

土地复垦项目后评价时点界定研究

冯 露,盖艾鸿,刘永志

(甘肃农业大学 资源与环境学院,甘肃 兰州 730070)

摘要:土地复垦是增加耕地面积,提高耕地质量,保持耕地总量动态平衡的一项重要措施。由于土地复垦后耕地质量不能在短期内显现,导致很多矿区土地复垦后土地质量不能满足相应的耕作需求。土地复垦项目后评价时点界定就是对一定时期后土地复垦项目土壤质量进行反馈,对于提高土地复垦质量有非常重要的意义。在综述土壤质量恢复过程相关研究的基础上,通过分析土壤质量恢复的过程,对不同土地复垦方式后评价时点进行了界定。认为疏排法复垦、基塘式复垦、梯田式复垦、充填式复垦、矸石山绿化复垦和露天开采复垦的评价时点分别为4~6 a,5~7 a,5~7 a,6~10 a,10~15 a和10~15 a。

关键词:土地复垦;土壤质量;时点;界定

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)06-0045-04

随着我国促进土地节约集约利用政策的不断深入,矿区广泛开展土地复垦工作。但由于没有严格的监督、反馈机制,各种“形象工程”“政绩工程”频繁出现,土地复垦工作“重数量、轻质量”现象非常普遍^[1]。如何评价复垦工程的成败,一直是有关专家学者关心的问题,而土地复垦项目后评价的时间界定,则是复垦项目后评价的至关重要一环。土地复垦项目后评价的时间界定对完善我国矿区复垦项目评价体系、实施补充耕地数量质量折算和土地复垦验收工作具有重要意义及参考价值。

1 土地复垦项目后评价时点确定的重要性

土地复垦项目完成以后其土地生产能力并不能在短期内发挥出来,而是经过较长时间的耕作、使用逐渐稳定,矿区的生态平衡同样也是经过漫长的修复及自我调整的过程而达到动态平衡。土地复垦项目后评价虽然是复垦项目完成后一段时间进行,但是土地复垦项目完成后一段时间并不是一个明确的时间。因此选择评价的时点必须要关注复垦后恢复土壤质量及恢复生态平衡的过程,需要说明的是并不是必须等到土壤质量彻底恢复后才能进行土地复垦项目后评价,因为有研究表明和土地生产力相关的土壤理化属性及土壤生物在土地复垦后几十年甚至上百年的演化过程

方能彻底的恢复,并且土壤状况一直处于一种动态变化的过程,那么等到复垦土地生产力彻底恢复后再进行复垦项目后评价无疑是没有任何意义的^[2]。实施土地复垦项目后评价的一个重要目标就是其反馈的功能,总结复垦项目的经验教训,为决策提供依据,因此,研究土地复垦项目后评价的时点既需要关注复垦后土壤质量、生态平衡恢复过程,也需要关注复垦项目后评价的反馈效果。只有选择适宜的评价时点,其采集的数据才能更加客观、真实,从而客观评价复垦的效果。

2 矿区复垦土壤质量恢复过程分析

2.1 土壤质量内涵

土壤质量(soil quality)是指维持生物生长、维持环境质量和促进动植物健康成长的能力。土壤的质量会影响土地的生产能力,土壤质量主要包括土壤理化性质、土壤生物及生化质量、土壤施肥和土壤的反应等。直接研究复垦土地生产力恢复过程的文献并不多见,但是研究复垦后土壤质量变化过程的国内外文献非常多。

2.2 土壤质量恢复过程相关研究

捷克科学院土壤生态研究所 Jan Frouz 等人研究了矿区复垦土壤生物群及表土层的改善年序变化,该文以德国的 Cottbus(酸性沙土)和捷克的 Sokolov(碱性粘土)2个露天开采矿区为例,研究复垦后土壤的改善情况^[3]。德国的 Cottbus 矿区分别于1964、1978、1982、1996年分别种植北欧赤松(*Pinus silvestris*)和奥地利黑松(*Pinus nigra*);而捷克的 Sokolov 矿区于1935、1965、1974、1978、1989年种植欧洲桤木(*Alnus glutinosa*);土样采集于1997年^[4]。该文所展示的土壤改善变化趋势图显示:pH、有机碳含量、纤维素

收稿日期:2011-03-29

第一作者简介:冯露(1985-),女,山东省鱼台县人,在读硕士,从事土地资源管理研究。E-mail:lilylee0314@163.com。

通讯作者:盖艾鸿(1967-),男,甘肃省泾川县人,学士,副教授,硕士生导师,从事地理信息系统研究。E-mail:gaiah@gsau.edu.cn。

分解率等化学指标随着年份增长得到明显改善,复垦后不足 20 a 已接近 1935、1965 年复垦区的土壤性质,而细菌直接数、物种数目、菌类单位等不足 15 a 时间则基本达到 1935、1965 年复垦区的土壤性质并趋于稳定。说明露天开采矿区,经土壤重构绿化后,土壤恢复会经历漫长的过程,但是在复垦后 15~20 a 的时间里,土壤性质能够基本恢复^[5]。

云南农业大学的张乃明等则研究了山西孝义矿区在不同复垦年限(1~5 a)作物为玉米的土壤养分变化情况,并同复垦区外土壤做了对照研究,结果表明随种植年限的增加,有机质、全氮经 5 a 种植后,达到对照土壤的 70% 和 73%;pH 变化规律不明显,幅度小;土壤容重随复垦年限增加逐年降低并接近对照土壤,即经过 5 a 耕种,复垦土地的部分肥力指标已基本接近山西省中等肥力水平的耕地土壤^[6]。

中国矿业大学国土研究所陈龙乾、邓喀中等以徐州矿区为例,研究了泥浆泵复垦土壤的理化特性时空演变规律。于 1999 年按泥浆泵复垦后第 1,3,5,7,9,11,13 年的时间标准,选取不同时期代表性的泥浆泵复垦土壤作为研究对象,每处处理样点不少于 10 个,并与正常农田做了对照。结果表明不同层次的容重、团粒结构随时间的推移逐步接近正常农田,至复垦后 13 a 则基本接近正常农田;而表层土壤的有机质、全氮、速效磷、速效钾随时间推移逐年增加,复垦后 13 a 基本接近正常农田水平,盐分、pH 则逐渐降低,并逐渐趋于稳定^[7]。

美国环境保护署下属的有害废物工程研究实验室(EPA's Hazardous Waste Engineering research laboratory)对田纳西州的采矿复垦后生态恢复及环境变化做了评价。田纳西州林区由于采矿的影响和 20 世纪 70 年代早期不成功的复垦后,环境恶化,3/4 的矿区生态处于不稳定状态。1975 年通过再植灌木、恢复植被等措施,1975~1980 年间在各区域进行植被调查、鸟类调查、哺乳动物种群调查、水质调查、微生物及鱼类取样调查,监测结果表明 5 a 后,形成了稳定的混合林,鸟类数量增加,并与林地覆被和种类呈正相关,水质 pH 增加,水中铁、硫酸浓度降低,微生物增加,鱼类重新聚集。该案例说明,在采矿破坏不太严重的情况下,采取正确的措施,5 a 后,复垦区的生物多样性和生态系统都能得到明显的改善,生态系统动态平衡基本恢复^[8]。

相关成果还包括美国怀俄明大学的 Daniel. L 等研究的复垦后以微生物特征的生态系统恢复

过程;美国佛罗里达大学的 Mark. T 则在一个大尺度的矿区研究了矿区景观恢复状况,结果表明先锋物种(Pioneer Species)、有机物(Organic Matter)先迅速增长,然后下降,而顶级极峰种(Climax Species)、土壤养分(Soil Nutrients)呈 S 型增长趋势^[9]。

2.3 土壤质量恢复过程分析

土壤质量是土壤生产能力的基础,而维持生物生长、维持环境质量、促进动植物健康成长需要影响土壤质量的各项因子的相互配合、影响,生态状况的恢复过程亦然。这些因子可分为两类,一类是利导因子,一类是限制因子。

土地复垦工程首先将原有限制因子解除,如土壤坡度、积水等,限制因子解除后,此时利导因子起主要作用,但是此时各种利导因子并非协调一致,即部分利导因子并未完全有效利用,如土壤微生物、土壤肥力是一种渐变增长,这种渐变产生一种协同放大效应,此时是一个协同递进的良性循环,此时土壤质量和生态状况恢复速度加快;而这种恢复过程并非无限制的发展,会受到光、温、水等各种因素的影响,此时限制因子逐渐凸现,恢复速度会逐渐减缓。

用 X 表示复垦土壤质量和环境状况的发展指数,则 X(t) 表示土壤质量和环境状况的恢复过程,则其恢复速度可以表示为 dX/dt , 相对恢复速度为 $dX/(dt/X)$, 由于恢复过程中限制因子作用逐渐突出,令相对恢复速度为发展指数 X 的线性递减函数,即 Logistic 曲线微分方程,该方程由美国生物学家和人口统计学家拍尔(R. Pearl)和利德(J. reed)于 1920 年首先在生物繁殖研究中发现,后被广泛应用于生物生长过程和产业成长过程的描述^[10-12]:

$$\frac{dx}{dt} = r \times X \left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad K = X_{max}$$

式中:r 表示某一阶段内限制因子所能承受复垦土壤质量和环境状况指数最大的相对恢复速度;K 表示某一阶段内限制因子所能承受的最高发展程度。因此,复垦土壤质量及环境状况恢复

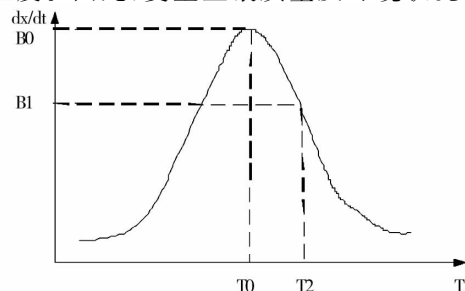


图1 恢复速度示意图

速度见图 1,恢复过程见图 2。

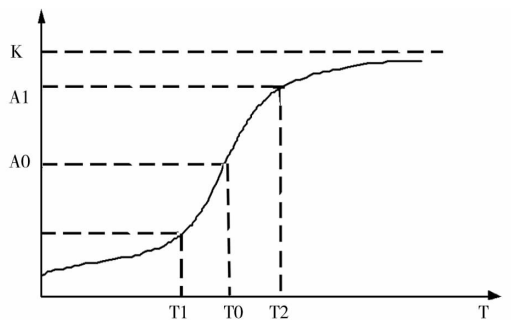


图 2 恢复过程示意图

由图 2 可知,将恢复过程分为 4 个阶段,起步期、成长期、成熟期和顶峰期。在起步期,复垦土壤质量和环境状况恢复速度缓慢,并逐步上升;在成长期则具有很高的恢复速度;进入成熟期后,恢复速度逐渐下降;到顶峰期,若无大的外界影响,则处于动态平衡阶段。

3 土地复垦项目后评价时点

采取适当的措施复垦后,土壤质量基本呈现上升的趋势,生态状况能够逐渐改善;但是土壤质量及生态状况的改善并不仅仅与复垦后年限有关,还与采矿破坏状况、复垦措施、气候、土地利用情况等有关;随复垦年份的增长,土壤质量、生态状况开始呈缓慢上升的趋势,当各项利导因素都已具备,会快速的发展,然后利导因素逐渐被消耗,限制因素突出,则又呈现缓慢上升的趋势,即恢复过程为逻辑斯蒂增长。因此土地复垦项目后评价的时点应该选择在复垦恢复的成熟期之后,其各项指标在短期内不会出现太大差异。

从反馈理论上研究,实施项目后评价的理论基础就是控制论的反馈能够使系统减少偏差、系统趋于稳定,使得系统的功能得以保证,反馈的作用受到反馈时间、反馈信息的真实有效性制约。因此,对于实施项目后评价而言,要满足时间的有效性,尽早地反馈复垦效果,又要保证数据真实、有效,实施项目后评价的时点一般应该确定在 15 a 以内。

一些比较成熟的机构都有一套项目后评价时点确定的基本方法,如世界银行的业务评价局(Operation Evaluation Department)首先对大型、复杂的项目进行审核,选择 35% 的已审核项目,在项目施工完成后 5~10 a 的期间进行项目的影响后评价,检验项目长时间内对政策、制度、社会文化和自然环境等的持续影响。我国专家在具体项目实施过程中也有一些实践,如黑河流域调水工程经过 2001~2005 年 5 a 的治理后,生态得到有效控制,河海大学卢兴旺、唐德善对黑河流域调

水对中游生态的影响做了后评价的研究;慈溪市樟新公路东畈于 2001 年实施土地整理项目,浙江大学艾明亮则于 2004 年对该项目做了土地整理投资项目的后评价研究。

另外,土地利用总体规划远期规划一般为 15 a 左右,土地利用总体规划中的土地整理、复垦和开发专项规划对土地复垦项目的实施具有重要的指导意义,另外,土地利用总体规划设置短期目标年一般为 5 a,短期目标年会调整土地利用总体规划,当然土地整理、复垦和开发专项规划也会相应调整。虽然整理、复垦和开发专项规划并不代表项目本身,但是具有重要的指导意义,影响土地复垦项目的实施,因此,土地复垦项目后评价的时点也需关注土地利用总体规划的远期目标年限和近期目标年限。

确定土地复垦项目后评价的时点,除了需要考虑政策因素以外,还需要研究当地气候状况,复垦后利用状况、以及采矿的破坏程度和复垦方式,这些因素对土壤及环境状况的恢复速度影响很大。对于气候适宜、降水充沛的地区,且采矿影响不是太大,土壤及生态状况恢复速度较快,进入成熟期的时间 T_1 较短(见图 3 曲线 1);而对于气候相对干燥,采矿影响较大,土壤及生态状况的恢复速度则相对较慢,进入成熟期的时间 T_2 也相对较长(见图 3 曲线 2);对于气候恶劣,采矿影响很大(如露天开采),土壤及生态状况的恢复时间漫长,进入成熟期的时间 T_3 很长(见图 3 曲线 3):

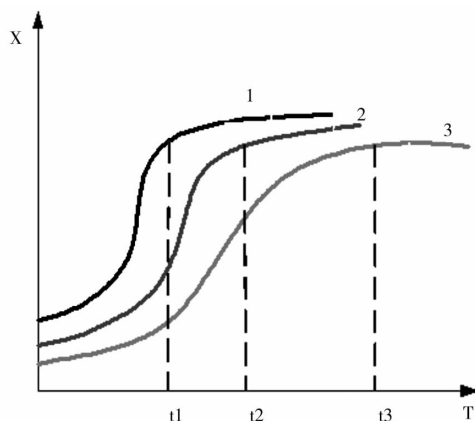


图 3 复垦恢复时间示意图

文献研究表明不同的复垦方式土壤质量及生态状况恢复进入成熟期大约需要 4~15 a,甚至更长的时间,这是一个很长的时间跨度,因此有必要对不同的复垦方式进行分类,确定其土地复垦项目后评价的时点。

按照土地复垦的方式,可分为疏排法复垦、基塘式复垦、梯田式复垦、充填式复垦、矸石山绿化

复垦和露天开采复垦,它们对土壤及环境的扰动逐渐变强,因此其恢复的过程也相对较长。不同土地复垦方式对应的后评价时点有6种类型。

3.1 疏排法复垦

疏排法复垦是解决高潜水位矿区塌陷地积水的有效办法,通常采取整修堤坝和分洪的办法,即通常所说的防洪、除涝和降渍。采用疏排法复垦对土壤及环境状况的扰动较弱,恢复时间相对较短。一般后评价时点为复垦实施后4~6 a。

3.2 基塘式复垦

基塘式复垦技术是将造地和挖塘相结合,形成一定面积比例的耕地和鱼塘,达到水陆并举的目标。采用基塘式复垦技术对土壤及环境状况的扰动适中,一般来说恢复时间比疏排法要长。一般后评价时点为复垦实施后5~7 a。

3.3 梯田式复垦

丘陵山区或采厚大的矿区,形成阶状地貌,可沿等高线修筑梯田,拦水保墒。采用该方式对土壤及环境状况扰动适中,一般来说恢复时间较长。一般后评价时点为复垦实施后5~7 a。

3.4 充填式复垦

充填式复垦技术是利用容易得到的矿区废弃物及垃圾等充填采煤沉陷地,恢复到设计高程的复垦技术,采用该技术对土壤及环境状况扰动较大,恢复时间相对较长。一般后评价时点为复垦实施后6~10 a(需分析其充填厚度及充填物质的污染性)

3.5 矸石山复垦修复

矸石山开采废弃物堆积成的人工地貌,地形、组成物质都不利于植物生长,一般需要采取客土覆盖的方法,对土壤及环境的扰动很大,恢复时间

很长。一般后评价时点为复垦实施后10~15 a。

3.6 露天开采复垦

露天开采直接剥离表土覆层岩,对土壤、水文和环境状况的破坏性巨大。即使采用相应的复垦方法,其土壤及环境的恢复过程也是漫长的。一般后评价时点为复垦实施后10~15 a。

参考文献:

- [1] 胡芳,唐仲平,黄文杰.项目后评价方法综述[J].中国电力教育,2005(Z3):150-154.
- [2] 王秀菊.工程项目后评价的关键技术研究[D].山东:山东科技大学,2006.
- [3] 卞正富.矿区土地复垦界面要素的演替规律及其调控研究[J].中国土地科学,1993(4):6-11.
- [4] 余忠.土地开发整理项目后评价研究[D].云南:昆明理工大学,2007.
- [5] Jan Frouz. Soil biota and upper soil layer development in two contrasting post-mining chronosequences[J]. Ecological Engineering, 2001(7):275-284.
- [6] 张乃明,武雪萍,谷晓滨,等.矿区复垦土壤养分变化趋势研究[J].土壤通报,2003,34(1):58-60.
- [7] 陈龙乾,邓喀中,许善宽,等.开采沉陷对耕地土壤化学特性影响的空间变化规律[J].土壤侵蚀与水土保持,1999(3):81-86.
- [8] U. S. GAO. Surface coal mining: financial assurances for long-term oversight of mines with valley fills in four appalachian states[R]. GAO, 2009.
- [9] Mark T Brown. Techniques and guidelines for reclamation of phosphate mined lands[J]. Land Degradation and Development, 2001(10):449-459.
- [10] 常呈云. Logistic 曲线的应用[J]. 殷都学刊, 1992(3): 76-81.
- [11] 李秋元,孟德顺. Logistic 曲线的性质及其在植物生长分析中的应用[J]. 西北林学院学报, 1993(3):81-86.
- [12] 卢向虎. Logistic 曲线模型在经济预测中的应用——以重庆城镇居民收入预测为例[J]. 重庆商学院学报, 2002(3): 29-30.

Study on Determined Time Point of Land Reclamation Project Post Evaluation

FENG Lu, GAI Ai-hong, LIU Yong-zhi

(Resource and Environment College of Gansu Agricultural University, Lanzou, Gansu 730070)

Abstract: Land reclamation can increase the quantity of cultivated land, raise the quality of cultivated land, and is an important measure of keeping the dynamic balance of total cultivated land. Because the land reclamation quality of cultivated land not appeared in the short term, a lot of land reclamation land quality cannot meet the demand of corresponding. Land reclamation project post evaluation for certain period is that the feedback of land reclamation project after soil quality, it is very important to improve land reclamation quality. In this paper, based on relevant studies on soil quality restoration process, through analyzing the process of soil quality recovery, the different reclamation ways were defined. It was thought that scanty row method reclamation, land reclamation, terrace type related type, filling type reclamation, land reclamation gangue mountain greening reclamation, land reclamation evaluation point opencast respectively for 4~6 a, 5~7 a, 5~7 a, 6~10 a, 10~15 a and 10~15 a.

Key words: land reclamation; soil quality; date; define