

目 录

航空制造技术的回顾与展望	1
大力发展航空热工艺	19
没有工艺预研,型号研制将是无源之水、无本之木	35
型号发展与制造技术	38
关于航空制造技术预研及工程化的思考和建议	51
走向富强之路	60
机载设备制造技术的地位和发展	71
航空工艺研究是航空产品发展的基础	81
振兴工业的基础——制造技术	89
工艺是发展电子信息产业的根本保证	94
工艺与技术革命	105
论工艺在新技术革命中的地位及其发展战略	121
工艺是最直接的生产力	138
浅谈工艺与科研生产的关系	147
从船舶焊接技术进步看工艺的重要地位	151
工艺在科研生产中的重要作用	159
工艺是提高造船生产力的关键	168
新技术革命中舰船导航仪表精密加工技术的发展	178
增强工艺意识,加强航天特种新工艺的研究	188
工艺在航天飞行器研制中的作用	197
试谈工艺的地位和作用	211
现阶段制造技术发展的形势、特点和问题	225
编后记	246

航空制造技术的回顾与展望

航空科学技术研究院 戚道纬

随着世界范围新技术革命的兴起和发展,国外有些科学家认为:计算机、光导纤维、激光、新型材料、新能源、生物工程、海洋工业、空间工业、机器人工业在本世纪末将会出现重大突破,并称它们是“第四次工业革命的九大支柱”。但是要把这九大支柱付诸于实,还必须有一个重要的物化的技术基础,这就必须有一个伴随它们同步发展,或者是超前发展的现代的制造技术。因此,在这种日新月异的新技术革命的形势下,工业发达国家普遍认为:现代生产和科学研究的重心已经转移到工艺问题上,在某种意义上,制造技术正成为主宰。现仅就对航空制造技术的认识问题,作一局部的回顾和展望。

—

航空工业,就其宏观的行业性来讲,应属于制造业范畴。我国航空工业是从飞机修理开始,发展到仿制,进而又发展到自行设计的。航空制造技术也就是为解决飞机、发动机、机载设备的修理、仿制、自行试制而从无到有发展、壮大起来的。

飞机的修理和仿制阶段,其主要技术基础是制造技术,

因为那时的设计图纸及修理规程都是现成的,所以当时制造技术显得比设计、试验技术更重要,各决策管理部门都很重视制造技术。建立了一整套冷加工、热加工、试验、装配、检验技术队伍,加工设备和试验设备投资得到保证。当时国家把航空工业作为重点发展项目,而航空行业内部又把制造技术放在重要位置,所以获得了稳定的高质量的发展。工厂从管理上建立了以总工程师为首的冷工艺、冶金(包括热工艺及理化试验)、设计、机动等完整的管理体系。这时期的各航空工厂均把制造技术摆在重要位置,不仅维修任务完成得很好,而且从维修向仿制过渡得也非常顺利,加速了我国航空工业的发展。

我们知道,从本世纪初第一架飞机的诞生到40年代初喷气式飞机问世,在工业发达国家经历了四十年的反复研究和探索。我国由于制造技术适应了仿制的需要,虽然50年代世界上能制造喷气飞机的国家只有少数几个,而我国从1951年建立航空工业,1954年制造成功活塞式教练机,1956年就跨入喷气机的制造行列。进入先进的喷气时代,中间仅用了五年多的时间。这充分说明我国已开始掌握喷气飞机的制造技术。这个时期的航空制造技术的重要性是显而易见的。但此后出现众多原因,把工艺规程搞乱了,工艺装备损坏了,把工艺人员下放了,所以从1958年开始仿制的歼六和直五飞机,到1960年没有交付一架,当然其中因素较多,技术难度也比以前大,但在错误思想的指导下,严重地忽视了制造技术的作用,不能不是一个重要原因。为扭转这种局面,航空全行业曾开展了一场大规模的质量整顿工作,而首先是对原有生产图纸、工艺规程、成件、设备、

工艺装备进行逐项、逐页、逐件、逐道工序的复查、鉴定,使制造技术得到了恢复和加强。经过全行业艰苦卓绝的努力,1963年9月和12月,直五和歼六飞机先后通过国家鉴定。这段历史给我们的教训是非常之深刻的。

强五和歼八飞机分别是50年代末和60年代初开始自行设计的新机种,也就是说,我国航空工业至此开始了由仿制向自行设计试制过渡的重要历史新阶段。但是因为原来仿制的制造技术体系痕迹非常之深,过渡需要大量的投资、人才的培训和大量新技术、新工艺的储备,至于仿制工艺体系的改造和制造技术的预先发展更是差距极大。所以逐步开始了制造技术不适应自行设计试制新情况的需要了,制造技术与设计争重量的矛盾极大,在一些难加工材料和复杂新型结构零件面前束手无策,试制周期难以缩短。就歼八飞机来说,虽然在研制过程中,工人和工艺人员提出具有重大改进的建议400余项被采纳,改善了飞机的工艺性,但一些技术难题难于突破。因此,在歼八飞机定型的过程中提出的几十个技术质量问题中,与制造技术相关的竟占37%。虽然经过攻关也得到解决,但周期的延长,对军事武器发展所导致的问题当然是严重的。同时也深刻地证明,航空制造技术从自行设计试制阶段一开始就严重地拖了新飞机发展的后腿,但这个严肃的问题并没有得到应有的重视,致使这种不适应、不同步、不协调的问题进一步发展和加深。

轰七飞机是70年代末开始研制的新型号,是在没有原型机参考的情况下,进行的完全自行设计的我国新一代飞机,在制造技术上也采用了CAD/CAM技术、整体大件数控加工技术、钛合金钣金结构超塑成形扩散连接技术、喷丸成

形技术、无孔耐久蜂窝技术、钣金件胶接技术、涂层保护热处理技术、新型连接技术、数控弯管技术、整体油箱密封技术等一批新工艺。在军用飞机制造技术方面有一定突破和发展,可以说是制造技术从仿制的体系开始向自行设计试制的体系过渡,在航空制造技术的发展史上具有一定代表性。但从总体来看,由于预先研究技术储备较少,技术改造投资强度不够,国外先进技术引进也较少,原有的仿制工艺规程未得到足够的更新,所以当时采用的制造技术和加工设备等仍然保留着较深的仿制体系的痕迹,航空制造技术不适应新飞机设计试制需要的问题仍然存在,工艺与设计争重量的问题仍然存在,试制周期长的矛盾也未得到克服。

某号工程是80年代中期开始的在研机种,由于改革开放,为新机研制提供了优越的国际环境,在设计上引进了较多新技术,与过去相比,新机的战术技术性能出现了重大突破,从而在设计上采用了众多新结构。但由于制造技术还是旧的体系,很难尽快地适应设计的急需,加之预先研究储备量较少,所以只能采取一方面将一些难度较大的关键制造技术与“七五”预研课题结合同步进行,如飞机座舱圆弧风挡结构成形技术、机身整体油箱密封工艺、飞机关键部位的机械连接技术以及复合材料构件成形技术等还在研究之中。还有一些关键技术,如复杂形状蒙皮成形工艺、整体壁板喷丸成形工艺、进气道唇口精铸工艺、水泡式座舱盖成形工艺、新型飞机起落架制造技术、计算机辅助制造技术、复杂零件数控加工技术等均作为与设计同步进行的攻关项目。随着十号工程的进行,不仅采用了一批新工艺,而且一些关键设备也将被引进和采用。如数控机床的进一步采用,

自动压铆设备、钣金成形设备、热处理、表面处理设备、计算机也都同时得到更新和扩充,工艺人员也将得到进一步培训,技术管理也将得到加强。因此由仿制的制造技术体系向自行设计试制的制造技术体系的过渡也将出现一个比过去更加深刻、广泛、层次高的新局面。当然,要最终建成一个崭新的自行设计试制的先进的航空制造技术体系,还要在各方面给予极大的重视和投入才能完成。

轰七和某号工程的研制过程中,设计和关键制造技术的预先研究、攻关同时进行的格局实属无奈,充分说明航空制造技术总体上的落后,预先研究基础的薄弱和储备量的极少的现状。这种作法风险相当大,增加了新机研制的难度,使不可预测因素增多,在先进工业国家是不允许的。科学的作法应该把一些关键的工艺放在超前于型号研制的5年至10年,甚至更长一些时间,在型号研制时这些工艺已基本成熟,将由于未知因素所能造成的风险压到最低程度。这样使型号研制的周期缩短了,可靠性提高了。预先研究的重要性就在于此,这个问题应该引起我们足够的重视。

近十年来,随着改革开放,一些新技术、新设备、专利得到引进,“三来”加工得到发展,我们航空制造技术也得到一些充实。在计算机辅助制造、数控加工、精密加工、精密铸造工艺、精密锻造工艺、精密热处理工艺、表面防护技术、特种钣金技术、铆接装配技术等方面都有一些进展。但从总体上看,航空制造技术差距是非常之大的。航空工业有加工设备几万台,但其中数控加工设备只占0.8%,又因为技术不配套,所以开机率不超过30~60%。传统加工方法占主导地位,仍然停留在“五个一”(一个工人、一台机床、一把刀子、

一张图纸、一个零件)的工艺方法上。当然,并不是说数控机床越多越好,而应根据产品结构的实际情况,在普通机床不能胜任的那些工艺过程中尽量采用数控技术,这也是制造技术发展所必须经由的道路,也就是说,不能脱离国情而一味追求数控化、自动化。

在航空制造技术领域,人才老化、技术断层十分严重,大批人员和设备转至民品开发,深感航空制造技术后继无人。照此下去,少则五年,多则十年,航空制造技术将会出现“危机”。所以近几年许多航空制造技术专家们多次进行研讨、呼吁,要求重视航空制造技术的发展。大家一致认为,目前与世界先进工业国家相比,我国航空制造技术落后约25年,如不采取得力措施,这种局面还会加剧。形成这种结局的原因主要有三个:一是相当长的时间我们对国际航空制造技术发展情况相当闭塞,缺乏国际先进技术的引进和对外交流,这样使我们不仅得不到技术的更新和先进技术的采用,而且使我们缺乏制造技术的跟踪目标;二是近几年来军用航空产品陡然下降,新型号发展的需求量较小,技术改造、采用新技术的投资严重不足。原有的一部分航空制造技术转向民品开发,又得不到及时的充实和改进,因此绝大多数的航空工厂的制造技术已失去航空制造技术“高、精、尖”的特性,处在逐步下滑的趋势;三是航空制造技术预先研究方面,民用飞机预先研究经费没有着落,“七五”没有投资。军用飞机预先研究虽然纳入国家计划,并有一定经费支持,但由于预研经费不足和不重视航空制造技术的发展,投资强度很弱,“七五”约占航空预先研究经费的5%,随物价的调整,很多原材料、设备、仪器、元件、能源提价,使预先研究

经费得不到保值,致使航空制造技术的预先研究经费所覆盖的预研项目不断缩小,导致了制造技术进步缓慢、不进则退的困难局面。

作为航空制造技术预先研究来说,每年有一些经费的支持,多年来开展了一些新技术、新工艺的研究,也取得了一些成果,而且在新机研制中起到一定作用,军事技术效果也是比较满意的。但由于制造技术的通用性非常之广,覆盖面较大,所含学科又非常之多,因此在预研经费的平衡上,所占比例上,应从实际出发,在不脱离“僧多粥少”的情况下,还是可作一些调整的。特别是在“七五”课题的安排上,仍然存在设计与工艺不同步、不重视制造技术的倾向,许多航空专用技术和专用设备的原理研究均未照顾到。如飞机钣金液压成形技术、飞机壁板喷丸成形技术、飞机数控钻铆技术都是现代飞机生产的专用关键工艺和设备,也是我们新机工程和干线飞机研制所必须的关键工艺和设备。本来在“六五”期间还是有一些预研基础的,但“七五”却被取消,试验室也被拆除,人员也转向,严重地影响了新机研制的需要,已成为重大技术难题。精铸单晶发动机叶片和发动机高温粉末盘技术是现代高推重比航空发动机生产的核心工艺,也是因“七五”经费不足而难以进行,只能开展一些跟踪性基础性的工作。我国航空发动机本来差距就很大,这些重大技术不超前解决,难以试制出适应新型飞机需要的发动机。还有关系到航空零件内在质量和表面防腐性能的热处理和表面防护技术,关系到航空新材料采用的切削机理和航空零件表面完整性等方面的技术也均未列入规划。还有一个值得深思的问题是,由于长期不重视机载设备的工艺

研究,以致对机载设备行业制造技术的关键所在、今后发展方向等无法“说清楚”。为此部领导在1987年给我们提出一个“说清楚”的专题,经过专家近两年的努力,对国内现状进行了调查研究,对国外发展趋势进行了分析,提出了一个比较全面而且具有说服力的报告,并为航空机载设备制造技术今后的发展重点和“八五”规划的制订提供了技术依据。

从局部来看,“七五”期间航空制造技术的预先研究还是取得了一定进展,如:初次开展的柔性制造技术基础的研究已取得较好进展,为今后柔性技术的发展打下了一定的技术基础;歼八钛合金64框超塑成形扩散连接技术,经过试飞考核和专家鉴定,获部二等科研成果奖;定向空心无余量高温合金精铸涡轮叶片,已装机试验120小时,将为新发动机的研制提供理想的叶片;加工飞机风模用的五坐标数控机床系统有了新的突破;高温粉末盘技术将进入模拟件的制造阶段;超精加工技术、多坐标精密测量技术和设备等方面也取得较大的进展;同新机研制相结合的圆弧风挡制造工艺、整体油箱密封工艺的研究在克服了很多困难之后进入模拟件的研制阶段;15万伏真空电子束焊机系统也将进入总装调试阶段。因此,如果说“七五”期间对航空制造技术预先研究项目的安排上在总体上有所不足,但在“点”上还是取得了一些技术突破的。

从全局看,我国航空制造技术差距很大,新技术、新设备、新工艺的预先研究发展缓慢,技术改造资金甚缺,设备老化,技术断层严重,都是客观存在,并且不可能在短期内完全改变这种落后面貌。我们也不能脱离国情而苛求过多,但在总体布局上应该把航空制造技术的发展放在应有的位

置,尽早抓好这项带有全局性的工作,因为有些高技术不仅要有经费的支持,而且还必须要有时间周期的保证。如定向空心无余量叶片花了 20 多年的时间,才用到新发动机上;数控技术也花了近 20 年的时间才达到目前的技术水平,我们应该珍惜这些经验。

二

随着现代科学技术的发展,新知识、新原理、新产品、新设备、新工艺、新技术的研究开发周期不断缩短,更新老化时间在不断加速。据美国科学家詹姆斯·马丁的推测,人类所有知识在十九世纪大约每隔五十年增加一倍,20 世纪初是三十年增加一倍,到 50 年代是十年增加一倍,到 70 年代是五年增加一倍,现今大约是三年增加一倍。随之知识的陈旧率也大大加速,18 世纪是八十年至九十年,20 世纪初是十五年,而今是五年至十年。在科学知识的发展速度方面,据拜因豪尔·施马克的《展望公元 2000 年世界》一书的统计,一些重大技术从研制到推广应用,蒸汽机经历了一百年,蒸汽机车三十四年,柴油机十九年,喷气发动机十年,平面型晶体五年。在产品结构的复杂和精密程度方面,早期的无线电设备只有 15 个零件,现今增至千倍以上;最初的飞机只有 1500 个零件,而阿波罗登月飞船有三百多万个零件。所以现代科学技术发展的加速、大规模、高度综合必将会出现一个与之相适应的现代化的制造业。为此美国一些权威人士和机构提出:世界制造业已步入由三大趋势共同引起的革命周期的初级阶段。其三大趋势主要是:全世界制

造能力的迅速提高及扩散已导致全球范围的激烈竞争;先进制造技术的出现正明显改变着现代制造业的产品与工艺;传统劳资惯例、组织结构及决策依据的变革是新的竞争力的源泉,而且提供新的战略机会。因此我们认为,作为世界制造业的重要组成部分的世界范围的航空工业正处在日新月异的发展阶段。苏美两国在军用、民用飞机方面的竞争更加激烈。世界航空工业的发展已充分说明,很多新设备、新技术、新工艺的采用都是从航空领先应用开始的,所以航空制造技术的发展处于整个制造业的前沿,起着领先和导向作用。为此,很多国家把发展航空制造技术作为发展本国经济、国际市场竞争的重要战略决策。

由于世界范围制造业发展的需求,据有关方面统计,世界机床生产量也保持很好的发展势头,1989年比1988年产量增长约10%,特别是欧洲、北美及远东地区增长更加明显。全年销售总额达420亿美元,其中日本占98亿,西德占69亿,分别居第一、二位。1989年外国对美国的投资为613亿美元,80年代末英国在美国的投资占最大比重,1988年占到31%,而投资的1/3是在制造业。美国吸引外国投资的重点也在制造业。所以随着制造业的发展,制造技术也将得到飞速发展。在这种趋势的影响下,世界范围的航空工业反应极为敏感,而且非常重视在制造技术领域始终处于领先地位的航空制造技术的发展和投资,并把航空制造技术作为国际竞争的基础。不论是有关国家的政府和军方,还是技术力量雄厚的各大飞机公司,都意识到这个问题的重要性,特别是航空武器方面的制造技术更引起了注意。

美国空军在15年中先后投资50亿美元资助先进制造

技术的研究和推广,为新机的研制打下了非常雄厚的技术基础。美国军方还非常注意发展新工艺和新技术,以提高军用飞机的生产效率,达到降低成本的目的。如B-2飞机是美国近期发展的一种先进的隐形军用飞机,预计军方将采购132架,总费用约681亿美元,费用相当高。准备后几年节省30~50亿美元,而这一希望是寄托在生产工艺的改进和生产能力的提高上面的。

美国波音飞机公司近10年生产了6000架各类大型飞机,占世界总数的1/2。这个公司还参与了B-2飞机的研制,该机采用了大量复合材料构件,工艺非常复杂,难度也很大。飞机生产中数控技术得到广泛应用,数控机床占加工设备的10%,自动化水平较高,钣金件装配中钻铆系数达50%。该公司非常重视老设备的改造,通过微机的应用使蒙皮拉伸机、型材拉弯机、整体壁板喷丸机均提高了精度和使用寿命。该公司设有制造研究发展部,专门从事制造技术的研究和发展。由于世界航空的飞速发展,民用飞机改型任务繁重,产量不断上升,军用飞机战术技术性能不断提出新的要求,制造技术被提到极重要的位置。该公司权威人士透露,之所以1995年以前新型客机发展较缓慢,完全是因为目前所采用的传统制造技术所致,因为现在的传统工艺,从型号上马到拿出第一架飞机至少要48个月。

美国麦道飞机公司,以生产军用飞机为主(军用飞机占60%,民用飞机约占25%),民用飞机订货量也较大,截止1989年,MD-80系列飞机已有1000架订单。在制造技术方面采用计算机的步子较大,柔性制造系统已用于生产。该公司非常重视制造技术的发展,其驻上海航空工业公司的

管理专家伦莱先生认为:发展先进飞机,工程部门(指设计部门)固然重要,然而制造部门比工程部门更重要。因为设计一种新飞机只需三至四年时间,而制造和改进要经历一、二十年,甚至更长时间,生产 DC-3 的那个时期,是以工程部门为主,工程部门很大,而且从总裁到下面负责人层层来自工程部门,相反,制造部门得不到重视和充实,形成了制造部门服从工程部门的格局。这种格局影响了发展,后来市场竞争越来越激烈,发现关键不是设计,而是制造。许多公司能设计出先进飞机,但要制造出来就很难了。最终打破旧格局,制造部门提到了越来越重要的地位。

西德 MBB 公司于 1988 年 11 月在阿姆斯特丹召开的国际工业研讨会上提出:尽管航空工业是目前世界增长最快的行业之一,但它能容纳的竞争对手却为数不多,在如此激烈竞争中要生存和发展,除了优化设计之外,必须不停顿地改进生产工艺。

法国宇航公司为保证产品质量、提高生产效率和竞争能力,近年来建造了一批自动化车间。为了适应“空中客车”和 ATR 系列飞机复合材料构件制造需要,投资 6 000 万法郎建造了有两台专用计算机、高压水切割机床、热压罐、表面处理、自动传送系统和超声检验等设备的自动化车间;投资 16 000 万法郎建造了有 22 个装配站位、两台加工中心、10 个储存库、一个清理站和两台装卸托车的发动机支架柔性装配车间,从而使装配时间减少了 60%,降低了装配费用,提高了生产能力,预计到 1993 年每月可装配 54 个不同型飞机的发动机支架,全部投资可在三年内收回;此外还投资 1400 万法郎建立一个有五坐标钻镗机、加工中心

和自动起吊装置的全自动化铆接车间,不仅比手工铆接效率提高6倍,还降低了噪声,改善了劳动条件。通过上述措施,把制造技术水平提到了一个新的高度。

英国宇航公司是欧洲一家最大的航空产品制造厂,为了在激烈竞争的国际市场立于不败之地,从80年代初,在对技术现状、未来飞机和制造技术发展趋势以及工艺上的薄弱环节进行分析的基础上,制订了一项实现制造技术和生产设备现代化的重大计划,准备集中资金,提高总体生产能力,争取到21世纪建成一个具有高水平的计算机集成柔性生产系统。其主要目标是:建立复合材料构件的自动化生产系统;将超塑成形与扩散连接技术推向实用阶段;建立钣金件自动化生产系统;组建以机器人为中心的自动化生产单元,为柔性制造系统打基础;发展集成化直接数控系统。

英国罗·罗航空发动机公司主动适应世界市场的竞争,于1978年就作出了重大决策,经近十年的努力,在老厂房中建成了一整套包括10个加工单元的加工70种涡轮和压气机盘的先进集成制造系统,已经取得了比较完整的发动机重要零件制造技术的经验,收到了预期的技术经济效益。最终的指标是:减少再制品费用2/3,生产周期从26周缩短到6周,提高生产率40%以上,系统运行后一年内收回全部投资。

美国通用电气公司,可以说在激光打孔技术方面下了大工夫,经过多年的研究,发展了激光打孔技术,成功地作为发动机生产所用。据该公司统计,每台发动机平均用激光打孔10万个,一年生产的叶片、火焰筒和隔热屏障等零件共打孔5000万个。因为激光打孔不仅效率高、成本低,而且

具有很高的加工柔性、对产品结构变化适应性强、环境清洁、无污染等特点。目前该公司的两个分厂拥有 50 套激光打孔系统。这个公司曾在美国空军技术现代化计划的资助下建立了激光加工单元,自投入使用以来,效益显著,直接劳动费用节约了 65%,再制品费用减少了 85%。

法国斯奈克玛公司新建的一个发动机涡轮盘计算机集成制造厂,投资 6 700 万美元,以最快的速度实现了高水平的革新,缩短了生产周期,降低了成本,提高了市场竞争能力。

航空机载设备的发展是同高精度制造技术发展息息相关的。国际普遍认为,精密加工技术对产品的市场竞争具有关键性地位。而精密加工技术的发展速度亦非常惊人。专家们预测,未来航空机载产品的加工精度要高出 1 至 2 个数量级,进入超精密加工范畴。这是因为产品的结构、性能、用途发生巨大变化所致。例如在 30 年代要达到 1 微米的精度是不可思议的超精加工了,而到 50 年代被认为是精密加工的杰作,到 2000 年时也许只能是常规加工了。今天我们所认为的超精加工,所能达到的精度为 0.01 微米,表面粗糙度为 0.001 微米,所加工的零件可能小至 1 微米,所使用机床的分辨率和重复性必须为 0.01 微米。这种历史性的进展对航空制造技术尤为重要。对于精密产品来说,不仅加工精度是一项难关,而其加工工艺及设备也必然是一道“障碍”。例如激光陀螺的原理是 1963 年提出来的,到 10 年之后的 1973 年突破了关键技术,但因为其许多零件加工困难,直到 1982 年才投入批量生产,前后整整花了 20 年时间。这期间主要是攻克了质硬而脆的玻璃块加工技术、反射

镜的抛光和涂层工艺、元部件的超净清洗工艺和最后的激光陀螺装配工艺等。

日本在精密加工技术的采用上作了很大努力，通产省工业技术院从1986年开始实施“超尖端加工系统的研究开发计划”，主要包括微元激光技术、离子束技术、超精密机械加工装置技术、超尖端加工技术及辅助技术等。其目的是将微元激光、离子束和机械加工结合起来，建立与过去根本不相同的超精密加工技术基础。

总之，国际范围人们已认识到，制造技术的高技术化是掌握竞争和取得主动的基础。航空制造技术已得到广泛重视，而且发展非常迅速，这是世界航空制造技术发展的大潮流，因此应当引起我们足够的重视和深入的探讨。我们要根据国际航空制造技术的发展趋势，并结合我国航空工业实际状况，在今后的总体布局上给予认真的规划和安排，以制订出我国航空制造技术发展战略。

三

我国航空制造技术也曾有过自己的发展速度和水平。坚实的技术基础和一支雄厚的科研、生产、教学队伍，在国内也曾在一个时期处于领先地位。但历史的变革是不依人们主观的意志为转移的，现今的处境要求我们开扩视野，进行航空制造技术的战略研究，应看清现代生产和科学研究的重心已经转移到工艺问题上，制造技术正成为主宰国际科学发展的大环境。而航空制造技术又是我国武器装备制造技术的组成部分，为此从全局着眼，对武器装备制造技术

的有关问题,提出以下几点建议:

(一)提高对武器装备制造技术的认识,充分肯定军用航空航天、军用电子、兵器、舰船制造技术的特殊性;充分认识武器装备制造技术在发展我国国防现代化、振兴全国制造业的重要地位及对全国制造技术发展的牵引作用和基础作用。即使几十年不打大仗,也不能放松武器装备制造技术的储备。要把发展制造技术作为国家振兴国防科学技术和军工生产的重要组成部分,并制订相应方针政策予以保证。

(二)制订武器装备制造技术的发展战略。作为国家科学技术发展重点,制订一个10至15年的发展规划,并在人力、物力、财力等方面给予支持。

(三)加强管理,建立健全武器装备制造技术管理体系。现今各方面管理都在加强,唯有制造技术在国防工业系统没有归口管理机构,各行业管理也不健全。就航空制造技术来讲,处在管理头绪不少,但真正着眼于全行业的管理又没有一个统一的机构,力量相当分散,从制造技术的预先研究,与制造技术紧密相关的技术改造,与新型号发展有关的关键技术的应用和研究,预研成果工程化等均处在多头管理状态,本来资金就不足,但是又没有一个统一的管理机构,没有一个统一的、相互配套、协调一致的总体发展规划。近几年企业升级,许多专业均有考核指标,唯独制造技术没有验收要求。很难想像一个企业的主要“支柱”制造技术上不去,其它考核指标是如何达到的。因此,武器装备制造技术的管理,上应从国防科工委起,到各有关国防工业部门,到各有关厂、所都应建立相应的管理机构,以加强科学管理。