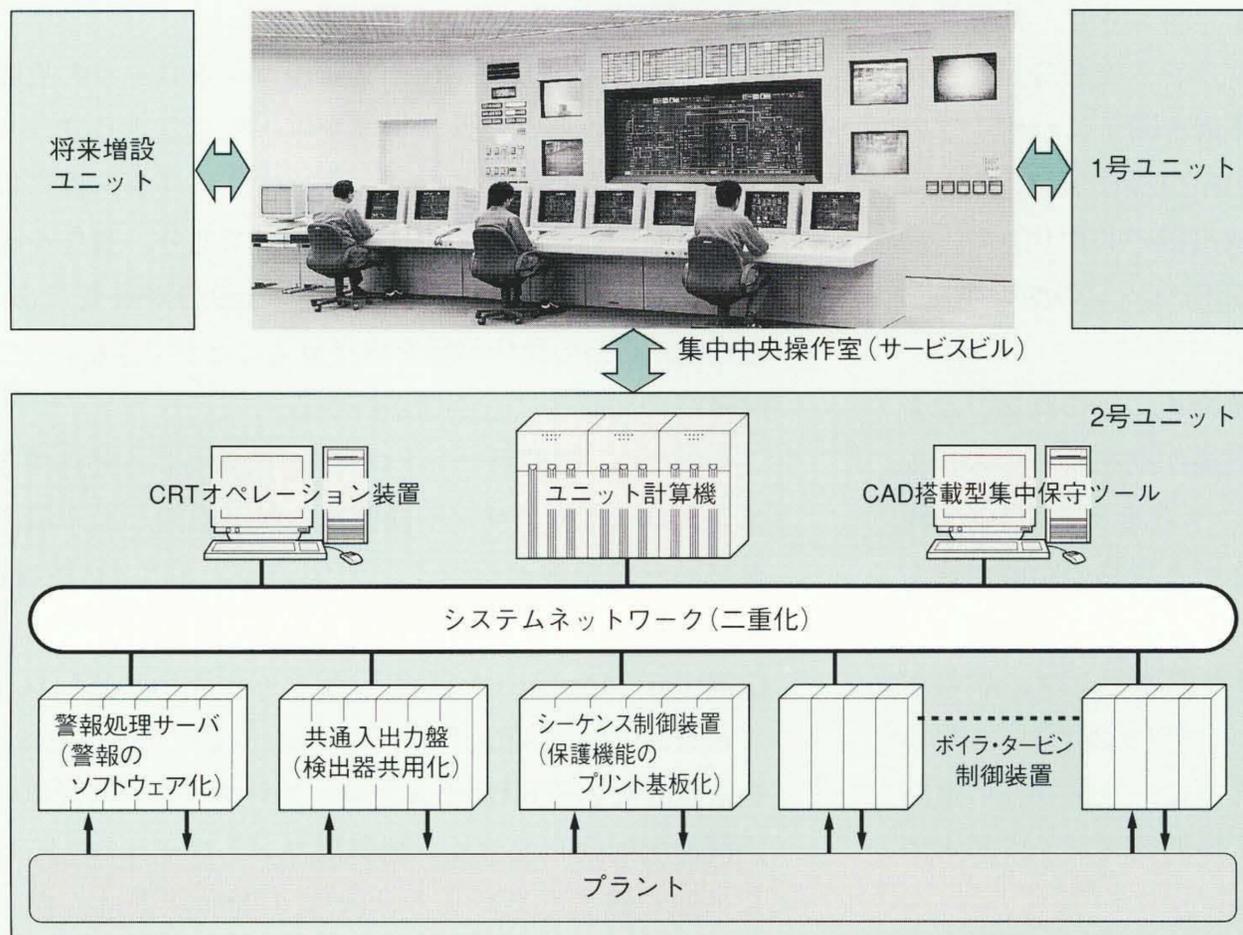


最新の火力発電所監視制御システム技術

Recent Development in Thermal Power Plant Control and Monitoring System

滝田 敦 Atsushi Takita 深井雅之 Masayuki Fukai
高橋正衛 Shōei Takahashi 武井智幸 Tomoyuki Takei



東北電力株式会社原町火力発電所集中中央操作室とシステム構成(2号ユニット分)

サービスビル最上階に集中中央操作室を設け、CRTと大型スクリーンにより、運転員・保守員にとって使いやすいヒューマンインタフェースを実現した。また、警報のソフトウェア化、検出器共用化、保護機能のプリント基板化などにより、信頼性・保守性と経済性を両立させた。

火力発電所の中間負荷運用や環境保全対応の重要性が増すにしたがって、より高度な運転・制御が要求されている。一方、電力業界を取り巻く環境の変化に対応するためには、経済性や省力化などのニーズにもこたえられるシステムを構築する必要がある。

このために、操作性、信頼性、保守性に加えて、経済性を追求しながら運転・保守の省力化を可能とした監視制御システムを開発し、最新鋭の石炭火力発電所やコンバインド発電プラントへ適用した。このシステムでは、インタロック強化や自動化範囲拡大、現場監視ロボットなどによって中央操作室の集中化と省力化を実現した。また、保護機能のプリント基板化、警報システムのソフトウェア化、検出器の共用化などにより、信頼性・保守性と経済性を両立させた。現地試運転や商用運転を通してこのシステムの有効性も確認した。この成果のさらに広い適用を図るとともに、いっそうの経済性や信頼性の高いシステムの構築を目指してダウンサイジングなどを進めていく。

1 はじめに

火力発電所では、電力の安定供給はもとより、効率の良い中間負荷運用や環境保全への対応が重要になってきている。このため、監視・操作項目の増加に伴う運転・制御の高度化が要求されている。また、自由競争や規制緩和などによるコストダウンが大きな課題となっており、建設コストだけでなく、運転や保守の省力化が求められている。

このような背景から、これまで培ってきた高い信頼性を維持しながら経済性を追求する一方、運転員・保守員の負担を軽減できる監視制御システムを開発した。“HIACS(Hitachi Integrated Autonomic Control System)”を核とした監視制御システムは、東北電力株式会社原町火力発電所第2号機と九州電力株式会社新大分発電所第3-1号系列に納入され、商用運転を開始した。

ここでは、これらのシステムの概要について述べる。

2

大容量石炭火力発電プラント 監視制御システム

東北電力株式会社原町火力発電所第2号機(出力1,000 MW, 石炭燃料)は、タービン蒸気条件を主蒸気温度、再熱蒸気温度ともに600℃まで向上させ、世界最高水準の熱効率を実現した最新鋭プラントである。監視制御システムに対するニーズと具体策を図1に示す。このうち、特に特徴のある、(1)集中中央操作室化、(2)保護機能のプリント基板化、(3)検出器の共用化、(4)運用性の向上について以下に述べる(21ページの図参照)。

2.1 集中中央操作室化

労働環境の改善と省力化を図るために、これまではタービンフロアに設置していた中央操作室をサービスビル最上階に設置し、将来の増設ユニットを含めて1中央操作室とした。このため、中央操作室と現場の距離が遠くなるので、現場には監視ロボットを設置(ボイラ回りに移動式8台、タービン主弁、ボイラ給水ポンプ、燃料ポンプ室に首振り式6台、補機回りに固定式28台)し、現場パトロールの負担を軽減するとともに、定例操作の遠隔化範囲拡大(タービン油ポンプ、発電機固定子冷却水ポンプの自動起動テストなど)を図った。

また、ヒューマン インタフェース システムとしては、大型スクリーン(70型2台)とCRTによる全面CRTオペレーションシステムを採用した。CRTをクライアントとし、制御用計算機とCRTオペレーション装置をサーバとする

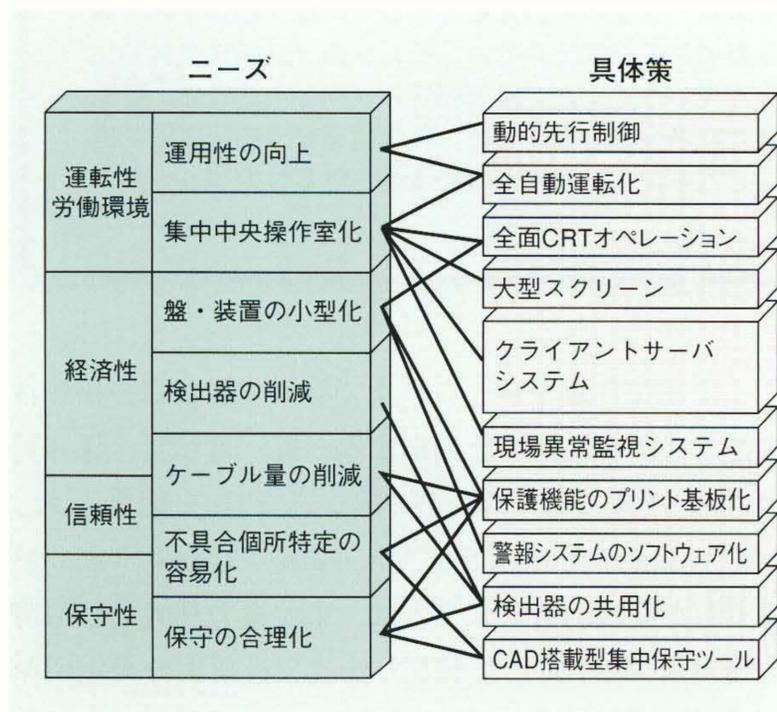


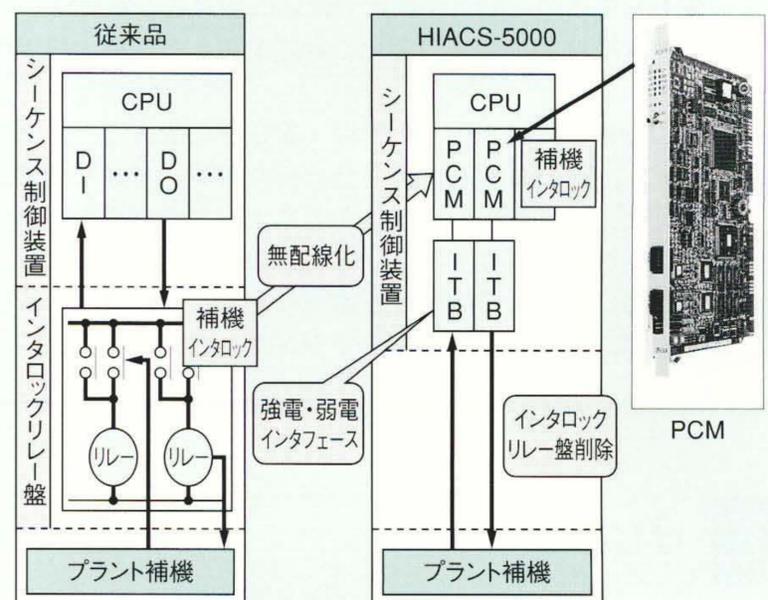
図1 監視制御システムに対するニーズと具体策
監視制御システムには、信頼性・保守性だけでなく、いっそうの経済性が要求されている。

C/S(Client-Server)システムを採用し、1台のCRTで監視をしながら、画面を切り替えることなく操作が行えるようにした。また、ハードウェアによるバックアップスイッチは主機非常停止と燃料緊急遮断に限定し、中央操作室設置盤の小型化を図った。

2.2 保護機能のプリント基板化

プロセス入出力回路は、制御用コントローラの故障時にもインタロックや保護機能を確保できるように、リレー盤を介して構成している(図2参照)。リレー盤には多数のリレーの実装や配線作業が必要であり、製作や改造および定期的な保守点検には多大な労力が必要である。さらに、回路の動作状態を直接見ることができないので、故障時の局所化にも手間が掛かる。

そのため、制御用コントローラの故障時にも動作でき、インタロックやプラント補機類の保護機能と操作端インタフェースを併せ持つインテリジェントPI/O(Process Input-Output)として、可視化PCM(Programmable Control Module)を開発した。可視化PCMにはCPU(Central Processing Unit)とROM(Read-Only Memory)を搭載した。ROMはインタロックやプラント補機類の保護機能を内蔵しており、制御用コントローラの故障時でも単独で機能を果たせる。PCMの動作状況は、保守ツ



注：略語説明
DI(Digital Input), DO(Digital Output), ITB(Isolation Terminal Block)

図2 保護機能のプリント基板化

これまでハードウェアのリレー盤で実現していたインタロックや保護機能を、プリント基板(PCM)で実現することを可能とした。内容の変更は、正面パネルのロックスイッチの操作と保守ツールによって容易に行える。回路の動作状況も、保守ツールで監視が可能である。

ールによってリアルタイムに監視が可能であり、可視性に優れている。さらに、インタロック回路の改造時には、保守ツールからのローディングだけで改造が行える。

このことにより、従来設置していたリレー盤を大幅に削減し、制御装置のコンパクト化を図るとともに、信頼性も向上し、製作や改造および保守点検の合理化を実現した。

2.3 検出器の共用化

従来、プラントの状態を検出する検出器は、信頼性を確保するために、同一の検出点であってもその用途に応じて、監視用、制御用、警報用、保護用とおのおの独立して設けられていた。さらに、調整制御に用いる検出器(発信器)とインタロック回路の判定条件などに用いる接点信号取り出し用の検出器(現場スイッチなど)も、独立して個別に設けられていた。

このため、同一検出点には多数の発信器や現場スイッチなどを取り付けるための検出座や、それらの検出器を収納する現場盤、および多数のケーブルが必要になり、複雑なシステムとなっていた。また、現場スイッチなどの機械接点は、プラントの運転状態(温度や振動)や経時変化による誤差の発生、接触不良などの問題があり、信頼性・保守性の面からも改善が望まれていた。

今回、検出器の整理統合化を検討し、同一検出点に多数の検出器が必要な場合には、種々の用途に共用できる発信器(主機保護用の場合は3台、補機保護・制御・インタロックの場合には2台、警報・監視だけの場合には1台)を設置した。これらの発信器からの検出信号を、独立した3台のコントローラから構成する共通入出力盤に入力し、ソフトウェアによるレベル判定を行った後に、その結果を必要な装置に渡すシステム構成とした。これにより、現場の検出器、現場盤、ケーブルなどの大幅な削減と、信頼性向上、および保守点検の合理化が実現できた。

2.4 運用性の向上

負荷追従性については最新の予測制御・動的先行制御などを適用し、石炭ミル起動停止を伴わない高・中負荷帯では、運用負荷変化率4%/min以上の計画に対して最大5%/min、低負荷帯では、運用負荷変化率2%/min以上の計画に対して最大3%/minをそれぞれ確認した。また、石炭の燃料比に応じて最適なO₂設定を自動的に行う制御方式とすることにより、高効率運転に寄与できるようにした。さらに、ユニット緊急停止後の再起動については自動化・制御上のくふうも行い、従来の150~180分に対して100分以内での再併入を可能とした。

3 大容量コンバインド発電プラント 監視制御システム

3.1 省力化を図った運転監視制御システム

火力発電プラントでの運転省力化・自動化は、計算機や制御装置、ヒューマンインタフェース技術の飛躍的発展によって大きく進歩し、1980年代には、全自動化の領域にまで到達している。しかし、運転員は昼夜を問わず中央制御室に在勤し、運転状態監視、緊急時・異常時の対応、起動渋滞時の補完操作などに従事している。

今回、九州電力株式会社新大分発電所(総合出力2,295 MW、液化天然ガス燃料)で、中央制御室の運転合理化を目的とした、従来にない省力化運転監視システムの構築を試みた。システム設計にあたっては、運転業務の分析や運転員へのヒヤリング、過去の警報発生調査などを電力会社と共同で実施し、(1)省力化運転に必要なインタロックの強化、(2)警報発生自体を低減するための設備改善、(3)運転員介在操作の自動化などの設備強化を実施した。

3.2 システムの構成と特徴

九州電力株式会社新大分発電所の監視制御システムの構成を図3に示す。徹底した省力化を実現するために、次の点を配慮した。

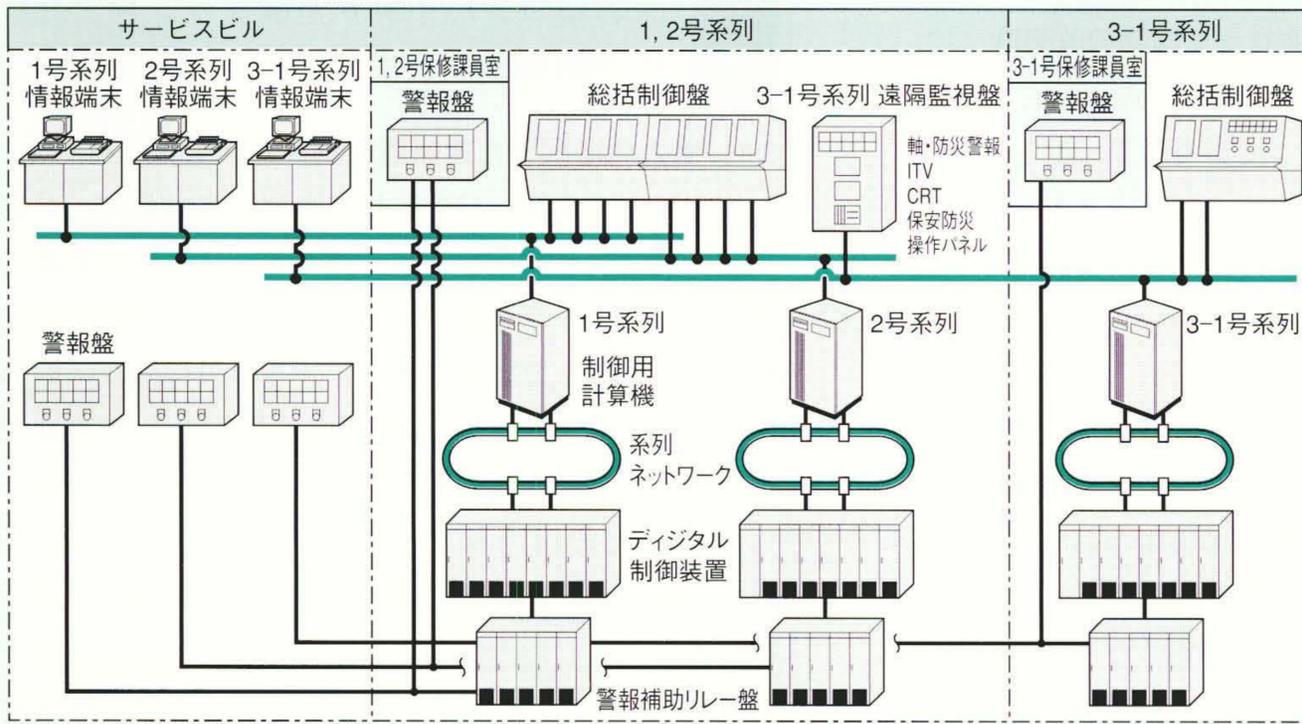
- (1) 既設1,2号系列中央制御室に3-1号系列の軸の非常停止と保安防災操作監視機能を持つ遠隔監視盤を設置し、1,2号系列中央制御室から3-1号系列の監視を可能とした。
- (2) 遠隔監視盤には3-1号系列計算機に接続したCRTを設け、個別警報の監視を可能とした。
- (3) 中央制御室横に保守課員室を配置し、保安体制を強化するとともに、警報盤と各系列計算機のCRT端末を設置し、発電所全体で運転情報の管理を可能とした。

3.3 設備改善

運転監視を合理化するためには、保安・保護インタロックの強化、警報発生の低減、および自動化範囲の拡大が必要である。

まず、インタロックの強化では、非常停止、負荷ランバック、緊急停止、中央給電指令所負荷制御除外、補機停止の各項目で実施した。それぞれ、これまでは監視、点検、手動操作・手動調整であったものを、インタロックによる対応とした。

警報発生の低減にあたっては、既設1,2号系列での警報発生の実績調査を行い、(1)負荷に影響を与えるもの、(2)環境に影響を与えるもの、(3)機器に影響を与える



注：略語説明
ITV (Industrial Television)

図3 九州電力株式会社
新大分発電所の監視制御
システムの構成

1, 2号系列中央操作室に3号系列レベルの操作を可能とする遠隔監視盤を設置し、集中化中央操作室としての役割を持たせている。

もの以外で頻繁に発生している警報について設備改善を行った。

また、19項目にわたる自動化範囲の拡大、軸スケジュール計算・登録の自動化、系列最低負荷運用の自動化、BOG (Boil-off Gas) 処理、補助蒸気運用の自動化、中央給電指令所と連動した発電機電圧制御の自動化などを実現した。さらに、自動化進行表示画面の細分化やデータ収集機能の強化など、監視面の機能も充実させた。

4 おわりに

ここでは、火力発電所の監視制御システムとして、高信頼性を維持しながら経済性を追求し、さらに運転員・保守員の負担を軽減する省力化システムの新技术について述べた。

これは、遠方集中監視制御というニーズに先鞭を付けたもので、最新のデジタル制御装置や伝送システム、計算機の技術と、ユーザーに蓄積された優れた運用技術がうまく融合した成果である。国内や海外のプラントにこの成果を適用し、いっそうの効率化のために役立てられれば幸いである。

今後、発電プラントに対する経済性や環境保全への要求はさらに高度化するものと考えられる。一方、燃料を有効利用する石炭ガス化複合発電プラントなどの建設が急がれている。これらのニーズに対応し、プラントを安全かつ効率よく運転するための最適な監視制御システムの実現を目指して、さらに努力していく考えである。

参考文献

- 1) 伊藤, 外: 高度情報化を目指した火力監視制御システムの新技术, 日立評論, 76, 10, 693~698 (平6-10)
- 2) 高橋, 外: 高度情報化を目指した火力監視制御システム, 日立評論, 79, 3, 267~270 (平9-3)
- 3) 伊藤, 外: 高信頼・次世代総合監視制御システム, 日立評論, 80, 2, 235~240 (平10-2)

執筆者紹介



滝田 敦
1977年日立製作所入社, 大みか工場 発電制御システム設計部 所属
現在, 発電プラント監視制御システムの開発・設計に従事
E-mail: takita @ omika.hitachi.co.jp



高橋正衛
1976年日立製作所入社, 大みか工場 発電制御システム設計部 所属
現在, コンバインドサイクル発電プラント監視制御システムの開発・設計に従事
電気学会会員
E-mail: s.takaha @ omika.hitachi.co.jp



深井雅之
1977年日立製作所入社, 日立工場 火力システム計画部 所属
現在, 火力プラントの電気計装システム計画取りまとめに従事
日本機械学会会員
E-mail: m_fukai @ cm.hitachi.co.jp



武井智幸
1984年パブコック日立株式会社入社, 呉工場 制御システム設計部 所属
現在, 火力プラントの制御システム計画取りまとめに従事
E-mail: takei @ kure.bhk.co.jp