

# 化工管道材料性能研究及其在安全工程中的应用

束 林 (盐城市大丰区天生联合药业有限公司, 江苏 盐城 224145)

**摘要:** 化工管道材料性能的研究, 对其在化工安全工程中的应用具有非常重要的价值。文章分析了化工管道材料的性能, 并从化工安全工程角度, 探讨化工管道材料的应用策略, 例如工程设计中要合理选择管道材料, 做好安全分析与评价; 施工防腐环节中可以采用表面处理技术与阴极保护技术; 材料管理中要加强材料采购、储存的管理, 并建立数字化管控模式等。希望能降低化工管道的风险隐患, 满足化工安全工程的要求。

**关键词:** 化工管道材料; 性能研究; 安全工程

中图分类号: TQ050.4 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 030-0133-03

## Research on the Performance of Chemical Pipeline Materials and Their Application in Safety Engineering

Shu Lin (Yancheng Dafeng Tiancheng United Pharmaceutical Co., Ltd., Yancheng Jiangsu 224145, China)

**Abstract:** The research on the properties of chemical pipeline materials is of great value to its application in chemical safety engineering. This paper analyzes the properties of chemical pipeline materials, and discusses the application strategies of chemical pipeline materials from the perspective of chemical safety engineering, such as reasonable selection of pipeline materials in engineering design and good safety analysis and evaluation; Surface treatment technology and cathodic protection technology can be used in the construction anti-corrosion link; In material management, it is necessary to strengthen the management of material procurement and storage, and establish a digital control mode. It is hoped that the potential risks of chemical pipelines can be reduced and the requirements of chemical safety engineering can be met.

**Key words:** chemical pipeline materials; Performance research; safety engineering

随着我国化工领域的不断发展, 化工管道的安全性广受关注。化工管道通常输送化工领域的各类物料。由于化工介质的负担性与多样性, 这也对管道材料提出较高的要求。化工材料分为金属材料与非金属材料, 不同类别的性能存在一定的差异。在安全工程中的应用, 应结合化工管道材料性能进行规划安排。如化工管道的设计阶段, 要分析输送介质的实际特性, 选择耐高温与耐腐蚀材料, 从而降低化工生产成本; 化工管道施工阶段要根据化工管道材料性能, 合理选择防腐与保护措施等。因此, 文章探讨化工管道材料性能研究及其在安全工程中的应用具有现实意义与价值, 希望能保障化工管道的安全使用<sup>[1]</sup>。

### 1 化工管道材料性能研究

#### 1.1 金属材料性能

金属材料在化工管道中应用较为广泛, 包括不锈钢、钛合金、铜合金以及碳钢等。不锈钢是化工管道金属材料之一, 在塑性以及韧性方面表现不俗, 尤其是双相不锈钢具有更高的耐点蚀性以及高强度。钛合金是化工管道金属材料之一, 具有高比强度以及耐腐蚀性, 能适用于海水淡化以及氯碱工业等极端腐蚀环境, 但钛合金的使用成本较高, 无法得到广泛普及应用。铜合金是化工管道金属材料之一, 本身具有一定的导热性与抗菌性, 在一些特殊化工环境中可以发挥自身作用, 但容易受到含硫化物的腐蚀。碳钢在化工

管道中应用比较广泛, 适用于含氯、含硫等腐蚀性的环境中, 但实际应用中还需增加保护, 避免发生腐蚀风险<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 非金属材料性能

化工管道领域应用, 会应用到复合材料、陶瓷、塑料等非金属材料。复合材料有玻璃钢复合材料与碳纤维增强复合材料, 其中玻璃钢复合材料拥有树脂基体的耐腐蚀性以及玻璃纤维的高强度, 能用于一些高压环境或者温度差异较大的环境的化学品输送, 但在使用过程会面临抗冲击性及耐磨性较差的问题。碳纤维增强复合材料虽然成本比较昂贵, 但在刚度与强度方面表现不俗, 还具有较高的耐腐蚀属性, 一般会应用于特殊的场合。陶瓷材料是化工管道的常见非金属材料, 该材料具有不错的耐高温性和优异的耐腐蚀性, 常用于腐蚀性介质, 但本身存在较大的加工难度, 从而会抑制其大规模应用。塑料如聚丙烯、聚氯乙烯等具有轻量化特性, 可以有效控制化工管道安装阶段的成本费用, 在低压以及低温环境中具有不错优势, 但存在机械强度较低的问题, 同时塑料这类非金属材料也无法在高温高压环境进行应用<sup>[3]</sup>。

### 2 基于化工管道材料性能的安全工程应用分析

#### 2.1 工程设计

##### 2.1.1 合理选择管道材料

从腐蚀环境角度进行化工管道材料选择。基于化

工管道材料性能的安全工程应用，工程单位要从腐蚀环境出发，合理选择化工管道材料，避免腐蚀环境对化工管道的影响，从而延长化工管道的使用寿命以及安全性。例如化工管道会面临酸性的环境，材料选择上可以考虑哈氏合金、904L 不锈钢。哈氏合金是由镍、铬、钼、铁等元素组成，镍元素、铬和钼元素均具有较好的耐腐蚀性，可以适应较高的环境温度，有助于提升管道的耐腐蚀性能，其可以作为化工管道的材料之一，以适应酸性环境的影响。

除了哈氏合金以外，也可以采用 904L 不锈钢，该材料具有较为突出的耐腐蚀性，能适应强碱强酸等恶劣环境，有效抵抗硫磺以及硝酸等腐蚀性气体的侵蚀，同时 904L 不锈钢在机械性能方面表现不俗，具有多方面的应用优势。面对酸性环境时，哈氏合金、904L 不锈钢可以成为化工管道的材料选择，有助于增强对盐酸、硫酸等腐蚀性介质的抵抗能力，从而延长化工管道的使用寿命。化工管道会面临含氯离子的环境的影响，管道材料选择上，可以考虑双相不锈钢、超级双相不锈钢。双相不锈钢是指铁素体与奥氏体各约占 50%，具有较高的耐腐蚀性以及韧性，而超级双相不锈钢如 SS2328 则拥有优异的抗氯化物点蚀和缝隙腐蚀能力以及低于 600°F (316°C) 应用中的稳定性。在应对含氯离子的环境时，化工管道材料可以考虑双相不锈钢与超级双相不锈钢，有助于延长管道的使用寿命。对于高温氧化的环境，化工管道材料选择一般可以考虑因科耐尔合金或者耐热钢如 310S，两者均有不错的耐高温氧化的性能，避免化工管道遭受破坏<sup>[4]</sup>。

从经济性角度选择化工管道材料。在化工管道材料选择时，设计人员应考虑经济方面的要素，目的是减少不必要的成本费用确保成本最优化。在项目的初始阶段，设计人员要分析不同材料价格的差异，考虑全生命周期的成本变化，如管道安装阶段、管道维护阶段，从而提升化工管道材料的选择合理性。例如在工程项目中涉及不锈钢与碳钢两种材料，虽然在初期投入中不锈钢材料的成本费用要高于碳钢，但不锈钢相比于碳钢却具有较为优异的耐腐蚀性，不仅延长了化工管道的使用寿命，也能一定程度减少化工管理的维护频次，降低运营期间的成本费用。

为了提升化工管道材料选择的经济性，设计人员在选择过程中可以引入内部收益率法或者净现值法，这两种方法可以用于化工管道材料的经济性评价，帮助设计人员从整个项目的全过程进行分析与评估，包括材料成本、安装成本以及预期使用寿命，避免了停产损失的可能，实现全面的经济性分析。通过从经济

性角度选择化工管道材料，有助于提升项目的经营效益<sup>[5]</sup>。

从工艺要求进行化工管道材料选择。化工管道材料的选择过程，设计人员可以从工艺要求出发，对特定的工艺要求进行分析，确保化工管道材料的选择能满足化工管道使用安全的要求。如一些化工管道在使用过程需要频繁清洗与消毒，这就需要化工管道材料具有优异的耐清洗剂性能；化工生产要求较高的管道材料选择时，需要从避免介质污染的角度出发，设计人员可以选择高纯度的镍基合金或氟塑料内衬的管道材料。在一些化工生产工艺中，不仅要求耐腐蚀性能，也需要化工管道材料具有抗静电性能，设计人员需要在化工管道材料选择要做好其抗静电评估，确保相关材料能符合抗静电的要求。在一些高温的化工工艺中，要求化工管道材料具有不错的抗氧性能以及蠕变强度，这就需要设计人员针对性选择，确保化工管道材料能符合相关工艺的要求。在一些低温的化工工艺中，要求化工管道材料应具备低温韧性，设计人员在化工管道材料的选择中可选择奥氏体不锈钢或 9% 镍钢，从而迎合低温化工工艺的要求。

## 2.1.2 做好安全分析与评价

基于化工管道材料性能的安全工程应用，设计人员需要对化工管道进行安全分析与评价，确保化工管道材料符合预期要求。一方面，设计人员要分析化工管道材料安全评价的指标，如防火性能指标，要求化工管道材料具有阻燃、低燃点的特点，避免发生火灾隐患；耐腐蚀性指标，要求化工管道材料能满足化工环境的腐蚀要求，包括酸碱、盐雾等腐蚀介质；耐久性与稳定性指标，要求化工管道材料要具备抗老化能力以及长期抗磨损能力，能迎合不同复杂工况的要求，评估材料的使用寿命。环境友好性指标，要求化工管道材料使用过程不会对周围环境产生影响，减少资源浪费以及环境污染等问题。另一方面，设计人员要根据化工管道材料的安全指标，构建科学合理的评价指标体系，对安全工程中的化工管道材料进行科学评价，及时找出材料的一些问题，确保其在安全工程的有效应用<sup>[6]</sup>。

## 2.2 施工防腐

### 2.2.1 表面处理技术

基于化工管道材料性能的安全工程应用，工程单位需要做好化工管道腐蚀防护措施。其中表面处理技术是常见的腐蚀防护技术。表面处理技术应用于化工管道的腐蚀防护中，能有效增强材料的防护性能。工程单位根据化工管道材料性能，合理选择电镀、喷涂以及涂装对管道材料进行防护，该项技术可以在化工

管道的外表形成保护层，能有效阻止腐蚀介质的侵蚀，有助于提升化工管道的抗腐蚀能力。例如电镀技术可以通过电化学原理，在化工管道表面形成耐腐蚀层，同时该项技术也能适用于一些复杂的管道形状，有助于增强化工管道整体或局部的抗腐蚀能力；热浸镀锌技术是通过将化工管道浸入熔融锌液中从而形成锌层，实现隔绝腐蚀介质的效果，该项技术具有操作简单与成本花费较少的优势；化学镀铬技术是通过在化工管道表面进行化学反应的方式形成沉积铬层，以提升化工管道的耐腐蚀性能，该项技术可用于一些防腐蚀需求较高的场景。

### 2.2.2 阴极保护技术

基于化工管道材料性能的安全工程应用，工程单位可以采用阴极保护技术进行化工管道的防腐工作。阴极保护技术主要是利用电化学原理，增强化工管道的抗腐蚀性能。尤其是一些化工长输管道，通常需要穿越一些腐蚀性介质或者酸性土壤的环境，采用阴极保护技术能通过在管道表面施加外加电流或牺牲阳极的方式，进一步阻止电化学的腐蚀，有助于减少化工管道发生穿孔风险的概率。相比于常见的防腐涂层，阴极保护技术在化工管道防腐保护中的应用成本更低，具有不错的经济效益，能适应一些较为复杂的管道，减少管道维修的次数，同时采用阴极保护技术对化工管道进行防腐保护，也能一定程度降低环境的污染风险，保障化工生产有序推进。

### 2.3 材料管理

基于化工管道材料性能的安全工程应用，工程单位要建立材料管理机制，确保化工管道材料的性能与效果符合工程要求。

首先，工程单位要注重采购阶段的管理。在化工材料的采购活动中，可能存在盲目采购、采购无计划、采购不合理以及资金浪费等问题，不仅会影响化工管道材料的采购效益，也将影响工程项目的效益。工程单位要根据化工材料采购的要点以及常见的一些问题，建立职责清晰、流程规范的采购机制与监督机制，确保化工管道材料的采购符合要求。如对于选择的化工管道材料供应商，要做好审核与评比；对于采购的化工管道材料，要建立检测体系，排除一些材料缺陷以及质量不合格的问题。

其次，工程单位要加强储存阶段的管理。在化工管道材料储存阶段中，需建立针对性的管理措施，确保储存环境不会对材料本身产生影响。例如工程单位可以按照化工管道材料的类别以及规格，开展分类储存，避免不同材质的化工管道材料存放在一起，这样可以减少化工管道材料抗腐蚀性下降的问题。同时工

程单位也要做好化工管道材料储存的环境控制，例如结合化工管道材料性能，合理调节储存环境温度与湿度，其中金属管道一般需要放置在干燥的环境，而塑料管道则需要做好防潮，通过环境方面的控制可以避免化工管道材料出现老化以及变形的问题。

最后，工程单位要树立数字化管理观念。化工单位在化工管道材料的管理过程中，可以引入物联网、大数据以及人工智能等技术参与化工管道材料的管理，构建动态化的管理体系，以便及时找出化工管道材料管理中的一些问题，从而提升化工管道材料的管理成效，满足安全工程的要求。

### 3 结语

综上所述，在化工安全工程中，工程单位需关注化工管道材料的性能，确保其适应化工生产的要求，避免出现腐蚀的风险。为此，文章探讨了基于化工管道材料性能的安全工程应用，例如化工管道材料的选择中，面对酸性环境时，哈氏合金、904L 不锈钢可以成为化工管道的材料选择，有助于增强对盐酸、硫酸等腐蚀性介质的影响；设计人员要根据化工管道材料的安全指标，构建科学合理的评价指标体系，通过评价方式找出化工管道材料的问题，以满足安全工程的要求；在化工管道的施工安装中，可以采用电镀技术进行防腐保护，该技术能适用于一些复杂的管道形状，增强化工管道整体或局部的抗腐蚀能力；工程单位可以按照化工管道材料的类别以及规格，开展分类储存，避免不同材质的化工管道材料存放在一起。希望上述探讨与分析能为化工管道材料的应用提供参考，满足化工安全工程的要求。

### 参考文献：

- [1] 马云龙, 饶丹骄. 化工配管布局管道材料选择与耐腐蚀性能研究 [J]. 化学工程与装备, 2025(04):120-122.
- [2] 刘俭. 化工设计过程中管道材料的选择策略 [J]. 生物化工, 2023,9(04):131-133+148.
- [3] 蔡余锐. 化工管道粘接材料在安全工程中的应用 [J]. 粘接, 2023,50(05):25-28.
- [4] 尚颖. 化工管道材料的设计与选用 [J]. 上海化工, 2023,48(02):30-33.
- [5] 雷青青. 化工设计过程中管道材料的选用分析 [J]. 化工设计通讯, 2022,48(11):43-45.
- [6] 侯利燕. 探讨化工设计过程中管道材料的选用 [J]. 现代盐化工, 2022,49(01):32-33.

### 作者简介：

束林 (1980- )，男，汉族，江苏大丰人，本科，中级注册安全工程师，研究方向：安全生产管理。