



西南天气

党建涛 主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press



西南天气

责任编辑: 张凌云 lyzhang@ndip.cn
文字编辑: 李 华
责任校对: 钱辉玲
封面设计: 彭建华 jhpeng@ndip.cn

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-05365-4



9 787118 053654 >

ISBN 978-7-118-05365-4

定价: 29.00 元

总装部队军事训练“十五”统编教材

科研试验系列

西南天气

党建涛 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

西南天气 / 党建涛主编. —北京: 国防工业出版社,
2007. 11

总装部队军事训练“十五”统编教材. 科研试验系列
ISBN 978 - 7 - 118 - 05365 - 4

I. 西... II. 党... III. 气候-西南地区-教材 IV.
P468. 27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 143677 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 321 千字

2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

内 容 简 介

本书是一本描述我国西南地区天气气候特点的参考书,是为西昌卫星发射中心气象人员日常训练和提高试验任务的气象保障能力而编著的专用教材。

本书的内容主要有:地理环境和气候概况;地形的大气气候效应;季风环流;青藏高原与大气环流的相互作用;横断山区气候的垂直分布;雨季和雨季中断;西南低涡;西南准静止锋和西南热低压;南支急流与西南天气;台风与西南天气;孟加拉湾热带风暴与西南天气;南支槽与西南天气;副热带高压与西南天气;中纬度大型天气系统与西南天气;山区在数值计算中的特殊性;天气预报中的诊断计算。

本书为解决西昌发射场航天天气预报中的难题而对西南地区天气进行了系统研究,是一本训练教材,适应卫星发射任务的气象保障的需要,同时也可作为攀西地区气象人员提高业务素质的参考书。

第三届总装备部军事训练教材 编辑工作委员会

主任委员 张建启

副主任委员 曹保榆 夏长法 侯贺华 郭文敏

委 员 (按姓氏笔画排序)

于俊民 王宜标 王泽民 尤广志

冯 章 朱双华 朱忠刚 刘树军

刘瑞成 安敏建 李方洲 李治三

肖力田 迟宝山 张忠华 张海东

陈永光 胡利民 侯 鹰 姜世忠

聂 皞 倪红星 徐 航 郭 勇

黄伟强 彭华良 裴承新 潘贤伦

秘 书 长 聂 皞

办公室主任 田 禾

办公室副主任 石根柱 郝 刚

办公室成员 李国华 李立法 郑晓娜

本书编写组

主 编 党建涛

主 审 毛万标 杨仁伦

编 者 王双平 汪正林 郭学文

杨正芬 裴军林 黄雄飞

第三届总装备部军事训练教材 试验气象系统编委会

主任委员 胡广隆

副主任委员 赵殿军

委 员 (按姓氏笔画排序)

李兴东 张燕鸿 陈信雄

江晓华 程 杰 叶汝杰

秘 书 郑晓娜

序

军事训练教材是部队开展军事训练和培养高素质科研试验与管理人才的重要基础。“十五”期间是我军加速武器装备现代化建设的关键时期,随着科学技术不断发展,新武器、新装备大量投入部队使用,急需编写相应的配套教材,来满足部队军事训练和人才培养的需求。为此,总装司令部印发了《总装部队军事训练教材建设“十五”计划》,并组织部分专家、学者编著了这套总装部队军事训练“十五”统编教材。

编著这套总装部队军事训练“十五”统编教材是国防科研试验事业继往开来的大事,也是体现国防科研试验技术水平的一个重要标志。它以新时期军事战略方针为统揽,以军委和总装首长关于加强军事训练工作的一系列重要指示为指导,以《军事训练与考核大纲》、《继续教育科目指南》为依据,坚持科学性、前瞻性和实用性相结合,不断满足军事训练和人才培养对教材的需求,为圆满完成武器装备科研试验和管理保障任务提供了有力的技术支持。

“十五”统编教材共计 69 部,内容涉及科研试验、陆军装备科研订购、通用装备保障和试验后勤等 4 个系列的 28 个系统。这套教材既总结升华了武器装备科研试验和管理保障经验,又反映了国内外最新动态和发展方向,是对国防科研试验工程技术系列教材建设的进一步延续和扩展,是一批高质量的精品教材。其使用对象主要是部队具有大专以上学历的科技人员和管理干部,也可供院校有关专业师生使用或参考。

期望这套教材能够有益于部队高素质人才的培养,有益于武器装备科研试验和管理保障任务的完成,有益于国防科技事业的进步。

总装备部军事训练教材

编辑工作委员会

二〇〇五年十二月

前 言

本书是一本描述我国西南地区天气气候特点的参考书,是为西昌卫星发射中心气象人员日常训练和提高气象保障能力而编著的专用教材,是科研成果汇编。

“西南”的行政概念,通常指四川、云南、贵州、广西、重庆和西藏六省(区)、市,面积约 231 万 km^2 ,占全国总面积的 24%;人口近两亿,占全国总人口的 16.7%。本成果汇编名曰《西南天气》,但并没有详细介绍西南各省(区)、市的天气气候,而是在整个西南背景场作用下,较多地讨论滇北和攀西地区的天气气候。确切地说,是指 $22^{\circ} \sim 33^{\circ}\text{N}$ 、 $97^{\circ} \sim 105^{\circ}\text{E}$ 的地区,总面积只有 110 万 km^2 ,比行政区和地域概念的“西南”小得多。所以,《西南天气》的有效范围应该是整个横断山区和青藏高原、四川盆地、云贵高原相接壤的西南地区,并且内容较多地与航天发射有关,带有一定的局限性。尽管如此,本书的内容对西南地区从事气象业务和教学的人员来说,无疑有一定的参考价值,也可以作为西南地区气象专业学生的参考书之一,甚至对于外地愿意到西南地区工作的气象人员,也有阅读的必要时。

我国的西南地区位于中、低纬度的结合部,在东亚季风区内,中、低纬度带的大型天气系统交替影响本区天气。就地形而言,全区以山地为主,约占 81%,盆地和平原较少。区内有多条接近南北走向的高山和大川纵贯,形成山川相间排列的态势。所以,南部具有高原低纬度天气气候特点,而北部则受高原西风带天气系统控制,具有高原中纬度天气气候特点。冬季季风和夏季季风在本区南北进退,形成明显的季风气候区。大气环流在地形动力和热力作用下,产生独具特色的天气系统,造成各种灾害性天气频繁发生,演绎成本区天气气候复杂多变的景象。可以毫不夸张地说,在世界上,西南地区完全可以作为中、低纬度气流相互作用和地

形动力、热力作用研究的天然试验基地。

西南地区,特别是滇北和攀西地区是一个具有特殊气候特点的地区,经典气象学的部分理论,如锋面气旋、地转风原理、暴雨形成机制、槽脊和天气的对应关系等,在本区都不具备普遍意义;一些预报方法,如外推法已不适用,这就给初次从事气象工作的人员带来困惑。当雷达气象、卫星气象和数值预报产品在经济发达地区或平原地区广泛应用时,这里的人们还没有弄清楚基本的天气系统和天气事实。其主要原因固然和这一地区经济文化比较落后有关,但地形的非地带性作用也是不容忽视的。这里山高谷深,气象观测站十分稀疏,仅有的几个观测站也在县城附近,这就降低了布站的合理性和观测资料的代表性,其结果必然出现资料的空间不连续性,毫无疑问,给实际操作和理论研究造成了严重困难。随着我国航天事业和攀西地区冶金工业的蓬勃发展,对气象资料和气象服务的需求量不断增加,对气象保障的要求越来越高,特别是灾害性天气造成的重大军事、经济损失,使人们深刻地认识到气象的重要性。一个鲜为人知的事实是西昌卫星发射中心的指挥员在选择发射日和确定发射窗口时,气象已成为决策条件之一。在“万事俱备,只欠准确预报”的紧急关头,气象起着关键作用。然而,时至今日,还没有一套全面描述这一特殊地区和特殊需要的研究成果。鉴于此,我们在繁重的保障工作之余,列出了重大研制课题,在基地和上级业务部门支持下,经过数年努力,完成了20多个课题研究,从中选择了16个课题成果汇编成册。

汇编中的课题涉及内容十分丰富,知识面较广,但所述理论和见解属较新研究成果,未必成熟,引用资料年限跨度大,谬误之处在所难免,敬请读者指正。

《西南天气》编写组

2006年2月

目 录

第 1 章 地理环境和气候概况	1
1.1 特殊的地理环境	1
1.1.1 西南地区的地理环境	1
1.1.2 地形和气流的关系	3
1.2 地形波对水热状况的影响	4
1.2.1 地形波对降水的影响	5
1.2.2 地形波和日照、气温的关系	6
1.3 气象要素的分布	7
1.3.1 辐射	8
1.3.2 年平均气温分布	13
1.3.3 降水分布	16
1.3.4 风场	17
1.3.5 雷暴	17
1.3.6 平均云量	17
1.4 西南地区的气候区划	18
1.4.1 气候带	18
1.4.2 气候大区 and 气候区	19
第 2 章 地形的大气气候效应	22
2.1 运动大气与地形的相互作用	22
2.1.1 大气总能量方程	22
2.1.2 大气中的西风角动量的平衡	24
2.2 中小尺度地形对局地天气气候的影响	30
2.3 地形对南北低空气流重力惯性波稳定度的影响	37

2.3.1	基本方程	37
2.3.2	频率方程分析	40
2.3.3	地形起伏对重力波不稳定的贡献	45
2.3.4	实例分析	47
2.3.5	分析结果	47
第3章	季风环流	48
3.1	季风的定义和范围	48
3.1.1	季风的分类	49
3.1.2	季风指数	50
3.2	季风形成与维持机制	51
3.2.1	应力差异	51
3.2.2	热量平衡	53
3.3	冬季风环流形势的演变	55
3.3.1	四川盆地的云层	55
3.3.2	1月份环流演变	56
3.3.3	冬季季风环流向夏季季风环流的过渡	57
3.4	夏季季风环流形势的演变	59
3.4.1	夏季前期(6月—7月中旬)	59
3.4.2	盛夏与夏末(7月中旬—9月底)	61
第4章	青藏高原与大气环流的相互作用	65
4.1	高原的动力和热力作用	65
4.1.1	高原的动力作用	65
4.1.2	高原的热力作用	69
4.2	极锋锋区与温带西风急流	73
4.3	副热带西风急流	74
4.4	中、低纬度大气的相互作用	77
4.5	高原天气系统	78
4.5.1	冬季高原上的短波槽	79
4.5.2	高原切变线	80
4.5.3	高原低涡	81

4.5.4	高原低涡的预报	82
4.5.5	空中低压槽进入高原的天气形势和条件	83
第5章	横断山区气候的垂直分布	85
5.1	横断山区气候的高度效应	85
5.1.1	气温	86
5.1.2	降水	88
5.1.3	次级效应	89
5.1.4	河谷效应	90
5.1.5	“飞地现象”	91
5.2	经度效应和纬度效应	92
5.2.1	经度效应	92
5.2.2	纬度效应	94
5.3	水热条件的经验公式	94
5.4	相关现象	96
第6章	雨季和雨季中断	98
6.1	厄尔尼诺现象和西昌发射场的气候	98
6.1.1	厄尔尼诺现象	98
6.1.2	1998年的长江洪水	104
6.1.3	厄尔尼诺现象对场区气候的影响	105
6.2	雨季开始和结束的标准问题	106
6.2.1	影响雨季开始的因素	106
6.2.2	雨季开始日期的确定条件	107
6.2.3	雨季结束时的条件	108
6.3	雨季中断	108
6.3.1	雨季中断的概念	108
6.3.2	雨季中断的环流形势	109
6.4	雨季开始期的高空环流形势	110
6.5	雨季开始的水汽来源	112
6.5.1	水汽通量	113
6.5.2	水汽通量散度	113

6.5.3	水汽收支平衡	114
6.5.4	水汽收支的物理过程	115
6.6	雨季初期危险性天气预报研究	117
6.6.1	西昌发射场的降水特点和雨季初期的定义	118
6.6.2	危险性天气分类和标准	119
6.6.3	危险性天气特点	120
6.6.4	危险性天气的环流形势	121
6.6.5	雨季初期雷暴预报中的确定和不确定因素	121
6.7	雨季开始期的预报要点	122
第7章	西南低涡	124
7.1	西南低涡的一些基本事实及初步分析	124
7.1.1	西南低涡定义	125
7.1.2	西南低涡生成的 500hPa 环流形势	126
7.1.3	西南低涡源地近地面的热力特征	127
7.1.4	涡源地区的地形特征	128
7.1.5	讨论	128
7.2	摩擦作用对西南低涡扰动的影响	133
7.2.1	模型设计	133
7.2.2	两层模式	137
7.2.3	讨论	139
7.3	对流层中上层环流耦合对西南低涡发展的影响	143
7.3.1	p 坐标的基本运动方程组	143
7.3.2	对流层中高层环流形势对西南低涡发展的贡献	148
7.3.3	结论	154
7.4	暖性西南低涡生成机制	155
7.4.1	坐标基本方程组	155
7.4.2	非热成风涡度的作用	161
7.5	西南低涡的热成风适应特征尺度 L_0	162
7.6	一次西南低涡形成机制的数值试验	167
7.6.1	引言	167

7.6.2	计算方案	167
7.6.3	个例介绍	169
7.6.4	西南低涡数值试验	170
7.6.5	结论	172
第8章	西南准静止锋和西南热低压	173
8.1	西南准静止锋的形成、维持和消亡	173
8.1.1	形成西南准静止锋的地形条件	173
8.1.2	形成西南准静止锋的环流特征	174
8.1.3	西南准静止锋的维持和消亡	177
8.2	西南准静止锋的天气与气候	177
8.3	西南准静止锋的分析与分类	179
8.3.1	西南准静止锋的分析	179
8.3.2	西南准静止锋的分类	180
8.4	西南准静止锋的结构与移动	180
8.4.1	西南准静止锋的结构	180
8.4.2	西南准静止锋的移动	182
8.5	西南热低压	183
8.5.1	西南热低压的中心位置	184
8.5.2	西南热低压的性质和形成机理	184
8.5.3	动力与热力学特征	187
8.5.4	热低压发展与消失的一般过程	188
第9章	南支急流与西南天气	190
9.1	南支急流的地理分布	190
9.2	南支急流的一般活动特征	191
9.2.1	南支急流的“建立”和“消失”	191
9.2.2	南支急流的活动	192
9.2.3	南支急流的高度和最大风速	193
9.2.4	历年各月风速频率	194
9.2.5	高空综合风剖面	194
9.2.6	低空急流	195

9.2.7 超低空急流	196
9.3 风切变危害的微冲击气流	197
9.3.1 风切变的定义	198
9.3.2 下冲击气流	199
9.3.3 微型冲击气流	200
9.4 大风对火箭飞行器的影响	201
9.4.1 高空阵风干扰	201
9.4.2 动压	202
9.5 大风的预报	209
9.5.1 地面大风的预报	209
9.5.2 浅层大风的预报	210
9.5.3 高空大风的预报	210
第10章 台风与西南天气	212
10.1 台风的分类与发生频率	213
10.2 天气尺度环境条件在热带气旋形成中的作用	215
10.2.1 热带气旋形成的必要条件	215
10.2.2 可能导致热带气旋形成的物理过程	217
10.2.3 有利于热带气旋发生的天气尺度环境	221
10.3 在我国登陆的台风	223
10.4 台风的移动	224
10.4.1 台风的移动路径	224
10.4.2 台风的移动速度	224
10.5 南海台风	225
10.6 台风和西南天气	226
第11章 孟加拉湾热带风暴与西南天气	227
11.1 概述	227
11.1.1 孟加拉湾热带风暴和热带云团的概念	227
11.1.2 孟加拉湾热带风暴的源地和发生频率	228
11.1.3 孟加拉湾风暴的路径特点	230
11.2 孟加拉湾风暴的发生发展	230