



气象知识丛书



天气 预 报

气象出版社

天 气 预 报

SY07/23

丑纪范 许以平

气象出版社

内 容 简 介

人们在生产生活中都十分关心天气预报。那么，天气预报是怎样做出来的？天气预报的现状和进展怎样？天气预报如何为生产生活服务？本书力求深入浅出地向读者介绍上述有关的、最基本的、最新的知识。这无疑会促进人们正确地了解和使用天气预报。

天 气 预 报

丑纪范 许以平

责任编辑：史秀菊

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷

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 1/32 印张：4.5 字数：94千字

1985年8月第一版 1985年8月第一次印刷

印数：1—10,000

统一书号：13194·0252 定价：0.85元

出 版 前 言

在浩瀚的大气的海洋里，有着无穷的奥秘，需要人们去认识和探索；蕴藏着丰富的资源，可供我们去开发和利用。

为了帮助广大青年、中小学教师、气象爱好者以及各行各业的科技工作者，更好地认识大气的现象，了解天气变化的性质和规律，我们和中国气象学会决定共同组织出版一套《气象知识丛书》，通俗地、系统地介绍大气、气候、天气和应用气象等方面的基本理论和基础知识。本丛书共十八册，每册约五万字，分别介绍某一方面的内容；同时各册又相互配套，形成一个比较完整的系列。本丛书力求材料新颖、内容丰富，反映出八十年代气象科学的新水平。

本丛书计划于一九八五年底以前陆续出齐。我们把她奉献出来，希望能对迫切需要气象知识的广大读者，有所满足，有所裨益。

气象出版社

序 言

人类生活于大气之中，为了自身的生存和发展，一直在和大自然作种种斗争。自古以来，观测和研究大气现象，趋利避害，发展生产，一直是人类的一项重要工作。

十七世纪以前，人们依靠肉眼观察，对天气和气候现象积累了丰富的经验，但那时基本上还是处在定性的认识阶段。

自从温度表、气压表、风向风速仪以及毛发湿度表等测量仪器出现之后，气象的观测和研究开始进入了定量的阶段。近三、四十年来，随着科学技术的迅速发展，尤其是人造卫星和电子计算机引入气象学领域，使这门学科出现了飞跃。

气象科学的应用性很强。随着科学技术的发展，人们对大气现象的认识越来越深刻，对它的利用也越来越广泛，目前几乎已深入到国民经济的各行各业。

现代化农业的发展，除有关农业技术等学科外，离不开长、中、短期天气预报；现代化的农业区划也离不开对气候的研究。

大型工业等产生着大量对人类有害的气体和微粒。如何把这些气体排放在无害或危害最小的地方，就得有效地利用气象条件。许多工业、建筑、交通都需要利用气象参数进行设计，例如工厂车间的采暖通风，建筑物的风雪荷载，以及水库、大坝、铁路、公路、桥梁的建筑规模等等。

各种军事活动通常要有一定的气象条件作保障。航海、航空与气象条件的关系更为密切。

综上所述，气象科学对生产、生活十分重要，可以预料，

随着我国四化建设的发展，各行各业将对气象科学提出越来越高的要求。

气象出版社和中国气象学会共同组织编辑出版的《气象知识丛书》，系统地介绍了气象科学各分支的基本理论和基础知识，有助于满足广大读者在四化建设中对气象知识的需求。

当然，这套丛书不可能涉及到气象学的所有分支，还只能着重介绍对我国当前四化建设急需的气象知识。我相信，这套丛书的出版，对具有初中以上文化程度的青年、业余气象爱好者、中小学教师、农村和工厂的干部和技术人员将会有所帮助。我希望，今后能继续出版更多的气象科普书籍，为广大读者，特别是为青年们，提供更为丰富的精神食粮。

叶笃正

一九八三年五月七日

目 录

- 一、民间技艺，源远流长(1)
 - 最早的天气预报(1) 丰富多采的民间天气谚语(2) 启示与局限(6)
- 二、风云变幻，跃然纸上(9)
 - 从点扩展到面(10) 形成了天气系统的概念(12) 理论的发展推动了预报工作(17) 理论成果提高了预报质量(20)
- 三、欲穷千里目，更上一层楼(26)
 - 乘风飞去，视野弥高(27) 别是一番景象在高空(31) 理论上的进一步突破(36) 天气系统的立体形态(40)
- 四、日新月异，走向客观定量(44)
 - 天气图预报方法(44) 数值预报的来源(47) 什么叫做数值预报模式(59) 统计方法换新颜(65)
- 五、天气预报的自动化系统(71)
 - 全球风云，尽收眼底(71) 组织国际协作，实现快速传输(75) 依靠电脑，改进手工劳动(77) 彩色电视显示(82) 现代化天气预报的情景(82)
- 六、长期预报，尚待探索(84)
 - 观测到的经验事实(84) 揭示出的物理过程(91) 长期预报的现状和前景(98)
- 七、集思广议，服务有方(103)
 - 天气预报是综合分析的结果(103) 天气会商中的辩证关系(106) 气象台站预报分工(107) 预报为公众服务(109) 专业预报服务(111)
- 八、正确认识和使用天气预报(121)
 - 预报为什么能够准确(121) 预报为什么不可能完全准确(122) 大气的可预报性(127) 当前天气预报的水平(131) 如何正确使用天气预报(133)



一 民间技艺，源远流长

“户外作业的人，与即将来临的天气有一种特殊的利害关系。结果，几千年来，天气预报主要由航海者、农民、猎人、渔民作出，它成了一套民间技艺。”

——菲利普·D·汤普森

曾任美国气象学会主席、获1960年迈辛格奖的现代数值天气预报专家汤普森说得对，古代的气象还谈不上什么科学，只是一种民间技艺。

最早的天气预报

甲骨文中的卜雨问晴 殷代的甲骨文里有许多卜雨问晴的记载。有人从317片甲骨中进行过统计，发现有107片是与气象有关的。其中卜雨的有93片，卜晴的有4片，卜暴风雨的有5片，卜雪、卜雹的各1片。这是已知的世界上最早的天气预报。这方法，我们的祖先大概使用了几千年之久。

《春秋》、《相雨书》谈天气 我国殷周时期，劳动人民就已经总结出许多预测天气变化的看天经验。如《春秋》这

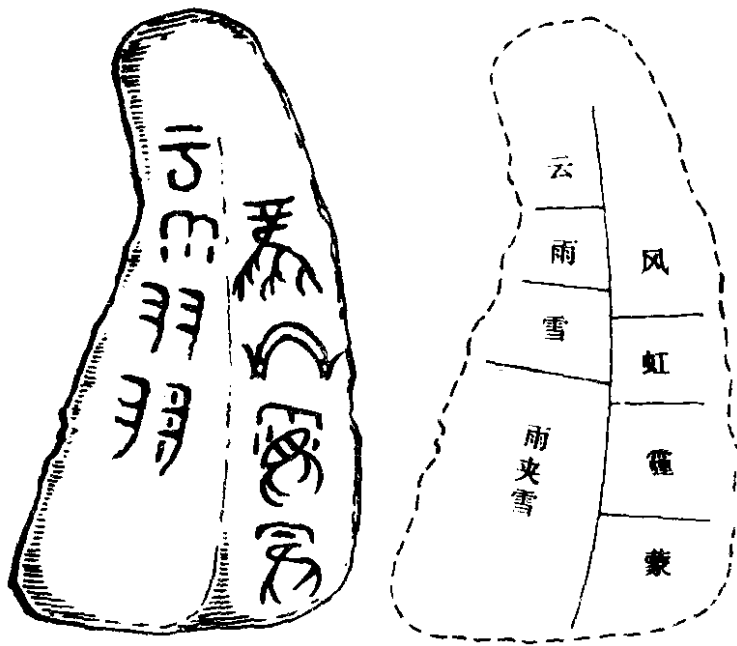


图 1 甲骨文中的天气现象

部书里就记载有：在冬天，当天空中出现满天一色的阴云——即“天上同云”时，则未来要“雨雪雰雰”；当在夏天看到乌云发展——即“有滄萋萋”时，则将大雨瓢泼，即“兴雨祁祁”了。唐朝的《相雨书》中，有更通俗形象的记载：“云逆风而行者，即雨也。”这类的经验预报，已具有科学内容。

亚里士多德的猜想 这位希腊哲学家生于公元前382年，卒于公元前322年，他或许是世界上最早的气象理论家之一了。在著名的《天象论》中，他曾写道：世界上万物由火、空气、水和土四大元素所组成。他认为，这四种元素“可以互相转化，每一种都可以潜伏在其他之中”。并指出：引起这种转化的媒介物是太阳……空气经受温度的变化就变为云、雨、雪、霜、露。

丰富多采的民间天气谚语

天气谚语的世界性 世界各国的人民在劳动生产实践中，



图 2 亚里士多德

在与大自然的斗争中，不约而同地总结出很多类似的预测天气的经验，出现了世界性的天气谚语。例如，中国有句几乎人人皆知的谚语，“朝霞不出门，晚霞行千里”；这句谚语在日本也广为流传；在美国则以另一种韵味出现，“傍晚天空红，水手乐无穷”（见图 3）。当看到象山一样的云出现时，在我国有“宝塔云，大雨淋”的经验；在美国是另一种表达方式，“早上云如山，晚上雨成河”。当看到薄薄的卷云遮住了日月光辉后出现的晕，象套在“囚犯”头上的枷，我国有“日枷风，月枷雨”的谚语广为流传；在美国新墨西哥印第安人的眼里，却别具一格，把太阳被晕环围住称为“进屋”，于是就形成“太阳进其屋，雨就将来临”的谚语，等等。

经过千百年劳动人民的生产实践，天气谚语逐步丰富、

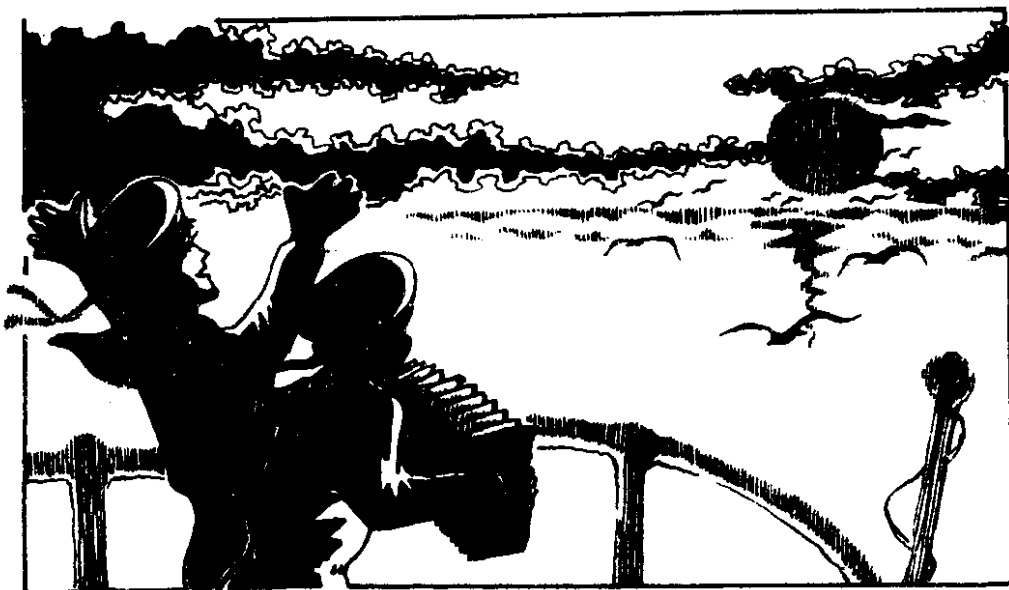


图 3 傍晚天气红，水手乐无穷

发展、充实，并广为流传。将这些谚语归纳起来，大致包括看云识天，看风识天，看天象识天，看物象识天等几类。

看云识天 有人说，云是天气变化的招牌，确是如此。根据云状、云高、云厚、云色以及云的动态，都能预测天气的变化。“天上钩钩云，地上雨淋淋”、“鱼鳞天，不雨也风颠”、“早怕南云涨，夜怕北云生”、“乌头风，白头雨”等就是从云的形形色色的变幻来预报天气的。

看风识天 我国是典型的季风气候国家，冬季的西北季风，夏季的东南季风，都和未来天气息息相关。“四季东风四季下，只怕东风起不大”、“东风急溜溜，难过五更头”、“西北风，开天锁”、“南风吹到底，北风来还礼”、“秋后北风紧，夜静有白霜”、“秋后北风田里干”等等，都明确而生动地揭示了风的方向、大小的变化，与未来天气发展趋向之间的关系。

看光象识天 天空中经常出现晕、虹等现象，根据这些

景象也能预知未来的天气。“东虹日头，西虹雨”、“日晕三更雨，月晕午时风”等等，它从另一个侧面——大气光象，反映了天气的变化。

看物象识天 生物，尤其是动物，对天气也很敏感。天气一有变化，在动物身上即有反映。早在元代的《田家五行》一书中，就有这样的记载：“社蛤，虾蟆之属，叫得响亮成通，主晴。谚云：‘社蛤叫三遍，不用问家公’。言报晚晴有准也”。在书中，还有用老鸦的叫声预报天气的记载：“赤老鸦含水叫，雨则未晴；晴也主雨。老鸦作此声音，亦然。”

在群众中还普遍流传着这样的谚语：“燕子低飞要落雨”、“鱼跳水，有雨来”、“麻雀囤食要落雪”、“蚂蚁垒窝要落雨”、“早蚯出太阳，晚蚯迎雨场”、“雨中闻蝉叫，预告晴天到”，等等。说明看动物也能测天。

以上这些丰富多采的谚语，是广大人民群众智慧的结晶。

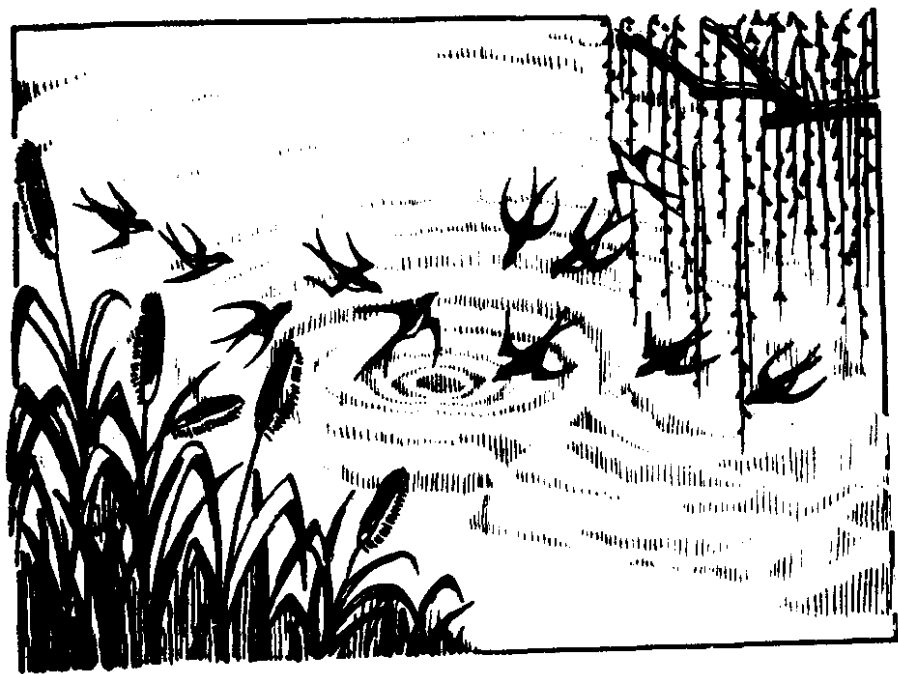


图 4 燕子低飞要落雨

启示与局限

天气谚语中的哲学 在人民群众的某些看天经验中，自觉或不自觉地包含着朴素的哲学思想。例如“热极生风，闷极生雨”，就指出了物极必反的辩证关系。实际上，天气的变化经常循着这个规律循环发展着的。“一雷打九台”和“一雷引九台”，这两条在东南沿海广泛流传的天气谚语，初看起来似乎有矛盾，但仔细一想，却很有道理，它们反映了气象现象在不同条件下有不同结果的客观规律，是另一种形式的辩证关系。“一雷打九台”意思是说，在沿海陆地上听到雷声后，海面上的台风十个有九个（泛指大多数）不会登陆或正面影响当地；“一雷引九台”则指听到雷声后，海面上的台风十个有九个要影响当地或在附近登陆。“打”和“引”显然是对立的，根据同样的雷声这个天气现象，却可以得出两种截然相反的结果。为什么？在下一章里你自然会找到答案的。

还有些看天经验，既揭露了天气变化的普遍性，又道出了其特殊性。比如上海郊区有这样一条谚语：“年纪活到八十八，未见东南阵头发”（阵头发是指雷雨）。这表示雷雨产生的普遍性规律。但在注意雷雨普遍性规律的同时，还得注意特殊性。“东南阵发，雨落丈八”，这条谚语就揭露了雷雨的特殊性。来自东南方向的雷阵雨，由于水汽特别充沛，移动又非常缓慢，下雨的时间又长，因此不来则罢，一来雨势极猛。用“丈八”形容虽有点过分，但1969年8月5日来自东南方向的大雷雨，使上海市区四小时内降水200多毫米。1977年8月21日市郊宝山宝塘桥在14小时内下了近600毫米的大暴雨，也应验了这条谚语。

从上面例举的三条天气谚语中，反映了“物极必反”、“对

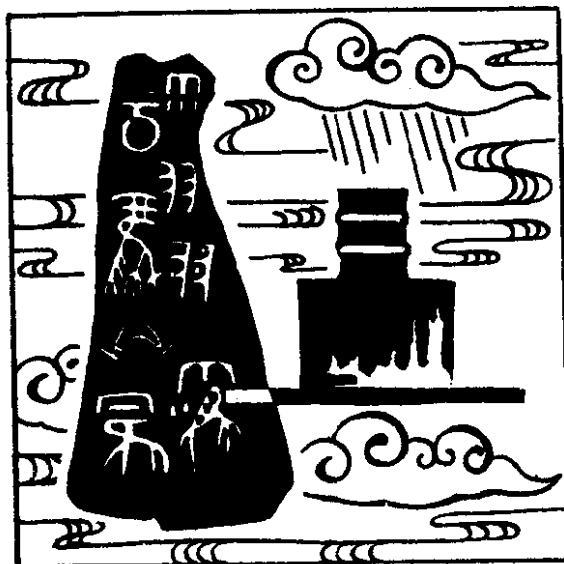
立统一”和“特殊和一般”等哲学思想。这些朴素的思想，是难能可贵的，是劳动人民长期与大自然斗争中认识到的，上升为经验，以后，反过来又指导生产。许多精彩的天气谚语一直流传至今。

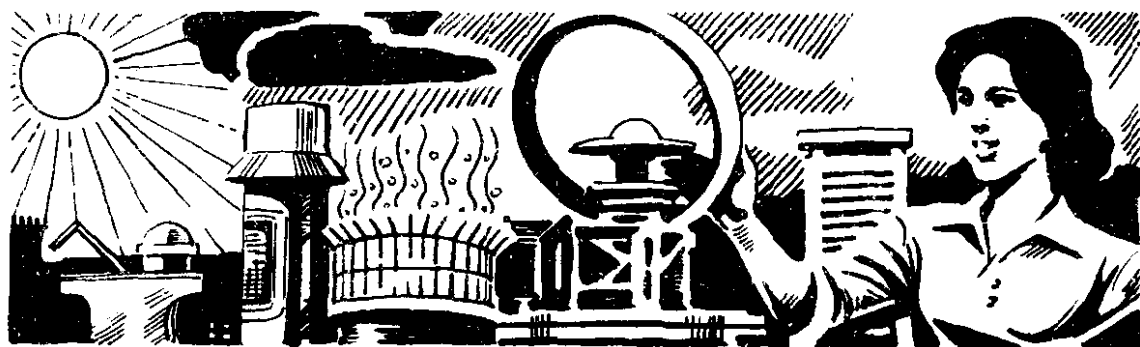
正如汤普森所说：“他们观察云，用面颊感觉空气的干湿，注意风的变换，估量患有风湿的肩膀或四肢的酸痛感，查看畜牧和飞鸟的活动，记忆前辈谚语，最后涉及到自己的经验和个人的天气知识，从而得出一个有依据的推测。”这话说得恰如其分，是对古代天气预报这个民间技艺颇为生动的概括和总结。古代群众看天经验是今天气象科学之摇篮。其中不少经验至今在民间流传，同时还在业务预报中使用。连数值天气预报发达的美国，在1963年出版的《天气预报手册》中，还是把群众看天经验写进去，以此作为日常预报业务的参考。

谚语的局限性 然而，用群众看天经验来预测天气，有很大的局限性。如西伯利亚寒流何时向南爆发袭击我国？降温强度怎样？会下大雪吗？这一系列问题用谚语都无从回答。首先，光凭视觉和感觉来测天，缺乏定量数据。其次，一个地方的看天经验，仅适合于当地（有的经验有区域性），视野局限在头顶上一块天地，看不出天气系统的移动，更不能了解天气演变的物理过程。如台风在离我国几千公里以外的洋面上形成、发展，沿海的渔民、船员又怎么能准确地对它作出判断和预报呢？现代气象学的发展，揭示了世界风云变幻不是一个地方、一个局部所能起决定作用的，而是东西半球、南北半球的大气综合运动、互相影响的结果。而且从地面到几十公里高空，大气对天气变化都在起作用，只凭视觉、听觉、感觉是无法知道距离遥远的地方出现了什么样的天气。

现代气象学虽然有民间技艺的根源，但它同天气谚语有

着本质的不同。后者是简单的经验总结，这经验又只限于人类感官所能接受到的，孤立而粗略的现象；前者则是以现代化仪器探测到的范围大、距离远、数量多、数值精确的现象为基础，以近代物理学为依据，以数学为方法，研究发展起来的。虽然它还很年轻，但在其他科学的推动下，蓬勃发展，飞速前进，已很快形成一门重要的自然科学。而其中的天气预报部分，则是一支应用性很强的学科，源远流长，前途更是远大。





二 风云变幻，跃然纸上

“气象学家单枪匹马是无能为力的。”

——随笔作家鲁斯金

在气象观测仪器没有发明前，只能目测云、雨，谈不到定量的研究。十五世纪初，我国明朝永乐年间制成了雨量器，供全国各州县使用，为世界上最早的正规雨量观测。十六世纪末到十七世纪，发明了温度表和气压计。随后湿度计和风向风速计也相继发明。1653年意大利开始在北部建立了气象站，进入了定量研究气象的时期。但是，这还只是研究一个地点的情况，可以说是“一度空间”的气象。

随着无线电技术的发展，1833年电报问世，使得有可能把各地的气象资料迅速集中起来。

人们按照专门规定的数字和符号把收到的同一时间各地的气象观测记录填在一张图上，进行分析研究。这种图就叫做天气图。天气图的出现，在大气科学上具有划时代的意义，因为它把一个地点的气象要素与另一个地点的气象要素有机地联系起来。于是，气象学向前迈出了重要的一步。

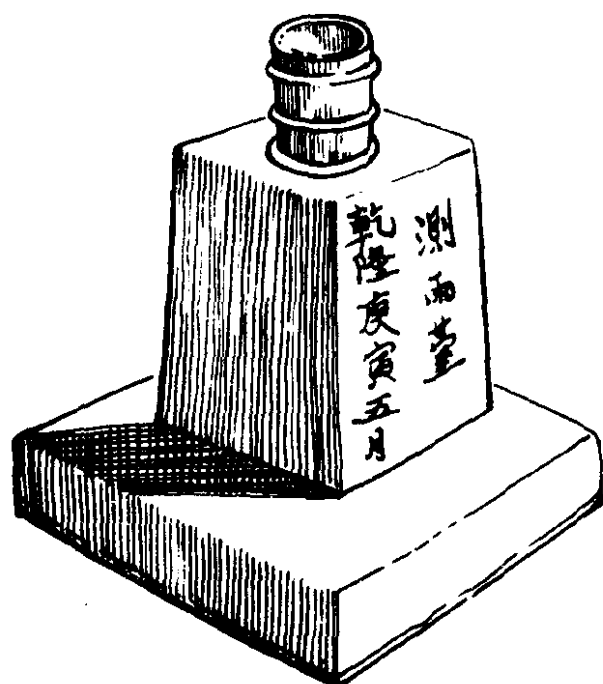


图 5 我国古代的量器之一

从点扩展到面

克里米亚战争的启示 气象学发展史上这重要的一步，竟然由一次战争中成千上万人的死亡所启动。1853年到1856年，发生了俄国与土耳其、美国、法国和撒丁五国的战争。当时土耳其建立了奥斯曼帝国，国土横跨欧、亚、非三洲。俄国为控制黑海海峡，伸足巴尔干半岛，一心想击败土耳其；英国和法国则竭尽全力阻止俄国势力的伸张。1853年6月，俄国寻找借口，出兵占领摩尔达维亚和瓦拉几亚。10月土耳其对俄国宣战。11月俄国舰队在黑海击溃土耳其舰队，引起英法的干涉。1854年3月，英、法对俄宣战。这就是历史上有名的克里米亚战争。

1854年11月14日，英法联军包围了塞瓦斯托波尔，陆战队准备在巴拉克拉瓦港湾地区登陆。这时风暴突然袭来，黑