

锂电新材料 EPC 项目管理要点探析

徐 建

中国电子系统工程第四建设有限公司 河北 石家庄 050000

摘 要：锂电新材料 EPC 项目兼具高工艺约束、多系统集成与高危化工环境等复杂属性，管理工作贯穿设计深化、采购协同、施工组织与调试交付全周期。本文围绕电化学生产工艺对设计端的刚性约束、危化品环境下安全管控的特殊逻辑、洁净车间与防腐防爆设计的前置要求，以及采购施工协同与调试验收衔接等关键环节展开梳理，提炼各阶段管理要点与风险防控路径，为锂电新材料 EPC 项目的精细化管控提供系统参照。

关键词：锂电新材料；EPC 项目管理；设计施工协同；危化品安全管控；调试验收

引言

锂电新材料产业的快速扩张，推动项目建设模式向 EPC 总承包方向加速集聚。电化学生产流程的精密化特征与危化品作业环境的高危属性，使项目管理面临工艺深度约束、多系统集成协调、安全风险防控等多重挑战。传统分阶段管控模式在适配锂电项目高集成度、强工艺关联的建设特征时显露出明显短板。围绕 EPC 全周期管理要点展开系统梳理，对于提升锂电新材料项目建设品质与管控效率具有现实意义。

1 锂电新材料 EPC 项目的运行特征与管理逻辑

1.1 电化学生产工艺对设计端的深度约束

锂电新材料的电化学生产流程具备精密化、链条化的技术特征，各类材料合成、涂布、化成等工序对厂区建设参数存在严格标准。工程设计工作不能沿用通用工业建筑的设计思路，需要深度匹配电化学生产的技术参数与作业流程。车间空间布局、通风换气体系、湿度温度调控结构、洁净区域划分都需要贴合材料生产的反应条件^[1]。工艺参数的细微偏差会影响新材料生产稳定性，设计环节需要围绕生产工艺完成空间结构、配套设施、公用工程的整体排布，设计工作全程受到生产工艺的严格限定与规范约束。

1.2 多系统集成安装对施工协调的特殊要求

锂电新材料厂区建设涵盖工艺设备系统、动力供给系统、智能自控系统、环保处理系统等多个独立模块，各类系统结构繁杂且相互关联。各系统设备的安装精度与接驳标准存在差异化标准，管线排布、设备对位、线路接驳的施工难度远高于常规工程项目。多系统的交叉布设会提升现场施工的协调难度，安装作业需要遵循专属的施工顺序与接驳规范。施工管理需要统筹各系统的

安装节奏与作业区域，做好不同专业施工环节的衔接统筹，保障各类系统安装完成后可以形成完整稳定的运行体系。

1.3 危化品环境下工程建设的安全管控逻辑

锂电新材料生产过程涉及易燃易爆化工原料与半成品存储流转，厂区整体作业环境具备高危化工场地的典型属性。工程建设阶段需要适配危化品作业环境的安全运行标准，建立适配化工场景的安全管控体系。施工全过程需要落实防爆、防火、防静电的专项管控要求，现场设施搭建、设备选型、作业操作都需要贴合危化品场地的运行规则。安全管理工作需要贯穿土建施工、设备安装、管线接驳的各个环节，通过常态化的风险防控与规范管控，规避施工操作引发的安全隐患。

1.4 EPC 总承包模式在锂电项目中的适配性分析

EPC 总承包模式实现工程全流程的一体化统筹管控，能够适配锂电新材料项目高专业度、高集成度的建设特点。模式运行过程中可以整合设计规划、设备采购、现场施工的各项工作的衔接壁垒。一体化的管控模式可以针对锂电工艺专属要求统一建设标准，规避分阶段管控产生的衔接偏差。整体管控逻辑可以匹配锂电项目多系统集成、高安全标准、强工艺约束的建设特征，贴合新材料工业工程精细化建设的发展需求。

2 设计阶段的管理要点与风险防控

2.1 工艺包与建筑设计的交叉衔接机制

锂电项目工艺包集成整套生产技术规范与设备运行参数，是建筑方案编制的核心技术依据。建筑专业设计工作需要深度对接工艺布设逻辑，让土建建设内容全面

匹配生产运行需求。建筑层高、结构跨度、墙体分区、预留孔洞及设备基础位置,均需要贴合工艺设备安装、管线接驳、物料流转的实际标准^[2]。搭建稳定的交叉衔接机制能够打通工艺设计与建筑设计的工作链路,推动两类专业设计人员开展深度协同交互。持续统一设计标准与技术口径,修正建筑布局与工艺运行存在的冲突点,保障土建施工与工艺设备安装环节有序衔接,杜绝专业割裂引发的设计偏差。

2.2 洁净车间与产线布局的设计前置考虑

锂电新材料制备工序对生产环境洁净水平有着严苛标准,空气中悬浮颗粒物会直接干扰材料电化学性能,影响生产品质稳定。设计工作需要提前开展洁净车间整体统筹规划,科学排布空气净化、压差调控、温湿度调控、粉尘收集等配套系统。产线布局设计需要遵循新材料生产的工序流转逻辑,合理划分作业区域与通行区域,规范物料转运路径与设备安置方位。通过前置化布局设计可以理顺车间整体作业动线,提升场地空间利用效率。完整的前置规划能够规避后期产线调整、洁净系统改造等额外施工行为,为标准化、连续性的工业化生产筑牢硬件基础。

2.3 设计变更的前置预判与成本锁定方式

锂电新材料项目设计涵盖土建、工艺、机电、安全等多个专业门类,多专业交叉融合的作业模式容易积累设计细节偏差,引发后期施工阶段的设计调整。结合锂电工艺特性与厂区建设规范开展前置研判,主动识别方案内部存在的适配漏洞与逻辑短板,在设计定稿前完成细节优化。建立规范化的成本锁定机制,将各项设计内容与造价管控体系深度联动,明确各施工模块的投入区间。严格约束无实际建设需求的设计改动,规范各类变更的审批流程,减少不合理调整带来的工期波动与资金浪费,维持项目造价管控与施工规划的稳定状态。

2.4 设计阶段总承包方对产线集成商管理

总承包-产线集成商管理组织建立,确定各方具体工作分工及协调机制、明确各方权利与责任,签订书面管理协议(总体及安全、环保、消防、劳务等专项),业主对总包方管理授权,总承包方与产线集成方按约定承担各自责任。

项目策划的重点是项目 EPC 总体施工进度及产线集成商采购与返资/施工进度(后者满足前者要求,形成闭环)、安全管理、技术管理与质量控制、资源配置、施工总平面布置与各方衔接管理等。

各方签署项目策划对应的项目实施计划,作为项目

EPC 总控依据,项目实施过程中细化并严格执行、及时检查与纠偏,对于安全/质量/进度违约及时按授权处理。

产线集成商根据设计工作界面清单,在初步设计/施工图设计阶段(含总图、建筑、结构、给排水及消防、暖通、电气电信等),涉及总平面布置、建筑及结构(产线设备及其附属钢平台基础)、产线集成公辅需求及接驳点(公用水、电、气、暖通、电信等)、主要设备采购与返资等,按照 EPC 总体进度计划时间节点要求提供相关技术资料及工作配合。设计执行中与采购、施工进行有序衔接及接口处理,产线集成商设计变更及时反馈总承包方。

3 采购与施工阶段的协同管控重点

3.1 专用设备长周期采购与施工节奏的匹配

锂电新材料生产线配套的工艺设备、净化设备、防爆机电设备均具备定制化属性,生产制造与物流运输需要耗费较长周期。核心涂布设备、化成设备的定制生产周期普遍处于 6~12 个月,超长周期设备采购直接左右整体施工排布节奏。设备采购工作需要提前对接整体施工规划,结合土建结构施工、基础浇筑、设备安装的递进规律排布采购计划^[3]。合理规划采购启动节点可以规避设备到场过早引发的场地堆放压力与设备损耗问题,也能杜绝设备供给滞后造成的施工停滞。依托施工各阶段的建设节奏动态调整采购推进节奏,细化不同类型设备的交付时间节点。保持设备到场状态与现场安装工序高度适配,保障施工流程连贯推进,提升整体建设环节的运行效率。

总成包方对产线集成采购管理主要包括工艺设备请购文件、采买方式、技术协议、采购合同签订等实施过程中的联合督导与检查;设备监造实施联合督导与检查(涉及供货设备质量与生产周期)。

3.2 洁净环境施工对工序编排的特殊要求

洁净车间施工区别于常规工业建筑施工,内部空间的洁净等级防护需要贯穿土建收尾、管线布设、设备进场安装的全流程。无序的工序推进容易造成空间粉尘堆积、结构污染,破坏车间洁净施工基础条件。工序编排需要遵循由外至内、由粗至精的基础施工逻辑,优先完成土建封闭、墙体地面基层施工等基础工作。后续开展管线预埋、机电安装作业,最大程度减少后期施工对成型洁净结构的破坏与污染。细化洁净区域的封闭防护措施,合理划分施工作业层级与作业顺序,规避交叉作业带来的粉尘污染与结构损伤,保障洁净车间建设品质符合行业生产建设标准。

3.3 危化品管网施工的质量把控与安全防范

锂电厂区危化品管网承载原料输送、介质流转等核心功能,管网施工质量直接影响厂区长期运行安全性。管网施工涉及特种管材铺设、密封对接、压力测试等高精度作业,施工操作误差会造成介质渗漏、管路运行异常等隐患。锂电介质输送管网施工完成后需要开展多轮压力稳压测试,稳压时长不低于 24 小时,渗漏检测精度需要达到 0.001 级精度。质量管控需要聚焦管材就位、接口处理、焊接施工、密闭检测等关键环节,细化各施工流程的操作标准。结合危化介质的理化属性落实专项安全防护举措,规范现场动火作业、密闭空间作业的操作流程。强化施工过程的动态监测手段,及时排查管路铺设与接驳环节的细微缺陷,筑牢危化管网长期稳定运行的施工基础。

3.4 多专业交叉施工现场的调度管理方式

锂电新材料厂区施工涵盖土建、机电、净化、管网、智能化系统等多个专业作业内容,多专业作业场景会出现作业区域重叠、施工资源共用的情况。科学的现场调度管理可以理顺各班组作业秩序,缓解交叉作业引发的施工干扰问题。结合各专业工序的施工优先级与作业时长,合理划分作业时段与作业区域,规避不同工种作业行为相互制约。统筹管控现场机械设备、作业人员、施工物料的投放排布,优化现场作业动线与资源配置模式。建立常态化现场调度机制,及时协调解决施工过程中的工序冲突与资源调配问题,维持多专业施工场景的有序运行状态。

4 调试验收与全周期管理的推进策略

4.1 产线联调联试与工程交付的衔接管理

锂电产线联调联试是检验设备安装精度、系统联动性能与工序适配能力的核心环节,调试工作的推进质量直接影响工程交付进度^[4]。调试实施需要依托前期施工成果,结合锂电生产工艺标准开展全链路系统试运行。建立紧密的衔接管理模式可以打通调试环节与交付环节的工作链路,细化调试完成后的工序交接流程。针对单系统调试、多系统联动调试、全线负荷调试等不同阶段内容,设置对应的验收交接标准。细化各调试节点的移交前置条件,减少调试验证与交付推进之间的工作脱节,保障调试验证内容全部落实到位后再推进批量交付工作,缩短项目收尾周期。

4.2 性能指标达标与工程验收的协同推进

锂电新材料工程项目验收工作不再局限于常规土建

施工质量核查,更加侧重生产系统运行性能与工艺指标的达标状态。各类洁净参数、设备运行参数、安全防护参数、管网输送参数构成项目验收的核心核查内容。验收工作需要贯穿调试全过程,结合系统试运行状态动态核验各项性能指标。针对未达标准的性能参数,及时梳理施工与设备适配问题并落实整改优化。推动性能核验与工程验收工作深度融合,以工艺运行标准约束验收工作细节,让最终验收结果匹配锂电工业化生产的实际运行需求。

4.3 EPC 模式下总承包方的全过程管控抓手

EPC 总承包单位承担项目全周期的建设管理责任,收尾阶段的管控力度直接决定项目落地品质与移交效率。总承包单位需要依托一体化管理优势,统筹调试班组、施工班组、技术团队的各项工,统一收尾阶段的建设标准与整改要求。强化对系统调试、指标核验、问题整改的全过程统筹,细化各专业收尾工作的责任划分。建立常态化收尾管控机制,动态跟踪各项调试与验收工作的推进进度,及时协调解决跨专业收尾难题。依托全流程管控思维衔接前期建设内容,保障项目建设标准保持统一水准。

结束语

锂电新材料 EPC 项目管理是一项贯穿设计、采购、施工与调试交付全链条的系统工程。工艺包与建筑设计的交叉衔接为土建施工奠定精准基础,专用设备长周期采购与施工节奏的匹配保障建设流程连贯推进,危化品管网的精细化施工与多专业交叉调度维持现场有序运转,联调联试与性能达标验收则为工程交付把牢品质关口。各环节管理要点相互咬合、协同联动,共同支撑 EPC 模式下锂电新材料项目建设品质的稳步提升。

参考文献

- [1] 何瑞强,方敏,周健夺,等.锂电池热管理用 TPE 基柔性复合相变材料的研究进展[J].化工进展,2024,43(6):3159-3173.
- [2] 陈润涵,陈芎昱,陆凌瑞.基于复合相变材料的锂电池热管理设计及热失控抑制研究[J].电池工业,2025,29(6):481-487.
- [3] 杨寒雪,张冠华,赵长颖,等.基于复合相变材料的锂电池热管理系统研究进展[J].能源科技,2023,21(1):56-61.
- [4] 路玲,汪缤缤,胡健,等.基于翅片强化传热 PCM 锂电池热管理研究[J].电源学报,2025,23(7):274-282,293.