

# 揭开中国火箭尾焰的色彩秘密

每次看火箭发射直播总让人心潮澎湃。不过细心的人可能会发现,不同的火箭,喷出的烟雾颜色大不一样。火箭尾焰的颜色,主要取决于发动机里燃烧的推进剂成分。

## 红色烟雾的“老前辈”:偏二甲肼与四氧化二氮

如果看长征二号F运载火箭发射神舟飞船的画面,会发现火箭点火后尾部涌出大片红棕色烟雾,气势逼人。这股红烟来自一种经典的常温推进剂组合:偏二甲肼作为燃料,四氧化二氮作为氧化剂。

这种组合最大的优点是在常温下稳定储存,不需要麻烦的低温保温设备,加注流程成熟可靠。四氧化二氮本身无色,但未完全反应的四氧化二氮在常温下容易分解出二氧化氮,而二氧化氮正是红棕色的气体,所以火箭发射时会看到红棕色的烟雾。偏二甲肼与四氧化二氮一接触就能自动着火,省去了复杂的点火装置。

不过这种推进剂有一个明显的短板:有毒性。而且它的燃烧产物中含有二氧化氮等有害气体。随着航天技术的进步,我国新一代火箭已经逐步用更环保的燃料替代了它。

## 白烟滚滚的“绿色新秀”:液氧煤油

近几年火箭发射,红棕色的烟雾消失了,取而代之的是铺天盖地的雪白色烟雾,像一大团棉花糖从

发射台底部翻滚而出。白烟的背后是燃料的换代。长征七号是我国第一款全面采用液氧煤油推进剂的中型火箭,煤油燃烧的主要产物主要是二氧化碳和水蒸气,但在高温燃烧过程中还会生成大量炽热的微小碳颗粒(烟炱),这些颗粒在喷流中发光,使尾焰呈现橙红至黄白色。同时,尾气中的水蒸气在膨胀冷却后会迅速凝结成微小水滴,对光产生强烈散射,从而在尾焰外围形成白色烟雾。液氧煤油无毒无害,安全性大幅提高,火箭的发射准备周期也大大缩短。

煤油的优势不止环保。它来源广泛、成本较低,而且能量密度不错。长征七号装备的YF-100液氧煤油发动机单台推力可达120吨,较常规推进剂比冲提高20%,火箭起飞总推力达到730吨。此外,我国还在发展煤基航天煤油,用煤炭转化而来的燃料替代传统石油基煤油,进一步拓宽了燃料来源,单位成本降低超过50%,已经在长征十二号等火箭上成功使用。

## “冰与火”的零排放组合:液氢液氧

如果说液氧煤油已经够环保,那么液氢液氧则堪称终极清洁能源。液氢作为燃料,液氧作为氧化剂,燃烧之后的产物只有一种——水蒸气,连二氧化碳都没有。

这个组合的代价是需要面对极端的低温挑战。液氢的沸点是

零下253摄氏度,液氧的沸点是零下183摄氏度,箭体内部相当于一个巨大的“冰窖”。长征五号800多吨的总重里,90%是推进剂,其中大部分为低温推进剂(液氢和液氧),因此得了个“冰箭”的称号。加注时空气中的水蒸气遇到冰冷的箭体会凝结成白雾,还没点火就已经“白烟缭绕”了。

点火之后,“冰箭”瞬间化身为“火球”。芯级火箭液氢液氧燃烧喷射出3000多摄氏度的高温烈焰,尾焰呈现淡蓝色或接近无色。长征五号采用“芯级氢氧发动机+助推器液氧煤油发动机”的组合方案,所以尾焰中心偏淡蓝(甚至透明),外围呈明亮的橙黄色。

## 固体火箭的“彩色烟花”

除了液体燃料,还有一类火箭用的是固体推进剂。长征十一号就是长征系列中唯一一款全部使用固体燃料的运载火箭。

固体推进剂中通常会加入铝粉等金属添加剂来提高能量,燃烧时金属成分生成金属氧化物,反射光线形成明亮的火焰,不同金属还会产生不同的颜色,多种颜色叠加甚至会出现彩色的尾焰。固体火箭的尾焰常常呈现橙褐色或亮白色,带着明显的烟尘拖尾。它们最大的特点是反应迅速、准备时间短,可以做到随时发射,特别适合需要快速响应的应急发射任务。

来源:蝌蚪五线谱

## 解惑

近期,不少网友表示,今年的蚊子不仅来得早、数量多,还格外“凶狠”,普通的花露水、蚊香好像都不管用。这到底是我们的错觉,还是蚊子真的偷偷进化了?

**暖冬+升温快** 蚊子从卵、幼虫(孑孓)、蛹到成虫,最适宜温度是20至30℃,低于10℃基本不活动,低于5℃会大量死亡。今年入春以来,全国多地(尤其是南方、华东、华北)气温回升快,3月中下旬就频繁出现20℃以上的晴暖天气,比常年同期偏高2至4℃。又加上去年是典型暖冬,所以本该在初夏才“醒”的蚊卵、成蚊,因为气温回升太快,提前结束休眠、进入活跃期。

**降水多、积水多** 蚊子一生离不开水,雌蚊必须在静止的清水中产卵,幼虫只能在水里存活,这是蚊子繁殖的核心前提。今年春季不仅暖,还多雨、多阴雨,小区花坛、花盆托盘、屋顶积水槽、楼道角落的小水洼,雨后都成了天然积水点。哪怕只有瓶盖大小的一汪死水,3至5天就能孵出上百只幼虫(孑孓),一周后变成成蚊飞出来咬人。

**越冬蚊基数大** 蚊子越冬靠“躲”,温暖的冬天让躲在室内、地下的越冬雌蚊存活率大幅提升。淡色库蚊(俗称“家蚊子”)一般会躲进各种避风、阴暗、潮湿又相对温暖的场所。气温超过15℃后,就会从越冬状态中醒来,开始寻找血源“吸血”、找积水产卵,然后新一代蚊虫就诞生了。白纹伊蚊(俗称“花蚊子”)则在吸血后产卵,利用卵的耐寒、耐干特性熬过冬天。这些越冬卵大多藏在积水、淤泥中或容器内壁。等到春天气温升高、容器积水后,“休眠的卵”会立刻苏醒,遇水孵化,最终变为成蚊。

来源:北京科学中心

## 今年蚊子为什么这么疯

## 健康

## 煲汤时间越长越有营养吗

多年来民间一直有“煲汤时间越长,汤就越有营养”的传统观念。在这种观念的影响下,煲一两个小时的有之,煲三五个小时的有之,甚至有十几、二十个小时的,其目的就是为了得到期望中的营养价值。是不是“煲汤时间越长,汤中的营养价值就越高”呢?

营养学家在实验中模拟家庭的普通烹饪方法,实验研究表明:煲汤的营养价值在烹饪1小时左右基本上达到最佳状态,可获得比较理想的营养成分峰值,同样,此时的能耗和营养的价值比相对较佳。长时间煲汤后,肉中的蛋白质和脂肪含量会有所下降。煲类菜肴加热5至6小时所付出的经济代价与从煲汤中获得的营养价值相比是得不偿失的。

来源:《百科知识》

## 图吧



## 中国空间站凌日

4月24日,在北京市昌平区东小口镇拍摄的中国空间站飞过太阳的过程(堆栈合成照片)。

来源:新华社

## 趣知

## 金属无味为什么闻起来有味道

金属的确是没有味道的,你闻到的“金属味”其实不是金属本身的味道,而是你皮肤上的物质与特殊金属发生化学反应产生的气味。金属本身在常温下几乎不会挥发,因此没有气味。当你触摸铁金属时,例如最常见的铁,皮肤分泌的汗液和皮脂与金属表面接触,发生以下化学反应:汗液中的水分和电解质使金属表面的铁原子失去电子,变成二价铁离子( $Fe^{2+}$ ),

并催化皮肤上的脂质发生反应生成其他物质,其中最主要的是“1-辛烯-3-酮”,这种物质散发出我们熟悉的“金属味”。

有趣的是血液中的血红蛋白也含有  $Fe^{2+}$  离子,接触皮肤时同样能催化产生1-辛烯-3-酮,所以血腥味和金属味很相似。人类对这种气味敏感,可能源于祖先需要追踪受伤猎物或同伴的需要。另外,每个人的皮脂成分不同,所

以闻到的“金属味”也可能有所不同。除了铁,其他金属与皮肤接触也可能产生气味。

总的来说,金属“气味”的本质是金属离子与皮肤生物化学的互动结果。铁和铜因能提供活性离子并生成强挥发性有机物而气味明显,并且这两类的金属制品日常接触最多;铝、银等因表面钝化或化学惰性而基本无味。

来源:中科院物理所