

# 东江流域水土流失区水土资源评价\*

——以上杨试验区为例

<sup>2</sup> 廖安中 <sup>1</sup> 张淑光 <sup>1</sup> 邓 岚 <sup>2</sup> 姚少雄

<sup>3</sup> 谭子文 <sup>3</sup> 余洪生 <sup>3</sup> 纪喜宁 <sup>1</sup> 周利民

(1. 广东省水利水电科学研究所 广州 510610)

(2. 广东省水土保持领导小组办公室) (3. 惠州市水土保持站)

**摘 要** 东江流域水土流失区水土资源评价是在“广东省东江流域防治水土流失措施与规划调查研究的基础上选择典型——惠阳县上杨地区进行的重点深入研究之一。本区水土资源丰富,但成立大亚湾经济开发特区后,工业用水和居民用水激增,水资源不足,需要从西枝江取水补充。土地资源评价,首先应用土地发生学理论将本区划分出10种土地类型,制定出5个土地资源评价因子和指标,并参照国内外土地资源评价分级标准采用八级制进行评价,本区无一等地,二等地最多,占总土地面积33.5%,四级地最少,占总土地面积的1.3%。

**关键词** 水资源 土地资源 土地类型 评价

## Soil and Water Resources Appraisalment in the Soil and Water Loss Area in Dongjiang Watershed

——Taking Shangyang Experimental Area as an Example

<sup>2</sup> Liao Anzhong <sup>1</sup> Zhang Shuguang <sup>1</sup> Deng Lan <sup>2</sup> Yao Shaoxiong

<sup>3</sup> Tan Ziwen <sup>3</sup> Yu Hongsheng <sup>3</sup> Ji Xining <sup>1</sup> Zhou Limin

(1. Guangdong Institute of Hydro-power and Water Sciences Guangzhou 510610)

(2. Soil and Water Conservation Office of Water Conservancy Department in Guangdong Province)

(3. Soil and Water Conservation Station of Huizhou City)

**Abstract** The research of the soil and water loss and soil resources appraisalment are carried out in the Shangyang district, Huiyang county, based on the investigation and studies on the measures and programmes of preventing soil and water loss in Dongjiang watershed, Guangdong province. The water resources is very deficient because of the increasing water used by industry and people after the establishment of Dayawan economic exploitation region, then the partly supplied water come from Xizhi River. The course of soil resources appraisalment is divided into as follows: the soil types in this region are divided into 10 types based on the theory of soil genesis; the 5 factors and indexes of soil resources appraisalment are put forward; the 8-grade system appraisalment is adopted referring to the soil resources appraisalment at home and abroad. Without 1-grade land in

this area, the 2-grade land area is 33.5% of the total land, the 4-grade land is only 1.3% of the total land.

**Key words** water resources land resources land types appraisalment

## 1 概 论

水土资源既是社会经济中农、林、牧、渔以至工贸等各行业建设和发展的基础条件,也是包括人类在内的整个生物社会赖以生存繁衍的环境生态结构的重要组成部分。水土资源的存在状况和变化趋势,不仅影响到人类社会经济活动的成败,而且关系到包括人类在内的整个生物界的盛衰与存亡,经典生态学的研究早就表明,水分和土壤都是各种陆生生物(微生物、植物和包括人类在内的动物)直接或间接赖以生存、繁殖和栖息活动的必要条件。水土资源的重要性是不言而喻的,现在我们将上杨试验区的水土资源状况和评价阐述如下,考虑到区域性阐述的范围可能超越试验区的范围。

## 2 水土资源现状

东江流域(广东省境)地跨东经  $113^{\circ}50' \sim 115^{\circ}35'$ , 北纬  $22^{\circ}27' \sim 24^{\circ}50'$ , 包括河源市、惠州市、东莞市、深圳市, 总土地面积  $30\,644\text{km}^2$ , 占全省 17.3%, 水土流失面积  $1\,429.44\text{km}^2$ , 占流域总土地面积 4.7%。东江多年平均含沙量  $0.27\text{kg}/\text{m}^3$ , 悬移质输沙量 391 万 t, 水土流失区土壤贫瘠, 土层浅, 基岩裸露, 植被稀疏, 光山秃岭比比皆是, 自然环境失去调蓄暴雨径流能力, 河流暴涨, 水旱灾害频繁, 生态系统恶化。为了防止水土流失, 合理利用水土资源, 改善生态系统, 我们进行了“东江流域防治水土流失措施规划”的调查研究, 在这基础上选择典型——惠阳县上杨地区, 进行水土流失区水土资源评价与生态系统的研究。上杨试验区昔日水土流失严重, 草木不生, 荒无人烟, 名叫“晒死鸡”的不毛之地, 惠州市水保站干部群众以愚公移山精神, 坚持不懈地修梯田、筑谷坊, 造林种草, 建立起人工森林生态系统。如今绿树成荫, 鸟语花香, 保土涵水, 生态环境优越, 成为当地百十平方公里内“红色海洋”中的一片“绿洲”。

惠阳县上杨试验区位于惠阳县淡水镇东南, 东经  $114^{\circ}28'36'' \sim 114^{\circ}29'4''$ , 北纬  $22^{\circ}45'29'' \sim 22^{\circ}46'03''$ , 属于亚热带, 水土资源丰富。

### 2.1 水资源现状

惠阳县多年平均降雨量为  $1\,767.4\text{mm}$ , 多年平均径流深为  $855\text{mm}$ , 径流变幅为  $800 \sim 950\text{mm}$ , 丰水年(保证率  $P=10\%$ )降水量为  $2\,129.3\text{mm}$ , 枯水年(保证率  $P=90\%$ )降水量为  $1\,311.6\text{mm}$ 。降水资料统计, 降水多集中在夏秋(4~9月), 两季占多年平均降水量  $1\,767.4\text{mm}$  的 83%, 仅 5 月和 6 月的降水量占全年的 34%, 而春季会出现干旱。前汛期 4~6 月以锋面低槽降水为主, 降水范围广, 强度大, 降水量都在  $695.6 \sim 875.4\text{mm}$  之间, 占全年降水量的 40%~50%, 其中 5 月中旬~6 月中旬的雨量更集中, 特别是 6 月上、中旬, 两旬雨量占 4~6 月雨量的 1/3; 后汛期 7~9 月降水量为  $583.3 \sim 813.7\text{mm}$ , 占年降水量的 1/3~1/2, 降水主要受台风影响, 其次对流性降水, 但从强度、范围和持续时间来说是不及前汛期的。惠阳县降水量年际变化较大, 根据惠阳县水位站 1937~1980 年的 44 年降水资料分析, 多年平均降水量为  $1\,767.4\text{mm}$ , 年降水量最大是 1941 年为  $2\,428.2\text{mm}$ , 比多年平均降水量偏多 37.3%, 最小是 1963 年为  $696.6\text{mm}$ , 仅为多年平均降水量的 39.4%。由于本区降水年际和年内分配不均, 夏

秋多雨,冬春干燥,旱涝灾害频繁,既不利于农、林业生产,土壤侵蚀也极为严重,为了调节水分分配,控制水土流失,本区在丘陵谷地修筑了几条土坝,利用山塘截流蓄水,既有利于浇灌植物,提高成活率,又改善了小气候,至今整个试验区水塘面积达  $5.7\text{hm}^2$ 。

全县多年平均地表径流量为  $18.57\text{亿 m}^3$ ,平水年( $P=50\%$ )的地表径流量为  $17.83\text{亿 m}^3$ 。过境客水  $117.97\text{亿 m}^3$ ,其中东江  $108.6\text{亿 m}^3$ ,西枝江  $7.67\text{亿 m}^3$ ,淡水河  $1.7\text{亿 m}^3$ 。地下水储量为  $1.5\text{亿 m}^3$ 。地表水及地下水径流量合计为  $20.07\text{亿 m}^3$ ,每人平均地表径流量  $4139\text{m}^3$ (不包括客水)为全省每人平均  $3565\text{m}^3$  的  $1.16$  倍,为全国每人平均水量  $2700\text{m}^3$  的  $1.53$  倍。

表1 赤红壤土壤化学性质分析结果

土壤	采样深度 (cm)	pH (水)	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	速效养分(mg/kg)		
							水解氮	磷(P)	钾(K)
赤 红 壤	0~16	5.27	0.60	0.032	0.027	0.43	55.39	6.50	70.00
	16~54	5.11	0.30	痕迹	0.015	0.61	37.83	7.50	40.00
	54~120	5.06	0.14	痕迹	0.013	1.33	10.81	3.75	40.00
	120~200	5.03	0.17	痕迹	0.016	1.27	痕迹	4.50	40.00

但是必须指出惠阳县水资源丰富只是相对而言,没有实际应用价值。如上所述,惠阳县年内和年际降水和地表径流水分分配极不均匀,丰水季节和丰水年的水量不可能屯积起来供给枯水年使用,多余的水量将白白流入大海,而枯水季节和枯水年又会出现水资源不足,据资料统计自20世纪初至1985年间,涝灾和大旱的次数分别为27次和12次。其次惠阳县各地区地表水分分配是不均匀的,本试验区处在惠阳县的南部,大规模提取用水花费的力量和资金就比较多。

## 2.2 土资源现状

土地是指对土地利用潜力有影响的自然环境,包括气候、地形、土壤和植被,也包括人们过去和现在活动后果。土壤或地表组成物质,是构成土地的物质基础,同时也是土地基本性质的综合体现,它们在很大程度决定土地生产力的高低和土地利用方式,所以土壤或地表组成物质是划分土地类型的重要指标。在生物、地形、成土母质和人类活动影响下,本区地带性土壤为赤红壤,惠阳县上杨试验区位于亚热带季雨林生物气候带,气候温暖,雨量充沛,多年平均气温  $21\sim 22^\circ\text{C}$ ,年平均降雨量  $1767.4\text{mm}$ ,母岩为下第三系丹霞群、中亚群灰质胶结紫红色砂质及砾质与铁泥质胶结砂砾岩层,上覆第四纪粘砂质沉积物。由于土壤侵蚀第四纪粘砂质沉积物厚薄不一,平台地和丘陵坡麓较厚,丘陵分水岭脊部和阳坡常被侵蚀殆尽,紫色基岩裸露。本区地处海拔  $30\sim 60\text{m}$  一级的剥蚀阶地,在新构造运动上升活动影响下处于上升阶段,岩性活跃,由于新构造运动上升活动,使该区域的侵蚀基准面下降,土壤侵蚀严重,在古代侵蚀和近代侵蚀作用下,本区形成了低丘陵沟谷地貌。本区植被原为亚热带季雨林,由于人为破坏,原来的植被类型已荡然无存,成为现在的稀树草坡,水保站成立后曾经大规模植树造林恢复植被,形成了今天的人工林,主要有台湾相思纯林、大叶相思纯林、湿地松纯林、大叶相思—木麻黄—台湾相思—柠檬桉混交林、荔枝园、柑桔园以及后来逐步栽种的大叶相思—糖蜜草等群落。在自然因素和人为作用下土壤类型主要有赤红壤、紫色土、紫色砂页岩新成土、人工新成土、果园土、菜园土等。

赤红壤主要分布在平台地、丘陵坡麓和部分平缓的阴坡,主要植被为大叶相思纯林、湿地

松纯林、大叶相思—木麻黄—台湾相思—柠檬桉混交林,成土母质为第四纪粘砂质沉积物,代表剖面2号特征如下:

A层: 0~16cm,灰棕色,团粒与团块状结构,轻壤,根系多,孔隙多,有虫粪,疏松,干燥,表面有1cm的枯枝落叶层。

AB层: 16~54cm,黄棕色,块状与棱块状结构,砂质中壤土,沿裂面有灰色胶膜,有蚯蚓粪,根系稍多,紧实,小孔多有裂隙,稍润。

B层: 54~120cm,棕红色,棱块状与块状结构,砂质粘土,少量小孔有裂隙,有网纹,沿裂隙面有灰色胶膜,紧实,少量根系,稍润。

C层: 120~200cm,红色带棕,块状结构,砂质粘土,少量根系,紧实,少量小孔,稍润。

表2 赤红壤土壤胶体矿质全量分析结果

土壤	采土深度 (cm)	氧化物含量(%)					$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
		$\text{SiO}_2$	$\text{R}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$			
赤 红 壤	0~16	53.75	30.35	5.41	24.94	0.56	3.21	26.39	3.66
	16~54	50.44	35.20	6.24	28.96	0.46	2.60	21.47	2.96
	54~120	48.81	35.39	5.94	29.45	0.39	2.49	21.84	2.81
	120~200	48.89	35.83	6.82	29.01	0.37	2.49	19.06	2.86

表3 赤红壤土壤颗粒分析结果

土壤	采土深度 (cm)	石块(mm,%)		各粒级含量(mm,%)						
		>3.0	1.0~	1.0~	0.25~	0.05~	0.01~	0.005~	<0.001	<0.01
			3.0	0.25	0.05	0.01	0.005	0.001		
赤 红 壤	0~16	7.99	13.90	34.76	15.37	16.61	4.15	7.23	7.95	19.33
	16~54	6.65	16.25	22.10	12.60	24.66	3.46	4.06	16.87	24.39
	54~120	1.41	7.43	12.67	7.30	22.07	11.29	15.02	24.22	50.53
	120~200	2.25	5.49	13.04	13.09	25.33	3.94	16.44	22.67	43.05

从土壤化学分析结果(表1)来看,第四纪沉积物赤红壤 pH5.27~5.03,表层土壤 pH 较高,显然与地面植被大叶相思具有改良土壤作用有关,能够提高土壤酸碱度,降低土壤酸性;土壤有机质 0.17%~0.60%,表层土壤有机质含量较高,由于地面枯枝落叶常被扒光,地表裸露,总的来说土壤有机质含量只能达到中等水平;土壤全氮含量和土壤有机质相符,表层土壤全氮含量可达 0.032%,其下含量较低只见痕迹;土壤全磷含量 0.016%~0.027%,表层含量较高,其下逐渐递减,说明大叶相思具有提高土壤肥力的作用;土壤全钾含量 0.43%~1.27%,表层含量较低,表层全钾含量比底层减少 2/3,说明土壤全钾淋溶作用比较强烈;土壤水解氮痕迹~55.39mg/kg,除了表层有机质含量较高有关外,与地表植物大叶相思是豆科植物,根瘤菌的固氮作用有关,土壤有效磷 4.50~6.50mg/kg,土壤有效钾 4.00~7.00mg/kg,上层比下层高,属中等水平。土壤胶体矿质全量分析结果(表2)可见, $\text{SiO}_2$  表层有聚积现象,而  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量 5.41%~6.82%,表层含量比下层低,表明铁有移动现象,表层具有灰化特征,土壤  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  2.49~3.21,而  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  表层比底层高 27.8%,同样说明表层有灰化特征。从土壤颗粒组成分析结果(表3)来看,石粒含量 7.7%~21.9%,表层石粒含量比底层高 3 倍,目前本区已无侵蚀现象,说明是种植大叶相思前土壤侵蚀的结果;同样土壤砂粒含量 26.5%~50.13%,表层砂粒含量比较高,是构成这一层的主体颗粒,乃是种植大叶相思前土壤侵蚀的结果;土壤粉粒 3.00%~45.7%,表层比底层低,而且是构成底层土壤颗粒的主体,粘粒含量

7.95%~22.67%，物理性粘粒含量 19.33%~24.22%，表层含量比底层低，均说明这种土壤曾经遭受到土壤侵蚀现象。

表 4 可见第四纪沉积物赤红壤物理性质得到改良，表层土壤容重减小，土壤孔隙度比较高，特别是非毛管孔隙比较高，由于植被的作用，土壤表层变得疏松，团粒结构比较高，透水性强，有利于土壤渗透，减少地表径流，减轻土壤侵蚀。土壤毛管含水量 19.35%~24.13%，土壤饱和含水量 20.75%~30.98%，其持水能力中等，按饱和含水量计，2m 土层可贮蓄水量 823mm，1cm 土层贮水深 4.12mm，折合每公顷贮蓄水 8 229m<sup>3</sup>。

表 4 赤红壤土壤物理性质分析结果

土壤	采土深度 (cm)	自然含水量(%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管 孔隙(%)	毛管含 水量(%)	饱和含 水量(%)
赤 红 壤	0~16	5.24	1.43	46.74	20.57	26.19	20.57	29.66
	16~54	8.22	1.69	37.95	19.35	18.60	19.35	20.75
	54~120	13.89	1.63	39.97	24.13	15.84	24.13	30.89
	120~200	11.57	1.71	37.29	20.44	16.85	20.44	20.91

表 5 紫色土土壤化学性质分析结果

土壤	采样深度 (cm)	pH (水)	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	速效养分(mg/kg)		
							水解氮	磷(P)	钾(K)
赤 红 壤	0~11	4.93	0.59	0.033	0.021	1.41	35.13	3.65	80.00
	11~31	5.05	0.28	0.017	0.011	2.55	29.72	5.00	90.00
	31~67	5.15	0.11	痕迹	0.011	2.93	痕迹	4.50	160.00

紫色土：主要分布在丘陵分水岭脊部及阳坡，植被有马尾松、桃金娘、岗松、鹧鸪草、芒萁，近年种植有大叶相思、绢毛相思、糖蜜草，成土母质为紫色砂砾岩，鳞片状侵蚀有少量细沟，阳坡沟状侵蚀比较严重，浅沟、切沟均有发生，代表剖面 3 号特征如下：

A 层： 0~11cm，灰棕色，团粒与团块结构，砂质轻壤，根系多，孔隙多，稍润，表面有中小砾石。

AB 层： 11~31cm，棕带灰色，棱块与块状结构，砂质中壤土，根系较少，少量小孔，稍润。

B 层： 31~67cm，红紫色，块状结构，砂质重壤土，极少量根系，个别小孔，夹较多母岩半风化体，稍润。

C 层： 67~120cm，母岩半风化体，紫色，多石砾，根系量极少，稍润，结构不明显。

紫色土土层不厚，土壤发育微弱，属岩性土壤。紫色土化学性质(表 5)，土壤呈酸性反应 pH4.93~5.15，土壤有机质 0.11%~0.5%，表层土壤有机质含量较多，可达中等水平；土壤全氮含量痕迹~0.033%，含量低；土壤全磷也较低 0.11%~0.021%；但土壤全钾含量丰富(1.41%~2.93%)，这是紫色土继承母岩的特性。水解性氮和有效磷都比较缺，但速效钾含量丰富。土壤矿质全量分析结果(表 6)，全剖面各发生层氧化物含量变化不大，土壤 SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.71~3.32，比值较大，土壤易遭侵蚀。土壤颗粒分析结果(表 7)，表层石块占整个土体近一半，下层只有 28.7%~44.4%，砂粒表层占 28.11%，底层却占 62.7%，这是明显的土壤侵蚀结果，土壤粉粒表层 37.7%，土壤粘粒占 16.66%。土壤物理性质测定结果(表 8)，土壤容重比较高(1.59~1.79g/cm<sup>3</sup>)，特别是表层土壤容重也达到了 1.59g/cm<sup>3</sup>，说明土壤紧实、坚硬、透

水性差，容易形成地表径流，造成土壤侵蚀，土壤孔隙度低，非毛管孔隙小，土壤通透性不良，土壤毛管水和土壤饱和含水量也不高，土壤持水性能小，土壤能够供给植物的水量不多，以饱和含水量计，紫色土全剖面贮水量 256.9mm，每厘米蓄水深 3.8mm，折每公顷紫色土贮水量 2 568m<sup>3</sup>。

果园土：分布在丘陵缓坡和坡麓，经人为修筑成水平梯田，种植荔枝、柑桔，成土母质下部为紫红色砂岩，上部覆盖有第四纪粘砂质沉积物，代表剖面 4 号特征如下：

表 6 紫色土土壤胶体矿质全量分析结果

土壤	采样深度 (cm)	氧化物含量(%)					SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>			
紫	0~11	54.28	29.64	5.24	24.40	0.42	3.32	27.54	3.78
色	11~31	51.36	32.09	5.30	26.79	0.38	2.89	25.75	3.25
土	31~67	49.64	33.14	5.76	27.47	0.35	2.71	23.27	3.07

表 7 紫色土土壤颗粒组成分析结果

土壤	采样深度 (cm)	石块(mm、%)		各粒级含量(mm、%)						
		>3.0	1.0~	1.0~	0.25~	0.05~	0.01~	0.005~	<0.001	<0.01
			3.0	0.25	0.05	0.01	0.005	0.001		
紫	0~11	30.9	17.46	23.10	5.10	17.09	10.22	10.46	16.66	37.34
色	11~13	29.59	14.81	24.69	13.26	14.12	5.30	7.51	20.31	33.21
土	31~67	14.77	13.96	47.88	14.90	8.43	1.52	5.32	7.99	14.83

表 8 紫色土土壤物理性质测定结果

土壤	采土深度 (cm)	自然含水 量(%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管孔 隙(%)	毛管含水 量(%)	饱和含水 量(%)
紫	0~11	5.14	1.586	41.62	20.86	20.76	20.86	23.36
色	11~31	8.96	1.624	40.36	21.74	18.62	21.74	26.28
土	31~67	8.33	1.786	35.02	18.40	16.62	18.40	20.21

A 层： 0~10cm，灰棕色，团块状与团粒状结构，轻壤土，孔隙多有大的虫孔，根系多，稍紧实，稍润。

AB 层： 10~26cm，灰带棕色，块状与棱块状结构，粘土质，小孔多，有大虫孔，有蚯蚓粪，沿裂隙面有灰色胶膜，根系较少，紧实，稍润。

B 层： 26~67cm，浅红棕色，颜色不均一，块状结构，根系少量，较紧实，有少量小孔个别中孔，稍润。

BC 层： 67~131cm，灰棕色与紫色相间，重壤土，块状结构，少量小孔，个别根系，较紧实，稍润。

C 层 131~200，紫色与白色相间，母岩半风化体，结构不明显，砾质中壤土，稍润。

果园土系由第四纪沉积物赤红壤耕种熟化而成，成土母质下部紫红色砂岩坡积物，目前已修成水平梯田，但耕种时间不长，熟化程度不高。从果园土化学性质分析结果(表 9)可见，土壤偏酸 pH4.74~4.83，表层略高但变化不大，说明熟化程度比较低，人为耕种对目前的土壤影响不大，土壤有机质含量 0.13%~0.17%，表层全氮含量不高 0.043%，其下层仅见痕迹，土壤全磷含量比较少，但全钾含量丰富，这与下层成土母质紫红色砂岩坡积物有关，土壤水解性氮和

土壤速效磷的含量都不高,但土壤有效钾含量丰富,这与土壤全钾含量较高有关。土壤颗粒组成分析结果(表 10),表层土壤石块含量不多,只有 15.15%,这是修成水平梯田后土壤侵蚀减弱的缘故,土壤砂粒占 30.1%,土壤粉粒占 40.0%,是构成这一层土体的主体部分,土壤粘粒占 21.78%,从整个剖面来看土壤颗粒比较细,中壤—重壤质。土壤物理性质测定结果(表 11)可见,由于人为耕作土壤熟化,土壤容重较小,孔隙度比较高,非毛管孔隙多,土壤结构较好,比较疏松,透水性好,毛管水和饱和水都比较高,持水能力比较强。以饱和含量计,果园土全剖面贮水量达 846mm 每厘米贮水深 4.2mm,折合每公顷贮水量 8 460m<sup>3</sup>。

表 9 果园土土壤化学性质分析结果

土壤	采样深度 (cm)	pH (水)	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	速效养分(mg/kg)		
							水解氮	磷(P)	钾(K)
果 园 土	0~10	4.83	0.71	0.043	0.029	1.31	32.42	4.00	80.00
	10~26	4.79	0.28	痕迹	0.013	1.32	16.21	6.00	40.00
	26~67	4.78	0.19	痕迹	0.016	1.57	5.40	3.75	50.00
	67~131	4.82	0.13	痕迹	0.018	1.56	痕迹	1.75	57.50
	131~200	4.74	0.13	痕迹	0.019	1.47	痕迹	3.05	60.00

表 10 果园土土壤颗粒组成分析结果

土壤	采样深度 (cm)	石块(mm,%)		各粒级含量(mm,%)						
		>3.0	1.0~	1.0~	0.25~	0.05~	0.01~	0.005~	<0.001	<0.01
			3.0	0.25	0.05	0.01	0.005	0.001		
赤 红 壤	0~10	7.05	8.10	18.68	11.47	18.66	7.58	13.73	21.78	43.09
	10~26	5.41	8.09	13.87	19.84	7.33	7.61	12.55	30.71	50.87
	26~67	3.14	8.88	19.75	19.63	9.32	9.32	13.52	19.58	42.42
	67~131	5.21	12.66	23.70	14.33	16.59	10.41	8.02	14.29	32.72
	131~200	5.14	11.60	23.52	5.26	25.33	15.82	12.07	6.10	34.29

表 11 果园土土壤物理性质测定结果

土壤	采土深度 (cm)	自然含水 量(%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管孔 隙(%)	毛管含水 量(%)	饱和含水 量(%)
紫 色 土	0~10	13.29	1.434	46.63	25.31	21.32	25.31	37.03
	10~26	15.86	1.621	40.46	24.84	15.62	24.84	26.51
	26~67	17.02	1.482	45.05	27.99	17.06	27.99	32.97
	67~131	10.59	1.520	43.79	24.13	19.66	24.13	25.19
	131~200	15.15	1.512	44.06	25.75	18.49	25.75	26.79

紫色砂页岩新成土:分布在丘陵阳坡,植被为鹧鸪草,大部分是光板地,只长苔藓、地衣,成土母质为紫色砂页岩,土壤面蚀严重,有沟蚀,代表剖面 5 号特征如下:

AC 层: 0~11cm,灰紫色,碎块状结构,植物根系多,有较多小孔,砾质轻壤土,稍润。

C 层: 11~22cm,紫色,砂土,结构不明显,母岩半风化体。

紫色新成土土层极薄,植物生长稀疏,大部分是光板地。土壤化学性质分析结果(表 12)可见,土壤呈酸性 pH4.5~4.62,土壤有机质含量很低 0.1%~0.15%,土壤全氮仅痕迹,土壤含磷量少,但全钾继承了母岩的特性含量较高,土壤水解氮和速效磷都低,水解性钾量中等,这种土壤基本上是母岩半风化体,属母质性土壤。土壤颗粒组成分析结果(表 13),石块占 25.4%,土壤砂粒占 36.0%,土壤粉粒占 34.45%,土壤颗粒组成基本上以土壤砂粒和土壤粉粒为主,土壤粘粒含量不高(13.35%)。土壤物理性质测定结果(表 14)比较松散,容重不高(1.44g/cm<sup>3</sup>),总孔隙比较高(46.3%),但非毛管孔隙比较低。因为土层薄,土壤瘦瘠,养分含量低,自

然含水量少,保水蓄肥能力极差,植被难以生长。

表 12 紫色新成土土壤化学分析结果

土壤	采样深度 (cm)	pH (水)	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	速效养分(mg/kg)		
							水解氮	磷(P)	钾(K)
紫 色	0~11	4.62	0.15	痕迹	0.013	1.55	10.81	9.25	40.00
新成土	11~22	4.50	0.10	痕迹	0.031	1.52	痕迹	6.00	40.00

表 13 紫色新成土土壤颗粒组成分析结果

土壤	采样深度 (cm)	石块(mm、%)		各粒级含量(mm、%)						
		>3.0	1.0~ 3.0	1.0~	0.25~	0.05~	0.01~	0.005~	<0.001	<0.01
紫 色	0~11	9.21	16.18	21.16	14.86	17.23	9.73	7.49	13.35	30.57
新成土	11~12	7.71	12.67	17.90	8.83	24.98	12.00	9.64	13.98	35.62

表 14 紫色新成土土壤物理性质测定结果

土壤	采土深度 (cm)	自然含水 量(%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管孔 隙(%)	毛管含水量 (%)	饱和含水 量(%)
紫 色 新成土	0~11	10.35	1.444	46.30	30.10	16.20	30.10	37.21

3 水土资源评价

3.1 水资源评价

当前惠阳县可利用水量 83 058 万 m<sup>3</sup>,需水量 50 902. 16 万 m<sup>3</sup>,全县现有供水量的 72. 9%,可利用水量大于需水量,如水利工程措施能跟上去可满足全县国民经济各部门需水量的要求。还有大量的东江、西枝江及淡水河的客水,此外淡水镇的地下水属岩溶水,其汇水条件好,地处地下径流和排泄通道,是有开发前景的地区,故本县水资源是丰富的。本试验区处于大亚湾边沿,由于大亚湾经济开发的兴起,大亚湾经国务院批准成为大亚湾经济开发特区,计划中的惠州一大亚湾工业走廊正在筹建,惠州一大亚湾兴起大规模城市化建设。大亚湾规划区可供开发的土地达 160km<sup>2</sup>,具有天然的深水良港,濒临香港,面对台湾、东南亚的窗口,对内紧接深圳、惠州,是连接广州、汕头、珠江三角洲、厦门等沿海开发城市的交通要道,形成海、陆、空交通方便、投资环境优越的新开发区。正因为其地理位置适中,面向南海,大亚湾有优良港口、交通、通讯便利。淡水一澳头工业区开发速度很快,电力、石油化工等重型工业的发展,使这一地区将成为广州省主要的重工业基地之一,大亚湾地区的一些项目正在规划和建设之中。水是人的生命活动和社会发展最基本的物质资料,是不能用任何其它物质所替代。改革开放以来本区的经济正从以农业为主的经济,转变为以工业为主的经济,水利不仅是农业的命脉,而且是国民经济的基础产业,随着经济不断发展,城镇人口增加,需水量大幅度增长,同时用水结构发生明显变化。据调查 1989~2010 年农业需水量占需水总量的比例,由 71. 6%降为 30. 2%,而工业、城镇生活需水量占总需水量的比例,则由 23. 5%上升为 66. 9%,工业城市生活用水将构成水资源利用的主体,不仅数量大并且保证率要求也高。目前大亚湾地区是 90 年代国内投资热点,预测大亚湾开发区 2000 年需水量为 1. 26 亿 m<sup>3</sup>,2010 年需水量达 2. 21 亿 m<sup>3</sup>,规划兴建从



西枝江通过淡水河调水到澳头的供水工程,计划2000年由西枝江调水2.52亿 $\text{m}^3$ ,2010年达4.1亿 $\text{m}^3$ 。目前大亚湾开发区国有企业、乡镇企业及外资合资企业如雨后春笋般迅速发展,在供水尚未完善的情况下,不少企业用钻井方式抽取地下水(如熊猫汽车厂即为一例),以解决生产和生活用水。随着经济不断发展,本区水的需求量日益增加,势必更多的采用地下水,但是对城市地下水,务必在开展地下水资源勘察的基础上,进行适度开采,避免因滥采导致地面下沉危及建筑物安全。开发地下水的优点在于可分散开采,分散投资,就地利用,兴建工程的工期短,能较快取得效益,避免长距离输水,减少渗漏和蒸发损失,有助于加速地表水和地下水的相互转化。

目前惠阳县水质情况尚好,符合国际饮用标准,随着经济开发必须注意防止水质污染,避免国外发达国家曾走过的所谓“先污染后治理”的发展道路。

### 3.2 土地资源评价

3.2.1 土地类型 土地是由地质、地貌、气候、土壤和植被等多种自然要素组成的自然综合体,其范围包括从岩石、岩石风化壳、土壤到植被冠层及其上部空间的垂直剖面。土地作为自然综合体,在地带性与非地带性因素的作用下,产生了各具特征个体,将这些个体按照一定的原则组成不同层次的系统,这就是土地分类,土地个体即为土地类型的基本单元,土地类型的实质是植物生态类型按自然属性划分的。我们遵循土地类型发生学原则,根据土地类型的发生与演变是受自然力和人力共同作用的结果,无论是高级或低级土地类型都有其发生和发展过程。发生原因和条件相同,就注定了它们具有某些相似的本质和形态特征相似,不同生物气候土壤带形成的地带性土类不同,同样不同地质年代的地壳运动和不同时期地层的缓慢变迁所塑造的土地类型,在地表物质组成及外部形态方面都截然不同,上面所说的土壤发生学类型和地壳运动或其它地层内部的不稳定因素,就是发生学的依据。此外土地类型的个体特征是多种自然因素共同作用的结果,包括地质、地貌、土壤、气候、植被、人为因素等等,不论从宏观或微观上讲,每个因素所起的作用程度是不同的。在某一个特定的区域内,有的因素作用力强,表现明显,有的则只有轻微的影响。把其中影响深,作用稳定,外部特征突出,而且它的变化将牵动其它一系列因素发生变化的,称为土地类型分异因素,因此根据这个原则我们确定以土壤和地貌为主导因素,进行本区土地分类的,根据上述我们将本试验区土地类型划分为:

(1)赤红壤平台地。分布在试验区的中部,为剥蚀阶地残存的平台,丘陵地顶部地形平坦,坡度 $<5^\circ$ ,面积宽阔,下部基岩为紫色砂页岩,上覆厚层第四纪沉积物或其坡积物,粘砂质,土层深厚,目前生长大叶相思,长势良好。土壤为赤红壤,土壤养分含量较高,有灰化现象,无土壤侵蚀。

(2)赤红壤平地。分布在丘陵坡麓或沟台地,目前多为人工推平的土地,地形平坦,坡度 $<5^\circ$ ,成土母质为第四纪沉积物或其坡积物,土层深厚,粘砂质,土壤为赤红壤,种植果树或等待开发的土地,无侵蚀,土壤养分含量较高,但新平整地土壤养分含量低,无灌溉设施。

(3)赤红壤梯田。分布在丘陵坡地,坡度 $5\sim 15^\circ$ ,底部基岩为紫色砂页岩,上部覆盖有第四纪红色沉积物,粘砂质,重壤到轻粘土,土壤为赤红壤。由于兴修水平梯田,第四纪粘砂质土层厚薄不等,一般在1m以上,土壤养分含量中等,有机质1%左右,土壤熟化较差,团粒和团块状结构,蓄水保肥能力较强,渗水透水性能良好,无土壤侵蚀,目前种植荔枝、龙眼、柑桔、产量较高。

(4)人工新成土坡地。分布在淡澳河边,河床挖出堆积物,其中早期开挖的河沙土,土壤为

壤质,微酸性,含大量石英砾块,养分含量低。堆积的新成土没有拦砂措施,降雨后砂石下泄至沟中,沟谷为砂石所覆盖。

(5)赤红壤缓坡地。分布在坡麓和起伏丘陵地区,坡度 $5\sim 15^\circ$ ,下伏基岩为紫色砂页岩,其上覆盖有第四纪沉积物,粘砂质,土层厚度 $>1\text{m}$ ,土壤为赤红壤。这种土地主要植被木麻黄—湿地松—大叶相思针阔叶混交林,也有纯湿地松针叶林,林下有芒萁、蕨、马茵单等草灌植被,但是还有一部分未种植人工植被的稀疏马尾松、芒萁地,但芒萁生长比较旺盛。地表有面蚀,其中以鳞片状侵蚀为主也有少量的细沟和浅沟侵蚀,有林地无土壤侵蚀。针阔叶混交林下土壤比较肥沃,表层有 $5\sim 10\text{cm}$ 枯枝落叶层,有林毡层约 $5\text{cm}$ ,表层土壤有机质含量 $1\%$ 以上,土壤养分含量中等,在针阔叶林影响下土壤有轻微的灰化现象。

(6)薄层赤红壤坡地。分布在丘陵地区中上部坡地,坡度 $15\sim 25^\circ$ ,下伏基岩为紫色砂页岩,上面覆盖有第四纪沉积物,红色粘砂质土层厚度 $<30\text{cm}$ ,土壤为薄层赤红壤。植被为稀疏马尾松草地,芒萁生长较差,有时退化成马尾松、茅草、芒萁或马尾松、桃金娘、鹧鸪草、岗松。土壤面蚀比较严重,有鳞片状侵蚀,细沟、浅沟比较多,有少量切沟,土壤养分含量比较差,土壤有机质 $<0.5\%$ 。

(7)紫色土梁脊地。分布在丘陵的脊部,基岩为紫色砂页岩,上伏第四纪沉积物绝大部分已被侵蚀殆尽,仅局部块状残留。土壤为紫色土,质地粗,石砾多,土层 $60\text{cm}$ 以上。土地干旱风大,土壤侵蚀以面蚀为主,鳞片状侵蚀普遍,偶有细沟。土壤养分含量低,土壤有机质 $0.5\%$ 左右。植被有鹧鸪草、岗松、桃金娘、马尾松,人工植被有湿地松、木麻黄、大叶相思、细叶桉,植被生长较差,覆盖度 $20\%$ 左右。

(8)紫色土坡地。分布在丘陵坡地,坡度 $15\sim 25^\circ$ ,基岩为紫色砂页岩,土壤为紫色土,质地粗,石砾多,土层 $40\sim 50\text{cm}$ 。土壤侵蚀以鳞片状侵蚀为主,有浅沟和切沟,地表多石块。土壤养分含量低,土壤有机质含量 $<0.5\%$ ,呈微酸性。植被有芒萁、马尾松、人工植被有湿地松、大叶相思、绢毛相思,由于土壤质地不良,养分含量不高,植被生长较差,覆盖度 $30\%$ 左右。

(9)紫色土陡坡地。分布在丘陵中部,坡度 $>25^\circ$ ,基岩为紫色砂页岩,土壤为紫色土,石砾土,土层薄,一般 $30\sim 40\text{cm}$ 。土壤侵蚀以浅沟和切沟为主,有鳞片状侵蚀,常有基岩出裸地表。土壤养分含量低,土壤有机质含量 $0.3\%$ 左右,土地显得比较干旱。植被有稀疏的芒萁、马尾松和鹧鸪草、岗松、桃金娘,人工植被有绢毛相思、大叶相思、糖蜜草,覆盖度 $15\%\sim 20\%$ 。这种土地类型坡度大,土壤侵蚀严重,土层薄,质地粗,养分缺乏,干旱,植被生长不良是它的特点。

(10)紫色砂页岩光板地。分布试验区北部的低丘陵区。由于土壤侵蚀,土层被侵蚀殆尽,基岩裸露,地表成为侵蚀劣地。此地草木不生,仅着生地衣,苔藓等岩生植被,光板地间堆积有基岩半风化体的地方,生长稀疏的鹧鸪草。土壤养分含量很低,土壤有机质 $<0.3\%$ ,干燥,是本区最难以改造利用的侵蚀劣地。

3.2.2 土地资源评价因子 土地资源最重要的特征是它具有一定的生产力和利用价值。因此通常以土地生产力的高低和土地对农、林、牧业的适宜性以及土地利用改良难易等作为土地资源评价的主要依据。土地的生产力与土地的适宜性(或土地的限制性)是相互联系相互制约的,一般来说好的土地具有多宜性,既可以作农地,又可以作林牧用地,其生产潜力高,比较差的土地不具多宜性。土地存在某种或某些限制因子,例如土层薄、水土流失、土壤质地等限制了土地的利用,因为各种用途有它自己的要求和限制性,因此需选译适合本地自然条件特点的土地评价因子,这是土地资源评价的基础工作。限制性因子实际指生态因子的限制性,在某种

临界限度时,对农、林、牧业生产力产生的制约作用,对土地生产力产生最直接最明显限制作用的是一些生态因子,因此主要是选择那些长期而比较稳定作用的生态因子作为评价因子。本区影响土地资源评价的生态因子有如下几个:

(1)地面坡度。地面坡度影响到降雨地面径流的流速,而地面径流的流速又影响到径流下渗水快慢和多少,与土壤水分有很大的关系。一般坡度越大径流流速越大,下渗水越少,对土壤蓄水量有一定影响;地面坡度还影响到土壤侵蚀,在一定坡度范围内坡度越大土壤侵蚀越严重;同时关系到土壤养分,一般土壤侵蚀都从土壤养分丰富和有机质含量比较高的表层开始,因此常常表层被剥蚀去留下养分含量的底土层。所以地面坡度作为土地资源评价的因子是非常必要的,其具体划分如表 15。

表 15 地面坡度与其限制性的关系

分级	坡度	限制性
I	0~5°	无限制,宜农,无土壤侵蚀或轻微土壤侵蚀
II	5~15°	有一些限制,宜农,有土壤侵蚀,需要采取水土保持措施,或修筑水平梯田
III	15~25°	有限制,用作农地必须修筑水平梯田,土壤侵蚀较严重,修水平梯田费工大
IV	25~35°	限制性大,宜林、牧、土壤侵蚀严重,不宜农
V	>35°	限制性很大,宜牧、草灌植被为主,土壤侵蚀严重

(2)土层厚度。土层厚度与植物根系的伸展和土壤储水量有关,土层愈厚植物根系的伸展不受限制,营养面积大,支持地上部分牢固,土层储水量多,抗旱能力强。土层太薄不适宜农业,也不适宜林业,只能种植一些草本或灌木植被。因此土层厚度是评价土地资源的重要因素。具体划分如表 16。

表 16 土层厚度与其限制性的关系

分级	土层厚度(cm)	限制性
I	>200	无限制,宜农、林、牧业生产
II	100~200	有轻微限制宜农,对深根性树种有轻微限制,宜牧
III	50~100	有限制,宜农,但蓄水保肥能力较差,对林业为临界性适宜,宜牧
IV	30~50	有较强限制,不宜农、林,只宜牧
V	<30	限制性大,只宜草、灌植被生长

(3)土壤侵蚀。土壤侵蚀关系到地面的平整性和土壤养分的含量,强度沟蚀的土地,地面被侵蚀沟切割得破碎不堪,不能够耕作,甚至成为侵蚀劣地,有的土壤被蚀基岩裸露不能利用;土壤侵蚀往往从表层开始,而地面表层是土地养分储量比较丰富,有机质含量比较高的一层,因此侵蚀土壤往往比较贫瘠,随着土壤侵蚀的增强,表层被蚀后心土层和底土层相继出露地表,土壤养分含量相应减少到母质状态。因此土壤侵蚀是评价土地资源的一个重要因子,具体划分如表 17。

表 17 土壤侵蚀强度与其限制性的关系

分级	侵蚀强度	限制性
I	无侵蚀	无限制,宜农、林、牧业
II	轻度侵蚀	轻微限制,用作农地要采取水土保持措施,宜林、牧
III	中度侵蚀	限制性一般,用作农业要采取较高的水土保持措施如修水平梯田,宜林、牧
IV	强度侵蚀	限制性较大,不宜农,宜林、牧
V	极强度侵蚀	限制性极大,应封禁造林种草

(4)土壤有机质。土壤有机质是土壤养分的载体,土壤有机质通过土壤微生物分解、转化为土壤速效性养分和缓效性养分供给植物的营养需要,土壤有机质的多少,直接关系到土壤供给植物养分的多少。土壤有机质是水稳性土壤团粒结构最佳的胶结剂,有机质多的土壤,水稳性团粒结构也比较多;此外土壤有机质能改良土壤其它物理性质,如土壤容重,土壤孔隙度,使土壤松紧适宜,通气性良好,透水性适中,为植物创造良好的水、肥、气、热状况。因此土壤有机质的多少是土地资源评价的重要因子,具体划分如表 18。

表 18 土壤有机质含量与其限制性的关系

分级	土壤有机质含量(%)	限制性
I	>1.2	无限制,土壤水、肥、气、热状况良好
II	1.2~1.0	轻微限制,土壤水、肥、气、热状况稍差
III	1.0~0.8	一般限制,土壤水、肥、气、热状况较差
IV	0.8~0.5	较大限制,土壤水、肥、气、热状况差
V	<0.5	极大限制,土壤水、肥、气、热状况接近成土母质

(5)土壤质地。土壤质地影响到土壤的保水蓄肥能力,土壤质地粗的土地保水蓄肥能力差,同时土壤质地也直接反映土壤本身的矿物质营养状况。土壤质地粗含石英多,缺乏土壤矿物质营养元素,土壤质地还影响到土地的耕性,粘土耕性不好,土壤物理性质差。因此土壤质地影响到植物生长好坏和土地的利用,是土地资源评价的因子之一,具体划分如表 19。

表 19 土壤质地与其限制性的关系

分级	土壤质地	限制性
I	中壤	无限制,土壤水、肥、气、热状况良好
II	轻壤	轻微限制,土壤保水蓄肥能力稍差
III	砂壤	一般限制,土壤保水蓄肥能力差
IV	粘土	较大限制,土壤耕性不良,水、肥、气、热矛盾大
V	砾石	限制性大,不宜农、林、牧业

3.2.3 土地资源评价 按土地类型,根据上述土地资源评价因子,进行土地资源评价。我们参照国内外标准,结合当地具体情况,初步拟定了土地资源评价的分级标准,一般多采用 8 级制,具体评价如下:

I 等地。土地平坦,肥沃,无旱涝威胁,在正常的土地管理下稳产高产,宜农是最好的土地,几乎或完全没有限制因子,不需采用水土保持措施。在本试验区无 I 等地。

II 等地。是较好的土地,地形平坦无水土流失,但因受一个或几个限制因子的影响,要采取措施才能达到高产的目的,对林、牧业来说是最好的土地。本试验区属于 II 等地的有赤红壤平地、赤红壤平台地、赤红壤梯田,皆受干旱限制,缺乏土壤有机质,面积分别为  $11.5\text{hm}^2$ ,  $1.5\text{hm}^2$  和  $5.2\text{hm}^2$ , 合计  $18.2\text{hm}^2$ , 占试验区总土地面积的 26.5%。

III 等地。土地质量较好,但作农业用地受到多种因子限制,如有较大的坡度( $5\sim 15^\circ$ ),受轻度到中度土壤侵蚀,土壤有机质含量较低,土壤质地较差,需要采取综合措施才能使农业生产长久进行,土壤肥力大致下降,对林、牧业来说是较好的土地。本试验区属于 III 等地的土地有赤红壤坡地、人工新成土坡地,受坡度和土壤侵蚀限制,土壤有机质也较缺乏,有干旱威胁,面积分别为  $18.4\text{hm}^2$  和  $4.3\text{hm}^2$ , 占总土地面积 33.3%。

IV 等地。是农作物极限土地,受到较大的限制,如坡度较大,土层厚度中等,土壤质地较粗,

(下转封3)

# CONTENTS

- 1 Soil and Water Loss and Its Control in the Upper Reaches of Beijiang River  
..... *Guangdong Institute of Hydraulic and Water Power Sciences Guangzhou et al*(1)
- 2 Soil and Water Resources Appraisalment in the Soil and Water Loss Area in Dongjiang Watershed  
——Taking Shangyang Experimental Area as an Example  
..... *Liao Anzhong Zhang Shuguang Deng Lan et al*(78)
- 3 Study on Eco-system of Soil and Water Loss Area in Dongjiang Basin  
——Taking Shangyang Experimental Area as an Example  
..... *Liao Anzhong Zhang Shuguang Deng Lan et al*(90)
- 4 Microbe Forms and Matter-energy Transformation of Soil in the Ecological System of Soil and  
Water Conservation of Shangyang Experimental Area  
..... *Liao Anzhong Zhang Shuguang Deng Lan et al*(102)

(上接第 89 页)

有轻度到中度土壤侵蚀等需要采取强有力的措施才能维持农作物生产,林、牧业上属中等土地。在本试验区属于Ⅳ等地的土地有紫色土梁脊地,受侵蚀和土壤质地限制,土壤有机质缺乏,面积 0.9hm<sup>2</sup>,占总土地面积 1.3%。

Ⅴ等地。土地质量受严重限制,坡度大(15~20°),土壤质地粗,多石砾,侵蚀中度至强度,不能用作农地,只能造林和放牧。在本试验区属于Ⅴ等地的土地有紫色土坡地,受坡度、土壤质地和侵蚀限制,土壤有机质也较缺乏,面积 11.4hm<sup>2</sup>,占总土地面积 16.8%。

Ⅵ等地。土地质量受多种严重限制,主要限制因子如坡度大(15~25°)、土层薄(<30cm),强度土壤侵蚀,各种侵蚀沟发育,不能用作农业,只能造林和种草,甚至造林也受到限制,不论何种用途都要采取水保措施,否则水土流失无法控制。在本试验区属于Ⅵ等地的土地,有薄层赤红壤坡地,受土层薄(<30cm),强度土壤侵蚀限制,面积 2.7hm<sup>2</sup>,占总土地面积 3.9%。

Ⅶ等地。受多种土地质量严重限制,如坡度陡(25~35°)、土层薄(<30cm),土壤质地粗,多石砾,土壤侵蚀强烈,这种地不宜农、林业,只适宜种草和放牧。本试验区属于Ⅶ等地的有紫色土陡坡地,受坡度、土层、土壤质地和土壤侵蚀严重限制,面积 4.2hm<sup>2</sup>,占总土地面积 6.2%。

Ⅷ等地。暂时不能利用的土地,对农、林、牧业都不适宜。如本试验区的紫色砂页岩光板地,面积 8.0hm<sup>2</sup>,占总土地面积 11.8%。

参加工作的有:中山大学昆虫学研究所周昌清,广东土壤研究所邓邦权、王昕。