

# 化工设备选材探究

李亚鹏

宁夏新开河储罐有限公司 宁夏 石嘴山 753000

**摘要:** 化工设备选材需综合考虑机械性能、物理化学性能、工艺条件、经济性和安全性。金属材料如碳钢、不锈钢、钛材和镍基合金,以及非金属材料如石墨、搪玻璃、玻璃钢和塑料,各有其适用条件。工艺条件包括工作介质、温度和压力,直接影响材料选择。经济性考量涉及材料成本和加工成本,以及可回收性。安全性要求材料具备足够的强度、韧性、耐腐蚀性和耐热性,确保设备在极端条件下稳定运行。综合考虑这些因素,选择合适的材料对于化工生产的安全、高效和可持续发展至关重要。

**关键词:** 化工设备; 材料选择; 探究

引言: 化工设备选材是一个复杂而精细的过程,需综合考虑材料的机械性能、物理化学性能、工艺条件、经济性和安全性。金属材料如碳钢、不锈钢、钛材和镍基合金,以及非金属材料如石墨、搪玻璃、玻璃钢和塑料等,各有其独特的适用条件和优缺点。选材时,需根据工作介质、温度、压力等工艺条件,以及材料成本、加工性能、可回收性等因素进行权衡。同时,确保材料具备足够的强度、韧性、耐腐蚀性和耐热性,以保障化工生产的安全性和稳定性。因此,深入研究化工设备选材具有重要意义。

## 1 化工设备选材的基本要求

化工设备的选材是一个综合性的考量过程,它要求我们在众多因素中做出权衡,以确保所选材料能够满足化工生产过程中的各种严苛条件。这一过程中,材料的机械性能和物理化学性能无疑是至关重要的考量点。

(1) 机械性能是衡量材料在受力作用下的行为表现的关键指标。强度,作为机械性能的核心要素,涵盖了抗拉强度、蠕变强度、持久强度和疲劳强度等多个方面。抗拉强度反映了材料在拉伸载荷下的最大抵抗能力,是确保设备结构完整性的基础。蠕变强度则关注材料在高温、长时间载荷作用下的变形情况,对于保证设备在高温环境下的稳定运行具有重要意义。持久强度则强调材料在持续高温、高压条件下的稳定性能,这对于化工设备长期运行的安全性和可靠性至关重要。而疲劳强度则关注材料在反复载荷作用下的耐久性能,是确保设备在周期性工作条件下不易损坏的关键。(2) 除了强度之外,材料的塑性、韧性和延伸率等也是重要的机械性能指标。塑性使得材料在受到外力作用时能够发生塑性变形而不立即断裂,从而提高了设备的抗冲击能力。韧性则决定了材料在受到冲击载荷时的能量吸收能力,是确

保设备在极端条件下保持完整性的关键。延伸率和断面收缩率则反映了材料在拉伸过程中的变形能力,对于评估材料的塑性和韧性具有重要意义。(3) 材料的物理化学性能同样不可忽视。耐腐蚀性是指材料在接触腐蚀性介质时能够保持其结构和性能稳定的能力,这对于化工设备来说至关重要,因为化工生产过程中往往涉及大量腐蚀性介质。耐高温性则要求材料在高温环境下能够保持其机械性能和物理化学性能的稳定性,以确保设备的正常运行。耐磨损性则关注材料在摩擦和磨损作用下的耐久性能,对于需要承受摩擦和磨损的设备部件来说尤为重要<sup>[1]</sup>。

## 2 常见化工设备材料及其适用条件

### 2.1 金属材料

化工设备的选材是一个复杂而精细的过程,它要求我们在众多材料中选出最适合特定工况的材料。在众多材料中,金属材料因其优良的力学性能和物理化学性能,成为化工设备中最常用的材料类型。接下来,我们将详细探讨几种常见的金属材料及其在化工设备中的应用。(1) 碳钢。碳钢是化工设备中最基础、最常用的金属材料之一。它以其优良的力学性能、低廉的价格以及易于加工和焊接的特点,在化工设备制造中占据了重要地位。碳钢的强度、硬度以及韧性都相对较高,能够承受较大的载荷和冲击。同时,碳钢的导热性和导电性也相对较好,有利于化工设备中的热传递和电流传导。然而,碳钢的耐腐蚀性相对较差,容易在潮湿、腐蚀性介质中发生锈蚀。因此,在腐蚀要求不严格的环境下,如一些常温、常压、非腐蚀性介质的化工设备中,碳钢是首选材料。(2) 不锈钢。不锈钢是一种具有优异耐腐蚀性能的金属材料,广泛应用于化工设备的制造中。不锈钢的主要成分是铁、铬、镍等元素,其中铬的含量通

常在12%以上,这使得不锈钢具有良好的抗氧化性能和耐腐蚀性。不锈钢能够抵抗多种腐蚀性介质的侵蚀,如酸、碱、盐等,特别是在介质腐蚀性强、防铁离子污染的情况下,不锈钢更是不可或缺的材料。此外,不锈钢还具有良好的机械性能和加工性能,能够满足化工设备对强度和韧性的要求。因此,在化工设备中,不锈钢常用于制造反应器、储罐、管道等关键部件。(3) 钛材。钛材是一种具有高强度、低密度、优异的耐腐蚀性能和生物相容性的金属材料。在化工设备中,钛材因其独特的性能而得到广泛应用。特别是在强酸、氯化物、氧化盐等严酷环境下,钛材的耐腐蚀性尤为突出。此外,钛材还具有良好的抗高温氧化性能和低温韧性,能够在极端温度条件下保持稳定的性能。因此,在需要承受高温、高压、强腐蚀性介质的化工设备中,钛材是理想的选材。然而,钛材的价格相对较高,加工和焊接难度也较大,这在一定程度上限制了其应用范围。(4) 镍基合金。镍基合金是一种具有高强度、高韧性、优异的耐腐蚀性能和高温性能的金属材料。在化工设备中,镍基合金常用于制造一些承受高温、高压、强腐蚀性介质的部件。镍基合金能够抵抗多种腐蚀性介质的侵蚀,如硫酸、盐酸、氢氟酸等强酸以及高温下的氧化和还原性介质。此外,镍基合金还具有良好的抗蠕变性能和持久强度,能够在高温下保持稳定的性能。因此,在需要承受高温、高压、强腐蚀性介质的化工设备中,如炼油厂的催化裂化装置、化肥厂的合成氨装置等,镍基合金是不可或缺的材料。然而,镍基合金的价格也相对较高,加工和焊接难度也较大,这需要在选材时进行综合考虑。

## 2.2 非金属材料

在化工设备领域,非金属材料的应用同样广泛且不可或缺。与金属材料相比,非金属材料往往具有独特的物理化学性能,能够在特定工况下展现出更为优越的表现。接下来,我们将详细探讨几种常见的非金属材料及其在化工设备中的应用。(1) 石墨。石墨是一种具有层状结构的非金属矿物,其独特的物理化学性质使其在化工设备中具有广泛的应用。石墨具有良好的耐腐蚀性和高温稳定性,能够在多种腐蚀性介质和高温环境中保持稳定的性能。此外,石墨还具有良好的塑性和加工性能,可以方便地加工成各种形状和尺寸的设备部件。因此,石墨常被用于制作化工设备的壳体、密封件等关键部件。特别是在一些需要承受高温、高压、强腐蚀性介质的化工设备中,石墨的优势尤为明显。然而,石墨的强度和硬度相对较低,容易受到机械损伤,这需要在设计和使用过程中加以注意。(2) 搪玻璃。搪玻璃是一种

将玻璃釉料涂覆在金属基体上,并经过高温烧制而成的复合材料。搪玻璃设备以其优异的耐腐蚀性能而著称,对无机酸、有机酸、有机溶剂和弱碱等介质具有较强的抵抗能力。这使得搪玻璃设备在化工、制药、食品等行业中得到了广泛应用。特别是在需要承受腐蚀性介质且对设备卫生要求较高的场合,如医药行业的反应釜、储罐等,搪玻璃设备更是首选。此外,搪玻璃设备还具有表面光滑、易于清洗、不易污染等特点,有利于保持产品的纯度和质量。然而,搪玻璃设备的抗冲击性能相对较差,容易受到外力冲击而破损,这需要在在使用过程中加以防护。(3) 玻璃钢。玻璃钢是由树脂和玻璃纤维复合而成的一种新型材料。玻璃钢具有轻质、高强度、耐腐蚀、绝缘性好等特点,在化工设备中具有广泛的应用前景。玻璃钢设备可以方便地加工成各种形状和尺寸,且成本相对较低,这使得玻璃钢设备在一些对重量和成本有要求的场合中表现出色。例如,在化工行业的储罐、管道、塔器等设备中,玻璃钢设备以其优异的性能和较低的成本而备受青睐。此外,玻璃钢设备还具有较好的耐候性和抗老化性能,能够在户外环境中长期使用而不易老化。然而,玻璃钢设备的耐高温性能相对较差,一般只能在较低的温度下使用,这限制了其在一些高温环境下的应用。(4) 塑料。塑料是一种广泛应用的非金属材料,种类繁多,性能各异。在化工设备中,常用的塑料材料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等。塑料设备具有轻质、耐腐蚀、绝缘性好、加工方便等特点,特别适用于一些对重量和成本有要求的场合。例如,在化工行业的储槽、管道、泵阀等设备中,塑料设备以其优异的性能和较低的成本而得到广泛应用。此外,塑料设备还具有较好的耐候性和抗老化性能,能够在多种环境条件下长期使用而不易老化。然而,塑料设备的强度和硬度相对较低,容易受到机械损伤和高温影响,这需要在设计和使用过程中加以注意<sup>[2]</sup>。

## 3 影响化工设备选材的关键因素

### 3.1 工艺条件

在化工设备的选材过程中,工艺条件是一个至关重要的考虑因素。工艺条件包括工作介质、温度、压力等多个方面,它们直接决定了设备材料的选择范围和使用性能。(1) 工作介质是化工设备选材时必须考虑的首要因素。不同的介质对材料的腐蚀性和相容性要求各不相同。例如,对于NaOH溶液、浓硫酸和液氨等介质,碳钢在常温下具有较好的耐腐蚀性和相容性,因此是较为理想的选择。然而,当介质具有较强的腐蚀性时,如含有强酸、强碱或氯离子等,不锈钢则因其优异的耐腐蚀

性能而更为合适。(2)温度也是影响化工设备选材的关键因素之一。在高温环境下,材料的机械性能和物理化学性能可能会发生变化,从而影响设备的运行效果和安全性。因此,在选择材料时,需要充分考虑其耐高温性能,确保在高温条件下仍能保持稳定的性能。例如,对于需要承受高温高压的化工设备,通常选择具有优异高温性能的合金材料。(3)压力也是影响化工设备选材的重要因素。在高压环境下,材料的强度和韧性要求更高,以确保设备在承受压力时不会发生变形或破裂。因此,在选择材料时,需要充分考虑其抗压强度和韧性等机械性能指标。

### 3.2 经济性考量

在化工设备的选材过程中,经济性是一个不可忽视的关键因素。在满足工艺要求的前提下,如何合理控制材料成本,提高设备性价比,是化工企业普遍关注的问题。经济性考量主要体现在材料的选择和加工成本上。(1)不同材料的单价差异较大,选择合适的材料可以在保证性能的同时降低成本。例如,对于某些腐蚀性较强的介质,虽然不锈钢等高性能材料具有优异的耐腐蚀性,但其价格相对较高。此时,可以考虑采用衬不锈钢、衬铁等复合结构材料,既能保证设备的耐腐蚀性能,又能有效降低材料成本。(2)材料的加工成本也是经济性考量的重要方面。一些高性能材料虽然性能优越,但加工难度大、加工周期长,导致加工成本较高。因此,在选材时,需要综合考虑材料的加工性能和加工成本,选择易于加工、成本较低的材料,以提高设备的整体性价比。(3)经济性考量还包括材料的可回收性和再利用性。在化工设备的全生命周期中,材料的可回收性和再利用性对于降低资源消耗、减少环境污染具有重要意义。因此,在选材时,可以优先考虑那些易于回收和再利用的材料,以实现资源的循环利用和可持续发展。

### 3.3 安全性要求

在化工设备的选材过程中,安全性要求无疑是最为关键和首要的考量因素。化工生产环境复杂多变,设备在运行过程中往往面临着高温、高压、强腐蚀等多种极端条件的考验。因此,所选材料的可靠性、稳定性以及

在极端条件下的表现,直接关系到化工生产的安全性和稳定性。安全性要求体现在多个方面。首先,材料必须具备足够的强度和韧性,以承受设备运行过程中的各种力学载荷,避免因强度不足而发生破裂或变形,从而引发安全事故。其次,材料应具有良好的耐腐蚀性能,以抵御腐蚀性介质的侵蚀,防止因腐蚀而导致的设备失效或泄漏,进而威胁生产安全。此外,材料还应具备较高的耐热性和耐低温性能,以确保在极端温度条件下仍能保持稳定的工作状态,避免因温度变化而导致的性能下降或失效。除了上述基本要求外,安全性还要求所选材料在加工、安装和使用过程中应具有良好的可操作性,避免因材料性能不佳而导致的加工困难、安装不便或使用不安全等问题。同时,材料还应具备较高的可靠性和耐久性,以减少设备的维护频率和更换周期,降低生产成本和安全风险<sup>[1]</sup>。

### 结束语

综上所述,化工设备的选材是一个涉及多方面因素的复杂过程,需要综合考虑机械性能、物理化学性能、工艺条件、经济性和安全性等多个方面。通过科学合理的选材,可以确保化工设备在恶劣工况下稳定运行,提高生产效率和产品质量。同时,合理的选材还能降低生产成本和安全风险,为化工企业的可持续发展提供有力保障。因此,在化工设备的选材过程中,我们应秉持科学严谨的态度,全面评估各种材料的性能特点和应用范围,结合具体工况和需求,选择最适合的材料,为化工生产的安全、高效、可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]谢亚武.化工设备设计的选材与应用[J].化工管理,2022(23):145-148.DOI:10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2022.23.043.
- [2]毛国兴.浅析化工设备设计的选材与应用[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(9):2327-2328.DOI:10.12277/j.issn.1673-7075.2022.09.1164.
- [3]杨鹏.浅析化工设备设计的选材与应用[J].中国机械,2023(14):88-91.