

中国直升机 运输机的未来发展

张彦仲

(中国航空工业第二集团公司, 北京 100712)

[摘要] 阐述了中国直升机、运输机的现状, 未来发展思路和具体实施计划; 介绍了中国在产的直升机、运输机, 在产的直升机有直11(2吨级)、直9(4吨级)、直8(13吨级)系列, 在产的运输机有运5、运7、运8、运12和农5系列; 提出了改进生产一代、研制发展一代、预研攻关一代的发展思路, 制定了直升机改进生产以直8、直9、直11为主, 研制以6吨级直升机为主, 预研以10吨级直升机为主的发展计划; 运输机改进生产以运8、运12为主, 研制以涡扇支线飞机为主, 发展以大型运输机为主的实施计划; 提出了突破直升机发动机、旋翼、传动、抗坠毁、复合材料关键技术的措施; 指出直升机、运输机发展要坚持自主开发和国际合作、技术和贸易、军用和民用相结合, 建议把直升机、运输机纳入国家长远发展规划。

[关键词] 中国; 直升机; 运输机; 发展

[中图分类号] V271.2; V275.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)08-0001-07

直升机和运输机作为20世纪科学技术最辉煌的创造之一, 极大地改变了人类社会经济生活的面貌。直升机和运输机是典型的军民两用产品, 是航空工业军民结合最有效的结合点, 具有广泛的科技带动作用。

新中国航空工业建立50年来, 已生产交付军民用直升机约1000架, 军民用运输机1400多架, 是世界上少数几个具有直升机和运输机科研生产能力以及产品系列的国家^[1,2]。

预计未来十年, 世界需生产交付军民用直升机13000多架, 民航旅客运输机10000多架。我国需要军民用直升机近1000架, 民航旅客运输机1000架左右^[2~4]。

美俄欧把直升机和运输机发展作为战略产业, 国家大力支持, 产品不断更新, 技术不断提高, 直升机和运输机竞争相当激烈^[1]。未来20年对中国直升机、运输机发展十分关键, 研究和加强我国直升机和运输机未来发展势在必行。

1 中国直升机 运输机的现状

1.1 直升机的现状

1956年我国开始建立自己的直升机工业, 1999年国防体制改革后, 中国航空工业第二集团成为我国主要承担研制生产直升机任务的特大型企业集团。

40多年来, 我国通过仿制、自行设计和国际合作等方式, 研制了直5、直6、直7、直8、直9、直11直升机, 研制了“海鸥”、“翔鸟”无人直升机和M16超轻型直升机; 国际合作研制了EC120直升机, 参与了西科斯基公司S92直升机研制。现在生产的主要直升机为直8、直9、直11、EC120。

直5是中国生产的第一种直升机, 按照前苏联米4仿制, 1958年12月首飞, 1979年停产, 共生产545架, 其中出口援外86架。

直8是我国研制的最大吨位的直升机, 装3台涡轴发动机, 最大起飞质量13000kg, 最大巡航速度248km/h, 航程800km, 升限3050m, 陆

地水上都可起降, 1985年首飞, 已生产了15架。

直9是我国引进法国直升机公司AS365N“海豚”专利生产的双发多用途直升机(见图1), 最大起飞质量3 850 kg, 商载1 863 kg, 巡航速度293 km/h, 升限4 500 m, 1982年首飞成功, 目前生产的直9直升机国产化率达75%。已生产了近100架。



图1 直9直升机

Fig.1 Z-9 helicopter

直11是我国直升机行业自行设计的第一个机种, 单发单旋翼带尾桨式, 最大起飞质量2 200 kg, 有效商载880 kg, 巡航速度238 km/h, 升限5 240 m, 航程600 km, 1996年12月首飞成功, 已生产交付31架。

EC120是具有当今国际先进水平的5座单发轻型直升机, 由中国、法国、新加坡联合投资研制, 分别拥有该机24%、61%和15%的股份, 1995年6月首飞, 用户有20多个国家。1999年开始, 年交付量在100架份以上, 已累计交付300多架份。

国产直升机主要性能见表1。

表1 国产直升机主要性能^[2,5]

Table 1 China domestic helicopter specifications

机型	起飞质量 /kg	巡航速度 /km·h ⁻¹	升限 /m	航程 /km	巡航时间 /h	交付数量 /架
直8	13 000	248	3 050	800	4.1	12
直9	3 850	293	4 500	910	4.4	约100
直11	2 200	238	5 240	600	3.7	31
EC120	1 770	232	6 035	748	4.2	>300

1.2 运输机的现状

我国运输机科研生产经过几十年努力, 从无到有, 由小到大, 先后仿制和自行研制的主要机型有

运5系列、运7系列、运8系列、运10、运11、运12系列、农5飞机等, 合作生产了MD82/83/90-30飞机, 现在生产的机型为运5、运7、运8、运12以及农5系列飞机。

农5是我国自行研制的第一架农林专用机, 单发螺旋桨, 最大起飞质量2 450 kg, 最大商载960 kg, 升限4 280 m, 速度220 km/h, 1989年12月首飞, 1992年7月获得中国民航型号合格证。

运5是新中国制造的第一架小型通用运输机, 单发螺旋桨, 可乘12名乘客, 最大起飞质量5 250 kg, 最大商载1 500 kg, 升限4 500 m, 速度239 km/h, 可在土跑道和草地上起降, 起降距离不到200 m, 即使发动机停车, 仍能安全滑翔降落, 1957年12月试制成功, 已生产1 000多架, 是生产时间最长和产量最大的国产运输机。

运12是我国自行研制的通用运输机(见图2), 双发涡轮桨, 可载客19人, 最大起飞质量5 670 kg, 最大商载1 984 kg, 速度328 km/h, 航程1 340 km, 可在土跑道或草地上起降, 起降距离500 m, 1982年7月首飞, 是我国第一个取得CAAC型号合格证, 唯一取得CAA、FAA型号合格证的国产飞机。运12已销售120多架, 出口到20多个国家共计94架。



图2 Y-12多用途运输机

Fig.2 Y-12 multipurpose transport aircraft

运8是我国现在生产的最大的运输机(见图3), 四发涡轮桨, 最大起飞质量61 000 kg, 最大商载20 000 kg, 单件空投质量7 400 kg, 升限10 400 m, 速度662 km/h, 最大航程5 615 km, 1974年12月25日首飞成功, 1993年取得中国民航型号合格证, 运8已交付80多架, 其中出口16架。

运7是双发涡轮螺旋桨短/中程运输机, 1970年12月25日首飞, 1998年取得中国民航型号合格证。新机型“新舟”60最大起飞质量为21 800



图 3 Y-8 运输机

Fig.3 Y-8 transport aircraft

kg, 最大商载 5 500 kg, 巡航速度 503 km/h, 满载航程 2 400 km, 运 7 系列客机可载客 50~60 名, 已生产近 200 架。

运 10 是 150 座级四发涡扇旅客运输机, 共试制两个样机, 1970 年组织研制, 1980 年首飞成功, 后停止研制, 共飞行了 130 多个起落, 170 个飞行小时。

我国还曾根据生产许可证国际合作组装了 150 座级麦道飞机 MD82/83/90-30, 共计 37 架。

国产运输机主要性能见表 2。

表 2 国产运输机主要性能^[1]

Table 2 China domestic transport aircraft specifications

机型	起飞质量 /kg	最大商载 /kg	速度 /kg·h ⁻¹	升限 /m	航程 /km	续航时间 /h
农 5	2 450	960	220	4 280	282	5.8
运 5	5 250	1 500	239	4 500	845	5.6
运 7	21 800	4 700	503	8 750	1 983	4.5
运 8	61 000	20 000	662	10 400	5 615	10.5
运 10	110 000	25 000	974	12 000	6 400	8.5
运 12	5 670	1 984	328	7 000	1 340	5.3
MD82	67 810	19 969	925		3 798	

2 中国直升机 运输机的未来发展

2.1 直升机的未来发展

改进生产：直 11、直 9、直 8、EC120、S92。

研制发展：6 吨级直升机。

预研攻关：10 吨级直升机。

前沿研究：倾转旋翼机。

经过 10 到 15 年发展, 使我国直升机形成 2 吨、4 吨、6 吨、10 吨、13 吨级直升机系列, 形成具有一定国际竞争力和规模的直升机研制和生产能力, 成为国防装备的可靠研制生产基地和国民经济的增长点。

2.1.1 改进生产一代

1) 直 11 改进改型 (见表 3)

表 3 直 11 改进改型主要性能对比

Table 3 Z-11 variants/upgrades performance comparison

性能参数	直 11	直 11A	直 11B
有效载荷/kg	880	1 074	1 164
使用升限/m	5 240	6 000	5 168
无地效升限/m	3 000	4 484	3 283
有地效升限/m	3 750	5 171	3 932
最大爬升率/m·s ⁻¹	9.8	11.3	8.4

改型第一步：单发型更换大功率的发动机, 命名为直 11A, 最大起飞功率从 510 kW 提高到 557 kW, 改善高温高原性能, 正在立项。

改型第二步：研制双发型, 命名为直 11B, 现处于方案论证阶段。

2) 直 9-H 系列改进改型 (见表 4)

表 4 直 9-H 系列改进改型主要性能对比

Table 4 Z-9 H series variants/upgrades performance comparison

性能参数	H410A	H425	H450
最大起飞质量/kg	4 100	4 250	4 500
有效载荷/kg	1 760	1 860	2 060
使用升限/m	4 572	4 572	4 572
有地效升限/m	2 150	2 740	2 840
无地效升限/m	1 150	1 320	1 960

第一步——研制 H410A: 在 Z-9A 基础上, 更换大功率发动机, 发动机最大起飞功率从 526 kW 提高到 626 kW, 2001 年已完成取证。

第二步——研制 H425: 在 H410A 基础上, 改进旋翼系统、航电系统、结构及内设, 燃油系统进行抗坠毁设计, 整体水平达到世界 20 世纪 90 年代水平, 此机型已立项, 正在研制中。

第三步——研制 H450: 在 H425 基础上, 改

进旋翼、传动、操纵系统,改进涵道尾桨,使商载提高 200 kg,现处于方案论证阶段。

3) 直 8 改进改型 (见表 5)

在直 8A 基础上改型为直 8F: a. 换发,最大起飞功率从 1 190 kW 提高到 1 448 kW; b. 研制具有防冰能力的复合材料桨叶,替换原金属桨叶,现处于方案论证阶段。

表 5 直 8A 和直 8F 主要性能对比

Table 5 Comparison between Z-8A and Z-8F performance

性能参数	改进前 直 8A	改进后 直 8F
发动机首翻期/h	500	3 500
4 500 m 高原启动	不能	能
使用升限/m	3 050	4 700
有地效悬停升限/m	1 900	2 800

4) EC120

扩大中方生产份额至 40% 以上;从 2002 年起,年产量提高到 150 架份;计划在哈飞公司建立总装生产线。

5) S92

建立年产 48 架份垂尾生产能力,完善工艺质量,争取扩大生产份额。

2.1.2 研制发展一代——6 吨级直升机 (见表 6)

6 吨级直升机已开始研制,装两台涡轴发动机,采用综合化航空电子系统,采用抗坠毁设计,坠毁时机上人员生存概率 > 85%;材料方面要求结构复合材料 > 80%,覆盖面基本为复合材料,将填补我国 6 吨级直升机空白。

表 6 6 吨级通用型直升机主要性能

Table 6 6-ton class civil helicopter specification

最大起飞质量/kg	6 000
有效商载/kg	> 2 500
巡航速度/km·h ⁻¹	270
航程/km	> 800
使用升限/m	5 880
有地效悬停升限/m	2 900

2.1.3 预研攻关一代——10 吨级直升机 10 吨级直升机轮廓设想是单悬翼带尾桨构型,广泛采用复合材料,装两台涡轴发动机,采用 APU 启动,直升机/发动机一体化控制,配置先进航空电子系统。

现在开展以发动机、传动系统、旋翼、复合材料为核心的关键技术研究,重点突破 1 765 kW 涡轴发动机关键技术。

2.1.4 前沿研究一代——倾转旋翼机 (见表 7)

倾转旋翼机兼具直升机垂直起落和固定翼飞机升限高、速度快、航程远的优点,是未来的重要运输工具,已建议作为专题列入“S863”计划,同时探索与国外合作研制。

表 7 倾转旋翼机 直升机 涡桨飞机
主要性能对比^[1,5]

Table 7 Tilt-rotor aircraft, helicopter and turboprop aircraft performance comparison

比较机型	起飞方式	起飞质量	速度	升限	航程
		/kg	/km·h ⁻¹	/m	/km
倾转旋翼机 V22	垂直	24 947	638	7 925	3 336
直升机 CH47	垂直	24 494	298	3 095	1 042
涡桨飞机 Q8-400	滑跑	28 600	648	7 620	2 400

2.2 运输机的未来发展

改进生产:农 5、运 5、运 12、运 8。

研制发展:BCRJ 系列 50 座级涡扇支线飞机。

预研攻关:大型运输机。

2.2.1 改进生产一代

1) 运 12 飞机改进改型 (见表 8)

表 8 运 12 改进改型机种主要性能

Table 8 Y-12 variants/upgrades specifications

机型	运 12IV	运 12E	运 12G	运 12F
最大起飞质量/kg	5 670	5 670	7 500	7 300
最大商载/kg	1 984	1 984	2 500	2 050
最大平飞速度/km·h ⁻¹	328	345	350	480
使用升限/m	7 000	7 000	8 000	7 600
单发升限/m	3 000	4 200		
航程/km	1 340	1 340	1 500	2 400
发动机起飞功率/kW	455	550	770	880

第一步——改为高原型运 12E:在运 12IV 基础上,更换大功率发动机,4 叶桨代替 3 叶桨,换装先进电子设备,更改维修方式,整机寿命从 20 000 h 提高到 36 000 h,噪声降低 5~9 dB,单发升限从 3 000 m 提高到 4 200 m,2001 年已改型完成,取得中国民航适航证。

第二步——改为货运型运 12G:在运 12E 基础上,更换动力装置,机身重新设计,侧开可装卸集

装箱的舱门，更改机翼、尾翼，可装 3 个 LD3 标准集装箱，目前处于方案论证阶段。

第三步——改为气密型运 12F：改为气密舱，更换发动机，提高速度，采用综合航空电子系统，起落架改为可收放式，现处于方案论证阶段。

2) 运 8 飞机改进改型 (见表 9)

第一步——改为运 8F400：在运 8F200 基础上，驾驶体制 5 人改为 3 人，重新设计机头和驾驶舱，安装先进的电子设备，2001 年首飞，2002 年取证。

第二步——改为运 8F600：在运 8F400 基础上，更换大功率发动机，单发最大当量功率从 3 126 kW 提高到 4 039 kW，驾驶体制 3 人改为 2 人，4 叶桨改为 6 叶桨，机体寿命从 20 000 h 提高到 30 000 h，货舱容积从 137 m³ 提高到 170 m³。已立项研制，计划 2003 年首飞。

第三步——改为运 8F800：在运 8F600 基础上，加长机身，增大机翼，加强起落架，采用整体油箱，增大航程航时，使最大商载从 20 t 提高到 30 t，航程由 3 800 km 增加到 7 800 km，商载超过 C130，目前处于方案论证阶段。

表 9 运 8 改进改型机种主要性能比较

Table 9 Y-8 variants/upgrades performance comparison

机型	运 8F200	运 8F400	运 8F600	运 8F800
最大起飞质量/t	61	61	65	81
最大商载/t	15	15	20	30
使用升限/m	10 050	10 050	11 000	11 500
最大速度/km·h ⁻¹	640	640	700	660
最大航程/km	3 400	3 400	3 800	7 800
驾驶体制/人	5	3	2	2

2.2.2 研制发展一代——BCRJ 系列 50 座级涡扇支线飞机 (见表 10、图 4、图 5) BCRJ 系列 50 座级涡扇支线飞机由中国航空工业第二集团和巴西航空工业公司合作发展，有 37、44、50 座 3 个机种，在世界 30~50 座级涡扇支线飞机中机种最全，飞机部件和系统通用性达 98 %。巡航速度 830 km/h，飞行高度 10 000 m，航程 3 000 km 左右。

中国航空工业第二集团和巴西航空工业公司首先合资生产 50 座级 BCRJ 系列涡扇支线飞机，预计 2003 年开始交付，同时准备联合研制 60 座级 BCRJ160 涡扇支线飞机。

表 10 BCRJ 系列 50 座级涡扇支线飞机主要性能

Table 10 BCRJ series 50 seats turbofan regional aircraft specifications

性能参数	BCRJ145XR	BCRJ140LR	BCRJ135LR
座位数	50	44	37
最大商载/kg	5 890	5 330	4 850
最大起飞质量/kg	24 000	21 100	20 000
巡航速度/km·h ⁻¹	852	833	833
设计航程/km	3 700	3 019	3 148
最大升限/m	11 278	11 278	11 278

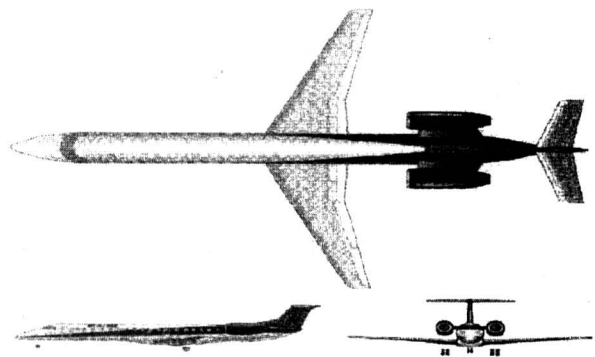


图 4 BCRJ 系列 50 座级涡扇支线飞机示意图

Fig.4 BCRJ series 50 seats turbofan regional aircraft

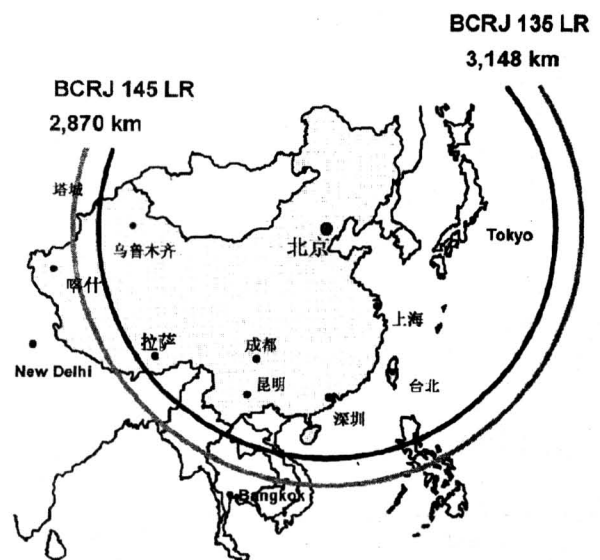


图 5 BCRJ 系列 50 座级涡扇支线飞机航程示意图

Fig.5 BCRJ series 50 seats turbofan regional aircraft range

2.2.3 预研攻关一代——大型运输机 (见表 11)

大型军用运输机的发展重点是: 最大商载 45 t, 最大载重航程 4 000 km 以上, 续航时间不小于 9 h 的上单翼飞机。

大型民用运输机技术起点高, 可从大型军用飞机的技术基础上发展, 先期主要安排大型运输机关键技术研究。大型特种飞机通过大型运输机改型发展。

大型运输机应走军民结合, 军机优先, 以军促民, 国家投资, 自主发展和国际合作相结合的道路。

表 11 国内重点关注的大型运输机主要性能^[1]

Table 11 Heavy transport aircraft specifications

性能参数	安 70	伊尔 76MD	运 10
最大起飞质量/t	130	190	110
最大商载/t	47	47	25
货舱容量 (长×宽×高)/m ³	19×4×4.1	20×3.45×3.4	
单台发动机功率	桨扇 10 150 kW	涡扇 117.7kN	涡扇 84.4kN
巡航速度/km·h ⁻¹	750~800	750~780	974
使用升限/m	12 000	12 000	12 000
最大燃油航程/km	8 000	7 800	6 400
短距起飞距离/m	915 (35 t)	1 700	2 318

3 直升机关键技术研究

以突破直升机的发动机、传动、旋翼、抗坠毁、复合材料等关键技术为重点, 经过 10~15 年的努力, 使整体技术达到或接近世界先进水平。

3.1 发动机技术 (见表 12)

改进生产: 涡轴 8A。

研制发展: 6 吨级直升机所需发动机。

预研攻关: 10 吨级直升机所需发动机 (功重比 9 一级的发动机)。

表 12 我国直升机发动机性能^[6]

Table 12 China domestic helicopter's engine specifications

型号	起飞功率 /kW	耗油率 /g·(kW·h) ⁻¹	功重比 /kW·kg ⁻¹	涡轮前温度 /K	装机 机型
涡轴 6	1 103	404	3.5	1 235	直 8
涡轴 8A	522	363	4.4	1 330	直 9、11
-	956	311	5.3	1 370	6 吨级
-	1 622	286	6.6	1 520	10 吨级

3.2 传动技术

改进生产: 直 8、直 9、直 11 传动系统。

研制发展: 6 吨级直升机传动系统, 20 世纪 90 年代初水平。

预研攻关: 预研 10 吨级直升机传动系统, 性能优于国外同类型直升机传动系统。主减功重比达到 4 kW/kg, 高速输入级部件设计寿命 3 000 h, 干运转能力达到 30 min。

3.3 旋翼技术

改进生产: 直 8、直 9、直 11 旋翼。直 8 金属桨改为复合材料, 直 9 复合材料桨修改桨尖。

研制发展: 6 吨级直升机旋翼, 20 世纪 90 年代初水平。

预研攻关: “九五”预研了 25B 旋翼原理样机。“十五”完成一套设计分析软件, 用该软件设计的背景机旋翼气动性能要优于国外同类型直升机旋翼, 悬停效率提高 2%, 前飞升阻比提高 2%~3%, 气动噪声降低 2~3 dB。

3.4 抗坠毁技术

改进生产: 正在进行直 9 燃油系统抗坠毁设计, 直 8、直 11 没有按抗坠毁设计, 可用新技术改进。

研制发展: 正在按抗坠毁要求研制 6 吨级直升机, 要求抗坠毁概率 >85%。

预研攻关: 正在研究 10 吨级直升机的抗坠毁技术, 要求坠机时机上成员生存概率 >85%, 要求机体结构吸能 >20%, 适坠性起落架要求吸收全机垂直撞击能量的 60%, 要求燃油系统等具有适坠性等。

3.5 先进复合材料技术

改进生产: 用先进复合材料技术改进生产现有机型, 现在直 9 复合材料占覆盖面的 80%, 直 11 旋翼为复合材料, 机头整流罩、发动机整流罩等次承力结构也采用了复合材料, 直 8 主要为金属材料。

研制发展: 6 吨级直升机复合材料占全机质量的 33.5%, 金属夹层结构占全机质量的 15.5%, 合计为 49%, 逐步达到 60% 以上, 主承力结构、旋翼系统均为复合材料, 并开始采用金属基复合材料。

预研攻关: 围绕 10 吨级直升机开展复合材料攻关, 目标是结构复合材料用量达到 80%, 减轻质量 15%。预研内容包括: 先进原材料的研究,

损伤容限准则研究, 铺层设计方法, 成型工艺, 可靠性分析, 4~6 m 长大模块铺层设计制造技术。

4 结束语

我国直升机、运输机的发展已经具有了一定的规模和科研生产能力, 自身潜在市场巨大, 加上我国经济实力的不断增强和改革开放, 使今后直升机、运输机的发展拥有良好的前景。

充分利用我国市场、经济、技术发展的大好环境, 及时制定我国直升机、运输机未来发展政策和战略, 采取有力措施, 我国直升机、运输机的发展大有可为。着眼未来, 建议如下:

1) 把直升机、运输机纳入国家长远发展规划, 并制定扶持国产直升机、运输机的有关政策。

2) 直升机、运输机的发展要坚持自主开发和国际合作相结合、技术和贸易相结合、军用和民用相结合。

3) 直升机的改进生产以直 8、直 9、直 11 为

主, 研制发展以 6 吨级直升机为主, 未来发展以 10 吨级直升机为主。

4) 运输机的改进生产以运 8、运 12 为主, 研制发展以涡扇支线飞机为主, 未来发展以大型运输机为主。

参考文献

- [1] Jane's All the World's Aircraft[M]. 2001—2002
- [2] Jane's Helicopter Markets and Systems[M]. Issue Thirteen, 2001
- [3] Boeing commercial airplanes[R]. Current Market Outlook, 2001
- [4] Airbus Group. The Airbus Global Market Forecast[R], 2001
- [5] Zhang Yangzhong. The future special aircraft and its challenges on aeronautical technology[A]. ICETS[C]. Beijing, China, October 11, 2000, 1:141~150
- [6] Jane's Aero-Engines[M]. Issue Ten, 2001

Future Development of Helicopter and Transport Aircraft in China

Zhang Yanzhong

(China Aviation Industry Corporation II, Beijing 100712, China)

[Abstract] The actual state, future development principle and plan of china's helicopter and transport aircraft are presented. The helicopter in production such as Z-11, Z-9, Z-8, and the transport aircraft in production such as Y-5, Y-7, Y-8, Y-12 and N-5 are reviewed. The development principle of three generations is put forward, i. e. to improve Z-11, Z-9, Z-8 helicopter, develop 6-ton class helicopter, research 10-ton class helicopter, and to improve Y-8, Y-12, develop turbofan regional jet, develop in future heavy transport aircraft. The key technological plan for helicopter's composite materials, rotor system, transmission system, crashworthiness, and engine is described. The paper points out that the development of China's helicopter and transport aircraft should adhere to the combination of self developing with international cooperation, technology with trade, military with civil usage, and should be the nation's long term development strategy.

[Key words] China; helicopter; transport aircraft; development