

文章编号: 0253-9993(2010)02-0288-05

施用蘑菇料对煤矿区复垦土壤物理特性的影响

李 兵 李新举 刘雪冉

(山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018)

摘 要: 为揭示施用蘑菇料对煤矿区复垦土壤物理性状的影响, 以未破坏土地为对照, 布置了 9 个采样点, 分析了施用蘑菇料对复垦土壤紧实度、密度、含水量、土壤颗粒类型(黏粒、粉粒、砂粒)等物理性状的影响。结果表明: 随着时间的增加, 施用蘑菇料的地块土壤紧实度、密度增加。施用蘑菇料 4 a 的地块 4 与未施蘑菇料的地块 3 相比, 表层土壤紧实度增加 71%, 密度增加 0.27 g/cm^3 。紧实度增加是由于灌溉、降雨所致, 蘑菇料腐烂且与土壤混为一体导致土壤密度增加; 施用蘑菇料改良了土壤颗粒结构和分布, 土壤 1~3 层的黏粒、粉粒含量增加。施用蘑菇料 4 a 的地块 4 与未施蘑菇料的地块 3 相比, 表层土壤黏粒增加 0.6%, 粉粒增加 14.27%, 从而也导致了土壤表层紧实度和密度的增加。蘑菇料与土壤混为一体, 增加了水分向地下渗透的阻力, 有利于土壤含蓄水分, 增加了土壤含水量。施用蘑菇料的地块土壤含水量增加 3%~4%。

关键词: 蘑菇料; 土地复垦; 土壤物理性状

中图分类号: TD88; S151.9

文献标志码: A

The effects of using mushroom material on reclamation soil physical characteristic in coal mineral area

LI Bing, LI Xin-ju, LIU Xue-ran

(College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: In order to reveal the effects of using mushroom material on the physical properties of reclamation land of coal mining area, took the undamaged land as a contrast, arranged nine sample points, and analyzed the effects of using mushroom material on the physical properties of the reclamation land, such as soil compaction, bulk density, soil moisture, and types of soil particles(clay, silt, sand) etc. The results show that with the time increases, the soil compaction, bulk density of land are also increased by using mushroom material. Compared with block 3 which doesn't use mushroom material, the surface soil compaction of expected four years application of mushroom material land 4 increases 71%; and the bulk density increases 0.27 g/cm^3 . Soil compaction increase is due to irrigation and rain, while bulk density increase is due to the mixture of decomposed mushroom and soil. Compared with block 3 which doesn't use mushroom material, the surface soil clay of expected four years application of mushroom material land 4 increases 0.6%, and the silt increases 14.27%. Using mushroom material can improve the soil particles distributions and structures and increase the soil content of layers 1~3, which also led to the soil surface compaction and bulk density increase. The mixture of mushroom material and soil increases the resistance of water infiltration and soil moisture. The soil moisture of the land which used mushroom material increases 3%~4%.

Key words: mushroom material; land reclamation; soil physical properties

土地复垦是对土壤进行扰动和重组的过程, 使复垦土壤物理、化学和生物特性发生巨大变化, 所以国

收稿日期: 2009-06-04 责任编辑: 王婉洁

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAB38B02); 国家博士后基金资助项目(200604000532); 山东省中青年科学家基金资助项目(2006ds08018)

作者简介: 李 兵(1985—), 男, 山东泰安人, 硕士研究生。联系人: 李新举(1965—), E-mail: lxj0911@126.com

外一直对复垦土壤给予极大的关注^[1-8]。国外复垦研究证实,土壤压实是复垦为农用土地的最主要障碍^[1,9-10],严重影响土壤理化性状和作物生长,是复垦质量差或复垦失败的主要原因。国外大量的研究主要集中讨论压实复垦土壤的物理、化学、生物特性及其改良技术的试验^[3-8,11-12]。研究发现,复垦土壤通常在物理特性上有独特的性状,土壤密度大(有的大于 1.65 g/cm^3)、穿透阻力大、入渗慢,表土与心土结合处的压实最严重^[1]。

我国土地复垦研究起步较晚,对复垦土壤的研究也是近10 a才开始重视,且主要集中在揭示复垦土壤的化学性状上^[13-17],复垦土壤压实对土壤物理性状的影响还未得到深入研究。土壤物理性状的研究在土地复垦中是一个亟待解决的问题。国外有很多研究成果,如不同的机械对土壤的压实效果不同,土壤压实的效果受到土壤含水量多少的影响。国内使用蘑菇料改良复垦土壤物理性状的研究很少,刘宝勇等研究了食用菌废料在矿区复垦土壤改良中的应用,主要研究了食用菌对土壤微生物、氮、磷、钾等土壤化学生物性状的影响。

蘑菇料中含有许多植物需要的营养物质,其中残留的菌丝体在其生长发育过程中还能分泌出一些酶,可以促进生化反应,因而能从复杂的有机物中释放出更多的易被植物吸收的营养物质,并能起到活化土壤的作用,能为多种土壤微生物提供生长基质,所以又是很好的“土壤改良剂”。本研究以蘑菇废料为土壤改良基质,研究蘑菇料对矿区复垦土壤物理性状的改良效果。

1 研究区概况及样点布置

1.1 研究区概况

研究区位于山东省邹城市鲍店煤矿采煤塌陷区,试验区设在平阳寺镇2001年国家投资复垦项目区内(图1),总面积 403.33 hm^2 。研究区每年产生2万t的蘑菇废料,一是存放需要占用大量土地,二是废料的腐解造成环境污染,因此蘑菇废料的处理迫在眉睫。本研究结合采煤塌陷地的复垦土壤特征,应用研究区蘑菇废料进行土壤改良,探讨蘑菇废料改良煤矿区复垦土壤的效果。

1.2 采样点布置

在项目区根据处理不同,设了9个点,试验地块的具体位置如图1所示。

各样点土壤压实度在现场利用压实度仪分6层($0\sim 7.62$ 、 $7.62\sim 15.24$ 、 $15.24\sim 22.86$ 、 $22.86\sim 30.48$ 、 $30.48\sim 38.10$ 、 $38.10\sim 45.72\text{ cm}$)进行观测,

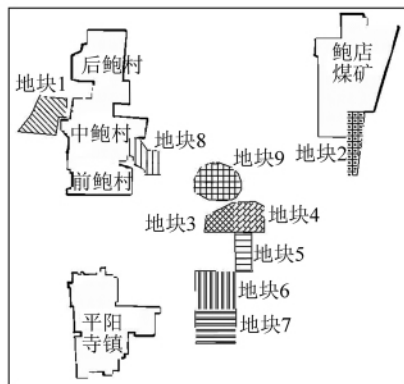


图1 试验区地块的具体位置

Fig. 1 The specific location of the testing land

- 1—对照样点,未破坏土地;2—2001年复垦后用作耕地;
3—复垦后种树,未覆蘑菇料;4—复垦后种树,2003年覆蘑菇料;
5—复垦后种树,2004年覆蘑菇料;6—复垦后种树,2005年覆蘑菇料;
7—复垦后种树,2006年在覆蘑菇料;
8—充填粉煤灰复垦种树;9—2002年复垦后用作耕地

同时挖掘土壤剖面按上述层次采集土壤样品进行土壤特征分析。土壤密度采用密度环法,含水量用烘干法,颗粒分析采用rise激光颗粒仪测定。

2 结果与分析

2.1 土壤紧实度的变化

从图2可以看出,复垦后用于耕地表层土壤紧实度较低,明显低于未破坏土地和其他处理的土地。

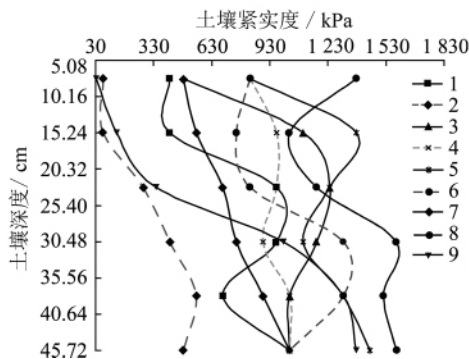


图2 土壤紧实度的变化曲线

Fig. 2 The change curves of soil compaction

未破坏土地表层土壤紧实度较大(413 kPa),但低于复垦后用于林地的地块。表层土壤紧实度最大的是充填粉煤灰复垦的地块($1\,378\text{ kPa}$)。未施蘑菇料和刚施蘑菇料的地块表层土壤紧实度较小(482 kPa),而施用时间较长的4、5、6地块较大(826 kPa)。其原因是刚施蘑菇料的地块利用耕翻把蘑菇料和土壤混和,由于耕作疏松了表层土壤,所以紧实度较小,施用时间长的地块,刚施入时同样进行翻耕,但随着时间的延长,蘑菇料腐解对土壤起到胶结作用,致使土壤紧实,增加了土壤的紧实度。

从图 2 可以看出土壤紧实度在垂直剖面上的变化。未破坏土地(地块 1)和复垦后进行耕作的地块(2、5、8、9)在第 2~3 层出现比较低的谷值,之后快速增加。刚施用蘑菇料地块 7 和复垦后用于耕地的地块变化趋势相近,而施用蘑菇料时间较长的地块(4、6)则在这一层次出现峰值,之后下降或不变。主要原因是在耕地中一般耕作深度为 15 cm 左右,所以 15 cm 以上土壤紧实度较小,而由于灌溉、降雨致使表层土壤紧实度增加。所有地块在第 4~5 层基本达到最大,之后变化不大。

2.2 土壤密度的变化

从图 3 可看出,地块 8 即复垦后施用粉煤灰的处理表层土壤密度最小(1.18 g/cm^3),而 2004 年施用蘑菇料的地块 5 最大(1.73 g/cm^3),复垦后耕地(地块 2、9)、未施用蘑菇料(地块 3)和 2005 年施用蘑菇料(地块 6)表层土壤密度小于未破坏土地的(1.48 g/cm^3),蘑菇料施用较早的(地块 4)和较晚的(地块 7)都高于未破坏土地。其原因主要是复垦后用于耕地的土地由于耕作措施使表层较松,加之表层作物残茬落叶和根系,使土壤密度较小。而施入蘑菇料较早的地块(4、5),蘑菇料基本腐烂且和土壤混为一体,所以密度较大。刚施入蘑菇料的地块 7 由于蘑菇料盖在表层,对土壤还未起到改良作用,故土壤表层密度也较大。地块 8 由于粉煤灰的施入使土壤密度大大降低。

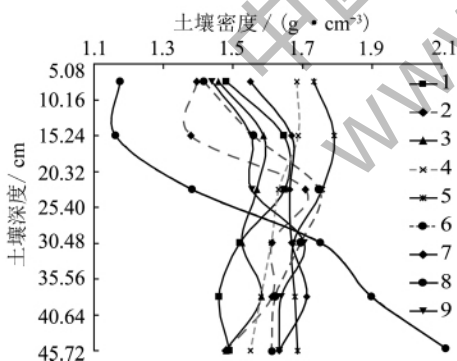


图 3 土壤密度的变化曲线

Fig. 3 The change curves of soil density

从整个剖面看,除地块 2、8 外,表层土壤密度都是最小的,至第 2~3 层(15.24~22.86 cm)基本达到最大,然后又减少。其原因主要是表层由于蘑菇料的施用和耕作使土壤疏松,所以密度最小。而地块 9 表层主要是粉煤灰的施用致使土壤密度很小,从第 2 层开始快速增加。

2.3 土壤含水量的变化

由图 4 可看出,表层土壤含水量未覆蘑菇料的地块 3 最低(7.14%),覆蘑菇料 1 a 的地块 7 最高

(17.02%),其次为未破坏土地(16.82%)和粉煤灰充填的地块 8(16.45%),而用于耕地的表层含水量处于较低位置,其他地块基本是随覆蘑菇料时间的增加而增加。在垂直方向,土壤第 2 层(15.24 cm),2001 年复垦后作耕地的地块 2 土壤含水量最低(10.05%);覆蘑菇料 1 a 的地块 7 含水量最高(19.76%)。覆蘑菇料的地块 4、5、6 随着覆蘑菇料年限的增加,土壤含水量也随之增加并逐渐接近未破坏土地土壤含水量。原因是蘑菇料和土壤混为一体,增加了水分向地下渗透的阻力,有利于土壤含蓄水源。通过复垦后种植树,未覆蘑菇料地块 3 的土壤含水量(10.16%)与覆蘑菇料 1 a 的地块 7 的土壤含水量(19.76%)的对比更加有利地说明了覆蘑菇料有利于复垦土壤含蓄水源。

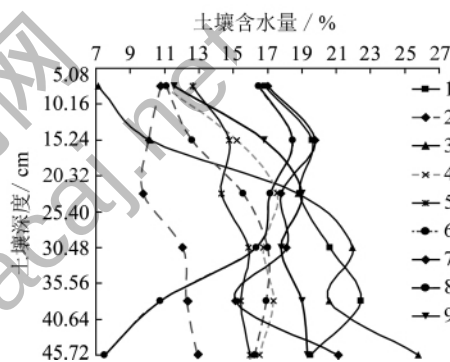


图 4 土壤含水量的变化曲线

Fig. 4 The change curves of soil moisture

从整个剖面看,未覆蘑菇料的地块 3 的蓄水性最差,在第 6 层(45.72 cm)其土壤含水量最高(25.80%);充填粉煤灰复垦种树的地块 8 在第 6 层土壤含水量最低(7.50%)。说明充填粉煤灰复垦的土壤水分通透性较差,不利于作物根系对水分的吸收。覆蘑菇料的土地(地块 4、5、6)随土壤深度的变化土壤含水量的变化趋势与未破坏土地(地块 1)的变化趋势有一定的相似性。

2.4 土壤黏粒含量的变化

从图 5 可以看出,在表层土壤中,未覆蘑菇料的地块 3 土壤黏粒含量最低(0.02%);施蘑菇料 3 a 的地块 5 土壤黏粒含量最高(14.40%)。覆蘑菇料的地块 5、6、7 表层土壤黏粒含量均高于未破坏的地块 1 表层土壤黏粒的含量(3.41%)。说明刚施蘑菇料的地块表层土壤的黏粒比重较大。在垂直方向,施蘑菇料的地块 4、5、6、7 在 2~3 层土壤黏粒含量出现峰值。土壤 2~3 层是作物根系的生长层,土壤黏粒含量高使其具有较高的持水能力,土壤的缓冲性好,保肥能力强,涨缩性大,污染物不易渗漏^[18]。未覆蘑菇料和充填粉煤灰的土地(地块 2、3、8、9)在第 3 层

(22.86 cm) 土壤黏粒含量出现比较低的谷值,不利于土壤的保水保肥。

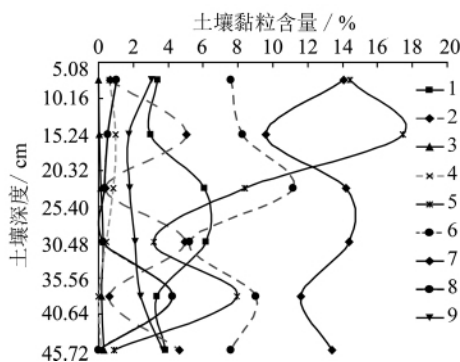


图5 土壤黏粒含量的变化曲线

Fig. 5 The change curves of soil clay content

从整个剖面来看,复垦后种树未覆蘑菇料的地块3整个剖面的土壤黏粒含量分布在0.20%~0.62%之间,含量较小;而施蘑菇料的地块土壤黏粒在整个剖面多个层的土壤黏粒含量明显高于未施蘑菇料的地块。说明施蘑菇料有助于改良土壤的颗粒大小、结构。

2.5 土壤粉粒含量的变化

从图6可看出,在土壤表层,未覆蘑菇料用于林地的地块3土壤粉粒含量最低(51.06%);施蘑菇料1a用于林地的地块7土壤粉粒含量最高(75.44%)。施蘑菇料的地块4、5、6、7表层土壤粉粒的含量随施蘑菇料年限的增加呈现递减趋势,其中施蘑菇料1a的地块7土壤粉粒的含量为75.44%,而施蘑菇料4a的地块4土壤粉粒含量为65.27%。在表层土壤中除地块7土壤粉粒含量(75.44%)高于未破坏土地地块1土壤粉粒含量(72.55%)外,剩余地块土壤表层粉粒含量均低于未破坏土地。说明复垦后的土地土壤表层粉粒含量较低,需要经过改良才能接近未破坏土地表层土壤粉粒的含量水平。可以看出,复垦后未经改良直接用于林地的地块土壤表层粉粒含量较低,而用于耕地和施蘑菇料后用于林地的均能使表层土壤粉粒含量增加。

从整个剖面来看,施蘑菇料的地块4、5、6、7表层土壤粉粒含量相对于其他各层土壤粉粒含量来说达到了一个较高的水平。表层土壤粉粒含量高可以使土壤通气透水性好,升温快,易于耕作^[18]。

2.6 土壤砂粒含量的变化

从图7可以看出,在表层土壤中施蘑菇料1a用于林地的地块7土壤砂粒含量最低(10.50%);未覆蘑菇料用于林地的地块3土壤砂粒含量最高(48.92%)。施蘑菇料年限较短的地块5、6、7表层土壤砂粒含量均低于未破坏土地地块1土壤砂粒的

含量(24.04%),而施蘑菇料4a的地块4表层土壤砂粒含量(34.11%)高于未破坏土地的土壤砂粒含量。说明施蘑菇料后短时间内对表层土壤颗粒结构大小的改良效果不明显,但随着时间的推移施蘑菇料有助于改良复垦土壤的颗粒结构。

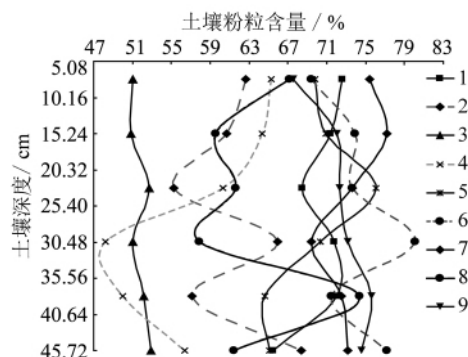


图6 土壤粉粒含量的变化曲线

Fig. 6 The change curves of soil silt content

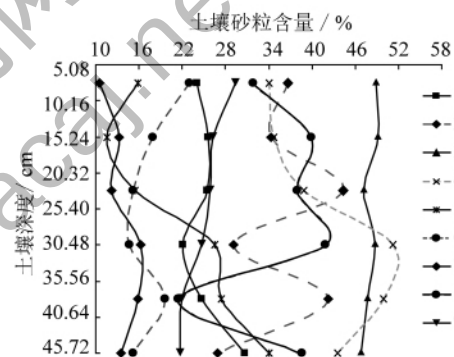


图7 土壤砂粒含量的变化曲线

Fig. 7 The change curves of soil sand content

3 结 论

(1) 随着时间的延长,施用蘑菇料可以使土壤的紧实度和密度增加。在土地复垦过程中,机械碾压会造成土壤压实从而导致表层土壤的密度、紧实度明显增加。复垦地块表层土壤压实度主要受农业措施的影响,随着复垦年限的增加逐渐减少^[19]。而本实验中施蘑菇料复垦时间较长的地块4、5、6土壤表层紧实度、密度并没有逐渐减小反而高于刚复垦的地块,说明施用蘑菇料会导致复垦地块表层土壤的紧实度和密度增加。施用蘑菇料4a的地块4与未施蘑菇料的地块3相比表层土壤紧实度增加71%,密度增加0.27 g/cm³。主要有2方面原因:①随着施用蘑菇料时间的延长,蘑菇料腐解对土壤起到胶结作用,致使土壤紧实度增加,蘑菇料腐烂与土壤混为一体,致使土壤密度变大;②施用蘑菇料的地块在土壤1~3层的黏粒、粉粒含量比重相对较大,从而导致土壤表层的紧实度和密度的增加。

(2) 腐解的蘑菇料与土壤混为一体,增加了水分向地下渗透的阻力,有利于土壤含蓄水分。

(3) 土壤是由形态和大小各异的颗粒组成,不同粒径的颗粒在土壤中的比例构成了土壤质地。质地不同的土壤,土壤的物理特性存在差异,从而影响土壤的肥力。施用蘑菇料后,腐解的蘑菇料和土壤混为一体,土壤表层的黏粒、粉粒的含量增加。施用蘑菇料 4 a 的地块 4 与未施蘑菇料的地块 3 相比表层土壤黏粒增加 0.6%,粉粒增加 14.27%。土壤表层黏粒含量高有利于土壤的保肥保水的特性,但也使表层土壤的密度、紧实度增加,从而不利于表层土壤通气透水。

参考文献:

- [1] 胡振琪. 矿山复垦土壤物理特性及其在深耕措施下的改良[D]. 徐州: 中国矿业大学, 1991.
Hu Zhenqi. The physical properties of reclaimed soil and the improvement under deep cultivation measures[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 1991.
- [2] National Resources Council. Surface mining: soil, coal and society[M]. USA: National Academy Press, 1981: 246.
- [3] McCormack D E. Legislating soil reconstruction on surface-mined land in the United States[J]. Minerals and the Environment, 1984, 16(1): 154–157.
- [4] Johns L S, Rowberg R E, Plotkin S E. Reclaiming prime farmland and other high quality croplands after surface coal mining[J]. Journal of Environmental Quality, 1994, 23(3): 515–520.
- [5] Indorante S J. Soil variability on surface-mined land and undisturbed land in southern Illinois[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1981, 45(2): 457–462.
- [6] 李汝莘, 林成厚, 高焕文, 等. 小四轮拖拉机土壤压实的研究[J]. 农业机械学报, 2002, 33(1): 126–129.
Li Ruxin, Lin Chenghou, Gao Huanwen, et al. Research on soil compaction by small wheeled tractor[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2002, 33(1): 126–129.
- [7] 李汝莘, 林成厚, 高焕文. 农业机器引起土壤压实的方差分析[J]. 农机化研究, 2001(3): 84–87.
Li Ruxin, Lin Chenghou, Gao Huanwen. Variance analysis of soil compaction caused by agricultural machinery[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2001(3): 84–87.
- [8] 张兴义, 隋跃宇, 孟 凯. 农田黑土机械压实及其对作物产量的影响[J]. 农机化研究, 2002(4): 64–67.
Zhang Xingyi, Sui Yueyu, Meng Kai. The press-hard of field black-soil and its influence on the yield of grain[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2002(4): 64–67.
- [9] 张家励, 傅潍坊, 马 虹. 土壤压实特性及其在农业生产中的应用[J]. 农业工程学报, 1995, 11(2): 17–20.
Zhang Jiali, Fu Weifang, Ma Hong. The soil compactive characteristics and their application in agricultural production[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1995, 11(2): 17–20.
- [10] 迟仁立, 左淑珍, 夏 萍, 等. 不同程度压实对土壤理化性状及作物生育产量的影响[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 39–43.
Chi Renli, Zuo Shuzhen, Xia Ping, et al. Effects of different level compaction on the physicochemical characteristics of soil and crop growth[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2001, 17(6): 39–43.
- [11] 李汝莘, 高焕文, 苏元升. 小四轮拖拉机播前压地对土壤物理特性及作物生长的影响[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(2): 65–68.
Li Ruxin, Gao Huanwen, Su Yuansheng. Effects on soil physical properties and crop growth by small wheeled tractor compaction before winter wheat sowing[J]. Journal of China Agricultural University, 1998, 3(2): 65–68.
- [12] Maeder V, Weisskopf P, Gysi, et al. Pressure distribution underneath tires of agricultural vehicles[J]. American Society of Agricultural Engineers, 2001, 44(6): 1385–1389.
- [13] Dunker R E, Hooks C L, Vance S L, et al. Reclamation research at the university of Illinois[A]. Proceedings of first midwestern region reclamation conference[C]. Carbondale: Southern Illinois Univ., 1990: 18–19.
- [14] Haigh M J, Sansom B. Soil compaction, runoff and erosion on reclaimed coal-lands[J]. International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment, 1999, 13(4): 135–146.
- [15] Bell J C, Cunningham R L, Anthony C T. Morphological characteristics of reconstructed prime farmland soils in western Pennsylvania[J]. Journal of Environmental Quality, 1994, 23(3): 515–520.
- [16] Chong S K, Cowser P T. Infiltration in reclaimed mined land ameliorated with deep tillage treatment[J]. Soil & Tillage Research, 1997, 44(1): 255–264.
- [17] Hamza M A, Anderson W K. Soil compaction in cropping systems a view of the nature, causes and possible solutions[J]. Soil & Tillage Res., 2005, 81(2): 121–145.
- [18] 吴敬贵. 土壤颗粒的功能研究进展[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4): 529–537.
Wu Jinggui. Progress of the researches on functions of soil particles[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2008, 30(4): 529–537.
- [19] 王煜琴, 李新举, 胡振琪, 等. 煤矿区复垦土壤压实时空变异特征[J]. 农业工程学报, 2009, 25(5): 223–227.
Wang Yuqin, Li Xinju, Hu Zhenqi, et al. Spatial-temporal variance of reclamation soil compaction character in coal mine region[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2009, 25(5): 223–227.