

我国新型冲击液压成形技术取得新进展

最近，中国科学院金属研究所塑性加工先进技术课题组在铝合金板材高应变率冲击液压成形技术与装备方面取得系列进展，有望推动和提升我国航空钣金制造业发展水平。

航空航空装备中，钣金类零件占总零部件数量、制造工作量占全机工作量均在20%以上。针对目前航空领域对钣金零件的轻量化及整体化发展的迫切需求，具有凸凹、加强筋和小圆角等小特征结构的铝、镁、钛轻合金复杂异形薄壁钣金零件的制造已成为推动大型飞机水平提升亟待解决的重要问题。

航空用高强度铝、镁、钛等轻质合金塑性差，成形过程中容易起皱和开裂。我国一直沿用前苏联的落锤成形技术，落锤成形需通过模具压制与人工结合，通过锤击、垫橡胶等方式进行多次压制和人工辅助加工成形，以消除起皱并通过人工手工工序控制材

料流动以防止破裂发生，要求操作者具有丰富的加工经验和技巧。落锤成形由于是刚性模成形，成形零件会有划痕等缺陷，成品率不高，零件精度及一致性差，材料利用率低，模具寿命较低，劳动条件和安全性差。

针对上述复杂航空钣金零件制造过程中的问题及我国大飞机行业的发展需求，金属所塑性加工先进技术团队博士生马彦、副研究员徐勇及研究员张士宏等人与航空工业沈飞、成飞和河南兴迪公司合作，通过将充液拉伸成形技术与高速冲击成形技术相结合，提出了一种新型冲击液压成形技术。

课题组完成了从理论分析、设备研制到工艺验证的全链条研究。通过霍普金森杆拉试验研究发现，5A06铝合金单向拉伸试件在高应变率条件下的延伸率相比于准静态条件增加了40%。课题组自行设计了一台板材冲

击液压成形极限试验装置，发现5A06铝合金板材的冲击液压成形极限相比于准静态液压成形极限得到了大幅提高。通过自行设计的冲击液压成形物理模拟实验装置，对冲击液压成形的冲击承载特性及设备关键工艺参数进行了理论和实验研究。研究发现，该工艺同样适用于铝合金、铝锂合金、镁合金、钛合金等。

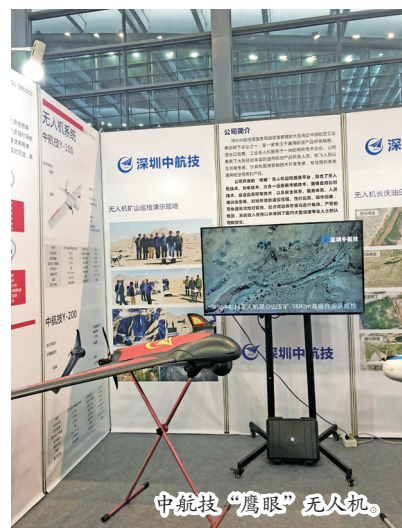
基于以上研究，课题组自主研发了新型冲击液压成形专用设备。该设备采用液压蓄能器组合结构实现了大质量冲击击的高能高速驱动及控制，是该设备的核心技术。由于采用了液体这一柔性成形介质，成形零件具有良好的表面质量。通过室温高应变率成形，无需热处理即可提高材料在室温条件下的塑性。设备的最大冲击力200千焦，最高冲击速度80米/秒，具有适合于工业化应用的自动操作模式。该设备最大可用于500

毫米×500毫米×3毫米的铝、镁、钛等低塑性合金的板材成形，也可用于需要同等成形能量的管材成形、汽车板件成形、板材与管材的冲孔等工序。

课题组已经通过冲击液压成形技术成功实现了航空复杂薄壁口框零件的成形。该技术制作的口框零件具有更均匀的壁厚减薄率，更好的小圆角填充能力，并且能够有效地抑制回弹。与现有落锤生产技术相比，该技术将传统8道次以上的人工辅助制造过程改变为2道次的自动化生产过程，无需中间工艺热处理，提高了400%的生产效率。

课题组还与白俄罗斯科学院和罗马尼亚克卢日-纳波利理工大学进行合作，研制成功一台全新原理的、世界上第一台可以用于生产的冲击液压成形设备。（中国科学院金属研究所）

2018世界无人机大会暨第三届深圳国际无人机展举行



据、军民融合无人化装备、无人机安全监管、无人机+人工智能+互联网等无人机产业发展热点，来自全球18个国家和地区的专家与企业家进行了深入交流、积极研讨，充分吸收欧洲、美国、日本等发达国家在无人机管控、无人机相关法律法规及标准方面的先进经验，以求向全球无人机应用者提供最佳的产业环境与服务。

同期举行的第三届深圳国际无人机展，占地1.5万平方米的空间内聚集了200多家中外无人机企业，参会产品涵盖无人直升机、无人固定翼机、无人多旋翼飞行器、无人飞艇、无人伞翼机、扑翼式微型无人机及上下游供应商与客户。

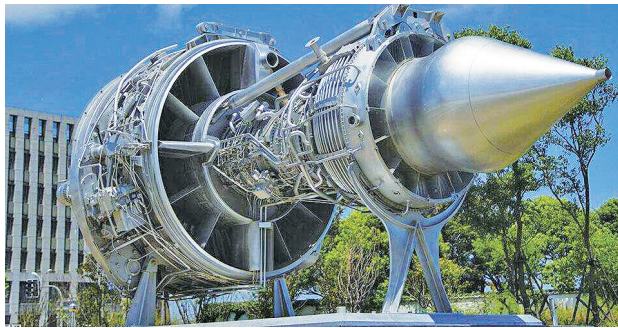
展会中最引人注目是工业级无人机，例如，深圳一电航空(AEE)装备及旋翼无人机，中科瑞泰的长航时旋翼无人机，主要执行侦察、辅助救援，续航时间最长可达2小时，且在超长视距、复杂环境仍能正常工作；天津远度电动垂直起降固定翼无人机，采用四旋翼加飞翼式固定翼的复合气动布局，三冗余度安全的飞行控制自动驾驶，在巡查追踪应用中可高效地完成作业任务。

本届世界无人机大会主题为“影响时代的力量”，由论坛、展会、评选和赛事四个部分组成。大会包括一场主题大会、18场平行论坛、1.5万平方米国际展览会、全球无人机贡献颁奖典礼等多项活动，邀请180多位专家、企业负责人进行18场演讲。大会紧紧围绕“创新应用、智能制造、安全监管”的主基调，以打造支柱产业、建设“无人机之都”为目标，大力推进无人机产业创新发展。

18场论坛分别聚焦警用安防、精准农业航空、电力巡线、土地测绘、物流运输、地震消防及应急救



我国航空航天复杂构件激光精细制造不断突破



精细制造技术还落后于欧美，因此需要大幅度提高我国航空航天领域的复杂构件激光制造能力和水平，突破国外技术封锁，提升我国航空航天产业和国际竞争力。

西安交通大学长江学者梅青松教授带领的激光精密制造与智能机器人团队，面向航天复杂曲面的结构功能一体化部件大尺寸表面功能图案精细制造、航空发动机热端部件功能图案表面完整性控制、航空发动机陶瓷型芯/叶片修理及功能结构复合制造等6类典型复杂构件的需求，结合团队在激光加工工艺开发、自动化装备制造、光机电协同控制等方面的研究优势，自主开发了6类复杂构件表面激光精细制造工艺与系列装备，将填补我国在航空航天制造领域的多

项空白。

团队成员探索激光参量及光束扫描特性对典型材料的作用机制科学问题，采用理论研究与实验研究相结合的方法开展了激光束路径规划及高速扫描、装备在线监测与补偿、特征三维检测与识别、光机电协同控制等关键技术的研究，并对激光多元参量调控机制展开深入研究。另外还研究了光束扫描特性控制策略的方法，发现了典型材料光致特性变化规律及其与激光作用机理、去除等结论，取得了以下代表性创新成果：

目前已完成所有专用激光工艺开发：针对航天石英材料表面图案制造，完成三维模型建立、精细加工参数研究，进行了平面大面积加工实验，可满足项目要求；针对航天器薄膜材料表面图案制造，确定最优加工方式为线光斑定点刻蚀；针对航空发动机热端部件激光打标，确定采用飞秒激光打孔打标，可实现100%识别；针对航空发动机叶片陶瓷型芯激光修理，

确定采用高重频皮秒超快激光，得到毛刺飞边激光修理参数；针对航空发动机陶瓷复合材料飞秒激光加工，得到了高质量微槽激光加工方案，微槽尺寸一致性明显提高；得到了无重铸层气膜孔高效加工工艺，可实现涡轮叶片整体气膜孔加工。

在专用激光制造装备制造方面，目前已完成典型构件图案皮秒激光精细制造装备制造，正在进行设备联调；飞秒激光表面完整性打标装备、航空发动机叶片陶瓷型芯皮秒激光修理装备、航空发动机复合材料热端部件飞秒激光修理装备均已完整整机结构设计，正在进行零部件生产与组装中；涡轮叶片气膜孔激光加工装备已完成研制和示范应用，已交付用户。

上述系列激光制造技术与装备的自主开发将解决我国航空航天构件表面高品质制造技术瓶颈，突破国外技术封锁，为我国新型航天器、航空发动机的研制提供关键制造技术。（高翔）

激光精细加工技术在航空航天复杂构件制造中有着不可替代的作用，在传统制造工艺无法满足的复杂构件微细加工中，如薄膜材料、脆性材料和超合金材料的表面加工、修理、刻型、打孔、完整性打标等，先进激光制造技术因其非接触加工、材料普适性等方面的显著优势，成为复杂构件表面精细制造的唯一选择。因此，国内外极力发展航空航天构件精细激光制造技术，以保证其在航空航天领域的国际领先地位。然而我国目前的激光



由高考作文题目谈到航空技术

高考作文总是人们津津乐道的热点话题，每年都会引起社会各界的广泛讨论。2018年高考语文全国II卷作文：“二战期间，为了加强对战机的防护，英美军调查了作战后幸存飞机上弹痕的分布，决定哪里多就加强哪里，而统计学家沃德却提出了更应注意弹痕少的部位，因为这些部位受到重创的战机，很难有机会返航……”

高考语文考试一结束，题目立即见诸各大网络平台，一时间风起云涌，刀光剑影。各路大神纷纷从各种角度切入题目，从“幸存者偏差”到“逆向思维”，考场内外的安静紧张与活泼热烈一起形成了知识有趣的两面。无论如何，这个题目给广大网友提供了一个了解各种各样的技术在航空领域具体应用的窗口。

浅谈飞机结构设计新技术

航空工业沈阳所 戚岩

随着科学技术和国力的增强，我国航空装备的发展日新月异。以歼15舰载机为代表的多型舰载航空武器装备，标志着航空装备实现了从陆基到海基的巨大跨越；以歼20、“鹞鹰”为代表的战机，标志着我国成为继美国之后的第二个能够同时开展两型第四代战斗机研制的国家；以运20为代表的系列运输机，推动了我国航空装备从小型到大型的发展。军用飞机作为重要的航空武器装备，对于作文题目中涉及的生存力有着具体而细致的要求。这涉及飞机设计的多个方面，如战术使用、结构设计等，限于篇幅，本文选取结构生存力设计中的点滴加以说明。

对于飞机结构生存力设计，一般采用要求的基本来源于国家军用标准。标准中详细规定了军用飞机结构生存力的一般要求以及详细要求。例如，在一般要求中，规定“应实现任务剖面、性能、航程、操作、安全性、可靠性、维修性和产品保障等设计一体化，以保证通过系统技术评估、选择最适用的飞机结构设计方法，对付敌方武器系统”。在详细设计过程中，结构设计人员在概念设计阶段就要确定飞机可能遭遇到的威胁。这就要求设计人员根据每次飞行和任务制定相关的任务要求，并且对威胁环境要有一套完整的描述，包括威胁形式、数量、位置、部署原则以及结构特性、作战特性和极限特性，等等。同时，也要对任务剖面描述，包括飞行路线、战术、高度、速度等。

可以想象，战场是残酷的，来自战场的威胁更是多种多样。飞机可能暴露于非核或非核武器威胁之下。其中非核威胁包括常规武器（如轻武器，空空导弹，空空导弹等）引起的穿透性、着火、爆炸等；定向能武器（如激光武器）引起的着火、烧毁等；生化武器引起的毒性、腐蚀性。核环境中则可能遇到冲击波、光辐射、电磁波、早期核辐射以及碎片等威胁。对于这些威胁，设计人员均要根据用户提出的要求开展损伤模型和影响分析，以找到威胁与损伤之间的定量关系。

有了这些要求与输入，设计人员在设计阶段就要采用各种结构与防护技术降低飞机结构易损性。这里可以采用的手段多种多样。举例说明，对于承担关键功能的部件和系统采用冗余度设计，这样在一套系统出现损伤时，另一套系统会保证系统仍然能够完成相应的功能。这就是我们经常媒体上听到的“冗余度设计”。军用飞机的油箱是需要防护的重要部位，对于被弹片击中后容易发生爆炸的油箱，设计人员采用了在油箱中填充防爆泡沫的方式提供必要的防护。对于直升机，强击机（攻击机）这样对地攻击型武器，经常要遭受地面武装人员武器的袭击。为了应对这种从下方来袭的威胁，设计人员要给飞行员座舱加装完整的装甲防护，以保证飞行员的生命安全。可以看出，生存力设计是一门涉及范围相当广泛的专业，是与飞机是否能够安全返航息息相关的专业。

航空工业是一个高技术密集型的领域，除了结构生存力设计以外，飞机结构作为平台，对飞机性能起到了举足轻重的作用。除了作文题目中所涉及的统计学的应用，各种新技术在结构方面的应用更是层出不穷，如增材制造（3D打印）、复合材料、AI等。

增材制造技术是近年来十分流行的技术。在航空领域，增材制造技术大放异彩，为飞机结构设计带来了技术手段的革新。由于传统的以切削为主要特征的减材制造工艺的束缚，设计人员活泼的思维不能得

浅谈提高飞机生存能力的主要技术

航空工业西飞设计院 贾红红

作为一名航空人，看到这个作文命题，倍感亲切，在思考如何构思这篇作文的同时，我们也深深感觉到，在现代战争高强度对抗作战中，提高飞机生存力的设计是十分重要的。那么，什么是作战飞机的生存力？怎样提高作战飞机的生存力？

一般来讲，飞机的生存力是飞机躲避或承受人为敌对环境的打击能力。它是指在一一定的对抗环境中，飞机以其自身的敏感性和易损性所获得的生存概率。简单说就是如何能完成任务而不被敌方的击落的能力。它不但取决于飞机自身的性能，也与敌方的打击能力有关，是彼此作战能力对抗的结果。俗话说，道高一尺魔高一丈，从技术发展的角度来讲，飞机生存能力是伴随着战场威胁环境和飞机设计技术发展而不断更新迭代的，此消彼长，逐步增强。

在二战以前，作战中，飞机的威胁主要来自敌机的机炮和地面的防空炮火。提高飞机生存能力的主要做法就是增强飞机自身的防护能力，提升飞机性能，增强自身火力。增强飞机防护能力就是提高飞机的抗打击能力及飞机在遭受攻击后的生存能力，如加装防护装甲、防火防爆系统、系统冗余度设计等手段；提升飞机性能，使飞机获得更快的速度、更高的飞行高度以及更加灵活的机动性能以摆脱敌方的威胁，从而提高飞机的生存力；增强火力，则使飞机自身具备更加强大的攻击能力，在自身受到威胁前，提前消灭或压制敌方火力。

而自防空导弹及空空导弹引入作战以后，飞机受到的威胁显著增加，这就迫使飞机设计师在飞机设计时，深入分析火控雷达搜索和跟踪的性能以及导弹制导方式等方面的技术机理，找出破解办法，在飞机设计中进行针对性设计，以提高飞机作战时的生存力。一般来说，我们从以下几个方面进行设计：

一是从主动搜索和攻击的角度进行设计，飞机本身配备“看”得更远的雷达系统和打得更远的导弹，使得自身具备提前发现、提前攻击和提前消灭威胁的能力，以保护自身。

二是从防守的角度进行设计，减少被导弹击中的概率。防空导弹及空空导弹主要通过雷达、红外、电磁辐射等方式探测、跟踪并攻击目标，因此提高飞机生存力设计主要就围绕雷达、红外和电磁辐射特性等展开，从而发展出雷达隐身、红外隐身、电磁辐射隐身等隐身技术，威胁告警、有源对消、引信干扰、有源无源干扰等电子对抗技术，以及通过飞机机动、超低空飞行等方式避免被探测发现的战术规避飞行技术。雷达隐身技术是目前飞机最重要的隐身技术。外形隐身技术，就是合理地设计武器装备的外形，降低雷达散射截面，使敌方雷达回波偏离雷达的视向，这样敌方火控雷达就很难或很少收到雷达回波信号，难以实现有效攻击。材料隐身即通过在飞机外表面、进气道等部位涂覆特殊的吸波材料，以达到隐身效果。

红外隐身设计主要是降低飞机发动机出口高温燃气所带来的红外辐射强度，以减少被红外制导武器锁定攻击的概率。

电磁辐射隐身设计就是降低飞机上各种电子设备的电磁辐射强度，如降低通信、导航设备的电磁辐射强度等，避免被敌方搜索跟踪。

三是飞机配备电子对抗系统，主要采用雷达威胁告警、导弹逼近告警、有源干扰和诱饵欺骗等手段，致使敌方在攻击过程中难以实现对飞机的搜索、跟踪和攻击，最终提高飞机的战时生存能力。

四是采用战术规避技术，机动规避，即驾驶员在必要时驾驶飞机做机动飞行，以躲避敌机的瞄准跟踪。超低空突防是利用地球曲率和地面物体的遮挡，以躲避敌方雷达的探测，实现突防，提高生存能力。

综上所述，飞机生存力和各种空武器打击能力，作为“矛”与“盾”的两个方面相互对抗，又共同发展，诸多设计技术还等待着飞行器设计师们去钻研、探索 and 开发。