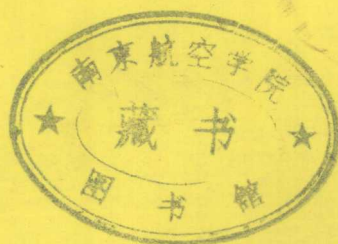


斯贝 (MK202 型) 发动机 材料及热加工工艺情况分析

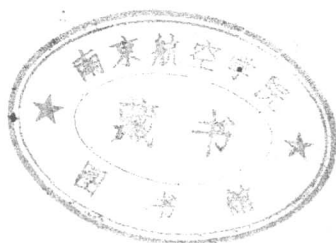


航空工业部六二一所

1982 年 6 月

V23
1001

斯贝(MK202型)发动机 材料及热加工工艺情况分析



30271301

455640

前 言

斯贝MK202发动机是英国罗耳斯·罗伊斯公司研究、设计和制造的双转子加力涡轮风扇发动机。为了掌握、运用和发挥引进技术的作用,三机部曾召开过“7710”和“7802”两次会议,组织部内外有关力量对引进的该发动机的用材及热加工工艺进行了重点分析。后来,为了进一步摸清由英国引进的该发动机所用毛坯和材料的质量及其热加工工艺水平,验证代用料的性能指标及验收标准的使用可靠性,根据部的决定,我们又在上述两次会议确定的该发动机解剖件的基础上,对未解剖过的部分毛坯进行了对比试验分析,并对“7802”会议确定的解剖件增作了适量的补充试验分析。

根据材料毛坯样品的实到情况,我们分列九个专题开展了试验分析工作,并提出了以下九个试验分析工作总结:

1. 斯贝MK202发动机用变形铝合金叶片分析总结;
2. 斯贝MK202发动机用IMI318 钛合金叶片精锻件分析总结;
3. 斯贝MK202发动机用IMI679 钛合金压气机盘、隔圈和叶片毛坯解剖分析总结;
4. 斯贝MK202发动机高压压气机后轴及齿轮毛坯解剖分析总结;
5. 斯贝MK202发动机高压压气机五级盘,一级静子叶片和九级转子叶片毛坯分析总结;
6. 斯贝MK202发动机高压一级涡轮导向叶片毛坯分析总结;
7. 斯贝MK202发动机高压一、二级涡轮叶片毛坯分析总结;
8. 斯贝MK202发动机低压一、二级涡轮叶片毛坯分析总结;

9. 斯贝MK202发动机高压二级涡轮盘及高压压气机十二级隔圈毛坯分析总结。

本书主要是根据上述九个专题分析总结编写的,另外还参考选用了长钢三分厂对Incoloy901合金的分析总结、长钢一分厂对S/607钢管的分析总结、钢铁研究总院对盘用钢S/STV的解剖分析总结、抚顺钢厂对S/SJ2及S/NMC的解剖试验报告、国营红旗机械厂对S/SJ2、S/SJV和S/HBH钢锻件的分析总结,以及上钢五厂对S/CMV钢的分析总结等。在此谨向以上各兄弟单位表示感谢。

在整个试验分析过程中,由于参加此项工作的全体同志的努力,克服了许多困难,取得了很大成绩,但因材料毛坯样品的尺寸和数量以及加工和试验条件的限制,试验分析工作的全面性和完整性多少受到些影响,加上我们的水平有限,综合分析肯定不够深入,错误之处,请批评指正。

编 者

1980年11月

《斯贝(MK202型)发动机材料
及热加工工艺情况分析》 编辑人员

编辑 李文瀾 孙 理 赵英涛 穆寿昌 王炳林

葛志明 王家正 古宝珠 姜淑荣 王红涛

主编 李云盛 袁文钊

审编 王峙南 侯印初

目 录

前言

第一章 综述	(1)
第二章 压气机及其所用材料	(10)
第一节 概述	(10)
第二节 低压压气机(风扇)用材分析	(13)
一、低压压气机(风扇)叶片用材	(13)
(一) 变形铝合金A/FLS(RR58)叶片的分析	(13)
(二) 钛合金T/AV(IMI318)叶片的分析	(17)
二、低压压气机(风扇)盘及隔圈用材分析	(19)
(一) 钛合金T/SZ(IMI679)盘的分析	(19)
(二) 钛合金T/SZ(IMI679)隔圈的分析	(34)
三、低压压气机其它零件用材分析	(50)
(一) 变形铝合金A/FLS(RR58)低压压气机机匣的分析	(50)
(二) 低碳铬-钼钢S/HHB低压压气机后轴的分析	(64)
(三) S/SJV 钢低压压气机一级转子轴和二级盘前隔圈的分析	(78)
第三节 高压压气机用材分析	(93)
一、高压压气机叶片用材	(93)
(一) 钛合金T/AV(IMI318)叶片的分析	(93)
(二) 钛合金T/SZ(IMI679)叶片的分析	(95)
(三) 不锈钢S/SNV叶片的分析	(104)
(四) 不锈钢S/SAV叶片的分析	(113)
二、高压压气机盘和隔圈用材的分析	(120)
(一) 不锈钢S/STV盘的分析	(120)
(二) 不锈钢S/SAV盘的分析	(154)
(三) 高温合金N901 盘和隔圈的分析	(187)
三、高压压气机其它零件用材分析	(204)
(一) 铬钼钒钢S/CMV高压压气机后轴的分析	(204)
(二) 不锈钢S/SJ2 高压压气机机匣的分析	(227)
第四节 压气机选材及工艺特点的分析	(239)
一、压气机叶片的选材及工艺特点的分析	(243)
(一) 压气机叶片选材分析	(243)
(二) 压气机叶片工艺分析	(250)
二、压气机盘和隔圈选材及工艺特点分析	(252)
(一) 压气机盘和隔圈的选材分析	(254)

(二) 压气机盘和隔圈的工艺分析	(255)
三、压气机其它零件的选材及工艺特点的分析	(258)
(一) 压气机轴类件的选材及工艺特点的分析	(258)
(二) 高压压气机机匣的选材及工艺分析	(261)
第二章 燃烧室及其用材	(262)
第一节 概述	(262)
第二节 火焰筒用材分析	(263)
一、镍基时效硬化板材合金 C 263 的分析	(264)
二、铸造镍基合金 Nimocast C 242 的分析	(286)
第三章 涡轮及其用材	(287)
第一节 概述	(287)
第二节 涡轮叶片用材分析	(288)
一、涡轮导向器叶片用材分析	(288)
(一) 钴基合金 HS31 导向叶片的分析	(288)
(二) 其它合金导向叶片的分析	(296)
二、涡轮转子叶片用材分析	(299)
(一) 镍基高温铸造合金 Mar-M 002 叶片的分析	(299)
(二) 高温合金 Nimonic 105 叶片的分析	(324)
(三) 高温合金 Nimonic 80A 叶片的分析	(338)
第三节 涡轮盘用材分析	(350)
一、高温合金 Nimonic 901 高压一、二级涡轮盘的分析	(350)
二、高温合金 Nimonic 901 低压二级涡轮盘的分析	(377)
第四节 涡轮其它零件用材分析	(384)
一、铬钼钒钢 S/CMV 高压涡轮轴的分析	(384)
二、高温合金 Nimonic 901 低压涡轮机匣的分析	(399)
第五节 涡轮选材及工艺特点分析	(405)
一、涡轮叶片选材及工艺特点分析	(405)
二、涡轮盘选材及工艺特点分析	(412)
第四章 加力燃烧室、喷口及其用材	(421)
第一节 概述	(421)
第二节 加力燃烧室及喷口用材分析	(422)
一、0.7 和 1.25 毫米厚 IMI 230 合金板材的分析	(422)
二、IMI 230 合金支撑圈环轧件的分析	(427)
第五章 其它零件用材分析	(431)
第一节 齿轮用钢 S/ZNC 的分析	(431)
第二节 高压油管用不锈钢 S/607 的分析	(444)
参考资料	

第一章 综 述

斯贝发动机系涡轮风扇发动机，此种类型发动机自六十年代问世以来，由于在推力、经济性和重量等方面均比涡轮喷气发动机和涡轮螺桨发动机优越，因而获得了迅速发展和广泛应用。

从英国引进的斯贝**MK202**双转子加力涡轮风扇发动机，是资本主义世界航空发动机中有代表性的产品之一。它是由英国罗耳斯·罗伊斯公司研究、设计和制造的，分为民用型（不加力的）和军用型（加力的）两种。民用型斯贝发动机于1959年10月开始设计，1960年12月31日首次台架试车，1961年10月用两台发动机装在一架“火神”飞机上试飞，1964年投入航线使用，性能良好，显示出起飞推力大，耗油率低、噪音小和寿命长等优点。军用型斯贝发动机是在民用型的基础上增加一个加力燃烧室发展而成的。军用型斯贝发动机于1964年初开始设计，1965年4月开始运转，1966年6月开始试飞。据报导，在这期间军用型斯贝发动机曾出现过一系列的问题，突出的问题是在高空大加力时，加力燃烧室燃烧不稳定，并伴有压气机瞬时失速。经改进后军用型斯贝发动机从1968年开始正式用作战斗机的动力装置。

我国从英国引进的斯贝发动机是军用型的，型号为**MK202**，其外形如图1所示。斯贝**MK202**发动机是双转子内外涵加力式涡轮风扇发动机，由进气机匣、低压压气机、中介机匣、高压压气机、环管形燃烧室、低压涡轮、高压涡轮、外涵道、混合器、加力燃烧室和可调喷口等组成，该发动机的方案简图如图2所示。

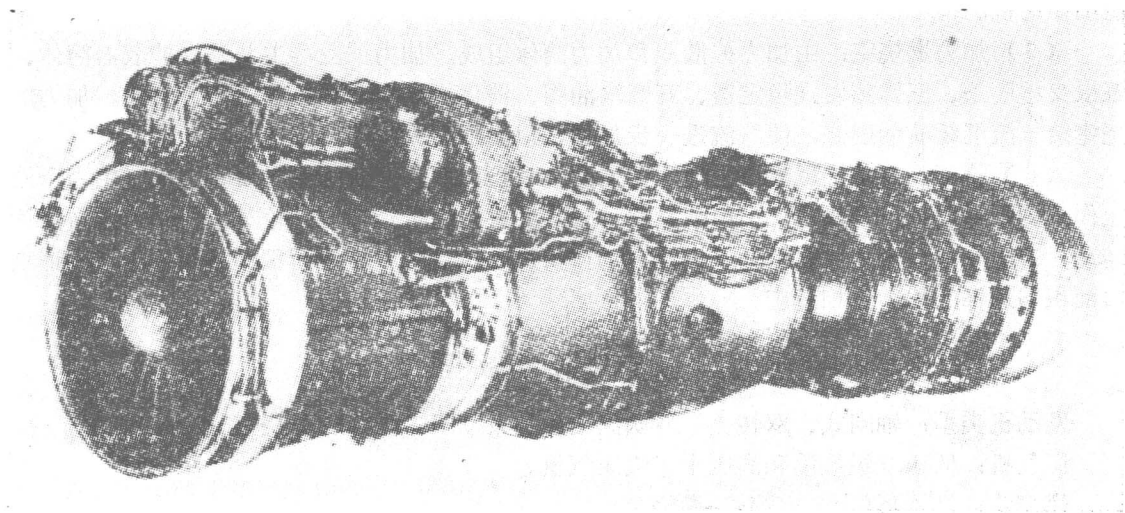
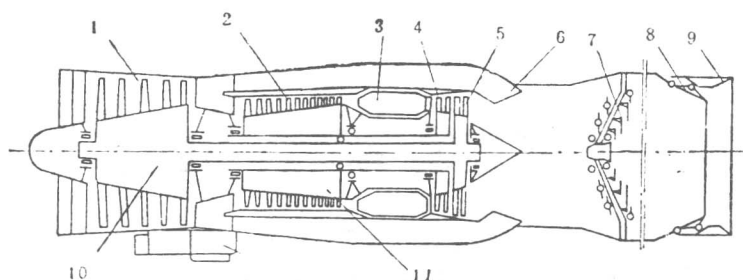


图1 斯贝发动机外形图



1.五级风扇；2.十二级高压压气机；3.火焰筒；4.二级高压涡轮；5.二级低压涡轮；6.外函道；7.加力燃烧室；8.尾喷管；9.副喷口；10.低压转子；11.高压转子

图2 斯贝发动机方案简图

1. 结构简介

(1) 压气机：由五级低压压气机(风扇)和十二级高压压气机组成。五级低压压气机由二级低压涡轮通过从高压转子轴中心穿过的低压轴带动。十二级高压压气机由二级高压涡轮通过高压轴带动。

(2) 燃烧室：环管形燃烧室，内外套之间装有十个用联焰管连结的气膜冷却火焰筒，每个火焰筒头部装有一个双路式燃油喷嘴。

(3) 涡轮：主要由导向器机匣、导向叶片、高压涡轮转子和低压涡轮转子组成。燃烧室内燃气的能量大部分在涡轮内转变成机械能，通过高、低压涡轮转子和各自的轴带动高、低压压气机。

(4) 混合器：位于涡轮后，由整流支板、整流锥和外壁组成。整流支板用于消除涡轮后的燃气涡流，外壁上有十个斜漏斗式窗口，可使外函空气与涡轮后燃气有效地混合，从而增加发动机的推力。

(5) 加力燃烧室：由加力扩散器和加力筒体组成。加力扩散器主要是由扩散器筒体、五根支承肋条、三排蒸发式稳定器、五圈输油圈、催化式点火器和一些供油管组成。加力燃烧室给气流继续喷油燃烧，使气流进一步加速，以增加推力。

(6) 喷管：调节式尾喷口由面积可调的主喷管和面积不变的引射喷管组成。由六个液压作动筒操纵引射喷管移动，引射喷管移动时，通过滑轮带动焊有凸轮导轨的二十片鱼鳞片转动，二十片主动鱼鳞片又带动二十片被动鱼鳞片，以实现主喷口面积的无级调节，保证喷口面积与选择的加力比相适应。

2. 一般技术数据

发动机类型：轴向式、双转子内外函涡轮风扇发动机，带加力燃烧室。

压气机：低压五级风扇和高压十二级压气机。

燃烧室：环管形(十个火焰筒)燃烧室。

涡轮：轴向式双转子二级高压和二级低压涡轮。

加力燃烧室：带混合器的混合加力。

发动机重量：1842公斤。

几何尺寸：直径 $D = 1093$ 毫米，长度 $L = 5204$ 毫米。

3. 发动机的主要性能参数

推力：起飞推力 $X = 5.670$ 公斤，

加力推力 $X_{加} = 9.516$ 公斤。

耗油率：起飞耗油率 $F = 0.64$ 公斤/公斤推力小时

加力耗油率 $F_{加} = 1.95$ 公斤/公斤推力小时。

增压比：风扇增压比 $\pi_{风} = 2.7$ ，

总增压比 $\pi_{总} = 20$ 。

转数：低压转子转数 $n_{低} = 9500$ 转/分，

高压转子转数 $n_{高} = 12900$ 转/分。

流量：进口空气流量 $MLP = 95$ 公斤/秒。

函道比：0.7。

涡轮进口温度： $T_4 = 1440^{\circ}K$

推重比： $X_{加}/We = 5.05(5.83)$ 。

流路参数(海平面标准大气压条件下，发动机为额定状态)：

部 位	流量(公斤/秒)	温 度 ($^{\circ}C$)	压力 (公斤/厘米 ²)
进气机匣进口	92.4	15	1.033
外函出口	35	137	2.89
高压压气机进口	56.7	137	2.96
高压压气机出口	54.1	477	20.4
高压涡轮进口	55.2	1167	19.5
低压涡轮进口	57.0	854	5.93
低压涡轮出口	57.4	686	2.79
加力燃烧室进口	92.8	488	2.76
发动机出口	96.8	1737	2.43

斯贝MK202发动机各截面的参数见图3。

斯贝MK202发动机与其它几种发动机主要性能数据的对比列于表1。由该表可以看出，斯贝MK202发动机具有一系列的优点，突出的优点是推重大、经济性好和寿命长。所以斯贝发动机已从RB163-1(MK505)基础型发展成系列，近二十年来发展了十几种型号，发动机的推力已从4468公斤发展到11340公斤，涡轮前温度也从1313°K提高到1458°K。斯贝发动机的发展系列见表2。

表1 斯贝MK202发动机与其它几种发动机主要性能数据的对比

性能参数 发动机 应用机种	斯贝 MK202	P11Φ- 300	P13-300	P29-300	J79	JT9D-3A	M 53	F100- PW- 100
	(英)	(苏)	(苏)	(苏)	(美)	(美)	(法)	(美)
	F4K	Миг-21	Миг-21	Миг-23	F 4	波音747	幻影 2000	F 15 F 16
直径, 毫米	1093	906	—	1162	813	2428	1040	1180
长度, 毫米	5204	4600	—	4991	5283	3256	4850	4850
重量, 公斤	1842	1151	1151	1929	1646	3902	1450	1351
推重比	5.05 (5.83)	5.0	5.83	6.5	4.68	—	5.63	8.16
压气机级数	5 + 12	3 + 3	3 + 5	5 + 6	17	1 + 3 + 11	3 + 5	3 + 10
燃烧室	环管	环管	环管	环形	环管	环形	环形	环形
涡轮级数	2 + 2	1 + 1	1 + 1	1 + 1	3	2 + 4	2	2 + 2
总增压比	20	8.85	8.9	13	12.8	24	8.5	23
涡轮进口温度, °K	1440	1188	1243	1363	1200	1419	1500	1589
加力温度, °K	1990	1850	—	1878	—	—	≥2000	1922
总空气流量, 公斤/秒	92.5	63.7	67	110	77	67.3	84	100.8
加力比	1.68	1.475	1.29	1.51	1.56	—	1.46	1.63
低压转子转数, 转/分	9500	11150	—	8400	7685	—	—	—
高压转子转数, 转/分	12900	11420	—	9000	—	—	—	—
最大状态 净推力, 公斤 耗油率, 公斤/公斤 小时	5556 0.685	3900 0.94	5100 —	8300 0.94	4950 —	19731 (20412)* 0.346	5610 0.855	6810 0.699
最大加力 净推力, 公斤 耗油率, 公斤/公斤 小时	9305 2.0	5750 2.30	6600 —	12500 2.0	7700 2.0	— —	8450 2.0	11100 2.15

* 为喷水推力

表2 斯贝发动机的发展系列

压 气 机	民 用 型	亚音速军用型	超音速军用型
流量比为 1 4 级低压压气机 12级高压压气机	RB.163-1 MK 505 4468公斤 推力“三 叉戟”1C RB.183 MK 555 4408公斤推力“友谊”	RB.168-1A MK 101 “海盗”S 2	
修改涡轮	RB.163-2 MK 506 4717公斤推力 BAC1-11200		
流量比为0.7 5 级低压压气机 12级高压压气机	RB.163-25 MK 511 5717公斤推 力“三叉戟” 1EBAC1-11 RB.163-25 MK 512 5430公斤推 力“三叉戟” 3B, BAC1-11 2E, “湾流” II	RB.168-20	RB.168-2SR, MK 201, 202 MK. 250 “猎人” 5670公斤 推力 + 70% 加力“鬼怪” F-4
流量比为0.77 3 级低压风扇 2 级中压压气机 11级高压压气机		RB.168-62 (TF11-A-1) 6460公斤推 力A7D “海 盗” II RB.168-66 (TF11-A-2) 6800 公斤 推力A7E “海盗” II	
流量比为0.87 912-B 23为: 2 级低压风扇 1 级中压压气机 12级高压压气机		TF 41放大型 912-B 28 7800公斤推力	TF 41放大型 912-B 23 1130公斤推力

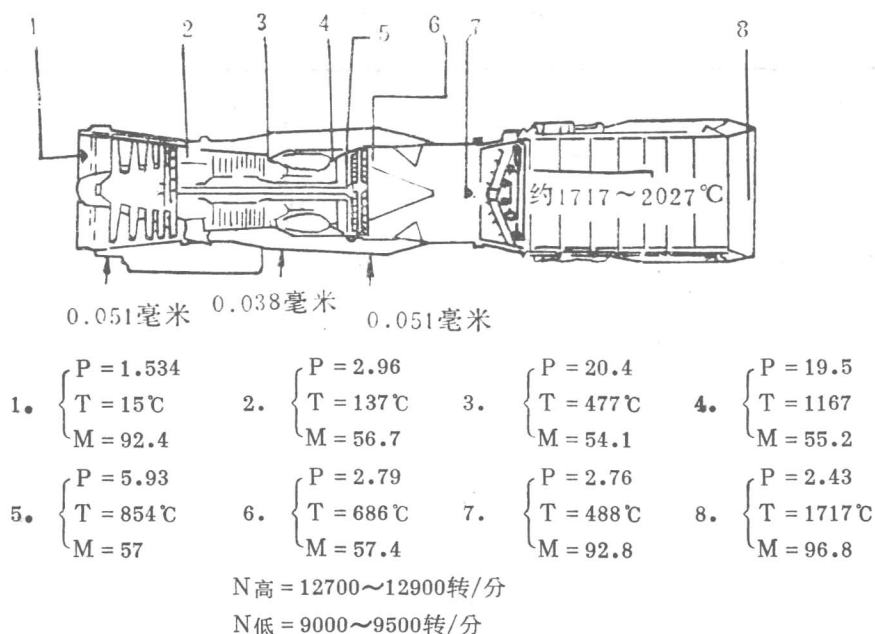


图3 斯贝MK202发动机的各截面参数

4. 选材及热加工工艺特点

众所周知，一台发动机的性能好坏，不仅取决于结构的设计，而且与选材是否合理，加工工艺是否先进有直接关系，因此，使设计与材料及工艺紧密配合是非常重要的。斯贝发动机在结构设计上采取了很多改进措施，在材料及其热加工工艺方面充分发挥了材料的潜力。因此，对斯贝发动机用主要材料及其热加工工艺进行分析，找出其选材的某些规律及工艺上的特点，充分掌握和运用引进技术，是很有必要的。从这次初步的不完全的分析中可以看出，斯贝MK202发动机在用材、热加工工艺和设计方面是配合得比较紧密的，其特点归纳如下：

(1) 沿袭继承性强：斯贝发动机是五十年代末六十年代初研制的，就整个发动机来说，其用材主要是较成熟的钢及合金。由于军用型斯贝MK202发动机是在民用型基础上发展起来的，所以尽管在用材方面变化很大，但仍然反映出其沿袭继承性，例如风扇部分，虽采用了大量的钛合金，但仍保留了部分铝合金叶片。虽然看起来材料品种及规格没有减化，但从充分发挥成熟材料潜力、降低成本和减轻重量方面来考虑，还是合算的。另外，尽可能地选用在老机种上有大量使用经验的老材料，以最大限度地减少设计以外的因素，是加速试制新发动机的重要一环。

(2) 大量地采用了成熟的结构钢和不锈钢，各有约二十种以上，其中12%Cr马氏体不锈钢占很大比例，共有六个钢号，在2000多种零件中有近500种是由这类不锈钢制成的。在选材中究竟是应简化钢号，还是根据用途和工艺特点选择适用的多种钢号，值得我们考虑。

(3) 大量广泛地采用了钛合金，单台发动机钛合金的消耗量达443.3公斤。要比苏P29-300发动机的用钛量多100多公斤，铝合金用量大大减少。除Ti-6Al-4V合金外，风扇2~5级盘及其相应的隔圈、封严圈均选用了淬火时效的IMI679合金。发动机上大量采用钛

合金并不是一件容易的事，因为在冶炼、加工、防护及高温热稳定等方面都存在许多难题。斯贝MK202发动机能大量采用钛合金，说明英国在钛合金生产技术上的一系列问题已经得到解决。

(4) 为了满足涡轮进口温度的要求，保证工作的可靠性，采用了世界先进水平的镍基铸造高温合金Mar-M002。值得指出的是，也不是一味地追求新的高级材料，而是根据各部位的温度和应力不同，合理地选材，因此，成熟的老牌号如HS31 钴基合金及N75、N80A等镍基合金仍占相当大的比例。

(5) 广泛采用精锻，不论是铝合金叶片、钛合金叶片，还是钢叶片，都大量采用了精锻，叶片、叶身均不需要机械加工，在材质和冶金质量方面进行了严格的控制。

(6) 广泛采用精铸，在斯贝MK202发动机上很多零件是采用无余量或小余量精密铸造的。精铸技术是该发动机最突出的成就之一。例如涡轮叶片大部分是采用无余量精铸工艺，铸成复杂空心气冷叶片，通过冷却使涡轮前温度达到1440°K。真空熔炼的母合金采用真空重熔，空心冷却叶片是采用陶瓷型芯精铸的，整个工艺是先进的。

关于斯贝MK202发动机用主要金属材料的情况列于表3。

表3 斯贝MK202发动机用主要金属材料

序号	零 部 件 名 称	材 料 及 牌 号	备 注
1	头部整流罩	铝合金A/F99	焊接空心件 共276片，精锻件
2	进口导流叶片	低碳12Cr不锈钢	
3	风扇整流叶片 1~5 级	铝合金A/FLS	
4	风扇转子叶片		
5	1、5级	钛合金T/AV(IMI318)	精密模锻
	2~4 级	铝合金A/FLS	106片，精密模锻
	风扇盘		
	低压前轴（一级盘）	不锈钢S/SJV	锻件
	2~5 级盘	钛合金T/SZ(IMI679)	
6	2~5 级间隔圈	钛合金T/SZ(IMI679)	
	低压后轴	低碳铬-钼钢S/HHB	
7	高压压气机整流叶片		
8	1~11级	不锈钢S/SNV	
	12级	马氏体不锈钢S/SJ2	
	0 级可调叶片	不锈钢S/SNV	
	高压压气机转子叶片		
9	1~5 级	钛合金T/AV(IMI318)	精密模锻
	6~8 级	钛合金T/SZ(IMI679)	精密模锻
	9~12级	不锈钢S/SAV	
	高压压气机盘		
	1~6 级	不锈钢 S/STV	精锻件

续表 3

序号	零 部 件 名 称	材 料 及 牌 号	备 注
10	7~11级	不锈钢 S/SAV	精锻件
	12级	镍基合金IN901	精锻件
11	级间隔圈	不锈钢 S/STV	
12	高压压气机前轴	低碳铬-钼钢S/HBH	
13	高压压气机后轴	中碳铬-钼-钒钢S/CMV	
14	燃烧室火焰筒		
	进气管 1 段	镍基合金 C 242	
	进气管 2 段	镍基合金 N 75	
	涡流器外环	镍基合金 C 263	
	涡流器内环	镍基合金 C 263	
	涡流器叶片	镍基合金 N 75	
	头部套筒 1~3	镍基合金 C 263	
	套筒 1 段	镍基合金 N 75	
	套筒 2~6 段	镍基合金 C 263	
	各段波纹板	镍基合金 N 75	
	高压涡轮导向叶片		
	1 级	钴基合金 HS31	60片,精铸,空心 气冷式
	2 级	镍基合金C1023	51片,精铸,空心 气冷式
15	高压涡轮工作叶片		
	1 级	} 镍基铸造合金Mar-M002	100片,精铸,空心 气冷式
	2 级		110片,精铸,实 心
16	低压涡轮导向叶片		
	1 级	镍基合金 C 1023	39片,空心精铸, 无气冷
17	2 级	镍基合金 C 130	66片,实心精铸
	低压涡轮工作叶片		
18	1 级	镍基合金 N 105	锻造
	2 级	镍基合金 N 80 A	锻造
	高压涡轮盘		

续表 3

序号	零 部 件 名 称	材 料 及 牌 号	备 注
19	1 级	} 镍基合金 IN901	
	2 级		
20	1 级	} 镍基合金 IN901	
	2 级		
21	空气密封圈	铸造不锈钢 S/STC	
22	加力燃烧室		
	排气混合器	镍基合金 C 263	
	延伸颈	镍基合金 C 263	
	点火扩压器	镍基合金 C 263	
	尾锥体	耐热不锈钢 S/CNT	
	防护屏	镍基合金 C 263	
	加力燃烧室前安装边	镍基合金 IN901	
	机匣壳体材料		
	进气机匣	马氏体不锈钢 S/SJ2	
	低压机匣	铝合金 A/FLS	
	中介机匣	不锈钢 S/SJ2	
	函道机匣	不锈钢 S/607	
	高压机匣	不锈钢 S/SJ2	
	燃烧室外机匣	不锈钢 S/SJ2	
	燃烧室内机匣	镍基合金 C263	
	导向器机匣	镍基合金 IN901	
	扩散机匣	不锈钢 S/SJ2	
	外函道筒体	不锈钢 S/607	
	引射机匣	钛合金 T/Cu	
23	主喷口	镍基合金 C263	
24	高压涡轮轴	中碳铬-钼-钒钢 S/CMV	
25	低压涡轮轴	镍基合金 IN901	

第二章 压气机及其所用材料

第一节 概 述

压气机是燃气涡轮发动机的主要部件之一，压气机主要是为发动机的热力循环提供高压空气，以满足发动机产生推力的需要。

斯贝MK202发动机是一台燃气涡轮风扇发动机，其压气机主要由进气装置、五级低压压气机(风扇)、中介机匣、十二级高压压气机和扩散机匣组成。压气机的结构示于图4。

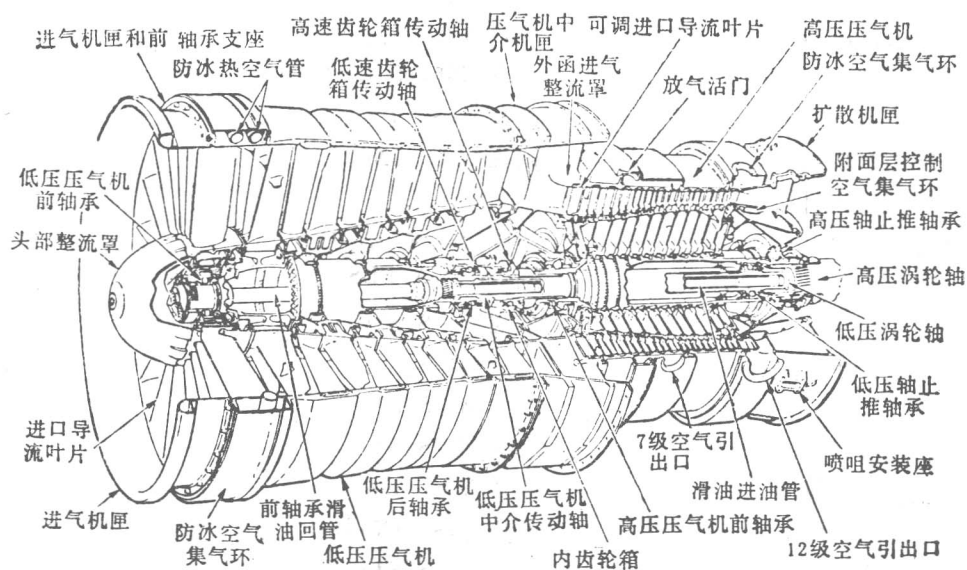


图4 压气机结构

1. 进气装置

进气装置由进气机匣、空气进口延伸段和进气头部整流罩组成。进气机匣由内环(轮毂)、外环及整流叶片组成，主要是由不锈钢S/SJ2制成。由不锈钢S/607制成的进口空心导流叶片焊接在内环上。头部整流罩由内、外整流罩组成，均由铝合金A/F99制成。

2. 低压压气机(风扇)

低压压气机的作用是使进口的空气通过五级静子叶片进入外函道和高压压气机。机匣静子叶片和转子叶片的直径由前向后逐渐缩小，气体通道是收敛形，当转子旋转时使气流速度和压力增大。低压压气机由静子和转子组成，位于进气机匣和中介机匣之间。低压压气机静子包括机匣和五级整流叶片。机匣为一锥形体，由铝合金A/FLS锻件经机械加工而成，分为上、下两半部，前、后端及结合面均有螺栓安装边。全部静子叶片(276片)均由铝合金制成。机匣