

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 氏 名         | はら だ やす し<br>原 田 泰 志               |
| 学位(専攻分野)    | 博 士 (工 学)                          |
| 学 位 記 番 号   | 論 工 博 第 3626 号                     |
| 学位授与の日付     | 平 成 14 年 1 月 23 日                  |
| 学位授与の要件     | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当            |
| 学 位 論 文 題 目 | 電力系統監視制御システムにおける発電機出力指令制御機能の高度化の研究 |

論文調査委員 (主 査) 教 授 荒 木 光 彦 教 授 萩 原 朋 道 教 授 引 原 隆 士

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電力系統監視制御システムの主要機能のひとつである発電機出力指令制御機能の高度化に関するものであり、4章からなっている。

第1章は序論であり研究の背景、目的、特徴および論文構成について述べている。

第2章では、ボイラ動特性モデルに基づく経済負荷配分法を提案し、その有効性を計算機シミュレーションで検証している。この手法は、火力発電機の発電出力と燃料費の間に存在する動特性を考慮することによって、従来手法よりも高い経済性を達成しようとするものである。研究の要点は、第1にボイラ動特性をできるだけ正確に表現するモデル式を求めたこと、第2にそれを用いて経済負荷配分計算を行なう場合に生じる計算時間の問題を解決したことである。動特性モデルとしては、ハイブリッド型 ARMA モデルを導入することで、モデル精度を向上させた。ハイブリッド型 ARMA モデルとは、従来の二次関数モデル（静特性モデル）を ARMA モデル（動特性モデル）で補完するモデルである。経済負荷配分計算については、オンライン制御に応用できる程度に計算時間を短縮するため、サンプル法を考案している。サンプル法は、需要カーブの特徴点に着目して内挿計算を行うことで問題規模を縮小させ、計算時間を短縮する方法である。最後に、この手法の有効性を検証するため、実規模の発電機（数10台）を含む系統を対象に計算機シミュレーションを行なっている。これにより、提案手法を適用することで、燃料費を0.1～0.2%低減できることを示している。計算時間も平均20～30秒となり、オンライン制御に十分適用できることを確認している。本論文で提案されたアルゴリズムは実系統に適用され、安定して機能している。

第3章では、環境性・信頼性・経済性を考慮した多目的予見負荷配分法を提案し、その有効性を計算機シミュレーションで検証している。この章では、環境性として CO<sub>2</sub> 排出量を、信頼性として負荷追従性、応答予備力および線路潮流を、経済性として燃料費を考慮している。具体的には環境性と経済性を目的関数に組み込み、信頼性を制約条件として扱うことで問題を定式化している。定式化においては、将来の一定期間にわたって信頼性を確保するため、需要予測に基づいて複数時点の負荷配分を求めるものとしている。以上のように定式化された問題を解くためには、

- (1) 複数の目的関数のトレードオフ
- (2) 複数の制約条件同士の干渉
- (3) 複数時点考慮による問題の大規模化、複雑化

の3つの技術課題を解決しなければならない。本論文では、(1)の課題を重みパラメータ法の適用によって、(2)の課題を制約条件の優先順位付けによって、(3)の課題を動的負荷配分アルゴリズムの適用によって解決している。実規模系統を対象とした計算機シミュレーションを行ない、この手法を適用すれば、経済性や環境性をそれほど犠牲にすることなく、十分高い信頼性を確保できることを確認している。なお、本論文では、提案手法の具体的な検討において、CO<sub>2</sub> 排出量のみを環境性の指標として用いているが、これに加えて NO<sub>x</sub> 排出量等を考慮する場合でも、同じ考え方で負荷配分法を構成出来ることが明らかにされている。

第4章は結論であり、本論文の成果と今後の課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、電力系統監視制御システムにおける発電機出力指令制御機能の高度化に関するものであり、大きくは、つぎの2つの成果を得ている。

- (1)ボイラ動特性モデルに基づく新しい経済負荷配分法
- (2)環境性・信頼性・経済性を考慮した新しい多目的予見負荷配分法

まず、(1)の成果の内容は以下の通りである。

1. 発電機の発電出力と燃料費の実績データの動的関係を明らかにし動特性モデルを開発した。さらに、多数の発電機の実績データを使った検証を行い、従来の二次関数モデルに比べて、新しいモデルの方が高い精度で燃料費を推定できることを明らかにした。
2. 経済負荷配分に動特性モデルを適用する場合、問題の大規模化のため多大なる計算時間を要し、オンラインでの適用に困難が生じる。この問題を解決するために、需要予測カーブから特徴点を抽出して計算量を少なくするサンプル法を考案した。サンプル法を適用すれば、オンライン制御に適用できる程度に計算時間を短縮でき、かつ、従来手法より優れた解が得られることを、計算機シミュレーションで明らかにした。

なお、本研究は経済負荷配分計算に動特性モデルを適用した世界初の試みであり、本研究に基づいて作成されたソフトウェアが実系統に適用され安定に機能している。

つぎに(2)の成果の内容は以下の通りである。

1. 動的負荷配分と多目的計画法を統合した手法として多目的予見負荷配分法を提案した。この手法は、動的負荷配分の適用範囲を従来の負荷追従性確保から応答予備力確保や潮流制約充足まで拡張しつつ、燃料費とCO<sub>2</sub>排出量の目的関数を同時に扱う新しい手法である。
2. 動的負荷配分アルゴリズムとしては、従来より広い探索空間を扱える手法を提案し、計算機シミュレーションにより、オンライン制御に適用可能なオーダの計算時間で終了することを示した。

以上要するに、本論文は、ボイラ動特性モデルに基づく経済負荷配分法、および環境性・信頼性・経済性を考慮した多目的予見負荷配分法という2つの手法を提案し、発電機出力指令制御機能の高度化を試みたものであり、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年9月28日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。