

广东赤红壤区

现代农业试验研究

骆世明 李华兴 胡月明 主编

中国农业出版社

广东赤红壤区 现代农业试验研究

骆世明 李华兴 胡月明 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

广东赤红壤区现代农业试验研究/骆世明等主编 .
北京:中国农业出版社, 2002.5
ISBN 7-109-07636-9

I. 广... II. 骆... III. 红壤-农业-试验-研究-广东省 IV. S155.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 021279 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 朱朝伟 郭永立

北京朝报印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22.5

字数: 573 千字 印数: 1~500 册

定价: 120.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

广东赤红壤主要分布在广东省北纬 $21^{\circ}35'$ ~ $24^{\circ}31'$ 之间,海拔300~450m以下的低丘台地,面积6 583 683hm²,占全省土壤资源总面积的44.67%,是发展南亚热带经济作物与林木、果树的重要生产基地,具有巨大的农业生产潜力和明显的区位优势。广东赤红壤区位于我国改革开放的前沿,毗邻港澳特别行政区及东南亚地区,工业化和城市化进程快,人们生活水平及农业商品化程度较高。因此,农产品的优质、高产、高效、高创汇就成为必然要求,而且这也势必成为该区农业发展的重要特色和主导方向。

赤红壤区地处南亚热带,丘陵山地广布,具有高温多雨、干湿季节明显的气候特点,季节性干旱现象异常突出,水土流失严重,土壤酸、瘠,加上部分地区长期重工轻农、重商轻农的思想以及传统的小农经营模式的影响,致使农业发展缓慢、滞后,严重阻碍该区国民经济的持续同步发展。该区人口稠密,土地严重超载过垦,人地矛盾、人粮矛盾十分尖锐。在这种农业发展滞后、环境资源有限和社会经济高度发达的双重背景要求下,加强对该区的土地资源的合理开发利用,特别是对丘陵坡地的综合改良及利用,挖掘土地生产潜力,增强和发挥农业后劲作用,对促使该区生态、经济和社会协同持续发展均有十分重要的现实和战略意义。

为此,自“八五”开始,即于1993年由国家科委批准建立了“广东赤红壤区现代农业试验区”。试验中心区设在东莞市桥头镇农科园。在国家科委、广东省科委和试验区所在地政府的支持下,试验区用将近两个“五年计划”时间,针对赤红壤区气候和土壤条件、农业资源和区位优势、社会和经济发展趋势,进行以提高旱坡地生产力,以及粮、经、果和特种水产产量为目标的技术研究与技术开发,运用现代农业技术改造使传统农业,在基础理论、应用技术和示范推广等方面取得了重要进展,建立了高产、优质、高效的现代化农业示范基地,提出一批先进实用的综合技术及模式,有效地推动了该区农业向集约化、企业化、产业化和商品化的“四化”转变步伐,促进农业的同步振兴乃致超前发展。

为了推动广东省红壤地区农业的可持续发展,现将“八五”和“九五”期间的研究成果进行总结,编写成《广东赤红壤区现代农业试验研究》一书,

前 言

供农业科研、教学单位、管理和生产部门参考。

国家“九五”科技攻关项目(95-004-03-10)提供相关资金支持,特此表示感谢!

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正!

编 者

2002.2.1

目 录

前言

一、广东赤红壤及试验区的背景概况

广东赤红壤概况	胡月明、李华兴、冯艳芬、李世华 (3)
农科园中心试验区的土壤	李华兴、李国富、黄应丰、刘腾辉、黄小红、周荣昌 (10)
农科园中心试验区的土壤养分状况	李华兴、李国富、黄应丰、刘腾辉、黄小红、周荣昌 (14)
农科园土壤环境质量评价	吴启堂、游植粼、王卫红 (17)
农科园的大气环境质量评价	汪植三、李其谦、廖新娣、曹桂祥、费朗索瓦 (20)
农科园水体环境质量现状评价	游植粼、吴启堂、王卫红、蒋成爱、马梅 (29)

二、模式构建与生态保护

坡地赤红壤的退化特征及其发生机理	钟继红、李华兴 (35)
华南赤红壤物理性状的研究	李映强 (43)
赤红壤非饱和土壤水扩散率及其影响因素	李映强 (47)
广东省花岗岩赤红壤的微形态特征研究	戴军、M.K.CAMARA、甘海华、吴海宇 (52)
平原地农业生态系统模式的研究	陈荣均、骆世明 (56)
山坡地农业生态系统模式的研究	陈荣均、骆世明 (65)

东莞市郊低洼地农业生态系统模式的研究	陈荣均	骆世明	(72)			
赤红壤坡地果草间作模式的水土保持效果	段舜山	章家恩	蔡昆争	骆世明	(77)	
果园间种牧草对土壤生态环境的影响效应研究	章家恩	段舜山	骆世明	黎华寿	(84)	
坡地赤红壤不同利用模式对土壤磷和酶的影响	甘海华	戴军	梁中龙	温志平	李永涛	(88)

三、作物优化施肥与栽培配套技术

广东主要水稻土有效磷钾联合提取剂的选择研究	李华兴	陈金祥	黎元炳	马曼庄	(95)			
广东主要水稻土对磷的缓冲能力及定量施肥研究	李华兴	陈金祥	黄振雄	李国富	黄小红	(98)		
广东不同质地水稻土 Q/I 特性与钾肥施用技术的不关系的研究	李国富	李华兴	简放陵	黄小红	周荣昌	(102)		
优质稻高产高效益栽培技术研究 I. 不同因素对优质稻产量的影响	李华兴	黄振雄	黄小红	李国富	梁健球	林日强	汤建东	(107)
优质稻高产高效益栽培技术研究 II. 栽培模式的建立及其效益	李华兴	李国富	黄小红	黄振雄	张育灿	林日强	汤建东	(112)
早稻高产水平下对氮磷钾的吸收累积特点	卢普相	罗莲香	张美兴	袁彩庭	(117)			
高产水稻氮钾施用量最佳配比研究	卢普相	罗莲香	骆伯胜	张美兴	袁彩庭	(120)		
双季稻每季每公顷年产 18t 稻谷的施氮技术研究	罗莲香	袁彩庭	卢普相	张美兴	罗彩嫻	李锡章	(123)	
水稻高产施肥与养分累积变化关系研究	骆伯胜	卢普相	罗莲香	张美兴	袁彩庭	(126)		
旱坡地玉米高产高效益栽培技术研究	孙映波	马曼庄	黄庆	张壮塔	林志军	(130)		
广东赤红壤玉米测土施肥技术研究	孙映波	马曼庄	黄庆	张壮塔	(146)			
华南主要多年生野生蔬菜特征特性	杨暹	刘厚诚	郭巨先	冯志坚	(150)			
三种多年生野生蔬菜栽培技术研究	杨暹	李德明	郭巨先	刘绍连	(156)			
旱坡地厚皮甜瓜引种及栽培配套技术研究								

.....	谢汝升 孙映波 马曼庄 张壮塔 黄 庆	(160)
-------	---------------------	-------

四、 优新水果品种资源引种与可持续利用

赤红壤区果树新品种引进试验初报	..... 钟 明 甘廉生 潘旭昌	(173)
广东杨梅品种资源、历史及其生态地理分布	..... 甘廉生 钟 明	(175)
东魁杨梅、荸荠杨梅引种试种初报	..... 钟 明 甘廉生 彭成绩 叶新生 林志雄 林和兴 林太宏	(181)
赤红壤区橄榄早结丰产栽培技术研究	..... 钟 明	(184)
保健型水果“红龙果”引种及栽培技术研究	..... 钟 明 彭 艺 陈根南	(187)
赤红壤区东魁杨梅矮化密植早结丰产栽培技术研究	..... 钟 明 甘廉生 彭成绩 叶新生 詹银表	(190)
螺旋环剥对杨梅促花效应研究初报	..... 钟 明 甘廉生 彭成绩 叶新生 莫沃枝	(194)
毛叶枣引种表现及主要栽培特性	..... 刘成明	(197)
毛叶枣的驯化引种及选种优株产量品质的研究	..... 刘成明 胡桂兵 王惠聪	(200)
台湾青枣引种利用研究	..... 黄邦海 刘成明 彭声高 胡桂兵	(204)
台湾青枣的组织培养与植株再生	..... 刘成明 胡桂兵 郑启发 陈大成	(207)
东镇红芒的选育及主要性状	..... 胡桂兵 陈大成 董 军 周北沛 夏桂生 林森馨	(212)
甜杨桃良种快速繁育技术的研究	..... 欧阳若 陈大成 王衍泉	(215)

五、 荔枝产业化研究

特迟熟荔枝新品种——马贵荔的选育	..... 欧阳若 梁元冈 刘成明 王泽槐 胡桂兵 林灼兴 陈 辉	(221)
特迟熟马贵荔在广东赤红壤区适应性栽培的技术研究	..... 王泽槐 欧阳若 胡桂兵	(226)
荔枝名优早熟品种——白糖罂主要经济性状的研究		

..... 欧阳若 梁元冈 刘成明 刘伟文 潘达富 卢厚洪 (230)	
几个迟熟荔枝种质的 DNA 提取及 RAPD 分析	
..... 胡桂兵 欧阳若 王泽槐 刘成明 (235)	
荔枝同工酶研究及焦核机制的探讨初报	
..... 刘成明 胡桂兵 王惠聪 (241)	
赤红壤荔枝园土壤肥力状况及改良对策	
..... 林兰穗 郑煜基 罗 薇 詹银表 (246)	
荔枝营养需求特点及其施肥技术研究	
..... 郑煜基 林兰穗 罗 微 (249)	
荔枝主要害虫及其防治	
..... 刘德广 张润杰 (253)	
荔枝病虫生态控制	
..... 刘德广 谭炳林 黄明度 (259)	
荔枝叶瘿蚊的发生及综合防治措施	
..... 林兰穗 郑煜基 (262)	
复合荔枝园节肢动物群落动态的研究	
..... 刘德广 梁伟光 丁 勇 黄明度 (264)	
荔枝—牧草复合系统节肢动物群落的研究	
I. 数量和优势集中度比较分析 刘德广 罗玉钊 谭炳林 黄明度 (269)	
荔枝常温贮藏技术的研究	
..... 苏美霞 吴振先 李楚彬 梁秀芳 陈维信 季作梁 罗 明 (274)	
常温下荔枝泡沫箱包装保鲜的研究	
..... 陈维信 吴振先 苏美霞 季作梁 (279)	
贮藏荔枝果皮多酚氧化酶及过氧化物酶与褐变的研究	
..... 吴振先 苏美霞 陈维信 胡桂兵 (282)	
荔枝常温贮藏技术及其生理变化的研究	
..... 吴振先 苏美霞 李楚彬 梁秀芳 陈维信 季作梁 罗 明 (287)	
荔枝贮运保鲜技术及其应用	
..... 陈维信 吴振先 季作梁 苏美霞 (292)	

六、 中华鳖集约化养殖与病害防治技术

中华鳖集约化养殖模式的比较研究	
..... 胡超群 任春华 张吕平 陶保华 (297)	
集约化养殖中华鳖常见传染病及其防治方法研究	
..... 胡超群 任春华 陶保华 (301)	
一种新的鳖肿颈病（鳃腺炎）病毒病原的电镜观察	
..... 胡超群 任春华 (305)	

中华鳖细菌性败血症的实验感染和超微病理研究

..... 胡超群 任春华 陶保华 (308)

七、

地理信息系统应用

广东赤红壤区现代农业试验区地理信息系统设计

..... 冯艳芬 胡月明 徐剑波 李世华 (315)

东莞赤红壤现代农业试验区土壤资源信息系统的建立与应用

..... 胡月明 万洪富 吴志峰 吴谷丰 徐剑波 李世华 (320)

基于 GIS 与灰关联综合评价模型的土壤质量评价

..... 胡月明 吴谷丰 徐剑波 李世华 (332)

基于 GIS 的东莞赤红壤试验区土壤肥力评价及其变化分析

..... 张馨远 胡月明 戴 军 李世华 徐剑波 (337)

一、广东赤红壤及 试验区的背景概况

广东赤红壤概况

胡月明 李华兴 冯艳芬 李世华

赤红壤亦名砖红壤性红壤或砖红壤化红壤，是南亚热带的代表性土壤，也是广东省山地丘陵主要的土壤资源。其分布广，面积大，资源丰富，生产潜力很大，是发展南亚热带经济作物与林木、果树的重要生产基地。

1 分布和面积

赤红壤主要分布在广东省北纬 $21^{\circ}35'$ ~ $24^{\circ}31'$ 之间，海拔 300~450m 以下的低丘台地，面积 $6.58 \times 10^6 \text{hm}^2$ ，占全省土壤总面积的 44.67%。其中以惠阳地区（占 22.5%）、肇庆地区（占 17.2%）、江门市（占 13.4%）和广州市（占 11.2%）等面积较大，均在 $6.67 \times 10^5 \text{hm}^2$ 以上。其中赤红壤耕地 $2.80 \times 10^5 \text{hm}^2$ ，占该土类的 4.25%。

2 成土条件

2.1 气候 广东赤红壤分布地区地处南亚热带季风气候带，具有高温多雨、干湿季节明显的气候特点。其水热条件虽不及热带充足，但胜过中亚热带。年平均温 $20 \sim 22^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 $7500 \sim 8458^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数 286~360d，最冷月均温 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ ，最热月（7月）均温 $28 \sim 29^{\circ}\text{C}$ ，温度年较差 $13 \sim 16^{\circ}\text{C}$ ，年平均降雨量 $1300 \sim 2200 \text{mm}$ 。雨量集中于 4~9 月，占全年的 80% 以上，10 月至次年 3 月为旱季，干湿季节明显。在高温多雨的水热条件下，促使岩石的风化分解、淋溶、累积作用强烈，生物繁衍更迭十分活跃。

2.2 植被 优越的南亚热带水热条件，有利于多种植物生长，植被类型丰富，结构复杂，具有南亚热带季雨林，亚热带常绿阔叶林、针叶林、灌木草丛等。除亚热带植物外，局部地区还混有不少热带区系植物，植物种类丰富，如鼎湖山自然保护区高等植物就有 1700 多种，乔木种类较多。该区林型结构具多层性，有一定的附生植物、藤本植物、板状根、茎花和绞杀现象，树蕨、鱼尾葵、蒲桃、水榕等都很丰富。常绿针叶林主要有马尾松、杉、湿地松等。常绿阔叶林、常绿季雨林以桑科、樟科、大戟科、桃金娘科、无患子科、杜英科、梧桐科、壳斗科、橄榄科、五加科、番荔枝科、豆科、茜草科为主，主要树种有藜蒴、荷木、假苹婆、鸭脚木、榕树、山杜英、黄杞、白背桐、灰木、白木香、朴树、樟树等，因人为活动频繁，多为小片状次生林。灌丛草类生长普遍，主要为桃金娘、岗松、山杜荆、山芝麻、芒萁、鸭嘴草、野古草、鹧鸪草、五节芒、白茅等。自然植被组成虽以南亚热带常绿季雨林为代表类型，但因东西部气候差异，也反映出自然植被从东向西热带性逐渐增强，其组成成分中热带植物区系成分逐渐升高，粤东为 40.3%，珠江口和粤西为 41%~42%。如猪笼草群落较典型的热带植被类型只分布在珠江口。人工植被

中有椰子、橡胶、胡椒等热带作物，椰子除珠江口海岛局部地区能较正常生长外，一般仍以粤西地区生长正常。从农业生产来看，冬薯一般可过冬，双季稻一年三熟的利用方式及荔枝、龙眼、菠萝、杨桃、芒果、黄皮等果树生长正常。一般赤红壤地区具较优越的生物气候条件，能促进土壤生物积累，并为多种经营创造有利条件；同时因具有生物气候较明显的地区差异性，也为今后因地制宜栽培引种和开发利用提供了条件。植被对赤红壤形成和土壤有机质含量影响显著，如森林茂密、郁闭度高、林下潮湿、土壤自然结合水含水量高，可促使赤红壤向黄化赤红壤发育。其次，茂密森林下，表层有机质含量一般均较高，可达2.5%~7.0%，无植被的侵蚀地区则小于1%。

2.3 地形与母质 赤红壤主要分布在海拔300~450m以下的丘陵台地，地势较低，岩石组成种类多，以花岗岩为主，其次有砂页岩、红色砂页岩、片（板）岩、第四纪红土及石灰岩等，局部地区有玄武岩分布。岩石类型不同，其地貌形态及岩石的化学成分亦不同，进而影响土壤矿物成分及其特性亦差异显著，如花岗岩丘陵地势一般平缓、浑圆，风化层较厚， SiO_2 含量达74.65%，风化物含砂量多，粗细不一，通透性好，含钾丰富；砂页岩的地势一般较陡，风化层较薄，钾、钠含量明显低于花岗岩；但砂页岩含磷较高（达0.2%），为花岗岩的5.5倍；玄武岩组成的台地，地势平坦、广阔，风化层深厚，富含铝、铁、镁、钙，钾、钠稍低，硅少，质地匀细，黏重，养分含量亦较丰富。

2.4 人为活动 赤红壤多分布在低丘台地，地势较低，利于开垦，开发也较早，生产活动频繁，植被破坏较甚，水土流失较普遍。在水土流失严重地区，生态环境恶化，土壤肥力低，如梅县、五华、兴宁、德庆等县。目前大力重视绿化造林，因地制宜地进行农、林、牧综合开发利用，注意水土保持，对充分发挥赤红壤地区的生产潜力，维护其生态平衡起着积极作用。

3 成土过程

赤红壤是在强烈的脱硅富铝化作用和旺盛的生物循环作用下形成的。

3.1 脱硅富铝化作用 在南亚热带高温多湿的生物气候条件下，岩石的原生矿物强烈分解，硅和盐基遭受强烈淋失，铁、铝、钛等氧化物相对累积。经计算和有关研究材料表明，赤红壤淋溶淀积系数中 SiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 的淋溶系数较高，如 CaO 淋失达82%~90%， MgO 、 SiO_2 淋失15%~25%， TiO_2 淋溶淀积亦明显，而 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 显著累积。黏粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 相应降低，一般在1.7~2.0左右和1.34~1.77之间。

其次，土壤矿物分解、释出的游离铁，占全铁的比例愈高，其风化程度愈高，故土壤中铁的游离度是富铝化程度的重要标志之一。据分析结果，赤红壤淀积层的游离铁含量较高，达0.77%~6.64%，铁的游离度达39.6%~58.1%，在干湿交替的气候条件下，游离铁脱水形成无水 Fe_2O_3 或 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 淀积于土壤中，使土层，尤其是淀积层色调呈棕红色（2.5YR4/8-5Y4/6R），具明显的棱柱状结构，结构面有明显胶膜淀积，为该土壤诊断层。

此外，矿物强烈风化，黏粒和次生黏土矿物不断形成， $<0.002\text{mm}$ 的黏粒平均在

30%左右(变幅在3.14%~55%),在土体中淋溶淀积现象亦十分明显。

南亚热带赤红壤是介于热带砖红壤向中亚热带红壤过渡的地带性土壤,其富铝化程度一般比砖红壤弱,但比红壤强。如铁的游离度,砖红壤(64%~71%)>赤红壤(39.6%~58.1%)>红壤(33%~35%);黏粒的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$,砖红壤(<1.7)<赤红壤(1.7~2.0左右)<红壤(2.0以上)。

赤红壤在广东省南亚热带所跨东西向间距颇大,从东向西和从北向南有热量递增、雨量略减的变化趋势。如东部>中部>西部,年平均气温为 $21^\circ\text{C}>21\sim22^\circ\text{C}>22\sim23^\circ\text{C}$, $>10^\circ\text{C}$ 年平均积温为 $7760^\circ\text{C}>7920^\circ\text{C}>8269^\circ\text{C}$;平均年降雨量为 $1745\text{mm}>2005\text{mm}>1622\text{mm}$ 。故东部气温较中部、西部低,雨量较高,中部气温较西部略低,而雨量较丰富;从北向南也有近似变化,这反映在赤红壤富铝化程度上也有较明显的地区差异,如 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 在西部、中部颇为接近,在1.75~1.88之间,而东部和北部地区则较大,多在2.02~2.33之间,其富铝化程度不及西部、中部强烈。

3.2 生物循环作用 南亚热带光热充足,高温多雨,植物生长旺盛,植物每年的生长量和归还土壤中的残体数量较大。据《中国红壤》的报道,赤红壤常绿阔叶林凋落物累积量每年每公顷9.58t,可能形成土壤的有机质2t(砖红壤季雨林为10.3t和3.2t),红壤针阔叶混交林为5t和1.72t。何金海等在鼎湖山自然保护区的调查,常绿阔叶林下凋落物每年每公顷约有12.96t,针叶林下有6.2t。为此,植物对灰分元素的吸收累积十分明显。鼎湖山不同植物的凋落物中灰分含量约在2%~16%,灰分中富含Si、Ca、Mg、Na、P、Fe、Al、Ti等元素。因此,进入土壤中的残落物量愈大,灰分含量愈高,归还土壤的营养元素愈多。据调查,梅县马尾松,生物归还率为MgO33%、 SiO_2 8%、 Na_2O 6%、CaO5%、 Al_2O_3 3%、 Fe_2O_3 1%。在常绿阔叶林和南亚热带季雨林还要高得多。大量的植物残落物,丰富了土壤有机质,赤红壤有机质含量在2%~3%左右较普遍,高的可达4%~13%。腐殖质组成中富啡酸含量高于胡敏酸,前者25.30%~42.88%,后者6.48%~15.2%,胡敏酸/富啡酸比值 <0.60 ,土壤腐殖质氧化稳定系数低(0.14%~0.21%)。这表明南亚热带高温多雨条件下,有机质易于分解,活性胡敏酸和富啡酸可增强土壤酸度,促进有机残体分解,加速物质循环和土壤的形成发育。

3.3 土壤交换量较低,但盐基饱和度变幅大 从构造上,广东省属华南准台地的一部分,沿岸以华南式沉降山地海岸地貌为主,岛屿星罗棋布,分布在沿海大小不一的数百岛屿,除少数为冲积岛外,大多数为大陆向海域延伸而成的大陆岛,地形以丘陵为主。岩石组成以花岗岩为主,次为变质岩、砂页岩。除东沙群岛外,均散布于南亚热带海洋中,土壤发育除具赤红壤的富铝化特点外,还深受海洋的影响,台风、海雾带来海水的盐分,使海岛和近海地区的土壤在盐基淋失过程中又存在复盐过程,土壤交换性盐基含量高,盐基饱和度大。如海岛地区花岗岩赤红壤的盐基饱和度和交换性盐基含量均较陆地的高。

4 基本性质

4.1 形态特征 赤红壤剖面发育完整,具A-B-C构型,淀积层较厚($>1\text{m}$),多呈淡棕红色(2.5YB5/8),表层多在15cm以上。但片岩发育的较薄(表层10cm左右,土

一、广东赤红壤及试验区的背景概况

层<50cm)。除发育于第四纪网纹红土的赤红壤外，一般淀积层少见铁锰结核。而发育于第四纪网纹红土的底土层具有红、黄、白杂色网纹层和卵石层。耕垦后表层逐渐形成厚薄不一的、土色较暗褐色的疏松耕层，淀积层因机械淋溶而黏粒含量相对增高，并较黏重、紧实。

4.2 理化性质

4.2.1 黏土矿物以高岭石为主 黏土矿物组成状况反映土壤脱硅富铝化程度的差异。据 X 衍射及差热分析，赤红壤黏土矿物组成均以高岭石为主，其次为伊利石、蛭石、三水铝石、埃洛石及其过渡矿物和少量针铁矿、赤铁矿、石英等。淀积层高岭石含量一般为 70% 左右，多者在 70% 以上。如惠阳新街花岗岩赤红壤 B 层 (45~105cm) 中有高岭石 77.8%，水云母 7.30%，针铁矿 10.1%，三水铝石 2.8%，这与硅酸盐矿物风化过程的地带性规律相吻合，亦是赤红壤的重要特征之一。

此外，因母岩不同，影响其高岭石结晶度及次要的黏土矿物组成和含量也略有差异。如花岗岩发育的赤红壤以结晶好的高岭石占优势，次有伊利石、蛭石、三水铝石、埃洛石、14A、过渡矿物、针铁矿、赤铁矿、石英等；第四纪红土发育的赤红壤高岭石结晶差，次要矿物均少；砂页岩赤红壤高岭石为主，但水云母、针铁矿较多。

4.2.2 酸性强 赤红壤富铝化作用明显。三氧化物含量较高 (42%~49%)，其中三氧化铁 5.06%~17.49%、三氧化铝 28.17%~37.76%、 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 1.7~2.3 左右，土体中盐基淋失，盐基总量低，在每百克土 0.1~0.16mol 之间，交换量每百克土 0.7~4mol，交换性铝成为土壤酸度重要组成部分相应增高，占总酸度的 60%~94.4%，土壤酸性强，pH 多在 5.0 左右。开垦后因施肥影响，旱地土壤普遍有所升高，盐基饱和度除海岛地区和近海地区受海洋作用和基性母岩 (玄武岩) 及耕地受施肥影响较高外，其余均很低，多在 25% 以下。

4.2.3 养分含量一般较低 赤红壤开垦利用较早，植被破坏也严重，除少数次生林下的土壤有机质含量较高外 (>2%)，面积广大的稀树灌丛草坡和开垦种植后的土壤有机质含量较低。根据 1 305 个样本分析，有机质平均含量为 1.93% ± 0.477%，全氮 0.086% ± 0.010%，全钾 1.91% ± 0.477%，速效性磷、钾较低。

4.2.4 质地不一，表层砂化普遍 赤红壤的颗粒组成主要受母质影响，按不同母质发育的赤红壤土粒由粗至细排列，大致是花岗岩、砂页岩、红色砂页岩、第四纪非网纹红土、片 (板) 岩、石灰岩、玄武岩等，故质地随母质变化较大。如玄武岩、第四纪红土、页岩等发育的黏粒含量较高，<0.002mm 的多在 40% 以上，质地多属黏壤土—黏土；花岗岩、红色砂页岩、砂岩的黏粒含量较低，<0.002mm 的一般在 30% 以下，多属砂壤土—黏壤土，并富含石砾、石英粒。但开垦或植被破坏后，因耕作频繁，水土流失较普遍，耕层或表层黏粒流失，2~0.2mm 的粒级增加；同时土体中黏粒向下淋移现象明显。

5 类型划分

按照全国土壤分类系统及赤红壤的发育程度及剖面特征不同，可进一步划分为赤红壤、黄色赤红壤、赤红壤性土 3 个亚类，其中赤红壤性土在广东省有所分布，但资料不

全。现仅对赤红壤和黄色赤红壤 2 个亚类进行描述。

5.1 赤红壤亚类 面积 $6.51 \times 10^6 \text{hm}^2$ ，占土类 98.91%。广泛分布于广东省南亚热带丘陵台地。赤红壤亚类的分布面积、成土条件、形成特性、剖面特征、肥力状况与土类近似。据 1 275 个表土层样品分析结果，有机质平均含量为 1.91%，全氮 0.085%，全磷 0.047%，全钾 1.90%，碱解氮 86.7mg/kg，速效磷 3.9mg/kg，速效钾 69.3mg/kg，交换量每百克土 5.03mol，pH5.1，容重 1.13g/cm^3 。

但因母岩与利用状况不同，其形成特性及肥力状况有明显差异，而分 14 个土属及 77 个土种。

5.2 黄色赤红壤亚类 面积 71 638 hm^2 ，占该土类的 1.09%。主要分布在惠阳地区（占 94.8%）、肇庆地区（占 3.45%）和佛山市（占 1.75%），面积很少。多分布在海拔 450m 左右山地丘陵的东南坡繁茂的森林植被下，受东南季风影响，降雨多；同时地表枯枝落叶堆积较厚，其下盘结密集的根系有强烈吸水作用，使土壤表层出现滞水现象，土壤含水量较高，土体吸湿水 2.07%~2.3%，结合水 4.9%~5.4%，而赤红壤则分别为 1.19%~2.11% 和 2.22%~4.3%。土壤矿物质进行强烈水解和水化作用，土体中铁化合物成为多水化合物，如 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeO} \cdot \text{OH}$ （针铁矿），使淀积层色调主要呈棕黄色（10YR5/8），具核块结构，一般表层较厚（15~20cm），富含有机质（2%~5%），呈灰黑色，具粒状结构；质地随母岩而异；酸性，一般自然肥力较高，该亚类按母岩可分 3 个土属，即花岗岩黄色赤红壤、砂页岩黄色赤红壤和沙砾岩黄色赤红壤。

6 利用与改良

6.1 利用现状 赤红壤分布于广东省南亚热带低丘台地，面积大，占全省土壤面积的 45%，具有优越的水热条件，开发利用早，资源丰富，生产潜力很大。盛产甘薯、木薯、豆类、花生、甘蔗、龙眼、荔枝、柑橘、橙、芒果、杨桃、菠萝、榄、茶及马尾松、湿地松、苦槠、桉、樟、柯、黄杞等，成为广东省旱粮、油、糖、果、林的重要生产基地。其中盛产的名优产品，驰名于国内外市场，如增城、从化、东莞荔枝，高州、兴宁龙眼，罗岗橙，英德红茶。此外，粤西化州、高州、信宜等局部地区种植橡胶、咖啡、胡椒等热带作物，这都为赤红壤地区多种多样的开发利用提供了途径。

广东省赤红壤在利用上存在的不合理现象主要表现在以下几个方面。

6.1.1 耕作不当，肥力下降 广东省赤红壤一般土层较厚，酸性较强，质地偏砂或偏黏，交换量不高，养分含量多属中下水平。尤其开垦利用后因耕作频繁、有机质矿化迅速和作物的利用吸收，土壤有机质和全量氮、磷、钾含量均普遍下降。根据赤红壤坡地多年定位试验，赤红壤有机质开垦利用 2~3 年内因剧烈矿化而下降，但在 3 年后又逐渐回升。其中利用频繁的一年两熟区的有机质含量比未垦地低，利用不频繁的一年一熟区和多年一熟区则较未垦地高。尤其后者即与多年生绿肥轮作的有机质含量明显增高，这为赤红壤采用轮作豆科绿肥培肥土壤提供了科学依据。

6.1.2 不合理的利用 广东省赤红壤开垦后一般主要种植木薯、甘薯、玉米、小麦、甘蔗、花生、豆类等作物。在作物安排上是用地作物多，养地作物少；一年生作物多，短