電気制御システムと計装制御システムの融合

東芝三菱電機産業システム株式会社(TMEIC)^{*1} 産業第二システム事業部 システム技術第二部

○太田 宏^{*2}, 上野 敬

Integration of Electrical and Instrumentation Control Systems

○Hiroshi Ota^{*2} and Takashi Ueno

Paper & Material Handling Systems Engineering Department Industrial Automation and Drive Systems Division TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION-TMEIC-^{*1}

太田 宏

Abstract

Electrical and instrumentation control systems have become essential for the operation of all equipment in the field of manufacturing industry. Specification and application of electrical and instrumentation control systems are different. This paper introduces the capability of system unification utilizing unified controllers nv series.

分類：V₁ 計装・制御システム一般, V₂ 紙パルプ工程制御システム

1. はじめに

製紙工場等の生産現場において、電気制御システムと計装制御システムはあらゆる設備の運転に必要なものとなっている。制御対象が大きく異なることから両者の仕様と用途は区別されている。この異なる2つのシステムが融和し、協調できる部分の可能性と電気・計装の統一プラットフォームである(株)東芝製ユニファイドコントローラ nv シリーズの適用を本稿で紹介する。

2. 製造工場における電気・計装融合システムのコンセプト

一般産業分野では、電気担当と計装担当の部門統合が近年推進されている。東芝三菱電機産業システム(株)(略称TMEIC)は、(株)東芝と三菱電機(株)の製造業プラント向け電気設備事業を統合し、製造業プラント向けを主体とした産業システムのエンジニアリング・製造・販売会社として2003年10月に設立された。紙パルプ、石油・化学、鉄鋼を初めとするプラント向け産業システムの電気・計装監

視・制御、エンジニアリングを業務の範疇としている。電気・計装監視・制御、エンジニアリングの営業・技術・設計・品質管理が業種毎に組織構成されているため、電気・計装担当が同じ所属で活動しており、紙パルプ分野も同様である。このように当社では、分野別に電気・計装・計算機技術者が集結しており、融合システムの検討・提案に適した環境が整備されている。

さて、製造工場で追求される課題として、従来から下記が挙げられている。

- ① 環境を考慮した省力・省エネ・省コスト
- ② 保守性向上
- ③ 信頼性・品質向上
- ④ 長寿命化
- ⑤ 在庫削減

上記の課題解決のために、電気・計装及び計算機を含めた融合システムが目標とするコンセプトとして以下が必要とされる。図1に課題と要因解析及びコンセプトを示す。

- ① 情報の融合
- ② プラットフォームの融合
- ③ エンジニアリングの融合
- ④ 業務の融合

紙パルプ製造設備において各コンセプトを実現するための電気・計装システム融合について紹介する。3章では情

^{*1}〒108-0073 東京都港区三田 3-13-16/3-13-16 Mita, Minato-ku, Tokyo 108-0073, Japan

^{*2}E-mail: OHTA.hiroshi@tmeic.co.jp

図 1 電気・計装及び計算機を含めた融合システムが解決すべき課題と要因解析

図 2 製紙工場の総合システム構成

報の融合、4章では電気制御システム用監視装置とDCSオペレータステーション・リアルタイムデータベースの融合、5章では電気・計装エンジニアリングの融合について述べる。

3. 抄紙機電気制御システムと抄紙・調成計装制御システムの情報融合

製紙工場には、動力、原質・パルプ製造、抄紙・調成、

表 2 TC-net 100 伝送仕様

項目	内容
データ伝送速度	100 Mbps
媒体アクセス方式	DOMA (Deterministic Ordered Multiple Access)
伝送路	スター型 (伝送路二重化可能)
伝送距離	光ファイバ：2 km ツイストペアケーブル：100 m
ハブ段数	カスケード 2 段
接続台数	最大 254 ノード/システム
伝送モード	スキャン伝送 高速周期：1 ms～160 ms 中速周期：10 ms～1,000 ms 低速周期：100 ms～10,000 ms メッセージ伝送 TCP/IP 系メッセージ送受信
スキャン伝送容量	128 kW/システム (16 bits/Word) 2,048 ブロック/システム (64 Words/ブロック) 送信容量 576 ブロック/ノード (36 kW/ノード)
ケーブル	電気 カテゴリ 5 ツイストペアケーブル
	光 石英 GI ケーブル (62.5/125, 長波長) または (50/125, 長波長)
コネクタ	電気 RJ-45 モジュラジャック
	光 MT-RJ 形光コネクタ
接地方法	D 種専用接地 (1 点接地)

表 3 ODG 基本仕様

項目	内容
サンプリング周期	高速・中速・低速の同時サンプリングが可能 サンプリング時間は下記から選択可能。(単位: msec) 高速 : 1, 2, 5, 10, 15, 20 中速 : 25, 50, 75, 100 低速 : 200, 250, 500, 750, 1000
クライアント・サーバ構成	1 台のサーバに最大 10 台のクライアントを接続可能 サーバでの操作とクライアントでの操作は同一
収集データ保存量	高速・中速・低速ごとに収集時間を設定可能 収集時間の設定により HD 使用量を表示
サンプリング点数	PC 能力限界まで収集可能
ヒストリカルトレンド表示機能	並列表示、重ね合わせ表示が可能 2 つのスクータによるデータ表示・拡大機能 (MAX 100 点/1 画面)
リアルタイムトレンド表示機能	収集中のデータをリアルタイムで動的に表示する 並列表示、重ね合わせ表示が可能 2 つのスクータによるデータ表示・拡大機能 (MAX 100 点/1 画面) リアルタイムトレンドとヒストリカルトレンドの切替は 1 クリック
トリガ機能	任意のデータをトリガ信号として指定可能 トリガで停止しても元の信号はサンプリングを継続する。 トリガ信号の前後最大 9.9 秒間を保存可能 データ収集中もトリガ信号の設定及びトリガ収集の起動・停止が可能
スナップショット機能	リアルタイムトレンド表示中、アイコンをクリックするだけでグラフ表示を保存可能
統計解析機能	トレンドグラフの 2 つのカーソル間のデータの統計解析が可能 (最大値・最小値・平均値・中央値・標準偏差)

リケーションでも高速処理を可能とするなどの特長を有する。

紙切れなどの問題を総合的に解析したり、品質改善を行ったりするためには、電気・計装両システムのデータが同期されたデータベースが必要である。また、銘柄やロール

による紐付けが容易となる情報共有も必要である。当社ではコントローラ通信バスにリアルタイムイーサネットをベースとした TC-net 100 を採用し、リアルタイム性を確保した高速データ収集を実現している。TC-net 100 の仕様を表 2 に示す。この TC-net 100 は工業用リアルタイムイ

図5 ODGトレンド画面表示例

ーサネットの国際標準である IEC 61784-2 を取得済である。TC-net 100 で電気制御の高速処理周期に見合ったデータ収集を実現し、さらに計装制御コントローラを接続することで、電気・計装のデータ同期性を実現することも可能となる。TC-net 100 は伝送コモンメモリ方式を採用しており、128 ワードのデータを 1 ms の分解能で高速収集することも実現した。

この高速データ収集ネットワークによって、1 ms の分解能でデータ収集・解析ができる ODG (Online Data Gathering system) を実現した。図4に ODG の機能概要とシステム構成を示す。また、表3は ODG の基本仕様をまとめたものである。

この装置にデータを取込み、ヒストリカル・リアルタイムトレンド機能、トリガ条件データ収集、スナップショット機能など、ODG の持つ様々な GUI 機能が問題解析や品質改善を進める有効な手段となる。図5に ODGトレンド画面例を示す。

実際の問題解析事例として紙切れ時の原因解析が挙げられる。これまで紙切れの要因としてはドロー変動などの電氣的要因を主として解析していたが、これに不純物混入など原料要因や加圧不良、ドライヤ温度制御不良などの機械的要因を計装制御システムからデータ収集して ODG 上で同期させることにより、総合的に要因解析を行うことができる。当社が抄紙電気制御システムと抄紙・調成 DCS システムを納入している設備において、ODG を適用した電気・計装融合システム構成を図6に示す。これは、TC-net 100 インターフェイスカードを構成に加えて、電気・計装制御システムのデータを ODG にて統合するものである。

4. 電気制御システム用監視装置と DCS オペレータステーション・リアルタイムデータベースの融合

電気・計装制御システムのデータを ODG で統合することで、従来は実現が困難であった ms オーダーのデータ収集機能が実現可能であることを前章で述べた。ODG で収集する高速周期データは主に問題解析用として位置付けられる。

一方、計装制御システムの重要な役割の一つとして、実操業データの収集・保存が挙げられる。当社ではその実現手段として、リアルタイムデータベースである PLANET MEISTER のパッケージ群を用意し、帳票機能、ヒストリカルトレンド収集機能、イベントメッセージ収集機能及び解析ツール等を必要に応じてシステムに取り入れている。

図6 ODG 応用 電気・計装融合システム構成

図 7 PLANETMEISTER ヒストリカルトレンド画面例

そこで、ODGのGUIとPLANETMEISTERのGUIを1台のPCで統合し、電気・計装の操業データを一括監視・管理することを可能とした。

ODGのGUI機能の動作はもちろんのこと、PLANETMEISTERのヒストリカルトレンドに次の新機能も追加した。

- ① 基準となる時間軸を固定し、過去のデータを同一エリアに表示させる重ね合わせ機能
- ② 異なる時間軸のデータを同一画面に表示する機能(図7にサンプルを示す)

この重ね合わせトレンドや異なる過去データを1画面表示する機能により、ベストな操業状態と問題発生時の操業状態の乖離を把握し、操業ガイドラインとしての活用を図る事ができる。また、PLANETMEISTERはWeb機能も装備しており、ネットワークを介したクライアントでInternet Explorerによって帳票、ヒストリカルトレンド、イベントメッセージのデータを表示させる機能も提供する。

電気・計装制御システムの融合をさらに進め、HMIの統一化を計画中である。中央操作室と電気室で分離していることの多い計装用HMIと抄紙機電気用HMIを統一化し、中央操作室に集中させる構想である。保守・メンテナンスの対象となる機器を減らし、ランニングコストの軽減にも寄与できると考えている。

5. 電気・計装エンジニアリングの融合

電気・計装制御システムの融合を進めるに当たり、エンジニアリングの統一化も重要となってくる。電気・計装共にユニファイドコントローラnvシリーズを採用し、ハードウェアプラットフォームを統一している。処理周期の差異及び計装専用のTAGデータ取扱いなどにより、電気制御用と計装制御用の2種類のコントローラをリリースしているが、エンジニアリングツール“nV-tool 4”は同一である。図8にプログラミング作成画面の例を示す。同一プログラムタスク内に、論理型、順序型シーケンス制御とループ制御ロジックを混在表記することが可能である。図9はオンラインモニタ画面の例である。オンラインモニタ画面では、論理制御信号はONで赤・OFFで黒、変数データは下部に数値表示、順序型シーケンスは実行中ステップを赤色表示する。

nV-tool 4は、国際標準言語IEC 61131-3命令をサポートし、LD (Ladder)/FBD (Function Block Diagram)/SFC (Sequence Function Chart)/ST (Structured Text) に対応している。その特徴は下記の通りである。

- ① 技術の共有化及び資産の継承
- ② ハードベンダ依存からの脱却
- ③ 制御ソフトのマルチベンダー化
- ④ ブロック構造の多様化

従来、当社の計装プログラミングは、連続ループ制御、

図 8 nV-tool 4 画面例

図 9 nV-tool 4 でのオンラインモニタ例

論理型シーケンスロジック（ラダー）、順序型シーケンスロジック（フローチャート）を個別のプログラム単位で構築していたが、図 8 に示すように混在表記を可能にした。これにより、従来のプログラム単位間でデータ引き渡しを行う中間パラメータの削減、ロジックの整合性チェック時間の短縮など、エンジニアリングの容易性が実現される。

電気制御は主にラダー（LD）で構築されており、信号名称、ロジック補助のコメント等を多用して処理順序、タイミングの整合性を取ることが重要となる。そこで、信号レベルでの管理の容易性を目的として電気制御に TAG を導入し、電気・計装一体となるプログラミング体系を計画中である。これにより、電気・計装の技術者の交流が一層促進されるものと考えられる。

6. む す び

当社では、電気・計装制御システム互いの特長を共有することにより、特徴ある独自の融合システムを構築するこ

とが可能である。本稿では一部の紹介に留まったが、新設、増設、更新等あらゆる場面にマッチするシステムソリューションを提案することができる。加えて、統一されたハードウェアプラットフォームであるユニファイドコントローラ nv シリーズは、従来機種と比較して性能が向上しており、電気・計装両分野での適用範囲拡大が今後も期待される。

〔注記〕

- ・ TC-net は(株)東芝の登録商標
- ・ PLANETMEISTER は東芝三菱電機産業システム(株)の登録商標
- ・ イーサネットは富士ゼロックス(株)の登録商標
- ・ Internet Explorer は Microsoft 社の登録商標

Reference

日下部宏之, 登古誠, 梅田裕二:「産業用コントローラの新展開」東芝レビュー 62 (10), 2007 年 10 月