

全国高等农业院校教材

土 壤 学

南方本(第二版)

西南农业大学主编

农 业 出 版 社

全国高等农业院校教材

土 壤 学

(南方本)

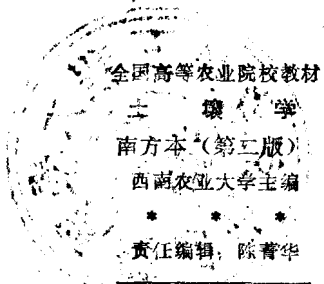
(第二版)

西南农业大学主编

农学类各专业用

农 业 出 版 社

2R34/35
09



农业出版社出版 (北京朝阳区东直门内大街)
新华书店北京发行所发行 北京密云县印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 17印张 1插页 368千字
1989年6月第1版 1989年5月第2版北京第2次印刷
印数5,201—16,100册 定价3.55元
ISBN 7-109-00219-5/S·160

第二版前言

农学类专业用的土壤学（南方本），自1980年7月第一次出版印刷以来，已进行了多次印刷，出版有几万册。在这六、七年间，经各兄弟院校师生和土肥工作者的使用，提出了许多宝贵意见，为第二版的编写创造了良好的条件。遵照农牧渔业部1984年10月关于修编教材文件的指示精神，于1985年3月组织原书编写人员，在西南农业大学召开了第一次修编会，拟订了修编提纲，并作了分工。后于1985年9月在西南农业大学召开了审稿会，除编写人员外，还邀请了南方十三省高等农业院校有关的教师参加了会议。

土壤学（南方本）的修编，本着在新形势下，科学要为生产建设服务、要为经济发展服务的思想，采用删繁、改错、添新的原则。该书大体上分为土壤学基本原理和我国南方的土壤两大部分。内容上加强了基础理论，增添了近代土壤科学的成就。在讲述我国土壤分布的基础上，着重阐明我国南北土壤的差异和南方土壤的特点及其利用改良途径，较突出地反映了生态系统学和土壤肥力学的观点。将第一版中的高产土壤的培育和土壤普查两章删去。全书共分八章。

本书在修改过程中还得到西南农业大学土壤教研室的老师，在编写内容、修改文字、绘图等工作方面给予大力帮助，我们表示十分感谢。

修编后的土壤学（南方本），由于全国第二次土壤普查资料未汇总，许多好的资料尚未使用，实感歉意。

农学类专业土壤学（南方本）教材编写组

1986年元月

第二版修订者

主 编 侯光炯 (西南农业大学)

编写者 (按姓氏笔画为序)

王立德 (南京农业大学)

丘华昌 (华中农业大学)

刘开树 (江西农业大学)

刘夜莺 (西南农业大学)

牟树森 (西南农业大学)

宋光煜 (西南农业大学)

宋育才 (江苏农学院)

陈世正 (西南农业大学)

陈明亮 (西南农业大学)

张代树 (四川省水利科学研究所)

周祖英 (西南农业大学)

袁正平 (湖南农学院)

曹文藻 (贵州农学院)

黄健安 (华南农业大学)

曾觉廷 (西南农业大学)

审稿者 张运芳 (云南农业大学)

郑泳华 (云南农业大学)

胡景康 (浙江农业大学)

王宪章 (四川农学院)

肖永兰 (湖南农学院)

李光忠 (广西农学院)

张宁珍 (江西农业大学)

童 风 (四川省西昌农业专科学校)

第一版前言

本书是我国南方地区高等农业院校农学类专业的土壤学试用教材。

全书着重联系生产实际,揭示土壤肥力发生和演变的规律。书中论述土壤一般性部分,主要是讲认识和提高土壤肥力的基本理论和技术。在此基础上,专章讲授土壤肥力,作为前几章的小结,也为后几章学习土壤类型、土壤改良打下基础。在介绍南方土壤时,着重地叙述了我国亚热带地区各种主要土壤类型的土宜、时宜以及利用改良技术要点,并指明了因地制宜改土培肥的途径。

由于南北方自然条件差异较大,本书各章题材、体系和北方本有所出入,建议在教学中,多多参考北方本教材,以便对土壤学基本理论与我国土壤分布情况有比较全面的了解。

编 者

一九七八年十一月

第一版编者

主编：西南农学院 侯光炯
编者：西南农学院 曾觉廷 牟树森 陈世正
华中农学院 丘华昌 陈明亮
华南农学院 黄健安
湖南农学院 袁正平
南京农学院 王立德
江西共产主义劳动大学 刘开树
福建农学院 周祖英
贵州农学院 曹文藻
四川省水利科学研究所

目 录

第二版前言

绪论	1
第一章 土壤母质与土壤的形成	4
第一节 土壤母质的形成	4
一、土壤母质的源来	4
二、岩石的风化与土壤母质的形成	8
三、风化产物搬运与堆积的类型	13
第二节 土壤的形成	15
一、生物在土壤形成过程中的作用	16
二、地质大循环与生物小循环对土壤肥力的影响	17
三、各种自然因素在土壤形成过程中的作用	18
四、人类生产活动对土壤形成的影响	20
五、土壤的形态特征	22
第二章 土壤肥力的物质基础	26
第一节 土壤矿物质	26
一、土壤的粒级与性质	27
二、土壤质地分类	29
三、土壤质地与土壤肥力	32
第二节 土壤生物	34
一、土壤微生物	35
二、其它土壤生物	37
三、土壤中的酶	38
第三节 土壤有机质	39
一、土壤有机质的来源与性质	39
二、土壤有机质的转化	41
三、土壤腐殖质	45
四、土壤有机质在土壤肥力中的作用及其调节	48
第四节 土壤胶体	51
一、土壤胶体概念	51
二、土壤胶体组成	53
三、土壤胶体电荷的产生	57
第三章 土壤固相部分的基本性质	60
第一节 土壤吸收性能	60
一、土壤吸收性能概述	60

二、土壤对阳离子的吸收与交换	61
三、交换性阳离子的有效度	65
四、土壤对阴离子的吸收与交换	66
五、土壤吸收性能的重要性	68
第二节 土壤酸碱性	69
一、土壤酸度的类型及来源	70
二、土壤碱度	72
三、影响土壤酸碱度的因素	73
四、土壤的缓冲性	74
五、土壤酸碱性对作物生长的影响	75
六、土壤酸碱性的调节原理	76
第三节 土壤孔隙性与结构性	77
一、土壤孔隙性	77
二、土壤结构性	79
第四节 土壤的物理机械性	86
一、土壤的粘结性与粘着性	86
二、土壤的膨胀性与收缩性	87
三、土壤的可塑性	87
第四章 土壤——液相和气相部分的基本性质	90
第一节 土壤的热性质	90
一、土壤温度与作物生长	90
二、土壤热性质	91
三、土温变化规律及其影响因素	93
四、土壤热状况的调节	94
第二节 土壤水分性质	95
一、土壤水分与作物生长	95
二、土壤水分类和水分含量的表示方法	96
三、土壤水分的能量状态	97
四、土壤水分的有效性	101
五、土壤水的饱和流动与土壤的透水性能	102
六、土壤水的不饱和流动与土壤供水性能	104
七、土壤气态水的运动和土壤水分的蒸发	106
八、土壤水分的调节途径	107
第三节 土壤空气性质	108
一、土壤空气组成和含量	108
二、土壤的通气性	108
三、土壤通气性与土壤氧化还原状况	110
四、土壤通气性对作物生长和土壤肥力的影响	111
第四节 土壤养分性质	112
一、土壤氮素	113
二、土壤磷素	115

三、土壤钾素	117
四、土壤中的硫、钙和镁	118
五、土壤微量元素	119
六、土壤养分状况的调节途径	120
第五节 土壤中热、水、气、肥的相互关系	120
第五章 土壤生理性、生产性和土壤肥力	123
第一节 土壤生理性	123
一、土壤具有类生物体的特征	123
二、土壤的生理功能	124
三、影响土壤生理功能的内、外因素	127
第二节 土壤的生产性能	129
一、土壤生产性能的概述	129
二、土壤生产性能分述	129
第三节 土壤肥力	142
一、土壤肥力的认识与发展	142
二、土壤肥力的综合表征	143
三、提高土壤肥力的基本途径	146
第六章 我国土壤的分类系统和分布概况	149
第一节 我国农业生产的环境条件	149
一、地形母质	149
二、气候条件	150
三、植被类型	151
四、人为活动	152
第二节 我国土壤的形成过程与分类系统	153
一、我国土壤的形成过程	153
二、我国的土壤分类系统	155
第三节 我国土壤分布概况	163
一、土壤地带性概念	163
二、我国土壤水平地带的分布	164
三、我国土壤垂直地带的分布	164
四、土壤的垂直—水平复合分布	167
五、土壤的地域性分布	167
六、我国耕地土壤的分布	167
第七章 我国南方的旱作土	169
第一节 红壤和砖红壤	169
一、红壤的形成与熟化	170
二、红壤的基本性质	172
三、红壤的利用与改良	175
第二节 黄壤	188
一、黄壤的形成与熟化	188
二、黄壤的基本性质	190

三、黄壤的利用改良	191
第三节 黄棕壤	192
一、黄棕壤的形成与熟化	192
二、黄棕壤的基本性质	193
三、黄棕壤的利用与改良	195
第四节 紫色土	196
一、紫色土的形成熟化特点	197
二、紫色土的土性特征	200
三、紫色土的利用与改良	204
第五节 石灰岩土	206
一、石灰岩土的形成与熟化过程	207
二、石灰岩土的基本性质	208
三、石灰岩土的利用改良	210
第六节 潮土	211
一、潮土的形成与熟化	211
二、潮土的基本性质	212
三、潮土的利用改良	214
第七节 盐碱土	215
一、盐碱土的形成与熟化过程	215
二、盐碱土的基本性质	216
三、盐碱土的利用改良	217
第八节 飞砂土和海成砂土	217
一、形成条件	217
二、肥力特点和低产原因	218
三、利用改良的技术措施	218
第八章 我国南方的水稻土	220
第一节 水稻土的形成条件	220
一、地形水文条件的影响	221
二、母质种类的影响	222
三、气候与耕作制的影响	223
第二节 水稻土的基本性质	224
一、水热状况比较稳定	224
二、氧化还原电位较低	224
三、嫌气微生物为主, 有机质积累较多	225
四、物质转化特点	226
五、pH值的变化	227
第三节 水稻土的发育与分类概况	227
一、水稻土的发育	227
二、水稻土的分类概况	229
第四节 几种水稻土类型的土宜	231
一、紫泥田	231

二、红黄泥田	232
三、潮泥田	234
四、马肝泥田	235
五、黑泡泥田	236
第五节 高产水稻土的培肥途径	237
一、运用自然免耕理论、创造抗灾增产技术	237
二、搞好农田基本建设、改善土壤水分状况	237
三、增施有机肥料、加速土壤熟化	238
四、用养结合，贯彻合理的轮、间、套、密植制度	239
第六节 低产水田土壤的利用改良	240
一、冷浸类低产田	240
二、粘瘦类低产田	246
三、毒质类低产田	253
四、咸性类低产田	257
五、漏水类低产田	260

绪 论

土壤不是岩石矿物一类的无生物，也不是具有五官四肢的生物。从它能生长万物一个事实来看，我们不难设想它蕴藏着一股无比巨大的生命力，我们研究土壤就是要面对这种生命力所表现出来的一切生理功能，从长期生产成败的经验教训中，千方百计地寻找这些功能的秘密，力求能充分掌握它们发生发展的规律以及它们对农业生产的影响，从而正确地利用它、管理它、控制它，使之为我们子孙万代生存和幸福服务。

现代唯物辩证主义的思想方法，在社会发展史方面，启示我们摆脱剥削和压迫，争取人类永久和平的正确道路；在自然科学发展史方面，也指出了人类开始垦荒以来，土地发生种种变化的原因和进一步提高生产力的途径。无数事实告诉我们，历史是无情的。单从大自然的变化来看，仅仅由于森林的破坏，就可以使美索不达米亚平原由一片繁华的景象最后竟转变为荒芜人烟的沙漠；基于同样的原因，位居我国南方长江流域的很多地方，解放前旱灾、洪灾频频出现，土地生产量很低，解放后在党的领导下，由于群众大搞植树造林、兴修水利，逐渐减轻了旱洪灾害，提高了单位面积产量。但是，怎样去进一步提高土地生产力，并从根本上停止恶性循环，断绝各种自然灾害呢？这是所有农业科学工作者特别是土壤科学工作者应该着重研究解决的问题。

土壤学研究之所以重要，决不单独在于技术方面的贡献，而是在于它能从理论上填补农业生态系统学至今还存在的空白点，那就是一切生态环境因子作用于植物生长基质的过程，如果不联系到土壤水热条件对养分供应的热力学过程上来，那便无法说明气候、土壤、植物、耕作四者互相作用、互相控制的秘密。已有的研究结果指出，滥伐森林后果严重的原因，主要在于地面裸露以后，蒸发失水连续不断，导致表层土壤板结硬化，因而降低了土水势，降低了渗透率，一遇天雨又造成径流冲刷，形成洪灾，如果遇到天气干旱还可引起旱害。由此可见，无林区土壤较之林区土壤显著偏瘦的主要原因，是在森林植被荫蔽下土壤水分和结构长期保持稳定少变的状态受到了破坏。这就为农业生态系统学提出了一个重要的原理，即研究土壤养分转移转化的时候，不能不考虑到大气、地形、水文、植被综合作用下，土壤水热条件动态变化影响养分供应的法则。过去习惯于脱离综合水热条件，只谈土壤中养分含量对植物的影响，这就无法说明气候对植物的深刻影响。

根据同样的理由，也可以理解到长满各种天然植物的处女地一旦进行开垦，便表现出两种不同现象：一种是把收获物计算在内耕地的生产总量比处女地大大提高了，使我们从此建立起没有土地就没有人类生存基础，保护土地就是民富国强基本保证的一个重要概

念；另一种是由于人类生存的需要，不能不消除原始的植被，代之以整齐而稀疏的农作物植被。于是乎土壤原来稳定少变的湿润结构和始终温暖少变的土壤稳温状态消失了，土壤因失水干燥逐渐硬化板结，使冲刷逐渐加剧了，淤积也逐渐变得严重了。前者是土层变薄引起频繁的旱灾，后者则堵塞排水通道引起严重的洪灾。这两种现象性质虽然不同，但却推动了农业科学的发展，是土壤科学逐步进入到以模拟天然土永葆疏松湿润状态为前提，集中研究土壤肥力和土地生产力同步提高，自然灾害的恶性循环逐步消除的阶段。最近在南方开始推广自然免耕新技术，就是这一阶段工作顺利进展的见证。

土壤学研究对象明确以后，研究的内容也可以逐步系统化起来。

土壤学的特点是地区性特别复杂多样，时间性瞬息万变。前者说明因地制宜的重要性，后者说明因时制宜的重要性。在国土宽广、人口众多的我国，土壤学的内容可以说是必须适应八亿农业人口在近千万平方公里以内从事解决大量生产问题的要求，提出保证处处高产、年年高产的具体规划方案。中央曾两度号召进行全国性土壤普查，为这项因地制宜、因时制宜的全国性农业现代化战略任务打下极其巩固的基础。从这两次普查成果中，我们可以看出改革中的土壤学，应该包含下列各项内容。

1. 成百上千种土壤类型在成因上、性质上、功能上，有什么共同之点和相异之点。
2. 不同地理区域内成土母质大致相同的土壤在性质上、功能上发生了什么变异。
3. 对于上述在不同区域内的不同土壤类型应该怎样因地制宜地选种作物种类和品种，又应该怎样栽培、灌溉、施肥等培肥措施，才能保证土壤肥力不断进化，作物产量和品质不断提高，生产投资不断降低，经济效益和生态效益不断扩大。
4. 如何正确鉴定各地区农业生态恶性循环的性质和程度，规划治山治水，防治污染，减轻自然灾害和农林牧布局的综合性措施。
5. 在提高复种指数和农林牧结合的前提下，以种植业和养殖业为基础，把生产品加工变为商品，使农工商同时发展，农村经济日渐繁荣，用以减轻城市工商业的负担。

二

为了全面掌握土壤学的理论和技术，有下面几种方法必须加以采用。

1. 从农业生态系统的观点来看，土壤一方面和植物类似，具有生物运动形式，属生态系统，它的主要研究对象是生理，主要研究课题是在一定生态环境类型的影响下，植物和土壤对水分、养分的供求关系。土壤的另一方面又属于生态环境因素中的一个重要组成部分，它接收太阳的光和热、大气中的水及各种气体，通过不断互相交流，最后形成了控制土壤供应养分条件。所以要彻底了解土壤的来龙去脉和肥瘦变化的规律，牵涉面是非常广泛的，需要学习的基础科学也是非常多样的。为了培养学生的学习兴趣，应注意运用先感性后理性、先近处后远处、由浅入深、由粗到细的教学方法，特别应该从对比研究生产表现的原因中来认识土壤的本质。

2. 土壤生产能力的强弱，往往表现在作物生长情况和最后产量上。但是，无论是产量

或作物在生长过程中的各种表现，都只能存在于劳动群众记忆之中。为了深入理解，必须一边作实地观察，一边就地访问群众，随时总结、步步深入。如果粗心大意，置群众经验和最后产量品质而不顾，那就会得到土壤是土壤，农业是农业，两者毫不相干的可悲的结局。

3. 不同土壤性能在生产上的表现，可以用对比研究的方法得到正确的认识。对比的范围可以是相同地形部位不同田块内土性和作物生长情况的对比，也可以是不同母质分布区土壤肥瘦程度表现在作物生长方面的对比，还可以是不同地形气候造成的小气候类型影响土壤肥力和植物生长状况的对比，扩大一点说，可以以一个省为单位，把各省的气候、土壤和生产情况逐条对比，从而得知我国南方土壤在地理分布、肥瘦概貌以及产量高低等方面的差异。用同样的方法，也可通过南方和北方气候、土壤和农业生产的对比，得知全国土壤的概貌。

4. 应该坚信，世界上一切事理都是可知的，一切现象都是可以改造的，一切功能机制都是可以模拟成功的。在土壤学和农业生产知识的范畴内，有很多未知的事物需要深入探究，有很多不合理的现象需要加以改革，有许多属于生物运动的秘密需要通过模拟研究作出发明创造。在这几项研究工作中，模拟研究往往是改革现实和创造发明的第一步。水培成为新式企业之一就是模拟研究成功的一个明证。

5. 土壤现象还应该通过正反两方面的研究工作，得到全面的了解。就土宜试验来说，我们要知道某类土壤最适宜于种哪几类品种，还要知道它绝对不宜于种哪几类品种，都是适宜种植在一种土壤上的几个品种，也可以进一步研究多年连种一个品种的结果，由哪几类逐步表现出进化的趋势，哪几类逐步表现出退化的趋势。

最后我们相信，正在向生态系统学方向发展的土壤学，在农学类各专业和土化专业共同努力下，在校学生和毕业学生的互相合作、互相启发下，南方本土壤学必将和其它地区的土壤学一起走向共同前进的道路，对农业现代化作出更加切实的贡献。

第一章 土壤母质与土壤的形成

土壤是由裸露于地表的坚硬岩石，在漫长的岁月中，经过极其复杂的风化过程和成土过程而形成的。它经历了由岩石→母质→土壤的阶段。本章将阐述形成土壤的物质基础—矿物和岩石，以及风化—成土过程的基本概念。

第一节 土壤母质的形成

一、土壤母质的来源

土壤由母质形成，母质由岩石风化而来，岩石又是由一种或数种矿物所组成。所以地壳的成分与母质及土壤的成分有一定的关系。

(一) 地壳物质的元素组成 岩石是构成整个地壳的基本物质。就整个地壳来说，其化学组成极为复杂，包括已知化学元素的大多数，但这些元素的含量却有很大的不同。根据维诺格拉多夫等的资料，地壳中主要元素的平均组成如表 1—1。

表 1—1 地壳部分元素含量 (%)

元 素	重量 (%)	元 素	重量 (%)	元 素	重量 (%)
氧O	46.40—49.52	碳C	0.023—0.35	锂Li	0.002—0.0065
硅Si	25.75—29.50	硫S	0.026—0.052	氟F	0.027—0.08
铝Al	7.45—8.80	锰Mn	0.08—0.10	钒V	0.009—0.02
铁Fe	4.20—5.10	磷P	0.08—0.12	铬Cr	0.0083—0.033
钙Ca	2.96—4.15	氯Cl	0.013—0.20	钴Co	0.0018—0.01
钠Na	2.36—2.83	氮N	0.0019—0.04	镍Ni	0.0058—0.02
钾K	2.35—2.60	硼B	0.0003—0.005	砷As	0.00017—0.0005
镁Mg	1.87—2.35	铜Cu	0.0047—0.01	镉Cd	0.000013—0.0004
氢H	0.88—1.00	锌Zn	0.004—0.02	铅Pb	
钛Ti	0.44—0.61	钼Mo	0.00011—0.001	汞Hg	

(引自武汉地质学院《地球化学》)

由表 1—1 可知：地壳的主要成分是由氧与硅两种元素组成，两者占地壳元素组成的 75% 以上，而氧却几乎占全部组成的一半。事实上，各种元素大部均以氧化物的状态存在于地壳中。另一方面，作为植物所需要的某些营养元素不仅含量很少，而且都以难溶的化合物封闭在坚硬的岩石中，处于极其分散状态。由此可知，地壳要从它原来的状态下，变成具有肥沃性的土壤，必须经过一个质变过程。首先，坚硬的岩石必须通过破碎分解而成

为母质，植物营养元素才可能被释放、被集中，水分与空气才可能被通过，肥力才可能发展，土壤才可能形成。

(二) 成土的主要矿物 矿物是一类天然产生于地壳中且具有一定的化学组成、物理特性和内部构造的化合物或单质化学元素。但绝大多数矿物是由两种或两种以上元素组成的化合物，并且多数呈结晶质固态形式存在。它为岩石的组成部分，也是土壤矿物质的来源。按照矿物的起源，矿物可分为原生矿物和次生矿物两大类。凡起源于岩浆，而存在于岩浆岩中的矿物，叫原生矿物。原生矿物经风化作用，使其组成和性质发生改变，而形成的新矿物，叫次生矿物。矿物的种类很多，目前已经发现的约在三千种以上，但与土壤有关的不过数十种。兹就几种主要的成土矿物之组成、特性列于(表1—2)说明如下。

(三) 成土的主要岩石 各种矿物经常是以集合体的形态存在于地壳中，这种矿物的集合体就叫做岩石。不同的岩石具有不同的矿物组成和结构形态，但其组成在一定的范围内有些变动，因而不能以化学式表示其组成。根据岩石的成因可分为岩浆岩、沉积岩和变

表1—2 主要成土矿物

名 称	化 学 成 分	物理性质	风化特点与风化产物
石 英	SiO_2	无色、乳白色或灰色，硬度大	不易风化，更难分解，当岩石中其它矿物分解后，石英常以碎屑状或粗粒状残留下来，是土壤中砂粒的主要来源
长 石	正长石 $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	均为浅色矿物，正长石呈肉红色，斜长石多为灰色或乳白色，硬度次于石英	化学稳定性较低，风化较易，化学风化后产生高岭土、二氧化硅和盐基物质，特别是正长石含钾较多，是土壤中钾素和粘粒的主要来源
	斜长石 $\cdot n\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8) \cdot (100-n)\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$		
云 母	白云母 $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	白云母无色或浅黄色，黑云母呈黑色或黑褐色，除颜色外其它特性相同。均呈片状，有弹性，硬度低	白云母抗风化分解能力较黑云母强，风化后，均能形成粘粒，并释放钾素，是土壤中钾素和粘粒来源之一
	黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH} \cdot \text{F})_2$		
角闪石	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{AlFe})[\text{(Si, Al)}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	为深色矿物，一般呈黑色、墨绿色或棕色，硬度次于长石。外形，角闪石为长柱状，辉石为短柱状	容易风化，风化分解后产生含水氧化铁、含水氧化硅及粘粒，并释放出少量钙、镁元素
辉 石	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[\text{(Si, Al)}_6\text{O}_{22}]$		
橄 榄 石	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{SiO}_4)$	含有铁、镁硅酸盐，颜色黄绿	容易风化，风化后形成褐铁矿、二氧化硅以及蛇纹石等次生矿物