

上海气候



序

本书是第一部关于上海气候的专著。尽管自 1873 年以来,上海就有了正式的气象观测记录,其资料连续年代之长为中国之冠。对上海地区的气候,从各个角度的分析研究也很多,特别是天气气候、农业气候、城市气候、气候应用和气候变化方面的中外文献十分丰富,但唯独缺少一本系统、全面介绍上海气候的专著,这不能不说是上海气候工作的一件憾事。而今,严济远、徐家良等同志合作编著了这本《上海气候》,为上海气象工作填补了一项空白,对此,谨表示衷心的祝贺。

气候是人类赖以生存的自然资源和环境条件,上海地区优越的气候为上海的生存和发展创造了良好的条件,但气象灾害又对上海的经济发展有一定的制约作用。《上海气候》全面系统地介绍了上海丰富的光能、热量、水分、风能等气候资源和多样的气候条件,介绍了气候在国民经济各行各业中的应用,介绍了上海的气候灾害和气候变化,为开发利用上海的气候资源和经济建设趋利避害提供了科学依据。

本书所用的气象资料主要是 30 年(1961~1990 年)气候总结的整编资料,其好处是全国统一,有一定的代表性和可比较性。但没有充分利用上海百年多的珍贵的气象记录,在反映上海气候规律上难免有所欠缺。此外,由于篇幅的限制,有些上海气候的内容也未能包括进去,这有待今后再版时修改补充了。

王 雷

1995 年 8 月

前 言

在 1961~1990 年 30 年气候资料整编的基础上,根据中国气象局气候司的要求,在上海市气象局、上海气候中心领导的组织、帮助下,编写出了《上海气候》一书;在气象出版社的支持下得以出版,编者深表感谢!

编写《上海气候》一书的主要目的,除了概括上海气候的主要特点;叙述气候要素的时空分布;评述气候资源的优劣和利用之外,重点讨论气候灾害,总结应用气候服务的事例和经验;同时对气候预测与农业生产的关系也有所探讨,以引起人们对气候预测的关注。

本书第一章《气候特征和自然季节》、第二章《气候要素》中的第一节《气温和地温》、第三节《风》、第四章《气候灾害》、第五章《气候应用》、第六章《气候的变化和预测》由严济远执笔编写;第二章《气候要素》中第二节《降水》、第四节《云和日照》、第五节《湿度和蒸发》、第三章《气候资源》和附录《气候诊断分析辅助系统》由徐家良执笔编写;全书附图由莫萍绘制完成。

书中所用的基本气象资料主要采用 1961~1990 年的整编成果;其他资料主要采用的是 1956~1994 年有关上海地区的气候和应用气候的研究成果和技术总结报告,力求立论正确、符合服务和应用的需要。

限于作者的水平有限,书中有不妥或错误之处,希望读者批评指正。

严济远 徐家良

1995 年 10 月

目 录

序

前言

第一章 气候特征和自然季节	(1)
第一节 气候特征	(1)
第二节 自然季节	(11)
第二章 气候要素	(20)
第一节 气温和地温	(20)
第二节 降水	(26)
第三节 风	(39)
第四节 云量和日照	(42)
第五节 湿度和蒸发	(46)
第三章 气候资源	(51)
第一节 光资源	(51)
第二节 热量资源	(54)
第三节 水资源	(56)
第四节 风能资源	(60)
第四章 气候灾害	(66)
第一节 旱涝灾害	(66)
第二节 低温灾害	(83)
第三节 暴雨灾害	(91)
第四节 风灾	(100)
第五节 台风灾害	(113)
第六节 雾灾和冰雹灾害	(124)
第五章 气候应用	(133)
第一节 气候与建筑	(133)
第二节 气候与城市排水	(160)
第三节 气候与水利	(169)
第四节 气候与大气污染	(180)

第五节 气候与疾病.....	(209)
第六章 气候的变化和预测.....	(219)
第一节 温度的变化.....	(219)
第二节 干湿的变化.....	(228)
第三节 气候预测和农业对策.....	(239)
附 录 气候诊断分析辅助系统.....	(243)

第一章 气候特征和自然季节

上海位于长江口南岸,东临海岸,西连太湖,北界长江,南靠杭州湾,总面积 6340.5km^2 ,其中郊区约 5965km^2 。

地势特点是东高西低,青浦县的西部、松江、金山的北部,水网交错、地势低洼,海拔高度一般为 $2.3\sim 3.0\text{m}$,土质粘重,最易受涝;川沙、南汇两地海拔一般为 $4.8\sim 5.0\text{m}$ 左右,是上海地势最高地带;崇明岛是我国第三大岛,海拔一般为 $3.5\sim 4.5\text{m}$,长兴、横沙两岛位于崇明以南的长江口,海拔一般为 $3.0\sim 3.5\text{m}$ 。

第一节 气候特征

上海位于我国东部沿海,北亚热带南缘,气候温和湿润、春光明媚、夏日晴长、秋高气爽、冬季不寒;雨量适中、雨热同季、水分、热量资源丰富,气候条件优越,有关其气候的常年特征、变化特征、季节特征、局地特征、城市特征分别简述于下:

一、常年特征

上海属亚热带季风气候,温和湿润,年平均气温市区 15.8°C ,郊区 $15.2\sim 15.7^{\circ}\text{C}$,最热月平均气温 $27.3\sim 27.8^{\circ}\text{C}$ (7月)、最冷月平均气温 $3.0\sim 3.7^{\circ}\text{C}$ (1月),无霜期 $222\sim 235\text{d}$,农作物可利用的热量资源,即日平均气温稳定通过 0°C 的活动积温,平均在 $5560\sim 5741^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 之间,日平均气温 $\geq 10.0^{\circ}\text{C}$ 的活动积温和有效积温分别为 $5110\sim 5140^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 和 $2630\sim 2660^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 之间,热量资源比较丰富,但就双季稻三熟制而言,热量条件仍偏紧。

全年总降水量在 $1027\sim 1111\text{mm}$ 之间,其中 70% 集中在 4~9 月,6 月和 9 月降水量最多,在 $120\sim 160\text{mm}$ 之间,12 月和 1 月最少,在 $30\sim 45\text{mm}$ 之间。

风向的季节变化明显,全年以东南偏东风为主,3~8月盛行东南偏东风,9~10月盛行东北风,11月~次年2月盛行西北偏北风。

二、变化特征

由于上海位于著名的东亚季风气候区,因而气候的年际变化甚大,如与季风活动相联系的降水量的年际变化十分显著。以1980~1989年10年为例,年降水量最多的1985年,总降水量高达1673.4mm,最少的1984年只有800.3mm,两者相差873.1mm,即多雨年的降水量比少雨年多1.1倍;夏季6~8月,雨水最多的1980年,季雨量752.8mm,最少的1988年只下327.8mm,两者相差425.0mm,即多雨年的夏季降水量比少雨年的夏季多1.3倍;月降水量以8月论,最多的1980年455.0mm,最少的1984年只有53.7mm,两量相差401.3mm,即多雨年的8月,其降水量比少雨年的8月多7.5倍。

多雨则涝、少雨则旱,由于上海降水量的年际、季际和月际之间变化甚大,因而旱涝年份十分频繁。但由于上海江河纵横,河网密集,依靠灌溉,旱年可获丰收,涝年才是上海农业生产上的大敌。

冬季和夏季风年与年、季与季、月与月之间强弱变化也很大。与之相联系的冷暖的年际、季际、月际之间的变化也十分明显,在冬季风强的年份和时期,即冷空气强的年份和时期,无论是春季、初夏还是秋季和冬季均能出现冷害。如春寒明显的1962年,4月平均气温仅12.5℃,比常年同期低1.5℃,由于温度低,秧苗不仅受冻,而且生长缓慢,移栽期比常年推迟约10d,影响到后茬作物的生长季节;初夏寒显著的1974年,6月中、下旬日最低温度17.0℃以下的低温天数多达6d,其中13日全部郊区最低温度降到14.1~15.5℃,因而是早稻减数分裂期受低温冷害最重的一年,全市早稻平均空秕率为24.7%,比正常年高出5%~6%;秋寒严重的1980年9月19~25日,出现了连续7d低温阴雨天气,平均气温在20.0℃以下,最高气温在20.0~23.0℃之间,由于低温明显,穗颈瘟病流行;冬寒最重的1976年12月至1977年2月,-5.0℃以下的严寒天气有11d,其中1

月 31 日最低气温降到 -10.1°C , 郊区蔬菜、柑橘遭受严重冻害。

三、季节特征

在气象上为了使季节和物候变化相一致, 把候(5d 称一候)温 $< 10^{\circ}\text{C}$ 作为冬季的开始, 候温 $> 22^{\circ}\text{C}$ 作为夏季的开始, 候温在 $10\sim 22^{\circ}\text{C}$ 之日称春、秋季, 以此标准统计上海的春季开始于 4 月 2 日, 结束于 6 月 11 日, 持续期 71.0d; 夏季开始于 6 月 22 日, 结束于 9 月 25 日, 持续期 106.5d; 秋季开始于 9 月 26 日, 结束于 11 月 25 日, 持续期 61.2d; 冬季开始于 11 月 26 日, 结束于 4 月 1 日, 持续期 126.1d。由此可见, 上海的季节特征是冬夏长、春秋短。

四、局地性特征

(一) 岛屿、海边冬暖夏凉

位于上海长江口的长兴、横沙两岛及海边地带, 冬暖、夏凉的气候特点十分明显, 统计表明, 长兴、横沙两岛和海边冬季 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数为 27~29d, 极端最低气温为 -7.5°C 左右; 而在全市其他地区 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数为 35~36d, 极端最低气温可达 -10.1°C , 海边、长兴、横沙岛冬暖特点十分明显, 无怪长兴、横沙成了上海市的柑橘生产基地。

夏季在海边、长兴、横沙两岛 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ 的高温日数为 0.4~2.3d, 极端最高气温在 $36.0\sim 37.0^{\circ}\text{C}$ 之间, 而在全市其他地区 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ 的高温日数为 6~8d, 极端最高气温在 $38.0\sim 38.5^{\circ}\text{C}$ 之间, 因而, 在盛夏副热带高压控制的日子, 在市区及其邻近地区暑热蒸人, 热不可耐时, 沿海、长兴、横沙岛上, 海风习习, 凉爽异常, 是避暑、消夏的好地方。

(二) 风速由沿海向市区减弱

上海地区受大尺度天气影响时, 特别是台风入侵时, 风速分布是从沿海向市区逐渐减弱的, 为 1981 年 9 月 1 日 08 时, 从沿海向市区台风风速的分布是(图 1.1.1): 在海上最大风速为 $23\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 海边陆上减小到 $19\sim 21\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 市区和海边的中间地带为 $15\sim 17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 市区边缘地带为 $13\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 市区和市中心减小到 $11\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下, 呈现出明显的地带特点。

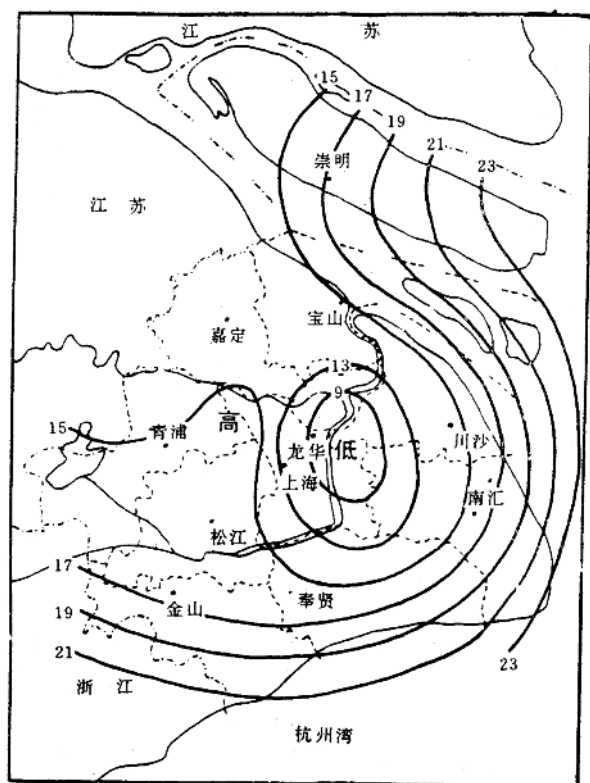


图 1.1.1 上海一次台风的风速($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)分布图(1981 年 9 月 1 日 08 时)

风速呈现出这种地带性分布的原因,显然由于在海上,洋面摩擦阻力小,故风速大;到达陆上地面摩擦力增大,因而风速减小;到达市区建筑物密度愈来愈大,因而风速最小。

(三) 暴雨呈现出地区性特征

根据 1959~1978 年的暴雨出现次数图(略)和强暴雨次数分布图(图 1.1.2)表明,上海地区的暴雨分布呈现出明显的地区性特点。

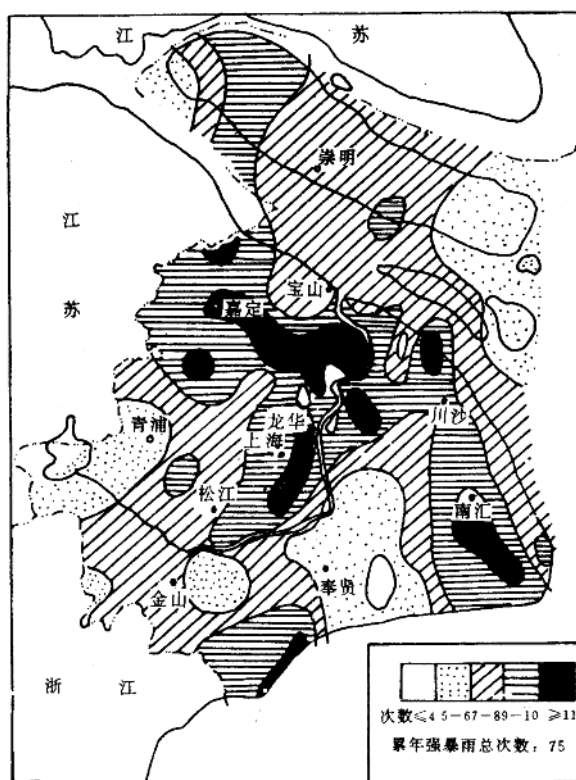


图 1.1.2 上海市累年强暴雨的次数分布图(1959~1978 年)

长江口的宝山、浦东新区(川沙)一带不仅暴雨次数多,而且暴雨强度也大,属暴雨多、强度大的地区,如宝山、川沙的交界处,在 20 年中共出现暴雨 125~140 次,其中有的地区大于 141 次,日降水量大于 100mm 的大暴雨在 11 次以上;青浦、金山、松江、奉贤暴雨次数 92~124 次,日降水量大于 100mm 的强暴雨大部地区在 8 次以下,属暴雨少、强度弱的地区;南汇、嘉定、闵行暴雨次数为 72~124 次,日降

水量在 100mm 以上的大暴雨为 9~10 次,暴雨次数和强度适中的地区。

(四) 城市的五岛特征

上海是一个大城市,人口众多、建筑密度大、能源消耗多,由此而形成的热岛、湿岛、干岛、雨岛和混浊岛的所称的“五岛效应”十分明显,因此城市五岛是上海局地气候最显著的特征之一。

1. 热岛

观测表明,在仲秋和初冬的夜晚,无云、无风的稳定天气条件下,上海是经常出现城市热岛现象的。如 1979 年 12 月 13 日 20 时观测到的一次热岛效应于图 1.1.3。

从图中可看出,市中心气温为 8.0°C ,向外围逐渐减小,在市郊结合部为 $4.0\sim 6.0^{\circ}\text{C}$,到嘉定、青浦、松江、金山为 3.0°C ,与市中心相差 5.0°C ,是一次典型的城市热岛现象。

以龙华(代表市区)与莘庄(代表郊区)逐日 20 时气温差作为热岛强度(ΔT)、与当天龙华的太阳直接辐射日总量 $S(\text{J})$ 、日平均风速 $\overline{v_A}(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$,20 时的风速($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)和 20 时的云量作出的回归方程于下:

$$\begin{aligned}\Delta T = & 1.201 + 0.0008375S - 0.146\overline{v_A} \\ & - 0.080v_{20} - 0.022N_{2c}\end{aligned}\quad (1.1)$$

由(1.1)式可见,上海夜间 20 时的热岛强度与白天市区太阳直接辐射的日总量为正相关,与日平均风速、20 时的风速和低云量为负相关。

2. 干岛与湿岛

上海的市区及其临近区域,白昼呈现湿度较小的干岛、夜间呈现湿度较大的湿岛特征。产生干、湿岛昼夜交替现象的天气条件是与产生热岛现象是十分相似的,也是出现在晴天、微风或无风的情况下,这是由于白天郊区的农田里纵横交错的河流中,水汽蒸发量比市区多,因而郊区的水汽压比市区高,便形成干岛。

图 1.1.4 是 1959 年 8 月 10 日 7 时水汽压(hPa)和气温($^{\circ}\text{C}$)的

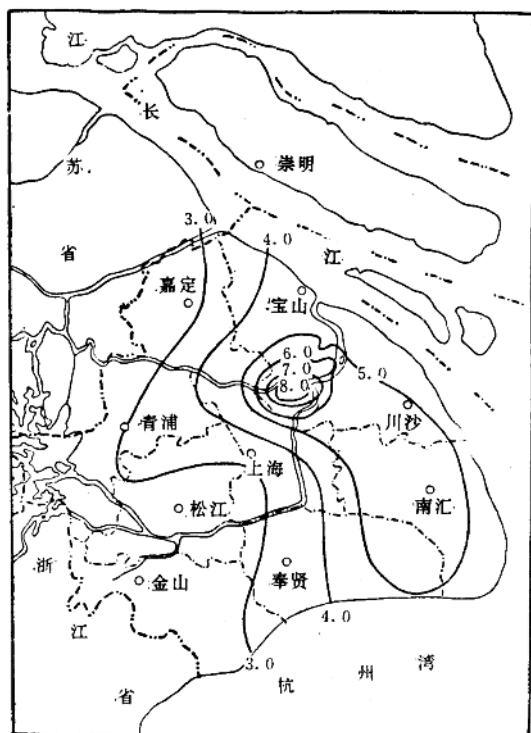


图 1.1.3 上海城市气温分布图(1979 年 12 月 13 日 20 时)

分布图,由图可知,市区水汽压为 27.0hPa,近郊为 29.0~30.0hPa,呈现出干岛特征。

图 1.1.5 是 1959 年 8 月 10 日 5 时所测得的水汽压(hPa)和气温分布图,湿岛中心(W)位于威海卫路瑞金路口 61 中学附近,水汽压为 31.0hPa,近郊水汽压在 28.6~29.6hPa 间,市中心与近郊相差 1.4~2.2hPa 间,并有一个热岛中心(N)在其附近。

但从实测的相对湿度来看,基本上都是市区小于郊区,即使在水

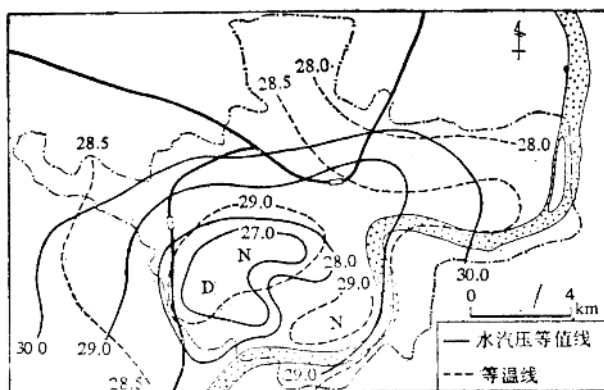


图 1.1.4 上海城市干岛图

(1959年8月10日7时水汽压(hPa)和气温(°C)的分布。D示干岛中心,N示热岛中心)

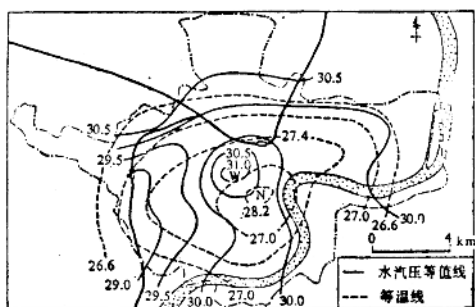


图 1.1.5 上海城市湿岛图

(1959年8月10日5时水汽压(hPa)和气温(°C)的分布。W示湿岛中心,N示热岛中心)

汽压出现湿岛的那一段时间内亦是如此。

3. 雨島

以 1959~1985 年 5~9 月汛期平均降水量分布特点(图 1.1.6)

来看,上海具有雨岛的特征是明显的。市中心平均降水量为 670mm,市郊结合部为 650mm,郊区为 630mm,离市区愈远,降水量愈少。

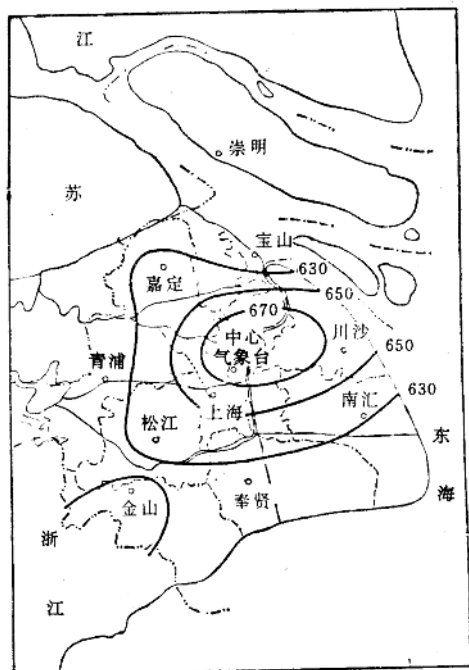


图 1.1.6 上海汛期(5~9月)平均降水量(mm)分布图(1959~1985年)

上海雨岛形成的原因是:在较弱的大气环流形势下,出现有利于上海产生降水的天气形势如气旋暖区型、低压型、静止切变型和静止锋型时,由于城市热岛效应助长了局地气流的辐合上升;下垫面粗糙度大,对移动滞缓的降雨系统有阻碍效应,使城市雨时增长;再加上城市上空凝结核多,有利于云层,特别是低云的形成,这些因素的综合结果,便出现了城市雨岛现象。

4. 混浊岛

第二节 自然季节

一、各自然季节的气候特点

上海的降水量在一年中的变化呈现出一个时期偏多、一个时期偏少的特征,这一现象构成了上海的自然季节。

上海的自然季节由三个多雨期和三个少雨期组成。三个多雨期分别称春雨期、梅雨期、和秋雨期,三个少雨期分别称盛夏期、晚秋期和冬季。

三个多雨期、三个少雨期的开始和结束日期于表 1.2.1。

表 1.2.1 长江三角洲各自然季节平均开始和结束期

自然季节 开始/结束日期	春 雨	梅 雨	盛 夏	秋 雨	晚 秋	冬 季
开始日期	4月2日	6月17日	7月11日	8月25日	9月28日	12月13日
结束日期	5月22日	7月10日	8月24日	9月27日	12月12日	4月1日

由上表知,不同自然季节的持续日数差异甚大,最长的冬季有 111d,最短的梅雨期只有 24d,总的特点是夏半年的自然季节较短,冬半年的自然季节较长。这表明夏半年大气环流不甚稳定,气候复杂,季节多变;冬半年大气环流稳定,季节少变。

各自然季节常年降水量、雨日所占的百分数、及降水量均方差于表 1.2.2。

表 1.2.2 各自然季节常年降水量、雨日百分率、均方差表

自然季节 要素名称	春 雨	梅 雨	盛 夏	秋 雨	晚 秋	冬 季
常年雨量	220.6	191.1	100.6	224.0	100.5	194.7
雨 日(%)	52	60	23	51	23	33
均 方 差	97.4	129.0	70.1	139.0	52.3	67.5

从各自然季节的降水量、雨日百分数来看,春雨、梅雨、秋雨期有

明显的雨季性质,季降水量多而集中,雨日百分率达到 51%~60%;盛夏、晚秋、冬季有明显的旱季性质,季降水量少,雨日百分率只有 23%~33%。三个雨季里秋雨的均方差最大,梅雨次之,春雨最小,这表明秋雨期降水量最不稳定,春雨量最稳定,梅雨介于其间。

各自然季节不同等级的降水量频数分布图(图 1.2.1)。

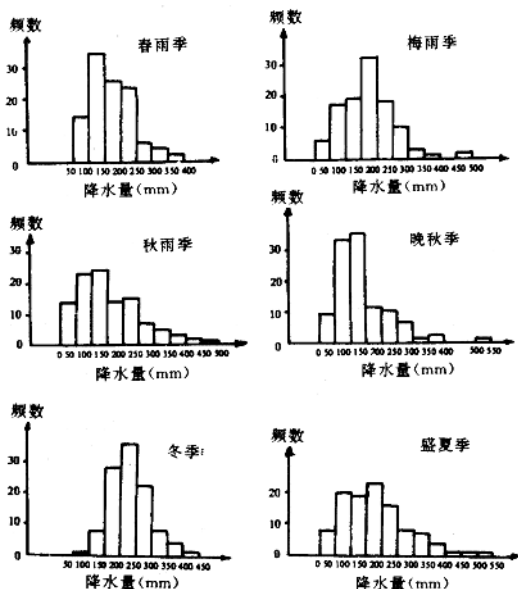


图 1.2.1 不同等级降水量频数分布

由上图 1.2.1 可看到,春雨期和冬季最大等级季降水量是不会超过 450mm 的,因而在这两个自然季节是不会出现洪涝灾害的。而在梅雨、盛夏、秋雨、晚秋季能出现 450~550mm 的多雨年,从而导致涝灾。