

上个月,举世瞩目的北京冬奥会圆满落幕。纵观此次赛事,从筹办到开赛,处处透露出十足的“科技范”。其中,中国队利用体育风洞助力短道速滑训练的新闻,引起不少科技迷的关注。

助力体育训练,只是风洞诸多应用中的一种。众所周知,风洞是现代化航空领域研究和飞行器设计的重要设施,其建造能力代表着一个国家航空航天技术的发展水平。

人类对风洞的研究,迄今已有150多年的历史。航空飞行器发展初期,科学家对空气动力学问题的探索,促进了风洞的快速发展。通过模拟飞行器的空中飞行状态,研究风洞内高速气流与飞行器相互作用的规律,科学家可以获取飞行器设计的重要数据。

那么,风洞是如何发展起来的?风洞建造技术难在哪里?风洞对飞机设计有哪些功用?本期,让我们一探究竟。

探寻一股神秘的“风”

■雷柱

军工科普

起源

人类“飞天梦”从大木箱起步

1871年,世界上第一个风洞诞生,英国船舶工程师韦纳姆用它进行物体空中运动阻力的测量。

真正将风洞应用于航空领域的人,还是美国莱特兄弟。1903年,莱特兄弟成功将一架带有动力的载人飞行器——“飞行者一号”送上蓝天,迈出了人类航空史上重要的一步。风洞,正是让此次试飞载入史册的“幕后功臣”。

以当时的科技水平,造出一架能飞上天的飞机已经不是难事,设计理论方面已相对成熟。困难的是,如何在复杂天气情况下尽可能延长飞机飞行时间。这就要求科学家通过试飞获取大量空气动力学数据,从而设计出最佳机型。

试飞风险可想而知。为避免机毁人亡的事故,聪明的莱特兄弟想到了韦纳姆的发明——风洞。

与科技感十足的现代风洞相比,莱特兄弟当时制作的风洞十分简单——一个两端开口、长1.8米、横截面积约0.16平方米的大木箱。兄弟二人利用双缸煤气机作为动力源,在大木箱内对飞机模型进行上千次吹风试验,成功获取了一整套科学数据。最终,他们确定“飞行者一号”的最佳设计方案。

之后,随着航空工业快速发展,各国纷纷投入到风洞建设中,风洞的尺寸也越来越大,呈现出种类繁多、功能多样的发展趋势。

1907年,德国成立哥廷根空气动力学试验院,花费巨资修建出一大批风洞,并率先研制出喷气式飞机和弹道导弹。

1915年,美国成立国家航空咨询委员会,负责建造和管理不同类型风洞。

1918年,苏联成立茹科夫斯基中央空气流体力学研究院,主要建造各种类型风洞。

据统计,截至20世纪90年代,美、英、德等多个国家建造风洞数量总和达186座。

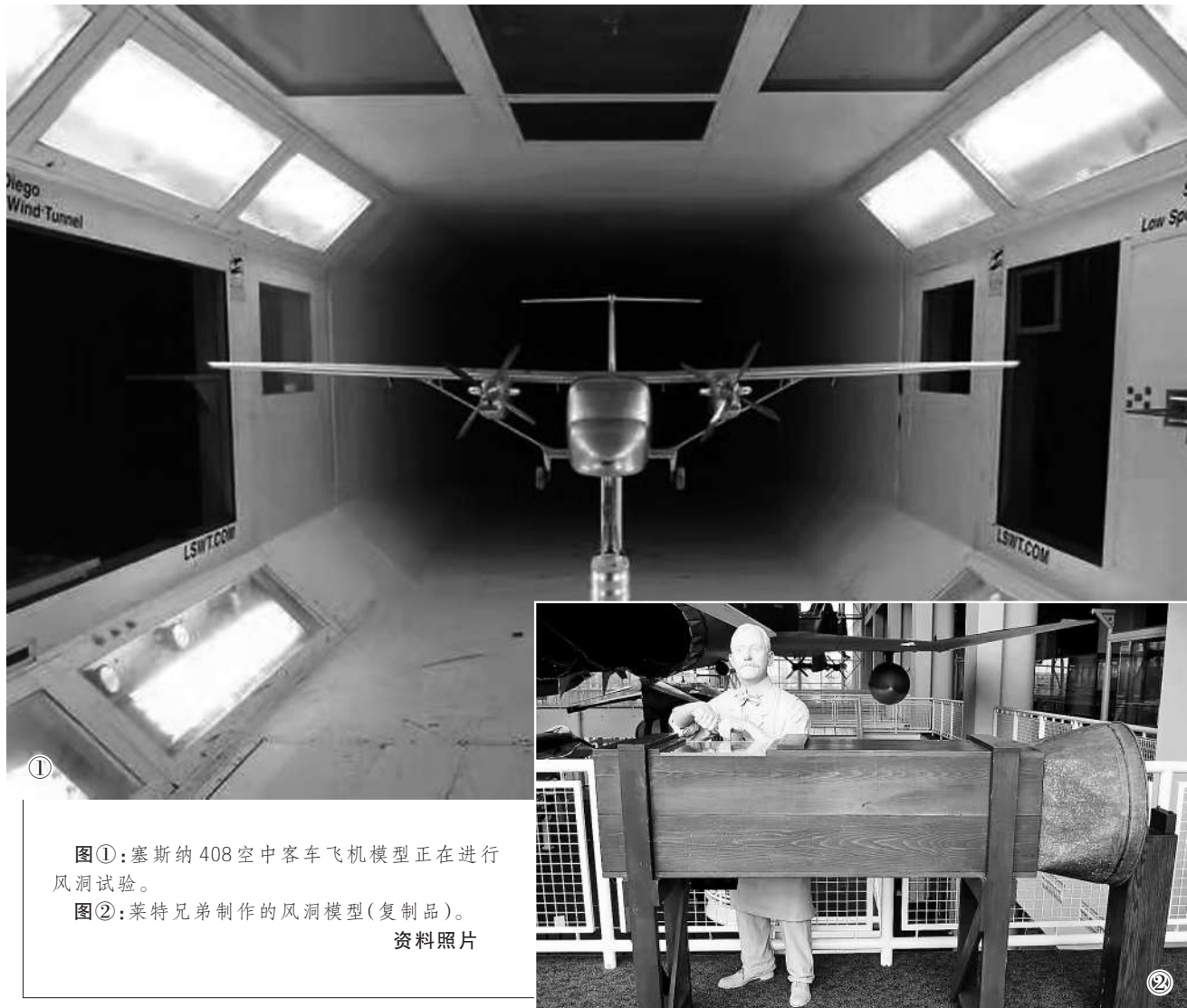
进入21世纪,风洞发展呈现百花齐放的局面,汽车风洞、气象风洞等如雨后春笋般涌现。如今,风洞的种类越来越多,用途也越来越广泛。

突破

“风不过来,我就过去”

20世纪40年代,飞机进入超音速飞行时代。对速度的极致追求,成为世界各国发展风洞事业的重要课题。

随着超音速飞机迅速走红,单纯依靠



图①:塞斯纳408空中客车飞机模型正在进行风洞试验。

图②:莱特兄弟制作的风洞模型(复制品)。资料照片

轴流式风扇“吹风”的传统风洞显然不能满足试验需要。即便再增加一个拉瓦尔喷管,风洞内气流速度也只能达到1.2马赫。要想拥有更高风速,就需要更大的空气压力差,科学家必须另寻其他办法。

气球给科学家带来创新灵感——他们用压气机将空气压入高压气罐,达到预定压力后打开阀门,使高压气体“吹”进风洞管道,从而形成超音速气流供试验使用。

单纯依靠上游高压空气的吹冲作用,依然无法满足飞机飞行速度试验要求。为获得更快的气流,科学家又在风洞下游出口接上一个真空容器,靠“上吹下吸”的方式形成更大压差,从而产生大于5马赫的高超音速气流。1945年,德国一家科研机构采用储气罐放气和真空箱吸气相结合的方式,率先研制出气流速度高达10马赫的高超音速风洞。

追求气流速度永无止境。要知道,高超音速飞行器再入大气层后是以10倍以上音速飞行,这就需要持续技术创新,制造出气流速度更高的风洞。于是,科学家盯上了火药爆炸——火药爆炸瞬间能产生巨大能量,形成高速气流,可以满足高超音速飞行器的风洞试验要求。

理论正确并不代表实践成功。人们很快发现,火药爆炸产生的高速气流方向紊乱、持续时间短,试验数据并不准确。无奈之下,这种方法不得不宣告失败。

科学家最终还是回到利用压力罐产生高速气流的方式。他们想到了另一种气流加速方式——“风不过来,我就过去”,即利用较高的相对速度来获得更高风速。这种风洞,不再是短小精悍的形

状,而是有着非常长的管道,目的是让高速气流和物体有足够空间相对而行,从而获得更高的相对速度。

这一设想最终获得成功。在风洞的发展演变过程中,科学家进行了各种极具创新的试验,只为实现更高、更快、更强的目标。

前景

“吹”出一片新未来

航空工业历来有着“一代风洞,一代飞行器”的说法。在军事领域,大型高端风洞无疑是一个国家重要的战略性资源。可以说,没有先进的风洞试验设备,就无法研制出先进战机。

二战前,苏联建造了当时世界上最大的可用于整架飞机试验的全尺寸风洞,为其研制多型号战机奠定基础。

无独有偶。耗费10年之久,美军F-22战机先后在15座风洞进行了75项、约4.4万小时的高低速风洞试验,最终确定了F-22战机的气动外形。

未来飞行器的研究与发展,依然离不开先进的风洞试验。针对未来飞行器精细化设计需求以及高速化、隐身化、无人化的发展趋势,风洞设计也需要跟进战机迭代发展,进行技术创新。

当今,临近空间是空天一体作战的新高地,具有极强的军事战略意义。高超音速临近空间飞行器的研

发,必将推动未来战争进入快速精确打击时代。

20世纪80年代至90年代,美、俄等军事强国开始着手高超音速临近空间飞行器的研究,但成功的案例屈指可数。其主要原因是,临近空间飞行环境与对流层、平流层不同,容易产生分子振动激发、真实气体效应、稀薄气体效应等各种复杂问题。同时,随着飞行器飞行速度加快,飞行器与空气摩擦后产生的温度骤升,周围空气会发生复杂的热化学反应,形成离子状态,飞行器就像在泥潭中游泳。

等离子体是一种由大量电子、离子和中性粒子组成的物质聚集态,它不同于物质的气态、液态和固态,被称为物质的“第四种状态”。在航空航天领域,等离子体具有隐身、助燃和降噪等特点,成为各国研究的热点。

有报道称,俄罗斯克尔德什研究中心已经研发出第一代和第二代等离子体发生器。此外,俄罗斯进行的风洞试验表明,利用等离子体隐身技术,可以减少飞行器30%以上的飞行阻力。

不过,等离子体技术在军事领域的应用依然任重道远——难点在于如何设计一种易于产生和控制的等离子体产生装置,并适用于各种武器平台的试验。对等离子体的动力学研究,已经成为未来风洞的发展趋势。

此外,随着计算机技术飞速发展,数值计算正在深度应用于航空航天领域,发展数值计算与风洞试验相结合的数据风洞,已成为提高武器型号研发效率、减少风险、降低成本的一种全新手段。

军工档案

第一次世界大战的马恩河会战,英军遭到德军木柄手榴弹袭击后伤亡惨重,于是英国科学家研制出1号磁炸手榴弹。数年后,英国设计师米尔斯又在1号磁炸手榴弹的基础上,设计出闻名于世的米尔斯手榴弹,成为半个多世纪来的经典单兵武器。

1号磁炸手榴弹——

磁炸引信成就“堑壕炸弹”

一战期间,机枪问世,战争进入拉锯战。士兵们躲在堑壕内射击,用强大火力划出一道“无法逾越的死亡线”。

马恩河会战,德军率先使用木柄手榴弹打破僵局,给英军造成不小伤亡,英国不得不加快研制手榴弹。

英国人对手榴弹的研制早有准备。日俄战争期间,英国曾派遣10余名军官近距离观察参战双方的表现,以期发掘重要情报。

中校埃尔德·霍尔丹作为其中一员跟随日军行动,对此次战争中手榴弹的表现颇为关注。他特意带回日军手榴弹样品,向上级报告手榴弹在战争中的重要性。

在研制过程中,霍尔丹发现部分手榴弹存在“哑弹”现象——这是因为手榴弹磁炸引信没有率先触地。他尝试在木柄上加装一条9厘米长的帆布带,投出后帆布带自动展开,确保磁炸引信先着地。

此外,霍尔丹还在手榴弹内部增加铸铁杀伤环,提高手榴弹杀伤效果;在弹体底部安装黄铜皮带夹,方便士兵将手榴弹挂在腰带上。



战争是新型武器的“磨刀石”。1914年的一天夜晚,英军士兵趁着夜色携带1号磁炸手榴弹对德军阵地发起突袭。他们将手榴弹精准投向德军堑壕,打得德军士兵措手不及。1号磁炸手榴弹初战告捷。

就在1号磁炸手榴弹大规模应用之际,一个棘手问题接踵而至——1号磁炸手榴弹磁炸引信的结构设计非常复杂,对生产工艺要求很高,难以大规模量产。

无奈之下,英军士兵在空罐玻璃瓶内装上炸药、雷管、金属碎片和导火索,并用盖子密封,自制成简易手榴弹以解燃眉之急。

与德军木柄手榴弹相比,英军的1号磁炸手榴弹暴露出威力不足、稳定性差、发挥作用有限等问题。

米尔斯手榴弹——

创新设计打造“菠萝手雷”

英军在战场上频频遭到德军木柄手榴弹压制,而1号磁炸手榴弹难以实现量产。这时候,研发一种性能可靠、便于大规模生产的手榴弹成为当务之急。

一时间,各型手榴弹纷纷亮相。在这些种类繁多的产品中,工程师威廉·米尔斯设计的手榴弹脱颖而出。他充分发挥在冶金铸造方面的技术优势,借鉴比利时自行引爆手榴弹的部分设计理念,对1号磁炸手榴弹进行改进。

米尔斯手榴弹主要由弹体和引信两部分组成。铸铁弹体外观呈椭圆形,弹体外壳纵横交错的沟槽把弹体分为48瓣,看起来像个菠萝,目的是为了弹体在爆炸时产生较为均匀的杀伤碎片。铸铁弹体底部有一个黄铜底塞,依靠螺纹与弹体固定在一起,拧开后可以从这里安装引信。

此外,米尔斯还将原本需要机械加工圆柱形弹体改成椭圆形,进一步简化生产工艺;将弹体材料由铜替换成铁,降低手榴弹的生产成本……

值得一提的是,米尔斯手榴弹的雷管和火帽都是通用标准型号,售价非常便宜,这为米尔斯手榴弹大规模生产打下坚实基础。



1916年7月26日深夜,法国北部一个名为波齐埃斯的小村庄里,发生了一场惊心动魄的手榴弹对决。

节节败退的澳大利亚军队得到英军支援后,同德军展开了一场超过12小时的战斗。面对德军发起的一次冲锋,澳大利亚士兵主要用米尔斯手榴弹对敌人进行压制。

夜幕中,火光、爆炸声、尖叫声此起彼伏。一夜之间,澳大利亚军队使用了超过15000枚米尔斯手榴弹,重创德军并扭转战局。

从此,米尔斯手榴弹声名大噪,英军迅速将其装备部队。

时至今日,米尔斯手榴弹依然活跃在中东和北非战场,成为世界上少有的服役超百年的武器之一。

(王崇崇、银昊、陈奕心)

手榴弹如何引爆

■冯文星

手榴弹是一种能攻善守的单兵作战武器,自诞生以来就成为陆战场上最重要的武器之一。由于威力大、引爆时间短,在手榴弹实投训练中,有的新兵会产生恐惧心理。其实,手榴弹本身并没有那么可怕,只要详细了解其内部构造和爆炸原理,我们就可以轻松使用它。请看第80集团军某旅助理工程师王洋的讲解——

现代手榴弹一般采用延时引信。通常,它的拉环上会连着一个安全栓。安全栓是一根针,能够将手柄固定,手柄又将撞针固定。按住手柄的同时,拔掉安全栓,此时手榴弹并不会击发。一旦投出手榴弹,在弹簧的作用下,手柄脱落,撞针下落便会撞向火帽。

这种撞击会产生少量火花,火花会点燃引信中的缓燃材料,数秒后缓

燃材料燃烧完毕。缓燃材料的末端与引爆器相连,引爆器中填充了易燃材料。待易燃材料燃烧完后,引爆器将被引爆,从而形成爆炸。

现代手榴弹的延时时间通常是3至4秒种,所以电影里士兵捡起对方远距离投掷过来的手榴弹再次投掷出去的场景,在多数情况下并不现实。

随着科技快速发展,手榴弹技术迭代升级,更多新型磁炸手榴弹相继诞生。这种新型手榴弹投掷出去后,接触目标便会发生爆炸,对方士兵几乎没有反应时间。这就需要投掷者加强预前的模拟训练,以更加稳定的心理素质和高超的实操技能,发挥出手榴弹的最大作战效能。

下图:王洋用手榴弹模型为官兵讲解相关知识。 虎晓峰摄



善于以失败为师

■巩沛文

的科学家,在他每个初步设想当中,能实现的也不到一个,更多的科研人员会受困于难以预料的情况而失败。面对失败,不同的人表现出来的态度和行为大不相同。有的人敢于正视失败、承认失败,对失败进行认真分析,寻求解决办法;有的人却不愿咽下失败苦果,讳疾忌医,导致看不清短板痼疾,找不准过错原因,一直在失败中“打转转”。

失败这座桥,一头连着既往,一头通向未来。战胜失败,往往始于正确对待失败。失败的价值,在于为成功积累经验。因此,成功的科学家往往善于以

失败为师。苏联设计师波利卡尔波夫设计出的飞机屡次发生飞行事故,广受外界质疑。但他从未放弃信念,在吸取以往失败经验和教训后攻克了一系列技术难题,成功打造出一款适于夜间作战的轰炸机。苏联科学家科罗廖夫主持导弹设计工作后,面对失败毫不气馁。他坚持到试验场与工作人员分析发射失利原因,寻找突破技术瓶颈的办法。经过无数论证,科罗廖夫带领科研团队形成了从原理、材料到构型的全新导弹设计方案,世界上第一枚洲际导弹P-7横空出世。

英国科学家威廉·汤姆逊回顾一生奋斗历程时说:“有两个字最能代表我50年内在科学进步上的奋斗,就是‘失败’两字。”可以看出,科技创新本就是“九死一生”,要想有所收获,必须做好经历失败、不怕失败、抗击失败的准备。“以失败为师”——认输但又不服输,承认失败但又不甘心失败,弄清楚“为什么失败”,才能最终战胜失败走向成功。

匠心慧眼