

LNG 液化工厂的数字化管理探究

秦 雯（重庆兴燃能源有限责任公司，重庆 400000）

摘要：液化天然气（Liquefied Natural Gas, LNG）作为世界上最为高效清洁的能源之一，具有极为重要的应用价值。尤其我国目前的能源体系结构处于改革的阶段，LNG 的开发生产的现代化管理体系建设对 LNG 的普及应用有着重要的推动作用。本文针对 LNG 的生产特点以及传统的 LNG 生产管理体系中日益突出的应用弊端，对现代数字化管理体系在 LNG 工厂中的应用展开了全方位的研究，对 LNG 的液化、存储及监测等生产过程制定了完备的数字化管理方案，提出适用于现代 LNG 工厂生产模式的数字化管理体系，并对该体系进行较为全面的应用分析和评估。

关键词：LNG；工厂管理；数字化管理；全面分析

LNG 产业的发展在我国目前的能源体系结构中占有不可忽视的地位。为了促进 LNG 产业适应我国现代化社会的发展需求，本文结合先进的数字化管理方式对 LNG 工厂的生产管理体系进行探索，针对现行的传统管理体系的诸多应用弊端提出数字化改革措施，从而进一步推动 LNG 工厂生产体系的数字化改革。

1 LNG 液化工厂的管理现状分析

天然气液化的工艺主要分为三个部分，经过不断的过滤分离，可以分别脱出不同的化学物质，二氧化碳，水和汞等，随后接触液化装置得到精准的 LNG 产品。该过程是利用低温能到技术，使天然气进行状态的改变，冷冻到液态。天然气液化之后可以通过相应的储存罐储存，并随专用车辆进行运输。通过压缩机增压之后，可将天然气用作燃料和其他作用。

对于传统工艺来讲，LNG 工厂的最大工艺在于其对液化处理的问题上。传统的方式，制冷工艺主要通过混合智能器进行，首先进行一次处理采用丙烯制冷，通过乙烯和制冷机提供能量；随后进行二次处理用乙烯制冷；第三次用甲烷混合制冷，通过换热器冷却，使天然气的温度可以逐渐降低至液体。大体的工艺传统流程可以有效降低整体的纯水热量差，同时对制冷机的单机功率来说的消耗更低，减少了压缩工艺启动时间，同时改造相对稳定。但整体的制冷的工艺来说是相当复杂的，同时对设备的要求要更高，在智能供应商操作人员需要短时间内掌握整体工艺中涉及到的技术设施相关操作知识，所以在人员的管理培训上就有更多的难度，所以迫切的需要数字化系统发挥功效。

LNG 液化工厂的生产模式一般包含 LNG 的生产以及生产设备的巡检、监测等内容，具有严密的操作流程、严格的安全要求以及复杂的员工培训。其中，LNG 的生产流程为：首先将气田产生的天然气作为原料气经过滤分离后进行三脱（脱除二氧化碳、水和汞），然后进入液化装置完成一连串超低温液化，最后将得到的 LNG 产品进入罐区储存并装专用油罐车外运。该生产流程复杂、设备管理较多、人员的操作与培训难度较大。传统的 LNG 工厂生产管理体系一般采用分散控制系统

(Distributed Control System, DCS) 和现场巡检工作制度，但在应用过程中出现许多弊端。

1.1 LNG 液化生产的管理弊端

LNG 工厂的生产流程中最主要的环节是 LNG 气体的液化。该环节主要是将三脱操作后的气体进行逐级制冷，达到对 LNG 液化的目的。LNG 的液化流程较为复杂，制冷工艺要求等级很高，同时在制冷过程中运行的机组设备较多，因此要求操作员工必须熟练掌握工艺、设备、仪表等相关的知识，并且具备较高的技术水平和丰富的经验。这也造成从业人员的初期培训变得十分困难。因此，LNG 的生产过程迫切需要建立一个综合的信息管理体系，实现对 LNG 生产全方位的控制和管理，而传统的 DCS 系统具有显著的分散控制管理的特点，不再适合于现代化大工厂的管控综合一体化的要求。

1.2 LNG 生产设备及巡检制度的弊端

当今随着大家对环境污染的重视，对能源的争执越加激烈，天然气作为一种清洁的低碳能源，在新形势下有着很好的发展，同时对于相应的液化工厂来说，也需要跟紧时代的脚步，进行不断的工艺优化。根据地域不同，气候不同选择的液化换热器等压缩机等变化更大，相对来说管理也更为困难，在整体的管理中队设施的管理中是相对薄弱，同时对相应的设备认识不足，其次缺少相对专业的维修人员。

LNG 生产设备的定期巡视和检修是实现 LNG 生产的关键环节。传统的人工巡检制度的内容是巡检人员通过纸质形式的巡检表格，填报巡检结果。待巡检完成后，将各种巡检表格的结果汇总后归档管理。这种巡检制度过于依赖人工操作，给巡检的员工造成很大的工作负担，同时人工巡检可能存在的失误概率很大，可靠性较差。

2 LNG 工厂的数字化管理体系

在液化工厂中，基于天然气液化工序有很多的综合管理问题，如管线检修人员培训设备维护等，同时也需要对相应的设备数据业务地理信息等进行统计，这些就离不开数字化技术。通过计算机进行仿真模拟，可以构建数字化场景，从而为搭建设备提供有效的监管和管理。同时，针对员工培训，更可以提供可视化角度高度化进

行统一培训，有效的节约了人工资源，同时对于各个岗位来说，也可以更好地进行人员的分配，从整体上大大的提升工艺中的效率。所以采用现代化，数字化的 LNG 工厂会具有更多的高等特征，如精密复杂安全等级更高。

LNG 工厂的数字化管理主要是基于工厂生产过程的全局信息对 LNG 的生产进行全方位的管理。根据 LNG 工厂的生产特点和数字化管理体系的标准对 LNG 工厂的数字化管理体系进行构建，既要服务于 LNG 的生产需求，又要实现数字化管理的目的。

LNG 工厂的数字化管理体系一般采用多级平台管理结构，最低一级的管理平台为基础设备平台，通常实现对产品信息、设备信息及工艺流程信息的数据管理，建立合格的数字化工厂的硬件、网络及操作系统的数据库。中级的管理平台为基础应用平台，通过联系最高一级管理平台的操作信息和基础设备管理平台的数据库实现 LNG 工厂的具体应用功能，中级平台包含了业务数据库和空间数据库，以达到对工厂全方位的信息实时处理。最高一级的管理平台为可视化操作平台，通过可视化和虚拟现实技术实现了对数字化 LNG 工厂的全方位展示，利用人机交互的操作方式实现对设备运行、工艺操作、生产管理、应急安全等方面决策应用。

数字化 LNG 工厂的管理体系中采用了包括地理空间信息技术（Geographic Information System, GIS）、虚拟现实技术（Virtual Reality, VR）及物联网技术（Internet of Things, IoT）等多项先进技术，实现对 LNG 工厂的地理位置信息、设备运行状态、实时生产数据及工厂整体业务系统的全方位综合管理。在此技术支撑上可建立厂外可视化培训、工厂整体业务系统高度集成化以及厂内生产控制一体化的管理体系，提高 LNG 工厂生产的信息化水平和管理水平。

3 数字化 LNG 工厂的功能

LNG 工厂的数字化管理体系比传统的 DCS 系统和现场巡检工作制度更为优越，更适合于现代化工厂的生产模式，更符合现代化能源结构改革中 LNG 的生产要求。

3.1 巡检系统的数字化管理

巡检系统的数字化管理通过建立统一的数据平台，采用 GPS、GPRS 等技术实现对巡检人员、巡检动态、巡检线路、巡检数据和过程的电子化管理。通常巡检人员持巡检仪将巡检数据发送至中心服务器，服务器通过信号接收模块接收数据并进行解析，然后将数据报文再发送并存储到数据服务器，从而实现巡检系统的历史记录查询和报表输出功能，便于归档管理以及后期历史查询。

3.2 设备的数字化管理

设备的数字管理通常采用三维可视化技术来管理设备。通过将设备属性信息与可视化模型绑定，员工可以直接查看各种参数设置，同时可以查阅与设备相关的电

子数据和图纸。对于一些特殊的关键设备进行精细处理，以实现通过三维虚拟现实技术直接显示设备的内部结构，组装过程，方便员工直观地了解设备的状态。对设备进行检修时，数字管理系统与设备维护系统相关联，可通过查询设备的工作数据和历史维护记录直接获得可用数据。同时为维修工单设置统一的单点登录模式，使业务处理可以实现集成管理。

同时，将设备的信息管理与其采购、库存及供应商管理进行结合，为设备的采购、维修及后期物流服务提供重要的平台，达到对设备的综合化、规范化、科学化管理的目的，形成一个健全的全方位、可持续发展的设备综合管理体系。

3.3 地下管线可视化

通过 LNG 工厂的地下管线、电缆、通讯光缆部署的格局进行真实三维化建模。实现地下管网数据的准确性监测。通过地下管线的可视化建模达到数据入库后可对管网信息的有效管理。同时可以避免由于人员调动导致的地下数据缺失的问题发生，便于 LNG 工厂运行时地面的施工，防止施工对管道管线的影响。

4 结语

LNG 工厂的数字化管理建设和应用，提高了 LNG 的生产效率，推动了 LNG 的普及应用，同时也提升了国家对危险化学品生产的管控水平，实现了厂家信息利益一体化。随着信息技术的更新与发展，LNG 工厂的数字化管理还可从以下两点进一步完善：①结合 LNG 的仓储、物流及销售过程，建立整个 LNG 的供应体系的数字化管理，以便于针对于市场的变化及时对全局实现调度优化和管理；②提高 LNG 工厂的数字化管理 LNG 项目实施中的应用深度，充分结合项目的进度及经济成本控制，对施工效率和工程质量进行综合管理，以避免失误的发生，降低劳动的强度。

参考文献：

- [1] 刘忠 . 浅谈 LNG 天然气重卡在多品种制造体系中的一种工艺设计 [J]. 汽车实用技术 ,2021,46(06):139-141.
- [2] 张朋波 , 张兴兴 .LNG 氮气膨胀液化工艺流程分析 [J]. 工程技术研究 ,2018(01):249-250.
- [3] 庄天天 .LNG 接收站数字化建设中的工程建设期数据采集探索 [J]. 现代信息科技 ,2020,4(24):156-159+163.
- [4] 杨琳 , 周晓莉 , 何华 , 等 . 基于 LNG 液化工厂的数字化管理建设与应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量 , 2020,40(22):84-86.
- [5] 李云山 , 马业元 , 张经纬 , 等 .FLNG 低温用换热器的管道设计 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2020,40(12): 252-253.
- [6] 李呈海 .LNG 液化工厂总承包项目施工质量控制研究 [J]. 当代化工研究 ,2020(5):12-13.
- [7] 黄磊 . 液化天然气 LNG 工厂安全管理探讨 [J]. 名城绘 ,2020(2):32-32.