

# ATR72与“冲锋”8-Q400飞机分析对比与思考

## Comparative Study of ATR72 and “DASH” 8-Q400

宋佳<sup>1</sup> 李权<sup>2</sup>/ 1中航工业洛阳电光设备研究所 2 中航工业第一飞机设计研究院

**摘要:** 对ATR72和“冲锋”8-Q400的设计特点、性能及销量等进行了分析对比,探讨了其中的原因。研究表明,该两型飞机都非常重视飞机的燃油经济性、环保性以及乘坐舒适性;但由于运营市场的定位不同,两型飞机在性能、销量等方面有着较大差别。

**Abstract:** ATR72 and “DASH”8-Q400 are the main 70-seated regional turboprop airliners abroad at present, which account for the major market share; comparative analysis of their design features, performance and sales are made, as well as reasons are discussed. The result shows that in design of both ATR72 and “DASH”8-Q400, great importance has been given to the fuel economy, environmental protection and travelling comfort; however, due to the positioning of different operating markets, both aircrafts have obvious differences in performance, sales, etc.

**关键词:** 涡桨支线飞机; ATR72; “冲锋”8-Q400

**Keywords:** regional turboprop airliner; ATR72; “DASH” 8-Q400

### 0 引言

支线飞机是相对于干线飞机而言的,一般指座位数在100座以下,在中小型城市之间或中小型城市与大城市之间航行的小型客机。按采用的动力装置,可分为涡扇支线飞机和涡桨支线飞机;按座位数,又可分为小型支线飞机(10~30座)、中型支线飞机(40~60座)、大型支线飞机(70座以上)<sup>[1]</sup>。

国际民航市场上主要的涡桨支线飞机有法国与意大利合作的ATR42、ATR72,加拿大的“冲锋”8系列,德国的“多尼尔”328,中国的新舟60/600等。其中,70座级涡桨支线飞机占整个涡桨支线飞机的主要市场份额,主要机型为欧洲ATR公司的ATR72,加拿大庞巴迪公司的“冲锋”8-Q400等。而ATR72和“冲锋”8-Q400是国际70座级涡桨支线飞

机的典型机型。

2012年,中国民航共有运输客机1820架,其中支线飞机仅140架,占飞机总数的比例不足8%;而在欧洲和美国,这一比例则接近40%<sup>[2-3]</sup>。随着经济持续发展,中国正逐步放开空域,轮辐枢纽式航线网络正逐步繁荣,支线民航面临着巨大发展。放开空域的同时会有大量国外先进的涡桨支线飞机参与中国市场的竞争。对比分析和总结国外涡桨支线运输飞机发展中的经验和教训,对推进我国涡桨支线飞机的发展具有重要意义。

### 1 设计特点对比分析

#### 1.1 ATR72的设计特点

ATR72为法国与意大利合资的ATR公司制造的双发涡桨支线飞机。ATR72是ATR系列的70座级飞机,包括

ATR72-500、ATR72-600等型机。该机经济性好,适应性强,能够在山区等条件较差的机场起降。ATR72飞机的前身是ATR42。ATR42飞机是40座级涡桨支线飞机,而ATR-72是ATR-42的加长型。与ATR-42相比,ATR-72机身加长4.5m,改用了更大马力的发动机,并增加了机翼面积。

ATR72-500是ATR72系列的早期型号之一,采用上单翼T尾常规布局,起落架安装在机身中下部两侧。该机机翼的展弦比为12.0,面积为61.0m<sup>2</sup>;客舱布置为单通道、单排四座,标准型为68座,通过调整座椅间距,客舱座位数可调整为64~74座<sup>[1,4-7]</sup>。该机动力装置采用2台普惠加拿大公司研发的PW127F发动机,单台功率达到2475轴马力,螺旋桨改为六桨叶,航程约1609km,巡航速度511km/

h,最大飞行高度可达7620m,见表1。

ATR72-500有两种形式:基本型和增重型。相比基本型,增重型提高了飞机商载、起飞重量和最大航程,其中最大载重量增加到7800kg,最大起飞重量增加到22800kg,最大航程增加到1833km。

为提高飞机的经济性能,ATR72飞机采用了轻质的结构设计、高效的巡航气动力和增升系统设计,并选用了性能优异的发动机。为了降低飞机的结构重量,ATR72飞机大量采用复合材料,在相同商载下,其起飞重量小于同类飞机。ATR72的前身ATR42飞机采用双缝襟翼增升装置,在主襟翼前有一块导流片。ATR72在研制时采用最新的计算流体力学(CFD)设计技术,优化了增升装置构型,在满足飞机性能的前提下取消了导流片。这不仅减轻了飞机重量,而且降低了生产和加工成本。

与同类支线飞机相比,ATR72飞机在短程航段的燃油消耗更低,污染物排放更少;特别是在550km典型航段上,与主要竞争对手“冲锋”8-Q400涡桨支线飞机相比,ATR72飞机节油20%,见图1所示。

ATR72-500飞机的最新发展型为ATR72-600。ATR72-600型在ATR72-

500的基础上,采用了性能更优的新型PW127M发动机,燃油消耗进一步降低,污染物排放更少,同时环境噪声也更低。根据市场需求,ATR72-600飞机的最大商载增加到7990kg,最大起飞重量增加到23000kg。与ATR72-500型相比,优化后的ATR72-600飞机在相同航程下,可搭载更多的商载;在相同商载下,ATR72-600的航程更远,见图2所示。

ATR72-600飞机还采用了全新的航空电子设备,优化了驾驶舱环境,提高了飞机的安全性和可靠性。ATR72飞机采用全增压客舱,具有宽体客机的舒适性。ATR72-600通过一系列新技术优化客舱环境,飞机的乘坐舒适性进一步提高,为乘客带来更好的飞行乐趣。

## 1.2 “冲锋”8-Q400设计特点

“冲锋”8-Q400是加拿大庞巴迪宇航集团为满足航空公司在高密度短途支线市场对较大机型的需求而研制的70座级双发涡桨支线飞机,其研制时间稍晚于ATR72。“冲锋”8-Q系列的“Q”即“Quiet”,安静之意,即该系列飞机噪声很小。

与ATR72相比,“冲锋”8-Q400飞机布局形式类似,不同之处在于起落架布置在发动舱位置,机身等值段后部安

装了两片导流片。该机机翼的展弦比为12.8,面积为63.1m<sup>2</sup>,客舱布置为单通道、单排四座,标准布局70座,通过调整排距,座位数可调整为74座、78座或两级布局72座(头等舱10座+经济舱62座)<sup>[1]</sup>。该机采用2台PW150A涡桨发动机,单台功率达到5070轴马力,螺旋桨采用6桨叶,巡航时速可达667km,最大航程约2400km,最大飞行高度7620m。

“冲锋”8-Q400是当前70座级涡桨支线飞机的佼佼者,具有航速高、爬升快、噪声小、经济性好的优点。“冲锋”8-Q400飞机的燃油经济性虽不及ATR72,但是与同航段的喷气支线飞机相比,其优势比较明显,见图3所示。

“冲锋”8-Q系列飞机在客舱噪声控制方面表现优异。客舱噪声主要来源于涡桨气流脉动引起的机身振动。该系列飞机采用庞巴迪独有的主动噪声抑制系统(ANVS),通过主动控制技术限制涡桨气流脉动引起的机身振动,从而降低客舱噪声。“冲锋”8-Q400客舱平均噪音值降为75dB,达到了大型喷气客机的水平,是目前世界上客舱内部噪声最小的涡桨支线飞机。“冲锋”8-Q400的客舱噪声控制对比如图4所示。

与同类涡桨飞机相比,“冲锋”8-Q400飞机采用了更大推力的发动机,具有更高的爬升效率,见图5所示。该机型能够较快地起飞、爬升到巡航高度,一方面可迅速让出起飞场域,缩短其他飞机的等待起飞时间,这对繁忙的机场来说非常重要;另一方面,这也将减轻缓慢的爬升带给乘客的不适感,提高了飞机的舒适性。

## 2 性能对比分析

“冲锋”8-Q400与ATR72-500/600虽同为70座级涡桨支线客机,布局相似,但性能指标有着明显差异:“冲锋”8-

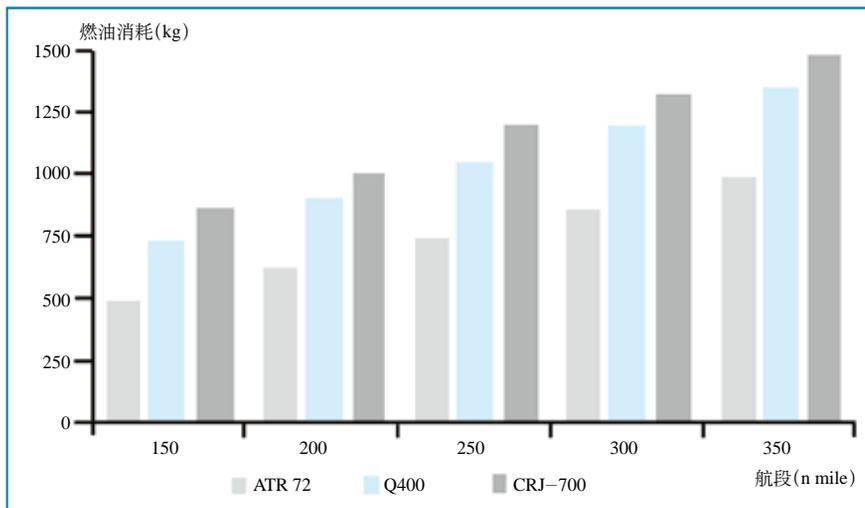


图1 ATR72与同类主要支线飞机的油耗对比

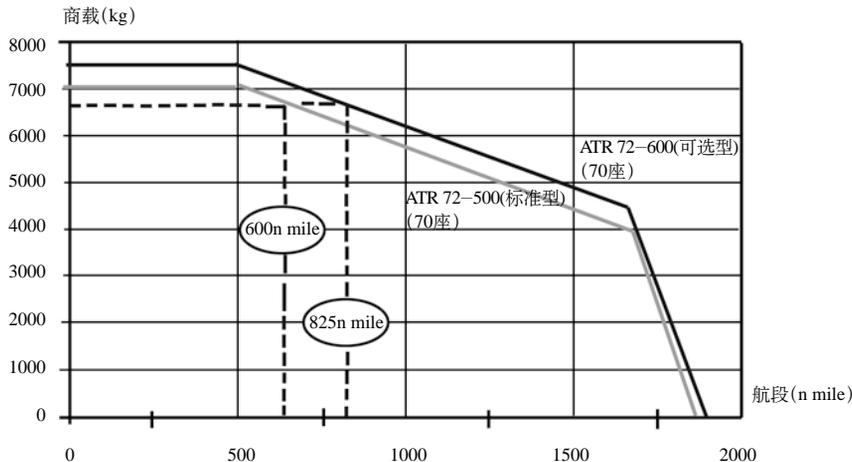


图2 ATR72-500/600飞机商载与航程关系对比

Q400飞机航速高、航程远、爬升快，而ATR72-500飞机相对航速低、航程短。具体表现为：在航速上，“冲锋”8-Q400比ATR72-500超过150km/h；在航程上，“冲锋”8-Q400比ATR72-500超过700km。

鉴于北美与西欧的支线航空技术水平相当，相关配套产品（如发动机等）均可以采用商用货架产品，所以技术上的差距不大。笔者认为两型飞机的设计差异主要源于两型飞机定义的使用环境和市场思路不同。北美地区地域辽阔，城市之间距离远，枢纽机场繁忙，需要航程远、航速高、起降快的支线飞机，“冲锋”8-Q400飞机更满足这一需求。西欧地区地理面积小，小城市密集，城市间距不大，环保要求高，ATR72系列飞机相对更适合。ATR72-500的航程虽不及“冲锋”8-Q400，但设计航程足够覆盖。

“冲锋”8-Q400系列飞机在设计之初也可能考虑了同短程喷气客机争夺800~1200km航程的支线市场。采用涡桨动力，Q400飞机的燃油经济性优于喷气客机；巡航速度高达667km/h，Q400飞机在800km航段上的时效性与喷气客机相差无几<sup>[8-10]</sup>；Q400飞机的乘坐舒适性通过各种先进技术也达到了喷气客机的水平。这样，“冲锋”8-Q400飞机在1000km航段

上，经济性、时效性、舒适性三个方面与喷气支线飞机的竞争优势非常明显。

ATR72-500与“冲锋”8-Q400飞机设计参数见表1。

### 3 销量对比分析

尽管“冲锋”8-Q400飞机性能优异，航程远、飞行速度快、噪声小、舒适性好，但是在世界支线航空市场上的销量并不及ATR72-500/600系列。截至2012年底，ATR72-500/600共获得订单817架，交付611架，仅在2012年度，ATR72-500/600系列就获得订单111架，而“冲锋”8-Q400系列到2012年底，共获得订单463架，交付425架。

造成这一现状的因素是多方面的，但有两个主要原因：

1) 价格因素。“冲锋”8-Q400为追求较高性能，采用了大功率发动机及相关技术，导致售价高于ATR72-500/600飞机。按2008年币值计算，ATR72-500单机售价为1850万美元，而“冲锋”8-Q400为2560万美元。

2) 燃油经济性和低排放

的环保特性。除价格因素外，良好的燃油经济性和低排放的环保特性也成为ATR72系列飞机的主要竞争优势。世界支线航空市场的主要航段在550km以内，ATR72-500/600飞机针对这一航段设计，最大优化了该航段的飞行性能，其燃油经济性优于Q400飞机，每百公里油耗甚至低于家用轿车。ATR公司认为，最新的600型飞机（ATR72-600，ATR42-600）是航空市场“最绿色”的支线飞机。而与ATR72-500/600飞机相比，“冲锋”8-Q400飞机面向北美地广人稀的市场环境设计，在全球其它地区支线市场上不具优势。此外，ATR72飞机售价低、油耗小、运营短程支线，航空公司可在较短时间内实现收益；ATR72飞机环保特性、乘坐舒适性、安全性等也满足适航要求。因此，ATR72在国际支线航空市场表现出较好的销售业绩。

近年来，由于航空燃油价格上涨，中距离航段（800~1200km）的喷气支线飞机因直接运营成本高，这类飞机逐渐有被“冲锋”8-Q400飞机取代的趋势，“冲锋”8-Q400飞机将逐渐呈现出较好的销售势头。“冲锋”8-Q400的最新改进型为

表1 飞机设计规格表<sup>[7]</sup>

类别	ATR72-500 (基本型)	“冲锋”8- Q400
长度(m)	27.17	32.86
翼展(m)	27.05	28.42
高度(m)	7.65	8.34
机翼面积(m <sup>2</sup> )	61	63.1
机身宽度(m)	2.865	2.69
载客量(人)	64-74	68-80
空机重量(kg)	12850	16537
最大起飞重量(kg)	22000	28690
最大商载(kg)	7150	8524
燃油重量(kg)	5000	5367
航程(km)	1609(68名乘客)	2400(70名乘客)
起飞场长(m)	1223	1350
着陆场长(m)	1048	1295
最大巡航速度(km/h)	511	667
最大使用高度(m)	7620	7620
动力装置	2台PW127F涡桨 发动机	2台PW150A涡桨 发动机

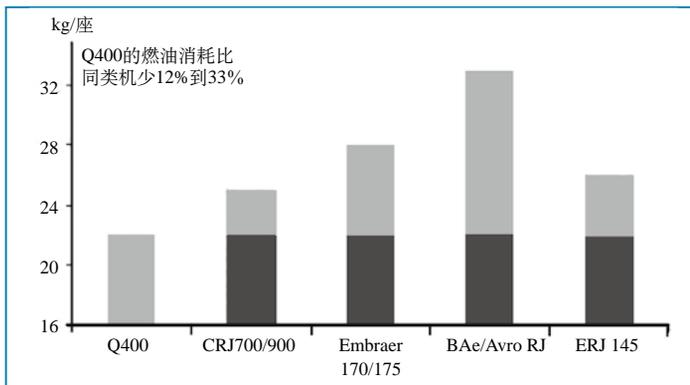


图3 Q400支线飞机油耗对比

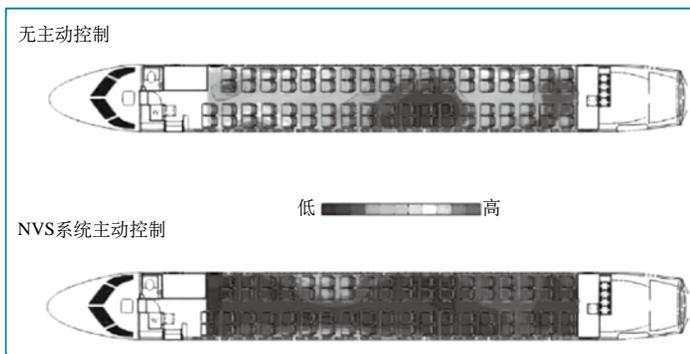


图4 “冲锋”8-Q400客舱噪声控制对比图

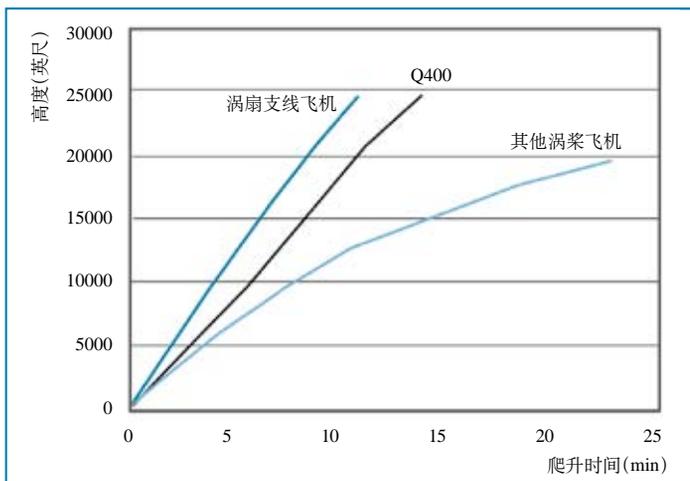


图5 “冲锋”8-Q400爬升性能对比

“冲锋”8-Q400 NextGen。NextGen型优化了原型机的短程性能,提高了飞机燃油经济性,全面改进了客舱环境,采用新的LED灯光系统、新的客舱天花板、碟形舷窗侧壁板,增加了行李舱容积等,进一步提高了乘坐舒适性<sup>[1]</sup>。

## 4 结束语

ATR72和“冲锋”8-Q400都是针对各自主要的市场环境而制

定设计指标。在飞机设计研制中,定义“设计怎样的飞机”非常重要。市场环境不同,飞机的设计指标和性能就有很大的差异,并将直接影响以后的市场销售。因此,在飞机研制的立项论证阶段,分析民航市场需求、研究竞争机型、定义飞机的设计需求是首要工作。

为了保持竞争优势,ATR72与“冲锋”8-Q400都非常重视提高燃油经济性,降低污染物排放,以及提高乘坐舒适性。对于后续发展的机型,这些指标要求将越来越高。因此,在新机研制中,首先应注重安全性、燃油经济性、环保性、舒适性等方面,确保飞机的综合性能具有较强的竞争性;其次,根据市场需求,合理制订新机的设计指标,确保对竞争机型具有竞争优势;再次,还应确保新机具有较优惠的售价,以便打开市场。

AST

## 参考文献

- [1] 张庆伟, 林左鸣. 世界民用飞机手册. 航空工业出版社, 2009.
- [2] 巴西航空工业公司. 中国支线航空市场发展报告 (2012-2031), 2012.
- [3] 王柏学. 中国支线航空市场发展预测, 2005.
- [4] Mihaela F N. Aircraft design studies based on the ATR 72[R]. Hanburg university of applied sciences, 2008.6.13.
- [5] Rio de Janeiro. Operational Evaluation Report—Aircraft ATR42/72-600 (ATR, ICAO AT46/AT76)[R]. ANAC, 2012
- [6] ATR. ATR-600-series, <http://www.atraircraft.com/products/atr-600-series.html>, 2013.3.26.
- [7] 中国航空信息中心编写组. 世界飞机手册. 航空工业出版社, 2000.
- [8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Bombardier\\_Dash\\_8](http://en.wikipedia.org/wiki/Bombardier_Dash_8), 2013.3.26.
- [9] Dash8-Q400性能简介. 海南航空股份有限公司飞机性能简介, 2002.
- [10] <http://q400nextgen.com/en/>, 2013.3.26.

## 作者简介

宋佳, 硕士, 助理工程师, 目前主要从事情报研究工作。  
李权, 硕士, 工程师, 从事飞机总体设计研究。