

グローバル市場に対応した最新NCシステムによる使いやすさと生産性の向上

永田正広*
牧野幸寛*
後藤大介*

Improvement in Productivity and Usability through Latest NC System for Global Market

Masahiro Nagata, Yukihiro Makino, Daisuke Goto

要 旨

工作機械消費地は、今後も中国・台湾・韓国等の東アジア市場とインド・ブラジル・東南アジア等の新興国市場を中心にグローバルな拡大が予測される。その中で、非熟練者が多く作業レベルがまちまちなことや、国・地域によって使われ方が異なることに對し、誰でも簡単に使える使いやすさへの対応要求は東アジア市場で強い。また、生産現場で扱う多くの情報を一度に提供するための表示部改良への対応と量産加工用機械(タッピングセンタ、旋盤、マシニングセンタ)向けに生産性向上に貢献できるNC機能開発への対応要求も同様に強い。さらに、急激な経済発展を背景に不安定な電源事情に起因する停電や電圧低下による製造ライン停止などの深刻な環境問題への対応は新興国市場を攻略する上で待ったなしの状況である。

三菱電機は、これらの課題に対応するために大型画面(15インチ)表示器開発及び旋盤系での操作性改良と生産現場で最も使われている穴あけ加工の時間短縮に貢献する機能開発を実施した。

さらに、停電による工具や加工ワークを保護するための停電保護システムとして次の3つのユニットをラインアップした。

- (1) 停電保護ユニット“MDS-D/DH-PFU”
- (2) 抵抗ユニット“R-UNIT- 6 / 7 ”
- (3) コンデンサユニット“MDS-D/DH-CU”

本稿では、これら開発で取り組んだ機能や仕組み、システムの特長及びその開発内容について述べる。



M700VSシリーズ対応15インチ表示器



停電保護ユニット
MDS-D/DH-PFU



抵抗ユニット
R-UNIT-6/7



コンデンサユニット
MDS-D/DH-CU

停電保護システムの構成ユニット

三菱CNC“M700VSシリーズ”対応15インチ表示器と停電保護システム構成ユニット

今回開発した15インチ表示器は、日本・アジアを中心に横型マシニングセンタ・大型機等のハイエンド機市場向けに三菱CNC(Computerized Numerical Control)のハイレードモデルM700VSシリーズにラインアップされた。また、停電保護システムは機械稼働中の停電や動力遮断アラームによる電源遮断時に機械(工具)や加工中ワークの破損を防止するための3つのユニットによって構成される製品である。

*名古屋製作所

1. ま え が き

工作機械消費地は、今後も中国・台湾・韓国等の東アジア市場とインド・ブラジル・東南アジア等の新興国市場を中心にグローバルな拡大が予測される。その中で、非熟練者が多く作業レベルがまちまちなことや、国・地域によって使われ方が異なることに對し、誰でも簡単に使える使いやすさへの対応要求は東アジア市場で強い。また、生産現場で扱う多くの情報を一度に提供するための表示部改良への対応と量産加工用機械(タッピングセンタ、旋盤、マシニングセンタ)向けに生産性向上に貢献できるNC機能開発への対応要求も同様に強い。さらに、急激な経済発展を背景に不安定な電源事情に起因する停電や電圧低下による製造ライン停止などの深刻な環境問題への対応は新興国市場を攻略する上で待ったなしの状況である。

当社は、これらの課題に対応するために大型画面(15インチ)表示器、旋盤系での操作性改良、穴あけ加工の時間短縮に貢献する機能、及び停電保護システムを開発した。

本稿では、これら開発で取り組んだ機能や仕組み、システムの特長及びその開発内容について述べる。

2. 15インチ表示器による操作性向上

旋盤、横型マシニングセンタ等でのハイエンド市場向けの工作機械をターゲットとした三菱CNCハイグレードモデル“M700VSシリーズ”に15インチ表示器をラインアップした(図1)。

2.1 大画面、高解像度化

従来の8.4/10.4インチ表示器に加え、さらに、操作性を向上させるために15インチ表示器を開発した。大画面・高解像度化によって、加工プログラム・モールド情報等の表示領域を拡大するなど、一度に多くの情報を表示することを可能とした。これによってユーザーの操作で画面遷移操作の回数を削減するなど操作性の向上に寄与する。また、画面レイアウトのセミカスタム化をサポートする仕組みを提供することで、工作機械メーカーに要求される高級工作機械の独自性、差別化にも貢献する(図2)。



図1. 15インチ表示器

さらに、M700VSシリーズは表示器背面に取り付けられた1台の制御ユニットで数値演算と画面表示を実現するコンパクト・低消費電力を特長としたパネルイン構成のCNC装置である。今回開発した15インチ表示器についても、LEDバックライトの採用による消費電力抑制、15インチ用インタフェース基板と画面表示ソフトウェアの開発で、既存の8.4/10.4インチ表示器の場合と同様に、パネルイン構成を実現した。

3. 旋盤系操作性改良

東アジア市場を中心に誰でも簡単に使える操作性が望まれている。今回、旋盤系の機械メーカーから改良要望が強い工具計測時の面倒な操作性の改善と頻繁に使う画面メニューを呼び出すための操作性を効率化する改良を行った。

3.1 工具計測画面

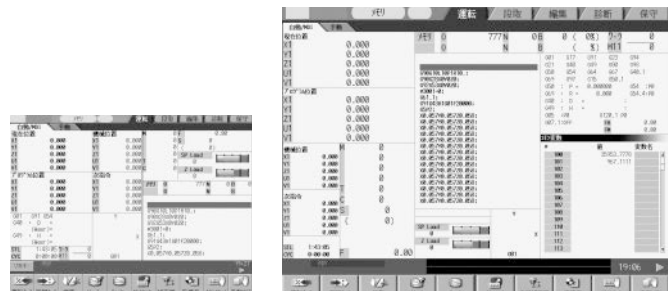
計測する対象の軸名称を同一画面メニュー上に配置することで、他社と同等のキー操作回数での計測を実現した(図3)。

3.2 メニュー構成の最適化

三菱標準メニュー位置を移動させるパラメータを追加したことで機械メーカーでの機械仕様と顧客の使い方に応じたメニュー構成の最適化を実現した(図4)。

4. 穴あけ加工の生産性向上

中ぐり、穴あけ、タッピング等の加工をより簡単な指令で行うために固定サイクルという機能がある。この開発で



(a) 8.4/10.4インチ表示画面
(640×480ピクセル)

(b) 15インチ表示画面
(1024×768ピクセル)

図2. 画面構成の比較

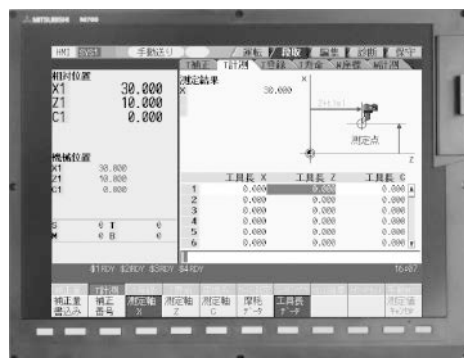


図3. 計測する対象軸名称を同一画面メニューに配置



図4. メニュー位置の客先によるカスタマイズ

は、自動車関連の部品加工産業が特に盛んな東アジアで、最も活用されている穴あけ加工用の固定サイクルについて、生産性向上のための加工時間短縮を図った。

4.1 早送り動作での時間短縮と振動抑制

穴あけ固定サイクルは、初期位置(I点)から穴あけ開始点(R点)までの動作と穴底からR点に戻る動作が早送りである。これまで、早送りによる最大早送り速度への加速、及び最大早送り速度からの減速は加減速時間を一定にした動作であった。そのため、早送りによる指令距離をNC内部単位で演算した補間距離が加減速距離よりも短く、速度が最大早送り速度に到達しない場合には、速度の傾きを一定にした動作(傾き一定)と比べてサイクルタイムが長くなっていた。一方で、速度の傾きを一定にした動作では加速後に即減速する動きとなるため機械振動を誘発させる欠点があった。

今回、NC内部で早送りによる指令距離に応じて最適な加減速制御を行い急加速／急減速による機械振動を抑制するとともに加減速時間を短縮することができた。

4.2 エンドユーザーによる穴底停止時間の最適化

穴底への軸移動完了をチェックする方法は、止まり穴の要求精度とのトレードオフで決めるのが一般的で、通常は減速チェックと呼ばれるモータへの指令完了を基準に加減速モードに応じたオフセット(時間)経過後に移動完了と判定する方法を使用する。これまで穴底での軸移動完了をチェックする方法は機械メーカーだけが設定・変更できるパラメータであったが、今回エンドユーザーも設定・変更できるパラメータを追加した事で、エンドユーザー自身が必要とする止め穴精度に応じた穴底での待ち時間を調整できるようになった。

4.3 最適パラメータへの自動切換え

今回、穴底からR点へ方向反転時の減速チェック方法を始め、切削モード(G64)又は高精度モード(G61.1)に応じて変更を必要とするパラメータに対し、最適な設定値への自動切換えを行い、煩わしかったパラメータ変更操作を大幅に減らして使いやすさを向上させた。

4.4 効果

初期位置(I点)から穴あけ開始位置(R点)までの早送り動作と穴底からI点に戻る早送り動作で、先に述べた時間短縮による効果を穴あけ数100個の加工で検証し、従来と比べ30%の短縮効果を確認した(図5)。

また、複数の切り込み動作によって穴あけを行う深穴ド

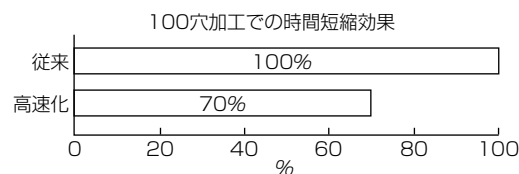


図5. 穴あけ固定サイクル高速化の効果

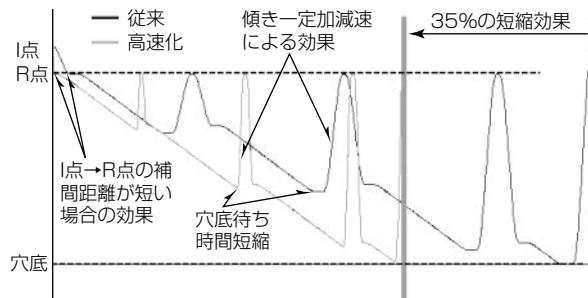


図6. 切り込み数4回の深穴ドリルサイクル高速化の効果

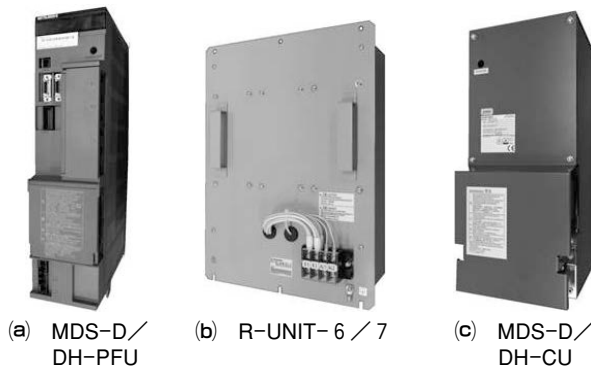


図7. 停電保護システムの構成ユニット

表1. 停電保護機能に必要なユニット構成

機能	ユニット	停電保護ユニット MDS-D/DH-PFU	抵抗ユニット R-UNIT-6/7	コンデンサユニット MDS-D/DH-CU
減速停止		○	○	—
過電圧保護		○	○	—
リトラクト		○(コンデンサユニットは8台まで接続可能)		

リルサイクルでも時間短縮効果があることを確認した。具体的には、4回の切り込み指令(G83X10.Z-15.R-2.Q3.F500)でも従来と比べ35%の短縮効果があった(図6)。

5. 停電保護システム

新興国市場での不安定な電源事情に起因する停電や電圧降下による製造ライン停止などへの対応として、停電保護システムを構成する3つのユニットを開発し、ラインアップした(図7)。

停電保護システムでは、停電保護ユニットMDS-D/DH-PFUに加え、抵抗ユニットR-UNIT-6/7やコンデンサユニットMDS-D/DH-CUを構成することで、各種保護機能を実現する(表1、図8)。これによって、停電時における機械(ツール)、ワークの保護やダウンタイム短縮を実現する。停電保護ユニットの仕様を表2に示し、各種保護機能について次に述べる。

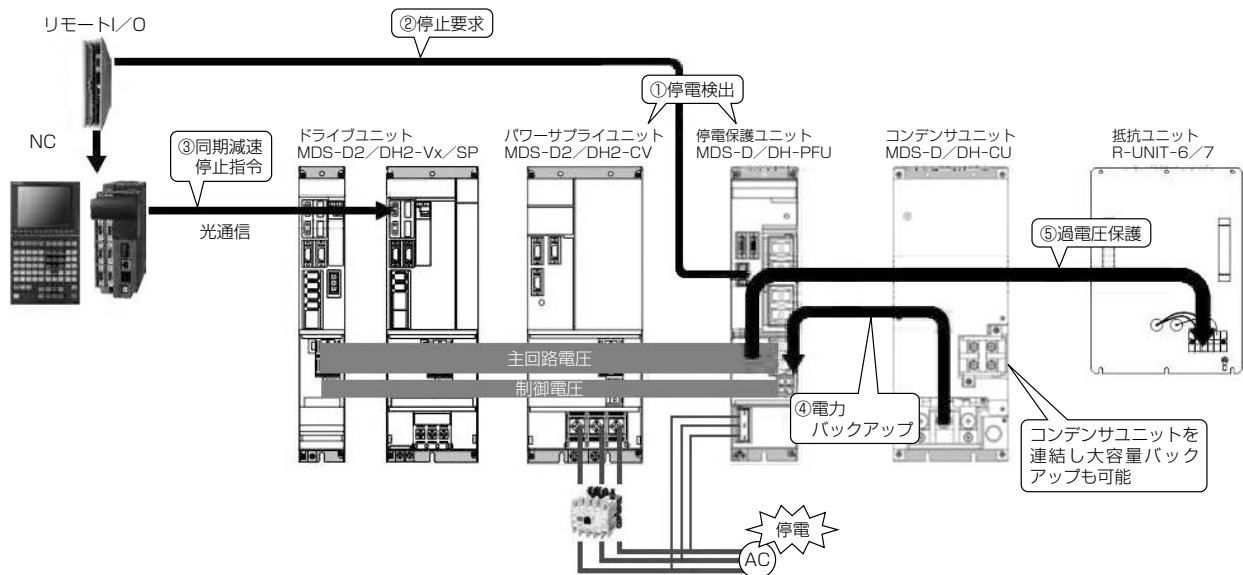


図8. 停電保護システムの構成

表2. 停電保護ユニットMDS-D/DH-PFUの仕様

形名		MDS-D-PFU		MDS-DH-PFU		
電 気 的 仕 様	AC入力	定格電圧(V)	AC200～230 電源変動率+10%, -15%以内	AC380～480 電源変動率+10%, -10%以内		
		周波数(Hz)	50／60 周波数変動±3%以内			
		定格電流(A)	4	2		
	DC入出力	定格電圧(V)	DC270～311	DC513～648		
		定格電流(A)	回生入力：MAX 300／力行出力：MAX 200	回生入力：MAX 200／力行出力：MAX 160		
	制御電源 バックアップ用 AC出力	電圧(V)	単相 AC200～230 (50／60Hz) バックアップ時50Hz	単相 AC380～480 (50／60Hz) バックアップ時50Hz		
		電流(A)	MAX 4	MAX 2		
		最大接続ドライブユニット数	6台（パワーサプライユニットを除く）			
		切替時間	AC入力遮断後100ms以内			
		最小バックアップ時間	75ms以上(AC200V入力, 最大接続ドライブユニット数の場合)	75ms以上(AC380V入力, 最大接続ドライブユニット数の場合)		
接続可能 ユニット	抵抗ユニット	R-UNIT-7	R-UNIT-6			
	コンデンサユニット	MDS-D-CU	MDS-DH-CU			
停 電 検 出 仕 様	検出条件		標準	高感度	標準	高感度
	AC入力(L1／L2線間)電圧		AC120V以下を60ms以上	AC135V以下を20ms以上	AC240V以下を60ms以上	AC270V以下を20ms以上
	位相信号	欠相	60ms以上(L1／L2相いづれか)	20ms以上(L1／L2／L3相いづれか)	60ms以上(L1／L2相いづれか)	20ms以上(L1／L2／L3相いづれか)
		全相停電	60ms以上	10ms以上	60ms以上	10ms以上
	母線電圧		電圧降下量DC80V		電圧降下量DC160V	

5.1 減速停止機能

機械稼働中に停電や動力遮断アラームで電源が遮断されると、サーボ軸はダイナミックブレーキ停止となり、停止距離が長くなることがある。減速停止機能は、停電や動力遮断アラームが発生したときに、サーボ軸をオーバーランしないよう減速停止させ、機械や加工中のワークの破損を防止する。MDS-D2/DH2シリーズとの組合せで、主軸の停止方式を減速停止又はフリーラン停止のいずれかに選択できる。主に電源環境が悪く、頻繁に停電する地域に適した機能である。

5.2 過電圧保護機能

高速IPM(Interior Permanent Magnet)主軸モータや旋盤テーブルDDM(Direct Drive Motor)では、高速回転中に停電や動力遮断アラームが発生すると、回生電力によって、ドライブユニットを過電圧破損させる高い電圧が生じることがある。過電圧保護機能は、動力遮断時に発生する

過電圧からドライブユニットを保護することができ、モータの適用範囲拡大に貢献する。

5.3 リトラクト機能

同期運転時などに動力遮断が発生した場合は、同期を維持できない可能性がある。リトラクト機能は、コンデンサユニットに電力をバックアップすることで、同期を保ちながら工具退避を行い、機械とワークを保護する。

6. む す び

中国・台湾・韓国等の東アジア市場及びインド・ブラジル・東南アジア等の新興国市場も含めた工作機械市場の更なる拡大が予測され、これらの市場に対応するための、使いやすさと生産性向上を実現した最新のNCシステムの大画面化、穴あけ加工の機能改善、及び停電保護システムについて述べた。

今後も顧客にとっての“使いやすさと生産性向上”を常に意識した製品開発を推進していく所存である。