

参考情報

Pilz GmbH & Co. KG
Felix-Wankel-Straße 2
73760 Ostfildern,
Germany
Deutschland/Germany
www.pilz.com

2025年5月21日

1/12ページ

実証済みのオートメーションソリューション

水素: 製造から使用にいたるまでの安全確保

オフトフィルダン、2025年5月21日 -

水素はエネルギー担体として、全世界で気候保護に役立つ可能性を秘めており、気候に関する目標の達成の鍵になると考えられています。水素の製造、輸送、貯蔵、そして最終的な使用にはリスクが伴います。水素ガスは無色無臭で、しかも引火性が非常に高いためです。ピルツは、エネルギー担体の付加価値連鎖全体を包括的に守る安全ソリューションを提供しています。これらのソリューションはプロセスの変化や全体の一連の流れを、安全かつ動的に監視し、クリーンかつ安全でセキュアな水素の製造に貢献しています。

水素は幅広い分野での活用が期待されています。なかでも、環境に配慮した方法で生産される「グリーン水素」は、化学や製鋼といったエネルギー消費の大きい生産現場において、化石燃料の代替となり、CO₂排出の削減に貢献する重要な存在です。水素は貯蔵しておき、必要なときに再び電力に変換したり、燃料電池車の燃料として利用したりすることができます。水素には利点と同時にリスクもあります。高可燃性で、少量でも空気に混じると爆発しやすく、空気中の濃度がわずか4%で引火する危険があります。ですから火花や熱による引火のリスクを避けるため、空気と水素を不用意に混合することは厳禁であり、安全な生産、取り扱い、利用のための適切な安全システムが必要です。

水素に関する安全技術要件

水素産業で特に重要とされるのは、ガス遮断装置の気密性と堅牢性、並びに配管/センサ/バルブの耐圧性と気密性です。ガス漏れや過剰な圧力、密閉不足の弁などは人や設備や環境への重大な脅威となりかねません。そこで、多くの安全業務ソリューションでは特別な材料特性と機械的寸法設定が求められます。例として、遮断弁は堅牢性が高いほど安全に使用することができます。車両や列車の水素燃料供給には最高レベルの処理圧力が必要です。

水素は、200～900 barの高圧下で気体として保存されるのが一般的です。その場合は1立方メートル当たりのエネルギー含量が増加します。ガス状の水素はきわめて高揮発性で、最も軽い元素であるため、あっという間に上昇して空気に混じってしまいます。閉じた構造物や建物内に水素が蓄積することは引火や爆発の危険が増すため、注意が必要です。水素は高可燃性なので、わずかな火花や熱源が爆発を引き起こすこともあります。つまり、水素用の配管やバルブ、ねじ継手、タンクなどの小さな漏れが深刻な脅威となり得るのです。また、無色無臭なので、水素の火炎の発見・消火は困難になりがちです。

安全対策を静的な状態チェックに限定しないのは良いことです。オートメーションと機能安全のテスト済みの利用可能な安全原則は、水素産業にも適用できます。それらのソリューションは常に、プロセスチェーン内のコンポーネントとそれらの機能的関係性をトータルに監視できる機能として、安全を考える上で有用です。安全で実績のあるオートメーションのソリューションはコンポーネントの静

的な安全機能に加えて、動的な圧力・温度監視や、下流の構造への負荷限界の安全な遵守なども受け持つことができます。ピルツの制御システムは、ガス検知器の評価によって確実にガス漏れを検知し、温度、圧力、充填レベル、電圧、電流、非常停止も安全に監視します。不具合を数ミリ秒以内に察知して事前定義された安全措置を発動し、人と設備を保護します。

安全な生産: 電解法と蒸気改質法

水素はさまざまな方法で製造できます。電解法は水を電流を用いて分解し、気体酸素と気体水素を得る方法です。電解プロセスの種類によって安全のための考慮事項は異なります。ある種のプロセスは高い圧力と温度を必要とし、事故防止のための監視と制御が要求されます。たとえばPEM電解法では、過剰な圧力を逃すためのバルブが重要な安全対策となっており、バルブは自動で開いて余分な水素を排出します。ピルツの小型安全コントロールシステムPNOZmulti 2は、ガス圧などの安全機能を監視する用途で、その利点がさまざまな分野で立証済みです。この小型安全コントロールシステムがさまざまな分野で実績を重ねている大きな理由は、安全対策を発動する判断基準となる安全関連の数値を高い精度で取得できることです。この仕組みにより、設備を構成する各要素においても、高い効率性と安全性が実現されます。

圧力の監視に加えて、水素製造プロセスに必要なその他の安全機能も高い精度で監視できます。温度や充填レベルの管理に加え、ガス漏れの検知なども監視対象となります。PNOZmulti 2は、電解装置における整流器の電圧と電流の監視も行います。電圧

の変動や過電圧はセルの劣化を早め、早期の摩耗を引き起こす可能性があるため、これは重要なポイントとなります。

蒸気改質法は、炭素系のエネルギー担体と水から水素を製造する手法です。このプロセスでは天然ガスやメタノールなどの燃料を高温高圧下で水蒸気と反応させます。これによって水素と二酸化炭素が生成されます。このプロセスは高温に熱するため、バーナーを使用します。ISO 16110-

1:2007規格「燃料処理技術を使用した水素発生器 -

パート1：安全性」には、化石燃料からの水素生産の安全性に関連した、あらゆる重要な危険源

(EMC、電氣的側面、高圧関連、爆発防止など)

の説明があります。小型コントローラPNOZmulti 2

BurnerとオートメーションシステムPSS

4000は、温度や圧力を安全に監視できるだけでなく、燃焼制御システムの安全な制御と監視も担うことができます。

安全で効率的な貯蔵と輸送

製造した水素の保存と輸送の方法は製造プロセス、移動距離、エンドユーザのニーズなどに応じて異なります。圧縮水素は、エネルギー担体の輸送には鉄道、水路、道路などを利用できます。水素を安全かつ効率的に輸送するためには、まず圧縮ガス方式などを用いて貯蔵しておく必要があります。このプロセスで、エネルギー担体が高圧に圧縮され、特殊な高圧タンクに貯蔵されます。水素は非常に軽く揮発性の高いガスであるため、効率よく貯蔵するには圧力の監視が欠かせません。圧力は高すぎても低すぎても深刻な事態を招くおそれがあるため、ここでは特別な安全対策が不可欠です。

水素圧力容器では、水素用ライナーが重要な役割を担っています。ライナーはタンクの内層を形成し、水素を安全に貯蔵・密閉する目的で使用されます。内圧と外圧の差は、圧力が変化する工程、たとえばタンクの充填時や水素の取り出し時、さらには温度の変化によっても大きく変動します。これらの急激な圧力変化が繰り返し発生すると、複合材料にストレスがかかるおそれがあります。これは材料の剥離（材料の層と層とが分離する）や圧力容器の寿命の短縮、漏れなどにつながり、最悪のケースでは爆発の原因にもなりかねません。水素タンクを保護し、何よりも中継拠点付近にいる人々を守るために、タンクへの水素の充填・放出の際には特別な安全対策が求められます。

ピルツの小型コントロールシステムPNOZmulti 2は、業界で実績のある安全機器として、フェイルセーフのアナログ値処理により、そうした移し替えのプロセスを確実に監視し、万一異常が発生すればプロセスを停止します。ドイツ、ブレーマーハーフェンのGP JOULE社はピルツの安全ソリューションを活用しています。このエネルギー企業は、余剰電力をCO₂ニュートラルな水素に変換して特殊な大型トレーラー上のタンクに貯蔵し、高可燃性ガスである水素を市内の水素補給ステーションへ配送しています。そこでは、たとえばバス会社のBremerhaven Busなどが所有する車両にグリーンエネルギーが供給されます。可搬式高圧容器の充填および放出も、すべての中継拠点でシンプルかつスピーディに、そして安全を最優先に行われます。

高い安全性

水素タンクメーカーは、圧力や温度の監視、さらには充填・放出速度を踏まえ、充填および放出時の限界値を定めています。それぞれの運転状態においてこれらの値を維持する役割を担うのは、最終的に圧力制御バルブと、ディスペンサ（水素充填装置）に組み込まれた制御・監視機能です。この役割は非常に重要です。この水素供給側は最終的に、いわゆる「水素シンク」、すなわち水素を受け入れる側（たとえば車両）の貯蔵タンクの安全性にも責任を負うことになるからです。水素シンクには、圧力や流量を能動的に制限できる電気制御式の遮断弁が備わっていません。そのため、水素を供給する側と受け入れる側との間で、安全に関するデータをやり取りするのが難しくなります。水素の供給側にある安全コントローラは、供給側・受入側の双方を保護し、充填・放出のプロセス全体の安全を確保します。

圧力ランプ監視（勾配監視）を活用することで、変動するプロセス変数を安全に管理し、異常や不具合を早期に発見できます。小型安全コントロールシステムPNOZmulti

2は、フェイルセーフのアナログ値処理により、圧力や温度の重要な限界値に関連する各種パラメータや、水素の充填・放出スピードが適切であるかを監視します。このシステムは、ベースユニットPNOZmulti

B1を中心に、求められる高い分解能と低い理論誤差を実現する複数のアナログ値入力モジュール、そして安全バルブ制御用のリレー出力モジュールで構成されています。また、フィールドバスインタフェースを拡張することで、プロセスコントローラとの診断データのやり取りを簡単に行えるようになります。貯蔵タンクに定められた圧力監視用の限界値（パラメータ）はソフトウェアツールPNOZmulti

Configuratorに搭載された「安全ランプ監視」ブロックによって確実に監視されます。指定された値を逸脱した場合、小型安全コントロールシステムPNOZmulti

2が、バルブを閉じる、コンプレッサの出力を抑えるなど、必要な対策を講じます。PNOZmulti

2のアナログ入力は、安全関連精度として1%を実現しています。たとえば、監視すべき圧力範囲が0~1000 barである場合、1000 barの測定範囲における測定誤差は10

barにとどまります(一方、安全なアナログ入力の安全関連精度が仮に5%しかなかった場合、測定誤差は50

barにも達してしまいます)。これにより、IEC 62061で定められたSIL

3までの安全レベルに対応し、動的な限界値監視を伴う高精度な限界値設定が可能となります。

水素補給ステーションの充填信頼性

水素の重要な用途の1つは車両の動力供給です。水素を燃焼機関の燃料として使うには適切なインフラが必要であり、したがって、水素モビリティの発展の鍵は水素補給ステーション(HRS)にあります。水素補給ステーションは、ガスを1,000

barまで圧縮できる圧縮エリア、冷却システム、高圧貯蔵タンク、燃料ポンプで構成されます。HRSの設置と管理は地方当局により承認され、国や地域の法的要件が適用されます。HRSに関して考慮しなくてはならない安全機能は、水素漏れ、火炎や煙の検知、温度と圧力の監視などです。フランスではピルツのオートメーションシステムPSS

4000が、10カ所以上ある公共の水素ステーションで、補給時の安全を保証しています。ピルツ・フランスは2023年から、ピルツの水素補給ソリューション(HRS)の業務に携わっています。PSS

4000の分散型構造および安全アナログ分散入力機能のおかげで、システム全体をモジュラ設計により、短い配線ルートで構築できます。

機能安全が要求する産業サイバーセキュリティ

水素業界における設備およびシステムのデジタルネットワーク化と分散化が進むなか、産業サイバーセキュリティの重要性がますます高まっています。FAやプロセス制御分野における生産および産業設備の制御ネットワークのセキュリティが問われているのです。潜在的な脆弱性を早期に検出・修正して、制御ネットワークへの不正アクセスを防ぐ必要があります。その一例が、システムステータスを確認するための水素製造用容器へのリモートアクセスです。この接続によってシステムの安全関連部に不正な変更が加えられるおそれがあるとするれば、設備の該当箇所には特別なセキュリティ対策が必要です。安全な運用を実現するうえで不可欠だからです。ピルツのI.A.M. (Identification and Access Management) のようなアクセスおよび許可管理システムは、ユーザー認証からオペレーティングモードの選択の他、データやネットワークのセキュリティからアクセス管理までをサポートします。

安全とセキュリティへの総合的なアプローチ

オートメーションソリューションを追加することで、従来の水素産業における機械安全の機能を格段に強化できる可能性があります。

なぜなら、機能安全においては常に安全機器のライフサイクル全体が考慮されるからです。エネルギー担体が生産され、水素補給ステーションで使用されるまでの全段階を通じての継続的、組織的な機能安全アセスメントで、人と設備、そして環境を保護します。ピルツはまた、安全とセキュリティに対する総合的なアプローチだけが、包括的な保護を保証できると信じています。セキュリティとは設備や機械の不正操作や誤使用を防ぎ、可用性を確保することだからです。

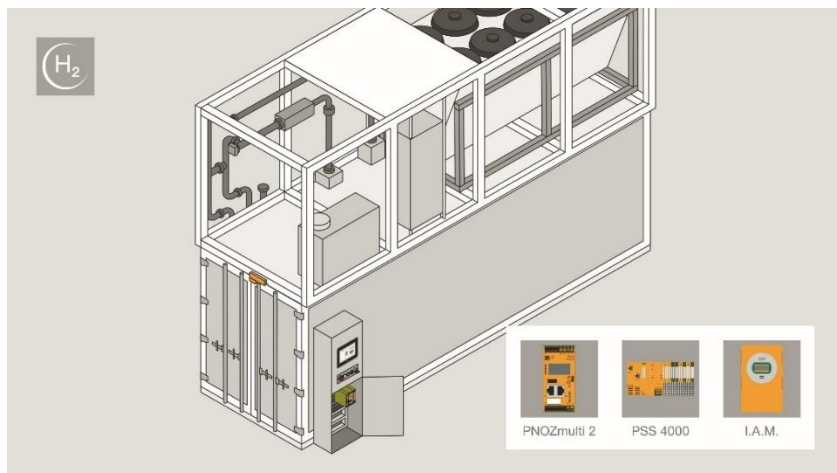
((文字数: 15,041))

写真素材:



キャプション:

電解処理時の機能安全は、たとえば、小型安全コントロールシステムPNOZmulti 2またはオートメーションシステムPSS 4000の安全アナログ入力を用いて実装できます。また、アクセスおよび許可管理システムを用いて、あらゆる種類の不正操作を防止できます。
。 **Copyright:** © iStock.com/jeremyiswild, © Pilz GmbH & Co. KG



キャプション: 水素を生産するための電解装置 -

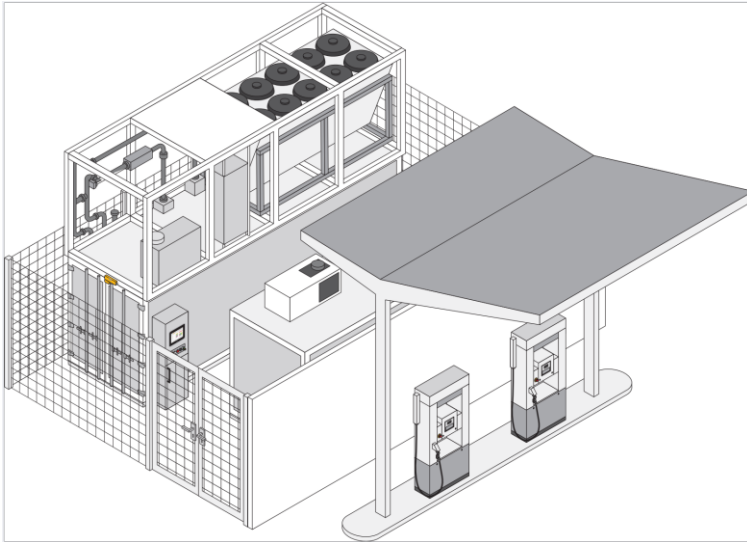
ピルツのオートメーションシステムによる安全でセキュアな監視

Copyright: Pilz GmbH & Co. KG



キャプション:

水素補給ステーションの標準的な安全機能は、水素漏れや火炎・煙の検知、温度と圧力の監視です。Copyright: © iStock.com/Scharfsinn86, © Pilz GmbH & Co. KG



キャプション:

水素補給ステーションでの主要な爆発防止対策は、爆発性雰囲気避けることです。早期の検出、迅速な漏れ追跡、適切な対策の実施が重要です。Copyright: Pilz GmbH & Co. KG

Pilz – The Spirit of Safety

ピルツは、オートメーション技術分野の製品、システム、サービスを提供するグローバルサプライヤーです。安全オートメーションの先駆者として、人、機械、環境の安全を創造し続けています。同族企業ピルツの設立は1948年に遡り、現在ではオストフィルダンの本社を拠点として世界各国に42の現地法人・支店、2,500名の従業員を擁しています。

業界の技術リーダーであるピルツは、機械の安全と産業サイバーセキュリティを実現するためのトータルなオートメーションソリューションを提供しています。そのポートフォリオには、センサ、コントローラ、ドライブ技術に加え、産業用通信、診断、視覚化を目的としたシステムが含まれます。また、コンサルティング、エンジニアリング、トレーニングを含む各種サービスも国際的に提供しています。ピルツのソリューションは、機械エンジニアリングの業界にとどまらず、社内物流、包装、鉄道技術、ロボティクスなど、多くの業界で採用されています。

www.pilz.com

2025年5月21日
12/12ページ

ピルツのソーシャルメディア:

ピルツのソーシャルメディアチャンネルでは、当社に関する情報やピルツの社員、オートメーション技術の最新ニュースをお知らせしています。

 www.pilz.com/facebook
 www.pilz.com/xing
 www.pilz.com/youtube
 www.pilz.com/linkedin

プレス向け連絡先:

Martin Kurth

企業および技術プレス
電話: +49 711 3409-158
m.kurth@pilz.de

Sabine Karrer

技術および企業プレス
電話: +49 711 3409-7009
s.skaletz-karrer@pilz.de

Jenny Skarman

技術プレス
電話: +49 711 3409-1067
j.skarman@pilz.de

Eva Gellner-Röfle

技術プレス
電話: +49 711 3409-7147
e.roessle@pilz.de

Hansjörg Sperling- Wohlgemuth

Conference and
Presentation
Management

電話: +49 711 3409-239
h.sperling@pilz.de