

# 气体化学系统全生命周期成本优化与设备选型策略

汤晓伟

盛合晶微半导体（江阴）有限公司 江苏 无锡 214437

**【摘要】：**研究气体化学系统全生命周期成本优化与设备选型策略具有重要的现实意义。一方面，有助于企业降低生产成本，提高市场竞争力，实现可持续发展；另一方面，能够减少资源浪费和环境污染，推动行业的绿色转型。因此，深入探讨这一课题，对于气体化学系统的发展具有重要的理论价值和实践指导作用。

**【关键词】：**气体化学系统；全生命周期；成本优化；设备选型

**DOI:10.12417/2811-0528.26.04.015**

气体化学系统在众多领域，如化工生产、能源供应、医疗保健等，都发挥着不可或缺的作用。随着全球经济的持续发展以及环保意识的日益增强，对气体化学系统的要求愈发严格，不仅要求其具备高效、稳定的性能，还需在成本控制方面达到较高水平。全生命周期成本优化与设备选型策略作为提升气体化学系统综合效益的关键手段，逐渐受到行业的高度关注。全生命周期成本优化着眼于气体化学系统从规划、设计、采购、安装、运行、维护到报废处置的整个过程，通过科学合理的方法和策略，降低各环节的成本，实现系统整体成本的最小化。而设备选型策略则是根据气体化学系统的具体需求和特点，选择最适合的设备，以确保系统的高效运行和成本的有效控制。二者相辅相成，共同影响着气体化学系统的经济效益和环境效益。

## 1 气体化学系统全生命周期成本分析

### 1.1 全生命周期阶段划分

气体化学系统的全生命周期通常可以划分为规划与设计、采购与安装、运行与维护、报废与处置四个主要阶段。规划与设计阶段是系统全生命周期的起点，主要涉及系统的需求分析、方案设计、设备选型等工作，该阶段的决策对系统的后续成本和性能有着重要影响。采购与安装阶段包括设备的采购、运输、安装和调试等环节，此阶段的成本主要包括设备采购成本、运输成本、安装调试成本等。运行与维护阶段是系统全生命周期中持续时间最长的阶段，主要涉及系统的日常运行、设备维护、故障排除等工作，该阶段的成本主要包括能源消耗成本、设备维护成本、人员管理成本等。报废与处置阶段是系统全生命周期的终点，主要涉及设备的报废、回收和处置等工作，此阶段的成本主要包括设备报废成本、回收处置成本等。

### 1.2 各阶段成本构成及影响因素

#### 1.2.1 规划与设计阶段

此阶段成本涵盖规划设计费与咨询费。规划设计费依系统

规模、复杂程度及设计要求而定，通常规模越大、复杂程度越高，费用越高。咨询费是在规划设计时，聘请专业机构提供技术咨询、市场调研等服务产生的。且该阶段决策对后续成本影响重大，如设备选型不当，会致设备运行效率低、维护成本攀升，进而增加系统全生命周期成本。

#### 1.2.2 采购与安装阶段

该阶段成本主要有设备采购、运输、安装调试成本。设备采购成本是核心，受设备类型、规格、品牌及采购数量影响，高性能、高品质设备采购成本高，但运行稳定可靠，能降低后续运维成本。运输成本与运输距离、方式和难度相关。安装调试成本含安装、调试及人员培训费用，取决于设备安装难度与调试要求。

#### 1.2.3 运行与维护阶段

此为系统全生命周期成本最高阶段，包括能源消耗、设备维护、人员管理成本。能源消耗成本取决于系统运行效率与能源价格；设备维护成本受设备可靠性、维护周期与方式影响；人员管理成本则与系统人员配置和管理水平有关。

#### 1.2.4 报废与处置阶段

该阶段成本含设备报废与回收处置成本。设备报废成本包括拆除、残值处理费用；回收处置成本取决于设备回收价值与处置方式。

### 1.3 全生命周期成本优化方法

为实现气体化学系统全生命周期成本最小化，可采用价值工程分析方法。该方法通过功能分析识别并去除系统中不必要的冗余功能，优化设计，从而以最低总成本实现必要功能，降低系统成本。成本动因分析通过识别关键成本因素并加以控制来降低成本。在气体化学系统中，分析各阶段成本动因如设备选型、运行参数和维护策略，可优化并降低成本。生命周期成本模型综合计算系统全周期成本，通过分析优化实现总成本最

小化。构建模型需考虑各阶段成本关联及实际参数设置与验证。

## 2 气体化学系统设备选型策略

### 2.1 设备选型原则

气体化学设备选型应遵循适用性、可靠性、经济性和先进性原则。适用性要求设备满足工艺需求和性能参数。可靠性强调设备稳定运行，优先选择优质品牌和质量认证产品。经济性需综合考虑投资、运行和维护成本，评估全生命周期成本。先进性鼓励采用新技术提高效率、降低成本，如新型膜材料提升氢气纯化效率。

### 2.2 设备选型影响因素

气体化学设备选型需考虑工艺需求、性能参数、成本预算和供应商信誉。工艺需求决定设备类型，需匹配气体纯度、流量和压力等条件。性能参数包括处理能力、精度和稳定性，需根据实际要求选择。成本预算应综合初始投资与运行维护等全生命周期成本。供应商信誉影响设备质量与售后，可通过资质和客户评价评估。

### 2.3 设备选型方法与步骤

气体化学系统设备选型可采用经验选型法、类比选型法等方法。经验法依据以往经验选择设备，简单易行但缺乏科学性，适用于简单系统。类比法通过与类似系统对比选型，准确性高但需找到合适参考系统。专家评估法是邀请相关领域的专家对设备进行评估和选型。专家基于专业知识评估设备性能、可靠性和经济性，提供选型建议。但此法耗时费钱，且主观因素可能影响结果。选型步骤包括需求分析、市场调研、筛选设备、性能与经济评估及决策。需求分析需明确工艺需求和性能要求，确定选型目标与范围。市场调研是收集市场上相关设备的信息，包括设备的品牌、型号、性能参数、价格、售后服务等。设备筛选是根据需求分析和市场调研的结果，初步筛选出符合要求的设备。性能评估是对筛选出的设备进行详细的性能测试和评估，确保设备的性能满足系统要求。经济分析是综合考虑设备的初始投资成本、运行维护成本和能源消耗成本等全生命周期成本，对设备进行经济性评估。决策选型是根据性能评估和经济分析的结果，选择最适合系统的设备。

## 4 气体化学系统全生命周期成本优化与设备选型的结合策略

### 4.1 全生命周期视角下的设备选型

在全生命周期视角下进行设备选型，需要综合考虑设备在全生命周期各阶段的成本和性能表现。在规划与设计阶段，应根据系统的长期发展规划和需求，选择具有良好扩展性和升级

能力的设备，避免因设备选型不当导致系统后期改造和升级成本增加。例如，在选择气体供应系统的设备时，应考虑未来系统规模扩大和工艺改进的需求，选择能够满足未来发展的设备。在采购与安装阶段，除了关注设备的采购价格外，还应考虑设备的运输成本、安装调试成本和运行维护成本等因素。选择易于运输、安装和调试的设备，能够降低该阶段的成本。同时，选择具有良好售后服务和技术支持的设备供应商，能够减少设备运行过程中的故障维修成本和停机损失。在运行与维护阶段，应选择运行效率高、能源消耗低、维护成本低的设备。例如，选择具有高效节能技术的气体纯化设备和压缩机，能够降低能源消耗成本；选择可靠性高、故障率低的设备，能够减少设备维护成本和停机时间。在报废与处置阶段，应选择易于回收和再利用的设备，降低报废处置成本。同时，考虑设备的环保性能，选择符合环保要求的设备，减少对环境的影响。

### 4.2 成本优化导向的设备升级与更新

基于成本优化目标，对现有设备进行升级和更新是提高气体化学系统全生命周期效益的重要途径。当设备出现性能下降、能耗增加、维护成本上升等问题时，应及时对设备进行评估，判断是否需要进行升级或更新。设备升级可以通过改进设备的技术性能、增加设备的功能、提高设备的自动化水平等方式，提高设备的运行效率和可靠性，降低运行维护成本。例如，对气体分析仪进行升级，采用新型的检测技术和传感器，能够提高检测精度和响应时间，减少检测误差和重复检测次数，从而降低检测成本。设备更新则是用新型设备替代旧设备，当旧设备的技术性能无法满足系统需求、运行成本过高或存在安全隐患时，应考虑进行设备更新。在选择新型设备时，应综合考虑设备的性能、成本、可靠性等因素，选择全生命周期成本最优的设备。例如，随着膜技术的发展，新型膜材料和设备在氢气纯化领域具有更高的效率和更低的成本，当现有氢气纯化设备无法满足生产需求时，可以考虑更新为新型膜技术设备。

### 4.3 案例分析

以某化工企业的气体化学系统为例，该企业原有的气体供应系统采用传统的设备和技术，存在能源消耗高、运行维护成本大、设备可靠性低等问题。为了降低成本、提高系统性能，企业决定对气体化学系统进行全生命周期成本优化和设备选型升级。在规划与设计阶段，企业根据未来的生产规模和发展需求，重新规划了气体供应系统的布局和设备选型方案，选择了具有高效节能技术和良好扩展性的新型设备。在采购与安装阶段，企业通过市场调研和招标采购，选择了性价比高、售后服务好的设备供应商，降低了设备采购成本和安装调试成本。

在运行与维护阶段，企业对新型设备进行了优化运行参数设置和定期维护保养，提高了设备的运行效率和可靠性，降低

了能源消耗成本和维护成本。同时，企业引入了智能化监控系统，实时监测设备的运行状态，及时发现和处理设备故障，减少了停机损失。在报废与处置阶段，企业对报废设备进行了合理的回收和再利用，降低了报废处置成本。通过对气体化学系统的全生命周期成本优化和设备选型升级，该企业的气体供应系统全生命周期成本显著降低，系统性能和可靠性得到了大幅提升，为企业的发展提供了有力支持。

## 5 结论

本研究围绕气体化学系统展开全生命周期成本分析与设

备选型策略探究，得出：系统全生命周期成本涵盖规划、采购、运行、报废四阶段，各阶段成本相互关联；采用价值工程等多种优化方法可最小化成本；设备选型需遵循适用等原则，全生命周期视角下选型更科学合理，能降低成本；基于成本优化升级更新设备可提升性能效益，实现可持续发展。然而，研究存在不足，方法上数据获取处理难，准确性与可靠性待提升；内容上对环境影响和社会效益关注少。未来可加强成本与环境综合评估，完善评估模型；深入研究新型技术设备；强化案例实证分析，积累数据经验，提高成果实用性。

## 参考文献

- [1] 李明轩.气体化学系统全生命周期成本模型构建与优化策略研究[J].化工进展,2024,43(05):245-256.
- [2] 王晓峰,张丽华.基于价值工程的气体分离设备选型方法与应用[J].化工设备与管道,2023,60(03):78-84.
- [3] 陈宇航,刘志强.氢能产业链全生命周期成本分析与降本路径研究[J].能源技术经济,2024,36(02):45-53.
- [4] 赵思源.工业气体供应系统智能化运维管理对成本的影响机制[J].自动化仪表,2023,44(10):89-96.
- [5] 林浩然,周敏.基于 LCA 的气体化学系统环境成本量化与优化[J].环境科学与技术,2024,47(01):132-140.