

受変電設備の予測保全とコントロールセンタの保守支援システム

Predictive Maintenance for Substation Facilities and Maintenance Support System for Motor Control Centers

小田 辰郎
T. Oda

渡部 剛士
T. Watanabe

萩沢 範昭
N. Hagsiwa

高度情報社会を迎え、電力の安定供給の重要性がますます高まってきている。この役割を担う受変電設備は、その重要性にかんがみ運転・保守の高度化、縮小化、高信頼化などが進展してきている。

受変電設備では、センシング技術、知識情報処理技術の進展により予測保全が可能となり、保守管理の省力化や設備診断能力が向上してきた。また、低圧モータの開閉制御装置であるコントロールセンタでも、保守支援機能をもつモータマルチリレー（MMR）を使用した保守支援システムを製品化して保守の省力化を図っている。

As the importance of the advanced information society increases, so too does the need for a stable supply of electric power. Substation facilities shoulder the burden of maintaining a stable power supply, which in turn creates demand for higher levels of operation and maintenance, reduced size, and greater reliability.

Recent developments in sensing and knowledge information-processing techniques have made prior detection possible, thereby reducing maintenance costs and increasing equipment diagnosis capability. Toshiba is also launching the Maintenance Support System on the market. This system incorporates a motor multi-relay (MMR) with maintenance support functions in the motor control center for low-voltage motors.

1 まえがき

近年の高度情報社会の進展により、生産設備などに必要な電気の安定供給がきわめて重要な時代となってきている。それらを構成する受変電設備も安全性、信頼性およびコンパクト化の要求により、高機能・高集約化が一段と進んできている。受変電設備を運転・保守管理する立場から見ると、保守経費の削減など保守の省力化が要請されてきており、近年のエレクトロニクス技術の進展とともに、その技術を駆使した運転監視・保守支援システムを搭載した受変電設備が運用されてきている。また、工場設備の規模が大きくなり、受変電設備だけでなくコントロールセンタも合わせて保守支援システムを構築する例も増えてきている。

ここでは、これらの運転・保守管理技術について、受変電設備およびコントロールセンタの事例について紹介する。

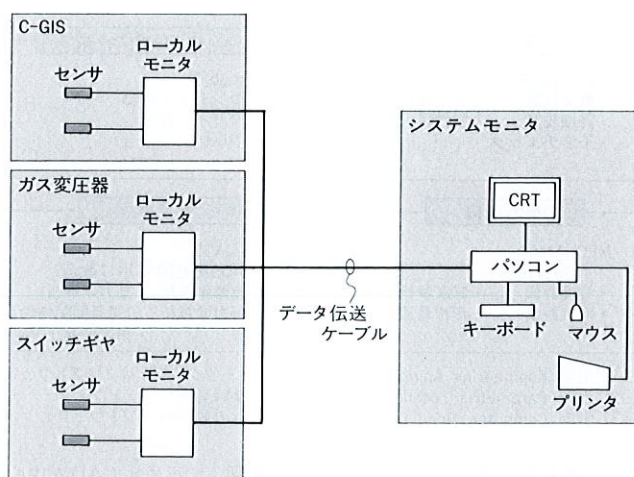


図1. 受変電設備の予測保全システム構成例 監視する機器へセンサを取り付けて、モニタによる監視・診断をする。

Example of configuration of predictive maintenance system

2 受変電設備の予測保全技術

受変電設備の保全方法は、事後保全、点検保全、予測保全と推移してきたが、保全技術の進展は、センシング技術と知識情報処理技術の進歩に負うところが多い。

すなわち、受変電設備の運転状態を常時センサで監視することが可能となり、その情報をエキスパートシステムで判断評価することにより予測保全が可能になった。ここに使用しているAI（人工知能）技術、伝送技術、センサ技術、システム技術の発達により、オンラインによる受変電設備

の状態監視を主体にした、予測保全システムを構成することが可能になった。このシステムを導入して、保守業務の省力化や設備診断能力の向上を図ることができる。

2.1 予測保全システムの構成

受変電設備の予測保全システムの構成例を図1に示す。

予測保全システムは、キュービクル型ガス絶縁開閉装置（以下、C-GISと略記）、ガス絶縁変圧器、気中スイッチギヤなど受変電設備の予測保全を対象とし、これらの装置、機器へ取り付けのセンサ、診断対象機器の近くに設置する

ローカルモニタおよび中央監視室などに設置するシステムモニタから構成される。

2.2 モニタとセンサ技術

表1に、診断項目と使用センサを示す。

診断項目には、絶縁機能、通電機能、開閉機能があり、各機能に対応したセンサからの情報をローカルモニタに表示している。また、システムモニタに情報を伝送しエキスパートシステムにより設備診断が行える。

絶縁機能診断には、部分放電センサの使用を基本とし、気中スイッチギヤでは、温度・湿度センサを併用し、湿潤の状況を監視しており、ガス絶縁機器では圧力・温度センサを併用し、ガス圧力異常を検出している。

部分放電センサは、絶縁物に電圧・熱・機械・環境などのストレスが加わった場合の劣化程度を診断する重要な手段である。C-GISやスイッチギヤには音波を検出するAE (Acoustic Emission) センサが採用され、ガス絶縁変圧器には電磁波を検出するアンテナセンサが採用されているが、ノイズ除去のため適切な周波数帯域を選んでいる。

ローカルモニタは、一次診断機能をもっており、あらか

じめ設定された上限値や下限値を基準にセンサからの入力を監視し、異常検出した際には、アラーム出力するとともにトレンド表示機能も備えている。表2に、ローカルモニタの仕様を示す。システムモニタは、設備診断用ソフトウェアとしてエキスパートシステムを搭載し、推論ソフトウェアによって、異常の原因となる仮説の表示と対策を表示する。表3にシステムモニタの仕様を示す。

表3. システムモニタの仕様
Specifications of system monitor

機能	内容
メニュー画面	各画面への移動と終了処理
監視画面	システム全体の異常監視
状態表示画面	センサの状態量(瞬時値)の表示 (ローカルモニタ単位)
診断画面	オンラインデータに基づく設備診断
トレンドデータ画面	各種センサ単位のトレンドグラフの表示
日報・月報画面	日報・月報の表示 (ローカルモニタ単位)
ヒストリ画面	運転履歴の記入および表示
バックアップ画面	各種データをFDへ保存
FD内容表示画面	FDへ保存した各種データを表示

表1. 診断項目と使用センサ
Diagnostic items and sensors

機器	診断項目	現象	センサ	検出要素
C-GIS	絶縁機能	部分放電	部分放電センサ(AE)	圧電素子
		ガス圧力異常	圧力センサ 温度センサ	半導体ひずみゲージ 白金測温抵抗体
	通電機能	局部過熱	温度センサ	白金測温抵抗体
	開閉機能	動作時間オーバ	時間/電流コンバータ	電圧信号
変圧器絶縁	絶縁機能	部分放電	部分放電センサ(アンテナ)	電磁波
		ガス圧力異常	圧力センサ 温度センサ	半導体ひずみゲージ 白金測温抵抗体
	通電機能	局部過熱	温度センサ	白金測温抵抗体
ス6.6イ/ツ3.6チkVギヤ	絶縁機能	部分放電	部分放電センサ(AE)	圧電素子
		結露	温度センサ 湿度センサ	白金測温抵抗体 セラミックス
	通電機能	局部過熱	温度センサ	白金測温抵抗体
	開閉機能	動作時間オーバ	時間/電流コンバータ	電圧信号

表2. ローカルモニタの仕様
Specifications of local monitor

機能	内容
アナログ計測	4~20 mADC×12点の表示(瞬時値)
トレンド(デジタル表示)	1日トレンド(2時間ごとのデータ×12) 36日トレンド(1日ごとのデータ×36)
アラーム設定	上限値・下限値またはいずれか一方
アラーム出力	アラーム出力接点 ×12 システム異常出力接点×1
最大値・最小値メモリ	最大値×12 最小値×12
データ保存	停電から1週間
データファイリング	メモリカードへのデータ書込み

3 コントロールセンタの保守支援システム

低圧モータの監視・制御・保護装置として、コントロールセンタがある。このコントロールセンタは、電力、石油化学、紙・パルプ、鉄鋼、上下水道設備などに広く用いられているが、これらの設備の大容量化などからコントロールセンタの規模も大きくなってきている。そのため保守の省力化などから日常における保守管理の方法が重要となってきた。

この保守管理のねらいは、故障の未然防止、故障時の早期対応および設備の変更対応など、より効率よく、経済的に対応することである。この目的に沿って開発した、コントロールセンタの保守支援システムについて紹介する。

3.1 保守支援システムの概要

保守支援システムの構成例を、図2に示す。コントロールセンタには、監視・制御・保護機能および保守支援機能をもった電子式MMRが各ユニットに搭載され、上位プログラマブルロジックコントローラ(PLC)とは、伝送装置(TOSLINETM-F10M)により接続されている。このPLCは、さらにパソコンに接続されており、これらによりこのシステムが構成されている。

3.2 保守支援システムによる保守管理

このシステムは、MMRにより自動計測された運転時間、運転電流、漏洩(えい)電流、開閉回数などのデータと保守員により測定された絶縁抵抗、振動、騒音などのデータお

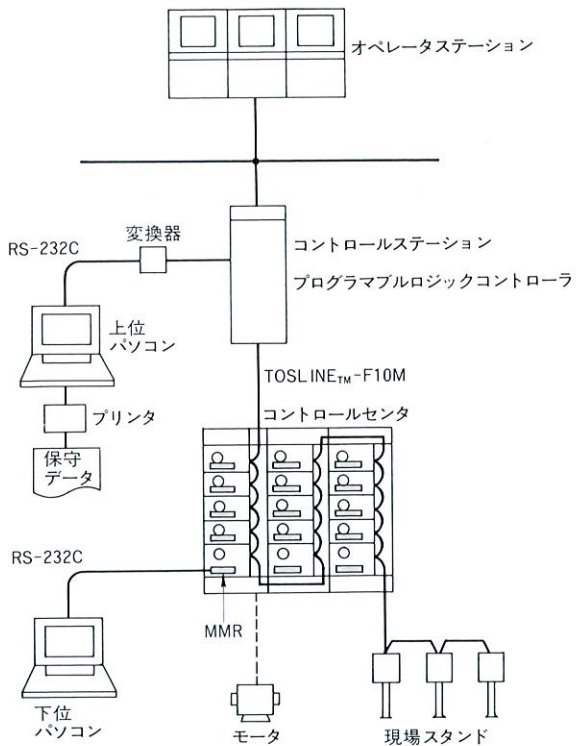


図2. コントロールセンタの保守支援システム構成例 自動計測されるデータと測定した保守データを一括表示および印刷するシステム。
Example of configuration of maintenance support system

よび部品の交換履歴・交換推奨リストを一括し、保守管理情報として提供できる。このシステムの主な機能は、以下のとおりである。

- (1) MMRの機能設定 パソコンからの操作でMMRの機能設定と設定の変更が一括して行える。
- (2) 保守データの表示と印刷 PLCからパソコンに蓄積された開閉回数、運転時間などの保守データをパソコン画面に各ユニットごとに一覧表示するとともに、過去から現在までのデータをトレンドグラフで表示できる。保守データ一覧表の中のモータ熱蓄積のロジックを図3に示す。
- (3) 故障時のモニタリング 故障した時の電流のトレンドグラフの表示および過去4回の故障トリップ時の故障原因・運転電流・漏洩電流・外部接点の入力状態が表示できる。このため故障時の故障解析に役立ち、故障原因の究明および復旧が早期に行える。

以上述べたように、保守支援システムを利用することにより、保守管理に必要な膨大なデータがパソコンに蓄積でき、データ収集およびその整理業務において省力ができる。

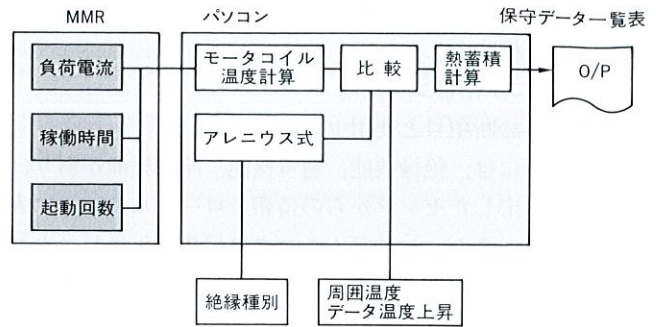


図3. モータ熱蓄積のロジック 負荷電流、稼働時間、起動回数からモータコイルの熱的蓄積を計算し、アレニウス式に代入し寿命予測を推定する。
Logic of motor heat accumulation

また、モータ、コンタクタなどに対する予防保全も可能となるため、設備の信頼性、品質安定維持に貢献できる。

4 あとがき

受変電設備およびコントロールセンタの運転監視、保守支援および予測保全システムについて紹介した。

受変電設備は、今後とも信頼性の向上、省メンテナンス化が重要なことから、予測保全システムの適用範囲拡大や精度のいっそうの向上および保守の自動化など研究開発を推進して、保守の省力化を進めていきたい。

文 献

- (1) 陣内 功, 他: スイッチギヤの診断技術とリニューアル化, 東芝レビュー, 48, 10, pp.766-770 (1993)



小田 辰郎 Tatsuro Oda

電機システム事業部産業電力システム技術部参事。
コントロールセンタの開発に従事。電気学会会員。
Industrial Automation Systems Div.



渡部 剛士 Takeshi Watanabe

府中工場スイッチギヤ部主査。
スイッチギヤの開発設計に従事。電気学会会員。
Fuchu Works



萩沢 範昭 Noriaki Hagiwara

三重工場配電・制御装置部主査。
コントロールセンタの開発設計に従事。電気学会会員。
Mie Works