

人民軍醫小叢書

郭
光

热气候军事劳动卫生

中国人民解放军总后勤部卫生部

64752

· 人民军医小丛书 ·

热气候军事劳动卫生

(内部图书)

郭 光

中国人民解放军总后勤部卫生部

1981年 北 京

热气候军事劳动卫生

郭 光

中国人民解放军战士出版社出版发行

中国人民解放军第一二〇二厂印刷

开本：787×1092毫米1/32印张：4½ 字数：92,000

1981年10月第1版 （北京）

1981年10月第1次印刷

责任编辑：李沛澄

內 容 提 要

本书是对于热气候军事劳动卫生有关问题所作的阐述。全书共分十章，内容包括：热气候及其对人体的影响；外界环境热强度的评价；热气候负重行军的适宜劳动强度；气候习服与耐热锻炼；预防中暑与中暑急救措施；热气候常见皮肤病的防治；热气候条件下军队的服装，宿营，饮食，饮水，粪污处理，个人卫生方面的卫生学要求等问题。

本书可作为部队军医、卫生部门领导干部和军医院校教学、科研人员的参考材料。

前 言

外界气候环境对于人体的健康和生产劳动都有很大的影响。部队在日常生活、劳动、训练和行军作战中，经常受到各地区不同气候的影响。驻在热区的部队，必须能够适应热气候的变化条件，才能很好地完成各种军事劳动和行军作战的任务。因此，怎样搞好热气候军事劳动卫生是军队卫生学的一个重要内容。

我国地理幅员广大，虽然大部分地区是位于北温带，但热区、寒区和高原地区都是边疆国防要地。为进行社会主义四个现代化建设，保卫边疆，巩固国防，搞好热气候军事劳动卫生也是一个不可忽视的重要问题。

本书是作者在我国热区部队进行多年调查研究和控制性实验观察的部分工作总结，并参考国内外有关资料，对热气候军事劳动卫生有关的问题，主要包括：热气候及其对人体的影响，外界环境热强度的评价，热气候负重行军的适宜劳动强度，气候习服与耐热锻炼，中暑的预防和急救，热气候常见皮肤病的防治，热气候的各种卫生保障措施和热气候条件下的特种兵劳动卫生，进行了简要的阐述，供同志们参考。参加本书各项工作的有汪济民、杜桂仙、程素琦、张克政等同志和军事医学科学院四所五室的其他科研技术干部，是同志们相互协作，群策群力，共同完成的。但由于作者的业务水平和工作经验的限制，书中内容一定会有不少缺点和错误，请同志们批评指正。

郭 光

1981年2月

目 录

前 言

第一章 热气候	(1)
第一节 气象要素	(1)
第二节 气象要素的综合评价方法	(7)
第三节 热气候类型	(10)
第二章 热气候对于人体的影响	(14)
第一节 人体的热平衡	(14)
第二节 保持人体热平衡的生理机能	(17)
第三节 体内缺水	(18)
第三章 外界环境热强度	(21)
第一节 人体耐受性	(21)
第二节 外界环境热强度的高温仓实验	(24)
第三节 外界环境热强度指标的现场验证	(28)
第四章 负重行军的适宜劳动强度	(32)
第一节 影响负重行军劳动强度的主要因素	(32)
第二节 热气候条件下负重行军适宜劳动强度 的现场实验研究	(33)
第三节 热气候负重行军的适宜劳动强度	(40)
第四节 急行军	(41)
第五章 气候习服与耐热锻炼	(46)
第一节 气候习服与气候适应	(46)
第二节 耐热锻炼	(51)
第三节 热气候与劳动的卫生监督指标	(56)
第四节 耐热锻炼的卫生保障措施	(58)

第六章 预防中暑	(61)
第一节 中暑的流行病学	(61)
第二节 引起中暑的主要因素(气象的因素) ...	(62)
第三节 引起中暑的次要因素(个体的因素) ...	(65)
第四节 加强预防中暑的卫生宣传教育	(70)
第七章 中暑的类型和急救措施	(71)
第一节 人体的热效应	(71)
第二节 中暑的类型	(72)
第三节 中暑的急救措施	(74)
第八章 热气候常见皮肤病	(80)
第一节 热损伤性皮肤病	(80)
第二节 传染性皮肤病	(83)
第九章 热气候的卫生保障措施	(92)
第一节 服装卫生	(92)
第二节 宿营卫生	(95)
第三节 营养与饮食卫生	(97)
第四节 给水卫生	(102)
第五节 粪污处理	(105)
第六节 个人卫生	(114)
第十章 热气候的特种兵劳动卫生	(119)
第一节 防化兵	(119)
第二节 坦克兵	(126)
第三节 炮兵	(130)
第四节 空降兵	(133)
第五节 热气候条件下特种兵劳动 卫生的主要问题	(136)

第一章 热 气 候

天气和气候在概念上是有区别的。天气是指瞬时或一定时间内风、云、降水、温度、气压等气象要素的综合情况。日常所讲的天气，是指影响人类生活、生产的大气物理现象和物理状态，例如，阴、晴、冷、暖、干、湿等。气候是指某一地区多年的天气特征。由太阳辐射、大气环流、地面性质等因素相互作用所决定。天气是经常变化的，但它的变化有一定的规律，是可以预测的。积累了某一地区多年（30年以上）天气观测的资料，进行整理、统计和分析，就可以划分这个地区的气候。例如热带气候、温带气候、海洋性气候和大陆性气候等。气候则比较有规则，某一地区的气候往往几十年甚至更长的时期都不会有什么大的变化。

第一节 气 象 要 素

气象是大气中的冷、热、干、湿、风、云、雨、雪、霜、雾、雷电、光象等各种物理状态和物理现象的统称。气象要素主要有太阳辐射、气温、湿度、风力、气压等。部队在生活、劳动、训练、战斗等情况下，经常受到各种气象要素的影响，驻居不同地区的部队，更受到不同气候的影响。

在讨论各种气象要素和不同气候对人体的作用前，应该了解有关气象要素和气候的基本知识。这里简要谈谈与热气候关系比较密切的几种气象要素：太阳辐射、气温、湿度和风力的特点及其对人体的影响。

一、太阳辐射

太阳辐射是指太阳以辐射形式放射出的能量。是“光辐射”（或称电磁辐射）的一种。光辐射是以每秒 3×10^8 米速度散布于空间的连续不断的电磁波。太阳辐射的波长范围，包括红外线的短波部分，可见光线的全部和紫外线的长波部分。按照这些波长不同的电磁波所构成的光线和它的不同作用，又可以区分为生化作用线，可见光线和热线 3 个部分，如表 1。

表1 太阳光线的光谱组成及其效应

光 线	效 应	波长（“埃”）
紫外线	生化作用线	1,000~3,900
紫		3,900~4,300
兰		4,300~4,500
青		4,500~5,000
绿	可见光线	5,000~5,600
黄		5,600~5,900
橙		5,900~6,200
红	热 线	6,200~7,700
红外线		7,700~120,000

注：“埃”（Å），是电磁波长度的单位，1个“埃”相当于千万分之一毫米，即 10^{-7} 毫米。

空气中的尘埃和微小的颗粒分子，使太阳光线形成扩散和反射。我们看到的兰色天空，是由于空气分子扩散和

反射了太阳光线的兰色部分的缘故。同样地，当日出、日落和月亮初升时，我们看到的红色、金黄色的彩霞，也是由于太阳光线受到扩散和反射的结果。

太阳辐射的能量，一般的计算，其数值是在地球距离太阳 1 天文单位处，在沒有大气吸收的情况下，垂直于太阳光线的每 1 平方厘米面积上，1 分钟內所接收到的辐射能量为 1.95 卡，即所谓太阳常数。但由于太阳的周期性活动，这数值可能有 1~2% 的变化。当太阳辐射通过大气层时，一部分能量被反射（约 43%），一部分能量被大气中的尘埃、水蒸汽和二氧化碳等吸收（约 14%），仅有 43% 左右的能量以直射太阳光线或散射太阳光线的形式达到地面。

从日出到日落之间，地面虽然都能受到太阳辐射，但气温并不是整天都在上升的。日出之后到上午 9 时，气温才开始明显地上升。到下午 3 时左右气温达到最高点。这是因为地球表面吸收了太阳辐射，土地受到加热以后产生热辐射作用的缘故。日落后地面失去了太阳辐射，逐渐冷却下来。经过 1 个整夜到拂晓 4~5 点钟日出之前，地表达到 1 昼夜间温度的最低点。所以太阳辐射是影响天气变化最主要的气象要素。

太阳辐射给人体以热量，温暖皮肤，调节体内新陈代谢。在气候温和地区，阳光可以使人精神愉快，有利于身体健康，促进儿童身体发育。但在热带地区，强烈的阳光可成为引起中暑的致病因素。不过就是在热带，清早受到初升阳光的照射，对身体健康也是有好处的。

二、气温

任何地方的气温，首先是取决于太阳辐射的强度，其次还要受到地理位置，海拔高度，地形变化，陆地和海洋，

风力与风向以及降雨等方面的影响。

气温是对于人体热交换发生影响最大的气象要素。除气温本身作用外，它还会影响到其他的气象要素，例如，在低温（在10°C以下）时，刮风会加剧寒冷对于人体的影响。在比较高的温度时，刮风就有利于人体的蒸发散热。但是气温超过37°C时，刮风会使人体更加受热，又会引起不利的效果。同样，气温和湿度也有类似的关系。在无风的条件下，高温时湿度是不利于人体蒸发散热的一个因素。而低温时湿度又会加快人体散热，成为引起冻伤的一个因素。

（一）温度计：常见的有华氏和摄氏2种。英美等国多使用华氏温度计，我国和许多其他国家以及科学研究上则通用摄氏温度计。2种温度计的冰点和沸点，如表2。

表2 摄氏和华氏2种温度计的冰点和沸点

温 度 计	冰 点	沸 点
摄氏 (C)	0°	100°
华氏 (F)	32°	212°

2种温度计的换算方法：

$$\text{华氏温度} = \frac{\text{摄氏度数} \times 9}{5} + 32$$

$$\text{摄氏温度} = \frac{(\text{华氏度数} - 32) \times 5}{9}$$

（二）测量气温的方法：把温度计悬挂在不受日晒、风吹和雨淋的背阴地方，经过20分钟后再观察，并记录其结果。气象站是把温度计放在木制的百叶箱内，放置在远离建筑物、大树及其它障碍物的平坦空地上，百叶箱下有

支架，百叶箱底部与地面的距离为1.5米。

(三) 平均温度：是空气温度的平均值。因目的不同而有各种平均方法。要对于某一地方的气温状况有一个比较正确的概念，必须掌握以下的气温记录材料。

1. 日平均温度：用自记温度计，以每天夜间24时到第2天夜间24时内所记录最低温度与最高温度的度数相加，然后以2除之，就得到当日（第2天）的平均温度。

2. 周平均温度：将连续7天（1周）的日平均温度相加，然后以7除之，所得到的平均温度就是周平均温度。

3. 月平均温度：将全月28（29）天、30天或31天的日平均温度相加，然后以同样的日数除之，就得到月平均温度。

4. 年平均温度：将全年12个月中每月的平均温度相加，然后以12除之，就得到年平均温度。

5. 日较差：是每天24小时内最高温度与最低温度相差的度数。同样道理，得到周较差，月较差和年较差。

三、湿度

湿度是表示大气干湿程度的物理量。有绝对湿度、相对湿度、饱和湿度等多种表示方式。空气中的湿度，主要是从地面上与海洋的水分蒸发而来。气温高低，直接地影响达到饱和程度时所需水分的多少，气温愈高，达到饱和点需要的水分愈多。

(一) 绝对湿度：在某一温度下，一定容积空气中所含有水蒸气的绝对量。如果以容积来表示是克/立方米，如果以分压来表示是毫米汞柱。例如，10°C时，水蒸汽为7.7克/立方米，或7.47毫米汞柱分压。

(二) **饱和湿度**：在某一温度下，空气中的水蒸气达到饱和量时的绝对湿度。它与气温成正比。例如0°C时，空气中含有水蒸气4.84克/立方米，10°C时，空气中含有水蒸气9.38克/立方米。

(三) **相对湿度**：在某一温度下，空气中所含水蒸气的绝对湿度与同样温度的饱和湿度之比。

$$\text{相对湿度} = \frac{\text{绝对湿度}}{\text{同样温度的饱和湿度}} \times 100\%$$

例如25°C，空气中含有水蒸气17.12克/立方米，而同样温度（25°C）的饱和湿度为22.8克/立方米，则：

$$\text{相对湿度} = \frac{17.12}{22.8} \times 100\% = 75\%$$

(四) **饱和差**：饱和湿度减去绝对湿度所得到的差数。例如25°C时饱和湿度为22.8克，而当时的绝对湿度是17.12克，则其饱和差应为22.8 - 17.12 = 5.68克。

(五) **露点**：在气压不变、水蒸气无增减的情况下，未饱和空气因冷却而达到饱和时的温度，这一温度就叫做露点。

以上所述各点，从卫生学观点来看，以相对湿度最为重要。

四、风力

风力是指风的强度。常用风级表示。风力对于人体与外界环境的热交换有很大影响。在大风作用于人体时，对热对流有很大的促进作用。风力也有助于人体皮肤的蒸发散热作用。只有在很少的情况下，例如，当气温高于体温时，刮大风不仅不能促进人体的散热，反而要从外界受热，增加了人体的热负荷。因此，风力对于人体的体温变化和

主观感觉如何都有很大关系。

检查宿舍、车间、坑道和某些野战防御工事的气象条件，计算冲击波与有害气体的损伤作用等，都须要检查测定风力和风向。

第二节 气象要素的综合评价方法

一、有效温度

对于人体热交换发生影响的主要气象要素有太阳辐射、气温、湿度和风力等。单从某一气象要素来观察其对人体的影响，往往是不够的，因为这些气象要素多是同时作用于人体的。例如在热带赤道附近，气温很少超过 35°C ，但是相对湿度经常达到 $85\sim 90\%$ 。这种湿热气候对于人体的热负荷，要比某些沙漠地区气温达到 43°C 而相对湿度为 20% 的干热气候，对于人体的影响还要大些。

有效温度是根据气温、湿度和风力等3种气象要素对人体作用的一种综合评价方法。表3是不同气温、湿度和风力等3种气象要素综合作用于人体时，用有效温度来表示的相互关系。

表3 不同温度、湿度和风力与有效温度的关系

干球温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	风力 (米/秒)	有效温度 ($^{\circ}\text{C}$)
43.3	20	1	30.6
35.0	85	1	32.8

有效温度是用一种生理实验方法，在安装有空气调节设备的实验室里，对人体的冷热感觉进行实验测定的结

果。实验是在无风（风力在10~15厘米/秒）、饱和湿度（相对湿度100%）和一定温度条件下进行的。例如，人体对外界环境某一温度、湿度和风力的冷热感觉，和在无风、饱和湿度、气温为20°C的实验室内的冷热感觉相同，就把这种外界环境的气象条件定为有效温度20°C。

有效温度的创制者，美国学者雅格罗(Yaglou)，用以上实验方法研究的结果，认为以下的不同温度和相对湿度，在无风条件下，有效温度都是17.7°C，见表4。

表4 无风条件下，形成有效温度17.7°C的不同温度与湿度

干球温度 (°C)	17.7	18.3	18.9	19.5	20.1	20.7	21.4	22.3	23.2
相对湿度 (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20

雅格罗提出：在北半球地区的舒适区温度，冬季为17~21.5°C；夏季为19~24°C。

舒适区温度是指对人体感觉到最为舒适（适宜）的温度。如果冬季有效温度低于17°C时，人体就会有冷感，如果高于21.5°C时，人体就感到有点热。同样的道理，夏季舒适区的有效温度为19~24°C。夏季舒适区的温度比冬季的高些，这是因为冬季穿着的衣服比夏季的要多些厚些的缘故。

有效温度与人体的冷热感觉，皮肤温度，气体代谢和热平衡等生理功能的关系比较密切。因此受到各国学者的重视。对于没有太阳辐射、没有过冷影响、进行中等度以下劳动强度的房屋，例如办公室、宿舍、公共文化娱乐休息场所（俱乐部、课堂、剧院等）的通风、保暖等卫生设

施，常采用有效温度作为设计和评价的指标。对于有强烈太阳辐射的热带地区和野外环境条件来说，有效温度就不适用了。

二、三球温度指数

对于热气候和野外环境气象要素的综合评价方法，雅格罗经过研究和改进，采用三球温度指数。三球指的是黑球、干球和湿球 3 种温度计。三球温度指数的优点是，不仅反映了气温、湿度的影响，而且把太阳辐射和风力等气象要素的综合关系也都包括在内了。

三球温度指数的测定和计算方法如下：

三球温度指数 = $0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黑球温度} + 0.1 \times \text{干球温度}$ （在阴处）

湿球温度计和黑球温度计都是挂在阳处，只有干球温度计是挂在阴处，3 种温度计挂的高度为离地 1.5 米，相当于人体的呼吸平面。

例如，经测定湿球温度为 28°C ，黑球温度为 50°C ，干球温度为 34°C ，则三球温度指数是：

$$\text{三球温度指数} = 0.7 \times 28 + 0.2 \times 50 + 0.1 \times 34 = 33^{\circ}\text{C}$$

经过我们在热区部队炎热气候条件下负重行军现场实验结果证明，三球温度指数与人体在热气候下劳动时的体温、脉搏、出汗率等生理指标的变化密切相关。因此可以认为，三球温度指数是热气候条件下，对气象要素综合评价的较好方法。世界上许多国家军队已把它作为热气候条件下进行野外军事作业的卫生监督的重要手段。

1954 年，美国海军卫生部门提倡利用三球温度指数作为热气候条件下进行军事劳动的卫生监督指标，并在野外训练现场进行了验证。当三球温度指数达到 31.1°C (88°F)

时，升起预防中暑的警告红旗，要求停止野外劳动训练作业。试行这个制度的结果，在热气候进行野外训练时的中暑病例显著地减少下来，1957年为39例；1958年，1959年下降到2~3例。

除了上述2种常见的较有实用价值的气象要素综合评价方法之外，还有使用黑球温度计，干球温度计和镀银卡他等来测定外界环境的辐射热、气温、湿度和风力等气象要素，计算出等价温度和成效温度等，各有其特点和用法。

第三节 热气候类型

一、热带和亚热带

(一) 热带：通常是指从赤道到南纬和北纬23.5度以内的地区。但实际上，典型的热带气候是从南纬15度到北纬18度之间的地区，尤其是从赤道到南纬和北纬8度以内的地方。

在人们的想象中，热带的气候最热，但是真正的热带并不怎么热，气温很少超过35°C以上。一般多在29°C到32°C之间。热带气候的特点是气温的日较差和年较差都很小，季节之间和昼夜之间气温变化很小。最高气温与最低气温之间的温差，很少超过5~6°C。

热带地区全年气温变化很小，可是在下雨和云量上有明显的变化。全年虽然都可以下雨，但在赤道南北，热带的季节划分，不是以气温的变化为依据，而是以下雨多少来区别的。在北纬的热带，4~10月份为雨季，11月到第2年3月份为干季。在雨季的时候，天天可以下雨，而且雨量很大。雨季时湿度大，气压低，很适合于植物和低等