

压缩空气储能电站基建期设备管理研究

周 杨 陈 露 王红杰 罗 盼 余 瑾

(北京洛斯达科技发展有限公司)

摘要：为了提高压缩空气储能电站基建期设备管理效果，本文对压缩空气储能电站设备基建期管理平台的总体设计思路进行总结，并从核心设备管理、物资管理等方面对压缩空气储能电站基建期设备管理方法进行分析。该管理方法确保了设备信息的标准化、精细化和智能化管理，有助于电站实现更高效的设备管理，降低建设和运营成本，增强电站的整体竞争力，为压缩空气储能电站的可持续发展提供有力支撑。

关键词：压缩空气储能；设备；基建期

0 引言

压缩空气储能（Compressed Air Energy Storage, CAES）是指在电网负荷低谷期间，通过压缩机将空气压缩成高压状态，储存至岩石洞穴、废弃盐穴、废弃矿井等储气库；在用电高峰时释放储气库内高压空气，驱动空气膨胀机组发电的新型大规模长时储能方式^[1]。未来，随着储能效率的不断提升，压缩空气储能技术的度电成本将进一步下降，压缩空气储能有望成为最为经济的大规模储能技术^[2]。

设备是电厂的核心，传统电厂如火电厂，抽水蓄能电厂和风电厂等更多关注的是运行期设备管理的信息化建设^[3-5]，针对基建期设备的信息化管控较少体现。在设备制造阶段，监造的信息化管控缺失意味着无法实时跟踪生产进度，及时发现和解决制造过程中的问题，如材料缺陷、工艺偏差或质量控制不足等，可能导致最终交付的设备存在性能不稳定或安全隐患，影响电厂的整体运行效率和安全性。在设备采

购和供货阶段，缺乏信息化管控可能导致供应链管理混乱，无法准确预测和控制设备的到货时间，延误整个基建项目的进度，增加项目成本，甚至影响到电厂的按时投产。设备验收缺乏有效的信息化管控，验收过程可能会变得随意和不规范，导致不合格或存在缺陷的设备被投入使用。这不仅会影响电厂的运行效率，还可能增加维护成本和安全风险。

1 平台建设思路

压缩空气储能电站设备全生命周期管理主要包括基建期和运行期的管理，运行期的管理是一个长久而持续的过程，而对于2年左右的基建期，对核心设备的选择至关重要，也是CAES全生命周期管理平台的重点。在CAES电站基础建设期，需要针对不同设备进行分类管理，对于核心设备管理，例如对压缩机、换热器、储热罐、膨胀机等重点核心设备资产从设备制造，设备到货计划，设备到货验收，设备安装和调

基金项目：北京洛斯达科技发展有限公司科技项目（No. BNDZF23055）。

试, 调试缺陷管理等流程进行研究; 针对其他非核心重点设备, 对其涉及的环节, 例如设备供货管理、设备验收管理、设备仓储管理、设备监督检查等功能点进行详细管控。平台建设图如图 1 所示。

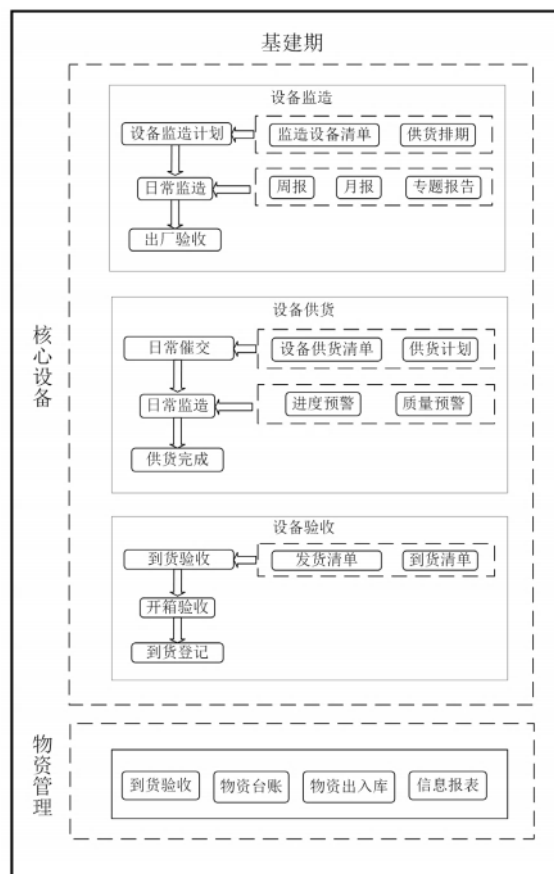


图 1 平台设计图

2 CAES 电站基建期设备管理

为实现 CAES 电站的信息化管理, 提高设备可靠性, 优化设备维护管理。CAES 电站基建期应做好核心设备的设备监造、设备供货管理和设备验收工作, 同时提供设备物资的管理模块, 包含设备台账、到货验收、物资出入库和物资信息报表等内容。基建期实现良好的设备管控为后续电厂运维提供了基础数据保证。

2.1 核心设备管理

2.1.1 设备监造

设备监造流程如图 2 所示, 监造单位发送周报、月报、专题报告给总包单位, 总包单位转发给业主, 汇报监造质量, 进度情况, 若有质量缺陷和进度偏差, 进行缺陷管理, 跟踪缺陷整改情况直到闭环。当满足出差验收条件, 例如设备制造进度达到 100%, 质量问题消缺完成, 可提交出厂验收, 当监造材料验收和现场验收通过后, 出具放行单。当所有设备监造完成后, 监造单位出具整机监造报告。

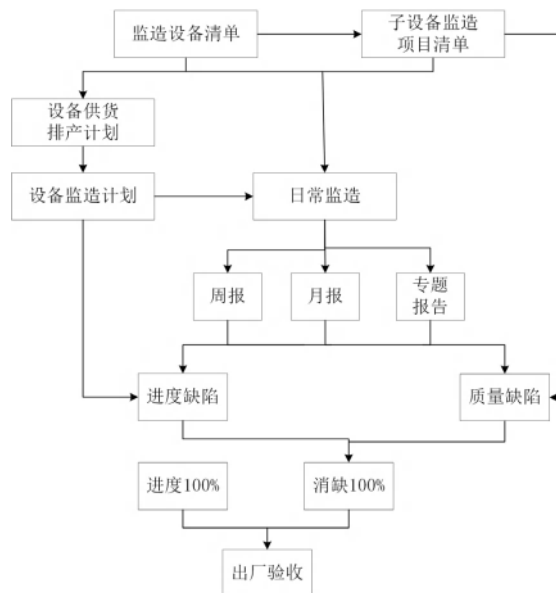


图 2 设备监造流程图

2.1.2 设备供货管理

设备供货流程如图 3 所示, 设备工程师结合设备供货清单和设备供货计划, 形成日常供货催交清单。日常设备供货催交过程中, 催交单位设备工程师如发现供货进度出现偏差, 进行设备供货预警, 发工作联系单给供应商, 同时报告给总包物资管理部和业主计划采购部, 两部门的人员都能查看设备供货预警, 待供货商消除该进度偏差后, 催交单位工程师确定偏差已消除后, 解除进度预警^[6]。当供货的设备进度预警都已解除, 且供货完成, 该设备进入待发货状态。

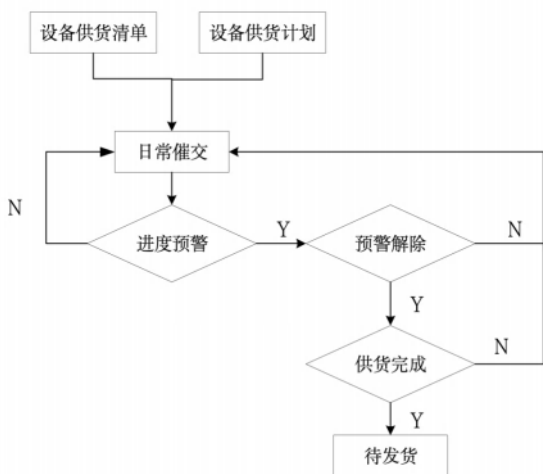


图3 设备供货流程图

2.1.3 设备验收

设备验收流程如图4所示，设备物资运输到厂后，设备代保管单位设备物资的到发货清单以及供应商提供的到货物资清单清点物资。若清点合格后并把物资放置在指定区域，设备代保管单位收到设备物资后应在设备清单上进行登记，登记到货物资状态为到货，设备状态变为入库待检；若清点不合格，不合格问题不严重，提缺陷给供应商，待供应商修复完成后，重新组织到货验收，若问题严重，设备返回给供应商^[7]。

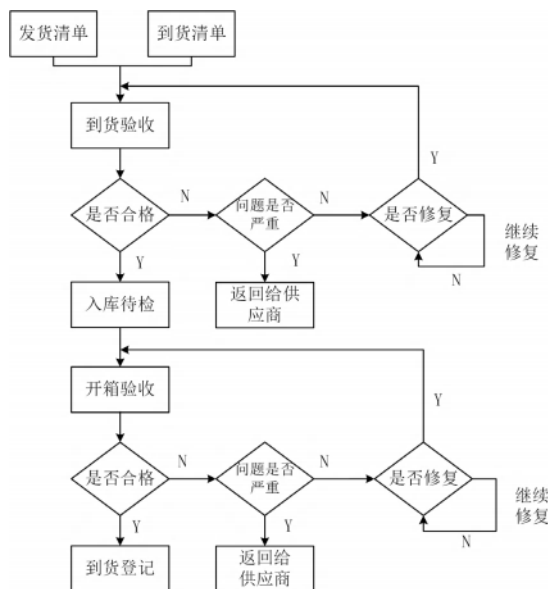


图4 设备验收流程图

设备代保管单位组织建设单位、EPC 总包单位、监理单位、承包单位、供货单位在设备到货验收后，组织开箱验收。若验收不合格，不合格问题不严重，提缺陷给供应商，待供应商修复完成后，重新组织到货验收，若问题严重，设备返回给供应商。

2.2 设备物资管理

现场物资信息无法达到资源共享、数据动态展现、业务协同办理，物资台账仍采用线下 Excel 进行管理，手动增删改物资信息，物资进出库过度依赖人工，效率低下，呈粗放式、传统管理模式。数字化物资管理解决方案为电厂基建期物资精细化、流程化、协同化项企一体化管理，解决业主和总包物资管理痛点、项目现场收存管理难点。涵盖物资台账管理，到货管理，验收管理，入库管理，出库管理等功能，规范物资管理到货和验收的各个环节，保证物资数据的及时性和可靠性，有效达到物资信息共享，数据动态展现，最终实现全方位管控基建现场的物资信息。设备物资管理应用如图5所示。

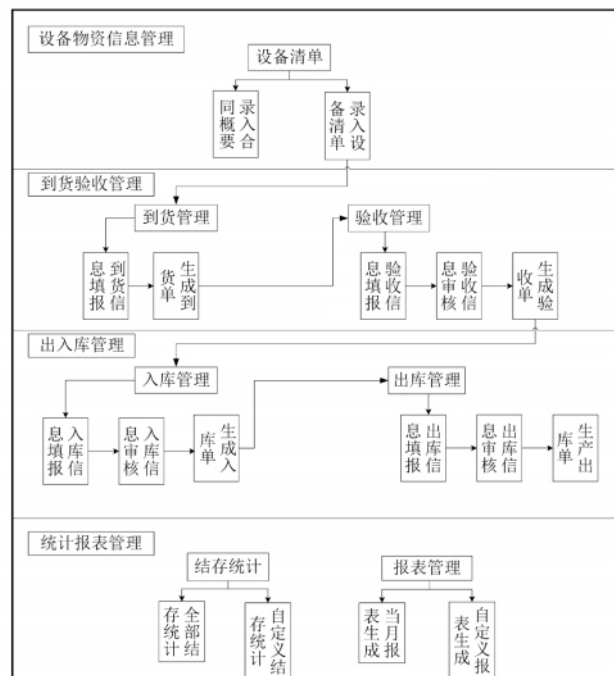


图5 设备物资管理应用

2.2.1 物资台账管理

建立电子化的物资台账，关联物资合同信息，实现对工程物资的管理与维护，工程相关人员按照合同编码、物资名称、型号规格、生产厂家、数量等信息对物资信息进行录入和更新，支持多样化的物资信息采集方式^[8]。包含物资采购合同信息导入，上传物资采购合同中物资清单等功能模块。

2.2.2 到货验收管理

跟踪物资到货、验收环节进展，在线管理物资到货确认流程、物资验收确认流程，支持物资管理人员管理和查询物资到货、验收信息，同步更新到物资台账，留存关键环节重要文件，支持到货单和验收单的导出，加强物资到货验收流程管控^[9]。包含物资到货信息填报，到货单生成和导出，物资验收信息填报，物资验收审批，验收单生成和导出等功能模块。

2.2.3 物资出入库管理

对出库、入库两个关键环节进行重点管控，管理入库单和出库单，入库信息包括入库物资信息、入库责任人、时间、数量等，出库信息包括出库物资信息、出库责任人、时间、数量等，精准管控物资库存，加大对现场物资的管理力度。包含入库填报、入库审批、入库单生成与导出，出库填报，出库审批，出库单生成与导出等功能模块。

2.2.4 物资信息报表

提供报表的查询、统计、打印，自定义报表功能。汇总物资台账、到货、验收、出库、入库等数据，对物资情况进行统计分析，统计到货情况、验收情况、入库情况、出库情况、结存情况，实现自动生成物资管理报表，支持按时间、类型等多维选择导出物资管理报表。包含全部物资结存统计、自定义物资结存统计、当月报表，自定义报表功能等模块。

3 结束语

综上所述，上文重点分析了 CAES 电站基建期的设备管理方法，对 CAES 电站基建期的核心设备监造、供货和验收进行智能化管控方式进行分析，同时探讨非核心设备供货，验收，仓储管理。通过以上管理方法，可提高 CAES 电站设备运行效率，降低建设成本，提高企业的整体竞争力。

参考文献

- [1] 张建军，周盛妮，李帅旗，等. 压缩空气储能技术现状与发展趋势[J]. 新能源进展，2018，6(2): 140-150.
- [2] 李瑞，陈来军，等. 先进绝热压缩空气储能技术研究进展及展望[J]. 中国电机工程学报，2018，38(10): 2893-2907，3140.
- [3] 周柒，庄建发，凌金华，等. 火电厂设备管理状况与分析[J]. 中国设备工程，2022(7): 79-80.
- [4] 陈伟. 抽水蓄能电站资产全生命周期管理信息化建设探索[J]. 电工文摘，2015(2): 5-7.
- [5] 刘银霞，张涛. 风电场设备管理问题及解决版本[J]. 设备管理与维修，2022(11下): 16-17.
- [6] 黄燕生，林书婷，王恩营，等. 压缩空气储能技术及工程发展概述[J]. 科技创新与应用，2024，14(23): 181-184.
- [7] 杨雪雯，任灏，廖泽球，等. 压缩空气储能地下人工洞室研究现状与展望[J]. 南方能源建设，2024，11(4): 54-64.
- [8] 刘洪斌. 基于配电网自动化的电气设备管理研究与应用[J]. 自动化与仪器仪表，2024(6): 301-304，308.
- [9] 张轲，张华南. 电气工程项目施工管理优化[J]. 轮胎工业，2024，44(5): 259-262.

(收稿日期: 2024-08-16)