

# 煤矿矿区不同采煤塌陷年限土壤物理性质对比研究

谢元贵<sup>1</sup>, 车家骧<sup>1</sup>, 孙文博<sup>2</sup>, 彭 熙<sup>1</sup>

(1. 贵州省喀斯特资源环境与发展研究中心, 贵阳 550001; 2. 贵州省水土保持监测站, 贵阳 550002)

**摘 要:**为揭示采煤塌陷对矿区土壤物理性质的影响机理,为矿区生态修复和重建提供理论依据,在选取典型样地的基础上,采用土壤测定方法,研究了不同塌陷年限不同土层土壤物理性质的变化。结果表明:随采煤塌陷年限的延长,矿区表层土壤密度逐渐增大,底层土壤密度先增大后减小;毛管孔隙度逐渐下降,非毛管孔隙度先下降后上升;表层土壤总孔隙度逐渐下降,底层土壤总孔隙度先下降后上升;土壤体积含水量和土壤贮水量先上升后下降,土壤质量含水量逐渐下降;表层土壤毛管持水量逐渐降低,底层土壤毛管持水量先下降后上升;表层土壤田间持水量逐渐降低,底层土壤田间持水量先下降后上升;土壤排水能力先下降后上升。

**关键词:**矿区; 采煤塌陷; 土壤物理性质

中图分类号:S152

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)04-0026-04

## Comparison Study of Mining Subsidence Years on Soil Physical Properties of in Mining Area

XIE Yuan-gui<sup>1</sup>, CHE Jia-xiang<sup>1</sup>, SUN Wen-Bo<sup>2</sup>, PENG Xi<sup>1</sup>

(1. Research Center of Guizhou Karst Environment and Resource Development, Guiyang 550001, China;

2. Observation Station for Soil and Water Conservation of Guizhou Province, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** In order to reveal the mechanism of how subsidence put influence on the physical properties of soil in mining area and provide the theoretical basis for the ecological restoration and reconstruction of those areas, the physical changes of typical soil sample plots from different subsidence time and soil layers were studied. The results showed: the soil density gradually increased in surface layers but it increased and then decreased in the bottom layers with the extension of mining subsidence, while capillary porosity gradually increased and non-capillary porosity decreased first and then increased; the total porosity gradually decreased in surface soil, but firstly it decreased then increased in the bottom, while the volumetric content and storage capacity of water increased and then decreased as the mass content just gradually decreased; it gradually decreased in surface soil while it firstly decreased and then increased in the bottom in terms of the moisture capacity; on the surface, the field water-holding capacity gradually decreased and it firstly decreased and then increased in the bottom, while soil discharge ability firstly decreased and then increased.

**Key words:** mining area; mining subsidence; soil physical properties

目前,我国的原煤开采量还在逐年递增。原煤的开采固然大大促进了国民经济的发展,但却相应出现了大面积的采煤塌陷区,使我国可利用土地面积进一步减少,自然生态环境受到严重的破坏<sup>[1]</sup>。我国是世界上最大的煤炭生产国和消费国,其中大约 4% 是露天开采,96% 是井下开采。井下开采形成的采空区易造成地面塌陷,目前造成的土地破坏面积已经超过 400 万  $\text{hm}^2$ , 并且仍以每年 3.3~4.7 万  $\text{hm}^2$  的速度

增加<sup>[2-4]</sup>,严重破坏了矿区的生态环境。矿区采煤塌陷区环境整治直接关系到矿区的区域经济、社会稳定、生态环境,也关系到矿区的可持续发展,是我国矿区面临的一个亟待解决的问题,亦是对于我国这样的煤炭大国的一个重要课题。树立可持续发展的战略思想,既要考虑当前企业发展的需要,又要考虑如何才能不损害后代人的利益;既要达到发展经济的目的,又要保护人类赖以生存的自然资源和生态环境<sup>[5]</sup>。

收稿日期:2012-02-17

修回日期:2012-03-14

资助项目:贵州科学院青年基金项目(黔科院 J 合字[2011]16 号,[2010]4 号);贵州省科学技术基金项目(黔科合 J 字[2010]2052 号);贵州省重大专项项目(黔科合重大专项字[2011]6001);贵州省科技基础条件平台课题(黔科合所创能[2010]4001)

作者简介:谢元贵(1982—),男,四川省达县人,硕士,助理研究员,从事林学与恢复生态学研究。E-mail: yuangui\_xie@163.com

贵州地处西部高原,山清水秀、风景秀丽,气候宜人,地下煤炭资源也很丰富,尤其是二叠系上统龙潭组的煤,煤类齐全,分布广泛,是其国民经济发展的基础和重要保障<sup>[6-7]</sup>,是正在建设的国家大型煤炭基地之一——云贵基地最重要的组成部分,亦是国家“西电东送”战略工程的主要送电省份之一。随着西部大开发,煤矿建设与生产给贵州山区的环境也带来一定影响,生态环境污染破坏较为严重<sup>[8]</sup>。开发中强调经济效益、忽视环境保护的现象在较多矿山企业仍不同程度存在,恢复治理尤为不足,污染环境、破坏生态问题较为突出,据不完全统计,贵州全省采掘型和工业生产型废弃地达 6 570 hm<sup>2</sup> 以上。采矿诱发的崩塌、滑坡、地面塌陷等次生地质灾害时有发生<sup>[9]</sup>。本文以贵州百里杜鹃金坡煤矿为研究对象,对矿区土壤物理性质随塌陷年限进行调查研究,旨在为采煤塌陷区生态修复和重建提供理论依据。

## 1 研究区概况

贵州百里杜鹃保护区位于贵州省西北部的大方、黔西两县交界处(105°45′20″—106°04′07″E, 27°10′53″—27°20′00″N),是一片举世罕见的原始杜鹃林带,整个林带呈环状分布,海拔 1 300~1 800 m,长约 50 km,宽 1~5 km,总面积 125.8 km<sup>2</sup>,是世界上杜鹃花种类分布最集中,面积最大的天然杜鹃花园<sup>[10]</sup>。1987 年 3 月,贵州省人民政府将百里杜鹃列为省级风景名胜区,同时百里杜鹃被列为贵州省“十大风景名胜区”之一。1993 年 5 月,原国家林业部批准建立百里杜鹃国家级森林公园。杜鹃花的植被覆盖率达到 86.56%。这里分布的天然杜鹃花颜色有 20 多种,观赏和研究价值极高,被誉为“百里杜鹃”,是我国高山杜鹃花引种研究的重要种质资源库<sup>[11]</sup>。杜鹃属植物的种类之多、面积之大、个体之集中国内绝无仅有,不仅是贵州杜鹃花的奇葩,也是中国杜鹃花的奇葩<sup>[12]</sup>。出露的地层主要为二叠系龙潭组,多为泥岩、页岩、砂质页岩夹煤层,境内尤以无烟煤质优、储量多、分布广著称,是目前主要开采的矿产资源。目前辖区内有合法煤矿矿井 37 对,设计年产量达 600 万 t 左右,金坡煤矿是其中之一。

## 2 研究方法

### 2.1 样点设定及土壤样品的采集

在对百里景区采煤塌陷区进行充分调查的基础上,综合地质条件、坡向、海拔、坡度、植物种类和覆盖度诸多因素,选择典型矿区(金坡煤矿)杜鹃林未塌陷区(27°09′52.0″N, 105°57′53.0″E, 海拔 1 715 m)、塌

陷 5 a 区(27°10′17.8″N, 105°57′43.8″E, 海拔 1 713 m)和塌陷 10 a 区(27°10′26.0″N, 105°57′37.2″E, 海拔 1 667 m)3 个样地进行对比。根据土壤发生层次按 0—30 cm 和 30—60 cm,进行土壤分层环刀取样,重复采样 3 次。

### 2.2 土壤样品的处理、测定

土壤样品的处理、测定参照《森林土壤水分—物理性质的测定》(LY/T1215—1999)<sup>[13]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 采煤塌陷对土壤密度的影响

土壤密度是土壤最重要的物理参数之一。典型矿区土壤密度处于 0.70~1.30 g/cm<sup>3</sup> 范围之内;矿区内同一土层不同采煤塌陷发生年限土壤密度呈现规律为:0—30 cm 土层土壤密度随采煤塌陷年限的延长呈增大趋势(塌陷 10 a 土壤密度最高),30—60 cm 土层土壤密度随采煤塌陷年限的延长先增大后减小(塌陷 5 a 土壤密度最高);从同一采煤塌陷发生年限不同土层深度角度分析:土壤密度在 0—60 cm 范围土层都呈“上小下大”,即表土层密度一致偏小,而稍深层密度偏大(图 1)。

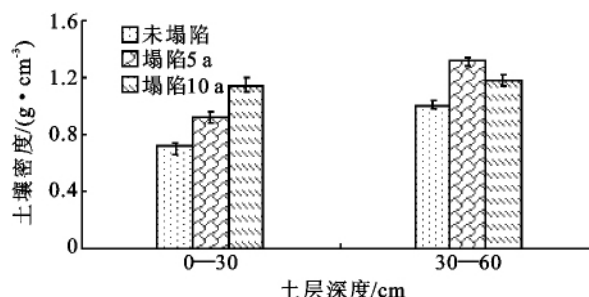


图1 不同塌陷年限土壤密度分层比较

### 3.2 采煤塌陷对土壤孔隙度的影响

土壤孔隙在土壤水分保持,以及土壤对植物的供水中有非常重要的意义,它反映了土壤的松紧程度。土壤总孔隙度包括毛管孔隙度和非毛管孔隙度,这二者综合反映了土壤的透水持水能力和基本物理性能。典型矿区各层土壤毛管孔隙随不同采煤塌陷年限呈现规律为:不论是 0—30 cm 土层还是 30—60 cm 土层,随塌陷年限的延长都呈现下降的趋势,但 0—30 cm 土层下降的幅度较大,30—60 cm 土层下降的幅度较小,反映出不同采煤塌陷年限对表层土壤毛管孔隙的影响程度大于其底层土壤毛管孔隙的影响程度;各层土壤非毛管孔隙随不同采煤塌陷年限呈现规律为:不论是 0—30 cm 土层还是 30—60 cm 土层,随塌陷年限的延长非毛管孔隙都呈现先下降后上升的趋势;各层土壤总孔隙度随不同采煤塌陷年限呈现规律

为:0—30 cm 土层总孔隙度随塌陷年限的延长呈下降的趋势,而 30—60 cm 土层总孔隙度随塌陷年限的延长先下降后上升(图 2)。

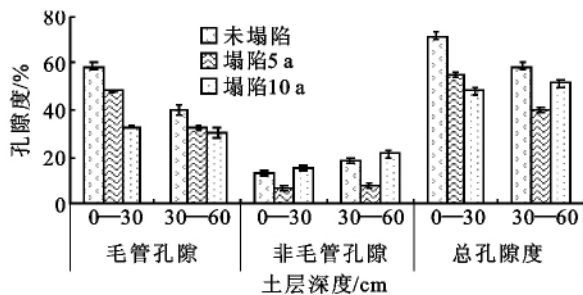


图 2 不同塌陷年限土壤孔隙度分层比较

### 3.3 采煤塌陷对土壤含水量的影响

3.3.1 采煤塌陷对土壤贮水量的影响 土壤含水量包括多个指标,而土壤贮水量、土壤质量含水量、土壤体积含水量,是土壤重要物理性质,土壤贮水量及其变化,是土壤农业及多种项目研究的基础工作。

根据分析计算所得出的土壤体积含水量(图 3)、土壤质量含水量(图 4)和土壤贮水量(图 5)发现:典型矿区内不同土层深度(0—30,30—60 cm)的土壤体积含水量和土壤贮水量。随采煤塌陷年限的延长均呈现出先上升后下降的趋势;不同土层深度(0—30,30—60 cm)的土壤质量含水量,随塌陷年限的延长都呈下降的趋势;在同一采煤塌陷年限内,土壤体积含水量、土壤质量含水量和土壤贮水量这 3 项指标均为表层(0—30 cm)大于底层(30—60 cm)土壤,但表层和底层的差值呈现出未塌陷>塌陷 5 a>塌陷 10 a。

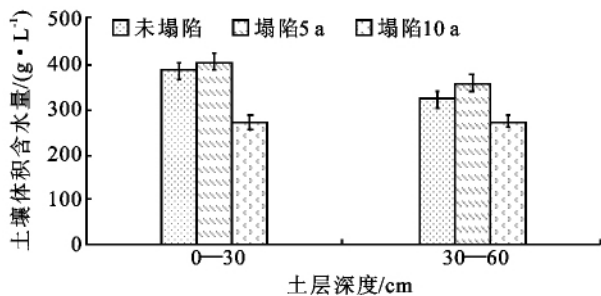


图 3 不同塌陷年限土壤体积含水量分层比较

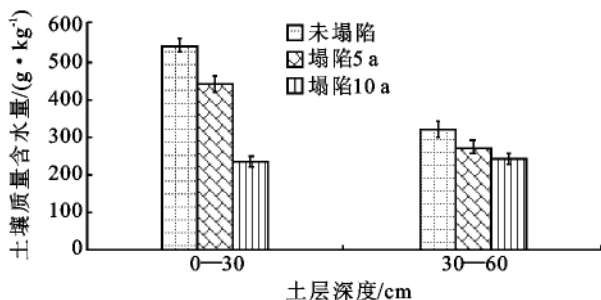


图 4 不同塌陷年限土壤质量含水量分层比较

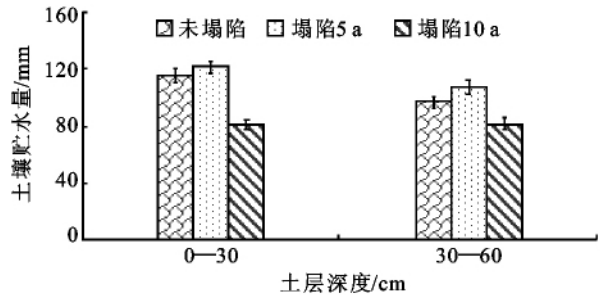


图 5 不同塌陷年限土壤贮水量分层比较

3.3.2 采煤塌陷对土壤毛管持水量的影响 毛管持水量是土壤的一个重要水分常数,毛管水对于保障植物用水有很大的作用。同一采煤塌陷年限都呈现出矿区表层(0—30 cm)土壤毛管持水量大于底层土壤(30—60 cm)毛管持水量;随塌陷年限的延长则表现为表层土壤毛管持水量随塌陷年限的延长逐渐降低,底层土壤毛管持水量随塌陷年限的延长先下降后上升,表层与底层土壤毛管持水量之间的差值逐渐减小(图 6)。

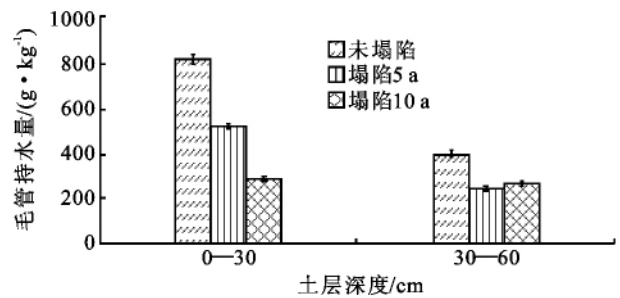


图 6 不同塌陷年限土壤毛管持水量分层比较

3.3.3 采煤塌陷对土壤田间持水量的影响 在同一采煤塌陷年限呈现出:矿区表层(0—30 cm)土壤田间持水量大于底层(30—60 cm)土壤田间持水量;在不同采煤塌陷年限呈现出:表层土壤田间持水量随塌陷年限的延长逐渐降低,底层土壤田间持水量随塌陷年限的延长同样呈现出逐渐降低的现象;表层土壤与底层土壤田间持水量的差值,随塌陷年限的延长其差值逐渐减小(图 7)。

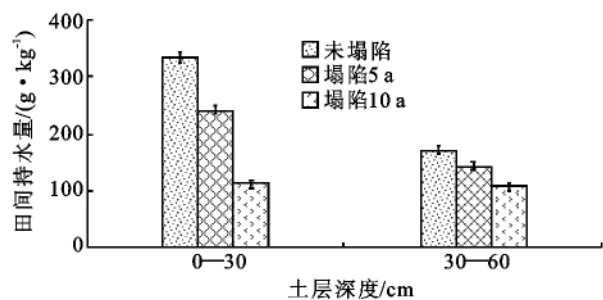


图 7 不同塌陷年限土壤田间持水量分层比较

3.3.4 采煤塌陷对土壤排水能力的影响 土壤排水能力由最大持水量与最小持水量的差值构成<sup>[13]</sup>。在

同一采煤塌陷年限呈现出:未塌陷和塌陷5 a区表层(0—30 cm)土壤排水能力大于底层(30—60 cm)土壤排水能力,塌陷10 a区底层土壤排水能力反而大于表层土壤排水能力;在不同采煤塌陷年限呈现出:矿区表层和底层土壤排水能力都随塌陷年限的延长呈现先下降后上升的趋势(图8)。

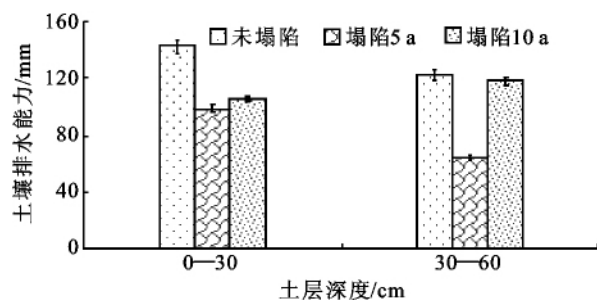


图8 不同塌陷年限土壤排水能力分层比较

## 4 结论

通过对百里杜鹃风景名胜区进行综合踏勘选取典型矿区,在典型矿区内选取相近塌陷程度不同塌陷年限的土壤进行物理性质对比研究,结果表明:采煤塌陷破坏了百里杜鹃煤矿矿区的土壤结构,促进了土壤淋溶侵蚀,随塌陷年限的延长土壤环境逐渐稳定,塌陷区土壤通气保水性虽在后期有所好转,但总体不如未塌陷区。特别是在百里杜鹃风景名胜区内,随着采煤塌陷范围的扩大和程度的加深,这必将是以后研究的重点,需要引起政府的高度重视和社会的广泛关注。

## 参考文献:

- [1] 贾增发,赵连伦.采煤塌陷区的综合治理[J].环境保护,1991(5):16-17.
- [2] 李新举,胡振琪,李晶,等.采煤塌陷地复垦土壤质量研究进展[J].农业工程学报,2007,23(6):276-280.
- [3] Moffat A, McNeill D. Reclaiming disturbed land and forestry[M]. London: H. M. S. O., 1994.
- [4] 卞正富.国内外煤矿区土地复垦研究综述[J].中国土地科学,2000,14(1):6-11.
- [5] 杨明爽,刘明辉.采煤塌陷区环境整治与矿区可持续发展[J].山西建筑,2009,35(23):26-27.
- [6] 郑建军.浅析贵州二叠系上统龙潭组27号煤层的聚煤规律[J].中国煤田地质,2007,19(6):11-13.
- [7] 赵霞.贵州省大型煤矿建设的可行性与必要性分析[J].煤炭经济研究,2008(4):28-29.
- [8] 陈刚.浅谈贵州山区煤矿整体设计中“与环境协调”问题[J].煤炭工程,2008(10):20-21.
- [9] 王茂春,莫伟平.贵州省煤炭产业发展循环经济的对策研究[J].煤炭经济研究,2008(5):33-35.
- [10] 谢元贵,孙文博,潘高虎,等.采煤塌陷对贵州百里杜鹃林区土壤水分—物理性质的影响[J].中国水土保持,2012(4):42-44.
- [11] 李苇洁,聂忠兴,龙秀琴,等.百里杜鹃自然保护区雪凝灾情分析及重建思考[J].林业科学,2008,44(11):111-114.
- [12] 杨成华,李贵远,邓伦秀,等.贵州百里杜鹃保护区的杜鹃属植物种类及其观赏特性研究[J].西部林业科学,2006,35(4):14-18.
- [13] 张万儒,杨光滢,屠星南,等.LY/T1215—1999,森林土壤水分—物理性质的测定[S].北京:国家林业局批准,1999.

(上接第20页)

- [2] Allmaras R R, Burwell R E, Larson W E, et al. Total Porosity and Random Roughness of the Interrow Zone as Influenced by Tillage[M]. U. S. : Agricultural Research Service, 1966.
- [3] 吴普特,周佩华.地表侵蚀与薄层水流侵蚀关系研究[J].水土保持通报,1993,13(3):1-5.
- [4] Saleh A. Soil roughness measurement: chain method[J]. Journal of Soil and Water Cons., 1993, 48(6): 527-529.
- [5] 崔灵周,李占斌,朱永清,等.流域侵蚀强度空间分异及动态变化模拟研究[J].农业工程学报,2006,22(12):17-22.
- [6] 郑子成,吴发启,何淑琴.降雨条件下土壤物理性质对地表糙度变化的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,11(11):184-188.
- [7] 段喜明,吴普特,王春红,等.人工降雨条件下施加粉煤灰对耕作土壤结构和水土流失的影响研究[J].农业工程学报,2006,22(8):50-53.

- [8] Chen L D, Huang Z L, Jie G, et al. The effect of land cover/vegetation on soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau, China[J]. Catena, 2007, 70(2): 200-208.
- [9] 于国强,李占斌,李鹏,等.不同植被类型下坡面径流侵蚀产沙试验研究[J].水科学进展,2010,21(5):594-598.
- [10] Brough D L, Jarrett A R. Simple technique for approximating surface storage of silt—tilled fields[J]. Trans. American Society of Agricultural Engineers, 1992, 35(3): 885-890.
- [11] Kruipers H. A relief-meter for soil cultivation studies[J]. Agric. Sci., 1957, 5(4): 255-262.
- [12] Burwell R E, Larson W E. Infiltration as influenced by tillage—induced random roughness and pore space[J]. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1969, 33(3): 449-452.
- [13] Hung C H, Noton L D, Parker S C. Laser scanner for erosion plot measurements[J]. Trans. ASAE, 1995, 38(3): 703-710.