

剖析聚烯烃装置机械设备设计

赵建鑫

中国石油兰州石化公司 甘肃兰州 730060

摘要: 本文详细剖析了聚烯烃装置机械设备设计的关键要点,包括挤压造粒设备、气流输送装置等的设计原理、选型依据以及设计过程中需要考虑的因素。同时,探讨了聚烯烃装置机械设备设计的发展趋势,旨在为相关设计人员提供参考,以提高聚烯烃装置的运行稳定性和经济效益。

关键词: 聚烯烃装置; 机械设备设计; 挤压造粒; 气流输送

引言

聚烯烃作为一类重要的高分子材料,在现代工业和日常生活中有着广泛的应用。从包装领域的薄膜、注塑制品,到建筑行业的管材、板材,再到汽车工业的零部件等,聚烯烃产品无处不在。聚烯烃装置的机械设备设计直接关系到装置的生产能力、产品质量以及运行的稳定性和安全性。因此,深入剖析聚烯烃装置机械设备设计具有重要的现实意义。随着市场对聚烯烃产品需求的不断增长以及对产品质量要求的日益提高,聚烯烃装置机械设备的設計也面临着新的挑战和机遇。如何优化设备设计,提高装置的生产效率和产品质量,降低生产成本和能源消耗,成为了当前聚烯烃行业关注的焦点。

一、聚烯烃装置概述

聚烯烃装置主要用于生产聚乙烯、聚丙烯等聚烯烃产品。其生产过程通常包括聚合反应、分离、干燥、造粒等多个环节,每个环节都涉及到不同类型的机械设备。聚合反应是聚烯烃生产的核心环节,通过催化剂的作用,使单体分子发生聚合反应,生成聚合物。在这个过程中,需要使用聚合釜等设备来提供反应场所,并控制反应条件。分离环节则是将未反应的单体、溶剂等与聚合物分离,常用的设备有分离器、蒸馏塔等。干燥环节的目的在于去除聚合物中的水分和其他挥发性物质,以提高产品的质量,常见的干燥设备有流化床干燥器、闪蒸干燥器等。造粒环节是将干燥后的聚合物加工成颗粒状产品,以便于储存、运输和后续加工,主要设备为挤压造粒机。

作者简介: 赵建鑫(1998.4-),男,汉,甘肃武威,学士,工程师,主要研究方向:聚烯烃类装置机械设备。

二、聚烯烃装置机械设备设计关键要点

(一) 挤压造粒设备设计

1. 设备选型

L型挤压造粒机:结构紧凑,占地面积小,适用于中小规模生产。其优点是操作简单,维护方便;缺点是生产能力相对有限,产品颗粒的形状和尺寸均匀性可能不如直线型挤压造粒机。L型挤压造粒机的螺杆设计较为特殊,物料在螺杆内的流动路径呈L形,这种设计使得物料在螺杆内的停留时间相对较短,对于一些对温度和剪切敏感的聚烯烃材料可能不太适用。然而,对于一些生产规模较小、产品质量要求相对较低的企业来说,L型挤压造粒机仍然是一种经济实用的选择。例如,在一些小型的聚烯烃加工企业中,L型挤压造粒机可以满足其对聚乙烯、聚丙烯等产品的初步加工需求。

直线型挤压造粒机:具有较高的生产能力和较好的颗粒成型效果,能够生产出形状和尺寸较为均匀的颗粒,适用于大规模生产。但设备结构相对复杂,占地面积大,投资成本较高。直线型挤压造粒机的螺杆较长,长径比较大,物料在螺杆内可以得到充分的混炼和塑化,从而保证了产品颗粒的质量。此外,直线型挤压造粒机通常配备有先进的切粒系统和温控系统,能够精确控制颗粒的形状和尺寸,以及生产过程中的温度和压力。在大型聚烯烃生产企业中,直线型挤压造粒机被广泛应用于聚乙烯、聚丙烯等产品的大规模生产。

2. 设计参数确定

生产能力:根据装置的规模 and 市场需求,确定挤压造粒机的生产能力。一般来说,大型聚烯烃装置的挤压造粒机生产能力可达数万吨甚至数十万吨每年。生产能力的确定需要综合考虑多个因素,如聚合反应的产量、

装置的运行时间、设备的维护周期等。例如，对于一个年产10万吨聚乙烯的聚烯烃装置，其挤压造粒机的生产能力应根据装置的运行时间和设备的效率来确定，以确保能够满足聚合反应的产量需求。

颗粒形状和尺寸：根据产品的用途和客户需求，设计颗粒的形状和尺寸。常见的颗粒形状有圆柱形、球形等，尺寸通常在几毫米到十几毫米之间。不同的颗粒形状和尺寸对产品的性能和应用有着重要的影响。例如，圆柱形颗粒在一些注塑加工中具有较好的流动性和填充性，而球形颗粒则在一些需要较高堆积密度的应用中更为合适。此外，颗粒的尺寸均匀性也会影响产品的质量和加工性能，因此在设计时需要严格控制颗粒的尺寸公差。

电机功率：根据挤压造粒机的生产能力、螺杆直径、长径比等参数，计算所需的电机功率，以确保设备能够正常运行。电机功率的计算需要考虑物料的性质、螺杆的转速、剪切力等因素。例如，对于一些高粘度的聚烯烃材料，需要较大的电机功率来克服物料的阻力，保证螺杆的正常转动。同时，电机功率的选择还需要考虑设备的节能要求，选择合适的电机型号和功率，以降低能源消耗。

（二）气流输送装置设计

1. 输送方案选择

稀相气流输送：适用于输送距离较短、输送量较小的情况。其优点是设备简单，投资成本低；缺点是产品磨损率较高，输送效率相对较低。稀相气流输送是利用高速气流将物料颗粒悬浮在气流中进行输送，由于物料颗粒在气流中处于悬浮状态，与管道壁的摩擦较大，因此产品磨损率较高。

密相气流输送：适用于输送距离较长、输送量较大的情况。其优点是产品磨损率低，输送效率高；缺点是设备复杂，投资成本高，对输送介质的要求也较高。密相气流输送是利用较低速度的气流将物料颗粒以栓状或集团状的形式进行输送，由于物料颗粒之间的相互作用力较大，与管道壁的摩擦较小，因此产品磨损率较低。此外，密相气流输送的输送速度较慢，输送效率较高。在一些大型聚烯烃装置中，从聚合反应区到包装区的物料输送通常采用密相气流输送方式。

2. 设备布置

粉料料仓布置：聚烯烃粉料中间料仓置于挤压造粒厂房外的地面上，厂房顶层只用一个小的缓冲料仓，这样可降低挤压造粒厂房的梁柱尺寸，减少投资，同时也

方便管道布置，但需满足总图布置要求。将粉料中间料仓置于厂房外的地面上，可以充分利用地面空间，减少厂房内部的空间占用，从而降低厂房的建设成本。此外，这种布置方式还便于管道的布置和维护，提高了装置的运行效率。然而，在进行粉料料仓布置时，需要考虑物料的流动性、料仓的容量、卸料方式等因素，以确保物料能够顺利地由料仓中输送到挤压造粒机中。

粒料淘析系统布置：将淘析器置于包装料仓的顶部，与料仓管口直接相连，淘析效果最好，但包装框架结构相对复杂；将淘析器置于包装厂房的地面，包装框架结构简单，但淘析效果不如前者。淘析器的作用是将粒料中的细粉和杂质分离出来，提高产品的质量。将淘析器置于包装料仓的顶部，可以充分利用重力作用，使细粉和杂质更容易分离出来，从而提高淘析效果。然而，这种布置方式会增加包装框架的结构复杂性，提高建设成本。将淘析器置于包装厂房的地面，则可以简化包装框架的结构，但淘析效果可能会受到一定的影响。在实际设计中，需要根据装置的具体情况和产品质量要求，选择合适的淘析器布置方式。

旋转阀组件布置：粒料旋转阀组件的高度决定了粒料料斗的安装位置及支撑高度和整个掺混料仓框架的高度，同时也影响着聚合区干燥框架的高度，因此在设计时需与气流输送厂家确定关键数据，以避免对项目工程进度产生影响。旋转阀组件是气流输送装置中的关键设备，其作用是控制物料的流量和压力。粒料旋转阀组件的高度设计需要考虑物料的流动性、输送速度、压力降等因素，以确保物料能够顺利地通过旋转阀组件进行输送。此外，旋转阀组件的高度还会影响到其他设备的布置和安装，因此在设计时需要与气流输送厂家进行充分的沟通和协调，确定关键数据，以保证项目的顺利进行。

3. 管道设计

输送管道布置：设计时应尽量缩短输送管道的长度，水平直管段不宜过长，配管时尽量将较长的水平管分段设置，中间增设垂直管段；输送管道应尽量减少拐弯，以降低阻力降，减少物料颗粒破碎；为保证气流输送系统的风速平稳，气流输送管线的管径从起点到终点应平稳放大。输送管道的布置直接影响到气流输送系统的运行效率和产品质量。缩短输送管道的长度可以减少物料在管道中的停留时间，降低阻力降，提高输送效率。水平直管段过长会导致物料在管道中堆积，影响输送效果，因此需要分段设置垂直管段，以防止物料堆积。减少拐

弯可以降低物料颗粒与管道壁的摩擦，减少颗粒破碎，提高产品质量。管径的平稳放大可以保证气流输送系统的风速平稳，避免因风速变化而导致物料输送不畅。

供料器下出口管线布置：在气流输送系统中，供料器下出口管线应设置较长的一段水平管，让粒料先水平加速，有一定能量后再垂直上行，以避免管线被颗粒堵塞。供料器下出口管线的布置对物料的输送起着关键作用。如果供料器下出口管线直接垂直上行，粒料可能会因缺乏足够的能量而无法顺利上行，导致管线堵塞。设置较长的一段水平管可以让粒料在水平方向上加速，获得一定的能量后再垂直上行，从而保证物料能够顺利地通过供料器下出口管线进行输送。

输送管道的特殊处理：稀相气流输送系统的粒料管道，其竖直线和弯管的内表面需进行高电位喷砂处理，使管道内表面形成无数个均布的小圆坑，以减少产品拉丝，保证聚烯烃粒料的产品质量。在稀相气流输送系统中，物料颗粒在管道内的流动速度较快，与管道壁的摩擦较大，容易导致产品拉丝。通过对竖直线和弯管的内表面进行高电位喷砂处理，可以使管道内表面形成无数个均布的小圆坑，增加管道内表面的粗糙度，从而减少物料颗粒与管道壁的摩擦，降低产品拉丝的可能性，保证聚烯烃粒料的产品质量。

输送管道的管架设计：对于稀相气流输送系统，管道不必进行应力计算，但物料管线均为薄壁管，在进行管架设计时，两个相邻管架的间距较标准壁厚管线短，管架的支撑点应尽量避免在大弯管处，且采用U型管卡连接。稀相气流输送系统的管道由于物料颗粒的流动速度较快，对管道的冲击力较大，因此在进行管架设计时需要特别注意。两个相邻管架的间距较短可以提高管道的稳定性，减少管道的振动。管架的支撑点应尽量避免在大弯管处，以防止管道在弯管处产生应力集中，导致管道破裂。采用U型管卡连接可以方便管道的安装和拆卸，同时也可以提高管道的固定效果。

输送管道的防静电设计：气流输送系统的物料在管道中流动会产生静电，为保证装置安全，在法兰连接处应采用跨接线，通过静电接地将静电导走。在气流输送系统中，物料颗粒与管道壁的摩擦会产生静电，如果静电积累过多，可能会引发火灾或爆炸等安全事故。因此，在设计输送管道时，需要采取防静电措施。在法兰连接

处采用跨接线可以将各个管道连接起来，形成一个等电位体，通过静电接地将静电导走，从而保证装置的安全运行。

结论

聚烯烃装置机械设备设计是一个复杂的系统工程，涉及到多个方面的知识和技术。在设计过程中，需要根据装置的规模、产品要求、工艺特点等因素，合理选择设备类型和设计参数，优化设备布置和管道设计，以确保装置的安全稳定运行和经济效益的最大化。同时，随着科技的不断发展，聚烯烃装置机械设备设计也在不断创新和发展，朝着智能化、大型化、绿色化等方向迈进。相关设计人员应密切关注行业发展趋势，不断学习和掌握新的技术和方法，为聚烯烃行业的发展做出更大的贡献。在未来的聚烯烃装置机械设备设计中，还需要进一步加强对新材料、新工艺的研究和应用，提高设备的性能和可靠性，满足市场对聚烯烃产品不断增长的需求。同时，还需要加强对设备的维护和管理，建立完善的设备维护体系，确保设备的长期稳定运行。只有这样，才能在激烈的市场竞争中占据一席之地，实现聚烯烃行业的可持续发展。

参考文献

- [1]常欢,叶南飏.含环烯烃共聚物回收料成分剖析和分离技术研究[J].广东化工,2022,49(21):64-66. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1865.2022.21.020.
- [2]吴新月.二芳基甲基取代的后过渡金属催化剂在烯烃聚合反应中调控聚乙烯拓扑结构的研究[D].安徽:安徽大学,2024.
- [3]肖博远,于洪博,张文静.连续聚合工艺制备茂金属聚烯烃弹性体[J].当代化工,2024,53(10):2405-2408. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0460.2024.10.028.
- [4]汪焕心.剖析中国聚烯烃市场的走势与前景[J].广州化工,2010,38(9):1-2. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9677.2010.09.001.
- [5]刘洪涛,邢立江,张建国.锂系聚烯烃弹性体(TPOE)与聚烯烃树脂的共混行为及性能研究[J].化工技术与开发,2024,53(7):11-17. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9905.2024.07.003.