

# 南方砂金开采对土壤肥力的影响及复垦技术研究

赵世伟 黄福珍 张与真 李智明 马玉玺

中国科学院  
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100

## 提 要

砂金开采对土壤肥力产生严重影响。主要表现为：土壤剖面构造破坏，底部生土上翻，耕层养分损失较大，土壤肥力下降，农作物产量锐减。研究表明：在砂金开采中实行土壤分层剥离，表土单独堆放，保表复垦是矿区农田复垦中保持土壤肥力的关键，同时，建立人工犁底层是南方砂金矿区水稻土复垦中一个重要技术措施。

关键词：砂金开采 土壤肥力 复垦技术

## Effects of Sand Gold Mining on Soil Fertility and Reclamation Techniques in South China

Zhao Shiwei Huang Fuzhen Zhang Yuzhen Li Zhiming Ma Yuxi

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica and

Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi, 712100)

## Abstract

The serious effects of sand gold mining on soil fertility were reported in this paper. These effects include: the structure of soil section was broken, gravel and bottom soil were reversed to surface soil, the nutrients of top tilling soil lost seriously, the soil fertility and crop yield decreased. With the above results, the authors suggested that the keys of soil fertility conservation in soil reclamation should be to come off soil layer by layer and to place the topsoil alonely in sand gold mining. The heart of the matter is to carry on artificial plough in paddy soil reclamation in the sand gold mine region of south China

**Key words** sand gold mining soil fertility soil reclamation techniques

我国南方的湖南、广西、四川及陕西、甘肃南部等省区广泛分布着具有工业价值的砂金矿床。近年来，砂金工业在我国南方得到迅速的发展。然而，南方砂金矿床主要是分布在湘江、资水、汨罗江、源江，新安江水系，昌江，信江，嘉陵江、汉水、桂江等流域的河床及两侧阶地的冲积型矿床，其分布的地区，大多是当地粮食主产区，人口耕地矛盾突出，且矿床主要埋藏于河道两侧的肥沃农田下部，有的深达7~10m。大型机械化采金过程，必然造成土壤剖面构造解体，耕地毁坏，给生态环境和农业生产带来不良后果。因此，国家在砂金矿山建设的同时，要求矿山采金后进行全面农田复垦。为

此,我们以冶金部安康金矿为基地,开展砂金开采对矿区土壤肥力影响的系统研究,以探明砂金矿区土壤肥力恢复的限制因素,为南方砂金矿区农田复垦提供理论依据和复垦技术。

## 一、矿区基本情况

安康金矿位于汉江支流月河流域的恒口盆地,矿区东西长24km,南北宽0.6km,海拔在250~290m;境内气候温和,属秦巴山地半湿润气候,年平均气温15.5℃,年降水量936mm。矿区占地6.72km<sup>2</sup>,其中耕地4.17km<sup>2</sup>占62%。区内人口稠密,人均耕地仅0.6亩,但土地肥沃,农作物以水稻、小麦为主,其次为玉米、红薯和豆类。水稻平均亩产400~500kg,小麦250kg左右,素有“安康粮仓”之称。经济以农业为主,但砂金贮量相当丰富,是一个很有发展前景的工农业开发区。

## 二、矿区主要土壤类型及分布

矿区分布于月河两岸的河谷盆地。在I级阶地上分布着第四纪全新世早期(Q<sub>1</sub>)的灰黄色砂砾层,上部为黄褐色粘土或砂、粘间层的冲积,堆积物及近代河流冲积、沉积的砂质壤质及沙粘相间的冲积母质,经人工耕作熟化发育而成水稻土和潮土类土壤。水稻土主要土种有沙泥田,锈斑沙泥田和青泥田;潮土主要土种有潮沙土,油沙土,沙黄土和砾质砂土等(如图1)。

潮土主要分布在I级阶地边缘及河漫滩交界处,由于受近代河流淤积影响较大,土壤发育进程常被洪水淤积所打断,发育层次不明显,而不同质地的沉积,淤积层次仍然保存在剖面中,砂、粘相间或砾砂混杂,土层较薄,一般在0.7~1.2m,养分分布无规律,此类土壤属沙黄土和砾质沙土,面积约占耕地面积的5.6%。而远离河岸的旱作耕地脱离洪水影响,剖面层次有一定发育,土壤质地以轻壤、砂壤为主,间有粘质胶泥,剖面下部大都埋藏大小不一的砾石,土层厚度在1.1~1.6m,耕作熟化程度较高,这类土壤属油沙土和潮沙土,约占耕地面积的31.3%。

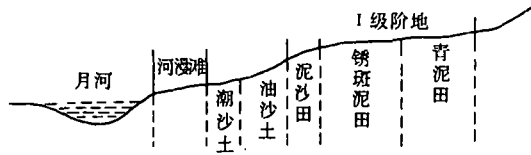


图1 安康金矿矿区主要土壤分布示意图

水稻土主要分布在开阔平坦的I、II级阶地地面上。其耕作熟化程度较高,土壤发育层次明显,在肥沃的耕作层下,形成蓝灰色的氧化还原层和紧实的犁底层,其下为较疏松的心土层。土壤质地均匀,剖面上部以中壤为主,下部出现深厚的轻壤或砂质轻壤,偶有粘质重壤相间层。土层厚度在1.4~4.3m。是矿区内保肥保水的高产农田,面积约占耕地面积的62.9%。远离河道,依次分布泥沙田、锈斑沙泥田和青泥田。

## 三、砂金开采对土壤肥力的影响

### (一)开采前养分在剖面中的分布

为了研究砂金开采过程对土壤肥力的影响,我们对开采前矿区主要土壤养分含量进行了分析测定,结果(表1)表明:土壤发育及熟化程度较高的青泥田和锈斑沙泥田,养分分布一般都是从剖面上部到下部逐渐降低,尤其是在耕作层0~30cm,有机质及氮、速效磷、速效钾含量都明显富集,生物活动也较强烈。30cm土层以下养分含量及生物活动明显下降。

发育及熟化程度较差的潮沙土和油沙土,剖面中养分分布没有明显的规律,尤其是受近代洪水冲积、沉积影响较大的沙黄土和砾质沙土,剖面中养分上下有明显差异,有的剖面下部埋藏的老表土,养分含量甚至高于现代耕作的表土层。

表1 矿区主要土壤养分含量及剖面分布

土壤	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
青泥田	0~29	18.8	1.34	1.15	19.6	6.5	138.0
	9~17	13.0	1.01	1.04	19.7	3.8	83.8
	17~28	7.7	0.80	1.01	18.7	1.8	52.5
	28~48	5.2	0.63	0.87	20.4	—	25.0
	48~100	4.0	0.60	0.99	20.0	1.5	34.0
锈斑沙泥田	0~12	15.6	0.90	0.90	19.5	13.5	80.5
	12~30	13.3	0.96	1.51	21.9	12.6	62.0
	30~43	6.4	0.62	1.10	19.7	2.0	50.0
	43~70	3.7	0.63	1.04	19.3	—	36.5
	70~140	4.0	0.54	0.97	21.6	1.4	43.5
油沙土	0~19	10.5	0.62	1.51	20.1	4.9	45.0
	19~46	6.8	0.45	1.81	20.2	2.3	38.3
	46~76	6.8	0.47	2.07	19.8	2.8	40.0
	76~90	6.5	0.40	2.06	17.8	1.0	67.5
	90~130	4.3	0.54	1.59	21.5	19	91.3
潮沙土	0~14	8.2	0.51	1.35	18.8	6.9	28.8
	14~27	8.8	0.49	1.28	18.5	4.6	66.5
	27~35	8.3	0.63	1.32	19.8	3.3	30.0
	35~59	5.9	0.33	1.11	20.6	3.3	18.0
	59~99	5.0	0.40	1.25	17.6	1.3	26.3

## (二) 采金对土壤养分的影响

由于大型机械采金船的开采,采区土壤中1.2~4m的上部土层被大型推土机剥离推运到几十米远处堆置,在这个过程中,上下土层混合,土壤质地混杂,剖面构造解体,特别是水稻土犁底层遭到彻底破坏,土壤理化性质恶化,如图2所示。

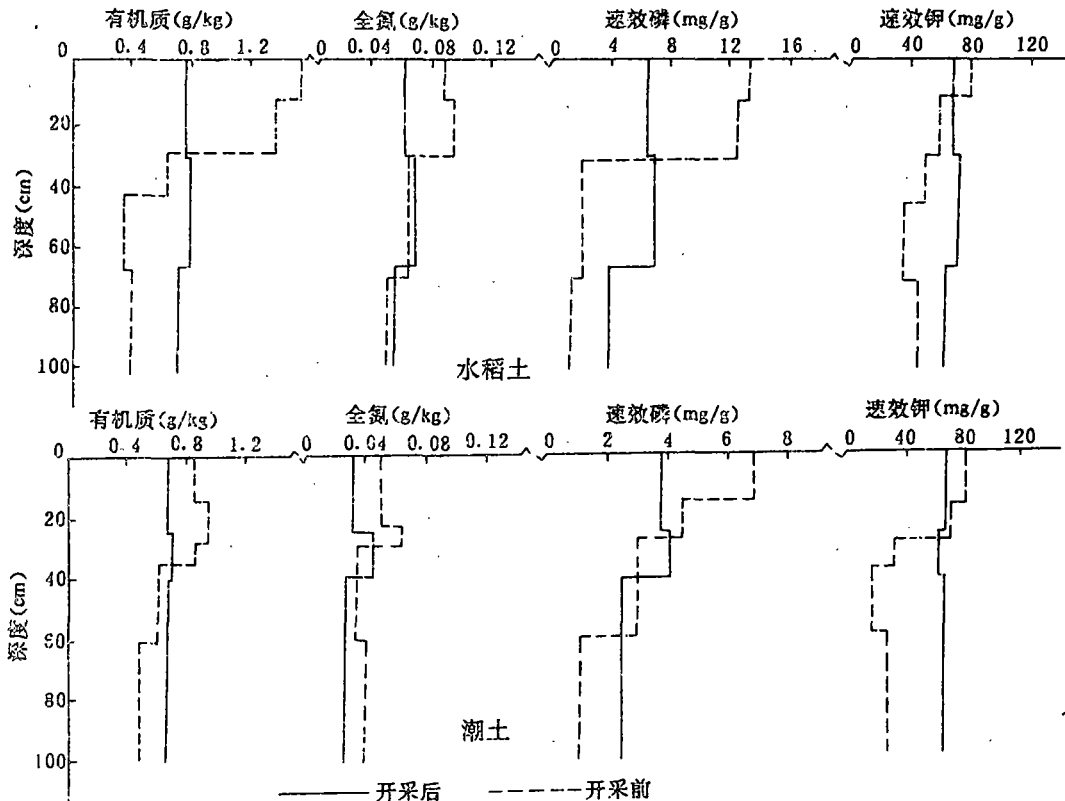


图2 采金前后土壤养分变化及剖面分布

采金后, 土壤养分损失主要表现在表层的0~30cm 土层内。代表水稻土肥力特征的有机质含量较开采前下降了50%, 仅为0.8%左右, 全氮含量下降33%, 仅为0.06%, 不仅如此, 速效磷、速效钾含量也显著减少, 尤其是速效磷含量由13mg/kg 下降到7mg/kg, 损失更大。另外, 土壤养分在剖面中的分布却变得上下差异不明显, 这与开采前养分含量自上而下有规律的降低形成鲜明对照, 其特征同采金前熟化程度较差的潮沙土相似。这一变化说明砂金开采对矿区水稻土肥力产生了严重的不利影响。

同样, 采金也造成潮土类土壤肥力下降。有机质含量减少20%, 全氮损失更为严重, 其含量降低40%~60%。由于上下土层的混合, 0~30cm 土层中砾石增加了60%, 土壤物理性质严重恶化。

### (三)对作物产量的影响

农作物产量的高低, 综合反映了土壤肥力水平。因此, 砂金开采对矿区土壤肥力的不良影响, 必然导致作物产量降低(见表2)。

表2 砂金开采对作物产量的影响

土 壤		水 稻 (kg/亩)		小 麦 (kg/亩)		玉 米 (kg/亩)	
		未施肥	施肥	未施肥	施肥	未施肥	施肥
采金前	水 稻 土	310	506	110	194	152	310
	潮 土	/	/	92	145	123	276
采金后	水 稻 土	157	328	65	105	96	218
	潮 土	/	/	56	93	81	198

通过表2我们可以看出, 砂金开采后, 无论施肥与不施肥, 矿区土壤主要作物产量锐减。其中水稻土为水稻减产35%~49%, 小麦减产41%~45%, 玉米减产30%~37%。潮土为小麦减产29%, 玉米28%~34%。可见采金后水稻土上主要作物减产幅度明显大于潮土, 说明砂金开采对水稻土土壤肥力的破坏作用较旱作耕地的潮土更为严重。

## 四、复垦技术及对土壤养分和作物产量的影响

上述结果表明, 南方砂金开采中的土壤复垦问题是关系矿山建设和矿区农业生产的重大难题。为克服砂金开采产生的不利影响, 恢复矿区农业生产水平, 我们设计了三种复垦方式。第一种是混合复垦: 即将剥离近1m 的土层堆置在过采区边缘的耕地混合土壤(包括部分砂砾)用220匹马力的大型推土机, 推运覆盖于平整过的厚达3m 的尾矿砾石层上, 经推土机推压平整而成。第二种是保留表土复垦: 采金前把土壤耕层30cm 的熟化表土单独剥离、堆放, 复垦时, 在平整尾矿的基础上, 先将心土层推运覆盖在砾石层上, 平整和镇压心土表面, 形成一紧实的人工犁底层, 然后把保留的熟化表土覆盖在心土层上, 形成人工的耕作土壤剖面结构。第三种是客土复垦: 分为两种形式, 一种是保表客土复垦, 在混合复垦基础上, 在表层30cm 以下, 添加一层厚5~6cm 的山地粘质黄泥巴, 构成一薄层的粘质客土层, 然后在客土层上覆盖30cm 的熟化表土层; 另一种是混合客土复垦, 在混合复田时, 在离表土30cm 处, 添加薄层粘质客土, 然后在其上覆盖30cm 的混合土壤, 压实平整而成。

为了比较不同复垦方式对土壤养分和作物产量的影响, 我们在复田后即采集耕层土壤测定土壤有机质、全氮、磷及速效性养分和有效性微量营养元素。并在不施肥的条件下, 比较不同复垦方式对水稻、小麦、玉米等作物生长和产量的影响, 结果见表3和表4。

从表3结果可以看出, 保表复垦和保表客土复垦, 耕层25cm 土壤有机质分别比混合复垦高出

表3 不同复垦方式对土壤养分状况的影响

复垦方式	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有效微量元素(mg/kg)			
							铜	锰	锌	铁
混合复垦	6.9	0.56	1.27	22.7	4.0	82.9	3.4	16.3	1.2	9.2
保表复垦	12.4	0.99	1.37	23.1	9.4	103.8	5.2	29.1	3.3	46.7
客土复垦	9.1	0.96	1.26	23.0	9.0	116.7	3.3	25.3	3.1	47.2

表4 不同复垦方式对作物产量性状的影响

复垦方式	水 稻				小 麦				玉 米		
	穗长 (cm)	有效分蘖 (个)	千粒重 (g)	产量 (kg/亩)	穗长 (cm)	有效分蘖 (个)	千粒重 (g)	产量 (kg/亩)	棒长 (cm)	秃顶率 (%)	产量 (kg/亩)
混合复垦	18.6	1.	24.4	157	4.8	1.0	38.5	65	15.3	45.5	79
保表复垦	20.7	3.1	25.1	344	6.7	1.4	39.0	86	20.6	20.4	134

79.3%和31.9%，全氮含量分别增加77.0%，虽然全磷、全钾差异不大，但速效磷、速效钾含量却有明显增加，速效磷增加1倍以上，速效钾提高25%~40%。有效性微量元素除铜以外，有效锰提高55%~78%，有效锌增加1.5~1.7倍，有效铁增加4倍以上。

作物产量性状(表4)也证明，在没有施肥的情况下，保表复垦对维持水稻、小麦、玉米的正常生长、发育和产量有着明显的作用。混合复垦，作物叶色黄绿、植株矮小、分蘖少、水稻产量只有157kg/亩，小麦65kg/亩，玉米79kg/亩，比采金前的产量显著减少。保表复垦的叶色正常，生长健壮，分蘖较多，水稻亩产334kg，比混合复垦增产1.1倍，小麦增产31.5%，玉米增产94.6%。这一结果表明：采金复垦时，注意保留表土，特别是水稻土复垦时建立人工犁底层，对恢复土壤肥力，防止养分损失，维持作物正常生长，克服当年减产具有十分重要的意义。

## 五、讨论与建议

砂金开采造成了矿区土壤肥力的严重破坏和作物减产。因此，在南方人多地少地区发展砂金工业，应该把恢复土壤肥力和农业生产为目的土地复垦放在同砂金生产同等重要的位置。这也是关系到矿山生存和资源保护，维护人类良好生态环境的重大问题，必须引起有关部门的高度重视。

研究表明：采金前对水稻土及熟化程度较高的旱作土壤，采取分层剥离，保留耕层25~30cm的熟化表土，对恢复土壤肥力，防止养分损失和作物减产具有十分重要的作用。保表复垦措施是矿区农田复垦成败的关键。虽然各砂金矿区土壤特性有所不同，但这一点具有普遍意义。

在南方砂金矿区，水稻土分布广，数量大，而且是土地生产力较高的土壤类型。砂金开采对水稻土壤肥力破坏较潮土严重，它不仅表现在耕层0~30cm土层养分损失，而且水稻土所特有的犁底层被破坏，导致其保水保肥性能大大降低。因此在南方砂金矿区水稻土复垦中，建立人工犁底层就具有更加特殊的意义。

### 参 考 文 献

- [1] Andrem J. Fnegman (朱士良译). 采矿工业使土地荒芜和复垦技术状况.《自然资源译丛》，1981年，第4期
- [2] 黄福珍. 黄土区生土的特性及熟化中肥力变化的研究.《中国农业科学》，1980年，第1期
- [3] Hans-Jurgel Thiede(刘晓光译). 露天开采与环境协调.《陆地生态学译报》，1985年，第1期
- [4] 武警黄金地质研究所编著. 我国砂金分布特征与富集规律.《地质参考资料》，1986年，第2期