



艾伦·艾伯斯坦

Alan H. Epstein

美国工程院院士

NAE Member

麻省理工学院名誉教授

Honorary Professor of MIT

麻省理工学院名誉教授,美国航空航天学会和美国机械工程师协会会员。现主要负责为普惠公司制定技术发展方向并协调技术在产品性能及环境影响方面的应用,还负责为公司开发的所有新产品寻找和评估能够改善发动机性能与燃油效率的新方法。艾伯斯坦博士凭借其在热传导、涡轮机机械、仪表与控制、燃气轮机技术与微机电系统领域的研究屡获国际大奖,曾被美国机械工程师协会国际涡轮学院评为2003年年度学者,2015年6月,荣获美国机械工程师协会授予的航空发动机技术大奖。

## 质量与人才是航空发动机研制永恒主题

——访美国工程院院士、普惠公司技术与环境副总裁艾伦·艾伯斯坦

The Eternal Theme of Aeroengine Development: Quality and Talent

本刊记者 文竹

**文竹**: 据报道,普惠公司在静洁动力齿轮传动式涡扇发动机(GTF)上使用了先进的陶瓷基复合材料,请简单介绍一下GTF发动机,并谈一谈普惠公司在陶瓷基复合材料方面取得了哪


些成绩?

**艾伦·艾伯斯坦**: 普惠公司的静洁动力齿轮传动式涡扇发动机(GTF),能够降低75%的噪音,减少50%的气体排放,理论上能降低16%

的燃油消耗,而据航空公司的反应,实际降低的油耗要高于16%。

我们联合技术公司是全球最大的陶瓷基复合材料制造商。我们使用陶瓷基复合材料为其他发动机制

造商提供了大量部件。只要我们认为可以增加产品价值,我们就加入陶瓷基复合材料。同时,我们认为,单片陶瓷和新型金属材料也具有价值,所以我们在同时使用这3种材料。

: 目前3D打印技术热度不断攀升,普惠公司的发展状况如何,将会给航空发动机研制带来哪些改变?

**艾伦·艾伯斯坦:**实际上,在GTF上我们用了不少的3D打印技术,只不过我们平常不太宣传这个。我们经常谈论的是设计技术、风扇叶片、燃烧室和涡轮,但我们从不讨论制造技术。原因在于设计技术是给客户看的,而制造技术是为我们自己盈利的。对于制造发动机来说,最大的挑战并不在于你能不能制造出一台航空发动机,而是你是否能以客户愿意支付的价格造出来。我们已经发现了一些零部件用3D打印的方式会便宜不少,我们现在也在这么做。目前,3D打印最大的好处是可以提高生产速度。我们现已利用3D打印制造试验用零件和用于尖端技术的开发部件。同时,我们发现3D打印技术还有一个优势,如果我们发现一个部件用3D打印技术制造会节约不少成本,就会告诉部件供应商既然我们能自己用3D打印,就不再从他们那儿采购部件了,这样供应商就会降价了。3D打印的另一优势是可以用于生产需求较少的部件。

3D打印技术每年都在不断地改进,我们对于设备的了解和使用也在不断改进,这些改进都会带来一些意想不到的效果。我认为,在未来10年当中,这将会是一项很有发展前景的技术。现在,不仅我们普惠内部在应用3D打印技术进行生产制造,整个行业也不断地涌现出能够提供3D打印技术的制造供应商,随着越来越多的供应商加入到这个队伍里,发动机的制造成本必然会降低更多。

: 中国为了加速航空发动机

研制进程,成立了航空发动机公司,在中国航空发动机的研制道路上,作为专家您有怎样的建议?

**艾伦·艾伯斯坦:**我有3个建议。(1)聚集人才。想要制造更好的发动机,就要拥有全球最优秀的人才。我们现在会看到中国最好的一些大学在不断地输送这样的人才,在一些国际会议上,也可以经常看到来自中国的专家和学者们发表一些新的想法和创意,这是一种很好的现象。这些最优秀的人才源源不断地加入,势必会促进中国航空发动机的研究和发展;(2)掌握先进的技术。要想推动航空发动机的发展,必须要掌握一些先进的核心技术;(3)要有3个组织,这3个组织几乎同等重要,需要紧密配合。

第一个是发动机制造单元,也就是我们说的航空发动机制造公司;第二个是供应链,不管怎么说,航空发动机制造公司不可能什么事情都自己做,肯定需要一个可靠的、完善的供应链;第三个是适航主管部门。下面我主要谈一下第三个组织。

我相信行业内的人都会理解,拥有一个既能够懂得相关技术又了解行业里的具体挑战的专业的适航主管部门是很重要的。我觉得大家也许并未意识到,美国和欧洲监管当局的实力和经验所带来的优势。这个组织有一些原则。

第一个原则就是保证质量。质量是根本,是生产所有航空产品的基础。因为若要从一千台发动机中挑出一台检验其性能,肯定要挑质量最差的那个(木桶原理)。如果没有质量保证,便不可能有好的业绩。举个例子说明:用于制造发动机零部件的钛金属的强度是有差异的,而你使用的强度最差的钛决定了发动机的质量。如果对质量足够重视的话,钛金属的强度波动范围不会很大,而会很小。我们对质量高度重视,因此我们甚至会关注钛是从世界上哪个钛

矿中炼出的。这对安全和业绩都至关重要。质量也是中国工业过去10年间有提升空间的地方。

这个原则必须贯穿至供应链的最底层。这不仅包括发动机制造商的产品质量,还包括它的一级供应商的产品质量、以及上一级和再上一级的供应商的产品质量,甚至包括提炼金属的工人。你需要完备的记录,并需要时时强调落实。在与中国高层业内人士进行了交流后,给我的感觉是他们现在认识到了这一点,并对质量给予了高度关注。

第二个原则是宽容合作伙伴的一些错误。发动机在使用过程当中可能会出现各种各样的问题,几乎每一天在世界的任何一个地方都有可能出现故障问题。工程师们花费很多精力研究怎样能使发动机更安全、故障率降低,这不仅需要工程师之间相互合作,有些时候还要和适航当局进行适当的沟通、合作,这很重要。发动机是一种很复杂的机器,在整个的制造、使用过程中涉及到很多人,犯错误是在所难免的,但是当出现一些问题的时候,你不要花很大力气去责备一些人或者某个人,应当把这些错误当作是一个学习的过程,如果你过于责备这些人,可能你就不会发现出现错误的真正原因,错过一些重要的信息。

第三个原则是确保安全。我们公司有一个完全独立的安全机构,就是为了检验确认产品是否安全、我们是否做到了万无一失,不会因为有人提出了管理层不喜欢的意见而受罚。自公司成立之日起,这种文化便深深扎根,因此我们的口号是“制造可靠引擎”。

如果中国航发可以聚集到优秀的人才,得到政府提供充足的资金支持,容忍一些小的错误,保证高质量的安全生产,那么,有一天中国就会成为世界上第三个能够制造先进民用航空发动机的国家。(责编 铃兰)