

长白山坡地方位对雨量分布的影响

马 树 庆

(吉林省气象科学研究所, 长春)

关键词 坡向 雨量 长白山

一、前 言

地形对雨量的影响,除了大尺度地形外,中、小尺度地形也能通过导致或加强中、小尺度天气系统来影响雨量的时空分布^[1-3]。其影响机制主要是山体对气流的机械阻挡而产生气流爬坡抬升、辐散辐合、涡旋、切变等^[4-8]。地形不同,影响雨量分布的机制不同,雨量在不同坡向方位上的分布特征就存在较大差异。因此,地形对降水的影响在各地无统一的模式。但就一般山脉、山体、坡地而言,地形对雨量的影响主要表现为雨量随海拔高度、坡向方位和坡度而变化,其中以坡向对雨量分布的影响最大、最明显。例如,云南的西临、龙陵、江城、河口、贡山等地,位于山脉的迎风区,年雨量1600mm—2800mm,而其背风坡的金沙江、元江等地,年雨量仅600mm—800mm^[10];在长白山区,英额岭西侧迎风区的松江气象站年雨量比海拔和纬度基本相同的、位于英额岭东侧背风区的和龙气象站多29.2%。因此,正确分析山区不同坡向上雨量分布的规律,对山地气候资源的分析和利用具有重要意义,对各地雨量分布的预测预报也有参考价值。近些年来,关于坡向对降水量影响的研究很多,但大多是采用短期考察资料,而采用长序列多点资料对地貌复杂的山区雨量与坡向的关系的研究却较少见。为此,本文采用长序列、多点水文气象资料,着重分析该山区坡向方位与雨量分布的关系,并通过适当地选取样本点,尽可能剔出海拔等其它地貌、地理因子的影响。

二、地貌、气候特点及资料的选取

吉林省东部长白山区,一般指张广才岭、哈达岭以东地区,包括长白山、张广才岭、威虎岭、老岭等山脉和盆地。行政区划包括通化市、浑江市、延边朝鲜族自治州和吉林市的蛟河、桦甸、磐石三县及辽源市的东丰县等22个市县,总面积94690km²,占吉林省总面积的50.5%。该山区是长白山脉的主体地段,面积占整个长白山脉(指辽宁、吉林、黑龙江省三东部的山区)面积的4/5左右。根据地形结构,可将该山区划分为三个阶梯,即:高山与台地,位于长白、抚松、安图、敦化境内,海拔高度700—2691m;中山与低山,包括通化地区和延边朝鲜族自治州的大部分,海拔1000m左右;丘陵主要分布在磐石、蛟河、东丰一带,海拔400—500m。该山区为西南—东北走向,东南与朝

鲜隔江相望, 东部临近日本海。其中主要山脉(或山体)有: 盘岭, 位于山区东部, 东西走向, 主要山峰(下同)海拔 1000—1200m; 英额岭, 位于山区东南部, 南北走向, 海拔 1300—1670m; 白头山, 位于南部中朝边境线上, 境内部分趋于东北—西南走向, 主峰白云峰和望天鹅峰海拔分别为 2691m 和 2051m; 老岭, 位于山区西南部, 东北—西南走向, 海拔 1200—1492m; 威虎岭, 位于山区的中部, 是张广才岭的一部分, 南北走向, 海拔 1100—1400m。还有两个主要盆地: 敦化盆地, 其北部是张广才岭的南坡, 南部是哈尔滨岭, 盆地四周海拔约 1000—1200m; 延边盆地, 位于山区东部, 是一个朝向东南部日本海的蹄形盆地, 周围的山峰海拔约 1200—1500m, 盆地中部为延吉市, 海拔 140—240m。若将我国境内的长白山脉看成大尺度地形, 则其中的这些主要山脉和盆地均属于中、小尺度地形。这些主要山脉和盆地基本概括了长白山区各山体的分布特征和地貌特征, 它们对降水分布的影响足以反应山区雨量分布的地形效应。

该山区隶属温带大陆性季风气候区, 其主要气候特点是: 冬季时间长, 寒冷、干燥; 春、秋两季低温少雨, 夏季气温较高, 雨水充沛, 且多集中在 7—8 月间。影响该山区降水的盛行天气系统主要是来自西南和南部的气旋和台风, 还有东北冷涡影响, 但降水比重远小于气旋和台风^[11]。年降水量 480—1340mm, 5—9 月雨量 386—1085mm。

该山区有气象站 29 个, 水文雨量站 220 多个。为了突出坡向方位对雨量分布的影响, 并考虑到超前降水区的存在性^[12], 我们根据下列原则从气象站和水文站中选取雨量资料:

(1) 年雨量和 5—9 月期间的雨量资料的时间序列长度均在 20—22 年间即 1961 (或 1963)—1980 年, 且保持连续。

(2) 通过宏观比较分析, 确认其资料可信, 观测方法规范。

(3) 样本点的位置必须在山脉两侧或山体周围附近。考虑到山体大小及其对降水影响范围的不同, 一般小尺度山体, 如英额岭、老岭、盘岭等, 样本点距山体中心或山脉脊线的水平距离要在 1/3 纬距之内; 白头山海拔较高、山体较大, 样本点与白云峰的水平距离须在 1/2 纬距以内; 延边盆地幅员较广, 也选取距盆地中心 1/2 纬距以内的样本。

(4) 为了尽可能消除降水量与海拔高度有关这一事实对研究坡向雨量分布效应的干涉, 要求每个山脉或山体各方位样本点的海拔高度之差不超过 200m, 且使迎风区域内和背风区域内的海拔平均值比较接近。

根据这四条准则, 我们在该山区共选用了 52 个雨量站资料, 其中盘岭南部、北部各 3 个; 英额岭东西两侧各 4 个; 老岭西坡 4 个, 西南坡 3 个, 东北坡 3 个; 白头山西、北坡各 4 个; 威虎岭东、西坡各 3 个, 敦化盆地南部(北坡)、北部(南坡)各 3 个; 延边盆地南部和北部各 4 个。所选资料在各山体对应坡向上的分布是比较均等的。计算表明, 各山体迎风区域内(南、西南和西坡)样本平均海拔高度与背风区域内(东、东北和北坡)的样本平均海拔高度之差只有 7m。在这些样本内, 设 R_i 为 i 山体附近某一样本点的雨量, $\bar{R}_i$ 为该山体附近各样本点雨量的平均值, 则该点对于 $\bar{R}_i$ 的相对雨量系数为 $R_i/\bar{R}_i$ 。据计算, 各研究区域内相对雨量与海拔高度的相关性(如表 1)均不显著。其中, 盘岭、威虎岭的相对雨量系数与海拔高度呈负相关, 且接近 0.10 显著水准, 可能是由于存在超前降水区所致。即最大雨量区不是在山峰附近, 而是在迎风侧的山腰或

表 1 在使用的样本中, 相对雨量与海拔的相关系数
Table 1 Correlation coefficients of relative precipitation to elevation

项目	盘岭	英额岭	老岭	白头山	威虎岭	敦化盆地	延边盆地	综合(长白山区)	
相关系数	r 年	-0.71	0.25	-0.41	0.40	-0.62	-0.07	0.51	-0.0605
	r 5—9月	-0.68	0.30	-0.54	-0.01	-0.66	-0.08	0.42	-0.1540
样 本 数	6	8	10	8	6	6	8	52	

山脚下, 这是中、小山体雨量分布常存在的现象^[8]。这实际上也是坡向影响的结果。

三、分 析 方 法

在研究坡向对雨量分布的影响时, 坡向方位应根据影响研究区域降雨量的盛行降水天气系统移动的方向来决定, 因此应首先确定影响该山区降水量的盛行天气系统的运动方向和路径。影响该山区降水的盛行天气系统主要是来自西、西南方向的气旋和来自我国东南部沿海的北上台风^[11]。我们分析了建国以来全年和 5—9 月期间影响长白山区降水的气旋、台风次数、频率及其盛行路径。该山区以气旋降水为主, 一年四季均有气旋降水发生, 如由气旋而带来的暴雨^[11] 占总暴雨次数的 63%, 气旋降水占总降水量的 60% 左右; 台风降水次之, 仅在 6—8 月份汛期影响东北, 产生降雨, 平均每年两次, 由台风带来的暴雨占暴雨总次数的 20% 左右, 台风降雨量占总雨量的 20—25%。其路径: 气旋多来自西、西南方向, 接近长白山脉的西南端(千山一带)后, 受南部气团或高压场的强迫作用向偏东北方向移动。台风路径一般是在辽东湾或朝鲜西海湾登陆后进入长白山区, 并沿大致与长白山走向一致的路线向东北移动。我们把气旋运动向量($\vec{P}_1$)和台风运动向量($\vec{P}_2$)的矢量和($\vec{S}$)称为盛行降水天气系统向量, 通过对 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 的方向角及对平均降水量的贡献的综合分析, 大致可确定 $\vec{S}$ 的方向与路径; 对于全年而言, 其运动向量($\vec{S}_1$)大致是沿与纬线夹角为 25° 的方向向东北直线运动; 在 5—9 月期间, 其系统运动方向($\vec{S}_2$)大致沿与纬线成 30° 角的方向向东北直线运动。 $\vec{S}_1$ 、 $\vec{S}_2$ 的方向均接近于吉林省东部长白山脉的走向。

根据 $\vec{S}$ 的定义, 我们定义某一样本点对于其对应山体的坡向方位角(α)为: 在该山体附近有限域内, 以山体主要山峰(或盆地中心)为圆心, 以 $\vec{S}$ 为始边顺时针旋转到该样本点所构成的角度。则 $\vec{S}$ 的正方向为背风区, 反方向为迎风区。本文只分析长白山区几个主要山脉与盆地的坡向雨量效应, 通过 1/50 万地势等高线图即可较清楚地看出主要山脉的山峰、脊线走向和盆地中心位置。因为有了 $\vec{S}$ 和 α 的定义, 确定 α 的关键是确定各山峰位置、脊线走向或盆地的中心, 称之为圆心“O”。O 点确定后, 过圆心 O 作与 $\vec{S}$ 平行且同向的射线 $\vec{OS'}$, 将其顺时针旋转到某一样本点 A, $\vec{OS'}$ 与 OA 的夹角即是 A 点的 α 值(如图 1), $360^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$ 。

我们先分析一下不同方位区间上的雨量分布情况。用 R_{ikj} 表示 i 山体、 k 方位区间、 j 样本点的雨量, 那么, 该样本点相对于该山体各样本雨量平均值 (R_{i0}) 的相对雨量系数为 R_{ikj}/R_{i0} 。第 k 区域内, L 个样本的平均相对雨量系数为:

$$\rho_{ik} = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^L \frac{R_{ikj}}{R_{i0}} \quad (1)$$

在整个山区对所研究的主要山体的 ρ_{ik} 求平均, 则该山区 k 方位区间的平均相对雨量系数为:

$$\rho_k = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \rho_{ik} = \frac{1}{I \cdot L} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^L \frac{R_{ikj}}{R_{i0}} \quad (2)$$

其中 I 为山体数, 本文 $I=7$ 。由于 $\vec{S}_1$ 和 $\vec{S}_2$ 在方向上有差异, 故相对应的 α 也存在差异, 分为 α_1 和 α_2 , 对应的雨量系数应分别计算。方位区间 k 的划分为: 西、南、西南、东、北、东北各占 60° 角域。

由于 (1)、(2) 两式的自变量是在有限地理空间内按规定严格选取的, 且均采用相对值和平均值反应问题, 因而其结果可以突出地反应坡向对雨量分布的影响。

四、结果与分析

(1) 式的计算结果如表 2 所示。其中 R 为雨量, ΔR 为不同方位雨量差, 如 $\Delta R_{南-东} = R_{南} - R_{东}$; $\Delta R\%$ 为某一坡向的 ΔR 相对于两个不同坡向的平均雨量的百分比。例如对于 $\Delta R_{南-东}$, 其 $\bar{R}_{南东} = (R_{南} + R_{东})/2$, $\Delta R\% = \Delta R_{南-东}/\bar{R}_{南东}$; ρ 为某一坡向区间对于对应山体全部样本雨量平均值的相对雨量系数。从中可以看出, 所研究的山体均表现为西南坡雨量多于东北坡, 南坡多于北坡, 西坡多于东坡, 即迎风坡降雨量明显多于背风坡。其中, 盘岭年雨量西南坡比东北坡多 128.2mm, 其差值占山脉两侧平均雨量的 22.7%, 迎风坡比背风坡雨量多 25.0%, 两个坡的相对雨量系数分别为 1.12 和 0.88。英额岭的西侧迎风区年雨量比东侧背风区多 131.5mm, 为两侧平均值的 21.6%, 西侧雨量是东侧的 1.24 倍, 相对雨量系数分别为 1.11 和 0.89。威虎岭年雨量西坡比东坡多 130.9mm, 占平均值的 18.7%, 西坡是东坡雨量的 1.21 倍, 相对雨量分别为 1.09 和 0.91。敦化盆地的南坡 (北部) 年雨量比北坡 (南部) 多 143.0mm, 南坡是北坡的 1.24 倍, 相对雨量系数分别为 1.11 和 0.89。延边盆地迎风区雨量也明显多于背风区。老岭南坡年雨量比东坡多 10.5%, 比西坡多 4.3%, 西坡比东坡多 6.5%, 其坡向效应相对较小。究其原因, 一是该山脉为偏东北—西南走向, 与盛行天气系统的方向有相同的趋势; 二是该山脉是由许多小山体构成的狭长山系, 小山体间易通过气流; 三是其海拔较低。由于这三条原因, 使山脉对气流的阻挡、抬升作用大大减弱, 因而对降水分布影响较小。白

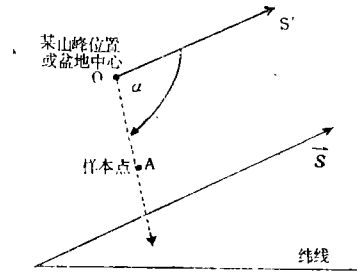


图 1 确定样本点坡向方位角 (α) 的示意图

Fig. 1 Diagram showing decision of angle degree of slope direction

表 2 各山体不同坡向雨量分布的比较 (单位, mm)

Table 2 Comparison of precipitation in various slope directions on different mountain ranges

时期	盘 岭						英 额 岭					
	R _{西南}	R _{东北}	ΔR	ΔR%	ρ _{西南}	ρ _{东北}	R _西	R _东	ΔR	ΔR%	ρ _西	ρ _东
全 年	632.7	494.6	128.2	22.7	1.12	0.88	672.9	541.4	131.5	21.6	1.11	0.89
5—9月	505.4	404.1	100.4	22.1	1.11	0.89	527.8	443.8	84.0	17.3	1.09	0.91

时期	白 头 山						威 虎 岭					
	R _西	R _北	ΔR	ΔR%	ρ _西	ρ _北	R _西	R _东	ΔR	ΔR%	ρ _西	ρ _东
全 年	825.5	792.1	33.4	3.7	1.02	0.98	767.3	636.3	130.9	18.7	1.09	0.91
5—9月	636.2	597.3	38.9	6.3	1.03	0.97	585.1	516.2	68.9	12.5	1.06	0.93

时期	敦 化 盆 地						延 边 盆 地					
	R _南	R _北	ΔR	ΔR%	ρ _南	ρ _北	R _南	R _北	ΔR	ΔR%	ρ _南	ρ _北
全 年	742.7	599.7	143.0	21.3	1.11	0.98	575.9	492.4	83.5	15.6	1.08	0.92
5—9月	552.1	492.6	59.5	11.4	1.06	0.94	457.3	402.1	55.2	12.9	1.07	0.93

时期	老 岭											
	R _西	R _南	R _东	ΔR _{南—西}	ΔR%	ΔR _{南—东}	ΔR%	ΔR _{西—东}	ΔR%	ρ _西	ρ _南	ρ _东
全 年	872.3	909.3	815.1	37.0	4.3	91.2	10.5	56.5	6.5	1.01	1.05	0.94
5—9月	685.2	714.2	644.8	29.0	4.2	63.9	9.4	40.4	5.9	1.01	1.05	0.95

头山虽然山体较大,海拔较高,但由于处在中朝边境线上,与朝鲜北部大尺度山脉相接,且有与 $\bar{S}$ 走向相同的趋势,则该山体处在 $\bar{S}$ 路径的东南侧,气流易由西绕行向东北,气流受抬升作用较小,因此其坡向雨量效应较小,西坡年雨量仅比北坡多33.4mm,相对雨量系数分别为1.02和0.98。

5—9月雨量受坡向的影响与年雨量相似,故不另叙述。

将坡向区间 K 以 1° 为单位细分,则相对雨量系数 ρ 是坡向 α 的分布函数。在整个山区,这种函数关系(图2)可用二次抛物线方程模拟:

$$\rho_{\text{年}} = 0.85207 + 0.027962\alpha_1 - 0.000836\alpha_1^2 \quad (3)$$

样本 $n=52$,复相关系数 $r_1=0.757$,回归效果达极显著水平, (α 单位: 10° ,下同)。

$$\rho_{5-9} = 0.81678 + 0.03362\alpha_2 - 0.000998\alpha_2^2 \quad (4)$$

样本 $n=52$,复相关系数 $r_2=0.807$,达极显著水平。令(3)、(4)式的一阶导数为0,分别求得其最大雨量方位角 α_0 为 167.2° 和 167.9° ,对应的最大相对雨量系数 ρ_{max} 分别为1.086和1.100,均与上述结果吻合。事实上,也存在最小雨量方向角 α' 和对应的最小相对雨量系数 ρ_{min} 。显然:

$$\alpha_1' = \alpha_{0.1} + 180^\circ, \alpha_2' = \alpha_{0.2} + 180^\circ$$

$$\rho_{\text{min,年}} = 2 - \rho_{\text{max,年}}, \rho_{\text{min,5-9}} = 2 - \rho_{\text{max,5-9}}$$

其结果, $\alpha_1' = 347.2^\circ$, $\alpha_2' = 347.9^\circ$, $\rho_{\text{min,年}} = 0.914$, $\rho_{\text{min,5-9}} = 0.90$ 。

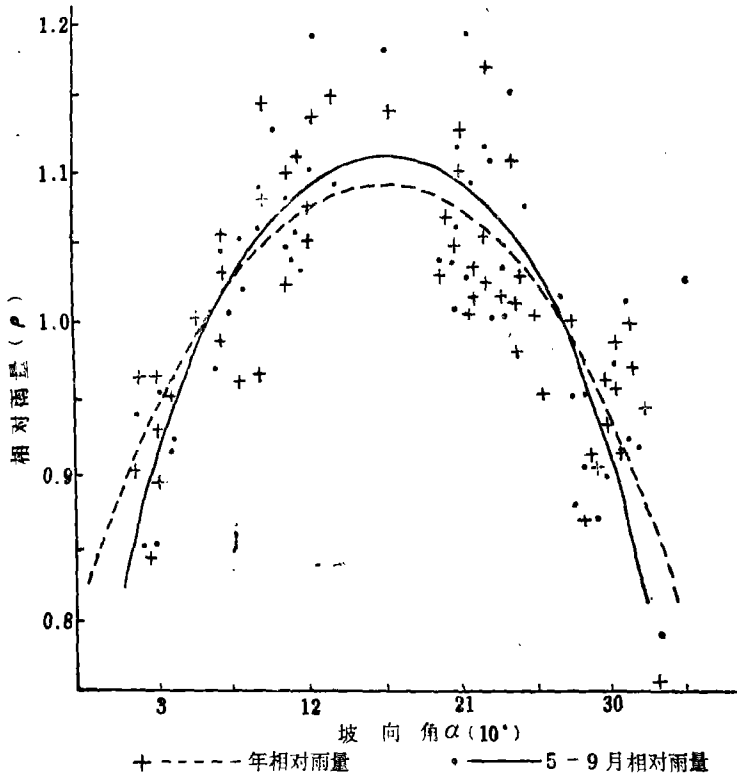


图 2 相对雨量系数 (ρ) 与坡向 (α) 的关系

Fig. 2 Relation between relative precipitation(ρ) and slope direction(α)

五、结 论

1. 在长白山区，雨量在各坡向区间上的分布规律是：西南坡>南坡>西坡>北坡>东坡>东北坡；根据 (2) 式计算了相对雨量系数，年：1.083:1.071:1.060:0.917 0.913:0.912:1.0 (平原)；5—9 月：1.073:1.059:1.050:0.933:0.933:0.922:1.0 (平原)。迎风坡降水最多，背风坡降水最少。总体上看，迎风坡降水量比平均降水量多 18.4%，比背风坡多 20.5%。

2. 在整个山区，各主要山脉不同坡向的相对雨量系数是坡向角 α 的函数，其关系为抛物线方程 (3) 和 (4)。该山区最大雨量方位角 α_0 为 167.2° (年) 和 167.9° (5—9 月)，均为西南坡，由 (3)、(4) 两式计算得到与 α_0 对应的最大相对雨量系数为 1.09 (年) 和 1.10 (5—9 月)，最小雨量方位角 α' 为 347.2° (年) 和 348.5° (5—9 月)，对应的最小相对雨量系数为 0.914 (年) 和 0.90 (5—9 月)，均位于东北坡。

3. 在长白山区，盘岭、威虎岭、英额岭、敦化盆地等山体的地形坡向对雨量分布的影响较大，坡向对降水量的贡献达 20% 以上；白头山、老岭的地形坡向降水效应较小。坡向对雨量分布的影响程度与山脉在山区中的位置、山脉走向、山体相对于盛行天气系统的位置、山脉的结构及山脉的高度均有关系。坡向效应大小着重看山体对降水气流

的阻挡作用的强弱,阻挡作用越强。对雨量分布的影响就越大。

4. 降水量在不同山体、不同坡向区间上的分布是很不平衡的。因此,我们在进行山地雨量的气候分析与利用方面、在合理安排山区农业结构和作物布局方面,以及在山区降水量分布的预报分析方面,都应给予足够的考虑。

参 考 文 献

- [1] 黄寿波:我国地形小气候研究概况与展望,地理研究,5(2),1986年.
- [2] 翁笃鸣:山地降水状况的分析,气象,6期,1985年.
- [3] 赵洪声:云南年雨量空间结构的趋势面分析,气象,8期,1982年.
- [4] 章 淹:地形对降水的作用,气象,2期,1983年.
- [5] 林之光:我国山区气候的研究,气象,1期,1981年.
- [6] 张厚瑄:浙江、江苏两省地理环境对农业气候要素的影响,地理研究,5(3),1986年.
- [7] 谢祖镇:地形对南疆降水过程的作用,气象,1期,1980年.
- [8] 傅抱璞:山地气候,科学出版社,1983年.
- [9] 王明华等:秦岭山脉与陕西降水,山地气候文集,气象出版社,1984年.
- [10] 张荣祖等:西藏自然地理,科学出版社,1982年.
- [11] 郑秀雅等:吉林省暴雨的气候分析,地理科学,6(4),1986年.
- [12] 于沪宁等:农业气候资源分析与利用,气象出版社,1985年.

THE INFLUENCE OF SLOPE DIRECTIONS ON PRECIPITATION DISTRIBUTION IN THE CHANGBAI MOUNTAIN AREA

Ma Shuqing

(Meteorological Institute of Jilin Province, Changchun)

Key words: Slope direction; Precipitation; The Changbai Mountain

ABSTRACT

According to the topographic and climatic characteristics and long-sequence precipitation data of the Changbai Mountain, the distributive characteristics of coefficients of relative precipitation in different slope directions of the main ridges in a year and from May to September are analyzed, and the relation functions between relative precipitation and slope direction angles are established. The order of precipitation in different slope directions on various ridges is $SW > S > W > N > E > NE$, their corresponding relative precipitation coefficients are 1.083, 1.071, 1.060, 0.917, 0.913, 0.912 in a year, and 1.071, 1.059, 1.050, 0.933, 0.933, 0.922 from May to September. The precipitation is highest in windward slopes and lowest in leeward slopes, and the former is 20.5% more than the latter. The effect of slope is great in the Panling, Weihuling Yingerling ridges and Dunhua basin. The effect of slope on precipitation depends on the interception of slope to air current,

长白山坡地方位对雨量分布的影响

马 树 庆*

(吉林省气象研究所, 长春)

地理科学 9(3), p252, 图2, 表2, 参12, 1989

本文根据吉林省东部长白山区的地貌特点和天气气候特征, 采用长序列雨量资料, 分析了年雨量和5—9月雨量在各主要山脉(山体)不同坡地方位上的分布特征, 获得了不同坡向的相对雨量分布系数, 建立了相对雨量系数随坡向角而变化的数学模型。

*

马鞍山钢铁工业发展与区域经济结构调整

方觉曙 葛本中 吴沛林 苏 勤

(安徽师范大学地理系, 芜湖)

地理科学 9(3), p259, 图1, 表5, 参4, 1989

本文分析了马鞍山钢铁公司的发展历史与布局特点, 探讨了其适宜规模与经济效益, 以及与此相关的区域经济结构调整等问题。

*

京津唐地区水资源和冀东钢铁厂供水途径的研究

高 广 生

(国家计委国土综合开发规划司, 北京)

地理科学 9(3), p267, 表7, 1989

本文在对京津唐地区水资源供需展望的基础上, 对冀东钢铁厂不同厂址的供水条件和途径进行了初步的分析、研究。认为: (1) 在京津唐地区建设冀东钢铁厂, 唯一有水源供应保证的区域是冀东地区; (2) 滦河下游的厂址, 其供水水源有保证, 且引用较方便; (3) 王滩、徐庄、聂庄等厂址有利用海水、节约淡水资源的条件。

吉林乾安晚第三纪以来的植被发展和气候变化

贾翠华 于 莉

(吉林省地矿局第一水文地质大队, 长春)

杜乃秋 孔昭宸

(中国科学院植物研究所)

地理科学 9(3), p274, 图2, 参16, 1989,

本文划出了七个孢粉带, 通过对这七个孢粉带气候、植物的分析, 划出了晚第三纪和早更新世的界线。

*

三江平原地区泥炭植物残体研究

郑 萱 凤

(中国科学院长春地理研究所)

地理科学 9(3), p283, 图2, 表3, 参 7, 1989

三江平原是我国沼泽集中分布区之一。其中泥炭沼泽面积约 242km²。泥炭中的植物残体是沼泽的重要组成部分, 又是泥炭分类和利用的依据。本文论述了该区泥炭的分布、泥炭植物残体类型及特征, 同时还探讨了泥炭植物残体与沼泽形成的关系。

。