

火力発電所の監視制御システム

Digital Control Systems for Thermal Power Plants

小西 崇夫
T. Konishi

持地 繁
S. Mochiji

佐藤 文昭
F. Sato

近年、火力発電所の監視制御システムには、コストパフォーマンスに優れたコンパクトなシステムが特に要求されている。当社は、これまでの豊富なノウハウを生かし、高度情報制御システム GSXP™ シリーズの監視制御計算機システム GS6000XP シリーズ、制御システム GS3000XP シリーズを適用することで、コンパクトで高性能な総合デジタル監視制御システムを提供することができる。また、エンジニアリングの面でもデータベースの一元化、機械化などを図り、コンカレントで効率的な品質の高いシステム作りに積極的に取り組んでいる。これらは、通常汽力、コンバインドサイクルをはじめさまざまな規模・構成のプラントに対し柔軟に適用できる。

In this era of equipment miniaturization, demand has been increasing for more compact digital control systems that are also more cost-effective than previous systems. Toshiba is meeting these requirements through distribution of the GS6000XP and GS3000XP series. Toshiba's many decades of experience as a major manufacture of power-plant technologies and leading-edge computers enable it to provide compact and high-performance systems. Toshiba's system designers use common database and engineering tools to build maximum-efficiency systems.

Such manufacturing flexibility enables Toshiba to meet the diverse needs of the world's electric power industry.

1 まえがき

“高い信頼性”と“少人数による効率的な運転の実現”を追求した火力発電所の監視制御システムは、近年、さらに設備の合理化、コンパクト化の要求が高まっている。当社は、このような要求にこたえるため、高速 MPU (超小型演算処理装置) 技術、オープン分散システム技術などの先進技術と火力発電プラントにおける豊富な経験により培われたプラントシステム技術、高信頼化技術を生かして、システムの開発に取り組んでいる。

さらに、監視制御システムの構築にあたってはデータベースやエンジニアリング ツールを有効に活用することにより、コンカレントかつ効率的なシステム エンジニアリングと品質の高いシステム作りについても取り組んでいる。

ここでは、これらのニーズに対応した高度情報制御システム GSXP™ シリーズを適用した監視制御システムとその特長、エンジニアリング業務の高度化について紹介する。

2 最近の監視制御システムに求められているもの

中央操作室からプラントの運転監視を行う、いわゆる中央集中監視制御システムが定着している。従来は中央制御盤と CRT (画像表示装置) を併用する運転方式が主流であったが、最近では大型スクリーンと CRT を中心とした運転方式

に移行してきている。これに伴い CRT への情報量がますます増大し、その結果システムの大容量化、高速化が進んでいる。

一方で設備の合理化、システム構成装置のコンパクト化の必要性が高まっている。

図 1 に示すとおり、この一見相反する要求に対してシステム技術および最新のデジタル技術を適用し、プラント

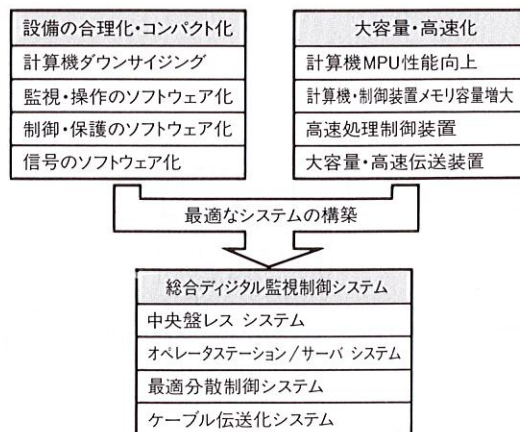


図 1. 最適な監視制御システムの構築 設備の合理化・コンパクト化とシステムの大容量・高速化の要求を受けて最適な監視制御システムを構築する。

Optimal configuration of digital control systems

の形態、運用に応じた最適化を図っていく必要がある。また、システムの構築にあたっては信頼性の確保はもちろんのことヒューマン インタフェースの向上、保守性の向上を考慮することが要求される。

4 総合デジタル監視制御システムの特長

3 総合デジタル監視制御システムの適用例

GSXPTMシリーズによって構築した汽力プラントの監視制御システム例を図2に示す。

監視制御計算機システム(GS6000XPシリーズ)は、従来のプロセス計算機による機能集中方式に代えてマンマシン機能とデータ処理機能とを分散化したオペレータステーション/サーバ方式を採用している。これによりコンパクト化、大容量化のニーズにこたえ、大型スクリーン・CRT中心の監視操作をサポートしている。また、制御システム(GS3000XPシリーズ)は、信頼性と運用性を考慮した最適な分散構成とし、監視制御計算機システムと高速かつ大容量のネットワークで有機的に結合している。さらに、計算機、制御装置のエンジニアリング ツール(GS4000XPシリーズ)をネットワークに接続し、効率的で使いやすいメンテナンス環境を提供している。

このシステムは、監視用および制御用のすべての信号をデジタル制御装置に入力し、ユニットネットワーク経由で監視制御計算機システムへデータを送信することを基本としている。これにより監視制御計算機システムの各サーバがユニット ネットワーク上のデータを共有できる。さらに、制御装置への信号入力手段として現場伝送ユニットを分散配置したケーブル伝送化システムを適用している。

このように、GSXPTMシリーズは現場から中央操作室までをデジタル化し、インタロックや警報回路などのソフトウェア化、中央盤レス化を図った高機能かつコンパクトな総合デジタル監視制御システムを構築できる。

3章で紹介した総合デジタル監視制御システムの主な特長を以下に述べる。

4.1 コンパクトなシステムの実現

システムのコンパクト化により筐(きょう)体設置の省スペース化が図れるほか、装置への電源供給量も削減できる。また、回路のソフトウェア化によりメンテナンス対象となるハードウェアが削減されるうえ、メンテナンスの効率化も可能である。

4.1.1 中央操作室の省スペース化と運転環境の構築

以下に示すCRTの機能により従来の中央制御盤がもつ操作・監視機能をCRTに置き換え、大型スクリーン・CRT中心の運転を実現する。

- (1) CRT オペレーションの全面採用による操作器具の大幅削減
- (2) ヒストリカルトレンド機能、デジタルトレンド機能による指示計、記録計の大幅削減
- (3) 高機能警報メッセージ表示による警報窓の全廃
- (4) 大型スクリーン、CRTへのITV(工業用テレビ)映像表示

これらを適用することにより中央盤レス化が進み、中央操作室の省スペース化が図れる。

4.1.2 計算機室・制御機器室の省スペース化 次に示す最新技術、システム技術を適用することにより計算機室と制御機器室の省スペース化を図る。

- (1) ダウンサイジングによる計算機CPU筐体の削減(オペレータステーションは中央盤内に収納できる)
- (2) 伝送入力を基本とした計算機入出力装置、中継筐体の大幅削減または全廃
- (3) 高速大容量制御装置採用による筐体の削減
- (4) シーケンス制御とローカル制御を同一CPUとするな

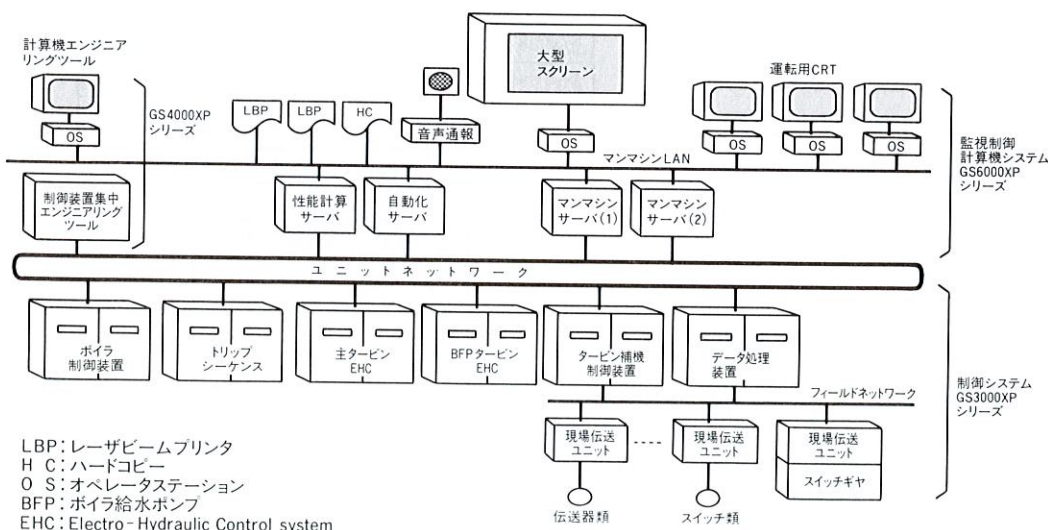


図2. 総合デジタル監視制御システムの構成 オペレータステーション/サーバ方式を採用した計算機システム、最適な分散を図った制御装置、現場伝送システムを適用したコンパクトな監視制御システムの一例である。

Configuration of digital control system

どの機能統合化

- (5) 伝送システム採用による制御装置のPI/O (プロセス入出力) 装置の大幅削減
- (6) 保護回路のソフトウェア化による保護盤の縮小化
- (7) 警報回路, インターロック回路のソフトウェア化による警報リレー盤, 補助リレー盤の縮小化

図3に当社納入のコンバインドサイクル監視制御システムのコンパクト化を図ったシステムの筐体占有面積比の検討例を示す。

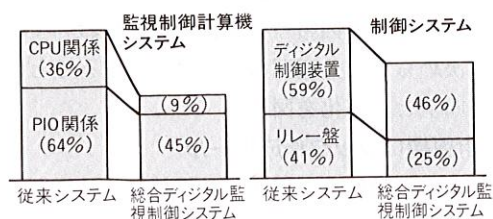


図3. コンパクト化による省スペース化 コンバインドサイクルプラントにおける従来のシステムと総合デジタル監視制御システムの筐体占有面積比で、監視制御計算機システムでは54%, 制御システムでは71%となっている。

Reduction of panel space through use of compact systems

4.1.3 ケーブル量の削減 ケーブル伝送化システムを

適用し、計装・制御ケーブル量を大幅に削減することができる。また、ケーブル量削減に伴いケーブルトレー、布設工事の大幅な削減も可能となる。以下に計装関係、スイッチギア関係の伝送化について述べる。

- (1) 計装関係現場伝送システム 現場計器の近傍に伝送ユニットを設置し、当該計器の信号を伝送ユニットに入力する。伝送ユニットに入力された信号は、ほかの伝送ユニットからの信号と同一フィールドネットワーク (伝送ルート) で制御装置に伝送される。このフィールドネットワークは二重化することで信頼性向上を図り、また数 100 ms の周期で伝送可能なため、監視情報だけでなく制御用の信号にも適用可能である。また、フィールドネットワークに接続されている複数の制御装置が現場の同一情報を直接入力することができるため、計器共用化など計器の削減が図れる。また、変換器盤やインターロックリレー盤での信号の増幅・分配が不要となり合理的な信号処理が可能となる。
- (2) スwitchギア関係伝送システム デジタル式マルチリレーを適用したスイッチギアに伝送基板を装着し、伝送で制御装置との信号授受を行う。伝送路は、前述の計装関係伝送システムと共用することができる。なお、コントロールセンタについてはリモートPI/Oを経由し伝送で信号の入力を行う。

4.2 ヒューマンインタフェースの向上

中央盤レスシステムの適用によってCRTへの依存度が高

まり、対話操作性の向上、監視計器や警報窓に取って代わる表示処理の高機能化など、従来以上にマンマシンインタフェースを向上させることが重要になってきた。また、少人数運転や複数ユニット同一中央操作化などの要求があり、運転員や運転管理者にとってより安全にかつ効率的にプラントを監視、操作できる中央操作室の環境を構築することも重要である。

4.2.1 マンマシンインタフェースの向上

- (1) マンマシン対話の向上 CRTへのタッチやマウス操作だけですべての対話を可能としたキーボードレス化、計算機マンマシンとCRTオペレーションを同一CRTから可能としたシングルアクセスを実現している。またウィンドウ機能を効果的に利用し、例えばプラント状態監視画面において表示画面を切り換えることなく各種のメニュー選択、機能の設定などの対話が行える。このように、人間工学的アプローチにより運転員の負担を軽減するユーザビリティの高いマンマシン対話を実現している。

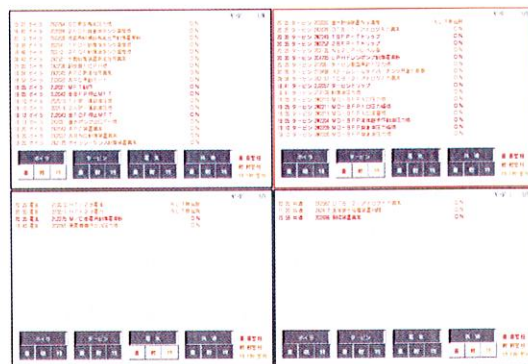


図4. 高機能警報メッセージ表示画面 重要度、系統をキーとしてメッセージを整理することができる 警報メッセージ表示機能の画面である。

High-performance annunciator message display

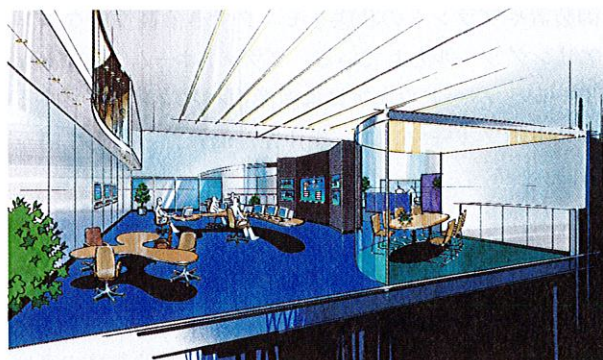


図5. 運転環境を考慮した中央操作室デザイン例 人と監視制御システムとプラント機器とのインタラクションを考慮した中央操作室の例である。

Example of central control room design

(2) 大容量高機能化 指示計、記録計を大幅に削減することでCRTに過去のデータを含めてより多くの情報量を表示することが要求される。そこで、計算機入力の全点(10,000~15,000)を4日間保存し、任意のポイントについて過去のデータを検索することを可能としている。

(3) 高機能警報メッセージ表示 警報窓をなくしたシステムではCRTで従来と同様の警報監視ができるよう、発生した警報の重要度、系統をキーとして警報メッセージを整理できるようにしている。これにより、特に複数の警報が同時に発生した場合にも警報メッセージを整理し、発生原因を的確に把握することが可能である。図4に警報メッセージ表示の例を示す。

4.2.2 運転環境の構築 運転員(人)と監視制御システム、さらにはプラント機器とのインタラクションを考慮した運転環境の構築(中央操作室のトータルデザイン)が、システムの構築において重要なファクタであると考え中央操作室の最適設計を併せて行っている。

図5は上述の設計を配慮した中央操作室の例である。

4.3 保守性の向上

ソフトウェア化の範囲が従来に比べて拡大しており、したがってオンラインメンテナンスだけでなく状態の監視が可能なユーザビリティの高いエンジニアリングツールが必要である。以下にエンジニアリングツールの特長を述べる。

4.3.1 計算機エンジニアリングツール 従来の計算機用保守ツールは専用のエンジニアリングワークステーション(EWS)を必要としていたが、このシステムではエンジニア用オペレータステーション内にその機能を組み込むことでハードウェアを共用させている。また、プラント試運転時など現地調整時には遠隔地においても対応ができるように、工場のハウスマシンと現地実機とをISDN回線で接続し、ソフトウェアの工場からの即時送達を可能にしている。

4.3.2 制御装置集中エンジニアリングツール アプリケーションプログラムのオンラインメンテナンス、および制御装置やプラントの状態をモニタできる高性能なエンジニアリングツールとしている。プラットフォームにはWindowsNT[®](注1)、ハードウェアには産業用パソコンを採用するなどコストパフォーマンス、操作性、信頼性の向上を図っている。

5 エンジニアリング・設計業務の高度化

当社は、監視制御システムにおいて生産性の向上、品質の向上を目的としたエンジニアリング・設計業務の高度化に取り組んでいる。以下にいくつかの例を紹介する。

(注1) WindowsNTは、Microsoft社の商標。

5.1 グローバルデータベース(GDB)

エンジニアリング・設計段階でプラント機器や計測点の情報を基にデータベースを構築し、エンジニアリングツール上で一元管理する。これにより各担当が同一のデータでエンジニアリング設計をコンカレントに進めることができ、効率および品質が向上する。さらに、このデータベースを使用して入出力シーケンス、制御装置のソフトウェア回路、CRTオペレーション用データベースの自動生成が可能となる。

5.2 補機操作ブロック図のマクロ化

シーケンスマスタ回路や各補機の回路において、プラントごとに決められた共通回路をマクロ化することにより設計の品質向上と効率化を図る。

5.3 計算機ロジック作成ツール

プラントの自動化を実現する計算機ロジックをこのツール上で作成することにより計算機のプログラムに自動展開することができ、設計の効率化と品質向上が図れる。

6 あとがき

当社で開発したGSXP_{TM}シリーズのうち、監視制御システムの事例について紹介した。今後もよりコンパクトでかつプラント機器の運転監視装置としてユーザビリティを追求した監視制御システムが求められる。このユーザのニーズにこたえるべく、引き続き先進技術を効果的に取り込んだシステム開発に取り組んでいきたい。

文献

- (1) 福田 浩, 他: 人にやさしいヒューマンインタフェース, 東芝レビュー, 49, 2, pp.104-108 (1994)
- (2) 有井達夫, 他: 火力情報制御システムの合理化技術, 東芝レビュー, 51, 8, pp.19-22 (1996)



小西 崇夫 Takao Konishi

火力事業部 火力制御システム技術部主務。
監視制御システムのエンジニアリング業務に従事。
Thermal Power Plant Div.



持地 繁 Shigeru Mochiji

府中工場 発電制御システム部主査。
発電用計算機システムの設計に従事。
Fuchu Works



佐藤 文昭 Fumiaki Sato

府中工場 発電制御システム部主査。
発電用制御装置の設計に従事。
Fuchu Works