



大兴安岭山区

退化草地生态修复技术研究

◎ 齐 广 著

张外借

中国农业科学技术出版社



大兴安岭山区

退化草地生态修复技术研究

◎ 齐 广 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大兴安岭山区退化草地生态修复技术研究 / 齐广著.

—北京: 中国农业科学技术出版社, 2016.11

ISBN 978-7-5116-2806-0

I. ①大… II. ①齐… III. ①大兴安岭 - 退化草地 - 生态恢复 - 研究 IV. ①S812.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 256407 号

责任编辑 徐定娜 郑 瑛

责任校对 贾海霞

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82105196 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82109707

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 商 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm×1 000mm 1/16

印 张 10.5

字 数 172 千字

版 次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

定 价 36.00 元

大兴安岭山区退化草地生态修复技术研究团队组成

主持人：齐 广

成 员：王 云 徐寿军 武迎红 李向阳 曹颖霞 王学理
包金山 郑 瑛 (内蒙古民族大学)
陈申宽 姚国君 刘玉良 周学忠 梁 成
乌力吉巴雅尔 (扎兰屯职业学院)
刘国春 (扎鲁特旗畜牧局)
胥 建 (兴安盟草原站)
白金山 陈宝良 (科尔沁右翼前旗)
赵永富 白春梅 王 佳 (莫旗畜牧局)
乌日根达来 (阿鲁科尔沁旗林业局)

自序

1984—1987年笔者先后主持了扎兰屯市、牙克石市、鄂伦春旗、阿荣旗草地资源调查与规划项目，从那时起我就深深地爱上了大兴安岭，爱上了大兴安岭山区草地。之后我的一系列研究工作基本上没有离开大兴安岭山区草地，例如，在第十八届国际草地学会上发表了两篇论文：“大兴安岭红、白三叶草遗产分化研究”和“中国草芦抗旱机制研究”。

大兴安岭对于我国东北的生态环境来说实在是太重要了，它直接关系到松花江水系、嫩江水系、西辽河水系。近些年来我们体验到了内蒙古自治区东北部环境的变化，这和大兴安岭的变化有直接关系。大兴安岭长达 1400 km，宽约 200 km，海拔 1000 ~ 1600 m，最高可达 2400 m。是内蒙古高原与松辽平原以及内、外流水系的重要分界线，对调节气候，涵养水源，稳定生态平衡，对山地两边农牧业生产等方面，有着重大影响。岭东部陡峻险要，阶梯地形显著，西部和缓，逐渐伸入内蒙古高原。大兴安岭降水较多，蒸发量小，常年保持湿润，利于森林的发育。植被覆被率早些年达 75% 以上，现在 60% 左右，是我国重要“绿色宝库”。大兴安岭以兴安盟境内洮儿河为界，分为南北两段。北段属于欧亚寒温带，长约 770 km，地势由北向南逐渐升高，是以兴安落叶松占优势的针叶林地区，山地东西两侧是嫩江右岸支流和额尔古纳河水系的发源地。南段属于东亚中温带，长约 600 km，是一个中等山地，由森林草原植被占据。西南部山体高而窄，最高峰就是黄岗梁。在大板-林东-鲁北乌兰哈达一线以东的低山带，坡缓谷宽，宽阔的山间盆地与河谷平原交错，是大兴安岭山区草地。就是因为大兴安岭山区草地遭到了严重破坏，导致大兴安岭山区草地大面积退化，从而破坏了蓄水固土、调节气候、涵养水源的草皮层，导致西辽河枯床，松嫩水位下降，十年九旱。在大兴安岭局部山区也见有轻度泥石流出现，多数地段水土流失。可见，修复大兴安岭山区退化草地已是当务之急了。

2010年以来，我们得到了内蒙古自治区教育厅和内蒙古自治区科技厅资助，开展对内蒙古大兴安岭山区退化草地进行修复实验研究。今天，可以说经过课题组全体成员的努力，我们取得了十分满意的研究成果，基本掌握了修复大兴安岭山区退化草地的关键技术。这些成果得益于领导的大力支持，得益于我的优秀团队艰苦的内、外业工作，得益于我的工作在大兴安岭山区学生们的大力帮助，得益于中国农业科学技术出版社和内蒙古民族大学学术期刊社提供的出版机会，在此，一并致谢！

由于水平有限，缺点错误之处在所难免，诚恳请求大家提出宝贵意见。

齐 广

2016.10.10

目 录

第一章 大兴安岭山区概述	1
第一节 大兴安岭山区自然地理要素	1
第二节 大兴安岭山区人文社会经济要素	13
第二章 大兴安岭山区草地	17
第一节 大兴安岭山区草地资源及分布	17
第二节 大兴安岭山区退化草地	25
第三节 内蒙古大兴安岭山区退化草地分级	30
第三章 大兴安岭山区退化草地修复关键技术研究	43
第一节 适用于修复大兴安岭山区退化草地的 牧草筛选研究	43
第二节 筛选牧草生物学特征及应用	57
第三节 大兴安岭山区退化草地整理与修复关键技术	98
第四节 大兴安岭山区天然草地退化区域 人工草地建植技术研究	105
第四章 大兴安岭山区退化草地修复评价及技术标准	119
第一节 退化草地补播修复后草地生产力流程及生产能力概述	119
第二节 植物产量指标法和牧草产量指标法	122
第三节 牧草可利用营养物质产量指标法	128
第四节 动物生长量指标法	130
第五节 大兴安岭山区退化草地补播修后分级探讨	147
参考文献	157
结 语	159

第一章 大兴安岭山区概述

第一节 大兴安岭山区自然地理要素

一、地理位置

大兴安岭山脉东北起自黑龙江南岸和额尔古纳河，南止于赤峰市境内西拉木伦河上游谷地。长达 1400 km，宽约 200 km，面积约 32.72 万 km²。海拔 1000~1600 m，最高可达 2400 m。是内蒙古高原与松辽平原以及内、外流水系的重要分界线，对调节气候，涵养水源，稳定生态平衡，保证山地两侧农牧业生产等方面，有着重大影响。山岭东部陡峻险要，阶梯地形显著，西部和缓，逐渐延入内蒙古高原。山体比较浑圆，山脊不够明显，山顶缓平。山地中有面积较大的低山丘陵和山间盆地、山间洪积平原、河谷平原等。山地降水较多，蒸发量小，常年保持湿润，利于森林的发育。森林覆被率达 60% 以上。有兴安落叶松为主的针叶林带和白桦为主的阔叶林带，是我国重要的林业生产基地，素有“绿色宝库”之称。大兴安岭以兴安盟境内挑儿河为界，分为南北两段。北段属于欧亚寒温带针叶林，我国只是大兴安岭和新疆阿拉泰两处才有，但大兴安岭山区的欧亚寒温带针叶林更完整、面积更大。大兴安岭山区北段长约 770 km，地势由北向南逐渐升高，是以兴安落叶松占优势的针叶林地区，山地东西两侧是嫩江右岸支流和额尔古纳河水系的发源地。南段又称苏克斜鲁山，属于东亚中温带阔叶林区，长约 600 km，是一个中等山地，由森林草原植被占据。西南部山体高而窄。

在大板-林东-鲁北乌兰哈达一线以东的低山带，坡缓谷宽，宽阔的山间盆地与河谷平原交错，水草丰美，是优良草牧场。

欧亚针叶林带从欧洲北部开始，沿纬度方向，环绕着北极圈的南部呈带状向东延伸，到了大兴安岭，除了继续向东延伸外，又向南延伸，有人称此为“舌状南伸”。这个“丁”字路口地带在牙克石（在呼伦贝尔市东侧）。牙克石以北的森林属于欧亚针叶林带的一部分，体现的是全球气候带的影响，表达的是植被的水平地带性；牙克石以南虽然还是欧亚针叶林带，体现的却是大兴安岭山地的气候变化，表达的是植被的垂直地带性。因为大兴安岭的隆起而使山上的气温降低，这样就使本来属于纬度更高地区的欧亚针叶林带因此南移，呈舌状南伸进来。南伸进来的这部分针叶林林带物质丰富，多样性强，因为它既有欧亚针叶林带里的植物，又有周边东亚阔叶林区系植物的包围渗透。从更长的地质年代来看，随着气候冷暖周期的变化，这块南伸的欧亚针叶林带或近或退，植物演化因此更为丰富。

大兴安岭能在山的南北两段集中两个不同的植被区系，已属不易；更难能可贵的是，它还在山的東西两侧分开了另外两个植被区系；东侧属于中温带的夏绿阔叶林，西侧属于横贯欧亚的大草原带。

整个松嫩平原、呼伦贝尔大草原，都是大兴安岭哺育的。大兴安岭流出来的水，就好像大地母亲的乳汁似的，哺育了这么大面积的区域。当看到大兴安岭遭受毁灭性采伐时，生态学家李济同痛心疾首，他说：“我们向大兴安岭要的不是木材，是水！”

大兴安岭还是基因库，是物种传播的渠道——分布于这条山脉东西南北的各种动物，都是通过大兴安岭来完成彼此间的交流的，如图 1-1 所示。

二、形成过程

大兴安岭地区系新华夏系第三隆起代北段之地质带。上元古代时期，系原始海洋的蒙古海槽，属早期地质构造中“五台运动”的产物。古生代时期，在“加里东”地壳激烈运动中，区内出现海陆交汇地层。至石炭纪和二叠纪，经过“海西运动”，海水东泄退出，全区上升为陆地，形成大兴安岭褶皱带与伊勒呼里山系雏形，呈北东、南西走向。

中生代时期，侏罗纪后期至白垩纪初期的“燕山运动”，使本区出现强烈褶皱、断裂和火山喷发，加之西伯利亚板块与中国板块挤压、相撞，大兴安岭褶皱带进一步上升，形成新华夏隆起带和阶梯式断裂带，主轴呈北北东向展布。

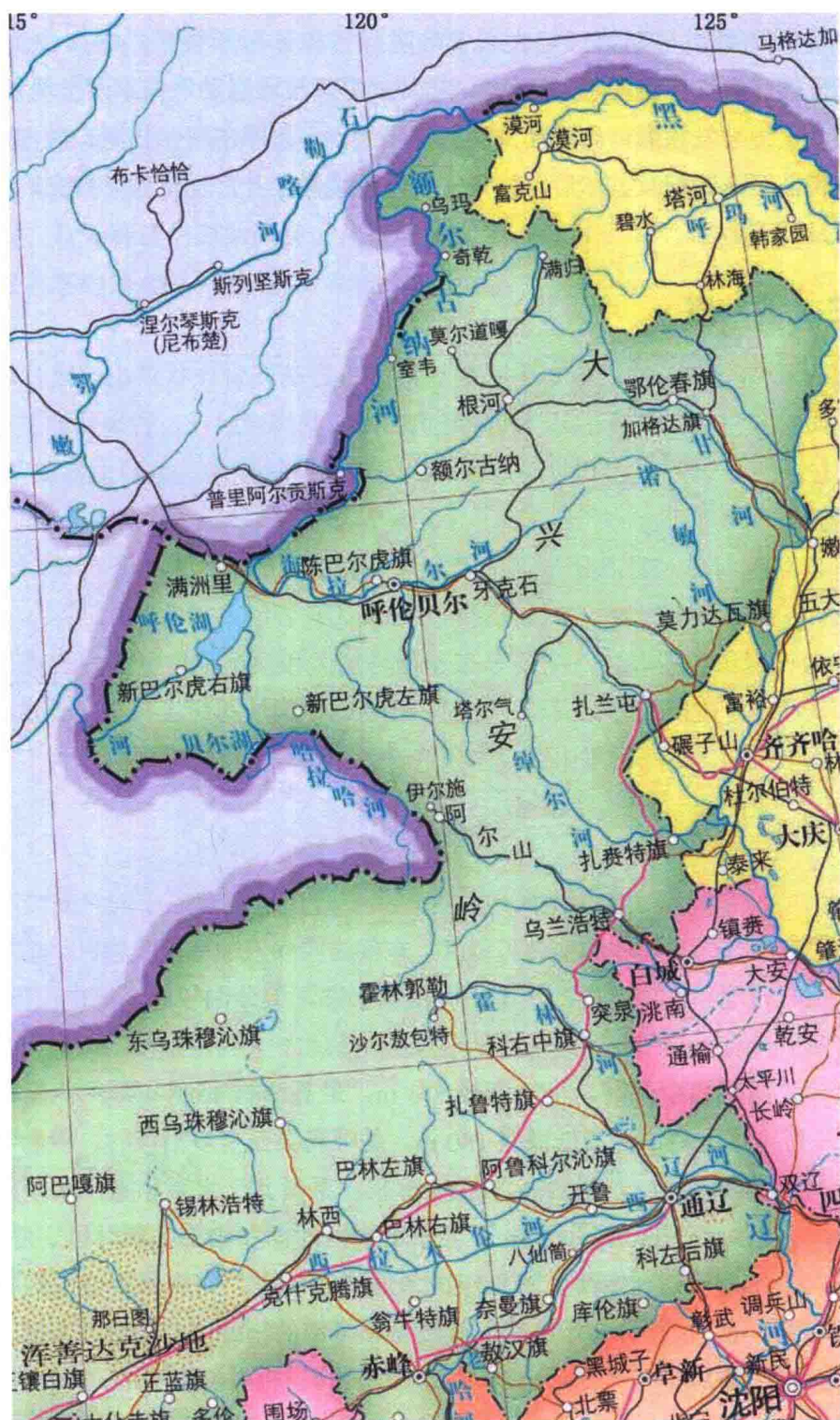


图 1-1 大兴安岭山脉分布图

新生代时期,早期第三纪大兴安岭隆起带和区域断裂带,继续稳步上升。受长期侵蚀和剥蚀,出现“兴安期夷平面”。“喜马拉雅运动”使本区出现新褶皱、大断裂,火山喷发激烈,出现黑龙江、呼玛河、多布库尔河、甘河、盘古河等多处断裂带。至第四纪及其尔后,大兴安岭继续缓慢上升,发育成大兴安岭山脉和断裂带及河谷地带。

三、地 质

元古代晚期侵入岩,分布于呼玛地区。呈岩基或岩株状产出,由片麻状黑云母花岗岩、片麻状斜长花岗岩和片麻状白岗质花岗岩组成。古生代加里东期侵入岩,分布于伊勒呼里山和呼玛地区。以岩基和岩株产出,主要由斜长花岗岩、白云母花岗岩组成。

华里西晚期侵入岩,分布于全区。多呈岩基状产出,由黑云母花岗岩、花岗闪长岩、白岗质花岗岩、斜长花岗岩和石英闪长岩组成。

中生代燕山期侵入岩,主要分布于呼玛地区和漠河地区。多呈岩株、岩墙或岩脉状产出,由黑云母花岗岩、花岗闪长岩、白岗质花岗岩、花岗斑岩、橄榄岩和辉长岩组成。伊勒呼里山以南为岩浆岩。

四、地 貌

大兴安岭东北组兴安山地属地型区,兴安岭山地与台原中的兴安岭北部台原地貌区。西部为高纬寒冻地貌类型区,东部为高寒侵蚀地貌类型区。地貌由中山、低山、丘陵和山间盆构成。中山有山脉形态,但分割较碎。低山山形圆浑,地面零碎,较丘陵分布规则。全区地形总势呈东北——西南走向,属浅山丘陵地带。北部、西部和中部高。平均海拔 573 m; 最高海拔 1528 m,系伊勒呼里山主峰——呼中区大白山; 最低海拔 180 m,是呼玛县三卡乡沿江村。伊勒呼里山西东走向,横卧本区,东低西高,400 km 长,系黑龙江水系和嫩江水系的分水岭。中山区相对海拔 300 ~ 500 m,分布于本区西部和中部的新林区、呼中区、塔河县。山体由一系列宽缓复背斜组成,地形起伏大,切割深。低山区相对海拔 200 ~ 300 m,主要分布于岭东的呼玛县和岭南的松岭区、加格达奇区。山体浑圆,山坡和缓,坡角一般为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。丘陵区相对海拔 50 ~ 200 m,分布于东部、南部和北部。地面呈岗阜状起伏,坡长而缓,坡角一般为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

山间盆地，分布于全区河谷地带。河谷宽阔，谷底狭窄，直线河谷较多。

大兴安岭东南坡较陡，西北坡向内蒙古高原和缓倾斜。经过长期侵蚀，山顶浑圆，以海拔 2029 m 的黄岗梁为最高。东南坡夏季受海洋季风影响，雨水较多，西北坡却较干旱，成为森林和草原的分界线。大兴安岭北部漫山遍野都是密密层层、遮天蔽日的原始森林。林带北宽南窄，跨纬度 7° ，面积约 25 万 km^2 ，森林覆盖率约为 62%。如图 1-2 和图 1-3 所示。



图 1-2 大兴安岭山水分布图



图 1-3 大兴安岭地势图

五、气候特点

大兴安岭地处中国最北端，冬长夏短，尤其在漠河、洛古河地带，冬季长达7个月以上，而日照时间非常短，夏季只有2个月左右，然而从每年的6—8月份，日照时间长达17个小时。漠河地区的年平均气温为零下4℃，冬季温度超过零下40℃，但由于有森林挡风，气温虽然很低，但并非人们想象中那么可怕，游客冬季来此，可穿好棉衣棉裤、羽绒服、再加上一套帽子、围巾和手套即可。

大兴安岭同时为重要的气候分带。夏季海洋季风受阻于山地东坡，东坡降水多，西坡干旱，二者呈明显的对比，但整个山区的气候比较湿润，年降水 500 mm 以上。山脉北段是中国东部地区最冷之地，冬季严寒（平均气温 -28°C ），有大面积多年冻土区。该地区覆被着茂密的森林，野生动物丰富，有鹿、麝、貂、山兔及许多毛皮兽。山脉中段与南段温暖干燥得多，1 月气温约 -21°C ，年降水量 250 ~ 300 mm，雪量也较少。北段的针叶林在南段逐渐转变成阔叶林，最后是点缀于林地之间的草场。山脉南段的森林覆被达到海拔 1500 m 以上的高地，但此地更大面积覆被着高草。如图 1-4，图 1-5 所示。

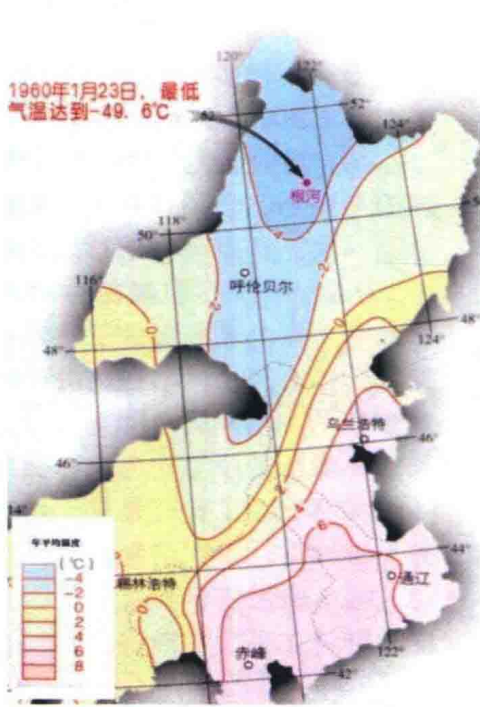


图 1-4 大兴安岭年平均温度分布图

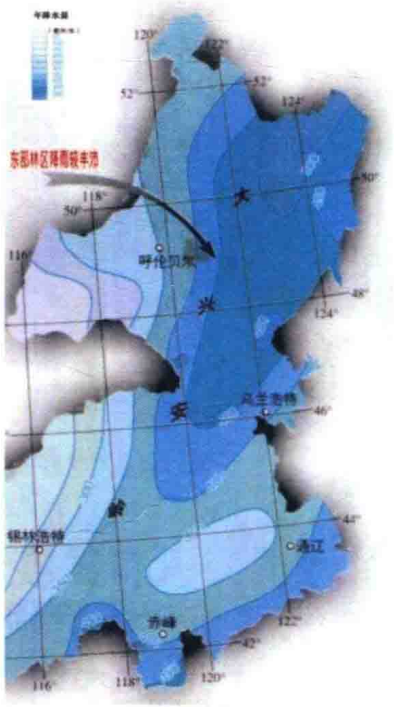


图 1-5 大兴安岭年降水量分布图

大兴安岭山区典型地段草地光能资源见表 1-1，大兴安岭南部山区典型地段草地降水资源见表 1-2，大兴安岭北部区各时段光合有效时段见表 1-3，大兴安岭北部山区各月太阳总辐射量见表 1-4，大兴安岭北部山区草地水热资源见表 1-5，大兴安岭南部山区草地热量资源见表 1-6，大兴安岭南部山区草地光能资源见表 1-7。

表 1-1 大兴安岭山区典型地段草地光能资源

区域	太阳 总辐射量 [MJ/m ² ·a]	≥ 0℃ [MJ/m ² ·a]		4-9 月 (MJ/m ²)		年日 照时数 (h/a)	年日照 百分率 (%)
		总辐射量	光合有 效辐射	总辐射量	光合有 效辐射		
阿尔山	5274.94	3175.32	1555.91	1756.74	878.37	2579.5	58
扎赉特旗	5505.21	3937.57	1929.41	2890.45	1416.32	2855.5	64
科右前旗	5579.69	4051.24	1985.11	2975.49	1457.99	2901.0	65
突泉县	5686.92	4117.72	2017.68	3080.72	1509.55	2904.8	65
科右中旗	5964.94	4400.87	2156.43	3402.80	1667.37	3120.6	70
扎鲁特旗	5195.78	3781.21	1852.79	3377.26	1654.86	3026.7	68

表 1-2 大兴安岭南部山区典型地段草地降水资源

区域	年均降水量 (mm)	4-9 月降水量 (mm)	年降水相对变率 (%)	年均蒸发量 (mm)
阿尔山	447.9	389.0	11	1093
扎赉特旗	403.9	375.9	15	1775
科右前旗	409.8	380.8	20	1836
扎鲁特旗	369.4	321.4	22.5	1960.3
阿鲁科尔沁旗	325.6	0.2	17.2	2259.0
巴林左旗	380.6	252.9	22.0	1700.0
巴林右旗	352.7	325.7	23.0	2050.0
林西县	382.8	355.5	21.7	1974.1
克什克腾旗	389.1	351.6	15.9	1766.0

表 1-3 大兴安岭北部区各时段光合有效时段

(单位: MJ/m²)

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
牙克石	96.52	128.20	240.24	283.92	347.04	339.18	306.85	274.53	220.37	168.17	100.03	74.69	2579.74
额尔古纳市	98.94	150.26	246.79	285.45	335.68	332.62	304.89	271.25	218.40	161.83	93.26	71.20	2570.57
根河市	94.35	148.73	245.26	288.29	340.70	319.74	283.70	252.25	211.85	159.21	93.91	67.49	2505.48
博克图	112.48	162.71	243.08	282.39	322.58	303.78	295.06	275.62	217.74	168.17	106.80	87.36	2577.78
图里河	96.97	150.26	240.68	277.37	325.42	310.56	275.18	245.92	207.48	157.90	91.73	68.80	2448.26
满洲里	106.80	167.08	260.33	279.77	367.79	352.06	311.22	273.44	222.77	179.09	106.80	82.12	2709.25
鄂伦春	99.81	151.79	195.47	277.37	320.39	315.59	279.33	256.84	212.94	159.21	96.10	73.38	2438.22
小二沟	110.51	164.24	254.00	293.31	342.01	326.29	302.70	278.24	222.11	166.86	105.05	85.83	2651.16
莫旗	114.44	167.51	253.78	300.08	348.35	344.64	316.46	290.47	234.12	176.25	109.86	91.95	2747.91
阿荣旗	118.59	164.24	252.03	301.39	353.59	353.37	321.92	298.99	238.06	179.09	111.82	96.60	2785.69
扎兰屯	122.09	169.04	258.37	305.54	353.59	335.90	309.04	287.85	239.37	180.40	114.44	95.88	2771.50

表 1-4 大兴安岭北部山区各月太阳总辐射量

区域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
牙克石	185.64	246.54	462.00	546.00	667.38	652.26	590.10	527.94	423.78	323.40	192.36	143.64	4961.04
额尔古纳市	190.26	288.96	474.60	548.94	645.54	639.66	586.32	521.64	420.00	311.22	179.34	136.92	4943.40
根河市	481.44	286.62	421.66	554.40	655.20	514.88	545.58	483.10	407.40	306.18	180.60	129.78	4518.24
博克图	186.48	312.90	462.64	343.06	620.34	584.22	567.42	539.04	416.74	322.40	295.48	168.00	4957.26
图里河	186.48	288.96	462.84	533.40	623.80	507.24	529.26	322.92	299.09	303.66	176.40	132.80	4798.26
满洲里	205.38	321.30	500.64	538.02	707.28	677.04	598.50	525.84	428.40	344.40	205.38	157.92	5210.19
西旗	230.16	324.65	509.46	322.62	758.94	718.62	682.92	615.30	473.34	416.50	215.04	175.96	5672.94
东旗	234.78	330.96	521.22	627.48	249.28	721.14	693.84	617.82	372.08	369.36	223.44	185.22	5737.62
鄂伦春	191.94	291.90	375.96	533.40	616.14	606.90	517.18	493.92	409.50	306.18	184.80	141.12	4688.88
小二沟	212.52	315.84	488.46	564.06	657.72	627.48	582.12	535.68	427.14	320.88	202.02	165.06	5098.38
莫旗	229.08	322.14	488.04	577.08	669.90	662.76	608.58	558.60	450.24	338.94	214.26	176.82	8284.44
阿荣旗	228.06	315.84	484.68	579.60	679.98	679.56	319.08	574.98	457.80	344.40	215.04	178.08	5357.10
扎兰屯	234.78	325.08	496.86	587.58	679.98	645.96	594.30	553.56	460.32	346.92	220.08	184.38	5329.80

表 1-5 大兴安岭北部山区草地水资源

区域	太阳总辐射量	4—9月总辐射	光合有效辐射	年降水(mm)	4—9月降水(mm)	年降水相对变率%	年蒸发(mm)	年日照时数(h)	年日照百分率%	年平均气温(℃)	≥0℃年积温(℃)	≥10℃年积温(℃)	无霜期(d)
鄂伦春	4688.88	3197.04	2438.22	558.2	509.8	15.9	1060.5	2452.0	57	-0.4	2408.0	1945.4	105
额尔古纳	4943.40	3362.10	2570.57	361.4	317.1	18.7	1070.7	2629.7	60	-0.2	2439.0	1980.8	101
根河	4818.24	3263.56	2505.48	437.9	389.1	16.7	909.5	2539.0	59	-3.5	2016.3	1529.5	89
牙克石	4961.04	3407.46	2579.74	388.5	337.5	19.0	1136.0	2449.5	55	-1.8	2351.2	1858.7	102
阿荣旗	5357.10	3591.00	2785.69	476.8	441.0	22.1	1417.1	2516.0	57	3.2	3030.6	2619.2	143
莫旗	5284.44	3527.16	2747.91	489.8	447.7	20.0	1416.7	2654.8	60	2.5	3031.4	2600.5	141
扎兰屯	5329.8	3521.70	2771.50	501.2	467.1	20.0	1265.1	2720.6	62	3.7	3036.5	2581.4	131