

1 Ottimizzazione

La procedura vista per la scelta di velocità di taglio e avanzamento è adatta per piccoli lotti. In un contesto competitivo diventa necessario ottimizzare i processi.

Prima di tutto, deve essere presa una decisione relativa al criterio più adatto alla situazione. Se l'arretrato degli ordini è elevato e gli obblighi contrattuali richiedono una consegna rapida, il criterio sarà la massima produttività.

Più spesso, il criterio è la massimizzazione del profitto; ciò richiede un modello piuttosto complesso dell'intero sistema di produzione.

2 Un'analisi meno dettagliata è sufficiente per definire le condizioni di costo minimo di produzione per componente, e qui verrà discussa solo l'ottimizzazione in base al criterio del costo minimo.

Si supporrà che vincoli quali la capacità della macchina utensile, la finitura superficiale o l'integrità della superficie non siano superati e che siano noti i fattori di costo.

Inoltre, si supporrà che le costanti nell'equazione di Taylor siano effettivamente costanti; in realtà, hanno una certa distribuzione statistica e alcune analisi tengono conto della natura probabilistica dei coefficienti.

3 Il costo della materia prima e il tempo di carico e scarico (e quindi il costo associato C_l) sono indipendenti dalla velocità di taglio e non entrano in questa ottimizzazione.

Il tempo di taglio per ogni componente è t_c (in min) e gli viene attribuito un costo unitario R_t (\$/min), che include il costo dell'operatore, le spese generali e l'ammortamento della macchina utensile.

Il costo deve includere una quota che copra la progressiva usura degli utensili.

Se un utensile costa C_t , richiede un tempo t_{ch} per la sostituzione e taglia N_t pezzi prima di dover essere sostituito, il costo utensile per pezzo C_{tp} è una frazione $1/N_t$ del costo totale:

$$C_{tp} = \frac{1}{N_t} (t_{ch} R_t + C_t)$$

4 Per calcolare il costo totale di produzione bisogna aggiungere il costo unitario per la durata della lavorazione:

$$C_{pr} = t_c R_t + \frac{1}{N_t} (t_{ch} R_t + C_t)$$

La durata della singola fase di taglio t_c è semplicemente la lunghezza del taglio l divisa per la velocità di taglio v .

Il numero di pezzi lavorati con un utensile (N_t) è uguale alla durata dell'utensile t diviso per il tempo t_c necessario per lavorare un componente.

Sostituendo:

$$C_{pr} = \frac{l}{v} R_t + \frac{t_c}{t} (t_{ch} R_t + C_t)$$

5 Dall'equazione di Taylor, la durata di un utensile può essere espressa come:

$$t = t_{ref} \left(\frac{C}{v} \right)^{1/n}$$

Sostituendo, dà:

$$C_{pr} = \frac{l}{v} R_t + \frac{l}{t_{ref} C^{1/n}} (t_{ch} R_t + C_t) v^{(1-2n)/n}$$

Il costo di produzione C_{pr} è minimo quando la derivata rispetto a v è zero:

$$\frac{dC_{pr}}{dv} = 0 = -\frac{l}{v^2}R_t + \frac{1-n}{n} \frac{l}{t_{ref}C^{1/n}} (t_{ch}R_t + C_t)v^{(1-2n)/n}$$

6 Riorganizzando, otteniamo la velocità di taglio per il costo minimo:

$$v_{c\ min} = C \left[\frac{n}{1-n} \left(\frac{t_{ref}R_t}{t_{ch}R_t + C_t} \right) \right]^n$$

Anche questo semplice modello mostra che la velocità più economica aumenta con l'aumentare di C e n (come ci si potrebbe aspettare) e anche con R_t , cioè aumentando i costi di manodopera e di ammortamento della macchina.

7 Viceversa, non è molto importante aumentare le velocità se si perde molto tempo a cambiare utensile o, come evidente dal grafico, se il tempo non produttivo di carico e scarico è la gran parte del tempo totale.

Troppo spesso, questo punto è stato trascurato e lo sforzo speso per aumentare la velocità di asportazione del metallo avrebbe potuto essere speso meglio per migliorare il movimento dei semilavorati e fornire maschere e dispositivi per il posizionamento del pezzo.

L'importanza di questi fattori è riconosciuta nell'applicazione del computer ai processi di asportazione.

8 Sistemi di ottimizzazione computerizzata

I sistemi per l'asportazione di truciolo sono caratterizzati un livello elevato di complessità e i problemi possono essere risolti più efficacemente usando un computer.

Sono possibili diversi livelli di ottimizzazione:

1. I parametri di lavorazione vengono selezionati dai database memorizzati in base alla strategia di ottimizzazione scelta e viene determinata la sequenza di caricamento degli utensili.

9 2. Partendo da questo primo livello, la sequenza del processo è ottimizzata per la forma del pezzo, le sue dimensioni, le tolleranze e la finitura della superficie specificate.

Se sono coinvolte più macchine, l'analisi mira a bilanciare i carichi di lavoro e a minimizzare gli investimenti

3. I sistemi esperti e la modellazione dei processi sono utilizzati per ottimizzare l'intero sistema