

氏名	大澤靖治 おおさわやすはる
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1472号
学位授与の日付	昭和57年5月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	電力系統の安定度解析に対するリアプノフ直接法の応用に関する研究
論文調査委員	(主査) 教授 林 宗明 教授 木嶋 昭 教授 上之園親佐

論文内容の要旨

本論文は、電力系統の安定度に関する諸問題に対するリアプノフ直接法の応用についての研究をまとめたものである。すなわち、過渡安定度の解析とそのオンライン評価、過渡安定度解析のための系統の等価簡略化法、動態安定度の感度解析などに、リアプノフ直接法あるいはリアプノフ関数を用いた安定度の指標を適用して、新手法の開発、従来手法の改善を行い、電力系統の安定度解析の高効率化を目指したものであって、7章から成っている。

第1章は緒論であって、安定度解析の高効率化の必要性、直接法による安定度解析の歴史的背景、本論文における研究の意義、目的と研究方法、研究内容の要約等が述べられている。

第2章はリアプノフ関数の導出法と直接法による過渡安定度判別の特性について検討したものであって、エネルギー積分法および拡張されたポポフの定理を用いて導かれる3種のリアプノフ関数を一機無限大母線系と多機系の二種類の例題系統に適用し、それらの特徴について、特に制動トルクと伝達コンダクタンスを無視した影響について検討している。その結果をもとに、本論文で用いるリアプノフ関数の選定を行っている。

リアプノフ直接法による安定判別は安定のための十分条件を与えるのみで、必要条件ではないので、安定領域の評価は正確な領域よりも小さくなる。第3章では、リアプノフ関数の級数展開を用いて、過渡安定領域の評価を拡大シミュレーションによって求まる安定領域に近づける方法を提案し、一機無限大母線系に適用して、安定領域の拡大、限界故障時間の評価の改善の程度について検討している。また、本手法と同じく級数展開を用いてリアプノフ関数を決定するためのズボフの方法との比較を、計算量、安定度評価の精度などの点について行っている。

第4章では、リアプノフ直接法による安定度解析のもう一つの利点として、安定性の測度が得られることに着目し、リアプノフ関数を用いた過渡安定度の指標を定義し、これを利用した統計的手法による過渡安定度のオンライン評価法について述べている。さらにその評価法を用いて、燃料費だけでなく過渡安定度をも考慮した発電所間の経済負荷配分について検討し、経済性と安定性の両者を適当な重みをつけて考

慮に入れた最適な負荷配分が可能であることを示している。

第5章は合着性にもとづく電力系統の等価簡略化に関するものである。すなわち、系統簡略化のための合着発電機群の決定法としてリアプノフ関数を用いる方法を提案し、計算例として2種の例題系統に適用してその有効性を確認している。この手法により系統全体のシミュレーションを長時間行なう必要なしに合着発電機群を知ることができ、同時に等価発電機、等価回路の定数を決定することが可能であることを述べている。

第6章では、リアプノフ直接法による動態安定度の解析を行っている。動態安定度は系統の線形化微分方程式の安定性に関するものであるので、リアプノフ関数の決定、安定度の指標等について理論・方法が確立されている。本章ではそれらを用いて、まず、状態変数の積分二乗偏差による解析、リアプノフ関数にもとづく動態安定度の指標について述べ、一機無限大母線系を例題として解析を行っている。また、上記指標を用いた安定度の感度解析についても検討し、動態安定度よりみて最適なパラメータの決定がこの手法により容易となることを示している。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

電力系統の規模の拡大に伴い、多機電力系統の安定度解析には高速で精度の高い手法が要求されるようになってきた。本論文は電力系統の過渡安定度、動態安定度に関する諸問題に対し、リアプノフ直接法を適用し、安定度解析の高効率化をめざして、従来のシミュレーション手法と比較しつつ研究を行ったものであって、得られた主な成果を挙げればおよそ下記の通りである。

1. リアプノフ関数による安定領域の評価をシミュレーション法による安定領域に近づけ、安定判別における控え目の程度を小さくするため、リアプノフ関数の級数展開を用いて安定領域の評価を拡大する方法を提案し、一機無限大母線系統に適用して所期の成果を得ると共に、これを出発点として多機系の場合も同様にシミュレーション法による領域に近い安定領域を求め得る手法を理論的に提案した。
2. 過渡安定度の解析に対する応用として、リアプノフ関数による安定度指標を用いて、統計的手法による過渡安定度のオンライン評価法を提案した。この方法により、短時間の計算で過渡安定度を評価し得ることを明らかにした。また、このオンライン評価法を利用することにより、火力発電所間の経済負荷配分において、燃料費だけでなく、過渡安定度をも考慮した最適な負荷配分を行い得るという結果を得た。
3. リアプノフ関数にもとづいた、過渡安定度解析のための電力系統の等価簡略法を開発した。ここでは合着発電機群の選定と等価回路の導出の両者にリアプノフ関数を利用し、特に発電機群の合着性は、従来シミュレーション手法により原系統の過渡動揺特性を検討することにより判定されて来たが、この手法により短時間で正確な判定を可能とするアルゴリズムを確立した。これを多機のモデル系統に適用して動的等価回路を作成し原系統の過渡特性と比較検討した結果、これが原系統の特性をよく保存していることを確認した。
4. 動態安定度に対する応用として、線形系に対するリアプノフ関数を用いて、状態変数の積分二乗偏差による動態安定度の解析を行い、同期発電機の微小動揺特性に影響を与える主な二つのループ、すなわ

ち、トルク・調速機・運動方程式等に関するループと、AVR・励磁電圧・誘起電圧等に関するループが存在することを明らかにした。

5. リアプノフ関数による動態安定度の指標を用いて、制御系のパラメータ変化に対する感度解析を行い、動態安定度よりみた最適なパラメータを容易に決定できる手法を提案した。

以上要するに本研究は、リアプノフ直接法による安定度解析が効率よく行われる点に着目し、まずその方法の欠点たる控え目な判定性を改良し、これを用いて過渡安定度のオンライン評価を可能にし、また系統の動的等価簡略回路の導出に利用するなど、その有効性を示し、系統安定度解析の効率化を行ったものであって、学術上、実際上貢献するところが少なくない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。