**L400气动力数据库使用说明**

# 轴系定义

气动力系数采用国标坐标系（英美坐标系）定义，升力系数（CL）和阻力系数定义（CD）在风轴系定义，侧力系数（CY）、俯仰力矩系数（CM）、偏航力矩系数（CN）、滚转力矩系数（CR）在体轴系定义。

# 无量纲参数

气动力系数参考面积为S=11.1m2，纵向参考长度bA=1m，横航向参考长度L=11.5m，力矩参考点（2.308m，0m，-0.065m）。

# 符号定义

ALPHA：迎角序列，单位为°；

BETA：侧滑角序列，单位为°；

DF：襟翼偏度序列，单位为°；

DA：副翼偏度序列，单位为°；

DE：升降舵偏度序列，单位为°；

DR：方向舵偏度序列，单位为°；

H：地效高度序列，单位为m；

P、Q、R分别为无量纲滚转、俯仰、偏航角速率；p、q、r分别为滚转、俯仰、偏航角速率，单位rad/s。

# 数据库内容

## 4.1静态数据库

纵向基本数据：CLB、CDB、CMB。

襟翼效率（单偏左内襟翼，后缘向下为正）：CLDFLI、CDDFLI、CMDFLI、CYDFLI、CNDFLI、CRDFLI。

襟翼效率（单偏左外襟翼，后缘向下为正）：CLDFLO、CDDFLO、CMDFLO、CYDFLO、CNDFLO、CRDFLO。

襟翼效率（单偏右内襟翼，后缘向下为正）：CLDFRI、CDDFRI、CMDFRI、CYDFRI、CNDFRI、CRDFRI。

襟翼效率（单偏右外襟翼，后缘向下为正）：CLDFRO、CDDFRO、CMDFRO、CYDFRO、CNDFRO、CRDFRO。

副翼效率（单偏左副翼，后缘向下为正）：CLDAL、CDDAL、CMDAL、CYDAL、CNDAL、CRDAL。

副翼效率（单偏右副翼，后缘向下为正）：CLDAR、CDDAR、CMDAR、CYDAR、CNDAR、CRDAR。

升降舵效率（单偏左升降舵，后缘向下为正）：CLDEL、CDDEL、CMDEL、CYDEL、CNDEL、CRDEL。

升降舵效率（单偏中升降舵，后缘向下为正）：CLDEM、CDDEM、CMDEM、CYDEM、CNDEM、CRDEM。

升降舵效率（单偏右升降舵，后缘向下为正）：CLDER、CDDER、CMDER、CYDER、CNDER、CRDER。

方向舵效率（单偏上方向舵，后缘向左为正）：CLDRU、CDDRU、CMDRU、CYDRU、CNDRU、CRDRU、CLDRUBETA、CDDRUBETA、CMDRUBETA、CYDRUBETA、CNDRUBETA、CRDRUBETA。

方向舵效率（单偏下方向舵，后缘向左为正）：CLDRL、CDDRL、CMDRL、CYDRL、CNDRL、CRDRL、CLDRLBETA、CDDRLBETA、CMDRLBETA、CYDRLBETA、CNDRLBETA、CRDRLBETA。

侧滑角对纵向量影响以导数形式给出：DCLBETA、DCDBETA、DCMBETA。

侧滑角对横航向量影响以增量形式给出：CYBETA、CNBETA、CRBETA。

地效影响：CLH、CDH、CMH。

左内侧襟翼对地效影响：CLHDFLI、CDHDFLI、CMHDFLI、CYHDFLI、CNHDFLI、CRHDFLI。

左外侧襟翼对地效影响：CLHDFLO、CDHDFLO、CMHDFLO、CYHDFLO、CNHDFLO、CRHDFLO。

右内侧襟翼对地效影响：CLHDFRI、CDHDFRI、CMHDFRI、CYHDFRI、CNHDFRI、CRHDFRI。

右外侧襟翼对地效影响：CLHDFRO、CDHDFRO、CMHDFRO、CYHDFRO、CNHDFRO、CRHDFRO。

场高大于5.8m，地效影响为0。

滑流影响：CLSS、CDSS、CMSS、CYSS、CNSS、CRSS。

## 4.2动导数数据库

动导数数据库包含：

CMQ：俯仰角速度引起的俯仰力矩变化；

CNR：偏航角速度引起的偏航力矩变化；

CRP：滚转角速度引起的滚转力矩变化；

CNP：滚转角速度引起的偏航力矩变化；

CRR：偏航角速度引起的滚转力矩变化。

## 4.3静气弹修正数据库

（本轮数据库暂不提供动静气弹修正数据库）

# 数据库使用方法

按以下步骤将数据库组合为最终使用数据。

## 5.1计算静态数据

升力系数计算：

CL1=CLB+CLDFLI+CLDFLO+CLDFRI+CLDFRO +CLDAL+CLDAR +CLDEL+CLDEM +CLDER +CLDRU +CLDRL+CLDRUBETA+CLDRLBETA +DCLBETA\*BETA+CLH+CLHDFLI+CLHDFLO+CLHDFRI+CLHDFRO +CLSS。

阻力系数计算：

CD1=CDB+CDDFLI+CDDFLO+CDDFRI+CDDFRO +CDDAL+CDDAR +CDDEL+CDDEM +CDDER +CDDRU +CDDRL+CDDRUBETA+CDDRLBETA +DCDBETA\*BETA+CDH+CDHDFLI+CDHDFLO+CDHDFRI+CDHDFRO +CDSS。

俯仰力矩系数计算：

CM1=CMB+CMDFLI+CMDFLO+CMDFRI+CMDFRO +CMDAL+CMDAR +CMDEL+CMDEM+CMDER+CMDRU +CMDRL+CMDRUBETA+CMDRLBETA +DCMBETA\*BETA+CMH+CMHDFLI+CMHDFLO+CMHDFRI+CMHDFRO +CMSS。

侧力系数计算：

CY1=CYBETA+CYDFLI+CYDFLO +CYDFRI+CYDFRO +CYDAL+CYDAR +CYDEL+CYDEM+CYDER+CYDRU +CYDRL+CYDRUBETA+CYDRLBETA +CYHDFLI+CYHDFLO+CYHDFRI+CYHDFRO+CYSS。

偏航力矩系数计算：

CN1=CNBETA+CNDFLI+CNDFLO +CNDFRI+CNDFRO +CNDAL+CNDAR +CNDEL+CNDEM+CNDER+CNDRU +CNDRL+CNDRUBETA+CNDRLBETA +CNHDFLI+CNHDFLO+CNHDFRI+CNHDFRO+CNSS。

滚转力矩系数计算：

CR1=CRBETA+CRDFLI+CRDFLO +CRDFRI+CRDFRO +CRDAL+CRDAR +CRDEL+CRDEM+CRDER+CRDRU +CRDRL+CRDRUBETA+CRDRLBETA +CRHDFLI+CRHDFLO+CRHDFRI+CRHDFRO+CRSS。

## 5.2叠加动导数影响数据

CL=CL1。

CD=CD1。

CM=CM1+CMQ\*q\*bA/(2\*V)。

CY=CY1。

CN=CN1+CNP\*p\*L/(2\*V)+CNR\*r\*L/(2\*V)。

CR=CR1+CRP\*p\*L/(2\*V)+CRR\*r\*L/(2\*V)。

## 5.3重心转换

将气动力数据从参考重心转换到飞机实际重心。

# 不确定度范围

依据经验值，主项气动力数据不确定度范围建议如下：

CLB：±5%；

CD0（零迎角阻力）：0+10%；

焦点位置：±5%MAC；

各舵面效率：±20%。

# 数据修正说明

## 7.1起落架修正

计算构型含起落架，从部件力看：单个主起落架轮阻力系数0.001，换算为自身阻力系数为0.226（横截面积0.049 m2），后起落架轮阻力系数0.00033，换算为自身阻力系数0.262（横截面积0.014 m2）。依据飞机设计手册，起落架轮自身阻力系数应在0.3左右，计算偏小，过往经验也表明分离严重物体阻力容易计算偏小。按自身阻力系数0.3修正，单个主起轮阻力系数=0.001\*0.3/0.226=0.00133，后起轮阻力系数=0.00033\*0.3/0.262=0.00038。

起落架后轮支架计算阻力系数0.00068，该结构较为复杂，CFD方式很难计算准确，采用工程估算方式预计其阻力约0.00165。

共需修正阻力量：（0.00133-0.001）\*2+（0.00038-0.00033）+（0.00165-0.00068）=0.00168。

修正后带起落架构型零阻0.0353。

## 7.2进排气阻力修正

当前进排气尚无详细设计方案，参考过往型号散热阻力，以进气口面积为参考面积，阻力系数约在0.7至1.2。

按自身阻力系数1来估计，进气口在来流方向投影面积约0.01m2，阻力系数=1\*0.01/11.1=0.0009。

## 7.3着陆灯

着陆灯迎风面积约0.0078m2，按自身阻力系数1来估计，阻力系数=1\*0.0078/11.1=0.0007。

## 7.4喷药杆及支架

单侧喷药杆长4000mm，直径23mm，若后期喷药杆做一定整流，按自身阻力系数0.15来估计，两侧喷药杆阻力系数=0.15\*4\*0.023/11.1\*2=0.00249。

喷药杆上有多个喷头，单个喷头迎风面积约0.0012，共计40个，按自身阻力系数1来估计，其阻力系数=1\*0.0012/11.1\*40=0.00432。

喷药杆由支架支撑，单个支架8mm宽，600mm高，共计4个，按自身阻力系数1来估计，其阻力系数=1\*0.008\*0.6/11.1\*4=0.00173。

## 7.5其他不确定量

飞机表面会有较小尺寸天线带来阻力，也因蒙皮表面质量引起阻力，目前采用CFD仿真也有不确定量，上述因素按带起落架构型零阻的3%考虑，即0.001。

## 7.6小节

上述四项修正共修正阻力0.0128，已修正至数据库CDB项中。