

甘肃河西走廊的热力 上升气流状况的研究

麦庆民 宋辛玲· 刘晓 余波

提 要

本文通过对甘肃省河西走廊地区十年的地面和高空气象资料的分析和研究,以及连续两年夏季在嘉峪关实地探索滑翔所取得的资料证实,河西走廊特别是西部地区具有很强的热力上升气流。本文指出,该地区每年8—9月都适宜于进行滑翔运动,其中以5—8月较理想,以6月份气流最强。从滑翔机上测得的资料可知,7月份的热力上升气流一般可达2—3米/秒以上,较强的有5—6米/秒,最强的有8—10米/秒以上。因此,本文的结论认为:河西走廊的西部地区不仅是很好的滑翔运动训练、竞赛基地,而且可以作为创造优异记录的良好场所。

一、概 述

滑翔机是自身无动力的飞行器。运动员只有充分利用大气中的热力上升气流、爬坡气流或波动气流提供的动力驾驶滑翔机翱翔于天空。如果利用热力气流进行各种竞赛项目,则需借助多个具有大于2—3米/秒上升速度的“热空气泡”或“热筒”时才能顺利进行。上升气流越强,可获得的水平航速越大。只有搜索到很强的上升气流时,才能创造优异的记录。

我国开展滑翔运动已有30年的历史,但成绩提高很慢,距世界先进水平还有较大差距,最重要原因之一是日前各航校所在地的气象条件对开展滑翔运动不很理想。为此,必须普查我国的上升气流资源,以便选择一个上升气流较强、可滑翔日子较多的地区作为我国滑翔运动的训练、竞赛和创记录的基地,推动我国滑翔运动事业的发展。从分析气象卫星云图中发现,我国西北地区夏、春季,有晴天积云的日子较多,说明该地区有

•宋辛玲是安阳滑翔运动学校气象台预报员; 刘晓、余波是成都气象学院1985年毕业生。

较好的热对流现象。其中，甘肃河西走廊地区亦具有这些条件。为此，在本文中，我们将通过对甘肃河西走廊大量的地面和高空气象资料的统计、计算结果，研究那里的大气热状况，提出在河西走廊建立滑翔运动基地的气象依据。并通过我国优秀滑翔教练、运动员于1984、1985年夏在嘉峪关探索滑翔结果证实气象研究所得结论。

河西走廊位于我国甘肃省西北部，祁连山以北，马宗山、合黎山、尤首山以南，东起景泰西迄甘肃与新疆的边界，东西长约1000公里，宽仅几十至几百公里的走廊地带，地势自西向东、由南向北倾斜，海拔高度多在1000到1500米以上。下垫面大部分由热容量很小的砾石、沙漠覆盖，自然植被很差。只有在城镇周围有农田或其它植物，又称绿洲。仅从下垫面性质看，那里有丰富的热力上升气流资源，而从整个地理环境看，可能还存在爬坡气流和波状气流。

关于影响滑翔运动的气象因子在[1][2][3]等著作或论文中已有详细叙述。由于日照使地面增热产生的对流单体（如对流泡）因某些扰动而被释放上升，它们可以是“热泡”或积云下的“热筒”，通称为热气流。当气流的垂直上升速度比滑翔机自身的下沉率大时，运动员驾驶滑翔机在它们的边界以内盘旋爬升。滑翔机能达到的高度与热气流的垂直上升速度成正比，能获得水平航速也与之成正比。这些“热泡”“热筒”的水平尺度仅几十米至上百米，时间尺度也只几分钟至十多分钟。它们的强度随大气热力条件变化而改变。目前国内、外气象部门仅能从产生热力上升气流的背景场，即天气形势、地面热状况和大气热力稳定度了解热气流的强度。为此，在研究中既尽可能应用稠密的气象站点资料，又要考虑选用的资料具有代表性、可靠性和比较性。我们在河西走廊选取了12个气象站点如表1所示的，其中有高空气象资料的共4个站。无论地面或高空资料均选取1971—1980年共10的资料。因热力滑翔运动主要在春、夏季进行，所以仅对每年的3—9月份进行分析研究。在分析中还参考或选用[4][5]两著作的有关资料。

表 1、选用的气象站及海拔高度（米）

站名	敦· 煌	安 西	玉 门 镇	梧 桐 沟	鼎 新	酒· 泉	张· 掖	山 丹	永 昌	民· 勤	武 威	景 泰
海拔高度	1138.7	1170.8	1626.0	1591.0	1177.4	1477.2	1482.7	1764.6	1976.1	1367.0	1530.7	1630.5

注·为探空站

二、河西走廊的地面热状况

(一) 河西走廊的全区域平均热状况

河西走廊位于 37°N 以北。南有海拔高度平均在4000米以上的青藏高原，紧靠“走廊”的是祁连山脉。下垫面植被差，多为砾面、沙漠。在这些特定的地理、地形条件下，太阳辐射、大气环流对该地带的的影响也有其特殊性，使河西走廊的热状况具有对滑翔运动极为有利的特点。

1、天气形势特点

地面为冷性高压，同时高空为槽后西北气流的天气形势是典型的滑翔天气形势[1][8]。河西走廊10年中具有这样典型的滑翔天气形势日数列于表2。由表2可见春季明显地多。这和大气环流的季节变化是一致的。因6月份高空西风急流已北撤至 40°N ，强冷空气南下到河西走廊时已大为减弱，在天气图上该地区常出现地面为弱冷性高压脊、高空为弱冷槽的情况。我们曾对我国华北地区的滑翔天气形势作过分析，并划分为三种类型[8]，其中一类地面为弱高压脊而高空具有弱冷平流，在这种形势下产生的热力气流较弱，仅能在本场内进行训练，无法进行正规竞赛。夏季在华北即使这种不典型的形势也少出现，典型的更少见，主要的是受副热带高压控制。6—8月份即使气温很高，也无法进行滑翔。至于在河西走廊，地面为弱高脊和高空为浅槽弱冷平流的情况较多，在这种形势下上升气流状况又如何？1984年夏季国家体育运动委员会探索气流小分队在河西走廊嘉峪关进行探索滑翔，18个强气流日中，前述的典型形势有5天，其余的均为地面弱高脊，高空有弱冷平流。1985年7月份再次探索滑翔时，在上述的不很典型的天气形势下，仍可获得2—3米/秒的气流，并多次打破了我国的100公里三角航线速度记录[6]。这是因为那里的空气湿度较华北小，使温度垂直递减率增大。

表 2、河西走廊地面冷高压同时高空冷平流10年频数

月 份	3	4	5	6	7	8	9		
频 数	83	84	60	34	30	21	62		

(1971—1980)

河西走廊夏季正位于高空西风急流边缘，易受弱冷空气影响，冷空气常经河西走廊向东南移，所以那里常出现地面为冷高压脊和高空为弱槽的情况[7]。所以夏季在河西走

• 从逐日天气图上查阅而得

廊开展滑翔运动比华北地区有利得多。

2、湿度小、雨量少、气候干燥

如表 3 所示,河西走廊 3—9 月地面午后的 ($T-T_d$) 各月区域平均值均在 16°C 以上,其中 3—5 月在 20°C 以上,即使较湿的 6—8 月也都在 17°C — 19°C 之间。高空湿度也较小(表略)。由于湿度小,总云量不会太多,积云云底高度也较高,使滑翔机能盘旋爬升的高度较高。

表 3、河西走廊各气象要素全区域多年 (1971—1980年) 平均值

气象要素		月 份						
		3	4	5	6	7	8	9
降水量 (毫米)		2.4	5.5	9.3	15.7	29.5	23.5	20.3
日照 (小时)		241.2	243.7	298.2	294.5	281.2	280.3	252.1
日照百分率 (%)		66.3	66.4	66.5	66.4	62.1	66.5	68.0
日平均气温 ($^{\circ}\text{C}$)		1.5	8.6	14.1	18.0	21.5	20.8	15.0
气温 ($^{\circ}\text{C}$)	08 时	-4.4	3.8	9.8	14.3	17.0	16.0	9.7
	14 时	8.0	14.3	20.1	24.1	25.5	24.7	19.9
	20 时	3.7	12.5	18.9	22.4	23.7	22.9	16.5
0 cm 地温 ($^{\circ}\text{C}$)	08 时	7.6	2.6	11.5	17.0	17.9	15.4	8.0
	14 时	24.3	34.9	42.6	47.1	46.2	44.3	37.4
	20 时							
(ΔT)14时地气温差		16.2	20.6	22.5	23.4	20.7	19.6	17.5
($T-T_d$) ($^{\circ}\text{C}$)	08	9.1	9.9	9.2	8.3	7.5	7.4	6.2
	14	21.0	21.9	22.1	19.5	17.3	17.0	16.7

由于湿度小,雨量也很少。从表 3 可见,降水量最多的 7 月份,月平均降水量仅 29.5 毫米,3—5 月份不到 10 毫米;降水日数也很少如表 4 所示,日降水量大于 5 毫米的日数,西部一年中平均小于 2 天,梧桐沟仅 1 天,最多的是东部的久昌、景泰也只有 3 天。这是由于河西走廊南缘高达 4000 米以上的青藏高原的阻挡作用,使南来暖湿气流不能到达河西走廊。该地区主要受干燥的西北气流影响所造成的。[7]

表 4、河西走廊一年中日降水量大于5毫米的平均日数(1971—1980)

敦 煌	安 西	玉 门 镇	梧 桐 沟	酒 泉	鼎 新	张 掖	山 丹	永 昌	民 勤	武 威	景 泰
1.2	1.3	1.1	1.0	1.5	1.4	2.0	2.9	3.0	1.9	2.0	3.0

3、总云量少、日照时数长、太阳辐射强

总云量、云状和云底高对滑翔运动有极重要的影响。中、高云使到达地面的太阳辐射减弱，而淡积云给运动员指示出上升气流区。当总云量小于5成，同时低云量占主要的情况下，最有利于滑翔运动。如表5所示，整个河西走廊总运量平均约5—6成，西部地区更小些，一般在5成以下。这对滑翔运动是适宜的。

表 5、河西走廊云量区域平均值 (1971—1980)

时间	类	月							
		3	4	5	6	7	8	9	
08 时	低(成)	0.1	0.3	0.3	0.6	0.8	0.7	0.6	
	总(成)	5.6	5.7	5.7	5.3	5.5	5.0	5.0	
14 时	低(成)	0.3	0.7	0.8	1.8	1.9	1.3	1.9	
	总(成)	6.0	5.7	5.9	6.2	5.9	5.0	5.0	
总云量大于8成的天数		6.3	7.2	6.7	6.3	7.4	6.8	6.4	

那里所处纬度较高和云量少，所以日照时数多。从表3可知，各月平均日照时数达到250小时以上；5—8月份每月平均接近300小时，日照百分率均在60%以上。因此能获得的太阳辐射也越多。由图1〔4〕可见，甘肃省太阳总辐射在100—160千卡/厘米²·年之间；走廊地带在130—160千卡/厘米²·年之间，张掖以西在140千卡/厘米²·年以上，敦煌最大，达到150千卡/厘米²·年。河西走廊的太阳辐射资源比我国东部或南方丰富得多〔5〕。这为在该地区产生较强的热上升气流提供极为有利的条件。

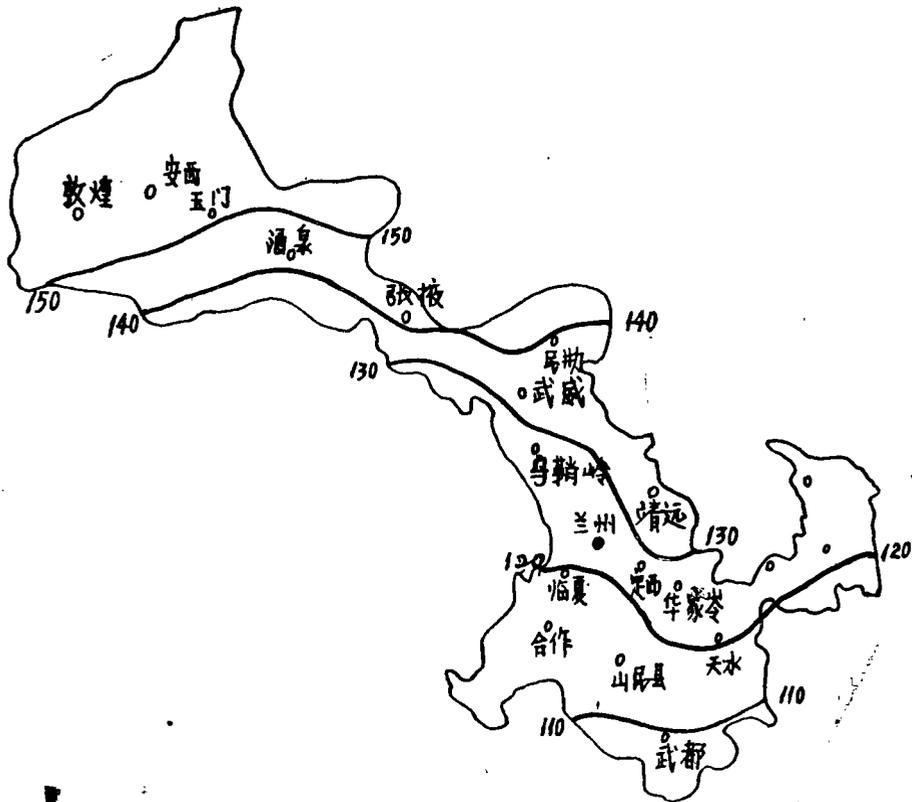


图 1. 甘肃省太阳总辐射分布图 (千卡/厘米²·年)

4、气温适宜、气温日较差大、地面感热强、傍晚气温高

由表 3 可知，自 5 月份开始，14 时的平均气温在 20°C 以上，7 月份达到 25.5°C，表 6 是平均最高气温值，5 月开始达到 29.1°C，7 月份为 29.1°C。其中敦煌为 34.9°C。比我国东部或南方低。这是因纬度高，以及海拔高度达到 1500 米有关。根据国内、外经验，在有利的天气形势下，午后能有这样的温度就可能产生较强的上升气流。

表 6、河西走廊各月平均最高气温 (1971—1980)

月 份	3	4	5	6	7	8	9
C°	9.6	17.9	23.6	27.6	29.1	28.4	22.7

地面湍流感热是地面向大气输送能量的来源之一〔8〕。感热 (SH) 的计算公式为

$$SH = C_p \rho C_D V (T_s - T_o)$$

它的大小主要决定于地面风速 V 和地面气温与地表温度之差 $(T_s - T_o)$ 。河西走廊下垫面性质使白天增温很高, 夏季地表温度平均高达 50°C 以上, 所以地—气温差很大。从表 3 可知, 4—7 月各月平均值达到 20°C 以上, 6 月份达到 23.4°C 。从表 7 可知, 各月平均风速也较大, 一般在 3 米/秒左右。号称大气中的热源青藏高原的 $(T_s - T_o)$ 值小于 10°C 〔8〕, 即那里的感热比河西走廊小。著作〔5〕中也指出, 我国的地表感热全年总量的分布特点是从南到北、从东到西增加, 即西北内陆大于我国东部地区。新疆塔里木盆地和青海柴达木盆地最大, 全年总量达到 50 千卡/厘米² 以上。因为河西走廊地表性质相似于这两个地区, 所以也达到 40 千卡/厘米² 以上。由于地表感热强, 即地面向大气输送的能量强。因此能产生较强的热力气流。

表 7、

要素 \ 月	3	4	5	6	7	8	9
日平均风速 (m/S)	3.2	3.3	3.6	3.1	2.9	2.7	2.7
大风持续日数	4.4	5.9	5.0	4.8	3.4	2.6	1.4
最大风速 (米/秒)	27	28	26	23	23	22	19
沙尘暴日数	3.0	3.0	1.7	1.7	1.3	0.9	0.2
雷暴日数	~	~	~	4.0	4.3	2.5	~

由于以上的原因, 该地区日出后气温迅速增高。如表 8 所示, 14 时气温较 08 时高 10°C 或以上, 而 20 时仅比 14 时低 $1 - 2^\circ\text{C}$, 即日出后直到 20 时一直保持较高的温度, 气流较强, 使一天可滑翔时间较长。1985 年 7 月份在嘉峪关探索滑翔时, 经常出现在 20 时后, 经地面指挥员一再命令后, 滑翔员才返回地面的情况。这与上述的分析是一致的。也是我国东部和南部地区所不及的。

表 8、河西走廊各月平均温差 (1971—1980)

月 温差	3	4	5	6	7	8	9
$T_{14}-T_{08}$	12.8	10.5	10.3	9.8	8.5	8.7	10.2
$T_{20}-T_{14}$	-4.3	-1.8	-1.2	-1.7	-2.0	-1.8	-3.4

6、云量适中、雷暴日少、风速大

当总云量大于8成时,由于到达地面的太阳辐射被大大地减弱而对滑翔运动不利。从表5可知,总云量大于8成的日数以7月份最多,平均也仅7.4天;而且平均总云量不超过6成,低云量平均2成。由此可认为,河西走廊夏季从云量方面看,至少有三分之二的日子是可滑翔的。

雷暴对滑翔运动是不利的。河西走廊的热力气流很强,但水汽含量少,淡积云能发展为积雨云的可能性很小。所以从平均情况看,仅6—8月有雷暴,每月平均不超过4天。那里的雷暴类型多属冷锋雷暴。用临近预报方法在2—3小时前作出预报。

当风速小于5米/秒时,对滑翔运动是有利的、由表7可知,那里的日平均风速的各月平均值约3米/秒。但出现大风日子多,风速也较大。在4—5月份大风持续日数最多平均5天。最大风速平均可达26—28米/秒。沙尘暴对滑翔也不利,但各月平均小于2天。

这些不利因素多在冷锋过境时出现的短时现象,也多出现在3—5月份。1985年7月在嘉峪关探索滑翔时也遇有这些现象,但时间短暂,事先也作出预报。而且由于地域开阔,视野宽广,大风扬起的沙尘能较早目测到,可及时返航。

综上所述,河西走廊3—9月份的气候特点可概括为:

- 1、冷空气活动频繁,有利天气形势多;
- 2、太阳辐射强,日照时间长、地面向大气输送的湍流感热强。有较强的上升气流;
- 3、总云量少、低云量适中;
- 4、气温适宜,气温日较差大,傍晚气温高,一天可滑翔时间长;
- 6、有时风速大,特别是春天风速大,但并非连续性大风。

以上特点,除第六点外,都是对滑翔运动很有利的气象因子。说明河西走廊3—9月份是适宜进行滑翔运动的场所,特别是5—7月份一定会有较强的热力气流。这一点将在高空气象资料分析中进一步得到证实。

(二) 河西走廊东、西部热状况比较

河西走廊东、西部的热状况是有明显差异的,张掖以西北东部好。为了便于比较,下面表格上的地名,基本上是按自西向东的顺序排列的。现分析如下:

1、由表9可得以下结论:

(1) 张掖以西各地的湿度比东部小,其温度露点差一般达到 19°C 以上,梧桐沟和敦煌各月的 $(T-T_a)$ 平均值达到 20°C 以上,尤以梧桐沟的温度露点差最大,6月份达到 24.6°C 。酒泉的 $(T-T_a)$ 平均值在 17°C 以下,表明那里的湿度较大。这是因为梧桐沟是12个站中位置最北,是金塔县建立在戈壁滩上的站点,而酒泉是较大的城镇,周围几十公里是绿洲。

表 9、河西走廊夏季各地湿度、降水量多年平均值 (1971—1980年)

项目 地名	14时 $(T-T_a)$ 平均值($^{\circ}\text{C}$)			月降水量 平均值(毫米)			日降水量大于 5毫米的 平均日数			一日最大 降雨量(毫米)		
	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
敦 煌	21.3	20.2	20.5	12.5	19.5	7.0	1.0	1.2	0.6	20.3	27.1	9.5
安 西	21.3	19.8	20.7	11.1	15.2	11.8	0.7	1.3	1.0	14.9	22.8	15.9
玉 门 镇	19.2	16.3	18.4	14.4	20.3	10.3	0.9	1.1	0.8	25.5	22.5	11.2
梧 桐 沟	24.6	21.7	20.8	9.2	19.6	14.3	0.3	1.0	0.9	11.6	16.7	17.5
酒 泉	17.2	15.4	16.8	13.2	24.4	18.1	0.7	1.5	1.4	22.1	24.6	24.4
鼎 新	21.0	19.5	19.2	4.7	18.6	11.0	0.0	1.4	0.5	4.5	23.7	13.8
张 掖	18.8	16.8	16.8	22.7	32.2	30.6	1.8	2.0	1.8	34.0	25.0	24.6
山 丹	18.1	16.4	14.8	30.2	52.6	42.6	1.8	2.9	2.8	33.0	49.9	28.8
永 昌	15.5	12.4	13.7	17.3	31.8	28.3	1.4	3.0	2.5	11.7	13.9	20.7
民 勤	20.8	17.8	17.1	20.0	47.4	42.6	0.6	1.9	2.3	22.3	40.3	45.0
武 威	16.9	15.1	14.6	9.0	28.0	34.5	0.8	2.0	1.8	8.9	36.5	36.6
景 泰	19.7	15.8	14.1	24.2	42.2	37.0	1.2	3.0	1.9	20.9	28.1	25.4

(2) 张掖以西空气湿度小, 降水必然比东部少, 各月降水量均在20毫米以下, 东部在20毫米以上。西部梧桐沟和鼎新更小, 仅在15毫米以下。东部一般在25毫米以上, 而30毫米以上的情况也不少。

(3) 日降水大于5毫米的平均日数西部也比东部少, 各月普遍不到1天, 梧桐沟、鼎新更少; 一日最大降水量也是西部少, 普遍在25毫米以下, 梧桐沟6月份仅11.6毫米。

各月14时平均值一般在25°C以上, 敦煌达到27°C以上; 平均最高气温普遍大于27°C, 敦煌达到30°C以上; 可用来表征地面湍流感热强度的地—气温差值也是张掖以西大, 各月普遍在22°C以上, 尤其是6月份多数大于23°C, 鼎新达到25°C。

表10、河西走廊夏季各地温度等要素多年平均值 (1971—1980年)

地 名	项目 14时月平均 气温(°C)			14时地—气 温差平均值 (°C)			各月平均 最高气温 (°C)			雷暴平均 日数		
	月份											
	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8
敦 煌	27.7	29.3	28.7	24.6	22.3	20.5				2.6	2.6	1.0
安 西	27.3	28.8	28.2	22.8	22.3	20.2	29.0	31.5	30.0	2.6	2.9	1.3
玉 门 镇	24.0	25.1	25.1	21.4	19.3	18.8	26.6	27.8	27.6	3.8	3.5	1.7
梧 桐 沟	24.7	26.0	24.3	23.4	21.7	22.8	28.0	29.4	28.5	4.0	5.5	2.7
酒 泉	23.9	25.4	25.0	24.7	22.4	21.6				5.0	5.0	2.2
鼎 新	26.9	28.5	27.8	25.0	23.2	23.3	29.3	31.0	30.1	3.7	4.8	2.5
张 掖	24.7	25.9	25.8	25.9	22.7	23.6				4.0	2.8	2.6
山 丹	22.2	25.3	22.5	23.6	18.7	21.0	25.7	26.9	26.7	5.5	4.6	3.7
永 昌	20.8	22.0	22.0	24.6	21.2	17.9	22.8	24.0	23.7	6.3	5.5	3.8
民 勤	25.9	26.8	26.6	20.2	17.9	14.8				2.6	3.9	2.6
武 威	24.6	25.8	25.2	23.3	21.9	19.0	26.7	28.4	27.6	3.7	4.8	2.5
景 泰	24.2	25.6	24.4	21.7	19.6	13.0	26.7	28.1	26.7	3.6	5.8	3.2

图2是甘肃省年平均气温分布图〔4〕,也显示出河西走廊西部气温高于东部。夏半年各月气温分布趋势与年分布是一致的。



图2. 甘肃省年平均全温分布图(°C)

从以上分析可认为河西走廊西部地区的热力上升气流比东部强,其中以敦煌、梧桐沟和鼎新最强。不过东部的民勤也不能忽视。

三、河西走廊的热对流强度分析

在滑翔运动中通常用大气热力稳定度、抬升高度和抬升指数来表征气流强度的。在这里用敦煌、酒泉、张掖、民勤四个高空气象站资料计算这些因子的多年平均值,深入了解河西走廊的气流强度。

1、河西走廊的气温垂直递减率和热气流强度

气象学家们常用气温垂直递减率 $\bar{\Gamma}$ 来表示大气热力稳定度，但很少有人定量的研究 $\bar{\Gamma}$ 和热气流强度的关系，主要原因是人们缺乏那些微尺度热力上升气流的资料。我们根据从滑翔机上获得的上升气流强度数据，经统计分析总结出它和 $\bar{\Gamma}$ 值的经验关系^[6]，也就可以不仅用各月温度垂直递减率的多年平均值 $\bar{\Gamma}$ 来表示该月大气稳定度的平均状况，而且以此来估计某一地区各月平均气流强度。

从表11可知，河西走廊从5月份开始，08时的 $\bar{\Gamma}$ 值普遍达到0.6摄氏度/100米，根据经验，在这样的稳定度条件下，可以普遍存在1米/秒以上的上升气流，甚至可出现2米/秒的较强气流。一个有经验的滑翔运动员遇有这样的气流强度就可以顺利地各种竞赛项目。例如1985年7月24日，嘉峪关出现了2—3米/秒的气流，当时滑翔员驾驶滑翔机上升到2800米高度，并连续飞行了5个小时。河西走廊5—7月份 $\bar{\Gamma}$ 的最大，其中又以敦煌最突出，6月份达到0.76摄氏度/100米。

表11、 气温垂直递减率多年平均值 $\bar{\Gamma}$

地名	月份		3		4		5		6		7		8		9	
	时间															
	08	20	08	20	08	20	08	20	08	20	08	20	08	20	08	20
敦煌	0.60	0.71	0.60	0.80	0.60	0.87	0.76	0.84	0.74	0.78	0.72	0.79	0.71	0.75		
酒泉	0.47	0.65	0.57	0.77	0.64	0.82	0.66	0.77	0.61	0.77	0.57	0.77	0.55	0.72		
张掖	0.48	0.65	0.46	0.68	0.61	0.74	0.58	0.79	0.59	0.74	0.55	0.71	0.49	0.68		
民勤	0.42	0.66	0.55	0.77	0.63	0.83	0.65	0.82	0.61	0.79	0.59	0.76	0.56	0.72		

因为那里夏季日照时间长，分析20时的 $\bar{\Gamma}$ 值是有重要意义的。从表上也可见，3月份的 $\bar{\Gamma}$ 值各地普遍在0.70摄氏度/100米以上，敦煌5月份达到0.87摄氏度/100米。这说明午后的温度递减率比08时大得多。按前述的经验，当 $\bar{\Gamma}$ 值为0.87摄氏度/100米时，平均气流强度达到3米/秒以上，强的气流可达7.0米/秒以上。在这样的气流条件下，运动员可以创造很好的成绩。例如1985年7月14日在嘉峪关08时的 $\bar{\Gamma}$ 值为0.83摄氏度/100米，在滑翔机上测得的平均上升气流为3—4米/秒，强的曾达到7米/秒以上，这一天多人次的而且轻而易举地打破100公里三角航线的全记录。

由前面的分析中已知，敦煌的地面气温最高，因此从表上也看到其 $\bar{\Gamma}$ 值最大，气流也应是最强，其次是酒泉和民勤。证实了西部气流比东部强。

2、河西走廊的对流凝结高度 \bar{H}_c

气象学上常以对流凝结高度 \bar{H}_c 近似作为积云底高度。滑翔运动员又以积云作为上升气流区的最好标志。积云底高越高，滑翔机可能爬升到的高度也越高。由于河西走廊空气较干燥，积云底高也高。如表12所示，那里各月的对流凝结高度平均值多在2500米以上，3—6月份一般在3000米以上，其中又以敦煌最高，5月份可达到5500米。

表12、 对流凝结高度 \bar{H}_c (米)

	3	4	5	6	7	8	9
敦 煌	3250	3750	5500	3000	2625	3125	3000
酒 泉	3500	3125	3375	3000	2250	2750	2750
张 掖	3000	2750	2750	2500	2125	2375	2250
民 勤	3375	3250	3125	2750	2250	2375	2125

8、河西走廊的热力抬升最大高度 \bar{H}_M

热力抬升最大高度 \bar{H}_M 又称最大抬升高度，是常用的预报滑翔高度的指标。在这里是用各月的平均最高气温求得的，结果列于表13。河西走廊从4—7月份，最大抬升高度均在2200米以上，其中又以敦煌最高， \bar{H}_M 在3000米以上。

表13、 最大抬升高度 \bar{H}_M (米)

	3	4	5	6	7	8	9
敦 煌	2250	3000	2750	3875	3125	3125	3375
酒 泉	1625	2625	2375	2375	2250	1875	2625
张 掖	1625	2875	2375	2125	2250	2125	2250
民 勤	1875	2625	2625	2625	2750	2125	2250

4、河西走廊的热力抬升指数TI

热力抬升指数TI也是常用的预报滑翔高度的指标之一^[2]，它是热力抬升高度不同

表示形式。在这里也采用各月平均最高气温值计算700百帕高度上各月热力抬升指数平均值。根据国外经验, TI在 -2.5°C 以下是一个很好的滑翔时机^[2], 滑翔机一定可以达到这一或更高的高度。从表14可见, 那里从4—7月份700百帕的 $\overline{\text{TI}}$ 大都在 -2.5 摄氏度以下, 说明滑翔机到达700百帕高度是不成问题的。其中敦煌的 $(\overline{\text{TI}})_{700}$ 达到 -6.0°C , 即那里的热力抬升更强, 能在空中滑翔的时间更长。

表14、 700百帕高度处的热力抬升指数 $\overline{\text{TI}}$ ($^{\circ}\text{C}$)

	3	4	5	6	7	8	9
敦 煌	-2.5	-6.0	-6.0	-6.0	-5.0	-6.0	-6.5
酒 泉	-1.5	-4.0	-2.5	-2.5	-2.0	-1.0	-1.0
张 掖	-1.5	-9.0	-3.0	-2.5	-2.5	-2.5	-2.0
民 勤	-2.0	-3.5	-3.5	-3.5	-5.0	-2.5	-2.0

以上从大气稳定度、对流凝结高度、热力抬升最大高度, 以及700百帕热力抬升指数的计算结果表明, 在河西走廊, 滑翔机可爬升的高度是较高的。从5—8月都较好, 6月份最理想。这里以1984、1985年为例, 1984年7—8月在嘉峪关的26天中有23天气流高度一般在1500—2000米以上, 最高可达4500米; 1985年7月的15天中, 在滑翔机实测云高多在3000米以上, 有3天在3500米以上, 甚至达到3700米, 而且实测高比用前述方法计算的高度要大。

四、结 论

通过应用河西走廊多年大量的地面和高空气象资料的统计以及理论分析, 那里3—9月份与滑翔有关的气候具有以下的特点:

1、河西走廊由于地处纬度高, 冷空气活动频繁, 有利于滑翔的天气形势较多, 夏季日照时间长, 太阳辐射强, 以及下垫面由热容量很小的砾石、沙漠组成, 受日照后升温迅速。它们的综合作用结果, 使该地区大气能产生较强的对流性不稳定, 是形成较强热上升气流的基础, 也是我们认为在河西走廊开辟一个很好的滑翔运动基地的最根本依据。

2、由于气温不太高, 而地表温度高, 地—气温差大, 使那里有较强的地面湍流感热, 地面向大气输送的能量较强。这是造成那里有较强热力上升气流的物理基础。

3、由于那里盛行西北气流和青藏高原对南来暖湿气流的屏障作用，使河西走廊的空气水汽含量少，总云量和低云量都较适于滑翔运动。而且由于对流旺盛和低层空气干燥，使对流凝结高度较高，积云底高一般都达到2500—3000米，热力抬升最大高度可达到2500米以上，甚至在4000米以上。这对于滑翔运动是非常理想的。

4、河西走廊夏季日照时间长，直到20时的气温仍与14时相近，热力气流还较强，所以一天的可滑翔时间可达到10小时以上。

5、综合地面和高空气象条件，河西走廊3—9月都可进行滑翔，5—7月份最理想。3、4月份气流较弱，还常有大风现象，可作为训练时间，5—6月份进行比赛较合适；6—7月作为创优异记录较理想。

6、河西走廊张掖以西地区较东部地区的热力气流强，尤以敦煌最好，梧桐沟、鼎新、安西等地从地面气象资料分析可推论，那些地区的热力气流一定很强，可能比敦煌还好。但在东部的民勤也不能忽视，这不仅从气象分析中可说明，而且据几位教练驾驶飞机两次经过民勤附近时，都发现那里有强烈颠簸现象，这说明那里确有较强的上升气流。

通过大量的气象资料分析和理论论证，我们认为河西走廊地区是一个很理想的滑翔运动场所。在那里不仅能有效地进行滑翔训练，也是一个很好的竞赛场所，有利于创记录。

五、证 例

以上主要用气象资料的分析研究得出一些有益的结论，其中亦举了些实例来说明。为了更好地论证上述结论，在这里以1984和1985年两个夏季在嘉峪关进行探索滑翔的结果作更多的介绍。

1、1984年从7月21日到8月15日探索滑翔总结报告〔9〕中指出：23天中只有3天不能飞，上升气流一般在3米/秒以上，有时可达8米/秒；上升气流高度一般在海拔3000米以上，最高可达6000米；中午前已白云朵朵（指淡积云），云路条条，旋风卷起的黄烟柱林立。

2、1985年从7月26—27日共组织了15个飞行日。结果介绍于下：

（1）参加滑翔的教练、运动员共14人（其中2位女运动员）。15个飞行日中共滑翔了110次，累计滑翔时间143小时14分，平均每天滑翔了近10小时〔10〕。

（2）表15是在该段时期，利用酒泉的气象资料计算的几个主要因子平均值，都比多年平均值大。淡积云的实测高度较计算所得的对流凝结高度要高。

（3）在15个滑翔日，滑翔机上获得的上升速度平均在3—5米/秒，最强可达8—10米/秒以上。如果扣除滑翔机体的下沉率，则实际的空气上升速度比此还大。

（4）14人中有12人11次打破了四项全国记录，3人达到运动健将标准。其中男子

表15、 嘉峪关有关气象因子平均值 (15)

14时地面 ($T - T_d$)平均值 (摄氏度)	气温递减率 (摄氏度/100米)	700百帕抬升 指数 (摄氏度)	对流凝结高度 (米)	C_u 实测高度 (米)
2.52	0.72	-3.5	2427	3010

双座100公里三角航线“竞速达到108.99公里/小时，比原记录一下提高了20.22公里/小时 [11]”。在这次探索滑翔总结中指出：“在这么短短的时间内打破了这么多国家记录，而且提高幅度这么大，完成这样多的科目，这在我国滑翔史上从来没有过的，它将成为我国滑翔运动的一个转折点。这足以说明河西走廊上升气流对翱翔飞行的巨大作用。” [10]

以上事实，证实了我们对河西走廊热状况分析所得结论是有一定可靠性的。

由于水平有限，对滑翔运动了解不够深入，文中难免有不妥之处，望读者指正。

在本文研究进行过程中，曾获得我国滑翔界的优秀教练和优秀运动员提供的、气象界难以获得的资料 and 情况，充实了本文内容。在此向安阳滑翔运动学校高级教练黄树年、训练科长张杰教练、著名教练李开河、张全盛，以及甘肃航校训练科长杜世存等一致致谢。嘉峪关民航气象台陈立扬台长也多次给予支持，在此亦表示谢意。

参 考 文 献

[1] O S TIV and WMO

《Handbook of Meteorological Forecasting For Soaring Flight》

W M O Technical Note No.158 1978

[2] 林政宏《新航空气象学》(上)

徐氏基金会出版 1977

[3] 麦庆民、万军《滑翔气象学》

成都气象学院(讲义) 1982

[4] 甘肃省气象局《甘肃省气候志》

甘肃省人民出版社 1965

- [5] 高国栋、陆渝蓉《中国物理气候图集》
农业出版社 1981
- [6] 宋辛玲“对河西走廊热力上升气流的初步探讨”
“河西走廊气流论证会”材料之二 1985兰州
- [7] 陆渝蓉、高国栋《中国水分气候图集》
气象出版社 1984
- [8] 叶笃正、高由禧等《青藏高原气象学》
科学出版社 1979
- [9] 安阳滑翔学校“甘肃河西走廊地区上升气流资源调查报告” 1984
- [10] 黄树年“河西走廊滑翔探索飞行情况总结”
“河西走廊气流论证会材料之一” 1985年兰州
- [11] 李开河“河西走廊热力上升气流探索飞行汇报材料”
“河西走廊气流论证会”材料之四 1985兰州

THE RESEARCH OF THERMAL COUVECTION OF THE HEXI CORRIDOR IN GAUSU PROVINCE

Mai Qingmin Soug Xingling
Liu Xiao Yu Bo

ABSTRACT

Using 10 years data of twelve surface and aerological stations in the Hexi Corridor region, after thorough analysis and research, the author in this paper concludes that thermal updraft is rather intense in the Hexi Corridor in Summer. It is intensier in the west part of Corridor than in the east part.

Further, the author points out, Soaring flight may carry out from March to September every year, better from May to August, the best time is

in June. These Conclusions have Supported by the experiences of trainers and athletes of soaring flight. They made explorative flights on Jia Yu Guan region of the Hexi Corridor in Summers of 1984 and 1985, where thermal updraft is usually 2-3m/s, 5-6m/s even above 8-10m/s updraft may exists.

The author finally Concludes that the west part of Hexi Corridor is a good training and match base of soaring flight, may be it is the best place for setting a new world record.

科研、学术动态

《气象雷达地物杂波抑制器》 通过技术鉴定

我院雷达教研室的教师们从科技文献上得知国外已采用杂波图法和信号可变性处理器来抑制地物杂波对气象雷达的气象回波干扰。并获悉1976年日本无线电公司提出了非相参MTI气象雷达地物杂波抑制器,已形成标准产品,并在日本及美国申请了专利。而国内对这方面的工作尚是空白点,我国的气象雷达在低仰角现察时,近距离的气象回波中央杂着大量的地物干扰杂波,这不仅影响对气象信号的观测及定量测量,而且也无法对这种回波信号进行终端处理,既使能观测,也增加了操作程序,因此杂波抑制技术是我国气象雷达事业急待解决的课题之一。

从1982年起我院雷达教研室侯荫、董豹、肖第权、王贤勤等讲师,根据国外文献综合分析,提出适合我国现有气象雷达的地物杂波抑制方案;王贤勤同志还利用两个暑假的降雨天气过程用西电的512位CCD对消器在711及713雷达上进行了地物杂波抑制的探索性试验,并与国营784厂合作在797航管雷达上进行了Tdit数字相参对消和非相参对消的地物杂波抑制试验,以及接收机动态范围影响实验。在两年多予研基础上,84年6月由我院和国营784厂联合向国家气象局科教司汇报了设计方案,申请研制《气象雷达地物杂波抑制器》。84年12月科教司批准我院申请,列入局重点科研课题。下达的任务主要是针对713雷达改装,因此技术指标也是配合713雷达的整机指标来实现的。

(下转54页)