

# 非遗传因素对敖汉细毛羊 12 个性状表现的影响

赵晓平<sup>1,2</sup>, 何小龙<sup>1</sup>, 荣威恒<sup>1,3</sup>

(1. 内蒙古农业大学 动物科学与医学学院, 内蒙古 呼和浩特 010030;

2. 包头师范学院 生物科学与技术学院, 内蒙古 包头 014030; 3. 内蒙古农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010030)

**摘要:** 对内蒙古敖汉细毛羊主要性状的非遗传因素进行了分析, 采用动物模型最佳线性无偏预测 (BLUP) 和多性状非求导约束最大似然法 (MTDFREML) 估计了 12 个主要性状的方差组分和遗传参数。结果表明: 出生年份或性状鉴定年份对所有性状有显著影响; 性别和场别对所有早期性状有显著影响, 场别还对产毛性状中的剪毛量、体重和毛长度有显著影响; 出生类型对所有产毛性状无显著影响, 但对早期性状中的初生重、断乳重、断乳毛长度和断乳毛细度有显著影响; 母亲年龄对初生重和断乳重有显著影响, 对其余性状无显著影响; 年龄对毛密度分和毛油汗分无显著影响, 对其余产毛性状有显著影响。

**关键词:** 敖汉细毛羊; 动物模型 BLUP; MTDFREML; 遗传参数; 遗传评定

**中图分类号:** S826.8   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1004-3268(2008)11-0121-05

## Effects of Non-genetic Factors on the Traits of Inner Mongolian Aohan Merino Sheep

ZHAO Xiao-ping<sup>1,2</sup>, HE Xiao-long<sup>1</sup>, RONG Wei-heng<sup>1,3</sup>

(1. College of Animal Science and Animal Medicine, Inner Mongolian Agricultural University, Huhhot 010030, China;

2. Faculty of Biology Science and Technology, Baotou Teachers College, Baotou 014030, China;

3. Inner Mongolian Academy of Agricultural and Animal Science, Huhhot 010030, China)

**Abstract:** In this study, the effects of non-genetic factors on the main traits of Inner Mongolian Aohan Merino Sheep were investigated. Variance components and genetic parameters of twelve traits were analyzed by using animal model Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) and Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML). The results showed that the herd and birth year or measurement year of traits almost had significant effect on all traits. Sex and threshing ground had significant effect on all the early traits and threshing ground had significant effect on shearing amount, body weight and length of wool among wool characters. Birth type significantly affected the birth weight, weaning weight, weaning length of wool and weaning slander degree of wool among all the early traits, excepting all characters of producing wool. AGD only significantly affected birth weight and weaning litter weight while age had significant effect on all the wool traits except wool density score and wool oil score.

**Key words:** Aohan Merino Sheep; Animal model BLUP; MTDFREML; Genetic parameter; Genetic evaluation

近年来, 在细毛羊基础理论和应用技术研究方面均取得了重要成果。内蒙古敖汉细毛羊是根据国

家和内蒙古育种计划, 以当地蒙古羊为母本, 前苏联美利奴羊为父本, 经过杂交改良、横交固定、自群繁

收稿日期: 2008-10-06

基金项目: 科技部“动物种质资源描述标准和技术规范及共享试点建设”项目(2005DKA21101)

作者简介: 赵晓平(1956-), 男, 山西忻州人, 副教授, 在读博士研究生, 研究方向: 分子遗传学与育种。

育和导入大约 25% 的波尔华斯羊和澳洲美利奴羊的血液培育而成的毛肉兼用型细毛羊品种。为了适应畜牧经济和毛纺织业发展的需求,老型敖汉细毛羊全面导入了澳洲美利奴羊血液,使细毛羊群全部由澳血羊组成,从而育成了高生产性能的澳美型敖汉细毛羊。1991 年以来,又导入了超细型澳洲美利奴羊血液,经过精心选育后,不仅保留了原敖汉细毛羊的优良特性,还进一步改善了羊毛的综合品质。内蒙古敖汉细毛羊经过多年的培育,已经成为一个特征鲜明的细毛羊品种。内蒙古自治区作为国家重要的畜牧业基地,培育出了包括内蒙古敖汉细毛羊在内的几个优良细毛羊品种,在畜牧业生产中发挥了重要作用,但在生产管理和育种规划上存在着技术含量不足、遗传进展缓慢等问题。本研究利用动物模型 BLUP 法和 M TDFREML 法,分析了影响内蒙古敖汉细毛羊各性状的非遗传因素,并对各性状的方差组分进行了估计,旨在探讨一套符合实际的细毛羊遗传评定和遗传参数估计的模型,缩短细毛羊的世代间隔,找到合理的育种方法和手段。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究材料

数据材料为 1997—2004 年细毛羊群的早期性状和母羊产毛性状的鉴定记录,取自于内蒙古赤峰市敖汉种羊场。

### 1.2 性状及其非遗传因素

早期性状:初生重、断乳重、周岁重、断乳毛长度和断乳毛细度;非遗传因素(固定效应):出生年份、母亲年龄、场别、性别和出生类型。

产毛性状(母羊产毛性状):产毛量、体重(剪毛后体重)、毛长度(毛自然长度)、毛细度、毛弯曲分、毛密度分和毛油汗分;非遗传因素(固定效应):性状鉴定年份、年龄、母亲年龄、场别和出生类型。评分记录中,分值越高,品质越好。

### 1.3 数据处理

利用 Visual Foxpro 6.0 软件<sup>[1]</sup>,首先构建系谱数据库、早期性状数据库和产毛性状数据库,然后将 Visual Foxpro 6.0 文件另存为文本文件,以供 SAS8.2 和 M TDFREML 程序调用,数据的整理结果见表 1。

### 1.4 影响内蒙古敖汉细毛羊的非遗传因素分析的统计方法

采用 SAS8.2 软件的 GLM 程序进行最小二乘分析。主要分析了群体均数、残差效应和各性状所

表 1 数据整理

项目	原始记录名称	代号
母亲年龄(岁)	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	6
	7, 8, 9, 10	7
	场	一
二		2
四		3
五		4
六		5
性别		母
	公	2
出生类型	单羔	1
	双羔或三羔(即多羔)	2
年龄(岁)	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	6
	7, 8, 9, 10	7
毛弯曲分	“D”(大弯)	3
	“Z”(中弯)	2
	“X”(小弯)	1

涉及的非遗传因素的主效应及其互作效应和二级互作效应。对性状有显著影响的非遗传因素可作为模型中的固定效应用于下一步的研究。

研究中采用了目前普遍用于育种实践中的动物模型 BLUP 法。BLUP 法的特征是,在同一估计方程中,既能估计固定的环境效应和固定的遗传效应,又能预测随机的遗传效应<sup>[2]</sup>。在处理中同时将动物个体本身的加性遗传效应作为随机效应放在模型中。

## 2 结果与分析

### 2.1 影响早期性状的非遗传因素

方差分析结果(表 2)表明,出生年份、场别、性别和它们的二级互作效应对所有的早期性状有极显著影响( $P < 0.01$ )。母亲年龄对初生重和断乳重有极显著影响( $P < 0.01$ ),对其余的早期性状影响不显著( $P > 0.05$ )。出生类型不仅对初生重、断乳重和断乳毛细度有极显著影响,还对断乳毛长度有极显著影响,对其余的早期性状影响不显著。

### 2.2 影响产毛性状的主要非遗传因素

方差分析结果(表 3)表明,性状鉴定年份对所有的产毛性状有极显著影响。母亲年龄和出生类型

对所有产毛性状的影响都不显著。年龄除对毛密度  
分和毛油汗分影响不显著外, 对其余产毛性状都有

极显著影响。场别对产毛量、体重和毛长度有极显  
著影响, 对其余产毛性状影响不显著。

表 2 早期性状的 GLM 方差分析

因素	初生重(kg)			断乳重(kg)			周岁重(kg)		
	DF	MS	F	DF	MS	F	DF	MS	F
BY	7	19.074 **	58.97	7	733.102 **	34.34	6	8085.786 **	276.30
AGD	5	8.130 **	25.14	5	104.650 **	4.90	5	56.680 <sup>ns</sup>	1.94
HERD	4	18.937 **	58.55	4	154.839 **	7.25	4	1878.506 **	64.19
SEX	1	79.823 **	246.78	1	26741.560 **	1252.50	1	29217.734 **	998.40
BT	1	1744.700 **	5393.96	1	4104.660 **	192.26	1	92.810 <sup>ns</sup>	3.85
BY×AGD	35	0.827 **	2.56	35	38.849 **	1.82	30	28.779 <sup>ns</sup>	0.98
BY×HERD	26	23.579 **	72.90	25	608.707 **	28.51	22	1190.786 **	40.69
BY×SEX	7	1.422 **	4.39	7	984.342 **	46.10	6	13053.148 **	446.04
BY×BT	7	5.023 **	15.53	7	341.201 **	15.98	6	48.564 <sup>ns</sup>	1.66
AGD×HERD	20	0.854 **	2.64	20	93.382 **	4.37	20	42.331 <sup>ns</sup>	1.45
AGD×SEX	5	0.727 *	2.25	5	24.474 <sup>ns</sup>	1.15	5	73.018 *	2.50
AGD×BT	5	0.993 **	3.07	5	16.893 <sup>ns</sup>	0.79	5	16.631 <sup>ns</sup>	0.57
HERD×SEX	4	1.976 **	6.11	4	185.629 **	8.69	5	1108.055 **	37.86
HERD×BT	4	19.984 **	61.78	4	272.414 **	12.76	4	25.469 <sup>ns</sup>	0.87
SEX×BT	1	0.018 <sup>ns</sup>	0.06	1	149.731 *	7.01	1	908.634 **	31.05
BY×HERD×SEX	26	1.536 **	4.92	23	74.521 **	3.55	16	78.590 **	2.82

因素	断乳毛长度(cm)			断乳毛细度(支)		
	DF	MS	F	DF	MS	F
BY	7	22.579 **	6.17	7	1134.330 **	395.49
AGD	5	0.195 <sup>ns</sup>	0.40	5	3.769 <sup>ns</sup>	1.31
HERD	4	14.715 **	30.09	4	30.545 **	10.65
SEX	1	18.919 **	38.69	1	52.249 **	18.22
BT	1	4.363 **	8.92	1	42.988 **	14.99
BY×AGD	35	0.695 <sup>ns</sup>	1.42	35	5.546 **	1.93
BY×HERD	26	12.499 **	25.56	26	62.305 **	21.72
BY×SEX	7	8.406 **	17.19	7	104.917 **	36.58
BY×BT	7	0.676 <sup>ns</sup>	1.38	7	5.352 <sup>ns</sup>	1.87
AGD×HERD	20	0.484 <sup>ns</sup>	0.99	20	1.802 <sup>ns</sup>	0.63
AGD×SEX	5	0.906 <sup>ns</sup>	1.85	5	4.672 <sup>ns</sup>	1.63
AGD×BT	5	0.282 <sup>ns</sup>	0.58	5	3.434 <sup>ns</sup>	1.20
HERD×SEX	4	0.849 <sup>ns</sup>	1.74	4	23.424 **	8.17
HERD×BT	4	2.431 **	4.97	4	0.618 <sup>ns</sup>	0.22
SEX×BT	1	0.643 <sup>ns</sup>	1.31	1	4.394 <sup>ns</sup>	1.53
BY×HERD×SEX	24	1.534 **	3.17	24	12.138 **	4.27

注: 表中仅包含了显著的二级互作效应。\*表示差异显著( $P < 0.05$ ); \*\*表示差异极显著( $P < 0.01$ ); ns表示差异不显著( $P > 0.05$ ), 下表同;  
BY: 出生年份; AGD: 母亲年龄; HERD: 场别; SEX: 性别; BT: 出生类型

表 3 产毛性状的 GLM 方差分析

因素	产毛量(kg)			体重(kg)			毛长度(cm)			毛细度(支)		
	DF	MS	F	DF	MS	F	DF	MS	F	DF	MS	F
SY	6	82.695 **	62.08	6	525.312 **	25.55	6	87.585 **	91.82	6	610.819 **	202.19
AGE	6	645.831 **	484.82	6	22623.188 **	1100.29	6	111.161 **	116.54	6	27.704 **	9.17
AGD	5	1.900 <sup>ns</sup>	1.43	5	9.788 <sup>ns</sup>	0.48	5	1.270 <sup>ns</sup>	1.33	5	6.636 <sup>ns</sup>	2.26
HERD	4	44.696 **	33.55	4	536.193 **	26.08	4	25.460 **	26.69	4	4.284 <sup>ns</sup>	1.42
BT	1	5.745 <sup>ns</sup>	5.31	1	36.975 <sup>ns</sup>	1.80	1	4.599 <sup>ns</sup>	4.65	1	1.813 <sup>ns</sup>	0.60

续表 3 产毛性状的 GLM 方差分析

因素	产毛量(kg)			体重(kg)			毛长度(cm)			毛细度(支)		
	DF	MS	F	DF	MS	F	DF	MS	F	DF	MS	F
CY× AGE	15	38.306 <sup>**</sup>	28.76	15	503.057 <sup>**</sup>	24.47	15	41.462 <sup>**</sup>	43.47	15	82.527 <sup>**</sup>	27.30
CY× AGD	30	2.322 <sup>**</sup>	1.74	30	18.166 <sup>ns</sup>	0.88	30	1.261 <sup>ns</sup>	1.32	30	1.532 <sup>ns</sup>	0.51
CY× HERD	24	83.484 <sup>**</sup>	62.67	24	746.753 <sup>**</sup>	36.32	24	53.389 <sup>**</sup>	55.97	24	22.550 <sup>**</sup>	7.46
CY× BT	6	1.690 <sup>ns</sup>	1.27	6	21.040 <sup>ns</sup>	1.02	6	0.201 <sup>ns</sup>	0.21	6	0.815 <sup>ns</sup>	0.27
AGE× AGD	30	1.637 <sup>ns</sup>	1.23	30	22.241 <sup>ns</sup>	1.08	30	0.636 <sup>ns</sup>	0.67	30	2.355 <sup>ns</sup>	0.78
AGE× HERD	24	35.172 <sup>**</sup>	26.40	24	651.436 <sup>**</sup>	31.68	24	43.085 <sup>**</sup>	45.17	24	21.678 <sup>**</sup>	7.18
AGE× BT	6	2.316 <sup>ns</sup>	1.74	6	10.210 <sup>ns</sup>	0.50	6	0.565 <sup>ns</sup>	0.59	6	3.870 <sup>ns</sup>	1.28
AGD× HERD	20	1.521 <sup>ns</sup>	1.14	20	24.300 <sup>ns</sup>	1.18	20	0.989 <sup>ns</sup>	1.04	20	4.825 <sup>*</sup>	1.60
AGD× BT	5	0.975 <sup>ns</sup>	0.73	5	30.555 <sup>ns</sup>	1.49	5	0.488 <sup>ns</sup>	0.51	5	3.028 <sup>ns</sup>	1.00
HERD× BT	4	1.373 <sup>ns</sup>	1.03	4	19.141 <sup>ns</sup>	0.93	4	1.485 <sup>ns</sup>	1.56	4	2.265 <sup>ns</sup>	0.75

  

因素	毛弯曲分			毛密度分			毛油汗分		
	DF	MS	F	DF	MS	F	DF	MS	F
SY	6	18.686 <sup>**</sup>	56.80	6	0.488 <sup>**</sup>	14.00	6	1.103 <sup>**</sup>	15.00
AGE	6	2.007 <sup>**</sup>	6.10	2	0.010 <sup>ns</sup>	0.29	6	0.176 <sup>ns</sup>	2.26
AGD	5	0.420 <sup>ns</sup>	1.28	5	0.065 <sup>ns</sup>	1.86	5	0.013 <sup>ns</sup>	0.18
HERD	4	3.162 <sup>ns</sup>	3.53	4	0.207 <sup>ns</sup>	2.80	4	0.194 <sup>ns</sup>	2.50
BT	1	0.020 <sup>ns</sup>	0.06	1	0.068 <sup>ns</sup>	1.95	1	0.012 <sup>ns</sup>	0.16
CY× AGE	5	2.094 <sup>**</sup>	6.36	1	0.101 <sup>ns</sup>	2.89	7	0.445 <sup>**</sup>	6.06
CY× AGD	30	0.404 <sup>ns</sup>	1.23	27	0.043 <sup>ns</sup>	1.23	30	0.050 <sup>ns</sup>	0.68
CY× HERD	24	3.264 <sup>**</sup>	9.92	20	0.346 <sup>**</sup>	9.94	24	1.361 <sup>**</sup>	18.50
CY× BT	6	0.406 <sup>ns</sup>	1.23	5	0.115 <sup>**</sup>	3.31	6	0.085 <sup>ns</sup>	1.15
AGE× AGD	24	0.333 <sup>ns</sup>	1.01	10	0.051 <sup>ns</sup>	1.47	30	0.018 <sup>ns</sup>	0.25
AGE× HERD	11	2.622 <sup>**</sup>	7.97	6	0.381 <sup>**</sup>	10.93	19	0.250 <sup>**</sup>	3.41
AGE× BT	5	0.746 <sup>*</sup>	2.27	2	0.089 <sup>ns</sup>	2.55	6	0.025 <sup>ns</sup>	0.34
AGD× HERD	20	0.337 <sup>ns</sup>	1.03	20	0.057 <sup>*</sup>	1.63	20	0.059 <sup>ns</sup>	0.80
AGD× BT	5	0.920 <sup>*</sup>	2.80	5	0.068 <sup>ns</sup>	1.96	5	0.117 <sup>ns</sup>	1.60
HERD× BT	4	0.091 <sup>ns</sup>	0.28	4	0.011 <sup>ns</sup>	0.32	4	0.077 <sup>ns</sup>	1.05

注: SY; 鉴定年份; AGE; 年龄; AGD; 母亲年龄; HERD; 场别; BT; 出生类型

### 2.3 出生年份和性状鉴定年份

出生年份和性状鉴定年份对所有的性状都有显著影响。这与 Yazdi 等<sup>[5]</sup> 和黄锡霞等<sup>[6]</sup> 对有关性状的研究结果一致。年份是一个集自然生态条件和饲养管理条件于一体的复杂的综合效应, 人为控制往往难以实现。实际上, 由于选种工作每年都要进行, 所以年份效应对选种本身影响不会很大, 甚至可以忽略。但在育种值估计和遗传参数估计上, 年份效应的影响却是不容忽视的, 在一定程度上影响了估计值的准确性, 进而影响到育种规划和育种效果。

### 2.4 母亲年龄

母亲年龄只对早期性状中的初生重和断乳重有显著影响, 对其余早期性状和所有产毛性状无显著影响, 说明母体效应对羔羊初生重和断乳重的影响非常显著。随着母亲年龄的增大, 初生重和断乳重表现上升趋势; 而当母亲年龄 $\geq 5$  时, 又表现出明显的下降趋势。说明初产母羊所生羔羊的初生重和断乳重往往都低于成年母羊所生的羔羊, 究其原因

初产母羊的体成熟和生理成熟还不完善的缘故。总之, 处在哺乳期的羔羊对母羊有较强的依赖性; 加强母羊的饲养管理, 改善母羊的营养状况, 促进泌乳量, 有利于羔羊的正常发育。但有些性状观测值在母亲年龄 $\geq 7$  时, 表现出明显的异常趋势, 可能是由于在统计中将 7 岁以上的母羊合并为一个水平的缘故。

### 2.5 场别

除了产毛性状中的毛细度、毛弯曲分、毛密度分和毛油汗分外, 所有早期性状和其余产毛性状都受到场别的极显著影响; 而且在不同牧场间都存在极显著的差异。因为每个牧场的羊都分别由不同的牧工放牧和管理, 并且各个牧场的草场情况各有差异; 在这种情况下, 草场因素和牧工放牧技术因素等都会影响到细毛羊的生产性能。因此, 有必要在生产中提高牧工的放牧技能, 积极引进优良饲草品种, 改良优化草场, 提供优质的饲草料, 保证羊只所需的营养, 以充分发挥其遗传潜力。

## 2.6 性别

性别对所有早期性状都有极显著影响,且在性别间公羔各种性状观测值都优于母羔,与 Van Vleck 等<sup>[7]</sup>、黄锡霞等<sup>[9]</sup>的有关研究报道一致。可见羔羊在早期发育达到成熟阶段以前,由于自身哺乳能力和生理因素等的影响,使得公羔的初生重、断乳重和周岁重优于母羔。在被毛的品质方面,一般认为性别对其影响较小。本研究中,性别在断乳毛长度和断乳毛细度上表现出的显著效应,可能是由于多年来陆续引进澳洲美利奴种公羊,加之公羊的选择强度大造成的。

## 2.7 出生类型

出生类型对早期性状中的周岁重和所有产毛性状都无显著影响,这与黄锡霞等<sup>[9]</sup>的研究结果一致。多羔型羊的初生重、断乳重小于单羔型羊,这可能与哺乳不足有关。

## 2.8 年龄

除毛密度分和毛油汗分外,年龄对其余产毛性状都有极显著影响。说明年龄对被毛品质性状的影响不显著。其他性状随年龄的增大,在波动中几乎都表现了先上升后下降的趋势。这与王瑞金等<sup>[8]</sup>对相关性状的研究结果基本一致。

## 3 小结

早期性状中初生重、断乳重应考虑的非遗传因素为出生年份、场别、性别、出生类型和母亲年龄;周岁重应考虑的非遗传因素为出生年份、场别和性别;断乳毛长度和断乳毛细度应考虑的非遗传因素为出生年份、场别、性别和出生类型。鉴于在构建动物模型时的固定效应(非遗传因素)不应太多,再加上出生年份、场和性别的二级交互效应对所有早期性状

都有极显著影响,可以把它们合并为一个固定效应<sup>[9]</sup>。产毛性状中产毛量、体重和毛长度应考虑的非遗传因素为性状鉴定年份、年龄和场;毛细度和毛弯曲分应考虑的非遗传因素为性状鉴定年份和年龄;毛密度分和毛油汗分应考虑的非遗传因素为性状鉴定年份。

### 参考文献:

- [1] 网冠科技. Visual Foxpro 6.0 程序设计工程师[M]. 北京:机械工业出版社, 2001.
- [2] 裴喜春, 薛河儒. SAS 及应用[M]. 北京:中国农业出版社, 1998.
- [3] 张沅. 家畜育种学[M]. 北京:中国农业出版社, 2001: 13-21, 145-199.
- [4] 张沅, 张勤. 畜禽育种中的线性模型[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1993: 15-27, 72-86.
- [5] Yazdi M H, Eftehari-Shahroudi F, Hejazi M, *et al.* Environmental effects on growth traits and fleece weights in Buluchi sheep [J]. J Anim Breed Genet, 1998, 115: 455-465.
- [6] 黄锡霞, 吴常信, 张艳花, 等. 影响优质细毛羊主要性状的非遗传因素分析[J]. 中国畜牧杂志, 2005, 41(5): 10-14.
- [7] Van Vleck L D, Snowder G D, Hanford K J. Models with cytoplasmic effects for birth, weaning, fleece weights and litter size at birth for a population of Targhee sheep [J]. J Anim Sci, 2003, 81: 61-67.
- [8] 王瑞金, 张亚君, 赵文生, 等. 中国美利奴羊(新疆型)主要性状生长发育规律[J]. 草食家畜, 2003(2): 27-29.
- [9] 白俊艳. 应用动物模型 BLUP 和 DFREML 对内蒙古白绒山羊遗传评定和遗传参数估计的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2002.

(上接第 101 页)

- [3] 凌中南, 吕国强. 20% 杀蝗绿僵菌对东亚飞蝗的防治效果[M] // 植物保护学会, 昆虫学会, 植物病理学会. 农业有害生物综合治理的策略与技术. 北京:中国农业科技出版社, 2003: 150-153.
- [4] 吕国强. 河南省东亚飞蝗发生的新动态及其减灾对策[J]. 植保技术与推广, 2001(8): 13-15.
- [5] 吕国强, 邱强. 河南省黄河流域历史上蝗灾发生与旱涝关系的初步分析[J]. 植保技术与推广, 1993(5): 45-46.
- [6] 张秀江, 吕国强, 田文玉, 等. 河南省蝗虫区系和分布研究[J]. 华北农学报, 2001, 16(植保专集): 92-103.
- [7] 朱恩林. 中国东亚飞蝗发生与治理[M]. 北京:中国农业出版社, 1999.
- [8] 河南省植保植检站. 河南东亚飞蝗及其综合治理[M]. 郑州:河南科技出版社, 1993.
- [9] 吕国强, 邱强, 张云霞. 河南省河泛蝗区的形成与演变初探[J]. 植物保护, 1993, 19(1): 29-30.