

# 军用直升机飞行品质规范 背景材料和使用说明



航空工业出版社

# 引 言

本技术文件是由“7210”办公室直升机专业组成员单位在长期技术积累的基础上，经过三年多时间编写成。最后经航空工业部聘任的军用直升机飞行品质规范编审委员会会同有关厂、所、院校的教授、专家审定。它是为了帮助正确理解《军用直升机飞行品质规范》而出版的。其目的是解释《军用直升机飞行品质规范》编写的基本观点，并列出具体的编写依据。本技术文件是《军用直升机飞行品质规范》使用中不可缺少的配套文件。

第 I 部分提供了本技术文件中通用的符号和编写说明。

第 II 部分概述了《军用直升机飞行品质规范》编写历史背景与过程。

第 III 部分阐明了本规范编写的结构和特点。

第 IV 部分列出了各章节的条款内容和使用说明，其顺序与《军用直升机飞行品质规范》相同。编写的格式是首先介绍“规范”的条款内容，然后进行讨论。重点阐述本节内容编写的目的，介绍编写的依据，推荐一些具体的分析方法和指出执行本条文的途径及使用范围，并给出了本规范与国外同类规范比较的结果。最后还列出了有关参考文献，以备查阅。

# I 符号和缩写说明

## 符 号

- G 直升机飞行重量, kg
- g 重力加速度,  $m/s^2$
- $h_{0max}$  最大使用高度, m
- $h_{0min}$  最小使用高度, m
- H 直升机飞行高度, m
- $I_x$  相对于直升机机体轴 X 轴的全机转动惯量,  $kg \cdot m^2$
- $I_y$  相对于直升机机体轴 Y 轴的全机转动惯量,  $kg \cdot m^2$
- $I_z$  相对于直升机机体轴 Z 轴的全机转动惯量,  $kg \cdot m^2$
- $I_{xy}$  相对于直升机机体轴 X、Y 轴的全机惯性积,  $kg \cdot m^2$
- $I_{yz}$  相对于直升机机体轴 Y、Z 轴的全机惯性积,  $kg \cdot m^2$
- $I_{zx}$  相对于直升机机体轴 Z、X 轴的全机惯性积,  $kg \cdot m^2$
- m 全机质量, kg
- $M_x$  相对于直升机机体轴的滚转气动力矩, N·m
- $M_y$  相对于直升机机体轴的偏航气动力矩, N·m
- $M_z$  相对于直升机机体轴的俯仰气动力矩, N·m
- $m_x$  相对于机体轴的滚转气动力矩系数
- $m_y$  相对于机体轴的偏航气动力矩系数
- $m_z$  相对于机体轴的俯仰气动力矩系数
- $M_x^i = \frac{1}{I_x} \frac{\partial M_x}{\partial i}$  绕 X 轴滚转力矩导数, 其中  $i = V_x, V_y, V_z, \omega_x, \alpha, \theta, W_x, W_y, W_z, \text{rad/s}^2$  [i 的单位]
- $M_y^i = \frac{1}{I_y} \frac{\partial M_y}{\partial i}$  绕 Y 轴偏航力矩系数, 其中  $i = V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_i, W_x, W_y, W_z, \text{rad/s}^2$  [i 的单位]
- $M_z^i = \frac{1}{I_z} \frac{\partial M_z}{\partial i}$  绕 Z 轴俯仰力矩导数, 其中  $i = V_x, V_y, V_z, \omega_x, \theta, \alpha, W_x, W_y, W_z, \text{rad/s}^2$  [i 的单位]
- $m_x^\beta$   $m_x$  对侧滑角  $\beta$  的导数
- $m_y^\beta$   $m_y$  对侧滑角  $\beta$  的导数
- $m_z^\beta$   $m_z$  对侧滑角  $\beta$  的导数
- n 直升机重心处的法向过载系数
- $n^i$  过载灵敏度, 单位阶跃操纵输入后的法向过载系数。其中  $i = W_x, W_y, W_z, W_\phi, 1/cm$
- $n_L$  给定的直升机飞行状态, 由结构决定的对称飞行时的法向过载系数
- $n_{0max}$  最大使用法向过载系数
- $n_{0min}$  最小使用法向过载系数

- $n_{(+1),(-1)}$  给定的高度, 在描述可用飞行包线的  $V-n$  图上的  $n$  的上、下边界
- $n_{max}$  最大可用法向过载系数
- $n_{min}$  最小可用法向过载系数
- $n/\alpha$  飞行速度不变, 增加纵向操纵时, 单位迎角变化产生的稳定法向过载系数的变化,  $1/\text{rad}$
- $P_x$  横向驾驶杆力, 向左压杆为正, N
- $P_y$  航向脚蹬力, 右脚蹬向前为正, N
- $P_z$  纵向驾驶杆力, 向前推杆为正, N
- $P_\phi$  总距驾驶杆力, N
- $P_x^i$  横向驾驶杆力导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, W_x, W_y, W_z$ , N/[i 的单位]
- $P_y^i$  航向驾驶杆力导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, W_x, W_y, W_z$ , N/[i 的单位]
- $P_z^i$  纵向驾驶杆力导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, W_x, W_y, W_z$ , N/[i 的单位]
- $P_\phi^i$  总距驾驶杆力导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, W_x, W_y, W_z$ , N/[i 的单位]
- $P_x^n$  横向杆力对法向过载系数的导数, N
- $P_y^n$  航向杆力对法向过载系数的导数, N
- $P_z^n$  俯仰杆力对法向过载系数的导数, N
- $P_\phi^n$  总距杆力对法向过载系数的导数, N
- $P \cdot R$  驾驶员评定等级
- $R$  旋翼半径、直升机转弯半径, m
- $S$  拉普拉斯(Laplace)算子,  $1/s$
- $T$  旋翼拉力, N
- $T_2$  振荡模态倍幅时间, s
- $T_{1/2}$  振荡模态半倍幅时间, s
- $T_{gu}$  滚转模态时间常数, s
- $T_{ho}$  荷兰滚周期,  $T_{he} = \frac{2\pi}{\omega_{nho} \sqrt{1-\zeta_{ho}^2}}$ , s
- $T_{nho}$  荷兰滚无阻尼周期, s
- $T_{21u}$  螺旋模态倍幅时间, s
- $t$  时间, s
- $t_a$  操纵输入倾斜时间, s
- $t_{\Delta\beta}$  在突然的滚转脉冲操纵输入后, 6 秒或半个荷兰滚周期中的较小者, s
- $t_{n\beta}$  对于向右的脉冲滚转操纵输入, 侧滑响应的荷兰滚振荡达到第  $n$  个局部最大值的  
时间, 或对于第  $n$  个局部最小值的时间[见图(4.6-B1)], s
- $V$  直升机前飞速度, km/h

- $V_{xh}$  最大巡航时间的速度(续航速度), km/h  
 $V_{xuh}$  最大航程时的速度, km/h  
 $V_{max}$  最大可用速度, km/h  
 $V_{min}$  最小可用速度, km/h  
 $V_{0max}$  最大使用速度, km/h  
 $V_{0min}$  最小使用速度, km/h  
 $V^i$  飞行速度对操纵输入的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ , m/s·cm  
 $V_x$  沿直升机机体轴系 X 轴的速度分量, m/s  
 $V_y$  沿直升机机体轴系 Y 轴的速度分量, m/s  
 $V_z$  沿直升机机体轴系 Z 轴的速度分量, m/s  
 $V_x^i$  沿体轴系 X 轴速度分量对操纵输入的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ ,  
m/s·cm  
 $V_y^i$  沿体轴系 Y 轴速度分量对操纵输入的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ ,  
m/s·cm  
 $V_z^i$  沿体轴系 Z 轴速度分量对操纵输入的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ ,  
m/s·cm  
 $W_x$  横向驾驶杆位移量, 向左压杆为正, cm  
 $W_y$  航向脚蹬的位移量, 右脚向前为正, cm  
 $W_z$  纵向驾驶杆位移量, 向前推杆为正, cm  
 $W_\phi$  总距驾驶杆位移量, cm  
 $W_x^i$  横向杆位移的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, n$ , cm/[i 的单位]  
 $W_y^i$  航向杆位移的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, n$ , cm/[i 的单位]  
 $W_z^i$  纵向杆位移的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, n$ , cm/[i 的单位]  
 $W_\phi^i$  总距杆位移的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, n$ , cm/[i 的单位]  
 $X, Y, Z$  沿机体轴各轴的气动分力, N  
 $X^i = \frac{1}{m} \frac{\partial X}{\partial i}$  沿 X 轴力的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, W_x, W_y,$   
 $W_z, \theta$ , N/kg·[i 的单位]  
 $Y^i = \frac{1}{m} \frac{\partial Y}{\partial i}$  沿 Y 轴力的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, W_x, W_y,$   
 $W_z$ , N/kg·[i 的单位]  
 $Z^i = \frac{1}{m} \frac{\partial Z}{\partial i}$  沿 Z 轴力的导数, 其中  $i=V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z$ , N/kg·[i 的  
单位]  
 $X_G, Y_G, Z_G$  相对于直升机机体轴系的重心位置, m  
 $\alpha$  机身的迎角, 上仰为正, rad  
 $\beta$  直升机侧滑角, 向  $\phi=90^\circ$  之侧滑角为正, rad  
 $\Delta\beta_{max}$  在突然的滚转脉冲输入之后, 在  $t_{d\beta}$  时间内直升机重心处的侧滑角最大变化  
值, rad

- $\theta$  直升机俯仰角, 抬头为正, rad  
 $\theta^v$  直升机俯仰角对飞行速度的导数, rad/(m/s)  
 $\theta_{1s}^w$  纵向单位阶跃操纵输入后 1 秒末的俯仰姿态变化, rad/cm

$\phi$  旋翼总距角, rad

$\phi_{w_j}$  尾桨距角, rad

$\gamma$  直升机滚转角, 向  $\psi = 90^\circ$  方向滚转为正, rad

$\gamma_t$  直升机在  $t$  秒内的滚转角, rad

$\gamma_{1s}^{wx}$  横向单位阶跃操纵输入后 1 秒末的滚转姿态变化, rad/cm

$\gamma_{zd}$  航向操纵松浮, 由脉冲滚转操纵输入后的滚转角振荡量, rad

$\hat{\gamma}_1, \hat{\gamma}_2, \hat{\gamma}_3$  由航向脉冲操纵输入引起的滚转角反应(除去螺旋模态分量)中, 滚转角的第 1、第 2、第 3 个峰值。当直升机向  $\psi = 90^\circ$  方向倾斜时  $\hat{\gamma}$  为正, rad

$\gamma_{pj}$  航向脚蹬松浮, 单位滚转脉冲操纵输入后的滚转角振荡平均分量, rad

$\gamma_{zd}/\gamma_{pj}$  航向脚蹬松浮, 在脉冲的滚转操纵输入后的滚转角振荡分量与滚转角平均分量的比值。

$$\zeta_{he} \leq 0.2 \text{ 时, } \frac{\gamma_{zd}}{\gamma_{pj}} = \frac{\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_3 - 2\hat{\gamma}_2}{\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_3 + 2\hat{\gamma}_2}$$

$$\zeta_{he} > 0.2 \text{ 时, } \frac{\gamma_{zd}}{\gamma_{pj}} = \frac{\hat{\gamma}_1 - \hat{\gamma}_2}{\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2}$$

$|\gamma/\beta|_{he}$  在任意时刻, 荷兰滚模态中, 滚转角和侧滑角包线振幅之比的绝对值

$\psi$  直升机的偏航角或桨叶方位角, rad

$\psi^v$  偏航角对飞行速度的导数, rad/(m/s)

$\psi_{1s}^{wy}$  航向单位阶跃操纵输入后一秒末的直升机偏航姿态变化, rad/cm

$\psi_\beta$  横向脉冲操纵输入引起的侧滑角反应中的荷兰滚振荡分量的相角。当  $\beta$  超前横向输入时, 其值为正, rad

$\omega_n$  二阶系统无阻尼自振频率, 1/s

$\omega_{nduan}$  短周期振荡无阻尼自振频率, 1/s

$\omega_{nch}$  长周期振荡无阻尼自振频率, 1/s

$\omega_{he}$  荷兰滚振荡频率, 1/s

$\omega_{nhe}$  荷兰滚无阻尼自振频率, 1/s

$\omega_x$  相对于机体轴的滚转角速度, rad/s

$\omega_y$  相对于机体轴的偏航角速度, rad/s

$\omega_z$  相对于机体轴的俯仰角速度, rad/s

$\omega_i^x$  直升机滚转操纵响应, 其中  $i = W_x, W_y, W_z, W_\psi$ , rad/[i 的单位]

$\omega_i^y$  直升机偏航操纵响应, 其中  $i = W_x, W_y, W_z, W_\psi$ , rad/[i 的单位]

$\omega_i^z$  直升机俯仰操纵响应, 其中  $i = W_x, W_y, W_z, W_\psi$ , rad/[i 的单位]

$\ddot{\omega}_x$  相对于机体轴的滚转角加速度, rad/s<sup>2</sup>

$\ddot{\omega}_y$  相对于机体轴的偏航角加速度, rad/s<sup>2</sup>

- $\dot{\omega}_z$  相对于机体轴的俯仰角加速度,  $\text{rad/s}^2$
- $\dot{\omega}_x^i$  相对于机体轴的滚转角加速度的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ ,  
( $\text{rad/s}^2$ )/[i 的单位]
- $\dot{\omega}_y^i$  相对于机体轴的偏航角加速度的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ ,  
( $\text{rad/s}^2$ )/[i 的单位]
- $\dot{\omega}_z^i$  相对于机体轴的俯仰角加速度的导数, 其中  $i=W_x, W_y, W_z, W_\phi$ ,  
( $\text{rad/s}^2$ )/[i 的单位]

$\zeta$  振荡运动阻尼比

$\zeta_{oh}$  长周期振荡阻尼比

$\zeta_{dunn}$  短周期振荡阻尼比

$\zeta_h$  荷兰滚振荡阻尼比

$\mu$  直升机飞行状态特性系数

### 缩 写

EAS 当量空速

FOP 固定工作点

IFR 仪表飞行规则

PIO 驾驶员诱发振荡

VFR 目视飞行规则

### 注 脚

aq 安全

cf 侧风

dx 等效

gu 滚转

he 荷兰滚

je 进场

jx 极限

ky 可用

lu 螺旋

lj 临界

max 最大

min 最小

pf 平飞

ph 平衡

pj 平均

pw 平尾

qf 起飞

qh 起飞滑跑

sh 机身

sy 使用

wj 尾桨  
xh 续航  
xt 悬停  
yx 有效  
zh 着陆滑跑  
zl 着陆



## II 编写本规范的历史背景与过程

为了适应我国直升机事业的发展，满足国内型号研制、使用和试飞鉴定任务的需要，六〇二所、六三〇所和南京航空学院等单位早在一九八〇年就十分重视直升机飞行品质的研究，他们在消化理解的基础上翻译了国外有关规范，并认真总结我国在直升机设计、研究和飞行实践过程中有关飞行品质方面的经验，积累了丰富的资料，为编写我国自己的直升机飞行品质规范作了一定的技术准备。

一九八三年初，航空工业部科技局正式提出研究编写我国《军用直升机飞行品质规范》的任务，并把该规范的编写研究列入航空工业部“六五”期间重点基础研究课题规划。同年四月“7210”任务直升机专业组在景德镇召开了第六次工作会议，参加会议的单位有航空工业部科技局、六〇二所、六三〇所、一二二厂、三七二厂和南京航空学院等六个单位32名代表。与会代表回顾了建国以来我国直升机事业由仿制走向自行设计阶段的发展简况，一致认为通过Z-5、Z-6、Y-2和Z-8的研制工作，我国的直升机设计、生产、试飞鉴定和使用部门已积累了一定的经验，尤其是使用部门在长期使用过程中积累了可贵的飞行实践经验。同时国内已翻译出版了国外先进国家的直升机飞行品质规范及有关资料，在研究、消化、使用的基础上，对国外规范已有较深刻的认识和理解。当前直升机设计、试飞鉴定、使用部门迫切需要一本适合我国情况的《军用直升机飞行品质规范》以供使用。因此，编写我国自己的《军用直升机飞行品质规范》，尽快结束目前我国在直升机设计、鉴定和使用过程中无章可循的状况的条件已经具备和成熟，着手组织并开展规范的研究编写工作是适时的。会上根据航空工业部科技局总的安排，就《军用直升机飞行品质规范》的编写组织问题进行了协商，建议由六〇二所作为该规范编写的主编单位，六三〇所为副主编单位，南京航空学院为主校单位。会上还对《军用直升机飞行品质规范》编写的指导思想、体制、大纲、技术途径、计划和分工进行了初步讨论。因此，这次会议事实上成为《品质规范》第一次编写工作会议。

一九八三年九月在上海飞行力学会议期间由航空部科技局及有关单位进一步商定了编写分工及有关工作安排。

一九八四年四月在上海召开了《品质规范》第二次编写工作会议。出席会议有六〇二所、六二八所、六三〇所、一二二厂、三七二厂、南京航空学院及航空工业部科技局七个单位35名代表。会议进一步落实了编、校、审人员名单(见表0-B1)；修改并通过了由六〇二所起草的《品质规范》编写规划和工作网络图，上报航空部科技局批准。按“规划”要求，一九八六年完成我国《品质规范》的编写工作，待提交领导机关审批后颁发使用。会议还讨论修改了《关于编写军用直升机飞行品质规范若干问题的规定》。经与会代表讨论，认为我国固定翼飞机飞行品质规范研究工作已积累了一定的工作经验，建议由航空部科技局聘请飞行力学专业组部分同志参加本规范的审校工作。为使《品质规范》编写工作进行和确保编写质量，航空工业部科技局确定并聘任下列同志组成《品质规范》编审委员会：

主任委员：王适存

副主任委员：戈平 刘毅 蒋新桐

委员：（以姓氏笔划为序）

王焕业 朱德懋 肖业伦 杨义典 范立钦 高正 顾仲潮

董庚寿 熊海泉

一九八四年十二月在桂林召开了《品质规范》第三次编写工作会议。出席会议的有六〇二所、六〇三所、六三〇所、一二二厂、三七二厂、三二〇厂、南京航空学院、北京航空学院、西北工业大学、航空工业部科技局的代表及编审委员共37名。会议对《品质规范》各章编写的初稿进行了讨论并提出修改意见。会议议定由主编单位、副主编单位、主校单位组成规范统编组，负责《品质规范》及其背景材料和使用说明的总编总校工作。会议责成主编单位提出书面的编、校、审人员工作职责要求。会议讨论了《品质规范》总承包及横向承包合同，这些合同为一九八六年完成规范编写任务起了促进和保证作用。

一九八五年七月在南京召开了《品质规范》第四次编写工作会议，出席会议的有六〇二所、六〇三所、六三〇所、一二二厂、三二〇厂、西北工业大学、南京航空学院、北京航空学院、航空部科技局的代表及编审委员共46名。会议对《品质规范》各章二稿内容进行介绍和讨论并提出修改意见。会议还通过了“关于军用直升机飞行品质规范中符号使用的规定。”

一九八五年十一月，在景德镇召开了《品质规范》第五次编写工作会议。对《品质规范》三稿内容进行了审查和讨论。会议确定由主编单位六〇二所胡启元、冯文藻，主校单位南京航空学院陈秋铭，副主编单位六三〇所杨松山及三二〇厂江积祥等五位同志组成本规范的统编组（由胡启元同志负责），具体担任《品质规范》的总编总校工作。为了保证整个规范编写进度和确保编写质量，会议要求各章主编把经过编、校、审人员签字的《品质规范》条文及背景材料和使用说明于一九八六年二月底以前送交主编单位。

一九八六年三至四月份在景德镇进行了由各章主编参加的总编总校工作。然后由统编组五位同志对各章送审稿进行了进一步的校正、修改、协调和补充。按时完成了《品质规范》及背景材料和使用说明的总编总校工作。

一九八六年七月在九江召开了《品质规范》审定会议，到会的编审委员会主任委员、副主任委员、委员、与会的教授、专家及工程技术人员对送审稿进行了认真的讨论和评定，最后由编审委员会的成员签署了审定意见，肯定了《品质规范》及其背景材料和使用说明的先进水平和实用价值，建议航空工业部批准颁发使用。

表(0-B1) 军用直升机飞行品质规范编、校、审人员名单

章次	名称	主编	副主编	编者	主校	副主校	主审	
1	总则	姜迎春 (602所)	胡向东 (602所)		董庚寿	冯文藻 (602所)	王适存(南京航院) 王焕业(航空部)	
2	悬停、小速度和垂直飞行特性	陈秋铭 (南京航院)			刘高卓 (602所)	陈道莹 (602所)	杨义典 (122厂)	
3	前飞纵向特性	杨松山 (630所)			陈秋铭	陆振纪 (602所)	范立敏 (西工大) 戈平	
4	前飞横向-航向特性	胡启元 (602所)	李石镇 (602所)		许心钰 (南京航院)	欧阳春磊 (602所)	熊海泉(南京航院) 蒋新桐(602所)	
5	飞行操纵系统特性	韩自鸿 (602所)		邱世清 周贤良 (602所)	朱 轩 (南京航院)	梁东山 (630所)	江积祥 (320厂)	
6	起飞、着陆、地面操纵、过渡飞行及其它要求	乔金堂 (630所)		胡向东	杨松山	屠 斌 (122厂)	高 正 (南京航院)	
7	飞行振动特性	张克荣 (630所)		唐亚铃(630所) 周志德(602所)	徐桂祺 (南京航院)		朱德懋 (南京航院)	
8	直升机水上使用和舰载直升机的补充要求	赵秀云 (602所)		郝 建 (602所)	何良琨 (630所)		冯文藻 刘 毅 (民航研究所)	
9	大气扰动	徐 可 (603所)		胡启元	刘同仁 (北京航院)		肖业伦 (北京航院)	
10	品质保证	杨松山			胡林炬 (602所)		董庚寿 顾仲潮 (航空部)	
总编总校		胡启元、陈秋铭、杨松山、江积祥、冯文藻						

### III 规范的结构和特点

本规范包括五项主要内容：

1. 范围和分类
2. 直升机完成使用任务时，必须具有的飞行品质要求
3. 飞行品质保证措施
4. 交付前的准备
5. 注释

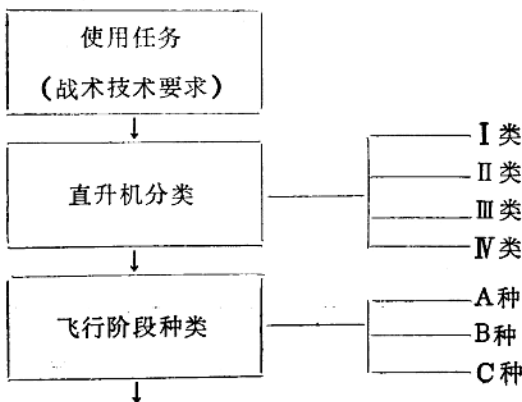
为了达到较准确、方便的使用本规范，将上述内容按飞行特性归类等因素分成十章：

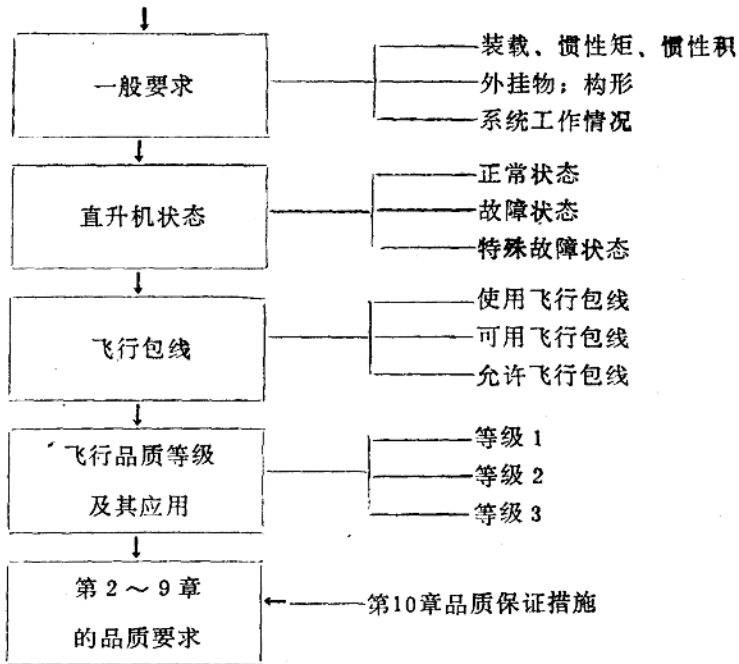
- 第1章 总则
- 第2章 悬停、小速度和垂直飞行特性
- 第3章 前飞纵向特性
- 第4章 前飞横向-航向特性
- 第5章 飞行操纵系统特性
- 第6章 起飞着陆、地面操纵、过渡飞行及其它要求
- 第7章 飞行振动特性
- 第8章 直升机水上使用和舰载直升机补充要求
- 第9章 大气扰动
- 第10章 品质保证

第1章是根据直升机的使用任务要求，确定本规范的应用范围，同时确定了直升机的分类、任务的飞行阶段和飞行品质等级的体制。

要求部分提供了正文介绍和用来确定适用规范要求状态的体制详细说明。确定了必须考虑的直升机状态，并首先根据速度、高度和过载说明确定相应飞行状态的范围。此外，给出了飞行品质等级的详细说明。第10章给出了品质保证措施。

按本规范进行飞行品质检查时，可按照以下框图所示的次序进行：





有关编写结构的几点说明：

### 1. 关于小速度范围和允许风速的规定

不论是理论分析还是使用实践均表明，直升机的悬停与前飞这两种飞行状态，其运动形态是不相同的。各气动力导数对这两类运动的模态特性参数影响的区别很大。因此，足以描述悬停时的飞行品质等级的参数值，并不足以或不适于保证前飞时的飞行品质等级，因此，本规范将飞行状态区分为悬停、小速度(第2章)和前飞(第3章、第4章)两部分来处理。

直升机允许风速的大小与直升机使用地区的风速有关。根据国内外多数直升机的使用情况和我国各地区主要气象台站记录的风速资料，本规范小速度界限和允许风速规定为65公里/小时。

### 2. 关于固定工作点飞行和过渡飞行

固定工作点飞行是指直升机在某速度-高度下的配平飞行或配平状态附近的机动飞行。对于固定工作点飞行状态的研究，直升机和垂直/短距起落飞机都采用了同固定翼飞机相似的建立在线性化小扰动理论基础上的分析技术。本规范第2、3、4章的各项要求，如静、动稳定性、操纵功效、操纵灵敏度等适用于固定工作点飞行。

过渡飞行是指从一个固定工作点在近似不变的高度上改变到另一固定工作点的飞行(加、减速飞行)，本规范第6章中提出了过渡飞行的各项要求。

### 3. 关于飞行振动特性、直升机水上使用和舰载直升机的使用要求

由于直升机的使用条件和结构特点，其振动特性对于顺利完成使用任务和保证飞行安全有重要的意义。振动特性是直升机飞行品质特性的重要组成部分，本规范将直升机飞行振动特性单独列为第7章。

直升机的水上使用和舰载使用是直升机的重要使用领域，对直升机有特殊使用要求。本规范第8章规定了直升机水上使用和舰载直升机的补充要求。

# 军用直升机飞行品质规范

## 背景材料和使用说明

### 目 录

引言	
I 符号和缩写说明	
II 编写本规范的历史背景与过程	
III 规范编写结构和特点	
VI 《军用直升机飞行品质规范》各章节的背景材料和使用说明	
1 总则	(1)
1.1 目的和作用	(1)
1.2 应用范围	(1)
1.2.1 地面效应	(1)
1.2.2 仪表飞行	(1)
1.3 直升机分类	(2)
1.4 飞行阶段种类	(3)
1.5 飞行品质等级	(5)
1.6 直升机的一般使用要求	(5)
1.6.1 使用任务	(5)
1.6.2 装载	(7)
1.6.3 惯性矩和惯性积	(7)
1.6.4 外挂物	(7)
1.6.5 直升机构形	(8)
1.6.6 直升机状态	(8)
1.6.6.1 直升机正常状态	(8)
1.6.6.2 直升机故障状态	(8)
1.6.6.3 直升机特殊故障状态	(9)
1.7 直升机飞行包线	(10)
1.7.1 使用飞行包线	(10)
1.7.2 可用飞行包线	(11)
1.7.2.1 最大可用速度	(12)
1.7.2.2 最小可用速度	(12)

1.7.2.3	可用侧向速度 .....	(12)
1.7.2.4	最大可用高度 .....	(12)
1.7.2.5	可用过载系数 .....	(13)
1.7.3	允许飞行包线 .....	(13)
1.7.3.1	最大允许速度 .....	(13)
1.7.3.2	最小允许速度 .....	(13)
1.8	等级的应用 .....	(14)
1.8.1	直升机正常状态的要求 .....	(14)
1.8.2	直升机故障状态的要求 .....	(14)
1.8.3	飞行操纵系统和动力装置故障要求 .....	(14)
1.8.4	例外情况 .....	(14)
1.8.4.1	地面使用情况 .....	(14)
1.8.4.2	未规定等级的情况 .....	(14)
1.8.4.3	可用飞行包线以外的飞行 .....	(14)
1.8.4.4	在临界高度-速度状态下飞行 .....	(14)
1.9	注释 .....	(15)
1.9.1	坐标轴系 .....	(15)
1.9.2	术语 .....	(15)
	参考文献 .....	(16)
2	悬停、小速度和垂直飞行特性 .....	(17)
2.1	悬停和小速度 .....	(17)
2.1.1	平衡特性 .....	(17)
2.1.1.1	改变配平 .....	(17)
2.1.1.2	固定配平 .....	(19)
2.1.1.3	座舱操纵梯度 .....	(19)
2.1.2	动态响应要求 .....	(21)
2.1.2.1	俯仰(滚转) .....	(21)
2.1.2.2	航向阻尼 .....	(26)
2.1.3	操纵特性 .....	(26)
2.1.3.1	操纵功效 .....	(26)
2.1.3.2	对操纵输入的响应 .....	(28)
2.1.3.3	机动飞行时操纵余量 .....	(29)
2.1.3.4	操纵滞后 .....	(29)
2.2	垂直飞行特性 .....	(30)
2.2.1	总距操纵功效 .....	(30)
2.2.2	总距操纵滞后 .....	(32)
2.2.3	对总距操纵输入的响应 .....	(35)
2.2.4	垂直阻尼 .....	(37)
2.3	注释 .....	(37)

2.3.1	术语和符号 .....	(37)
	参考文献 .....	(37)
3	前飞纵向特性 .....	(38)
3.1	纵向平衡特性 .....	(38)
3.1.1	定常前飞纵向操纵余量 .....	(38)
3.1.2	纵向静稳定性 .....	(38)
3.1.3	纵向平衡 .....	(41)
3.1.4	配平特性 .....	(42)
3.1.5	侧滑时的俯仰操纵 .....	(42)
3.2	纵向动态响应 .....	(43)
3.2.1	短周期响应 .....	(44)
3.2.2	长周期响应 .....	(46)
3.2.3	非周期响应 .....	(48)
3.3	纵向操纵特性和机动性 .....	(49)
3.3.1	纵向操纵特性 .....	(51)
3.3.2	机动性 .....	(55)
3.3.2.1	机动稳定性 .....	(55)
3.3.2.2	最大机动飞行能力 .....	(56)
3.3.2.3	机动飞行操纵余量 .....	(57)
3.4	剩余振荡 .....	(57)
3.5	单一故障情况下的纵向飞行品质要求 .....	(57)
3.6	注释 .....	(58)
3.6.1	术语和符号 .....	(58)
	参考文献 .....	(58)
4	前飞横向-航向特性 .....	(59)
4.1	横向-航向模态特性 .....	(59)
4.1.1	横向-航向振荡(荷兰滚) .....	(60)
4.1.2	滚转模态时间常数 .....	(71)
4.1.3	螺旋稳定性 .....	(76)
4.2	滚转-侧滑耦合 .....	(80)
4.2.1	滚转角振荡 .....	(81)
4.2.2	侧滑幅值 .....	(83)
4.2.3	滚转中的侧滑操纵 .....	(88)
4.2.4	定常转弯 .....	(89)
4.2.4.1	定常协调转弯 .....	(89)
4.2.4.2	定常侧滑转弯 .....	(91)
4.3	滚转操纵效率 .....	(91)
4.3.1	滚转操纵力 .....	(95)
4.3.2	滚转反应的线性 .....	(96)



4.3.3	偏航操纵引起的滚转	(96)
4.4	航向操纵效率	(97)
4.4.1	对偏航操纵输入的航向反应	(97)
4.4.2	航向反应的线性	(99)
4.4.3	速度改变时的航向操纵	(99)
4.4.3.1	不对称装载时的航向操纵	(99)
4.5	定常侧滑时的横向-航向特性	(100)
4.5.1	定常侧滑时的偏航力矩	(101)
4.5.2	定常侧滑时的滚转角	(109)
4.5.3	定常侧滑时的滚转力矩	(110)
4.5.3.1	正的有效上反角限制	(112)
4.6	术语和符号	(114)
	参考文献	(114)
5	飞行操纵系统特性	(117)
5.1	机械特性	(117)
5.1.1	操纵回中和启动力	(121)
5.1.2	座舱操纵力梯度	(121)
5.1.3	座舱操纵的空行程	(122)
5.1.4	操纵位移速率	(123)
5.1.5	可调整的操纵机构	(124)
5.1.6	操纵协调	(124)
5.1.7	机械耦合	(125)
5.2	动态特性	(125)
5.2.1	阻尼	(127)
5.3	极限座舱操纵力	(127)
5.4	增益系统	(129)
5.4.1	增益系统的性能	(129)
5.5	故障	(130)
5.5.1	抑制瞬态过程的操纵力	(130)
5.6	瞬态过程和配平变化	(130)
5.6.1	向替换操纵型式转换	(131)
5.7	配平系统	(131)
5.7.1	配平操纵速率	(131)
5.7.2	配平系统的不可逆性	(132)
5.8	注释	(132)
	参考文献	(132)
6	起飞、着陆、地面操纵、过渡飞行及其它要求	(134)
6.1	起飞、着陆和地面操纵	(134)
6.1.1	起飞时的纵向操纵	(134)