



[苏联] P. A. 斯大契維奇、П. К. 伊沙科夫著

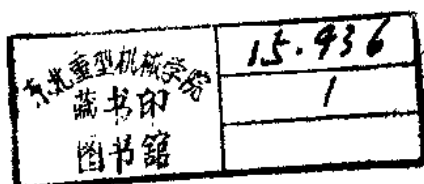
速度、加速度、过载

国防工业出版社

5055962 5214

速度、加速度、过载

P. A. 斯大契维奇 著
И. К. 伊沙科夫
賈宝瑞 楊岍生 译



03 11.1 / 1

国防工业出版社

教



0743217

本書簡明通俗地敘述了運動速度、加速度、過載以及過載對人體的影響。

本書所舉的例子大多數是屬於航空上的例子，因為作者所分析的現象在飛機飛行時表現的最為突出。

本書適用於飛行員、航空學校的學生以及國防體育俱樂部的學員。對那些有志於認識高速運動若干問題的讀者也同樣是有益的。

СКОРОСТИ УСКОРЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ

〔蘇聯〕Р. А. Стаевич, П. К. Исаков

ВОЕНИЗДАТ 1956

速度、加速度、過載

賈寶瑞、楊岬生譯

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第074號

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₃₂ 印張2¹³/₁₆ 58千字

1958年3月第一版 1965年3月第二次印刷 印数：0,861—2,110册

統一書号：15034·168 定价：（科六）0.36元

目 录

緒論	1
第一章 若干物理概念	6
1. 运动速度	6
2. 运动的加速度	13
3. 过载	21
第二章 工程中的过载	29
1. 每一步的过载	29
2. 过载的测量	36
3. 航空上的过载	37
第三章 过载对人体的影响	56
1. 有机体对外界机械作用的稳定性	56
2. 过载对有机体的一般影响	60
3. 提高承受过载能力的措施	74
第四章 速度消灭重量	78
1. 实现 K.Д. 齐奥尔柯夫斯基的科学预言	78
2. 消灭重量的条件	79
3. 在无重量情况下的人	84

43/02

緒 論

自然界的一切物質都是在運動着的。沒有靜止不動的物質。

从深远的哲学意义来看，自然界和社会上的所有变化均應該理解为运动。

运动有若干种的形式。最簡單的运动形式——机械运动，也就是物体在空間中的普通位移。

此外尚有：物理运动如分子和电子的移动；化学运动就是原子分子的化合和分解；有机运动或是有机生命——細胞和組織的发展过程，最后，运动的最高形式——人类社会的发展。同时，运动的各种形式并不是相互孤立的，相反地，是彼此紧密地联系着的。

本書仅研究机械运动。

最簡單的运动——机械运动可能是变化很緩慢的，甚至緩慢到在几十年內不遺留明显的运动痕迹。地形的变化、山頂的风化以及河床的移动都是这种緩慢运动的实例。

当然，这种运动并不是經常能为眼睛所看到的。

但是，运动也可能是快速的，不过，我們若与运动的物体以同样的速度运动，那我們就很困难觉察出这种运动。地球的运动就是这方面的一个例子。

地球表面在莫斯科所在的緯度处 ($55^{\circ}45'$) 的圓周速度約等于 940 公里/小时 (260 公尺/秒)。地球公轉的运动速度約为 108,000 公里/小时或 30 公里/秒 (图 1)。但是，地球的

上述两种运动我們都不能直接感觉到。

只有在观察者相对于周围物体移动或者周围物体相对于观察者移动时，才能觉察出等速直线运动。

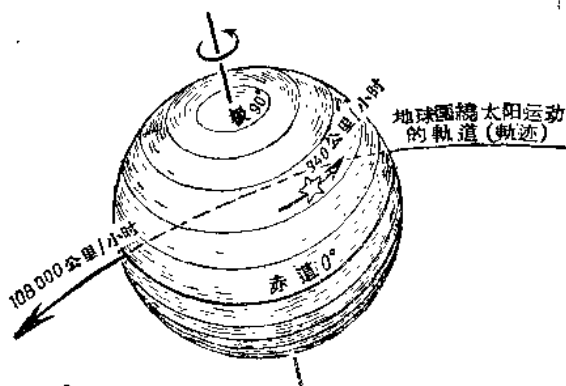


图 1 地球圍繞自己的軸及太阳的运动

因此，可以說物体的运动仅是彼此相对的。

現在我們从偉大的意大利物理学家兼天文学家伽里略所著的書中摘录出如下的一段，因为在这些書中他曾經最先說明了相对性原理：

“如果你和朋友一起关在輪船的寬敞的船仓里，同时輪船作等速运动，那么你仅根据一种动作是无法判断船是在运动着还是靜止着的。你在运动的船上所跳的距离与在靜止的船上所跳的距离相同。虽然，当你跳起来时你脚下的地板向相反的方向逸去，但是你不会因为輪船的快速运动而使你向船尾跳的距离远于向船头所跳的距离。当你向同志擲东西时，从船尾擲向船头所需的力并不比相反擲时来的大……。蒼蝇不是仅停在船尾的部分，而是在任何角落都可以飞行的……”。

人們并不是在一開始就馬上與高速運動發生關係。我們同胞波朱諾夫 (И. И. Полянов) 於 1766 年首先發明了現代蒸汽機，為加快人類在地球上的運動速度奠定了基礎。

當人類的宿望——征服天空得到實現後，極高速的運動才能成為一件可能的事情。舉世聞名的我國學者們在飛行的理論和實踐方面都作出了首創的貢獻。

俄國海軍軍官 А. Ф. 莫扎依斯基在經過頑強的钻研後，終於在 1882 年在全世界首先創造了重於空氣的飛行器——飛機。同年的夏天開始試飛，在某一次試飛時他飛到了空中。

莫扎依斯基飛機的結構可以說是典型的飛機結構。直到今天它還是飛機結構的基礎。

К. Д. 齊奧爾可夫斯基不僅預見到了，而且在理論上也論證了製造噴氣式飛機及大活動半徑火箭的可能性。他創立了研究星際交通問題的宇宙學基礎。

空氣動力學的奠基人 Н. Е. 儒柯夫斯基及其親密的學生 С. А. 恰普雷金均以他們在空氣動力學方面的偉大發現豐富了科學。

十月社會主義革命給科學工作者提供了進行創造性工作的各方面條件。在最初的幾個五年計劃中，在共產黨領導下實行國家工業化時，祖國的航空事業得到了突飛猛進的發展。

在反法西斯侵略者鬥爭的偉大衛國戰爭年代里，蘇聯空軍和所有的蘇聯武裝力量表現出它們是一支強大的力量、一支不可戰勝的、成熟的軍隊。

製造噴氣式飛機是航空事業發展中的一個新階段，這

个阶段标志着飞行速度的急剧增长。

我国于1942年制造了航空史上的第一架安装有液体喷气式发动机的飞机。该机在保尔贺维金诺夫（В.Ф.Болховитинов）领导下由别列斯尼亚克（А.Я.Березняк）和依沙也维奇（А.М.Исаев）所设计，该机安装有杜石金（Л.С.Душкин）式发动机。飞机试飞者为飞行员巴赫奇王德日（Г.И.Бахчиванджи）。

* * *

*

当最早的铁路出现时，火车的速度约为20公里/小时。但这速度对那时来说，是相当大的；并且有些人认为这种速度对人的有机体是有害的。

但是，大的运动速度对人有害的说法是没有根据的；并且由于速度越来越大，因此，使人们相信它是没有害处的。

下面的事实就很可以说明这个问题：我们和地球是以极大的速度运动着。但是，我们并看不出这速度无论对自己或是别人有任何不良的影响。但是，假如驾驶汽车、无轨电车、火车在开动时就开始加速或急剧刹车，那么这种现象所有的乘客都会迅速地感觉出来。有时，在这种情况下常发生乘客跌倒、碰伤的现象。或举另外一个例子——汽车行驶时急剧地向一边转弯。这时仍然如上所述所有乘客都将感觉到汽车的转弯。

为什么我們和地球一起以巨大的速度运动时我們感觉不到速度的影响，而当某一种交通工具运动时我們倒会感到有时对我們是极不愉快的現象呢？問題在于人不受速度本身的影响，而仅受其大小和方向改变的影响^①。

人的有机体是可以承受任何一种的运动速度。当然，这时必須遵守一些条件，例如，防止在其中发生运动的介質对人体的直接作用。此外，后面将要談到，当高速运动时将使人体处于部分失去重量或甚至全部失去重量的情况；在这种情况下，必須采取特殊措施来保护人的工作能力。

① 当原子构造被揭露后，就明确了物質的最小質点——电子是以极大的速度（大于2 000 000公里/秒）运动着；并且发现了每一物体的質量和运动速度的关系：当速度增加时，物体質量增加；当速度减小时，物体質量就减少。在現在人們所使用的速度情况下，可以認為物体的質量实际上是不变的。

第一章 若干物理概念

1. 运动速度

物体运动的速度及方向是机械运动的特征。物体所经过的路程与通过该路程所需时间的比值称为物体的运动速度。

按照运动方向来说，运动可以是直线的和曲线的。

如果速度不随时间而变，那么这种运动就称为等速运动。上述定义对路程中的任何一段或对运动的任何一瞬间来说都是正确的。如果运动不是等速的，那么时间除路程所得的商数就是该路程上运动的平均速度。

为着求出每一给定瞬间的运动速度，必须取许多很小的路段及相应的时间间隔，在这些时间间隔内，速度可认为是常量或是变化不大的。

速度——向量，它除了有数量值外，还有方向。

直线的运动的速度

根据物体运动的快慢，速度是用不同的单位来测量的。在工程上，速度是以公尺每秒（公尺/秒）或公里小时（公里/小时）来测量的；例如，飞机的飞行速度为200公尺/秒或720公里/小时。因此，速度的量纲是用长度及时间来表示的①。

① 用测量单位系统的基本量来表示物理量的表示式称为物理量的量纲。

在物理学上所使用的速度范围很广，所以将小至公厘每年(公厘/年)大到公里每秒(公里/秒)都作为测量速度的单位。例如，某些溶液以每小时不到一公厘的速度相互扩散(渗透)，而电磁波(包括光——可见的电磁辐射)的传播速度则为300000公里/秒。顺便指出，这种速度是自然界中所有已知速度中的最大一种。

声音是属于一种具有明显速度概念的物理现象。通常由于音源和我们之间的距离不大，因此我们很少能觉察得出发音的那一瞬间和我们听到声音的那一瞬间之间的间隔。但是有时这种时间间隔还是可以感觉得到的。

例如，在雷雨时我们后听到雷声而先看到闪电，这就说明了光速与声速之间的差异。在山中声音发出若干时间后才从四周的山壁上反射回来(回声)。离山愈远，声音反射回来所需的时间亦愈长。

在同时收听几个安放在不同位置上的扩音器时，我们一般可以发现听到远处扩音器所发出的声音要比听到近处扩音器所发出的声音来的晚，甚至还要影响我们收听。

音速与传播声音的介质的物理结构有关。同时在很大程度上，它亦取决于介质的情况；例如，音速与空气的温度就有密切的关系(表1)。

表 1

空气温度℃	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
音速公尺/秒(地面)	307	313	320	326	332	338	344	350	356

近代喷气式飞机的飞行速度已达到音速。现在我们常可以发现飞机先在我们的头上飞过然后才听到飞机的声



图 2

音。但是在不久以前却相反，我們先長時間听到逐漸加强的响声，然后当声音最响时才能看到飞机。

表 2 是說明图 2 中所列举的在我們周圍世界中的一些速度范围的数据。

表 2

1. 蝸牛	約1.5公厘/秒	或	5.4公尺/小时	
2. 步行者	1.5公尺/秒	或	5.4公里/小时	
3. 蒼蠅	5	" "	18	"
4. 体育家跑步	10	" "	36	"
5. 輪船	11.1	" "	40	"
6. 急走的馬	13.0	" "	47	"
7. 兔	18	" "	65	"
8. 鷹	約 24	" "	86	"
9. 火車	28	" "	100	"
10. 輕便汽車	35	" "	125	...
11. 延迟跳伞时的跳伞員	50	" "	180	"
12. 暴风	55	" "	200	"
13. 竞赛汽車	170	" "	610	"
14. 渦輪螺旋桨飞机	220	" "	800	"
15. 噴气式飞机	300	" "	1080	"
16. 空气中的声音	340	" "	1224	"
(接近地面处当 $t=15^{\circ}\text{C}$ 时)				
17. 炮彈	865	" "	3100	"
18. 同溫层火箭	2	公里/秒	7200	"
19. 地球(公轉)	約 30	" "	108000	"
20. 氫原子內沿轨道运动的电子	2200	" "	8000000	"
21. 阴极射綫管中的电子	100000	" "	360000000	"
22. 光	300000	" "	1080000000	"

曲綫运动的速度

等速圓周运动是曲綫运动的最簡單形式。例如，旋轉着的物体的所有各点均系作这种形式的运动。旋轉着的物体具有角速度或旋轉速度。

物体的旋轉角度与完成該旋轉角度所需時間的比值称为角速度。角速度系以每秒弧度^①来測量的。角速度的单位系以1/秒表示的。

在工程上旋轉速度系以每分鐘的轉数来表示的。角速度与轉数有如下的等式关系：

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (1)$$

式中 ω ——角速度；

π ——3.14；

n ——轉数/分。

若旋轉物体的某点所作的圓周的半徑以 r 来表示，則該点沿圓周的运动速度，或所謂綫速度 v ，可用下式表示：

$$v = \omega r \quad (2)$$

或
$$v = \frac{\pi r n}{30} \quad (3)$$

我們来确定空气螺旋桨的角速度及桨梢的綫速度。若螺旋桨的半徑 $R = 1.1$ 公尺，每分鐘的轉数为 1500 轉則：

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 \times 1500}{30} = 157 \text{ 1/秒}；$$

$$v = \omega r = 157 \times 1.1 = 173 \text{ 公尺/秒}。$$

① 等于半徑的圓弧所对应的角度称为一弧度；一弧度等于 57.3° 。

轉數高达4 800轉/分的电动机及轉數高达100 000轉/分的航空陀螺儀表的旋轉均可作為近代高速旋轉的例子。

交通工具運動速度的測量

運動速度是用各種不同方法來測量的，採用的方法是與運動的性質及運動的對象（物體、分子、電荷等）有關。現在我們簡明地敘述測量交通工具的運動速度的一些儀器。

汽車上所用的速度表是根據旋轉磁鐵性能的原理（圖3）。

利用軟軸將萬向軸或是一輪子的旋轉運動傳給磁鐵。因此，磁鐵的轉速是與汽車的運動速度成正比。

磁鐵的形狀為不閉合的環形，固定在安裝於自己軸上的磁鐵盒（夾圈）中；螺旋形彈簧使磁鐵盒保持在原始

的位置上。當磁鐵旋轉時，磁鐵盒就隨之轉動，同時，磁鐵的旋轉速度愈大，磁鐵盒的轉角也就愈大。儀表的指針與磁鐵盒相連，該指針在刻度盤上指出運動的速度。

海船及河船的航行速度可利用機械式的或電動機械式的儀器——計程儀（圖4）來測量。計程儀被船拖着前進，當計程儀運動時，轉輪受水的的作用而旋轉。轉輪的旋轉通過機械傳動或電力傳動傳給計算器，該計算器就指出船的航行速度。

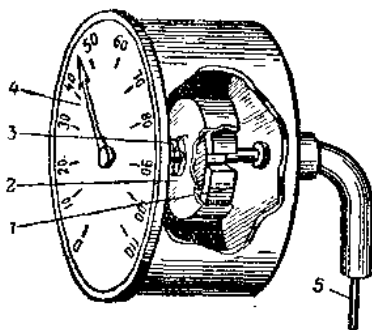


圖3 汽車速度表

1—磁鐵；2—夾圈；3—彈簧；
4—速度表的刻度盤；5—軟軸。

测量飞机速度的仪器是利用迎面空气压力效应的原理,即所谓动压力。通常飞机空速表的感应部分(图5)都安



图 4 测量海船和河船航行速度的计程仪

1—计程仪的外壳; 2—转轮;
3—曳引钢绳。

装在机翼的前方, 感应部分系由二根管子组成。一根管子承受动压力; 另一根管子承受静压力或大气压力。动压力从感应部分沿细长管子传至压力膜盒内。波纹式的盒壁在空气压力的作用下被弯曲, 同时

它通过杠杆系统转动刻度盘的指针。

仪表实际测量的并不是飞机的速度, 而是动压力和静压力之间的差值。

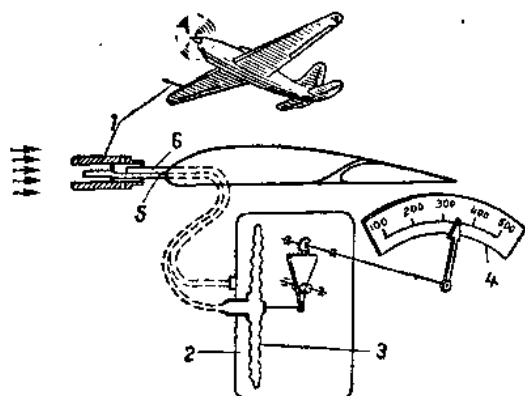


图 5 飞机空速表的系统图

1—空速表的感应部分; 2—表壳; 3—压力膜盒; 4—刻度盘;
5—动压管; 6—静压管。

空气作用在运动物体上的压力与空气的密度及物体运动速度的平方成正比。空速表的读数与空气的密度是有关的：当飞行高度增加时，空速表上所指的同一速度是要比真实的飞行速度来的小。所以要了解任一高度上的真实飞行速度就必须对仪表的读数加以修正。这种修正可能是很大的（图6）。作接近于音速的高速飞行时，将仪表的指

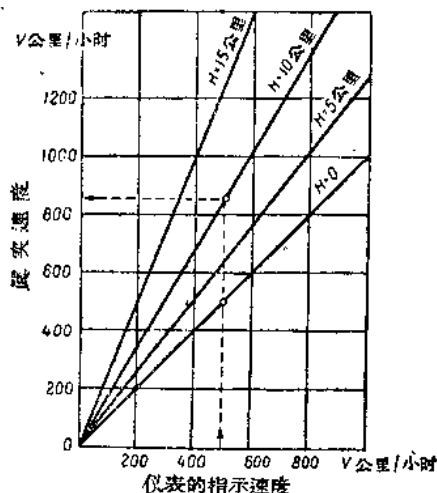


图6 仪表的指示速度折算为真实速度的图表（不考虑压缩性）
H—飞行高度

示速度折算成真实速度是比较困难的，因为这时需要考虑到空气的压缩性。

2. 运动的加速度

加速度的物理本质

若任一物体均匀地运动着，亦即作等速运动，则这就