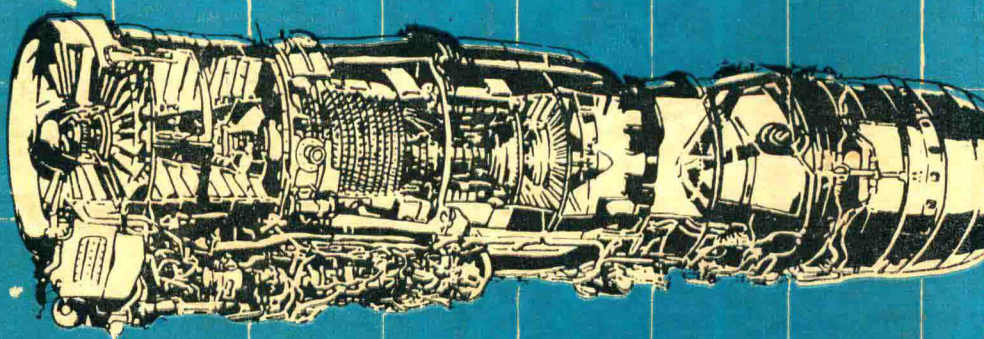


斯贝 MK202 发动机
设计、试验资料选编

第三分册



国营红旗机械厂

斯贝 MK202 发动机

设计、试验报告选编

第三分册

(内部发行)



国营红旗机械厂

1982.9. 西安

出版说明

根据斯贝MK202发动机（即涡扇9型发动机）技术引进专利合同的规定，英国罗尔斯·罗伊斯公司提供了斯贝MK202发动机原始设计计算报告和发展试验报告132份。内容等及到该发动机的压气机、燃烧室、涡轮、混合器和加力燃烧室的气动热力设计，发展试验；涡轮叶片的冷却设计和试验；燃油调节系统、防冰系统、冷却系统、供气系统、润滑系统和防喘机构的技术设计；机匣、轴、盘、叶片和安装节的应力分析；齿轮和轴承的设计思想；发动机的起动性能和持久试车过程等方面。比较系统地介绍了斯贝MK202发动机的设计思想、设计方法及改进发展过程。

从国外引进一套比较完整的涡扇发动机设计资料在我国还是第一次。一九七六年这批资料一到厂，三机部六院就组织部属有关工厂、设计研究所、高等院校以反设计的形式进行学习消化，从中确实学到不少有用的设计方法。有些资料对我国新机研制有一定的参考价值。

为便于斯贝设计技术的推广，一九八一年初部领导指定吴大观同志具体负责这批资料的评定出版工作。同年二月召集了有三机部六院和部属部分工厂、设计研究所、高等院校参加的斯贝发动机设计、试验资料出版审定会。在这次会议上对132份报告逐一进行了评定，并分成以下四类：

- （一）对我国航空发动机新机研制有参考价值的；
- （二）对斯贝MK202发动机本身改型发展有参考价值的；
- （三）对我国工业燃气轮机、舰船用燃气轮机设计发展有参考价值的；
- （四）内容陈旧一般，参考价值不大的。

在分类的基础上，从中选出第（一）类资料的全部共26份，第（二）和第（三）类资料中的20份，总计46份报告作为选编出版。审定会还建议出版罗尔斯·罗伊斯公司为在英国培训我国技术人员而编写的讲义“斯贝MK202发动机技术设计（EGD-6）”和“斯贝MK202发动机应力分析（EGD-7）”。

虽然本选编所选报告只有46份，但内容还是比较全面的，基本上保留了各类报告的精华。我们希望本选编和已出版的“EGD-3”、“EGD-6”和“EGD-7”对从事燃气轮机研究、设计、制造和教学的同志能有所帮助，使斯贝技术在促进我国燃气轮机工业的发展中发挥应有的作用。

本选编分三册出版，第一分册为压气机和涡轮部件的设计和发展；第二分册为主燃烧室、加力燃烧室、燃油调节系统、喷口控制系统和防喘机构的设计发展；第三分册为盘、轴、机匣、安装节、齿轮和轴承的应力分析以及滑油系统和起动系统的技术设计。

参加第三分册译校工作的有：

六〇六所：胡庆仁 岳承熙 王通北 鞠云峰 胡舜东 于守佳 罗远波 华清
六〇八所：高向群 薛同博 周志烈 陈树清 曹正康 董文宏 章永锋 郭松林
王文喜 王五中 卓儒义 盛荣昌 潘扬烈 石靖

红旗机械厂：何 倩 罗世论 曾光吾 陈士文 谷国欣 范明杰

第三分册译稿汇集到红旗机械厂后，由出版组曾光吾、韩登义、王智忠同志进行了通校，最后由吴大观同志审阅定稿。

欢迎读者对本书译校不当之处批评指正。

斯贝设计、试验资料出版组

1982.9

第三分册 目 录

1. ASR 4106	斯贝 MK202 发动机安装节载荷	(1)
ASR 3107	斯贝 MK202 安装节载荷	(5)
2. ASR 3313	斯贝 MK202 发动机的壳体张力	(11)
ASR 2821	斯贝发动机机匣的弯矩图、剪刀图、气体张力图和扭矩图	(24)
ASR 3119	斯贝 MK202 由惯性载荷、推力和气体载荷产生的机匣张力	(28)
ASM 1188	斯贝 MK202 发动机壳体的安装强度	(42)
3. ASR 3285	斯贝 MK202 前安装节 EU50603A 和 EU58248 的应力分析, 各 种载荷取自 ASR3107 第二版 (发动机重量 4233 磅)	(43)
ASR 3163	斯贝 MK202 前安装节 EU46072 和 EU46073 的应力分析	(48)
ASR 3162	斯贝 MK202 前安装节 EU42751 和 EU42757 的应力分析	(52)
HSM 2915	关于斯贝 MK202 发动机前安装节应力报告 ASR3285 中几个应 力问题的答复	(70)
4. ASR 3876	斯贝 MK202 发动机后安装环的应力分析 (材料 N901, 件号 EU47773A)	(80)
ASR 3394	斯贝 MK202 发动机在安装和吊挂载荷作用下的装卸	(92)
ASM 1283	斯贝 MK202 后安装环资料 (供承制厂用)	(96)
5. ASR 3104	斯贝 MK202 发动机高压压气机轴的疲劳应力	(100)
6. ASR 4299	斯贝 MK202 发动机低压压气机机匣	(103)
ASR 3058	斯贝 MK202 低压压气机机匣	(106)
No.6	销钉应力分析	(106)
7. ASR 3288	斯贝 MK202 压气机中介机匣的应力分析	(126)
ASR 1789	八支板环形轮辐框架机匣承受平面载荷时确定支板内力的图线	(135)
8. TDR 791	斯贝 MK202 冷却空气系统	(160)
TDR 791	斯贝 MK202 第一台台架试车的发动机高压冷却空气流量和压力 计算——TDR798 “估算的轴承负荷” 的补充	(160)
TDR 3955	斯贝 MK202 高压和低压冷却空气流量设计数据	(168)
TDR 4183	斯贝 MK202 增大高压一级涡轮盘的冷却空气	(168)
TDR 4744	斯贝 MK202 生产型标准发动机内部空气系统	(169)

TDR 4747	斯贝MK202 涡轮空气封严故障分析	(183)
TDR 4786	斯贝 MK202 高压涡轮预旋喷咀空气流量校准试验分析	(191)
9. TDR 3922	斯贝 MK202 飞机引气的流量特性	(200)
TDR 3922	斯贝 MK202 发动机估算的高压压气机第 12 级引气管 流量特性.....	(200)
TDR 775	估算的斯贝 MK202 发动机高压压气机第 12 级引气 流量特性.....	(203)
TDR 3911	估算的斯贝 MK202 发动机高压压气机第 7 级引气流量特性	(205)
TDR 3923	估算的斯贝 MK202 发动机高压压气机第 7 级引气管的 流量特性.....	(207)
TDR 3942	斯贝 MK202 发动机附面层控制和飞机服务用气引气管道中 流量限制文氏管的设计和性能数据.....	(209)
TDR 4122	斯贝 MK202 发动机高压压气机第 12 级引气系统蝶形活门 故障的影响.....	(211)
TDR 4173	斯贝 MK202 发动机附面层控制引气系统——文氏管尺寸 和流量特性.....	(213)
TDR 4718	斯贝 MK202 发动机附面层控制感受装置的工作.....	(217)
TDR 4734	斯贝 MK202 发动机附面层控制引气系统——在集气盒 出口处的多孔限流板.....	(218)
10. TDR 3991	斯贝 MK202 轴承腔和齿轮箱回油以及通风系统的分析	(222)
TDR 4101	斯贝 MK202 离心通风器和排气管空气流量.....	(230)
11. TDR 4109	斯贝 MK202 发转机滑油系统技术设计报告	(237)
TDR 4109	斯贝 MK202 发动机滑油供油系统.....	(237)
TDR 4132	斯贝 MK202 滑油供油系统分析.....	(257)
TDR 774	斯贝 MK202 润滑系统.....	(271)
TDR 800	斯贝 MK202 滑油泵的传动转速.....	(277)
TDR 3978	斯贝 MK202 润滑系统的高度极限.....	(280)
TDR 4743	斯贝 MK202 在急跃升爬高时的滑油压力损失.....	(287)
12. GDR 12004~12012	斯贝 MK202 发动机齿轮设计报告.....	(289)
GDR 12004	斯贝 MK202 发动机正齿轮设计原理摘要.....	(289)
GDR 12006	斯贝 MK202 发动机螺旋锥齿轮设计原理摘要.....	(296)
GDR 12008	斯贝 MK202 发动机斜齿轮设计原理摘要.....	(308)
GDR 12010	斯贝 MK202 发动机渐开线花键设计原理摘要.....	(312)
GDR 12012	斯贝 MK202 <u>圆弧端齿联轴节的设计原理</u>	(316)
13. BDR12001~12004		

	轴承设计报告	(320)
BDR 12001	主轴球轴承的设计原理.....	(320)
BDR 12002	斯贝 MK202 主轴滚子轴承的设计原理.....	(322)
BDR 12003	斯贝 MK202 齿轮箱球轴承的设计原理.....	(324)
BDR 12004	斯贝 MK202 齿轮箱滚子轴承的设计原理.....	(327)
14. TDR 4198	斯贝 MK202 发动机轴承的轴向载荷	(330)
TDR 4198	在斯贝 MK202 第 37 号发动机上测量的与估算的轴承载荷 的比较及对生产型标准发动机轴承载荷的估算.....	(330)
TDR 798	斯贝 MK202 估算的轴承载荷.....	(340)
TDR 795	斯贝 MK202 根据 44/7 发动机数据对轴承载荷的估算	(351)
TDR 4703	斯贝 MK202 发动机增大直径的低压压气机前封严.....	(359)
TDR 4787	斯贝 MK202 高压第 1 级涡轮叶片冷却空气统系——关于 铸造和锻造叶片对预旋喷咀腔的压力和中心轴承轴向载荷 的影响.....	(365)
15. TDR 3921	斯贝 MK202 发动机起动——发动机辅助扭矩	(374)
TDR 3921	斯贝 MK202 低压空气起动机要求的进口条件和性能.....	(374)
TDR 4760	斯贝 MK202 为燃气涡轮起动机规范估算的发动机最小辅助 扭矩 (以 36 号发动机在低温试车间的试验为依据).....	(379)
TDR 4783	斯贝 MK202 20163 号发动机低温起动试验分析.....	(393)

航 空 应 力 报 告	ASR 4106
斯贝 MK202 发动机安装节载荷	

80.11.14 第2版

再版原因

ASR4106 第1版给出的斯贝MK202 右发动机安装节最大载荷有错误。

1.0 摘 要

这份报告取代 ASR4106 第1版, 提供了修改后的右发动机安装节最大载荷。本报告考虑了飞行包线 A 和 B 以及作用在短喷管上的向内 2680 磅和向下 1540 磅的气动载荷对安装节载荷的影响。

对 ASR4106 第1版所作的这些更改, 并不影响附录 ASR3107, ASR3107 选定的应力参数仍然是正确的。

2.0 参考资料

2.1 安装节几何尺寸	ASR.3107
2.2 发动机性能	TDR.3908 和它的附录 TDR.4193
2.3 喷管上的气动载荷	ASR.3244
2.4 应力状态	ASR.2925 (2 版)
2.5 安装节载荷计算程序	CPR.1599

3.0 安装节的布局

安装节的布局包括:

- (a) 轴颈位于中介机匣内侧水平中心线上, 承受推力、垂直和侧向载荷。
- (b) 倾斜连杆位于发动机外侧, 与轴颈在同一横截面内, 两端用销钉连接, 承受垂直和侧向载荷。
- (c) 后吊挂位于前安装节后 90 英寸、发动机中心线下边 10.825 英寸处, 由两根装在内侧用销钉连接的连杆组成, 承受垂直和侧向载荷。

加力喷管上的气动载荷作用点示于安装节几何尺寸图上 (见第 3 页)。

4.0 发动机的重量和惯量

安装重量 4328 磅

重心位置 (见图 1)

前安装节之后 33.54 英寸

中心线的下边 5.37 英寸

偏向右侧 0.17 英寸

通过发动机重心的惯性矩

绕横滚轴 1.0368×10^6 磅·英寸²

绕俯仰轴 15.984×10^6 磅·英寸²

绕偏航轴	15.984×10^6 磅·英寸 ²
转动部件的极惯性矩	
高压系统	17.294×10^3 磅·英寸 ²
低压系统	17.626×10^3 磅·英寸 ²

5.0 性能

5.1 性能数据列于表 1

表(1) 性能数据

TDR.3908 附录 TDR.4193	轴颈的净推力 (磅) $P \times$	包线号	高压转速 转/分	低压转速 转/分	加力喷管上的载荷(磅)	
					P_y (侧向)	P_z (垂直)
单位载荷状态	1000	—	12640	8587	—	—
102 点、冷天	22352	A 和 B (加力)	12495	8491	-2680*	1540*
1 点(TDR3908) 冷天	12149	C (不加力)	12076	8134	—	—
101 点、冷天	19083	D (加力)	12640	8524	—	—
108 点	15369	陀螺 (最大转速)	12693	7471	—	—

* 引自 ASR.3244 的载荷：侧向的-2680 磅（向内）垂直的-1540 磅（向下）

6.0 符号规定

6.1 载荷点坐标 (x 、 y 、 z)、载荷系数 (N_x 、 N_y 、 N_z)、作用在发动机上的安装节载荷 (X 、 Y 、 Z)、作用在发动机中心线上的推力 (P_x) 和加力喷管上的气动载荷分量 (P_y 、 P_z)。

轴向	向前为 +
横向	从左向右为 +
垂直方向	向下为 +

6.2 角位移、角速度、角加速度和作用在发动机上的力矩。

横滚 ϕ 、 $\dot{\phi}$ 、 $\ddot{\phi}$ 、 M_ϕ	绕 X 轴、从后面看顺时针为 +
俯仰 θ 、 $\dot{\theta}$ 、 $\ddot{\theta}$ 、 M_θ	绕 Y 轴、头部向上为 +
偏航 ψ 、 $\dot{\psi}$ 、 $\ddot{\psi}$ 、 M_ψ	绕 Z 轴、在水平面内顺时针为 +

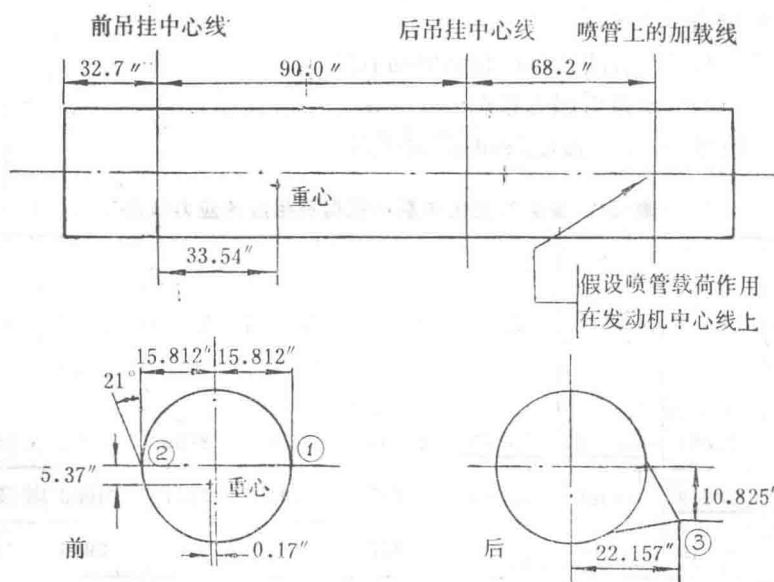
7.0 结论

7.1 第 3 页的图示出了作用在每个安装节上的最大载荷，但这些载荷不一定是同时发生的。该图还示出了安装节几何尺寸、重心和作用在加力喷管上的外载荷位置。

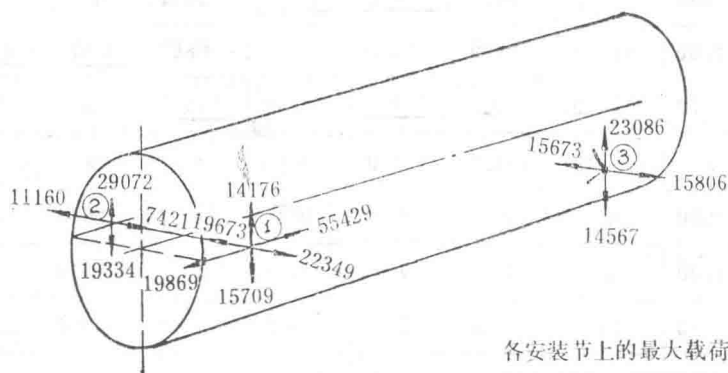
7.2 单位安装节载荷列于表 2

7.3 安装节最大、最小载荷和相对应的应力状态列于表 3。

7.4 所考虑的包线为：



前视图 (右发动机)



各安装节上的最大载荷不是同时作用的，载荷单位为磅

斯贝MK202 安装节几何尺寸和最大载荷 (磅)

表(2) 单位安装节载荷

	1g N_x	1g N_y	1g N_z	1000磅 P_x	1弧度/秒 ² $\ddot{\theta}$	1弧度/秒 ² $\ddot{\psi}$	1弧度/秒 $\dot{\theta}^*$	1弧度/秒 $\dot{\psi}^*$	1000磅 P_y	1000磅 P_z
X_1	-4328	0	0	-1000	0	0	0	0	0	0
Y_1	648	-2645	-964	153	35	400	968	-86	527	-327
Z_1	573	-183	-204	60	-552	157	382	1339	602	1610
Y_2	121	-70	964	23	-35	61	147	86	231	327
Z_2	-315	183	-2511	-60	92	-158	-382	-224	-602	-852
Y_3	-769	-1613	0	-176	0	-460	-1115	0	-1758	0
Z_3	-258	0	-1613	0	460	0	0	-1115	0	-1758

注：* 与这些单位载荷状态相应的高、低压转速列于 5.1 节的表 1 中

A 和 B——飞行状态
 C——着陆状态，包括限动着陆
 D——弹射起飞状态
 陀螺——3.5 弧度/秒的陀螺状态

表(3) 安装节最大和最小载荷及相应的应力状态

载荷 包线	B	B	C	D	C	A	A	B	C	作用在加力 喷管上的 载荷 2680磅 (向内) 1540磅 (向下)
X_1	-39664	12984	<u>-55429</u>	<u>19869</u>	-20805	8656	8656	12984	-55429	0
Y_1	<u>19673</u>	<u>-22349</u>	16486	-15410	701	-219	1697	5982	2050	-1916
Z_1	2013	-249	<u>15709</u>	<u>-14176</u>	8877	-2437	-3305	-3985	14160	868
Y_2	393	4948	1524	3655	<u>11160</u>	<u>-7421</u>	-7307	-1663	5099	-115
Z_2	-1025	-12889	-3971	-9521	<u>-29072</u>	<u>19334</u>	19034	4332	-13283	299
Y_3	-2754	2769	-9354	3099	-3206	3829	-882	<u>15673</u>	<u>-15806</u>	4711
Z_3	3340	-14370	-7409	-107	<u>-23086</u>	11860	<u>14567</u>	2441	-13861	-2707
P_x	22352	0	12149	19083	12149	0	0	0	12149	0
P_y	0	-2680	0	0	0	-2680	0	-2680	0	-2680
P_z	0	1540	0	0	0	1540	0	1540	0	1540
N_x	4	-3	10	-9	2	-2	-2	-3	10	0
N_y	-4	4	-2	2	-2	1.5	1.5	-4	2	0
N_z	-1	6	-1	5.5	10	-7	-7	-1	3	0
$\ddot{\phi}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\ddot{\theta}$	6	-6	-14	14	-14	6	6	6	-14	0
$\ddot{\psi}$	0	0	6	-6	6	0	0	0	6	0
$\dot{\theta}$	2	-2	0	0	0	0	0	-2	0	0
$\dot{\psi}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：下面划横线的为各安装节的最大和最小载荷

如表中列举的应力状态所示，为了计算安装节的极限载荷，仅对机动飞行包线A和B才考虑气动压力载荷分量的影响，在这两种飞行包线条件下产生的载荷或按最大气动载荷($P_y = -2680$, $P_z = 1540$)计算，或按最小气动载荷($P_y = 0$, $P_z = 0$)计算。

航空应力报告	ASR 3107
斯贝 MK202 安装节载荷	

1965.1.6 第2版

摘要

本报告代替过去的文件，它包括与垂直方向成 21° 倾斜角的前吊挂连杆和加力喷管上的非对称压力载荷的影响。

总的来说，这些载荷比过去文件中引用的载荷大得多，这主要是由于加力喷管上的非对称载荷影响的结果。

所有涉及安装节载荷的应力分析应当使用本版报告中的数据进行修正。

1. 绪言

本报告列举出斯贝 MK202 发动机安装节载荷的最新估算值，发动机的安装尺寸如文中所述。

自从前一份报告出版以来，又出现了下列更改和内容上的增加：

- 1) 前吊挂的外侧连杆倾斜安装，以便能够承受垂直和侧向载荷。
- 2) 后连杆的几何尺寸略有更改。
- 3) 由于喷管周围的压力分布不对称，使喷管上承受一个诱导载荷。为了计算上的方便已将此载荷分解成水平和垂直的分量 P_y 、 P_z 。
- 4) 使用了最新的发动机性能数据，包括不加力状态。
- 5) 为了与斯贝 MK202 其它应力报告中使用的术语一致，安装节术语作了更改。

2. 参考文件

- | | |
|---------------|-------------|
| 2.1 安装节几何尺寸： | 前 EU46072/3 |
| | 后 EU39731A |
| 2.2 发动机性能 | TDR3908 |
| 2.3 喷管上的气动载荷 | ASR2925 第2版 |
| 2.4 应力状态 | ASR2925 第2版 |
| 2.5 安装节载荷计算程序 | CPR1218 |

3. 安装节布局（包括下列部分）

- (a) 轴颈位于中介机匣内侧水平中心线上，它承受推力、垂直和侧向载荷。
- (b) 两端用销钉连接的倾斜连杆位于发动机外侧，并与轴颈在同一横截面上，它承受垂直和侧向载荷。
- (c) 在前安装节后 90 英寸处的后吊挂由两个安装在内侧并用销钉连接的连杆组成，两连杆的交点在发动机水平中心线下 10.825 英寸处，它承受垂直和侧向载荷。

安装节几何尺寸示于图 2，该图还给出了加力喷管上的气动载荷作用点。

4. 应力状态

- 4.1 应力状态是由 ASR2925（第2版）的基本应力数据确定的，所有应力状态均来源

于 ASR2925 (第 2 版) 中的机动飞行、着陆和弹射起飞包线。

4.2 使用机动飞行包线 (A 和 B) 时, 已经考虑到加力喷管上的气动载荷, 任意状态下的这些载荷值由下式给出:

$$K P_0 M_0^2$$

其中对应于 P_y $K = 233$

对应于 P_z $K = 133$

5. 符号规定 (与应力部门的规定相等)

5.1 加载点坐标、惯性系数、载荷系数和载荷

水平 (或轴向) X 向前为 +

横向 (或侧向) Y 从左到右为 +

垂直 Z 向下为 +

5.2 喷管上气动载荷分量

侧向 (P_y) 向内侧为 +

垂直 (P_z) 向上为 +

5.3 角位移、角速度和角加速度

横滚 $\phi \dot{\phi} \ddot{\phi}$ 绕 X 轴, 从后面看顺时针为 +

俯仰 $\theta \dot{\theta} \ddot{\theta}$ 绕 Y 轴, 头部向上为 +

偏航 $\psi \dot{\psi} \ddot{\psi}$ 绕 Z 轴, 在水平面内顺时针为 +

5.4 术语

5.4.1 载荷系数或惯性系数

水平 (或轴向) n_x

横向 (或侧向) n_y

垂直 n_z

5.4.2 角速度和角加速度

		角 速 度		角 加 速 度	
横	滚	$\dot{\phi}$	弧度/秒	$\ddot{\phi}$	弧度/秒 ²
俯	仰	$\dot{\theta}$	弧度/秒	$\ddot{\theta}$	弧度/秒 ²
偏	航	$\dot{\psi}$	弧度/秒	$\ddot{\psi}$	弧度/秒 ²

6. 发动机数据

6.1 重量及其它数据

安装重量 4233 磅

重心位置 前吊挂之后 33.4 英寸

发动机中心线之下 4.4 英寸

旋转部件的极惯性矩

高压系统 15696 磅·英寸²

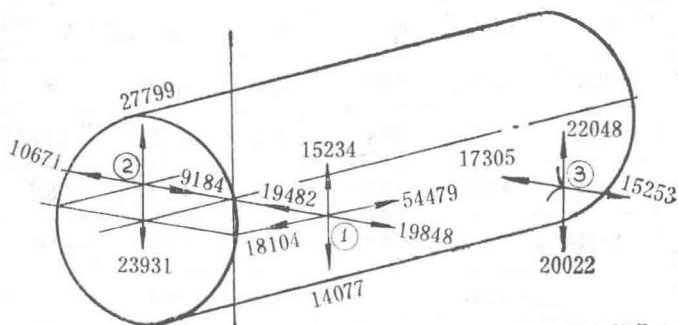
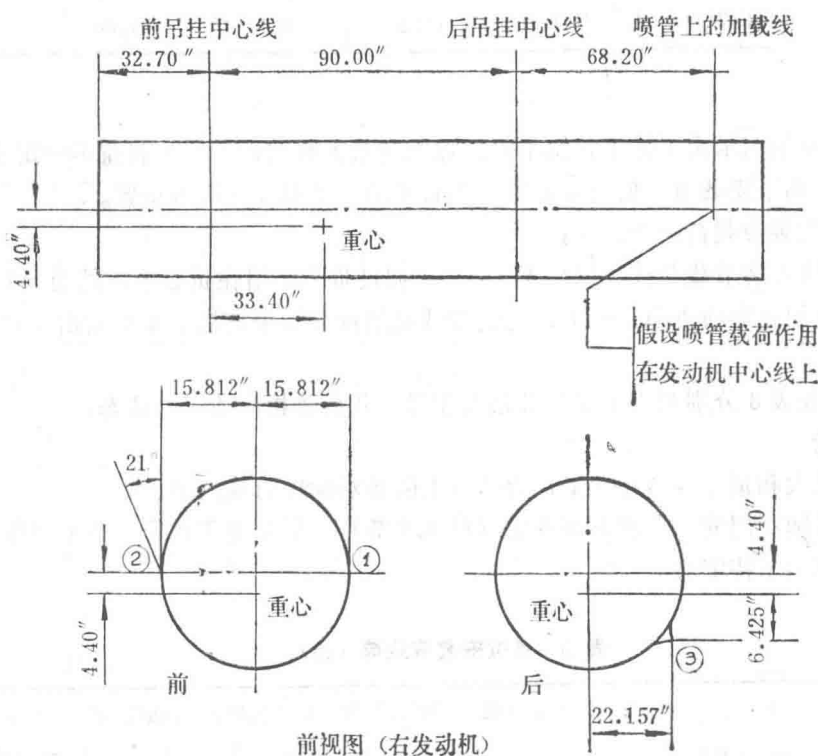
低压系统 21168 磅·英寸²

整台发动机绕通过重心横轴的惯性矩

14717835 磅·英寸²

6.2 性能

所考虑的推力状态来源于 TDR3908, 并符合 ASR2925 (第2版)。有几种机动飞行包线, 使用了在加力喷管上产生最大气动载荷的第二种状态。所有状态均列于表4。



各安装节上的最大载荷
不是同时作用的

斯贝 MK202 安装节几何尺寸和最大载荷 (磅)

表 4 性能数据

TDR3908 参 考 点	轴 颈 净推力 (磅)	包 线	高压转速 (转/分)	低压转速 (转/分)	加力喷管上的载荷(磅)	
					P_y (侧向)	P_z (垂直)
第 2 点 冷天	23412	A 和 B(加力)	11837	8040	+ 523	+ 314
第 1 点 冷天	12149	C (不加力)	12067	8134	—	—
第 1 点 冷天	19993	D (加力)	12067	8123	—	—
第32点 冷天	13670	最 大 转 速	12962	7556	+ 4101	+ 2461
第 6 点 冷天	16317	A 和 B(加力)	11980	7131	+ 5000	+ 3000

7. 结 果

7.1 第 7 页的图示出了作用在每个安装点上的最大载荷,但这些载荷不一定是同时发生的,该图还给出了安装节几何尺寸和加力喷管上的气动载荷作用点位置。

7.2 单位安装节载荷列于表 5。

7.3 发动机安装节载荷计算程序 CPR1218 假设推力作用在重心上,然而 MK202 发动机则假设推力作用在发动机中心线上,安装节载荷的计算结果已按表 6 中给出的修正载荷值作了修改。

7.4 表 7 和表 8 分别列出了安装节最大和最小载荷及相应的应力状态。

8. 讨 论

本报告的最大和最小载荷包含了加力喷管上的非对称压力载荷的影响。

该压力载荷随不同的飞行状态而改变(见 4.2 节),但是对于在安装节上产生最坏影响的应力状态则选用了特定值。

表 5 单位安装节载荷(磅)

	1g	1g	1g	1000磅	1弧度/秒 ²	1弧度/秒 ²	1弧度/秒	1弧度/秒	1000磅	1000磅
	n_x	n_y	n_z	X_N	$\ddot{\theta}$	$\ddot{\psi}$	$\dot{\theta}$	$\dot{\psi}$	P_y	P_z
X_1	-4233	0	0	-1000	0	0	0	0	0	0
Y_1	+630	-2642	-933	+153	+33	+368	+950	-84	-527	+327
Z_1	+503	-51	-230	+60	-508	+145	+375	+1314	-602	-1611
Y_2	+114	-20	+933	+23	-33	+56	+144	+84	-231	-327
Z_2	-296	+51	-2432	-60	+85	-145	-375	-220	+602	+853
Y_3	-744	-1571	0	-176	0	-423	-1094	0	+1758	0
Z_3	-207	0	-1571	0	+423	0	0	-1094	0	+1758

由推力系数得到的单位载荷计入了表 6 给出的修正载荷值,即假设推力作用在发动机水平中心线上。

表 6 推力状态的修正载荷

推 力	修 正 载 荷					
	10000 磅 作用在发动 机重心上	10000 磅 作用在发动 机中心线上	10000 磅	23412 磅	12149 磅	19993 磅
包 线			/	A 和 B	C	D
X ₁	-10000	-10000	0	0	0	0
Y ₁	+1488	+1526	+38	+89	+46	+76
Z ₁	+1188	+601	-587	-1374	-713	-1174
Y ₂	+269	+231	-38	-89	-46	-76
Z ₂	-700	-601	+99	+232	+120	+198
Y ₃	-1757	-1757	0	0	0	0
Z ₃	-488	0	+488	+1145	+594	+978

当安装节载荷是在涉及推力的应力状态下计算时。CPR1218 的输出值必须加上表中列出的修正载荷值（见7.3节）。

表 7 安装节最大载荷（磅） 极限载荷

包线	D	C	B	B	C	A	C	A	B	C	加力喷管上 载荷的影响	
状态 序号	32	45	12	53'	26	20'	58	28'	66'	46	P _v 523磅 P _z 314磅	P _y 5000磅 P _z 3000磅
X ₁	+18104	-54479	-40344	+12699	-54479	+8466	-20615	+8466	+12699	-54479	0	0
Y ₁	-4121	-2593	+19482	-19848	+16122	-15954	+814	-86	+8217	+1819	-173	-1654
Z ₁	-9396	+11212	+721	-8846	+14077	-15234	+7518	-11317	-12921	+12951	-820	-7840
Y ₂	-1844	+4300	+3	+3179	+1313	+6684	+10671	-9184	-2589	+4968	-223	-2136
Z ₂	+4804	-11203	-5	-8275	-3419	-17407	-27799	+23931	+9356	-12941	+583	+5569
Y ₃	-2500	-10174	-2029	+4737	-8969	+7921	-3019	+7921	+17305	-15253	+919	+8790
Z ₃	+9673	-12707	+3835	-5272	-6424	-6684	-22048	+20022	+10803	-12707	+552	+5274

注：下面划横线的数据为每个安装节上的最大和最小载荷值。

仅对机动飞行包线 A 和 B 才考虑气动压力载荷分量的影响，两种包线的载荷已计入了上述影响。

标(′)的状态序号考虑了喷管上的最大载荷（见 6.2 节）。

表 8 安装节最大载荷的应力状态

包 线	A	A	B	B	B	C	C	C	C	D
状 态 号	20'	28'	12	53'	66'	26	45	46	58	32
N_x	-2.0	-2.0	+4.0	-3.0	-3.0	+10.0	+10.0	+10.0	+2.0	-9.0
N_y	+1.5	+1.5	-4.0	+4.0	-4.0	-2.0	+2.0	+2.0	-2.0	+2.0
N_z	+10.0	-7.0	-1.0	+6.0	-1.0	-1.0	+3.0	+3.0	+10.0	-1.2
X_N	0	0	+23412	0	0	+12149	+12149	+12149	+12149	+19993
$\ddot{\theta}$	+6.0	+6.0	+6.0	-6.0	+6.0	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	+14.0
$\ddot{\psi}$	0	0	0	0	0	+6.0	-6.0	+6.0	+6.0	+6.0
$\dot{\theta}$	0	0	+2.0	0	0	0	0	0	0	0
$\dot{\psi}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P_y	+5000	+5000	+523	+5000	+5000	—	—	—	—	—
P_z	+3000	+3000	+314	+2000	+3000	—	—	—	—	—