

超高分子量聚乙烯材料在石化企业中的应用

赵欣欣 (河南沃森超高化工科技有限公司, 河南 濮阳 457000)

摘要: 超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) 是当今世界上比强度和比模量最高的纤维, 与碳纤维 (CF)、芳纶纤维 (Kevlar) 并称“世界三大高科技纤维”。UHMWPE 的平均分子量在 150 万以上, 是由乙烯、丁二烯单体在催化剂的作用下聚合而成的聚乙烯。近年, 由于 UHMWPE 催化、聚合工艺技术的提升, 产品质量逐步可调可控; 同时 UHMWPE 加工各种制品的能力也不断改进、创新, 下游的应用领域和数量逐年提高。本文就超高分子量聚乙烯材料在石化企业中的应用进行分析。

关键词: 超高分子量聚乙烯材料; 石化企业; 应用

1 超高分子量聚乙烯概述

1.1 简介

聚乙烯 (PE) 是目前最大、应用最广泛的塑料品种之一, 约占世界塑料总产量的 30%, 分子量高达 150 万以上的被称为超高分子量聚乙烯 (英文缩写 UHMWPE)。虽然它的分子结构与普通聚乙烯完全相同, 但由于其相对分子质量很高, 它被赋予了许多普通聚乙烯没有的优异的性能。其具有其他塑料无可比拟的耐磨、耐冲击、耐腐蚀、耐低温、自润滑、吸收冲击能、无毒卫生的优点。广泛应用于化工、石油、纺织、造纸、包装、运输、机械、矿山、农业、建筑、电气、食品、医疗、体育等领域, 是一种性能优异的新型工程塑料。目前全球 UHMWPE 树脂的产量约 20 万 t, 我国 UHMWPE 的产量约 5 万 t, 到 2025 年, 国际及国内的产量均有望提升 50%。但在聚烯烃材料领域中 UHMWPE 还属于小众产品, 究其原因, 主要还在于加工条件的苛刻导致其高的生产成本, 不适用于大众化推广; 另外一些性能上的劣势, 如耐热性差、产品容易蠕变等也限制了其在某些高端领域的应用。随着树脂解缠结聚合技术与功能化改性技术的提升, UHMWPE 制品加工装备与工艺技术的不断升级, UHMWPE 的发展将越来越好。我国 UHMWPE 材料的应用与研发均处于国际前列, 在未来几年, 有效落实产研结合, 实现技术突破与创新, 引导产业健康发展将有利于推动我国 UHMWPE 材料的更大进步。

1.2 性能分析

1.2.1 超高的冲击强度和耐磨性能

在目前所有的工程塑料中, UHMWPE 的冲击强度和耐磨性都是名列前茅的。它的冲击强度是尼龙 66 的 10 倍, PVC 的 20 倍, 聚四氟乙烯的 8 倍, ABS 的 5 倍, 并且可以保持在 -196°C , 无论是受力冲击, 还是内部压力波动, 都很难开裂。超高分子量聚乙烯管材, 在高腐蚀磨损条件下, 使用寿命是钢管的 4-6 倍, 输送效率提高 20%。

1.2.2 自润滑性

由于超高分子量聚乙烯材料的摩擦系数比较低, 与普通聚乙烯材料相比其具有更好的润滑性能。其自润滑系数 $=0.10022$, 水润滑摩擦系数 $=0.05010$, 油润滑系数 $=0.05008$ 。超高分子量聚乙烯材料表面吸附能力相对较弱所以不容易粘附异物, 其粘附性能仅次于聚四氟乙烯材料。

1.2.3 良好的憎水性

由于 UHMWPE 的分子链仅由碳氢元素组成, 分子中不含极性基团, 吸水率低, 是工程塑料中吸水率最小的。

防水性能好主要是因为此种材料的密度相对较高, 且分子聚合力也相对较强, 水不容易透过分子, 因此其可以达到较好的防水效果, 即使是将其放入水中也不会出现变形情况, 可以说超高分子量聚乙烯材料是所有塑料中吸水率最小的。

1.2.4 优良的抗老化性能和耐化学药品性

性能稳定, 耐老化性能好, 地面、地下, 50 年不老化。变形温度为 85°C , 熔点 $130\sim 136^{\circ}\text{C}$, 在特殊情况下, 允许在较高温度下使用。超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) 具有优异的耐低温性能, 可用于低温元件、管道、核工业等低温环境。浸渍 30d, 在 80 种有机溶剂中 20°C 和 80°C 时外观无异常, 其他物理性能也几乎没有变化。除强氧化性酸外, 在一定温度和浓度范围内, 能承受各种腐蚀性介质和有机介质 (萘溶剂除外)。

2 超高分子量聚乙烯材料在石化企业中的应用分析

2.1 UHMWPE 管材在油气管道运输中的应用

我国油田众多, 管道经常处于恶劣的酸性土壤、海水和天然盐水的腐蚀中, 管外腐蚀, 管内含硫油侵入, 钢管的使用寿命一般只有几个月。第一代钢管较重, 安装维护困难, 使用易腐蚀、易结垢、不保温、不耐磨、寿命短、运输成本高。第二代玻璃管不耐老化, 不能承受压力, 综合性能和强度不够, 不能满足石油开采和运输的需要。如果超高分子量聚乙烯管道或 UHMWPE 钢管代替钢管, 具有强度高、抗冲击性强、耐腐蚀性好、使用安全、寿命长、保温性好、自润滑、自清洁效果高等优点, 可大大降低原油中蜡粘附在管壁上的概率, 便于输送平稳; 低摩擦使原油输送阻力减小, 输送速度加快; 此外, 绝缘性能好, 可节省加热过程, 降低能耗; 装卸维护方便, 降低人工成本。

2.2 UHMWPE 管材在油井抽油的应用

石油工业在钻探和开采石油、天然气时, 除了钻探机械设备外, 还需要特殊的管材, 即钻柱、套管、油管等, 统称为“油井管”。由于行业的特殊性, 管材的选用将采用耐腐蚀管材。有的油井压力达到或超过 100MPa , 井底温度超过 200°C ; 有的油田是硫化氢、二氧化碳、负离子等重腐蚀油气共存的油田。这样的钻采条件对油井管的要求非常苛刻, 一旦油井管选择不当, 造成起下钻、压碎和泄漏, 油井就会报废。超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) 内衬管材是一层超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) 内衬在钢管内的普通管材。采用特殊工艺使衬管与钢管粘在一起, 形成“管中管”结构。这种内衬油管不仅解决了油管的局部磨

损、腐蚀、结蜡等问题，而且由于摩擦系数低，降低了油井光杆的载荷，降低了杆柱底部的应力，延长了杆柱的使用寿命。

2.3 超高分子量聚乙烯化工泵的研制及应用

超高分子量聚乙烯材料属于新型的高分子聚合物，虽然其耐腐蚀性能、耐低温性能还无法与氟塑料相比，但是其耐磨性能确是目前塑料材料中最好的。在国外很多化工生产企业都是用其来制作化工泵，并用来输送 H_2SO_4 、 H_3PO_4 以及 F_6H_2Si 等酸性化工介质。现阶段我国所引入的硫酸酸洗净化装置主要是超高分子量聚乙烯卧式泵，其可以充分的实现连续运转，所以其已代替价格较贵的路密特合金泵。上个世纪九十年代，化工部研究院开展了中小型超高分子量聚乙烯卧式泵的研究，水力性能测试指标均符合相关要求，在运行中还可有效的降低振动、噪音并可以提升运行的可靠性，减少渗漏情况的发生，可以满足生产要求，其在化工行业中得到了广泛的推广与使用。

2.4 UHMWPE 制品在石化企业设备零件上的应用

利用 UHMWPE 的耐磨性、自润滑性和不粘性，在化工的包装机械中广泛应用于导轨、传送装置的滑块、固定块、轴套等，还可用于各种不同形状和结构的滚轮、链轮、链节、链条、导杆、轴承，衬瓦、齿轮、柱塞等零件。使用这些 UHMWPE 零件，可以降低噪音提高工效。UHMWPE 制成的链轮、链节、链条及组合链条，在国内的应用还处于初级阶段。由于其优点多，如产品质量轻，减小了驱动链条所需要的能源消耗、运行成本及噪音，并改善了工作

环境，使用寿命长等，因而国内的使用范围将逐渐扩大。

利用 UHMWPE 优良的耐磨性和耐腐蚀性，可制作化工设备上的泵、阀门、法兰、过滤器、搅拌浆、叶片、轴、轴承、轴套、垫片、喷嘴、密封填料、旋塞、绝缘塞、吹风机收缩接头等。有一种硫酸注射喷嘴，原来使用 PP 材料，改用 UHMWPE 后，寿命提高 5 倍。机械密封装置中的 152-35 型弹簧座，要求耐磨和自润滑，采用 UHMWPE 零件替代原价格昂贵的填充 PTFE 材料，使用效果很好。

3 结语

由于超高分子量聚乙烯材料自身具有较好的性能，所以得到了石化行业的青睐，并将其运用到石油、天然气输送管道、化工机械设备零件原油等方面。在具体使用的过程中相关的研究人员还应对其使用性能等方面进行进一步的研究，使用效果可以不断被优化，相信在未来石化企业生产中超高分子量聚乙烯材料可以更好的发挥出作用，推动我国石化行业的发展。

参考文献：

- [1] 王新威, 张玉梅, 孙勇飞, 等. 超高分子量聚乙烯材料的研究进展 [J]. 化工进展, 2020(9).
- [2] 宋超, 黄友光, 孙艳朋. 超高分子量聚乙烯纤维的制备工艺及发展概况 [J]. 山东化工, 2018, 47(18).
- [3] 张文媛. 我国超高分子量聚乙烯的应用及研究现状 [J]. 当代石油石化, 2017(9).
- [4] 齐姝婧, 韩勇锡, 张伟. 超高分子量聚乙烯生产及市场现状与应用领域 [J]. 化学工业, 2017(3).

(上接第 128 页) 底板以及接口模板也需要进行合理设置，保障整个系统的稳定可靠运行。

3.3 实时做好故障诊断和监测

电气化控制系统应用的基础功能就是通过对生产过程的实时监测，为后续生产提供数据指导和参数支撑。电气自动化控制系统中的数据采集和处理模块，可以实现相关数据的采集和收集，采集到的数据会存储到 DCS 系统与 PLC 系统中，系统再利用相应的程序指令，结合实际工况，对系统的运行参数进行调整；数据采集工作完成后，控制系统会利用多项处理和计算，控制在相应的生产设施以最佳的状态运行，真正的实现生产过程的自动化控制。利用数据采集与处理模块，对化工生产过程中所存在的故障进行实时性的监测和诊断，然后采取有效的方法加以解决。具体来说，故障监测任务主要包括：发现故障，识别故障，诊断故障原因，判断故障幅度，明确故障发生的位置，预测故障的发展趋势，提出合理有效的处理建议。化工生产中，自动化系统可以利用三种方式检测电气自动化设备的故障：

① 实验室设备检测方法：竖线模拟自动化控制设备的运作环境，统计自动化设备运作的时间以及相关参数，为实际生产提供更加准确的、可行性较高的操作指导；② 现场设备检测法：根据具体的检修需求，完成在线、停机、脱机检测，同时完成相应的功能性和可靠性检测；③ 特质

环境下实验室检测：具体来说就是知道某一种故障可能会发生，然后采取有效的措施排除故障。比如，电话自动化设备运行过程中，出现了温度较高的问题，如果一直未得到有效的解决，就可能给导致设备结构的损坏，严重影响整个化工生产过程。如果利用实时检测数据，做好故障设备的状态分析，然后制定科学有效的检测方案，可以及时有效的彻底消除故障。

4 结束语

在科学技术发展过程中，石油化工行业开始普遍使用电气自动化控制设备，而设备的可靠性就显得尤为重要，在一定程度上决定了企业生产效率以及产品质量，良好的设备稳定性有助于化工企业在市场中占据不败之地。

参考文献：

- [1] 赵成杰. 石油化工电气自动化系统集成 [J]. 化工管理, 2020(15):151-152.
- [2] 梁玉珍. 电气自动化系统在石油化工行业中的应用 [J]. 化工管理, 2020(15):164-165.
- [3] 马成良, 杨东, 张磊. 石油行业电气自动化体系的构建及发展研究 [J]. 科技风, 2020(14):188-189.
- [4] 邱宇. 电气自动化技术在海洋石油钻井作业中的应用研究 [J]. 化工管理, 2020(05):125.
- [5] 刘畅. 结合石油行业特色的电气自动化实验室构建 [J]. 电子世界, 2017(21):42-43.