

ガス密度監視におけるTrafag の新たなスタンダード

新たな混合絶縁ガスに対応する統合ソリューション、87x9シリーズ



ガス密度監視におけるTrafag の新たなスタンダード

新たな混合絶縁ガスに対応する統合ソリューション、87x9シリーズ

目次

概要.....	3
あらゆる混合絶縁ガスに対応するSF ₆ フリーのリファレンスチャンバー	4
運用安全性を実現する高精度スイッチング	4
進化する絶縁ガス技術に対応する統合形シリーズ	4
安全スイッチングから予知保全までを1つのシリーズで実現.....	5
測定システムの長期安定性.....	6
優れた視認性を実現する大型・高解像度の表示部	6
安全かつ取り外し不要のメンテナンスを実現する一体型バルブ	7
柔軟な統合を実現する設計	8
まとめ	8

概要

ガス絶縁設備は、技術面および規制面において大きな変革期を迎えています。新たな絶縁ガス技術、ガス漏れ低減に関するより厳しい要求、さらなる文書化・記録管理の必要性、そして状態基準保全の導入拡大により、ガス密度監視システムに求められる性能・機能への要求はますます高まっています。

Trafagの87x9シリーズは、これらの要求に対応するための統合技術基盤として開発されました。Trafagが実績を積み重ねてきた機械式ガス密度監視方式に、オプションで連続密度測定機能を組み合わせ、拡張性を備えた1つのプラットフォーム構成で提供します。

このプラットフォームには、機械式ガス密度モニター8719に加え、機械式スイッチングと連続密度測定機能を組み合わせたハイブリッドモデルも含まれます。これにより、安全関連機能に求められる確実なスイッチングを実現するとともに、必要に応じて、トレンド監視、記録管理、遠隔監視、システム統合のための封入ガス密度管理をアナログまたはデジタル信号で発信します。

87x9シリーズの中心には、密閉型リファレンスチャンバーを備えた密度ベースの測定システムがあります。これにより、機械的な温度補償が可能となり、スイッチング動作が局所的な温度変化や一時的な圧力変動ではなく、ガスタンクの実際の絶縁能力を確実に反映します。測定原理はシリーズ全体で一貫しており、各モデルは、対象となるガスの種類、混合比、基準密度、動作圧力範囲に応じて選定・校正されます。

8719は、密閉型リファレンスチャンバー方式に基づく高信頼性の機械式スイッチングを実現します。ハイブリッドモデルでは、独立した連続密度測定システムを追加することで、さらに高度な監視機能を提供します。この二系統構成により、機械式スイッチングの信頼性を維持したまま、トレンド分析、漏れ検知、規制対応に必要な記録・文書管理、状態基準保全 (CBM)、将来的な予知保全戦略に活用可能なガス密度データを取得できます。

機械式モニターでは最大5点、ハイブリッドモデルでは最大4点のスイッチングポイントに対応し、20℃におけるスイッチング精度は±10kPa、最大250kPaのスイッチングスパンを実現します。これにより、87x9シリーズは、用途に応じた高精度かつ柔軟な監視を可能にします。テスト、サンプリング、排気、充填に対応したモジュール式サービス機能により、保守時の作業負荷と漏れリスクを低減します。また、柔軟な機械式および電気式インターフェースにより、さまざまなガス絶縁設備設計への容易な統合を実現します。

その結果、SF₆および代替混合絶縁ガスに対応する、技術的信頼性の高いガス密度監視システムが実現します。安全性が求められる用途では確実な動作を、データ活用が求められる用途では拡張性を、そして設備のライフサイクル全体にわたり安定した性能を提供します。



進化する絶縁ガス技術に対応する統合形シリーズ

ガス絶縁設備では、SF₆に代わる代替絶縁ガスへの移行が進んでいます。これらの代替ガスは、SF₆よりも低いガス密度で運用される一方、より高い圧力条件で使用されます。こうした新たな要求に対応するため、87x9シリーズには、Trafagが40年以上にわたり積み重ねてきた経験と、35年以上の実績を持つリファレンスチャンバー技術を基盤とした改良型リファレンスチャンバー技術を採用しています。基本原理は従来と変わらず、優れた耐振動性、長期安定性、そして全温度範囲にわたり最高レベルのスイッチングポイント精度を実現しています。

変化したのはリファレンスチャンバー自体の能力です。8719の高度なリファレンスチャンバーは最大13barに対応できるよう設計されており、SF₆および最新の代替ガス混合物の両方で精密な密度ベースのスイッチングを可能にします。これらのガスは同等の絶縁性能を得るために大幅に高い動作圧力を必要とし、新しい測定システムは精度や信頼性を損なうことなくこれらの条件に対応するよう特別に設計されています。

各モデルは、対象となるガスの種類、混合比率、基準密度、および熱力学的特性に合わせて校正されます。これにより、測定原理は一貫して維持されながら、各モデルが対象ガス固有の特性を反映します。その結果、SF₆および代替ガスに対して技術的整合性を維持する統一シリーズが実現され、システムの複雑性を低減するとともに、絶縁概念が進化する中でも安定した信頼性の高い密度監視を実現します。



8719ガス密度モニタの心臓部は、先進的なリファレンスチャンバーです。最大13barに対応できるよう設計されています。

あらゆる混合絶縁ガスに対応するSF₆フリーのリファレンスチャンバー

87x9シリーズの大きな特長は、SF₆を使用している設備に設置される場合でも、リファレンスチャンバーには常にSF₆が含まれていない点です。リファレンスチャンバー内には、特別な処理を必要としないガスのみが封入されているため、製品の廃棄時における取り扱いを簡素化できます。SF₆の廃棄に関する規制がますます厳格化する中、この特長の重要性は今後さらに高まっています。

測定システム自体は、87x6世代で実績のあるリファレンスチャンバー方式を継承しており、重要な設計要素および製造プロセスはそのまま維持されています。従来のようにシステムガスを封入する代わりに、新しいリファレンスチャンバーには、対象となる絶縁ガスと同等の等積挙動(isochoric behavior)を再現するよう選定された、N₂/CO₂混合ガスを封入しています。校正時には、スイッチポイントおよび目盛表示が、GISガスタンク側の混合ガスの物性に一致するように調整されます。これにより、各デバイスモデルは、基本となる測定原理を維持しながら、対象ガスの熱力学的特性を反映することができます。

運用安全性を実現する高精度スイッチング

安全な運用を実現するためには、信頼性が高く、明確に定義された再現性のあるスイッチング動作が不可欠です。87x9シリーズでは、スイッチング構成の設定範囲が大幅に拡張されました。機械式ガス密度モニタは最大5つのスイッチポイントを搭載でき、ハイブリッドタイプでは最大4つのスイッチポイントに対応します。このスイッチング機能の拡張により、予備警報、主警報、インターロック、過圧保護機能など、より細分化された監視を実現できます。従来シリーズと比べ、システムの安全余裕度や安全応答の設定において、さらなる柔軟性を提供します。

20℃におけるスイッチング精度±10kPaと、規定温度範囲全域での安定した性能により、87x9シリーズは、厳しい運転条件下においても再現性の高いスイッチング動作を実現します。最大250 kPaまで拡張されたスイッチング範囲により、監視戦略をより柔軟かつ高い信頼性をもって設定することが可能となります。

実際の運用においては、これにより安定した警報設定値、誤警報リスクの低減、および運転余裕度の適切な管理が可能となります。システムは単に設定された基準値を監視するだけではなく、実際の運用環境下において必要とされるスイッチング動作を確実に維持します。

安全スイッチングから予知保全までを1つのシリーズで実現

ガス密度監視は、従来の警報機能としての役割を超えて、その用途を拡大しています。最新のガス絶縁設備には、安定した運転状態を維持すること、ガス管理状況を記録すること、ならびにガスタンクが供用期間全体を通じて規定範囲内にあることを証明できるトレーサビリティが求められています。同時に、保全戦略は固定周期によるメンテナンスから、状態監視保全(CBM)および予知保全(PM)へと移行しており、これらは長期的に信頼性の高い密度データに依存しています。微小な漏れ、異常な密度変化、ならびに予想される挙動からの逸脱は、警報基準値に到達する前に検出される必要があります。

87x9シリーズは、共通化されたメカニカル構成をベースに、監視機能を柔軟に拡張できる設計により、この要求に対応します。8719は、密閉型リファレンスチャンバーシステムに基づく、確定性の高いメカニカルスイッチングを実現します。ハイブリッドタイプでは、この基本構成に加えて、アナログまたはデジタル出力用の独立した追加測定系を備えています。これにより、基本となるメカニカルスイッチング動作を変更することなく、連続的な密度情報を取得することが可能となります。

連続測定系は、メカニカルスイッチングシステムを置き換えるものではなく、補完する役割を果たします。メカニカルスイッチングは、規定された安全関連基準値の管理を担い、連続測定は、監視・診断・システム統合に必要な密度を信号出力します。

すべてのバリエーションは、共通のメカニカル構成を採用しています。これにより、インターフェースの一貫性、予測可能な機能動作、およびさまざまなアプリケーションへの容易な統合が実現します。そのため、基本となる密度ベースの保護原理を維持したまま、監視レベルを接点スイッチングから連続アナログ出力、さらにはデジタル通信まで柔軟に拡張することが可能です。

この構成は、単一の統合形シリーズ上で、異なるガス仕様、監視方式、およびシステム統合レベルに対応する必要があるOEMおよび設備運用者にとって、特に有効です。



充実した製品ラインアップ: 8719ガス密度モニタは最大5点のスイッチング出力に対応し、8729ハイブリッドガス密度モニタは追加アナログ出力、8739ハイブリッドガス密度モニタは追加デジタル出力 (Modbus/RS485) を備えています。

測定システムの長期安定性

長期安定性は、あらゆる密度ベースの監視システムにおける基本的な要求事項です。特に、数十年にわたる運用を前提としたガス絶縁設備においては、その重要性がさらに高まります。

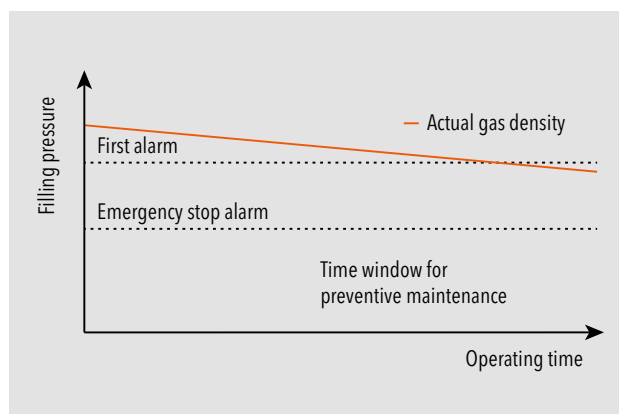
87x9シリーズは、メカニカル設計、材料選定、そしてTrafag独自の密閉型リファレンスチャンバー構造を組み合わせることで、この長期安定性を実現しています。リファレンスチャンバーは、製品機器のライフタイムに通じ内部状態を安定して維持します。プロセス流体から完全に隔離されているため、プロセス側からの汚染、水分の侵入、さらにはガス固有の経年変化の影響を受けません。

これにより、プロセスガスの状態、運転圧力、またはアプリケーション要求が時間の経過とともに変化した場合でも、密度比較の安定性が維持されます。

機械的な温度補償システムは、疲労、クリープ、および材料特性の経時変化に対する耐性を考慮して設計されています。各構成部品は安定した弾性範囲内で動作し、長期間にわたる温度サイクルや圧力変動の影響下でも、安定したスイッチング基準値を維持します。温度補償システムの構造は、局所的な温度変化による影響を最小限に抑えるよう設計されており、スイッチング動作は短期的な温度影響ではなく、実際の密度条件に基づいて維持されます。ハイブリッドタイプでは、真空リファレンスを基準として動作する水晶音叉センサーを採用し、長期監視機能をさらに拡張しています。このセンサーは、ドリフトが極めて少ない安定した周波数ベースの測定信号を出力し、数十年にわたる運用期間においても、実質的にドリフトのない性能を維持します。バリエーションに応じて、この測定信号はアナログ出力またはデジタルModbus値として出力されます。

この連続測定系は、メカニカルスイッチング機構とは完全に独立して動作します。これにより、安全関連のスイッチング機能を損なうことなく、トレンド分析、漏れ検知、および状態監視保全に必要な連続的な密度データを取得することが可能です。

水晶音叉センサーは、長期間にわたる微小な密度変化を検出することで、メカニカルシステムの確定的なスイッチング機能を補完する追加情報を提供します。



連続的なガス密度測定により、アラーム基準値に到達する前の段階で、長期間にわたる緩やかな密度低下を検出できます。これにより、予防保全のための対応期間を確保することが可能になります。

優れた視認性を実現する大型・高解像度の表示部

高精度なスイッチングは、現場において運転状態を迅速かつ正確に把握できることで、初めて真価を発揮します。

Trafagのリファレンスチャンバー方式ガス密度モニタの大きな特長の一つは、運転範囲を本質的に「拡大表示」する目盛表示部です。表示部は、安全上重要な領域を表示対象としており、最小アラーム基準値をわずかに下回る範囲から、過圧アラームポイントを超える範囲までを、より高い視認性で表示します。これにより、小さな変化も容易に認識でき、試運転、点検、および保守作業において、迅速かつ確実な状態判断が可能になります。



あらゆるアプリケーションに最適化された表示方式：全範囲表示、部分範囲表示、目盛なしトレンド表示。

真空から約4barまでの低圧領域は、保管、輸送、および初期試運転時に使用されます。この領域も表示上は確認できますが、よりコンパクトに表示されるため、運転状態の確認を妨げません。

従来の87x6シリーズと比較して、新しい87x9シリーズの表示には、2つの重要な改善点があります。まず、表示部全体が大型化され、従来の圧力計で馴染みのあるレイアウトに視覚的に合わせることで、現場で直感的に読み取りやすくなっています。さらに、低圧領域は、従来のように専用の指針を持つ別スケールで表示される方式ではなくなりました。運転範囲、低圧範囲、およびその間の中間領域を統合した単一の全範囲表示になっています。この統一された表示方式により、密度範囲全体をより明確に把握できると同時に、運転状態に対する高い視認性を維持しています。

安全かつ取り外し不要のメンテナンスを実現する一体型バルブ

ガス絶縁システムでは、ガスとの接触部が増えるほど、ガス漏れのリスクやメンテナンスの複雑化、設置作業の負担が高まります。外部バルブや一時的な試験用アダプターの使用、さらには機器を取り外して行う点検・確認は、シール箇所を増やし、作業時のリスクを高める要因となります。

ガス密度モニターに対する機能試験やトレーサビリティ確保への要求が高まる中、保守・点検作業は、突発的な対応ではなく、設備ライフサイクルにおける定期的な運用の一部となりつつあります。

87x9シリーズは、サービス機能を機器本体に統合することで、この課題を解決します。用途に応じて、機能試験、ガスサンプリング、ガス回収・排出、ガス充填用バルブをモニター本体に組み込むことが可能です。各種バルブはモジュール構成を採用しており、アプリケーションの要件に応じて搭載することも、省略することも可能です。また、バルブの配置は柔軟に設定できるため、限られたスペースや複雑な設置条件にも対応した設置が可能です。



一体化されたバルブにより、機器を設置したままで試験、保守、ガス充填を行うことができます。

定期点検は、モニターを絶縁ガスタンクから取り外したり分解したりすることなく実施できます。これにより、シール箇所を削減するとともに、ガスの取り扱いを最小限に抑え、標準化された保守作業を実現します。さらに、コンパクトな設計により設置スペースを削減するとともに、機器の質量と取付部との距離（レバーアーム長）を短縮しています。これは、特に開閉操作時に発生する大きな振動に対して重要な設計要素です。レバーアーム長を短くすることで機械的負荷を低減し、摩耗や接点バウンスの発生を抑制するとともに、長期にわたる機能安定性の向上に貢献します。

設備のライフサイクル全体を通じて、保守・点検の効率向上、法令・規格に基づく各種試験の容易化、および保守作業に伴うリスクの低減に貢献します。

柔軟な統合を実現する設計

ガス絶縁設備では、設置スペース、機械レイアウト、アクセス性、配線条件など、さまざまな設置上の制約があります。87x9シリーズは、監視方式を変更することなく、こうした設置条件に柔軟に対応できるよう設計されています。ガス接続部および電気接続部は、用途に応じて柔軟に構成できるため、さまざまなシステム構成に対応可能です。これにより、異なる設備設計においても一貫した導入を実現するとともに、用途ごとの個別設計や仕様変更を最小限に抑えることができます。

コネクタハウジングを分離構造とすることで、機器の取付けとは独立して配線作業を進めることができます。配線作業は組立工程の中でも特に時間を要する工程の一つであるため、事前の配線組立や導通確認を行うことで、据付作業の効率化、現地作業の負担軽減、および生産工程の標準化に貢献します。

この高い柔軟性により、設置時のばらつきを抑制するとともに、限られたスペースや複雑なレイアウトにおいても、確実な組み込みを実現します。



あらゆる設置条件で優れたアクセス性を実現：軸方向(左)およびラジアル方向(右)のモジュール構成に加え、接続方向は0°、90°、180°、270°から選択可能です。



事前組立式コネクタハウジングにより、配線作業を容易にします。

まとめ

現代のガス絶縁機器において、ガス密度監視は重要な役割を担っています。運転の安全性を確保するとともに、変化する絶縁ガスへの対応、各種規制・規格への適合が求められるほか、状態基準保全 (CBM) や予知保全 (PM) に必要なデータを提供する役割もますます重要になっています。

87x9シリーズは、統一された技術アーキテクチャにより、これらの要求に応えます。実績あるガス密度測定原理、ガスごとに最適化された製品バリエーション、長期安定性に優れたリファレンスチャンバー、高精度な機械式スイッチング機構、ハイブリッド測定機能、モジュール化された保守機能、および柔軟なシステム統合を一つのシリーズに集約しています。

機械式スイッチング機構は、高い長期安定性を維持しながら、確実な保護機能を提供します。ハイブリッドモデルでは、ガス密度を連続的に監視することで、トレンド監視、データ記録、リモート診断、さらには将来の保全戦略への活用を可能にします。

2つの測定システムを一つのシリーズ上で独立して構成することにより、従来の安全保護方式を維持したまま、次世代ガス絶縁機器に求められるデータ活用機能を実現します。

87x9シリーズは、高精度、高い長期安定性、優れた拡張性を備え、SF₆はもちろん、代替絶縁ガスにも対応する、Trafagの新しいガス密度監視技術のスタンダードです。

製品カタログをダウンロード

QRコードをスキャンして
製品カタログをご覧ください。



87x9シリーズの主な特長

スイッチングポイント	機械式モニターは最大5点、ハイブリッドタイプは最大4点
スイッチング精度	±10 kPa (20°C時)
スイッチング幅	最大250 kPa
測定原理	モニター： 密閉型リファレンスチャンバーを採用したガス密度測定方式 センサー： 水晶振動子を採用したガス密度測定方式
対応ガス	指定のSF ₆ または代替ガス混合気体に最適化された校正
ハイブリッド測定	独立した連続ガス密度測定系
出力オプション	モデルに応じてアナログまたはデジタルの出力信号に対応
サービス機能	試験・ガス採取・真空引き・ガス充填用バルブ(オプション)
システムへの統合	柔軟なガス接続、調整可能な電気接続部、および分離型コネクタハウジング

会社概要

Trafagは1942年にスイスで創業し、現在では世界40か国以上に販売・サービスネットワークを展開しています。高圧・中圧開閉装置向けに、SF₆および代替絶縁ガスの監視に使用される高精度・高耐久・メンテナンスフリーの計測機器を開発・製造・販売しています。市場でもトップクラスの広い使用温度範囲と優れた耐衝撃性能を備えた高精度な製品を提供するとともに、圧力および温度監視機器についても幅広い製品ラインアップを取り揃えています。主要コンポーネントを自社で開発・製造する体制により、大量生産から少量多品種生産まで柔軟に対応しています。また、ISO 9001に準拠した厳格な品質マネジメントシステム、クリーンルーム環境を備えた最新の生産設備、そして徹底した工程管理により、すべての製品において最高水準の品質を実現しています。

お問い合わせ：

Trafag AG
Industriestrasse 11
8608 Bubikon
Switzerland
電話 +41 44 922 32 32
trafag@trafag.com

