是在一定气候、地形条件下生物因素和母质因素相互作用的产物，并随着成土条件的发展而变化。同时，土壤本身的变化也对环境因素产生影响。所以，土壤的发生及其属性的差异反映了土体内部物质变化与外界环境的统一。阐明土壤的形成条件，对认识土壤发生、属性和分布的成因及变化规律，具有重要的理论和实践意义。

## 第一节 地形概貌

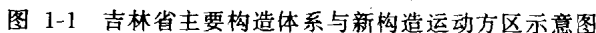
### 一、地质构造基础

吉林省位于中朝准地台的东北缘和天山—兴安地槽褶皱区的东南缘，横跨性质迥然不同的两个一级大地构造单元，两者大致以北纬  $42^{\circ}30' \sim 42^{\circ}43'$  的库伦旗、梅河口、桦甸、和龙一线为界。从早元古代到晚古生代末，南、北两区岩浆活动、构造变动以及地质发展史等方面有明显差异。华力西运动晚期（早二叠世末）北区大面积区域性隆起之后，结束了地槽的历史，经过晚二叠世—早三叠世过渡阶段到晚三叠世，南、北两区便形成一个整体，并沦为滨太平洋构造区。从此以后，全省都经历了大陆边缘活动带的各个阶段。在华力西—印支褶皱运动的基础上，经过燕山运动逐步形成了本区现代构造的基本轮廓。喜山运动及以后，尤其是新构造运动时期，沿活动性断裂带相继喷溢了大量的基性岩浆，经过振荡性升降运动，在古构造和古地貌的基础上，进一步改造和形成了山岳、平原、盆地及水系等错综复杂的现代地貌景观。

在漫长的地质构造运动发展的历史进程中，吉林省形成了多种多样的地质构造体系。其中新华夏构造体系和纬向构造体系是制约全省地质—地貌格局的主要构造体系。

新华夏构造体系主要形成于燕山期（侏罗纪末至白垩纪末）和燕山晚期—喜山期，是吉林省的主体构造体系。这一体系规模最大，分布最广。由东部张广才岭—老爷岭—长白山隆起带，西部的松辽沉降带以及西北隅的大兴安岭隆起带等三个一级构造带构成。它们分别是中国东部新华夏构造体系第二隆起带、第二沉降带、第三隆起带的组成部分。这些一级构造带的主轴走向大体都是北北东向，并显现多字型排列的特征（图 1-1）。

老爷岭—长白山隆起带分布于四平—长春—舒兰一线以东的广大山区，主体在张广才岭、老爷岭、长白山一带。在这一隆起带内，以断裂构造为主，形成一系列北北东向的褶皱断裂山脉。区内构造体系除新华夏系外，还有华夏构造体系和华夏式构造体系，但它们分布并不普遍。境内除一些断陷盆地沉积的砂砾岩和第四系松散地层外，大部分为华力西期花岗岩、燕山期花岗岩、侏罗系火山碎屑岩，并有大面积的新生玄武岩及少量的元古代变质岩系。



主要断裂带 ①嫩江断裂 ②青山口—农安断裂 ③四平—长春断裂

新构造运动 A. 明显掀升区 B. 缓慢上升区 C. 缓慢沉降区 D. 缓慢上升区

吉林省地貌的发育除受构造体系的控制外,各种外营力也有重要的影响。东部山地和中部平原主要以流水作用为主,发育有各种各样的流水地貌;西部平原广泛受到风的作用,风沙地貌发育,流水作用也有重要地位;长白山的白头山以及东部山地的中山地区的顶部,寒冻风化强烈,形成现代的山地冰缘带。地貌营力的区域分异虽然自东向西有规律地变化,但是它们之间没有明显的界线,而是相互交错并逐渐过渡。

根据本省地质构造的特点,以四平—长春一线为界,全省可分为两个一级地貌区。西部是以沉降为主的松辽平原凹陷区;东部地区是以上升剥蚀为主的老爷岭—长白山隆起区。

由于各地所处的构造部位和新构造运动类型及其特点不同,地貌成因类型有显著的差异。整个地势自东南向西北方向呈阶梯式下降:(1)长白山、南岗山、老岭为中心,海拔1 000m以上,割切深度500m以上,沟谷稠密,多呈槽型狭谷,河岸分布一至六级阶地,其中二至六级阶地大部分为基座阶地;(2)龙岗山、张广才岭、老爷岭为低山,海拔1 000m以下,割切深度200~500m,沟谷呈V型,沿河谷有一至五级阶地,其中二至五级阶地大部分为基座阶地;(3)吉林哈达岭、大黑山为丘陵,海拔400m,割切深度200m以下,沟谷多呈U型,沿河分布一至四级阶地;(4)伊通—舒兰盆地,海拔200~300m,割切深度100m以下,沟谷呈U型,沿河分布一至三级阶地;(5)西部松辽平原,海拔只有100~200m,河谷呈U型,河漫滩和一至二级阶地特别发育。这种地貌的分布规律正好反映从东南到西北方向新构造运动隆起上升的频率和幅度越来越小,而沉降的频率和幅度越来越大的特点。全省山地面积占总面积的60%,平原占40%。东部长白山的白云峰海拔2 691m,是东北区的最高峰。

上述地貌轮廓对吉林省土壤发生和分布有密切联系。首先,本省山脉走向多与东南季风方向垂直,夏季风带来的大量水汽受阻于东部山区,降水量由东到西逐渐减少,因而本省的土壤分布具有明显的径向特点。其次,本省东部长白山主峰高达2 691m,由下而上,气温逐渐降低,因而土壤垂直带谱表现明显。第三,本省新构造运动活跃,对全省土壤区域分布具有重大影响。东部山区的断裂活动普遍,晚第三纪到第四纪岩浆喷溢活动,往往与活动性断裂息息相关,因而龙岗山和白头山区火山岩和玄武岩分布广泛。例如晚全新世初期,白头山火山喷溢,因而由白云峰往下由白色粗面质浮岩组成的火山灰土分布广泛。第四,第四纪以来,东部山区产生以垂直升降运动为主的构造运动,在构造上表现为断块运动加强烈的上升运动,这种构造运动导致坡面长期处于侵蚀剥蚀状态,因而本省山地土壤具有土层薄、分化不明显、砾石含量高的特点。第五,晚更新世晚期,松辽分水岭的形成,使西部草原河湖水系发生重大变迁,霍林河等成为闭流水系,许多湖泊消失或成为闭流性水体,广大低地成为周围山地盐分的汇聚中心,这对吉林省西部地区盐渍化和沼泽化的发生具有重大影响。

### 三、地貌主要类型

吉林省的地貌形态包括中山、低山、丘陵、台地和平原5个基本类型(图1-2)。

#### (一) 火山地貌

1. 火山中山。位于长白山熔岩台地的东部。如白头山是经过多次火山喷发,由火山碎屑和熔岩叠加而成的火山中山。底部直径60km,底部的海拔高度在1 000m以上。位于我国境内的白云峰海拔2 691m,顶覆灰白色浮岩。火山锥顶的天池(火口湖),水深373m,为我国东北最高最深的湖泊,其北侧有一出口,形成68m落差的长白瀑布,景象壮观。钵体周围发育有放射状水系。

2. 熔岩丘陵。主要分布于白头山火山锥体的西北侧,海拔1 100~1 300m,其面积占全省面积的0.01%。根据相对高度可分为熔岩高丘陵和熔岩低丘陵,个别峰顶相对高度超过200m。主要由新第三纪熔岩组成,间有小型火山锥体。山顶大多平缓,山坡坡度小,周围水系稀少。

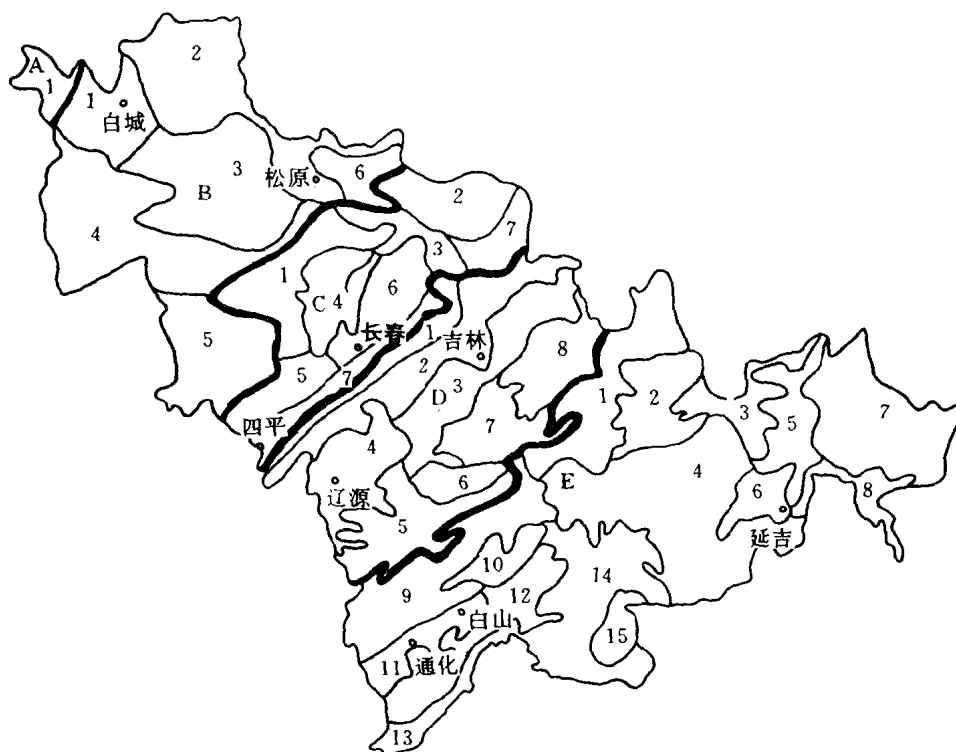


图 1-2 吉林省地貌区划示意图

(据吉林省农业地貌区划图修改而成)

吉林省地貌分区图图例

## A. 大兴安岭东麓丘陵台地区

## 1. 万宝那金丘陵区

## B. 松辽平原区

1. 白城—洮南冲积、洪积扇平原区 2. 松嫩低平原区 (局部有沙丘覆盖) 3. 乾安—大安波状冲积平原区 4. 向海—乌兰嘎状沙丘覆盖的冲积平原 5. 双辽—毛城子沙化沙丘覆盖的冲积平原 6. 扶余河间冲积平原

## C. 长春四平冲积洪积台地平原区

1. 王府—伏龙泉丘陵状冲积平原区 2. 三岔河—榆树冲积平原区 3. 松花江宽谷区 4. 农安冲积湖积平原区 5. 梨树—怀德冲积平原区 6. 长春—德惠冲积洪积台地 7. 大黑山山前冲积泛积台地

## D. 吉林—辽源低山丘陵区

1. 大黑山低山丘陵区 2. 伊通—舒兰丘陵台地宽谷区 3. 口前—天岗低山丘陵区 4. 辽源丘陵盆地 5. 柳海辉丘陵台地宽谷区 6. 盘石—桦甸低山丘陵宽谷区 7. 老爷岭—南楼山中山区 8. 蛟河丘陵盆地谷地区

## E. 延边—通化中山低山区

1. 张广才岭中山低山区 2. 敦化丘陵盆地谷地区 3. 哈尔巴岭中山区 4. 牡丹岭—南岗山中山低山区 5. 嘎牙河低山窄谷区 6. 延吉—和龙丘陵盆地谷地区 7. 高岭—盘岭中山低山区 8. 浑春—图们丘陵盆地各地区 9. 龙岗山中山低山区 10. 靖宇熔岩台地与火山群区 11. 通化—浑江低山丘陵窄谷区 12. 老岭中山区 13. 集安—临江低山窄谷区 14. 长白山熔岩台地区 15. 长白山火山中山区

3. 熔岩台地。包括著名的长白熔岩台地 (或称长白熔岩高原) 和靖宇熔岩台地。此外, 牡丹江谷地、第二松花江谷地 (吉林市以北) 和延边朝鲜族自治州北部的哈尔巴岭、盘岭等山地的上部, 也有大片分布。总面积 1 万多  $\text{km}^2$ , 占全省面积的 5.8%。

根据台地的相对高度可分熔岩高台地(海拔 500~1 000m)和熔岩低台地。台坡高度大于 100m 的为高台地,小于 100m 的为低台地。长白山熔岩台地和靖宇熔岩台地多属熔岩高台地。分布于山地顶部的熔岩台地,具有更大的高度,多呈桌状山的形式。熔岩低台地主要见于敦化盆地和第二松花江谷地。

熔岩台地由新生代以来的玄武岩多次溢出而形成,地面完整,坡度平缓。台地上一般覆盖有厚薄不一的黄色或棕黄色黄土状亚粘土。由于土质粘重,透水性差,常形成大片沼泽。

4. 熔岩谷地。主要分布在靖宇熔岩台地的西南和西北的一些谷地,如辉发河支流哈泥河的上游谷地。主要由第四纪晚期的熔岩流充填河谷谷底而形成。

## (二) 流水地貌

1. 侵蚀剥蚀中山。主要分布在张广才岭—龙岗山脉一线以东的广大地区,包括老爷岭、牡丹岭,南岗山、哈尔巴岭、老岭等山脉。在张广才岭—龙岗山脉一线以西的老爷岭和吉林哈达岭北段也有分布,海拔高度均在 800m 以上,最高可达 1 600 余 m。山体走向多与构造线一致,大多呈北东向平行排列,山间有中、新生代断陷形成的延吉、珲春、敦化等较大的山间盆地。侵蚀剥蚀中山面积 3.7 万余 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 19.9%。

山体主要由花岗岩、变质岩、火山岩等组成,此外,还有一部分由玄武岩构成。山体高大完整,山顶平坦或尖峭,山坡多在 15°以上,有的地方可达 30°~40°。顶部有玄武岩覆盖的山地,已被割切成方山,顶部平坦,边缘多发育成深切峡谷。

海拔在 1 000m 以上的山峰寒冻风化强烈,地面多粗骨物质,常有基岩裸露,形成陡崖或局部倒石堆。凡这类山峰大多植被稀疏,并常呈秃峰。

2. 侵蚀剥蚀低山。大部分集中在东部山区中山的两侧,以及大黑山、吉林哈达岭等地,面积近 3 万 km<sup>2</sup>, 约占全省面积的 15.8%。

侵蚀剥蚀低山山体主要由花岗岩、变质岩以及少量的玄武岩组成,地表组成物质以粗骨残积、坡积为主,海拔高度约 200~400m,部分地方可超过 400m。山峰多尖耸,坡度一般在 10°以上,有的可达 15°~25°。

3. 侵蚀剥蚀丘陵。主要分布于本省中部山前冲积、洪积台地以东至张广才岭—龙岗山脉一线以西的广大地区,以大黑山和吉林哈达岭南端最为集中,为西部平原向东部山地的过渡类型。此外,在东部山地的盆地地带边缘和大河谷地两侧均有分布。面积有 1 万多 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 5.7%。

山体主要由花岗岩、变质岩、火山岩以及少量砂页岩、玄武岩组成,海拔高度 300~500m 之间,个别高于 500m,相对高度小于 200m。可分为高丘陵(相对高度 100~200m)和低丘陵(相对高度小于 100m)。无论是高丘陵还是低丘陵,丘顶多呈浑圆状,坡度多在 10°以下。地表土层薄,或仅有薄层风化壳。

4. 侵蚀剥蚀台地。主要分布于本省东部山地中河谷盆地的两侧和低山丘陵的边缘地带。多见于布尔哈通河和海兰江谷地、拉法河谷地、拉林河支流卡岔河上游(白青河)谷地和溪浪河中下游谷地,以及辉发河中游河谷平原的两侧。面积约 5 500 km<sup>2</sup>, 约占全省面积的 3%。

侵蚀剥蚀台地海拔 200~300m, 相对高度大于 20~30m, 有的甚至可达 100m 以上。发

育在中生代盆地边缘的侵蚀剥蚀台地，多由白垩纪砂页岩组成，上覆不同厚度的黄土状土。由于山溪与沟谷的切割，多呈波状起伏。

5. 冲积、洪积台地。主要分布于大黑山山前地带、伊舒地堑的两侧和辉发河谷地。面积有  $600\text{km}^2$ ，约占全省面积的  $0.3\%$ 。

台地面主要由冲积、洪积黄土状亚粘土组成，下覆不同厚度的砂砾石层，海拔  $200\sim 250\text{m}$  左右，相对高度在  $30\text{m}$  以下，为冲积洪积低台地。台面倾斜或平坦，常有凹沟和浅谷发育。冲积、洪积台地大多背靠低山丘陵，前临宽阔的河谷或平原。台地面由后缘向前缘缓缓倾斜，延伸可达数公里之远。因此，有些冲积、洪积台地，向前缘逐渐过渡为河流阶地，但其间的界限常常难以划分。

6. 河流高阶地。主要包括三级阶地和二级阶地，在鸭绿江和图们江流域还有更高的阶地。高阶地广泛分布于大、中型河流谷地的两侧，在本省中部平原地区面积较广。高阶地总面积约  $1.6\text{万 km}^2$ ，占全省面积的  $8.5\%$ 。

三级阶地多见于第二松花江和其它大河谷地，相对高度  $30\sim 80\text{m}$ ，各地不等，多为基座或侵蚀阶地，阶面被沟谷切割成波状或垄岗状。

二级阶地在本省中部平原地区分布最广，如伊通河和饮马河下游，东辽河和第二松花江沿岸。相对高度  $15\sim 25\text{m}$  或更高。阶地面积广大，阶面最宽可达  $60\sim 70\text{km}$ ，由黄土状亚粘土、亚砂土和砂砾层组成，为堆积阶地或基座阶地。由于河流切割，有些地方成波状起伏的岗地。

7. 冲积、洪积扇平原。主要分布于大兴安岭东麓，白城与镇赉一线以西，海拔高度  $140\sim 200\text{m}$ ，相对高度  $25\text{m}$  左右。由冲积、洪积物组成，上部为赭红色、黄褐色粘土夹砾石，下部为灰白色砂砾夹粘土透镜体。地面由西北向东南倾斜，呈扇形展开，构成倾斜的冲积洪积平原。

8. 冲积扇平原。分布于大兴安岭东麓，白城—洮南以西，即洮儿河下流地区，地面较平坦，从西北向东南缓缓倾斜，并呈扇形展开。扇体由近代冲积物组成，其下为砾石层，富含地下水，由前缘溢出，形成沼泽湿地。

9. 河谷平原。主要指分布在东部山地大小河谷中的谷底平地，尤其在各流域的大小盆地，如舒兰、伊通、吉林、蛟河、敦化、延边、珲春等盆谷地内，分布较广。面积达  $2.34\text{万 km}^2$ ，占全省面积的  $12\%$  以上。

山间河谷平原主要由河漫滩与河流低阶地构成。一级阶地相对高度  $10\text{m}$  左右，宽度由数十米至数公里。其组成物质，上部多为亚粘土、亚砂土，下部由砂砾石组成。河漫滩一般高出河水面  $3\sim 5\text{m}$ ，多由砂砾石组成，上覆厚薄不一的漫滩相物质，宽度  $10\text{m}$  至数百米不等，一般在山区河谷两侧分布较窄，而在盆地中分布较宽。在低洼的滩地上常有沼泽分布。

10. 河流低阶地。即一级阶地，主要分布在吉林省中，西部地区各河流沿岸，总面积  $2\text{万 km}^2$ ，占全省总面积  $10\%$  左右。

平原西部大部分地面由一级阶地组成，相对高度  $5\sim 15\text{m}$ ，各地不等。阶地地面平整，由黄土状堆积物和砂砾石层组成，为堆积阶地，不受洪涝威胁。

11. 河漫滩。主要分布于第二松花江、嫩江、东辽河、洮儿河和霍林河下游及其支流沿

岸, 东部山地河流两岸的河漫滩一般被划入河谷平原。第二松花江及其支流饮马河、伊通河和嫩江、拉林河、东辽河、洮儿河以及霍林河下流等平原型河流普遍有发育明显的高、低河漫滩, 宽 10~15km, 最宽达 20km 以上。河漫滩总面积 (含水面) 约 2 万 km<sup>2</sup>, 占全省总面积的 10% 左右。

高河漫滩相对高度 3~5m, 地势平坦, 地下水极丰富, 特大洪水易被淹没。

低河漫滩相对高度 2~3m, 地势平坦低洼, 迂回扇、废弃河道、牛轭湖等广泛分布, 常受洪涝灾害。

**(三) 风成地貌** 风成地貌主要分布在本省西部平原地区, 总面积 7 000km<sup>2</sup>。

1. 沙丘。主要分布在吉林省西部平原的西南部, 群众称为坨子, 孤立或集中分布, 沙丘群起伏连绵, 一般高差 5~10m, 坡度 3°~5°, 迎风面常有风蚀坑、风蚀沟。

垄状沙丘亦称沙垄, 属纵向沙丘, 在洮南、通榆等地, 多呈西北—东南向排列, 至长岭则转为东西向, 至前郭则成为北东—南西向, 由西向东构成弧形沙垄带。沙垄高 10~15m, 垄顶较平, 微有起伏, 最长可达 20~30km, 最宽 3~5km。大多为固定沙丘, 植被覆盖率 50% 以上, 面积占 89% 以上, 半固定沙丘占 10%, 流动沙丘不足 0.1%。后者主要沿松花江、嫩江、洮儿河等江河沿岸分布。据文献记载, 扶余沿江的流动沙丘, 每年可移动 7~10m。

2. 沙地。主要分布在西部平原沙带的边缘地区及扶余、农安、公主岭、双辽等县的西部。沙地高差 1~3m, 坡度小于 5°。

3. 风蚀洼地。与沙丘相间分布, 多呈马蹄形、椭圆形的封闭或半封闭形态, 多具有西坡缓、东坡陡的特点, 面积一般 2~4km<sup>2</sup>, 有的其间积水, 周围有草甸、沼泽与盐碱地分布, 群众常称甸子。

**(四) 湖成平原** 主要集中分布在嫩江、洮儿河、霍林河、第二松花江等河流的下游以及平原西南部沙带间的低洼地, 面积 4 100 多 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 2%。其特征是地势低平, 海拔 120~160m 左右, 地面组成物质主要由湖积或冲积、湖积的砂、亚砂土和淤泥质亚砂土组成。湖成平原多分布于现代和古代湖泊的周围。如月亮泡、大布苏泡等许多湖泊周围发育有一二级湖成阶地。

现代湖泊大小约有 700 多个, 有淡水湖和盐碱湖, 其中白城及松原地区有 600 多个。

**(五) 冰缘地貌** 吉林省的冰缘地貌现象分布较广。不仅有古冰缘现象, 也有现代冰缘的发育。长白山的白头山为东北两大现代冰缘区之一, 冰缘地貌发育。主要类型有寒冻风化岩屑堆、岩屑坡、倒石堆、山上阶地、雪蚀槽谷、石海、石川、石带、石多边形、雪蚀岩龛、融冻泥流阶地、多边形土等。长白山冰缘地貌的发育主要受地形、岩性和高寒气候的制约, 属中纬度垂直地带性的高寒冰缘环境, 其下界经研究定为暗针叶林的下界, 大约与年平均气温 0℃ 的等温线一致。

#### 四、古地理与新构造运动

新构造运动是第三纪以来的地壳垂直与水平运动。自第三纪以来, 本省地质构造发生了一系列的建造与改造的演变过程: 既有老断裂重新活动, 又有新断裂和褶皱产生; 既有区域性隆起并遭受剥蚀, 又有区域性沉降并接受沉积, 从而改变着原有的地貌形态。进而

引起湿润与干燥气候、冰缘期与间冰缘期以及生物样的分布、迁移和发展,影响着不同时期不同沉积物类型、性质、特点和分布规律。因此,了解吉林省新构造运动的概貌,对认识本省土壤发生和分布具有重要的意义。

第三纪期间,吉林省气候温暖湿润,河流湖泊发达,山地侵蚀速度大于上升速度,经过长期剥蚀,留有多级夷平面,例如老爷岭和吉林哈达岭在 800 多 m 高处尚保存和缓的波状起伏的丘陵;张广才岭虽是中山地貌,但大部分还是第三纪初形成的 800~1 100m 的剥蚀面,缓丘波状起伏,高差 50m 左右,坡度只有 10°左右;龙岗山和老岭在第三纪初,构造上也为宁静期,地表长期进行剥蚀而准平原化,在现在 800~900m 山顶上仍留有此期形成的剥蚀面。西部松辽平原仍继续下降,在湖盆地和山间盆地,接受了数百米乃至千米的砂砾岩和泥岩的堆积。孢粉分析证明,第三纪早期、松辽平原生长铁杉、罗汉松和山核桃等喜热树种以及桦、赤杨、栎、榆、榛、胡桃等阔叶树种,它们属亚热带针阔混交林群落,反映了吉林省温暖湿润的古气候特点。在这种气候条件下,吉林省中部丘陵——山前台地区古红色风化壳分布广泛,有些至今仍残存可辨。

第三纪末—早更新世初( $N_2-Q_1$ 初),青藏高原开始强烈上升,对吉林省古环境的改造也有重大影响。东部山区沿东北—西南向的构造线发生继承性断块隆起和下降,使准平原受到破坏,同时沿断裂线伴随着火山熔岩的喷发。在多次火山活动中(以上新世火山活动最强烈,分布最广),基性玄武岩常直接覆盖在第三纪早期湖泊沉积层或时代与之相当的古夷平面上,形成大片玄武岩高原或桌状山台地,周围峡谷割切深,山坡陡峻,内部有孤丘(山)残留,对本省东部山区地貌的改造和土壤的发生有重大影响。

与隆起剥蚀同时,松辽盆地、伊舒地堑以及其它山间盆地继续下沉,承接高地经剥蚀而来的碎屑,堆积了 200~1 000m 的第三纪河湖相地层。

早更新世早期,全球进入冰期,气温下降,寒冷气候波及东北,吉林省进入冰缘期,松辽平原第四纪沉积层的底部以冰水沉积物为主,其组成以灰白色高岭土与砂砾石夹灰白色粘土透镜体为主,上部夹有红色砂砾石(白土山组),其孢粉组合由桦、蒿、菊、藜构成的草原植被景观,反映出寒冷干旱气候的到来。在此期间,松辽平原东部山前高平原多为侵蚀剥蚀区。德惠—哈尔滨之间由于断裂下降,发育河湖相堆积物,岩性为灰白、灰黄色砂砾层间夹有薄层粘性土透镜体(福乡屯组的下部)。进入早更新世晚期,由于强烈的新构造运动,王府—伏龙泉一带形成高台地,山前地带强烈风化剥蚀,使冲、湖积物仅局部残存,其顶部普遍存在一层棕红色亚粘土,氧化铁含量高,说明当时气候已转暖,具温带气候针阔混交林的特点。

中更新世早期,我国东北地区地壳活动加剧,长白山继续隆起,小兴安岭不对称上升,也是又一次火山活动高潮时期,以裂隙喷溢为主,其强度和范围仅次于上新世。此时,在早更新世晚期形成的大地貌格局雏形上,形成近似现代形态特点的地貌,直至今日。但西部松辽平原仍整体相对下降,接受一套以淤泥质为主的湖相沉积物。德惠—哈尔滨之间,由于断裂复活,呈大幅度地堑下降,堆积了河湖相棕黄色的黄土状亚粘土( $Q_2$ ),也称老黄土,呈蒜瓣状,富含铁锰结核,其下为砂砾层,与离石黄土期相当。地堑南北广大高平原下降幅度较小,堆积了不厚的黄土状亚粘土,其下局部有砂砾层。在冲、洪积层中,可见到埋藏黑土,说明当时为间冰缘期,其榆树疏林草原景观,气候温和偏湿。松辽平原西部在库

伦、奈曼一带与离石期相当的老黄土，呈灰黄色，夹有棕红色古土壤，含大个体钙质结核。中更新世早期，西辽河平原接受大量中、细砂、粉砂和含砾砂层堆积。当与民德冰期相当的冰期来临，气候寒冷，在内蒙古强大的高压控制下，引起风沙流，在西辽河形成沙漠，吹扬作用带走粉沙物质，形成的尘暴至沙地南、东部边缘山前一带堆积 15~25m 厚的风成黄土，与离石黄土相当。除就地起沙，将粉尘物质带到沙地外围边缘堆积黄土外，也有充分根据证明科尔沁沙地边缘一部分黄土来自内蒙古沙漠，孢粉组合恢复古植被为疏林草原，说明黄土堆积时间持续很长，气候由半荒漠向半湿润演化。中更新世晚期，气候转暖，在间冰期间，黄土形成棕黄微红色，氧化钙向下淋洗，形成大量钙结核。

晚更新世东部山地新构造运动振荡式强烈上升，侵蚀切割明显，低山丘陵区 and 山前台地区树枝状沟谷发育，层状地形明显。中山区和低山区有火山活动，以裂隙式喷溢为主，多充塞于现代河谷之中，以牡丹江中游镜泊湖一带最为发育。台面构成二级阶地。其强度较小，面积也不大。较大河流已构成现代河流的基本轮廓，河谷中冲积物二元结构典型，上部主要为黄土状土或亚粘土，下部为砂、砾石层。

西部松辽平原沉降由强转弱，中西部低平原湖泊堆积由盛转衰，各大河流中上游流经该区，构成现代河流雏形。湖盆面积逐渐缩小，低平原上形成了广泛的冲积湖积层，二元结构明显，上部为黄土状亚砂土，下伏稳定的粉细砂层。在大安北嫩江陡坎处，该层夹有两层棕黄色古土壤，证明本期出现两次湿润的气候环境。晚期，低平原整体结束湖积环境。

早在中更新世晚期，长岭—太平川—大庙一线，松辽分水岭就开始缓慢上升，但尚未引起水系的重大变迁。到了晚更新世，松辽分水岭持续抬起，变为不明显的穹状隆起。早期，四周河流仍经低平原凹槽南流入海；晚期，松辽平原分割为北部松嫩平原和南部辽河平原，松嫩低平原水系变迁。其时，第二松花江已形成，第二松花江、拉林河及嫩江汇合，切割东部山地东流入海。

西部大兴安岭山前受中西部凹陷带的牵引，较老的冲洪积层下沉。在此基础上，数条河流自大兴安岭东麓流出山口进入低平原，形成较大的冲洪积扇，诸扇相连，构成扇形平原，起伏在中更新世扇形地上。岩性为砂砾石、砾卵石层。晚期，受大兴安岭新构造隆起的影响，冲洪积扇遭受微弱侵蚀。

晚更新世晚期的黄土沉积省内均有分布，以松辽平原区南部最为发育，称为新黄土 ( $Q_3$  群力组)，与马兰期黄土相当，常直接覆于早期的冰水沉积物 ( $Q'_3$  顾乡屯组) 之上，或如长春—陶赖昭地堑上，覆盖在  $Q_2$  老黄土之上。但粘粒含量黄土状亚粘土高于松辽平原黄土状亚砂土。碳酸盐含量也是东部小于西部。

晚更新世晚期，全球温度变冷，海面下降，大陆面积扩大，松辽平原转入最寒冷的阶段。因受强大极峰寒流控制，夏季风萎缩，降水减少，植被为半荒漠草原。在强大的反气旋风作用下，在科尔沁草原西南、南部地区至松辽平原西部，普遍分布流动沙丘，这是科尔沁沙地和松辽平原砂地范围最大时期。在长岭—通榆一带形成梁窝状沙丘。尘暴带走的粉砂细粒物质，被携带到东部和南部外缘地区堆积。

全新世时期，气候转暖，西伯利亚冰川后退，东北气候有显著的改变，各个地带向北迁移，回到中更新世期的位置。

东部山地继续抬升, 上升幅度  $1.5\text{mm/a}$ , 居第三纪以来各地质时期之冠, 说明自上新世到全新世吉林省地壳上升运动有越来越大的趋势。山坡剥蚀活动强烈, 改造晚更新世晚期的冰水堆积物, 成为坡洪积物, 堆积在坡麓和沟谷出口处。中山区河床狭窄, 下切深度大, 河谷更新世冲积物多遭受侵蚀, 河床或河漫滩为全新世的冲积扇。中新世以来, 地壳上升活动具有间歇性, 因此各河流及其支流分布多级阶化, 鸭绿江 (长白朝鲜族自治县境内) 和第二松花江 (吉林市境内) 可见到六级阶地, 说明第四纪以来, 吉林省山区地壳间歇性上升 6 次。一至六级阶地, 抬升幅度逐级增加。其中三级以上阶地多为基座阶地或石质阶地, 六级阶地以上为古夷平面。其中河漫滩和一级阶地为全新世冲积层, 组成为亚砂土、砂土、砂砾。但二级阶地多为更新世黄土状亚粘土。

在宽广盆地区, 河漫滩地势低凹, 多见泥炭堆积, 其组成、厚度、性质因地而异。

全新世期间, 白头山区有 3 次火山活动, 龙岗山有 1 次火山活动, 均为中心式喷发, 模型小, 强度弱, 说明从中新世至全新世, 火山活动频率似有增加趋势, 但其模型和强度表现出越来越弱的趋势。

全新世, 松辽平原低平原沉降基本停止, 气候比以前温暖湿润, 永冻土仅在平原的最北端作岛状分布。地面径流发生变化, 沼泽、草甸化强烈发展, 沉积层中出现泥炭层或草甸土埋藏层。由于松花江、嫩江、第二松花江、东辽河等大河流在晚更新世已经形成, 全新世河流只能在有限范围内迂回摆动。全新世以来, 境内至少经历两次振荡运动, 河流将晚更新世冲积物大部分侵蚀掉, 以内叠式或上叠式堆积了新的冲积物, 漫滩岩性为砂, 一级阶地二元结构明显, 上部为粘性土, 下部为砂砾层, 其间可见泥炭堆积。二级阶地为中更新世黄土状沉积物。由于更新世晚期湖盆地已萎缩, 所以在低平原上仅零星分布小型泡沼, 堆积了全新世的薄层湖沼相的淤泥质粘性土。

全新世晚期, 因松辽平原位于西风盛行带, 气候较干旱, 有利于风沙活动。平原中西部和南部由于冬季强劲的西风或西南风侵袭, 将晚更新世砂层掘起, 短距离搬运或就地堆积, 形成高数米至数十米的砂盖和砂垄, 改变了松辽平原的面貌。根据对松辽平原古沙地土壤的研究结果, 本区全新世沙地有 4 次发展和逆转过程, 古土壤从东南向西北 (呼伦贝尔沙地直至内蒙古境内) 方向延伸以及古土壤与风成沙多次交替出现, 是东南季风多次进退和半干旱、半湿润气候多次迁移的结果, 一般进退宽度为经度  $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。

全新世早期, 约公元前 11 000 年, 随着气候转暖变湿, 风沙活动减弱, 流沙开始固定, 形成了沙地草原景观, 发育了黑色沙地土壤。全新世中期约公元前 7 000 年以后, 气候变旱, 沙地扩展, 发育了大面积风成沙, 原来土壤变为埋藏土。公元前 5 500 年以后, 气候开始变为半干旱、半湿润的过渡状况, 沙生植被开始发育, 形成黑色古土壤。

全新世后期约公元前 4 500 年, 风沙活动加强, 流沙覆盖在土壤上, 形成埋藏土。公元前 3 500 年后, 又变为半湿润、半干旱状态, 流沙固定, 形成古土壤, 但土层不厚只有 30cm 左右。公元前 2 800~1 400 年的干旱期与公元前 1 400~1 000 年的半干旱期干湿交替, 发育了风成沙层和古土壤。公元前 1 000 年以来, 气候又趋变干, 加上人为的过度开垦、放牧、樵采等活动, 土地沙漠化日趋严重, 环境恶化。总的说来, 晚更新世是吉林省流动沙丘范围最大的时期, 全新世以来, 则是沙地固定时期, 大部分沙丘被固定。

## 第二节 母质类型

母质是岩石风化的产物，是形成土壤的物质基础，作为母质，可以是岩石风化的直接产物，也可以是岩石风化产物经外力搬运而形成的各种沉积物。如果把土壤视为一个开放系统，母质就是这个开放系统的起始状态( $t=0$ )。不过确定母质的原始状态是很困难的，因为土体(A+B)的物质起源及其性质并不总是与其下垫层的物质相同。

成土母质和土体存在血缘的密切联系，土壤的发生及其组成与性质又受母质的起源和性质的影响。因此，了解吉林省的母质类型有着重要的理论和实际意义。

根据成土母质对土壤发育的不同影响，将全省各种成土母质分为如下几种类型：

### 一、残积物

为基岩经过物理化学风化，未经搬运就地堆积的碎屑物，广泛分布于本省山区，地形部位是平缓的分水岭和夷平面。

残积物的颗粒组成从数厘米到十多厘米（或更长）的大块到细微的粘粒，大小差异极大。其数量分配，砾石含量至少占30%（体积）以上，因气候条件和岩石性质而异。残积物的厚度一般小于1m，薄者只有十余厘米，也因气候和岩石类型而异。其厚度和砾石含量是影响土壤生态条件的重要因素，对高级分类单元和基层分类单元有着重要意义。

本省残积物绝大部分分布于湿润山区，因而受到不同程度的淋洗呈微酸性至酸性，盐基不饱和。

本省残积物的构成岩石以岩浆岩为主，沉积岩次之，变质岩不多。按照残积物基岩性质分为以下几类：

1. 酸性岩风化物。主要包括花岗岩、片麻岩、流纹岩的风化物，其中花岗岩风化物是山地分布最广的一种母质。主要分布于安图东北部、和龙高岭、珲春北部、汪清东北部、永吉东部、盘石东部、桦甸东部、舒兰东部、伊通和辽源东南部。

表1-1是华力西晚期花岗岩(1, 2)和燕山第二期花岗岩(3, 4)的化学组成，可以反映花岗岩母质化学组成的特点，即 $\text{SiO}_2$ 占70%以上， $\text{R}_2\text{O}_3$ 占15%， $\text{CaO}+\text{MgO}<5\%$ ， $\text{P}_2\text{O}_5<0.10$ 。由于含砾高，风化物磷、钾贮量低，透性高，易受侵蚀。

表 1-1 主要花岗岩化学组成 (%)

| 序号 | 岩 性      | $\text{SiO}_2$ | $\text{TiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{FeO}$ | $\text{MnO}$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgO}$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{NaO}$ | $\text{P}_2\text{O}_5$ |
|----|----------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|------------------------|
| 1  | 黑云母斜长花岗岩 | 71.04          | 0.35           | 14.38                   | 1.78                    | 2.8          | 0.10         | 0.71         | 2.22         | 2.00                 | 3.74         | 0.10                   |
| 2  | 斜长花岗岩    | 73.61          | 0.23           | 13.91                   | 0.25                    | 1.24         | 0.04         | 3.87         | 0.64         | 0.54                 | 5.42         | 0.06                   |
| 3  | 白岗质花岗岩   | 76.32          | 0.05           | 12.56                   | 1.14                    | 0.73         | 0.00         | 0.48         | 0.03         | 4.02                 | 4.06         | 0.03                   |
| 4  | 白 岗 岩    | 76.26          | 0.05           | 12.58                   | 1.10                    | 0.69         | 0.14         | 0.24         | 0.10         | 4.21                 | 4.18         | 0.03                   |

2. 中性岩风化物。包括闪长岩、闪长斑岩、安山岩、凝灰岩、正长岩、正长斑岩、石英正长岩、角闪正长岩等岩石的风化物。本省中性岩主要是安山岩、凝灰岩以及安山质或凝灰质角砾岩。闪长岩和闪长斑岩在花岗岩岩体中呈岩脉，正长岩和正长斑岩也在花岗岩岩体中呈小岩株，因此，它们的分布与花岗岩大体相近，但面积很小。安山岩、安山质角

砾岩在龙井、永吉、桦甸、白山、通化等地也有零星分布。山体形态多为牛心状、马蹄状、钟状。中性岩及其风化物的颗粒组成与化学组成介于酸性岩和基性岩之间（表 1-2）。

表 1-2 中性岩化学组成（%）

| 序号 | 岩 性  | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O |
|----|------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------------------|-------------------|
| 1  | 安山岩  | 55.08            | 1.10             | 17.04                          | 4.99                           | 2.26 | 3.44 | 4.83 | 1.22             | 6.22              |
| 2  | 粗面岩  | 60.72            | 0.18             | 19.40                          | 5.79                           | 0.85 | 0.00 | 0.23 | 6.09             | 5.88              |
| 3  | 正长岩  | 59.73            | 0.25             | 17.57                          | 5.04                           | 2.51 | 1.12 | 0.32 | 5.65             | 6.15              |
| 4  | 正长斑岩 | 60.21            | 1.05             | 18.21                          | 5.32                           | 0.44 | 0.49 | 0.04 | 9.52             | 2.48              |

3. 基性岩风化物。主要是玄武岩、辉长岩、橄榄岩等岩石的风化物。本省的基性岩风化物大多为新生代玄武岩组成，其分布广，面积大，主要见于长白山熔岩高原，靖宇熔岩台地以及长白山火山锥西北侧的熔岩丘陵。

中生代华力西晚期基性或超基性岩风化物分布较广，主要见于辉发河、古洞河断裂带，多呈岩株状，脉状或盆状成群分布。如海龙双凤山、盘石水曲柳川、桦甸田家屯、蛟河漂河川、敦化六棵松、安图西北岔、和龙长仁及樟项、延吉开山屯等，岩体规模均不大。基性岩化学组成特点是 SiO<sub>2</sub> 占 45%~55%，R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 占 5%~20%，CaO+MgO 含量高，但是，华力西晚期基性岩（1，2）与燕山期（3，4）基性岩的化学组成有明显的差异（表 1-3）。

表 1-3 基性岩与浮岩化学组成（%）

| 序号 | 岩 性   | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | CaO   | MgO   | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----|-------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1  | 纯橄榄岩  | 40.31            | 0.08             | 0.89                           | 5.22                           | 2.71 | 0.07 | 0.87  | 36.28 | 0.17             | 0.10              | —                             |
| 2  | 辉长岩   | 43.17            | 0.16             | 15.75                          | 3.07                           | 5.81 | 0.06 | 12.67 | 15.13 | 0.09             | 0.70              | —                             |
| 3  | 橄榄玄武岩 | 48.97            | 1.09             | 19.88                          | 3.08                           | 5.32 | 0.06 | 10.43 | 4.82  | 1.00             | 3.03              | 0.21                          |
| 4  | 玄武岩   | 52.87            | 1.75             | 15.73                          | 2.73                           | 8.12 | 0.13 | 6.94  | 4.13  | 2.31             | 3.18              | 0.38                          |
| 5  | 浮岩    | 70.75            | 0.30             | 11.09                          | 2.02                           | 2.57 | 0.07 | 0.69  | 0.32  | 4.18             | 5.30              | 0.05                          |

基性岩风化物常较粘重，适水性差，常形成大面积沼泽。

4. 泥质岩风化物。包括页岩、泥岩、板岩等岩石风化物。分布较广，面积亦较大。风化物较粘，富含磷、钾、钙。

5. 砂砾岩风化物。包括砂岩、砾岩、粗砂岩、细砂岩、粉砂岩等岩石风化物，常与页岩交互出现。风化物富含石英，疏松，通透性好，但养分不足。

6. 片岩风化物。主要分布于安图南部、和龙卧虎山、龙井开山屯一带。岩石坚硬，不易风化。全层疏松，透性好，微量元素较丰富。

7. 石灰岩风化物。主要分布于汪清中部、安图、盘石、永吉、双阳等地。由其发育而成的土壤土体局部间夹石砾石灰岩块而不连续，并富含有机质。

## 二、坡 积 物

坡积物在本省山区分布广泛，它是岩石风化物通过坡面径流搬运而沿斜坡中、下部位堆积的沉积物。其上部常与残物层相连，与下垫层无直接联系。组成特点是无分选性，颗粒成分差异极大，因气候、地形和岩性而异。

### 三、洪积物

多分布于山前地带，由河流搬运而在河谷出口处形成的堆积物。其组成特点是有一定的分选性、成层性和磨圆度；岩石种类和矿物成分多与上流分水岭区岩性有关，地面形态呈扇形，多个连在一起，成为扇形洪积平原，本省西部白城一带便是一个典型的扇状洪积平原。

### 四、黄土与黄土状土

黄土是我国第四纪地质历史时期广大干旱地区内经风力搬运而堆积的产物，呈黄色或棕黄色，质地均一，含碳酸盐的粉砂壤土，具有多孔性，显著的垂直节理。一般把上述典型特征的风成黄土称为黄土，而把不够典型的各种成因的黄土称为黄土状土。一些研究者指出，松辽平原的黄土，宏观上分布在平原或盆地的边缘，其中西部边缘分布面积小（仅在内蒙古开鲁盆地边缘有分布），但厚度较大；东南部则分布在松辽平原东南的隆起部位，分布高程 180~200m 以上，地形稍有起伏，长春则位于其中。平原中部则无黄土分布。但是，这里指的黄土并非典型黄土，而是黄土状土。

吉林省黄土状土分布很广，面积也较大，是一种很重要的成土母质。根据其颗粒分布的差异，通常将省内黄土状土分为黄土状亚粘土和黄土状亚砂土两大类型，前者为中更新世产物（ $Q_2$ ），主要分布于省内山前台地和低山丘陵；后者为晚更新世产物（ $Q_3$ ），分布在松嫩平原。但是，东部山前台地不仅有  $Q_2$  时代的产物，也有  $Q_3$  时代的产物，并且也是黄土状亚粘土。

（一）黄土状亚粘土 本省黄土状亚粘土主要分布于大黑山山前台地。此外，在低山丘陵区的盆地或河谷阶地（多为二级阶地）也有分布。现以长春地区为例，说明山前台地上黄土状亚粘土的组成，性质及其起源。

黄土状土是长春地区第四纪地层分布最广，厚度最大的一套地层，主要呈条状分布在伊通河两侧的一级和二级阶地上，河漫滩多为淤泥质亚粘土，而不见黄土状土。

研究表明，黄土状土是一套颜色变化有规律的地层。据长春市南郊刁家山砖厂第四纪地层剖面（图 1-3）。整个区域较下层砂质含量稍增，色淡无结核，粘塑性减弱。

表 1-4 说明，长春地区黄土状土粒度分布是较集中的。大于 0.25mm 的含量为零，0.25~0.1mm 的含量也较少，其颗粒主要集中在 0.05~0.01mm 和小于 0.001mm 的细粉砂和粘粒级中，基本上是一套粉砂质粘土。

在垂直剖面上的变化如表 1-4 及图 1-4 所示：在 4m 深度以下（下层），粉粒含量 16.09%~

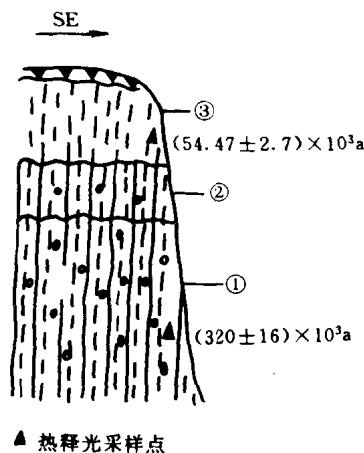


图 1-3 刁家山砖厂地层剖面

该剖面位于伊通河西岸二级阶地陡坎前缘，根据颜色和岩性可划分为三层：

上覆腐殖土；③浅黄色粘质亚粘土，厚 4m；②黄色黄土状亚粘土，富含铁锰结核，有小孔隙，厚 3m；①棕黄色黄土状亚粘土，富含铁锰结核，有孔隙，块状构造，厚 8m；下伏地层： $Q_1$  灰白色中粗砂层夹砾石。

表 1-4 长春地区黄土状土颗粒成分

| 平均<br>颗粒<br>含量 (%)<br>地点及深度 | 砂 粒          |              |           | 粉 粒           |                |           | 粘 粒             |        |           | 粉砂粘<br>粒比值<br>kd | 剖面<br>方向         |
|-----------------------------|--------------|--------------|-----------|---------------|----------------|-----------|-----------------|--------|-----------|------------------|------------------|
|                             | 颗粒成分 (mm)    |              |           |               |                |           |                 |        |           |                  |                  |
|                             | 0.25~<br>0.1 | 0.1~<br>0.05 | 总计<br>(%) | 0.05~<br>0.01 | 0.01~<br>0.005 | 总计<br>(%) | 0.005~<br>0.001 | <0.001 | 总计<br>(%) |                  |                  |
| 三道乡砖厂                       | 0.31         | 12.69        | 13.00     | 23.99         | 17.40          | 41.39     | 12.15           | 33.47  | 45.62     | 0.53             | 自<br>东<br>向<br>西 |
| 刁家山砖厂                       |              | 12.52        | 12.52     | 35.87         | 9.62           | 45.49     | 10.50           | 31.49  | 41.99     | 0.85             |                  |
| 东 大 桥                       | 0.33         | 12.74        | 13.07     | 34.77         | 9.63           | 44.40     | 12.11           | 30.43  | 42.54     | 0.82             |                  |
| 集 安 路                       | 0.29         | 13.97        | 14.26     | 31.96         | 11.67          | 43.63     | 11.98           | 30.14  | 42.12     | 0.76             |                  |
| 长 纺 西                       | 0.24         | 14.96        | 15.20     | 27.53         | 11.87          | 39.40     | 9.35            | 36.08  | 45.43     | 0.61             |                  |
| 城 西 乡                       | 0.38         | 16.69        | 17.07     | 28.95         | 11.23          | 40.18     | 10.62           | 32.13  | 42.75     | 0.68             |                  |
| 刁家山剖面                       |              |              |           |               |                |           |                 |        |           |                  | 自<br>上<br>向<br>下 |
| 14m                         | 4.65         | 5.59         | 10.60     | 8.04          | 8.05           | 16.09     | 15.20           | 58.11  | 73.31     | 0.11             |                  |
| 13m                         | 4.55         | 5.68         | 10.23     | 13.47         | 7.18           | 20.65     | 10.77           | 58.35  | 69.12     | 0.19             |                  |
| 11m                         | 5.88         | 4.39         | 10.27     | 15.25         | 8.97           | 24.22     | 14.36           | 51.15  | 65.51     | 0.23             |                  |
| 8m                          | 1.82         | 5.96         | 7.78      | 19.37         | 9.22           | 28.59     | 12.91           | 50.72  | 63.63     | 0.30             |                  |
| 7m                          | 3.21         | 8.37         | 11.58     | 20.33         | 6.19           | 26.52     | 17.69           | 44.21  | 61.90     | 0.33             |                  |
| 4m                          | 1.43         | 13.20        | 14.63     | 29.88         | 9.39           | 39.27     | 11.95           | 34.15  | 46.10     | 0.65             |                  |
| 3m                          |              | 16.66        | 16.66     | 30.84         | 8.33           | 39.17     | 10.00           | 34.17  | 44.17     | 0.70             |                  |
| 1m                          |              | 12.52        | 12.52     | 35.87         | 9.62           | 45.49     | 10.50           | 31.49  | 41.99     | 0.85             |                  |

28.59%，粘粒含量 61.90%~73.31%；4m 深度以上（上层），砂粒含量 12.52%~16.66%，粉粒含量 39.17%~45.96%，粘粒含量 41.99%~46.10%。上下两层颗粒组成明显不同，反映两层黄土状土是在不同时代，不同沉积环境下形成的。

粘粒矿物分析表明，长春黄土状土粘粒矿物主要以伊利石、蒙脱石为主，分别占 62.88%~67.22%，和 22.9%~24.25%，还有一定量的高岭石，约占 9.32%~12.87%。随着剖面深度增加，蒙脱石含量逐渐增高，由 20.1% 左右骤增至 30% 以上，而伊利石含量降低，由 66% 以上降到 61% 以下，最低达 55.1%。在剖面深 4m 处，这种变化尤为明显。蒙脱石含量增高和伊利石含量降低，常常代表沉积环境由干燥凉爽向湿润转变。因此，黄土状土沉积的古气候环境从相对温湿的环境向干燥凉爽的环境转变。矿物分析结果表明，下层重矿物组合（0.05~0.1mm）中不稳定的绿帘石和角闪石含量很低，其晶形良好，从另一个侧面反映当时的气候条件是较温湿的，黄土状土的搬运距离是较短的。

上层的重组矿物主要以不稳定矿物绿帘石、角闪石和一定量的稳定矿物褐铁矿、钛铁

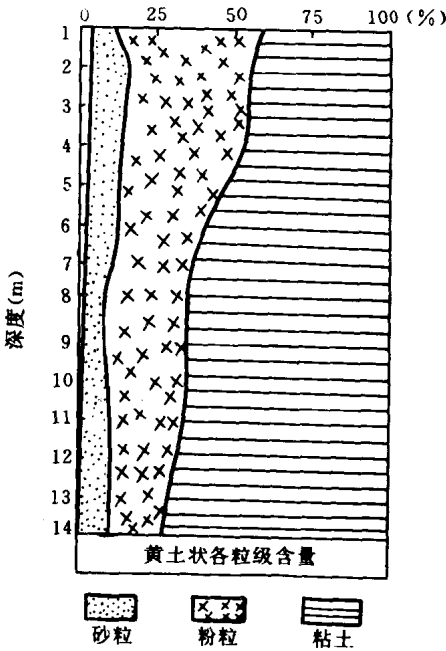


图 1-4 长春刁家山黄土状土粒度成分变化图