

典型外形高超声速 流动特性

■ 李素循 主编 ■



國防工業出版社
National Defense Industry Press

典型外形高超声速 流动特性

李素循 主编

国防工业出版社

·北京·

典型外形高超声速流动特性

图书在版编目(CIP)数据

典型外形高超声速流动特性 / 李素循主编. —北京: 国防工业出版社, 2007. 12

ISBN 978 - 7 - 118 - 03671 - 8

I. 典... II. 李... III. 高超音速空气动力学 - 气体流动 - 流动特性 IV. V211. 24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 108623 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 889 × 1194 1/16 印张 16 $\frac{1}{4}$ 插页 6 字数 497 千字
2007 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 68.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422
发行传真: (010) 68411535

发行邮购: (010) 68414474
发行业务: (010) 68472764

《典型外形高超声速流动特性》编审委员会

编 审 庄逢甘 张涵信 李椿萱 王 珏

主 编 李素循

委 员 王世芬 孔荣宗 毕志献 陶小川

谷笳华 陈河梧 刘玉兵 刘洪山

姜作周 董广彪 丁碧珠 万 连

作为国家 863 高技术研究计划的航天航空高技术领域支持的一个阶段研究成果“典型外形高超声速流动特性”这本书出版了,这是一件值得庆贺的事。

我国 863 高技术研究项目的一个重点就是跟踪世界各国特别是发达国家高技术的前沿,如何能有效地跟踪少走弯路,发展具有我国特色的高技术,使我国的高技术真正达到世界先进水平,是摆在我们面前的紧迫需求。

从莱特兄弟发明飞机以来,一百多年的历史证明空气动力学是发展航空航天高技术的先行官,空气动力学的理论在这百年里得到了巨大的发展。尽管这样,对于型号总(气动)设计师来讲还不能单纯地依靠理论计算结果,而必须依赖于大量地面风洞的试验结果。为了设计性能更高的航空航天器,对试验数据的种类、精度、准度和可靠性要求越来越高,试验数据的差错将导致很多不可预测的严重后果。

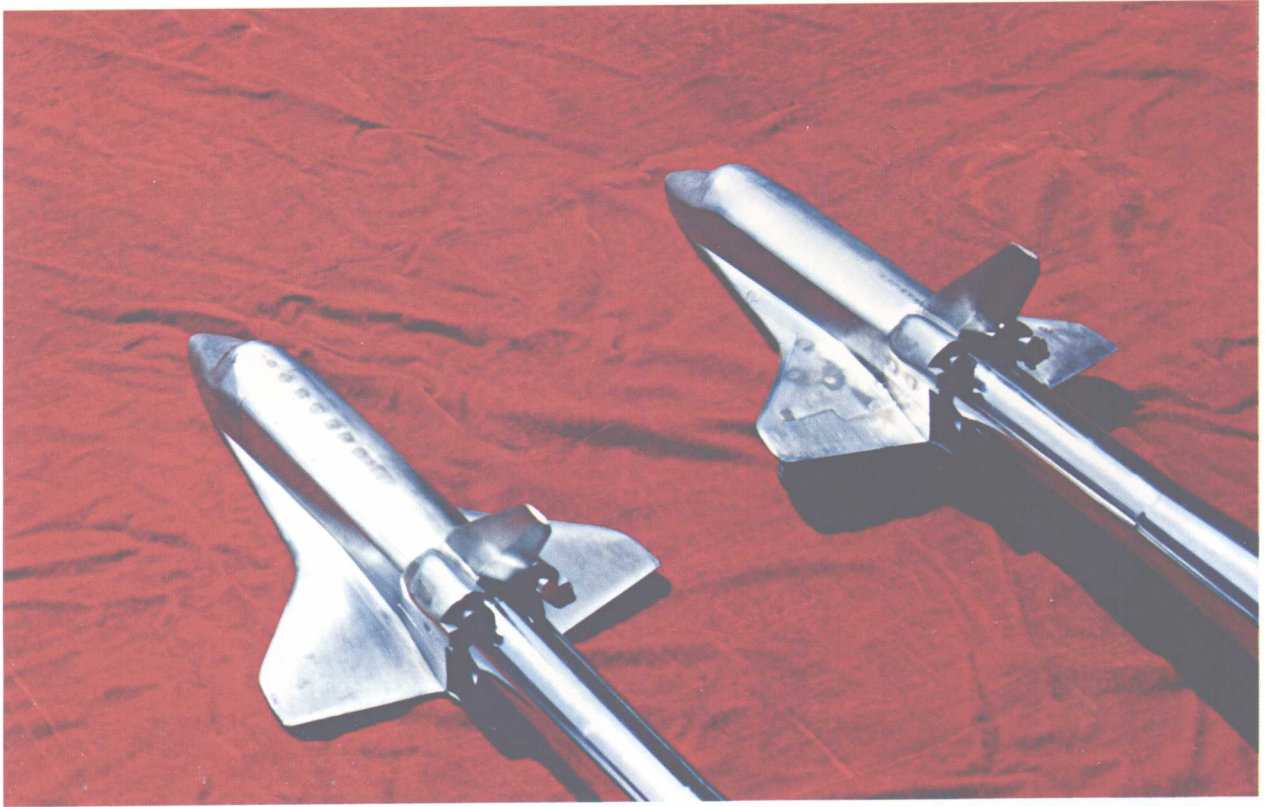
这本书看似一本数据集,其实际意义远不至此。这里讨论的典型外形是目前世界各国已经研制成功或正在考虑的各种可能外形中具有代表性的外形。了解这些外形气动性能的优缺点、吸收别国的经验,是将来我们提出自己的气动外形的先决条件。当然这里提供的只是数据和初步分析,这些数据为进一步的深入分析提供了很好的基础。

这些数据的获取和整理是一个复杂的系统工程。它涉及国内多座风洞,在很多空气动力学工作者参加下发扬团队精神完成的。他们克服了很多困难,在已有调试工作的基础上,提供了尽可能可靠的数据。书中还提供了风洞有关性能,所用传感器,测试系统特点和所用的数据处理方法,这些都作为进一步分析的依据。

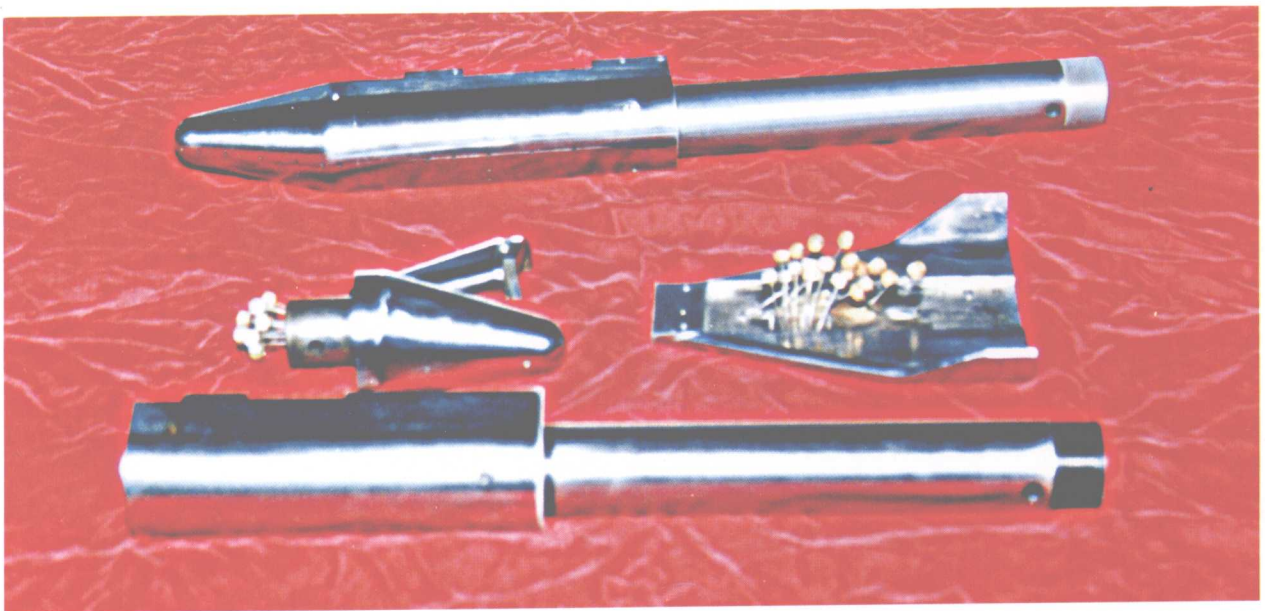
在多年的工作中我们曾经把风洞分为生产性风洞与研究性风洞,当然其中没有很严格的界限。一般讲来,生产性风洞所用的型号模型,要能反映型号的一定细节,尽可能满足各种相似参数的要求。所以一般说来生产性风洞的尺寸比研究性风洞尺寸要大,生产性风洞就是需要生产数据,直接为型号所用。由于型号尺寸愈来愈大,因而为了满足相似性要求,例如雷诺数的要求,建设的生产性风洞尺寸也越来越大。事实上一切研究工作要用到型号上也要经过生产性风洞的检验,所以生产性风洞的精确度实在是一个非常关键的问题,要把航空航天技术发展好,这是一个非抓好不行的基础。

这本“数据集”是广大空气动力工作者的集体贡献,但它反映了专题组的专家们从立题之初指导思想明确、制定选题原则适当,按系统工程组织在全过程中实施,直到后期坚持完成分析与整理工作等方面所表现的创新性工作是有价值的,因此得到 863-702 专家组的继续支持,使得这本书能够顺利出版。我希望这本书的出版能进一步促进提高风洞生产数据的水平,为数值模拟方法提供认证工具,并能更多启发航空航天型号设计师的灵感,从而尽快结束跟踪阶段,为世界的新型航空航天飞行器,做出中国人应有的贡献。

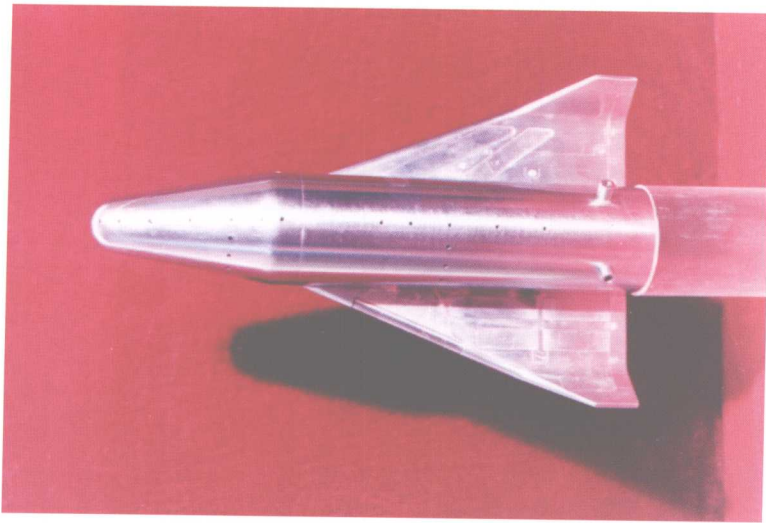
庄逢甘
2006 年 12 月



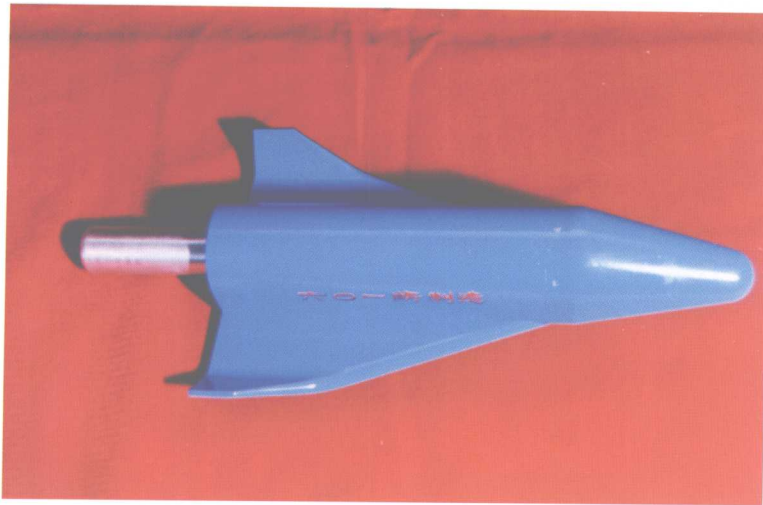
彩图 1 航天飞机全机模型 (FA-P 和 FB-P)



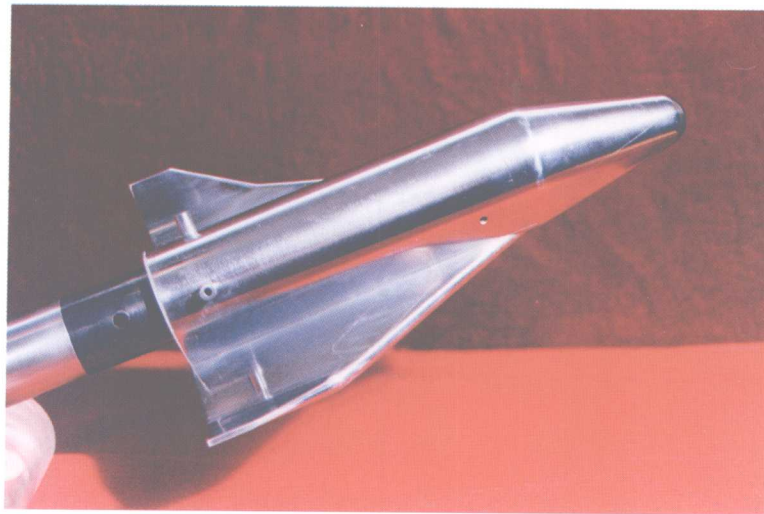
彩图 2 空天飞机测压模型 (炮风洞用) (JA-P)



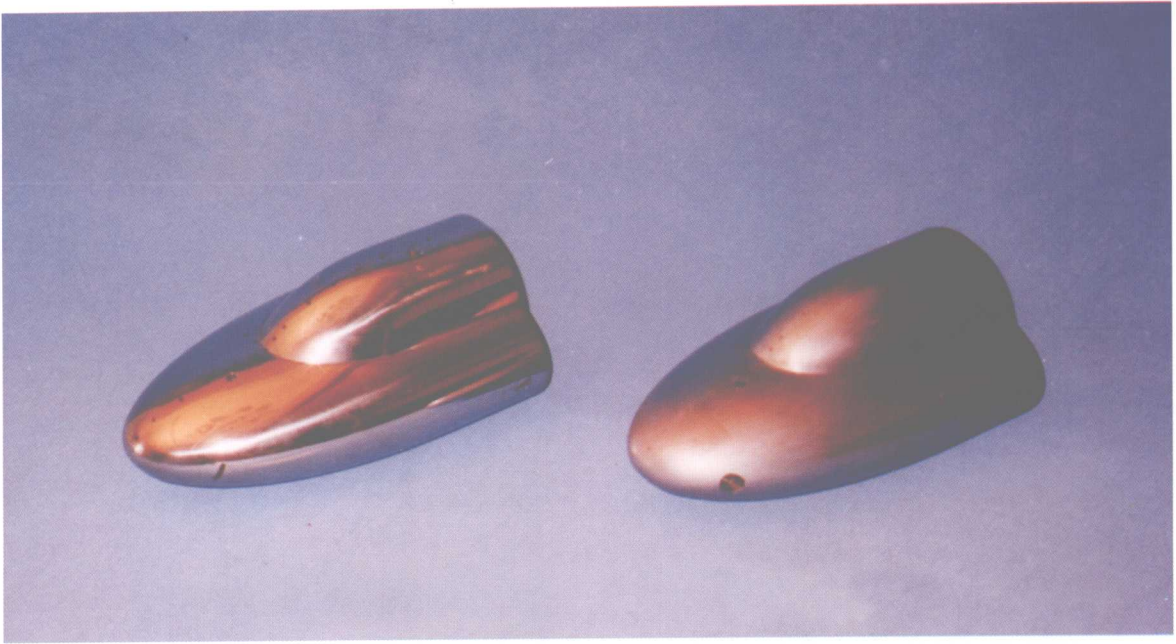
彩图3 空天飞机测热模型(炮风洞用)(JE-Q)



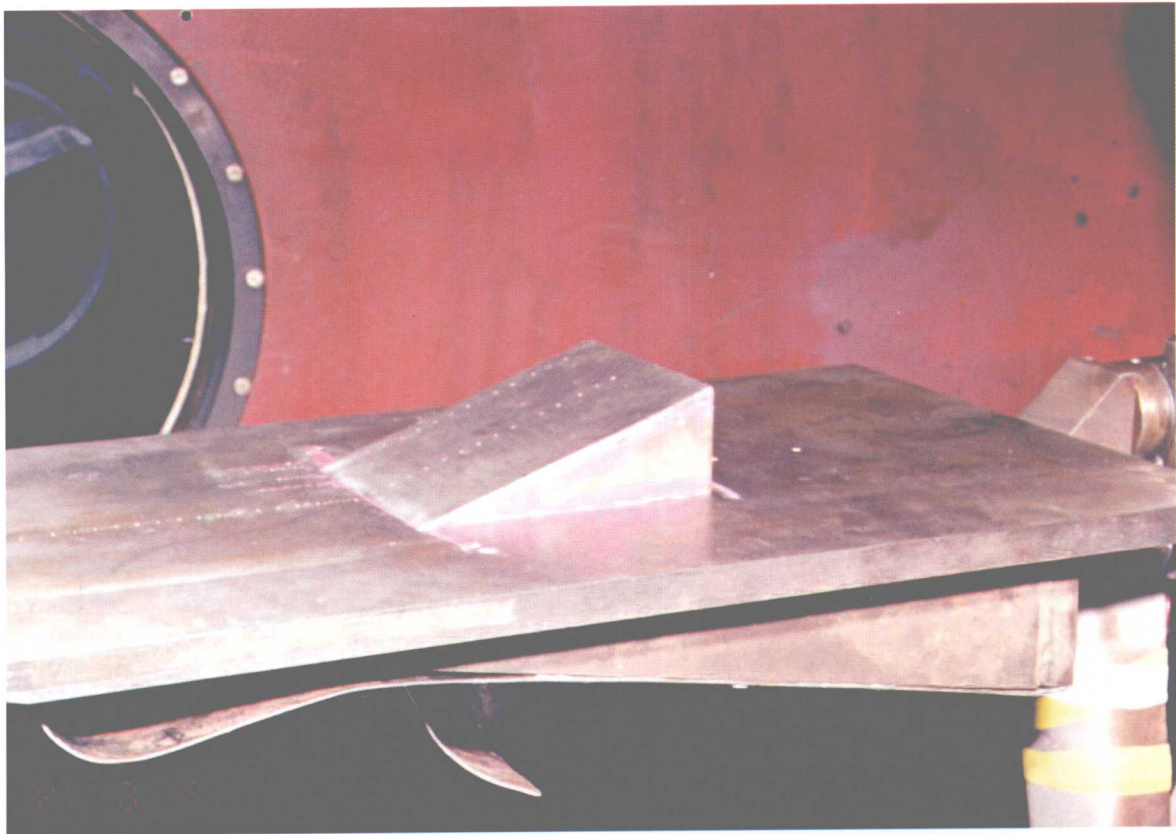
彩图4 空天飞机测力模型(炮风洞用)(JD-F)



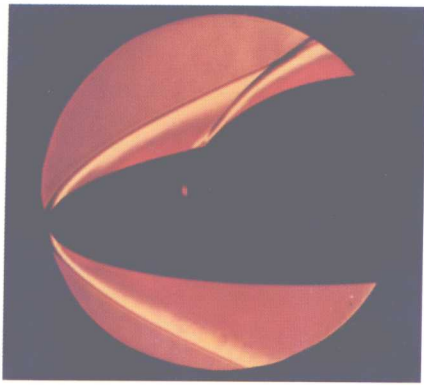
彩图5 空天飞机测力模型(下吹式风洞用)(JF-F)



彩图6 双椭球测热与测压模型 (BC-Q、BC-P)



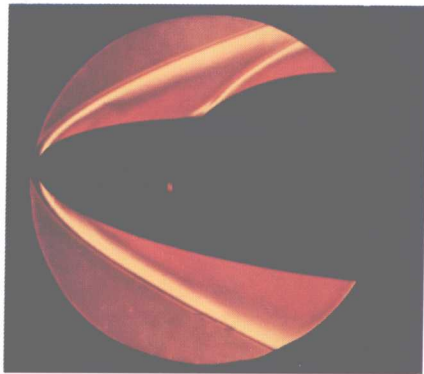
彩图7 平板/三维楔模型 (炮风洞用) (CC-Q)



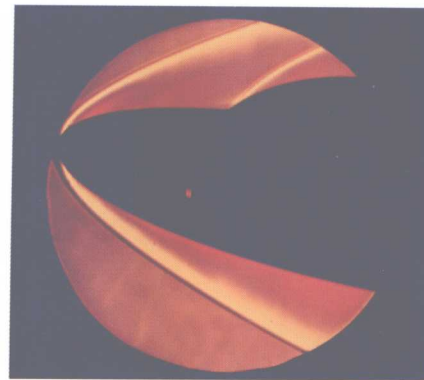
(a) $\alpha = -5^\circ$



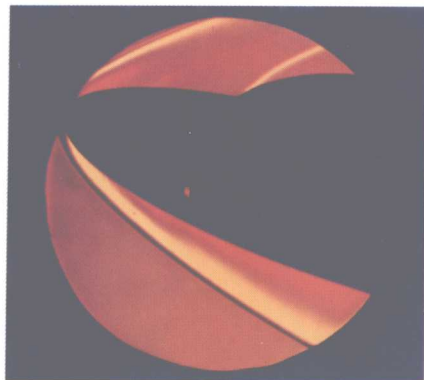
(b) $\alpha = 0^\circ$



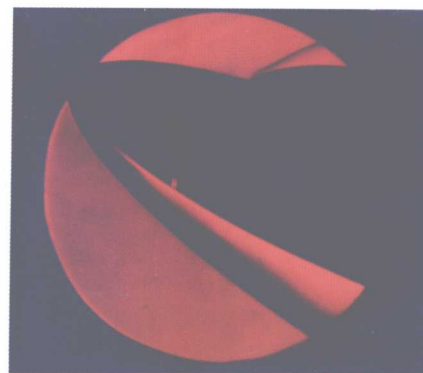
(c) $\alpha = 5^\circ$



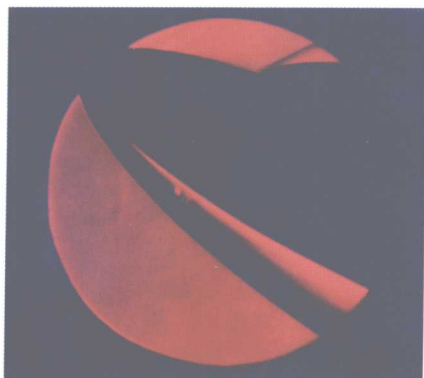
(d) $\alpha = 10^\circ$



(e) $\alpha = 15^\circ$

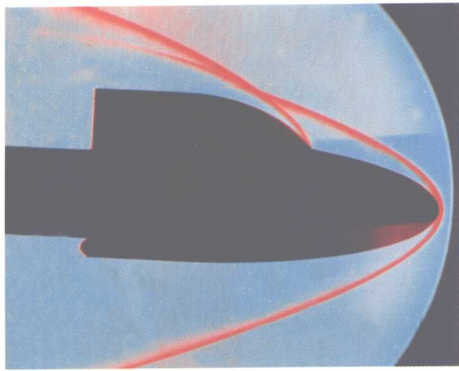


(f) $\alpha = 20^\circ$

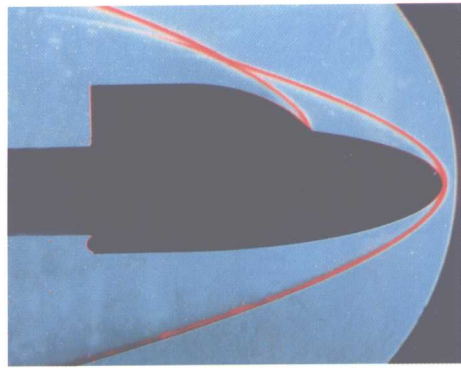


(g) $\alpha = 25^\circ$

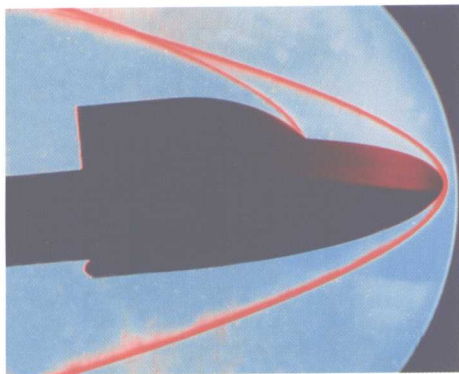
彩图 8 $Ma=4.94$, $Re=5.26 \times 10^7/m$
流场纹影照片



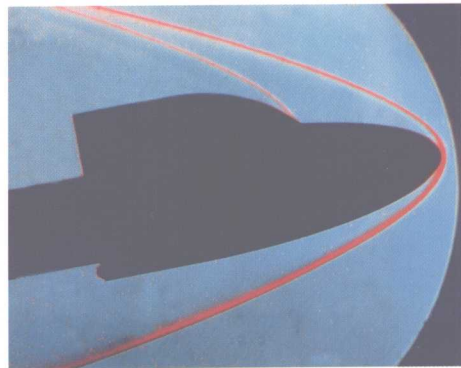
(a) $\alpha = -5^\circ$



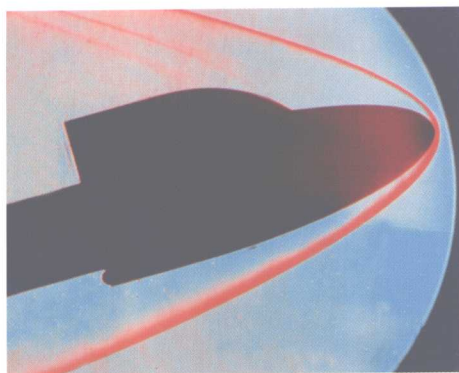
(b) $\alpha = 0^\circ$



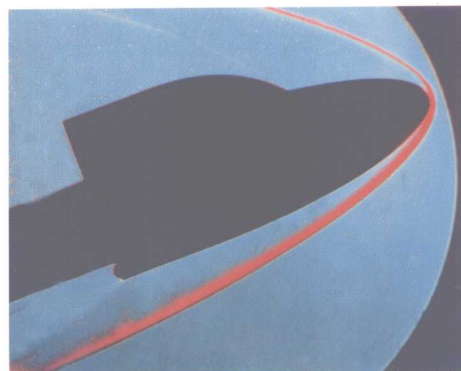
(c) $\alpha = 5^\circ$



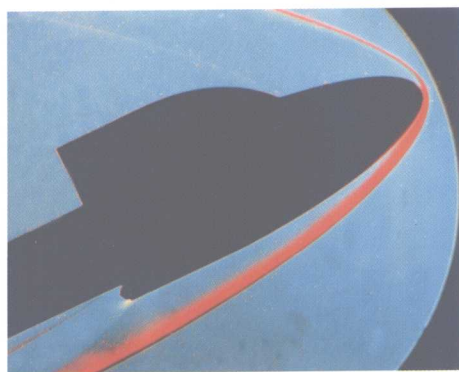
(d) $\alpha = 10^\circ$



(e) $\alpha = 15^\circ$

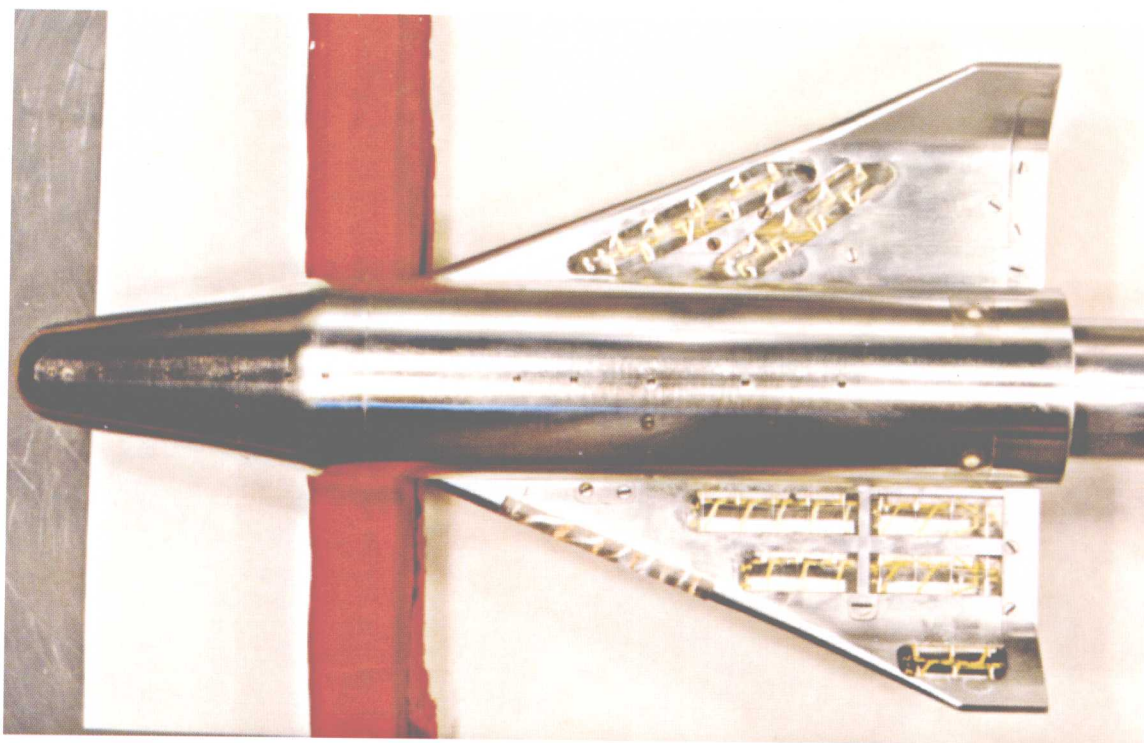


(f) $\alpha = 20^\circ$

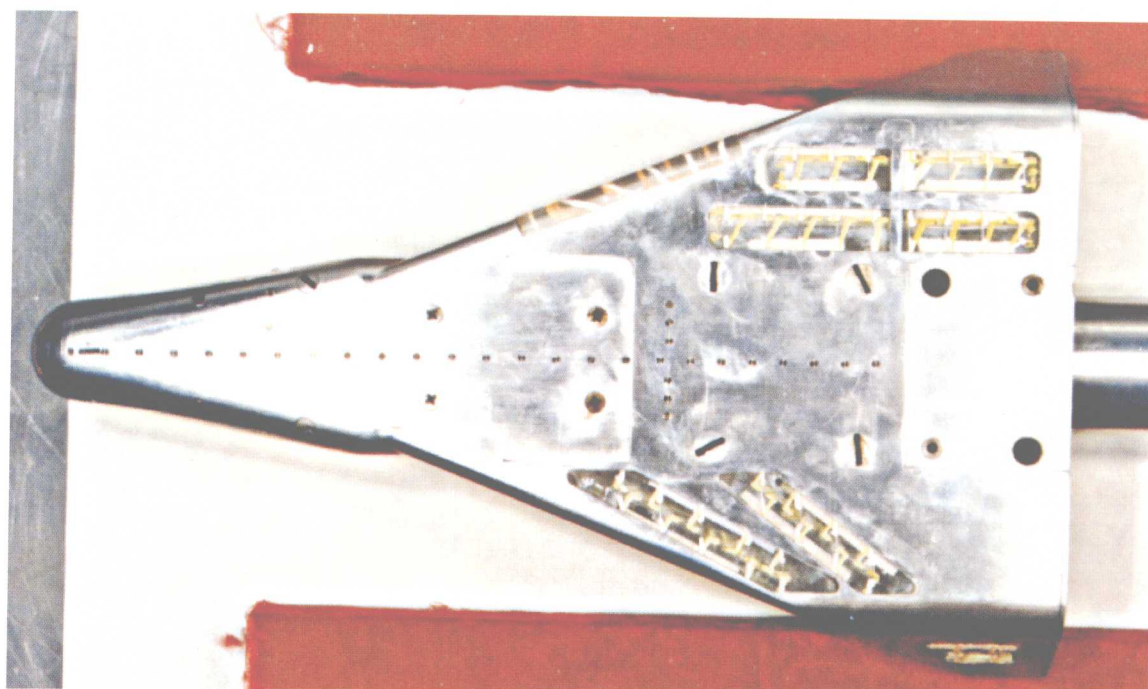


(g) $\alpha = 25^\circ$

彩图9 $Ma=8.02$, $Re=1.98 \times 10^7/m$
流场纹影照片

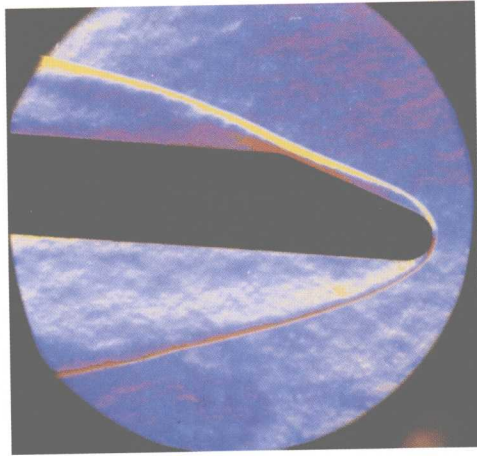


(a)

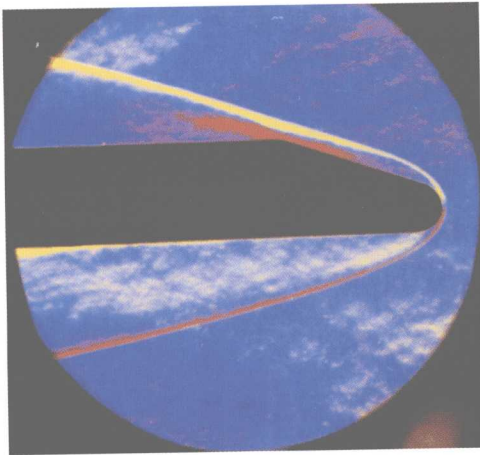


(b)

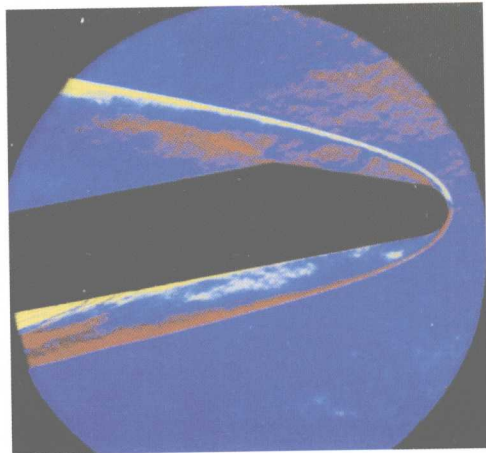
彩图 10 空天飞机测热模型照片 (JE-Q)



(a) $\alpha = -5^\circ$



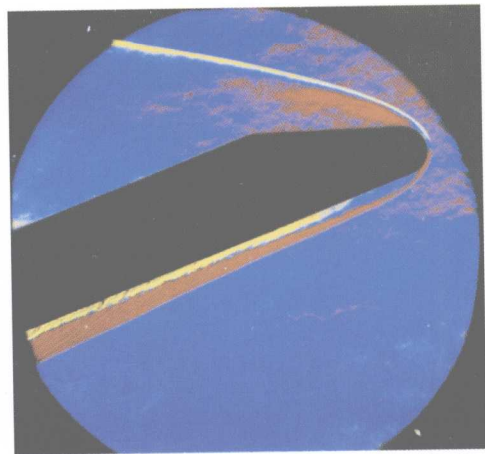
(b) $\alpha = 0^\circ$



(c) $\alpha = 10^\circ$

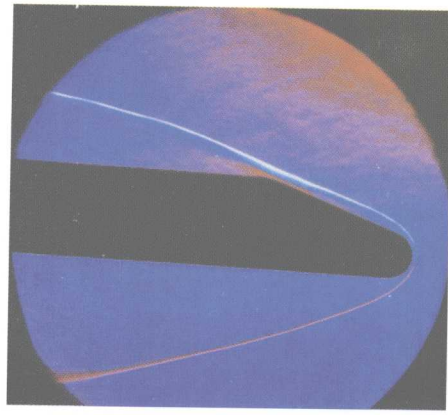


(d) $\alpha = 15^\circ$

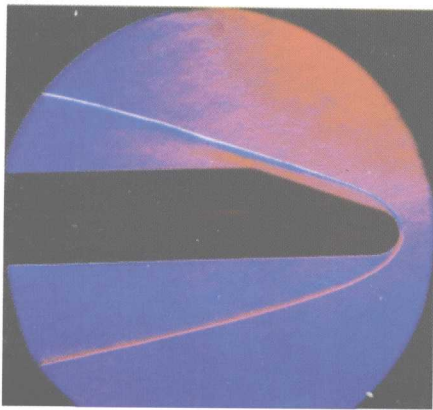


(e) $\alpha = 20^\circ$

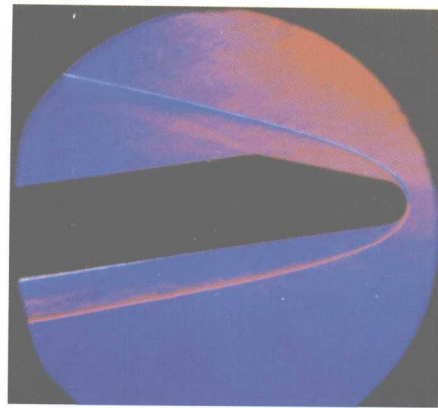
彩图 11 $Ma=8.0$ 流场纹影照片



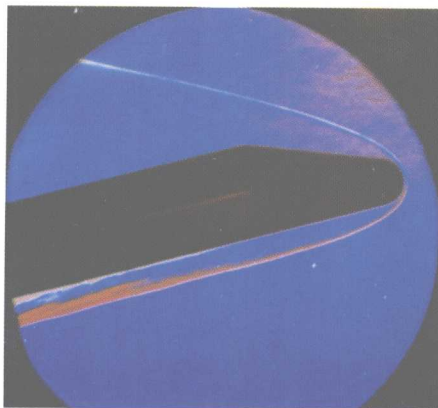
(a) $\alpha = -5^\circ$



(b) $\alpha = 0^\circ$



(c) $\alpha = 10^\circ$

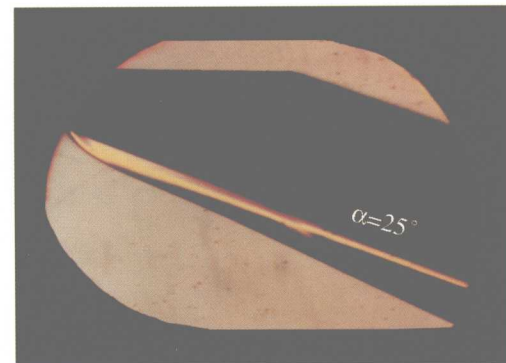
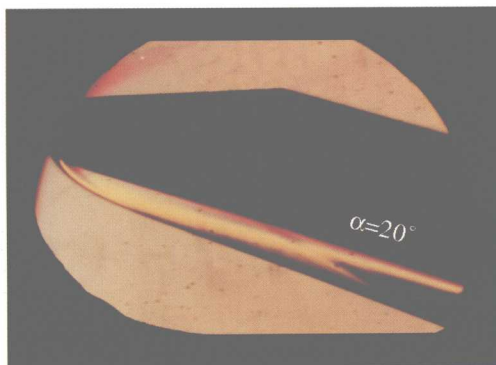
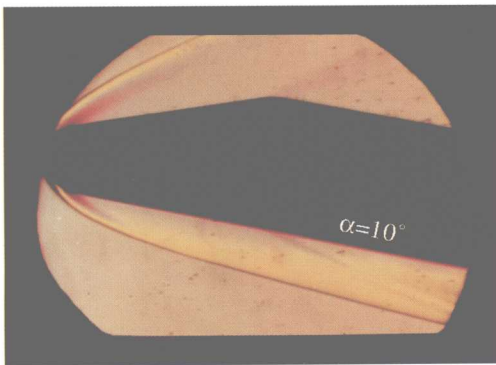
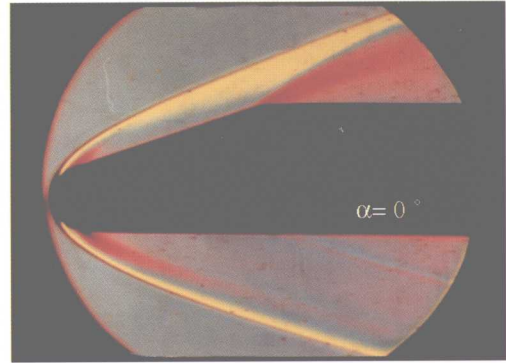
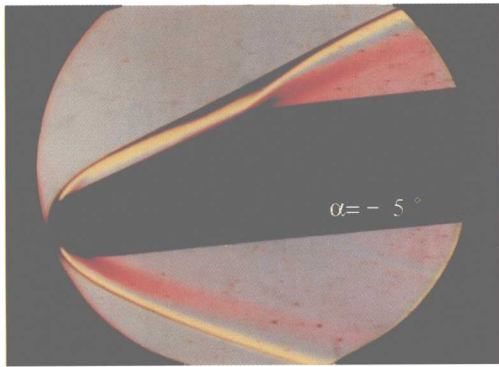


(d) $\alpha = 15^\circ$

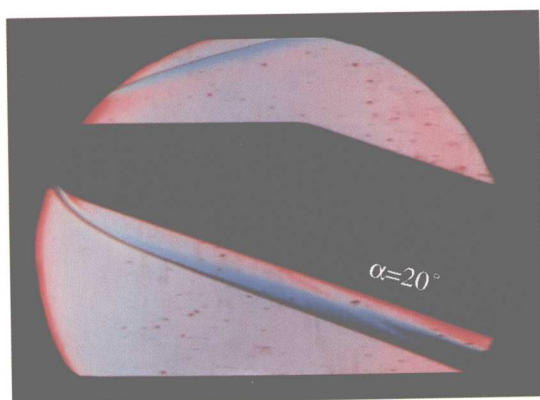
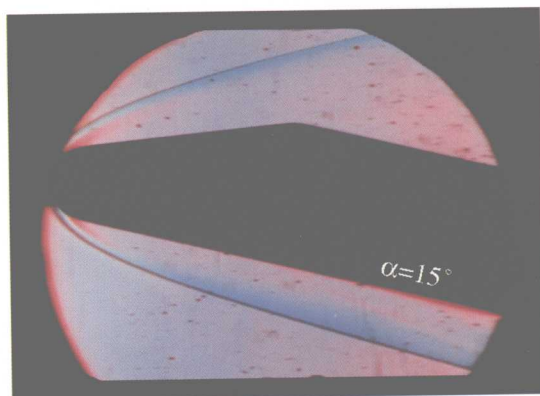
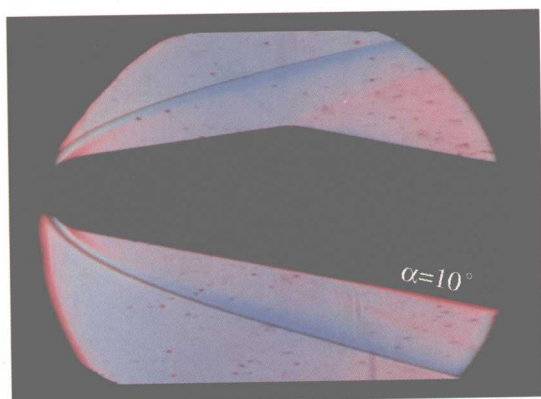
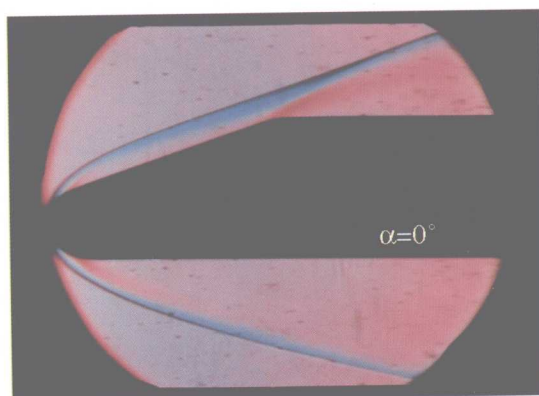
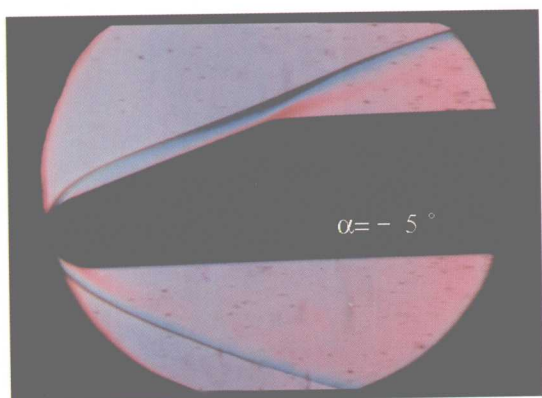


(e) $\alpha = 20^\circ$

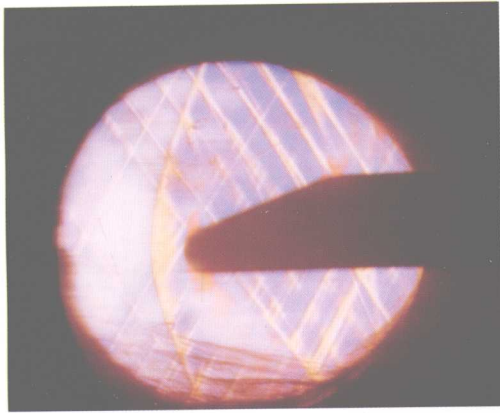
彩图 12 $Ma=10.2$ 流场纹影照片



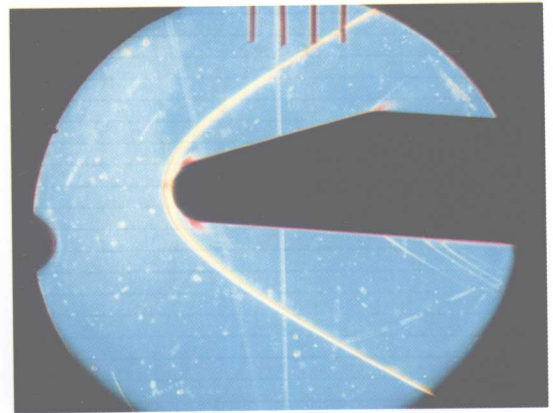
彩图 13 $Ma=4.96$ 流场纹影照片



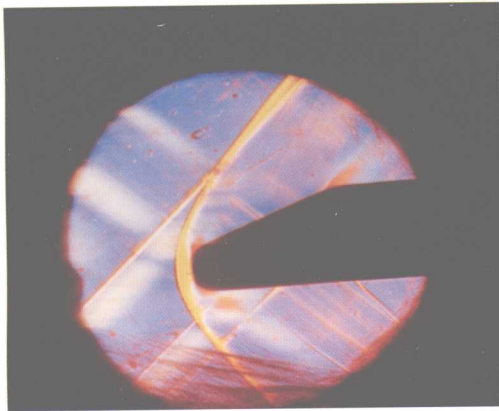
彩图 14 $Ma=7.96$ 流场纹影照片



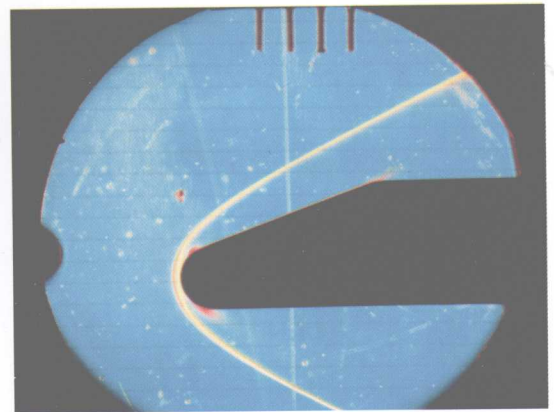
(a) $Ma=1.20, \alpha=0^\circ$



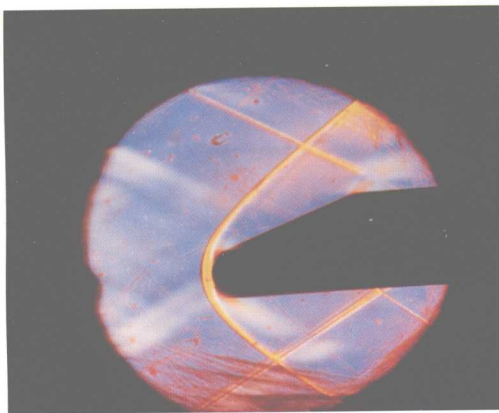
(a) $Ma=2.51, \alpha=5^\circ$



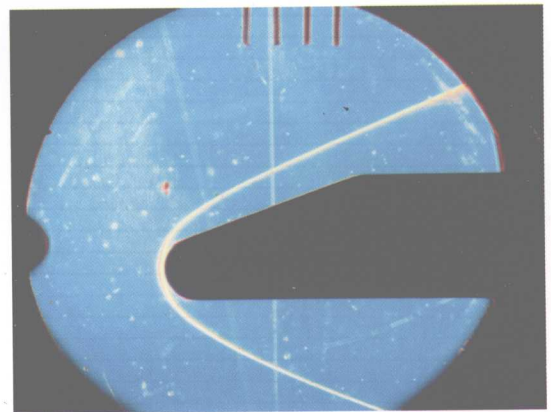
(b) $Ma=1.54, \alpha= -5^\circ$



(b) $Ma=3.01, \alpha=0^\circ$



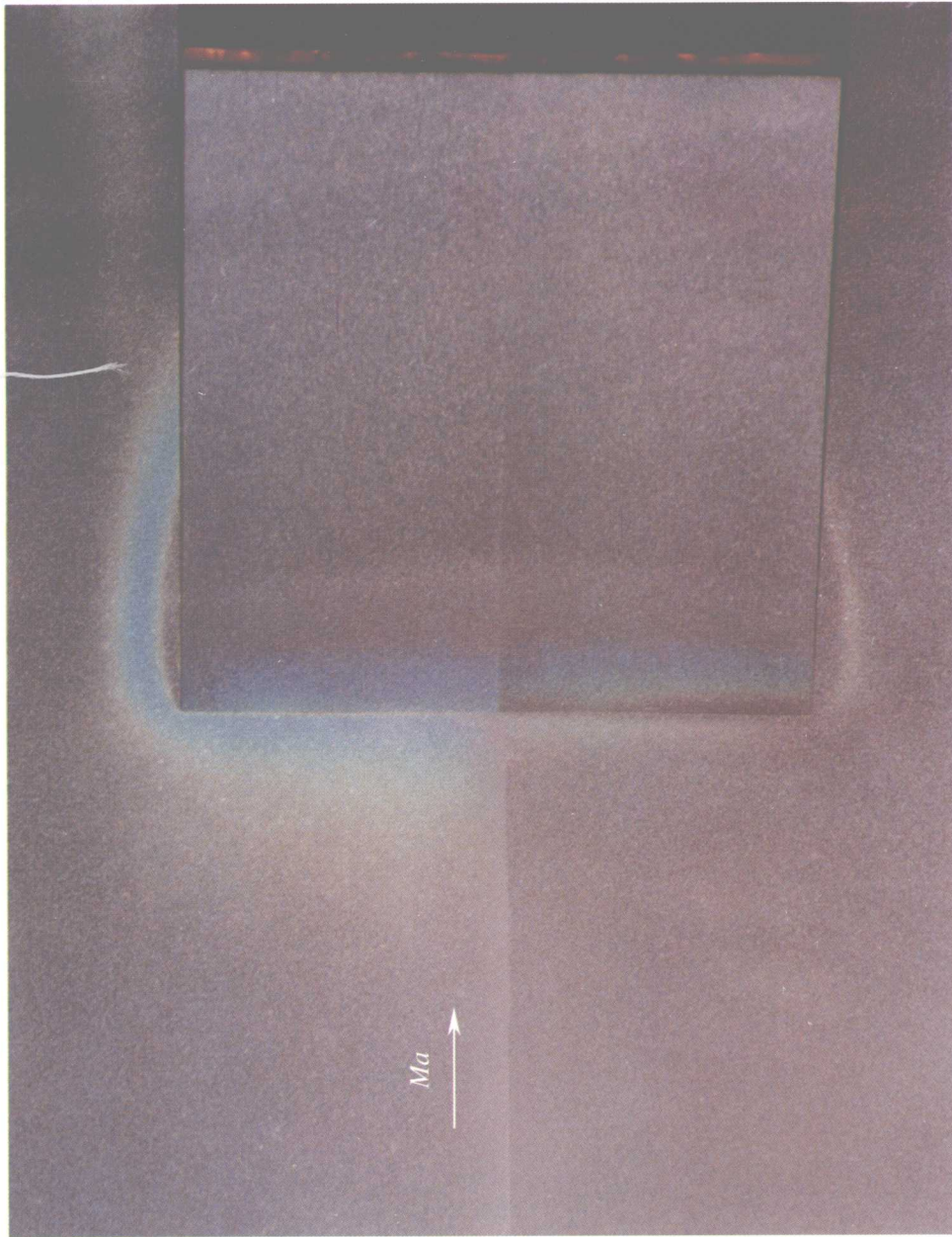
(c) $Ma=2.05, \alpha= -5^\circ$



(c) $Ma=4.01, \alpha=0^\circ$

彩图 15 FL-1 风洞流场纹影照片

彩图 16 FD-06 风洞流场纹影照片



彩图 17 $Ma=8$, $\alpha=35^\circ$ 液晶显示热流分布的等温图