

Marzocchi - Centraggio



Scritto da Administrator

Martedì 21 Luglio 2009 20:02

## I segreti del centraggio

Non tutti i modelli da pendio sono uguali e non tutti gli aeromodellisti pilotano alla stessa maniera. Su questo non ci dovrebbero essere dubbi per cui la prima cosa che dobbiamo evitare è pensare che esista un solo centraggio esatto. Generalmente ognuno ha un suo sistema e una sua sensibilità, e dal momento che i modelli volano tutti, viene spontaneo pensare che ognuno di noi sia riuscito a trovare il centraggio migliore.

### CG

Punto di applicazione della risultante di tutte le forze di gravità, agenti sulle varie parti del modello.

Spesso si sente parlare di centraggio avanzato o arretrato. Questo ci dice già che ci sono differenze sostanziali e che ognuno di noi ha un suo modo di vedere e di posizionare il CG. A seconda di quello che si ricerca, un centraggio avanzato può essere preferibile a quello arretrato e viceversa.

### DIEDRO LONGITUDINALE

Si definisce diedro longitudinale geometrico la differenza di calettamento dell'ala e dello stabilizzatore. Se l'ala e lo stabilizzatore giacciono sullo stesso piano il diedro longitudinale geometrico è uguale a zero; se l'ala ha una inclinazione maggiore di un grado rispetto allo stabilizzatore il diedro longitudinale geometrico è di  $1^\circ$  positivo e via di seguito.

Il DL di un modello può anche essere posto a  $0^\circ$  o addirittura negativo, ma il modello, per raggiungere una certa stabilità dinamica, oltre al centraggio, deve essere caratterizzato da un diedro longitudinale aerodinamico e questa condizione è possibile anche con DL geometrico negativo per tutti quei profili caratterizzati da incidenza di portanza nulla negativa.

Sommando l'incidenza di portanza nulla al diedro longitudinale geometrico (ignorando il segno algebrico) si ottiene il diedro longitudinale aerodinamico o assoluto. Se il DLA è positivo il modello risulta stabile.

La funzione del diedro longitudinale è quella di migliorare la stabilità: un modello dotato di diedro longitudinale aerodinamico, messo volutamente in picchiata moderata tende a rimettersi in volo livellato dopo una serie di oscillazioni il cui numero e ampiezza dipende dal grado di DLA.

---

I primi concetti da ricordare, riguardano le reazioni del modello in base al tipo di centraggio: si deve tener presente che un CG avanzato porta una maggiore stabilità dovuta all'aumentare del margine statico che è la distanza, espressa in termini di corda media, del CG rispetto al punto

neutro di tutto il modello. Se invece il margine statico diminuisce, perchè togliamo piombo dal naso del modello, anche la stabilità diminuisce, mentre la sensibilità ai comandi aumenta, e lo fa maggiormente, quanto più avviciniamo il CG al punto neutro. Per entrambi i casi ci sono dei limiti: aggiungere molto piombo nel naso del modello porta a una risposta sempre più dura ai comandi, con tendenza del modello ad entrare in picchiata autonomamente il che obbliga il pilota ad aumentare la trimmatura per contrastare la maggior quantità di piombo in punta. La trimmatura a cabrare si traduce in una incidenza aerodinamica dell'ala leggermente superiore con conseguente incremento della resistenza indotta dell'ala e dei vortici di estremità dello stabilizzatore, e tutto questo comporta una diminuzione dell'efficienza. Nel senso contrario, il modello risponde sempre più prontamente ai comandi fino a divenire "violento", e man mano che togliamo piombo, acquisisce una instabilità talmente elevata da risultare inguidabile. Via via che il margine statico si riduce: il pilota è costretto ad ridurre i comandi e ad aumentare la trimmatura a picchiare per contrastarne la tendenza a cabrare e a scampanare autonomamente.

Da questo se ne deduce che nel volo veloce la condizione migliore da ricercare è quella dove il trim dello stabilizzatore rimane perfettamente a zero. La cosa sembrerebbe molto semplice visto che potremmo decidere di togliere o aggiungere piombo fino a quando la parte mobile dello stabilizzatore non si trovi perfettamente allineata con la parte fissa. Ma non tutti i modelli hanno un diedro longitudinale tale da permettere questa operazione, cosicché, oltre a trovare la quantità di piombo e la posizione del trimm, dobbiamo conoscere il grado di DL. Le varie prove di picchiata più che essere utili a determinare il CG servono soprattutto a verificare il DL, infatti, a seconda dei gradi di DL, il CG risulta diverso non garantendo la max velocità di un dato modello rispetto a quello che si potrebbe ottenere intervenendo invece sul diedro longitudinale e sul CG contemporaneamente.

Generalmente chi vola in pendio e in condizioni di termodinamica forte è portato a spostare avanti il CG per ridurre la sensibilità dei comandi a beneficio della stabilità soprattutto in presenza di vento rafficato, mentre in alta montagna, il CG ideale potrebbe cadere più arretrato a causa della rarefazione dell'aria che provoca una diminuzione del NR.

In pianura, per la cat. F3J si ricerca un centraggio molto arretrato, talvolta al limite delle possibilità di controllo del pilota. Questo possono farlo i piloti molto esperti e ben allenati dato che riescono a percepire in anticipo quale sarà la reazione della loro creatura in una data situazione. In parole povere, chi non ha un buon allenamento e non è in perfetta simbiosi con il proprio modello, dovrebbe ricorrere ad un centraggio sensibilmente più avanzato che nel frattempo gli permetta di portare a termine la propria gara in modo meno angosciante e fare ulteriore esperienza. Gli effetti di un centraggio molto arretrato in un modello di questo tipo sono una estrema sensibilità ai comandi, un andamento instabile nel volo lento con probabilità di andare in stallo e perdita di una parte di quella quota tanto ambita. Certamente un CG più avanzato porterebbe per contro ad una leggerissima perdita di velocità nei lunghi traversoni ma permetterebbe al pilota meno esperto di sfruttare meglio la termica, evitando pericolosi avvistamenti.

#### COEFFICIENTE DI MOMENTO E CENTRO DI PRESSIONE.

Il momento è il prodotto di una forza per il braccio. Nell'ala la forza è rappresentata dalla portanza, e il braccio, dalla distanza fra il punto di applicazione della portanza (centro di pressione C.P.) e il CG. A causa della distanza del C.P. dal CG si produce un movimento rotatorio dell'ala (generalmente a picchiare) che è sempre destabilizzante, ed è la ragione per cui è indispensabile lo stabilizzatore. Tanto più elevato è il valore del momento più grande deve essere la superficie dello stabilizzatore, o maggiore il braccio di leva del trave di coda. Il momento varia con l'incidenza e il suo valore aumenta con la curvatura del profilo. I profili simmetrici, salvo eccezioni, non sviluppano alcun momento. Il momento calcolato rispetto al fuoco o punto neutro del profilo (che è posizionato al 25% della corda) teoricamente non varia al variare dell'incidenza aerodinamica. Come esiste un punto neutro del profilo c'è un punto neutro del

modello intero dove il momento è costante al variare dell'incidenza aerodinamica. Nei dati che scaturiscono per calcolo matematico dalle prove in galleria del vento il momento viene fornito sottoforma di coefficiente adimensionale, come per la resistenza e la portanza, in modo che i calcoli fatti in tutto il mondo siano facilitati e soprattutto diano sempre lo stesso risultato al variare di altri fattori.

Il centro di pressione ( C.P.) è il punto di applicazione della risultante delle forze di portanza e resistenza. I suoi spostamenti dipendono dal valore del  $C_m$ , nel caso di un profilo non autostabile, hanno un effetto destabilizzante sull'assetto del modello in quanto si sposta verso il bordo d'entrata, col crescere dell'angolo di attacco, e verso, il bordo d'uscita, al suo diminuire, amplificando ogni variazione di assetto e richiedendo l'azione stabilizzante di un piano di quota di superficie adeguata.

Nel volo veloce, il C.P si sposta decisamente verso il bordo d'uscita alare e questo determina una forte azione picchiante che deve essere contrastata dallo stabilizzatore. L'entità media di questa forza è quantificabile sul piano di quota, in un quarto del peso del modello; ma con un centraggio avanzato, la deportanza che deve essere sviluppata dallo stabilizzatore può raggiungere valori sensibilmente più elevati, fino ad arrivare a mettere in crisi la struttura stessa dello stab.

Per ovviare a questo inconveniente, è preferibile arretrare ragionevolmente il centraggio,, in maniera da ridurre quel braccio di leva CG/CP che abbiamo visto precedentemente.

detto questo, non è consigliabile effettuare picchiate vertiginose con modelli che abbiano un profilo a forte curvatura e soprattutto con flap abbassati.

---

Le caratteristiche di centraggio di un modello lento da termica e un modello da velocità sono completamente opposte. Il primo, utilizzando generalmente un profilo molto curvo, presenta una larga escursione del CP ( centro di pressione ) che nelle numerose prove di galleria del vento, per molti profili, è stata rilevata fra il 25% e il 35% della corda. Questo ci dice che per i modelli destinati al volo lento il CG dovrebbe essere posto vicino al 25% della corda media aerodinamica dato che con l'aumentare dell'incidenza aerodinamica il CP si sposta verso il bordo d'entrata e tende a portare il modello ad una incidenza maggiore con conseguenti scampanate e rischio di stallo. In questo caso sarebbe forse opportuno studiare un sistema di CG mobile spostando il ballast avanti nel volo lento e indietro durante i traversoni dove il centraggio dovrebbe essere molto più arretrato; oppure un profilo variabile che durante i traversoni permetta la riduzione della curvatura, limitando così l'escursione del C.P. ( e quindi un  $C_m$  molto più basso) e la necessità di sviluppo di deportanza da parte dello stabilizzatore..

Per i modelli da velocità dovremmo invece andare nel senso opposto portando il CG indietro fin quando il trimm dello stab. non risulti esattamente a zero, durante tutte le fasi di volo veloce. I profili da scegliere per questo scopo, sono caratterizzati da una curvatura molto ridotta e un  $C_m$  prossimo allo zero, dove l'escursione del C.P. è nulla o molto limitata. Queste caratteristiche, che sono ottime per il volo rettilineo mal si adattano ai modelli che devono variare assetto durante il loro percorso. Nel caso di modelli da Pylon un CG molto arretrato è l'ottimo per il contenimento della resistenza indotta ma non è sufficiente a contenere le perdite di velocità dovute alla forza centrifuga e al basso valore di curvatura del profilo, cosicché, il comando di cabra, dovrebbe essere abbinato ad una flappatura degli alettoni in modo che durante la virata a coltello l'ala sviluppi la portanza necessaria a sostenere il peso apparente del modello in virata.

E' facile intuire quindi che in un modello dove il DL ha un tot valore positivo, qualsiasi prova di picchiata venga influenzata dallo stesso.

Ai fini della resistenza indotta, efficienza e velocità, avere un modello con DL maggiore di zero, nelle fasi di volo veloce, equivale ad avere un modello picchiato con trim a cabrare,

pertanto ricercando la max velocità, la prima operazione da fare è verificare il valore del DL, scegliendo poi se avere un modello più efficiente e scorrevole nel volo veloce, traversoni, ecc, o un modello che richieda una minor escursione del trimm volo lento.

E' ovvio che per raggiungere la prima condizione è necessario diminuire il DL fino a portarlo a 0°. La stabilità dinamica non verrà compromessa più di tanto: anche se le incidenze geometriche dell'ala e del piano di quota risultano a zero, in pratica, a causa dell'incidenza di portanza nulla dell'ala, che generalmente è negativa, l'ala ha comunque una incidenza aerodinamica maggiore del piano orizzontale. In alcuni modelli da velocità F5b per ottenere una linea di picchiata costante, l'incidenza geometrica dello stabilizzatore viene posta a 1° negativo rispetto all'ala, tuttavia bisogna considerare che questi modelli fanno quota grazie ad un motore e quindi non devono veleggiare in termica per ottenerla, anche se poi devo effettuare una prova di durata.

Per i modelli che consentano strutturalmente una prova di questo tipo, è possibile una verifica del DL con un picchiata perfettamente verticale. Se il modello tende a deviare positivamente dalla traiettoria a candela evidenzia la presenza di DL. In questa prova una qualsiasi posizione del CG non ha effetto alcuno sulla traiettoria dato che la forza di gravità agisce sulla verticale del peso, corrispondente alla linea longitudinale della fusoliera.

Per i modelli acrobatici da pendio il discorso non cambia di molto: i profili che vengono utilizzati generalmente sono biconvessi asimmetrici con un basso Cm e quindi l'escursione del CP è abbastanza limitata, cosa che permette un centraggio medio dove un 28/30% della CMA risulta quasi sempre la soluzione migliore. Piccoli aggiustamenti si verificano in volo tramite picchiate con forte inclinazione, dove il modello con trim perfettamente a zero e con DL = 0° dovrebbe risalire molto lentamente o non risalire affatto. La prova di picchiata in questo caso va eseguita indipendentemente dal volo lento e soprattutto con trim e DL = 0°. Questa, fornisce i risultati diretti: se il modello è cabrato tende a risalire; se è picchiato tende a accentuare la picchiata.

un'altra prova da eseguire, sempre considerando che il risultato che si vuole raggiungere è sempre soggettivo, è quella di verificare le differenze fra volo dritto e volo rovescio. Un modello con CG avanzato e con DL in volo rovescio ha la tendenza a picchiare sensibilmente, per cui, volendo raggiungere un comportamento più simmetrico e' consigliabile lavorare sul CG e sul DL.

Ovviamente,, nel volo lento, il modello richiede un certo del trim a cabrare dal momento che l'ala, per sviluppare la portanza necessaria al sostentamento dell'elevato carico alare che caratterizza un modello acro, deve pur lavorare ad una certa incidenza aerodinamica, e tale incidenza, visto che il DL è contenuto, è possibile attraverso il trimm. Centrando il modello molto più arretrato otterremmo sicuramente un miglioramento del volo in termica ma a danno della stabilità. Alcuni di questi modelli come lo Swift e Il fox sono stati progettati per avere una instabilità relativa, necessaria a compiere certe manovre acrobatiche.

Per il calcolo della corda media aerodinamica si può ricorrere ai numerosi programmi disponibili in rete. Per la corda media geometrica si può ricorrere alle semplici formule riportate di seguito. La differenza di un centraggio ottenuto sulla corda media geometrica, è per gli aeromodelli, molto piccola e trascurabile: un piccolo spostamento in avanti che in fase di collaudo può risultare molto utile.

Corda Media ( ali trapezoidali semplici):

Corda di un ala che abbia ( in volo ) i vettori delle forze identici a quelli dell'ala effettiva. Nell'ala trapezoidale la si calcola nel seguente modo:

$$C = 2/3 ((Ca+Ce)-((Ca \cdot Ce) : (Ca + Ce)))$$

Ca = Corda d' attacco. Ce = corda d' estremità.

Nel caso di ali a due rastremazioni:

$$C=(Cm1.S1+Cm2.S2) : (S1+S2)$$

- Cm1 = Corda media primo pannello
- Cm2 = Corda media secondo pannello
- S1 = Superficie prima rastremazione
- S2 = Superficie seconda rastremazione

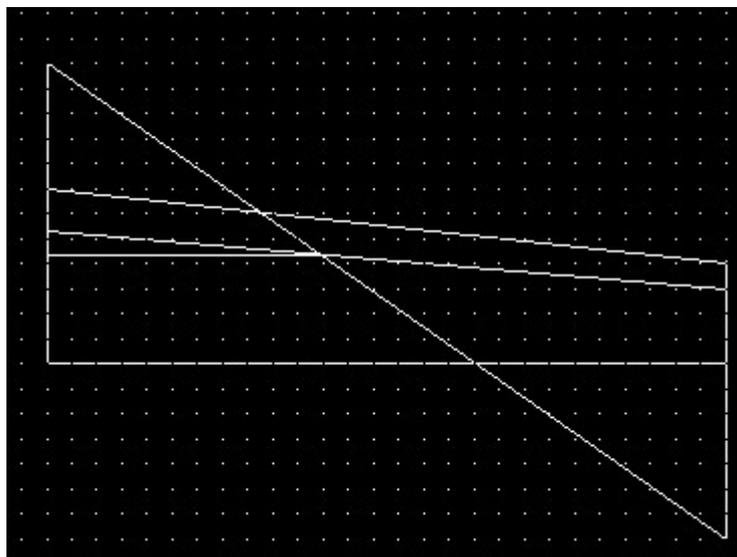
Calcolo del centro aerodinamico di un'ala a più rastremazioni ( A.Mazzone)

Noto il centro aerodinamico dell'ala posso fare poi tutte le considerazioni sul centraggio del baricentro per il calcolo di stabilità, ecc. (Supponiamo questi calcoli noti....). Quello qui esposto è il metodo grafico.

In realtà il calcolo del centro aerodinamico di un'ala deve essere fatto tenendo conto delle caratteristiche aerodinamiche: profili componenti e loro calettamenti. Solo conoscendo la distribuzione della portanza lungo la semiapertura posso poi calcolare il vero centro di pressione che varia comunque in funzione dell'assetto alare. Questo è il motivo per cui tutti i metodi diversi sono metodi approssimati.

Il metodo grafico

Il metodo è molto semplice. Disegnata la semiala in pianta si riporta sulla corda di base un segmento pari alla corda di estremità, disegnato verso l'alto. Sulla corda di estremità si riporta un segmento pari alla corda di base, diretto verso il basso.



Congiungiamo i due estremi delle corde così aggiunte con una linea. Tracciamo la linea che congiunge i centri aerodinamici dei due profili di estremità (25% della corda alare). A questo punto i due segmenti si incontreranno in un punto. Tracciamo la corda che interseca questo punto. La proiezione del centro aerodinamico del profilo così ottenuto sulla corda di base ci dà il centro aerodinamico dell'ala che corrisponde al 25% della corda media aerodinamica. Questo vale per una ala trapezia.

Ali a tre rastremazioni.

Per un'ala a più rastremazioni si procede a cascata. Divisa l'ala in tante sezioni trapezie si calcola per la prima sezione il centro aerodinamico. Si ripete lo stesso discorso per la seconda sezione, ecc.

Si troveranno per ogni sezione delle corde con il loro centro aerodinamico. Questo centro aerodinamico avrà una distanza  $x_n$  dal bordo di attacco della sezione di base.

Si calcola la corda media aerodinamica come  $S/b$  ( superficie/ apertura alare) Si calcolano le aree delle varie sezioni trapezoidali.

Si trova il valore definitivo di questo  $X_n$  come media geometrica:

$$X_{\text{centro}} = (S_1 \cdot x_1 + S_2 \cdot x_2 + S_3 \cdot x_3) : (S/2)$$

---

Ultimo aggiornamento Mercoledì 22 Luglio 2009 11:38