

文章编号:1005-0523(2001)03-0031-03

# 雨中运动人体受雨量的简略对比计算

喻晓今

(华东交通大学 土木建筑学院 江西 南昌 330013)

**摘要:**雨中人体受雨量的减少,通常被处理成缩短雨中时间此唯一途径<sup>19</sup>。这里根据气象学中雨量测试原理,考察了雨速矢量、行进速度矢量的相互关系,按照等密度假定,计算了有限种速比下的受雨量,发现了时间因素外的减湿做法<sup>19</sup>。

**关键词:**速度;雨量;跑步;人体

**中图分类号:**Q66:P412.1

**文献标识码:**A

## 0 引言

雨乃天气要素中降水现象,但它却带给了人颇多的遐想,能融入人的复杂的情感,故有语言中出现了“霏霏细雨”,“春雨绵绵”,“风雨潇潇”,“倾盆大雨”等等生动的文字,当然,这里既不是去怜悯苦风疾雨中作鸟兽散的人群,去感受人在雨中不同心境而产生的异样体验;也非欣赏痛快淋漓、旁观湿漉漉的“落汤鸡”,而是试图探索一下人此多表现的直接原因及人雨中行为的误区<sup>19</sup>。

## 1 建模

### 1.1 人体受雨量因素

雨按成因分类有四种类型;对流雨、地形雨、锋雨和台风雨<sup>19</sup>其特点分别是:对流雨,水汽高空冷凝,来势猛,时间短;地形雨,降落高度相对低,雨量相对丰富;锋面雨,时间长,雨区广,台风雨,雨量大[1]<sup>19</sup>。对雨一般称谓有,雨、阵雨、毛毛雨<sup>19</sup>对雨大小的描述是说其强度如何,通常根据雨给屋旁人的感官印象来确定其强度,小雨为目能见水滴,多点打土成坑,无声;中常雨,雨滴成线,几滴成浅窝,晰沥声;大雨,成片,一滴开坑,哗声,自然,强度是与雨量成正向关系的<sup>19</sup>。

对雨的量度常用雨量器(我国口径为20厘米)和标准量杯(口径为4厘米)其用于量取雨在一定时间内的积累,且以标准量杯中的水面高刻度“毫米”为雨量单位<sup>19</sup>。显然,单位时间内雨滴通过一个测试面

的多少,是雨量测试的重要指标<sup>19</sup>。由于雨、毛毛雨强度变化不急剧,其降水量主要由时间决定<sup>19</sup>。

阵雨可解释为积雨云,积状云等在上升、下降气流“托住”下的降水表现,其将征是雨速变化较大,其它因素影响较小,所以,以下讨论的结果对它较为符合,雨次之<sup>19</sup>。对纷纷扬扬的毛毛雨可能误差较大,是因为这时与雨速矢相垂面内单位面积单位时间内的雨量变化较大<sup>19</sup>。

故人体在雨受雨量与其在雨中所待时间 $t$ 、降水速度 $V_a$ 、雨滴速度矢量与水平轴夹角 $\alpha$ 、人行进速度 $V_e$ 、路面与水平面夹角 $\beta$ 等因素有直接关系<sup>(13)</sup>

### 1.2 人体受雨量公式

研究雨速度矢,人速度矢都在同一垂直面的情况<sup>19</sup>。

根据速度合成定理,雨滴、人、地面之间速度关系为

$$V_a = V_e + V_r \quad (1)$$

其中 $V_a$ 为雨相对于地面的速度, $V_e$ 为人行进速度, $V_r$ 则是雨相对于人体的速度<sup>(13)</sup>

由于 $V_a$ 受云层高低、雨滴大小、气流上升、下降的制约,故其速度大小有变化,进而引起与雨滴速度矢相垂直的横断面上单位面积雨流量的变化; $V_e$ 也可有漫步和冲刺等分别;又风俯仰角度的改变及路面的坡度不一,因此所得 $V_r$ 大小、方向都可变<sup>(13)</sup>。鉴于降水量的测试是以一定口径的雨量器置于地面而实现的,故雨瞬时的,在其速度矢相垂直的平面内的单

位面积雨量与雨速度乘积便是单位时间内单位截面上的雨流量,又依前分析,雨横截面密度相差不大,此将其差异忽略,则研究三个速度间的关系便可推得雨流量侵于人体的结果<sup>19</sup>。

考虑到上述人体受雨因素的变化,  $V_r$  为

$$V_r = [(V_a \cos \alpha - V_e \cos \beta)^2 + (V_a \sin \alpha - V_e \sin \beta)^2]^{1/2} \tag{2}$$

其中  $\alpha$   $\beta$  分别为  $V_a$ 、 $V_e$  与水平轴夹角<sup>[13]</sup>

$V_r$  与水平轴夹角  $\gamma$  为

$$\gamma = \text{tg}^{-1} [(V_a \sin \alpha - V_e \sin \beta) / (V_a \cos \alpha - V_e \cos \beta)] \tag{3}$$

$V_r$  水平轴投影即与人体迎面的速度分量

$$V_{r \mid x} = V_r \cos \gamma \tag{4}$$

$V_r$  在竖直轴投影即与人体顶面的相对速度

$$V_{r \mid y} = V_r \sin \gamma \tag{5}$$

所以,由(4)、(5)可知,与人体迎面的单位时间单位面积受雨量为

$$Q_{r \mid x} = C \cdot \lambda \cdot V_r \cdot \cos \gamma \tag{6}$$

其中  $C$  为迎面面积系数,与  $V_e$  有关, $V_e$  增大, $C$  则下降,即迎面面积减小<sup>[13]</sup>  $\lambda$  为雨速度矢相垂面的雨密度<sup>[13]</sup>

人体顶面单位面积单位时间受雨量为:

$$Q_{r \mid y} = D \cdot \lambda \cdot V_r \cdot \sin \gamma \tag{7}$$

其中  $D$  为顶面面积系数,性质同  $C$ ,但  $V_e$  增大, $D$  亦增大,即顶面面积增加<sup>19</sup>。

2 计算

2.1 参数选择

积雨云等下部含水滴的云,其云底高度范围为600~2500米,取其中值1500米,若视雨滴为无阻力自由落体,以  $V_i^2 = 2gh$  公式计算,得落地速  $V_i = 171.5$  米/秒,再考虑下降时的蒸发和摩擦,形阻等能耗,顾及台风速限为32.6米/秒~200米/秒<sup>[4]</sup>,而大风中人野外行动低概率,取雨速上限为140米/秒<sup>19</sup>。

为了简明,上述公式中诸因子取典型数据,如表1<sup>19</sup>。

| 表 1         |             |    |   |          |         |
|-------------|-------------|----|---|----------|---------|
| $V_a$ (m/s) | $V_e$ (m/s) | C  | D | $\alpha$ | $\beta$ |
| 5           | 1           | 29 | 5 | 225°     | -20°    |
| 50          | 4           | 28 | 6 | 270°     | 0°      |
| 95          | 7           | 27 | 7 | 315°     | 20°     |
| 140         | 10          | 26 | 8 |          |         |

中国知网 <https://www.cnki.net>  
注:立正姿势:C取31 立正姿势:D取4

表中  $V_a$  包括小、中、大雨不同的降落速度; $V_e$  概括了漫步,慢跑和优秀运动员百米冲刺速度;雨在风中偏斜正负45°及垂直下落;路面分别为正负20°坡和水平; $C$ 、 $D$  取值皆随行进速度增加而依次递减,其与  $V_e$  的对应关系见表1<sup>[13]</sup>各种速度值、每一种不同的倾角,轮流对应,分别代入上述公式进行计算,其结果归纳,分析如下所述<sup>[13]</sup>

2.2 计算结果

令  $X$  为某一行进速度通过100米的人体受雨水量与同一时间内人体站立不动时的受雨量之比,将结果制成图表,可知:大部分情况中  $X$  值在0.8~3.5之间,这当中多数情况  $X$  值接近1<sup>[13]</sup>超出此范围者有下面几种<sup>[13]</sup>

(1) 雨垂直下落且雨速为5米/秒时不同行进速度的  $X$  值,见表2:

| 表 2           |      |      |       |       |
|---------------|------|------|-------|-------|
| 坡度角 \ 行速(米/秒) | $X$  |      |       |       |
|               | 1    | 4    | 7     | 10    |
| -20°          | 2.53 | 6.35 | 9.79  | 14.02 |
| 0             | 2.70 | 7.10 | 11.20 | 15.75 |
| +20°          | 2.70 | 7.17 | 11.47 | 15.73 |

(2) 在背向45°斜雨、雨速为5米/秒时,  $X$  数据如表3:

| 表 3           |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|
| 坡度角 \ 行速(米/秒) | $X$  |      |      |      |
|               | 1    | 4    | 7    | 10   |
| -20°          | 0.74 | 0.16 | 0.73 | 1.38 |
| 0             | 0.74 | 0.28 | 0.96 | 1.66 |
| +20°          | 0.77 | 0.29 | 1.00 | 1.65 |

令  $Y$  为通过100米时某一行进速度的人体受雨水量与漫步该距离时的受雨水量之比,其计算结果,大部分情况中  $Y$  值在0.5以下<sup>[13]</sup>超出此范围情况见表4,雨垂直下落,雨速为5米/秒时  $Y$

| 表 4           |     |      |      |      |
|---------------|-----|------|------|------|
| 坡度角 \ 行速(米/秒) | $Y$ |      |      |      |
|               | 1   | 4    | 7    | 10   |
| -20°          | 1   | 0.63 | 0.55 | 0.55 |
| 0             | 1   | 0.66 | 0.59 | 0.58 |
| +20°          | 1   | 0.66 | 0.61 | 0.58 |

3 结论

1) 由表2知,  $X$  与行速几乎成正比,故若一定在和风细雨中待一段时间,则猛跑不如慢跑,慢跑

不如漫步,漫步不如立定的受雨量少<sup>19</sup>故见雨就奔不一定明智<sup>19</sup>.

2) 由表 3 知,行速 7 米/秒以下  $X$  值均不大于 1<sup>19</sup>也即若你背细雨,只要不全力冲刺,湿衣程度都比雨中畏缩不前要低<sup>19</sup>.但优秀短跑手们,这回可别太猛,否则,湿透第一<sup>19</sup>.

3) 由表 4 知,  $Y$  值均在 0.5 以上<sup>19</sup>.如果一定要在和风细雨中通过一条路,则跑步所获受雨量是漫步的一大半<sup>19</sup>.其告诉要量力而行,湿程度差不到倍数<sup>19</sup>.

4) 除上述外,在雨中待同样时间,大部分情况走跑比站立不动受雨量相差无几<sup>19</sup>因此,若在雨停之前无法避雨,如果无旁人笑话的话,宁愿站立不动,免去徒劳无功的跑耗<sup>19</sup>.一定要在雨中行一段路,则最

好不要浪漫散步,而应快步通过以减少受雨时间,进而降低了受雨水量<sup>19</sup>.这时的从众心理有正面效果<sup>19</sup>.

另外,很显然,侧向斜雨情况的因子数据包括在此范围<sup>19</sup>此外,数据结论对同速敞篷车上的人同样有参考价值<sup>19</sup>.

参考文献:

[1] 王永昌,王越<sup>19</sup>.地理知识问答[M]. 天津:天津人民出版社,1981.  
[2] 谭海涛,等.地面气象观测[M]. 北京:气象出版社,1986.  
[3] 全国体育学院教材委员会.运动生物力学[M]. 北京:人民体育出版社,1990.  
[4] 宗奇岩.天气与作战[M]. 北京:战士出版社,1981.

Brief Contrast Computation of Precipitation  
Hit by Human Body in Rain

YU Xiao-jin

( School of civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:**The precipitation caught by a human body in the rain is usually considered that it has only one concern to the time factor under the same condition of the rain strength. This paper analyses the relation between rain speed and man’s velocity according to the basic methods to ascertain the quantity of the rainfall in meteorology. It gives an interesting conclusion on contrast computation with those speeds and quantities mentioned above.

**Key words:**velocity;rainfall;run;human body