

DIZHI YU NONG YE

地质与农业

四川科学技术出版社

地 质 与 农 业

李 正 积 编 著

四 川 科 学 技 术 出 版 社

一 九 八 六 年 成 都

责任编辑：黄灼章 侯矾楠

封面设计：祝开嘉

版面设计：翁宜民

地 质 与 农 业

李正积 编 著

出版：四川科学技术出版社

印刷：四川省江油县印刷厂

发行：四川省新华书店

开本：787×1092毫米 1/32

印张：7.25 插页：8

字数：153千

印数：1—3000

版次：1986年5月 第一版

印次：1986年5月 第一次印刷

书号：16298·190

定价：1.75元

前 言

农业是我国社会主义经济的基础，与全国人民的生产、生活息息相关。农作物及一切生物都依赖于水、土而生长发育，水土条件除受气候影响之外，又直接受地质构造、岩石（土壤母岩）、水文地质等方面的严格控制而移动变化、衍生发育，因此农业的地质背景条件（以岩石体或石头为主）、土壤条件及生物（植物或动物）三者构成自然界有机的统一体，形成协调的自然生态系统和农业生态系统。农业的地质背景条件还是土壤、植物和动物不可缺少的物质基础，因为一切生物所摄取的主要营养元素，都靠地壳表层的岩石通过土壤作永久性的补给。就如在我国红色岩石（层）分布很广的南、北方发展农业，充分注意因地种植、科学区划和积极协调各种作物、果木、药材及畜类等的生态环境，是一件相当重要的事情。而其生态环境的重要基础条件——农业地质背景，对农业总是起着某种特殊的作用。四川广柑（甜橙）普遍以红色岩石（层）上下沙溪庙组砂泥岩层的土壤区为最佳；四川种植棉花则以红色岩石（层）蓬莱镇组衍生的砂粘土区产量最高……这些现象都正在引起人们的注意和研究。

为了初步阐明地质与农业关系，必须探索农业地质背景条件。本书特别着重于红色岩石（层）区岩石在转化成土壤之前或在转化的过程中，以何种形式去制约作物、果树、林木、药材、动物质量的优劣；如何利用农业地质背景资源，

发挥各种作物（或植物）矿质营养天然供应库的作用，以及如何使地下水协调平衡的供给植物需要……，为各类岩石体（层）区大农业（农、林、牧、副、渔）的发展提供有价值的科学依据，为农业生态环境的稳定提供可靠的基础条件（地质背景系数和比较值），亦为棉花、柑桔等各种作物和果木选择优势远景区提供可能的地区范围和研究方法。

对各类岩石体（层）区的土地资源调查、土壤普查及各种农业专题等方面的农业地质背景研究，最终是服务于农业综合区划；单项作物、果树、药材、林木和畜类的发展布局以及土地的利用改良等；也可给一个小区域（区乡、村庄）以至一沟一谷的农业发展提供参考依据；也为地质与农业学科之间的渗透结合，以发展成一门边缘学科——农业地质学起应有的作用。

本书的完成，得到农业和地质部门的专家、教授及广大科技工作者的支持，特别是侯光炯教授和路兆洽研究员的支持与鼓励，付平都同志帮助研究了植物资料和整理图表，郑德邻和罗极天等同志还提出了许多宝贵意见，谨此深表谢意！

目前仅处于探索地质与农业关系的初期阶段，书内搜集的资料和理论性认识都很粗浅，谬误和不妥之处，请读者批评指正。

李 正 积

目 录

第一章 红色岩层与人类活动	1
一、红层与人类的关系.....	5
二、红层与农业发展史况.....	9
第二章 红层的分布及农业地质类型与农业的相关性	14
一、我国红层分布与农业的关系.....	15
二、红层的农业地质分类.....	16
三、类型举例.....	23
第三章 地壳运动及红层形成史如何控制农业今昔	23
一、红层区地壳运动对农业的影响.....	28
二、四川盆地沧桑变化对农业的意义.....	83
第四章 红层岩石(土壤母岩)类型及其地球化学条件	48
一、红层岩石(土壤母岩)的一般特征.....	49
二、红层农业区的岩石类型.....	59
三、红层农业区的地球化学特征.....	53
四、红层区风化壳与土壤的关系.....	69
第五章 地貌、水文和气候与农业地质背景的相关性	71
一、红层区的地貌特点.....	71
二、红层区的水文特征.....	78
三、农业地质背景相关因素——气候.....	87
第六章 红层区第四纪堆积物与土壤的关系	89
一、地质背景对土壤发育的影响.....	89

二、地质背景控制成土过程的特点·····	93
三、从农业地质背景角度划分的土壤类型及分区·····	98
第七章 红层区的农业地质背景问题 ·····	105
一、红层区的农业地质背景特征·····	109
二、岩石对农业的资源性意义·····	113
三、研究红层岩石潜资源作用的必要性·····	114
第八章 农业地质背景的应用原则和研究方法 ·····	116
一、农业地质背景的应用原则·····	116
二、农业地质背景的研究方法·····	117
三、从农业地质角度对农业进行综合性治理·····	122
第九章 红层的农业地质背景分区及四川红层区的治理方案 ·····	126
一、我国南方红层的农业地质背景分区·····	126
二、四川红层区的综合治理方案·····	127
第十章 农业地质应用实例 ·····	134
【例一】四川盆地红层的农业地质特征及其应用·····	134
【例二】四川棉区如何受地质背景控制·····	149
【例三】农业地质背景对川东南水稻发展的资源潜力·····	166
【例四】四川植物资源与地质背景的相关性·····	182
【例五】川南相岭红层区地质背景与土壤肥力的关系·····	196
【例六】四川洪灾与地质背景的关系·····	210
结语·····	222

第一章 红色岩层与人类活动

红色岩层(岩石)又被地质学家称为红层,农民叫它红色石骨子岩石。呈微红至鲜红色,或者紫红间夹杂色;它是古代水里(海洋、湖泊、池沼和河流)的泥、砂质堆积(沉积)而形成的岩石,曾被称为水成岩,现谓之沉积岩,它不包括广义的红化土壤层。红层与其它沉积岩一样,都是地质历史时期沧桑演变的物质记录。地质学家把它当做一部珍贵的历史记录片(图1),长期对其进行研究;农学家把它表面的风化产物(红色风化岩屑),经物理、化学和生物影响而发育成的土壤视为农业生产的基础,最重要的农业资源。

在红色岩层区里,岩石(或石头)的表层经过复杂的风化作用和成土过程逐渐发育出仍显鲜艳颜色(紫、紫红、棕红、红色,或夹少许绿、灰等杂色)的土壤层,原地堆积者叫单源类(一种母岩衍生的)土壤;搬运后堆积者为多源类(多种母岩碎屑混合发育的)土壤。它们不但是红层区发展农业的基础,而且是人类赖以生存的自然园地之一。红色岩层与农业生产好比骨与肉的关系,那里有什么样特点的红色岩层(红色石骨子岩石),那里就会出现相适应的农业发展区;那里有红层岩组(即不同组合类型的红色石头或岩石)的分带性或条带状分布,那里就可能产生植物(农作物)的地域性选择或相伴生的优势区。可见,我们研究红层分布区的特点与农业发展区(县、区、乡和村)种植经营的关系具

有现实意义。

红色岩层（岩石）的颜色与过去称呼的赭石或赤铁（高价铁氧化物）直接相关，也与锰的高价氧化物关系密切。由于红层衍生的土壤虽受气候带的影响极为明显，但发育过程中受岩石的矿物组分、结构构造的制约亦较突出。这也就是内在的物质特性起着决定性作用的结果。我国南方（尤其西南地区）侏罗纪、白垩纪和第三纪时期形成的红层，多因富含碳酸钙及其它物质，按气候带属亚热带为主，本应形成黄壤或红壤，结果绝大部分为幼年紫色土类，仅少许岩石区具有红（黄）化现象。

红色岩层是在一定的地质历史时期内受炎热的气候条件影响，经搬运而堆积起来的泥、砂层，长期多处于氧化作用的环境，又通过形成岩石的转化作用之后，才成为今日对农业有一定影响的红色岩石（石骨子岩石）。温凉寒冷的地区（即高纬度地区）一般是难以形成红色岩层的。

当你翻开地质史页（表1），从5亿年前寒武纪时期较多地出现红色岩层以来，凡是能形成红层的地区，似乎都在赤道两侧，多见于南、北回归线之间的范围内，暖温带地区也可以形成亚红层，即弱氧化环境下生成的灰紫、暗紫灰或黄绿至浅红色的岩层。越往寒冷区，红层的发育越减弱，以至全部消失；但靠近南北极地区，据说也出现过红色岩层，是何缘故呢？研究地壳板块构造的地质学家发现，地球表壳可分成六大板块，它们不断地移动着，互相碰撞着。有的一个板块俯冲到另一个板块之下，使其上部的板块隆起成高山台地。今日的喜马拉雅山就是这种板块活动的例证之一。还有

的板块不断地漂移起来，因此本来在赤道两侧生成的岩层，

表1 地质历史年代对农业的影响趋势简表

地质历史时期			距今年龄 (万年)	地层分布与农业的关系
新生代	第四纪 (Q)	全新世	(近代)约260	大陆上分布较广, 直接影响农业
		更新世		
	第三纪 (R)	晚第三纪		大陆上有较大的出露面积, 对农业关系密切
中生代		早第三纪	6700	
	白垩纪 (K)		13700	大陆上有较大的出露面积, 对农业关系密切
	侏罗纪 (J)		19500	大陆上有一定的出露面积, 对农业有影响
	三叠纪 (T)		23000	
古生代		二叠纪 (P)	28500	
		石炭纪 (C)	35000	大陆上有一定的出露面积, 对农业要产生影响
		泥盆纪 (D)	40500	
		志留纪 (S)	44000	
		奥陶纪 (O)	50000	
		寒武纪 (C)	57000	
元古代		震旦纪 (Z)		
太古代			240000	大陆上极少范围出露, 对农业影响较小
			450000	

可以漂移到近南北极的区域去。南极洲就是板块活动才移动到那儿的。四川盆地的侏罗纪、白垩纪红层, 形成时期的古纬度就比现在低, 平均气温比今日约高 7°C 以上, 沉积物的沉积环境和成岩时期气候比现在还要干燥, 所以有时可以形成石膏及盐层等。据资料证明, 可能仍与地壳板块活动有一定的联系, 特别是到四川西部、西南部及滇西地区的红色岩层和其它地层, 受板块构造的影响较大。

欲研究红层区农业的发展, 必须了解古代红层盆地在世界和我国的分布特点。主要是在2亿年后中生代到新生代时期, 尤以中生代侏罗纪、白垩纪形成红层最广泛。因当时全球性的干燥和高温气候期较长, 在南北回归线之间或紧邻的区域, 内陆湖泊沉积颇为广泛, 就为红色岩层的普遍出现准

备了物质及环境条件。所以那些在地质历史阶段的各类沉积物（如河流沉积、河口湖三角洲沉积、湖相沉积等），长期处于氧化环境之下，并受到形成岩石过程的作用（成岩作用）的复杂影响，就逐渐地变成了红色岩层。在2亿年以前，亦有部分滨海相（即海滨地区的沉积环境）的红色岩层形成。我国南方红色岩层分布很广，若以各个地质历史时期红层的分布特点而言，西南地区非常典型（表2）。

红层中赋含很多种矿物，以及许多古代的动植物残体

表2 西南地区各地质时期红层与农业关系概况

地质时期	第四纪	早第三纪	白垩纪	侏罗纪	早中三叠世	志留纪	寒武纪
红层发育 区与农业 关系	非红层环境 (红色层) 各种岩石 均可形成	川滇局部 发育, 农 业发展潜 力中等	川滇局部 发育, 农 业发展潜 力中等	川滇广 泛发育, 少 量, 是重 要的农业 区	川滇局部 发育, 局 部发展农 业较好	川滇局部 发育, 对 农业发展 力小	川滇局部 发育, 农 业意义小

（即化石），它们储藏了大量现代动植物所必须的矿质元素及丰富的有机质。各类矿物和岩石几乎都是由复杂的化合物构成，通过风化作用，一部分分解物在大气降水（主要是雨水）的淋溶下，被带到了江湖海洋进行重新沉积，即土壤学中称之为地质大循环，另一部分则被残留在原地，或被搬移到低洼处，经生物活动（主要是微生物的影响）使土壤具有了肥力，并发育成可耕种的土壤。

古代岩层中储藏的有机质，若局部富集到相当的程度，经过成岩的变质作用，植物残体可变为煤层或转化为天然气；动物残体亦可生成石油、沥青和天然气。如果有机质分散在岩层中，它可以捕获一些稀有元素、微量元素及放射性元素，以影响成土后土壤的肥力；煤层或煤层的顶底板岩石

就常富集锆、镓等稀有元素。红层中矿质（营养）元素的富集，除有机质易于捕获外，粘土矿物对稳定作物有用元素亦很重要，其富集的程度主要确定于岩层的原始沉积相及古地理环境的变化。有时，有机物和碱性溶液在岩层中也可引起一些还原和置换作用，形成岩石中的杂色条带、花斑体或者形成次生铁、钙结核，或者再生石膏丝（条）和小脉状体；有机质亦可引起红色岩层褪色成暗杂色或黄绿色。岩层中有机质含量的多寡也影响着土壤的肥沃与瘦瘠，在红层中那些色调特别鲜艳的岩石，有机质含量是极少的，它经风化发育的土壤自然也就十分贫瘠。鲜红的岩石是曾经在强氧化状态下，使原有的有机物通通都被氧化，其中的一氧化碳和二氧化碳早已挥发。但是那些红色岩层里常夹有黄绿、灰及深灰色薄层岩石，恰好是有机物的自然储蓄所，往往又是矿质元素的天然供应库。譬如四川盆地侏罗纪下沙溪庙组顶部的叶肢介页岩层、蓬莱镇组中部的苍山页岩及景福院页岩都是红层中的自然储蓄所和天然供应库。所以，当我们在红层区进行土壤改良及农业布局时，应特别注意该区某类岩层有机质、及矿质元素的多少及比率。考虑到红色岩层与人类活动的关系特别密切，尤其在农业方面，故进一步谈谈下述两个问题。

一、红层与人类的关系

人们生活在鲜艳的红色岩层之上，为什么一点没感到荒僻呢？因为红层衍生的土壤与那些肥沃的黑色土壤一样，生机盎然，绚丽多彩，庄稼、树木、野草、各式各样的菌藻以

及百鸟异兽，年年岁岁，在红层上争芳吐艳。难怪我们人类的远古祖先——猿人，曾亦在红层上生活过哩。

在四川资阳县发掘出来的资阳人（人类化石之一）就是一例。大约距今7000年左右，相当于地质历史第四纪全新世的近期，那时的资阳人就曾生活在川中红层之上。川中丘陵当时树木参天，沱江两岸的红层区是他们用双手向大自然索取的第一个场所，也是他们赖以生存的基地。巢居的资阳人利用红层中坚硬的石英砂岩块做成石斧、石锛、石矛……，捕猎野兔、野鹿，防御凶猛的虎豹；又磨成石犁头，尝试着耕耘江边的沃土。随着所用工具的进步和发展，资阳人学会把砂岩岩块琢磨成鱼网的网坠、纺织的转轮……就这样，他们从旧石器时代跨入了新石器时代；为人类进入冶炼铜、铁的青铜器时代及铁器时代作好了物质准备。

由于红色岩层区的间互岩层中局部赋含铜、铁、煤及其它盐类（化学上的）矿物，对人类文明及科学事业的发展具有极重要的意义。由沉积而形成的铜矿床，大都在红层砂岩、泥岩及砾岩中出现；铜器时代的古人类，他们把富铜的矿石冶炼出铜，铸成各种铜的器具和器皿，促进了人类文化的发展。随后，赋存在红层中的铁矿石（常见有赤铁矿、褐铁矿及菱铁矿）同它种铁矿石一样，因开始用煤炭作燃料而逐渐冶炼出最早的生铁来。由此人类制造的刀、矛等工具越来越锐利，工艺制作也才越来越精巧；文化和科学也随之发展起来。

闻名世界的我国古代三大发明与红色岩层也有密切联系。公元前六世纪时我国劳动人民发明的火药，它是一种由硝酸钾（ KNO_3 ）、硫磺（ S ）和木炭粉（ C ）的混合物。

四川硝土多在红层或其它岩石的溶坑及岩穴里，因此红层也是开采火药原料的重要场所之一。

古代最早的指南针由天然磁铁制成。红层里常赋藏赤铁矿石，有时赤铁矿里就含有不少的磁铁矿分子的组成物，后来开采这些矿石熔成铁，以制成指南针也是一件可能的事。

造纸是我国古代第三项对科学的贡献。早在公元二世纪时，我国劳动人民就用大麻和苎麻（广产于红层区）造纸；造纸需要碱性物质作软化剂，用途最广，使用最早的碱性物是石灰。红层区及毗邻地带通常既产丰富的麻、竹类植物，又出露有一定的石灰石，这就促成了造纸工业的兴起。还有，宋代毕升发明活字版用的粘土胶泥，亦可大量从红层中取得。

显然，红色岩层区在我国古代的火药、指南针、造纸和印刷术的发明及广泛应用上，起过相当重要的作用。

红层盆地区域常常河网密布，要从事生产劳动，如果没有桥是不行的，纵横贯穿的河道又容易泛滥成灾，如果不筑堤造坝也是不行的，所以古代的劳动者开始采石造桥筑堤。恰好红层区里随时随地可以采掘那些黄灰、浅灰及灰白色的长石石英砂岩或石英砂岩，它们是最优的建筑石材。古代的石匠们以此为材，建起了造型优美的单曲拱、双曲拱、平板和跳墩等各种形式的桥梁；亦筑起了不同类型的岸堤水坝。此外，修塘堰、砌渠道等水利设施亦广用红层区砂岩作石材。还有，人类从原始社会的巢居、穴居改为造房而宿，其排叠整齐的石基，又常常是不可少的，红层区里的砂岩出露地带，至今仍是各种建筑设施稳固的基底或基座。

古代的陶器业随着新石器时代的发展而萌芽。我们祖先

最早使用的陶土就是用粘性大、易于塑造的岩石风化湿润土，揉成一定的形状，放在柴火堆中焙烧而成陶器物。红层区可用作粗陶的粘土非常多，灰色或杂色纯净的泥（页）岩风化土，是古代首先采掘用以制陶的原料。随着陶器制作的进步和工艺的改进，要求质地优良的粘土，红层岩石夹层中的浅灰或白色粘土层，就是较优良的陶土之一。掘红层中的长石砂岩，捣磨成粉并漂滤出粘土淤泥供制器皿，也是今日常用方法之一。目前还在红层中探寻出蕴藏丰富的粘土矿产（即非金属矿产之一），如用途很广的膨润土矿层，它主要由蒙脱石粘土组成。四川盆地红层区不少岩层组都赋存有储量较大的膨润土矿。

红层区的岩石对古代石壁文化的发展具有重要意义。当人们乘坐车船游览天府之国（四川）时，可以欣赏到很多四川红色岩层中的崖壁石像。譬如，著名的广元县千佛崖正位于四川盆地北部红层区，由侏罗纪下沙溪庙组底砂岩层刻琢而成；大足县宝顶宋代石刻艺术，恰处于四川盆地中部红层出露地带，其摩崖造像在侏罗纪蓬莱镇组浅灰色长石石英砂岩的崖壁上。盆地中部的另一古代石刻是座落于潼南县大佛寺饰金大佛，它屹立在侏罗纪上沙溪庙组顶部浅红棕色长石石英细砂岩峭壁上，中外闻名的乐山（嘉定）大佛座落在岷江对岸的崖嘴正中（图2），那是较侏罗纪为新的白垩纪嘉定群夹关组的底部岩石，以含砾长石石英砂岩或长石石英砂岩组成。不但风景格外宜人，人们还用大佛洗脚与否来测定岷江最大洪水位的状态；还有蒲江县千佛崖、长宁与江安县境界边的仙寓洞等地的石刻像，也出现在白垩纪红色砂岩之崖壁面上。



图2 红色岩层白垩系嘉定群棕红色长石石英粗粒砂岩，經自然琢飾的乐山大佛崖风景远眺

显然红色岩层上的石刻像，是古代赋予它的精湛艺术珍品和文化宝库。据说从隋朝时代已开始琢刻了，尤以唐、宋最盛，直到解放前的旧中国时期，仍有较多的石工艺师活动在红色岩层区。但多以刻塑庙宇和庵寺中的石菩萨为主题，并进行石狮、石龙、花廊和石柱等较高级的艺术创造。最有纪念意义的还是红军长征时，在川北、川西南刻凿“打倒军阀，赤化中国”的历史性标语……。

二、红层与农业发展史况

广阔的红层区通常是农业耕作最重要的基地之一。

在温带和亚热带地区的红色岩层，有的衍生成紫色土（四川最典型），部分发育成红化土壤（如滇南、江西、广东等南方省区均有）。在热带和赤道附近易形成风化度较深，去硅富铝化作用较强，酸度很大的赤红壤层。一般地

说，紫色土含有丰富的矿质元素，较为肥沃；并因硅铝化作用之故，pH值多在5.5以下，铁（高价铁）质加富，钙、镁、钾及其它微量元素往往奇缺，如不培肥和改良就会显得瘦瘠。

由于广阔的红色岩层区及其相关的平原地带，多处于地史时期的冲积河漫平原，今日多呈显低矮的丘陵平地，所以常是古人类狩猎和耕耘的重要地区之一。南方热带、亚热带区域，红色岩层常成为富水冲积壤土、湿沼地，适宜种植水稻；坡地上利于黍麦播种。也是葛藤、大麻、苎麻、桑、茶等最容易生长的地区

之一。因此用葛藤、大麻和苎麻的韧皮纤维纺织（图3），以野桑蚕丝造粗绸，品尝野茶……，这些都被资阳人的后裔南方红层上的主人，在距今6000年前后逐渐知晓和利用，四川还较早成为世界桑茶发源地之一。



图3 我国古代的葛麻加工图

我国不但是世界科学文化的古国，农事活动也是世界上最早的国家。农业科学研究亦有悠久的历史，并且常与红色岩层区有关。4000多年前，中华民族的祖先就开始了有目的的农业生产活动，他们用兽骨、甲片和竹简记刻下农事现象和特点。如我国第一部描写大自然的巨著《山海经》（春秋战