

# 航空空气动力手册

第一册



1975

# 航空气动力手册

## 第一册

《航空气动力手册》编写组

一九七五年

## 前 言

建国二十多年来，在毛主席革命路线指引下，我国航空事业有了很大发展，现已进入飞机自行研制阶段，航空气动力队伍也基本形成。多年来，从事航空气动力研究、设计、试验和教学的同志，希望能在总结自己经验的基础上编写一部较系统适用的手册参考使用。为此，在各有关厂、所和院校同志的积极支持和参加下，我们先编写了这部《航空气动力手册（汇编本）》，供各单位试用。同时，将根据工作计划，陆续编写航空气动力手册。通过使用、不断修改和充实，逐步达到完善。这将为最终建立我国的航空气动力体系奠定坚实的基础。

《航空气动力手册（汇编本）》主要是汇集整理国内现用的航空气动力计算资料和研究报告，亦包括一些经过鉴定、确有实用价值的国外资料。手册中的名词、符号和座标轴系是经研究商讨确定的。

《航空气动力手册（汇编本）》第一册的内容包括：空气动力学中常用符号的规定、座标轴系的定义、计量单位及其换算；空气动力学理论的基本方程和公式、气流参数的数据表格和图线；标准大气表及有关的数据表格。

本手册主要供航空气动力工作人员使用，也可供航空部门其它专业的工作人员参考。

由于我们水平有限，又缺乏经验，在编写这部《航空气动力手册（汇编本）》的过程中，错误和不足之处在所难免。热诚希望从事航空气动力工作的广大工人、技术人员和教学人员，及时把批评和建议告诉我们，以便修正补充。

《航空气动力手册》编写组

# 目 录

第一章 符号、座标轴系、计量单位	(1)
一、空气动力学中常用符号的规定	(1)
1. 空气动力学基础	(2)
2. 飞机各部件的几何参数	(5)
3. 气动力和力矩, 气动导数	(8)
4. 有关的动力装置	(12)
5. 飞机的基本运动参数	(14)
6. 飞机的飞行性能	(15)
7. 飞机的稳定性和操纵性	(16)
附录 I 中外气动导数的对照和换算公式表	(19)
1. 基本符号对照表	(20)
2. 气动系数及气动导数的定义	(21)
3. 气动导数的换算公式表	(24)
附录 II 常用的脚注	(26)
二、座标轴系及其转换关系	(28)
1. 飞机空气动力学中常用的座标轴系的规定 (名称、定义及符号)	(28)
2. 各座标轴系之间的转换公式 (方向余弦)	(31)
3. 其它常用的关系式	(34)
三、计量单位及其换算	(35)
1. 空气动力学中常用的计量单位	(35)
2. 其它单位与标准单位之间的换算	(37)
第二章 基本方程和公式图表	(41)
一、基本方程和公式	(41)
1. 连续方程	(43)
2. 纳维尔—斯托克斯方程 (粘性流体)	(44)
3. 欧拉运动方程—理想流体 ( $M=0$ )	(46)
4. 粘性流动的能量方程	(47)
5. 柏努利公式	(49)
6. 热力学定义及公式	(49)
7. 一维绝热管流公式	(50)
8. 旋度 $\vec{\omega} = \text{rot}\vec{v}$	(51)

9. 速度环量	(52)
10. 定常无旋流的基本方程和速度位方程	(52)
11. 线化速度位方程	(55)
12. 流函数方程	(55)
13. 定比热完全气体平面流的速度图方程	(55)
14. 绕凸角的平面定常流(普朗特-梅耶流)	(56)
15. 平面激波关系式	(56)
16. 临界马赫数与不可压缩流中的最小压强系数	(58)
17. 速压和压强系数	(59)
18. 压缩性修正	(59)
19. 简单流动的速度位, 流函数和复位	(59)
20. 特征线方程	(61)
<b>二、图表</b>	(62)
表 I 亚音速气流参数表	(62)
表 II 超音速气流参数表	(62)
表 I 和表 II 的符号	(68)
平面激波图	(69)
圆锥激波图	(75)
图 4-8 算例	(78)
<b>第三章 标准大气表</b>	(79)
说明	(79)
表一 标准大气表	(83)
表二 总温表 ( $T_{v0}$ , °K)	(102)
表三 总压表 ( $p_{v0}$ , 公斤/米 <sup>2</sup> )	(104)
表四 速压表	(107)
表五 飞行速度与马赫数换算表	(140)

说明: 第一章符号脚注中的字母  $l$  (例如第 3 页第 12 行  $M_{1j}$ ) 是拉丁字母  $l$ 。

# 第一章 符号、座标轴系、计量单位

## 一、空气动力学中常用符号的规定

在这部分中，对空气动力学（包括飞行力学）中经常使用的符号作了规定，并对于某些重要的参数给出了它们的定义或表达式。

拟定符号的原则：1. 尽可能继承我国已经形成的占优势的传统习惯。2. 要求系统性、简明性。3. 适当考虑国际通用性。

关于符号的脚注，采用了以下几种办法。1. 利用某些特殊的标记，例如，用 $\infty$ 表示远前方（未扰动）气流的参数。2. 利用参数之间的内在联系。例如，升降舵、方向舵、副翼的有关参数用脚注  $z, y, x$  表示，因为它们的作用是产生操纵力矩  $M_z, M_y, M_x$ 。又例如，用  $x_G$  表示重心位置（重量  $G$  之中心），用  $x_P$  表示压力中心位置（压力  $P$  的中心）。3. 采用我们已习惯的、并且有一定国际通用性的脚注。这类脚注一般用大写字母。例如，用  $b_A$  表示平均气动弦，用  $x_F$  表示焦点位置。4. 采用汉语拼音的缩写。一般用小写字母，以资区别。例如，用  $S_{pw}, S_{cw}$  代表平尾和垂尾的面积，用  $m_j$  代表铰链力矩系数。在附录 2 中列出了常用脚注的规定及其来源。

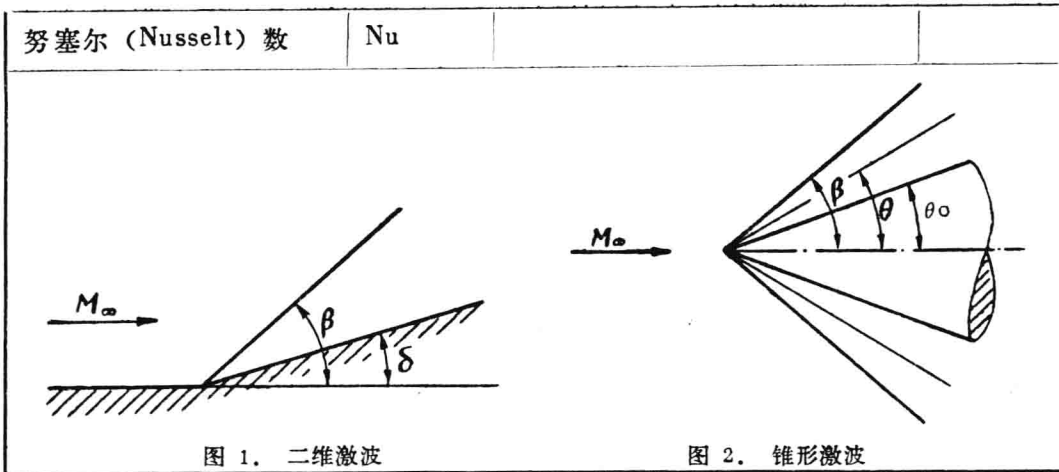
由于在这一节中不可能包括所有的气动符号，因此，在这里只说明手册中所列符号采用的汉语拼音脚注的具体办法。1. 双音节的词，一般取这两个音节的开头字母作为脚注，例如，襟翼（jinyi）取  $jy$ ，外露（wailu）取  $wl$ 。2. 三音节的词，一般取第一和第三音节的开头字母，例如，操纵面（caozongmian）取  $cm$ 。3. 单音节的词，一般取该音节的头两个字母，例如，（机）翼（yi）取  $yi$ ，（机）身（shen）取  $sh$ 。4. 由两个（或两个以上）概念组成的复合词，其脚注也由相应的部分的脚注组成，它们之间用圆点分隔，例如，单独翼（danduyi）的升力表示为  $Y_{du.yi}$ ，方向舵（其脚注规定为  $y$ ）调整片（其脚注为  $tp$ ）的偏转角表示为  $\delta_{t.p.y}$ ，升降舵（其脚注为  $z$ ）铰链力矩系数（其规定符号为  $m_j$ ）表示为  $m_{j.z}$ 。

名 称	规定的符号	表达式、定义或注解	不再使用的符号
1. 空气动力学基础			
密度	$\rho$		
压强, 压力	$p$		
温度 ( $^{\circ}\text{K}$ )	$T$		
音速	$a$		
(动力) 粘性系数	$\mu$		
运动粘性系数	$\nu$	$=\mu/\rho$	
比重	$\gamma$	$=\rho g_0$	
比容	$v$	$=1/\gamma$	
高度 (几何高度)	$h, H$	自海平面算起	
位势高度	$H_{ws}$	$=\frac{1}{g_0} \int_0^H g dH = \frac{HR_d}{H+R_d}$ , 其中 $R_d=6371\ 210\ \text{m}$ 是地球的平均半径	
重力加速度	$g$		
海平面上的重力加速度	$g_0$	$=9.80665\text{m/s}^2$	
海平面上的大气参数	$\rho_{HO}, p_{HO}, T_{HO}, \dots$	$HO$ 表示 $H=0$ 。可简写成 $\rho_0, p_0, \dots$	
相对密度	$\Delta$	$=\rho/\rho_{HO}$	$\sigma$
未扰动气流的参数	$\rho_{\infty}, p_{\infty}, T_{\infty}, \dots$	$\infty$ 表示无穷远。 $\infty$ 有时可省略	
滞点 (驻点) 的气流参数 (或总参数)	$\rho_{VO}, p_{VO}, T_{VO}, \dots$	$VO$ 表示 $V=0$ 。可简写为 $\rho_0, p_0, \dots$	
空气的气体常数	$R$	在气体状态方程 $p=\rho g_0 RT$ 中, $R=29.272\text{m/deg}$ ; 在方程 $p=\rho RT$ 中, $R=287.053\text{m}^2/\text{s}^2\text{-deg}$	
定压比热	$C_p$		
定容比热	$C_v$		
比热比	$k$	$=C_p/C_v$	$\gamma, \alpha$

热功当量	J	=427kG-m/kcal	
功热当量	A	=1/J	
单位质量气体的热能	q		
单位质量气体的内能	e		
单位质量的熵	s		
单位质量的焓	i		
气流速度	v, V		
速压, 动压	q	= $\frac{1}{2} \rho V^2$	
静压	P		
压强系数	C <sub>p</sub>	= $(P-P_{\infty}) / \frac{1}{2} \rho_{\infty} V_{\infty}^2$	$\bar{P}$
马赫数	M	= V/a	Ma
临界马赫数	M <sub>εj</sub>		M <sub>кр</sub>
速度系数	λ	= V/a <sub>εj</sub>	
临界速度	a <sub>εj</sub>		
气体 体 动 力 学 函 数	T/T <sub>v0</sub>	τ(λ)	
	P/P <sub>v0</sub>	π(λ)	
	ρ/ρ <sub>v0</sub>	ε(λ)	
	F <sub>εj</sub> /F	q(λ)	F <sub>εj</sub> 是临界截面积
	$\lambda + \frac{1}{\lambda}$	z(λ)	
	$\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{k-1}} q(\lambda) z(\lambda)$	f(λ)	
	q(λ)/π(λ)	y(λ)	
	π(λ)/f(λ)	r(λ)	
附面层厚度	δ		
附面层位移厚度	δ*		
附面层动量厚度	δ**		
附面层转捩点位置	x <sub>zε</sub>	自物体顶点算起	



转捩点位置的无量纲座标	$\bar{x}_{z_i}$	$=x_{z_i}/L$	
雷诺数	Re	$=\rho VL/\mu$ , 其中L是特征长度	R
临界雷诺数	$Re_{c_i}$	$=\rho Vx_{z_i}/\mu$	$Re_{кр}$
平板摩擦系数	$C_{mc}$		
气流紊流度	$\varepsilon$		
速度环量	$\Gamma$		
速度位, 位函数	$\phi$		
流函数	$\psi$		
马赫角	$\mu$	$=\arcsin(1/M)$	
平面流动的转折角	$\delta$	参看图 1	
平面斜激波的倾斜角	$\beta$	参看图 1	
激波之前的气流参数	$\rho_1, p_1 \dots$ 或 $\rho_\infty, p_\infty \dots$		
激波之后的气流参数	$\rho_2, p_2 \dots$		
圆锥的半顶角	$\theta_0$	参看图 2	
轴对称锥形激波的倾斜角	$\beta$	参看图 2	
轴对称锥形流中的座标角	$\theta$	参看图 2. $\theta_0 \leq \theta \leq \beta$	
轴对称锥形流中的气流参数	$\rho_\theta, p_\theta,$ $T_\theta \dots$	是 $\theta$ 角的函数	
恢复温度	$T_{hf}$		$T_{восср}$
滞止温度 (或总温度)	$T_{v0}$		
温度恢复系数	r	$=\frac{T - T_\infty}{T_{v0} - T_\infty}$ , 其中T是当地温度	
弗劳德 (Froude) 数	Fr		
普朗特 (Prandtl) 数	Pr		
斯坦顿 (Stanton) 数	St		
斯特鲁哈 (Strouhal) 数	Sh		
格腊绍夫 (Grashof) 数	Gr		



## 2. 飞机各部件的几何参数

2-1. 翼型		参看图 3
弦长	$b$	$c$
厚度	$c$	指最大厚度
相对厚度	$\bar{c}$	$=c/b$
最大厚度位置	$x_c$	
最大厚度相对位置	$\bar{x}_c$	$=x_c/b$
弯度	$f$	指最大弯度
相对弯度	$\bar{f}$	$=f/b$
最大弯度位置	$x_f$	
最大弯度相对位置	$\bar{x}_f$	$=x_f/b$
前缘半径	$r_q$	
前缘钝度	$\bar{n}$	$=\frac{\gamma_q/b}{\bar{c}^2}$
后缘角	$\tau$	在后缘处上下翼表面的夹角

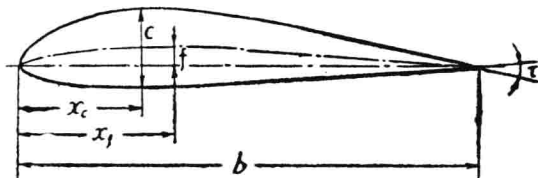


图 3. 翼型的几何参数

<b>2-2. 机翼</b>		参看图 4. 如不加特别说明, “机翼”是指“包括机身部分的机翼”	
机翼面积	$S$		$A$
机翼展长	$l$		$b$
翼根弦	$b_0$		$b_{\text{корн}}, C_r$
翼梢弦	$b_1$		$b_{\text{конц}}, C_t$
机翼平均几何弦	$b_{pj}$	$=S/l$	$b_{cp}, \bar{c}$
机翼平均气动弦	$b_A$	$= \int_{-l/2}^{l/2} b^2(z) dz / S$	$\bar{c}$
机翼展弦比	$\lambda$	$=l^2/S$	AR
机翼根梢比	$\eta$	$=b_0/b_1$ . 可能范围为 $1 \sim \infty$	
机翼梢根比	$\xi$	$=b_1/b_0$ . 可能范围为 $1 \sim 0$ . 建议用 $\xi$ 而不用 $\eta$ 作为机翼几何特征量	$\lambda$
外露机翼的几何参数	$S_{wl}, l_{wl}, b_{owl}, \lambda_{wl}, \eta_{wl}, \xi_{wl}$	$\lambda_{wl} = l_{wl}^2 / S_{wl}, \xi_{wl} = b_1 / b_{owl}$	$S_K, l_K, b_{OK}, \lambda_K, \eta_K$
机翼后掠角	$\chi$	后掠为正, 前掠为负	
机翼前缘、 $\frac{1}{4}$ 弦线、中弦线、后缘及最大厚度线的后掠角	$\chi_0, \chi_{0.25}, \chi_{0.5}, \chi_1, \chi_c$		
机翼上反角	$\psi$	上反为正, 下反为负	
机翼的安装角	$\varphi_{yi}$	机翼根弦线与机身轴线之间的角度	
机翼的几何扭转角	$\gamma$	机翼任一剖面的弦线相对于翼根弦线的角度。若该剖面的局部迎角大于翼根剖面的迎角, 则扭转角为正。	

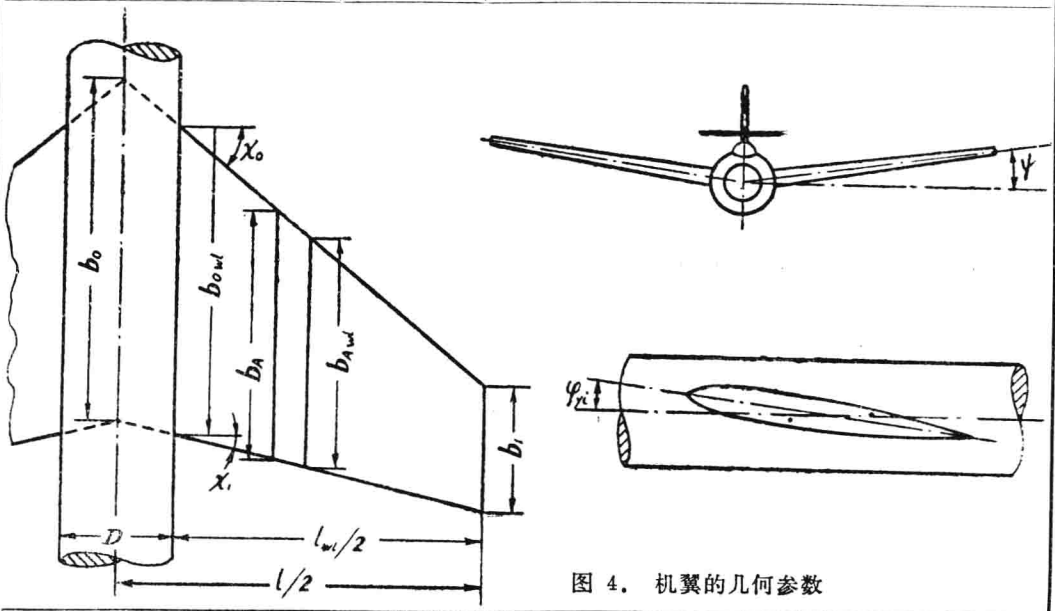


图 4. 机翼的几何参数

<b>2-3. 尾翼、操纵面及增升装置</b>			
平尾（水平尾翼）面积	$S_{pw}$	平尾（外露部分）的其它参数的符号与机翼相同，但加脚注pw	$S_{r.o}$ $S_{п.т}$
垂尾（垂直尾翼）面积	$S_{cw}$	垂尾（外露部分）的其它参数的符号与机翼相同，但加脚注cw。 $S_{pw}$ 和 $S_{cw}$ 均指外露部分的面积	$S_{v.o}$ $S_{v.т}$
升降舵面积（一对）	$S_z$	脚注z、y、x是与座标轴相联系的。例如，升降舵用来产生力矩 $M_z$ ，故用脚注z。面积 $S_z$ 、 $S_y$ 、 $S_x$ 均包括相应的调整片面积在内。	$S_b, S_c$
方向舵面积	$S_y$		$S_n, S_r$
副翼面积（一对）	$S_x$		$S_a, S_a$
升降舵转轴的后掠角	$\chi_z$		$\chi_b$
方向舵转轴的后掠角	$\chi_y$		$\chi_n$
副翼转轴的后掠角	$\chi_x$		$\chi_a$
副翼展长	$l_x$		$l_a$
操纵面面积	$S_{cm}$	操纵面是升降舵、方向舵和副翼的总称	$S_p, S_c$
操纵面平均气动弦	$b_{cm}$		$b_{a.p}$
调整片面积	$S_{tp}$	可再加相应的操纵面的脚注。例如，升降舵调整片面积为 $S_{tp,z}$	$S_{tp}$
平尾（水平尾翼）安装角	$\varphi_{pw}$	平尾弦线相对于机翼弦线（或机身轴线）的角度	$\varphi_{r.o}$
襟翼面积	$S_{jy}$		$S_{зак}, S_f$
襟翼展长	$l_{jy}$		$l_{зак}$
<b>2-4. 机身</b>			
参看图 5			
机身直径	$D_{sh}$		$D_\phi$
机身最大横截面积	$S_{sh}$		$S_\phi, S_{мид}$
机身总长度	$L_{sh}$		$L_\phi$
机身长径比	$\lambda_{sh}$	$=L_{sh}/D_{sh}$ 或 $L_{sh}/\sqrt{\frac{4}{\pi} S_{sh}}$ (对于非圆截面机身)	$\lambda_\phi$
机身头部长度	$L_{tb}$		$L_{нос}$
机身柱段长度	$L_{zh}$		$L_{цил}$

机身尾部（后体）长度	$L_{wc}$	$L_{корм}$
机身底部面积	$S_{db}$	$S_{дон}$

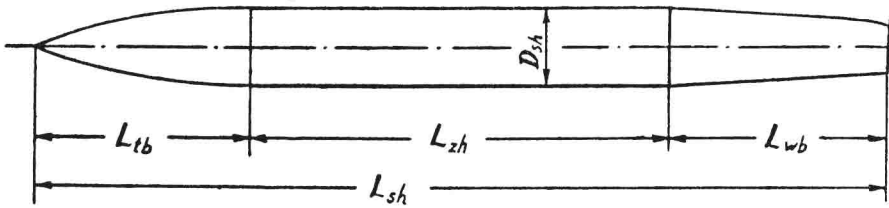


图 5. 机身的几何参数

### 3. 气动力和力矩，气动导数

3-1. 气动力和力矩			
总气动力	$R$		
升力	$Y$	总气动力沿气流坐标轴（又称风轴）的分量。阻力向后为正。参看图 9。省略了脚注“q”。	$L$
阻力	$Q, X$		$D$
侧力（又称横风力）	$Z$		$S, C$
机体法向力	$Y_t$	总气动力沿机体坐标轴的分量	$Y_1, N$
机体轴向力	$Q_t, X_t$		$X_1, A$
机体侧向力（即半机体轴侧向力，又称横向力）	$Z_t, Z_b$		$Z_1$
半机体轴阻力	$Q_b$	总气动力沿半机体坐标轴的分量	$Q$
总气动力系数	$C_R$	$= R/qS$	
升力系数	$C_Y$	$= Y/qS$	$C_L$
阻力系数	$C_x$	$= Q/qS$	$C_D$
侧力系数	$C_z$	$= Z/qS$	$C_C$
机体法向力系数	$C_{Y_t}$	$= Y_t/qS$	$C_{Y_1}, C_N$
机体轴向力系数	$C_{X_t}$	$= Q_t/qS$	$C_{X_1}$
机体侧向力系数	$C_{Z_t}$	$= Z_t/qS$	$C_{Z_1}$
半机体轴阻力系数	$C_{x_b}$	$= Q_b/qS$	
俯仰力矩	$M_z$	总气动力绕机体坐标轴的力矩。参看图 7。省略了脚注“t”。	$M$
偏航力矩	$M_y$		$N$
滚转力矩	$M_x$		$L$

俯仰力矩系数	$m_z$	$= M_z / qSb_A$	$C_m$
偏航力矩系数	$m_y$	$= M_y / qSl$	$C_n$
滚转力矩系数	$m_x$	$= M_x / qSl$	$C_l$
铰链力矩	$M_j$	操纵面上的气动力相对于铰链轴的力矩。 $M_j$ 的正负号规则与相应的操纵面偏角 $\delta$ 相同。参看图6。	$M_{Hj}, H_{HM}$
铰链力矩系数	$m_j$	$= M_j / q_{cm} S_{cm} b_{cm}$ , 其中 $q_{cm}$ 是操纵面区域的速压(已受阻滞的); $S_{cm}$ 、 $b_{cm}$ 是相应的整个操纵面的面积和平均气动弦长	$m_{Hj}, C_{Hj}$
最大升力系数	$C_{y_{max}}$		
升力线斜率	$C_y^\alpha$	$= \partial C_y / \partial \alpha$ , $\alpha$ 为迎角	
临界迎角	$\alpha_{Lj}$		$\alpha_{KP}$
升阻比	$K$	$= C_y / C_x$	
$\alpha = 0$ 时的升力系数	$C_{y_0}$		
$C_y = 0$ 时的迎角	$\alpha_0$		
$\alpha = 0$ 时的俯仰力矩系数	$m_{z_{\alpha=0}}$		$m_{z0}$
$C_y = 0$ 时的俯仰力矩系数	$m_{z_0}$		
$\alpha = 0$ 时的阻力系数	$C_{x_{\alpha=0}}$		
$C_y = 0$ 时的阻力系数	$C_{x_0}$		
诱导阻力系数	$C_{xi}$		
摩擦阻力系数	$C_{x_{mc}}$		$C_{x_{TP}}$
型阻系数	$C_{x_{xi}}$		$C_{x_{TP}}$
压差阻力系数	$C_{x_{\Delta P}}$		$C_{x_{\Delta}}$
波阻系数	$C_{xb}$		$C_{x_{\Delta}}$
翼剖面(翼型)的气动系数	$C_{x_{pm}}, C_{y_{pm}}, \dots$		$C_{x_{np}}, C_{y_{np}}, \dots$
<b>3-2. 气动特性的计算</b>		列举在气动特性计算过程中常用的符号	
压力中心位置	$x_P$	“P”代表压强	$x_d, x_d$
焦点位置	$x_F$		

重心位置	$x_G$	“G” 代表重量	$x_T$
气流下洗角	$\varepsilon$	当洗流速度向下时, $\varepsilon$ 为正	
下洗角对迎角的导数	$\varepsilon^\alpha$	$=\partial\varepsilon/\partial\alpha$	
尾翼区域的速度阻滞系数	$k_a$	$=V_{wy}^2/V_\infty^2$ , 其中 $V_{wy}$ 是尾翼区域的气流速度。脚注q 表示速压	$k_{on}$
操纵面的缝隙系数	$\xi$	$\xi < 1$ 。用 $\xi$ 来计及操纵面与机身之间的缝隙的影响	$k_{in}$
气流侧洗角	$\sigma$	当洗流速度向右时, $\sigma$ 为正	
翼身组合体的干扰因子 (右式中, $\alpha_{yi}$ 是机翼的迎角, $\alpha_{sh}$ 是机身的迎角, $\delta$ 是机翼弦线与机身轴线之间的角度)	$K_{\alpha\alpha}$	$=\frac{Y_{du,yi} + \Delta Y_{yi(sh)} + \Delta Y_{sh(yi)}}{Y_{du,yi}}$ , $\alpha_{yi} = \alpha_{sh}$	
	$k_{\alpha\alpha}$	$=\frac{Y_{du,yi} + \Delta Y_{yi(sh)}}{Y_{du,yi}}$ , $\alpha_{yi} = \alpha_{sh}$	
	$K_{\delta\alpha}$	$=\frac{Y_{du,yi} + \Delta Y_{yi(sh)} + \Delta Y_{sh(yi)}}{Y_{du,yi}}$ , $\alpha_{yi} = \delta, \alpha_{sh} = 0$	
	$k_{\delta\alpha}$	$=\frac{Y_{du,yi} + \Delta Y_{yi(sh)}}{Y_{du,yi}}$ , $\alpha_{yi} = \delta, \alpha_{sh} = 0$	
由外露机翼拼合而成的单独机翼的升力	$Y_{du,yi}$		$Y_{из.кр}$
由于机身存在而在机翼上诱导产生的升力	$\Delta Y_{yi(sh)}$		
单独机身的升力	$Y_{du,sh}$		$Y_\Phi$
由于机翼存在而在机身上诱导产生的升力	$\Delta Y_{sh(yi)}$		$Y_{i\Phi}$
翼-身组合体的总升力	$Y_{yi-sh}$	$= Y_{du,yi} + \Delta Y_{yi(sh)} + Y_{du,sh} + \Delta Y_{sh(yi)}$	$Y_{к-\Phi}$
机翼的升力线斜率	$C_{y_{yi}}^\alpha$		
水平尾翼的臂长	$L_{pw}$	从飞机重心到水平尾翼焦点的距离	$L_{r.o}, l_t$
垂直尾翼的臂长	$L_{cw}$	从飞机重心到垂直尾翼焦点的距离	$L_{v.o}, l_v$
水平尾翼面积的静矩系数	$A_{pw}$	$= S_{pw}L_{pw}/Sb_A$	$A_{r.o}, \bar{V}$
垂直尾翼面积的静矩系数	$A_{cw}$	$= S_{cw}L_{cw}/Sl$	$A_{v.o}$

水平尾翼的升力线斜率	$a_{pw}$	$= \partial C_{y_{pw}} / \partial \alpha_{pw}$	$a_{r.o}$
垂直尾翼的升力线斜率	$a_{cw}$	$= - \partial C_{z_{cw}} / \partial \beta$	$a_{b.o}$
升降舵的相对效率系数	$\eta_z$	$C_{y_{pw}}^{\delta z} / C_{y_{pw}}^{\alpha}$	$n_B$
方向舵的相对效率系数	$\eta_y$	$= C_{z_{cw}}^{\delta y} / C_{z_{cw}}^{\beta}$	$n_H$
副翼的相对效率系数	$\eta_x$	$= C_{y_{pm}}^{\delta x} / C_{y_{pm}}^{\alpha}$	$n_3$

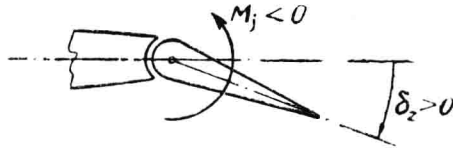


图 6. 铰链力矩  $M_j$  的正负号规定

<b>3-3. 气动导数</b>		参看附录 1 .	
$\partial C_y / \partial \alpha$	$C_y^{\alpha}$	称为静导数。 其中 $\alpha, \beta, \delta_z, \delta_y, \delta_x$ 的单位通常 取为(度)	$C_{L\alpha}$
$\partial C_z / \partial \beta$	$C_z^{\beta}$		$C_{Y\beta}$
$\partial C_y / \partial \delta_z$	$C_y^{\delta z}$		$C_y^{\delta B}$
$\partial C_z / \partial \delta_y$	$C_z^{\delta y}$		$C_z^{\delta H}$
$\partial m_z / \partial \alpha$	$m_z^{\alpha}$		$C_{m\alpha}$
$\partial m_z / \partial \delta_z$	$m_z^{\delta z}$		$m_z^{\delta B}$
$\partial m_y / \partial \beta$	$m_y^{\beta}$		$C_{n\beta}$
$\partial m_y / \partial \delta_y$	$m_y^{\delta y}$		$m_y^{\delta H}$
$\partial m_x / \partial \beta$	$m_x^{\beta}$		$C_{l\beta}$
$\partial m_x / \partial \delta_x$	$m_x^{\delta x}$		$m_x^{\delta 3}$
$\partial m_x / \partial \delta_y$	$m_x^{\delta y}$		$m_x^{\delta H}$
$\partial m_y / \partial \delta_x$	$m_y^{\delta x}$		$m_y^{\delta 3}$
$(\partial m_z / \partial C_y)_{\delta_z = \text{const}}$	$m_z^{C_y}$		$= m_z^{\alpha} / C_y^{\alpha}$
$(\partial m_y / \partial C_z)_{\delta_y = \text{const}}$	$m_y^{C_z}$	$= m_y^{\beta} / C_z^{\beta}$	
$\partial C_x / \partial M$	$C_x^M$	称为马赫数导数 (也属于静导数的 范畴)	
$\partial C_y / \partial M$	$C_y^M$		
$\partial m_z / \partial M$	$m_z^M$		



$\partial m_z / \partial \left( -\frac{d\alpha}{dt} \cdot b_A / V \right)$	$m_z^{\bar{\alpha}}$	称为动导数。 其中 $\frac{d\alpha}{dt}$ , $\omega_z$ , ... 的单位为〔弧度/秒〕。上面的横线 (—) 有时可以省略不写。	
$\partial m_y / \partial \left( \frac{d\beta}{dt} \cdot l / 2V \right)$	$m_y^{\bar{\beta}}$		
$\partial m_z / \partial \left( -\frac{d\delta_z}{dt} \cdot b_A / V \right)$	$m_z^{\bar{\delta}_z}$		
$\partial m_y / \partial \left( -\frac{d\delta_y}{dt} \cdot l / 2V \right)$	$m_y^{\bar{\delta}_y}$		
$\partial m_z / \partial (\omega_z \cdot b_A / V)$	$m_z^{\bar{\omega}_z}$		
$\partial m_y / \partial (\omega_y \cdot l / 2V)$	$m_y^{\bar{\omega}_y}$		
$\partial m_x / \partial (\omega_x \cdot l / 2V)$	$m_x^{\bar{\omega}_x}$		
$\partial m_y / \partial (\omega_x \cdot l / 2V)$	$m_y^{\bar{\omega}_x}$		
$\partial m_x / \partial (\omega_y \cdot l / 2V)$	$m_x^{\bar{\omega}_y}$		
$\partial m_j / \partial \alpha$	$m_j^\alpha$		
$\partial m_j / \partial \delta$	$m_j^\delta$		$m_{\text{ш}}^\delta, C_{h\delta}$

#### 4. 有关的动力装置

<b>4-1. 发动机性能</b>			
发动机推力 (或拉力)	P	[kG]	
发动机功率	N	= PV/75 [HP]	
发动机转速	n	[rev/min]	
推力作用线与机体轴 $Ox_c$ 之间的角度	$\varphi_{fdj}$		$\varphi_{ДВ}$
每公里的燃料消耗量	$q_{km}$	[kG/km]	$q_k$
每小时的燃料消耗量	$q_h$	[kG/h]	$q_v$
每秒的燃料消耗量	$q_s$	[kG/s]	$G_{сек}$
每马力小时的燃料消耗量	$q_{hp-h}$	[kG/HP-h], 对于活塞式发动机	$C_e$
每公斤 (推力) 小时的燃料消耗量	$q_{kg-h}, C_e$	[kG/kg-h], 对于喷气式发动机	
比冲量 (或比推力)	$I_{b\epsilon}$ 或 $P_{b\epsilon}$	[kG-s/kg], 对于火箭式或冲压式发动机	$I_{yд}, P_{yд}$
<b>4-2. 进气道性能</b>			
进口面积	$S_{jk}$	进气道唇口所包围的面积	$S_{ВХ}$