

Intergraph Smart[®] Construction

多维可视化施工管理系统





目录

INTERGRAPH SMART[®]

CONSTRUCTION

1. 时代背景	3
2. 综述	4
3. 工程项目管理代码	6
4. 项目计划的分解	7
5. 进度反馈	9
6. 设计变更	11
7. 三维可视化	13
8. 工时定额与进度规则	14
9. 劳动力系数	15
10. 材料状态信息	16
11. 施工资源限制	18
12. 系统安全性	19
13. 用户和角色配置	23
14. 施工文件的管理和控制	25
15. 分包管理	28
16. 系统完工与测试	29
17. 报表与展示面板	29
18. 图形化用户界面和便捷的系统管理	30



1. 时代背景

目前大型工程公司与施工相关工作的管理仍然大量基于线下流程及纸质文件流转的管理方式。项目施工管理工作随着业主对质量安全要求的不断提高以及人力成本的上涨，许多总承包工程公司希望引进先进的施工管理系统软件，通过运用科学而系统的观点及先进的信息手段对施工的组织、管理、监督、协调等进行全过程的管理。随着项目施工的深入，与施工相关的数据量迅猛增加，施工管理流程更加复杂，传统的施工管理模式已明显无法满足业务需求，急需运用信息技术建立一套能对施工活动全面高效的组织和管理，及时准确的反馈现场信息，有效的支撑项目实施及企业管理的施工信息管理系统。

施工过程是整个工厂建设过程中非常重要的一个环节，与设计、采购和分包单位有着大量工作和信息交互。大型项目的施工管理属于整体项目管理的一部分，因此正确认识施工管理与企业业务运营管理的差异点有助于工程公司在遴选合适的施工信息管理系统时有针对性地考察和评估其是否能够满足项目管理（包含施工管理）的需求。项目管理有别于企业的业务运作，具有非常鲜明的特点。项目管理首先非常讲究管理艺术。以核电厂为例，业务运营是连续不断的生产电力，因此有条件在生产发电过程中采集充足的数据，进行统计分析，推进量化管理，形成科学化程序化的运营体系。但是项目管理则不同，核电厂的EPC总承包项目创造的是唯一的独特的核电厂。就整体项目而言，项目管理需要更多的非程序化决策和管理艺术。决策的依据很大程度上取决于所获得信息的丰富程度和准确性。这就要求项目管理首先要注重接口管理。接口主要包括功能接口、实体接口和组织接口。在项目管理的进程中，许多功能和实体的接口需要有统一的规范并在实施过程中逐步完善。而参与项目实施的各方一般是临时组建的团队，因此很多组织接口关系多为短期的甚至是一次性的。所以接口关系在工程项目中十分复杂，如果无法充分规划和规范接口，接口管理很可能成为制约项目进度的关键因素。

项目在实施过程中还具有独特性和临时性等动态特点，其过程充满大量不确定性，必然会遇到偏离计划的不符合项，需要及时做出调整和决策。项目管理应当遵循实时控制、及时反馈、适时调整，持续改进的原则。项目管理的知识领域大体是三类：一是总体类，即整体管理和范围管理；二是三大目标，即时间、费用和质量；三是横向管理，即人力资源、沟通、风险和采购管理。大型工程项目管理还应特别关注：安全文化、技术管理、质量管理和程序管理。

2. 综述

日本汽车制造商丰田在 20 世纪 70 年代实施的理念变革改变了全世界处理生产的方式。丰田是第一家或至少是最为著名的使用“精益原则”成为业界关注点的机构。在消除浪费以提升汽车业客户价值方面，丰田获得了业界的关注。通过在生产制造中采用 7 种减少浪费的原则，并以较少的工作量来保持价值，这家日本小厂成为了世界最大的汽车制造企业。

丰田聚焦于消除浪费的新生产理念后来被加以扩展，加入了通过优化工作流程提高效率的内容，成为众所周知的“精益制造”。今天，精益制造已被全世界大多数大型制造企业所采用，并且正在其他行业形成一场新兴的“精益运动”。

精益制造对精益施工是一个重大的影响因素。尽管“精益施工”这一术语在近 20 年前已被采用，它仍然力图在主流建筑业中赢得精益制造目前在制造业中具备的发展势头。

回顾精益制造的历史可以发现，精益原则成为制造业的主流也花了相当长的时间。然而，如果考查施工模式的演变，您也会发现一种较慢的转变；精益施工是使之成为主流的一个自然过渡。

原有的施工模式是成本和工期。其重点都是尽量使之快速且廉价地完成，通常要以牺牲其中某一方面为代价：加快进度将不可避免地增加成本，而强行压缩成本则通常会延长工期。

多年以来，许多值得研究的因素在影响施工模式，例如安全性和质量。正如前文所阐述的那样，质量和安全性恰恰是工程项目最为重要的管理核心之一。

当监管和人道主义的压力使安全性成为项目的一个新的推动因素时，人们首先认为，由于新的安全法律和监管机构会增加项目成本、拖延项目时间，将会形成巨大的负面影响。然而，随着业主运营商接受这种理念，并坚持采用高安全标准，模式就会出现改变。承包商们看到事故在减少，保险成本在降低，对工人的补偿在减少，生产率又回到了先前水平，后又有所提高。业主运营商和承包商们都认识到，安全措施会增加时间、财务和资源方面的投入，但它也会节省时间和开支。强制实施是一个很好的办法，因为它会对所需的投资产生大量的回报：它有价值。

质量方面也同样如此。质量不佳会因返工、拖延和成本超支而造成客户不满意。在质量保障方案、人员、系统和管控方面的投入可以改进工作流程，增加价值。

精益施工是施工计划中的一种新模式，它采用针对价值而非成本、针对效率而非时间的精益概念。精益施工，按照非营利的精益施工学会（Lean Construction Institute, LCI）的定义，是一种基于生产管理的项目交付系统，强调价值的可靠且快速交付。其目的是在价值最大化、浪费最小化、追求完善的条件下进行项目建设，使项目相关各方均能获益。

业主运营商是资本投资项目中的主体，无论是成本、进度、质量还是安全都是影响着项目审批和资金支持的关键因素，只有充分考虑和平衡这些因素才能最大化投资效益。

实现该价值的最好办法是在项目审批之前将精益规范纳入早期计划中。必须与业主运营商和总承包公司（EPC）以及所有项目参与方实现协作，以便在概念设计阶段就尽早建立这些精益原则。

回顾以往，我们看到精益制造通过消除浪费和提升价值，使制造发生了革命性变化。我们看到质量的改善提升了客户满意度，并消除了返工情况。我们看到安全性的改善不仅履行了人道主义的义务，还以更加整洁的工作空间展现了工作流程效率的提升。所有这些方面的一个共同的因素就是，它们都是智能的思想。精益施工不是要快速且廉价地思考，而是要智能地思考。

工作面计划（Workface Planning）是当今全球大型资本投资项目中最热门的施工管理方法，遵循了精益施工原则，它的核心理念简而言之就是在大型施工项目中在正确的时间把正确的材料交给正确的人。工作面计划的产生并非偶然，加拿大阿尔伯塔施工业主联合会（COAA）在 2004 年的调查中发现：总投资额在 3 亿美金以下的项目是相对易于管理的，所以 COAA 将大于 3 亿美金的项目列为大型项目。这些大型项目施工工作的计划与执行已经超越了常规项目管理的极限，不得不借助于新的技术手段和管理理念才能保证这些大型甚至是超大型项目的交付。

COAA 的报告发现项目执行成本的超支并没有一个单一原因，加拿大阿尔伯塔省政府的独立调查也验证了大型项目的预算超支是多种原因造成的。无论造成预算超支或工期延误的原因组合是什么，它们的直接体现就是工人的有效施工时间比率较低，COAA 经过大量调研发现施工工人实际生产时间仅占 37%。基于提高有效施工时间这一出发点，工作面计划精细管理到施工班组的周计划，确保工人在新的一周开工之前，所有的施工条件都得到满足。这一精细化或者说精益施工的要求放在以

往恐怕是让人望而却步的，但是伴随着计算机技术的进步，完全可以将原有的 3 级施工计划进一步细化到班组和工作周的细度。当然这样做的好处也是显而易见的，根据 COAA 的预测和长期项目追踪，通过应用工作面计划可以弥补 25% 的损失时间。

符合精益施工原则的工作面计划所具备的一些显著特征有：

- 通过计划、设计和工作流程的可视化和开放显示，改善与业主、工作人员、承包商和供应商的沟通规划。
- 消除物料浪费、沟通不畅、重复工作和设计错误。
- 通过早期规划改进工作计划，重点在于改进工作流程、可实现的任务、工作量分配以及明确规定的工作范围。
- 通过准时交付、所有各方参与、资源可用性、现场准入以及其他相关事务的协调实现前瞻性工期。
- 计划和协调非现场制造和模块化施工活动，以减少现场拥塞，分配工作量，最大限度减少现场作业人数，并改进准时交付。
- 创建洁净、安全且高效的工作环境，并传达安全措施。

不难看出精益原则在施工领域的应用程度，技术将起到至关重要的作用。多年以来，通过提高速度、精度和可处理数据的量，计算机在提高项目绩效方面扮演了关键的角色。新的软件技术，例如海克斯康数字智能的施工信息管理软件 Intergraph Smart Construction 可以有助于改善施工的原则、规范和模式。



图 1 由 COAA 提出的工作面计划软件与进度反馈模型

预先配置规则的软件可将精益规范带入项目工作流程中：

- 消除人为失误
- 防止重复工作
- 减少库存并消除过剩
- 创建与即时更新内容的实时数据链接
- 通过三维可视化和动画改善沟通
- 允许设计和施工协同
- 使物料可以准时交付
- 任务计划人员在构建工作包时连接至三维模型、计划、物料、图纸和文档

这些只是软件为在精益施工中推行精益原则所能提供的许多帮助中的很少一部分。

3. 工程项目管理代码

在大型工厂建设项目中，如何灵活运用并利用现代信息技术手段将原本离散而相对独立的多种项目分解结构编码（例如工作分解结构编码 WBS，成本结构分解编码 CBS，组织结构分解编码 OBS 以及工厂结构分解编码 PBS）融入 EPC 工程总承包项目的管理和执行中，直接决定了项目的效益和质量。如下图所示，项目的执行是一个有机的整体，但每个环节各具特点，因此无法用一个简单的 WBS 编码来全面贯穿和打通整个项目执行控制的方方面面，例如质量和成本等等都无法通过 WBS 来贯穿和保证。所以只有充分理解和分析各种分解结构的特点以及优势时，我们才能利用某一种或者某几种编码作为信息传递或者属性提取的中间介质，从而全面提升项目管理的品质。

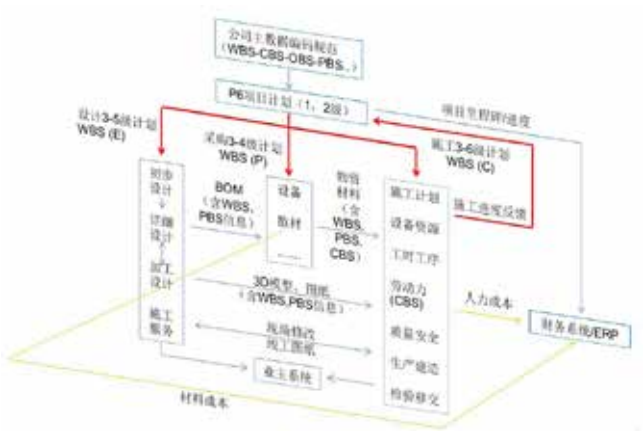


图 2 EPC 项目执行过程中的编码分解与传递示意图

工程项目的设计 E、采购 P 和施工 C 板块分别有各自所属的 WBS 分解结构和编码体系。在上图的示例中 E 的设计成果——模型中的每一个零件对象需要被赋予 C 的 3 级（或 4 级）WBS 编码，以便在 C 施工环节可以充分利用设计成果分解模型和工作项。而 P 采购则通过 PBS 工厂分解结构实现采购对象与 E 设计以及 C 施工对应。每一个零件对象必定属于既定的 PBS 结构，而这些结构属性在 P 采购环节根据零件的材料、类型等采购分类方式被重新分解，但是到 C 施工环节又根据 PBS 可以重新归类，整理出符合施工要求的材料信息，例如针对某一个工作包，不同采购批次的各类零件预计到货日期，必须到达现场日期，库存数量和工作包开始日期等。

因此 E 与 P 的关联通过 PBS 实现；P 与 C 的关联也通过 PBS 实现；由于设计时把 3 级施工 WBS 编码也带入到模型，所以在施工环节 E 与 C 的关联则可以同时通过 PBS 和三级施工 WBS 两项属性实现，至此 E、P、C 通过 PBS 和 WBS 两类属性聚合零件对象的所有信息，同时又藉由 WBS 实现与项目进度的关联。

甚至可以进一步深化，将 CBS 成本分解结构下的成本中心和成本代码等信息赋予材料和人力资源，实现日后根据 CBS 提取项目信息的功能，有助于项目成本合算和财务、合同管理。

理解上述概念并不复杂，但是难点在于依托于哪些媒介，例如一系列的设计、采购和施工管理软件，而且同时要兼顾这些软件之间的集成和互通性。海克斯康是工业工程设计领域内首屈一指的多领域、高度集成的信息技术解决方案供应商，具备将以上整体理念贯穿于整个 EPC 项目管理过程的能力和实际经验。

Smart Construction 为海克斯康在施工板块核心的软件产品。Smart Construction 用于施工管理的重要角色之一就是系统集成，通过 Smart Construction 集成设计、计划、物资以及现场的人机料等资源。系统集成是打通信息流通的通道，是完成 Plan（计划）、Do（执行）、Check（检查）和 Action（行动）闭环控制的基础，为施工管理提供了必要的输入条件。Smart Construction 用于施工管理的核心角色是组织施工。基于集成数据的基础，Smart Construction 通过工作包的方式将设计数据，计划数据，材料数据，人机等资源数据予以整合，完成对具体施工的各种制约条件的梳理，确保施工工作能按计划进行。施工过程中，工人按照工作包中的具体施工工序要求展开施工。施工完毕后，施工的实际执行情况也会以工作包为载体进行反馈，包括实际的执行时间，实际的人机料的消耗情况等。这些数据构成了项目管理层进行施工的进度控制、成本控制、质量控制和安全控制的基础。Smart Construction 还集成了二维图纸和三维模型，不仅可以以可视化的方式组织施工，还能将施工信息以可视化的方式直观的展示给决策者。

4. 项目计划的分解

Smart Construction 的主要功能是将项目在 Primavera6（以下简称 P6）中定义的施工计划任务进一步在 Smart Construction 内根据专业和用途分解成不同类型工作包，例如管道预制工作包和设备安装工作包等。从项目管理角度出发，这些工作包实际上就是更低一级别的工作任务。基于工作包进行工作的组织安排和信息反馈，而所有的工作内容都实时链接至 SmartPlant Foundation 数据库，确保获得最新版本的图纸和相关信息。因为 SmartPlant Foundation 可以接收和管理图纸版本以及发布的模型数据，所以 Smart Construction 可以在详细设计没有完全完成之时就可以及早使用，为下游工序争取了准备和计划时间。当项目总进度计划由项目经理和控制经理在 P6 中设置完成之后，Smart Construction 可以通过现成的接口自动导入 P6 中的关键控制日期和工作分解结构 WBS。在 P6 中划分好的 WBS 和细化项目任务，指定任务的起止日期。如下图 3 所示：

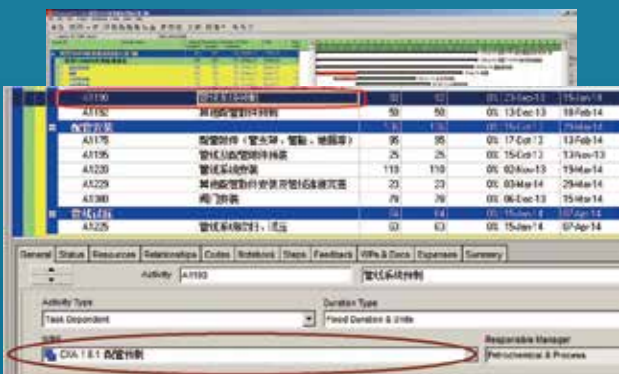


图 3 在 P6 中编制的基于 WBS 的项目任务

基于这些日期，施工计划员可以在 Smart Construction 内进一步将施工任务分解，如图 4 中的示例展示了将 P6 中导入的 WBS 结构下 CXA1.8.1 配管预制节点下的 A1190 任务编制为 CWP 1.8.1 的施工工作包（CWP），描述与 P6 一致，称为管线系统预制。在 Smart Construction 内，可以进一步细化内容，该 CWP 可以被进一步分为多个预制安装工作包，例如下图中的 Pipin01 管道预制工作包等。

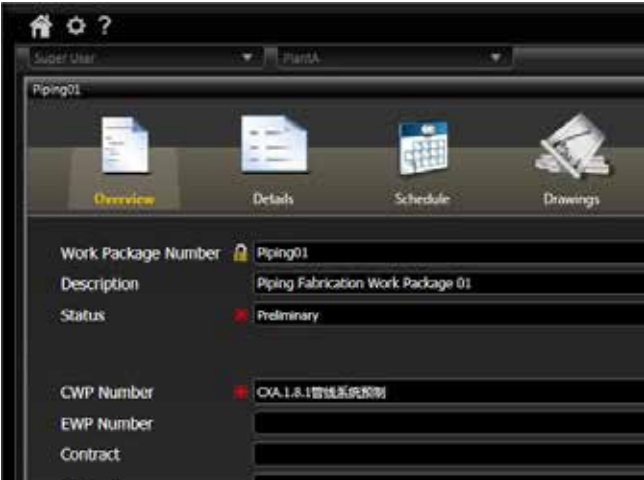


图 4 将 P6 的 WBS 导入 Smart Construction 后进一步细化施工工作包

同时，根据系统设定的标准工作步骤和工时，Smart Construction 可以自动计算施工所需计划工时，关于 Smart Construction 如何自动计算工时，请参考第 8 章节工时定额与进度规则。如下图 5 所示，该预制工作包需要 37.941 个人工时，此时计划人员还可以根据项目和实际因素将企业标准工时进行系数调整，关于如何定义及调整人工时系数，请参考第 9 章节劳动力系数。在调整完计划工时之后，结合 P6 的三级计划控制日期，施工计划人员即可配置合适的班组和施工资源，关于如何配置合适的施工资源，请参考第 11 章节施工资源限制。



图 5 自动计算的计划工时

Smart Construction 结合 Intergraph Smart Review 还可以模拟可施工性以及安装顺序，进一步检查是否存在碰撞，如下图 6 所示。如果存在安装碰撞问题，可及时与施工方沟通，进一步调整计划和资源。



图 6 Smart Construction 结合 Smart Review 进行碰撞检查

当完成一个工作包计划的编制之后，还需要兼顾并行和相关联的工作包任务。因为工作包之间的制约关系导致一个关键路径上工作包进度滞后，会影响到整个项目计划任务是否能够按时完成，所以 Smart Construction 还提供了工作包计划的甘特图视图方式，以便计划人员可以直观地一览各专业、各 CWP 甚至是跨专业和跨 CWP 之间细分工作包之间的关系、人员配置、起止时间、制约条件等信息，有助于计划员跨工作包进行工作任务的调整，以适应进度需求，如下图 7 所示：



图 7 工作包计划甘特图



5. 进度反馈

在传统的项目管理模式下，施工进度的反馈往往依赖于报表和报告，很难让项目管理人员直观地了解进度以及导致进度滞后的原因和相关信息。随着项目管理专业软件的投入应用，项目的进度有了图形化表述方式。但是因为总承包不了解具体下游企业的资源及产能信息，任何纯项目计划类型的软件，如 P6，都无法真正满足并有效解决项目计划从设计到施工的计划细分以及直接有效的反向进度反馈。这样向下推的计划往往在施工执行阶段会遇到很多困难，让工程承包企业回归到计划上墙、行动照样的传统工作方式。所以仅仅依靠 P6 等项目计划软件无法真正满足施工进度反馈的精细度需求，因此基于工厂实际形象进度反馈或者虚拟形象进度反馈成了现代化总承包项目管理的诉求之一。

在分析和评估形象进度反馈机制之前，海克斯康希望再次强调有效计划的重要性。因为只有聚合了设计信息、材料和施工资源的计划才是有效的计划，进而让进度的反馈成为有实际意义的行为，否则进度的反馈只会打乱原有的计划而让计划控制变得不堪重负。基于有效计划的大前提下，形象反馈可以分为两类：实际形象反馈和虚拟形象反馈。

实际反馈可以基于激光扫描以及照片的方式来实现。对于一个建设中的工厂，通过提取及整理高清激光测绘信息来反映建设的实际形象进度。例如徕卡的 Tru-Views 是点云和高像素 360 度立体照片的复合体，不仅能还原一个逼真的景象，还能准确地测量其中的物体。徕卡测量系统的 ScanStation C10 激光测量仪的测量范围达到 300 米。与扫描器相连的是 NinjaNodal 套件，用于生成方块图片，并结合具有超广角镜头的单反相机一起使用。激光扫描服务可以由施工方指定服务商来提供扫描服务，可以用徕卡的 Cyclone REGISTER（注册）软件将工厂扫描合并，然后经 Cyclone PUBLISHER（发布）软件将实景图像发布，以供浏览的软件读取和使用。徕卡激光扫描仪使用每秒 1.5kHz 扫描频率的自触发脉冲飞行时间技术。所使用的激光是二级绿色激光，对眼睛无伤害，也不会触发红外探测器。扫描角视场角是：水平方向 360 度，垂直方向是 270 度。光斑大小在 50 米处为 6 毫米，单点精度在 50 米处约 6 毫米。模型表面精度达到 2 毫米。



图 8 通过浏览器可以查看整个工厂的建设情况，而无须亲赴现场



图 9 激光扫描点云和全景照片复合效果

除了实际进度通过激光扫描点云和照片进行的反馈，整个项目的执行还可以依据虚拟三维模型与施工进度信息相结合来体现。在有效计划的基础上，施工单位可以通过客户端、移动终端和传统纸质方式将进度反馈给工作包，从而借助三维模型将实际进度虚拟出来。

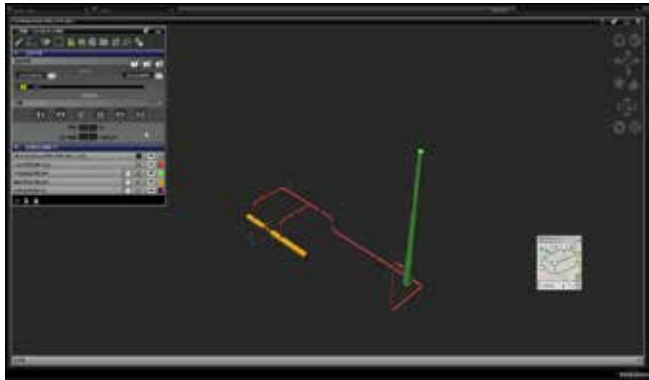


图 10 根据预设的不同颜色来看形象化施工进度



6. 设计变更

在施工过程中，伴随着大量的设计和现场变更，准确和便捷地捕捉这类信息决定了项目移交时工程设计数据和施工调试信息的质量，从整体考虑也能够为工厂实现配置管理奠定基础。满足信息集成和交互操作基础上的现场设计工具应当被应用于项目，以便修改和更新可以反映到原始设计中，便于竣工版图纸的绘制和三维模型的准确性。



图 11 类似的现场草图真实地记录了工厂的施工方案

同时施工管理软件平台也应该具备应付资料和数据变更的功能。如下图所示，一旦设计数据、模型或者图纸有变更，既可通过施工管理平台自动获取最新版模型及图纸，系统自动记录并使用最新版本模型及数据，之后也可以在系统内查看已经发布的设计模型和数据。如下图所示，不同的模型版次不同，而系统则能够自动比较和替代原有模型对象，避免差错和重复。



图 12 不同的模型和版次

当图纸发生变更后，Smart Construction 系统会主动通知和提示用户。并且这样的提示会在相关联的多个层面上体现。例如某设计人员在系统中删除了一张图纸，但是该图纸已经被放入某个工作包内并编制了施工工作计划。在传统的纸质文件的管理中，需要用户查询和检索大量文件资料才能查找和替换该图纸，但是 Smart Construction 可以在工作包级别、图纸级别、甚至是零件级别做出主动提示。



图 13 工作包级别变更提示

针对图纸级别，Smart Construction 系统也会提示变更，如下图所示：



图 14

如果原图纸被设计方删除了，那么系统也会提示图纸信息与设计不同步，需要管理员进行图纸同步。如下图所示：



图 15 图纸变更提示

甚至在工作包内的零件，系统也会主动提示变更信息，如下图所示：



图 16 零件级别的提示

Smart Construction 集成了 SmartPlant Foundation 优秀的变更控制和管理，特别适用于国内常见的边设计边施工的多边工程，即便设计并未完成，也可以提前进行施工计划。

7. 三维可视化

在施工计划与管理过程中，形象化的展示对于施工组织安排和获取管理信息具有非常重要的价值。首先三维空间模型的增加有助于用户查看和分析在图纸和报表中无法体现的关系。例如结构和管道专业在各自专业内的计划中可能没有考虑相关专业的进度，但是当两者计划相交时，其工作的顺序就显得异常重要了。而这一点也是无法支持三维可视化的信息管理软件的弊端，并且是不可忽视的重大缺陷。即便在一个专业内，三维可视化也有重大价值，例如设备专业的附件和配件，可能不具备安装条件（如安装空间、脚手架位置）等原因而需要在地面整体安装之后再吊装。这些空间的碰撞可能只能通过三维可视化来实现并且避免，如下列系统截图所示，Smart Construction 可以支持不同专业，不同规模的丰富的三维展示和查询。

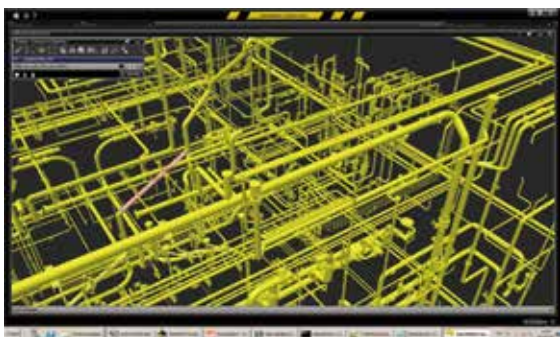


图 17 管道专业模型



图 18 结构专业模型

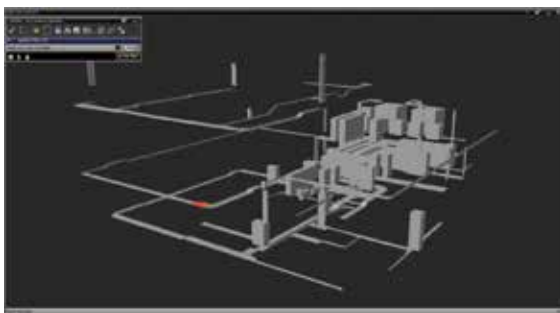


图 19 电缆托架模型

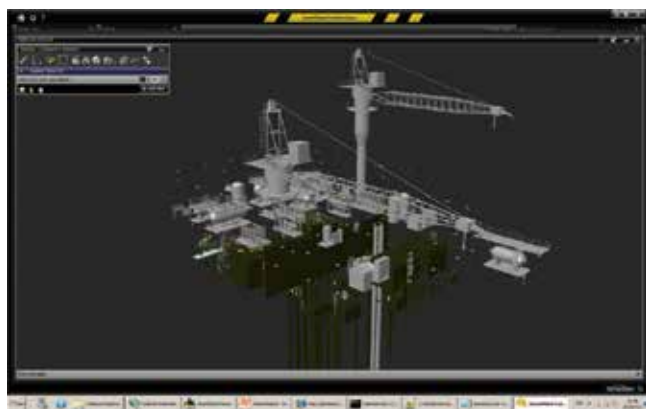


图 20 设备模型

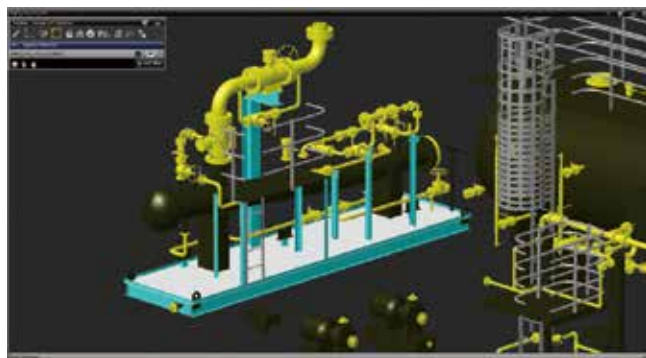


图 21 设备模型细节

在三维模型的基础上，叠加计划、材料、属性信息，则有助于不同的施工管理主体对项目信息进行掌控。例如下图展示了一个多专业综合模型，绿色的部分为已经计划对象，而红色部分则为需要计划部分，利用可视化工具可以大大减少计划中常见的遗漏和差错现象。

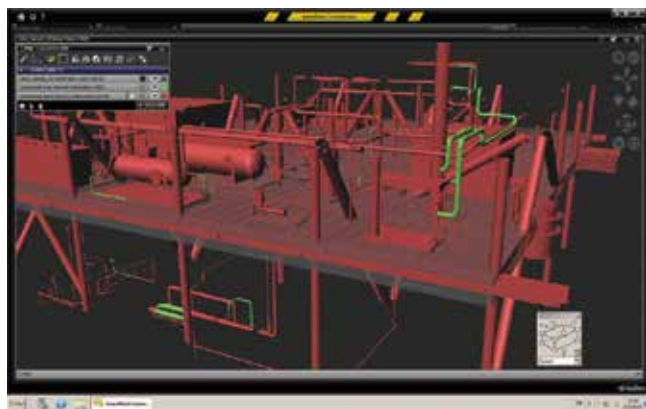


图 22 计划状态

8. 工时定额与进度规则

Smart Construction 系统自带标准工时步骤配置表（Rule of Progress，以下简称 ROP 表），用户可以根据施工管理的需求和颗粒度自行定义该表。ROP 表内可以设置复杂的数据结构和组合，下图为 ROP 表截图和简要说明：



图 23

ROP 表会根据零件的属性，例如直径、材料、长度等信息匹配出针对某个或某类零件的标准工时。整个工时配置体系符合美国造价工程师协会的要求，并且能够适应量价分开核算体系。当施工对象被添加入工作包内的时候，Smart Construction 会根据零件的属性对照 ROP 表内的数据自行运算，将结果显示在每个对象所对应的工时列内并将所有工时汇总成为整个工作包的计划工时。这样计算得来的工时将成为施工计划以及度量工程进度的主要依据之一。因为这样的工时是与工程量紧密结合的，因此在进度跟踪的同时，任何工时的进展都意味着工程量的确认，从根本上把传统的统计进度时量时不匹配的问题解决了。



图 24 在工作包内系统自动匹配工艺步骤和工时定额

9. 劳动力系数

美国造价工程师协会将生产率定义为“基于一个既定的标准对劳动效率的相对衡量，无论好还是坏”。为生产率确定一个绝对值做为基准是非常困难的，因此，很多商业机构或专业组织提供根据历史数据得到的趋势。这些组织包括美国劳工部，美国劳工统计局，承包商协会，独立承包商，大学以及其它。虽然有很多出自不同组织的劳动要素清单，但是绝大部分列表内容是常见的，对劳动生产率的影响也相似。

每年，业主运营商、EPC 企业和承包商都会由于造成劳动效率低下的因素收到数十亿美元的施工索赔。好的施工计划应该在初始工作范围内考虑到并且跟踪劳动因素，准确地反映所有用来进行项目投资估算的情况，致力于消除或尽量减小生产率对施工费用的影响。同时还应该考虑到劳动因素对工作顺序和计划的影响导致的工作范围的变化。

Smart Construction 提供的技术通过在项目中增加和调整劳动力系数使计划人员可以管理和控制对劳动力的影响。用户还可以在可视化的环境下用动画检视和改变工作包顺序，从而减小甚至消除劳动力因素的影响。另外，Smart Construction 还可以提供工作包文档，用来支持由于劳动力因素引起的施工索赔，或就收到的索赔要求进行辩护。

施工中有许多对劳动生产率产生影响的因素，这些通常会在出版物上发布，或列在类似美国机械承包商协会（MCAA）这样的组织出版的手册上。例如 MCAA 的清单《施工人员生产率影响因素》中突出列出了 16 种影响因素。下面是一些最被认可的行业中影响劳动生产率的因素：加班、士气和态度、疲劳、工作面的重叠、并行操作、物流、安全检查、危险工作场所、天气和季节变化、工具和设备短缺。

施工劳动生产率因素影		影响因素取值范围 (%)		
因素	例子	低值	平均值	高值
更短的白昼时间	六月份计划两周的工作在十二月份实施时需要重新计划。工作地点对白昼时间有很大影响，工作在山东还是吉林，白昼时间的差异会是致命的。	① 海南	5	⑩ 吉林
士气和态度	当由于业主设计变更导致班组需要在元旦、春节和元宵节间连续工作 7 周	1	15	③⑩ 严重

图 25

既然已知存在了这些因素对施工中劳动的影响，好的施工管理工具就应该能够识别并且量化这些因素。通过早期识别这些因素，判断会更加准确，工作计划人员可以集中精力在如何减小和消除这些因素。具有智能的工具软件 Smart Construction 使用可视化和三维模型中的工作包计划，使工作计划人员识别、量化、降低、消除这些因素，因此可以提高生产率并控制在预算范围内。

如右图所示，如果工作包在极热的天气下执行，用户可以选择“炎热天气”因子，应用在人工时的系数是 1.2，这样在计算的时候会增加 20% 的人工时。



图 26 应用劳动力系数

10. 材料状态信息

在众多施工资源中，很多施工管理方会强调设备和机具的满足情况，容易忽视施工所需的材料。任何有经验的现场经理都会认同：施工材料是影响现场进度和劳动效率的最大制约因素。一个工程项目的材料信息量是极其巨大的。从设计开始，无论是大宗散材还是设备类材料都会经历请购、采买、入库、发料、变更等环节。这其中任何信息变化没有被及时反映给施工计划人员的话，都可能导致材料信息的偏差，从而影响施工。这其中更有因为采购环节信息系统的多样性以及施工分包采购的情形，导致材料信息和状态的跟踪和更新极其困难。

要解决材料信息和状态的信息闭环问题，首先必须解决材料编码的统一规范与材料编码体系间的映射。EPC 总承包企业应当逐步建立公司级和项目级的标准材料库及编码库，用以规范材料编码，并以标准材料库为基础生成三维设计系统所需要的材料等级库。因为无论采购还是施工，其材料信息的源头都是设计系统。所以材料编码范围应该涵盖项目建设过程中构成工程项目整体性和永久性部分的所有大宗材料和设备。其专业包括配管材料、土建建筑、土建结构、电气、暖通空调、分析化验、给排水、机械、热工、静设备、机泵、电信、储运、应力、环保等专业。

在众多专业中，材料编码体系最为复杂的当属管道专业。通过将管子、管件、法兰、阀门等管道系统组成部分与几何尺寸、材料、制造标准、承压等级等属性相结合，会产生上百万条材料编码记录。这些编码记录会再根据分类规则，组成数十种适合工程设计的等级库，以供设计人员在设计时方便选用。如果整个采购过程都延续统一的材料编码，则后续的跟踪和状态的更新是较为容易实现的。但是很多总承包企业在应用材料管理时，考虑到与财务系统的结合，会采用 ERP 系统记录涵盖工程项目材料的数百万条公司运营物项信息，其中工程材料代码约占 1/3。ERP 作为企业运营的管理平台，应用在项目总承包管理中出现了一些功能上的不足。首先是 ERP 中物料代码与设计部门在工程设计阶段过程中采用的代码体系没有保持有效的一致性，致使采购部门需要进行二次编码转换工作，即将设计材料代码转换为 ERP 采购代码后，才能进行后期的采购管理工作。这种工作模式的效率较低，数据的准确性也较难得到有效的控制，编码不一致性给下游的材料管理工作造成了很多的影响，导致了材料信息不闭合与状态更新困难等难题。

为了向施工提交准确的材料信息和状态，此时必须要进行材料编码体系的统一或者映射。在海克斯康负责咨询和实施的客户案例中，有两种较为主流的方式：ERP 系统中的工程材料编码部分沿用设计材料编码或者两套材料编码实现数据条目级别映射。两种方法都可以较好地实现项目级别材料的跟踪和状态信息传递，当然也各有优缺点，应当由客户在咨询项目实施过程中进一步根据实际情况选择统一方式。



图 27 海克斯康编码映射系统

解决了材料编码统一或映射问题仅仅解决了材料采购环节内信息的纵向传递，工作面计划对材料状态向施工的横向传递也提出了要求。因此计划控制人员在编制施工计划的时候，必须要参考相关工作项材料的状态，并以此作为调整施工计划的重要依据。以海克斯康实施的某个 EPC 总承包客户为例，客户希望在制订施工计划时依据以下信息和条件对施工工作包实现预警和提示：

- 施工材料的范畴局限于特定的一组图纸中的某一材质的工程材料；
- 相关材料材料编码、图纸号、材料清单数量、订单号、送货方式、预计到达日期、现场需求日期、库存数量、仓库等信息；
- 根据一定的判断依据实现报警提示，如预计到达日期晚于现场需求日期等情况。



图 28 该图显示的材料信息报警条件（黄色感叹号三角图标）为库存数量无法满足需求数量

基于准确的材料信息和状态，项目计划控制人员便可以进一步在里程碑限制条件下，通过优化施工劳动力资源、调整施工工作包起止日期和优化其他施工工作包顺序，让计划依据实际材料的状态编制，提高工人的劳动效率，减少不必要的等工。

材料与设备的请购、采购和入库仅仅满足了供应链环节的可追溯性管理需求。为了符合项目全生命周期的配置管理需求，必须在供应链与生产环节实现材料和设备相关信息的传递。在生产过程中的跟踪，可以通过生产施工管理系统来对指定工作包的材料进行预测。一旦确定所需材料，用户可以通过集成的接口直接预留符合要求的材料。在生产和安装之前，用户在申领实际物料时，可以进行材料的视觉检验，并且作为一个工作步骤体现在检验工作包内，用户可以利用注释栏记录任何材料替换或者接受 / 拒绝信息。一旦确认材料，便可以进行生产下料。下料可以根据套料软件确定的切割计划执行，余料可以虚拟进入超发仓库以便下一次优先套料。

在生产下料过程中，可以基于标准的工作步骤，指定在哪一个具体工艺步骤会消耗材料（如下图所示），因此可以很明确地在任一时间点查询哪些零件所对应的材料已经被消耗了，有助于设计变更时及时终止相关的材料进入下一个工艺流程，减少变更产生的材料损耗。

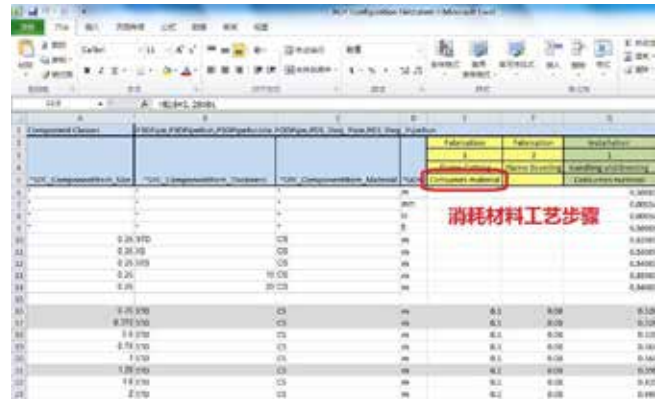


图 29 材料消耗的设置

因为施工管理系统可以根据不同的零件生成相应的工艺步骤和工单，因此每一步操作都可以在系统中反映出来。结合材料与施工系统，整个物料生命周期内的状态和信息都可以通过多种图形化报告显示出来，并支持根据任何材料属性，如材料的合格证、炉批号、订单号等作为查询条件进行报告的功能。

材料的可追溯性管理还可以结合先进的 GPS 以及无线射频识别技术，用于精确定位和追踪材料以及设备的动态的位置。



11. 施工资源限制

作为施工资源的管理，施工作业所需的设备、机具、资质和劳动力也应当具有计划性和作为限制条件在开工前得到满足。工作面计划把这样的计划性和满足条件聚合到施工工作包层面。针对特定的施工工作包，施工所需的设备和机具可以被添加到工作包的限制条件内，成为制约因素。



图 30 施工设备资源实例

对于整个项目的施工而言，所有的设备和机具可以根据日期和需求数量被统计和整理，形成一份项目阶段性的设备和机具需求柱状图，有利于施工设备设施部门和保障部门进行相应的计划和租赁管理。特别是施工现场条件有限或者现场在偏远地区，租赁和调运成本巨大的时候，有效的施工资源管理是精益原则中提高质量、保障安全又降低成本、体现价值的最佳典范。



图 32 包含资源名称、数量和起止日期的施工资源请求报告样本

Smart Construction 提供了多种开箱即用的施工资源，用户也可以根据需求批量或单独定义项目级别或者工作包级别施工资源，施工资源的类别和层次也可以由客户自行定义，例如下图所示的重型设备资源：



图 31 重型设备资源

12. 系统安全性

通常，整体的系统安全需要从系统的每一层面来考虑。这包括了从操作系统到生产管理应用系统，再到用户访问权限设置。

12.1 WINDOWS 应用服务器的安全设置

SmartPlant Foundation 服务器程序运行在安装有 Windows 2008 64 位版本操作系统的服务器之上。这台服务器的“本地管理员组”权限应当第一时间分配给企业 IT 部门中专职的可以信赖的专业技术人员。因为这个组具有在这个服务器上的最高权限，在这组之中的用户可以执行几乎任何操作，甚至是网络设置中已禁止的操作。下面列举了这样的用户可以执行的操作，但还不是全部：

- 把他们所在的计算机移出域
- 修改注册表的设置
- 修改任何目录或文件的权限
- 修改任何系统设置，包括 System 目录中的文件的设置
- 安装任何应用软件
- 卸载任何应用软件，安全补丁，或者服务包
- 访问任何防火墙允许的网站
- 下载并安装 ActiveX 控件，Web 应用软件，或者从互联网下载的恶意软件

- 重置本地管理员密码

时常地重置本地管理员密码是非常必要的，部分原因也是因为前具有管理员权限的用户可能被移除了。下面显示了更改本地管理员密码的对话框：



图 33 更改管理员密码对话框

Windows 防火墙高级安全设置，包含：

- 入站规则
- 出站规则
- 连接安全规则

一些海克斯康的产品还会用到以下额外的安全规则：

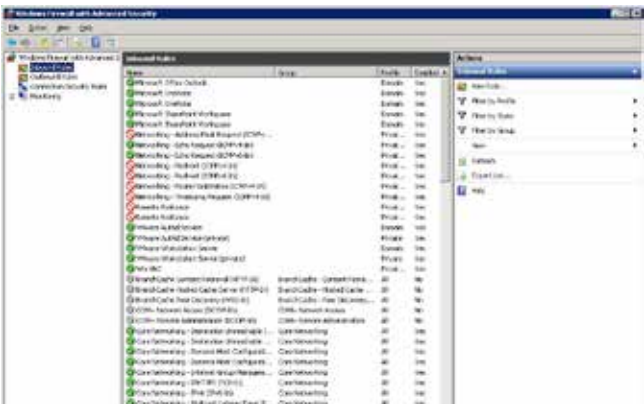


图 34 海克斯康软件应用的安全规则

- 用户账户控制

当一个用户或者管理员账户登录时，用户账户控制（简称为 UAC，下同）提供了一种帮助保护机算机安全性的方法。因为 UAC 强制要求所有用户必须以标准用户身份执行所有任务，这样有助于阻止任何尝试写入计算机受保护区域的应用程序或病毒。它会给每个访问计算机受保护区域的用户一个提示对话框。这种情况可能出现在当用户访问一个应用程序，安装一个应用程序，修改注册表，写入一个系统文件时，等等。

这对所有管理员来讲是一种很理想的方式，因为这样他们就可以用一个账户来完成他们所有的日常工作，包括 IT 和个人方面的。对于标准用户身份，UAC 只有当他们在桌面上运行的所有应用程序不会需要管理员权限时才会允许其正常地使用。在这种情况下，使用者只能以标准用户的身份使用所有的功能和执行所有的应用程序。当某个任务执行需要管理员权限时，他们就需要得到帮助中心或者管理员的协助。



图 35 UAC 设置界面

12.2 SMARTPLANT FOUNDATION 应用服务器的安全设置

SmartPlant Foundation 的安全性和访问与以下组件是息息相关的：

- IIS 和 Web 站点
- Oracle 客户端组件
- Microsoft .Net 框架
- SmartPlant Foundation 应用程序
- Microsoft Excel

修改 Excel 2010 中的安全设置

1. 以本地 SmartPlant Foundation_Server 用户登录 SmartPlant Foundation 应用服务器
2. 打开 Microsoft Excel
3. 在 Excel 中选择菜单栏中的 File 标签
4. 点击 Options
5. 点击 Trust Center

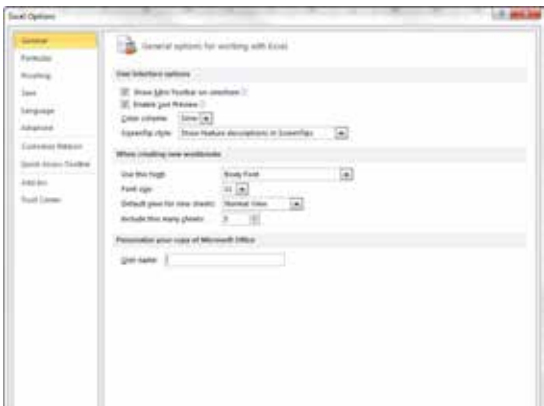


图 36 Excel 安全设置

6. 点击 Trust Center Settings

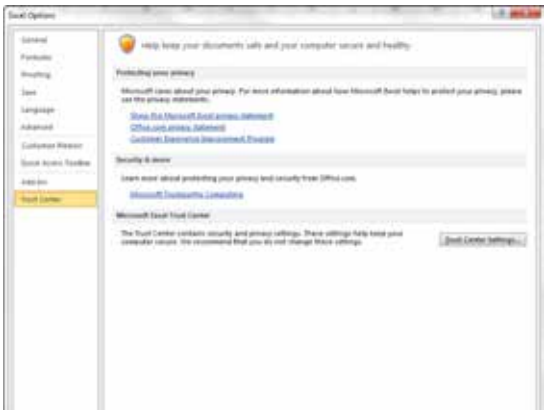


图 37 Excel 安全设置

7. 点击 Macro Settings
8. 点击 Disable all macros with notification
9. 点击选中 Trust access to the VBA project object model

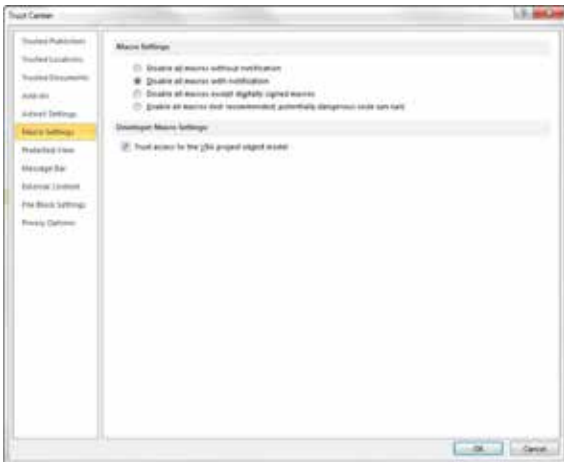


图 38 Excel 安全设置

10. 点击 OK
11. 在 Options 对话框中点击 OK 来保存您的更改
12. 关闭 Excel
13. 登出服务器

上述的步骤只是为登录的用户降低了安全性要求。如果有必要，您可以通过下面所示的方法在注册表键值中增加一个值来为所有用户更改默认的宏安全性设置。

海克斯康只建议经验丰富的使用者直接编辑注册表的设置。

```
[HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\
Microsoft\Office\14.0\Excel\Security]
"AccessVBOM"=dword:1
```

在 64 位系统上，这个注册表键值位于 HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Office\14.0\Excel\Security

12.3 IIS 安全性

对于 SmartPlant Foundation，IIS 中有两个可以配置的安全方案：匿名身份验证和集成 Windows 身份验证。有关 IIS 7.0 的安全性 / 权限的信息，请参考下面的文章：

<http://support.microsoft.com/kb/981949>

- 匿名身份验证

用匿名用户来运行所有服务器端程序，这是 SmartPlant Foundation/IIS 中唯一使用的方式。

- 集成 Windows 身份验证

客户端的用户认证凭据可以被传递到服务器，IIS 再依据此来运行服务器端程序，这样可以让所有域用户成为 SmartPlant Foundation/ IIS 的用户。

- 设置集成 Windows 身份验证

当用户在 SmartPlant Foundation 服务器上设置了集成 Windows 身份验证后，登录到服务器上的用户必须同时拥有服务器上有效的 Windows 帐户和 SmartPlant Foundation 数据库上的有效帐户。用户可以使用现有的 SmartPlant Foundation 系统用户，并创建一个匹配的 Windows 用户，或者也可以创建一个新的用户。

在 Windows Server 2008 上，如果要启用 Windows 身份验证，用户的 SmartPlant Foundation 应用程序池身份必须设置为域用户帐户，不能是本地用户帐户，而且这个域用户帐户必须是该服务器上 SmartPlant Foundation Users 组的成员。如果使用了本地帐户，登录时将导致 401（未经授权的访问）的错误。集成 Windows 身份验证，不能在 HTTP 代理连接上工作，这一限制是由微软所规定。

- 启用 IIS7 的集成 Windows 身份验证

如果用户使用的是 IIS7，您必须启动集成 Windows 身份验证，因为它不是默认启用的。详细请参考 IIS 设置说明。

- 安装 Windows 身份验证

详细请参考 IIS 设置说明。

- 配置 SmartPlant 客户端登录

如果您使用 Windows 身份验证用户登录系统，当您启动 Desktop Client 客户端时，登录信息对话框用户名和密码框变为灰色。



图 39 登录窗口

- 使用 SmartPlant Foundation 身份验证对话框

您可以将系统配置为使用 SmartPlant Foundation 验证登录对话框，它会提示您输入 Windows 帐户的用户名、密码和域名。详细请参考 SmartPlant Foundation 设置说明。



图 40 SmartPlant Foundation 验证登录对话框

12.4 设置 HTTPS

如果要应用程序服务器设置成使用安全的 HTTPS 连接，请执行以下步骤：

1. 安装 SSL 证书；
2. 配置 SmartPlant Foundation 客户端进行安全通信。

- 为 HTTPS 设置主机安全性

在服务器上设置 HTTPS 前，SmartPlant Foundation 中的对象必须是安全的。详细请参考 SmartPlant Foundation 设置说明。

1. 启动 SmartPlant Foundation 客户端；
2. 查找主机服务器。

- 安装 SSL 证书

按照第三方证书提供商提供的安装说明来创建 SSL 证书。当安装和创建一个 SSL 证书时，该证书的机器名和 SmartPlant Foundation 主机的机器名称必须完全匹配。如果名称不匹配，SmartPlant Foundation 将无法正常工作。在安装证书后，为屏蔽使用 HTTP 并要求 SSL 进行通信，执行以下可选步骤：

1. 在 IIS 管理器中，展开站点文件夹，然后选择您的网站；
2. 在 IIS 部分，双击 SSL 设置；
3. 选择需要 SSL，然后点击应用。

这是一个系统级的参数。此步骤是可选的，取决于您的服务器所需的安全级别。在 SSL 可以被启用之前，绑定了安全通信的 HTTPS 必须被添加到 Web 服务器。详细请参考 IIS 设置说明。

- 为 HTTPS 配置 FTR 和远程服务

以下两个条件必须同时满足才能使 FTR 索引和元数据搜索在 HTTPS/SSL 环境下工作：

- FTR 主软件必须和 SmartPlant Foundation Server 组件安装在同一台 SmartPlant Foundation 应用服务器上。这两个组件的 SSL 安全性配置也必须同步设置或删除；
- 文件服务（File Service）和 FTR Web 服务必须安装在同一台服务器上，并且它们的 SSL 安全性配置也必须同步设置或删除。（请注意文件服务并不一定要安装在应用服务器上）

以下两个条件必须同时满足才能使远程服务在 HTTPS/SSL 环境下工作：

- 远程服务必须和 SmartPlant Foundation Server 组件安装在同一台 SmartPlant Foundation 应用服务器上；
- 远程服务和 SmartPlant Foundation Server 组件的 SSL 安全性配置必须同步设置或删除。

- IIS 站点的安全性

所有的 SmartPlant Foundation 客户端和服务端的会话都是在主 SmartPlant Foundation Web 站点（SmartPlant Foundation Server）上进行的。这个站点要求客户端访问连接的安全性是通过整合了域用户身份验证的集成 Windows 身份验证来保证。为了加强通信的安全，使用 HTTPS/SSL 协议代替标准的 HTTP。

如果要使用 View 和 Markup 的功能，您还必须允许来自外部的匿名用户对 SmartPlant Foundation ViewDir 站点的访问。其它的 Web 站点是用来处理服务器端 Microsoft.NET 的运行并且只会从应用服务器发起访问。您可以限制对这些站点的访问。

- 在 IIS7 中限制对 SmartPlant Foundation Server Web 站点的访问

在 Windows Server 2008 R2 中，可以照以下步骤设置：

1. 在应用服务器上打开控制面板；
2. 打开管理工具中的 Internet Information Services；
3. 在树状视图中，选择本机，并展开 Sites 节点；
4. 选择 SmartPlant Foundation Server Web 站点。默认情况下，这个站点名字是 SmartPlant Foundation Server；
5. 在 Features View 窗口中，双击 IPV4 IP Addresses and Domain Restrictions；



6. 在 Actions 窗口中，点击 Add Allow Entry。然后会出现一个 Add Allow Restriction Rule 的对话框；

7. 在 Add Allow Restriction Rule 的对话框中，选择 Specific IPv4 Address，并输入 SmartPlant Foundation 服务器的 IP 地址。

其它的计算机不应该被授予访问这个 Web 站点的权限。

应用服务器用户的安全性设置：

对 SmartPlant Foundation 应用系统来说，只有能访问 SmartPlant Foundation 系统的用户才能够使用 SmartPlant Foundation 产品。SmartPlant Foundation 的系统安全模型是一种灵活的机制，基于用户和角色来访问、控制数据和可以在该数据上执行的所有操作。安全模型由以下组成：

- 用户
- 角色，域和组的访问
- 配置
- 角色分配

用户在配置时会被配到一个角色，例如，在项目 1 里的一名设计师。角色和访问组相关联，以控制访问系统内的不同部分。

安全模式控制用户访问权限：

- 菜单和工具栏
- 快捷菜单命令
- 关系操作和导航
- 数据隔离、基于用户和工具的所有权
- 数据访问查询条件，FTR 和报告支持

12.5 数据安全性

应用服务器层面主要的有用信息为各软件的配置和 SmartPlant Foundation/Smart Construction 的 Vault、EFSchema 等信息。只要这些信息安全可以很快地使应用服务恢复正常。为了预防服务器单点故障带来的风险，可以将上述的配置和 Vault、EFSchema 信息在各服务器之间交叉备份并保留一定的期限。

操作系统层面可以采用 Ghost 之类的镜像软件，在系统完成安装配置和补丁更新后做快照备份，以防止操作系统级别的失败。

数据库必须在打开了归档日志的模式下运行。依据数据量和对恢复时间的要求，可以设置不同级别的在线全备份和增量备份。只要备份集和归档日志不丢失，数据库可以恢复到故障发生时和发生前的任何时间点。（数据库备份策略部分有详细说明）。

如果采用了集群的部署方式，由于在服务器硬件和软件层面都有了完全的冗余，并且集群可以提供失败切换功能，系统运行稳定性和安全保障大幅提升。数据库的安全性也可通过实施备用数据库的方式得到另一层保障，在必要的情况下备用数据库也可以切换成主数据库为应用系统提供服务。

13. 用户和角色配置

SmartPlant Foundation 的系统安全模型是一种灵活的机制，基于用户和角色来访问、控制数据和可以在该数据上执行的所有操作。

SmartPlant Foundation 系统用户创建图：

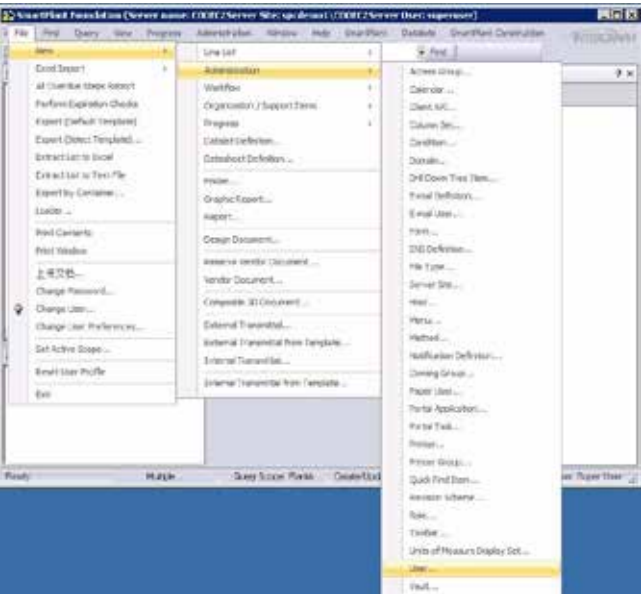


图 41 创建用户菜单

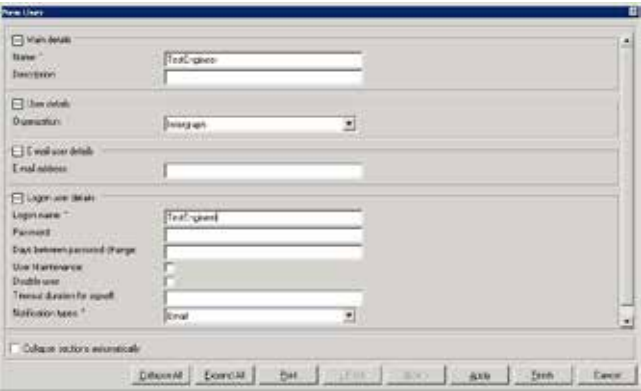


图 42 用户信息窗口

SmartPlant Foundation 角色分配图：

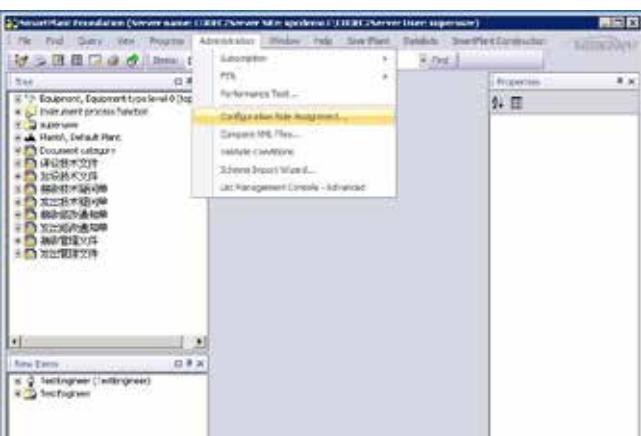


图 43 用户分配角色菜单

选择用户并分配适当的角色：

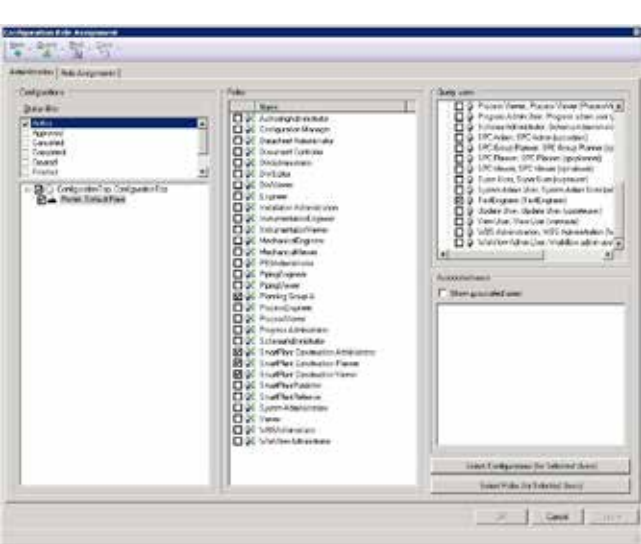


图 44 角色分配窗口

分配适当的角色后，用户可以访问特定的 SmartPlant Foundation 系统功能：

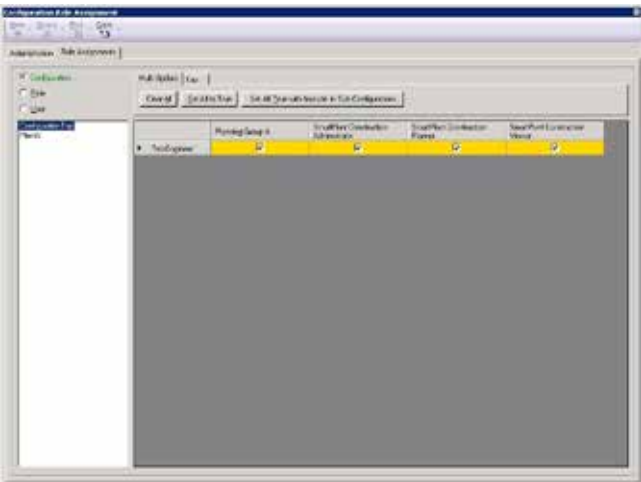


图 45 角色分配

14. 施工文件的管理和控制

Smart Construction 系统包含底层的 SmartPlant Foundation 平台，因此涵盖了 SmartPlant Foundation 的所有文档功能，主要包括创建文档管理目录树、不同用户上传文档、分发文档等。在施工管理环节中，主要用于接收来自业主的详设文件，并批量上传到 SmartPlant Foundation，再通过工作流下发到施工设计部门。

施工设计部门批量上传设计和施工文件到 SmartPlant Foundation，通过信息单发送给施工设计部门文控，再通过传送单工作流发送给项目管理中心文控，并决定是否报业主审批，最终下发到部门进行现场施工。以下以项目组文控工作为例简单描述工作过程。

14.1 项目组文控管理工作流任务

项目组文控通过 SmartPlant Foundation 工作流任务列表可查看多种工作流任务：施工设计部门专业负责人发送的可直接用于现场施工的设计文档任务；施工设计文控发送的传送单任务；需要业主审批的传送单任务。

项目组文控多选一个或多个需要业主审批的工作流任务，右键显示“业主审批未通过（Owner Unapproved）”菜单。

项目组文控多选一个或多个以上工作流任务，右键显示“创建传送单（Create Transmittal）”菜单。



图 46

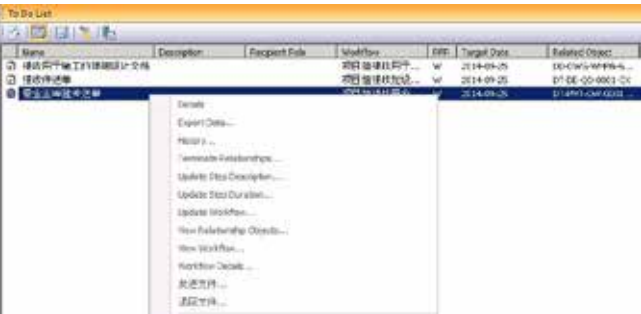


图 47 To Do List

14.1.1 业主审批未通过

项目组文控选择一个或多个业主审批的传送单的工作流任务，右键单击选择“业主审批未通过（Owner Unapproved）”菜单。

SmartPlant Foundation 系统从选择的传送单中提取相关文档并显示相关属性：



图 48 业主审批文件处理

1. 文档列表列出所有文档，并显示属性，包括文档所属传送单号。
2. 审批未通过原因（Unapproved Reason）列出系统配置的审批不通过的原因。示例中有两种：RFM：业主审批后需要小修改，修改后不再需业主审批；RFU：业主审批后需要修改，修改后需业主再次审批。文档默认不选择审批未通过原因（Unapproved Reason）。
3. 项目组文控可选择性的输入审批未通过的原因描述（Unapproved Comment）。
4. 项目组文控需通过复选框选择需要审批未通过的文档。
5. 审批未通过（Unapproved）按钮设置文档未审批通

过原因和描述，并设置文档状态为相应的 RFM 或 RFU。

6. 未审批未通过的文档工作流程：

- a. 发起工作流通知施工设计文控；
- b. 施工设计文控通过 SmartPlant Foundation 工作流任务列表接收审批未通过的文档任务，接收成功后将文档状态自动标识为 IFM 或 IFU，再发送给施工设计工程师；
- c. 加设部该专业所有工程师通过 SmartPlant Foundation 工作流任务列表接收审批未通过的文档任务，加设工程师通过选择一个或多个审批未通过的文档任务，右键选择“查看审批未通过原因（View Unapproved Reason）”菜单查看文档审批未通过原因。



图 49



图 50 审批未通过的原因

文档审批未通过原因查看窗口列出所有文档，并显示审批未通过原因及描述，施工设计工程师通过“点击查看（Click to View）”按钮查看文档附件。

工程师通过复选框选择需要自己负责修改的文档，并点击“认领（Claim）”按钮，更新工作流任务；

- d. 工程师上传修改后的文档。

14.1.2 创建传送单

项目组文控多选一个或多个工作流任务（施工设计专业负责人发送的可直接用于现场施工的详设文档任务；施工设计文控发送的传送单任务；需要业主审批的传送单任务），右键点击“创建传送单（Create Transmittal）”菜单。

如果选择的任务包含需要业主审批的传送单任务，需要过滤已经设置为审批未通过的文档。

传送单不允许包含无加盖“施工决定图”章或“施工变更图”章文件的文档。两种文件在一个版次不能共存。对升版的文档，需上传“施工变更图”章文件。传送单发送后，不允许项目组文控再上传“施工决定图”章或“施工变更图”章文件。正式文件替换之前的正式文件。

14.2 项目文控创建传送单

项目文控基于 1）设计专业负责人发送的可直接用于现场施工的详设文档任务；2）设计文控发送的传送单任务；3）需要业主审批的传送单任务创建传送单等三种工作流任务创建传送单。一个文档可用于多个传送单。



图 51 发送文件窗口

- 1. 文档列表列出所有文档及属性。关联的传送单列出最后一个关联的传送单，序号与文档可不对应。列表不显示文档状态是 RFM/RFU/IFM/IFU 的文档及当前业主审批未通过的文档。
- 2. 创建（Create）按钮将为所有通过复选框选择的文档创建传送单。

14.1.2 创建传送单

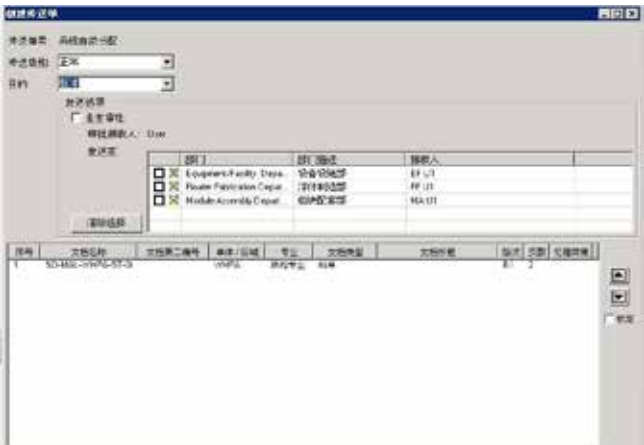


图 52 传送单创建窗口

1. 传送单发送选项（Send Options）。
 - a. 施工设计文控创建传送单时不需要发送到部门或不需要业主审批。默认直接发送给项目组文控，该选项不显示。
 - b. 需要业主审批的传送单与发送到部门选项互斥，即需要业主审批就不能发送到部门，发送到部门就不需要业主审批。
 - c. 不需要业主审批的传送单可以发送到一个或多个部门。
2. 传送级别（Priority）及传送目的（Purpose）列出系统已配置的选项。
3. 文档列表列出前一窗口选择的所有文档，并允许用户移除。
4. 序号与文档对应，且用户可以上下移动文档顺序，序号需动态调整。传送单需记录文档序号。

5. 选择文件（Select Files）允许文控选择文件夹窗口，允许附加 PDF 格式文件。文档与文件默认通过名字匹配，如果名字不匹配，通过调整正确的文档序号与文件名匹配（文件名使用序号），并使用文档名更改文件夹中文件名。

施工设计文控在创建传送单时，需校验文档状态。如果文档状态是 RFM/RFU/IFC/MFC/UFC/AFC，不允许附加文件。

项目组文控在创建传送单时，需校验文档状态。如果文档状态是 IF/IFM/IFU/RFM/RFU/AFC，不允许附加文件。

6. 附加文件（Attach Files）按钮将选中的所有附件上传到文档，并显示附加结果。
7. 保存为模板（Save as Draft）创建传送单。
注：项目组文控可通过文件传送单目录树或者查找该未发送传送单，继续更新传送单，如填写信息，附件文件等。

8. 保存并发送（Save and Send）创建传送单。
 - a. 所有文档需包含正式版 PDF 文件，否则提示该文档将不能包含在传送单内。
 - b. 施工设计文控创建的传送单通过工作流发送给项目组文控。
 - c. 项目组文控创建的传送单: 需要报业主审批的传送单，通过工作流发送给项目组文控自己，项目组文控线下获取业主审批意见，再更新传送单任务；发送给部门的，通过工作流发送给部门文控，并设置文档状态为

AFC，部门文控通过工作流任务列表仅接收传送单并下发施工。

9. 创建传送单：传送单编号（Number）根据编号规则自动生成，并保存该传送单至管理性文档文件传送单目录树下，并记录源传送单号。

14.3 文档根据用户 / 角色进行分发

文档在分发给用户时，不同专业需要分发给不同用户或者角色。SmartPlant Foundation 默认支持按照文档类型分发，如下图：

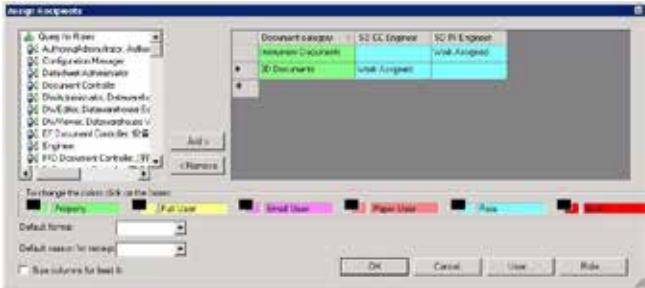


图 53 分发矩阵

SmartPlant Foundation 支持配置分发矩阵，实现根据文档专业分发给不同用户或者角色。



图 54 分发矩阵

由于专业多，角色多，通过界面配置比较复杂，可以通过如下 Excel 模板配置分发矩阵：

	A	B	C	D	E	F	G	H
			CC Engineer	CO Engineer	EC Engineer	ELIA Engineer	EL Engineer	GE Engineer
1	专业	专业编码						
2	防腐专业	CC	W					
3	通讯专业	CO		W				
4	经济	EC			W			
5	环境影响评价	EIA				W		
6	电气专业	EL					W	
7	总 体	GE						W
8								

图 55 分发矩阵模板

15. 分包管理

往往一个大型项目会承包给一个主要施工企业，而该施工企业还可能因为进度或产能的限制而进一步分包给多个制造和安装单位。当越来越多的公司和团队介入项目执行时，管理和沟通成为亟待解决的问题。一个好的施工分包管理平台应当适合同时 **EPC** 总承包，施工总承包企业以及加工制造厂三个层级同时使用。因此这样的平台应当能够满足不同级别公司的不同用户和角色的安全性和可访问性，必须能够做到完整而充分的内容及权限控制。实时性又保证了 **EPC** 可以获得最新的下游信息。统一的界面和报告格式有助于总承包企业优化管理，减少管理成本。如下图 56 所示，各工作包的分包管理进度可以统一查看并打印报告。

另一个值得注意的技术点是平台与应用程序对多语言环境的支持，特别是在服务器与客户端语言和环境存在异质的条件下。比如某些分包工作必须由非中国籍员工或者公司完成，在这种情况下，操作系统和应用程序间的默认语言，数据库的字符集和环境变量以及日期和区域格式等设置的不一致都很有可能导致数据传输的差错和故障。因此作为总承包项目管理，如何规范和解决地域、语言、时差等实际沟通问题以及计算机信息数据沟通问题都是分包管理的重点。

CWP	1.3.3 S1210-StructureSystems			
Contractor	(Unassigned)	0	0	0%
Contractor	Bob's Building Co. - steel contractor	0	0	0%
CWP	1.4.2 S1211-ElectricalSystems			
Contractor	(Unassigned)	160	60	38%
CWP	1.5.3.1 AC-100			
Contractor	(Unassigned)	0	0	0%
CWP	1.8.2 U03-DuctingSystems			
Contractor	Jim's Heating & Cooling - hvac contractor	0	0	0%
CWP	1.8.5 U03-PipingSystems			
Contractor		0	0	0%

图 56 工作包分包进度报告

16. 系统完工与测试

系统完工是一项复杂而庞大的工作，不仅牵涉的公司与人员众多，还涉及复杂的工作流，最后还需要完成整套的完工资料卷宗，工作繁复。因此这一部分工作必须要依赖于专业的数据和文档系统以及现代化的手段来提高效率和质量。

以无损检验（Non-Destructive Testing，简称 NDT）为例：无损检验是建造安装过程中的一个工作流程，目的是向业主或者总包提供施工焊接的合格证明，往往有第三方检测公司介入。传统人工作业的难点在于焊接点统计和抽样，需要准备大量的表单。一旦有检验不合格项还有多种后续 workflows，人工查找统计的话非常繁琐。

目前市场上，管道焊点的自动生成和统计可以借助专业设计软件实现，有助于后续在信息管理系统内定义 workflow。海克斯康在过去数十年间大量的工程项目实施经验中累积起了丰富的工作流模板，也可以根据客户的业务流程和标准表单定制焊接检验的工作流程。主要工作步骤包括材料确认，组队，视觉检验，NDT 以及焊后热处理等步骤，下图为海克斯康为某个客户定制的 NDT 环节 workflow：目前市场上，管道焊点的自动生成和统计可以借助专业设计软件实现，有助于后续在信息管理系统内定义 workflow。海克斯康在过去数十年间大量的工程项目实施经验中累积起了丰富的工作流模板，也可以根据客户的业务流程和标准表单定制焊接检验的工作流程。主要工作步骤包括材料确认，组队，视觉检验，NDT 以及焊后热处理等步骤，下图为海克斯康为某个客户定制的 NDT 环节 workflow：

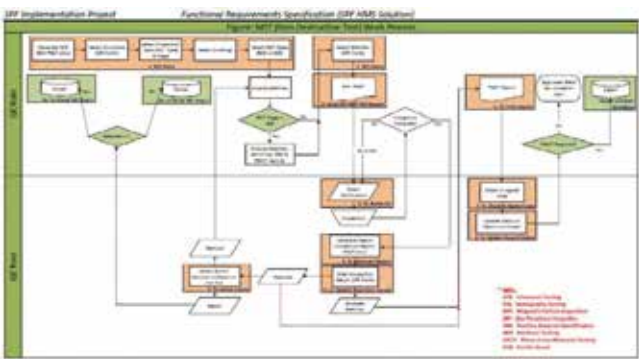


图 57 客户无损检验 workflow



图 58 施工管理系统 Smart Construction 中配置的无损检验的工艺步骤配置

一旦定义好 workflow 后，原本繁琐的工作可以被自动化，促进后续检验工作，并且避免差错，并直接输出成客户定制的电子及纸质报告便于竣工移交。

17. 报表与展示面板

Smart Construction 提供丰富的开箱即用的报表模板:



图 59 Smart Construction 工作包报表

Name and Description	Start Date				Finish Date			
	Early	Planned	Late	Actual	Early	Planned	Late	Actual
Task 1: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 2: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 3: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 4: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 5: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 6: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 7: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 8: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 9: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 10: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 11: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 12: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 13: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 14: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 15: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 16: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 17: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 18: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 19: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 20: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 21: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 22: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 23: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 24: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 25: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 26: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 27: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 28: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 29: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 30: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 31: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 32: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 33: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 34: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 35: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 36: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 37: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 38: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 39: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 40: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 41: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 42: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 43: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 44: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 45: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 46: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 47: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 48: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 49: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 50: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 51: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 52: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 53: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 54: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 55: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 56: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 57: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 58: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 59: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	
Task 60: 100% 100% 100% 100% 100%	1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018		1/1/2018	1/1/2018	1/1/2018	

图 60 报表示例

Progress Summary By CWP				
Discipline	Structure			
Construction	AS			
Construction Work Package (CWP)		Man Hours		% Complete
		Planned	Completed	
Construction (Unassigned)		270	0	0%
CWP	CIA 1.4.1 (ELV) / 1800 中環 / 1 樓大堂	270	0	0%
Grand Total		270	0	0%



Planned vs. Actual Man Hours

Discipline AB

Discipline	Discipline	Man Hours		
		Planned	Completed	Actual
Discipline	Cable Tray	30	0	0
Purpose	Installation	30	0	0
Discipline	Equipment	39	0	0
Purpose	Installation	39	0	0
Discipline	Piping	152,457	41,663	41,663
Purpose	Fabrication	111,225	34,090	34,090
Purpose	Installation	31,232	7,568	7,568
Discipline	Structural	270	0	0
Purpose	Installation	270	0	0
Grand Total		521,417	41,663	41,663

 Ministarstvo												
Republika Srbija Ministarstvo Prosvete, Nauke i Sporta Uprava za razvoj i unapređenje obrazovanja Beograd, 15. Oktobar 2023.												
Redni broj	Ime i Prezime	Prezime	Ime	Rođendani	Pol	Školska adresa	Škola	Školski broj	Školski broj	Školski broj	Školski broj	Školski broj
1	1. Ime i Prezime	1. Prezime	1. Ime	1. Rođendani	1. Pol	1. Školska adresa	1. Škola	1. Školski broj	1. Školski broj	1. Školski broj	1. Školski broj	1. Školski broj
2	2. Ime i Prezime	2. Prezime	2. Ime	2. Rođendani	2. Pol	2. Školska adresa	2. Škola	2. Školski broj	2. Školski broj	2. Školski broj	2. Školski broj	2. Školski broj
3	3. Ime i Prezime	3. Prezime	3. Ime	3. Rođendani	3. Pol	3. Školska adresa	3. Škola	3. Školski broj	3. Školski broj	3. Školski broj	3. Školski broj	3. Školski broj
4	4. Ime i Prezime	4. Prezime	4. Ime	4. Rođendani	4. Pol	4. Školska adresa	4. Škola	4. Školski broj	4. Školski broj	4. Školski broj	4. Školski broj	4. Školski broj
5	5. Ime i Prezime	5. Prezime	5. Ime	5. Rođendani	5. Pol	5. Školska adresa	5. Škola	5. Školski broj	5. Školski broj	5. Školski broj	5. Školski broj	5. Školski broj
6	6. Ime i Prezime	6. Prezime	6. Ime	6. Rođendani	6. Pol	6. Školska adresa	6. Škola	6. Školski broj	6. Školski broj	6. Školski broj	6. Školski broj	6. Školski broj
7	7. Ime i Prezime	7. Prezime	7. Ime	7. Rođendani	7. Pol	7. Školska adresa	7. Škola	7. Školski broj	7. Školski broj	7. Školski broj	7. Školski broj	7. Školski broj
8	8. Ime i Prezime	8. Prezime	8. Ime	8. Rođendani	8. Pol	8. Školska adresa	8. Škola	8. Školski broj	8. Školski broj	8. Školski broj	8. Školski broj	8. Školski broj
9	9. Ime i Prezime	9. Prezime	9. Ime	9. Rođendani	9. Pol	9. Školska adresa	9. Škola	9. Školski broj	9. Školski broj	9. Školski broj	9. Školski broj	9. Školski broj
10	10. Ime i Prezime	10. Prezime	10. Ime	10. Rođendani	10. Pol	10. Školska adresa	10. Škola	10. Školski broj	10. Školski broj	10. Školski broj	10. Školski broj	10. Školski broj
11	11. Ime i Prezime	11. Prezime	11. Ime	11. Rođendani	11. Pol	11. Školska adresa	11. Škola	11. Školski broj	11. Školski broj	11. Školski broj	11. Školski broj	11. Školski broj
12	12. Ime i Prezime	12. Prezime	12. Ime	12. Rođendani	12. Pol	12. Školska adresa	12. Škola	12. Školski broj	12. Školski broj	12. Školski broj	12. Školski broj	12. Školski broj
13	13. Ime i Prezime	13. Prezime	13. Ime	13. Rođendani	13. Pol	13. Školska adresa	13. Škola	13. Školski broj	13. Školski broj	13. Školski broj	13. Školski broj	13. Školski broj
14	14. Ime i Prezime	14. Prezime	14. Ime	14. Rođendani	14. Pol	14. Školska adresa	14. Škola	14. Školski broj	14. Školski broj	14. Školski broj	14. Školski broj	14. Školski broj
15	15. Ime i Prezime	15. Prezime	15. Ime	15. Rođendani	15. Pol	15. Školska adresa	15. Škola	15. Školski broj	15. Školski broj	15. Školski broj	15. Školski broj	15. Školski broj
16	16. Ime i Prezime	16. Prezime	16. Ime	16. Rođendani	16. Pol	16. Školska adresa	16. Škola	16. Školski broj	16. Školski broj	16. Školski broj	16. Školski broj	16. Školski broj
17	17. Ime i Prezime	17. Prezime	17. Ime	17. Rođendani	17. Pol	17. Školska adresa	17. Škola	17. Školski broj	17. Školski broj	17. Školski broj	17. Školski broj	17. Školski broj
18	18. Ime i Prezime	18. Prezime	18. Ime	18. Rođendani	18. Pol	18. Školska adresa	18. Škola	18. Školski broj	18. Školski broj	18. Školski broj	18. Školski broj	18. Školski broj
19	19. Ime i Prezime	19. Prezime	19. Ime	19. Rođendani	19. Pol	19. Školska adresa	19. Škola	19. Školski broj	19. Školski broj	19. Školski broj	19. Školski broj	19. Školski broj
20	20. Ime i Prezime	20. Prezime	20. Ime	20. Rođendani	20. Pol	20. Školska adresa	20. Škola	20. Školski broj	20. Školski broj	20. Školski broj	20. Školski broj	20. Školski broj

Progress Summary By Work Package				
Baseline	Temp			
Outbreak	NA			
SEP	2012.09.01 - 2012.09.04 (Week)			
Work Package (WP)		Man Hours		% Complete
Completion	Authorized	Planned	Completed	
CWP	COX-1 & 2 管性病毒检测	151,225	34,095	22%
CWP	COX-1 & 2 管性病毒检测	151,225	34,095	22%
WP	Panoptix	27,841	15,532	40%
WP	Panoptix	27,857	15,434	33%
WP	Temp	91,252	3,456	3.4%
Grand Total		364,225	34,095	22%

当然，用户还能自定义所需要的报告：

Work No (工单号)		Object		Estimated Man-Hour	Actual Man-Hour
Piping01		Object		Estimated Man-Hour	Actual Man-Hour
Description (描述)		Object		Estimated Man-Hour	Actual Man-Hour
序号	对象号	作业类型	对象数量	预估净人工日	实际净人工日
1	Pipe/Pipe stock, 4 in. BC, 5-STD, ASME-B36.10M, ASTM A106-B, -1	Install	1	0.75	0.75
2	Concentric Size Change-0001	Stage	1	0.06	
3	Concentric Size Change-0001	Install	1	0.31	
4	90 Degree Direction Change-0101	Stage	1	0.06	
5	90 Degree Direction Change-0101	Install	1	0.31	
6	5_DO-35852 ACRLZ PRINT Shop weld	Proc Area	4	0.32	
7	5_DO-35852 ACRLZ PRINT Shop weld	Weld	4	0.75	
8	5_DO-35852 ACRLZ PRINT Shop weld	Clean Work	4	0.25	
9	Pipe/Pipe stock, 2 in. BC, 5-XS, ASME-B36.10M, ASTM A106-B, -1	Install	3	0.41	
合计				3.05	

18. 图形化用户界面和便捷的系统管理

Smart Construction 使用微软 WPF 标准开发，因此提供非常友好的用户界面，可以直接拖放图纸和模型等对象，大大降低对使用人员的电脑操作要求。

Smart Construction 基于 SmartPlant Foundation，因此所有的系统管理事务与 SmartPlant Foundation 相同，大大降低用户管理员要求。



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。海克斯康专注于高科技细分市场，并致力于成为各细分市场的第一或第二。海克斯康以“构建智能制造生态系统，赋能行业数字化转型”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，战略性收购来自全球的近300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，海克斯康集团拥有徕卡测量系统贸易（北京）有限公司、徕卡测量系统（上海）有限公司、徕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）、海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司、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、海克斯康软件技术（青岛）有限公司、海克斯康高科产业发展（青岛）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、诺世创（北京）技术服务有限公司、诺迈士科技（杭州）有限公司、迪培软件科技（上海）有限公司、武汉中观自动化科技有限公司等各类经营实体；AICON、AMENDATE、AUTONOMOUSTUFF、BROWN & SHARPE、CE JOHANSSON、CIMCORE、COGNITENS、D.P. Technology、DEA、EMMA、eTALON、FTI、GEOMAX（中纬）、GEMAX（魔星）、GEOPRAEVENT、Hexagon's Agriculture division、Hexagon's Asset Lifecycle Intelligence division、Hexagon's Autonomy & Positioning division、Hexagon's Geosystems division、Hexagon's Manufacturing Intelligence division、Hexagon's Mining division、Hexagon's Safety, Infrastructure & Geospatial division、Hexagon's Solutions division、INTERGRAPH、Infor EAM by Hexagon、Immersal、IDS GeoRadar、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提供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

海克斯康数字智能

地址：北京市朝阳区天泽路16号院润世中心2号楼B座12层
邮编：100026
电话：+86 10 57601688
传真：+86 10 57601699

海克斯康智慧方案

地址：北京市朝阳区天泽路16号院润世中心2号楼B座12层
邮编：100026
电话：400 881 6865
传真：+86 10 57601699

海克斯康制造智能

地址：青岛市华贯路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