

高等学校教学用书

天气学基础

謝义炳等編著

高等教育出版社

高等学校教学用书



天 气 学 基 础

謝义炳 陈受鈞 肖文俊編著

高 等 教 育 出 版 社

本书是根据编者 1950—1958 年在北京大学讲授天气学的讲稿,逐年修改編訂而成的。内容取材原则是:尽量采納近代天气学成果,但贯彻“外为中用”的原则,以中国天气为綱,着重讲解中国和亚洲天气现象与过程。对于过去曾盛行的天气概念,如气旋波理论、气团繁殖分类等等,曾加以适当介紹与批判。

本书可作为气象专业及有关专业如气候、水文、海洋、农业气象、大气物理等的主要参考书。也可供一般气象业务工作者的自学或参考用。

天 气 学 基 础

謝 义 炳 等 編 著

高等教育出版社出版 北京宣武門内大街 27 号

(北京市書刊出版业营业許可證出字第 054 号)

京华印書局印裝 新华書店发行

統一書号 13010·69 开本 787×109 1/16 印張 18 4/5

字數 354,000 印數 0001—2,300 定价 (6) 元 1.90

1959 年 12 月第 1 版 1959 年 12 月北京第 1 次印刷

(附圖一袋共十二張)

序

天气学在国内外都是一門新的課程,現已出版的教材,国内外合計仅約十种。近十年来教学过程中深感有編写一份合用教材的必要。1951年起即开始編写講稿,1952年起印发讲义,后虽逐年修改,缺点仍多。1958年經過多次討論,得出結論,认为天气学教学内容应当包括三部分,第一部分是天气学的基础知識,着重联系东亚及中国情况的講授。第二部分是关于中国天气的一系列专题演講。第三部分是一整套課堂实习,学校預报台,及生产部門的預报台实习。本书是作为第一部分的教材編写的。提供有关气象学的各专业作为参考。限于編著者的水平,缺点錯誤在所难免,尚祈讀者指正。

本书是基础課教材性質,不詳列文獻,只是在适当的地方,提到原作者。一些常用的,或已由不同作者多次改編改繪的結果与图例,及本书編著者自己的意見与自繪的图例,則从略。

現国内大学有关气象学的专业中,設有中长期預报,大气环流与数值預报等專門課程,因此在本书中只作簡單討論或从略。

本书名詞,按“气象学名詞”引用。外国人名在第一次引用时,附注原文。

第一章到第六章是謝义炳执笔的。第七章到第九章是陈受鈞执笔的。肖文俊除繪制全部图表外,还参加了第七章中的各种計算工作。

編著者

1959年5月,于北京大学

目 录

序.....	vii
第一章 緒論.....	1
1.1 天气现象与天气过程.....	1
1.2 天气学的定义及其与其他气象学部門的关系.....	2
1.3 辩证唯物主义是先进天气学的基础.....	3
1.4 天气学的任务与服务对象.....	5
1.5 天气学簡史与今后发展趋向.....	6
1.6 气象組織与气象勤务.....	13
第二章 天气分析的工具与方法.....	16
2.1 天气图底图.....	16
2.1.1 极面投影.....	17
2.1.2 麦开托投影.....	17
2.1.3 兰勃脱投影.....	18
2.2 地面天气图及其分析·高原分析.....	19
2.3 高空等压面图及其分析.....	23
2.4 剖面图及其分析.....	29
2.4.1 空間剖面图.....	30
2.4.2 時間剖面图.....	33
2.5 静力学·地轉风及热成风关系在天气分析中的应用.....	33
2.5.1 静力学关系.....	33
2.5.2 地轉风关系.....	34
2.5.3 风向风速在鉛直方向上的变化——热成风关系.....	35
2.5.4 高低空气压系统的关系.....	37
2.5.5 等厚度线的繪制.....	38
2.6 天气分析的基本原则.....	39
2.7 流线分析与迹线分析.....	40
2.7.1 流場的基本概念.....	40
2.7.2 流线与轨迹.....	41
2.8 絕热图解的功用与結構.....	45
2.8.1 絕热图解的基本功用.....	45
2.8.2 絕热图解的基本线条及結構.....	45
2.8.3 絕热图解的轉換.....	45
2.8.4 各种絕热图解.....	47
(1)能量图解 (2)湿圈图解 (3)高空絕热图解 (4)伪絕热图解	
2.8.5 絕热图解上的等饱和比湿线或等饱和混合比线.....	52
2.8.6 絕热图解上的湿絕热线.....	53
2.8.7 罗斯貝图解.....	54
2.9 大气中的各种干湿特征及其图解求法.....	56
2.9.1 干球温度 T 与湿球温度 T_w	56
2.9.2 凝結温度 T_c	57
2.9.3 伪湿球温度 T_{sw}	57
2.9.4 露点温度 T_d	57
2.9.5 相当温度 T_s	58
2.9.6 伪相当温度 T_{se}	58

2.9.7 各种温度的大小关系	58
2.9.8 各种位温及其大小的关系	60
2.10 大气温湿特征在基本过程中的保守性与非保守性	60
2.10.1 自由大气的温度 T	60
2.10.2 位温	62
2.10.3 露点温度	62
2.10.4 湿球温度与相当温度	63
2.10.5 伪湿球温度与伪相当温度	63
2.10.6 比湿与混合比	63
2.10.7 伪湿球位温与伪相当位温	64
2.10.8 湿球位温与相当位温	64
2.10.9 大气温湿特征的保守性总结	64
2.11 等熵面分析	64
2.11.1 等熵面分析原理	65
2.11.2 等熵流函数及流线	66
2.11.3 等压线	67
2.11.4 等凝结气压线	67
2.11.5 等熵面分析的应用	68
2.11.6 等熵面分析的缺点及限度	68
第三章 天气现象与天气过程的归纳与组合(一)——气团与锋	70
3.1 天气分布与天气区域	70
3.2 气团的基本观念及其在天气分析与预报中的作用	73
3.3 气团的源地及其形成	74
3.4 气团的分类	79
3.5 气团形成与变性的物理过程	82
3.6 锋的基本概念及其在天气分析预报中的作用	84
3.7 锋的基本特性	86
3.7.1 锋区热力结构	86
3.7.2 锋的坡度	87
3.7.3 锋附近的变压场	90
3.7.4 锋生与锋消	91
3.8 暖锋、冷锋、锢囚锋	94
3.9 锋区的多层结构	100
3.10 赤道锋(赤道辐合带)	102
3.11 地形对锋的影响	103
3.12 世界主要锋区	104
第四章 天气现象与天气过程的归纳与组合(二)——气旋与反气旋	106
4.1 气旋与反气旋中的一般天气特征	106
4.2 气旋与反气旋的结构	110
4.2.1 半永久性冷气旋与暖气旋	110
4.2.2 快速移动的气旋与反气旋	115
4.2.3 对称性薄冷反气旋与对称性厚冷气旋	121
4.2.4 对称性薄暖气旋与对称性厚暖气旋	123
4.2.5 季风低压(气旋)	123
4.2.6 热带气旋	123
4.3 气旋与反气旋的发展	134
4.3.1 气旋与反气旋发展的事实	134
4.3.2 从气压变化讨论气旋与反气旋的发展	141

4.3.3 从流场变化讨论气旋与反气旋的发展	151
4.4 气旋与反气旋的移动	155
4.4.1 气旋与反气旋移动路径的事实	156
4.4.2 从引导概念讨论气旋与反气旋的移动	159
4.4.3 从发展的地区分布讨论气旋与反气旋的移动	161
第五章 天气现象与天气过程的归纳与组合(三)——大气环流与大型天气	165
5.1 气压与风的平均分布	165
5.1.1 海平面的温度场	165
5.1.2 海平面的气压场与流场	166
5.1.3 高空的气压场	167
5.2 大气环流的中心问题	169
5.3 地球上太阳辐射分布对大气环流的影响	170
5.3.1 地球上各纬度间的辐射分布与热量传递	170
5.3.2 地球上各纬度间的热量传递方式	172
5.4 环流形式与世界气候分布的简单讨论	173
5.4.1 单圈环流及其不可能性	173
5.4.2 三圈环流——最简单的可能环流	175
5.4.3 涡度及位涡度概念在大气环流中的应用	179
5.4.4 海陆分布与地形对大气环流的影响	182
5.4.5 大气环流与世界气候带	185
5.5 中纬度环流特征与大型天气	185
5.5.1 强西风指数	186
5.5.2 大气长波	190
5.5.3 阻塞高压	191
5.5.4 切断低压	192
5.5.5 切变线	193
5.6 极地环流特征	194
5.7 低纬度环流特征与大型天气	200
5.7.1 低纬度天气的特征及其重要性	200
5.7.2 低纬度天气的三种主要研究方法	201
5.7.3 低纬度的基本流场与大型天气	202
5.8 亚洲及西太平洋大型天气	204
第六章 小型天气——对流现象与过程	209
6.1 积云与雷雨的一般特征	210
6.2 锋雷雨与飑线雷雨	213
6.3 对流的理论研究	214
6.3.1 垂直加速度与稳定度	214
6.3.2 下沉补偿气流对稳定度的影响	216
6.3.3 “进入过程”对于稳定度的影响	218
6.3.4 对流性不稳定	219
第七章 天气系统的预报	221
7.1 速贯法	221
7.2 地转风法	225
7.3 气压倾向法	226
7.4 高空引导法	228
7.5 长波法	230
7.6 静力学及运动学的波动法	233
7.7 高空气流的辐合与辐散法	235

7.8 渦度平流(烏斯賓斯基)法	235
7.9 “发展”法	238
7.10 平流动方法	239
7.11 预报图的繪制	243
7.11.1 地面预报图的繪制	243
7.11.2 高空预报图的繪制	245
7.11.3 厚度预报图和预报图的校正	246
第八章 数值预报	248
8.1 数值预报的起源与一般原则	248
8.2 正压模式	249
8.3 斜压模式	250
8.4 数值解法	253
8.5 图解法	255
8.6 数值预报的发展方向	258
第九章 天气情况的预报	260
9.1 风的预报	261
9.2 温度与地面霜冻的预报	263
9.3 云的预报	265
9.4 降水的预报	267
9.4.1 决定降水的主要因素	267
9.4.2 几种降水的天气系統	269
9.4.3 降水的定量预报方法	270
9.4.4 降水量的数值预报方法	274
9.4.5 局地降水的統計预报方法	275
9.5 雾(霧霰)的预报	279
9.5.1 雾的形成和消散	278
9.5.2 輻射雾的预报	279
9.5.3 平流雾(海雾)的预报	280
9.6 单站预报与单站补充预报	281
9.7 天气预报的鉴定	286

第一章 緒論

1.1 天气現象与天气过程

一般人們所称的天气,是指天气現象与天气过程的統称。

天气現象是某一时瞬中的天气情况,大气中的各种气象要素,如温度、气压、风、湿度、云雾、能見度、降水、辐射、光、电等現象空間分布的总和。一般人們所注意的是所在地点的天气現象,如晴、雨、温度高低、风力大小与方向等。领导部門及气象工作者所注意的,則除了所在地点的天气現象外,还重視各种天气現象的地理分布。各种类似的天气現象,常成片出現。这些有类似天气現象的地区,天气学中称为天气区域,如雨区、晴天区、大风区、雾区等等。这种天气区域,小的可以小于一万平方千米,大的可达几百万平方千米。

天气过程是天气現象及其地理分布的时间变化。天气現象的地理分布与时间变化是多样性的,如考虑小的区域,短的时间間隔,天气現象的重复出現不是不可能的。但如考虑大范围长时间里的天气現象則几乎是沒有相同的。天气現象及其地理分布的时间变化即天气过程,决定于太阳辐射、地球的自轉与公轉等天文因素,及海陆分布,海拔高低,地形开向等地文因素;也决定于大气本身的物理特性,当时天气現象的地理分布及其过去的时间变化。各因素間的相互影响是复杂的,因而其所引导出来的天气过程也是复杂的。

天气过程的时间长短不一。短的如几小时的云,温度的变化,长的如季节性或跨年度的温度,降水量变化等。如按預报期限长短划分,則三天以內的天气过程可称为短期天气过程。三天到十天或十五天的天气过程可称为中期天气过程。十天或十五天以上的天气过程称为长期天气过程。长中短天气过程間不是迭加的关系,而是相互联系、相互制約的。

天气过程还可以按周期性与非周期性来划分,这事实上是按成因划分的。周期性天气过程,如年变化与日变化,是由地球公轉与自轉的天文因素的影响所形成的。非周期性变化,如寒潮,陣雨来临时的温度与降水量变化,則主要是由于大气本身情况所决定的。非周期性天气过程的变化强度,即单位时间里气象要素数值的变化,常大于周期性天气过程的变化强度。

某些周期性天气过程,由于影响它的天文因素是定常的,几千年来人們已有深刻的体会,也掌握了一些規律,如温度、降水的年变化与温度的日变化等。但并不是所有的周期性天气过程都已經为人們所发现,更不是所有的周期性天气規律都已被掌握。非周期性天气过程由于其复杂性与多变性,对人們的活动常产生巨大的影响,是天气学的研究重点。

如上所述,天气現象与天气过程是出現于地球外圍空气中的物理現象与物理过程。近代天气学的发展,也把大气中某些化学現象与化学过程如二氧化碳的分布与变化,包括在天气現象与天气过程中去,但到现在为止,还不是天气学的注意重点。

1.2 天气学的定义及其与其他气象学部門的关系

天气学是研究大气中所有天气现象及天气过程的复杂的統一与綜合,探討其規律,解釋这些现象与过程的发展原因,推测其未来的发展趋向,及在不同自然地理条件下这些现象与过程的表现形式,使人們掌握过去、現在及将来的天气情况与变化,并用之于指导日常生产、生活活动的一門科学。

天气学虽然是研究瞬时的天气现象及其時間与空間变化,但是由于每一气象要素观测的完成,都需要時間,短的几秒钟,长的一小时以上。所观测到的結果,实际上是这一段时间里的平均情况。所以严格的說,天气学是研究較短時間里的平均天气现象及其空間分布与較長時間里的变化的科学。

天气学有广义与狭义的分別。广义的天气学是研究一切天气现象与天气过程的科学,換句話說,就是气象学。狭义的天气学是从分析实际天气现象观测結果的空間与時間的变化出发,研究天气现象与天气过程的科学。外文 Синоптическая Метеорология, *Synoptic Meteorology* 的原意就是綜合察看的气象学,是气象学中一个主要部門。一般所謂天气学是指狭义的天气学。

天气学与气象学中另一重要部門——气候学的区分,主要决定于研究的对象不同:气候学的研究对象是多年平均天气现象的形成,与其地理分布及更長時間內的变化。天气学的研究对象是几小时到几天、几个月的天气现象与天气过程的地理分布与变化。在国民經济活动中的应用方面,气候学着重协助指导远景规划与基本建設,而天气学則着重服务于实际的生产活动。由于两者的对象与应用范围有所不同,其研究的方法,当然也有差异。但是显然两者都是气象学中最重要部門。

平均天气现象及天气过程的時間长短是人为的。在自然界中这些時間长短不同的天气现象与过程是相互联系、相互制約的。因此,客觀的需要,使我們从事气候学与天气学間的边界部門科学的研究,从而建立了大气环流学与中长期預报学。大气环流学是研究地球大气的热量收支与分布、大气运动、热量与水份傳遞、及地球表面情况对这种分布、运动、傳遞的影响的各种现象与过程。而中长期預报学,則是根据气象学、天气学与大气环流学所获得的結果,应用于三天到几个月的天气现象与天气过程的預报實踐中去的一个部門。

天气学和气象学另一部門——动力气象学的主要区别,是出发点与目的有所不同。天气学是以实际观测結果为根据,从具体分析天气现象的空間分布与時間变化着手。动力气象学則以流体力学与热力学的基本規律为根据,由已知的气象学知識,合理地簡化气象学中基本方程着手。天气学的目的在于发现不同自然地理条件下,所可能发生的各种天气现象与过程,探討其原因与規律。动力气象学的目的在于以数学的形式,总结气象观测与天气分析中所发现的现象与过程,論証其規律与控制因素。天气学的結果,需要以动力气象学的知識,作归納研究。而动力气象学的結果,則需要以天气学作檢定。两者相互結合,相互启发以求解决气象学中所发现的各种問題。两者現阶段任务是天气預报准确率的改进。不久的将来,則是較大范围天气现象的改

造与天气过程的控制。现代气象学的发展,使天气学走向定量化与謹严化,动力气象学重点轉向天气过程的理論解釋,因此两者有日益密切結合的趋势。数值预报学就是天气学与动力气象学結合所发展起来的一門新的边界部門。

天气学与气象观测学及高空气象学的区别,在于气象学中的分工有所不同。气象观测学与高空气象学重点在于取得准确而有代表性的纪录,价廉物美仪器的設計。天气学的重点是根据这些纪录进行比较与分析。气象观测学与高空气象学的发展是天气学发展的先决条件,而天气学的进步,又向气象观测学与高空气象学提出新的要求,促使其进步。

天气学在过去及目前所研究的天气现象与天气过程,重点是大气中热力学与力学现象与过程。随着气象学各部门的发展,大气中光、电、二氧化碳、臭氧与离子等现象及其空间分布与时间变化,在气象学中的重要性就日益明确,天气学工作者逐步重视这些现象与过程,天气学与狭义的大气物理学的关系也将日趋密切。

1.3 辯證唯物主义是先进天气学的基础

天气学既是一門科学,当然受着最普遍的科学原则——辯證唯物主义所指导。历史上天气学的重大发展,都是与人們的生产活动与科学工作者們自发的辯證唯物主义工作方法分不开的。現代的社会主义国家中的天气学工作者,由于掌握了辯證唯物主义的原则,自觉的应用这些原则去指导他們的研究工作,使他們的工作配合整个国民經济的发展,天气学的进步因而以新的姿态出現。

天气学工作者首先应当承認天气现象与天气变化过程的客观性,这些天气现象与天气变化的規律,是独立于人們的意識,不因为人們意識而轉移的。远在人們了解天气现象与天气过程之前,这些規律就已經存在,我們不能仅凭自己的主观愿望来解釋天气现象与天气变化过程。初民曾以神話加以解釋,封建统治者加以歪曲,使这些神話与傳說为其服务,以巩固其統治。資产階級革命后,虽然由于生产的需要,应用了天气学的科学知識,但唯心观点并未加以批判,这就必然阻碍这門科学的进步。气旋波研究后来走向繁瑣理論,是一个显著的例子。

天气学工作者承認天气现象与天气现象的变化过程是复杂的,我們現在还不能完全認識它們及掌握它們的变化与发展的規律,但是我們深信由于广大天气学工作者密切結合生产活动的生动实践,再根据实践的經驗运用抽象的思維加以总结再回到实践中去,檢驗我們抽象思維,并加以改进的結果,将逐步的揭露天气现象与天气变化的秘密,使人們漸近地完全掌握它們的規律。

天气学工作者应当避免机械唯物論的观点。人們与一般动物不同,在于有发达的大脑与灵活的双手,我們对于自然界不是束手无策的,也不是坐待自然界的恩賜的。當我們掌握了天气现象及天气发展变化的規律后,就能利用它們为我們自己謀福利。現在我們已經掌握了一部分的天气規律,工程技术也有一定的水平,改造大自然的問題就明确的提出来了。改造大自然的基本精神,就是在使人們能正确地認識与掌握自然規律(包括天气規律)使人們的生产活动少受自然

規律不利的影响。但是我們應該認識地球自轉及繞太陽公轉與地球上海陸分布是不受人們意志而轉移的,在可看得到的未來,我們還不能有改變這種客觀存在與這種客觀存在影响地球上天氣現象與變化規律的可能性。所以我們要在這些客觀存在與客觀規律的範圍內改造大自然。我們不能設想在短期內把干冷的塞外,改變成明媚的江南與潮濕炎熱的嶺南。但是我們可以用種植樹木,興修水庫及灌溉渠道的辦法,以防止風沙及保持水土,並增加水份的內循環,這可以減少冬夜的反輻射使嚴寒程度減少一些,空氣與土壤也比較潤濕一些,再加上管理與耕作技術的改良,充分利用夏季比較長的日照時間,就可以為增加農業生產开辟了廣闊的可能性。

天氣學工作者還應當謹記着普遍聯系與相互制約的規律,不能孤立地考慮天氣學中的問題。大氣與下墊海面,陸面及各地天氣現象間的相互聯系與相互制約是複雜而多種多樣的。天氣學工作者應當善于在這些多樣性的相互聯系相互制約中,分別主要與次要,再針對我們生產及生活活動中所提出的問題加以適當的處理。因而,天氣學的結論中,有些是普遍性的,即適用各時各地的,也有一些是地方性的及時間性的,僅適用於某些地方或某一季節,或某種特殊天氣情況。

普遍聯系的另一種形式——因果聯系也是我們隨時都不能遺忘的。天氣現象的歷史發展,是我們隨時注意的對象,雖然對某些天氣現象及變化中的因果關係,現在我們還不很清楚,但却是我們研究追尋的目標。天氣學到現在還不是一門很成熟的科學,某些因果關係還沒有弄清楚是特征之一。但正是由於天氣學在生產生活活動中的重要性,正是由於天氣學還沒有完全成熟,天氣學才有巨大的發展動力,並為天氣學工作者提供了發展智慧,為人民貢獻力量的無限前途。

天氣學工作者應當深切了解天氣現象及其空間分布是運動着的、變化着的,變化的形式及變化過程的長短是多樣性的,但其中貫穿着由量變到質變的基本原則。較明顯的季節性天氣轉變,如梅雨的來臨,冬季嚴寒天氣形勢的出現,都是通過相當長時間的醞釀時期若干中期天氣過程而發展出來的。而中期天氣變化則又是通過若干短期天氣變化發展出來的。強調了某段時間內的快速變化,忽視了逐漸變化,將使天氣學工作者不易掌握較長時期的天氣發展規律,使較長時期的天氣預報失去可能性,不利於國民經濟措施計劃性的加強。強調了逐步發展,而忽視了某段時期里的快速變化,將使天氣學工作者對某些重要天氣現象與過程概念不清,有損於協助某些關鍵性國民經濟措施的執行。

若干類型與數目的短期天氣過程組成一個中期天氣過程,若干類型與數目的中期天氣過程組成一個長期過程。一定的長期過程中,某幾種中期天氣過程最常出現,一定的中期天氣過程中,某幾種短期天氣過程最常出現,這表現了長中短天氣過程相互聯系與相互制約的辯證關係。

天氣過程的長短是相對的,量變與質變也是相對的。地史學發現地球上曾經過若干以千年計的長期天氣過程,與一些比較快速的變化,並因此而引導某些動植物品種的興亡。氣候學中則研究過去幾十年或百年以上的天氣過程。天氣學的研究對象,主要集中在較短時間的逐漸變化與快速變化過程,如幾小時到季節變化或跨年度變化。更長時期的變化與過程,歸納到氣候學及地史學的範圍。天氣學中所認為的質變,在氣候學中可能僅是一種小的變化,氣候學中所討論的質變在地史學中也可能認為是小變化。同理,天氣學中處理長中短天氣過程及從事長中短天氣預報時也有不同的考慮。

天气过程是通过一些天气区域的组合——天气系统的时间变化表现出来。天气系统有大中小型的分别。大型的如副热带高压、大陆冷高压、高空大槽大脊等。中型的如高空小槽小脊、地区性的小高压低压等，小型的如对流云等等。这些大中小型天气系统也是相互联系与相互制约的。

天气学工作者由于工作的便利，常利用流场、气压场、温度场及湿度场的各种平衡关系，如地转风关系、静力学关系及热成风关系等。但是天气学工作者应当随时记得这种平衡关系不是绝对正确的，而只是准平衡关系。正是流场、气压场及温度场间的不相适应不相平衡，才使天气现象有发展有变化。由一种准平衡状态过渡到另一种准平衡状态，表现为各种各样的天气过程。天气中主要客观现象间的矛盾与不平衡，是天气发展的动力。自然地理环境提供发展条件，使某些地区有利于或不利于某种天气现象及天气过程的出现，并使天气现象及天气过程增加其多样性与复杂性。天气学工作者正是根据生产、生活活动的需要，由这些复杂错综的现象与过程中，寻找根本性的规律。

天气学工作者必须以发展观点及实事求是的科学分析精神对待已有的科学成果，避免教条主义，片面性与绝对化。取其精华，弃其糟粕，并由对某些成果所作的时高时低的评价、介绍与要求中吸取经验教训，不断提高自己，日趋成熟，为更好地为人民服务创造条件。

总之辩证唯物主义的根本原理，应当贯穿于天气学的研究与实际工作。天气学工作者必须是一个辩证唯物主义者，才有广阔的发展前途。天气学史证明天气学工作者的自发辩证唯物主义作风，有助于天气学的进步。近年及将来广大天气学工作者广泛自觉的以辩证唯物主义作为工作的指导原则，当能使我们更迅速更全面地掌握天气变化的规律，更多地为人民谋取福利。

1.4 天气学的任务与服务对象

人们在生活中，衣食住行等各方面无不在一定范围里受着天气气候的影响。为了解决生活上各方面的问题，必须从事各种生产活动，而这些生产活动又多少受着天气气候的影响与限制。原始社会如此，近代物质生产大量增加的时代，克服了一些过去天气对于人们生产生活的不利影响，但是由于生产生活的复杂化，也对天气现象与天气过程的了解增加了新的要求。因此随着人类文明的进步，对于天气学的要求日益增加。现代天气学是一门为生产与国防服务的科学。

天气学的服务对象是多方面的。近代化军事的训练与作战、飞机的起飞降落、渔民出海捕鱼、交通运输、森林防火、水利建设、盐业生产、牲畜放牧以及广大人民日常生活等等，都需要天气学工作者密切配合，才不致于发生危害性的事故。天气学工作者的任务，就是要以自己的最大努力，来满足各方面日益增长的需要，特别是那些对天气现象与天气过程的规律要求非常迫切的部门的需要。但在我国，地区占据最广，人口最多，要求最迫切的是农业，为农业服务是整个天气学工作者的重要任务。在我国农业生产大跃进时，天气工作者要协助各方面避免灾害性天气的侵害。最重要的是充分利用天气资料，以配合各方面实现多快好省地建设社会主义。

国民经济部门对天气学的要求是多样的，天气学工作者必须对这些要求划分类别与主次，统

籌兼顧, 适当安排, 提綱挈領, 方有可能使我們的工作, 以最有效的方式滿足各方面的需要。天气学是通过下述几方面的工作来达到这种目的的。

(1) 大气中物理現象的发现与認識——自然現象的发现与認識, 是各种自然科学的学科任务。天气学是以大气为研究对象, 因而大气中自然現象的发现与認識就是天气学追寻的目标。天气学所考虑的各种自然現象中, 又以物理現象为主, 重点是在空气的流动, 水态的变化, 热力的变换等物理現象, 愈基本的現象愈重要。

(2) 大气中物理过程的追寻与了解——大气中物理現象不是定常的, 而是时常在变动中, 变动的过程、規律, 也就是天气学所最注意的。与物理現象一样, 物理过程也是愈基本的愈重要。

所有的物理現象与物理过程都是在不同的自然地理条件下发生的, 天气学除了揭发这些現象与过程的共性外, 还要注意因自然地理条件不同而出现的个性。

(3) 天气预报——天气预报是天气学的应用目的。有了大气中物理現象及物理过程的知識, 才能使天气预报系統化、准确化。天气预报的需要很广, 航空与漁业需要几小时到几天的预报, 农林和水利需要几星期到一年以上的预报。预报区域也有小到一城一区, 大到一省一国或几个国家。供給各种企业及各种部門, 各地人民以他們所需要的未来天气情报, 是天气学最重要的任务和目的。为了达到这个目的, 必須使天气学走出学院, 与社会、广大人民結合。天气预报使国民經济建設的活动具有預見性。

国防力量, 部分地决定于經济力量, 天气学为国民經济建設服务就間接为国防服务。此外天气学还直接服务于国防, 国防战略战术的制定, 不能缺少天气学的协助, 战略战术物資的儲备与运输, 大兵团的調动, 海陆空三軍的配合, 战斗时机的选择, 都需要气象參謀提供意見。国防愈現代化, 对天气学的要求也愈多。

大气中物理現象, 物理过程及天气预报都是由定性的考慮到定量的处理。

(4) 改造大自然——人类的历史, 是大自然的改造史。但是过去对于大自然改造的工作是无計劃的, 緩慢的。并还有不少有害于人类生产生活的改造工作, 例如森林的大量砍伐等。現代人們已注意到有計劃有目标改造大自然工作的重要性, 但是只有社会主义国家才有可能从事大规模大自然的改造工作。苏联气象事业是以服务于改造自然計劃及共产主义建設为其首要任务。中国第一个五年計劃中, 已注意了这种工作。1958年起更有了巨大的跃进。中央及地方, 水利部門与群众性的水利建設, 巨大的防护林带, 与全国范围里大规模的植林, 溶冰化雪、防止蒸发, 人工控制天气等大自然的改造与控制工作, 都需要天气学的密切配合。所以协助大自然改造計劃的制訂与执行, 是天气学新的光荣任务。

1.5 天气学簡史与今后发展趋向

天气与人类生产、生活的关系既如此密切, 人类对天气知識的积累因而起源极早。原始社会的漫长岁月中, 长期注意天气及其变化所积累的知識, 由于沒有文字記載, 仅以歌謠的形式部分地留傳下来。这些歌謠所表示的天气現象与天气变化, 虽然有地域性的区别, 有些还帶有片面

性,但亦有它一定的真实性与代表性,因而是宝贵的。

天气知識最早的文字記載,中国見在殷墟甲骨卜辞,希腊見于亚里士多德的“气象学”(Meteorologica)。

人类社会由漁牧过渡到农业的封建社会后,由于生产活动的扩大与复杂化,天气知識的积累逐步丰富起来。但是在当时社会制度与經济条件下,广大人民虽然注意了天气現象与天气过程,如雨雪、风力、风向及其变化等,但是无法解釋其原因,因而在大量的天气歌謠与傳說中,有不少帶有神話的色彩。旧封建統治者,有意識的加以歪曲,加深人民群众中的个人崇拜的傾向,以利于其統治。但人民群众的智慧,还是露出了光芒。很多从現在天气学气候学观点看来还是很正确的歌謠,却以文字記錄下来。我們祖国农业发展較早,春秋战国时期二十四节气的制定,是根据当时风云物候观测的紀錄,对黄河流域天气的季节变化,作出了全面的总结,应用迄到現代,是古代天气气候学的卓越貢獻。宋代民間已有近于成套天气预报方法,沈括、李时珍等人曾作出初步的总结。

比較正規的气象观测与仪器的制造,起源也早,是农业需要的結果。关于雨和洪水的观测,雨量筒的应用,埃及与中国都有几千年的記載,成为研究气候变迁的重要資料。中国关于风的观测,更有卓越的成就。东汉阳嘉元年(公元132年)張衡創造了测风用的候风地动仪。而西方迄十二世紀才有类似的仪器候风鸡的出現,迟于中国約一千年。

封建制度下的农业經济对天气学的要求是有限度的,因而天气学长期处于停頓状态。这时的天气学是与天文学混在一起的,可以說是天象学性質。

中世紀后,欧洲手工业的发展,也推动了科学技术的发展,进入了所謂文艺复兴时期。天文学、物理学、化学、流体力学等都随着当时工业革命的要求,而快速发展起来。地理学也随着远距离商业与探險队的活动而有了新的內容。气象学因而以物理学与地理学的边沿科学的形式逐步发展,并与天文学逐步分离。在这时期里气象学中发展最显著的是气象仪器学,天气学及气候学。

温度表、气压表的发明与广泛使用,使天气現象有准确观测的可能。气压高低与天气变化关系的发现是天气学中重大事件。世界性气流、温度与风暴的分布,也随远距离的探險与商业活动而明确起来,为天气学提供了重要的气候背景資料。

这时天气学的特征是分散性研究,缺少国际合作与交流。但是由于部分地突破了中世紀的神权与迷信,得到一些結果,为以后的发展奠定基础。

十九世紀,資本主义已逐步发展进入帝国主义阶段,势力范围与殖民地的爭夺,反映資本主义經济的規律,引导多次大规模帝国主义間的战争。1854年英法联軍艦队在克里米亚半島,因风暴失事,近于全軍复沒,資产階級政府才正視这种早已危害人民生产、生活的灾害性天气。事后研究此次风暴发生前后的天气情况,追究风暴发生的过程与規律,及其预防方法,通过各地天文台取得了风暴发生前的气象观测記錄,发现风暴移动的路徑是由西欧移向东欧的。因此当时人們认为如能广泛建立气象台站网,并建立电訊連系,则可预测特殊恶劣的天气变化,并采取相应的预防措施,以减少危險性天气对于各方而所造成的损失,这种認識为气象界的国际合作打开局

面,并为天气分析预报提供了可能。1863年法国首先繪制了天气图,随后各国也相继繪制。天气图的繪制,是气象学中气压表发明后又一重要工具的应用。中国最早的天气图出现在1906年,是徐家汇天文台繪制的,其目的只是供帝国主义国家掠夺中国财富之用,是无功于我国的经济发展的。

十九世纪后叶到二十世纪初,天气分析与天气预报得到广泛的应用,高空直接探测技术,动力气象学基本理论也逐步发展,天气学因而具有雛形。气团与气团之间不連續面的概念逐步形成。第一次世界大战期间,各国气象记录保密,非军事气象工作大受影响。挪威由于渔业的需要,不得不在其沿海扩建了气象观测网。挪威气象工作者分析总结这些台站网与渔船的气象报告后,創立了气旋模型,总结了过去气象工作者对于气旋中天气的认识,为天气分析提供了工具,在天气学发展中是一重要事件。但是挪威气象工作者所分析的范围是小的,所得的结果,当然也有其局限性。

本世纪三十年代后,由于苏联首创,海洋上及低纬度相继增加了高空探测,世界性三维天气概念因观测事实的增加而明确了。关于气团、锋与气旋有了一些新的认识,逐步不再受挪威气象

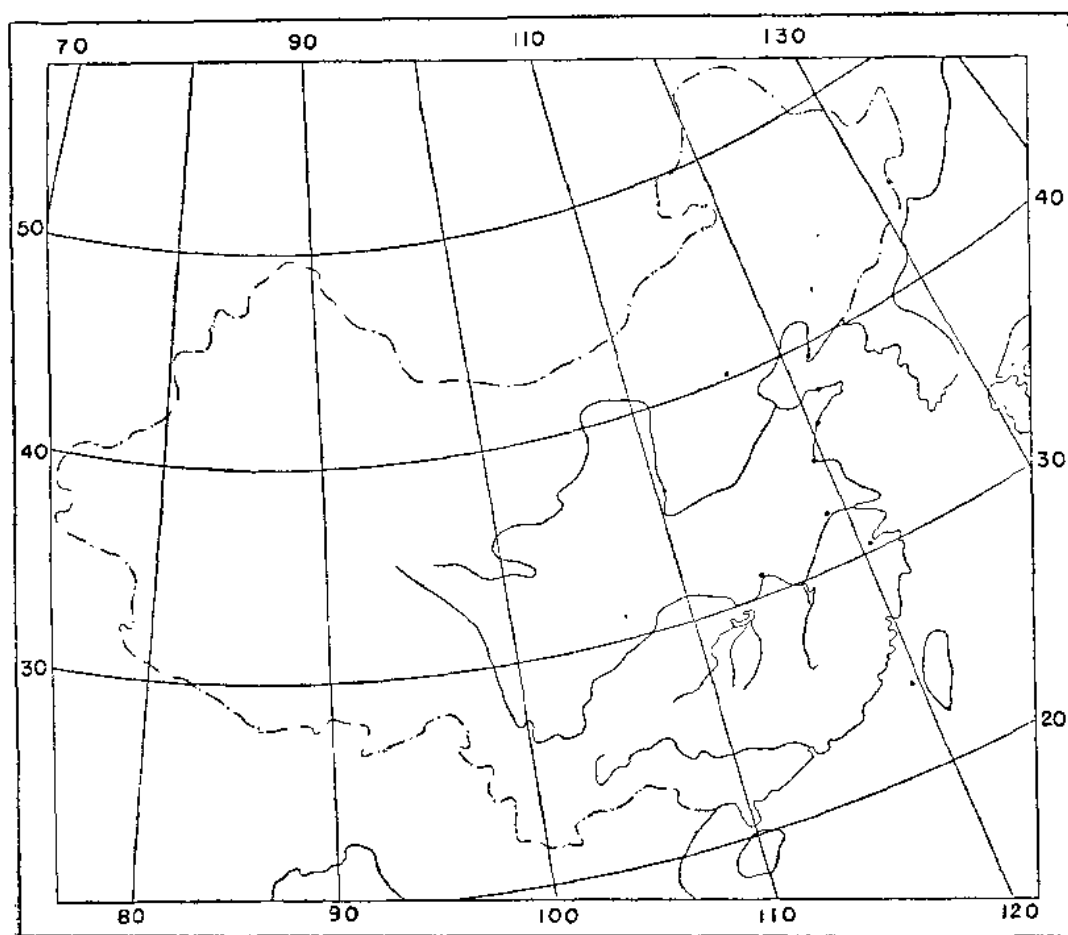


图 1.1 1916 年青島觀象台天气分析时用地面观测台站的分布情况。

工作者原有概念的限制。高空等压面图, 剖面分析的广泛应用, 大型天气概念的确立, 高低纬度間相互影响, 大气环流与小型天气的研究, 客观预报, 中长期预报方法的改进, 数值预报的建立, 是这时期中突出的进展。

在这一时期中, 我国气象工作者也有其贡献。如竺可桢先生关于台风与季风, 涂长望先生关于中国天气及长期预报, 及李宪之先生关于寒潮与台风等研究工作, 都曾有卓越的成果。但在半封建半殖民地社会, 这些研究成果并不能推广应用为人民服务。全国气象工作者寥寥可数。所以直到1949年全国解放时, 我国气象学虽然有所发展, 但是很有限度的, 较之国外还是落后的。

近四十年来, 苏联情况则远较我国为优越。十月革命胜利前, 基本科学如物理数学中的某些部门是先进的。气象学中某些部门如长期预报, 动力气象的成绩也是卓越的。十月革命胜利后, 苏联共产党与政府对于气象事业曾予以适当的重视, 成立了水文气象局, 先后由农业部与部长会议领导。这就促进了苏联气象事业与气象学各部门的全面发展。近代苏联大气环流, 短期预报, 中长期预报, 北极天气, 数值预报, 人工控制天气方面都处于世界先进水平的行列。

我国在解放后, 党与政府对气象工作曾予以极大的重视, 使气象事业与气象科学得以快速发

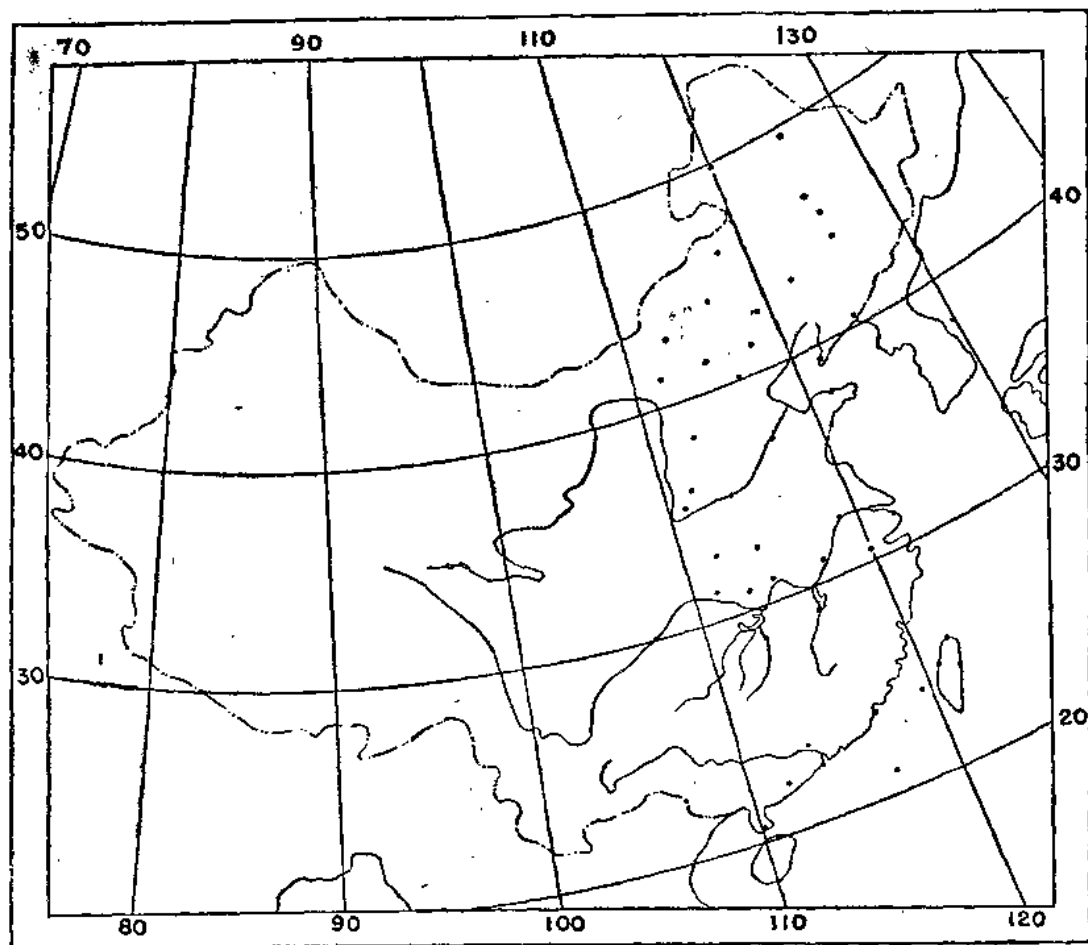


图 1.2 1937 年青島觀象台天气分析时用地面觀測台站分布情况。