

TECNOLOGIA

# Formatura più veloce e precisa

di Lucio Pellizzari

**I processi Near Net Shape, letteralmente 'vicino alla forma finale', sono adatti per realizzare la forma e i contorni dei pezzi meccanici senza generare truciolo**

Ucimu-Sistemi per Produrre, nell'ambito del progetto Net for Mec 2 (finanziato dalla Regione Lombardia, Fondo Sociale Europeo, ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, Unione Europea) ha organizzato recentemente insieme al Fraunhofer Institut für Werkzeug-Maschinen und Umform-Technik (IWU) di Chemnitz (Germania) la prima Conferenza italo-tedesca sulle tecnologie Near Net Shape, vale a dire su quei processi che permettono di ottenere la forma e le dimensioni del pezzo finito con il minimo delle lavorazioni. Questi processi, principalmente di deformazione, potrebbero ridurre i costi di produzione di molti prodotti meccanici. La formatura Near Net Shape sta già avendo un rilevante impatto in molte applicazioni dei settori automobilistico e aeronautico e, nel prossimo futuro, consentirà di fabbricare una vasta gamma di prodotti industriali in molti altri settori.

Naturalmente anche la domanda di macchine utensili è influenzata dalla crescita di queste tecnologie. Alcune operazioni, come la finitura mediante asportazione di truciolo, potrebbero non essere più necessarie e certi componenti, come ad esempio le ruote dentate, potrebbero essere prodotti interamente e unicamente con la nuova tecnologia di formatura. Dunque, la Near Net Shape sta aprendo nuovi mercati per i produttori di macchine utensili sia nelle applicazioni sui materiali tradizionali sia in quelle basate sul titanio, sulle ceramiche o sugli altri materiali non convenzionali, che per diverse ragioni non possono essere lavorati per asportazione di truciolo.

## LA NUOVA TECNOLOGIA

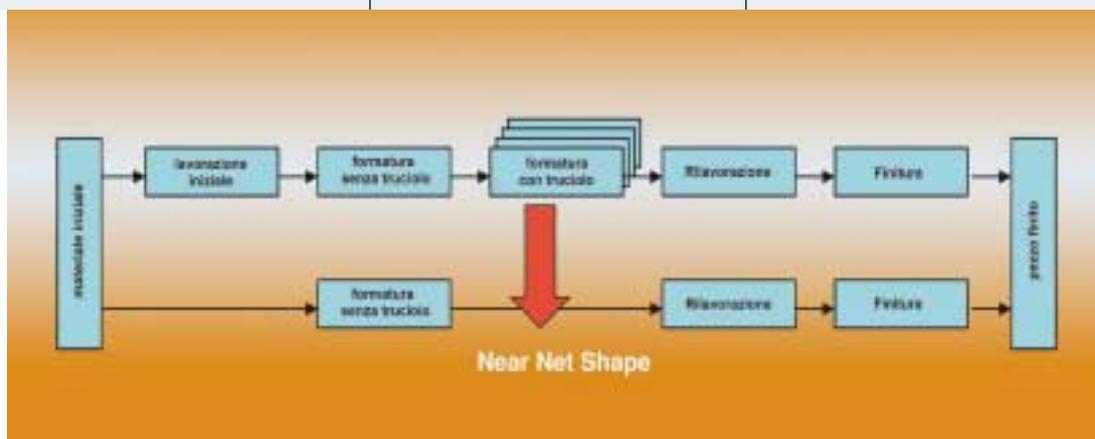
Il Fraunhofer IWU di Chemnitz (in Sassonia, vicino a Dresda) è celebre per i laboratori di ricerca

**I nuovi processi di formatura Near Net Shape permettono di realizzare pezzi meccanici con forma e dimensioni vicine a quelle finali, utilizzando un numero limitato di lavorazioni e garantendo un'elevata accuratezza**

e sviluppo che studiano in continuazione nuove tecnologie necessarie all'intero ciclo di progettazione, produzione e verifica di pezzi e prodotti meccanici. In particolare, nel campo della formatura l'istituto tedesco propone ora una metodologia che intende migliorare nettamente le prestazioni delle tradizionali tecniche.

La definizione indica la Near Net Shape, letteralmente 'vicino alla forma finale', come una tecnologia che serve a realizzare pezzi meccanici senza generare alcun truciolo e, dunque, riducendo drasticamente le fasi di finitura successive. In altre parole, diminuendo il numero delle lavorazioni si riducono i tempi e i costi di produzione e, pertanto, migliorano contemporaneamente tanto la qualità dei risultati, quanto la produttività degli impianti. Il confronto fra una tecnologia di formatura tradizionale e un processo Near Net Shape è

**Figura 1. Il ciclo di sviluppo di un pezzo meccanico la cui formatura è effettuata con una tecnica tradizionale (sopra) e con la nuova tecnica Near Net Shape (sotto).**



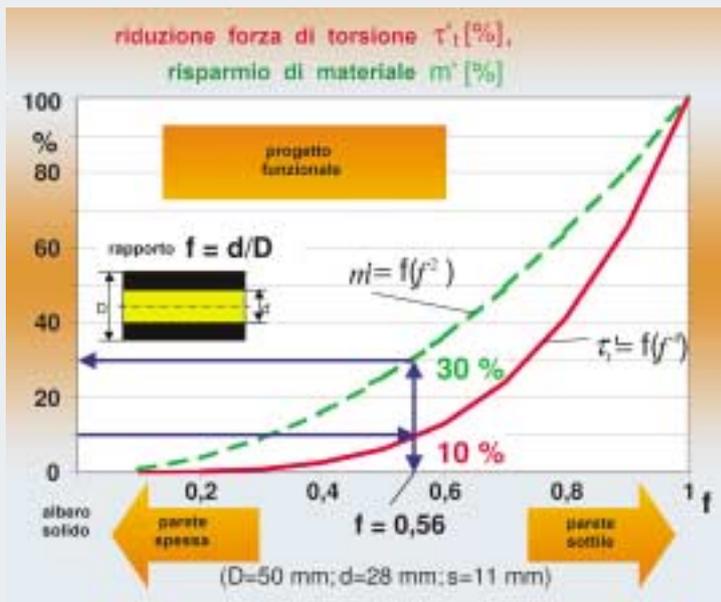


Figura 2. Le prestazioni cinematiche e dinamiche degli alberi realizzati con la formatura Near Net Shape sono ottimizzate e più efficienti.

schematizzato nella Figura 1, dove appare evidente la convenienza della seconda tecnologia rispetto alla prima, giacché viene totalmente evitata la formazione del truciolo, il che consente di eliminare interamente la fase di prelaborazione e ridurre nettamente le fasi finali di rilavorazione e finitura. Ciò va considerato pensando che si ottengono al tempo stesso migliori prestazioni meccaniche nei pezzi finiti. Si può vedere nella Figura 2, infatti, che gli alberi realizzati con questa tecnica sfruttano meglio la massa del materiale solido che li costituisce e riescono a sopportare un momento torcente più elevato a parità di spessore. Le potenziali applicazioni sono numerose anche se il primo settore dove la tecnologia si sta diffondendo più rapidamente è sicuramente quello automobilistico. Fra le parti meccaniche che sono potenzialmente realizzabili con formatura Near Net Shape vi sono alberi a gomito, alberi a camme, alberi di supporto per ingranaggi, assi, ingranaggi, flange, dischi, anelli, ruote, ruote dentate, ingranaggi satelliti, cuscinetti, manubri, supporti, leve e manovelle. Soprattutto negli alberi si stanno ottenendo

significativi risultati per l'accuratezza e la velocità con le quali si realizzano alberi con pareti di differenti spessori, alberi di piccolo diametro, alberi con pareti molto sottili, alberi di forma variegata, nonché ingranaggi con errori coassiali minimi.

#### L'IMPORTANZA DELLA PRELAVORAZIONE

Un'interessante applicazione della formatura Near Net Shape è quella detta di rotoforging, che si attua all'inizio del ciclo di

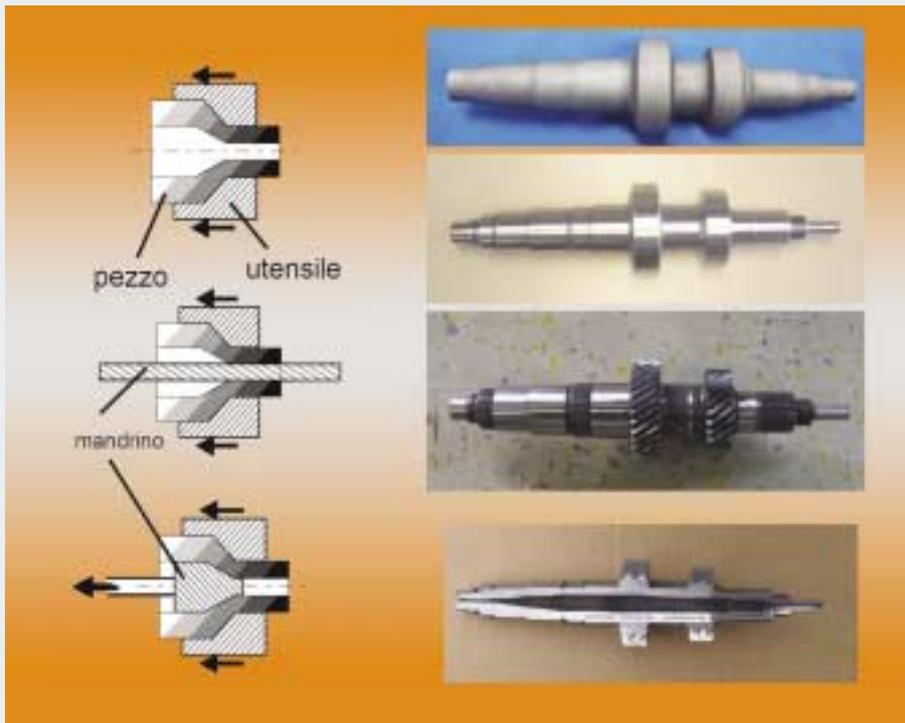
lavorazione di un pezzo meccanico, al momento di prepararlo per le fasi successive. Invero, nella fase iniziale la tecnica potrebbe essere un ideale supplente delle tradizionali lavorazioni di forgiatura, estrusione e laminazione. In questa fase, infatti, la tecnica permette di far assumere all'albero una ben determinata forma che poi viene mantenuta fino alla fine del ciclo, eliminando in un sol colpo svariate operazioni elementari intermedie che, altrimenti, accrescerebbero sensibilmente i costi globali. Un esempio è la laminazione illustrata nella Figura 3, e che può essere attuata indifferentemente sui pezzi meccanici di acciaio o di alluminio, mentre nella Figura 4 si vedono le fasi di formatura dei contorni di un albero che presenta una geometria complessa sia all'interno sia all'esterno. Una volta che, in fase di preparazione, l'albero assume la forma voluta, che è vicina alla finale, il successivo ciclo di lavorazione prosegue solo con le operazioni necessarie alla realizzazione di feature con richiesta di alta precisione e/o tolleranze ristrette, necessariamente legate a operazioni di asportazione (tornitura, rettifica, ecc.). Un altro diffuso modo di applicare la tecnica è l'estrusione, anche se la sua flessibilità è tale da permettere molteplici lavorazioni di formatura, adattabili alle

**Gli alberi realizzati con questa tecnologia sfruttano meglio la massa del materiale solido che li costituisce e riescono a fornire un momento torcente più adatto a parità di spessore strutturale**

**La Near Net Shape è ideale per la fabbricazione di numerosi piccoli pezzi meccanici che si trovano negli autoveicoli**

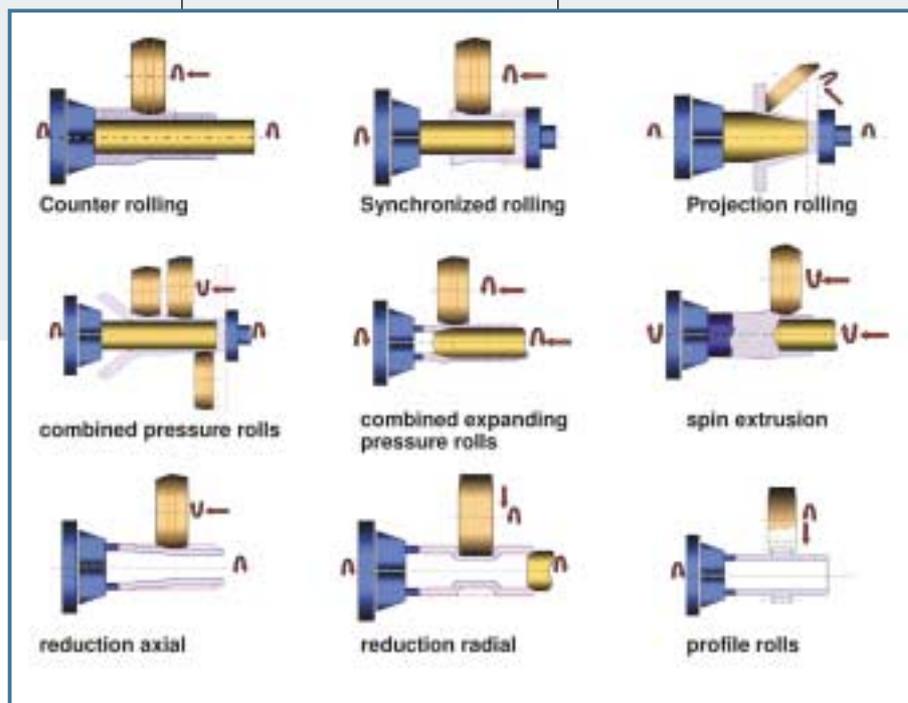


Figura 3. Laminazione eseguita con due differenti tipi di utensili.



**Figura 4.** La formatura dei contorni di un albero che presenta diversi diametri interni e una complessa geometria esterna.

**Figura 5.** La flessibilità della Near Net Shape permette di formare pezzi meccanici complessi, adattabili alle particolarità di qualsiasi applicazione meccanica.



particolarità di qualsiasi applicazione meccanica. La Figura 5, fornita dal Fraunhofer Institut, mostra alcuni esempi di come si possono effettuare formature multiple. Un interessante confronto si può fare sulla temperatura alla quale è possibile effettuare la formatura nei tre casi a caldo, a freddo e semi-caldo. Notoriamente, a freddo (circa 200 °C) si riesce ad avere maggior precisione, ma il carico meccanico sugli utensili è

molto elevato e tale da rendere poco convenienti alcuni tipi di lavorazioni, mentre a caldo (circa 1100 °C) l'accuratezza è inferiore, in compenso, la maggior duttilità dei metalli consente di realizzare una più ampia varietà di forme. Dunque, la scelta ottima è quella della lavorazione a semi-caldo (ovvero fra 600 e 850 °C) della Near Net Shape, che permette di ottenere un buon numero di forme con un'adeguata precisione.

Una stima dell'istituto tedesco indica che in Giappone e Germania la formatura a semi-caldo è già abbastanza diffusa e in crescita. A questa tecnologia si affianca quella della sinterizzazione che potrebbe trovare interessanti applicazioni nel campo della produzione di ruote dentate. A tal proposito, sono in corso vari studi ed esperienze tese, da un lato a ridurre la porosità del materiale risultante dal processo (che, ovviamente, rappresenta una fonte di riduzione della resistenza meccanica e della resistenza a fatica dei denti), dall'altro una ottimizzazione del profilo della dentatura stessa, al fine di conciliare le sue caratteristiche cinematiche con le esigenze di un processo particolare come quello della sinterizzazione. Nel corso della conferenza è infine emerso

come le varie tecnologie, prese in analisi, siano particolarmente adatte per la fabbricazione degli innumerevoli piccoli pezzi meccanici dalle forme più svariate che si trovano a bordo degli autoveicoli e, difatti, il settore automobilistico è il primo diretto interessato alla Near Net Shape, come del resto confermato dal direttore tecnico della Volkswagen Sachsen nel corso dell'intervento che ha tenuto nel corso dell'incontro.

**La nuova tecnologia è apprezzata soprattutto nella fabbricazione di ruote dentate, in particolare al momento di formare i denti con la polvere metallica, perché permette di realizzare denti precisi, robusti e ripetibili**