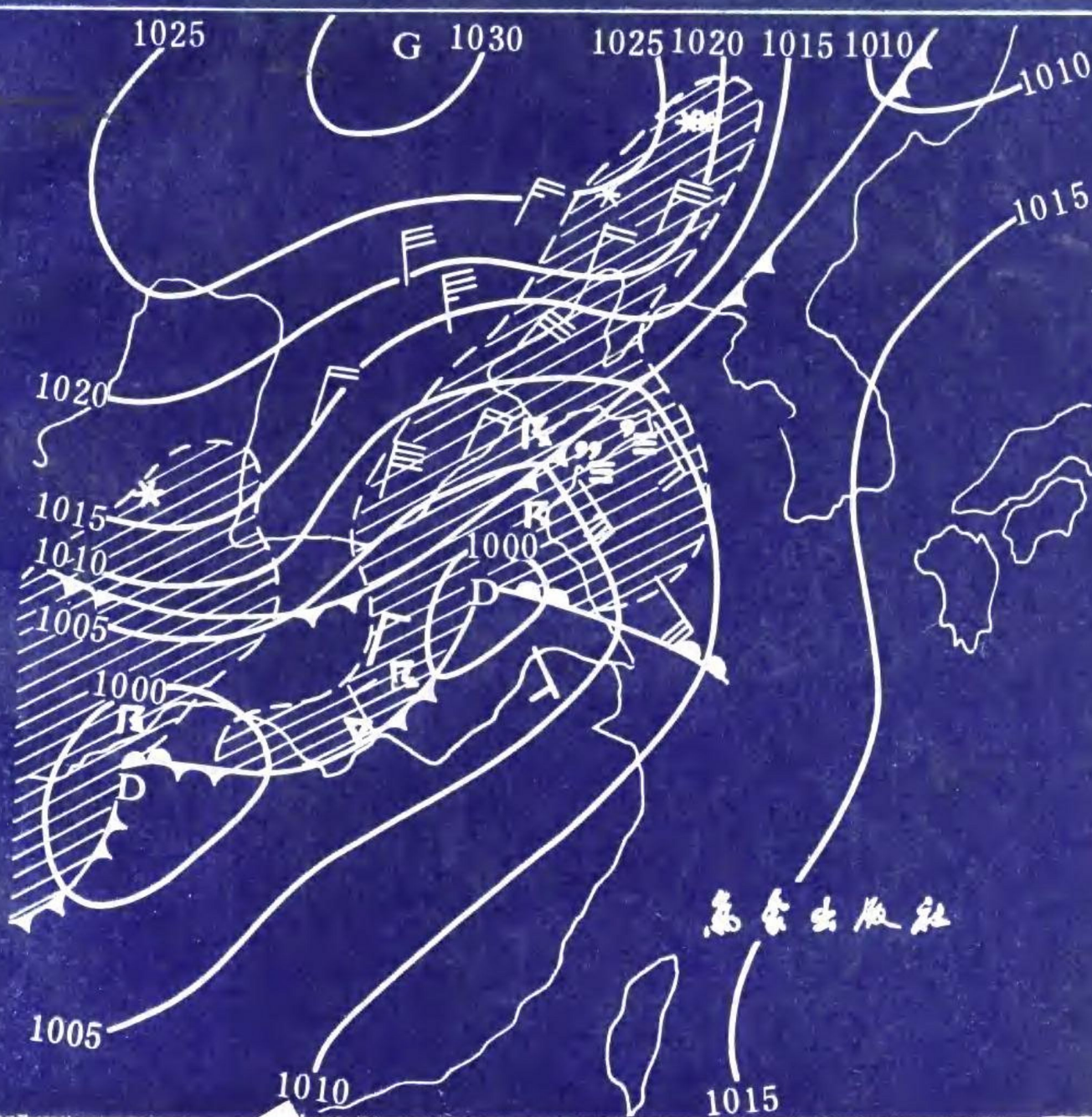




曹钢锋 张善君 朱官忠 裴士鑫等编著

山东

天气分析与预报



山东天气分析与预报

曹钢锋 张善君 等编著
朱官忠 裴士鑫

气象出版社

内 容 简 介

本书是对山东省30年来天气预报业务技术全面、系统的总结。以天气学理论为指导,紧密联系实际,分析、总结影响山东的重要天气系统和天气过程,重点归纳其气候特点、形成条件、活动规律及预报经验。

全书共分四章。第一章概述山东的地理环境和气候背景;第二章讲述大气环流形势的演变规律、环流分型及各环流型下山东的天气特点;第三章阐述影响山东的各种天气系统的活动规律及其发生、发展和移动的预报;第四章全面总结了山东各种重要天气过程的分析及预报经验。

本书是山东省气象工作者的重要参考书籍,对农业、水利、林业、海洋、航空、盐业、渔业等部门和有关气象专业的师生都有参考价值。

山东天气分析与预报

曹钢锋 张善君 等编著

朱官忠 裴士鑫

责任编辑 鹿金波

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京顺义兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/16 印张: 20 插页2 字数: 491千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数: 1—3000 定价: 4.85元

ISBN 7-5029-0055-1/P·0037

前 言

天气预报是气象工作为国民经济和国防建设服务的重要手段，在促进经济发展、保护人民生命财产和减轻气象灾害等方面发挥了重大作用，已成为不可缺少的气象服务内容之一。

建国三十多年来，山东省的天气预报业务随着整个气象事业的发展而迅速地发展。1953年，华东军区司令部气象处在石岛和烟台气象站相继增加了天气分析预报业务；1954年2月在济南建立了山东省气象台，并开始制作全省短期天气预报和灾害性天气警报；1958年各专区（市）相继建立了气象台，开展了地区级的天气预报业务；1959年，在县气象站推广了云南镇雄县气象站的补充天气预报方法；六十年代初期，全省各气象台站普遍开展了长、中、短期天气预报。在天气预报业务发展的同时，天气预报技术也不断地发展。建国以来，山东省天气预报技术工作经历了五、六十年代以天气学方法为主的经验预报阶段，七十年代初期数理统计预报方法推广普及阶段，七十年代后期天气动力学诊断分析和八十年代初期数值天气预报及其产品应用阶段，目前又进入了人-机结合的新阶段。天气预报专家系统是实现人-机结合的有效途径之一，它促进了天气预报的客观化、定量化，提高了天气分析预报的综合决策能力。

在天气预报业务和技术的发展过程中，山东省广大气象工作者，通过长期实践，不断地认识和掌握天气变化规律，积累了丰富的预报经验，取得了不少的研究成果，这是一笔宝贵的精神财富，它是各种预报方法和预报工具的基础。总结、继承并运用这些经验和成果，不仅是提高天气预报水平的有效途径，也是天气预报技术继续发展的基础，具有承先启后、继往开来的重要意义。1982—1986年，山东省气象局根据国家气象局的要求，组织了一批有经验的预报员，对山东省的天气预报经验和成果进行了全面、系统的总结，并从预报服务的实际需要出发，编写成“山东天气分析与预报”一书。这是第一本对山东短期天气预报业务具有指导意义的技术手册。

全书共分四章：第一章，地理环境和气候背景，根据大气环流的季节变化，结合山东的地理环境，叙述了全省的天气气候概况。第二章，大气环流形势，介绍大型环流演变的基本规律和分析方法，采用环流分型方法表征大气环流基本状态，阐述了各种环流型下的盛行天气过程和山东天气特点。第三章，天气系统，总结了影响山东各种天气系统的活动规律及其发生、发展和移动的预报经验。第四章，重要天气，总结了山东各种重要天气过程的分析 and 预报经验，并归纳成比较系统而有效的预报思路和预报方法。

本书全面系统地总结了建国以来山东天气预报的经验，它集中了全省天气预报工作者的智慧，是他们心血的结晶和集体创作。本书由曹钢锋主编，张善君、朱官忠、裴士鑫为副主编，莫永宽为顾问。参加编写工作的有：曹钢锋、张善君、朱官忠、裴士鑫、高义金、张国胜、李宗深、井传才、姚元卿、张河洲、赵贵璞、黄景华、谢显泉、陈尚明、江志海、孙明训、俞奎定、王熙亭、王立生、刘文亮、宋锦乾、肖惠卿、薛培成、张秉忠、叶权能、庄子善、彭永生等。明庆航及省、市气象台部分填图员参加了资料整理和填图工作。山东大学地理系孙庆基教授为本书撰写第一章第一节，谨此致谢。整个编写工作是在山东省气象局党组的关心支持下进行的，局业务处负责具体组织工作，省气象台、资料室、科研

所和各地（市）气象局都给予热情的帮助和支持。

编者谨以此书献给山东省天气预报工作的创业者、建设者和后来者们。由于水平和条件所限，本书难免有遗漏和谬误之处，望读者批评指正。

编者

一九八六年十二月八日

目 录

前言

第一章 地理环境和气候背景	(1)
第一节 自然地理概况	(1)
一、鲁东丘陵区	(1)
二、鲁中南山区	(2)
三、鲁西北黄泛平原	(2)
第二节 天气气候特征	(3)
一、气候概况	(3)
二、气候区划	(4)
三、四季天气气候特征	(6)
参考文献	(12)
第二章 大气环流形势	(13)
第一节 大气环流的演变规律	(13)
一、大气环流演变的阶段性	(13)
二、经向、纬向环流的转换	(14)
三、上、下游效应与能量频散	(15)
四、高空锋区与急流	(16)
五、阻塞形势	(17)
六、极涡活动	(19)
七、低纬度环流系统	(19)
八、中、低纬度环流系统的相互作用	(21)
九、海陆地形对东亚大气环流的影响	(22)
第二节 亚欧环流形势分型	(22)
一、分型的原则和方法	(22)
二、亚欧环流型的基本特征	(23)
参考文献	(31)
第三章 天气系统	(32)
第一节 南方气旋	(33)
一、天气气候分析	(34)
二、南方气旋的两类发展过程	(39)
三、南方气旋发生的预报	(45)
四、南方气旋移动的预报	(50)
五、南方气旋的流场结构与天气	(51)
第二节 北方气旋	(51)
一、天气气候分析	(51)
二、蒙古气旋的发生过程	(56)
三、蒙古气旋的预报	(58)
四、黄河气旋的发生过程	(61)
五、黄河气旋的预报	(64)

第三节 台风与东风扰动	(65)
一、天气气候分析	(65)
二、台风路径预报	(72)
三、东风扰动	(88)
第四节 冷锋与锢囚锋	(92)
一、天气气候分析	(92)
二、华北冷锋的特点	(97)
三、华北冷锋分析经验	(98)
四、冷锋天气过程	(98)
五、冷锋移动的预报	(101)
六、冷锋的结构与天气	(102)
七、华北锢囚锋	(105)
第五节 切变线	(109)
一、天气气候分析	(109)
二、切变线的形成过程	(113)
三、切变线的预报	(116)
四、切变线上的低涡活动	(116)
五、切变线的结构与降水	(117)
六、暖切变线	(118)
第六节 冷涡与横槽	(122)
一、天气气候分析	(122)
二、冷涡与横槽出现时的环流形势	(124)
三、冷涡形成和移动的预报	(124)
四、冷涡结构与天气	(126)
五、大范围降雪冷涡与不降雪冷涡的差异	(128)
六、横槽形成和移动的预报	(130)
七、横槽的结构与天气	(131)
第七节 高原低槽与西南涡	(132)
一、天气气候分析	(132)
二、高原低槽出现时的环流形势	(136)
三、西南涡发生、发展的过程和机制	(138)
四、高原低槽、西南涡发展和移动的预报	(141)
五、高原低槽产生的降水过程	(142)
六、西北涡	(143)
第八节 副热带高压	(144)
一、副高的结构与天气	(144)
二、西太平洋副高(脊)的季节活动规律	(148)
三、西太平洋副高(脊)短期活动的预报	(149)
四、副高对山东天气气候的影响	(150)
参考文献	(153)
第四章 重要天气	(156)
第一节 暴雨	(156)
一、天气气候分析	(156)

二、产生暴雨的宏观物理条件	(161)
三、暴雨天气过程	(163)
四、暴雨分析和预报	(170)
第二节 强对流天气	(180)
一、天气气候分析	(180)
二、对流发展的热力和动力条件	(185)
三、强对流天气分析和预报	(189)
第三节 冬半年降水	(210)
一、天气气候分析	(210)
二、降水天气过程	(213)
三、降水预报	(217)
四、重要降水过程个例分析	(223)
第四节 寒潮、霜冻与低温天气	(226)
一、天气气候分析	(227)
二、寒潮天气过程	(230)
三、寒潮预报	(234)
四、霜冻及其预报	(235)
五、低温天气及其预报	(239)
第五节 大风	(241)
一、天气气候分析	(241)
二、产生大风的天气形势	(245)
三、大风的预报	(250)
四、海、陆风对比	(257)
第六节 干热风	(258)
一、天气气候分析	(259)
二、干热风天气过程	(261)
三、干热风的预报	(265)
第七节 高温天气	(266)
一、天气气候分析	(266)
二、出现高温过程的天气形势	(269)
三、高温天气预报	(274)
第八节 海雾	(275)
一、天气气候分析	(275)
二、海雾形成的原因和条件	(280)
三、有利于出现海雾的天气形势	(281)
四、海雾的预报	(282)
第九节 雨淞和雾淞	(284)
一、雨淞的天气气候分析	(284)
二、雨淞形成的条件和机制	(285)
三、雨淞过程的天气形势特点	(287)
四、雨淞天气的预报	(289)
五、雾淞的天气气候分析	(290)
六、雾淞形成与气象要素的关系	(291)
第十节 山东半岛冬季冷流降雪	(292)

一、冷流降雪时空分布	(292)
二、冷流降雪的天气形势和成因	(293)
三、冷流降雪的预报	(298)
第十一节 与气象有关的水文现象	(298)
一、风暴潮	(298)
二、黄河下游凌汛	(300)
三、海冰	(304)
参考文献	(309)

第一章 地理环境和气候背景

第一节 自然地理概况

山东省位于 $34^{\circ}25'$ — $38^{\circ}23'N$ 、 $114^{\circ}36'$ — $122^{\circ}43'E$ 之间,北濒渤海,东临黄海,西北与河北省接壤,西南与河南省为邻,南与安徽省和江苏省连境,东北隔渤海与辽宁省相望,南北长400余公里,东西宽700余公里,全省面积达 $153\,300\text{km}^2$ 。海岸线总长3 082km,以注入莱州湾的潍河河口为界,向西北为砂岸,向东到成山角折向西南,到鲁、苏省界附近的岚山头为岩岸。近海海域中还散布着大小岛屿296个,岸线总长688.6km。

山东省东接太平洋,西连亚欧大陆,受海洋和大陆的影响,季风气候特点相当显著,省境东西的气候差异明显。从季风环流来说,同纬度地区,沿海强于内陆,滨海是季风环流较强的地区。从地貌上看,伸入黄、渤海的鲁东丘陵和面向黄海的鲁中南山区,山列呈东北-西南走向,夏季盛行从海上吹来的潮湿的东南季风,经山丘的抬升,降水显著增多,鲁西北为坦荡的黄泛平原,是南北气流畅行无阻的风道,故大风较多,但因处于东南季风的背风一面,降水较少。总的看,全省降水是东南部多于西北部。

海陆位置、纬线跨度和地貌类型是影响气候的三大因素,前两者对气候的影响是在大范围内逐步变化的,而地貌的影响是复杂的,现分区进行叙述。

一、鲁东丘陵区

本区位于山东省的东部,北、东、南三面临海,西部以郯庐断裂带(北起潍河口、沿潍河谷地向南连接沭河谷地)与鲁中南山区为邻。全区为东北-西南向狭长的半岛丘陵,长约300km,宽75—115km,面积约 $39\,170\text{km}^2$,占全省总面积的25.7%。

在大地构造上,为鲁东隆起断块丘陵,区内山丘大部份为前震旦纪变质岩及中生代花岗岩组成。山丘的坡面上多为粗砂土,漏水、漏肥、易旱。

区内以崂山为最高,海拔1 133m,其它山丘高度都在1 000m以下,大部份为500m以下的丘陵。本区的东北部有昆嵛山、牙山、艾山、大泽山组成横列的山地,成为山东半岛南北水系的分水岭,河流多由此发源向南、北分流,其中除大沽河、五龙河的干流较长外,大多是流程较短、独流入海的边缘水系,具有河床比降大、源短流急、暴涨暴落、洪枯悬殊等特点。南来的暖湿气流受半岛北部横列的山脊抬升,山南降水较多,并由东南向西北逐渐减少,年降水量由900mm递减为600mm。位于本区西北部大泽山北的掖县,年降水量在650mm以下,是该区降水最少的一隅。本区的南部山地有崂山、小珠山、铁槎山、五莲山等连成山列,呈东北-西南走向,与海岸基本平行。东南部有较广阔的海岸平原,来自海上的东南暖湿气流受山列抬升,易产生降雨,年降水量多达800—900mm,居全省首位。在胶州湾以南,河流短小,各自独流入海。本区的中部位于南、北两列山地之

间,为断块拗陷盆地和平原,包括莱阳盆地、胶莱山间平原、诸城盆地等,这一地区地势低平广阔,年降水量在700—800mm之间。

鲁东丘陵区受海洋与地形的综合影响,为全省降水量最多的地区,且降水变率最小。本区濒临大海,排水通畅,地下水位不高,因此干旱和洪涝灾害最少,基本上无盐碱为害,农业生产的自然条件优越。本区年平均气温在12℃左右,低于同纬度地区1—3℃。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温以山东半岛东部的荣城和文登一带最少,在3 600—3 800℃之间,北部在3 800—4 000℃之间,南部在4 000—4 200℃之间,适宜农作物生长。

二、鲁中南山区

本区位于山东的中南部,南、西、北三面为冲积平原。北部以小清河为界与黄河冲积扇相接;南到鲁苏省界;西以南四湖、大运河和东平湖与鲁西北平原相连;东以潍河和沭河谷地与鲁东丘陵区分界。全区轮廓近似扇形,北宽南窄,东西宽265km,南北长285km,面积为64 956km²,占全省总面积的42.3%。区内山丘多由前震旦纪变质岩系组成基底,上覆下古生代和中生代的沉积岩层。在燕山运动时期发生强烈的褶皱、断陷与隆起,上隆部分构成山地丘陵,下陷部分组成山间平原、盆地或谷地。

本区内有高于1 000m的中山五座,它们是泰山、鲁山、沂山、蒙山和徂徕山。泰山主峰玉皇顶海拔1 545m,是省内第一高山。泰、鲁、沂诸山连成一体,横列在北部,成为全区主要河流的发源地。各河流向呈放射状,北流的有潍河、潞河、淄河、孝妇河;西流的有大汶河、泗河;东南流的有沂河、沭河。本区地势以北部为最高,向南逐渐降低,且以东南部下降最多而倾向东南。东、西、南三面,河谷平原均较宽阔,暖湿气流由宽阔的河谷平原北上,逐渐抬升,故降水较多。本区年降水量以南部的临沂、枣庄一带最多,达900mm左右;西北部和北部小清河一带最少,仅600—700mm;其它地区在700—850mm之间。本区降水的径流深度一般在150—300mm之间,山谷水库可拦蓄大量的地表径流水进行灌溉,故中部和南部旱害较少;北部面积不大的石灰岩地区因降水较少,旱灾较多。本区地形特点是中部高,四周低,排水畅通,水涝和盐碱的危害较轻。

本区热量资源丰富,年平均气温,南部在13—14℃之间,北部在12—13℃之间; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温在4 100—4 500℃之间。全区的热量资源可供粮食作物一年两熟。区内济南附近,因受焚风影响,年平均气温高达14℃;市区以内,由于热岛效应,年平均气温还略高于14℃,居全省之冠。

本区的河谷平原和盆地,土质肥沃,土层较深厚,是主要的粮食产地;丘陵坡缓,多梯田果树;山地峰高坡陡,宜林宜牧,农牧业发展的潜力很大。鲁中南山区具备各种类型的地貌和优越的水热资源,是山东发展多种经营的良好基地。

三、鲁西北黄泛平原

本区位于山东的西南和西北部,呈现一宽牛轭状。北连河北,西临河南,南与江苏和安徽为邻,东与鲁中南山区以南四湖、大运河、东平湖及黄河、小清河为界。面积49 180km²,占全省总面积的32.0%。

本区大地构造为华北断陷地带的南部。区内地势最高点为嘉祥县南部的孟良山,海拔

243m, 为孤立山丘,其余均为平原,地面坡降为 1/5 000—1/1 0000。黄河以南的地势似簸箕状,北、西、南三面较高;黄河以北平原的地势是南北两侧略高,中部略低,呈浅槽状。

受平坦地形影响,本区河流的河道长,支流少,比降小,排水不畅,淤积严重。除了横贯东西的黄河和贯穿南北的大运河外,主要河流还有洙赵新河、万福河、徒骇河、马颊河及漳卫新河等。

本区地貌单一,除嘉祥、梁山等地有数十米至二百米高的小丘外,全部为坦荡的黄泛平原。在平原上仅有高差数米的微地貌类型,主要是黄河历次决口改道泛滥、冲蚀、堆积所形成。微地貌类型可分为八种:河滩高地,决口扇形高地,平缓坡地,河间洼地,背河条状洼地,沙质河槽地,剥蚀丘陵地和黄河三角洲。

鲁西北平原是华北大平原的一部分,位置已深入内陆。年平均气温在12—14℃之间,等温线呈纬向分布;≥10℃的积温在4 200—4 700℃之间,南部较高,东北部最低。年降水量一般为600—700mm,以菏泽地区最多,黄河三角洲最少。降水集中于夏季,6、7、8三个月的降水量占全年降水量的70%左右,多春旱夏涝。

第二节 天气气候特征

一、气候概况

山东省地处中纬度,属暖温带大陆性季风气候,年温适中,四季分明。

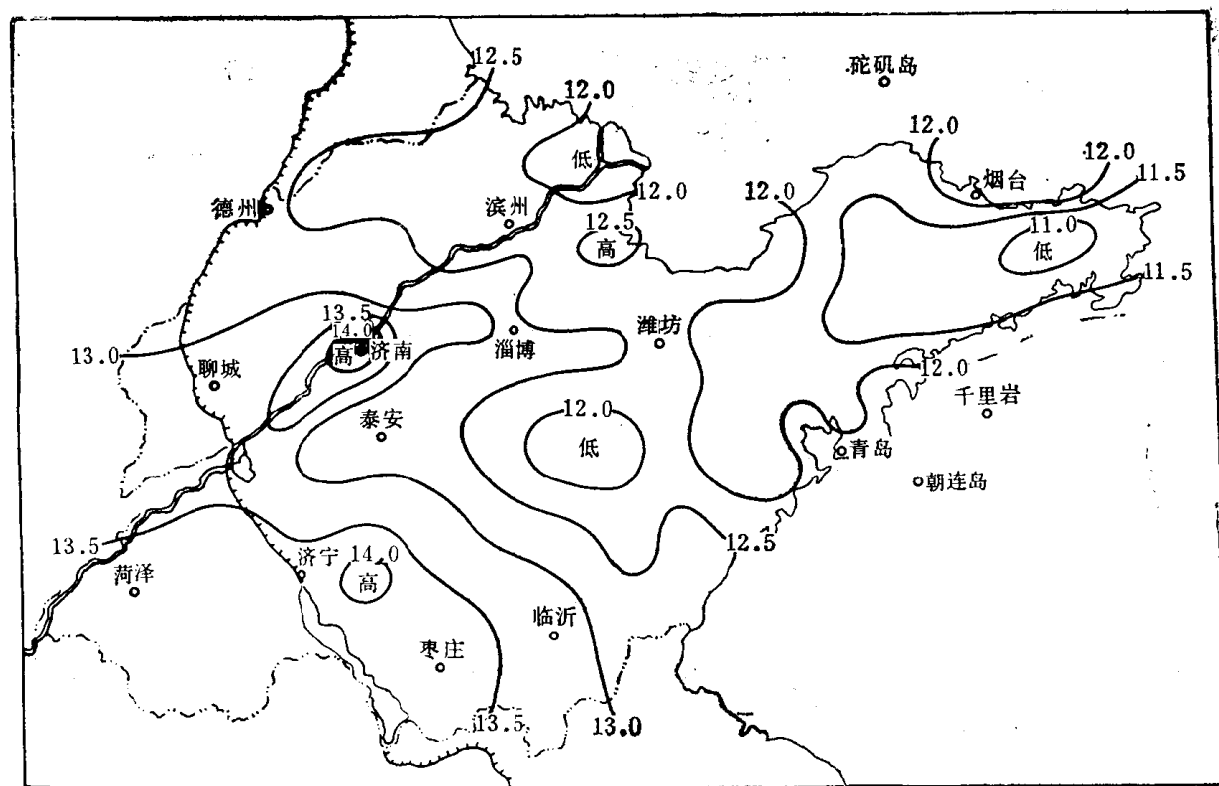


图1.1 年平均气温分布(单位℃, 1951—1980)

表1.1 各气候区的主要气候条件

气候区	气候分区	主 要 气 候 条 件				主 要 灾 害			
		平均气温 (°C)		极端气温	日照时数 (小时)				
		全年	最热月 (七月)						
1	1	13℃左右	26—27℃	-3℃左右	稳定通过10℃ 初日 (日/月)	无霜冻期	降水量 (mm)	累年最小	
	2	12—13℃		-4—-5℃	5/4—7/4 5/4前后	210—220天 205—210天	500—600		
2	1	13—14℃	27℃左右	-2—-3℃	6/4—10/4	220天左右		400以下	多干旱风, 易旱易涝
	2	12—13℃	26—27℃	-3—-4℃	10/4前后	260—2700	600—700		
	3	12℃左右	26℃左右	-4℃以下	1/4—5/4	210天左右	600—650	300—400	
3	1	13—14℃	27℃左右	-1—-2℃	3/4—5/4	220天左右	700—900	400—600	大风, 冰雹较多
	2		27—28℃		5/4—8/4	220—230天	600—700	300—400	
4	1	13℃左右	26—27℃	-3℃左右	8/4—10/4	210天左右	2450—2650	400—600	重旱, 易旱
	2	12—13℃	25—26℃		7/4—9/4		2400—2600	500—700	
	3				10/4—15/4	215—225天	2400—2500	600左右	
5	1	13—14℃	26—27℃	-1—-2℃		220—240天	2600—2800	650—750	大风, 冰雹较多
	2	12℃左右	25—26℃			200—220天	2650天左右	700—800	
6	1	11—12℃	24—26℃	-2—-3℃		220—240天	2600—2800	800—900	大风, 暴雨较多
	2	12℃左右	25—26℃	-3—-4℃	10/4—15/4	210天左右	2500—2700	400—500	
7	1	11—12℃	23—25℃	-1—-3℃	14—20/4	200—240天	2500—2600	800—900	多大风
	2				20/4—31/4	200—240天	2500—2600	800—900	

- (4) 鲁中山区气候区;
- (5) 鲁南平原气候区;
- (6) 山东半岛丘陵气候区;
- (7) 山东半岛东端气候区。

在各气候区内还有一些气候差异,故又分为若干小区。各气候区的划分及其主要气候条件,分别见图1.3及表1.1。

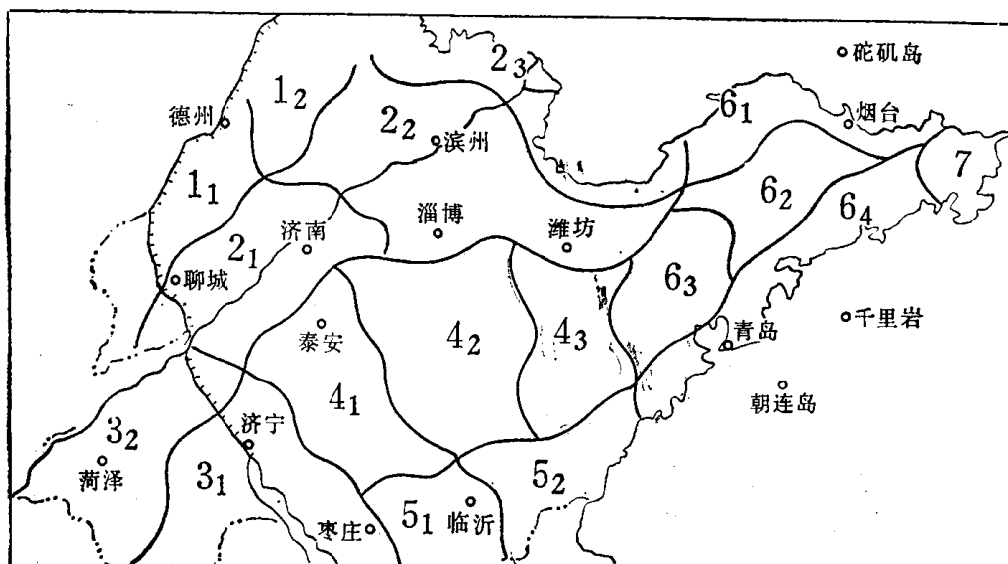


图1.3 山东省综合气候区划图

三、四季天气气候特征

1. 冬季(12—2月)

冬季我国上空基本上受西风气流控制。沿青藏高原南侧经我国东部沿海到日本是一支稳定的南支西风急流;在我国新疆北部、内蒙古、华北上空是北支西风急流,这支急流与极锋相联系。

冬季影响山东的天气系统主要是冷锋,它是极地大陆气团和变性极地大陆气团之间的界面。较强冷锋过境后,常常出现偏北大风并引起强烈的降温,当南方暖湿空气较强时也会造成雨雪天气,有时还出现雨淞。当青藏高原上有较深的低槽移出,西南气流较强时,南方气旋也会北上影响山东,造成大风和雨雪天气。

冬季,强大干冷的蒙古高压控制我国,它主宰着冷空气的活动。山东位于蒙古冷高压的东南部,盛行偏北风,气候寒冷而干燥。此时由纬度影响造成的温度南北差异大于海洋影响造成的东西差异,等温线大致呈纬向分布。1月是蒙古高压最强盛的时期,其中心强度平均在1040hPa以上;该月也是全年最冷的月份,山东各地平均气温在 -4.4 — -0.8°C 之间,南北温差达 3.6°C ,其中鲁北及山东半岛内陆均在 -4°C 以下,是全省的两个低温中心(图1.4)。

冬季也是全年降水最少的季节,各地平均降水量在14.0—44.5mm之间,占年降水量的2—6%。季降水量自东南向西北减少,鲁西北地区最少,在25mm以下;鲁东南及山东半岛东北部最多,在40mm以上(图1.5)。各地降水日数在7—20天之间,鲁西北地区最

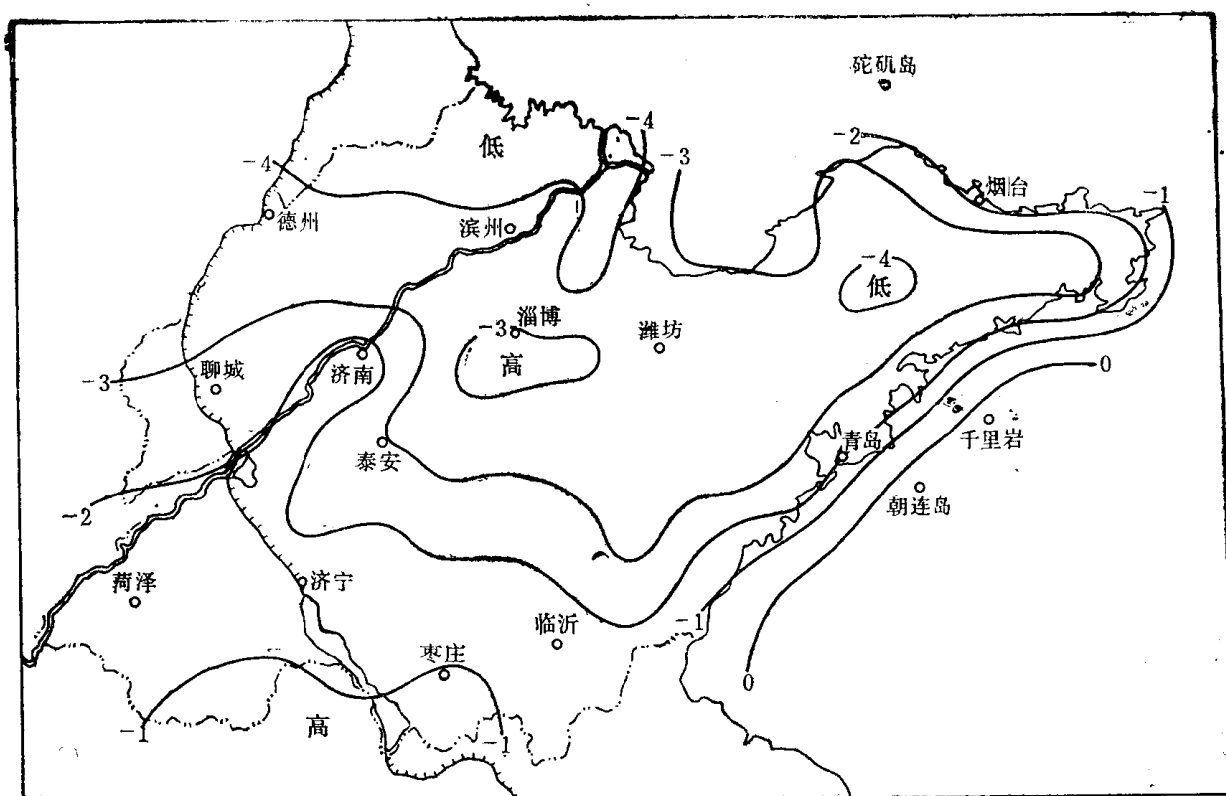


图1.4 1月平均气温分布 (单位: $^{\circ}\text{C}$, 1951—1980)

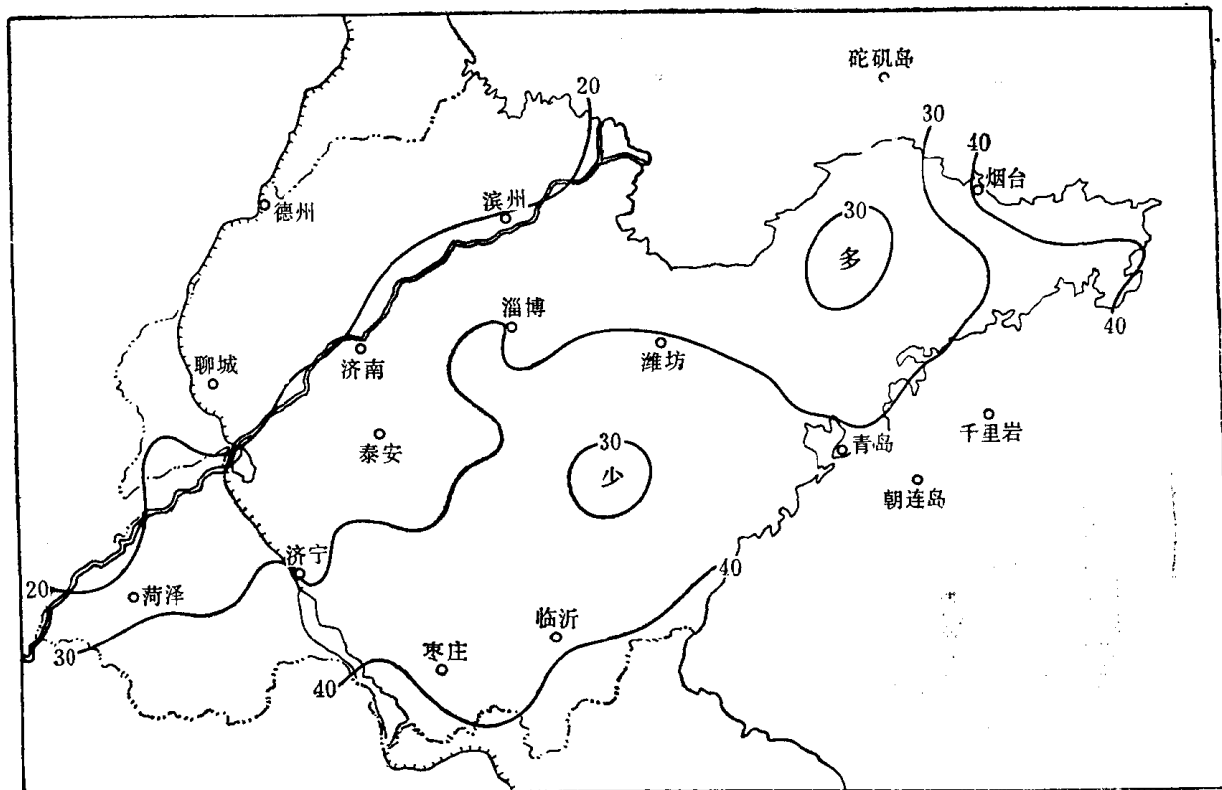


图1.5 冬季降水量分布 (单位: mm, 1951—1980)

少，大多在7—10天之间；山东半岛东北部因出现冷流降雪较多，降水日数在15—20天之间；其它地区在10—15天之间。

2. 春季（3—5月）

春季是大气环流型由冬到夏的转换季节，低层环流形势表现为冬、夏季的主要大气活动中心并存。由于我国是大陆性季风气候，大陆的热力因素起主导作用，所以大气环流的季节转换也从下层开始。

春季500hPa以上的环流基本上仍是冬季形势，南支西风位置变化不大，北支西风稍有北退；但低层850hPa以下则开始出现夏季环流形势。入春以后，随着太阳辐射日益增强，地面和空气的温度不断增高，蒙古高压强度减弱，并向西收缩；蒙古气旋频繁出现，发展强烈，形成南高北低的气压场，所以春季是山东偏南大风出现最多的季节。同时，南方气旋活跃，活动路径比冬季偏北，气旋出海后常常发展，造成山东大风天气。春季虽然冷空气势力减弱，但出现次数仍频繁，若有较强的冷空气南下，会造成较强的降温并出现晚霜冻，也会造成冰雹等强对流天气。此时西太平洋副热带高压（以下简称“副高”）、大陆热低压势力逐渐增强，西南暖湿气流较冬季活跃，降水比冬季明显增多。由于春季回暖快，风力大，蒸发强，所以常出现春旱。

春季内陆地区温度回升较快，但沿海各地受海洋影响，增温比内陆缓慢，故等温线由冬季的纬向分布转变成经向分布。4月各地平均气温在7.8—15.2℃之间，东西温度差达7℃；鲁西南地区在14℃以上，山东半岛大部地区在10—12℃之间，山东半岛东端低于10℃，其它地区在12—14℃之间（图1.6）。

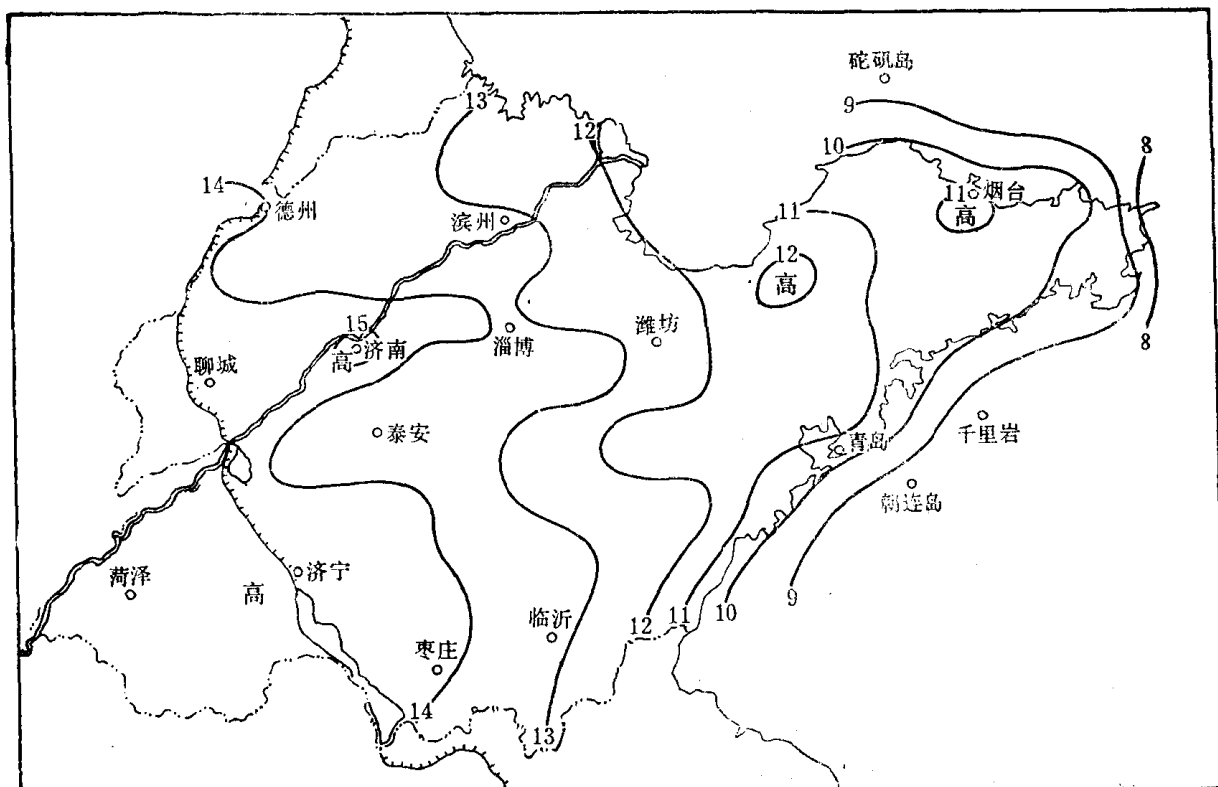


图1.6 4月平均气温分布（单位：℃，1951—1980）