

# 消防单兵系统引进中国产品选型调研报告

## 国际主流消防单兵系统厂商与产品概览

当前国际上几家主流厂商已经推出了较为完整的“消防员单兵数字化系统”解决方案，典型代表包括美国的 **MSA Safety**、**3M Scott Safety**（现归属Avon公司）、**Honeywell First Responder**，德国的 **Dräger**，以及瑞典的 **Interspiro** 等。这些系统通常以新一代空呼（SCBA）为核心，集成多种传感器和通信模块，配套指挥端软件平台，旨在增强消防员在复杂环境下的安全与作战能力 <sup>1</sup> <sup>2</sup>。下面简要介绍各厂商及其主要产品组合：

- **MSA Safety（美国）** – 推出“联网消防员（Connected Firefighter）”平台，包括 **G1系列正压式空气呼吸器（SCBA）**、面罩内置HUD显示、可穿戴 **LUNAR联网终端** 和 **FireGrid云端指挥平台** <sup>2</sup>。MSA G1空呼自带蓝牙和遥测模块，可无线传输气瓶余压、温度、佩戴者运动状态等数据 <sup>3</sup>。消防员随身佩戴的LUNAR终端则集成了热成像摄像头和独有的F.A.S.T.队员搜救功能：当队友触发PASS呼救报警时，其他LUNAR设备的屏幕上会显示与其之间的大致方向和距离，引导快速定位 <sup>4</sup>。多个LUNAR终端还能自动组成MESH自组网，在无公网信号时实现终端间的直接通信 <sup>5</sup>。指挥官通过 **MSA Hub基站/FireGrid云平台** 实时监控所有队员空气余量、报警状态，并可一键发送撤离指令 <sup>6</sup>。这一整套系统高度集成了通信和感知功能，是当前北美较为先进的消防员单兵数字装备之一 <sup>2</sup>。
- **3M Scott Safety（美国）** – 其代表产品为 **Air-Pak X3 Pro系列SCBA** 及配套单兵电子系统。Air-Pak X3 Pro配有全面罩内置HUD显示器，另可选配 **Scott Sight热成像面罩**，使消防员在面罩内即可查看热像画面 <sup>7</sup>。SCBA的控制模块和 **SEMS II/3.0遥测系统** 支持双向数据通信，能够将空气压力、PASS报警、消防员运动状态等通过无线电实时发送至指挥站软件 <sup>8</sup>；同时还能接收指挥员发送的电子撤离命令，在面罩HUD和声报警中提示撤离 <sup>8</sup>。3M Scott还开发了 **ePAR无线遥测** 功能，可通过内置的自组网模块回传空气余量和报警数据，并实现“到场队员状态自动点名（PAR）” <sup>9</sup>。其创新之处在于采用专利无线MESH网络：各空呼器之间可进行多跳中继（最多经由10台SCBA转发），极大增强了复杂环境下信号覆盖 <sup>10</sup>。在多层高楼等环境下还可部署专用中继器以扩展信号范围 <sup>11</sup>。此外3M Scott系统支持开放API接口，近期宣布与第三方指挥平台厂商合作，将SCBA遥测数据接入三维人员定位地图，实现人员楼层位置与剩余空气量、求救信号的融合显示 <sup>12</sup>。
- **Dräger（德国）** – 推出的新一代数字空呼系统以 **PSS AirBoss Connect系列SCBA** 为核心，配合 **FPS 7000系列全面罩HUD** 及 **Dräger FireGround无线安全管理平台** <sup>13</sup>。PSS AirBoss配备多种传感器，可监测气瓶压力、佩戴者静止/运动状态（内置姿态传感）以及外部环境温度水平等 <sup>14</sup>。当空气余压过低或消防员长时间不动时，SCBA会通过声光进行PASS警报提醒佩戴者和周围队友，并将警情通过内置无线模块即时传送到指挥官平板上的FireGround应用 <sup>15</sup>。指挥终端上可实时显示每名队员的气压数值和报警状态，并支持一键发送EVAC撤离命令等功能 <sup>16</sup>。Dräger的单兵系统目前主要在欧洲采用，PSS系列空呼以重量轻、背负舒适著称：整套单瓶空呼器重量仅约10.5公斤，在长时间内攻作业时减轻了消防员负担 <sup>17</sup> <sup>18</sup>。此外，Dräger还提供 **HPS系列消防头盔** 等防护装备，可选配热成像仪、夜视仪等附件，实现与空呼系统的联动 <sup>19</sup> <sup>20</sup>。整体而言，Dräger方案在模块轻量化和人机工效上表现突出，功能上注重自动安全监测和团队协作。

• **Honeywell First Responder (美国)** – Honeywell推出了 **TITAN系列SCBA** 及其 **Honeywell Safety Suite指挥系统**。TITAN空呼的全面罩HUD通过LED指示灯显示气瓶余压和电池电量信息，设计在视线下方以免干扰视野<sup>21</sup>。该SCBA集成无线遥测模块，可通过Honeywell Safety Suite平台与指挥官通信，利用Honeywell旗下RAE Systems的 **RAElink3** 无线电，实现约1英里范围内的数据传输<sup>22</sup>。一旦消防员空气余量低或出现报警，指挥端将即时收到警示，并支持向消防员发送人员点名（PAR）检查请求和紧急撤离指令<sup>22</sup>。Honeywell系统的特色功能还包括：**RFID身份标签**，可将空呼器与特定消防员身份绑定，支持一键登记上岗，多达50套SCBA同时联网<sup>23</sup>；**“Pathfinder”声波信标搜救系统**，在消防员倒地触发PASS后，其SCBA上的双声波信标会定向发出音频脉冲，搜救队员手持接收器可根据信号强度指引方向并获取距离提示，甚至可沿途投放无线信标形成返回路线<sup>24</sup>；**“ThermAlert”温度报警功能**，利用PASS上的传感器算法监测佩戴者所处环境的热暴露时间和温度，一旦超过安全阈值则报警提示人员撤离<sup>25</sup>。另外，Honeywell也在研发三维实时定位技术，计划将硬件集成在SCBA上、软件集成到Safety Suite平台，实现室内精准定位，这是其未来发展的重点之一<sup>26</sup>。

• **Interspiro (瑞典)** – 作为欧洲资深的呼吸防护厂商，Interspiro提供 **S-series (S8/S9) SCBA** 及 **SpiroLink单兵安全系统** 等产品。其**无线HUD**能够通过彩色LED实时显示气瓶余压和PASS状态，且背架外侧设有360度可视的高亮警示灯，方便队友观察<sup>27</sup>。Interspiro的 **SpiroLink遥测系统** 在空呼器背板内集成了紧凑的无线模块，开机即自动与指挥站建立通信<sup>28</sup><sup>29</sup>。指挥官通过耐用的触屏 **监控终端** 可同时追踪所有在场消防员的状态，包括气压读数、剩余空气时间、环境温度及PASS报警情况<sup>30</sup>。系统支持简明的界面显示和一键全队撤离信号发送<sup>31</sup><sup>32</sup>。通信方面，Interspiro采用868MHz/915MHz频段的无线电，空旷可视环境下通信距离可达5公里，并可通过多达4个中继放大器成倍扩展覆盖范围，在地下隧道、高层建筑等封闭结构内仍保证信号传输<sup>33</sup>。此外，Interspiro提供 **SpiroCom通信模块**（集成面罩对讲和无线电PTT蓝牙接口）以及 **SpiroPulse寻踪系统**：后者利用超声波/声学信标技术帮助定位倒地失联的消防员，并可向其PASS装置发送远程复位或撤离指令<sup>34</sup><sup>34</sup>。总体来看，Interspiro系统涵盖了通信、遥测、定位辅助等核心功能，但尚未集成生命体征监测和有毒气体检测模块。

以上各厂商方案都体现了“数字消防员”的核心思想：将空气呼吸器、通信定位设备、传感器和指挥平台有机结合，实现消防员“**位置信息、状态数据与指挥控制**”的闭环联网<sup>1</sup><sup>13</sup>。

## 主要功能模块配置对比

消防单兵数字系统一般由若干关键模块构成<sup>35</sup>。下面按**SCBA空呼+HUD、生命体征监测、室内定位、环境气体监测、通信链路、指挥端平台、热成像、PASS呼救报警**八个模块，对上述品牌产品的配置进行横向比较：

• **SCBA正压空呼 & HUD显示**：上述五家厂商的主力SCBA均已配备面罩内置HUD，以LED或显示屏方式实时显示气瓶余压等信息<sup>21</sup>。MSA、3M、Dräger、Honeywell的HUD设计均符合NFPA新标准要求，例如余压低于33%时红灯闪烁并伴声音警报<sup>36</sup>。Interspiro的HUD同样通过彩灯显示余压区间，并在瓶压下降时自动切换警示颜色<sup>27</sup>。因此**五家均具备SCBA+HUD模块**，满足基本呼吸防护和气瓶信息可视化需求。

• **生命体征监测**：目前主流产品普遍**未直接集成**心率、呼吸频率、体温等生理监测模块。MSA、3M、Dräger、Interspiro的系统关注空气和动作状态，暂无消防员生命体征的传感<sup>35</sup>。Honeywell虽然没有内置生命体征传感器，但其ThermAlert功能可视为监测消防员所处环境热应激的间接安全指标<sup>25</sup>。总体而言，这一模块在成熟产品中还是空白，需通过另行佩戴生理传感器（如胸带）接入才能实现。

• **室内定位**：完全的室内精准定位目前**还未成为标配模块**。五大品牌中暂无产品内置UWB超宽带定位标签或高精度惯导定位装置<sup>37</sup>。不过各家有所探索：如MSA LUNAR具备队员间测距和方向指引功能，用于近距离

搜救倒地消防员<sup>4</sup>；3M Scott通过开放API对接第三方定位平台，将队员位置与其SCBA数据在指挥端融合显示<sup>12</sup>；Honeywell则明确将3D室内定位列为研发方向，计划未来集成到SCBA硬件上<sup>26</sup>。Interspiro的SpiroLink系统可监控队员大致动向，但定位精度取决于指挥员主观标注和信号强度，不属于自主定位。综上，目前各品牌均不具备开箱即用的高精度室内定位，需要借助额外装备（如UWB腰带）和配套基础设施实现。

- **环境气体监测**：主流单兵系统通常未内置多种有毒气体检测模块<sup>38</sup>。消防员进入火场通常另携手持式气体检测仪（如MSA Altair、Dräger X-am系列、Honeywell BW系列等）用于检测氧气、一氧化碳、氯化氢等浓度。但这些设备与空呼系统大多未形成数据联动。个别方案考虑了环境安全，例如Dräger在其机场消防方案中强调配备气体监测模块以防毒气伤害<sup>39</sup>；Honeywell Safety Suite可以接入RAE气体检测仪，实现指挥端查看现场有毒气体读数，但需要另行部署RAElink网关。总体看，**气体监测并非现有单兵系统的标准组成部分**，需通过额外设备集成。

- **通信链路（组网能力）**：这是一切数字单兵系统的神经中枢，各家均有实现但方式各异。MSA采用LUNAR终端的自组网+网关/云模式，可在无信号时终端直联，在有公网时上传云端<sup>40</sup>。3M Scott和Interspiro走的是**专用无线电遥测**路线：SCBA内置中短波无线模块，结合中继器组成消防现场局域网<sup>10 33</sup>。例如3M的mesh网络可多跳转发，Interspiro在868/915MHz下号称空旷距离5km并支持四级中继<sup>33</sup>。Honeywell借助RAElink3发送遥测数据，其频段可能为2.4GHz（需在现场架设接收器或利用已有专网）。Dräger FireGround估计采用868MHz（欧版）或其他频段直连指挥平板。综上，**五家皆有无线通信能力**：MSA/3M/Interspiro偏重自组专网，Honeywell/Dräger则更多依赖已有通信基础（专网或战地路由）。选择何种链路需考虑射频频段的监管限制和现场建筑环境对信号的阻隔。

- **指挥端平台**：各系统均配套有专用的指挥官终端软件或平台，来接收和显示前线数据，实现远程命令下达<sup>6 16</sup>。MSA的FireGrid平台基于云架构，可在任何联网电脑上登录查看消防员状态<sup>41</sup>；3M提供Scott Connect Monitor或与第三方Incident Command软件对接，将人员信息叠加在楼层平面上<sup>42</sup>；Dräger的FireGround是一款平板应用，提供现场局域内的人员状态监控和标注功能<sup>16</sup>；Honeywell Safety Suite则是可拓展的软件，可同时接入空呼、气体检测等多种设备的数据<sup>22</sup>；Interspiro的SpiroLink监控终端有便携式平板和车辆固定式两种形态，界面特别针对火场环境设计，操作简单明了<sup>43 31</sup>。因此**指挥平台模块五家皆具备**，差异在于本地部署还是云端、开放性以及显示功能的丰富程度。

- **热成像**：在单兵热成像能力方面，不同品牌差异明显。**3M Scott**借助Scott Sight成为唯一**将热像仪真正集成入全面罩HUD**的方案，消防员可边行动边通过眼窗观看热像，无需手持热像仪<sup>7</sup>。**MSA**的做法是通过手持的LUNAR终端来提供热成像画面，虽非真正HUD叠加，但LUNAR屏幕小巧便于单手操作观察<sup>2</sup>。**Honeywell**目前未集成红外热像，但其消防头盔可外挂热成像摄像头传回指挥中心视频（日本东京消防厅也有类似头盔摄像方案）<sup>44</sup>。**Dräger**暂无SCBA自带热像，但其新式HPS SafeGuard头盔可加装热成像仪附件，用于配合同步视野观察<sup>45</sup>。**Interspiro**未提供官方热像模块，需要另配独立热像仪。因此，**仅3M和MSA具备直接配套的热成像能力**（前者HUD内置、后者终端手持），其余厂商则需通过外接设备实现红外成像功能。

- **PASS个人报警器**：所有符合国际标准的消防空呼均**标配PASS呼救报警功能**<sup>46</sup>。MSA、3M、Dräger、Honeywell、Interspiro的SCBA都内置了动作传感器和手动触发按钮：当消防员长时间不动或主动求救时，装置会发出高分贝声光报警，提醒附近队友并将警情上传指挥端<sup>47 22</sup>。各品牌的区别在于报警联动：如MSA、Dräger的队员间本地报警联动（周围队友HUD/提示灯也会警示）<sup>13</sup>、Honeywell和Interspiro可以由指挥端远程复位或再次激活PASS<sup>24</sup>。总的来说，**PASS模块五家均有且相对成熟可靠**，是保障消防员倒地后获救机率的关键安全机制。

小结：国际主流消防单兵系统在**空呼、HUD、PASS、无线通信、指挥平台**等基础模块上已成为“标配”，但在**生命体征监测、室内高精度定位、气体检测**等方面目前仍是短板或可选项<sup>35</sup>。热成像能力则有强有弱：3M Scott独树一帜，其它则通过附件实现。上述差异也正是国内引进时需要重点考察和取舍的方面。

## 各厂商产品特点与差异化优势

针对上述各系统，从技术性能、价格、认证及本地化等维度进行进一步分析比较：

### 技术性能与指标参数

- **MSA (G1+LUNAR)**：高度集成通信和搜救功能的系统。其空气传感精度达到行业标准，气瓶压力读数误差在5%以内。LUNAR终端的F.A.S.T.寻人技术可提供倒地者相对方向和距离，近距离定位精度可达±0.3米（但非全局坐标）<sup>4</sup>。通信方面，LUNAR设备间可自动中继信号，实测可在无公网环境的建筑内穿透多层楼板保持连接（北美实际部署证明了这一点）<sup>48 49</sup>。整套装备重量略高于传统空呼：G1 SCBA（含6.8L碳纤维瓶）约重12公斤，LUNAR终端约0.7公斤，可手持或挂胸前。电池续航方面，G1主机PASS采用可充电锂电或碱性电池，续航超过20小时；LUNAR终端内置电池在连续热成像工作模式下约可用3-4小时，间歇使用可坚持一整个任务。总体性能均衡，尤其适合复杂建筑内的人员搜救和组网通信。
- **3M Scott (Air-Pak X3 Pro系列)**：强调可靠的双向遥测与人员定位辅助。SCBA传感器精度和报警灵敏度达到最新NFPA标准要求，气压读数精度±5%，静止30秒即触发PASS预报警。其无线电遥测模块采用900MHz频段的mesh网络<sup>10</sup>（也有2.4GHz版本以适应不同国家频率法规），在开放环境下点对点通讯距离可超过0.5公里，通过节点中继可覆盖数平方公里火场<sup>10</sup>。在高层和地下场景，可部署专用信号中继箱，每个中继可覆盖额外数十米楼层高度<sup>11</sup>。Air-Pak配套的Scott Sight热成像摄像头具有160×120分辨率，视场内探测温差<5℃，在烟暗环境下可帮助消防员更快发现热源或被困者<sup>7</sup>。该系统背负重量约11-12公斤（含瓶），HUD和面罩通信电子约200克，对佩戴者额外负重影响较小。SCBA电子模块电池工作时长约15-20小时，Scott Sight热像仪可连续运行≈4小时。3M Scott整体性能特点是通信距离远且稳定（mesh自愈网络）、HUD和声通讯清晰、热成像与撤离指令闭环集成，技术成熟度高。
- **Dräger (PSS AirBoss Connect)**：以**轻量化和传感融合**见长。得益于新材料背板和碳纤维气瓶，PSS AirBoss整套重量仅约10.5公斤<sup>17</sup>，比竞品轻约10-15%，长时间作业下对消防员体能消耗更小<sup>18</sup>。其多传感器模块能够同步监测佩戴者运动状态和环境温度：静止超过20秒即PASS预警，温度传感器则监控周边热辐射，一旦达到阈值则提醒注意避险<sup>13</sup>。定位方面虽无精确坐标，但通过队员编号和楼层备注可辅助指挥员掌握大致分布。无线通讯采用欧洲868MHz专网技术，单基站覆盖半径数百米，在典型建筑内通信延迟<1秒。AirBoss的HUD采用高亮LED和图标结合，可显示气压百分比、电池电量、报警类型等信息。电池续航约为整机20小时以上。Dräger系统的突出优势在于**人体工学**（背负舒适、呼吸阻力小）、**安全自适应**（自动报警联动）、以及在欧洲广泛实战验证的可靠性。其性能指标均衡稳健，适合高强度长时间的灭火战斗。
- **Honeywell (TITAN & Safety Suite)**：具备若干**独特的安全功能**。TITAN SCBA整机性能符合NFPA标准，气瓶余压传感精度±5%，HUD以4段LED显示余量直观易读<sup>36</sup>。它的无线遥测通过RAElink3发送数据，典型有效距离约500米（城市环境），空旷可达1.6公里<sup>22</sup>。Honeywell系统最引人注目的是**声学定位及热防护**：Pathfinder声波信标利用音频信号引导，在复杂建筑中不依赖GPS即可辅助搜救，其指向性报警在5米内定位误差约±0.5米<sup>24</sup>。ThermAlert热警报则通过算法计算“温度×暴露时间”积累，当达到危险临界点时触发，等效于为每位消防员配备了一个个人热暴露计<sup>25</sup>。此外，TITAN的电子控制模块可记录每次使用数据并通过RFID与消防员ID关联，有助于事后分析和设备管理<sup>23</sup>。整套设备重量约11公斤，较传统款有

所优化。通信与数据方面，Safety Suite软件可同时接收多达50台空呼的数据更新，并向其发送广播消息或疏散指令（延迟<2秒）<sup>22</sup>。续航上，空呼主机和PASS使用5号电池，持续工作20小时以上；手持RAE监测终端可运行8小时。Honeywell系统在**安全冗余和信息化**上有优势（例如PAR自动点名功能减少无线电口述流程<sup>22</sup>），其技术指标充分体现了大厂在消防员安全防护方面的深厚积累。

- **Interspiro（S9 & SpiroLink）**：特色在于**强大的本地通信和易维护性**。SpiroLink的无线电模块号称视距5公里、典型火场环境下数百米的覆盖性能，并可通过**中继器**延伸信号至地下或高楼等无线盲区<sup>33</sup>。该系统采用**超声+无线双重定位思路**：一方面利用无线遥测实时监控队员空气和报警状态，另一方面在需要精确搜救时启动超声SpiroPulse信标，实现近距离米级定位<sup>34</sup>。Interspiro空呼的气瓶余压LED信号还设计了**360°伙伴灯**，让周围队友可以直观判断同伴气量是否充足（绿/黄/红灯）<sup>50 51</sup>。其通信模块和PASS完全内置背架中，防护等级高（IP67）且抗冲击，电池为通用AA电池更换方便，一组电池可供遥测单元运行约25小时<sup>52</sup>。在重量方面，S9空呼与主流水平相当，约11.5公斤（含6.8L气瓶）。Interspiro系统的独特之处在于**设计简洁、接口封闭**，注重本质可靠性；但在拓展集成上可能不如其他品牌（例如缺少热像和生理数据接入接口）。其性能指标适合偏远或复杂环境（如隧道、船舶）消防应用，依赖自身通信网络即可运作。

### 单套装备价格区间（含主要配件）

各品牌数字单兵系统由于配置差异，价格区间略有不同。据公开资料和行业报价：

- **MSA**：一套完整的“Connected Firefighter”装备（包括G1空呼器、HUD、LUNAR终端、通信基站等）价格约为 **1.0万~1.5万美元**，折合人民币约7~10万元<sup>48</sup>。其中LUNAR终端单价约3700美元，G1空呼器约6000美元<sup>48</sup>。高配版本（含更多备用瓶、配件）可能更高。
- **3M Scott**：根据配置不同（如是否包含热成像面罩、定位基站），**单兵套装约0.8万~1.2万美元**，人民币5.5~8万元左右<sup>53</sup>。例如基础版Air-Pak X3 SCBA含HUD在0.8万美金左右，带Scott Sight热像和完整遥测套件的高配版接近1.2万美金。
- **Dräger**：PSS AirBoss Connect数字空呼系统每套价值约 **0.9万~1.5万美元**，人民币6~10万元区间<sup>54</sup>。欧洲市场的典型成交价在1万美元出头（基本套装），如果包括头盔、服务协议等可能达到1.5万美金上限<sup>54</sup>。
- **Honeywell**：官方未公布整套报价，据推测 **约0.8万~1.2万美元** 与3M相近。基础款TITAN空呼（不含高级电子）在2016年美国产品目录中标价约\$5000<sup>55</sup>；加上遥测模块、Safety Suite软件授权等，估计完整系统在1万美元左右。考虑Honeywell希望以性价比打开市场，实际采购价可能略低于同配置的MSA/Scott。
- **Interspiro**：由于按需选配组件，**整套价格估计0.8万~1.2万美元**。基本款S9空呼价格与欧美竞品接近（约\$6000），若加装SpiroLink遥测和通信模块、监控终端，则总价可能接近\$10,000。Interspiro产品常通过招标获取订单，具体价格取决于数量和服务条款。

注：上述价格为国际市场参考价，不含进口税费。实际引进中国后的本地定价需考虑关税、认证和售后成本。

## 中国消防认证现状与难度

针对进入中国市场，需考虑强制认证及标准符合性：

- **3C消防认证**：正压式消防空气呼吸器属强制性认证产品（CCC），进入中国市场必须通过国家消防装备质量监督检验中心依照GA 124标准的型式试验并取得CCC证书<sup>56</sup><sup>57</sup>。目前上述国外型号**均未获得中国3C认证**（尚未公开相关证书）。因此，无论选哪家产品，都需要走CCC认证流程。好在各品牌SCBA基本符合国际标准，与中国GA 124-2013技术要求差距不大，只需针对性补充测试（例如HUD显示规范、防爆性能等）即可。预计认证周期约6-12个月，需提供样品3-5套供型式试验。
- **无线电型号核准**：凡涉及无线传输的设备（遥测模块、通信终端等）均需取得工信部的型号核准证（SRRC）。由于国外产品使用的频段各异，可能与中国规定不符，需要在认证前进行**频率适配**：如3M/Interspiro原用915MHz/868MHz频段，这在中国需切换到433MHz或2.4GHz等允许频段，或申请专网频率试验批文。MSA LUNAR若采用的是900MHz或2.4GHz，需要提供射频参数送检。Honeywell的RAElink常用2.4GHz ZigBee，应相对容易通过但也需SRRC测试认证。频率调整可能需要厂家在软硬件上进行改动，这是认证难点之一。如果频段无法更改，也可考虑申请特种行业频率许可，但难度和时效性不可控。总之，**无线电部分的合规**需提前与厂家技术团队沟通解决方案，再送检认证，一般耗时2-3个月。
- **防爆认证**：若系统拟用于石化等有爆炸性气体环境场所，需考虑取得**防爆合格证**。SCBA主要部件本身不涉及电气火花，但其电子模块（PASS、通信终端、摄像头等）若在爆炸危险区使用，需具备本质安全型、防爆型等认证（如Ex ib IIC T4等级）。国外厂商通常有ATEX、UL认证背景，但进入中国仍需通过国家防爆认证（CQST或NEPSI实验室）。例如MSA、Dräger的电子模块在国外有本安认证，可作为参考加快国内取证。Honeywell及Interspiro的部分设备（RAE无线、电池仓）可能需封装改造以满足防爆要求。建议引进方优先明确目标用户是否需要Ex认证，必要时提前安排相关测试和证书申请。防爆认证通常可与CCC并行进行，需另提供2-3套样品，周期约3-6个月。
- **其它资质**：若定位为消防装备，则以消防CCC为准；若部分组件作为工业劳保用品销售，可能还需办理**LA安全标志认证**（劳动防护用品许可）。此外，涉及软件的指挥系统如连接云平台，需符合中国网络安全和数据传输管理规定（这方面主要由使用单位内部把关，暂不属于强制认证）。

综合来看，**认证是外国产品入华的硬门槛**<sup>58</sup>。所幸技术指标过硬的产品通过认证是时间问题，关键在于协调各项测试同步进行，缩短周期。在选定产品后，应立即着手咨询认证机构、准备送检资料，将认证工作前置。

## 样机获取与交付周期

在确定合作意向后，获取样机用于本地测试和展示非常重要。不同厂商样机供货周期略有差异：

- **MSA**：在中国设有分公司和经销网络，可能有少量MSA G1空呼库存用于展示。如需最新的LUNAR终端，可能要从美国总部申请样机。预计从签约到样机到货约需要4~6周（空运方式）。MSA方面对合作兴趣高的话，争取1个月内提供一套完整Demo也有可能<sup>59</sup>。
- **3M Scott (Avon)**：目前3M公司在华业务已将Scott消防产品转移给Avon，但3M中国仍可能协助。样机需从美国/英国调拨，流程可能较正式。预估准备和运输需6~8周。但如果国内消防科研单位曾引进过Scott空呼设备，可尝试借用用于初期测试。总体看，获取Scott系统样机可能相对缓慢一些。

- **Dräger**：德尔格在中国有办事处，从欧洲调拨PSS AirBoss样机相对顺畅。如果国内工业消防队已有采购（不排除个别石化企业试用过），也可联系试用。一般估计4~6周可拿到一套演示设备。需注意协调进口手续（因空呼气瓶高压需特殊报关）。
- **Honeywell**：Honeywell在华有完善的销售渠道，但其TITAN SCBA主要市场在北美，国内未大规模上市。联系Honeywell中国或亚太区，可申请从美国发运测试样品。周期约在6周左右。考虑到Honeywell对本地市场的重视，或许能更快安排演示。
- **Interspiro**：在国内没有直属机构，需要直接和瑞典总部或周边代理联系。小众品牌的样机准备和物流时间可能更长，估计至少8~10周。此外，其软件界面需英文版，对于国内演示可能需要配翻译讲解。

总体而言，建议在Day 1-30阶段即与厂家沟通样机事宜，尽早锁定一套完整设备的提供<sup>59</sup>。同时要**明确所需模块**（空呼主机、HUD面罩、通信终端、基站/平板、配套软件等）以确保样机到货齐全。样机到手后，可立即开展本地化测试和潜在用户试用，以便在90天内取得实战反馈<sup>59</sup><sup>60</sup>。

## 数据接口开放性与本地集成

在智慧消防时代，设备的数据开放与可集成性也是考虑重点。对比来看：

- **MSA**：采用封闭的FireGrid云平台，第三方直接获取数据需要通过MSA提供的云API或Webhook。目前MSA尚未公开通用API，但可以在云端导出数据用于分析。其本地MSA Hub设备的数据接口协议未公开。若需与国内指挥系统对接，可能需要MSA协助开发或提供SDK。
- **3M Scott**：较为开放。2023年3M Scott宣布提供API，可将SCBA遥测数据实时对接第三方平台<sup>12</sup>。这意味着国内可将其数据接入现有消防指挥系统，实现本地化呈现。目前已有初步成功案例（与3M Innovations合作开发），因此**3M的接口开放程度较高**。此外，其EPIC 3面罩通信系统通过标准蓝牙与对讲机连接，也利于本地无线电集成<sup>61</sup>。
- **Dräger**：FireGround平台目前是Dräger自有封闭系统，暂无公开API。不过德尔格在工业安全领域的系统（如Gas Detection）曾提供过OPC接口，因此推测FireGround有可能通过定制开发开放数据访问。在和Dräger沟通合作时，可将本地集成需求纳入谈判，看其是否提供中国定制版本的软件接口。
- **Honeywell**：由于Honeywell Safety Suite本身就是模块化平台，支持多种设备接入（RAE气体检测等），推测其架构较开放。Honeywell可能更愿意通过自家平台展示数据，但作为合作策略，可以争取获取SCBA遥测协议或通过Safety Suite提供的API（Honeywell在工业物联网方面有成熟API产品线）。总体倾向于**接口可协商开放**。
- **Interspiro**：该系统主要通过自有监控终端显示数据，未见有面向第三方的接口文档。考虑其市场占有率不高，后续本地集成上需要厂家提供协议细节，否则较难兼容进国内的信息化平台。开放接口不是Interspiro的强项。

从整合中国本地“智慧消防平台”的角度看，**3M Scott在数据开放上最具优势**<sup>12</sup>；Honeywell次之（凭借其物联网背景）；MSA和Dräger需要通过合作争取接口支持；Interspiro则可能相对闭塞。

## 中国代表处与本地服务渠道

本地支持和售后对引进产品长期落地至关重要：

- **MSA**：在华有子公司“梅思安（中国）安全设备有限公司”，总部在北京，并在上海等地有办事处。主要业务是工业安全和个人防护，具备销售空呼吸器和提供培训服务的能力。之前MSA曾向国内石化企业提供过呼吸器，售后口碑较好。本次如果引进MSA系统，可与MSA中国团队合作展开市场推广和技术支持。
- **3M/Avon**：3M中国过去承担Scott空呼的销售，但2021年后Scott业务出售给Avon Protection后，本地渠道处于过渡期。目前国内可能通过原有代理商（如应急装备公司）获取Scott产品。需要确认Avon在中国是否设立代表，若没有，可考虑由引进方申请成为其国内独家代理<sup>62</sup>。在售后方面，Scott空呼在中国存量不多，需建立维修校准体系，这可能需要海外支持培训本地技师。
- **Dräger**：德尔格医疗安全在中国耕耘多年，在北京、上海、广州等设有分公司，销售渠道涵盖消防和工业。其空呼吸器虽在国内消防市场占有率有限，但在石化和特种行业有一些客户。Dräger中国有技术服务团队，可提供产品培训、维护保养等支持。如果合作，引进方可借力Dräger现有服务网络。
- **Honeywell**：霍尼韦尔在华布局深厚，PPE业务有专门团队（原UVEX和Sperian并购而来）。Honeywell消防产品（如防护服、防毒面具）已有销售，但SCBA尚未大规模进入消防系统。Honeywell中国具备快速组建销售服务队伍的实力，不过作为引进合作方，也要避免与其内部渠道冲突。理想情况是与Honeywell签订战略合作，在中国联合推广其单兵系统。
- **Interspiro**：没有直属办事处，其亚太区代理可能在东南亚。国内偶有科研单位和海军装备引进Interspiro潜水呼吸器，但消防市场基本空白。如果决定引入Interspiro，需要引进方自行搭建国内团队来承担销售和服务，并与瑞典总部直接对接备件供应。这对引进方要求较高。

综合而言，**MSA和Dräger在国内有现成基础，可提供本地支持；Honeywell也有强大在华团队但需明确合作分工；3M Scott正值渠道变更期，可能需要新的本地伙伴承接；Interspiro本地空白，需引进者从零搭建服务网络。**考虑本地落地的便利度，拥有驻华机构和成熟渠道的厂商优势更明显。

## 结合典型应用场景的系统适配性分析

中国城市消防面临高层、地铁、地下空间、大型综合体、新能源和石化园区等多种复杂场景。不同单兵数字系统在各场景下的适配度如下：

- **超高层建筑消防**：超高层摩天大楼内攻最大的挑战是消防员在楼层内的位置追踪和通信联络<sup>63</sup><sup>64</sup>。在这种场景下，**具备强组网通信和楼层定位能力**的系统更适用。例如3M Scott的多跳Mesh遥测在高楼垂直环境中仍可逐层传递信号<sup>10</sup>，结合其与3D定位平台对接，可让指挥中心实时掌握消防员所处楼层位置<sup>42</sup>。MSA的LUNAR终端也有优势：即使高层内部无线电死角，LUNAR终端间可直接互联，确保队员与队员、队员与出口之间保持联系<sup>5</sup>。另一方面，高层火灾浓烟弥漫视线极差，**HUD热成像**功能能显著提升搜救效率<sup>65</sup><sup>66</sup>。3M Scott的Scott Sight热像HUD在这里尤为宝贵，可帮助消防员更快在烟热环境中找到被困者或着火点。据纽约消防部门经验，引入HUD和热像后，高层初期搜救时间缩短了20-30%<sup>67</sup>。因此高层建筑场景下，**首推3M Scott系统**（通信覆盖和HUD热像俱佳），次选MSA（通信出色但需辅以外部定位设备）。Dräger和Honeywell目前缺乏精准定位能力，在超高层场景相对弱势，但若加装UWB定位标签也可提升适用性。



- 地铁隧道和地下空间消防**：地下空间封闭幽暗，常常GPS失效、无线电衰减严重<sup>68</sup>。必须依赖**自主组网和近距离定位**装备。MSA LUNAR和Interspiro SpiroLink这类具备自组网中继的系统非常契合：它们无需依赖地面信号，就能在地下人员之间形成通信链路<sup>5 69</sup>。尤其Interspiro的中继放大功能和超声定位，可确保在地铁隧道这类狭长空间中维持通信并搜寻倒地者<sup>69 34</sup>。南京地铁消防演练中曾采用UWB定位腰带和信号中继，证明在多层地下环境中每名消防员位置都能被地面指挥掌握<sup>70</sup>。因此，**推荐组合：常规空呼系统 + UWB定位装置 + 地下信号中继**。在备选系统中，MSA和3M都可以集成第三方UWB方案（3M已有此类合作案例<sup>42</sup>）。如果重视一体化，Interspiro自带的通信+超声方案也值得考虑。另一个需求是**现场视频与环境监测**：地下火灾往往需要将现场画面传回指挥中心辅助研判<sup>71</sup>。Honeywell的Safety Suite支持对接头盔摄像头视频和气体检测数据，可在地面同时监看地下队员行进路线和周围环境<sup>71</sup>。因此地下场景下，可优先考虑MSA/3M系统并加装定位模块；若强调自主通信可选Interspiro；同时确保配置便携中继、摄像头和气体检测仪。
- 大型综合体（商场、会展中心等）**：这类场馆面积广、人流密集，火情复杂多变。要求**通信覆盖广且能实时人员跟踪**。3M Scott和MSA的系统在大范围组网方面表现优秀，可通过多节点覆盖整个建筑平面<sup>10</sup>。指挥官可在电子沙盘上看到每个队员的位置和空气状态，从而灵活调度<sup>16 42</sup>。同时，大空间火灾常出现多点着火、温度骤变，消防员易 dezorientować（迷失方向）或遭遇闪燃。**热成像和人员定位**功能的结合尤为重要：MSA LUNAR的热像仪可帮助队员在浓烟中快速辨识出口和危险源，FAST功能确保一旦有人失联可被迅速寻回<sup>4</sup>。综合体内部障碍物多、结构复杂，UWB定位系统如果部署，能提供每人精确坐标，对指挥调度大有帮助<sup>71</sup>。考虑到大型综合体通常有自己的安防网络，可融合现有Wi-Fi/专网资源辅助通信。因此，本场景**推荐MSA系统**（设备间直连适合宽阔空间，LUNAR热像+搜救功能实用），并建议搭配场馆内部定位系统实现最佳效果。3M Scott系统次之（需确保架设足够中继覆盖整个场馆）。Dräger和Honeywell在此场景表现中规中矩，可满足基本需求但在大面积连续覆盖和精细定位上略逊，需要增加额外定位基站支持。
- 新能源储能电站火灾**：近年储能电站火灾爆炸事故频发，其特点是高温、剧毒烟气（如大量含氟气体）以及狭小空间内的持续阴燃。消防员在此类环境需要**强防护和有毒气体预警**能力。一方面，高温环境要求空呼器耐热性能高、佩戴者热负荷受控。Honeywell的ThermAlert在这方面有独特优势，可提示人员何时该撤离高热区域<sup>25</sup>。Dräger和MSA的空呼在欧美测试中也证明了良好的耐热性和稳定的供气性能，可保障消防员长时间呼吸防护。另一方面，储能电站起火会释放HF、CO、CO<sub>2</sub>等有毒气体，**气体检测模块必不可少**<sup>72</sup>。推荐配发每位进入仓库的消防员一台无线气体检测仪（如Honeywell ToxiRAE Pro或Dräger X-am系列），通过单兵系统上传浓度数据<sup>72 71</sup>。Honeywell Safety Suite天然支持RAE气体仪接入，将毒气报警直接显示在指挥界面，这一点其他系统暂不具备。再者，储能电站空间狭小复杂，**定位和通信**仍需考虑。可在站房内布设临时信号放大器，使用MSA或Interspiro的自组网功能确保混凝土房间内通信。综上，储能电站场景**优先考虑Honeywell系统**（注重毒气和热风险预警，本地支持强），同时配齐气体监测；MSA和Dräger作为备选，但需要通过额外手段实现气体数据联动。
- 石化园区消防**：石油化工场景对装备要求最苛刻，包括**防爆等级、高精度有毒气体检测、长时间供气**等。上述系统若用于石化企业专职队，需要确保电子设备均取得防爆认证、无线频率不干扰工厂系统、并能监测多种化学品泄漏。Dräger和Honeywell在化工安全领域经验丰富，其空呼器及配件多具备本质安全设计，可在爆炸危险环境使用。尤其Dräger的设备长期为欧洲化工厂消防队采用，可靠性和抗腐蚀性突出<sup>73 74</sup>。石化火灾常伴随大范围毒气泄漏，高浓度环境下要求**全员配备实时气体报警**。建议优先考虑**Honeywell方案**：利用其RAE系统整合，可给每个队员配一台RAE ProRAE Guardian气体监测仪，通过Safety Suite集中监控氧气、硫化氢、一氧化碳、挥发性有机物等浓度。一旦某人仪器超标，指挥部立刻收到警报并定位该队员位置，方便指引撤离<sup>72</sup>。此外，石化区管线纵横，消防员易迷失或被困，**人员定位**同样关键。可以将UWB定位基站安装于装置区要道，上岗前给队员穿戴定位卡，从而实现园区内人员轨迹追踪<sup>45 68</sup>。这需要单兵系统能兼容输出定位数据，3M Scott开放平台对此有优势<sup>42</sup>。综上，石化场景**首选Honeywell**（防爆和气

体检测完备），次选Dräger（工业实绩突出、重量轻适合久战），并辅以定位系统。MSA和3M也可用，但需特别增加防爆适配和第三方气体检测集成。

总的来说，各系统在不同场景下各有侧重：城市高层/地下强调通信与定位，MSA和3M更有优势；工业危化强调气体与防爆，则Honeywell和Dräger表现突出。实际部署中，也可考虑组合搭配，例如城市主战采用MSA/3M系统，危化专业队辅以Honeywell/Dräger设备，这样各取所长，全面覆盖需求。

## 优先推荐的系统方案及厂商接洽建议

综合技术实力、本地支持和合作可行性，建议在第一阶段优先接洽以下 2-3个厂家，作为消防单兵系统引进的候选合作伙伴：

**1. MSA Safety（美国） - 推荐理由：**整体技术领先且模块齐全，实战验证充分，在北美一线消防部门已有成功部署案例<sup>49</sup>；**联网和搜救功能突出**，非常契合国内高层、地下等复杂环境需求；MSA在华有成熟业务架构，可提供**本地支持和培训**。虽然MSA方案价格相对高（约10万美元级别一套<sup>48</sup>），但其**性能与安全价值**对国内消防转型有重要意义。MSA可能已经关注中国市场，引进方争取独家代理的可能性较大<sup>62</sup>。需注意与其明确数据对接和本地化需求，确保获得技术合作权而不只是简单分销。

**2. 3M Scott (Avon Protection，美国/英国) - 推荐理由：**性价比高（单套价格略低于MSA<sup>53</sup>）、**核心功能强劲**（HUD热成像、双向遥测、人员点名等均属顶尖<sup>7 9</sup>），**开放集成度好**（官方提供API便于接入国内指挥平台<sup>12</sup>）。此外，Scott空呼在国际上拥有**极高知名度**和用户基础（纽约、洛杉矶等大城市消防队长期使用）<sup>75</sup>，引入后有助于在国内树立**先进装备形象**。当前Avon公司或正在寻找拓展中国市场的合作，作为引进方可争取成为其**首席合作伙伴**。虽然3M/Avon在华服务网络尚需建立，但凭借引进方积极投入，可在较短时间内弥补这一不足。总体看，3M Scott系统以**实用与开放**见长，是值得重点争取的对象。

**3. Dräger（德国） - 推荐理由：**产品**可靠稳健**，**舒适轻便**适合长时间佩戴<sup>18</sup>；在机场、化工等特殊场景有丰富成功案例支撑<sup>76 77</sup>；Dräger在中国拥有直接分支机构，**本地支持资源丰富**。虽然其数字化程度略低于美国产品（如无热像集成、定位需外加），但胜在**品质和口碑**，对于注重基础防护和欧美认证齐全的用户（如石化行业）极具吸引力。引进Dräger还可借助其在华销售渠道，较快切入市场。同时，德企在技术合作上相对开放，若能谈判引入其新技术升级（如未来的定位模块研发），将为本地持续发展带来机遇。当然，Dräger方案价格偏高且软件封闭一些，需要引进方评估投入产出。但考虑其**品牌认可度**和**装备稳定性**，作为优选名单第三位是合适的。

(备选：Honeywell和Interspiro亦各有所长，但出于名气和合作便利性考虑，前期可放在第二梯队。如有余力，也可并行接触Honeywell，以获取其气体检测方面支持，或Interspiro以作技术补充。)

针对上述推荐厂商，接洽合作时应突出以下因素：一是强调中国消防市场的巨大潜力和项目的**先发优势**，获取对方重视；二是以**系统性解决方案**为导向，而非单卖硬件，探讨在华**技术引进或联合开发**的可能（例如共同开发中文指挥平台接口）；三是争取**独家代理或区域总代**身份，在协议中锁定市场权益<sup>62</sup>。通过精心准备商务谈判，选择对方最关心的切入点（如MSA注重安全使命，3M注重市场占有率，Dräger注重品质服务），力争在30天内拿到意向书<sup>62 78</sup>。

## 产品引进认证流程规划与合作分工建议

为确保选定产品顺利进入中国市场，需及早规划认证路线并明确引进方与国外厂商的分工<sup>62</sup><sup>78</sup>。以下是关键步骤和建议策略：

- 1. 确认适用标准，准备认证资料：**引进方应立即联系国内权威检测机构（如应急管理部上海消防所、天津消防研究所等），咨询目标产品需要满足的具体标准和测试项目清单<sup>79</sup>。例如空气呼吸器执行GA 124，通信设备按YD/T标准测试频谱，在此基础上列出所需资料：产品技术说明书、原理图、英文认证证书、检测报告等。由国外厂商提供详细的**技术规格书**、此前通过的NFPA/EN认证报告，作为提交3C认证的参考附件。这一步需在合作初期就启动，以便发现潜在技术差异（如压力表单位、警报阈值不同）并及时协调调整。
- 2. 样机送检与测试：**在拿到厂家提供的认证样机后，引进方负责统筹送检<sup>78</sup>。可将样机分别送往不同实验室并行测试：如一台做CCC安全性能试验（包括温度冲击、阻燃、气密、报警音量等），另一台做SRRC射频测试，还有一台做防爆测试（若需要）。引进方应派技术人员全程跟进测试过程，及时将异常反馈给厂家。国外厂商需**配合提供技术支持**：例如当射频不符合时，安排工程师远程修改频段；当某项测试不通过时，迅速提出整改方案。双方商定由谁来负担测试费用（通常引进方承担大部分本地费用，厂家承担修改和重测成本）。通过密切合作，把认证问题在测试阶段逐一解决。
- 3. 文件与证书申报：**在测试通过后，引进方整理中文认证申报文件并提交审核，包括型式检验报告、产品中文说明书、安全警示标签样张等。此时需要厂家盖章的授权文件，如**授权代理证明**、**商标使用许可**等，确保引进方有资格代办认证。国外厂家对这些文件的内容应提前确认并签字/盖章寄回。引进方负责与认证中心跟进审批进度，回答可能的质询（必要时协调厂家出具说明）。通常CCC认证从送检合格到拿证约2个月，SRRC证书约1个月，防爆证书约2个月。可在产品测试时就提前准备文本材料，压缩等待时间。
- 4. 分工配合策略：**总体而言，**引进方主导本地事务**（送检联络、资料翻译填写、进出口物流），**国外厂家主导技术支持**（提供资料、修改设计、出具承诺）。双方应指定专门联系人组建认证工作微信群/邮件组，实时沟通进展<sup>78</sup><sup>80</sup>。考虑语言技术差异，引进方在对外沟通时充当桥梁，把国内认证要求转化成厂家听得懂的技术语言，并将厂家回复及时翻译给检测机构，避免信息不对称。对于需要厂家配合的部分要提前催办，如准备若干套**检测样机**（包括备品以防某些测试损坏设备），一般要求厂家在第2个月内提供充足样机<sup>81</sup>；再如**软件修改**（例如HUD界面汉化、警报声音符合国标频率要求等），这些事项应在认证送样前由厂家工程师完成，以免影响测试进度。
- 5. 认证时间表与风险应对：**建议制定详细的90天认证路线图，把各环节节点化。例如Day 1-10准备资料，Day 11提交3C申请，Day 15送样，Day 30完成主要测试，Day 45补测，Day 60提交审核，Day 75拿到证书。虽然实际可能因实验室排期延长，但有了计划表可以督促各方按期完成。若遇到测试不通过等风险，引进方应第一时间召集厂家技术会议，分析原因并快速制定整改方案，必要时向认证中心申请技术协调会沟通解决方案。在分工上明确“谁来做什么”：例如**厂家负责**修改设计和出具技术偏差说明，**引进方负责**与认证部门交涉争取豁免或补充测试。通过这种紧密协作，将认证风险降到最低，确保在合理时间内取得所有必要证书，为产品正式进入市场扫清障碍<sup>78</sup><sup>80</sup>。
- 6. 后续批量进口与检验：**拿证后，产品批量进口销售还需关注商检和注册。引进方应办理消防产品CCC标志购买，在进口报关时提交CCC证书，以完成商检放行。此外，可与厂家约定由哪方准备符合中国要求的**中文铭牌**、**说明书**随货附带，以及保修服务条款如何执行等。这些属于商务操作层面，也需提前规划好，由引进方根据国内法规起草方案，厂家确认实施。通过严谨的分工合作，双方将更有信心和效率将先进消防单兵系统引入并落地中国市场。

**结语：** 本报告围绕消防单兵数字系统引进中国的产品选型和合作准备，从国际主流厂商概览、关键模块对比、性能价格分析、本地应用适配、优先合作建议到认证流程规划进行了全面调研和分析。旨在为项目Day1-30阶段提供决策支撑和操作指引 59 78。在复杂的消防救援场景下，引入先进的单兵数字系统将大幅提升我国消防员的安全防护和作战效能。这一过程中，需要我们既掌握国际尖端产品的**硬件实力**，也理清本地市场的**软性要求**（认证、渠道、应用）。希望本报告的结论和建议能帮助项目组高效锁定目标方案，与国外优秀厂商建立互利合作，并为后续商务谈判和市场落地打下坚实基础。 62 78

1 2 3 4 5 6 8 12 13 14 15 16 18 19 20 35 37 38 39 40 42 44 45 46 47 48 49 53 54 58  
59 60 62 63 64 65 66 67 68 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81

报告\_先进消防单兵系统采购与贸易路径研究.pdf  
file:///file\_00000000fac871f5b7dfbb9cbb542ca5

7 9 10 11 21 22 23 24 25 26 36 41 50 51 61 SCBA Technology Gives Firefighters More Information, Greater Situational Awareness, Greater Protection  
<https://www.fireapparatusmagazine.com/firefighter-ppe/scba/scba-technology-gives-firefighters-more-information-greater-situational-awareness-greater-protection/>

17 Dräger PSS Airboss Active SCS, 3709501  
<https://www.draeger-mo.com/en/artnr/3709501/draeger-airboss-active-scs>

27 30 Firefighter Safety System - Interspiro - PDF Catalogs | Documentation | Brochures  
<https://pdf.archiexpo.com/pdf/interspiro/firefighter-safety-system/164319-356817.html>

28 29 31 32 33 43 52 69 SpIRoLiNK - Interspiro  
<https://www.yumpu.com/en/document/view/2876720/spirolink-interspiro>

34 [PDF] Firefighter Safety System - Interspiro  
[https://interspiro.de/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiles%2FDownload%2FCatalogs+%26+Brochures%2FFirefighter+Safety+System+leaflet%2F34159B01+-+Firefighter+Safety+System\\_EN\\_L.pdf](https://interspiro.de/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiles%2FDownload%2FCatalogs+%26+Brochures%2FFirefighter+Safety+System+leaflet%2F34159B01+-+Firefighter+Safety+System_EN_L.pdf)

55 [PDF] 2013 NFPA Honeywell Titan™ SCBA Ordering Guide – 2016  
<https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/sps/his/ja/products/protective-clothing/documents/hfr-titan-nfpa-2013-ordering-guide.pdf>

56 别等用的时候才发现是“摆设”！过滤式消防呼吸器选购避坑指南请收好！  
[http://www.gddongyuan.gov.cn/dyzw/zdlyxxgk/cpzljgzf/content/post\\_679599.html](http://www.gddongyuan.gov.cn/dyzw/zdlyxxgk/cpzljgzf/content/post_679599.html)

57 正压式消防空气呼吸器功能概述  
<http://www.cqhaien.com/newshow559.html>