

航
空
知
识

1

1975



毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

航空知识

一九七五年一月号目录 总第四十六期

我国古代劳动人民对航空科学的贡献.....	武陵山(2)
巨龙腾空冲霄汉(本期封面).....	陈力(5)
漫谈水上飞机的发展(上).....	王志孝(6)
航空发动机的新用途.....	俞振新(8)
飞行员保护盔.....	郑炎安(10)
在批林批孔的推动下 我国民航运输	
一九七四年超额完成国家计划.....	(13)
多级运载火箭的级间分离.....	学愚(14)
团练复霸的一场斗争.....	刘恒远(17)
国外机载武器系统发展简史(一).....	韩振忠(18)
北京—德黑兰—布加勒斯特—地拉那	
国际航线正式通航.....	(20)
硼、碳纤维金属复合材料.....	李云盛(21)
人力飞机研究近况.....	楚云(24)
直升飞机的旋翼雷达.....	思冀、育农(28)
介绍一支模型火箭.....	孙景桥(30)
灯光电波探夜空(本期封底).....	刘连印(32)

洪波滚滚冲霄汉(套色木刻).....	武登云等集体创作(封面)
全国摄影艺术展览作品选.....	(封二)
人力飞机.....	孙跃中绘图(封三)
夜守浦江.....	凌里摄影(封底)
自力更生奏凯歌(组画).....	武登云等集体创作(彩色插页)
我国古代劳动人民对航空科学的贡献.....	温承诚绘图(插页)

在
这
一
期

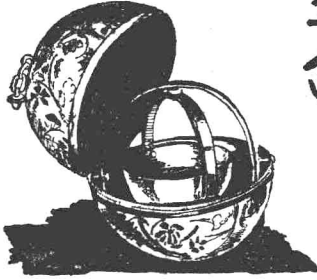
「中国是世界文明发达最早的国家之一」，在航空科学技术

的许多方面，我国古代劳动人民都有杰出的发明创造。两千多年来，儒法两条路线的斗争深刻地影响着我国历代科学技术的发展。我国的航空科学，后来在历史上长期陷于发展迟缓的状态，儒家反动思想对政治路线的阻碍、破坏，是一个重要原因。本期发表的《我国古代劳动人民对航空科学的贡献》一文和插页的图画，介绍了这方面的情况。

现代航空的许多产品，当然主要是在天上用的，而且主要是供应军用，但是，有的产品，只要加以改装，也能在地面民用工业中发挥很大作用。本期发表的《航空发动机的新用途》一文，介绍了航空燃气涡轮发动机在地面发电、工业动力等方面应用的前景。

编辑 中国航空学会航空知识编辑委员会
 出版 航空知识杂志社
 地址 北京师范学院路
 印刷 北京新华印刷厂
 北京胶印厂
 发行 北京市邮局总发行，全国各地邮局订购
 代号：2-410 印数：241,500 定价：0.20元





我国古代劳动人民 对航空科学的贡献

武陵山

伟大领袖毛主席指出：“中国是世界文明发达最早的国家之一”。我国古代劳动人民创造的科学文化，曾经居于世界之前列。在航空科学技术方面，从空气动力学的应用，到喷气技术、火箭武器的发明，我国都有突出贡献。两千多年来，儒法两条路线的斗争，也深刻地影响着我国航空科学技术的发展。

毛主席指出：“自然科学是人们争取自由的一种武装。”勤劳勇敢的我国古代劳动人民，对于绚丽壮观的广阔天空，对于自由翱翔的飞燕雄鹰，很早就有着各种美丽的理想，热切的愿望。赤手空拳或拿着原始武器的古人，为了对付猛兽或敌人，为了生活，是多么希望象鸟那样会飞，多么需要能在空中飞行的交通、通讯工具啊！诗人屈原（公元前三四〇年至公元前二七八年）的诗中写道：“驷玉虬以乘鸞兮，溘埃风余上征。”意思是要以凤凰为车，以玉龙为马，飘忽地御着长风向那天上旅行。一千多年前，后汉武梁墓室的石壁上就刻有长着两翼的飞人图象。这些文化艺术遗迹充分反映了我国古代劳动人民最原始的航空理想。航空理想和愿望是古代劳动人民在生产斗争、阶级斗争中产生的，把理想和愿望变成各种尝试，进行各种试验，则是古代劳动人民在社会发展中逐步实现的。毛主席指出：“在中华民族的开化史上，有素称发达的农业和手工业，有许多伟大的思想家、科学家、发明家、政治家、军事家、文学家和艺术家，有丰富的文化典籍。”我国悠久的历史，社会的前进，生产的发展，在劳动人民中造就了不少知名的和不知名的航空科学的伟大发明家。

春秋战国时期，具有丰富实践经验，在建筑木工器械方面有很多发明创造的鲁国巧匠公输般（后人称之为鲁班）首先开始研究并创造了能飞的木鸟。当时我国是处在从奴隶社会向封建社会过渡的大变革时期，生产关系的变革为生产力的发展创造了条件。在劳动人民发展科学技术的伟大斗争中，新兴地主阶级的法家路线，起了积极的促进作用，使水利工程和冶铁等科学技术大大发展。出身于工匠家庭的鲁班正是这个时候从千千万万劳动人民中涌现出来的杰出发明创造家。后来到了唐朝，随着生产力的进一步提高，制造能飞木鸟的技术也有了发展。据《杜阳杂编》记载，唐朝有个兵士，叫韩志和的，“善雕木作鸾、鹤、鸚、鹊之状，饮啄动静与真无异，以关戾置于腹内，发之则凌云奋飞，可高三丈至一二百步外，始却下。”韩志和的木鸟腹内有机关，发动以后能腾空而起，这和现代模型飞机已很相似了。在研究和试制飞行器的同时，古代劳动人民通过对鸟类扑翼和滑翔飞行的细致观察，还进行过飞行试验。在公元初有人“取大鸟翻为两翼，头与身皆著毛，通引环钮，飞数百步”。





飞后安然降落，这更是人类第一次飞行的勇敢尝试了。

我国古代劳动人民因生产和生活的需要，在四千多年前就会利用水力和风力。风帆的使用和扇子的发明，都是人们利用空气动力和产生人造风的工具。据传说早在夏禹时代（公元前二一〇五年至公元前二一五〇年）帆和扇子就开始为生产斗争服务。经过不断地实践和改进，出现了连续吹风的风扇，并用其加工农产品。随着齿轮传动的出现，西汉末年巧工匠丁缓创造了“七轮扇”。据唐朝李石的《续博物志》记载：“汉长安巧工丁缓作七轮扇，连七轮，大皆径尺，一人运之，满堂寒战。”丁缓的七轮扇是利用扇叶连续转动来产生人造风。同时，他利用七轮传动起增速作用，“一人运之，满堂寒战”，成功地利用了轮系传动。这是现代活瓣式发动机中增速齿轮传动的雏型。

风扇的发明与航空科学关系十分密切。研究飞行器性能的一种试验设备——“风洞”，就是利用风扇来产生人造风的。涡轮喷气发动机上使用的压气机实际上就是风扇。飞机上的螺旋桨也是一种风扇，螺旋桨转动起来，产生拉力使飞机前进。如果将风扇吹风的方向向下，就形成向上的作用力。根据这个原理，我国古代劳动人民还发明了向上飞升的“竹蜻蜓”，这是现代直升飞机的前身。

又据《西京杂记》的记载，丁缓——这位劳动人民中的能工巧匠，在制造机械、器具方面有丰富的实践经验，有不少发明创造。“环转四固而炉体常平，可置被褥”中的“卧褥香炉”就是其中的一项。这种香炉放在一个镂空的球内，用两个机环架起来，利用相互垂直的转轴和香炉本身重量，在球体任意滚动时，香炉始终保持平稳不会倾洒。这与现代航空陀螺仪的万向支架原理完全一样。将万向支架和陀螺结合在一起，经过不断地改进，就形成了今天飞机、导弹和航海上普遍使用的陀螺仪了。与这种香炉相类似，唐朝的“镂空银熏球”曾在无产阶级文化大革命期间出土物展览中展出。

二

无产阶级伟大导师马克思指出：“**没有对抗就没有进步。这是文明直到今天所遵循的规律。到目前为止，生产力就是由于这种阶级对抗的规律而发展起来的。**”社会的阶级斗争以及抵御外敌的需要，推动了我国航空科学的发展。

同飞机、滑翔机的飞行原理相类似，风筝也是依靠空气动力而维持在空中飞行的一种飞行器。早在二千多年前，秦汉时期史书上就有制造风筝的记载。风筝的出现，早期是作为通讯工具，用于军事需要。例如公元七八二年，唐朝临洛守将张休在遭到分裂割据势力田悦领兵围攻时，放风筝求救，因为风筝飞得较高，“达百余丈”，田悦的弓箭射不着，援兵马燧在接到风筝上送来的求援信后，快马加鞭，及时赶到临洛城下，结果，里应外合打退了田悦。这是一次风筝为军事通讯服务的成功实例。

同样，利用浮升原理试验制造一种热气球——轻于空气的飞行器，在我国也有两千多年的历史了。汉武帝时代淮南王刘安等写的《淮南子》中记载着“取鸡子，去其汁，然艾火纳空卵中，疾风因举之飞”。这是对热空气浮升原理的试验。虽然根据实践和计算，这样的鸡蛋壳是不易飞起来的。但是它说明聪明、智慧的我国古代劳动人民很早就在进行这方面的研究。通过实践、失败、再实践，这个浮升原理的萌芽逐渐完善起来。五代的莘七娘在参加作战时，就曾用竹篾扎成方架，糊上纸，作成大灯，下面用松脂点燃，能够飞上高空，用作军事信号。这叫做“松脂灯”。以后，南宋高宗时代范成大的《石湖诗集》中有这样的诗句：“掷烛腾空稳”，自注“小球灯时掷空中”。意思是将点着腊烛的“小球灯”送上空中稳稳地飘浮着。这种“小球灯”一直流传到现在，人们也称它作“孔明灯”。

我国古代劳动人民的另一项重要发明，就是最早的喷气推进火箭。随着唐代火药发明以后，在军事上广泛利用火药来改进旧武器，创造新式武器。到了元



明时代，喷气推进火箭已成为抵御入侵的有力武器了。一八二〇年阿拉伯人的著作中，曾把这种火箭称之为“中国箭”。正是在张居正推行的法家路线的影响下，明朝的茅元仪汇编了《武备志》这部我国古代重要的军事科学巨著。在《武备志》中大量记载了元明时期及元代以前我国古代劳动人民在火箭技术方面的发明创造。例如书中记载的“神火飞鸢”火箭，就是依靠火药喷气推进，把炸药送往敌人阵地，再引火爆炸进行杀伤与燃烧。当时的火箭，不但可以单箭发射，还可以三四十箭甚至百箭齐发。射程可达二百至四百步，很有威力。发射方式可以手拿发射，可以在战车上发射，也可以在舰船上发射。通过战争实践的考验与改进，劳动人民还创造了像“火龙出水”这样的火箭武器。据记载，“水战，可离水三四尺燃火，即飞水面二三里去远，如火龙出于水面，筒药将完，腹内火箭飞出，人船俱焚。”这显然是早期的二级火箭了。

综上所述，在航空科学发展的各个领域里，我国古代劳动人民作出了不少重大的贡献。从春秋战国公输般研究制造木鸟，到公元初进行了人类第一次飞行尝试；秦汉之间发明了风筝，到唐代在军事通讯上成功的应用；汉代丁缓创造了“七轮扇”和“卧褥香炉”，五代莘七娘制造热气球；以及喷气推进火箭武器的发明制造等等，在世界航空史上写下了光辉灿烂的篇章。这些科学技术成就和西洋各国相比，在年代上要早得多，在内容上也是极其丰富的。

历史雄辩地证明，在长期与自然作斗争过程中积累了日益丰富的自然知识的我国古代劳动人民不仅创造了丰富的物质财富，同时也创造了精神财富。劳动人民是科学技术包括航空科学的真正主人。

三

伟大领袖毛主席深刻指出：“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”我国古代有素称发达的农业和手工业，同时各个科学技术领域包括航空科学在内都有重大的发明和发现。但是由于儒家反动思想的束缚，特别是自南宋以后封建制度逐步衰落，程朱理学被作为官方正统思想，强迫人民信奉，对科学技术的发展起了严重的破坏作用。近百年来，又加上帝国主义的侵略，使我国的科学技术发展到明清以后落后了，停滞了。正因为儒家路线对技术工作的轻视和无知，使古代劳动人民大量的发明创造活动，由于没有记载或者记载简略而失传。如关于飞人记载中的“通引环纽”，以及试制木鸟记载中的“关戾”，都没有明确地表达出构造的基本情况，以至后人难以继承和发展前人的创造。按照儒家的传统，广大劳动人民的科学技

术贡献，是不能上“正史”的。如对航空科学发展有重大贡献的工匠丁缓、兵士韩志和等的发明创造都是在“杂记”、“杂编”中零星记载下来的，“正史”上根本找不到。

反动的儒家路线对于科学技术的发明创造成果，更是视为洪水猛兽，极力加以破坏。《礼记·王制》中凶神恶煞地宣称：“作淫声、异服、奇技、奇器以疑众，杀。”也就是说，凡是演奏不合周礼的乐曲，穿不合周礼的服装，作奇技、奇器来“迷惑”、“欺骗”群众的人要杀头。汉儒郑玄在他对《礼记》的注释中更赤裸裸的叫嚷：所谓作奇技、奇器者就是象古代鲁班这样的人。公然把鲁班这样对科学技术包括航空科学有重大贡献的劳动人民发明家列为要杀之列。这充分说明，反动的儒家害怕劳动人民掌握科学技术对反动统治不利，害怕劳动人民拿起武器起来造反，因而对科学技术的发明创造者挥舞屠刀，进行残酷的迫害。

在儒家思想影响下，历代反动统治阶级还采取了种种手段，将劳动人民发明创造的成果引向歧途。就拿孔明灯、走马灯、风扇来说吧，这些在军事通讯或农产品加工上都是十分有用的工具，本来可以在原有发明创造的基础上加以改进并推广，以利于发展生产，巩固边防。但儒家轻耕战、贱技艺，把发明创造统统纳入儒家的轨道，为帝王将相的奢侈生活服务，使这些劳动人民聪明智慧的结晶封锁在深宫大殿之中。“孔明灯”、“松脂灯”这类热气球的雏型被用来作为皇帝登基时庆典上的点缀；与现代涡轮喷气发动机的燃气涡轮原理相同的“走马灯”，从发明以来一千多年之间始终是一种供剥削阶级娱乐的玩具。劳动人民中卓越的能工巧匠丁缓经过长期生产劳动实践所创造的“七轮扇”、“卧褥香炉”等先进技术产品，也统统被用作为反动统治阶级腐朽生活服务的奢侈品。科技发明为生产斗争、阶级斗争服务的道路被堵死了，劳动人民的发明创造被湮没了。发展生产有罪，创造发明该杀。这就是儒家的“礼”，这就是儒家路线造成我国科学技术发展停滞落后的罪恶铁证。

与此相反，儒家的对立面法家，由于主张革新，重视耕战，这是有利于生产的发展的。因而法家的政治路线有利于劳动人民在科学技术上发挥聪明才智，进行发明创造。春秋战国时期出现研究制造能飞的木鸟，汉武帝时候关于热空气浮升原理的试验记载等等，唐代在军事上成功地使用风筝，绝不是偶然的。它说明了法家的思想政治路线促进了生产和科学技术的发展。我们要认真研究儒法斗争和我国历史上科学技术发展的关系，总结历史经验，深入开展批林批孔斗争，努力发展我国的航空科学技术事业，为赶上和超过世界先进水平而奋斗！

题图设计：孙跃中

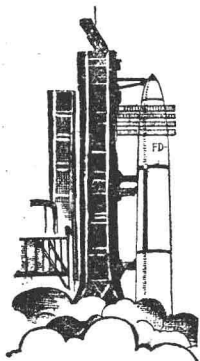
巨龙腾空冲霄汉

本栏解说：陈力

晴朗的夜晚，当我们仰视天空时，往往能看到一颗移动得比较快的星星，这就是人造地球卫星。目前天空中有不少人造地球卫星，我国发射的两颗红色卫星也在围绕着地球运转。人造地球卫星有很多用途，既可以用于通信、导航、观测气象、科学研究等方面，也可以直接用于军事测量和各种军事侦察。但因卫星本身和把它送入运行轨道的运载火箭都很复杂，是由很多个分系统和成千上万个零、组、部件组成的，一旦离开地面就要求它们能自动、可靠地进行工作，如果其中有一个环节出了故障，就会导致整体的失败，使卫星上不了天，或者即使能上天但不能达到预期的目的。所以现在世界上具有发射人造地球卫星能力的国家还不多。

一般说来，能够运送卫星的运载火箭，只要稍作修改就能运送核武器，反之也一样。在六十年代初期，苏修叛徒集团片面撕毁协定，撤退专家，妄图扼杀我国的国防工业。我国国防科研战线上的广大工人、解放军指战员、革命干部和科技人员，贯彻执行伟大领袖毛主席“独立自主、自力更生”的方针，

在全国各行各业的大力协同下，克服了重重困难，在不太长的时间内研制成功了我国自己的导弹核武器、发射成功了我国第一颗人造地球卫星，《东方



红》乐曲响遍全球，这是毛主席革命路线的光辉胜利。

卫星的构造随着其任务的不同而有所差别，运载火箭的构造则大致相同，它是由火箭发动机、控制系统和弹体结构三大部分组成。火箭发动机的任务是产生推力，推动运载火箭飞行，使之获得应有的速度；控制系统的任务是使卫星和运载器按照预定的航线飞行，并在预定的地点进入预定的轨道；弹体结构则用来贮存火箭发动机的推进剂、安装卫星、火箭发动机以及控制系统的仪器、电缆网。由于卫星进入轨道时的最小速度是每秒八公里左右，而把卫星从地面送入轨道的时间一般只要几分钟，还要一边飞一边自动调整姿态，所以卫星和运载火箭所经历的飞行环境是很恶劣的，但就是在这种情况下，它们也应该能正常工作。这就要求各个部分都要有足够的强度、刚度和可靠性。另外，大家都知道，如果要把一块石头扔到一定的高度或一定的距离，重量轻一点的总是比重的扔，同样的道理，对于卫星及其运载火箭来说，我们也希望它们的结构重量能尽量地轻，也就是既要它们可靠又要它们重量轻，为此就必须采用大量的新材料、新工艺、新技术，并且必须对零、组、部件，分系统直到整个卫星和运载火箭做大量的试验，只有通过这些试验之后，才能最后制造出卫星和运载火箭来。

当卫星及其运载火箭已经制造出来，并且经过出厂测试合格之后，就可以运往发射场了。

发射场是发射人造地球卫星必

不可少的组成部分，它拥有专用的铁路支线、公路网、技术障地、发射障地、火箭推进剂库、各种测量站、安全系统、通讯系统、计算中心及其它许多设施，以保证能将运载火箭发射出去。

卫星及其运载火箭由铁路运输车运进发射场后，先进入技术障地，在那里对它们进行测试检查；检查合格后，用公路运输车送往发射障地，在那里进行起竖，卫星与运载器联接，测试，加注推进剂，给控制系统装定指令，并在最后总检查合格之后将运载火箭发射出去。随着运载火箭的起飞，地面上各种测量跟踪系统也同时开始工作，监视着卫星及其运载火箭的飞行情况，通讯系统也繁忙地传送着各种信息……（以上运载火箭从运输到发射的过程可参看本期彩色插图）。

运载火箭将卫星送入预定轨道之后，就与卫星自行分离，从而完成了它的历史使命。运载火箭的最末一级与卫星分离后，其本身也成了地球的卫星，和所运送的卫星一起按不同的轨道围绕地球运转，而卫星则开始独自进行工作。

本期封面是一幅套色木刻版画，它生动地刻画了一枚巨型运载火箭在其第一级发动机的强大喷气流的推动下，从发射架腾空而起，直冲九霄的壮丽景色，令人欢欣鼓舞。

本刊启事

本刊系由北京市邮局总发行，全国各地邮局均可订购。希望订阅本刊的读者，请径向当地邮局办理订阅手续。本社限于人力，不能代订或邮购，请读者原谅。

航空知识杂志社

漫谈水上飞机的发展



王志孝

水上飞机是指能在水面上起飞和降落的飞机。它的发展是与世界上的政治军事形势紧密相关的。本文分两期刊登，本期先介绍水上飞机在两次世界大战中的发展情况。

世界海洋面积约有三亿六千万平方公里，占地球表面总面积的百分之七十。辽阔的海洋，既是各大洲之间的主要通道，也是各大陆的重要屏障。

人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史，人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学去了解自然和改造自然，从自然里得到自由。自一九零三年陆上飞机获得飞行成功之后，为了在辽阔的海洋上取得更多的自由，解决跨越海洋的飞行问题，人们很自然地就想到了让飞机在海洋上起飞和降落。当时有人曾试图在飞机机身下面安装三个浮筒或在机身下面安装水翼，以便让飞机能在水面上滑行起飞。这样做的结果，不但使飞机的操纵变得复杂，而且飞机笨重，性能不好，工作仅限于科研方面。可以这么说，水上飞机起源于陆上飞机的创始阶段。

世界上最早的水上飞机是一九一零年诞生的。它首先由法国的费勃研制成功(见图一)。同年，中国的旅美华侨谭根也设计制造了水上飞机，并在当年举行的万国飞机制造大会上，参加比赛获得了水上飞机竞赛第一名。

水上飞机问世之后首先是被帝国主义战争所利用。自从二十世纪

初，资本主义发展到帝国主义阶段以来，无产阶级与资产阶级、殖民地与宗主国以及帝国主义国家之间的矛盾日趋尖锐，帝国主义国家为了缓和国内阶级矛盾和争夺殖民地，不断地进行着瓜分世界的斗争。对于远离本土向全世界扩张的帝国主义国家来说，如果不控制海洋，便不利于它争霸世界。谁先控制海洋，谁就将先控制世界，这是帝国主义一贯的强权主义逻辑。

水上飞机作为一种战争工具，可直接用来为控制海洋服务，所以它诞生以后，就被帝国主义各国推进了扩军备战的行列，并在第一次和第二次世界大战中用于作战。直到现在，有些国家还在不断地研制、改进和发展水上飞机。水上飞机在战争的不断刺激下，随着航空科学技术的发展而发展。

第一次世界大战期间，是水上飞机用于战争的尝试时期。

大战前夕，英、法、俄、日、美等帝国主义分割殖民地已经完毕，其中抢占最多的是英国，其次是法国，第三是俄国。德国这个后起而发展比较迅速的资本主义国家，一登上世界政治舞台，就不断地要求重新瓜分殖民地。德国宰相皮洛夫公然在议会中叫嚷：“让别的民族分割大陆和海洋，而我们德国

人只满足于蓝色天空的时代已经过去了。我们也要求日光下的地盘。”这样它就与英、法、俄形成了尖锐的矛盾。并在矛盾酝酿的过程中，形成了两个敌对的军事集团，即由英、法、俄三国组成的协约国和以德、奥为首的同盟国。两大集团疯狂备战的同时，局部战争不断发生，终于导致了一九一四年世界大战的爆发。

协约国、同盟国的军备竞赛和第一次世界大战的爆发，推动了水上飞机的研制工作。当时，有些国家认为水上飞机能为军舰开辟新的战术攻击条件，为海军作战创造优势，所以，在备战期间和战争爆发后，双方都十分重视水上飞机的研制。继一九一零年水上飞机诞生以后，美国、英国、俄国等在一九一一年到一九一六年间都花了相当大的力量，研制了不少水上飞机。尤其是德国，研制和改装了几十种型号的水上飞机，数量在千架以上。其中许多在战争中都用来执行歼击、轰炸、侦察、巡逻和鱼雷发射等任务。

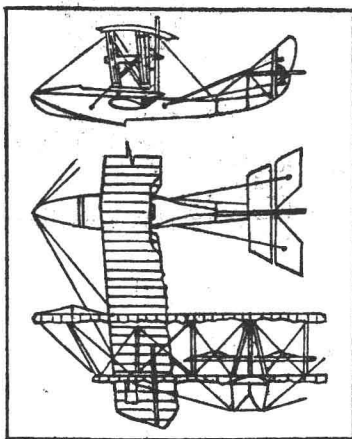
这一时期的水上飞机，大多数都采用的是木质结构，机翼翼载很小，用的是活塞式发动机，采用双翼的较多。发动机一般装在上翼上，以免螺旋桨打碰水面。着水装置是

在机身下面装一个或二个浮筒。在火力配备上，有的装备了三十七毫米口径的机关炮和装甲设备。飞行性能也达到了一定的标准，有的还能作涅斯捷洛夫斤斗特技飞行。飞行速度最大可达每小时一百六十公里了。图二所示为一九一四年俄国研制的 M-5 水上飞机三面图。

第一次世界大战以后到第二次世界大战期间是水上飞机的迅速发展时期。

一九一七年，苏联十月社会主义革命的胜利，震撼了整个资本主义世界。帝国主义各国都把苏联视为洪水猛兽，恨不得将她扼死在摇篮之中。无产阶级与资产阶级、社会主义与资本主义的对立，是当时世界的基本矛盾。这一基本矛盾的存在，使第一次世界大战后，帝国主义各战胜国瓜分世界的分赃矛盾得到了暂时的缓和，它们共同豢养具有强烈复仇情绪的战败国——德国法西斯，企图把它变为一支反对列宁、斯大林领导的苏联的突击力量。在这种形势下，一方面是帝国主义各国疯狂扩军备战，并拼命扶持德国法西斯以进攻苏联；另一方面是以列宁、斯大林领导下的苏联为首的世界反法西斯战争力量，积极地进行反侵略战争准备。在帝国主义各国的极力扶持下，德国军国主义迅速地恢复了元气，这时，它不仅想消灭苏联，而且还想霸占全世界，所以在一九三八年，它首先吞并了奥地利、捷克斯洛伐克、法

图二：一九一四年俄国研制的 M-5 水上飞机三面图



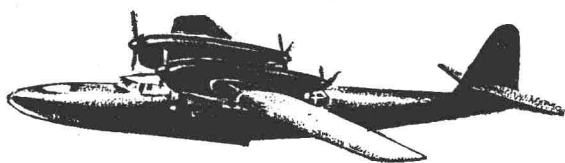
国等欧洲十四国，以后便向苏联发动进攻，从而导致了第二次世界大战的全面爆发。

从战争的需要和第一次世界大战的经验教训出发，许多国家认为必须进一步加强海空军的地位。尤其是潜艇在第一次世界大战中所显现出的作用，对空军提出了执行更多的反潜任务的要求。同时，由于海军的发展，也要求空军担负更多的海上任务，如侦察巡逻、救护、运输、轰炸等。当时，能执行这些任务之一的水上飞机，便理所当然地得到器重。所以，在第一次世界大战后到第二次世界大战期间，水上飞机除在性能方面有很大提高外，在品种和数量上更是急剧增加。德国 BV-138 水上巡逻机这一种型号在战争期间就生产了二百三十七架。日本一九三八年设计的

“二式大艇”，在一九四零年至一九四五年间就生产了一百六十七架。美国的 PBY “卡塔利那” 巡逻轰炸水上飞机，这一时期共生产了三千二百九十九架。在斯大林的领导下，苏联也设计制造了多种水上飞机，如一九三一年的近距侦察轰炸水上飞机 MBR-2、一九三四年的巡洋水上飞机 MK-1、以及以后生产的 MDP-6 型、MDP-6B 型重型水上飞机和 MBP-2 型、MBP-4 型侦察轰炸水上飞机等。

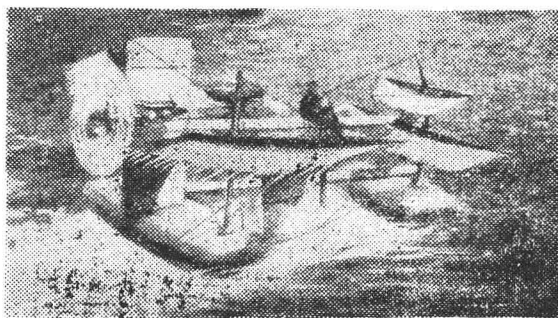
这个时期的水上飞机各个方面都有很大的改进和发展。在材料方面，已从木质结构逐渐过渡到全金属结构；飞机型式从浮筒式过渡到以船身式为主；机翼由双翼发展为张臂式单翼为主；发动机的推力增大了，有的还装有多台发动机，安装位置一般在机翼前缘，全机的重量也由小吨位提高到六十吨左右。此外，由于流体力学的发展，人们初步掌握了水上飞机滑行时浪花的飞溅规律，所以，船底的形状逐渐向大的长宽比发展。在飞行性能上，最大速度约为每小时五百公里，最大航程约达九千公里。由于机动性的提高和能够携带较多的弹药、装备较好的武器及设备，所以，水上飞机比以前更多地担负起了在海上上的侦察巡逻、反潜、运输、救护、轰炸和掩护己方舰队等任务。图三所示为第二次世界大战前德国研制的 DO-26 水上飞机。

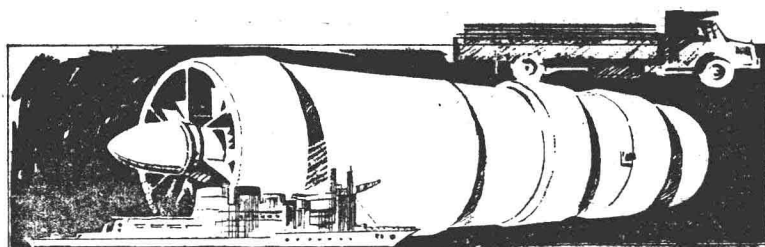
(待续)



图一（右）：世界上第一架水上飞机

图三（上）：第二次世界大战前德国研制的 DO-26 水上飞机





航空发动机的新用途

——谈航空燃气涡轮发动机的地面应用

俞振新

将航空燃气涡轮发动机改型为地面应用，是军、民用产品结合的一种形式，正在受到重视。

我国的山河象天空的彩霞绚丽多姿，社会主义建设象长江一样奔腾向前，欣欣向荣。我国的航空工业也在迅速发展。把航空产品的技术，推广到其他工业上应用，可以充分发挥一些产品和技术的长处，为加速我国社会主义建设服务。作为航空事业的一个侧面，将航空燃气涡轮发动机改型为地面用的工业燃气轮机，也是军、民用产品结合的一种较好形式。

将航空燃气涡轮发动机改型为地面使用，可分两个方面进行：一方面是将飞行寿命已到期的，或者因机种更新而退役的航空燃气涡轮发动机改装；另一方面是将航空燃气涡轮发动机作为全新产品改型为地面应用。

为什么要将航空燃气涡轮发动机改型为工业和船用燃气轮机呢？

优点

巨大的储备动力 将报废的或退役的航空燃气涡轮发动机改装为地面使用，可给国民经济部门增添巨大的储备动力。

改型周期短 从五十年代开始，航空燃气涡轮发动机发展迅速，在其制造和运行方面都积累了

丰富的经验，在这个基础上改型为地面燃气轮机有一定的技术保证，比新研制燃气轮机要快得多，还可以节省研制费用。

基建投资少 不需要高大建筑物，可建成固定式或者移动式。

起动迅速 起动两三分钟后即可达到全功率状态，而一般燃气轮机需要十五分钟左右，这对紧急备用尤为合适。起动所需的功率也比较小，可采用蓄电池或小型压缩空气瓶。停车后可立即再起，无需一般冷却时间。

可靠性高 航空燃气涡轮发动机，特别是涡轮喷气发动机已发展到成熟阶段，从设计制造到实际应用都积累了丰富的经验，可靠性高。例如用航空涡轮喷气发动机“埃汶”改型为地面用的燃气轮机，其可靠性指标达到百分之九十九点八，而瑞典的GT-120燃气轮机组名义发电功率为五万瓦，实际上功率只能达到名义功率的百分之七八十。

重量轻、尺寸小、便于移动。

应用概况

由于将航空燃气涡轮发动机改型地面应用存在上述优点，所以世

界上有不少国家已经在这方面进行了一些工作。例如，英国的“埃汶”和“奥林普斯”这两种航空发动机改型效果较好。据报道，工业用的“埃汶”燃气轮机从一九六四年投入使用以来，迄今已生产将近五百台，其中已安装用于发电的二百台（单台“埃汶”带动发电机可发电一万四千瓩），用于抽天然气和输油管泵组的一百台，已在二十个国家中采用。工业用“奥林普斯”燃气轮机自一九六二年投入使用，现已生产一百台，主要用于发电，有九个国家采用。

改型的航空燃气涡轮发动机在地面的应用，可分以下几个方面：

在发电方面的应用 在电力工业的发展中一直是火力发电为主的，而且今后在相当长的一段时间内火力发电仍将起主要作用。但建设一个火力发电厂的周期很长，一般要三到五年，或者更长的时间。需要高大的厂房、固定的发电设备，这种发电设备在战争年代首先是敌人攻击的目标，很容易遭到破坏，而用航空燃气轮机作为发电设备改装快，安装容易，可以安装在山洞或地下室内，作为很好的战备电源。也可作为大电网中调峰和备用电源，应急电源等。在荒芜的沙漠戈壁、在海底开采石油，没有电不行，大打“矿山之仗”没有电也不行，这时，用航空燃气涡轮发动机改装的发电机组就可以发挥作用了。

用航空燃气涡轮发动机改装的发电机组可作为固定式和移动式，移动式的可以装在卡车上，称为“卡车电站”，它的机动性非常灵活。目前使用的“卡车电站”大部分采用航空燃气涡轮发动机改装机组。据报道，目前世界上最大的“卡车电站”是用航空燃气涡轮发动机的改装机组，功率达到一万七千瓩。也有采用轻型结构机组组成的

二百瓩左右小功率的“卡率电站”，它能被空运到地震、水灾等地区作为特殊用途。

在天然气和石油输送方面的应用 世界上所有燃气轮机中约有百分之二十用于天然气和石油输送（包括供油泵、天然气压缩机、钻井等的动力）。

由于航空发动机改装成的燃气轮机体积小，运输方便，起动所需功率比较小，自动化程度又高，可满足远距离遥控，以便整个输送管的运行能由控制中心进行控制和监视，而且功率比较合适，故近几年来用在管线增压动力方面占有相当大的比重。

在运输方面的应用 运输工业的发展，要求原动机的功率越来越大，而采用航空燃气涡轮发动机改装的燃气轮机具有功率大，重量轻，扭矩特性好，维护方便等特点，因此用在运输工业中将很有发展前途。例如：

一、机车 不少国家近年来迅速发展了高速机车，越来越多的燃气轮机机车在铁路上运行。有的作为短距离区间的交通工具，在这些燃气轮机机车中几乎全部采用了航空燃气涡轮发动机，一般采用于机械传动，功率等级在一千马力左右，机车速度比蒸汽机车增加将近一倍。例如一九七〇年投入使用的燃气轮机车中，有的时速达到一百六十公里，有的试验机车速度更快。

二、舰船 在舰船上应用燃气轮机的国家约二十六个。一九六八年，英国海军决定舰艇主机全部用燃气轮机，船用燃气轮机不仅用在军舰上，有的商船也采用。到一九七一年，世界上用燃气轮机推进的舰船达四百艘，其中百分之六十是由航空燃气涡轮发动机改装的，单机功率日趋增大，目前已采用的大功率燃气轮机组单机功率达三万马力。

三、汽车 近年来，由于需要大功率矿用的自动卸车，到目前为止，已经制成了百吨的自卸车，它采用一千马力的燃气轮机，有的作为高速长距离大货运汽车，时速达一百多公里。在这些燃气轮机中，有的就是用航空燃气涡轮发动机改装的，有的国家还把航空燃气涡轮发动机作为重型坦克的动力装置。

其他方面的应用 燃气轮机在其他工业部门中也得到了广泛的应用，例如，带动炼钢高炉的鼓风机，风洞试验的气源等。

改 型 问 题

飞机在天上飞行，工业设备在地面工作，条件相差悬殊，因此，对动力的主要技术要求是有差别的。例如，对航空燃气涡轮发动机的主要技术要求是结构轻巧，即推力大、重量轻、体积小。发动机结构过分笨重，不但不能保证飞机的性能要求，甚至可能使飞机飞不起来。工业设备在地面工作，重量和体积就不是主要矛盾。另外，对航空燃气涡轮发动机来说，工作安全可靠要求严格。因为，发动机在空中出现故障，不能象地面设备那样马上停车，进行检查修理，而是严重危及飞行安全，轻则使飞机失去部分动力，进行紧急迫降，完不成飞行任务，重则引起火灾，使有关的液压系统、电气系统、操纵系统失灵，造成机毁人亡的严重恶果。因此，为了保证飞行安全，航空燃气涡轮发动机的寿命大都比地面工业燃气轮机的寿命低很多。所以，有些飞行寿命到期的航空燃气涡轮发动机还可以改装成地面动力。经济性好，省油也是对航空燃气涡轮发动机的主要技术要求之一，二十多年来，有显著进步。目前，先进的燃气涡轮发动机的耗油率约为四十年代涡轮喷气发动机耗油率的三分之一。但是，对航空燃气涡轮发动

机的技术要求是多方面的，要权衡轻重，照顾全面。因此，与地面工业燃气轮机相比，航空燃气涡轮发动机的耗油率仍然很高，即经济性差。

由于地面的空气密度比高空大，所以，当发动机的转速不变时，压气机出口的压力在地面比高空大，从而引起轴向力加大，这就要求更换能承受更大负荷的止推轴承，或者采取相应卸荷措施，以减轻止推轴承的负荷。

由于上述原因，将航空燃气涡轮发动机改型为工业燃气轮机时，必须针对地面工作的特点，对发动机的结构进行改装，不能直接采用。

从今后的发展来看，地面工业燃气轮机和航空燃气涡轮发动机改装机组将长期并存。改型工作虽然涉及许多方面，但基本上围绕着三个问题，即寿命、油耗和燃料。航空燃气涡轮发动机改型为地面燃气轮机的翻修寿命至少不应低于八千小时，在经济上才是可取的。如采用液体燃料，则耗油率应在0.2公斤/马力·小时左右。燃料最好采用轻柴油，如能用天然气则更为有利。

从设计思想来看，解决航空燃气涡轮发动机寿命短、油耗高、经济性差等问题，可以采用以下几种方法，即：降低压气机的级增压比以提高其效率；降低涡轮前的燃气温度，以减小高温部件的热负荷，延长寿命；减小单级涡轮的输出功率，以提高效率、降低转速和增加零件的强度储备等。

列宁说，对于具体情况作具体的分析，是“马克思主义的最本质的东西、马克思主义的活的灵魂”。将航空燃气涡轮发动机改型为地面燃气轮机是一项复杂的工作，如何具体处理，与改型前的机种、新机改型或利用退役的发动机，以及使用条件和工业技术水平都有密切的关系。

题图：王小飞

飞行员 保护盔



郑炎安

随着超音速歼击机、轰炸机和强击机等飞行器的出现和发展，相应给飞行员的防护、救生装备提出了更高的要求。许多国家从第二次世界大战后，先后更新了飞行员戴的皮飞行帽，而使用保护盔就是一个例子。

飞行中的碰撞现象

保护头部的硬壳帽称为盔。陆军战士戴有钢盔，石油工人戴有铝盔，其主要作用都是用来减震、防碰撞的。飞行员为什么也要使用保护盔呢？这需要从飞行中飞行员可能遇到的几种被碰撞的现象谈起。

车行凹凸不平的道上或船遇风浪，都会上下颠簸，左右摇晃。飞机在扰动气流中飞行，由于扰动气流不断破坏飞机的空气动力平衡，也会造成飞机的颠簸，又叫飘摆。

在强烈颠簸条件下飞行，由于气流剧烈运动，飞机的飞行高度急剧变化，飞行员时而离开座椅，时而又被压向座椅。一般战斗机座舱空间很小，座舱盖内表面与飞行员

头部挨得很近，在座椅上的安全带系得不紧的情况下，就可能发生头部与座舱盖相碰撞。

在空战或特技飞行中，由于飞行员操纵动作过粗、过猛，例如从平飞猛推杆进入俯冲时，由于出现负过荷现象，人体与座椅之间的压力小于飞行员体重，使飞行员离开座椅腾起，也可能引起头部与舱盖相碰撞。在双机编队飞行，当两机间隔距离过小时，僚机由于处在长机的不稳定的尾流中，使僚机因空气动力不平衡而突然翻滚，也可造成头部与周围部件相碰撞。

在应急弹射跳伞，人椅分离不利索时，头部与座椅也可能发生碰撞。尤其是在有固定头部护头板的座椅弹射离机时，头部与钢板接触，在弹射加速作用下，人是无法忍受的。

在跳伞落地时，如动作不正确，或地面风速较大时，飞行员容易跌倒，其头部可能与地面硬性突起物体相碰。

飞机在飞机场被迫强行着陆时，不能放起落架，需用机身底部与地面摩擦来使飞机急剧减速停住。由于接地时向前的惯性力作用，飞行员头颈部就可能与瞄准具相撞。

碰撞的危害性

在飞行中发生碰撞时，头部是最易受伤部位。头外伤可分三类：

头部软组织伤、颅骨骨折、脑损伤。当硬物以较大动压力作用于头部，就构成前两种外伤。如果外力不是太大，骨折后因吸收大量碰撞能量，可不发生脑损伤。如果在较大碰撞加速度及较长作用时间下，脑内浆状组织发生相对位移，就造成震荡、挫伤和裂伤等脑损伤。破碎、坏死的脑组织则丧失其原有形态，治疗不好就会引起后遗症，甚至死亡。

人的头部对碰撞速度的耐受极限约为每秒二点一米。但在飞行中如发生碰撞，其碰撞速度往往超过此极限值，因而必须配戴保护盔。过去在飞行部队，个别飞行员由于没有配戴保护盔，仅戴皮飞行帽，在遇到严重碰撞时，曾发生头顶被碰成骨折下陷或昏迷，有的甚至造成严重飞行事故。

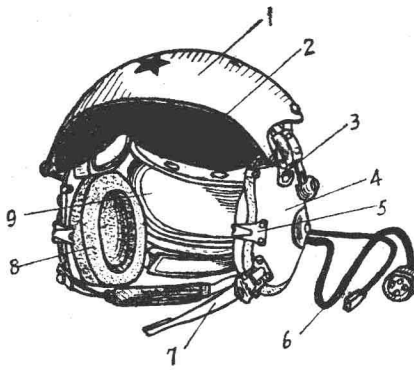
飞行员保护盔

为了充分发挥飞机的机动性能，提高战斗力，保证飞行安全。保护盔就是用来减震防碰撞的一种飞行员救生装备。它能在一定的碰撞速度范围内，把外来的冲击力减少到人头部能忍受的限度以内，类似一件易碎品“包装箱”。这是保护盔的主要作用。

在保护盔上一般有滤光镜、隔音层、和通讯供氧装备。

在高空空气极度稀薄，水份尘埃极少，不能反射和散射太阳光线。因此，在高空飞行时，被太阳光线照射到的飞机部件反光刺眼，而太阳光线照射不到的部件则暗淡无光，使飞行员发生眩目，妨碍搜索空中目标和注视座舱仪表。为了防护高空飞行时的眩光，在保护盔前部装有活动的茶绿色有机玻璃滤光镜。其吸光率在百分之八十六左右。

滤光镜比较厚，可以承受一定的气动压力，如飞行中舱盖脱落



图一 保护盔

1. 保护盖 2. 滤光镜 3. 滤光镜固定锁
4. 防碰外壳 5. 氧气面罩挂钩
6. 通讯导线 7. 下颚调节带
8. 容腔耳罩 9. 减震衬垫

时，放下滤光镜，可防止气流吹袭，保证视力不受过大影响；在表速每小时八百五十公里以下弹射离机时，可减轻迎面气流对脸部的冲击，从而保护眼睛以免引起严重充血。

保护盔内表面与头皮之间不全部接触，有一定的空隙，而且头盔前上部开有排气孔，便于通风散热。另外头盔外表面喷涂有能反射热的磁漆，内表面贴有隔热减震衬垫，可以减少辐射热，使头部温度不至于过高，这对减轻飞行员疲劳，提高工作能力大有好处。

保护盔上装有能容纳耳朵的、柔软舒适的海绵容腔式耳罩，加上壳体 and 减震衬垫均由隔音材料制成，因而可以防噪音。在测试频率为 125—12000 赫芝范围内，耳机隔音效果不低于二十分贝，使通话声音宏亮而清晰。

保护盔从保证飞行安全和使用功效上与皮飞行帽比较有其独特的优越性，但由于壳体结构复杂，因而重量、体积都比皮飞行帽要大得多。

保护盔的结构：一般由防碰外壳、减震衬垫、容腔耳罩、下颚调节带、滤光镜、保护盖、通讯导线等构成（图一）。

防碰壳体一般由玻璃纤维复合材料制成。在壳体的内表面粘有聚苯乙硬烯质泡沫塑料衬垫，在硬衬垫上再粘上聚氨脂或乳胶海绵软衬垫。玻璃钢壳体具有一定的刚性，而且形状近似球形体，这样就使碰撞时外壳的变形小，同时让冲击力均匀分散在较大的面积上，因而使局部压力减小，加上回弹反射一部分力量，所以起到了减震防碰作用。加上衬垫的减震吸收能量，使保护盔具良好防碰效果。

佩戴保护头盔后，只要碰撞速

度小于每秒四米，人头无任何损伤，头盔也保持原有的性能，并无损坏。例如有一个飞行员戴了保护盔，飞行在四千八百米的空中，由于阻力器发生故障，飞机急剧上下飘摆，头顶不断碰击舱盖，后来飞行高度降到一千八百米解除了这种现象，飞机安全着陆后检查，发现头盔顶部被碰成五个压痕，而飞行员安全无恙。可见，保护盔对保证飞行安全有重要作用。

使用与维护

保护盔适用于歼击机、强击机、轰炸机、直升机、水上飞机等机种的飞行员作战和训练用。根据装有普通供氧装备的飞机或装有加压供氧装备的飞机，分别与非加压供氧面罩、抗荷服或与加压供氧面罩和代偿服配套使用。适用低空和中空飞行。

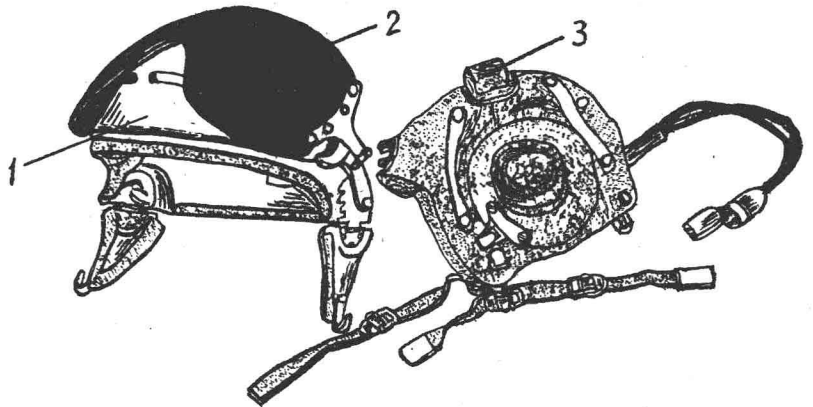
保护盔按照头型大小，分成几个尺码。应选用适合自己头型的保护盔，并要求戴牢和调节到头盔前沿距眉边约十五至二十毫米，以保证佩戴牢固和向前上方视野不受影响。

需用滤光镜时，可用手指扳下，则滤光镜被锁紧机构固定在中间或下极限位置。不用时拨开锁片，则滤光镜自动回复到上方位置。



图二 保护盔及氧气面罩

1. 保护盔 2. 氧气面罩
3. 通讯导线接头 4. 氧气导管接头



图三 戴在皮飞行帽上的保护盔

1. 防碰外壳 2. 滤光镜 3. 皮飞行帽

置。保护盔两侧的挂钩是专门用来配戴氧气面罩的。如使用加压供氧面罩，这时应在保护盔后枕部安装拉力补偿气囊，(图二)。

最后将氧气面罩导管接头和保护盔上的通讯导线接头，分别与飞机座舱中的供氧装置和电台连接起来，即可飞行。

保护盔应该经常保持清洁和干燥。外表和内衬脏污后，可用低浓度酒精擦净。滤光镜若有机械划痕，可用抛光膏或牙膏擦拭，以消除其痕迹。

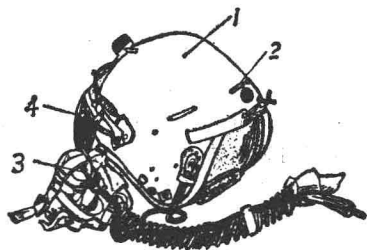
保护盔的形式

尽管世界各国保护盔的形式多样，但根据保护盔的用途及性能要求，其基本结构组成还是大致相间的。

目前从结构上分为两类：

一、联合保护盔。它完全取代了皮飞行帽，如图一所示。

二、戴在飞行帽上的保护盔。即在皮飞行帽上戴上一个装有活动



图四 带调节网式保护盔

1. 防碰外壳
2. 调节吊绳
3. 氧气面罩
4. 滤光镜

滤光镜，并在内表面粘有缓冲衬垫的硬质防碰外壳(图三)。

这两种型式中以第一种较为普遍，比第二种优越。第二种型式增加了佩戴动作，使用累赘。

下面介绍几种联合保护盔：

带调节网式保护盔(图四)。

它由坚固的塑料外壳，以及与其相连的头部调节网吊带组成。根据不

同的头型，可以调整调节网的大小，使其符合头型尺寸。为了增加头盔的保护能力，外壳内表面粘有减震衬垫。滤光镜是手动的。

滤光镜自动下放下式保护盔(图五)。这种头盔将氧气面罩的各种附件连成一个整体。用手操纵半圆形杆，可使滤光镜上下移动到任何一个位置。在应急弹射时，由于加速度的作用，滤光镜自动向下关闭。加上有效的气密性和其它特点，能保证在强烈气流吹拂下头盔不脱落，从而给飞行员有效的保护。这种头盔的另一个特色是滤光



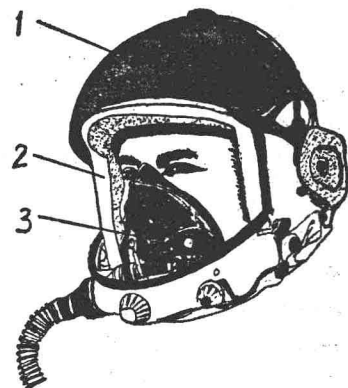
图五 滤光镜自动放下式保护盔

1. 防碰外壳
2. 滤光镜
3. 操纵滤光镜半圆形杆

镜仅在受到强光照射的范围内着色，其余部分仍透明，这样就不会妨碍飞行员的观察视线。

轻型头盔(图六)。这种头盔重量轻，整套装置仅有一点七公斤，比标准头盔减轻百分之三十。这可减轻颈部紧张和疲劳。整个头部都包在吸收震动的壳体内，具有高度的防冲击性能。有可调节的线束鞍垫，以适合不同的头型。弹射跳伞时，能自动放下滤光镜。使用特定的氧气面罩，采用铰链式下颚盖，戴脱方便。

随着航空技术的迅速发展，对保护盔也不断地提出许多新的要求。采用新材料，减轻重量，改善头盔与头部的配合，提高防噪音、防气流、防碰撞能力，并装备必要的瞄准器具，这些都是保护盔的研究课题。



图六 轻型头盔

1. 玻璃面板
2. 防碰外壳
3. 氧气面罩

毛主席教导我们：“保存自己，消灭敌人……矛是进攻的，为了消灭敌人；盾是防御的，为了保存自己。直到今天的武器，还是这二者的继续。轰炸机、机关枪、远射程炮、毒气，是矛的发展；防空掩蔽部、钢盔、水泥工事、防毒面具，是盾的发展。坦克，是矛盾二者结合为一的新式武器。进攻，是消灭敌人的主要手段，但防御也是不能废的。”保护盔的产生和发展是符合毛主席的这一光辉思想的。

“武器是战争的重要因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。”保护飞行员在飞行中的自身安全，就是充分发挥人的因素，保存最大的战斗力。我军一向具有一往无前的革命英雄主义精神，加上有保护盔等飞行安全装备的保证，就必定能充分发挥战斗机的战术技术性能，干净、彻底消灭一切敢于侵犯我国神圣领空的敌人。

图题：张太昌



在深入开展批林批孔运动的推动下

我国民航运输一九七四年超额完成国家计划

去年我国民用航空运输总周转量、运输总产值和旅客发运量都超额完成了国家计划。我国民航去年还开辟了四条国际航线，新增国际航线里程达二万七千八百多公里，国内航线也有所增加。

本刊讯 在毛主席的“抓革命、促生产”方针指引下，在批林批孔运动普及、深入、持久开展的大好形势下，我国民航广大干部和职工的阶级斗争、路线斗争和无产阶级专政下继续革命的觉悟进一步提高，促进了革命和生产的发展。去年航空运输总周转量超额完成了百分之二十九，运输总产值超额完成了百分之三十五，旅客发运量超额完成了百分之四十五。

批林批孔运动以来，民航系统的广大干部和职工，在党组织的领导下，以党的基本路线为纲，认真学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，进一步揭露了林彪反党集团的罪行，联系实际批判了林彪反革命的修正主义路线。遵照毛主席关于“认真看书学习”的指示，民航各级党委举办了读书班，有的单位还召开了学习马列著作和毛主席著作的经验交流会，进一步提高了马列主义的理论水平，推动了批林批孔运动的普及、深入、持久地向前发展。他们把批林批孔运动中焕发出来的革命干劲用到“抓革命、促生产”上去，坚持以革命统帅生产，带动了航班、专业飞行和国际通航等各项任务较好的完成。

随着我国工农业生产大好形势的发展，要求进行航空运输的单位越来越多，要求乘坐飞机的旅客也越来越多。如何适应形势发展的需要，努力完成党和人民交给的任务，这是摆在民航面前的一个重要问题。民航各级党委根据形势发展

的需要，经常召开安全生产会议，分析形势，研究措施。他们对所属人员进行“为全中国人民和全世界人民服务”的教育，使大家认识到，为什么人的问题是个方向、路线问题，一定要坚持为工农兵服务的方向，把毛主席、党中央对广大群众的关怀，送到用户和旅客的心坎上，大家说，民航工作虽平凡，却同毛主席的革命路线紧相连。因而，在运输服务工作中，做到积极热情、有礼貌，急旅客之所急，想旅客之所想。去年四月，郑州市有个老大娘唐淑珍，给民航郑州售票处写了一封信，准备买飞机票去南京部队看望他的外孙，售票处的同志立即派人把飞机票送到她家里，并用汽车把老大娘接到机场，老大娘感动得含着眼泪说：“旧社会我逃荒要饭，终日不得温饱，今天在毛主席领导下，我也能坐上飞机，都是托毛主席他老人家的福啊！”民航各级党委还加强了对生产的组织领导，进一步明确了政治与生产的关系，坚持政治统帅生产，他们总结了以往组织客货源的经验教训。各售票处的人员深入工矿企业，进行调查研究，掌握了客货源的种类、流向、流量的情况，并听取各单位对民航运输工作的反映，做到心中有数。民航上海售票处专门成立了组织客货小组，设立临时售票点，采取电话定座、送票上门等方便群众的办法，有不少民航售票处同货主单位举行座谈，进行客货源的摸底工作。由于他们认真贯彻了

毛主席“抓革命、促生产”的方针，使去年的客货量有大幅度的增长。去年，我国民航除完成正常航班任务外，还承担了专包机及支援工农业急需任务和急救飞行一千二百多次，航空运输总周转量、运输总产值、旅客发运量等指标都超额完成了国家计划。专业飞行也完成得比较好。

去年，中国民航为了适应我国社会主义革命和建设事业的需要，还在我国的东南沿海及边远地区开辟了上海—福州、广州—汕头、西宁—格尔木、沈阳—海拉尔的航线和北京—大连的越海直达航线，现在除我国台湾省外，各省都有定期航班飞行。

随着毛主席革命外交路线的胜利和我国国际威望的不断提高，与我国建交的国家也日渐增多，与我国签订通航协定的国家也愈来愈多。去年，我国民航开辟了北京—德黑兰—布加勒斯特—地拉那、北京—卡拉奇—巴黎、北京—东京以及北京—莫斯科等四条国际航线，航程共三万二千多公里，比一九七三年增加了二万七千八百多公里。许多国际友人都热情欢迎我国国际航线的开辟，说中国架起的一座座空中的友谊桥梁，加强了各国人民之间的友好往来，增进了经济文化的交流。目前，我国民航已开辟了七条国际航线，与三十个国家签订了航空协定，与一百多个国家的航空公司建立了商务代理和业务往来等关系。



学
愚

多级运载火箭的级间分离，是保证弹道导弹、人造卫星和宇宙飞船发射成功的一个重要问题。本文就级间分离的原理、机构和方法等方面作一简单介绍。

远程弹道导弹弹头、人造卫星和飞船都用多级火箭作为运载工具。这是由于多级火箭飞行时通过级间分离，陆续将推进剂已燃烧完的一级抛掉，使最后熄火点的重量大大减轻。这样，就可以使导弹、飞船获得较高和必要的速度。所以，级间分离是大型运载火箭研制的重要问题之一。

我们从火箭和导弹的发展可以看到，级间分离是在弹头分离技术的基础上发展起来的。早期的弹头分离，采用了弹簧或气动动作器——爆炸螺栓的分离系统。弹簧平时处于压缩状态，分离时，连接弹头与弹体的爆炸螺栓被引爆，而使弹簧伸开，产生分离力，把弹头与弹体分离。以后，又采用小型反推固体火箭代替弹簧（装于弹体旁侧）。弹体受到固体火箭的反推力，从而减速飞行，与弹头产生相对距离而分开。

多级运载火箭级间分离的原理，基本上同弹头分离一样，都是对分离体施加分离力。但技术上级间分离要复杂得多。一方面是被分离的两部分的重量较大，上面级（包括除被抛掉级外的其它各级及有效载荷）以十吨、百吨计；另一方面级间分离不仅要把空的下面一级抛掉，而且还要保证分离过程中上面级的发动机点火，运载火箭需要维持适当的控制，各系统协调问题更多。尽管如此，人们通过研制实践，不断总

结经验教训，经多次试验，还是掌握了级间分离的客观规律，提出了新的分离机构和分离方法。

级间分离的连接机构

目前，多级运载火箭几乎全是串连形式（图一所示），一般用爆炸螺栓将各级头尾相连，爆炸螺栓为迄今常用的分离的连接机构。对它的要求是，不仅连接得要牢靠，使运载火箭有足够的刚性，而且分离时又要可靠的迅速引爆，解开两级。初期的爆炸螺栓可靠性不高，爆炸后的碎片对仪器设备有损害，为此采用了重复元件和平行电路来提高可靠性，并设置防碎片的挡钣。以后还研制出无碎片爆炸螺栓和可靠性更高的炸药索。这种炸药索围绕固定在级间段蒙皮的内表面，分离时，通电引爆炸药索，火药气体朝蒙皮方向突然膨胀，象刀子似地把蒙皮切断（见图二炸药索切割蒙皮的原理）。近来，又研制出一种新型的炸药索，火药装于厚的塑料管内。火药爆炸，使塑料管膨胀切断蒙皮。管子本身并不碎裂，因而防止了碎片杂质损害仪器设备。由于火药燃烧速度很快约每秒七千米，使其同步性比爆炸螺栓要好。随着空间技术的发展，运载能力的增加，多级火箭承受的载荷被加大。用爆炸螺栓连接不但数量要增多，而且单个螺栓的直径也要加大，给设计上带来了新问题。目前，炸药索愈来愈多的应用在导弹和飞船上，有取代爆炸螺栓的趋势。

级间分离的方法

运载火箭级间分离的方法通常有两种：即热分离和冷分离（加力分离）。所谓热分离，就是靠上面级发动机喷气的作用把两级分开，参看图三。上面级发动机在两级仍然相违时就开始点火。分离过程大致如下：下面级发出发动机关车指令，推力随之衰减；当下面级推力衰减到一定值时，上面级发动机点火；与此同时打开级间段的排气口。排出炽热的喷气（也有用桁架式级间段排出）；当上面级发动机的喷气流作用在下面级上的力达到一定值的时候爆炸螺栓或炸药索引爆、解锁、两级分开；然后按预定程序上面级的姿态控制系统起控。热分离具有分离力大，失控时间短，可靠性高的优点。但是，它的干扰也相应增大，级间段要开许多排气口（或用桁架式结构），下面级的箱顶需要加防热层，并做得相当结实，以防止上面级发动机喷气的过高压力和热流而引起破坏。上面一级发动机喷管出口与下一级箱顶之间必须保持足够的距离，使上一级发动机的喷流在下一级箱顶产生的正冲波不致深入喷管内，以免影响上面级发动机正常工作，

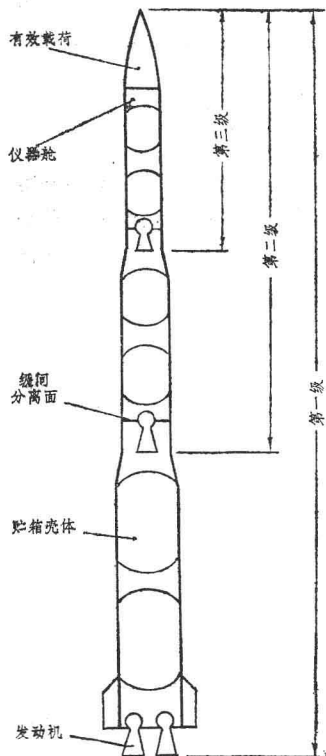
这就增加了火箭结构的长度和重量。

冷分离方法与热分离不同。它借助辅助的加力和反推固体火箭来分离。上面级发动机等两级分开后才点火，因此叫冷分离或加力分离（见图四）。分离时反推火箭将下面级推开，加力火箭使上面级加速，在两级分开一定距离之后，上面级发动机点燃。这种分离的优点是在比较小的作用力下分离，工作过程较平稳，干扰较小；级间段不用排气口；不需要防热。当然，它要求固体火箭具有很高的可能性。

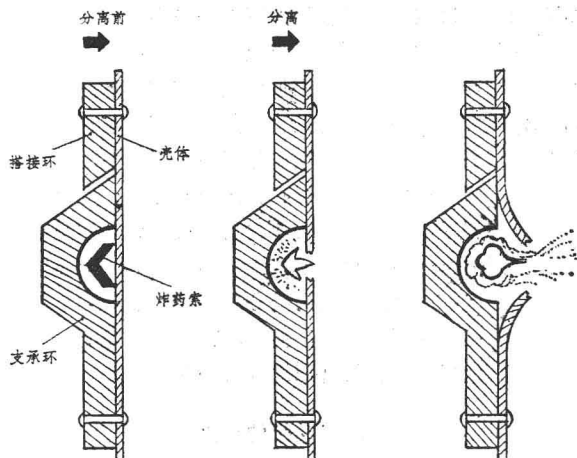
分离过程中的姿态控制

当运载火箭通过大气层上升的时候，就按预定程序进行级间分离。由于高空风和运载火箭本身制造带来的重心横移及发动机安装的工艺误差等影响，使火箭开始分离时就有一姿态角和角速度。再加上分离过程中发动机关机与起动的不同步，推力衰减不对称，爆炸螺栓引爆不对称等干扰，使上面一级的姿态不断发生变化，这就使上面级姿态控制系统起控时有较大的初始姿态角和角速度。初始姿态角和角速度的大小，同火箭开始级间分离的姿态角和角速度有关，而上面级姿态控制系统起控特性又与分离时运载火箭所处的飞行高度有关。

在较低的高空，如三四十公里处，因气动力的影响相对的大些，需要考虑对运载火箭可能引起较大的漂移。两级一分开，就要尽快的恢复姿态控制。否则，将会超过上面级所能容许的初始条件。在较高的高空（三、四十公里以上）或大气层外分离，气动力影响很小，因此上面级起控延迟时间可略为长些。在下面级发动机关车后推力衰减期间，对尚未分开的运载火箭仍维持控制，可减小小车时的干扰效应。



图一 串联式多级运载火箭结构简图



图二 炸药索切割蒙皮的原理图

为了准确的制导，上面级需要具有足够的控制力，以修正由于推力不对称，火箭重心偏移，以及风的干扰等因素造成的偏差。目前运载火箭多采用摆动发动机和游动发动机（一种能摆动的小发动机）。显然，当运载火箭在分离过程中处于无推力或低推力时，姿态控制系统将不能使运载火箭维持一个稳定的姿态，因此必须在所要求的很短时间内完成级间分离。

分离中的碰撞问题

我们知道，运载火箭级与级之间一般有一个结合段（见图一、级间分离面下的一段），上面级发动机的部分或全部套在结合段内。当爆炸螺栓引爆，两级解锁分开的时候，上面级发动机就从结合段内拔出，与此同时绕各级重心的干扰力矩使各级产生一角加速度，因而两级又发生相对转动。在这种相对运动的情况下，如果设计上考虑不当，就可能引起分离的两级碰撞。要避免解锁后发生碰撞，重要的问题是要知道两级解锁后上面级的任何部分是否与下面的结合段相碰。这就要计算被分离的两级之间的相对运动，确定一个“碰撞空间”，此空间为下面级结合段的一部分。上下级的任何部分都不得进入此“碰撞空间”，也就是说安装任何组件而保持一定的空间。这样两级解锁分开时，在结合段内相对转动不致发生互相碰撞。

计算时，除正常分离情况外，还要考虑可能出现的故障，如反推火箭其中一、两个点火失败等，既使出现最不利的情况，也要保证运载火箭分离。

另一种碰撞的可能性，就是当两级分开后，上面级发动机点火后的推力上升还不够大，而两级分离的

相对距离又比较短，被抛掉的下面一级在其发动机关车后的后效推力作用下，追上上面一级，引起碰撞。因此，在冷分离中，反推和加力火箭应有足够的推力和工作时间；而在热分离过程中，爆炸螺栓必须等上面级发动机点火后发动机气流作用在下面级上的力大于下面的后效推力才能起爆，让两级间分离。所以在级间分离程序设计上，既要考虑运载火箭姿态控制系统起控滞后所产生的火箭姿态漂移不能太大，上面级要尽快的起控；又要兼顾两级分离相对距离不能太短，要有充分的间隔时间，使发动机推力上升能达到一定值。这就要求我们辩证地分析处理问题。

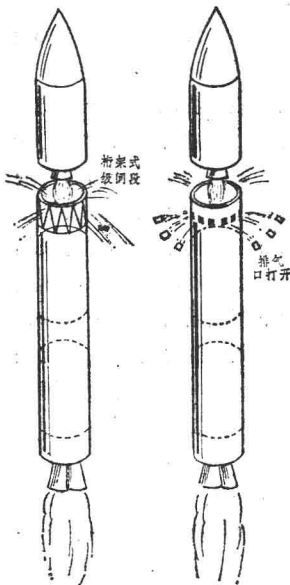
上面级发动机的点火

整个分离过程的关键部分，也许要算上面的液体发动机在无推力条件下进行点火。因为运载火箭处于无推力飞行的瞬间，将会使推进剂离开箱底前移，对低温推进剂如液氧、液氢的泵式输送系统，在涡轮泵入口处还会产生气泡，形成“气蚀”现象。由此造成推进剂不能正常地流到燃烧室而使燃烧不稳定，甚至有爆炸的危险性。这是为什么呢？

原来，高空的空气虽然稀薄，但对于高速飞行的运载火箭来说，还是有阻力的。当有推力时，空气阻力被克服掉了，还有足够的推力使运载火箭加速飞行；当推力变为零时，运载火箭受到气动阻力的阻碍，就开始由原来的加速度飞行变为减速度飞行；可是，气动阻力只作用于运载火箭的壳体上，而作用不

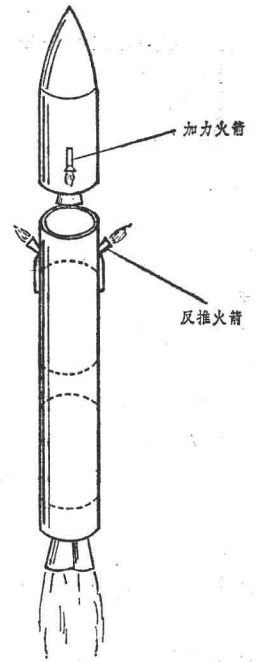
到箱内的推进剂。那么，壳体因受到气动阻力比推进剂向前运动的速度要慢，推进剂由于本身运动的惯性就与贮箱底发生相对运动而离开箱底前移。

然而低温推进剂在泵入口处为什么又会产生气泡呢？大家知道，当作用于液体的压力小于当时温度下液体的饱和蒸气压时，则液体蒸发形成气体而产生汽泡。运载火箭处于有推力的加速飞行时，若不计压力损失，泵入口处的压力等于该处上面液柱的惯性力和贮箱的增压压力之和。一旦推力为零



图三 热分离示意图

推进剂离开箱底，就失去了这部分压力，对沸点极低的低温推进剂来说，就会低于当时温度下的饱和蒸气压，于是低温推进剂蒸发产生气泡，出现“气蚀”现象。由于液体火箭发动机的工作时间很短，涡轮泵多半不至于因这种气蚀而损坏。但十分明显的是，在有气蚀的情况下，尤其是当蒸汽泡的形成多到使其来不及在泵中凝结，这时液体的压力头和泵输送推进剂的量将大幅度降低。这样一来，蒸汽泡就可能将通道堵塞，造成推进剂输送中断，引起燃烧室中的燃烧过程不正常而出现故障，还可能引起发动机爆炸。



图四 冷分离示意图

为了解决这个问题，可在上面级增加加力固体火箭克服空气阻力，并给于上面级以加速度，防止推进剂离开箱底。这就是上述的冷分离（加力分离）方法；或者，当两级尚未分开在下面发动机关车后的后效推力作用仍处于加速运动的条件下，上面级发动机就点火。即热分离方法，也是有效的措施。

综上所述，我们可以看出，级间分离是处于一级工作结束，另一级开始的过渡瞬间，需要考虑许多相关的因素和相互矛盾的要求，各系统之间的协调问题比较复杂。稍有差错，就会导致飞行失败。因此，要特别重视可靠性问题。如何提高级间分离的可靠性呢？

首先，从设计开始，对那些不可靠的因素进行仔细的分析，设计上要留有充分的安全余量，譬如考虑碰撞问题，不仅要计算正常的分离情况，还要计算可能出现的各种故障，然后确定出“碰撞面积”。对影响可靠性的问题，事先采取措施加以解决或补救。例如分离机构用双雷管平行电路，即使有一雷管和电路失效，另外的仍可起作用，来完成任务。同时还要进行各种试验，包括级间分离气动力试验，分离机构地面模拟试验。以及对元件的破坏性试验等，检验设计生产的质量，积累可靠性的数据。

总之，级间分离可靠性，同整个运载火箭的可靠性，需要设计、生产、使用各方面的通力合作，长期坚持，进行大量的工作才能保持提高。