



## Industrie 4.0 – 安全與智慧

**PILZ**  
THE SPIRIT OF SAFETY

白皮書

## 免責聲明

我們的白皮書皆經過審慎地編撰，包含我們公司和產品的資訊。所有聲明皆是依據技術的最新狀態以及我們所認知與相信的範圍做成。由於已盡力確保所提供資訊的正確性，因此除了重大疏失之情況外，我們不為所提供資訊的精確性及完整性負責。此外，聲明不具備保證或擔保屬性的法律效力。任何對於內容的批評指教，我們都會虛心接受。

## 版權

本刊物之所有權利為 Pilz GmbH & Co. KG 所有，本公司保有進行技術性修改之權利。可基於內部用途製作其複本。使用的產品、貨品和技術名稱為其各自公司之商標。

Pilz GmbH & Co. KG  
Felix-Wankel-Straße 2  
73760 Ostfildern

© 2016 by Pilz GmbH & Co. KG, Ostfildern,  
第二版

## 目錄

<b>1. 關於 Industrie 4.0.....</b>	<b>4</b>
1.1. 歷史和背景 – 從蒸汽機到智慧工廠.....	4
1.2. 智慧工廠.....	4
1.2.1. Smart Factory <sup>KL</sup> .....	4
1.2.2. Pilz 皮爾磁智慧工廠示範廠房.....	5
1.3. 安全與資訊安全.....	6
1.4. 模組化機械設備和分散.....	7
<b>2. Industrie 4.0 和 Pilz 皮爾磁.....</b>	<b>8</b>
2.1. Pilz 皮爾磁的貢獻.....	8
2.2. Pilz 皮爾磁生產製程中的 Industrie 4.0.....	8
2.2.1. 整合式生產中的 IT.....	8
2.2.2. 「Pilz 皮爾磁創意 4.0」.....	9
2.3. 行動領域 – Industrie 4.0.....	9
<b>3. 行動領域 – 安全與資訊安全.....</b>	<b>9</b>
3.1. 安全.....	10
3.1.1. 安全 – 從靜態到動態安全性.....	10
3.1.2. 安全性 4.0 – 從單體結構到模組化解決方案.....	11
3.1.3. 模組化認證.....	11
3.2. 資訊安全.....	11
3.2.1. 資訊安全領域的解決方案方法.....	12
3.2.2. 自動化解決方案.....	12
3.3. 安全性與資訊安全之間的互動.....	13
<b>4. 行動領域 – 模組化方法.....</b>	<b>13</b>
4.1. 分散式智慧系統 – 自動化系統 PSS 4000.....	13
4.2. 工程設計工具 PAS4000.....	14
4.3. PASvisu 圖像顯示.....	14
<b>名詞解釋.....</b>	<b>15</b>

# 1. 關於 Industrie 4.0

Industrie 4.0 不只是一個未來的願景。智慧網路是工業的重要契機，彈性化生產能協助您充分運用您的工廠，在大量生產的基礎上，製作客製化產品，藉以提升工廠的生產力。然而，許多公司對於將 Industrie 4.0 應用於其自身生產營運仍猶豫不決。依據 McKinsey 機構的研究《Industry 4.0 – 如何引導生產製造領域的數位化，2015 年》<sup>1</sup>，即便已高達 91% 的企業將工業化生產的數位化視為機會，十家德國公司中僅六家覺得已做好 Industrie 4.0 的準備。我們想要改變這一切，並為全球各公司提供 Industrie 4.0 的解決方案和產品。因為 Industrie 4.0 的主題也日漸聚焦於國際：全球化的持續性進程尤其必須透過整體價值鏈的生產流程數位化，做好邁向整合之路。

## 1.1. 歷史和背景 – 從蒸汽機到智慧工廠

第一次工業革命是以水和蒸汽動力為主。第二次工業革命則是使用輸送帶和電力進行大量生產。接著是數位化革命，也稱為「Industrie 3.0」，以電腦為基礎的作業方式成為準則，並引進第一套可程式設計邏輯控制系統。

「Industrie 4.0」一詞代表第四次工業革命，包含虛實整合系統、物聯網和智慧工廠。然而對 Pilz 皮爾磁來說，Industrie 4.0 不只是革命，除非各方面皆已準備改變，否則不可能實現。

Industrie 4.0 是在 2011 年德國漢諾威工業展首次公開。於 2012 年 10 月，研究聯盟通訊提倡團隊的 Industrie 4.0 工作團隊向德國政府遞交實施建議。Industrie 4.0 工作團隊的最終報告則是在 2013 年 4 月遞交給漢諾威工業展的德國政府領袖代表。在此同時，三個產業協會 Bitkom<sup>2</sup>、VDMA<sup>3</sup>和 ZVEI<sup>4</sup>也開始著手設立 Industrie 4.0 平台，其目標是協調此領域的各種活動。Pilz 皮爾磁從一開始就積極參與其中，並以其在自動化技術的多年經驗支援。

## 1.2. 智慧工廠

Smart Factory 是未來的智慧工廠，來自生產工程設計領域的研究。智慧工廠是德國政府在 Industrie 4.0 計畫中的高科技策略目標<sup>5</sup>，主要描繪生產環境的願景，生產製造工廠和物流系統能在其中大幅自行組織和最佳化。在智慧工廠製造的產品能隨時瞭解其身處及其歷史、目前狀態，以及在完成之前所需要的生產步驟。但如何達成這一點？

技術基礎是<sup>6</sup>透過物聯網的<sup>7</sup>虛實整合系統。在產品（如工作元件）和生產製造工廠之間的通訊仍是此一未來使用情境的一部分：產品會以機器可辨識形式，例如在 RFID 晶片上攜帶其生產製造資訊。會依據本資料控制生產製造工廠和個別生產製造階段的產品途徑，大學和研究機構在所謂的模型工廠內處理智慧工廠的相關事宜。

### 1.2.1. Smart Factory<sup>KL</sup>

SmartFactory<sup>KL</sup> 是未來智慧工廠的先驅。身為領導中心和製造商獨立的展示和研究平台，SmartFactory<sup>KL</sup> 已成為落實 Industrie 4.0 的願景上發展創新的工廠系統<sup>8</sup>。其目標是由來自產業和研

<sup>1</sup> [https://www.mckinsey.de/sites/mck\\_files/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/sites/mck_files/files/mck_industry_40_report.pdf)

<sup>2</sup> Bitkom (Digitalverband Deutschlands / 德國數位協會) <https://www.bitkom.org/EN/index-EN.html>

<sup>3</sup> VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau、機械工程設計產業協會) <http://www.vdma.org/ueber-uns>

<sup>4</sup> ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., 電子和電氣製造商協會) <http://www.zvei.org/en/Pages/default.aspx>

<sup>5</sup> <http://www.hightech-strategie.de/de/Industrie-4-0-59.php>

<sup>6</sup> 請參見第 20f 頁中名詞解釋的定義。

<sup>7</sup> 請參見第 20f 頁中名詞解釋的定義。

<sup>8</sup> <http://www.smartfactory.de/>

究機構的高層合作夥伴組成的網路處理新的概念、標準和解決方案，並為高度多樣化自動化工程設計提供良好的基礎。

身為成員，Pilz 皮爾磁全力支援此計畫的目標。Pilz 皮爾磁會依據開發作業所得到的研究心得，運用在自己的產品中。

SmartFactory<sup>KL</sup> 擁有世界首座不受製造商限制的 Industrie 4.0 工廠<sup>9</sup>，其安全性與模組化是非常重要的問題；憑藉著在機械安全領域的經驗，Pilz 皮爾磁率先倡導標準化和兼顧安全性（機械安全），以及資訊安全（IT 安全）等層面問題的通用方法。

其次，Pilz 皮爾磁設法解決了模組化的問題。透過整合，建構能以機器元件為單元來達成廠房的模組化，並可橫跨多種模組標準及兼具重複使用功能，例如：可分配控制功能的 Pilz 自動化系統 PSS 4000 即為其最佳基礎，可在智慧工廠中落實這種自動化概念。在 2015 年德國漢諾威工業展，SmartFactory<sup>KL</sup> 展示一套模組化、跨製造商的生產機械設備，而其個別模組是由各種不同控制架構的多家製造商所緊密合作製造。Pilz 皮爾磁以智慧、自動化的儲存單元架設於 Smart Factory<sup>KL</sup> 的示範廠房中。



圖 1：2015 年漢諾威工業展的 SmartFactory<sup>KL</sup>

### 1.2.2. Pilz 皮爾磁智慧工廠示範廠房

智慧工廠示範廠房能讓我們展示如何以快速、彈性而高成本效益的方式製造客製化產品。模組化生產線展示了分散式自動化系統如何搭配致動器和感測器以彼此溝通的運作方式，Industrie 4.0 相容的自動化系統 PSS 4000，能協調從工程設計到視覺化所有安全、自動化與網路連結元件工序。皮爾磁另外展出的智慧生產線專門製造客製化名片架和原子筆，其中一項要務是生產製程透明化。我們的解決方案簡單的呈現含有許多精密功能的複雜工廠和機械設備，例如在 Industrie 4.0 的數位化網路連結系統上所具備的各種功能。

示範廠房包含三個不同的功能模組：

- ▶ 工作元件載體的儲存位置
- ▶ 原料儲位／產品移交的機器手臂
- ▶ 雷射工作站

<sup>9</sup> <http://www.smartfactory.de/>

可透過個人電腦輸入客戶資料紀錄（聯絡人、地址等）並由客戶選擇名片盒或原子筆，接著他們可以用筆寫下姓名，或是以數位刻印姓名的方式製作數位名片盒。

資料以數位方式儲存在位於工作元件載體上的 RFID 晶片中，這能確保在每種模組中皆能提供所有資訊。會在個人化模組將所需要的資訊從晶片讀出，並執行適當的流程，一旦完成產品後，就會將產品製造站的 RFID 晶片抹除，進行寫入下一筆資料紀錄。

若在此一抹除程序之後，不再提供其他資料紀錄，工作元件載體與 RFID 晶片會返回儲存位置，或直接饋送新的原料至生產流程中。



圖 2：2016 年漢諾威工業展的 Pilz 皮爾磁智慧工廠示範工廠

### 1.3. 安全與資訊安全

隨著自動化產業持續朝著 Industrie 4.0 發展，許多公司也必須面對新的安全和資訊安全挑戰。自動化的世界與 IT 世界逐漸合而為一，對於安全／資訊安全問題的具體觀點有極大的差異：國際使用的詞彙為機械設備安全的「安全性」和 IT 與資料安全性的「資訊安全」，這有助於基本的差異化。

工業安全要求機器或工廠設備的殘餘風險不得超過可接受的值，包括工廠環境（如環境損害）的危險，以及在工廠內（例如廠內人員）的危險。

資訊安全則是保護機器或工廠設備避免遭到外部的未經授權進入，並保護機密資料免於毀損、遺失或未經授權存取，包括顯性的攻擊和意外的資訊安全事件。

在移轉、處理和儲存過程中的生產與安全相關控制資料的全方位保護，必須解決下列的資訊安全領域：

- ▶ IT 系統的實體資訊安全和可用性
- ▶ 網路資訊安全
- ▶ 軟體應用程式安全
- ▶ 資料安全性

▶ 操作安全性

#### 1.4. 模組化機械設備和分散

近年來，模組化機械和工廠設備工程設計已被視為是生產靈活度提升的關鍵。完整的工廠設備包含多個自我管理的機器模組，各模組能分別代表一或多個標準化生產步驟，並可與其他模組結合建立完整的流程。這必須將所有模組連接至分別供應能源（400 VAC 三相電流、壓縮空氣），以及製程和控制資料的中樞網路。若生產方法需要變更或生產力提升，可交換一或多個模組或加入相同的模組。

因此模組化和分散化是邁向自動化之路的重要成功因素，先決條件是自動化系統能以使用者易於用的方式控制機器模組中的分散式智慧，所有工廠和機械設備皆可分解成可管理、獨立運作的單元。

所有工廠和機械設備的模組化結構皆依照機電一體化方法整合運作，其納入所有涉及機器開發程序：包括機電整合、自動化技術和資訊技術等規則。多樣化、個別、自動化技術元件之間的互動和相關軟體工具，構成自動化解決方案，此一通用性跨越自動化金字塔的四個等級（管理層級、操作層級、控制層級和現場層級）。機電整合方法需要更多的控制功能，才能「移植」到個別的機電整合模組中。

目前自動化系統的限制之處在於，雖然可建立功能模組，由強大的集中式控制系統執行，但個別模組的調試作業也會因其複雜性而變成十分費力的程序。個別功能模組的後續組態設定變更和程式設計也會增加工作負擔。

分散式系統能讓調試模組直覺化，由於採用相同的控制程序和附屬程序，也讓設定工作變得更容易。

未來自動化要求的是能同時分散控制智慧及確保多個控制系統的必要網路連結，同時維持使用者易於處理能力的解決方案。Pilz 皮爾磁提供以 PSS 4000 自動化系統為主的解決方案。

## 2. Industrie 4.0 和 Pilz 皮爾磁

### 2.1. Pilz 皮爾磁的貢獻

Pilz 皮爾磁的管理合作夥伴 Susanne Kunschert 是由德國政府在 2010 年親自指派給研究聯盟，出任中小型企業的代表，這是建議聯邦政府實施和開發高科技策略的單位。Susanne Kunschert 被要求引進創新中小型企業的思考觀點。

身為安全促進團體的成員，Pilz 皮爾磁的管理合作夥伴與通訊網路的高效率保護，以及德國成為安全技術領導市場的發展密切相關。研究聯盟在工作團隊中開發各種釐清需求領域的計畫，其中最重要的一項就是 Industrie 4.0。

Pilz 皮爾磁在 BITKOM、ZVEI 和 VDMA 產業協會下的各種專案中，主動支援新成立的 Industrie 4.0 辦公室工作，包括開發行動所需要的建議，並在 2013 年漢諾威工業展遞交給聯邦政府。

Pilz 皮爾磁活躍於下列委員會：

- ▶ 在 Industry 4.0 平台上協同作業
- ▶ 在 ZVEI 的 Industry 4.0 管理團隊協同作業
- ▶ 在 Baden-Württemberg 機電整合網路上共同作業
- ▶ Baden-Württemberg Industrie 4.0 聯盟的籌劃指導委員會成員
- ▶ 製造商獨立示範和研究平台  
Smart Factory<sup>KL</sup>的成員
- ▶ ARENA2036 的成員 – 汽車生產製造的未來

### 2.2. Pilz 皮爾磁生產製程中的 Industrie 4.0

除了積極參與研究聯盟和研究平台 SmartFactory<sup>KL</sup> 外，Industrie 4.0 並不只是 Pilz 皮爾磁的一項計畫，現在已落實在生產製程中。

透過在生產中使用 IT 促成機器和基礎架構不斷加速整合，Pilz 皮爾磁也在自身的生產運作中突顯其技術領導者的地位。已依據 Industrie 4.0 的精神建立必要的智慧生產基礎架構，並快速實作 Industrie 4.0 的各項要件。

已使用內部開發的智慧工作元件輸送系統，它能加速及簡化裝填電路板的製程和焊接製程。歸功於內建的 RFID 晶片，工作元件載體能自動找出從錫波到組裝裝置之間的路線。

Pilz 皮爾磁將會相繼推動智慧生產：收集並處理機器資料，以供生產控制之用。評估此資料取得關於機械設備的狀況和磨損等級改變的重要資訊，接著進行預防性實施維護作業，避免故障和停機時間。

最新的工作文件版本儲存在 Pilz 皮爾磁雲端中，可隨時提供所有資料和文件，並在生產廠房的任何地方，在行動裝置上加以評估。

#### 2.2.1. 整合式生產中的 IT

Pilz 皮爾磁深知完全整合生產設置的 IT 安全性的挑戰，也是 Pilz 皮爾磁興建一套全面的資訊安全基礎架構，監控所有資料流的原因，這些措施包括一個能反映許多最新標準的獨立電腦中心。藉由持續分析和記錄相關生產資料，便可及早發現異常情況。此外，已在個別生產區域安裝不同防火牆系統，以便依區域個別決定必要的保全等級。不但能將停工及安全風險降至最低，並能保護專業知識。



### 2.2.2. 「Pilz 皮爾磁創意 4.0」

資訊技術和生產技術部門之間共同合作，對於 Pilz 皮爾磁的另一項要務，即 Industrie 4.0。「Pilz 皮爾磁 4.0」將生產和 IT 員工集結在一起，並為他們提供必要的資源，以規劃及實施 Industrie 4.0 的聯合專案。

### 2.3. 行動領域 – Industrie 4.0

永續市場接受的其中一項原則是建立標準化機制，以便在機器之間和機器內溝通。若同時考量兩者的需求（自動化和 IT），則只需要形塑使用者可接受的實用解決方案。總結而言，這代表 Pilz 皮爾磁致力於打造 Industrie 4.0 環境的現代化控制架構。

我們致力解決下列問題：

- ▶ 安全與資訊安全：
  - 在工程設計程序的標準化和流程方面有相似之處，我們希望運用在機器安全和自動化上的經驗，協助推動此一重要工作的進展。
  - 所有控制功能所須的裝置和自動化元件都能接收直接網際網路存取，以交換程序資料和參數資料，提供診斷和（遠端）維護。因此自動化裝置都必須提升資訊安全，以及標準化的診斷介面和顯示內容。
- ▶ 模組化方法：
  - 我們的現代化控制功能是專為分散式和物件導向所設計—感測器和致動器皆具備智慧功能。因此在我們的產品和相對應的工程設計工具中，複製邁向機電整合控制物件的趨勢（自動化元件）。

## 3. 行動領域 – 安全與資訊安全

與傳統生產工廠相反，安全與資訊安全是 Industrie 4.0 系統功能的重要先決條件。

未來將會重新設定和最佳化 Industrie 4.0 系統—例如操作過程中由系統處理—因此需要在執行時重新評估安全與資訊安全。也必須確保殘餘資訊的安全漏洞造成難以接受的高安全風險。

最終，應幫助中小型企業累積對此一問題的信心，作為在臨機網路中生產的重要基礎。透明性、參與和開放通訊是本領域中重要的先決條件。



圖 3：安全和資訊安全的相互作用

### 3.1. 安全

安全領域通常都已具備投資保障和法律確定性，這有一部分是因為符合規範與標準的需求所產生。

舉例來說，應使用國際標準的安全完整性層級 (SIL) 分類、清楚定義所有風險分析、風險評估和執行流程，以合法而有效地比較各種不同的解決方案。

#### 3.1.1. 安全 – 從靜態到動態安全性

安全性代表機械設備的功能安全，即能夠保護人員和環境避免機械設備運作過程中的各種威脅。安全要求機器或工廠設備的殘餘風險不得超過可接受的值，包括工廠環境（如環境損害）的危險，以及在工廠內（如廠內的人員）的危險。

其中一個最糟的選項是直接中斷電源供應，並將強制停止機器。提供這類控制範圍的傳統方式是使用特殊安全接線和元件，例如安全繼電器。因為本方法是以硬體為基礎且是靜態，因此不適合需要持續變更工廠配置的智慧生產製造流程。強制關機常會伴隨其他的缺點，包括生產力的損失，因為較複雜的重新調試流程，或是機器操作和維護概念的限制，而造成延長的停機時間。

可透過自動化流程和功能安全需求的整合式檢視為基礎的動態安全概念，提供替代方案，這會改變安全性本身的觀點；因為它較不具備硬體性質，而較傾向交叉互補裝置功能。在 Industrie 4.0 之前既已開發的方法，能以安全控制的方式操作流程，而不需要在每次發生錯誤時都立即干預。從規劃時就將功能安全建構在自動化專案中，才能有效率實施動態方法。若無法做到，就必須回溯變更個別生產製造階段的流程，這是達成最佳解決方案的障礙，且須負擔高額費用。

雖然靜態安全通常僅傳輸雙位元訊號，如果在安全閉門開啟後關閉機器的動態安全，就需要更大量的資訊。因為這種方法會有各種不同允許「安全閉門開啟操作」的安全操作模式。但這些在安全操作模式中的資訊，都必須呈現在所有元件中。在安全閉門的實例中，依據使用者授權層級，開啟安全閉門並不會自動造成機器的立即關閉；相反的，安全機制會監控是否符合減速限制，或產生並監控旋轉軸的安全設定點。

### 3.1.2. 安全性 4.0 – 從單體結構到模組化解決方案

智慧工廠以實體形式，快速而彈性地重新配置模組化工廠。接著必須將安全解決方案的有效性置於定位，以便容納此一（日後）擴充的彈性。因為在 CE 標章流程中未考量任何組態設定，也無法由操作人員設定。這並非如下列這樣簡單的等式： $CE_{\text{模組 1}} + CE_{\text{模組 2}} = CE_{\text{完整機器}}$ ！

模組化機器能將更大的彈性導入生產製程，同時提升功能層級的標準化範圍。在各種不同模組的邊界採用相同的設計時，能達成最高程度的標準化能力—無論模組是否處理機械化、電子、控制工程設計或圖像顯示功能，機電整合方法是以標準化方式建立自動化物件為目標。

模組化的優點常會被以固定接線的僵硬安全概念所抵消。電子安全控制系統也幾乎都是模擬硬體式的安全性—以固定安全線路的形式，即便是提供有能自由編程電路邏輯的產品亦同。

因此，現代化控制架構的基本功能大多不具備系統性規則運作，用意是讓模組化的彈性最佳化。以不同自動化和機器安全功能的觀點消除其障礙，讓使用者獲得重要的自由度。

PSS 4000 包含模組化和提升靈活性，以作為其基本功能的自動化系統。現在它能以完全象徵性地，且未與系統中的硬體建立關聯性之方式，管理所有程序變數—包括安全功能。為反映這一點，所有程序變數皆提供給整體系統，且歸功於多主機架構，也能提供分散式自動化系統的所有控制程序。

### 3.1.3. 模組化認證

透過模組建立的機器越多，就必須分散連接更多的元件。機械設備或機器零件的模組化設計具有幾項重大優點：模組可重新組合及交換，例如：您可在生產不中斷下擴充機器，或執行刀具更換。機器變得更靈活，操作員可以相同數目的機器生產製造大量的產品。可以設定以營運最佳化處理，因此控制概念變得較分散，是其一大優點。在此過程中設備和資訊安全等相關問題，就顯得格外重要。個別工廠設備模組的模組化認證是重要的考量事項，目前經認證實體檢測和接受的機器可被視為完整實體。即使是小改變，例如交換兩個模組，也需要更新確認。雖然有多種解決方案都在討論中，但目前仍無任何標準實作方式。其中一種方法是採取個別模組機器安全的觀點，現在的任務是讓公司和決策者透過貿易協會討論此問題。若無法律架構，將難以掌握此一領域的進度。

## 3.2. 資訊安全

資訊安全的挑戰與功能安全性不同，資訊安全機制必須隨著新威脅不斷地調整。這可能是由不定期的更新，例如病毒、蠕蟲、木馬程式等造成，並會讓進展和資訊安全落差隨著其所有的功能元件而削弱生產製程。

若想彈性回應威脅，必須具備多層級的全方位資訊安全策略，才能強化安全應用程式：核心的自動化元件的保護能力。例如：這些企業資源規劃 (ERP) 系統能與其他網路通訊，並以網路追蹤。最外層代表工廠，係利用特殊防火牆概念阻絕外部世界，亦即所謂的非軍事區。

IT 和自動化領域的需求，對資訊安全有極為重要的影響。

雖然資訊機密性在辦公室環境有最優先順序，但在生產製程資料中，可用性卻是在名單的最優先位置，因為它是順暢生產製程的先決條件。國際標準 (IEC 62443) 是為了將兩種資訊安全結合而設計，由於網路世界的威脅是動態的，因此安全和資訊安全仍是兩項個別的問題—儘管兩者密切相關。

我們開發出的方法和工具，能分析資訊安全落差對於額外殘餘安全風險的影響性。這些方法和工具已透過事先設計的資訊安全，套用在虛實整合系統 (CPS) 的產品開發之中。

納入考量的層面包括：

- ▶ 保護介面 (PLC) 免於受到外部影響（網際網路、公司網路...）。
- ▶ 保護工廠和機械設備中的通訊系統，需視使用方法而定（定向操作、遠端維護、遠端診斷和臨機連線...）。
- ▶ 資訊安全是一個「移動目標」，而不只是固定的安全解決方案。

### 3.2.1. 資訊安全領域的解決方案方法

安全應用程式如何提供免於受到網路世界威脅的保護？簡短的回答是：只需結合各方都能一致遵守的措施和資訊安全即可。

在網路化方面，成功的要訣是「深度防衛」。以中世紀城堡為例，其中一項建構的核心要素是「區域和管道」安全模式—這也是 IEC 62443 標準中定義的要素。它就像是將自動化網路細分成不同區域，並讓裝置彼此溝通。其他區域裝置的資料交換只能透過單一管道進行，並由安全路由器或防火牆防護，依據事先定義的規則篩選資料流，並封鎖未經授權的存取。即使攻擊者能滲透單一區域，也只有該區域中的裝置會有危險，其他所有裝置仍能保持安全。

### 3.2.2. 自動化解決方案

為保護自動化解決方案，工業化自動化系統的 IT 資訊安全系列標準 IEC 62443，針對此類自動化解決方案的資訊安全定義了七種「基本需求」：

- ▶ 識別和驗證控制 (IAC)
- ▶ 使用控制 (UC)
- ▶ 資料完整性 (DI)
- ▶ 資料保密性 (DC)
- ▶ 限制資料流量 (RDF)
- ▶ 即時回應事件 (TRE)
- ▶ 資源可用性 (RA)

每項基本需求都能擴充為下列元件：

- ▶ 識別和驗證
- ▶ 人員辨別識別
- ▶ 非信任網路的多因素驗證
- ▶ 軟體程序和裝置識別
- ▶ 獨特的識別和驗證
- ▶ 以密碼為基礎驗證的優點
- ▶ 使用者的密碼產生和使用時間限制

依據投入自動化解決方案的開發作業，每項要件有四個需要達到的資訊安全等級。系統整合商和工廠操作員必須定義適合應用的保護等級，以及其衍生的區域模型。然而，並非都需要最高的保護等級「第 4 級」，因為這必須實施大量的作業。

若不能付諸實行—或更糟的情況：被刻意忽略，即使最先進技術性的資訊安全措施也是毫無價值，且可能會因為難以理解或忽視，導致耗費太多時間。技術性措施必須配合組織指導原則和措

施同步實施。安全防火牆設定的重點是若將密碼設為手冊中的預設值，或若很容易在密碼和裝置之間建立連結，會有何種後果？工廠部分的保護等級是技術和組織性措施相互合作的成果。

### 3.3. 安全性與資訊安全之間的互動

資訊安全概念不僅需要安全與資訊安全之間的互動，還需要依據標準來設計系統架構，並納入跨製造商的考量。基於安全性相關考量，必須檢查資訊安全對功能安全的影響程度。最重要的問題包括產品、流程和機器的安全身分證明，以及跨整體生產流程的安全資訊交換。

也需要使用者易用的解決方案：安全和資訊安全必須是可管理且符合使用者的需求。從經濟的角度，安全也是一項創新驅動要素：包括參照生產力的成本結構。預估可能損害的預先保險和以上所需要的正確評估方法，在此是不可或缺。

在人為因素方面最迫切的問題是「實用的資訊安全和隱私權」，其目標是將時間和人力降至最低，並瞭解必要的資訊安全措施。

這同時適用於功能安全：安全措施不得對可用性造成負面影響。安全原則也可套用在資訊安全上，安全需要以全盤的方法達成。

## 4. 行動領域 – 模組化方法

至於挑戰的部分，只有嚴格跨領域的「模組化思考」才能取得中長期的成功，支援此一方法的控制系統在此扮演重要角色。

### 4.1. 分散式智慧系統 – 自動化系統 PSS 4000

Pilz 自動化系統 PSS 4000 追求一致的機電整合方法。PSS 4000 的核心概念是將自動化與安全結合，使製程或控制資料、故障安全資料及診斷資訊可透過多重主機通訊系統 SafetyNET p 進行交換與同步處理。因此對於控制功能而言，在處理的個別程式區塊之間並無差異。分散於執行時間的使用者程式，可供集中專案觀點（而非中央控制系統）的使用者使用。所有網路使用者都可透過此中央專案配置設定、編輯程式及診斷，若專案組態設定關閉，就會將個別程式元件指派給個別控制裝置。這是透過清晰的功能單位叢集化使用者規格達成，能為整體專案提供簡單、標準化的處理。其優點不僅包括模組構成和標準化，也因為整體系統的回應時間縮短，而具備更彈性的錯誤回應、更高的可用性及生產力。

鑒於典型的獨立式自動化系統作業、中央控制系統會監控機械設備或機器並處理所有的訊號，PSS 4000 能以一致化的方式分配控制功能。更詳細而言，自動化系統 PSS 4000 包含硬體和軟體元件，以及即時乙太網路 SafetyNET p 和以應用程式導向的功能模組所設計，適用於不同產業領域的程式設計編輯器。硬體包括各種不同效能類別的控制系統，透過乙太網路交換及同步所有程序、控制資料、故障資訊、安全防護及診斷資訊。此一安全和自動化功能的整合，能降低通訊的複雜性並最佳化成本。

## 4.2. 工程設計工具 PAS4000

自動化系統 PSS 4000 的旨在簡化控制功能離散化，並仍維持操作的清晰性。軟體 PAS4000 在其中扮演極為重要的角色，它包含多種適用於 PLC 程式設計和設定的編輯器，以及軟體模塊。在 PAS4000 中，配置、編譯、調試及運行的工具皆高度相容。

PAS4000 可依據相同原理將機電整合單元的界限分解成更小的功能模組。模組化是非常重要的層面：可從基本功能建立元件，再依序由元件提升至模組、由模組提升至工廠和機械設備－透過階層化的模塊巢狀結構即可輕易達成。由基本功能、元件和模組構成開發的骨幹，其封裝和物件導向特性非常適合用來作為系統開發的軟體套件。

PAS4000 提供常見的基本功能、元件和模組的軟體程式庫。從程式庫中選取的既有元件，本身就不是全新的元件。PAS4000 的一大特色是這些元件都被指定「屬性」，因此能非常簡單地設定所需功能的參數，這對於功能的標準化尤其有幫助。



圖 4：工廠可細分為多個便於管理的獨立運作單元。

## 4.3. PASvisu 圖像顯示

圖像顯示和控制程式可依據相同的原則分解成最小的單元，個別模組的通用資料基礎能確保模組彼此溝通，其統一化的結構能輕易重複使用專案組態設定資料。

圖像顯示軟體可使用 PASvisu Builder 輕鬆建立和設定視覺化專案。

能存取自動化專案中的資料，包括程序變數和 OPC 命名空間，不需手動輸入和指定變數，因此程序較不易出錯。這代表能呼叫像是專案的總和檢查碼，或主裝置的韌體版本等資訊。

Industrie 4.0 考量「資料的價值」－在本案例情況下，是指專案的組態設定資料。通用資料基礎能自動採用「相符」資料，以降低潛在錯誤，而自動化一致性檢查則能縮短工程設計時間：在控制和圖像顯示設施中組成統一模組，以重複使用機器元件和模組。

## 名詞解釋

### 智慧產品

智慧產品攜帶 ID 或直接標示關於其生產製造的關鍵資訊，因此它能控制本身的生產流程。作為智慧物件，亦為物聯網的基礎。

### 物聯網

在物聯網 (IoT) 中，智慧「物品」、元件或物件能透過通用的數位化網路彼此溝通。個別裝置的電腦將會逐漸被「智慧物件」取代，它們能連接至網際網路，因此能獨立與網際網路通訊，以執行各種不同的任務。

尤其歸功於無線頻率識別 (RFID) 的智慧本地化技術，現在物件已能夠自我識別，並在某種程度上自我控制，這些物件會輪流執行它們所應執行的特定資訊。

因此，產品本身能通報其材料處理情況，或是下一個工作步驟的生產系統，不再需要人為介入。

### 虛實整合系統 (CPS)

關鍵元件是可移動安裝設備、裝置與機械設備（包括機器人）、內嵌系統和網路物件（物聯網）。能以網際網路等基礎架構，即時處理其資料的移轉、交換、監控和控制。

可在不需直接接觸下啟動和讀取，並擷取其指派的智慧，以作成獨立決策。虛實整合系統具有高度的複雜性，以有線或無線通訊網路整合內嵌系統，建立虛實整合系統。

### 參考架構模型 (RAMI)

在過去，自動化常具有硬體導向結構（自動化金字塔）的特性。這種結構現在已過時，現在需要的自動化程度已不僅是連接硬體裝置，也涉及雲端連線和資料連線。此外，在製程中所提供的生產資料也能存取外部控制資料，這也是為何以現代化自動化金字塔建立參考架構模型 (RAMI) 的原因。ZVEI 與 VDI/VDE-GMA、DKE 及 Industrie 4.0 聯合平台 Bitkom 與 VDMA 等合作夥伴一起開發自動化產業的構想和概念，<sup>10</sup>模型能在三度空間層模型中，首次將 Industrie 4.0 的重要元件組合在一起。<sup>11</sup>藉由此架構，以系統化方式分類與開發 Industrie 4.0。Industrie 4.0 的模型定義標準，代表不同公司的元件都能彼此溝通。

<sup>10</sup> <http://www.zvei.org/Themen/Industrie40/Seiten/Das-Referenzarchitekturmodell-RAMI-40-und-die-Industrie-40-Komponente.aspx>

<sup>11</sup> [http://www.zvei.org/Downloads/Automation/ZVEI-Faktenblatt-Industrie4\\_0-RAMI-4\\_0.pdf](http://www.zvei.org/Downloads/Automation/ZVEI-Faktenblatt-Industrie4_0-RAMI-4_0.pdf)

我們是國際上的代表。請參閱我們的網站 [www.pilz.com](http://www.pilz.com)，  
以瞭解其他詳細資訊或和我們的總公司聯絡。

總公司: Pilz GmbH & Co. KG, Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern, 德國  
電話: +49 711 3409-0, 傳真: +49 711 3409-133, 電子郵件: [info@pilz.com](mailto:info@pilz.com), 網站: [www.pilz.com](http://www.pilz.com)

**PILZ**  
THE SPIRIT OF SAFETY