

檀海洋,黄 凯,陈孝杨,等. 煤矿充填开采塌陷区地表土壤理化性质时空演变特征[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):320-323.

煤矿充填开采塌陷区地表土壤理化性质时空演变特征

檀海洋¹,黄 凯²,陈孝杨¹,焦殿志³,阳 华³,严家平¹,于佳禾¹,刘 英¹

(1. 安徽理工大学地球与环境学院,安徽淮南 232001; 2. 安徽省池州市国土资源局规划勘测院,安徽池州 247100;

3. 安徽五沟煤矿有限责任公司,安徽宿州 235103)

摘要:以安徽北部五沟煤矿一矿井的煤矿开采地表塌陷区土壤为研究对象,动态监测充填开采塌陷区表层土壤的黏粒、含水量、总可溶性盐、有机质、铵态氮、速效钾和有效磷含量等,研究煤矿充填开采塌陷区表层土壤理化性质的时空变化,同时与非充填开采塌陷区和未塌陷区的采样断面研究结果进行对比分析。结果表明:土壤含水量的季节变化主导因子是区域降雨量,在空间分布上以塌陷盆地中央为中心向四周呈椭圆梯度递减,充填开采与非充填开采结果一致;土壤黏粒、总可溶性盐、有机质、铵态氮、速效钾等均存在流失现象,但充填开采塌陷区表层土壤中的上述物质在塌陷盆地边缘呈缓慢富集,非充填开采塌陷区坡地土壤中物质流失量较大,时空分布不规律。

关键词:煤矿塌陷区;表层土壤;理化性质;时空演变

中图分类号: S151.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0320-03

煤矿井开采过程中,由于采空区应力变化波及地表,造成地表地形地貌改观,其直接危害是形成地表土壤结构破坏及表土承载体的破坏变形^[1]。为了使重点区域或重点建筑物受采煤活动影响在可控范围内,充填开采方式应运而生^[2]。煤矿充填开采是用充填泵或自溜通过管道输送到井下,部分或全部充填采空区,形成以煤矸石充填物为主体的工作面顶板覆岩支撑体系的开采办法。通过充填开采控制地表沉陷在建筑物允许范围内,实现村庄不搬迁,安全开采建筑物下压煤,保护矿区生态环境。煤矿非充填开采引起的塌陷对地表土地破坏是巨大的,不仅破坏已有的植被体系,迫使原有土地利用方式的改变^[3-4],而且改变了土壤理化性质,往往需要对其进行重新测定和评估,确定对植被体系和农作物的支持效果^[5]。如对塌陷区土壤含水量空间分布特征的研究发现,由于地形地貌的变化,越靠近塌陷区中央,土壤含水量越高^[6-8]。塌陷坡地上还易形成土壤侵蚀和氮磷流失等现象,致使塌陷区表土肥力存在空间变异加大的趋势^[9-10]。此外,地下水位较高时,塌陷区容易积水形成人工湿地。因此,针对非充填开采形成的塌陷区,必须要改变原有的土地利用方式,或者应用特定的土地复垦措施,逐步恢复土壤功能^[11-14]。而采用充填开采,工作面最大下沉系数减小,塌陷坡地变缓,对土壤结构等理化性质影响降低^[2]。本研究以安徽省五沟煤矿某工作面塌陷区为对象,分析地表土壤理化性质的空间分布和时间演变特征,为煤矿开采区地表环境损害评价提供依据。

1 研究区域概况

收稿日期:2014-01-07

基金项目:国家自然科学基金(编号:51274013,41372369);安徽省科技项目(编号:20120003);安徽理工大学引进人才基金、中青年学术骨干基金。

作者简介:檀海洋(1990—),男,安徽安庆人,硕士研究生,从事矿区生态环境修复与土地复垦研究。E-mail:thy616143572@126.com。

通信作者:陈孝杨,博士,副教授,主要从事矿区土壤质量与生态环境修复研究。Tel:(0554)6668430;E-mail:chenxy@aust.edu.cn。

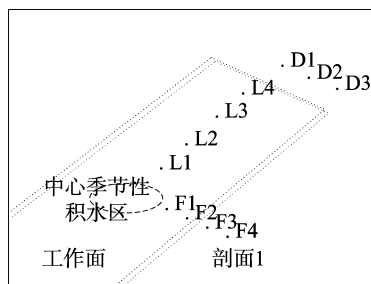
五沟煤矿位于安徽省濉溪县境内,其中心距宿州市 35 km,距淮北市约 50 km;地理坐标为 116°36′07″~116°39′58″E,33°30′05″~33°33′36″N。位于淮北平原中部,区内地势平坦,地面标高 +26.37 ~ +27.67 m。矿区内人工沟渠交错纵横,浍河流经矿井北部,属淮河水系,为中型季节性河流。区域气候属季风暖湿带半湿润气候,春秋温和,雨量少,夏季炎热多雨,冬季寒冷多风。春秋多东北风,夏季多东至东南风,冬季多北至西北风,平均风速为 2.2 m/s,最大风速可达 18 m/s。年平均降水量为 834 mm,雨量多集中在 7—8 月,全年蒸发量 1 400 mm,全年无霜期 208 ~ 220 d,冰冻期一般在 12 月上旬至次年 2 月中旬。研究区域土壤主要为砂姜黑土,其是晚更新世(Q₃)以来,在古地理环境条件下,发育在第四纪河湖相沉积物上的半水成土。在充填开采塌陷区域开挖 70 cm 深的土壤剖面,可清晰地分为 3 层,即耕作层、黑土层、硬砂姜层。耕作层(Ap)厚度约 20 cm(0 ~ 20 cm),质地为黏土,由黑土层分化而成,由于连年耕作,施肥和压砂,容重变小,颜色变浅,呈暗灰棕色,以毛管孔隙为主,且多呈连通状态。犁底层厚度约 6 cm。黑土层(ABt)厚度约 20 cm(20 ~ 40 cm),质地为黏土。硬砂姜层(Bkg)位于剖面深度 40 cm 以下,质地为壤黏土,土体颜色湿态,呈黄棕色。剖面氧化还原现象(脱潜育化)明显,锈斑湿态呈亮棕色,砂姜大小形态不一,有软硬铁锰结核,土体石灰反应强弱不一。土壤剖面中淋溶现象明显,与黑土层连接处可见若干楔入边缘。

2 试验与方法

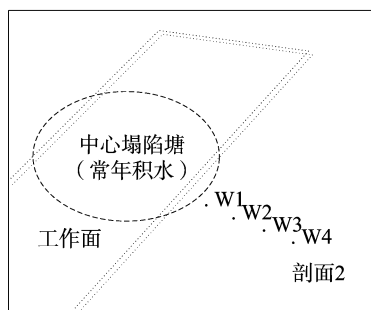
2.1 布点与采样

于某充填开采工作面地表塌陷区、塌陷区外和相邻非充填开采塌陷区坡地分别采样。充填开采地表塌陷区设定 2 个采样断面,第一个采样断面(L)从切眼点开始并沿工作面推进方向,第二个采样断面(W)距切眼点内侧约 100 m 并沿横截工作面方向。在工作面基本稳沉区域的地表塌陷坡地处,非充填开采区采样断面(F)1 个。每采样断面分别在近坡顶、坡面中上断、坡面中下断、近坡脚处共设 4 个采样点(图 1)。

距离塌陷区边缘约 50 m, 塌陷区外采样断面 D (即 F4 断面) 1 个, D 断面布设 3 个采样点, 采样时, 采集每一个采样点表层 0~20 cm 土壤 (耕作层), 在 W 和 F 采样断面的近坡顶处开挖土壤剖面, 分层采集样品。样品带回实验室测定土壤理化性质和养分含量。分别于 2012 年 5 月、2012 年 8 月、2012 年 11 月、2013 年 3 月和 2013 年 7 月分别采样, 共采集样品 5 次。



a. 充填开采工作面地表塌陷区域



b. 非充填开采工作面地表塌陷区域

图1 采样点位置示意图

2.2 分析方法

分析每个样品土壤的颗粒组成、含水量、容重等物理指标, 以及 pH 值、总可溶性盐、有机质、铵态氮、速效钾、有效磷等化学和养分指标。土壤的颗粒分析采用比重计法, 含水量

和容重应用环刀采样, 实验室烘箱 105 ℃ 烘 8 h 称重计算。pH 值测定应用酸碱度计 (土水比 1:2.5), 总可溶性盐分析应用重量法, 有机质测定采用盐重铬酸钾氧化稀释热法-容量法 (NY/T 1121.6—2006), 铵态氮分析应用半微量凯氏法-容量法 (NY/T 53—1987), 速效钾分析采用乙酸铵提取-火焰光度法 (NY/T 889—2004), 有效磷分析应用碳酸氢钠浸提-离子色谱法 (NY/T 148—1990)。

3 结果与分析

3.1 土壤物理性质的时空演变

通过连续采样监测分析, 获得了研究区土壤的黏粒含量、含水量和容重的数据 (表 1)。由表中可以看出, 土壤中黏粒含量较高, 在 35%~45% 之间。随着时间的变化, 塌陷坡地不同位置表层土壤样品的黏粒含量没有显著区别, 水土流失现象不明显, 土壤黏粒含量对塌陷坡地水土流失响应不敏感。而含水量的变化较明显, 越接近塌陷区中央的采样点, 土壤含水量越高, 5 次监测数据分布特征表现一致。而且 2012 年 8 月至 2013 年 3 月的含水量监测数据 (3 次测定的平均值分别为 44.5%、46.7%、41.0%) 显著高于 2012 年 5 月和 2013 年 7 月的数据 (平均值分别为 30.6%、22.4%), 与区域降雨量的分布特征相一致, 说明表层土壤含水量的分布受气象条件影响较明显。表土容重的时空分布无明显规律性, 但总体来看, 稳沉期土壤容重有小幅增加。

3.2 土壤可溶性盐的含量变化

研究区土壤总可溶性盐分含量不高, 最大值为 932 mg/kg。空间分布上, 自塌陷坡地坡底至坡顶, 总可溶性盐的含量逐渐降低, L 断面 (图 2-a) 和 F 断面 (图 2-b) 2 个断面的特征一致。但沿工作面方向 (L 断面) 分布特征表现的更明显。说明充填开采地表塌陷坡地动态形成过程中, 表土盐分流失现象是存在的。

表 1 表土黏粒含量、含水量和容重时空变化

样品 编号	2012 年 5 月			2012 年 8 月			2012 年 11 月			2013 年 3 月			2013 年 7 月		
	黏粒含 量 (%)	含水量 (%)	容重 (g/cm ³)	黏粒含 量 (%)	含水量 (%)	容重 (g/cm ³)	黏粒含 量 (%)	含水量 (%)	容重 (g/cm ³)	黏粒含 量 (%)	含水量 (%)	容重 (g/cm ³)	黏粒含 量 (%)	含水量 (%)	容重 (g/cm ³)
L1	44.87	33.5	1.16	44.25	47.0	1.16	43.55	53.5	1.28	44.65	41.6	1.23	43.21	24.3	1.26
L2	37.39	30.2	1.23	34.97	46.5	1.01	35.12	49.6	1.14	36.32	45.2	1.32	34.09	22.0	1.30
L3	39.41	31.6	1.17	38.56	44.6	1.12	39.73	45.1	1.17	38.25	39.0	1.28	38.19	20.7	1.31
L4	41.98	30.1	1.08	42.42	41.3	1.19	43.44	46.0	1.15	42.76	41.1	1.23	43.86	21.5	1.27
F1	44.98	29.8	1.36	34.18	49.9	1.07	40.71	49.1	1.35	40.53	42.5	1.25	42.99	23.6	1.34
F2	45.15	28.7	1.25	36.13	49.3	1.09	41.11	44.8	1.33	39.45	39.5	1.32	38.06	21.0	1.32
F3	39.77	30.8	1.27	33.71	46.3	1.14	38.76	47.0	1.28	37.92	38.7	1.30	38.33	20.6	1.31
F4-1	40.13	25.4	1.22	41.26	32.0	1.38	39.07	43.3	1.39	39.66	39.8	1.35	40.17	20.3	1.21
F4-2	42.09	31.0	1.24	42.56	43.3	1.33	39.68	41.9	1.31	42.75	40.6	1.29	41.88	23.3	1.35
F4-3	38.17	35.2	1.36	42.18	45.2	1.20	40.63	46.5	1.27	41.79	42.0	1.37	43.22	26.2	1.33

3.3 有机质含量的时空分布

研究区土壤为砂姜黑土, 有机质含量较低, 绝对含量均低于 1.5%。沿工作面方向采样断面 (L 断面) 坡脚处土壤中有有机质含量在整个研究期内稍高于坡顶 (图 3-a)。相对来说, 横截工作面断面 (F 断面) 土壤中有有机质含量有更大变化幅度。据 2012 年 5 月分析数据, 塌陷坡地坡脚处表土有机质含量为 1.333 mg/kg, 而坡顶处仅有 0.322 mg/kg。土壤有机质

含量随年份间增减趋势不明显。

3.4 土壤养分含量的时空演变特征

整个研究时期内, 塌陷区表层土壤中铵态氮、速效钾、有效磷的含量均较低 (表 2)。铵态氮的含量为 9~115 mg/kg, 速效钾为 84~435 mg/kg, 有效磷为 22~82 mg/kg。空间上来看, L 断面的 L1 采样点铵态氮含量相对最高, L4 断面相对最低。时间维度上, L 断面的 L1 和 F 断面的全部采样点 (包

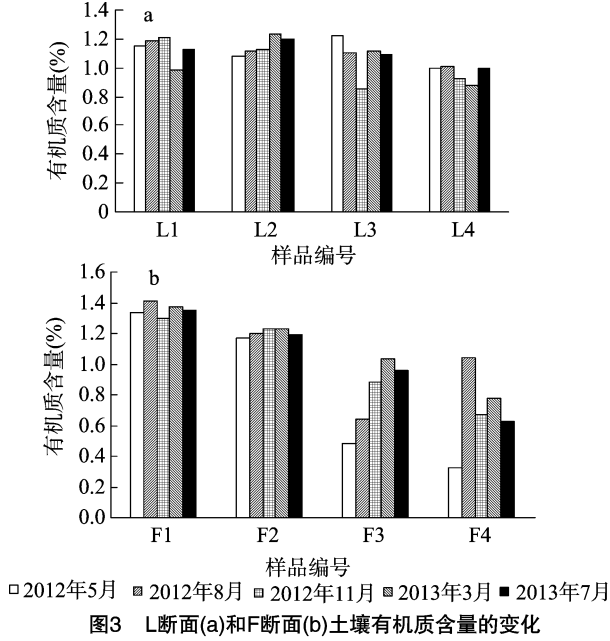
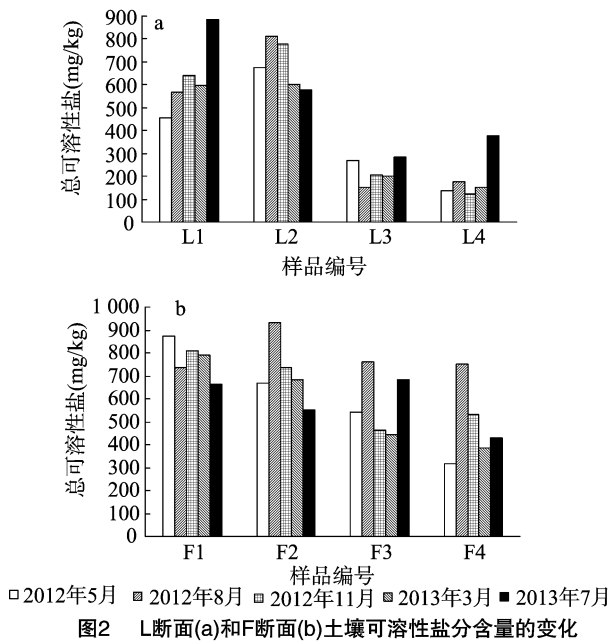


表 2 表土铵态氮 (AN)、速效钾 (AK) 和有效磷 (AP) 的时空变化

样品 编号	2012 年 5 月			2012 年 8 月			2012 年 11 月			2013 年 3 月			2013 年 7 月		
	AN	AK	AP	AN	AK	AP	AN	AK	AP	AN	AK	AP	AN	AK	AP
L1	32	242	80	27	260	41	46	276	32	57	269	42	65	268	55
L2	46	198	53	33	264	24	39	205	45	48	271	37	38	256	59
L3	16	215	46	33	259	33	25	266	28	55	215	33	44	223	43
L4	22	117	51	20	240	37	18	193	36	23	226	40	16	231	30
F1	115	291	50	25	318	27	67	336	55	32	295	66	49	300	58
F2	35	222	82	19	261	36	26	287	48	47	295	67	35	287	65
F3	11	219	43	24	338	29	29	222	27	33	230	38	47	251	47
F4-1	9	84	31	27	270	39	15	190	33	24	226	22	61	209	34
F4-2	21	107	33	46	435	43	23	382	25	57	390	35	55	313	59
F4-3	15	179	35	39	294	36	27	299	37	44	365	53	48	316	60

括土壤剖面各层)铵态氮含量都有升高趋势。速效钾含量自塌陷坡顶至坡底逐渐升高,在土壤剖面上自表层土壤至深部土壤逐渐降低,而时间维度上并无明显增减趋势。有效磷的含量类似特征不明显,其迁移性因本底含量较低而无法凸显。

4 讨论

4.1 含水量的时空变化及其影响因素

从时间维度来看,无论充填开采还是非充填开采地表塌陷区,8月份含水量上升,可能与这一时期降雨较多有关,4个采样断面表层土壤含水量均值有相似的变化特征,说明表层土壤含水量受气象因素影响明显。未塌陷区域土壤含水量始终低于塌陷区域,这可能是由于煤矿开采地表塌陷,潜水位抬升,再加上研究区本来就属于高潜水位区域,表层土壤受地下潜水的补给而增加表层土壤含水量。其中非充填开采地表塌陷区(D断面)因坡度增加,土壤含水量在不同季节变化加剧。

塌陷区表层土壤含水量在塌陷坡地上表现出自坡顶至积水区边缘逐渐增加的趋势,这与麦霞梅等的研究结论^[7]一致。在煤矿充填开采中,地表塌陷深度浅,在塌陷区中央常年

积水的可能性较小,但仍存在季节性积水现象,因此L和W断面土壤含水量以塌陷盆地中央为中心,向外呈同心椭圆递减。此分布特征与非充填开采区F断面水分含量分布特征一致。但煤矿非充填开采地表塌陷坡地的土壤含水量较充填开采递减(或递增)的变化梯度线更密。

4.2 土壤养分含量的时空分布对比分析

对比4个采样断面,铵态氮在充填开采塌陷区地表土壤中含量呈缓慢增加,而非充填开采塌陷区则呈短期富集与释放交替变化。与之相比,未塌陷区域土壤铵态氮含量较稳定。这说明煤矿充填开采形成的地表塌陷区域坡地坡度较缓,塌陷面积和深度不大,土壤铵态氮的流失现象存在,但非常缓慢且较稳定,随地表径流流失的表层土壤铵态氮大都在塌陷盆地中央富集。而非充填开采塌陷区土壤中的铵态氮流失量不稳定,富集的塌陷盆地边缘土壤中的铵态氮在降雨量增加时又极易迁移至中央积水区水域中,增加水体铵态氮含量。

煤矿开采塌陷区地表土壤中的养分迁移特征在速效钾流失过程中表现得更为明显。这是因为速效钾在研究区土壤的本底值相对较高,迁移特征在数值上变化剧烈。而有效磷在研究区土壤中的本底值在3种养分组分中含量最低,迁移特

高琳. 基于层次分析法的香芋产区土壤养分肥力评价——以广东省张溪村为例[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(10): 323-326.

基于层次分析法的香芋产区土壤养分肥力评价 ——以广东省张溪村为例

高琳

(韶关学院英东农业科学与工程学院, 广东韶关 512005)

摘要:以广东省韶关市乐昌市乐城街道张溪村香芋产区为研究对象,通过野外调查的方法研究香芋产区的成土条件,并运用层次分析法(AHP),筛选了土壤有机质、有效氮、有效磷和速效钾4个养分指标,研究张溪村香芋产区的土壤养分特征。结果表明,香芋产区地处中亚热带常绿阔叶林区的河谷地带,成土母质以河流冲积物为主,主导成土过程为脱硅富铝化,主要土壤类型为红壤。在4个土壤养分指标中,有机质养分含量属于中等水平;有效氮和有效磷养分含量均属于极丰富水平;速效钾的养分含量属于缺乏水平。总体来看,乐昌市张溪县香芋产区的土壤养分特征整体属于很丰富级别。

关键词:层次分析法;成土条件;土壤养分;香芋

中图分类号: S158 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0323-04

香芋是我国南方重要的经济作物之一,有些地方的香芋生产更成为出口创汇的支柱产业。作为辅助粮食的香芋已成为今天人们饭桌上的美食,高品质的香芋需求量越来越大,香芋种植面积也越来越大。但并不是所有地区都能生产出优质香芋,香芋所在地区的生态条件在一定程度上决定了该区域

香芋的风味和品质,也基本上决定了香芋品种在该区域是否适合种植,所以适宜的生态条件是生产优质香芋的前提。土壤是农作物生长所必须依赖的生态条件之一,国内学者发现许多优势农产品只限于某一特定的区域内,即具有独特土壤资源特征和质量特征的特定区域,这些特征因素影响了农作物的产量和品质。

土壤质量是土壤性质的综合反映,而土壤质量的核心之一是土壤生产力,基础是土壤肥力。土壤肥力是土壤提供植物养分和生产生物物质的能力,是保障作物生产的根本,其高低直接影响着作物生长,影响着农业生产的结构、布局和效益

收稿日期:2013-12-08

基金项目:广东省韶关市科技计划(编号:粤财教[2012]105号)。

作者简介:高琳(1986—),女,满族,辽宁鞍山人,硕士,讲师,主要从事土壤与农业环境生态研究。E-mail:lyn19860203@163.com。

征在时间维度和空间分布上显示不明显,其在充填开采和非充填开采地表塌陷区,以及未塌陷区各采样断面的表层土壤含量分布差异不大。从速效钾和铵态氮的分布特征和变化趋势来看,影响煤矿开采地表塌陷区土壤中养分流失规律的因素主要是气象条件和开采方式。

5 结论

煤矿充填开采地表塌陷盆地中央虽然没有常年积水,塌陷坡度和深度小,但由于地下潜水位抬升,土壤含水量也出现增加现象,且以盆地中央为中心向四周呈椭圆梯度递减,这一规律与非充填开采地表塌陷区土壤含水量分布类似。从土壤的黏粒、总可溶性盐、有机质、铵态氮和速效钾含量的时空变化特征来看,各项指标均在塌陷盆地边缘土壤中缓慢富集。

参考文献:

- [1] 张锦瑞,陈娟浓,岳志新,等. 采煤塌陷引起的地质环境问题及其治理[J]. 中国水土保持, 2007(4): 37-39.
- [2] 胡炳南. 我国煤矿充填开采技术及其发展趋势[J]. 煤炭科学技术, 2012, 40(11): 1-5, 18.
- [3] 牛威. 煤矿采空塌陷导致土地破坏状况及危害[J]. 华北国土资源, 2007(1): 49-50, 55.

- [4] 严家平,赵志根,许光泉,等. 淮南煤矿开采塌陷区土地综合利用[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(10): 56-58.
- [5] 栗丽,王曰鑫,王卫斌. 采煤塌陷对黄土丘陵区坡耕地土壤理化性质的影响[J]. 土壤通报, 2010, 41(5): 1237-1240.
- [6] 卞正富,雷少刚,常鲁群,等. 基于遥感影像的荒漠化矿区土壤含水率的影响因素分析[J]. 煤炭学报, 2009(4): 520-525.
- [7] 麦霞梅,赵艳玲,龚毕凯,等. 东滩煤矿高潜水位采煤塌陷地土壤含水量变化规律研究[J]. 中国煤炭, 2011, 37(3): 48-51.
- [8] 李晓静,胡振琪,张国强,等. 西南山区采煤塌陷地破坏水田土壤水分特征分析[J]. 煤矿开采, 2011, 16(6): 48-50.
- [9] 白中科,段永红,杨红云,等. 采煤沉陷对土壤侵蚀与土地利用的影响预测[J]. 农业工程学报, 2006, 22(6): 67-70.
- [10] 孟庆俊. 采煤塌陷地氮磷流失规律研究[D]. 江苏:中国矿业大学, 2010: 25-37.
- [11] 刘思,孟庆俊. 淮南潘北矿塌陷湿地土壤退化评价[J]. 中国环境监测, 2011, 27(5): 6-10.
- [12] 纪振,秦伟伟. 徐州矿区采煤塌陷地综合利用途径分析[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(35): 11529-11530.
- [13] 于君宝,王金达,刘景双,等. 矿山复垦土壤营养元素时空变化研究[J]. 土壤学报, 2002, 39(5): 750-753.
- [14] 董霁红,卞正富,雷少刚,等. 徐州矿区充填复垦土壤特性实验研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 234-237.