

# 从百年时间跨度照片对比分析毛乌素沙地生态变化

喻权刚<sup>1</sup>, 喻恺阳<sup>2</sup>, 张景望<sup>3</sup>

(1. 黄河水利委员会 晋陕蒙接壤地区水土保持监督局, 陕西 榆林 719000;

2. 黄河流域水土保持生态环境监测临潼分中心, 陕西 临潼 710600; 3. 黄河上中游管理局, 陕西 西安 710021)

**摘要:** [目的] 分析毛乌素沙地百年时间跨度的景观变化, 为该区生态治理研究提供依据。[方法] 通过卫星影像判读、实地考察和照片复摄等方法, 历时 4 个多月, 找到了 1908 年罗伯特·斯特林·克拉克考察队在毛乌素沙地考察时拍摄的 4 张照片的原始拍摄地, 于 2019 年完成了百年老照片的复摄工作, 并对新老照片中生态因素的变化进行了对比分析。[结果] 一百多年前的毛乌素沙地, 植被稀少, 风沙肆虐。新中国成立后, 当地政府组织群众开展沙地整治, 经过几十年治理, 流动沙丘得到固定, 区域植被得到有效恢复, 水土流失得到有效控制。[结论] 由于毛乌素沙地生态十分脆弱, 已得到治理的沙地仍存在沙化的风险, 需要把毛乌素沙地治理纳入黄河流域生态保护和高质量发展总体规划, 统筹协调, 综合治理。

**关键词:** 毛乌素沙地; 生态变化; 百年照片; 复摄

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1000-288X(2019)06-0307-06

**中图分类号:** S157



**文献参数:** 喻权刚, 喻恺阳, 张景望. 从百年时间跨度照片对比分析毛乌素沙地生态变化[J]. 水土保持通报, 2019, 39(6): 307-312. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2019.06.046; Yu Quangan, Yu Kaiyang, Zhang Jingwang. Comparative analysis of ecological changes based on photos taken in 1908 and 2019 in Mu Us sandy land[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(6): 307-312.

## Comparative Analysis of Ecological Changes Based on Photos Taken in 1908 and 2019 in Mu Us Sandy Land

Yu Quangan<sup>1</sup>, Yu Kaiyang<sup>2</sup>, Zhang Jingwang<sup>3</sup>

(1. Soil and Water Conservation Supervision Bureau in Shanxi-Shaanxi-Inner

Mongolia Border Area of YRCC, Yulin, Shaanxi 719000, China; 2. Lintong Sub-center for

Soil and Water Conservation and Ecological Environment Monitoring in the Yellow River Basin, Lintong,

Shaanxi 710600, China; 3. Upper and Middle Yellow River Management Bureau, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

**Abstract:** [Objective] The landscape change of Mu Us sandy land in the past 100 years was analyzed in order to provide basis for the study of ecological management in this area. [Methods] Through satellite image interpretation and field investigation, we found out the shooting site of four photos taken by Robert Sterling Clark expedition in the Mu Us sandy land in 1908, and rephotographed the photos of the past hundred years in 2019, and then compared the changes of ecological factors in the new and old photos. [Results] More than one hundred years ago, Mu Us sandy land was sparsely covered with vegetation, and the sandstorm was rampant. After the founding of the People's Republic of China, the local government organized the masses to carry out sand remediation. After decades of treatments, mobile sand dunes were fixed, regional vegetation was effectively restored, and soil erosion was effectively controlled. [Conclusion] Due to the fragile ecology of Mu Us sandy land, there is still the risk of desertification in the sand land that has been treated. It is necessary to integrate the treatment of Mu Us sandy land into the overall plan for ecological protection and high-quality development of the Yellow River basin, so as to make overall coordination and comprehensive treatment.

**Keywords:** Mu Us sandy land; ecological change; centennial photos; rephotography

收稿日期: 2019-12-04

修回日期: 2019-12-18

资助项目: 国家重点研发计划项目子课题“造地需水与流域产流当量关系研究”(2017YFD0800502-05)

第一作者: 喻权刚(1965—), 男(汉族), 陕西省商洛市人, 工程硕士, 教授级高级工程师, 主要从事水土保持研究以及水土保持监测等工作。

E-mail: yuqg@163.com.

通讯作者: 喻恺阳(1994—), 女(汉族), 陕西省西安市人, 大学本科, 助理工程师, 主要从事水土保持监测研究。E-mail: 393645627@qq.com.

毛乌素沙地位于陕西省榆林市长城沿线以北。该区有史以来都是畜牧业比较发达地区。由于长期以来人类活动的影响,植被破坏严重,逐步形成流动沙丘。新中国成立以来,当地政府组织群众对毛乌素沙地开展了整治工程。尤其是 1999 年开始的大规模退耕还林(草)工程的实施,使该区的植被覆盖率快速提高。2000—2015 年,毛乌素沙区植被覆盖度显著、极显著增加的面积为 34 370 km<sup>2</sup>,约占该区沙地总面积的 33.8%<sup>[1]</sup>。据陕西省榆林市资料,在沙漠腹地营造起 666 hm<sup>2</sup> 以上成片林一百余处,建成了总长 1 500 km 的 4 条大型防护林带。全市境内 5.70 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup> 流沙有 4.00 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup> 得到固定、半固定,实现了由沙进人退到人进沙退,由荒沙到绿州的转变。

1908—1909 年,美国探险家罗伯特·斯特林·克拉克组建了一支考察队(以下简称“克拉克考察队”)在黄土高原腹地的晋、陕、甘等省区进行了为期 480 d 余的综合科学考察,行程 3 200 km 余<sup>[2]</sup>,途经陕西省榆林市时考察了 1 个月。考察队沿长城拍了一些反映毛乌素沙地景观的照片。笔者有幸获得其中的 4 张老照片。经过反复寻找,又于相近季节在原地复摄了能反映当代景观的新照片。同时收集了相关资料,辅助分析毛乌素沙地生态环境今夕的变化。

## 1 毛乌素沙地概况

毛乌素沙地地理坐标位于北纬 37°30′—39°20′,东经 107°20′—111°30′,包括内蒙古自治区的鄂尔多斯市南部、陕西省榆林市的西北部风沙区和宁夏回族自治区盐池县东北部。据全国沙漠化普查结果表明,毛乌素沙地总面积为 7.84 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>,占全国沙区总面积的 4.25%<sup>[3]</sup>。毛乌素沙地具有中温带气候,属荒漠草原—干草原—森林草原过渡地带,处于几个自然地带的交接地段,其植被和土壤反映出过渡性特点。该地区最显著的特点就是干旱,雨雪稀少,云量很小。年均温度 6.0~8.5 ℃,年均降水量东南部为 440 mm,向西减至 250 mm;干燥度 1.0~2.5;具有固定、半固定沙丘向黄土丘陵过渡的地貌特征,兼具风蚀和水蚀的特点。该区多大风,且频繁出现的起沙风(风速大于 5 m/s)与干旱季节同步,为风沙活动和运移创造了动力条件<sup>[4]</sup>。

关于毛乌素沙地起源与变迁问题的研究,始于 20 世纪 50 年代,迄今大体上存在 3 种不尽一致的认识。①地质时期成沙说;②人类历史时期形成说;③地质时期沉积的沙质地层,经历史时期人类活动的作用而活化成沙漠<sup>[4]</sup>。不论哪种观点,公认的是早在先秦和秦汉时的毛乌素地区是一片水草丰美的大草原,风景宜人,是匈奴民族的政治和经济中心。到了

唐代,由于不恰当滥牧,不合理开垦以及气候变化等影响,毛乌素地区已经开始有了积沙。经过一千多年的逐渐扩展,至明清时毛乌素已形成茫茫大漠。当时的人们并没有治理的观念和能力,当一片草地消失的时候就到另一个地方放牧,于是,沙丘就像是难以治愈的牛皮鲜,不断扩大<sup>[5]</sup>。

毛乌素沙地给人们带来的危害是巨大的,遮天蔽日的沙尘暴冲击着人们的生活,沙进人退,使许多人迫于生计远走他乡。当地有句顺口溜,“山高尽秃头,滩地无树林。黄沙滚滚流,十耕九不收”,“吃糠菜,住柳庵,一件皮袄四季穿”。67 岁的定边县“治沙英雄”石光银回忆说,小时候无边无垠的黄土梁上,西北风从早刮到晚,村里的那些“跑沙地”是“光下种,不捉苗,种一葫芦打一瓢”,群众生活苦不堪言<sup>[6]</sup>。在遮天蔽日的沙尘暴胁迫下,陕北榆林市城区搬迁了三次。这片沙地虽然地处陕西、内蒙古接壤区,但是漫天的沙子会被季风吹到北京、西安、南京等市,甚至漂洋过海,到更远的地方。根据榆林市资料,在 19 世纪,毛乌素沙地的流沙已越过长城,南侵 50 km 多。到了解放初期,全市仅残存 4.00 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup> 天然林,林木覆盖率只有 0.9%,流沙吞没农田牧场 8.00 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,沙区仅存的 1.10 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup> 农田也处于沙丘包围之中,2.60 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup> 牧场沙化、盐渍化、退化严重。沙区有 6 个城镇 412 个村庄被风沙侵袭压埋,形成了“沙进人退”的被动局面。

## 2 照片拍摄和复摄过程

### 2.1 历史照片拍摄过程

清代后期,英、美、德、法等国考察队或探险家在黄土高原地区进行过多次科学考察和实地调查,取得了大量资料,其中尤以克拉克考察队的综合考察最为引人注目。克拉克考察队在山西、陕西和甘肃三省,对黄土高原腹地的气象、地貌、水文、植被、动物、城镇、商贸、人口、交通等内容进行了深入调查和详细记述,特别是明确记载了当时毛乌素沙地风沙活动和危害情况,是清代后期西方人对黄土高原地区自然和人文地理状况最为系统的一次考察。

据《穿越陕甘:1908—1909 年克拉克考察队华北行纪》一书记载,克拉克考察队招募了相关专业优秀专家,其中包括随队医生兼气象观测员道格拉斯(H. E. M. Douglas),画家哈维兰 B. 科布(Haviland B. Cobb),博物学家 A. de C. 索尔比(A. de C. Soberby),测绘员黑兹拉特·阿里(Hazrat Ali)、穆罕默德·侯赛因(Muhammad Husein)等。克拉克考察队首先在太原地区进行了约 2 个月的准备工作,然后开始

考察和观测。他们1908年7月16日离开太原城,经古交、莫尔山(Mo Erh Shan)、交城等地,在临县过黄河,入陕西省佳县,北行至榆林城。在榆林市周边、长城沿线、毛乌素沙地南缘考察了约1个月。1908年12月初,克拉克考察队离开榆林。这次考察中,克拉克考察队沿途拍摄了大量考察照片。其中,格兰特、索尔比分别拍摄黄土高原地区妇女肖像和动物照片,索尔比、科比还绘制有不少彩图。本文介绍的这一组照片就在《穿越陕甘》这本书中。

## 2.2 新照片复摄过程

1908年的历史照片就拍摄在榆林市周边的明长城周围。因为有长城墩台等历史遗迹作为标志物,111 a后才有可能找到原来的拍摄位置。

为了精准找到老照片的拍摄位置,笔者制定了详细的寻找方案。于2019年8月到11月,首先是基于高分辨率遥感影像沿长城沿线判读,标注长城烽火台和墩台,先在遥感影像上找到有可能是历史照片拍摄地的疑似位置,随后到疑似点现场与历史照片对照。同时,又联系陕北长城保护研究会、榆林市榆阳区摄影家协会等组织以及同事和摄影爱好者,前后经过近5个月,行程300 km多,历经千辛万苦,分别找到了4张历史照片拍摄的位置。每找到一处,按照原照片的场景,不断变换相机位置和拍摄角度,调整光圈和焦距,然后再按下快门,完成了4张历史照片的复摄工作。

# 3 毛乌素沙地生态变化对比分析

## 3.1 克拉克考察队拍照时的毛乌素沙地

111 a前的克拉克考察队考察榆林市时对毛乌素沙地进行了详细描述。《穿越陕甘》一书对毛乌素沙地的记载大意如下。

1908年10月29日,克拉克考察队从山西临县渡过黄河进入陕西佳县,沿秃尾河流域考察,沿途已经看见从毛乌素沙漠吹来的沙粒,出现小片沙地。11月3日,考察队到达榆阳区刘千河乡刘千河村,当天所经之地至少有四分之一都被散沙覆盖着,悬崖和丘陵的构成物中也有沙子成分,有的地方植被极其稀疏,四处可见矮小的树木半掩在黄沙之中。11月5日,考察队一大早出发,要赶到15英里(24 km)之外的榆林城。沿途的道路比较好走,但沙子明显越来越多。考察队进入毛乌素沙地,河流两侧不再是高高的悬崖,而是散沙堆起的高高的堤岸。考察队已经从黄土丘陵区进入了风沙区。到达榆林城时,城东侧,从沙地吹来的沙子在很多地方沿着城墙堆积成坡,为夜里才赶到城下的旅客提供了进入城内的便利通道。考察队描述说,榆林城周边的乡野十分荒凉,几乎难得见到树木,裸露的褐色岩石和黄沙上没有任何植被,只偶尔见到低矮的鼠

尾草。榆林城西部和北部的景象更令人心碎,沙丘随着每一次风暴移动,荡平了地上的一切。偶尔出现的几间土房子就像孤寂大海上的小岛。考察队在榆林的一个月期间,没有出现一次降雨或降雪。每天都在刮风,强风夹带大量沙土侵袭着房屋和古迹。12月5日,考察队在到达榆林市鱼河堡时,从北城墙外沙堆上直接入城,城堡内有厚达6~9 m的沙堆。

克拉克考察队的记载说明了当时毛乌素沙地沙化的严重程度,也是当时流沙淹没村庄、农田,沙进人退的真实写照。这些记载与111 a前的老照片上看到的景象是一致的。这种情况一直延续到新中国成立初期。据资料记载,到1949年时,沿长城的靖边、榆林、神木一带流动沙丘已经密集成片。

## 3.2 百年历史中的毛乌素沙地变化

本次对比照片共有4组,11张,全部位于榆林市明长城沿线毛乌素沙地区内。

3.2.1 第1组照片。位于榆林市芹河流域的明长城与毛乌素沙地。

(1) 原始照片(见图1)。原始照片拍摄于1908年11月。从克拉克考察队考察行程看,应该是在11月中旬的某一日拍摄的,照片中有远近两座长城墩台,中间可见长城痕迹,两座墩台能看见城墙包砖,局部损坏。近处长城墩台跟前有人拉着毛驴车,应该是克拉克考察队员。第一个墩台右前方有一沙丘,高5 m左右,左前方地势较低,整个区域几乎全是明沙覆盖,可见风沙活动剧烈。场景右侧有零星灌木,植被覆盖度不超过1%。



图1 芹河流域长城与毛乌素沙地(克拉克考察队摄于190811)

(2) 复摄照片(见图2)。新照片拍摄于2019年11月19日。与111 a前克拉克考察队拍摄的月份相同。从照片可以看出,其时长城墩台包砖已经全部脱落,长满了灌草。2个墩台也没有原来那么高了,墩台之间的长城痕迹还在。111 a前第一墩台右前方沙丘现在已不见踪迹,应该是被风吹平了,墩台左前方原来低洼区域现在高出平均地面。虽然是冬季,仍能

看出整个场景全部被植被覆盖,植被有樟子松、杨树、还有其他灌木以及草本植物。现场调查发现,樟子松树龄 15 a 左右,杨树树龄 20 到 30 a。植被长势很好,经现场测算,植被盖度超过 95% 以上。由于植被覆盖度高,已经看不见沙地,几乎看不到水土流失现象。与 111 a 前相比,生态环境明显改善。



图 2 芹河流域长城与毛乌素沙地(喻权刚摄于 201911)

(3) 辅助照片(见图 3)。该照片拍摄于 2019 年 8 月 11 日。由于是夏季拍摄,仅用以辅助说明该位置环境的变化。从照片可见,其时该区植被长势很好,覆盖度很高,几乎看不见沙地。地面被绿色覆盖,天空明净,蓝天白云,看不出这里曾经是风沙肆虐的沙地。现场拍照时考察周边环境发现,该位置毛乌素沙地植被得到较大程度恢复。



图 3 芹河流域长城与毛乌素沙地(喻权刚摄于 201908)

3.2.2 第 2 组照片。位于榆林保宁堡附近的明长城与毛乌素沙地。

(1) 原始照片(见图 4)。原始照片拍摄于 1908 年 11 月某一日。照片上可见 3 座长城墩台。3 座墩台包砖比较完整,局部破损。第一座与第二座墩台之间有沟壑,看不见古长城,第二与第三墩台之间可见古长

城遗迹。第一与第二墩台之间沟壑宽度 3~5 m,冲沟深 1~2 m。对面沟坡上有多条冲沟,其中有 2 条比较明显。一条宽度大约 1 m,另一条宽度大约 2 m,宽的地方有 5 m。长度约 30~50 m。风力侵蚀和水力侵蚀明显,水土流失相当严重。整个场景几乎没有植被。



图 4 保宁堡附近长城与毛乌素沙地(克拉克考察队摄于 190811)

(2) 复摄照片(见图 5)。拍摄于 2019 年 11 月 19 日,与 111 a 前克拉克考察队拍摄的月份相同。从照片可以看出,3 座长城墩台仍然存在,但是上面的包砖已经没有了,墩台也没有原来那么高了。第一与第二墩台之间沟壑由于暴雨径流的冲刷发生了很大变化,宽度增加到大约 15~25 m,冲沟深增加到 2~5 m。



图 5 保宁堡附近长城与毛乌素沙地(喻权刚摄于 201911)

对面沟坡上比较明显的 2 条冲沟变化也比较大。小的一条冲沟宽度增加到 2 m 左右,大的一条冲沟宽度增加到 4 m 左右,宽的地方达到 10 m,长度增加到 80 m 多。对面山坡由于附近的砖瓦厂取土形成 60 m×80 m 的取土场。

虽然时近冬季,也能明显可见植被覆盖度很高,植被以灌木为主,覆盖度在 70% 以上,风沙活动和水土流失得到有效控制。然而仍能看出冲沟两侧沟坡

裸露,对面砖厂取土造成了新的水土流失,如不加强治理和管护,仍有再次沙化的风险。

(3) 辅助照片(见图6)。这张照片拍摄于2019年8月11日,为夏季拍摄,仅用以辅助说明该位置生态环境的变化。其时该区与111 a前照片比较,地形地貌发生了变化,原来的冲沟变宽、变深、变长,这都是水土流失造成的。建砖厂、修路等人类活动也破坏了原地形地貌。变化最大的是植被,整个区域被植被覆盖,连冲沟里边都长满了灌草,明显看出近年来水土流失得到有效控制。



图6 保宁堡附近长城与毛乌素沙地(喻权刚摄于201908)

### 3.2.3 第3组照片。位于榆林市榆溪河红石峡。

(1) 原始照片(见图7)。原始照片拍摄于1908年11月某一日,是榆林市榆溪河红石峡的一段。从照片上看,画面底下是河流,就是现在的榆溪河,旁边有一个土丘,高约10 m,上面有一棵树。河的对面山头左高右低,中间偏左也只是一棵树。整个场景除有2棵树外没有其他植被。画面底部右侧有一山洞,洞底距离河床垂直距离约3 m。



图7 榆溪河红石峡(克拉克考察队摄于190811)

(2) 复摄照片(见图8)。复摄的新照片拍摄于2019年12月23日,与同组历史照片同样的位置。

与111 a前克拉克考察队拍摄的季节相近。从照片可以看出,山上地形地貌有局部变化。原来长一棵大树的地方变低了,现在植被较多的地方形成风沙堆积,变高了,这是多年风蚀的结果。由于榆溪河的冲刷作用,画面右下侧的山洞底部与河床高度增加到6~7 m,河床下切3~4 m。可见110 a多来河床演变的程度极为严重。画面左下侧的土丘上面修建了一个亭子。植被也发生了很大变化,增加了很多乔、灌、草植物,以乔木居多,植被盖度在70%以上。现在已经看不到有水土流失现象。



图8 榆溪河红石峡(喻权刚摄于201912)

(3) 辅助照片(见图9)。该照片拍摄于2019年6月17日。为夏季拍摄,仅用以辅助反映该位置夏季生态环境的状况。从照片中可以看出,其时该区植被长势良好,除过河床外其余部分基本被植被覆盖。右侧洞底与河床清晰可见,河床与洞中间有一条路,河床上是淤积的沙子。



图9 榆溪河红石峡(喻权刚摄于201906)

### 3.2.4 第4组照片。位于榆林市西北部的明长城与毛乌素沙地。

(1) 原始照片(见图10)。原始拍摄于1908年11月某一日。位置在榆林市西北部长城沿线。



图10 榆林市西北部长城与毛乌素沙地  
(克拉克考察队摄于190811)

从照片上看,可见2座长城墩台,包砖基本完整。画面前景有一放羊羊倌,40多只黑色、白色绵羊。远处有一丛灌木,远处有零星灌木,地面有零星杂草。植被盖度不超过5%。整个区域从近到远是一望无际的沙丘。

(2) 复摄照片(见图11)。复摄的新照片拍摄于2019年11月19日。按照克拉克考察队在榆林活动时间,估计与原照片拍摄时间在不同年份,同一月中相差不超过几天,经过了111 a风吹日晒,长城墩台包砖已经没有了,高度也比原来有所降低。长城的痕迹依稀可见。



图11 榆林市西北部长城与毛乌素沙地  
(喻权刚摄于201911)

变化最大的是就在羊倌和羊的位置形成了一条很深的冲沟,宽约3~15 m,冲沟深大约2~5 m,这是由于长期的土壤侵蚀形成的。现在整个场景基本被植被覆盖,以灌草植被为主,覆盖度在70%以上。从照片还可以看出,该区仍有零星沙地裸露,存在水土流失隐患,需要进一步治理。

在复摄上述4组照片过程中,沿途实际调查发现,长城沿线、城市周边、村庄周围、公路沿线等区域,植被盖度高,治理效果好,但是也有局部裸露沙地。在远离这些区域的地方或者沙地腹地,还有小片沙地,植被盖度依然不高。在高分辨率遥感影像上也看到了相同的结果。

## 4 结论

从百年时间跨度历史照片对比,结合现有研究资料分析,可以比较直观地反映毛乌素沙地的生态环境变化。新中国成立后,开始整治风沙,经过几十年努力,毛乌素沙地得到有效治理,也总结出了一套具有中国特色的治沙模式。但是,毛乌素地区干旱少雨,植被生长困难,生态相当脆弱,水分依然是该区植被恢复的制约因素,在沙地腹地仍有大片沙丘。如果现有的植被恢复措施得不到巩固,已经治理好的沙地仍有再次沙化的风险,尽管该区地下水资源相对丰富,但沙地的治理需要根据当地的水资源承载力,研究确定适宜的植被覆盖率和合理的植被结构。要把治沙与生态重建,推动区域经济高质量发展结合起来,研究新的治沙技术和生态产业的规模和布局,适度开发水土资源。同时不断创新体制机制,完善制度体系,加强管护,把毛乌素沙地治理纳入黄河流域生态保护和高质量发展总体规划,统筹协调,综合治理,使毛乌素沙地重新恢复成水草丰美,人民幸福的大草原。

**致谢:**本文在西北大学杨勤科教授悉心指导下完成。照片复摄过程中得到长城保护研究会张宝田、李炬等老师提供信息,我的同事和摄影爱好者给予了大力协助,在此一并表示衷心地感谢!

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 郭紫晨,刘树林,康文平,陈翔,等. 2000—2015年毛乌素沙区植被盖度变化趋势[J]. 中国沙漠,2018,38(5): 1099-1107.
- [2] 罗伯特·斯特林·克拉克,著,史红帅,译. 穿越陕甘: 1908—1909年克拉克考察队华北行纪[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,2010.
- [3] 张海欧. 毛乌素沙地综合整治现状分析及新思路[J]. 农学学报,2018,8(5):55-59.
- [4] 董雯,赵景波. 毛乌素沙地的形成与治理[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,2006(4):42-46.
- [5] 周淑琴,荆耀栋,张青峰,等. 毛乌素沙地植被空间自相关分布模式及变化特征[J]. 应用基础与工程科学学报,2015,23(2):318-330.
- [6] 榆林市志编纂委员会. 榆林市志[M]. 西安:三秦出版社,1996.