



播客：“数字化时代的航空航天认证”

Scott Salzwedel：大家好，欢迎收听 Talking Aerospace Today，一档有关航空航天及国防工业的播客，为听众朋友们呈现面向未来的最新技术。我是主持人 Scott Salzwedel。

欢迎收听本系列播客的最新一期节目。在本期节目中，我们将探讨不断增加的合规成本与复杂性，精彩不容错过。现如今，航空航天工业日新月异，软件、硬件和电子设备等各个领域互关互联，前所未见。虽然“系统的系统”有助于加速创新，但各领域之间不断加强的关联性也使得复杂性日趋增加。

就飞机认证与合规而言，在满足基本需求之外，行业如何对诸如此类复杂的“系统的系统”进行认证呢？需求数量之可

观，可多达成千上万，规模较大的平台项目甚至可多达数十万。不仅如此，随着客户风险管理计划或监管要求发生变化，需求也会随之改变。当下，电动商用飞机的发展势头正盛，那么我们如何保证纯电动飞机的合规性呢？事实上，欧洲最近可能已完成了首架纯电动飞机的认证。

除此以外，超音速飞机再度返空。城市空中交通技术势如破竹。不知道联邦航空管理局的现行合规手册中是否增设了专门的 eVOTL（电动垂直起降）飞机认证章节？还有，你们注意到 SpaceX 公司龙飞船上的超大触摸屏了吗？听说这款触摸屏还能适应宇航员手套，太不可思议了！

可以想象认证这些屏幕需要花费多少时间和精力！还有系统的系统，从合规的角度来说，无论是武器平台、商务客机还是龙飞船上的触摸屏都不容有失。原始设备制造商及其供应商必须对其所创建的每一个设计进行验证，确保满足所有必要需求。尽管这些年来飞行的安全性已得到显著提升，但我们所熟知的认证流程不仅有碍创新，而且代价高昂。实现无缝衔接的自动化航空认证是大势所趋，也是我们今天要讨论的话题。

很高兴能够邀请到业内专家与我们就此展开讨论。欢迎来自西门子数字化工业软件的 Dale Tutt 做客本期节目。Dale 是西门子航空航天及国防工业领域的行家里手。Dale，欢迎你再次做客本节目，很高兴见到你！

Dale Tutt：你好，Scott，谢谢。我很高兴能来参加今天的节目，对今天的话题充满期待。

Scott：Dale，非常欢迎你做客本期节目。首先我简单介绍一下 Dale 的履历。Dale 是西门子航空航天及国防工业副总裁，在航空航天工业拥有 30 多年的工程设计、研发和项目领导经验，擅长组建高效的跨职能团队，解决当今飞机建造过程中遇到的各种复杂的操作问题。在加入西门子之前，Dale 曾供职于现隶属于维珍银河的 The Spaceship Company、Textron Aviation 和 Bombardier Aerospace。言归正传，Dale，在你丰富的职业生涯中，哪个项目给你留下了最深刻的印象？

Dale：Scott，能够参与那么多非常酷的项目，我也深感荣幸。说到给我留下最深刻印象的项目，当属我在赛斯纳飞机公司供职期间参与的蝎子攻击机项目。从概念构思到完成一架全新攻击机的首飞，整个过程耗时不足两年，进展神速。在这架飞机的设计和建造过程中，我们高度依赖仿真技术进行飞机设计和虚拟验证。换言之，我们采用了并行工作模式，因而得以采用敏捷方法进行产品设计和验证管理，贯穿仿真、地面试验、飞行试验等各个阶段。我们的验证管理方法是项目大获成功的关键，因它帮助我们降低了项目总体风险。

Scott：听起来十分精彩。本期节目的主题是验证管理和飞机认证。

Dale：没错，上次我们谈论的话题是产品设计以及如何加速创新，涉及面甚广，但是要想顺利出售产品，我们必需能够证明所有需求均已得到满足，无论是认证需求还是客户需求。如你所言，认证就是要证明所有客户需求均已得到满足，而此项工作的难度越来越大，因此如何对验证流程进行管理就变得至关重要。

本期话题的重要意义不言自明。

Scott：那我们开始吧。我先简单介绍一下与合规有关的一些客观事实。据 Collins Aerospace 报道，由于复杂性不断增加，已导致认证成本超过生产和开发成本。不久前，在一架新飞机的建造成本中，工程规划占 75%，认证占 25%。可现在情况完全相反，认证成本占比近 75%，而工程规划开发则占 25%。

Dale：没错，自我从业以来，整个行业发生了天翻地覆的变化。目之所及，变化万千。过去，项目成本的大部分都来源于飞机设计、开发以及首飞阶段，但是现在，项目成本和延期大部分都发生在认证阶段。20 年前，项目成本的峰值一般发生在首飞阶段，彼时设计工作已近尾声，工作重心转向原型机的构建，而后项目逐渐收尾，直至认证结束。但是现在，项目成本在首飞阶段达到峰值，然后便一直保持在高位，直至认证结束。在这之后，随着项目进入持续生产和产品支持阶段，所有人都转向了下一个项目。总而言之，过去 20 年里整个行业发生了天翻地覆的变化，而主要原因就在于现代飞机的复杂性非常高。

Scott：没错。此外还有另一个可以降低成本的因素，就是及早发现错误，这一点至关重要，尤其是就认证而言。调查显示，原始设备制造商在流程后期验收测试时发现错误与在早期需求阶段发现错误相比，二者的成本比率为 25 比 0.5。也就是说，在流程后期发现错误的代价是早期的 50 倍！一个简单的错误就可以产生如此巨大的成本，这太不可思议了，Dale。

Dale：是啊。如果由于错误或需求遗漏而导致后期发生诸如此类的变更，或是没有完善的验证计划，不仅会导致项目成本大幅增加，而且还会造成延期，最终因无法按时交货而进一步增加项目成

本。正因如此，国防承包商和商业原始设备制造商纷纷开始搭建集成度更高的系统，而其产品的集成度也不断提高，所以基于文档的传统方法已不再能胜任，很容易产生错误。借助于技术上所取得的进步，包括你此前提到的“系统的系统”，原始设备制造商不断将飞机的功能性提升至新的高度，而这又进一步加剧了认证流程的复杂性。因此，如果能够通过提高需求管理、验证规划或通过仿真来执行虚拟验证等手段来避免后期变更，进而将风险降至最低水平，可帮助企业尽可能降低成本和进度影响。但这需要在所有学科之间实现更紧密的协同，并保持强有力的控制和顺畅的沟通，以便企业能够对整个项目的进度和预算目标进行管理。但是，现有流程都是互不关联的、基于文档的人工密集型流程，企业需要转变为基于模型的流程，一改此前不同团队使用不同数据库、解决方案和工具集的做法，实施基于模型的单一系统。

Scott：没错，正是如此。现有方法的一大弊端就在于，到设计阶段后期才发生产品变更，或到流程后期又有新的监管要求落实。就此而言，追溯这一新的变更可能需要平台团队花费数周、乃至数月的时间。简而言之，原始设备制造商缺乏处理后期变更的灵活性。

Dale：没错。此外，合规工作本身的复杂性也不容忽视。监管法规不断更新变化，新事物不时出现，我们在前一个项目中采取的做法可能并不适用于下一个项目。不仅如此，变更不可避免，流程不断更新，技术持续发展，因此产品设计、认证和验证的流程也要不断更新。有时候，我们还需要和其他供应商协作，这一切都导致航空航天及国防行业的总体复杂性不断加剧。

Scott：说到这里，或许我们应该先谈谈

航空航天及国防行业当前所面临的挑战。Dale，可否请你详细说说当前行业正面临着哪些挑战？

Dale：好的，Scott。当前行业主要面临着四大挑战。而我们面向航空航天及国防行业的验证管理解决方案以及其他很多数字线程解决方案都能很好地解决这些挑战。首先是降低项目成本和加快项目进度的压力。现如今，每个人都希望抢在他人之前，不断提高产品上市、认证和增产速度，以便能够以更快的速度将产品交付给客户。其次是不断提高的项目复杂性和集成度。为了提高产品性能，减轻产品重量，我们不得不提高产品的集成度，使用更多的软件，从而打造性能更优的产品。第三大挑战是产品电气化水平不断提高。通过采用电力推进来提高产品的环境友好性是航空航天及国防行业的大趋势。因此，企业对软件的依赖度越来越高，向电气化过渡，采用更多的电气系统而非机械系统以实现更高的可维护性和可靠性，这些都是大势所趋。最后是全球化，包括供应链和劳动力大军的全球化趋势。这一切都促使整个行业的复杂性不断提高。而贯穿全生命周期的完整数字线程将彻底改变游戏规则，帮助企业更好地应对这些趋势和挑战，更好地管理产品复杂性，并提高整个流程的可追溯性，使企业能够在其组织内部及其与所有供应商之间实现更加透明的协同，无论他们位于世界何地。这一完整的数字线程可帮助企业解决挑战，最终提高成本和进度绩效。

Scott：Dale，在你刚才所说的那些挑战中，有些时常会出现在新闻报道中。其中一则重大新闻就是波音 737 MAX 的适航认证，波音公司遇到了不少挑战。我在新闻里看到美国国会已插手此事。另一则比较有趣的新闻是三菱的 M90 SpaceJet 客机项目。

Dale：很多项目的进展都会卡在认证阶段。最近，三菱的 M90 SpaceJet 客机项目时常出现在新闻中，过去这些年里多次延期。但是，这只是航空航天及国防工业企业所面临的普遍挑战之一。几乎任何公司的项目都无法逃脱登上新闻头条的命运，无人能幸免。飞机认证极为复杂，牵涉甚广，而如我之前所说，以文档为中心的传统流程很难进行管理。波音 737 Max 一直广受关注，而波音公司也在努力配合认证机构对设计变更进行认证。上周我好像在新闻中看到，波音 737 Max 将搭载美国联邦航空管理局人员升空，这是 MAX 机型向获得复飞批准迈进的一大步。根据目前的形势判断，认证机构的监督力度确实将要发生变化。如你所说，美国国会已插手此事。监督力度的加大将显著提高行业对部分领域的关注，其中包括对系统工程的依赖度不断增加，以及与之相关的需求管理和系统安全流程。9 年前，ARP 4754A 成为可接受的民用飞机认证标准，使得行业对系统工程和系统安全性的重视程度大幅提高。与此同时，它也提高了行业对功能更强大的验证管理流程的需要。这样一来，企业便能够对需求进行管理，制定完善的认证计划，并能够在完成分析测试或生成合规报告之后进行合规证明，表明其产品已经过充分测试且符合所有要求。这是我们这个行业将要迎来的重大改变之一，并且很可能导致某些飞机制造商的工作量增加。

Scott：的确。我想这也是为什么航空航天制造商及其供应商时常因无法证明其产品性能符合要求而导致产品交付延期的缘故，而反映迟缓的全球供应链又进一步加剧了这一问题，给企业的财务业绩及其按时交付项目的声誉造成了巨大的压力。Dale，为什么现有的这些方法会给孩子造成如此多的麻烦事呢？

Dale：如我此前所说，很多公司采用的都是以文档为中心的流程，这些流程非常难以管理，流程的每个步骤都是独立完成的，与其他活动相脱节。而且，将需求转移至其他系统的过程，很多时候都有赖于手动传输数据。我发现，很多企业都使用互不关联的需求数据库，用不同的工具进行需求管理，可能是 DOORS、Microsoft Word 或 Excel，抑或是 Teamcenter Requirements 需求管理软件。有些企业虽然使用了先进的需求管理工具进行需求管理，但在进入产品设计以及后续的开发阶段时，又会使用不同的 CAD、分析和仿真工具进行分析以确保性能符合需求。因此就会出现这样一种情况，即产品设计可能通过了所有测试，但却不尽然与其他流程实现了集成，从而造成不同步的问题。比如，设计处于特定状态，而分析却仍停留于两三个月前的状态，于是造成配置差异，进而引发错误。产品的物理测试通常由测试部门使用完全不同的系统进行管理。有些公司可能使用内部软件对测试件和配置进行管理，但很多时候都是由另一个团队完成的。我曾经就遇到过类似的情况，就是在进入测试阶段时，才发现设计已于 6 个月前发生了变更。虽然当时有人发了变更通知邮件，但却是在不同的系统中，所以没有及时发现。最后，最令人沮丧的或许是，当你要调用验证结果时，却发现它位于另一个系统中，而且是以电子表格形式加以管理的，而报告格式却是 Microsoft Word。简而言之，需求、验证规划、测试件、分析以及最终的测试结果、测试报告互相脱节，分别使用不同的系统，不仅难以管理，而且也增加了在系统之间进行数据转移的难度。

Scott：这正是西门子验证管理和认证解决方案可以发挥其优势的地方。

Dale：没错。西门子数字化工业软件的验证管理解决方案，是西门子推出的七大工业数字线程解决方案之一，致力于帮助企业实现卓越项目执行。该解决方案的独特优势在于能够全面实现自动化和数据需求同步，贯穿从设计到验证规划、分析和测试组织的全过程，帮助企业以更快的速度完成认证。这样一来，企业便可以实现贯穿整个数字线程的配置控制，打通整个过程，彻底摒除手动传输数据的需求。我们的合作客户都能将其测试时间缩短 20-25%。考虑到一个项目所涉及的人员数量之庞大，这样的成绩可谓非同寻常。

Scott：毋庸置疑，客户们都能成功通过产品认证，但是.....

Dale：但是，他们的速度如何？能够打败竞争对手吗？说到底，这才是关键。在当前所需面对的重重挑战之外，我们还须保持非常高的质量水平。也就是说，我们不仅要削减成本和时间，同时还要保证产品质量。

Scott：质量，很高兴你提到了产品质量。Bye Aerospace 公司就 FAA 认证相关事宜与西门子达成了合作，以下是该公司 George Bye 的讲话录音。

George Bye：FAA 认证是把守产品质量与安全性的关口。现在，我们拥有了有史以来的第一个飞机电力推进系统认证流程。

Dale：说到 Bye Aerospace，就不得不提他们为了成为第一家完成纯电动飞机认证和交付的公司所付出的巨大努力。如你此前所说，认证流程是至关重要的一环。数字线程是提供帮助他们精简认证工作所需之可追溯性的关键所在。他们正在研究如何使用数字孪生执行认证。这对行业而言是一次重大突破，因此他们所做的努力意义非凡。

Scott：在详细探讨西门子验证管理解决方案之前，我想先给听众朋友们介绍一下西门子持续改进其软件和服务背后的指导原则。通过 Xcelerator 解决方案组合，西门子提供完整数字孪生和数字线程、自适应解决方案以及开放式生态系统，让客户能够自由结合其自有软件和西门子软件，打造数字化企业。

Dale：除了开放性之外，这一完整数字孪生与任何其他数字孪生都不同。我们不是一款简单的 CAD 程序，不只是管理与制造相关联的 CAD 数据，而是管理所有数据。详细内容在此不加赘述，但值得说明的是，西门子数字孪生覆盖航空航天及国防开发项目的三个主要阶段。首先是设计阶段，涉及产品定义、3D CAD、仿真模型、物料清单、各种模型数据乃至基于模型的需求。再是制造孪生、生产孪生、完整的制造规划、工厂仿真以及为了在实际建造零部件之前对工厂进行虚拟调试所需的一切操作。最后是服务阶段，包括产品性能。总而言之，数字孪生可帮助您对产品拥有全面深入的了解，贯穿整个开发周期。从项目生命周期的角度来说，这一点具有极其重要的意义，因为航空航天及国防项目的生命周期动辄长达四、五十年甚至更久。因此，数字孪生是帮助项目获得成功的重要因素之一。

Scott：完全没错。而数字线程的重要性更甚于数字孪生。

Dale：完全正确。我们的验证管理解决方案将数字线程扩展至验证环节。也就是说，用户可以实现从需求到计划、设计、直至分析和测试的全面可追溯性。此外，该解决方案还提供贯穿整个验证流程的配置控制，确保一切同步，且所有相关人员都能及时知晓变更。虽然变更不可避免，但是有了这一解决方案，至少在变更发生时，即便是在流程后期，相关

人员也能清楚得知这一变更，进而能够在全面掌握变更影响的基础上制定明智的决策。不仅如此，在整个过程中，用户还能通过实时可视报告功能，保持顺畅的沟通并获得整个认证项目的状态报告。考虑到飞机设计、建造以及认证的复杂度之高，掌握实时状态的能力可谓至关重要。

Scott：Dale，说到这里，我们不妨来听听已深入部署西门子验证管理解决方案的 HondaJet 公司高级部门主管 Andrew Collier 的观点。

Andrew Collier：验证管理的关键在于实现从需求到认证、测试和确认的端到端连通性。通过验证管理解决方案，我们能够以更具建设性的目光审视结果，并根据结果对进度进行调整优化，最终确认我们已切实满足所有初始需求。

Dale：HondaJet 是我们的优秀合作伙伴之一。如 Andy 所言，从需求到认证计划、直至测试结果和合规报告的端到端可追溯性是精简认证流程的关键所在。通过精简认证流程，我们可以将项目周期缩短数月。

Scott：听起来，可追溯性和可见性的重要性非同寻常。

Dale：确实如此。我们一直与客户保持紧密的合作关系，认真倾听他们的需求，了解如何通过验证管理数字线程满足他们的需求，为其提供全面可追溯性，以便对任何设计变更及其对整个验证流程的影响进行评估。这样一来，如果有新的需求或设计变更，我们便能知晓下游受到影响的所有环节，而无需刻意去寻找，这就是全面可追溯性的作用所在。

Scott：或许我们应当先向听众朋友们介绍一下西门子验证管理解决方案有哪些具体功能。目前为止我们尚未就此做过说明。

Dale：目前为止，我们谈论了何谓数字线程，以及拥有健全完善的了解和这一能够将所有工具、工具集、流程及数据连接起来的线程有何重要意义。西门子验证管理是一款独立的闭环解决方案，可覆盖企业的整个验证流程。在需求已就绪，准备进入验证规划阶段时，我们必须明白，每个阶段都会涉及若干验证方法。我说的“完整”，是指我们的解决方案贯穿整个过程，从需求开始，到验证方法，再到如何分配分析和测试以证明合规。完成分析、仿真和测试规划后，我们进入测试资产管理阶段，即定义测试件配置并开始执行测试。测试件构建完成后，即可开始执行测试。最后是测试后关联。这些就是飞机公司证明其产品性能符合需求以及认证要求所需完成的步骤。通过此解决方案，用户可以将需求贯穿整个流程，并将之与测试规划、文档、测试件配置、物料清单乃至仪表仪器和测试数据进行关联。这样一来，需求便不再分散于互不关联的独立工具中，而是对所有相关系统工程师可见。

Scott：现在，所有与设计或分析数字孪生及其所对应的物理产品相关联的用户都能轻松获取这些需求。

Dale：没错。很多企业和组织机构都存在项目绩效不良的问题，如成本超支、延期、经营亏损等等。对于很多面临开发项目成本严重超支的企业而言，这一点至关重要，可决定其是盈利还是亏损。因此，如你此前所说，如今产品认证所需的时间和成本远高于从前。归根结底，原因就在于未能通过数字孪生和数字线程实现流程自动化。

Scott：这充分说明了自动化的重要性。这里我们仍以 HondaJet 为例。关于自动化对项目进度的影响，Andrew Collier 如是说。

Andrew Collier：从自动化的角度来说，

如果能够实现关联，飞机项目时间或可缩短数月。

Dale：举例来说，假设某个项目有四、五百甚至更多的工程师和技师参与其中，那么每个月的开支轻易就能达到千万美元以上。如果能够将项目时间缩短 2-3 个月，那就意味着可以带来十分可观的成本节约。

Scott：完全没错。验证管理解决方案覆盖广泛的学科，而数字线程则有助于实现全面自动化，功能之强大不容小觑。

Dale：没错，是这样。验证管理解决方案可助您精简认证流程，降低项目总体风险，最终实现更高的项目执行效率。

Scott：节目开始时，我们提到了行业当前所面临的挑战，其中有一项并未引起广泛的关注，那就是不断提高的产品电气化水平。之所以提到这一点，是因为我们有一款解决方案长期以来一直处于航空航天布线与电气系统领域的最前沿。

Dale：提得好。随着所有这些电气设计解决方案的自动化，我们能够持续对设计进行验证，确保符合监管要求。电气系统布局必须随着功能的改变而变，通过实现系统自动化，我们将能够保证信息始终处于最新状态，不只是保证设计处于最新状态，同时还能证明其符合 EWIS 电气线路互联系统规范。举例来说，如果您希望通过执行分析来确认特定电气部件的供电在所有飞行阶段始终充足，那么在设计系统的过程中，您便可以通过实现自动化分析，快速评估该电气部件的性能，确保其供电始终充足。好处就是它直接与整个验证管理流程自动关联。由于实现了全面关联，面对该部件的供电要求，您就可以通过分析证明，该部件的供电在整个飞行期间始终充足。

Scott：没错，正是如此。西门子在这一领域始终处于领先地位。以下是西门子

Capital 团队的 Tony Nicoli 有关如何利用 Capital 实现电气化与合规的讲话录音。

Tony Nicoli：由于能够以极快的速度执行必要的分析，工程师可以迅速对设计变更的影响进行评估。一旦设计达到令其满意的水平并且符合监管要求，便可以一键生成合规证明报告。

Scott：Dale，转眼间节目已近尾声。今天我们的讨论范围甚广，你认为听众朋友们最该记住的是哪一点？

Dale：项目的复杂性。归根结底，关键就在于项目的复杂性。随着产品越来越复杂，行业所面临的挑战以及认证工作的难度也随之不断增加。为此，企业开始改变以文档为中心的传统方法，转而实施并不断扩展基于模型的系统工程和基于模型的工程过程。他们需要增强对流入系统、子系统以及每一个零部件的需求的管理。此外，他们还要能够为其认证工作提供支持并不断改进其认证管理工作。

Scott：那么，为何西门子具有应对这一复杂性的独特优势呢？

Dale：首先，我认为最重要的是，西门子是唯一一家知道如何通过提供完整数字线程加速认证流程的企业。数字线程将验证管理、基于模型的系统工程过程以及项目管理系统等各种解决方案全部连接到一起，使您能够始终保持同步。验证管理数字线程运用基于配置管理的原则，驱动并管理采集到的所有数据，全面实现数据连接，为“首次即正确”的开发流程提供支持。团队不会与此前所做的工作产生脱节，而存储的信息可帮助他们了解当初的某个决策是如何定下的以及当初为何会做此决策，并且更重要的是，它还与最初促成该决策的需求相关联。简而言之，他们始终拥有向客户或监管部门证明其产品符合最初设

计意图的证据。具备满足此等审核要求的能力至关重要。最后，我们的数字线程还提供实时可视报告功能。我认为这也很重要，因为这将使您能够始终知晓当前所处的状态，明确终点在何处，也知道当前离终点还有多远的距离。我认为这些就是西门子的主要优势所在。

Scott：简而言之，西门子数字化工业软件始终走在航空航天工业发展的最前沿。我们通过不胜枚举的创新方式，帮助客户将面向未来的技术应用于现有项目。今天的节目就到这里，Dale，非常感谢你做客本期节目。

Dale：不用客气，Scott。感谢你的邀请，非常有趣。

Scott：好的，我们下期见。当然，我也要向听众朋友们致以诚挚的谢意，感谢你们收听本期播客。谢谢各位。

这里是西门子播客 Talking Aerospace Today。下期播客，期待与您重逢。下期再见，拜拜。