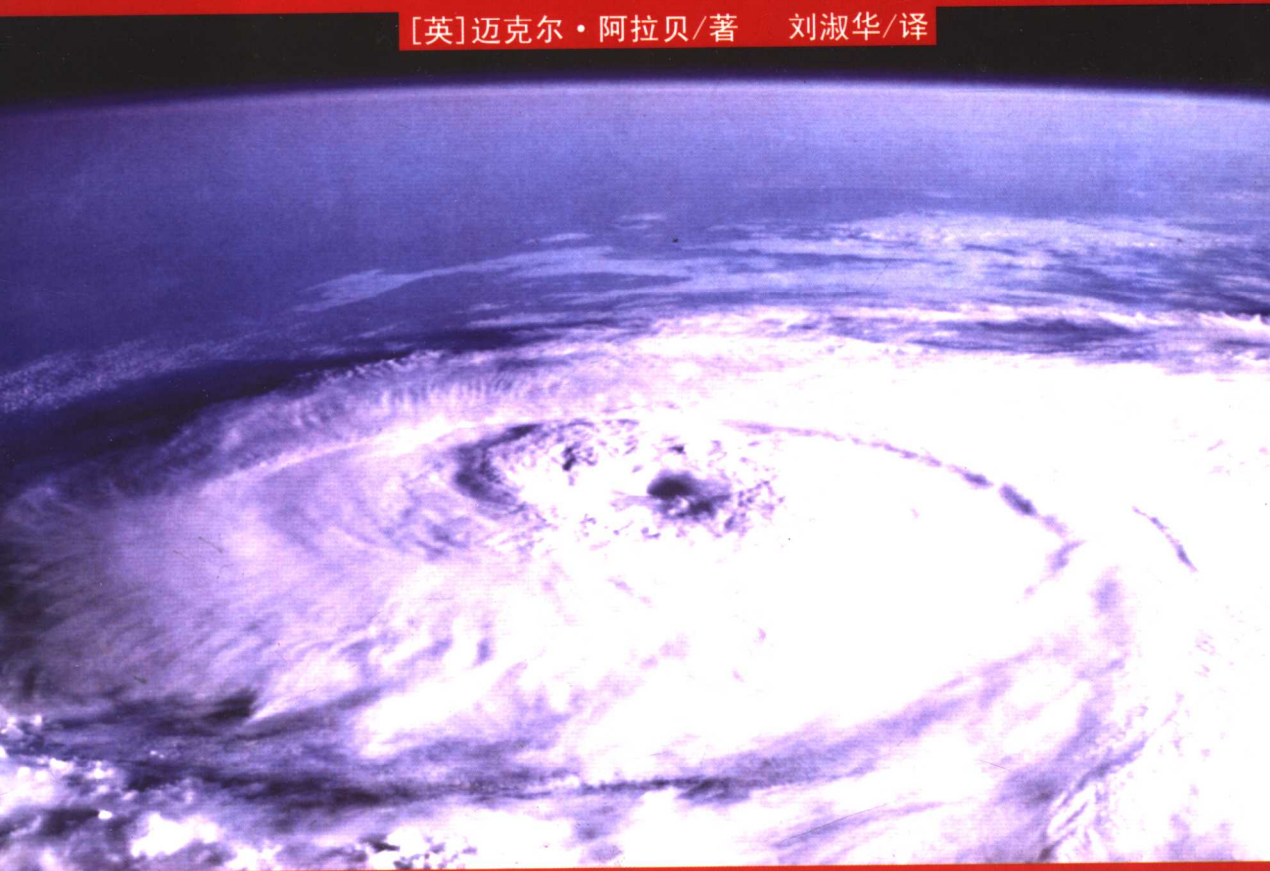


危险的天气丛书

Dangerous Weather

飓风 Hurricanes

[英] 迈克尔·阿拉贝/著 刘淑华/译



上海科学技术文献出版社

危险的天气

飓 风

[英] 迈克尔·阿拉贝 著
刘淑华 译

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

危险的天气·飓风/[英]迈克尔·阿拉贝著.
—上海:上海科学技术文献出版社,2006.1
(危险的天气丛书)
ISBN 7-5439-2773-X

I. 危… II. 迈… III. 台风—普及读物
IV. P444-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 151977 号
Dangerous Weather: Hurricanes
图字:09-2005-488 号

责任编辑:杨建生
封面设计:许 菲

危险的天气
飓 风

[英]迈克尔·阿拉贝 著
刘淑华 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号 邮政编码200031)
全国新华书店经销
江苏昆山市亭林彩印厂印刷

*

开本 787×960 1/16 印张 12.75 字数 214 000

2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷

印数:1-6 000

ISBN 7-5439-2773-X/P·018

定价:25.00元

<http://www.sstlp.com>

前言

何谓飓风

飓风始于海洋,吹向东部,横越大西洋中部。最初它看起来没什么特别之处,只不过是气压比周围空气气压低的一种低压气团。由于没有形成产生飓风的冷暖锋分界线,所以飓风此时还没有在不同温度和不同气压的两大气团间形成。如果飓风是在北部形成,(例如,大约北纬 50°) 就与每年吹向东部、横越大西洋的低压没什么区别。那么,当空气流入低压区时,低压区会不断膨胀,直到气压增长到与周围空气的气压一致为止。如果低压区的气压和周围空气的气压差异很大的话,也许会造成大风,进而引发大雨。低压令人讨厌,但是它们不危险,不会对人们造成伤害。

在热带,科学家经过认真观测,认为低压是飓风灾难的第一征兆。科学家仔细研究由卫星传送过来形成于大气扰动内部的云的照片,探究低压是如何形成的,同时追踪低压行进的路线。在卫星控制系统范围内行驶的船只和飞机把风、气压和空气温度的测量信息通过无线电发送到气象中心。也许低压会膨胀,那样低压和它所产生的云就不会显示在卫星图像上。

低压没有膨胀,其中心气压在下降。两三天后,气压下降了 20 毫巴。气压下降这种程度在中纬度地区是常见的,但在热带地区却不寻常。这时气象学家开始密切注意气压变化。

低压气团开始旋转

随着气压下降,低压环绕其中心开始按逆时针方向旋转,从东面吹来的强风使低压向西移动。空气移动速度与低压区内外的气压差成比例,所以空气被吸引到低压区,气压下降会导致风速加快。

云围绕低压中心凝聚,积聚成巨大的云团。从太空上看,它们形成盘旋形状。云团下面,大雨倾泻,形成洪流。当风速超过每小时大约 25 英里(40 公里)时,天气系统被正式划分为热带低压,并且由一个数字,例如 TD14 来区分。当风速超过每小时大约 40 英里(64 公里)时,天气系统被划分为热带风暴,这时通常要给它命个名称。

气压继续下降,风速继续增长。当风速超过每小时 75 英里(121 公里)时,热带风暴就转变成飓风。

低压继续向西移动,并继续积聚力量,现在盘旋形状的云直径大约为 125 英里(202 公里)。当低压进入加勒比海并且靠近第一个有人居住的岛屿时,开始向北转移。

倾盆大雨和呼啸狂风

低压的到来造成倾盆大雨和呼啸狂风,树木被连根拔起,像木棍一样被抛向空中;建筑被毁坏;屋顶被掀起;车辆被吹翻;窗户被吹碎;空中飞舞的摧毁物残骸加剧了大风本身所造成的危害。在海洋,巨大的波浪被风掀起,冲向低洼的海岸。以每小时 100 英里(160 多公里)速度行进的风可以掀起 15 英尺(4.5 米)高的波浪,与潮水一起,产生巨大的风暴潮,夹杂着水花和泡沫冲向内陆。

到此时,飓风已经达到高潮。正如图 1 所示,其右侧风比左侧风强烈得多,这是因为飓风本身是一个按逆时针方向旋转的低压气团,在其中心右侧,飓风自身旋转的速度增加了风速;在其左侧,风朝飓风移动的相反方向吹,所以风速在减慢。

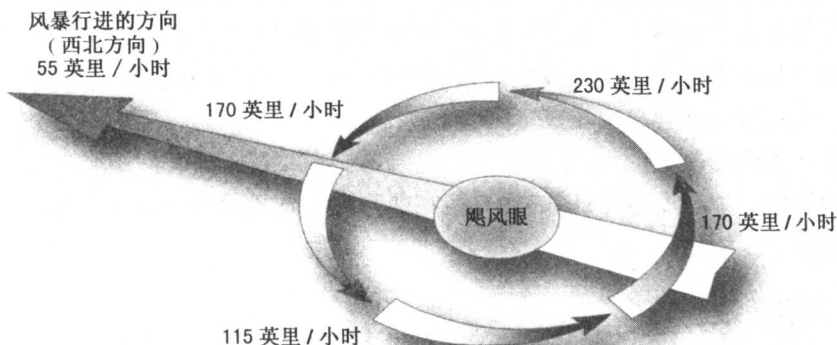


图 1 飓风四周的风速

飓风向前进时,一侧的风速比另一侧风速高。

飓风转向北部,朝美国海岸行进,对沿途岛屿造成破坏。1999年9月,“弗洛伊德”飓风以每小时155英里(250公里)的速度袭击了巴哈马群岛,然后,沿着美国海岸北移,到达美国纽约州和新泽西州,造成至少57人死亡。在佛罗里达州、乔治亚州和卡罗来纳州,230万居民被迫离开家园,其财产损失估计达30亿到60多亿美元。1990年发生在美国得克萨斯州的加尔维斯顿的飓风曾造成8000人死亡。现在,由于预先准备充分和事发时急救措施高效,飓风不再像从前那样致命。

然而,飓风一旦移到内陆,就注定要势力减弱。因为飓风需要水来维持,远离了海洋就断绝了水。尽管它还可以保持足够的力量,对北部的宾夕法尼亚州造成很大的破坏,但是它会慢慢地减弱,直至最终消失。

当然,飓风不释放射线,但它具有相当于100万吨级氢弹的能量,破坏力极大。可以说,它是大气能够产生的最大、最猛烈的风暴。

目录

1 前言

1 为什么飓风发生于热带

1 飓风“米切”袭击时,发生了什么

4 对流

6 温度直减率和稳定性

10 飓风发生的地点

12 热带汇流区和赤道低压槽

16 急流

17 飓风和风暴路径

20 锋面

24 全球风系

26 空气和海洋

26 海洋气流和海洋表面温度

28 全球大气循环

34 信风和赤道无风带

36 乔治·哈得莱和哈得莱环流圈

37 位温

39	升温、对流和低气压
43	<u>绝热冷却和绝热升温</u>
45	<u>气压、高气压和低气压</u>
49	雷雨云
50	<u>云的分类</u>
54	<u>潜热和露点</u>
55	<u>蒸发、冷却和云的形成</u>
61	产生于风暴中
61	飓风是如何开始的
63	<u>克里斯托夫·白·贝罗和他的定律</u>
68	涡旋
72	<u>科里奥利效应</u>
76	<u>角动量守恒</u>
77	飓风内发生了什么
78	<u>为什么会产生风</u>
82	<u>风力和蒲福风级别</u>
85	飓风、台风和气旋
85	美国和加勒比海的飓风
94	波及欧洲的飓风
97	<u>气团及其形成的天气</u>
99	<u>低气压和急流</u>
101	亚洲台风和气旋
103	<u>季风</u>

109	北极飓风和南极飓风
114	飓风的影响
114	飓风的破坏作用
116	<u>动能和风力</u>
121	丹尼尔·伯努利及飓风如何把屋顶卷入空中
126	风暴潮
134	历史上著名的飓风
142	面对猛烈的风暴
142	如何命名飓风及追踪飓风路径
148	如何预测飓风造成的破坏
153	全球气候变化会导致更多飓风发生吗
154	<u>厄尔尼诺</u>
157	<u>太阳光谱</u>
161	保护及安全措施
165	附录
165	历史上的飓风
176	热带气旋的名字
183	国际单位及单位转换
184	国际单位制使用的前缀
185	参考书目及扩展阅读书目

为什么飓风发生于热带

飓风“米切”袭击时，发生了什么

现在，国家气象局已能够提前发出飓风警告，让人们有充足的时间作好准备。人们在风暴来临之前，锁住门闩，闭紧窗户，躲避起来或撤离当地。这就是现在飓风与100年前相比造成伤亡人数不多的原因。但是也有例外，巨大的风暴来得突然和迅猛，以至于人们来不及逃避。1998年发生的飓风“米切”就是其中罕见的一例。

1998年发生的飓风“米切”是自1780年10月大飓风以来，加勒比海所遭受的最致命的风暴。这次飓风使通讯系统受到极大破坏，以至于一个星期后外界才收到这一地区遭受的破坏程度的消息。

飓风“米切”是在10月8日开始的，它是由穿越西非南部气流的叫做热带浪的大气扰动引起的。热带浪越过非洲海岸，穿越大西洋，这时从西南吹来的高强度西风阻止热带浪向前行进。它在10月18日穿过加勒比海东部，到10月20日卫星图像显示，有规则的云图正在形成。

10月21日，热带低压在加勒比海南部形成，第二天低压加剧。当低压周围的风速超过每小时25英里（40公里）时，低压重新被划分为热带风暴，这个热带风暴被命名为热带风暴“米切”。位于赤道上空的美国GOES-8卫星把拍摄到的云图照片发送给地面风暴观测人员，照片上的云图清楚表明热带风暴已经形成。

热带风暴“米切”力量很大，它以每小时45英里（72公里）的速度行进，按蒲福风级别划分，它是八级风，并且风速在不断增加。中心气压已经降到29.5英寸汞柱（1000毫巴），这比平均海平面气压29.9英寸汞柱（1013.25毫巴）略低一点。那时，热带风暴“米切”大约在牙买加西部以南地区和尼加拉瓜中部以东地区的加勒比海上行进。

10月23日，热带风暴“米切”略微向东北方向移动，远离中美洲大陆，并且继续加

强,其中心气压降到 29.4 英寸汞柱(997 毫巴)。虽然气压只是稍微下降,但是它可以使气压周围的风速增加到每小时 60 英里(96 公里)。10 月 24 日早晨,中心气压降到 29.2 英寸汞柱(990 毫巴),这时风速已经达到每小时 90 英里(145 公里)。而当风速达到或超过每小时 75 英里(121 公里)时,热带风暴就被划分为飓风。因而热带风暴“米切”被称为飓风“米切”。到这一时刻,飓风“米切”已经向北行进,好像径直吹向牙买加,但是却转向西北部,然后又转向西部,这期间风速一直在增加。10 月 25 日,风速增长到每小时 150 英里(241 公里),气压降到 27.3 英寸汞柱(924 毫巴)。

10 月 26 日,当飓风“米切”的风速超过每小时 155 英里(249 公里),中心气压降到 26.75 英寸汞柱(906 毫巴)时,按萨菲尔/辛普森飓风级别划分,飓风“米切”已经达到 5 级。这是风级最高的飓风,飓风“米切”持续 33 小时保持在这一级别,其中,风速持续 15 小时达到每小时 180 英里(290 公里)。

但是傍晚时候,飓风“米切”变得更加凶猛,气压也略微下降,降至 26.72 英寸汞柱(905 毫巴),风速达到每小时 180 英里(290 公里),并以这样的风速持续着。但是飓风“米切”也会跟所有的风暴一样,会产生更强烈的大风,其中一些风速超过每小时 200 英里(320 公里)。

历史上持续时间长、风级级别高的飓风是:1979 年发生的飓风“大卫”,36 小时内一直保持 5 级大风;1950 年发生的飓风“狗”和 1969 年发生的飓风“卡米尔”,18 小时内风速一直保持在每小时 180 英里(290 公里)。但是,很可能由于监控方法的原因,观测人员过高估计这些早期飓风的风速。无论如何,飓风“米切”还没有达到其最大强度。

10 月 27 日大约晚上 9 点钟,当飓风“米切”达到最大强度时,它行进到北纬 17.4°,大约位于洪都拉斯东北海岸的特鲁希略 60 英里(96 公里)处。它在向西行进,然后转向位于西经 83—84°的西南方向,图 2 显示出飓风“米切”这一行进路线。在这一海面上,巨大的波浪可能会达到 44 英尺(13 米)高。飓风“米切”继续向海岸行进。

到 10 月 28 日傍晚,风速略有减缓。风速降到每小时 155 英里(185 公里)。到 10 月 29 日早晨,风速“只”达到每小时 105 英里(169 公里),并且仍然在减速。到 10 月 29 日晚上,风速降到每小时 75 英里(121 公里)以下,其中心气压上升到 29.2 英寸汞柱(990 毫巴),飓风“米切”又一次被划分为热带风暴“米切”。10 月 30 日早晨,当“米切”热带风暴越过大约位于洪都拉斯的拉塞巴以东 70 英里(113 公里)处

海岸时,它似乎已耗尽所有力量,势力渐渐减弱。



图2 飓风“米切”的行进路径

1998年10月至11月。

雨水和泥浆

在飓风“米切”越过海岸之前的最后几天,行进速度缓慢。流向低压的空气逐渐充满低压区,随着中心气压的上升,风势渐渐减弱。然而,对流仍然存在(参见补充信息栏:对流)。

对流产生和维持塔形雷雨云。没有对流,雷雨云就不能存在。雷雨云会引发

暴雨。在卫星图像上可以清晰地看见引起飓风的雷雨云。据估计,飓风“米切”在中美洲降雨总量达 75 英寸(1 900 毫米),一些地区降水量有时平均每天达 12—24 英寸(305—610 毫米)。

补充信息栏

对 流

当流体(气体或液体)受热时,其分子相互碰撞,向远处快速移动,因此,流体体积膨胀。就一定量的流体而言,膨胀后的单位体积分子量少于膨胀前的单位体积分子量。因为相同量的流体在体积膨胀后,必然占据更多的空间。

由于膨胀后的流体单位体积分子量少于膨胀前的流体单位体积分子量,所以膨胀后的流体没有膨胀前的流体那样密度大。这种情况下,重力起主导作用。

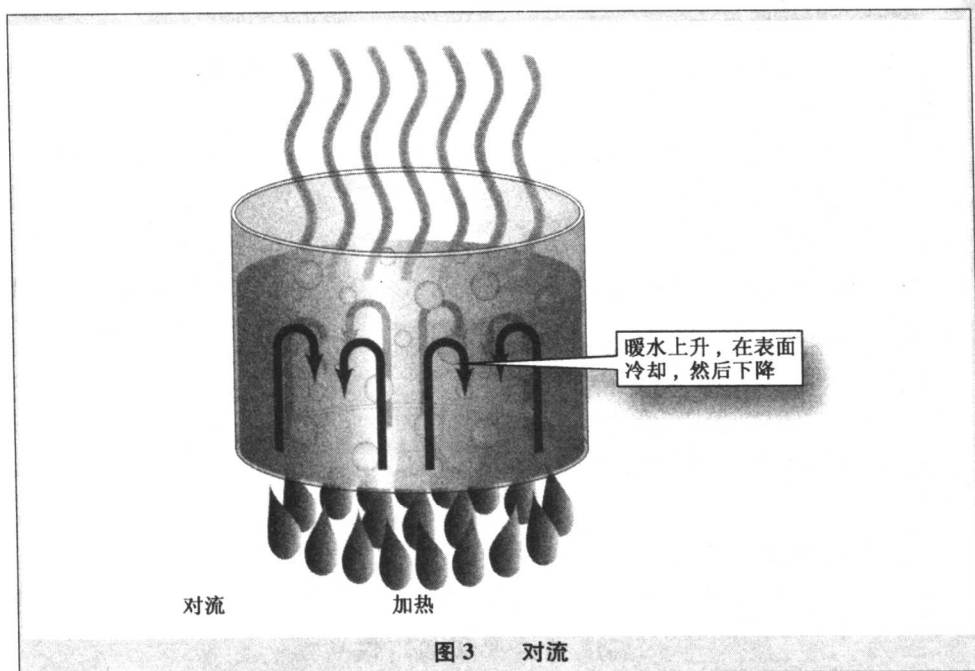
如果体积相同,密度大的流体会比密度小的流体重。假设把密度大的流体和密度小的流体并列放在一起,你会发现密度大的流体下降,推动密度小的流体上升,取代密度小的流体。这种现象决不是密度小的流体在自动上升,因为只有在反重力的作用下,流体才会自动上升。

假设经常接触地面和海面的大气跟流体一样是从下面受热,那么,接触地面和海面的空气就会变暖,所以导致体积膨胀,变得不密集。密度大的冷空气下降,取代密度小的暖空气,这样暖空气就会上升。

随着暖空气的上升,暖空气越来越远离受热源,渐渐变凉。当空气变凉后,空气密度又变大(参见补充信息栏:绝热冷却和绝热升温)。同时,下降的冷空气由于与受热源接触,又被变暖,所以体积又开始膨胀。这样,密度大的空气下降,取代密度小的空气,这一过程又继续下去形成对流。

把热量从一个地方转移到另一个地方的过程有三种,对流是其中一种(其他两种是辐射和传导)。对流一旦形成,就会使流体进行垂直循环,形成对流圈。下面的图示表明了对流的形成。

温暖热带海洋上的空气受热后,通过对流上升。有了对流,飓风才能够存在,所以对流对飓风的存在起着关键作用。



当飓风“米切”靠近洪都拉斯时，受灾的第一个地点是著名的瓜纳贾度假岛。瓜纳贾度假岛全长 18 公里，宽 6 公里，距离海岸线约 64 公里。这里通常风平浪静，是游客乘帆船和潜水的佳地。在这次飓风中，瓜纳贾度假岛遭受大面积袭击，损失惨重，曾一度与外界失去联系。

随后，飓风“米切”抵达洪都拉斯大陆，受袭地区距离尼加拉瓜边界很近。洪都拉斯是一个多山的国家，当飓风“米切”进入洪都拉斯内陆时，由于要翻越高山，所以被迫上升，在空中形成更多的水气，这样空气变得更加不稳定（参见补充信息栏：对流）。

飓风“米切”穿过洪都拉斯，然后向危地马拉、伯利兹和萨尔瓦多袭击。到 11 月 2 日，风暴已经减弱，程度接近热带低压。这时飓风“米切”继续向西北行进，越过墨西哥境内的尤卡坦半岛，直达墨西哥坎佩切湾的温暖水域。

在这儿风暴的强度又一次增加，飓风“米切”又一次被划分为热带风暴。它改变了行进路线，向东北方向行进，越过尤卡坦半岛西侧，回到墨西哥湾。现在，飓风

径直吹向美国佛罗里达州。

11月4日,飓风“米切”以每小时80英里(130公里)的大风,每小时26英里(42公里)的速度到达佛罗里达州南部的基韦斯特岛。在当天及第二天,飓风“米切”在佛罗里达州南部降下6—8英寸(150—200毫米)的雨,同时也造成两、三次龙卷风。其中一次席卷了从马拉松到基拉戈地区,造成至少7人受伤。另一次龙卷风对美国迈阿密北部的米拉马造成破坏,大约10万人所使用的电能设施遭受破坏,在门罗县钓鱼的渔船倾覆,造成2人死亡。这几次龙卷风总计造成65人受伤,645座房屋受损。在美国,飓风“米切”造成的财产损失估计达4000万美元。

11月5日飓风“米切”离开佛罗里达州,转向巴哈马。到这时,它的势力已经减弱,变成温带风暴。飓风离开了热带,最后消失。

补充信息栏

温度直减率和稳定性

随着高度的增加,空气温度递减,这种现象称作温度直减率。当干燥空气绝热冷却时,高度每增加1000英尺(1公里),温度下降 5.5°F (10°C),这叫做干绝热直减率。

当不断上升的空气温度下降到一定程度时,其水汽开始凝结成水滴,这种温度叫做露点温度。而此时达到的高度叫做抬升凝结高度。凝结时会释放潜热,这样空气会变暖。因此在这之后空气就会以较慢的速度冷却,这叫做饱和空气绝热直减率。饱和空气绝热直减率会有所变化,但平均来说每上升1000英尺(1公里),温度下降 3°F (6°C)。

气温随着高度的增加而递减的实际比率,是通过比较空气表面的温度,即对流层顶的温度(中纬度约 -67°F ,即 -55°C)和对流层顶的高度(中纬度约7英里,即11公里)而进行计算的。计算的结果叫做环境推移率。

如果环境推移率低于干绝热直减率和饱和空气绝热直减率,上升的空气就会比周围的空气冷却得快,由于上升的空气比较冷,易于下降到低处。因此,

这种空气具有绝对稳定性。

如果环境推移率高于饱和空气绝热直减率,那么按照干绝热直减率和饱和空气绝热直减率衡量,正在上升和冷却的空气会比周围的空气暖,因此空气会继续上升,这种空气具有绝对不稳定性。

如果环境推移率高于干绝热直减率,但是低于饱和空气绝热直减率,尽管上升的空气干燥,但它会比周围的空气冷却得快。但是它一旦升到抬升凝结高度之上,就会比周围的空气冷却得慢。最初空气是稳定的,但是一升到抬升凝结高度之上,就变得不稳定了。这种空气具有条件性的不稳定性。如果空气没有达到抬升凝结高度之上的不稳定条件,它就具有稳定性。

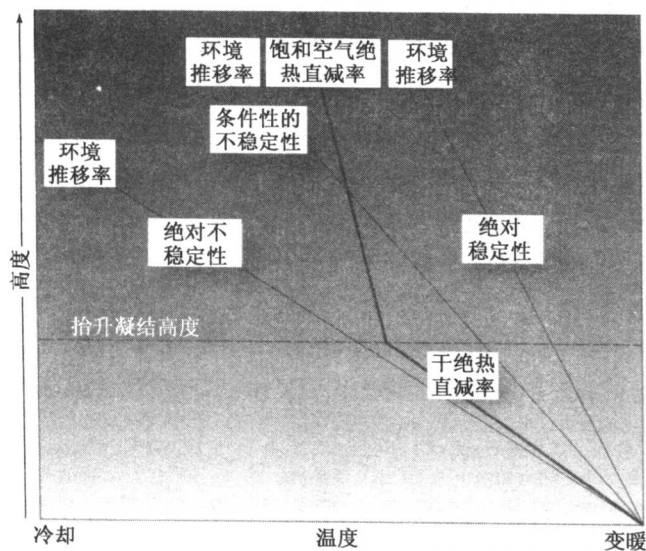


图4 温度直减率和稳定性

如果环境推移率低于干绝热直减率和饱和空气绝热直减率,空气就具有绝对稳定性。如果环境推移率高于饱和空气绝热直减率,空气就具有绝对不稳定性。如果环境推移率低于饱和空气绝热直减率但高于干绝热直减率,空气就具有条件性的不稳定性。

洪都拉斯

在飓风“米切”所袭击的所有国家中,洪都拉斯受灾最重。在飓风最强烈的时候,每小时达到并超过4英寸(102毫米)的降水。洪都拉斯的乔卢特卡仅一天内降雨量达18.37英寸(467毫米),从10月25日到10月31日接连几天的暴风雨,降水量达35.89英寸(912毫米),这是最大的降水。但是洪都拉斯的拉塞巴雨水也不小,仅一天内降雨量达11.19英寸(284毫米),经连续几天暴风雨,降水量总计达34.52英寸(877毫米)。

飓风“米切”造成的破坏震撼了全国,以至于洪都拉斯总统卡洛斯·弗洛雷斯向国际社会发出紧急呼吁:“我们要重新站起来……愿上帝赋予我们力量,给我们指点迷津。我们呼吁国际社会、世界各国、国际金融组织和国际救援组织能够伸出援助之手。这次灾难可以说检验了我们承受痛苦的能力。”

据官方统计,飓风“米切”造成洪都拉斯5657人死亡、8052人失踪及下落不明、11726人受伤、40多万人因房屋受损而居住在临时帐篷,25个村庄被冲垮,总计受灾人数达190万。飓风过后一个多星期,仍然陆续发现逃生的幸存者。

全国多数二级公路被摧毁,90多座桥梁倒塌,交通严重受损,所以只得靠直升飞机运送生活必需品。在首都特古西加尔巴,一些具有350多年历史的古老建筑被洪水冲倒,城市1/3的建筑被破坏。许多房屋倒塌,即便没有倒塌的房屋,由于受损建筑结构已不稳固,面临倒塌的危险。据统计,全国至少有7万座房屋倒塌或受破坏。

在农村,至少有70%的庄稼被摧毁,包括80%的香蕉作物、咖啡仓和储存设备被洪水冲袭,受损的农作物价值估计达9亿美元,洪都拉斯全国总体损失估计达50亿美元。

尼加拉瓜

10月29日和10月30日,飓风“米切”引发的大雨席卷尼加拉瓜西部。这两天几十英寸的雨水冲击着这片土地。马拉卡托亚河水位升高了50多英尺(15米多),淹没并冲毁了公路。

10月30日,休眠火山卡西特火山口熔岩喷发,火山口岩石崩塌,释放大片泥石流。泥石流向西南方向流动,覆盖了10英里(16公里)长、5英里(8公里)宽的土地。位于卡西特山和波索泰格城之间的村庄至少有4个被埋葬在淤泥中。此次泥石流造成2000多人死亡。但也有一些幸存者被困在淤泥中长达两三天,救