

专 栏 序 言

北航螺旋桨研究发展中心

自二次大战后期开始,“活塞改喷气”的大趋势很快地由歼击机向各类飞机扩展。由此导致航空螺旋桨的研究发展工作曾一度基本停顿。经过三十年左右,却戏剧性地出现了“螺旋桨复兴”的局面。目前世界上大部分支线飞机和通用航空飞机均主要依靠螺旋桨推进。此外,大中型民用飞机使用桨扇推进的前景一直为人们所关注。从我国情况来看,目前已投入批量生产的全部民机,都装备螺旋桨而无一例外。为了加强航空螺旋桨的研究工作,在部领导直接关怀下,“北航螺旋桨研究发展中心”于 1988 年元月份正式诞生。三年多时间来,北航螺旋桨中心陆续开展了一些研究工作,部分研究工作已取得成果。除开有的研究工作已发表过之外,在这里把一部分论文集中起来作为“专栏”发表,以便于参阅。

考虑到航空螺旋桨研究工作的综合性及多学科的特点,北航螺旋桨中心是由来自材料、动力、飞机系与制造工程四个系的部分人员跨单位结合组成,作为“航空航天科技研究院北航分院”下属的一个基层单位。其工作性质主要侧重于基础性应用研究,同时根据航空螺旋桨型号发展的需要,努力面向航空内外的国民经济主战场做好服务工作。目前除承担多项不同来源的基金研究项目和航空行业的预研课题之外,也参加了由保定航空螺旋桨厂作为总承包单位的一些螺旋桨型号发展工作。

为了能对现有的一些测绘仿制型号进行改进,必须掌握能反映当代科技水平和建立在应用计算机基础之上的航空螺旋桨工程设计体系。世界上一些著名的航空螺旋桨公司曾向我国提出过技术建议书,但都不涉及到上述核心设计技术。经过厂、校双方共同努力,结合型号发展工作,目前已初步建立起了我国自己的航空螺旋桨金属桨叶工程设计体系,如图 1 所简略示意。在型号发展过程中,曾使用上述工程设计体系进行过多种方案的数值模拟对比。由于考虑到气动、噪声、结构动力学、可靠性等各方面因素,所以在设计过程中能够兼顾不同侧面,易于得到接近于最为合理的设计方案。关于在图 1 中所示的工程设计体系的不同侧面,在专栏中还有几篇专门阐述,这里不再展开。

学校曾与工厂合作,共同使用上述工程设计体系对于一种仿苏航空螺旋桨进行过改型设计。在选定设计方案之后,根据原型桨与改型桨的图纸数据,按 0.31 缩尺比制造了两个缩尺桨模型。桨叶加工是使用北航制造工程系的柔性加工系统完成的。在北京空气动力学研究所的 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 低速闭式回流风洞中对上述两个缩尺模型桨进行了气动性能对比实验,并在风洞外进行了模拟地面静止状态的自由声场测量。为了能以规定功率和转速来驱动缩尺模型桨旋转,螺旋桨中心专门组织力量突击研制了一套冷气轮装置作为模型桨的动力源。冷气轮装置以来自暂冲式气源的压缩空气为动力,在 4016r/min 的转速下,冷气轮发出的功率为 24.5hp 。与此同时,北京空气动力学研究所研制了与此冷气轮配套的天平,用以测量螺旋桨的拉力与扭矩,

并解决了从旋转螺旋桨轴引出信号的技术关键。

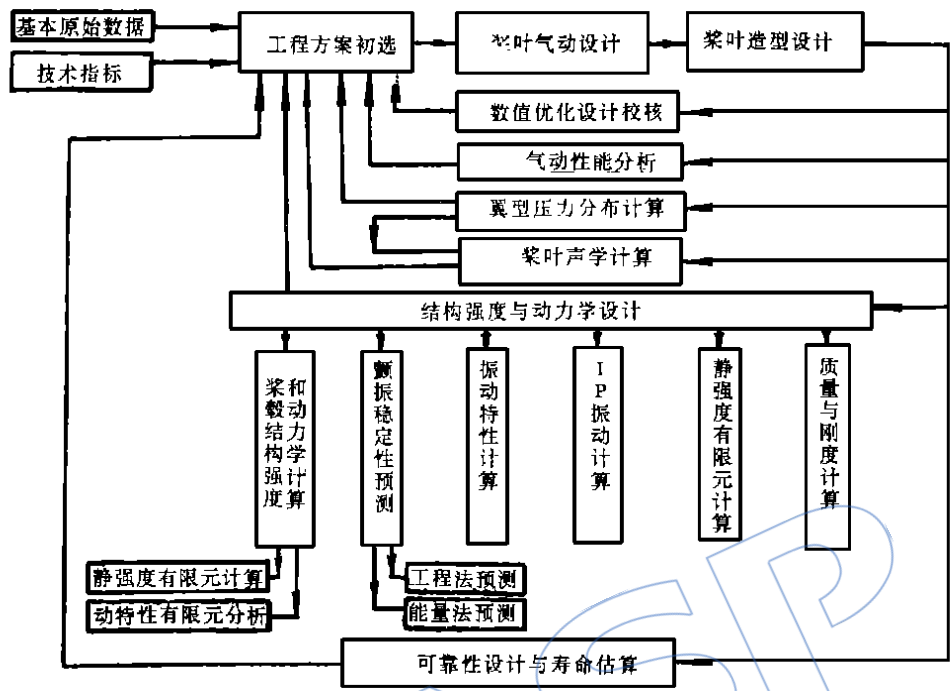


图 1 现用的螺旋桨叶工程设计系统示意图

概括起来，对于这项型号发展所完成的工作是：(1) 国内首次使用当代工程设计体系，通过在计算机上进行大量计算为基础，完成了一种航空螺旋桨的改型设计。(2) 国内首次使用当代柔性制造系统加工出了缩型桨的桨叶，并完成了缩型桨装配及动、静平衡。(3) 在国内首次实现了缩尺模型桨的气动/声学性能旋转对比实验。(4) 缩型原型桨与新设计桨的详细气动/声学性能对比实验结果证实，在地面静拉力、爬升效率、巡航效率及螺旋桨辐射噪声等各方面性能，新设计螺旋桨全面优于原型桨，并均已超过了“研制总方案”中所规定的技术指标。从方案评审会算起，上述工作是在十八个月之内完成的，而根据国外著名螺旋桨公司提交的技术建议书，除开无法得到核心设计技术和耗资巨大之外，周期也要长得多！原型桨与新设计桨的缩尺模型实验结果对比摘记于表 1 中。

表 1 两个缩型桨实验结果对比

项 目	爬升效率 (%)	巡航效率 (%)	地面静拉力 (%)	降噪量 dB (A)
新设计桨比原型桨变化量	+ 8.77	+ 1.67	+ 13.8	+ 1.5

航空声学对于我国进一步发展民机有重大意义。航空航天部专门成立了“民机噪声控制与声疲劳研究系统工程办公室”。办公室将“涡桨飞机噪声预测”七五攻关课题下达给北航螺旋桨中心，由南航、沈航与北航三校联合攻关。此项攻关课题不久即将提交验收。

在本专栏内所载入的论文中，还有一部份属于由不同基金支持的纯基础性研究工作。例如用小缩尺比模型进行的一些机理性实验研究等。

(责任编辑 魏星禄)