

大飞机系列之一：大鹏何日同风起？

— C919 适航取证进程及市场空间展望

核心观点：

- **C919 获得 TIA 许可证，开始局方审定试飞** 2020 年 11 月 27 日，中国民用航空器适航审定中心向 C919 签发了首个型号检查核准书（TIA），由此，C919 的研发制造工作将进入局方审定试飞阶段。局方审定试飞试验顺利完成后将获得型号合格证（TC）。
- **乐观情况下明年底有望取得适航证，2022 年底有望首架交付** ARJ21-700 飞机用时 34 个月完成了局方审定试飞工作，空客 A380 用时约 12 个月完成局方审定试飞，由此推测，乐观情况下，C919 有望于 2021 年底获得型号合格证（TC）；悲观情况下，取证时间不会晚于 2023 年 9 月；中性情况下，有望于 2022 年中期取证。乐观估计，2022 年初商飞有望向供货商下达订单，2022 年底有望交付首架 C919。
- **两项国外适航试验影响试验进程** 在 ARJ21-700 飞机各项试飞试验中，由于国内机场自然条件不能完全满足自然结冰试验和大侧风起降试验的要求，ARJ21-700 飞机在局方审定试飞期间曾赴北美开展自然结冰试验。在取得型号合格证后赴冰岛进行大侧风起降补充试验，以拓展 ARJ21-700 的适航性能。因此，这两项国外进行的飞行试验将直接影响 C919 局方审定试飞试验进程及后续取证时间。
- **未来每年 C919 国内交付量有望达到 100 架，价值约为 80 亿美元** 根据中国商飞和波音公司的市场预测，未来 20 年，我国对类似 C919 这类窄体客机的需求量为每年平均 300 架左右，假设未来 C919 在国内能够达到三分之一的市占率，则 C919 飞机年平均交付量有望达到 100 架。目前，已经交付的 ARJ21-700 飞机的售价是国外同类机型庞巴迪 CRJ-900 价格的 86%，因此，按照 ARJ21-700 的定价比例，预测 C919 的售价约为 0.8 亿美元。因此，我们认为未来 C919 的年销售额有望达到 80 亿美元。静态估算，未来将对我国航空产业带来约 68% 的增量。
- **机身国产化率高，机载设备合资为主，基础器件国产替代空间广阔** 在 C919 的四个主要组成部分中，机身结构国产化率最高，主机厂中，中航西飞（000768.SZ）承担 C919 机身制造任务的资产在上市公司体内，相关资产证券化率最高；洪都航空（600316.SH）营收规模最小，业绩贡献的边际效应最为明显。机载设备方面，目前为 C919 供货的主要厂商多数是合资企业，只有小部分相关资产在中航电子（600372.SH）、中航机电（002013.SZ）等上市公司体内，在相关资产注入后才能显著受益。未来，随着 C919 国产化率的不断提升，国产替代进程加速，国产复合材料、电子元器件应用比例和规模将不断扩大，光威复材（300699.SZ）、宏达电子（300726.SZ）等公司业绩也将受益于国产客机产业。
- **投资建议** 建议关注中航西飞（000768.SZ）、洪都航空（600316.SH）、中航电子（600372.SH）、中航机电（002013.SZ）等大飞机产业链公司，以及光威复材（300699.SZ）、宏达电子（300726.SZ）等有望实现国产替代的相关公司。
- **风险提示** C919 适航及交付不及预期的风险。

军工行业

推荐 （维持评级）

分析师

温肇东

☎: 010-8092 7661

✉: wenzhaodong_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码: S0130520060001

行业数据

2021. 01. 17



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

相关研究

目 录

一、C919 飞机概述.....	2
(一) “大飞机” 概念.....	2
(二) C919 研制进展.....	4
二、适航管理及机构设置.....	5
(一) 航空器适航性概念.....	5
(二) 航空器安全性概念.....	6
(三) 适航与安全的关系.....	6
(四) 我国民用航空适航性组织体系.....	7
(五) 我国民用航空适航文件体系.....	8
(六) 我国与国外适航组织是否互认?	10
三、新研飞机适航取证需要哪几步?	12
(一) 型号合格审定阶段.....	12
(二) 适航审定阶段.....	14
(三) 生产审定阶段.....	15
(四) 重要时间节点.....	15
四、从 ARJ21 看 C919 的适航进程.....	16
(一) ARJ21 局方审定试飞阶段持续 34 个月.....	16
(二) 出国试飞对适航取证进度至关重要.....	18
(三) C919 最快有望于 2021 年底取证.....	19
五、国内航空产业将迎来千亿市场.....	20
(一) 国内客运飞机保有量逐年增长.....	20
(二) 未来每年国内窄体客机需求量有望达到 300 架.....	21
(三) 未来 C919 年销售额有望达到 80 亿美元.....	23
六、未来 C919 对国内航空产业影响分析.....	24
(一) C919 产业链构成.....	24
(二) 未来 C919 对国内航空业带动作用显著.....	27
七、投资建议.....	27
八、风险提示.....	28
九、附录:	29

一、C919 飞机概述

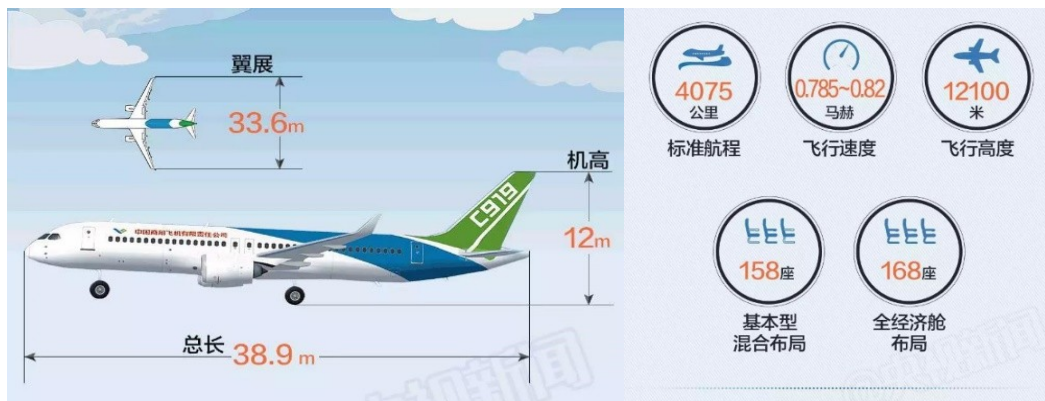
（一）“大飞机”概念

“大飞机”一般是指起飞总重超过 100 吨的运输类飞机，也包括 150 座以上的干线客机，直接反映一个国家民用航空工业甚至整个工业体系的整体水平。1955 年，美国波音公司开发出大型喷气式客机波音 707，商业上获得巨大成功。同年，苏联生产的图-104 首飞成功。1969 年，英、法、德等欧洲国家联合研制出与波音比肩的大飞机“空中客车”A300。目前，大飞机的典型代表有空中客车公司的 A300、A330、A350、A380 和波音公司的 B747、B777、B787 等。

按照我国民航局的定义，客运飞机中，250 座以上的运输飞机属于宽体飞机，100-200 座的运输飞机属于窄体飞机，100 座以下的运输飞机属于支线飞机。通常来讲，宽体飞机属于“大型飞机”，窄体飞机属于“中型飞机”，支线飞机属于“小型飞机”。目前已经交付的 ARJ21-700 型客机，载客量不超过 90 人，是典型的支线飞机。

C919 客机，全称 COMAC C919，是我国按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的单通道民用飞机，最大起飞重量 72.5 吨，座级 158-168 座，航程 4075-5555 公里，按照我国民航局的划分，C919 飞机是窄体客机，属于“中型飞机”。我国曾在上世纪七八十年代研制了运-10 飞机，最大起飞重量 110 吨，但由于种种原因最终下马。相比之下，C919 的最大起飞重量小于运-10 飞机，但 C919 是在研、试飞的最大型客机，也可称为“大飞机”。按照中国商飞的计划，正在开展 C929 客机的研制工作，该型飞机是采用双通道布局的宽体飞机，最大起飞重量 200 吨，载客 300 人左右，航程 12000 公里，因此，C929 才是真正意义上的“大飞机”。

图 1 C919 主要参数



资料来源：Bing、中国银河证券研究院整理

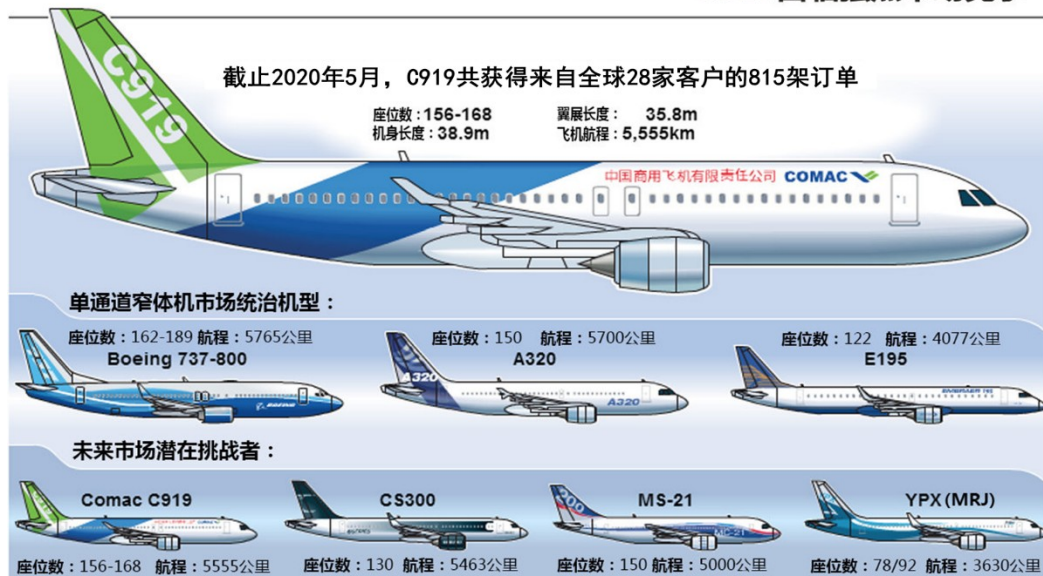
C919 的主要竞争对手是空客 A320-200 和波音 B737-800 飞机，巴西航空工业出品的 E195 占有的市场份额较小，潜在的竞争对手还包括庞巴迪 CS300、俄罗斯伊尔库特公司的 MS-21 等。据新浪网报道，截止 2020 年 5 月，C919 已经获得来自全球 28 家客户的 815 架订单。

在国际上，空客公司 A320 和波音 B737 占据了中型单通道客机的绝大部分市场份额，截止 2019 年 5 月，两系列飞机销量分别为 14600 架和 15161 架。

图 2 C919 主要竞争对手

C919是中国自主设计研制的国产大型客机，为150座级以上中短程单通道窄体客机，在市场上的主要竞争对手包括畅销的空客A320系列和波音737系列。

C919面临强烈市场竞争



资料来源：Bing、中国银河证券研究院整理

从机型参数来看，全经济舱型布局情况下，C919 座位数比 A320-200 和 B737-800 型略少，飞行速度方面三者相差无几，航程方面，C919 和 B737-800 较为接近，A320-200 略高。因此，C919 与 A320-200、B737-800 型飞机构成直接竞争关系。

表 1 三型飞机参数对比

			
	空客 A320-200	波音 B737-800	国产 C919
座位	基本混合型 150 座，全经济舱型 180 座	基本混合型 162 座，全经济舱型 189 座	基本混合型 158 座，全经济舱型 168 座
长度	37.57 米	39.5 米	38.9 米
翼展	34.10 米	35.79 米	33.6 米
高度	4.14 米	4.01 米	4.17 米
最大速度	0.82 马赫	0.82 马赫	0.82-0.84 马赫
满载航程	6100 公里	5665 公里	5555 公里
实用升限	12000 米	12500 米	12100 米
发动机	V2500、CFM 56-5B	CFM 56-7B	CFM LEAP-1C
总销量 (截止 2019.5)	14640	15161	-

资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

(二) C919 研制进展

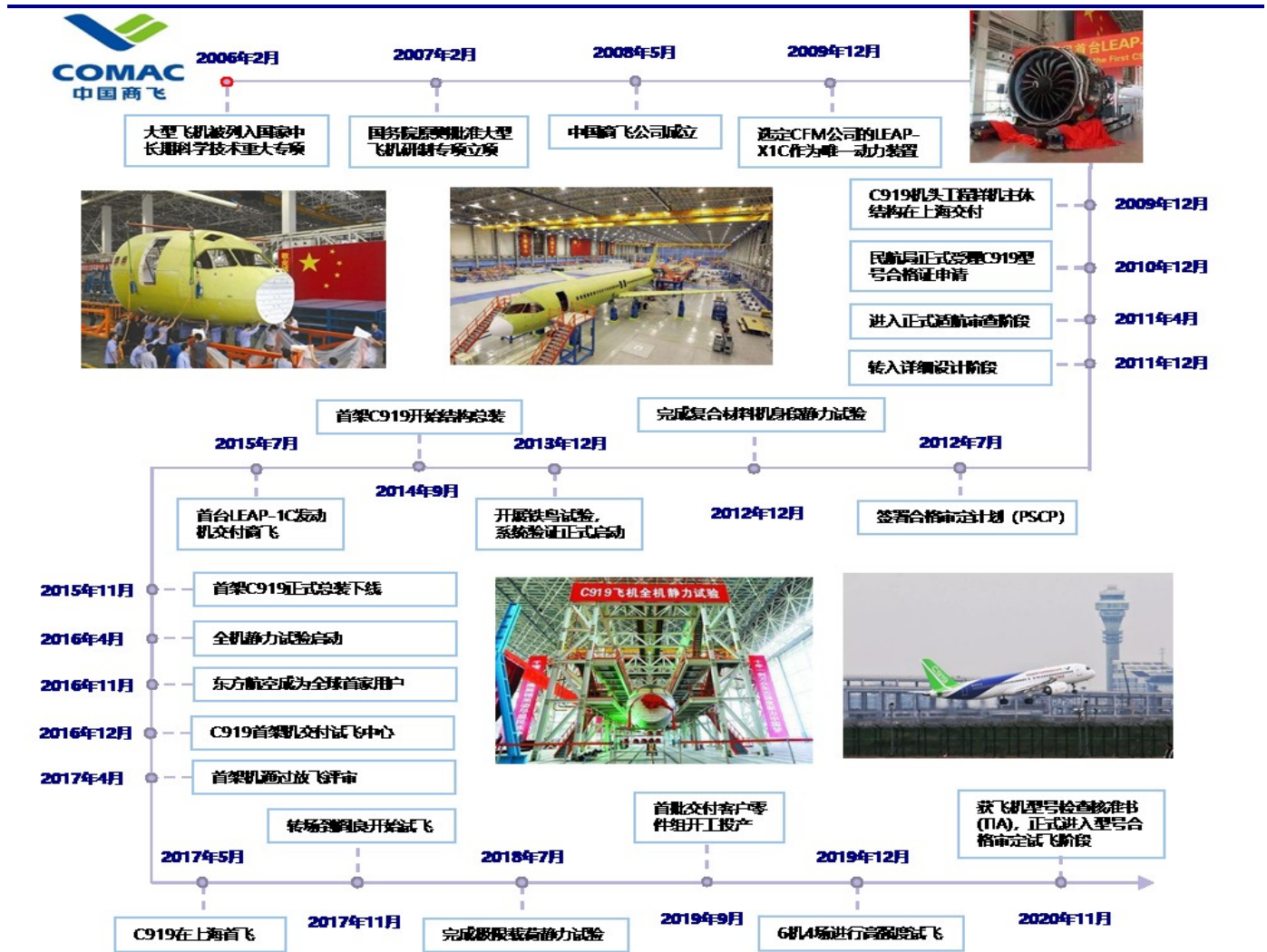
民用飞机研制主要经历立项、设计、样机制造、适航取证、小批量交付、批量生产等几个阶段。2007 年 2 月, 国务院召开第 170 次常务会议, 原则批准大型飞机研制重大科技专项正式立项; 2011 年 4 月, C919 飞机研制正式进入适航审查阶段; 2015 年 11 月, 首架 C919 大型客机正式总装下线; 2017 年 5 月 5 日, C919 在上海浦东机场首飞; 2020 年 11 月 27 日, C919 获型号检查核准书 (TIA), 正式进入局方组织的合格审定试飞阶段。

图 3 民用飞机研制主要流程



资料来源: 百度、中国银河证券研究院整理

图 4 C919 主要研制历程



资料来源：中国商飞、Bing、中国银河证券研究院整理

二、适航管理及机构设置

(一) 航空器适航性概念

适航性是指航空器适合/适应于飞行 (Fit to fly) 的能力，是航空器的固有属性。适航性是通过航空器全寿命周期内的设计、制造、试验、使用、维护和管理各个环节来实现和保持的。

航空器的适航性是指该航空器包括部件及子系统整体性能和操纵特性在预期运行环境和使用限制下的安全性和物理完整性的一种品质。这种品质要求航空器应始终处于保持符合其型号设计和始终处于安全运行状态。因此，新型飞机的设计、制造、试验、使用、维护等各个环节都要符合各个阶段的适航性要求，贯穿始终。

适航性包括初始适航性和持续适航性。初始适航性保证飞机在设计和研制阶段满足适航性指和要求，飞机通过初始适航审定就可取得适航证；持续适航性是飞机交付使用以后适航性的保持，其核心是为了保障飞机的使用安全性。可以说，初始适航是飞机走向成功的开端，持

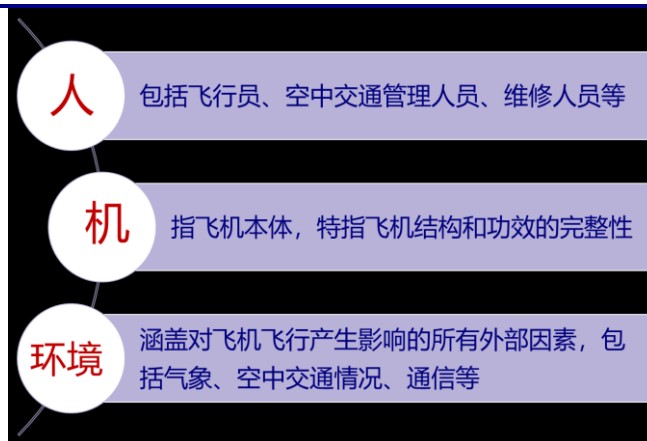
续适航是全寿命成功的基础。初始适航性关注适航性的审定与验证，持续适航性关注适航性的监督与管理。

（二）航空器安全性概念

国际民航组织对航空安全的定义“航空安全是一种状态，即通过持续的危险识别和风险管理过程，将人员伤亡或财产损失的风险降至并保持在可以接受的水平或其以下”。国际民航组织将航空安全的概念引申为一种状态，由此可以看出，安全就是风险可以接受，风险较小或风险得到控制。

民用航空中所指的安全与传统意义上的安全不完全相同。传统意义上的安全概念是没有事故，没有风险。事实上，不存在任何人造系统的绝对安全，从系统安全的角度对安全的定义是：安全指的是系统处于这样一种状态，通过系统持续地识别危险源和风险管理，使人员伤亡或财产损失的风险降低并保持在公众可接受的水平。影响飞行安全的三个主要因素包括三个方面：人、机、环境。

图 5 航空器安全主要因素



资料来源：百度百科、中国银河证券研究院整理

（三）适航与安全的关系

适航是安全运行的基础，源于安全，安全是适航的目标，彼此交叉融合，在航空器运行管理中相辅相成，互为补充。

图 6 适航性与安全性的联系

适航源于安全

• 飞机适航性的概念源于安全性，最早由美国提出，目前，美国已经建立较为完整的适航体系，分别从整个航空运输的层面和航空器的技术层面进行安全认定。

安全是适航的目的

• 适航是安全运行的基础，安全是适航的目标。以保障航空器的安全为目标，适航管理部门对航空器的设计、制造、使用、维修等环节进行科学统一的审查，因此，适航标准是最低安全标准。

适航与安全交叉融合

• 要保证航空安全首先要保证航空器满足适航标准，因此，安全的航空器是适航的，适航的航空器在预期运行环境和使用限制下一定能始终保持安全性和物理完整性。

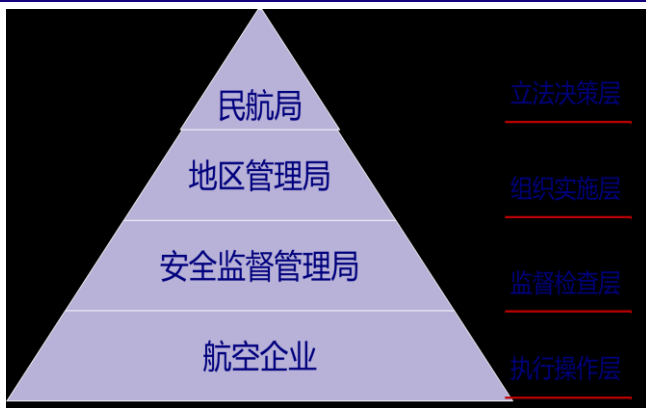
资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

（四）我国民用航空适航性组织体系

我国航空安全管理方面，由中国民用航空局（CAAC）、地区管理局及安全监督局共同组成的“两级政府、三级管理”的安全管理组织体系。

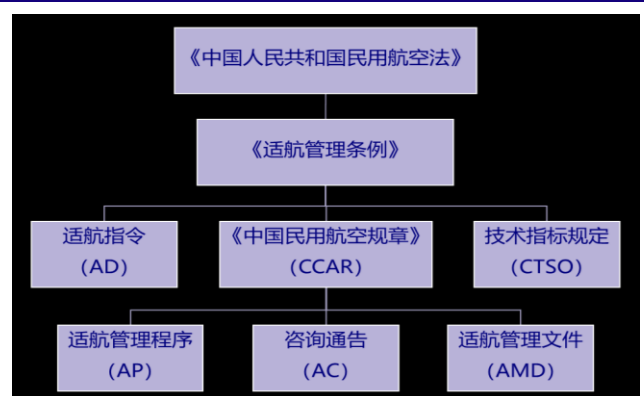
在适航管理法规标准体系方面，主要分为两个层次，第一层次是法律、行政法规和规章，主要包括《中华人民共和国民用航空法》、民航局颁布的《中国民用航空规章》（CCAR）等，第二层次是为执行第一层次的法律和规章而制定的实施细则，是由民航局适航司发布的法规性文件体系，主要包括适航管理文件（AMD）、适航管理程序（AP）和咨询通告（AC）等。

图 7 我国民航安全监管组织体系



资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

图 8 适航管理规则标准体系



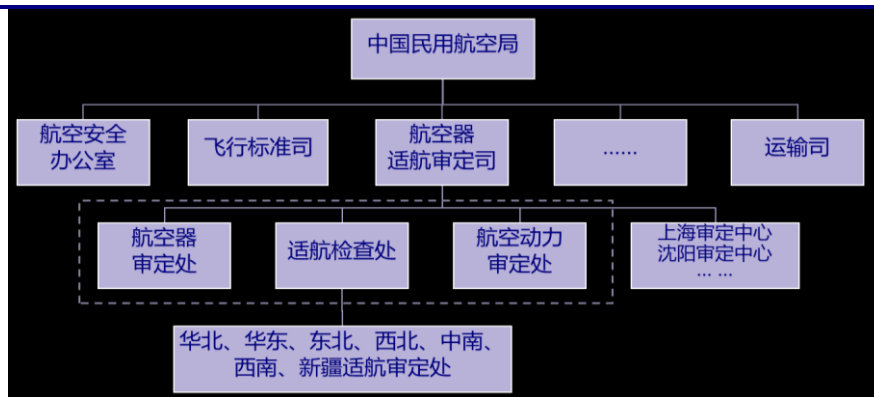
资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

20 世纪 70 年代开始，中国就开始参照美国联邦航空局（FAA）的适航管理模式实施民用飞机适航管理，70 年代末，中国民航局成立工程司，开始着手开展适航审定工作，早期的代表性成果如 1985 年与 FAA 合作对 MD82 飞机在中国转包生产的监督审查，以及 1985 年 FAA 给 Y12II 型飞机颁发 TC 证，进而扩展到涵盖 23 部飞机、机械类机载设备的中美双边适航工作，中国民航适航审定系统逐步建立了与国际接轨的适航法规体系和组织结构。

目前我国航空器的适航审定工作由民航局航空器适航审定司负责组织开展，审定司下设航空器审定处、适航检查处和航空动力审定处，并且参考 FAA 按航空产品类别设定中心的做法，民航局设立了多个专业审定中心，如上海、沈阳、西安、北京、成都等地适航审定中心，在日

常运行中，以地区管理局适航审定处为基础，各中心专业化审定队伍为支撑，开展航空器适航审定工作。

图 9 民航适航审定部门组织结构

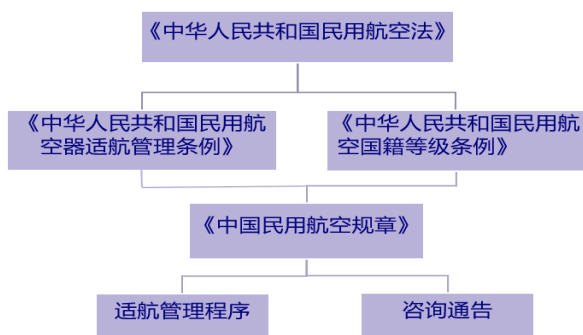


资料来源：中国民航局、中国银河证券研究院整理

（五）我国民用航空适航文件体系

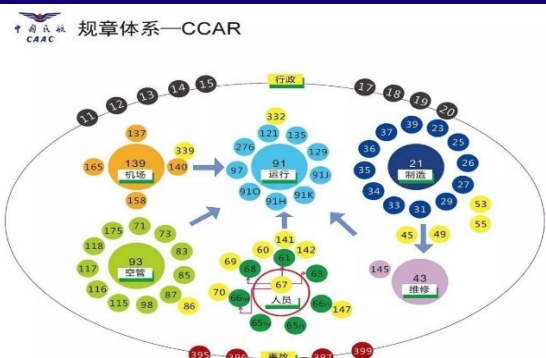
通过实践，我国民用航空局已经建立起一套完整的民用航空法律体系，可以分为“三个层次”，第一层为全国人大常委会通过的法律，如《中华人民共和国民用航空法》，第二层为国务院常务会议通过的行政法规，如《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》，第三层次为民航局发布的各类民用航空规章（CCAR）。CCAR 是在整个民航法律体系中内容最广、数量最多，涉及民航生产经营的各个方面，也是民航局进行行业管理的重要依据。CCAR 体系分为行政类、运行类、制造类、机场类、维修类、空管类和人员类等多部文件，涉及飞行器适航的主要为制造类、运行类和人员类相关文件。

图 10 中国民航相关文件体系



资料来源：百度百科、中国银河证券研究院整理

图 11 中国民航规章体系图谱



资料来源：新浪、中国银河证券研究院整理

适航管理类规章分为两大类：初始适航管理类规章和持续适航管理类规章。

初始适航性，是在航空器交付使用之前，适航部门依据各类适航标准和规范，对民用航空产品设计、制造的适航审定、批准和监督，以颁发型号合格证、生产许可证和适航证为主要管理内容，通过一系列规章和程序来验证航空产品的设计特性、使用性能以及制造质量和安全状态，以确保航空器和航空器部件的设计、制造按照适航部门的规定进行。

表 2 CCAR 中部分初始适航管理规章

编号	初始适航规章名称
CCAR-21	《民用航空产品和零件合格审定规定》
CCAR-23	《正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定》
CCAR-25	《运输类飞机适航规定》
CCAR-27	《正常类旋翼航空器适航规定》
CCAR-29	《运输类旋翼航空器适航规定》
CCAR-31	《载人自由气球适航规定》
CCAR-33	《航空发动机适航规定》
CCAR-34	《涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定》
CCAR-35	《螺旋桨适航规定》
CCAR-36	《航空器型号和适航合格噪声规定》
CCAR-37	《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》
CCAR-39	《民用航空器适航指令规定》
CCAR-43	《维修和改装一般规则》
CCAR-45	《民用航空器国籍登记规定》
CCAR-121	《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》
CCAR-129	《外国公共航空运输承运人运行合格审定规则》
CCAR-183	《民用航空器适航委任代表和委任单位代表的规定》

资料来源：中国民航局，中国银河证券研究院整理

持续适航性，是指民用航空产品持续保持其已经具备的适航的能力和情况。如果航空产品使用中能保持该产品设计时的安全水平，则该产品是持续适航的。持续适航文件指的是对整架飞机在规定的全寿命期内随时保持适航所必不可少的资料，这些对于飞机、发动机、机载设备的持续适航是必须的。

表 3 CCAR 规定的持续适航部分文件内容

序号	持续适航文件名称
1	主最低设备清单
2	飞行机组操作手册
3	质量平衡手册
4	快速检查清单
5	客舱机组操作手册
6	维修大纲
7	适航限制部分
8	结构修理手册
9	维修计划文件
10	飞机维修手册
11	飞机图解零件目录
12	动力装置总成手册

资料来源：中国民航局，中国银河证券研究院整理

（六）我国与国外适航组织是否互认？

1、与美国 FAA 有全面互认协议，但具体执行层面仍面临问题

20 世纪 20 年代，美国就开始着手对民用飞机进行适航管理。1926 年美国商务部成立了航空司分部，对飞行员、航图、导航、适航标准进行管理，1934 年航空司更名为航空局，并开始制定民用航空规章（CAR），从 1934 年至 1958 年，航空局相继制定并颁发了 CAR 04（飞机适航要求）、CAR 03（小飞机）、CAR06（旋翼机）、CAR 7（运输类旋翼飞机）等航空规章。1958 年航空局正式更名为联邦航空局（FAA），同年，第一架喷气式飞机 B707 通过了 FAA 的审定，该型飞机一直生产到 1991 年，从 1958 年开始，FAA 逐步制定联邦航空规章（Federal Aviation Regulation, FAR），并于 1965 年颁发了 FAR-21《适航审定管理程序》。随着美国航空制造业迅速发展直至成为世界上基础最雄厚、技术最先进、产品最丰富的航空制造强国，美国联邦航空局（FAA）也发展成为当今世界经验最丰富、组织最强大的适航当局。

现行有效的 CAAC 和 FAA 之间签署的双边适航合作文件《适航实施程序》是根据《中华人民共和国政府与美利坚合众国政府促进航空安全协定》制定的实施细则，于 2017 年 10 月 17 日生效。原《中华人民共和国政府与美利坚合众国适航双边协议》和《实施程序细则》随之失效。

该协议与旧版协议相比主要有两点不同：

（1）双边互认范围增加，实现全面对等互认

旧版的适航双边协议实施细则并不是一份全面对等互认的双边协议。FAA 对于国内航空产品的认可主要局限于 23 部飞机及部分 TSO 产品。新版的《适航实施程序》中，两国认可范围已经一致，且基本涵盖了主要航空产品的范围，对于未来中美航空产品进入对方市场提供了便捷。实现了两国航空产品的全面对等互认。

（2）认可方式多样，但在执行层面还需协商

以型号设计批准为例，《适航实施程序》3.1.8 节定义了接受、简化认可和技术认可三类认可方式。

认可方式中规定了三种认可方式，但是在具体执行过程中，采用哪种方式进行认可的条件并没有明确给出，因此，在执行层面还需要双方协商进行，可能会对未来两国飞行器适航互认进程带来一定影响。例如，ARJ21-700 型飞机于 2014 年 12 月取得了 CAAC 颁发的型号合格证，但至今尚未取得 FAA 颁发的型号合格证。

图 12 新版双边适航文件认可方式

接受 (Acceptance)	简化认可 (Simplified Validation)	技术认可 (Technical Validation)
对对方产品无需审查批准直接认可，无需颁证且无需申请人申请；	对对方产品进行认可审查，但无需开展技术评审，需颁发认可文件；《适航实施程序》3.5.3节定义了安全要素，对于不影响这些因素的设计更改适用于简化认可；	对于不适用于接受和简化认可的航空产品，需开展技术认可审查，并获颁认可文件。技术认可又分为全面技术认可（FTV）和有限技术认可（LTV）。

资料来源：《民用航空器适航管理》，中国银河证券研究院整理

2、与欧洲 EASA 的适航合作基本采用“一事一议”模式

目前，欧盟的航空器适航认证由欧洲航空安全局（European Aviation Safety Agency, EASA）组织开展，其功能取代了原来的欧洲联合航空局（Joint Aviation Authorities, JAA）。

第二次大战以后，世界航空业有了长足的发展，尤其是美国，几乎一度垄断了社会主义阵营国家之外的全部大型商用客、货机市场。到了二十世纪七十年代初，欧洲国家也不甘示弱，决定通过整合欧洲的技术和资源，联合设计、制造大型商用飞机，同美国分享庞大的世界航空业市场。1990 年，在塞布鲁斯会议上，“联合航空局（JAA）”正式成立，签署《联合航空局协议》的国家成为 JAA 的成员。他的主要职责就是制定和完善联合航空规则（Joint Aviation Requirements, JAR）。

2002 年 6 月，欧盟十五国在布鲁塞尔的会议上决定成立“欧洲航空安全局”（EASA），目标是最大限度的保护公民的安全，促进欧盟航空业的发展。EASA 将接替所有 JAA 的职能和活动，同时允许非欧盟的 JAA 成员国和其他非欧盟的国家加入。

两者相比，JAA 是欧洲各国适航当局的协会，而 EASA 是在欧盟框架下依据欧盟议会规章集中行使各成员国的部分民航管理主权的政府组织。

1997 年 6 月，中国民航局（CAAC）与联合航空局（JAA）签署《中国民用航空局和联合航空当局民用航空安全技术合作谅解备忘录》，但没有正式签订适航双边协议。欧洲航空安全局（EASA）成立后，双方签署了若干双边协议：

表 4 CAAC 与 EASA 部分合作协议

协议名称	签署时间
关于达索产品审定技术协议	2005
关于欧洲直升机产品审定技术协议	2005
关于空客产品审定技术协议	2006
关于空客 A320 系列飞机中国总装线和交付中心谅解备忘录	2006
关于中国民用航空局认可经欧洲航空安全局批准 Rolls-Royce 发动机的工作安排	2007
关于认可 STC 10056336 及其后续版次的工作安排	2016

资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

从 CAAC 与 EASA 的合作模式来看，双方没有签署全面合作协议，基本采取“一事一议”

的模式，但双方签订的协议针对性很强，有针对公司的技术协议，如针对达索、空客公司的产品协议，有针对具体航空器的技术协议，如针对 A320 系列飞机、直升机产品的技术协议等，也有针对重要部件的技术协议，如 Rolls-Royce 发动机的技术协议，还有针对补充型号合格证（STC）的相关认可协议，操作性较强。

三、新研飞机适航取证需要哪几步？

新研制的飞机型号一般需要经过型号审定阶段、适航审定阶段和生产审定阶段，分别取得型号合格证（TC），标准适航证（AC）和生产许可证（PC），才能够最终实现飞机的批量生产。

图 13 新研制飞机取得适航证主要流程



资料来源：《民用航空器适航管理》，中国银河证券研究院整理

（一）型号合格审定阶段

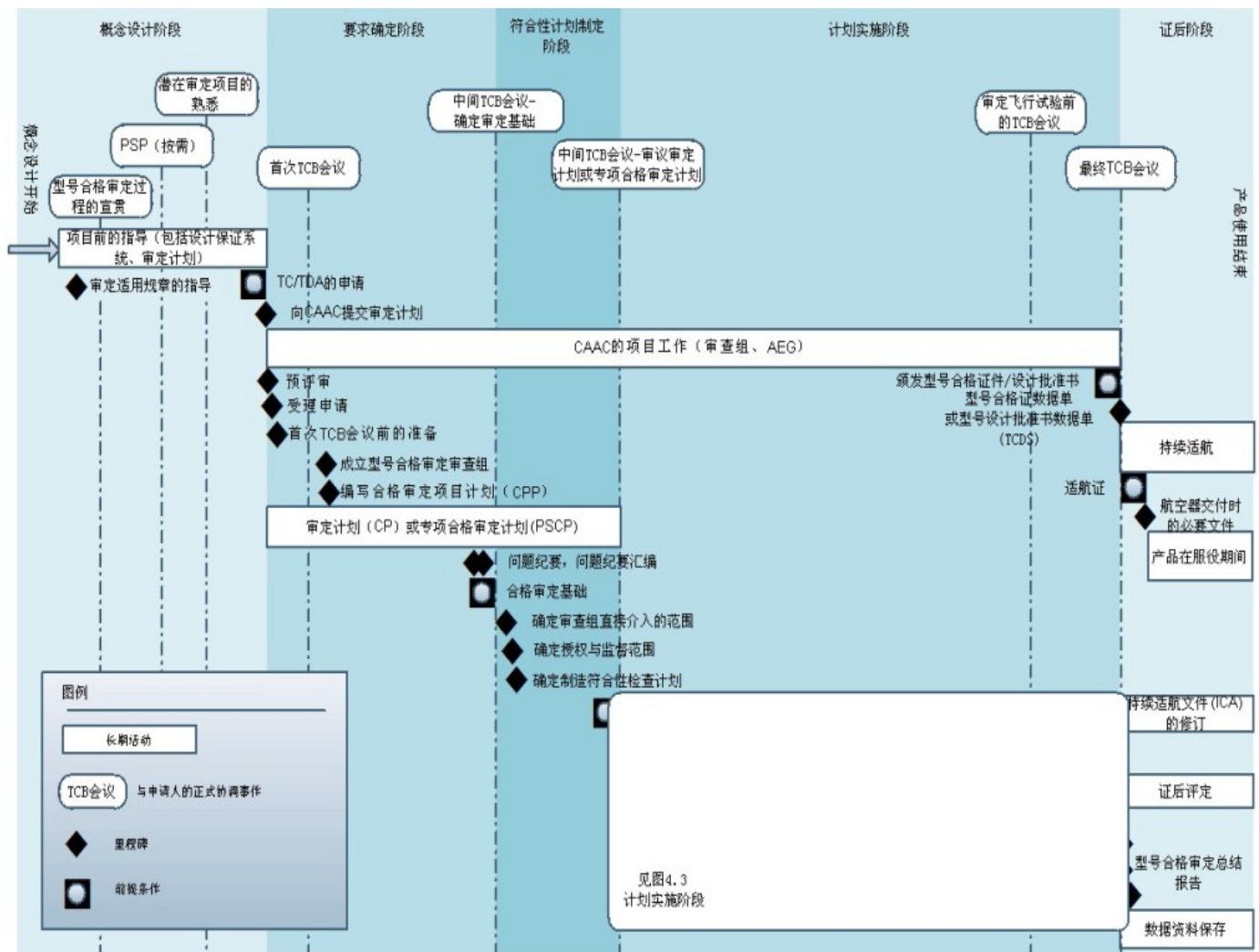
型号合格审定是确保航空器适航性的首要环节。由于产品的固有安全性在产品设计阶段就已经确定，所以首先要对产品设计进行符合性审查，检查其对适航标准、规章和要求的符合性。

型号合格证（Type Certificate，TC）是中国民用航空局根据中国民用航空规章 CCAR-21 颁发的、用以证明民用航空产品符合相应适航规章和环保要求的证件。

型号合格审定委员会（TCB），是型号合格审定项目的管理团队，负责监控型号合格审定项目的审查工作，解决审查中出现的重大问题，贯穿型号合格审查全过程。其下设置型号合格审定审查组，负责具体实施，包括审查申请人的审定计划（Certification Plan，CP），制定审定项目计划（Certification Project Plan，CPP），按照专项合格审定计划（Project Specific Certification Plan，PSCP）进行专题审查等。

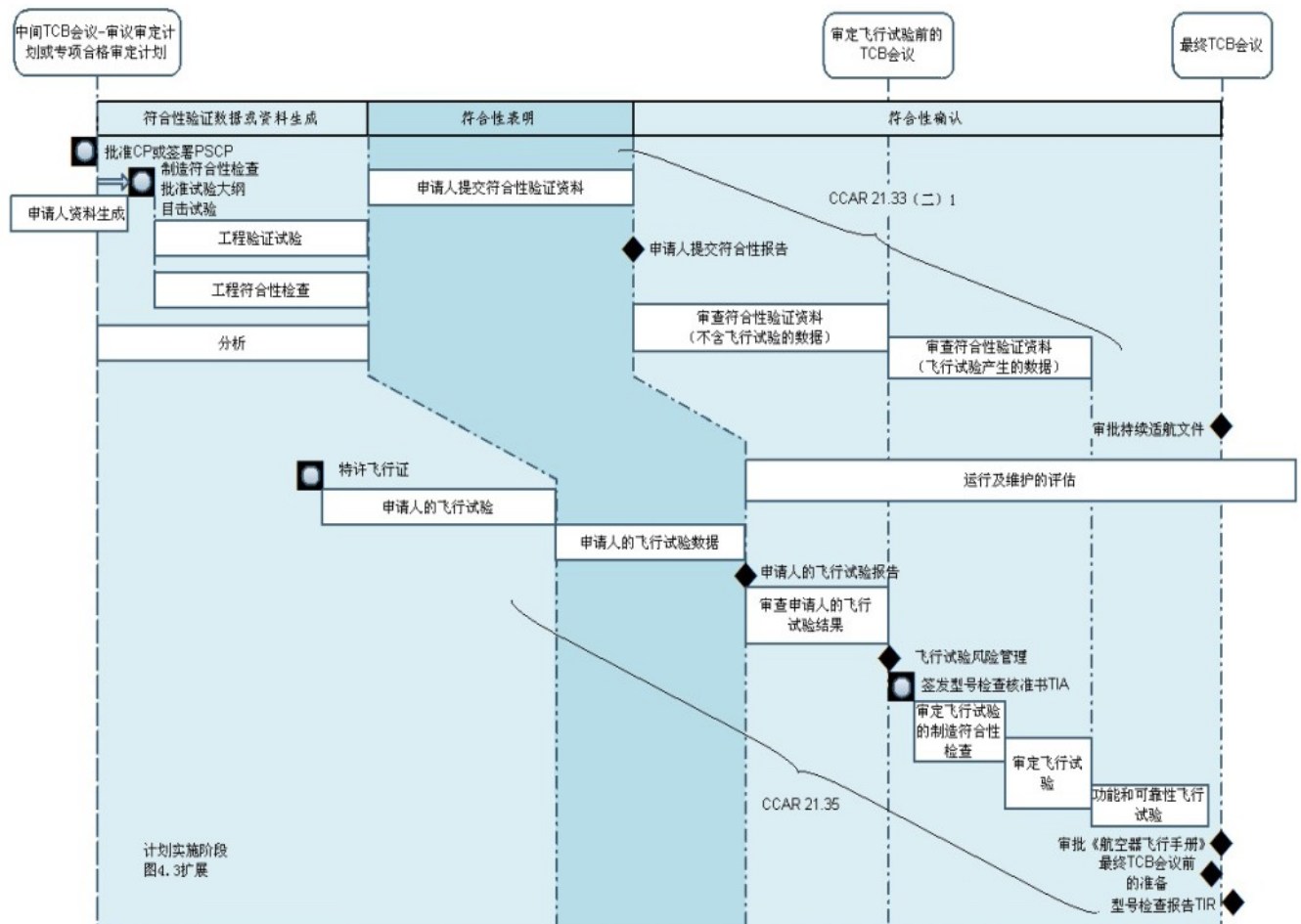
型号合格审定主要分为概念设计阶段、要求确定阶段、符合性计划制定阶段、计划实施阶段和取证后管理阶段。其中，前三个阶段是筹备阶段，主要工作成果是审定计划（CP）和项目计划（CPP），完成各项计划制定后，可以转入计划实施阶段。计划实施阶段又可以细分为申请人飞行试验及试验数据采集、审查飞行试验结果、签发型号检查核准书（TIA）、审定飞行试验、功能和可靠性飞行试验及最终 TCB 会议等。通过最终 TCB 会议后，将获得型号合格证书（TC）。

图 14 典型型号合格审定过程



资料来源:《航空器型号合格审定程序》, 中国银河证券研究院整理

图 15 典型型号合格审定过程—实施阶段



资料来源：《航空器型号合格审定程序》，中国银河证券研究院整理

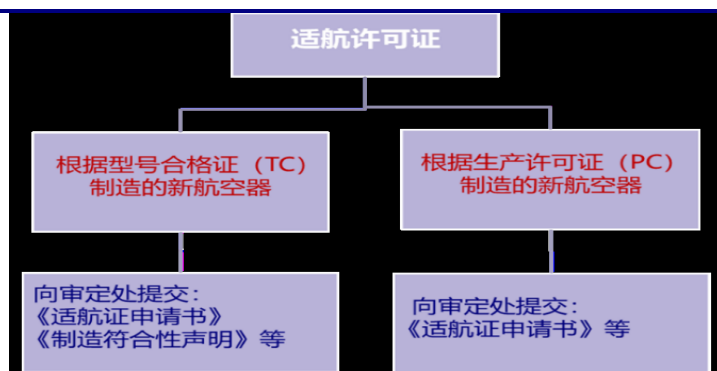
（二）适航审定阶段

航空器评审组（AEG）：为了使获得型号合格证的航空器能够适应航空飞行标准，按照CCAR-21的规定，申请型号合格证的国产航空器在首次投入运行之前都应该经过AEG评审，以确定驾驶员资格规范、维修人员执照和培训规范、设备故障或功能失效情况下放行规范、计划维修要求、运行和持续适航文件、型号对运行规章要求的符合性等。实际上，AEG在新型飞机型号合格审定过程中就已经与型号合格审定委员会（TCB）一同开展相关评审工作，直到飞机交付并投入运行。

国产全新航空器的适航证分为两种，一种是根据型号合格证（TC）生产的新航空器，另一种是根据生产许可证（PC）制造的新航空器。

我们认为，由于ARJ21-700飞机于2015年11月取得适航许可证（AC），其时间点介于该型飞机的型号合格证和生产合格证之间，因此，该适航证应该是根据ARJ21-700型号合格证（TC）相关规定取得。

图 16 国产全新航空器的适航证取证方式



资料来源：中国民航局、中国银河证券研究院整理

(三) 生产审定阶段

生产审定是指局方颁发用以表明允许按照经批准的设计和经批准的质量系统生产民用航空产品或其零部件的证件，其形式可以是生产许可证或者零部件制造人批准书、技术标准规定等。民用航空产品的生产方式有两种，分别是根据型号合格证（TC）来进行相对应的生产，以及取得生产许可证（PC）后进行生产，生产证件长期有效。如果根据型号合格证生产，需要满足以下要求：

表 5 依据型号合格证生产的部分要求

序号	要求内容
1	保证每一个民用航空产品的零部件都可以供局方审查
2	在制造地点保存所有型号设计、型号合格证和型号认可证规定的技术资料 and 图纸
3	在完成航空器和发动机以及螺旋桨的试验要求的检查及试验后，将其记录保持至该产品退役
4	能够接受局方实施的任何用于确定满足民用航空规章必要的检查
5	根据局方要求为包含关键件在内的民用航空产品设置标牌

资料来源：《民用航空器适航管理》，中国银河证券研究院整理

(四) 重要时间节点

在取证过程中，有如下重要节点：

表 6 新型飞机取证过程中重要节点

重要节点	意义
首飞	新型飞机取得特许飞行证后可以开始首飞工作，首飞代表着飞行试验工作的正式开始。
获得 TIA 证书	意味着申请人的飞行试验数据、飞行试验结果、符合性报告、型号资料等通过了审查并可以接受，后期将由局方组织开展审定飞行试验，以核查申请人提交的飞行试验数据。
获得型号合格证(TC)	表明所设计的新型飞机达到了适航标准的要求，具有等效的安全水平，可以转入生产阶段。
获得适航证 (AC)	表明每架飞机都是按照批准的设计和经批准的质量体系制造的，可以安全运营。
首架交付	表明新型飞机满足了航空公司所要求的交付条件，可以投入运营。
获得生产许可证 (PC)	表明可以按照经批准的设计和和质量系统批量生产新型飞机。

资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

四、从 ARJ21 看 C919 的适航进程

(一) ARJ21 局方审定试飞阶段持续 34 个月

据中新网报道,2012 年 2 月 14 日,中国民航局型号合格审查组向 ARJ21-700 飞机签发了型号检查核准书,项目正式进入中国民航局局方审定试飞阶段。截止 2014 年 12 月,中国民航局试飞员、试飞工程师和中国商飞公司的试飞员、试飞工程师一起进行了 2942 架次、5257 小时的审定试飞试验,至此适航取证前全部试飞任务顺利结束,并于同月获得型号合格证(TC),因此,ARJ21-700 飞机的局方审定试飞阶段持续了 34 个月。

图 17 ARJ21 主要研制历程



资料来源: 中国商飞、Bing、中国银河证券研究院整理

ARJ21-700 飞机经历了申请人飞行试验和审定飞行试验两个阶段,经历了极限静力载荷试验、高温高湿试验、高寒试验、自然结冰试验、大侧风试验、全机排液试验、功能和可靠性试飞等多个试验科目。

表 7 ARJ 21 飞机试验进程与 C919 飞机试验进程对比

ARJ 21-700		C919	
时间	试验项目节点	时间	试验项目节点
2008.11.28	101 架机在上海首飞	2017.5.5	首飞 (上海)
2010.1.14	高寒地面试验和高寒飞行试验 (第一项)	2018.6	完成全机静力试验首个极限载荷工况
2010.4.13	ARJ21-700 飞机 104 架机成功首飞, 四架试飞飞机全部投入取证试飞	2018.7	电源系统、环控系统等地面试验验证
2010.6.28	稳定俯仰 2.5g 极限载荷静力试验 (阎良)	2018.7	完成机动平衡工况 2.5g 极限载荷静力试验
2010.8.2	高温高湿试验 (海南)	2019.7	103 号机开展颤振、空速校准等项目试验
2011.4.9	静力试验	2020.6	高温飞行试验 (吐鲁番)
2011.8.3	飞机颤振飞行试验		
2012.2.14	获得型号检查核准书 (TIA), 进入型号合格审定试飞阶段	2020.11.27	获得型号检查核准书 (TIA), 进入型号合格审定试飞阶段
2012.2.29	首次局方审定试飞		
2012.3.3	开展自然结冰试验 (乌鲁木齐)		
2012.5.12	飞控直接模式操稳大侧风试验		
2012.7.18	高温高湿试飞 (上海)		
2013.3.12	前起应急放攻研发试飞		
2013.4	大侧风试飞 (嘉峪关)		
2013.5	航电系统试飞 (银川)		
2013.6	高原试飞 (格尔木)		
2013.7	高温高湿试飞 (长沙)		
2014.1	高寒试飞 (海拉尔)		
2014.4.28	自然结冰试验试飞 (加拿大)		
2014.10.21	全机排液试验		
2014.12.16	完成功能和可靠性试飞, 取证前全部试飞任务完成		
2014.12.26	TCB 颁发 ARJ 21-700 飞机型号合格证		
2014.12.30	ARJ21-700 飞机获中国民航局型号合格证		
2015.9	完成为期半年的航线演示飞行		
2015.11.8	通过 T5 测试, AEG 评审项目已全部通过		
2015.11.29	首架交付机交付给成都航空		
2016.6.28	首架 ARJ21 飞机正式投入航线运营		
2016.9.29	第二架 ARJ21 飞机交付成都航空公司		
2017.7.9	取得中国喷气客机首张生产许可证		

资料来源: 中国商飞官网, Bing, 中国银河证券研究院整理

（二）出国试飞对适航取证进度至关重要

1、自然结冰试验经历四年完成

目前，中国民航局 CCAR-25 部明确规定，民用运输机必须在极其苛刻的特殊气象条件下进行自然结冰试验试飞。其目的在于检测飞机的机翼、风挡、发动机短舱等部位的防冰与除冰功能是否能够保证飞机的活动面在严酷的自然条件下正常工作。

自然结冰试验对飞行安全至关重要，从美国联邦航空局最新的统计资料中可以看出，目前，每年全球约有 30 起因结冰引发的安全事故。1991 年 12 月 27 日，一架 MD81 飞机从斯德哥尔摩机场起飞后不久，两台发动机因吸入了从机翼上脱落的冰块而停车，飞机紧急迫降，在机场外着陆，机体断为三截；1994 年 10 月 31 日，西蒙斯航空公司一架从印第安纳波里斯飞往芝加哥的航班，由于在利于结冰的气象条件下飞行了 30 分钟，突然失速并从大约 10000 英尺的高度坠落，机上 68 人全部罹难；2002 年 12 月 21 日，台湾复兴航空的一架 ATR72-200 飞机由于机翼严重结冰而失速坠海。有鉴于此，结冰问题一直是飞机制造商和适航当局最关注的安全问题之一。

自然结冰试验对环境要求苛刻，CCAR-25 附录 C 对民用运输机实施自然结冰试飞的云层状态、大气环境温度、云层微物理参数的要求是，连续最大结冰试验时液态水含量在 $0 \sim 0.8\text{g/m}^3$ ，水滴直径在 $15 \sim 40$ 微米；间断最大结冰试验时液态水含量在 $0 \sim 3.0\text{g/m}^3$ ，水滴直径在 $15 \sim 50$ 微米。

国内开展自然结冰试验的气象条件不足。为满足适航当局的要求，ARJ21-700 飞机从 2010 年开始了自然结冰试验的征程。项目研制团队曾 4 次奔赴新疆地窝堡机场，却仅在 2012 年 3 月抓住了一次符合条款规定的气候要求，但只完成了部分自然结冰条件下的机翼、风挡、短舱防冰相关的试飞内容，无法完成所有试验内容。

北美地区气象条件更适合开展自然结冰试验。为了完成自然结冰试验所有科目，2014 年 3 月 15 日，ARJ21 的 104 架机从阎良起飞，飞赴底特律河畔的温莎机场。4 月 1 日，104 架机正式开始了北美自然结冰局方审定试飞，并于当月完成该项试验。从 2010 年开始筹备自然结冰试验，到在北美完成该试验，经历了 4 年之久。

图 18 北美自然结冰试验



资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

图 19 自然结冰试验（翼尖结冰情况）



资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

2、经历了“补考”的大侧风试验

抗侧风能力是飞机另一项非常重要的性能。强烈的侧风会严重影响飞机的起飞和降落，飞机能够在多大的侧风气象条件下安全起飞和降落必须通过试验试飞来验证。在此前型号合格证（TC）审定过程中，ARJ21-700 飞机在国内验证了侧风 22 节条件下的起飞和着陆能力。但受国内机场跑道、侧风风速等环境和气象条件的制约，没有验证 CCAR-25《运输类飞机适航标准》规定的最大 25 节（约为 46.3 公里/小时，相当于 6 级强风）风速下的起飞和着陆能力。

虽然 ARJ21-700 飞机已经于 2014 年 12 月就已经获得型号合格证，但为了验证该机型在规定的最大风速下的起降能力，拓展 ARJ21-700 飞机的航行适应性，2018 年 3 月，ARJ21-700 飞机前往冰岛凯夫拉维克国际机场开展大侧风包线扩展审定试飞试验。

ARJ21-700 第 104 架机在冰岛凯夫拉维克国际机场执行了 6 个起飞和 6 个着陆，共耗时 41 天。数据显示，在起飞阶段侧风最大瞬时风速 47.4 节（约为 87.78 公里/小时，相当于 9 级烈风）；在着陆阶段，最大瞬时风速 48.7 节（约为 90.19 公里/小时，相当于 10 级狂风），全部超过 CCAR-25 规定的最大 25 节的风速要求，从而进一步拓展了该型飞机的适航性能。

图 20 冰岛大侧风试验机场



资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

图 21 冰岛大侧风试验降落瞬间



资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

（三）C919 最快有望于 2021 年底取证

ARJ21-700 飞机于 2008 年 11 月完成首飞（T0），2012 年 2 月获得 TIA 证书（T+39），2014 年 12 月获得型号合格证（T+84），2015 年 11 月首架飞机交付（T+104），从首飞到适航取证持续了 73 个月，局方的合格审定飞行试验阶段持续了 34 个月。

空客 A380 飞机于 2000 年 12 月启动研制工作，2005 年 4 月完成首飞，2006 年 12 月获得 EASA 和 FAA 的型号合格证，从首飞到获得型号合格证只用了 20 个月，不到 ARJ21-700 取证时间的三分之一。2007 年 10 月，该机首次交付给新加坡航空公司，并于当月 25 日投入运营，从取得型号合格证到首架交付用时 10 个月，ARJ21-700 飞机用时 11 个月，基本相当。

因此，从 ARJ21-700 飞机和 A380 飞机的取证时间来对比来看，ARJ21-700 飞机的试飞取证时间较长，主要原因是该机型是国内首次按照 CCAR 规定进行的中大型客机取证试验，局方与研制方都缺少相关经验，同时国内缺少一些严苛试验的自然气候条件，如自然结冰试验、

大侧风试验等，一定程度也影响了试验进程。

C919 飞机从试飞到获得 TIA 证书用时 42 个月，与 ARJ21-700 飞机接近（用时 39 个月）。进入局方审定试验后，由于通过前期 ARJ21-700 飞机的试验取证过程已经积累了经验，因此，C919 客机的局方审定飞行试验阶段应会比 ARJ21-700 飞机进展更为顺利，用时将不会超过 34 个月。从 A380 的情况来看，该型飞机的计划实施阶段用时约 20 个月，估算其局方审定飞行试验阶段用时约 12 个月左右，因此，C919 的审定试飞阶段最快可以在 12 月内完成。

因此，我们预测，在乐观估计情况下，各项试验顺利进行，C919 飞机有望于 2021 年底获得型号合格证（TC）；悲观估计，即使试验进度不如预期，取得合格证的时间应该也会控制在 34 个月内，即 2023 年 9 月份之前；中性估计情况下，C919 有可能在 2022 年中期获得型号合格证（TC）。

从 ARJ21-700 及 A380 的研制进程来看，获得型号合格证（TC）约一年后，将能够获得适航许可证（AC），并向航空公司交付首架飞机，因此，乐观估计，2022 年底 C919 有望实现首架交付。

图 22 三型飞机取证进展对比（单位：月）

型号审定阶段									适航审定阶段		生产审定阶段	
概念设计阶段	要求确定阶段	符合性计划制定阶段	计划实施阶段						证后管理	航线演示飞行、维修人员培训规范、驾驶员型别等级测试等	AEG评审	对已获型号合格证的机型进行生产许可审定
			申请人飞行试验	审查飞行试验结果	签发型号检查核准书（TIA）	审定飞行试验	功能和可靠性飞行试验	最终TCB会议				
			首飞		TIA证书		型号合格证TC		适航证AC	首架交付	生产许可证PC	
ARJ21		T0			T+39		T+73		T+84	T+84	T+104	
A380		T0					T+20			T+30		
C919		T0			T+42							

资料来源：《民用航空器适航管理》，中国银河证券研究院整理

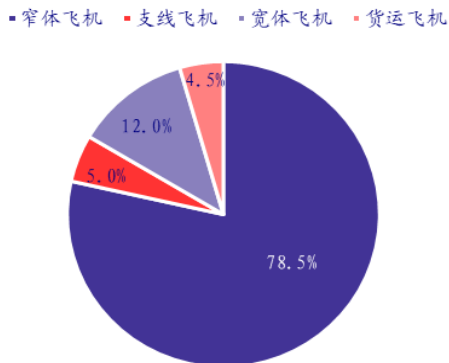
五、国内航空产业将迎来千亿市场

（一）国内客运飞机保有量逐年增长

国家民航局发布的报告显示，截至 2019 年底，我国民航全行业运输飞机期末在册数量为 3818 架，与 2018 年相比增加 179 架。其中客运飞机 3645 架（95.5%），货运飞机 173 架（4.5%）。客运飞机中，支线飞机 191 架（5.0%），窄体飞机 2997 架（78.5%），宽体飞机 457 架（12%）。可见，窄体飞机的保有量最大，占飞机总数的 78.5%，远超支线飞机和宽体飞机的数量，是民航运输业的主力机型。

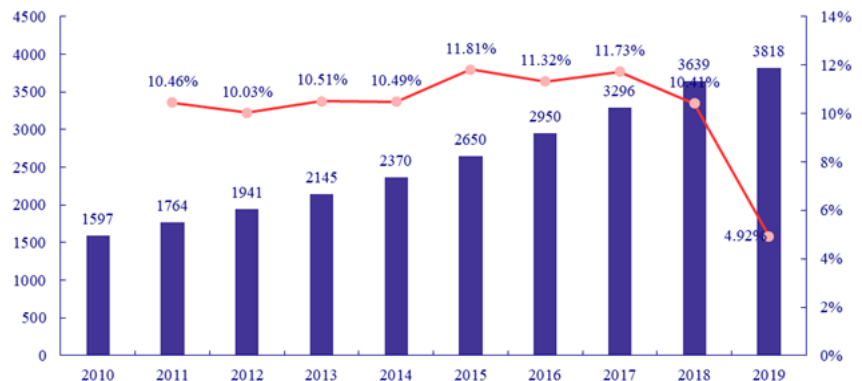
近十年来，我国民航飞机保有量总体保持快速增长态势，从 2010 年的 1597 架，增加到 2019 年的 3818 架，年增长率保持在 10%以上，增幅最高的是 2015 年，增长率为 11.81%。2019 年民航飞机数量增速首次跌破 10%，仅为 4.92%，我们认为，主要是受波音 737MAX 机型停飞事件影响，波音公司飞机进口数量有所减少所致。

图 23 2019 年我国民航飞机机型占比



资料来源：国家民航局、中国银河证券研究院整理

图 24 2010-2019 年我国民航飞机数量变化



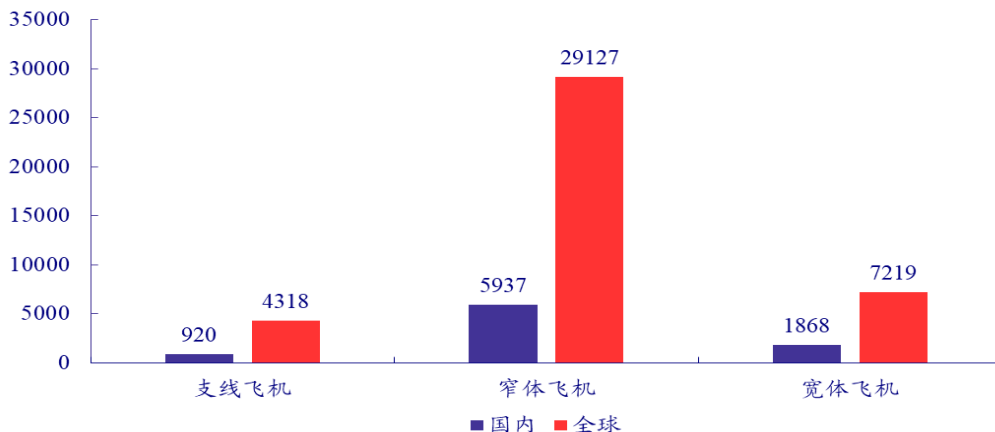
资料来源：前瞻产业研究院、中国银河证券研究院整理

(二) 未来每年国内窄体客机需求量有望达到 300 架

2020 年 11 月 26 日，中国商飞公司发布《中国商飞市场预测年报（2020-2039 年）》。商飞公司预测，未来 20 年，中国航空运输市场需求依旧旺盛，预计中国航空市场将接收 50 座以上客机 8725 架，市场价值约 1.3 万亿美元（以 2019 年目录价格为基础），折合人民币约 8.97 万亿元。其中，50 座级以上涡扇支线客机交付 920 架，120 座级以上单通道喷气客机交付 5937 架，250 座级以上双通道喷气客机交付 1868 架。机队年均增长率为 4.1%，中国机队规模将达到 9641 架。

商飞公司同时预测，未来 20 年，全球航空旅客周转量（RPKs）将以平均每年 3.73% 的速度递增，预计将有 40664 架新机交付，价值约 6 万亿美元（以 2019 年目录价格为基础），用于替代和支持机队的发展。其中，涡扇支线客机交付量为 4318 架，价值约为 0.23 万亿美元；单通道喷气客机交付量为 29127 架，价值约为 3.44 万亿美元；双通道喷气客机交付量将达 7219 架，总价值约为 2.3 万亿美元。到 2039 年，预计全球客机机队规模将达 44400 架，是现有有机队（23856 架）的 1.9 倍。

图 25 中国商飞预测未来 20 年国内及全球客机交付量（单位：架）



资料来源：《中国商飞市场预测年报（2020-2039 年）》，中国银河证券研究院整理

同期，波音公司也发布了对全球民航市场的发展预测报告，波音公司预测，未来 20 年，全球将交付 43110 架飞机，其中支线飞机 2430 架，窄体飞机 32270 架，宽体飞机 7480 架，货机 930 架。全球机队规模增长率为 3.2%，空运市场增长率为 4%，到 2039 年全球机队规模为 48400 架。

图 26 波音公司预测未来 20 年全球民航市场情况

20-Year Market Demand

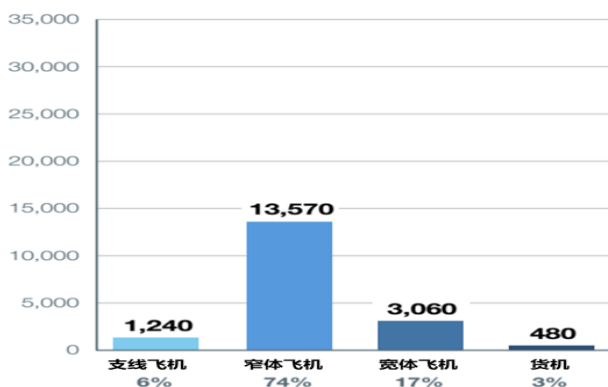


资料来源：波音官网、中国银河证券研究院整理

空客公司对未来十年的飞机交付量进行了预测。空客公司预计未来十年将交付飞机 18350 架，其中支线飞机 1240 架，窄体飞机 13570 架，宽体飞机 3060 架，货机 480 架。

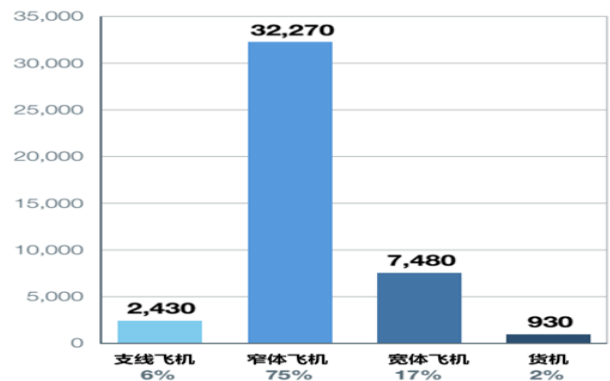
对于中国市场，波音公司预计未来二十年，中国市场将接收 8600 架新飞机，其中支线飞机 380 架，窄体飞机 6450 架，宽体飞机 1590 架，货机 180 架。

图 27 2020-2029 全球交付飞机数量预测



资料来源：波音官网、中国银河证券研究院整理

图 28 2020-2039 全球交付飞机数量预测



资料来源：波音官网、中国银河证券研究院整理

通过对波音公司和中国商飞的预测结果进行比较发现,波音公司与中国商飞的预测结果非常接近,预测结果误差在 3-6%之间,波音公司对于全球民机市场更为乐观,中国商飞对国内市场更为乐观。

国内市场,类似 C919 的窄体飞机仍是未来航空市场的主力机型,商飞公司预测未来二十年国内将交付窄体飞机 5937 架(占比 68%),波音公司预测将交付 6450 架(占比 75%),平均每年的交付量约为 300 架。

全球范围内,商飞公司预测未来二十年全球将交付窄体飞机 29127 架(占比 72%),波音公司预测将交付 32270 架(占比 75%),平均每年的交付量约为 1500 架。

(三) 未来 C919 年销售额有望达到 80 亿美元

C919 的主要竞争对手是空客公司的 A320 系列和波音公司的 B737 系列。根据 AircraftCompare 网站显示的价格,两个系列中,较新型的飞机价格为 1.2 亿美元左右,早期型的价格为 0.9 亿美元左右。

表 8 C919 主要竞品价格(亿美元)

机型	价格	机型	价格
A319-100	0.92	B737-700	0.748
A320-200	1.0	B 737-800	0.892
A 320-200neo	1.1	B 737-900ER	0.946
A 321	1.17	B 737-MAX8	1.22

资料来源: aircraftcompare.com, 中国银河证券研究院整理

以 ARJ21-700 飞机与其国际竞争对手的价格比值来看,ARJ21-700 的价格约为 0.4 亿美元,与其载客量接近的庞巴迪 CRJ-900 型飞机的价格为 0.465 亿美元,其价格是国际竞争对手的 86%。与 C919 载客量接近的 A320-200 和 B737-800 型的价格分别为 1.0 和 0.9 亿美元。

表 9 ARJ21-700 和 CRJ-900 价格比较

	ARJ21-700	CRJ-900
		
载客量	78-90	86
价格	0.4 亿美元	0.465 亿美元

资料来源: aircraftcompare.com, 中国银河证券研究院整理

因此,按 ARJ21-700 的价格比例计算,我们预测未来 C919 飞机单价为 0.8 亿美元左右。

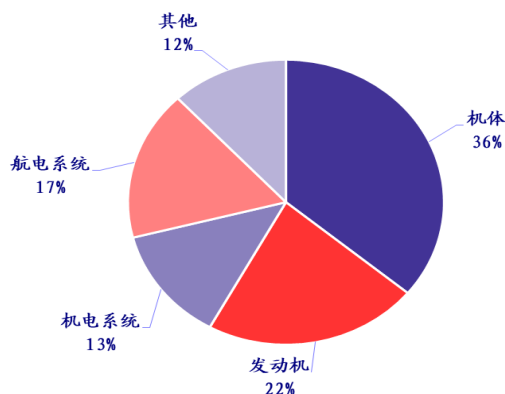
根据之前的估算,未来二十年,平均每年国内窄体客机需求量约为 300 架,假设未来 C919 国内市场占有率能够和波音、空客持平,即市占率达到三分之一,则每年销量约为 100 架,平均年销售额约为 80 亿美元,未来二十年总销售额有望达到 1600 亿美元。随着国内航空产业技术水平不断提升,C919 的市场占有率仍有提升空间。

六、未来 C919 对国内航空产业影响分析

（一）C919 产业链构成

根据前瞻产业研究院的测算，民航飞机成本构成主要由机体、发动机、机电系统、航电系统和其它等部分构成，各部分价值占比约为 36%、22%、13%、17%和 12%。按照 C919 每年销售额 80 亿美元估算，上述五个系统价值量约为 28.8、17.6、10.4、13.6、9.6 亿美元。

图 29 客机各系统价值组成



资料来源：前瞻产业研究院、中国银河证券研究院整理

图 30 C919 客机各系统供应商



资料来源：百度、中国银河证券研究院整理

C919 研制过程中，中航工业下属多家上市公司参与了研制工作：在机身结构方面，中航沈飞、中航西飞、洪都航空、中直股份等主机厂或中航工业下属企业都参与了 C919 机身、机翼等结构件的制造；机载设备方面，主要是以合资公司的形式为 C919 供货，中航工业下属企业与国外公司成立了多家合资公司，共同提供机电、航电设备，但多数资产尚未注入上市公司；发动机方面，C919 采购 CFM 公司 LEAP-1C 型发动机，航发动力（600893.SH）则参与了国产 CJ-1000 发动机的研制工作。

表 10 C919 产业链相关公司（按系统分）

	子系统	承制单位	持股情况
机体	机头	中航成飞民机有限公司	
	前机身、中后机身	中航工业江西洪都航空工业公司	
	中机身-中央翼	中航飞机西安飞机公司	中航西飞（100%）
	后机身-前段	中航沈飞民机有限公司	
	后机身-后段	航天海鹰（镇江）特种材料有限公司	
	前舱门、后舱门、 应急离机门	中航工业江西洪都航空工业公司	
	舱门作动器	中航工业庆安公司	中航机电（100%）
	发动机吊舱	中航沈飞民机有限公司	
	外翼翼盒	中航飞机西安飞机公司	中航西飞（100%）
	副翼、扰流板	中航沈飞民机有限公司 航天海鹰（镇江）特种材料有限公司	
	襟翼、前缘缝翼	中航飞机西安飞机公司 中航工业昌河飞机工业公司	
	翼身整流罩、 起落架舱门	中航工业哈尔滨飞机工业公司	
	辅助动力装置舱门 应急发电机舱门	浙江西子势必锐航空工业有限公司	
	雷达罩	中航工业济南特种结构研究所	
	垂直尾翼	中航沈飞民机有限公司 中航工业哈尔滨飞机工业公司	
	水平尾翼	上海飞机制造有限公司（总承） 中航成飞民机有限公司（部件） 中航工业哈尔滨飞机工业公司（部件）	
	起落架系统	利勃海尔中航起（长沙）有限责任公司	中航飞机起落架有限责任公司（50%） 德国利勃海尔宇航林登伯格公司（50%）
	机轮、轮胎及刹车系统	霍尼韦尔博云航空系统（湖南）有限公司	美国霍尼韦尔（51%） 湖南博云新材料股份有限公司（49%）
发动机	发动机	CFM 公司（LEAP-1C）	
		中国商用航空发动机有限责任公司（CJ-1000）	
	辅助动力装置	美国霍尼韦尔 中航工业哈尔滨东安发动机（部件）	
航电系统	核心处理器、显示系统、维 护和飞行记录仪	中航通用电气民用航电系统有限责任公司	中航民用航空电子有限公司（50%） 美国 GE（50%）
	综合监视系统	中航雷华柯林斯（无锡）航空电子设备公司	中航无锡雷达电子有限公司（99%） 美国罗克韦尔柯林斯公司（1%）
	大气数据和惯性基准系统	美国霍尼韦尔 中航工业凯天电子股份有限公司（部件）	中航电子（88.3%）
	通信与导航系统	中电科柯林斯航空电子有限公司	中电科航空电子有限公司（99%） 美国罗克韦尔柯林斯公司（1%）
	客舱核心系统、视频系统及	中航工业上海航空测控技术研究所	美国罗克韦尔柯林斯公司（技术合作）

	娱乐系统		
	娱乐系统	中电科泰雷兹航空电子有限公司	中电科航空电子有限公司（50%） 法国泰雷兹（50%）
	飞控系统控制器	鸿翔飞控技术（西安）有限责任公司	中航西安飞行自动控制技术有限公司（50%） 美国霍尼韦尔（50%）
	主作动器	鹏翔飞控作动系统（西安）有限责任公司	中航西安飞行自动控制技术有限公司（50%） 美国派克公司（50%）
	高升力系统	美国穆格公司 中航工业庆安公司(部件)	中航机电（100%）
机电系统	空气管理系统	德国利勃海尔 中航工业金城南京机电（部件）	
	结冰探测与风挡除雨系统	美国联合技术航空系统公司	
	驾驶舱控制系统	美国联合技术航空系统公司	
	防火探测、灭火系统	美国联合技术公司 中航工业天津航空机电公司（部件）	
	电源系统	西安中航汉胜航空电力有限公司	陕西航空电气有限公司（50%） 美国汉胜公司（50%）
	燃油、液压	南京航鹏航空系统装备有限公司	中航工业金城南京机电（50%） 美国派克公司（50%）
其他	座椅	航宇嘉泰	中航客舱系统有限公司（89.13%）
	内饰	江苏美龙	
	钢材	抚顺特钢，宝武钢特钢	
	钛材	宝钛股份	
	锻件	陕西宏远，贵州安大	中航重机（100%）
	紧固件	东方蓝天钛金	中国卫星（29.19%）

资料来源：百度，Wind，中国银河证券研究院整理

表 11 C919 产业链相关公司（按相关公司分）

	公司	相关企业产业链分工
机体	中航沈飞	沈飞民机获得后机身、垂直尾翼、发动机吊挂、APU 舱门等部件供货资格，相关资产将剥离。
	中航西飞	公司取得 C919 机体中机身、外翼翼盒、副翼、后缘襟翼、前缘缝翼和扰流板等 6 个工作包的供应资格。相关资产在上市公司体内。
	洪都航空	中航工业洪都获得 C919 前机身、中后机身，后机身，前货舱门、后货舱门和应急离机门等部件供货资格，约占机身制造量的 25%。相关资产暂未注入上市公司。
	中直股份	航空工业哈飞获得翼身整流罩、前起落架舱门、主起落架舱门和垂直尾翼 4 大机身复合材料部件供货资格。航空工业昌河获得前缘缝翼和后缘襟翼供货资格。相关资产暂未注入上市公司。
发动机	航发动力	公司参与了 C919 国产在研发动机配套零部件产品的生产。航发东安发动机公司与霍尼韦尔合作为 C919 提供辅助动力装置，相关资产暂未注入公司。
机电及航电系统	中航机电	中航工业与穆格、派克、汉胜等公司合作，为 C919 提供高升力系统、液压、防冰系统、电源等系统设备，主要相关资产暂未注入上市公司。
	中航电子	子公司成都凯天为 C919 提供大气数据加温控制器。中航工业与 GE、柯林斯、霍尼韦尔、泰雷兹等公司合作，为 C919 提供核心处理器、通信与导航、大气数据、客舱系统等设备，主要相关资产暂未注入上市公司。
	中航光电	为 C919 提供 E-E 舱设备支架等设备。
	中航科工	子公司天津航空机电为 C919 电源系统、防火系统和空气管理系统提供部分设备。持股中航电子、洪都航空、中直股份、中航光电等公司。
	博云新材	与霍尼韦尔成立合资公司为 C919 提供机轮及刹车系统。
	四川九洲	承担了 C919 客舱内话子系统、客舱内部照明系统以及飞行指挥车的研制任务。
其它	中航重机	子公司陕西宏远和贵州安大均是商飞 III 类供应商，为 C919 提供多种锻件。
	抚顺特钢	商飞 III 类供应商，为 C919 提供多种钢材，用于飞机起落架主体材料、发动机吊挂保险销、门铰链等的制造。
	宝钛股份	是商飞 III 类供应商，为 C919 提供多种规格钛材。

资料来源：百度，Wind，中国银河证券研究院整理

(二) 未来 C919 对国内航空业带动作用显著

根据前面假设,假设未来 C919 在国内窄体客机市场占有率达到 1/3,即每年销量为 100 架,单价 0.8 亿美元,年销售额为 80 亿美元,约合人民币 520 亿元(美元兑人民币汇率为 6.5),机体、发动机、机电系统、航电系统和其它等部分价值占比为 36%、22%、13%、17%和 12%,各系统价值量约合人民币 187、114、68、88 和 62 亿元。

从航空产业总量上来看,四家航空主机厂 2019 年航空产品营收总额为 764 亿元,按照此数据进行静态比较,C919 销量达到每年 100 架时,将为我国航空产业带来约 68%的增量。

机体方面,由于现有四家航空主机厂是飞机总承单位,但在 C919 产业链中只承制机体部分,属于供货商,由于产业链地位不同,因此,在营收方面只有约 24.5%的增量。由于洪都航空(600316.SH)承担 C919 机体价值量约 25%份额(约 46.8 亿元),并且洪都航空营收较少(2019 年航空产品销售额 40.22 亿元),因此,未来 C919 对洪都航空(600316.SH)的业绩拉动作用更为明显。

发动机方面,目前是中国商发为 C919 研制国产 CJ-1000 发动机,中国航发集团持有中国商发 40%股权,CJ-1000 航空发动机实现国产后,其年销售额有望达到航发动力(600893.SH)2019 年营收的 50%,对于国内航发产业链具有显著带动作用。

在机电、航电系统方面,未来 C919 机电系统和航电系统价值量约为中航机电(002013.SZ)、中航电子(600372.SH)2019 年航空产品营收的 81%和 126%,对航空机载设备行业带动作用十分显著。

表 12 未来 C919 各系统价值量与现有公司业绩对比(单位:亿元)

	公司	2019 年营收	航空产品占比	2019 年航空产品营收	未来大飞机系统价值量
机体	中航沈飞	237.61	98.29%	233.55	187
	中航西飞	342.98	97.67%	334.99	
	洪都航空	44.20	91%	40.22	
	中直股份	157.95	98.36%	155.36	
发动机	航发动力	252.10	87.36%	220.24	114
机电系统	中航机电	121.31	69.05%	83.77	68
航电系统	中航电子	83.52	83.79%	69.98	88

资料来源: Wind、中国银河证券研究院整理

七、投资建议

1、机体结构国产化率最高

在 C919 的四个主要组成部分中,机体结构国产化率最高,因此,国内航空主机厂都将受益于 C919 飞机量产。航空主机厂中,中航西飞(000768.SZ)与 C919 机身制造的相关资产都在上市公司体内,受益最直接;洪都航空(600316.SH)承担了约 25%的机体结构任务量,同时,洪都航空(600316.SH)相比其他主机厂营收规模最小,因此,C919 量产后对公司业绩贡献的边际效应最为明显,但相关资产暂未注入上市公司。

2、机载设备以合资为主

在机载设备方面，由于目前为 C919 供货的主要厂商多数是中航工业下属公司与国外企业合资成立，目前部分相关资产在上市公司内，但主要资产尚未注入上市公司，因此，短期内上市公司业绩将部分受益于 C919 客机量产，后期随着中航工业资产证券化率的不断提高，相关合资企业资产有望注入到相关上市公司体内，可以重点关注中航电子（600372.SH）、中航机电（002013.SZ）等上市公司。

3、国产发动机尚在研制中

目前，C919 使用的是 CFM 公司的 LEAP-1C 发动机。国产长江-1000 发动机由中航商用飞机发动机公司研制，目前尚在研制进程中，短期内难以装备 C919。

4、基础材料、电子元器件国产替代空间广阔

复合材料方面，目前，国内航空高端碳纤维复合材料主要来自进口，在国内，光威复材（300699.SZ）正积极会同下游复合材料制造商一起开展与 C919 的 PCD 适航认证工作。

博云新材（002297.SZ）与霍尼韦尔合资成立的公司为 C919 提供机轮及刹车系统，该公司自研的炭/炭复合材料刹车副等产品有望用于 C919 飞机。北摩高科（002985.SZ）复合材料刹车副已用于多种军用机型，近期拟收购具有多个飞机炭刹车盘 PMA 许可证的蓝太航空，因此，未来该公司产品也有望进入 C919 产业链。

电子元器件方面，C919 的电子系统复杂、规模庞大，对电子元器件的需求量高。宏达电子（300726.SZ）等公司的电子元器件前期广泛用于航空、航天等领域，具备进入国产客机市场的能力。

未来，随着 C919 国产化率的不断提升，国产替代进程加速，国产复合材料、电子元器件应用比例和规模将不断扩大，相关公司业绩将显著受益于国产客机产业。

5、重点公司盈利预测与估值

表 13 重点公司业绩及估值预测

代码	简称	EPS			PE		
		2020E	2021E	2022E	2020E	2021E	2022E
000768.SZ	中航西飞	0.27	0.34	0.36	126.15	101.09	95.05
600316.SH	洪都航空	0.22	0.34	0.49	227.24	149.42	103.84
600372.SH	中航电子	0.35	0.42	0.49	57.58	48.86	41.60
002013.SZ	中航机电	0.29	0.34	0.40	42.91	36.38	30.71
300699.SZ	光威复材	1.24	1.59	2.02	73.61	57.51	45.41
300726.SZ	宏达电子	1.09	1.51	2.02	66.89	48.29	36.13

资料来源：Wind、中国银河证券研究院整理

八、风险提示

C919 适航及交付不及预期的风险。

九、附录:

插图目录

图 1 C919 主要参数.....	2
图 2 C919 主要竞争对手.....	3
图 3 民用飞机研制主要流程.....	4
图 4 C919 主要研制历程.....	4
图 5 航空器安全主要因素	6
图 6 适航性与安全性的联系	6
图 7 我国民航安全监管组织体系	7
图 8 适航管理规则标准体系	7
图 9 民航适航审定部门组织结构	8
图 10 中国民航相关文件体系.....	8
图 11 中国民航规章体系图谱.....	8
图 12 新版双边适航文件认可方式	10
图 13 新研制飞机取得适航证主要流程.....	12
图 14 典型型号合格审定过程.....	13
图 15 典型型号合格审定过程—实施阶段	14
图 16 国产全新航空器的适航证取证方式	15
图 17 ARJ21 主要研制历程.....	16
图 18 北美自然结冰试验.....	18
图 19 自然结冰试验（翼尖结冰情况）	18
图 20 冰岛大侧风试验机场	19
图 21 冰岛大侧风试验降落瞬间	19
图 22 三型飞机取证进展对比（单位：月）	20
图 23 2019 年我国民航飞机机型占比	21
图 24 2010-2019 年我国民航飞机数量变化.....	21
图 25 中国商飞预测未来 20 年国内及全球客机交付量（单位：架）	21
图 26 波音公司预测未来 20 年全球民航市场情况	22
图 27 2020-2029 全球交付飞机数量预测	22
图 28 2020-2039 全球交付飞机数量预测	22
图 29 客机各系统价值组成	24
图 30 C919 客机各系统供应商	24

表格目录

表 1 三型飞机参数对比.....	3
表 2 CCAR 中部分初始适航管理规章.....	9
表 3 CCAR 规定的持续适航部分文件内容.....	9
表 4 CAAC 与 EASA 部分合作协议.....	11
表 5 依据型号合格证生产的部分要求.....	15
表 6 新型飞机取证过程中重要节点.....	15
表 7 ARJ 21 飞机试验进程与 C919 飞机试验进程对比.....	17
表 8 C919 主要竞品价格（亿美元）.....	23
表 9 ARJ21-700 和 CRJ-900 价格比较.....	23
表 10 C919 产业链相关公司（按系统分）.....	25
表 11 C919 产业链相关公司（按相关公司分）.....	26
表 12 未来 C919 各系统价值量与现有公司业绩对比（单位：亿元）.....	27
表 13 重点公司业绩及估值预测.....	28

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

温肇东 军工行业分析师

北京航空航天大学学士、博士，十年装备研究部门论证、科研、管理经验，2018 年加入银河证券研究院，从事军工行业研究，重点关注卫星互联网、大飞机产业链、船舶、电子元器件、基础材料等领域。

评级标准

行业评级体系

未来 6-12 个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报 10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来 6-12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：指未来 6-12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%-20%。

中性：指未来 6-12 个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来 6-12 个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%及以上。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其机构客户和认定为专业投资者的个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的机构专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险，应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失，在此之前，请勿接收或使用本报告中的任何信息。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

银河证券版权所有并保留一切权利。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京西城区金融大街 35 号国际企业大厦 C 座

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：耿尤繇 010-66568479 gengyouyou@ChinaStock.com.cn