

Intergraph Smart[®] Completions

鹰图智慧完工与试车解决方案



完工和试车是确保石化、能源建设项目从施工安装结束顺利过渡到安全投产的重要组成部分，是项目从承包方移交到业主方的关键节点，也是项目成功与否的关键因素之一。做好机械完工、预试车、冷试车、投料试车及生产考核等工作，可为工厂投产后运行的“安、稳、长、满”奠定良好的基础。完工和试车阶段涉及到对大量检测记录、文件、未完成项和证书等的管理工作。为实现完工和试车管理的系统性、完整性、一致性和高效性，也为确保从总承包方向业主方的工程检验、验收和交接过程能够有条不紊、有据可依的顺利进行，必须有一套基于数据库的管理系统来支撑和管理完工和试车各阶段的工程活动。

Intergraph Smart Completions 是海克斯康 PPM 的一款基于 B/S 架构的软件系统，可安装在工程项目管理者的服务器、私有云或公有云平台上，通过客户端的浏览器进行访问。Smart Completions 是基于国际标准的完工交付管理模式设计的，可以系统地管理从机械完工、预试车、试车，直到开车性能考核交接各个阶段的工程活动，解决传统完工和试车工程中遇到的各种困难。Smart Completions 的完工管理理念已然超出了软件应用本身，而是一种成熟而先进的项目完工管理方法论。Smart Completions 已经被广泛应用在世界各大中型石化、能源等项目中，帮助项目管理者取得了良好的经济效益，最终达到了项目预期的目标。

Smart Completions 简介

Smart Completions 是一个基于数据库的完工试车管理系统，用来实时追踪项目完工进展和状态，能够跟踪在项目上安装的每一个位号（装置元件）。以位号作为连接点，在项目完工和试车的各阶段，它都是检测、验评和调试的基本要素。子系统中所含各专业装置元件的所有检查测试工作完成，就代表子系统达到完工状态。当系统内所有子系统都完成时，就意味着系统达到完工状态。当所有系统都完成时，就意味着整个项目达到完工状态。这样，整个完工试车项目中所有的工作都被划分到不同的系统或子系统中。完工的执行过程是从子系统着手，有组织地完成完工试车交付工作。每个系统可以独立地平行执行，不受其他系统的影响。将项目的机械完工、预试车、试车工作交叉执行，既提高了效率，又缩短了项目周期。Smart Completions 根据这种“金字塔”型的动态数据分解结构，可以从系统追溯到各专业的活动和状态，以达到精细化管理、控制的目的。



图 1 项目完工试车管理结构

项目完工&试车典型流程

MC-ITR: 机械完工检查表
 FIC: 现场安装检查表
 DAC: 专业完成验收证书
 MCC: 机械完工证书
 PC-ITR: 预试车检查测试表
 RFCC: 试车准备完成证书
 CTP: 试车程序 (可细分为冷试车, 投料试车, 性能考核等)
 CCC: 试车完工证书

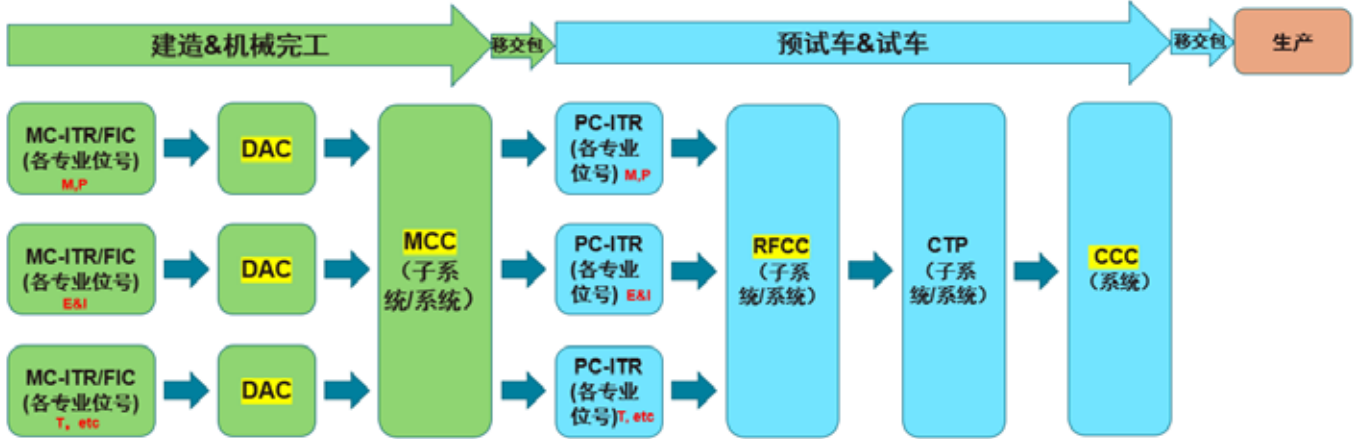


图 2 完工和试车流程图

Smart Completions数据结构和和管理流程图

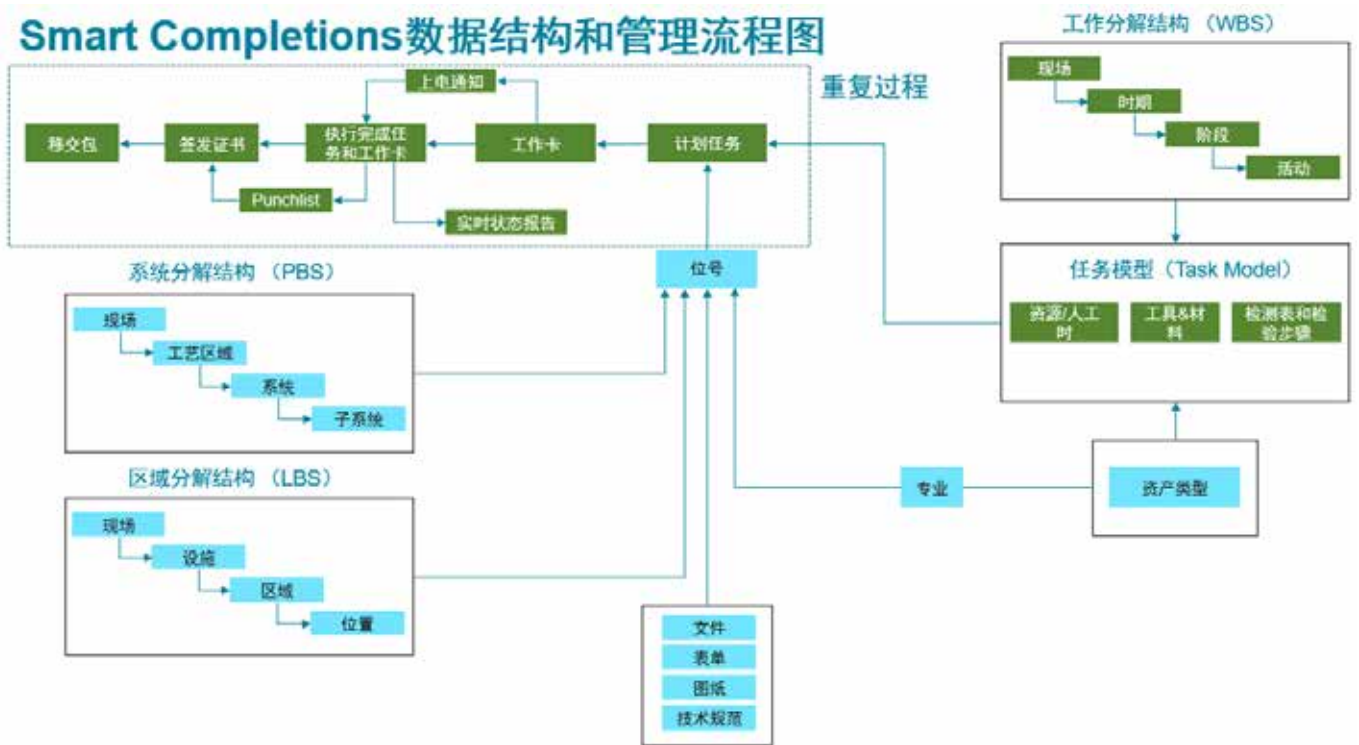


图 3 Smart Completions 数据结构和和管理流程图

Smart Completions 功能

Smart Completions 能够系统地管理和控制机械完工、预试车、试车的全部工程活动，包括施工安装检验、预试车检查测试、试车程序调试、任务计划与安排、设备维护、尾项清单管理、激活通知管理、证书管理、隔离挂牌上锁管理、进度状态报表、资产和文档管理、变更管理和移交管理等。

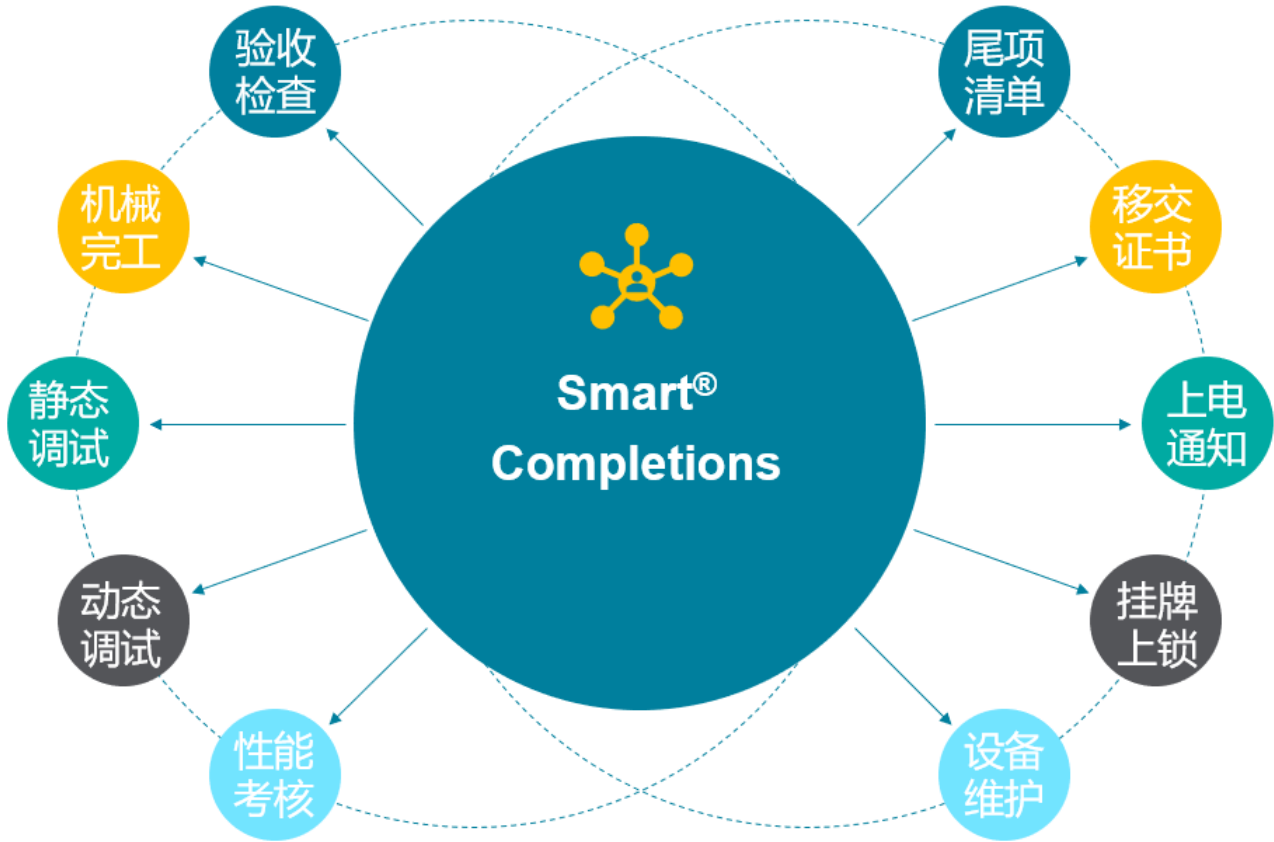


图 4 Smart Completions 管理范围

1. 移交管理

Smart Completions 使用证书来控制完工和试车各阶段之间的移交质量。只有系统或子系统内无未完成的检查任务和尾项，证书才能被释放作为移交可以开始的条件。Smart Completions 以系统数据关联结构为基础，在系统移交过程中，按预先定义的移交目录自动整理生成移交文件包。移交包的内容按设定可以包括系统边界图、各专业清单、检验测试记录、设备维护记录、未完成项清单状态、相关文件和图纸、移交证书等。移交包的内容目录能够按客户的具体要求来定制。用户可以在 Smart Completions 中实时跟踪移交包的审批流程和状态。与传统的手动编制整理移交包需要花费几个小时相比，Smart Completions 能够在两分钟内自动生成移交包，大大提高了交付效率和准确性。

2. 完工试车记录管理

按预先定义的业务规则，Smart Completions 可实现检查表的批量分配和生成，不会造成分配错误。从系统中生成并打印的检验测试表都带有一个二维码，现场检查完成并签署之后，Smart Completions 系统管理员将其扫描上传，系统可以根据二维码自动识别、多页整合、分类、保存，并且自动更新系统中任务的状态。该功能可以使项目在完工时提交一整套的电子文件，解决历史完工数据难以追溯的难题，而且为项目的文件管理节省了大量的人力和时间。

3. 尾项管理

在完工和试车的每一个联合检查过程中，各方经协调、确认，生成一份尾项清单，并对尾项进行优先级和类别划分，尾项可以批量上传至 Smart Completions 的尾项管理模块进行统一管理。尾项清单导入的内容包括：尾项状态、优先级、类别、创建方、责任方、尾项详情描述等。在导入时系统将尾项和生成该尾项的检查任务建立逻辑关联，以解决尾项定义不清、缺失背景信息等传统尾项管理中遇到的困难。根据实际工程进展，用户可在 Smart Completions 中对尾项清单进行跟踪、审核、更新，并实时监测尾项的状态。

4. 进度状态报表管理

Smart Completions 通过对每项任务和尾项的完成统计，可以输出各种有效的进展报表，对项目进行全方位、实时的监控与反馈。Smart Completions 生成的报表包括但不限于以下内容：按系统任务完成状态清单、按专业任务完成状态清单、机械完工完成状态清单、预试车状态清单、调试状态清单、各专业元件清单、文档清单、尾项状态清单、激活通知清单、移交证书清单等。Smart Completions 既能够生成 EXCEL 表格和 PDF 的报表形式，也能生成各管理要素的透视图如柱状图、饼状图等。除了各管理数据的状态图外，还提供整个项目的完工和试车进度状态综览图，作为管理者的决策依据。

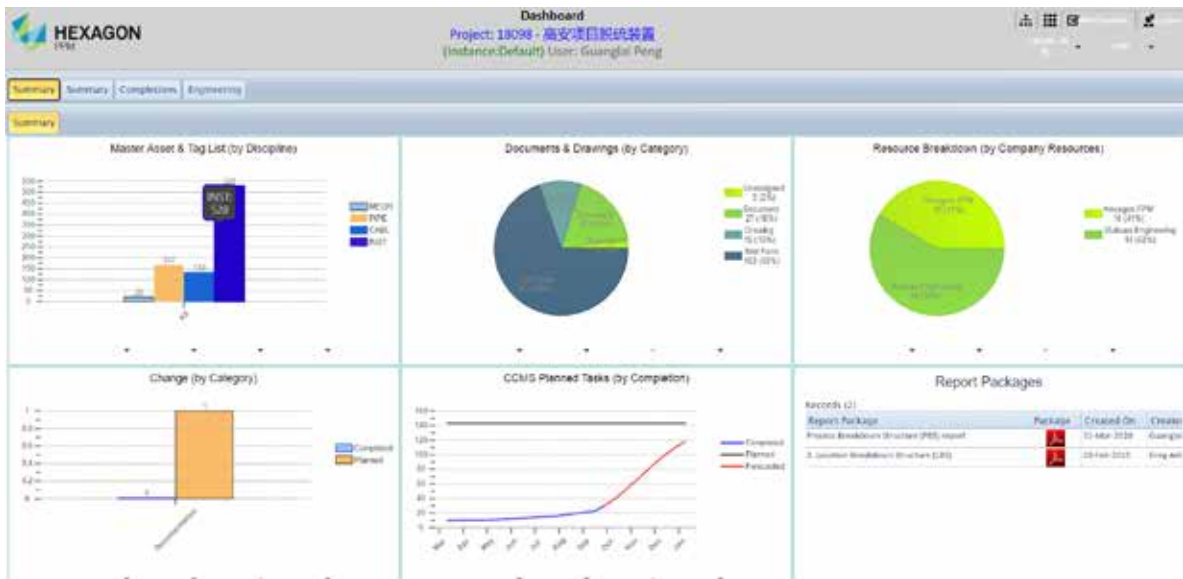


图 5 数据展板

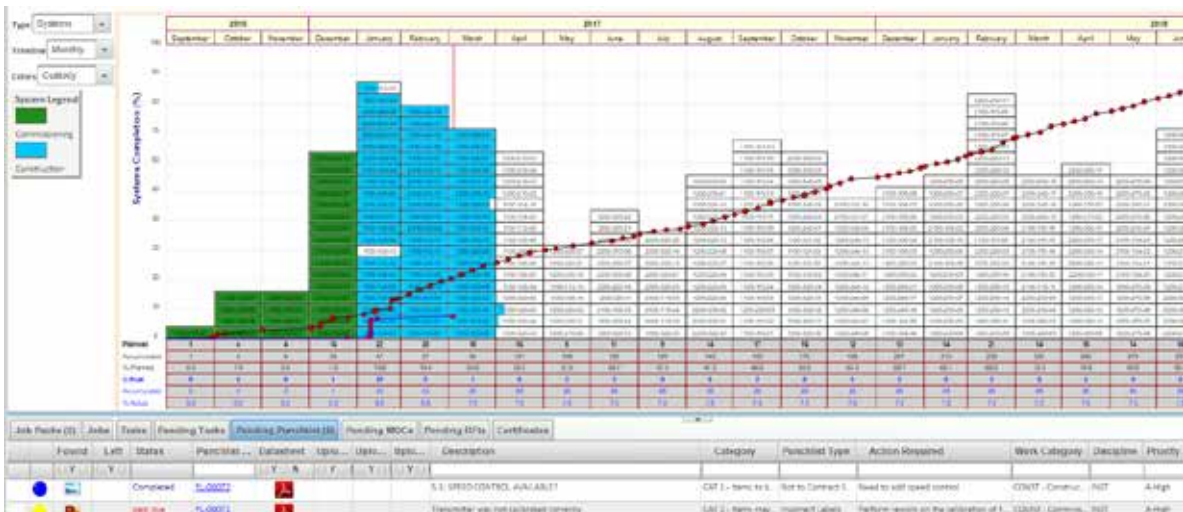


图 6 进度展板

Smart Completions 优势

1. 多项目解决方案

单一数据库，多项目管理，部署单一数据库并对独立项目设有专属的数据存储空间。允许用户跨项目的进行数据、最佳工程实践和任务模型的复用，大大节省了完工数据库系统的数据准备和录入工作，也可以对项目数据进行横向对比，进行数据分析以对未来项目做出准确预测。

2. 自动生成工作包

Smart Completions 系统内数据的逻辑关系以及丰富的数据属性，支撑起系统内强大的数据检索能力，系统内置的创建向导能够自动批量按系统或专业等属性对检查任务进行分类、收集并创建成工作包；给工作包分配所需的人机料，颁发工作许可后分配给工作组或责任公司执行完成。

3. 移动终端应用

在线 / 离线下使用平板电脑替代传统的纸质检查测试表单。执行过程中可以自动生成尾项清单，无需对尾项进行二次录入，并能够实时调用最新的项目数据和生成实时进度报告。移动终端的应用解决了数据传输效率低下的问题，替代了传统的基于纸质版执行检查任务和尾项清除的业务模式，节省了纸张浪费和纸张所需的存储空间，并为之后移交过程中的文档整理节省了大量的人力和时间。

4. 批量上传

Smart Completions 拥有先进的自动化“批量上传”功能，该功能不仅可以识别二维码，将完成签署的纸质版检查测试表单批量扫描回传到系统中，还可以批量加载电子版文件（如 PDF、WORD、EXCEL）到数据库中，用于支持完工任务的执行以及现场的红线标注。批量自动化的文件处理模式替代了传统手动上传的工作，极大地提高了文件上传效率。

5. 集成能力

Smart Completions 已实现和上游二维设计软件如 Intergraph Smart P&ID 以及信息管理平台 HxGN SDx 的数据集成，意味着设计数据和文档可以从 Smart P&ID 和 HxGN SDx 中通过 API 接口直接获取到 Smart Completions 中，大大减少了手动整理录入数据、表格编制等工作，提高了系统初始数据录入和工程项目的效率。反之，Smart Completions 的完工文件也可以通过接口传输到 HxGN SDx 中，作为数字化交付项目移交内容的重要组成部分。Smart Completions 和其他 Intergraph Smart 系列软件的集成工作还在紧锣密鼓的进行中，在不久的将来，会为客户提供更加丰富的集成体验。

6. 灵活的部署方式

并不是所有类似软件都是基于网页的工作模式，而 Smart Completions 从设计到开发就基于这种工作理念，提供了一体化的解决方案。Smart Completions 不仅可以部署在海克斯康自有的云平台 Intergraph Smart Cloud 上为客户提供完全自主的 SaaS 解决方案，也可以部署在其他公有云平台如 AWS、Azure 上，当然也支持部署在客户的本地服务器或者公司私有云上。

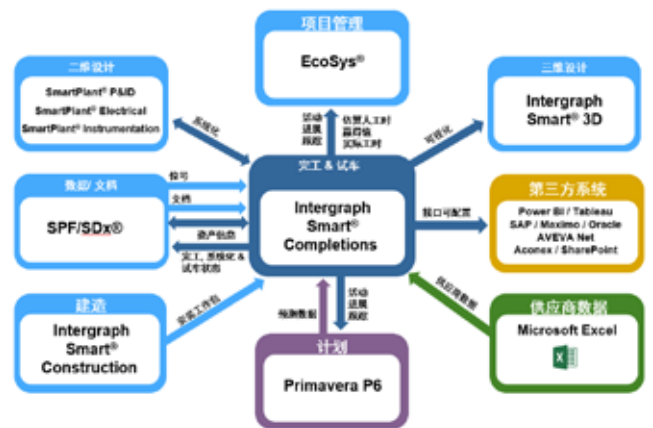


图 7 Smart Completions 的集成图解



Smart Completions 用户案例

- COOEC - 海洋石油工程股份有限公司
 - ExxonMobil - 埃克森美孚公司
 - Origin - 起源能源公司
- Chiyoda - 千代田化学建设株式会社

COOEC - 海洋石油工程股份有限公司

» 企业级完工试车管理平台（PCMS 三期）

海洋石油工程股份有限公司（以下简称“海油工程”）是中国海洋石油总公司的子公司。它是中国最大的海上工程建造企业，也是中国目前唯一的一家集海洋石油、天然气开发工程设计、陆地制造、海上安装、调试和维护于一体的大型工程总承包公司。海油工程的主营业务是：海洋油气田开发及配套工程的设计、建造与海上安装。

为了解决工程项目完工试车过程中信息传递效率低下、完工数据移交流程管理困难、尾项管理不合理、工作包管理混乱等难题，海油工程决定建立一套以数据库为基础，符合国内国际完工试车标准化流程的完工试车管理系统，并将海上油气田工程项目完工试车工作全流程各个环节的管理要素和内容纳入该管理系统。经过多家比对，海油工程最终在 2018 年 10 月选定海克斯康的鹰图智慧完工解决方案——Smart Completions 作为其企业级完工调试管理平台。

2019 年 12 月，平台通过验收评审后已在海油工程承建的陵水 17-2 气田开发工程项目上实际应用，该项目是我国首个 1500 米深水自营气田，也是我国自主建造的全球首个万吨级半潜式生产储油平台。通过使用统一的管理平台，项目的完工调试工作流程得到有效控制，完工文件移交安全、快速、准确、完整，实现了完工调试

项目全过程管理和信息反馈，为进度控制和人力资源管理提供了统计数据 and 决策依据。系统实现了：

- 通过使用统一的完工试车管理平台，完工记录及相关信息集中存放在数据库中，通过系统 B/S 架构及网络技术，实现多场地使用统一管理平台，实现项目信息共享；
- 通过使用证书对工作流程的有效控制，实现了完工移交安全、快速、准确、完整；
- 通过合理使用激活通知，实现对预调试工作安全的有效把控；
- 通过项目进度管理功能，实现为业主提供实时追踪项目进展的服务；
- 通过工作包管理功能，实现对分包商进行有效的进度、质量控制。



ExxonMobil - 埃克森美孚公司

» 公司级系统完工数据库（SCDB）

埃克森美孚公司（以下简称“埃克森美孚”）是世界最大的非政府石油天然气生产商，在全球拥有生产设施和销售产品，在六大洲从事石油天然气勘探业务，在能源和石化领域的诸多方面位居行业领先地位。埃克森美孚化工是世界上第一大石油化工公司，在 100 多个国家里，每年销售超过 1700 万吨的石油化工产品。埃克森美孚是世界上最大的私营企业之一，也是美国最大的上下游一体化的石油公司。

埃克森美孚始终致力于开发和运用行业领先技术及追求完善的运营管理，使之在全球位居行业领先地位。为了在全球投资的项目中实现完工调试工作流程标准化，埃克森美孚提出建立企业级的系统完工数据库（SCDB）。

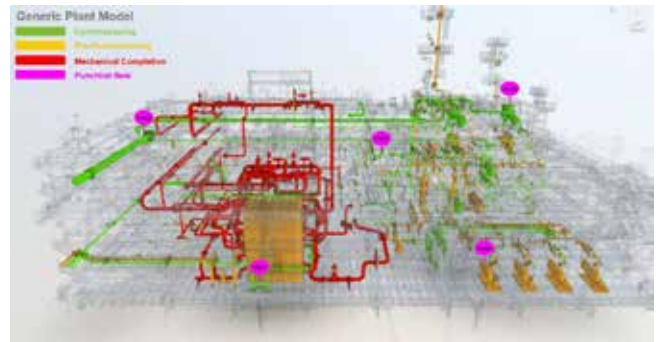
该 SCDB 需内置埃克森美孚完工标准化流程以及检查测试模板，将陆上和海上工程项目完工调试工作流程各个环节的管理要素和内容纳入该管理系统。SCDB 作为埃克森美孚企业级系统完工数据库，将在其投资的全球项目中推广和应用。所有参与埃克森美孚项目的承包商需使用该系统来管理项目完工调试工作，以满足埃克森美孚标准化要求。

2018 年 2 月，埃克森美孚经过多方比对，最终和海克斯康签订全球合作框架，选定鹰图智慧完工解决方案 Smart Completions 作为企业级系统完工数据库。2019 年 6 月项目完工，系统通过验收评审后，已在埃克森美孚 GCGV 等大型工程项目上实际应用。埃克森美孚通过在云平台部署统一的系统完工试车管理平台和启用移动设备执行完工检查任务，在项目中取得了如下成果：

- 实现了埃克森美孚多项目、多场地的项目完工调试数据统一管理及信息共享；
- 实现了项目严格按埃克森美孚完工标准执行及交付；
- 使用统一数据库及对工作流程的有效控制，实现了项目阶段移交及最终交付安全、快速、准确、完整；
- 实现了对项目进展的实时追踪，及对承包商进行有效的进度、质量控制；
- 实现了移动设备首次在埃克森美孚项目完工试车检查中的应用，现场检查过程中实时创建尾项，拍摄现场图片，省略传统的二次录入工作。

除取得上述成果之余，埃克森美孚还在积极开展和海克斯康的进一步合作，共同推动开发 Smart Completions

和 2D/3D 软件系统的集成，以实现系统激活通知和完工试车进度的二三维可视化。互相促进、共同进步的合作理念为 Smart Completions 产品的进一步开发明确了方向，产品丰富的功能也必将惠及更多的客户。



Origin – 起源能源公司

» 项目完工试车管理系统 (CCMS)

起源能源公司（以下简称“起源能源”）是澳大利亚股票交易所排名前 20 的上市公司，拥有 430 万个客户，是澳大利亚处于领军地位的综合性能源公司。公司业务横跨能源供应链，主要经营天然气的勘探和生产、发电和能源零售。

由起源能源、康菲和中国石油化工集团有限公司共同投资的 APLNG Upstream 项目，是澳大利亚最大的煤层气液化天然气项目之一，总投资达到 250 亿澳元。项目位于昆士兰的苏拉特和博文盆地，需要建造一条 530 公里长管道、七个气体处理设施、两个水处理设施、1100 个气井田。项目完工数据包括：

- Total Tags（位号总量）：551,000
- Total Loops（环路总量）：25,000
- Total Tasks（任务总量）：567,000（检查表和调试程序大约 360 公里长 A4 纸）
- Total Certificates（证书总量）：47,700
- Total Punch Items（尾项总量）：81,000
- Total NOEs（激活通知总量）：6,600
- Total Plants（装置工厂总量）：50
- Total Process Areas（工艺区域总量）：770
- Total Systems（系统总量）：3,600
- Total Subsystems（子系统总量）：19,000
- Total Users（总用户数）：3,000（30 管理员高峰时期）
- Total Digital Mobile App Users（总平板用户数）：700

- Total Digital Tasks Models（总任务模型数）：1,300

基于项目完工试车的数据量级和复杂性，有效控制和管理关键数据在项目完工前期遇到了很大的挑战。项目团队决定寻找一款容易上手且能够灵活配置的完工试车管理系统以支持项目进度。团队最终选择了海克斯康的 Smart Completions 产品作为解决方案。系统在项目上的应用取得了如下成果：

- 据不完全统计，项目在移交管理上所需的资源和时间节省了大约 45%~50%，极大地提高了生产力和资源利用率；
- 通过使用移动设备数字化执行现场检查任务，大大降低了人为错误，实现了项目无纸化执行；
- 通过对工作流程进行标准化定制和有效控制，大大提高了完工质量和降低了重复性工作；
- 通过系统部署在云平台上，实现了项目跨地域的统一管理和数据文档信息共享；
- 通过和生产管理系统直接进行数据移交，大约节省了资产管理系统数据文件准备工作量约 20%。



Chiyoda – 千代田化学建设株式会社

» 建造和完工集成管理系统 (CCMS)

千代田化学建设株式会社（以下简称“千代田”）是一家全球性工程公司，专门从事用于天然气加工、LNG 的油气中、下游炼油以及石化设施的设计和建造。千代田的业务领域涵盖了石油与天然气工业与化学、环境、节能、工业设施和生命科学等领域。公司业务大部分都在日本以外开展，包括美国、加拿大、拉丁美洲、中东、非洲国家、俄罗斯、东南亚和澳大利亚。

千代田始终致力于开发和运用行业领先的数字化信息技术，以追求更加完善、高效的项目运营管理，从而保持并扩大公司在全球的行业领先地位。随着近些年高级工作包理论的不完善和越来越多在实际项目中的应用推广，千代田也在这股浪潮中积极建立适合自己企业经营管理模式的高级工作包管理体系。作为千代田构建的高级工作包管理体系中最重要的一环，即对建造和完工进行集约化管理，千代田一直也没有找到合适的数字化解决方案。经过对市场的深度调研和比对多家产品，千代田认为海克斯康的鹰图智慧完工解决方案 Smart Completions 与其管理需求最为贴合，涉及的开发量最少。最终，千代田于 2018 年 8 月选定 Smart Completions 作为建造和完工集成管理系统。项目的实施于 2019 年 5 月完工，并通过验收评审。该项目的完成，标志着千代田企业级高级工作包管理体系的建立，实现了千代田数字化和信息化的企业目标。系统已在大型项目中得到实际应用，并在项目中切实的帮助千代田降低了人力资源需求、提高了生产力。建造和完工集成管理系统的成功实施，帮助千代田和海克斯康取得了如下成果：

- 完善了千代田的高级工作包管理体系，实现了千代田对项目管理中提高生产力、加强安全和质量管理的目标；
- 数字智能表单和移动设备的应用使千代田在项目的建造和完工中首次实现了无纸化；
- 改善了千代田的数据录入和工作流程，将原来需要在项目现场录入的数据通过集成的方式实现了在设计办公室完成，降低了项目人员流动成本；

- 实现了将千代田独创的“从建造到系统完工试车过渡的管理理念”置入该系统。千代田认为从建造到完工的顺利过渡是项目成功的关键因素之一，并为之创建了一套独有的管理体系，现在该管理体系已在 Smart Completions 系统的助推下，成为国际先进的项目建造和完工集成管理方法论；
- 该项目中，千代田与海克斯康合作开发和完善了 Smart Completions 的工作包管理和未完成工作（COW）管理功能。这些功能已成为软件的开箱功能从而惠及全球其他用户。

目前该项目已经完成，但千代田和海克斯康的共同旅程才刚刚开始，千代田计划与海克斯康合作将 Smart Completions 原有的变更管理 MOC 和工作许可 PTW 功能升级为 eMOC 和 ePTW 系统，将千代田先进的变更和工作许可管理理念置入数字化管理系统，从而服务更多的项目和客户。



结语

在工程项目面临系统复杂、接口众多的移交工作时，Smart Completions 依靠强大的数据库及文件的集约化管理模式，极大地提高了移交工作的安全性、便捷性、准确性、高效性和经济性，为工程项目提供技术支持、完工经验，节省人力资源，提高项目建设质量并缩短工期，为项目的顺利交付保驾护航。

海克斯康，数字化信息技术解决方案的革新者，秉承“智慧引擎，共赋未来”的理念，凭借“双智战略”推动制造业的智能与创新，构建新基建智慧城市生态体系。海克斯康以“推动以质量为核心的智能制造”为核心，打造了完整的智能制造生态系统，实现覆盖设计、生产以及检测的全生命周期闭环管理，达成绿色、高质量、低成本的智能工厂目标。海克斯康智慧城市打破传统的信息孤岛，实现了跨部门的互联互通，通过完善的智慧城市运营平台架构，构建互联互通的智慧城市网络基石，驱动城市管理业务和技术创新，创造更美好、更智能的生活。

与大多数软件企业不同，海克斯康拥有行业先进的传感设备，以打破常规的方式获取、存储、分析和发布信息，其地理空间传感器可通过现实捕获技术将我们的世界以更加数字化的方式进行呈现，而工业传感器则通过捕获生产中的质量数据为制造和工程领域提供强大支持。基于先进的信息技术，海克斯康的解决方案为用户及合作伙伴带来了前所未有的改变及优化。

海克斯康拥有行业先进技术，在过去20年里，战略性收并购来自全球的200多家技术公司，不断强化自身的技术优势，以打破常规的方式塑造了一个强大的智能信息生态系统，构建了一个互联互通的世界，助力未来工作和生活的高效智能及可持续化发展。在中国，海克斯康集团拥有徠卡测量系统贸易（北京）有限公司、徠卡测量系统（上海）有限公司、徠卡测量系统有限公司（香港）、海克斯康测绘与地理信息系统（青岛）有限公司、海克斯康测量系统（武汉）有限公司、台湾海克斯康测量仪器股份有限公司、中纬测量系统（武汉）有限公司、海克斯康方案应用与系统集成（青岛）有限公司、海克斯康方案应用与系统集成（青岛）有限公司北京分公司、鹰图（中国）有限公司（香港）、鹰图系统（深圳）有限公司、鹰图软件技术（青岛）有限公司（北京/上海分公司）、海克斯康测量技术（青岛）有限公司，海克斯康贸易（青岛）有限公司、海克斯康贸易（香港）有限公司、思瑞测量技术（深圳）有限公司、七海测量技术（深圳）有限公司、靖江量具有限公司、诺瓦泰导航等各类经营实体；AICON、AMENDATE、AUTONOMOUSTUFF、BROWN & SHARPE、CE JOHANSSON、CIMCORE、COGNITENS、D.P. Technology、DEA、EMMA、eTALON、FTI、GEOMAX（中纬）、GEMAX（魔星）、GEOPRAEVENT、HEXAGON GEOSPITAL、HEXAGON GEOSYSTEM、HEXAGON MANUFACTURING INTELLIGENCE、HEXAGON PPM、HEXAGON POSITION-ING INTELLIGENCE、HEXAGON SAFETY & INFRASTRUCTURE、HEXAGON SOLUTIONS、INTERGRAPH、J5、LUCIAD、棱环牌、LEICA GEOSYSTEMS、LEITZ、LEICA、MELOWN TECHNOLOGIES、M&H、MTWZ、MSC、NEXTSENSE、NOVATEL、OPTIV、OxBlue、PREXI-SO、PAS Global、Q-DAS、ROMER、ROMAX、SHEFFIELD、SEREIN（思瑞）、SEVEN OCEAN（七海）、TESA、TACTICAWARE、VERO、VOLUME GRAPHICS、WILCOX等国内外知名品牌。来自海克斯康的产品及服务覆盖智能制造及智慧城市两大领域，借助全球化的资源优势为企业和用户先进的集成解决方案。

www.hexagon.com.cn



海克斯康测量

地址：北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦2002-2005室
邮编：100020
电话：+86 10 85691818
传真：+86 10 85251836

海克斯康PPM

地址：北京市朝阳区永安东里16号CBD国际大厦15层1501室
邮编：100022
电话：+86 10 57601688
传真：+86 10 57601699

海克斯康智慧方案

地址：北京市朝阳区永安东里16号CBD国际大厦15层1501室
邮编：100022
电话：400 881 6865
传真：+86 10 57601699

海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司

地址：青岛市高新区华贯路885号
邮编：266114
电话：400 6580 400
传真：+86 532 80895030



关注海克斯康微信公众号
了解更多精彩内容