

基于建筑信息建模搭建的工业脚手架

适合工厂建设的建筑信息模型 (BIM) 构建了现代建筑业的技术支柱——如果没有当今计算机软件技术的快速发展，对工艺流程和设备技术要求越来越复杂的工程项目，就可能无法完成规划，与日俱增的进出物料统计也举步维艰，BIM 技术的确成为现代工程不可或缺的重要组成部分。另一方面，对于工厂的建设，数字化建筑信息模型 (BIM) 技术也起到了关键支撑的作用，这是巴斯夫、Promaintain 和 PERI 公司研究数字化工业脚手架的根本原因。

文 / Klaus Fockenberg 博士



在德国路德维希港的巴斯夫建造新的建筑群，现代脚手架系统构成了大型工厂建设的中央通道系统，它们不仅提供通道和存储区域，而且还创造了适合为各个行业“协同作战”的工作环境，该工作环境还必须满足职业、安全和环境的所有要求。

PROCESS-Tip

* 更多信息请扫描二维码：



chem.vogel.com.cn

* 反馈编码：A220412

首 先是数字化建模，然后是真实施工：这个超过 10 年的建筑信息三维模型 (BIM) 方法，在 2018 年之前一直是工厂建设领域的空白。

随着巴斯夫路德维希港新乙

本文作者系 PROCESS 德文版特约撰稿人。

炔厂试点项目的开展，建筑信息三维模型 (BIM) 方法搭建的脚手架系统，已经彰显出 BIM 为工程带来的巨大增值潜力。

这种在业内以“工程脚手架”被人们所熟悉的方法基于 3 个因素：数字孪生技术，将建筑信息模型 (BIM) 作为规划、信息和通

信平台，创新脚手架技术的潜力。

数字还是模拟

与建筑施工及土木工程一样，人们对工厂建设一直纠结一个问题：究竟是使用数字化建模方法还是采用基于传统经验的施工方式？数字建模法基于计算机网络

集成模块化系统的脚手架技术

为了能够充分利用和实施 BIM 方法的潜力，需要一个强大的脚手架技术。Promaintain 和 PERI 的合作就是在这个界面上进行的。Peri-up 脚手架施工套件（1998）和 Variokit 工程施工套件（2005）体现了新一代的装配系统，其设计基于模块化技术。具体来说：几个具有高度功能集成的核心部件和紧固件构成了两个 PERI 模块化系统的基础，在各种应用和设计中，它们具有很高比例的共同部件。此外，这两个系统都基于一个（八度）公制组件或连接网格。中间层以 50 cm 的间隔布置，水平结构中的装饰区域可以以 25 cm 的增量扩展，Variokit 和 Peri-up 组件可以在 12.5 cm 的网格中相互连接。

系统，算法精确、规划精准。传统经验施工是在手动和（或）机械化施工中进行的。从施工整体考量，为了能够精确规划、完整规范，施工过程的数字化可谓方兴未艾，大势所趋。如何将两种方法有机结合是 Promaintain 和 PERI 公司合作开发用于工业脚手架建筑信息模型（BIM）模块的出发点。

Promaintain 承担了项目开发商的任务以及项目管理，而 PERI 公司负责脚手架技术的设计和模块化技术研发。

建筑信息三维模型（BIM）依据信息技术的支持，BIM 收集所有与工程规划和项目施工相关的建筑信息，建立建筑信息三维数字化模型。这些信息存储在一个同步的数据环境中，参与项目的每个人都可以随时访问。

BIM 成为工厂建设的能手

数字化脚手架规划的初衷是为业主和后期运营商建立各自的 3D 工厂模型。在相同的软件环境中，PERI 和 Promaintain 团队为脚手架行业开发了一个数字技术模型。为了符合 BIM 标准，该技术模型必须包含所有脚手架结构相关类型和施工设计所需的数字数据。

这些工程施工所需要的信息包括静态测量、材料物流、装配过程、施工进度、成本监控以及人员安全与健康保护。包含以上各信息，设计人员可采用 BIM 应用程序，通过 3D 可视化的形式进行工厂建筑设计。

因此可进行：脚手架结构替换性的研究；通过 3D 建模，确定系统和脚手架几何形状之间是否有空间碰撞；模拟施工和装配过程。施工现场的脚手架装配工还可以通过平板电脑和互联网连接，随时访问所需数据。在有关工艺工程工厂规划、实施和操作的文献中，脚手架技术充其量只是作为施工现场设备的一个附属部分被提及，而 Promaintain 和 PERI 在对复杂的构造和装配过程进行系统分析时得出了完全不同的结论。

数字化脚手架赋能施工

理论分析表明，基于 BIM 方法的脚手架系统在其施工、防护和支撑等方面，为大型工厂建设的生产过程发挥了重要作用。仅工厂建设所需的使用量就证实了这一点。在巴斯夫路德维希港新乙炔工厂建设期间，有多达 1300 名员工参与工作，其中包括了建筑施工、管道配管、设备维护、

机械工程、电气测量以及控制技术的安装工作。所有的工作都依赖脚手架来组织和开展，为了更好地预先评估，提前规划并有效执行施工，准确及时了解建筑施工中的情况尤其重要。

研究表明，建设阶段对成本的驱动因素和生产力障碍有以下两个原因：上游工作效率低下；执行过程中的错误指导、“内卷”和多余的工作活动。

因此，这意味着平均只有 20%~25% 的建筑工地的工作得到了价值增值。剩下的 75%~80% 的工作都内耗在等待、搜索和工作准备中。BIM 或精益施工等概念作为项目管理方法被提出，在未来将能更好地避免上述不良现象的发生，并确保规划方案和施工结果一致。

Promaintain 基于 BIM 方法开发了一个独立的项目管理模块，可以计算、规划、优化、监控和记录所有与脚手架相关的材料、设备和施工物流流程。这还包括后勤辅助流程，例如记录起重机、电梯、升降平台或叉车、运输车辆的使用记录。

脚手架施工与相应厂区的施工进度同步，因此，3D 工厂模型与 3D 脚手架模型相结合，为所有参与施工的人员提供与施工现场一致的虚拟模型，以便通过建模优化依赖于脚手架的施工工程。

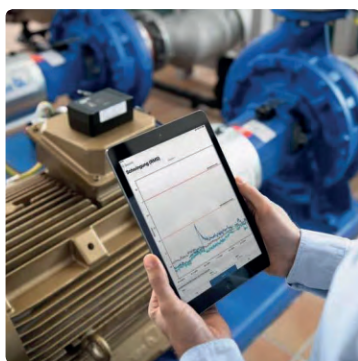
数字建模归档存储

Promaintain 对工程系统进行检查、定义和管理，这些工程系统都是通过脚手架系统进行采购、生产和施工的。同时，对工程系统和脚手架布局持续进行施工目标与实际施工实时比较，以便在出

（转 P15）

状态。Seepex 公司希望使其螺杆泵符合数字化要求,并在模块化的数字解决方案中捆绑了一系列相应的附加功能。其中包括 Seepex 连接服务云平台 (Seepex Connected Services),它绑定了泵数据并支持分析。此外,它还包括了各种监控选项,有助于及早识别可能的损坏。通过泵监视器实现泵的监控以及数据记录,而服务应用程序可在紧急情况下提供进一步的帮助。

自 2020 年以来,Brinkmann Pumps、格兰富或 Seepex 等制造商就已经开始提供安装和调试方面的帮助。经验丰富的技术人员通过电话、远程维护或软件会议工具为用户提供支持。Seepex 的高级分析服务甚至可以通过用户特定的计算方法来帮助发现复杂的关系和模式。新的增强现实技术 (AR) 的远程支持可实时提供额外的支持。这里使用了 Vodafone 开发的“增强现实



在 KSB Guard 和相关数据接口的帮助下,操作员可以快速接收有价值的状态信息,如泵的信息

助手”应用程序,用户可以使用它来上传生产过程中的实时图像。

起初可能会发现很难接受制造商的云思路,但是如果“不想把所有鸡蛋放在同一个篮子里”,就会慢慢适应云技术。幸运的是,自动化公司自己也发现了这个问题:菲尼克斯电气等公司可提供一个基于网络的状态监控系统,在他们的程序中使用泵监视器进行



简单的可视化监控。除了维护期间外,对泵进行运行期间检测以便确定最佳的系统效率。通过持续监测振动,可以在早期检测并避免湍流和汽蚀。该系统使用制造商的 Proficloud 肯定是有帮助的。

如果可以在标准化数据交换的基础上对运行参数和泵特性进行比较,就可以及早地辨别异常并排除故障风险。

机械泵的数字化,钛姆勒公司的全新物联网解决方案可以实时监控联网设备

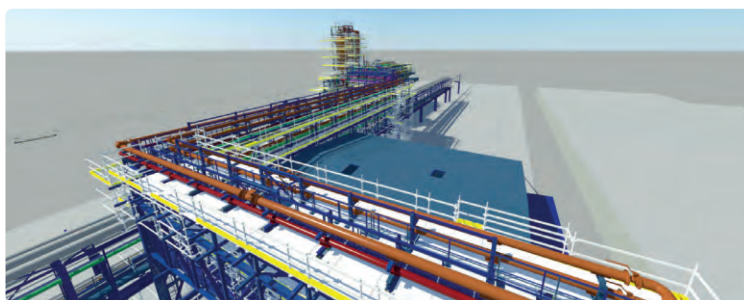
(接 P13)

现任何偏差或缺陷时能随时采取应对措施。此外,根据建模规划和实际生产情况,逐步完善虚拟模型,并将虚拟与实际生产结合,从而达到施工生产的正确性。

所有这些流程都汇集在一个数字建筑文件中,并以结构化的方式存储。在项目完工后,施工档案作为竣工文件为客户和工厂运营商提供服务,供后续改造。这种形式的施工物流项目管理要求 Promaintain 和 Peri 深入了解工厂施工并熟知执行相关流程。目前 Promaintain 正在招募工厂工程行业专家,以不断扩大这种能力。

BIM: 建筑施工新文化

“协同作战”是 BIM 的关键所在,它要求施工方根据所需时间、成本效益和质量要求等因素,为业



建筑信息建模 (BIM) 是一种协作的工作方法,基于数字 3D 建筑模型,所有与生命周期相关的数据和信息都被一致地记录、管理和交换,或可供进一步处理

主和运营商确保能生产保质保量的、功能完善的、结实耐用的且符合期望的产品。这个过程需要参与建设的各方对项目充分理解并相互配合,还需对工业脚手架的设计、布置和施工进行改善,使用脚手架的承包商有责任确保彼此共同开发并在脚手架设计框架内开展工作。但是,如果脚手架发生计划外的变

化和调整,造成这些额外费用的人必须承担此费用。巴斯夫采用了 BIM 技术,“协同作战”的特点为脚手架的施工提供了新的视角。脚手架的施工被认为仅次于管道建设的第二昂贵环节,BIM 为这一昂贵环节带来了成本保障。脚手架经过建模、规划和实施可以显著改善工程建设的工作流程。