

核电工程的数字化智能交付技术应用

武文一

辽宁红沿河核电有限公司 辽宁 大连 116000

[摘要]数字化交付是指以工厂对象为核心,对项目建设阶段产生的静态信息进行数字化创建直到移交的工作过程。包括信息交付策略制定、信息交付基础制定、信息交付方案制定、信息集成与校验、信息移交。基于此,本文重点分析了核电工程的数字化智能交付技术。

[关键词]核电工程;数字化;智能交付

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.685

EPCS数据数字化移交是核电工程从设计和项目管理向工程交付运维技术服务的扩展研究落地。该项目为核电工程数据集成管理、数据交付标准制定、二三维联动展示、交付运维集成提供了可靠而扎实的基础,为电厂日常运维提供相关信息,也能为调试检修、定期安全审查、电厂运营等提供重要依据,有效提高工程数据使用合理性,减少运营失误次数,降低设备和备品备件损失,最终成为一个具有项目所有参建方综合数字化交付功能的技术及应用中心,从而提高电厂运营安全性及有效性。该平台的建成应用,有效提升了我国核电工程效益和核心竞争力,为赶超行业领先水平做出了积极探索。

一、研究难点

1、数字化交付内容。数字化交付需逐步积累设计和项目管理全过程中产生的交付数据,并且数字化平台包含各种数据:设计信息、项目管理中产生的设备数据、建安数据、调试数据等。数据的维度包括二维PID图纸、三维模型和列表清单数据、属性信息、文件流等。数据类型和条目必须满足业主对交付各项的要求。

2、数字化交付标准与规范。核电工程智能化交付平台需涵盖EPCS全阶段交付的相关数据,并无缝输出给运营方。根据国家和行业标准及运营方对工程的要求,在平台上维护设计协调和核电工程项目管理相关的交付成果;按各种管理维度管理数据完整性和规范性,确保交付数据质量,为运营方正常发电提供可靠保障。为确保数据移交任务的实施,确保工程参与各方按移交策略及方案进行数据采集、存储、处理、移交。

3、数字化平台的关键技术。建立基于统一开发框架、统一基础平台和统一工程数据中心的数字化移交平台,能承担核电站规划、设计、采购、建设、调试和运维业务要求,实现交付对象空间及数字化属性的统一管理和应用,提高数据一致性,降低人工成本,提高数字化交付方便性和安全性,全面提高核电厂多机组移交管理和运营水平。

4、数字化交付的相关研究。数字化交付应用研究的主要目标是满足当前项目的应用需求,还满足后续的运维使用。为满足后续项目和核电厂运营方对核电工程数据交付要求,需规范核电工程数据采集,完善数据关联系统,搭建统一的数字化交付平台,有效支持核电全寿命信息集成管理和数字

化核电全局发展。成熟的交付平台能根据运维需求有效组织数据,为运维平台提供数据。

二、数字化交付概述

1、优势。在传统工程项目实施中,由于所有资料信息是纸质版文档传递,所有校对、审查、计算和统计等由人工操作,费时费力且易出错。而数字化交付具有诸多显著优势:

①能大幅降低信息传递中发生的错误;②系统中数据信息的互联将有效减少校核工作量;③数字化管理系统能提高项目施工准确性和效率,缩短项目周期,从而节约成本,创造更多利润;④实现设备材料采购过程的数字化管理,漏买、重买或错买设备材料在传统手工采购方式中习以为常,建设数字化管理后,使用数字化销售进程管理软件能有效避免此类事件的发生,降低成本;⑤引进数字化设计后,计算机能代替人工自动执行和验证各种标准规范,提高工作效率;⑥实施数字化管理后,设计人员能在虚拟空间中进行工厂组装,具有身临其境的真实感觉,避免出现错误设计,提高设计工作准确性和效率。

2、必要性。传统工程设计应用主要以纸类技术为主,在实际应用操控中耗费了大量人力物力,还消耗了一定成本,无法有效促进整体工程推进和开发。随着数字化工厂的应用逐渐普及,其应用于数字化集成的相关设计平台将制造的工程产品以标准数据格式提交给业主的成品交付方式,统称为数字化交付,当下数字化交付应用逐步提升相应的系统产值空间,使整体应用更为细节和智能。

3、条件。数字化交付在应用中进行的产品设计定位不同,因此其需达成的使用条件也不尽相同。数字化交付在一定程度上将产品所涉及的具体设计数据类型以成品表格形式上交给业主,此种专业应用方式在一定程度上使设计应用与科学高效所相关联,从而在一定程度上表明数字化交付的应用空间已得到基本性拓展。当下我国对应用数字化交付具有较成功的应用案例,今后数字化工厂将作为产业的发展主体,其智能化全新升级数字化交付的应用地位必不可少。

4、对设计人员的要求。开展数字化交付工作,只有各个专业都能在数字化模型中开展协同作业,才能有效完成。所以,想要更加深度地实现数字化交付,就需使相关专业工程设计人员积极转变自己意识,积极在模型中完成自己的工作,并养成良好的使用设计软件的意识,尽可能通过模型开

展专业间的资料交互，并可通过模型提交自己的工作。并且相关专业设计人员在设计中，还需严格按相关要求规范操作，保证其所设计的建模能提供专业化及标准化数据。

三、数字化交付面临的挑战

1、无章可循，无据可依。“数字核电”“数据交付”等概念，在我国已建和在建核电工程中既无项目实施经验可参考，也无相应的规范或程序可遵循。

2、数据应用需求不清晰。“数据交付”核心目标是满足数字化环境下的核电厂运营对核电工程数据交付要求，确定数据交付范围是所有工作前提，然而“数字化运营”同样属于起步阶段，作为工程数据交付的接收方、应用方，核电厂运营单位对工程数据应用需求未进行系统梳理和研究分析，无法提出完整结构化数据交付要求，从而导致数据交付范围难以清晰界定。

3、业务交付要求不明确。核电工程交付数据应覆盖工程全周期所产生的数据，包括项目规划与设计、设备采购与制造、土建施工与安装、系统调试与移交等阶段，在数据交付范围确定基础上，需根据交付数据业务来源明确提出数据交付要求来有效指导各业务领域开展工作，同时为保证交付数据质量和有效性，还需明确交付数据间关联要求。

4、无可用信息系统支撑。交付数据来源于工程建设各个业务领域、涉及众多项目参建方，因各业务领域信息化程度不同，从而导致各项数据采集方式不同，部分交付数据在无信息系统支撑情况下只能采取人工查找文件整理方式，难度高、效率低、工作量大。

四、数字化交付的发展前景

数字化交付为数字化工厂的建设奠定了坚实的基础，相信在不远的未来，企业的信息化、智能化和数字化势必会取代现有机械化发展模式，信息化的发展也必将会为智能化开展和运行带来诱人价值。建设数字化交付能让工厂实时了解数据信息及与建模设备间的衔接情况，从而让管理者能全面且直观知悉企业实际运行情况，然后快速做出处理方案，在此基础上，实现对智能智慧运维和数字化交付的安全性保障，以及对后期全方位运行实现信息化管理。建设数字化交付能极大地提升企业竞争力，从而加快发展步伐。

五、系统设计与实施

在平台建设前，某核工程研究设计院团队参考了已取得的成果及经验，这些有价值的信息是本研究的基础及参考资料。整个规划工作从数字化协同设计开始，经设计、采购、施工、建造、调试，最后到数字化交付与运维，形成一个综合管控体系。在此过程中，有大量的数据流与业务流贯穿其中，以确保数据流及业务流的顺畅无阻。规划工作需在充分调研及掌握第一手资料的基础上，做好前期工作，并分阶段实施。

在项目技术平台建设期间，工作重点将放在平台的设计及研发上。数字化交付平台考虑统一设计阶段的所有数据标

准，实现建设期设计和项目管理各阶段交付数据的录入及关联关系，并在此过程中通过项目驾驶舱在平台上展现成本、变更、风险、质量、预警等相关信息提示。低延时、轻量化和高精度的数据展现及交付要求，使项目团队必须从软件质量的角度校验每个环节是否满足平台建设的功能要求。

在项目中期，数字化移交业务包括：在总体框架基础上，整合EPCS数据，制定统一的交付标准规范，制定参与方移交流程及责任范围。整合交付业务数据流及管理流：打通前期策划规划到工程设计的数字化流转；将策划、设计和项目管理连通，通过数据接口通路化实现数字业务流及数据流；模拟数字化交付流程和步骤，形成数字化交付标准数据原型。然后重点形成一套交付数据标准，形成成熟的数据标准交付平台，并与运维平台一起考虑，实现交付、运维一体化。在工程建设前，应明确数据的内容及形式，以减少数据的遗失与截流，充分发挥信息化在工程建设中的社会效益。

数字化交付项目管理驾驶舱全力攻克技术难点：以大数据和信息技术为基础，依托数据加解密技术、数据加解压等技术，以数字化电厂架构及交付对象数据为核心，制定切实可行的开发计划，选择合适的算法，完成数字化移交项目的模型建立、相关软件设计、开发等工作。包括移交管控平台、移交展现平台、系统功能、数据获取机制、数据加解密机制、数据加解压机制等。数字交付后台的数据必须形成网状关联结构，并通过信息可视化载体展现，在显示关联关系及筛选时要求一致。在之前所有工作的基础上，开发维护、运维相关接口与功能。

结合项目实际情况，根据预设方案选择首批交付任务，完成智能化交付应用的DEMO；考虑与智能运维平台无缝连接；结合核电厂应用需求，进一步拓展功能，不断开发和优化新运营功能模块；实现多项目、多厂址、多机组的云平台交付。所有业务流程打通后，就解决了各流程之间的数据关联关系。然后使用现代数字化集成平台，使用标准数据格式直接通过网络直接移交数字化成果。

综上所述，除实体电站外，核电工程交付成果最重要部分是数字领域的工程交付。数字化交付能满足运营方使用现代手段，从上游获取数字化数据，从而成功进行电厂的发电运维。我国三代核电智能交付平台技术是在紧密围绕核电工程数字化交付及运维中，通过研究实践获得。研究成果为核电工程和运维项目提供了数字化解决方案，在EPCS向运营方移交和业主日常运营全生命周期内不断快速迭代升级。数字化交付和数字化运维基于相同标准规范，在此平台基础上，建立统一标准、数据格式、流程机制和数字化电厂。

参考文献

[1] 寿海涛. 数字化工厂与数字化交付[J]. 石油化工设计, 2017, 34(01): 44-47+7.
[2] 孙吉. 核电工程的数字化智能交付技术应用[J]. 电子技术, 2021, 50(04): 42-43.