

中国恩菲“MIM+”:为提升全球矿业项目管控水平给出中国方案

——写在卡莫阿-卡库拉铜矿加速建设之际

封志强,孙明俊,边超

(中国恩菲工程技术有限公司,北京 100038)

[摘要] 全球矿业项目管理的挑战与新冠疫情相叠加,为项目管理带来了更多的困难。中国恩菲基于 MIM+ 解决方案,构建了数字一体化的项目执行体系,在卡莫阿-卡库拉选厂项目中成功应用。为提升全球矿业项目的管控水平给出了中国的解决方案。

[关键词] 矿业工程管理;工程数字化;MIM+ 解决方案

[中图分类号] TF811 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2021)06-0110-04

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.06.024

在非洲刚果(金)南部的中非铜钴矿带,有着一座被誉为“过去 20 年全球最成功发现”的世界级铜矿——卡莫阿-卡库拉铜矿(Kamoa-Kakula,以下简称“卡莫阿项目”或“项目”)。项目由中外合资联合开发(加拿大艾芬豪矿业,中国紫金矿业、中信金属及刚果(金)政府),建成后将实现年处理矿石 1 900 万 t、年产铜 80 多万吨铜的规模,成为全球第二大铜矿。

2020 年 11 月,中国恩菲工程技术有限公司(以下简称“中国恩菲”或“公司”)在激烈的国际招标竞争中脱颖而出,承担卡莫阿项目二期的 EPCM(设计、采购管理与施工管理)工作。在打造这一世界级工程的道路上,中国恩菲既要面对海外工程普遍存在的地域、文化、标准和理念等方面的差异所带来的项目实施困难;要克服多方、多国项目管理体系的差异,实现其与中国“元素”的完美融合;要克服新冠肺炎疫情给人员交通、货物运输带来的阻碍,更要

做好业主、设计单位、设备供应商、制造商和施工单位等各方的协调工作,难度不言而喻。得益于公司多年“数字化、国际化”转型过程中面向行业推出的“MIM+ 数字一体化解决方案”的成功应用,卡莫阿项目的参建各方面对“山海之隔”“时空之差”得以无障碍交流、全同步工作,为尽可能缩短项目建设周期奠定基础,中国恩菲也再一次为全球矿业行业提供了卓越的数字方案。

1 高要求带来高难度

在近 70 年的发展历程中,以遍布 30 多个国家和地区的 1.2 万个项目为依托,中国恩菲积累了丰富的工程经验;通过多元的国际合作,形成了成熟的国际工程管理体系、培养了一批国际化专业人才;在持续推进国际化转型的道路上,公司在标准、技术、装备等方面实现了全面接轨,为承担项目奠定了坚实基础。但是,工程正式启动后,超高的要求所带来的重重困难,也成为恩菲团队必须攻关的关卡。

1.1 标准、流程融合

卡莫阿项目采用南非标准,工艺、机械、管道、电气、自控、土建、总图等专业设计都要基于南非标准体系的设计规范(Design Criteria)和设计要求(Specification)。设计人员需用最短时间深入学习、掌握和执行南非标准体系,以保证设计符合项目要求。此外,项目采用全英文交付,交付物包括模型、数据、

[收稿日期] 2021-10-22

[作者简介] 封志强(1980-),河北平山人,工程师,硕士,主要从事管道、矿山 MIM 开发及设计工作,现任中国恩菲工程技术有限公司矿山事业部管道与三维室主任。

[引用格式] 封志强,孙明俊,边超.中国恩菲“MIM+”:为提升全球矿业项目管控水平给出中国方案——写在卡莫阿-卡库拉铜矿加速建设之际[J].有色设备,2021,35(6):110-113.

图纸、各种列表、设计规范,说明、请购、管理文档和进度表格、安全管理文件等,交付标准比国内项目的范围更广、深度更深。例如:工艺和机械,需多个专业合作完成,包括选矿、尾矿、暖通、给排水等,从材料的选择、性能、设计要求、出厂制造、建造安装到调试运行,都需要给出详细说明,加大了专业协同工作量和难度。此外,因为标准体系的不同,为确保采购和安装顺利进行,设计协助工作量有所增加。例如:为保障钢结构供应商钢材采购效率,设计团队需快速完成分类汇总,为钢结构供应商提供详细的采购清单;为让管道制造商提前进行管道制造,需增加制造详图;为准确采购各类设备材料,需对不同区域、工段、供应商的设备材料进行分类统计并进行软件二次开发,折合增加了10%的交付内容。

在设计体系方面,卡莫阿项目设计采用南非设计实施体系,这要求设计工作以模型为中心开展,大到项目节点,小到每个人的工时分配,都要通过精细化管理实时体现和汇报。设计团队需以周报、月报的形式定期汇报工作进展,并提供模型用于审核,其中,PFD图、P&ID图、HAZOP分析、30%、60%、90%模型的审核,都要满足国际的最高要求。

1.2 工期紧张

按照国际项目执行经验,此规模项目的行业平均工期在24~30个月之间。中国恩菲在业主没有提供已有基础数据库和可编辑模型的情况下,经过缜密计算和审慎决策,给出了26个月二期总工期。在项目执行阶段,业主提出了“将工期压缩至18个月”的超高要求,这对中国恩菲是巨大挑战,这意味着,很多设备的交付周期,施工进度、试车计划全面需要提前。中国恩菲通过内部协调,积极调整进度以满足业主对进度提前的要求,目前卡莫阿项目进展顺利,进度提前,正在向提前投产的目标迈进。

1.3 设计深度

为确保工程的顺利实施,减少现场变更和工期浪费,项目更加注重设计的深度。确保现场涉及到的内容全部在设计阶段进行考虑,从而减少现场出现的问题。例如:设备上的每一个螺栓的安装空间是否足够、管口方向是否正确,管道上的每个管件安装是否合理,每个仪表的安装是否合理都会让相关专业协同给出详细说明,以指导采购、制造和现场安装。

1.4 协调难度

卡莫阿项目在一期基础上进行二期扩建,公辅和土建与一期结合紧密,要求中国恩菲必须在完全掌握一期情况的基础上开展。项目参建单位多,接口多,总结为“3国、6地、18方、60包”,指项目涉及3个国家、6个城市或地区、18家有关单位和60个设备采购包,项目参与方多、分布范围广、接口条件多、协调难度极大。如,同一个工段其部分设备在南非采购、制造;部分设备国内采购、制造;管道、钢结构在国内加工。设计需要协调所有的设备、管道、钢结构和现场的混凝土设计,确保所有的接口不出现问题。并且在最短的时间内周转资料到需要的厂家,保证所有厂家都能及时准确地获取到上游厂家的资料,并开始进行制造。

1.5 疫情困难

卡莫阿项目建设过程中,国内外疫情形势复杂,尤其是设备加工地分布于全世界五大洲,例如核心设备高压辊在德国加工、大部分电机在巴西加工、振动筛在印度加工,相应国家的疫情形势都将直接影响设备的交货周期。同时因疫情的影响,国内人员赴现场难度加大,因需要与一期紧密结合,且一期的相关非电子资料也只能到当地收集,防疫措施日益严格,各地不一的隔离时间和审批流程,对项目资料收集、建设推进造成了严重影响。

2 “MIM+”助力完成“不可能完成的任务”

“面对项目实施过程中的重重困难,很多同行都替我们捏了把汗。”恩菲项目团队成员表示。当时,受疫情影响,很多国内项目的推进都有所延迟,更别说有‘山海之隔’的国际工程。“幸好我们早有储备,使出了MIM+这个‘必杀技’。”

作为中国智能矿山的引领者和工信部智能制造系统解决方案供应商,中国恩菲由中国工程院院士、行业大师、百名博士科研人员和多专业工程技术人员共同开展专项攻关,与国家超级计算天津中心联合成立中国矿业信息化协同创新中心北京市工程研究中心,推出了“MIM+”数字一体化解决方案,在BIM的静态建筑信息基础上,增加了采矿、选矿、冶炼、固废处置等领域,集成工程仿真模拟、数据采集、大数据分析、人工智能等多种技术和模型,能够实现所有交付物的数字化呈现,动态表达工程设计、建设、投产运营的全生命周期动态变化过程,实现对相

关领域项目管理的“数字赋能”。

“MIM+”是中国恩菲在BIM基础上拓展的适用于矿冶、能源环境行业的数字化、智慧化方案,包含平台化设计、数字化交付和智慧化运维三个主要部分,能够实现矿山全要素建模,能够基于物质流、能量流、信息流、价值流和业务流,建立起物理实体对象的数据平台与数字虚拟模型的多元化对应关系,实现数据采集、数字传输、知识挖掘、信息反馈等全过程,原料采购、物流运输、仓储管理、生产过程到市场预测与产品销售全流程,“人、机、物、法、环”全要素的整体数字融合,通过边缘计算、云计算、智慧管理和终端应用等多层面数字协同计算,为企业提供基于行业知识库的智慧协同管控数字一体化数字解决方案。更为关键的是,全要素数据平台还封装了国际标准、行业标准、工业知识、数学模型和管理模式,在此基础上开发“工艺管家”“设备管家”“能源管家”“环保管家”“安全管家”等管理应用,实现企业“管家式一体化”智慧解决方案,打通“数字化设计交付-数字化施工管理-数字化生产运维”的全生命周期服务流程,突破智能制造核心技术,改变有色行业生态链模式和运营管理模式,为企业提供信息化、智能化的全面数字整体解决方案,从而大幅提高企业运行效率,提升本质安全型金属矿山智能化建设水平,推进传统行业数字化转型和智能化升级,提高生产质量和经济效益。

长期的战略储备,使中国恩菲面对卡莫阿项目“不可能完成的任务”时胸有成竹:

MIM工程库集成的国内外工程经验和数据信息,使项目自启动,就建立在适合海外项目实施的设计体系中。很多受客观原因无法赴现场收集的项目信息,都能够在MIM工程库中所包含的模型库、数据库、构件库中,找到可以对应的其他国际工程数据参考,帮助项目团队在时间紧张、一期资料有限的情况下,仅用1个月的时间就完场了项目一期模型的创建,为二期的正式开展奠定了基础。

MIM设计流程是公司总结多年设计经验,结合数字化设计和矿冶工程特点提出的工作高效、协同能力强、管理精细化的设计流程。基于此,从前期工

程数字化建模出发,恩菲设计团队能持续结合现场实际情况,对模型进行更新,并持续与各方进行设计、施工、采购方案的讨论;同时,设备制造模型、结构制造模型也能合并入设计模型中,使分散在各地、全专业、全流程的项目力量有效整合、发挥合力;协同工作的成果实现基于模型的展示,项目管理实现基于模型的精细化管控,所有交付物实现基于模型的逻辑衔接。

MIM设计体系融合了传统设计体系的人员分工并结合实际进行更新,实现了设计人员任务的分层优化,在专业协作的基础上,实现了“人工替代”,从而大幅提高了设计效率。充分发挥MIM模型中信息的作用,将大量汇总、分析类的工作进行计算机替代,可在节约设计人工时的同时,提高结果的准确率和统计效率。例如,在管道设计中,依托MIM设计体系,管道工程师负责管道材料选型和走向基本配置确定,管道建模师负责管道建模,通过程序开发即可实现支吊架的快速布置及管托的自动生成,使过去需要6~8名工程师、10个月才能完成的工作,仅需3名工程师、用6个月即全面完成。在图纸量几乎翻倍的情况下,完成了制造图和安装图的生成。从而提高了设计质量和效率。大幅缩短了设计工期。

MIM平台可以实现设计、业主、设备供应商和制造商之间的信息流转。通过设计团队的集中管理,使各参与方数据的审核、确认、流转,提升了沟通效率,为项目节约了工期。通过模型的多方协同积累,协同平台数据的及时更新,使疫情之下难以实现现场派驻人员的单位可以无障碍沟通、迅速解决问题,为项目如期推进奠定基础。

如今,卡莫阿项目整体已完成进度超过70%:工程设计和采购工作基本完工,加工已完成86%;混凝土工程已完工,正在重点推进钢结构和设备的安装。项目即将完工,但中国恩菲引领行业数字化转型的脚步不会停止。未来,中国恩菲将持续推动技术升级和平台打造,提升企业生产效率、决策能力、管理水平,着力建构行业数字化转型新业态,为“有色+数字”的国际竞争力提升贡献力量。

China ENFI “MIM +”: Provides a Chinese Plan for Improving the Management and Control of Global Mining Projects-written on the Occasion of the Accelerated Construction of the Kamo-a-Kakula Copper Mine

FENG Zhi-qiang, SUN Ming-jun, BIAN Chao

Abstract: The challenges of global mining project management are superimposed on the new crown epidemic, which has brought more difficulties to project management. Based on the MIM + solution, ENFI built a digital integrated project execution system, which was successfully applied in the Kamo-a-Kakura Concentrator Project. China's solution is provided to improve the management and control level of global mining projects.

Key words: mining engineering management; engineering digitization; MIM + solutions



(上接第 109 页)

Magnetic Field and Cost-effectiveness Contrast of Self-compensating and External Compensating Busbar Configuration in 500 kA Aluminum Electrolytic Cell

LI Wei-bo

Abstract: With large-scale electrolytic cells developed in recent years, 500kA aluminum electrolytic cells have gradually become prevalent in new electrolytic aluminum projects and their busbar configuration is mainly divided into self-compensation and external compensation. The magnetic field and cost-effectiveness of these two compensation methods are analyzed so as to provide guidance for new projects on selecting busbar configuration method. This paper has simulated the magnetic field of self-compensating and external compensating busbar configuration in 500kA aluminum electrolytic cells, compared calculation results, and analyzed strengths and shortcomings of these two compensation methods. In addition, this paper has further analyzed the cost-effectiveness of these methods and drawn a conclusion based on busbar consumption and plant footprint in actual project construction.

Key words: magnetic field; self-compensation; external compensation; large-scale aluminum electrolytic cell

