



• 中文核心期刊 • CA收录期刊 • 中国科学引文数据库来源期刊 • 中国科技核心期刊

ISSN 1005-5770
CN 51-1270/TQ

塑料工业[®]

CHINA PLASTICS INDUSTRY

2025年5月 第53卷 第5期 总第461期 www.iplast.cn

2025 **5**

主办:中蓝晨光化工研究设计院有限公司



中化
sinochem

中蓝晨光院
chengrand

广告



传承六十载 创新向未来

热烈庆祝
中蓝晨光化工研究设计院有限公司成立60周年

1965~2025

新质生产力赋能中国塑料工业“双碳”转型路径探索	周长胜, 李春梅 187
“一带一路”背景下旅游发展对包装工程专业的影响及人才培养对策	尹洪炜, 彭泽科, 张书华 189
仿生塑料在石窟文化遗产保护中创新应用	张 静, 雷怡莹 191
数智化技术在农林类高校纤维制品与加工教学中的应用	姜柏羽, 戴进峰 192
电力电子技术在塑料加工中的节能效果分析	李建刚 193
化工设备与机械专业教学中提升学生管理能力的策略研究	戴 静 195
人力资源视角下化工企业生产管理的创新路径	游海娟 196
高等数学在化工教育教学改革中的融合策略与实践	朱亚红 198
有机合成技术在功能塑料制备中的应用与进展	张永康 199
兴趣驱动、专业导向和多维评价的“有机化学”创新教学研究	李 玲, 侯传金 200
低碳经济背景下我国废旧塑料行业的发展探究	陈立刚 201
以产教融合拓宽化工专业创新创业教育的深度与广度	刘丹凤 203
大数据技术在化工企业信息化建设中的应用与研究	张凤彦 204
塑料企业数字化转型的驱动机制研究	林盛泓, 沈 扬, 熊志辉, 罗宇舟 205
化工企业网络安全风险防御和处置能力研究	赖世伟, 胡爱晶, 刘新超 206
碳纤维复合材料在舞蹈器械制作中的应用	孙瑜滢 208
塑料材料的改性技术研究	辛 辉 209
废旧塑料再生利用项目的环境影响评价分析	徐婧喆 210
高分子材料在假肢矫形器制作中的运用	张超峰, 王 耀, 施虹求 211
审计视角下化工企业财务内部控制	白雪峰 212
化工创新思维培养与大学生行为养成教育关联	丁 好 213
大数据背景下会计信息化的化工企业财务管理创新探究	苗瑞红 214
化工企业财务会计理论创新与成本精细化核算研究	童 声 216
绿色化工理念下大学生创新创业机遇与挑战分析	吴宏宇, 芦志超 217
人工智能背景下科研反哺教学的“工程材料基础”课程教学改革研究	熊 峰, 陈 冰, 邓 辉, 唐思文, 唐 皓 218
庆祝中蓝晨光化工研究设计院有限公司成立60周年	封面
中蓝晨光化工研究设计院有限公司	封二
北京博力澳枫新材料科技有限公司	封三
四川晨光工程设计院有限公司	封底
第12届中国国际线缆工业展览会	英文目次对页
宁波坚锋新材料有限公司	彩色插页6
《塑料工业》理事会	彩色插页7~14
中国合成树脂协会	彩色插页15
海南贝欧亿科技有限公司	彩色插页16
上海思尔达科学仪器有限公司	双色插页1
上海金山星星塑料有限公司	双色插页2
上海华仲荣工贸有限公司	双色插页3
《塑料工业》2025年征订启事	双色插页4

电力电子技术在塑料加工中的节能效果分析*

李建刚

(江苏省江阴中等专业学校, 江苏联合职业技术学院江阴分院, 江苏 无锡 214433)

在全球能源危机日益严重以及人们对环保要求越来越高的情况下, 如何提高工业生产效率并降低能耗已迫在眉睫。电力电子技术, 作为一种高效且灵活的能源转化和控制手段, 在塑料加工领域的作用日益凸显。本论文研究的目的是通过对变频调速、功率因数校正、软启动及节能控制在塑料加工过程中的应用情况和节能效果进行分析, 揭示其对促进生产效率、降低能耗的潜在作用。通过对节能率计算方法的研究及实际案例的分析, 旨在对塑料加工行业节能改造提出科学方案并评价其经济效益。

1 电力电子技术的基本原理

电力电子技术的基本原理是利用电力电子器件对电能进行变换和控制, 它主要基于半导体器件的开关特性, 通过控制这些器件的导通和关断, 实现对电压、电流、频率等电能参数的变换。核心目标是高效、精确地将一种形式的电能转换为另一种形式, 以满足不同的电力需求。例如, 可将交流电转换为直流电, 或者将固定电压的直流电转换为可变电电压的直流电。电力电子技术涉及电路拓扑结构的设计、控制策略的制定以及对电磁干扰的抑制等方面, 广泛应用于电力系统、工业生产、交通运输等众多领域。

2 电力电子技术在塑料加工中的具体应用

2.1 变频调速技术在塑料加工中的应用

变频调速技术是利用电源频率的变化对电机的转速进行调节。就塑料加工而言, 该技术是很有意义的。以注塑机为例, 可以针对不同工艺要求准确地通过调节螺杆转速来控制塑料填充速度及压力。变频调速可以达到平滑启停的目的, 降低了机械冲击的产生, 提高了装置的使用寿命。同时, 通过调节转速可使生产过程能耗达到最优, 提高了能源利用效率。在挤出机上, 变频调速能准确地控制挤出速度并保证产品质量稳定。同时, 也适应了不同原料及产品规格的需要, 增加了生产灵活性。另外, 变频调速系统的动态响应性能好, 能对工艺参数变化迅速作出反应, 提高生产效率。

2.2 功率因数校正技术在塑料加工中的应用

功率因数校正技术的主要应用是为了提升电力系统的功率因数, 并降低无功功率的损失。在如注塑机和挤出机这样的塑料加工设备中, 电力电子器件和电机的使用非常普遍, 这类设备常常导致功率因数偏低, 从而降低电网的

电能质量, 并增加电力线路的损耗和电费支出。功率因数校正技术是通过在电路中加入有源或无源元件, 对输入电流进行整形, 从而减小其与输入电压的相位差, 进而提高功率因数。在塑料处理过程中, 利用功率因数校正技术能够减少设备对电网产生的谐波污染, 从而增强电网的稳定性和可靠性, 同时降低了设备能耗和生产成本。另外, 功率因数校正技术也能改善装置启动性能和运行效率, 并延长使用寿命。

2.3 软启动与节能控制在塑料加工中的应用

软启动技术对塑料加工设备启动起着至关重要的作用。传统直接启动方式产生的启动电流大, 给电网及设备带来冲击并影响其寿命。但软启动技术是通过逐步提高电机电压与频率来达到平滑启动和减小启动电流。就塑料加工而言, 软启动能降低设备启动过程中的机械应力及电气冲击, 对电机及传动系统起到保护作用。同时软启动也避免了由于启动电流过大导致电网电压出现波动, 增强了电网运行稳定性。节能控制是软启动技术发展的一个重要拓展。在塑料加工时, 结合实际生产需求通过调节电机转速及负载达到节能运行, 如注塑机保压阶段可以降低电机转速和能耗等。软启动和节能控制技术相结合为塑料加工企业降低生产成本和增强企业竞争力提供高效可靠节能解决方案。

3 电力电子技术在塑料加工中的节能效果分析

3.1 节能率计算方法

3.1.1 能耗基准线的确定

能耗基准线的确定是分析电力电子技术在塑料加工中的节能效果的关键环节, 注意事项如下: 1) 需要对塑料加工企业原有设备的能耗进行全面监控, 包括对注塑、挤出、吹塑等不同加工环节的电力消耗记录。通过安装电能计量装置, 收集设备在正常生产状态下的一段时间内(如一周或一个月)的用电量数据, 并结合设备运行时间、生产负荷和加工材料类型的影响, 来准确评估能耗。2) 设备的技术规格和性能参数, 如电机的额定功率和效率, 也是制定基准线的重要依据。这些参数可以帮助估算在不同运行条件下装置的能耗范围。3) 制定能耗基准线时还需考虑环境因素的影响, 例如温度、湿度及其他环境条件, 这些都可能对设备的运行效率和能源消耗产生一定影响。因此, 必须在相对稳定的环境条件下进行能耗监测, 以确保基准线

* 江苏省职业教育匠心智造数控技术“双师型”名师工作室(江苏省教育厅苏教师函〔2022〕31号)

作者简介: 李建刚, 男, 1977年生, 硕士, 高级讲师, 主要研究方向为电工电子技术和产教融合。

的精度。综合考虑上述因素,能够精确地确定在不使用电力电子技术的情况下,塑料加工设备的能耗基准线,为节能效果分析提供科学依据。

3.1.2 节能效果的量化

为了量化电力电子技术在塑料加工中的节能效果,需要进行一系列的分析和计算。首先,在采用电力电子技术后,再次对塑料加工设备的能耗进行监测。记录相同时间段内、相同生产条件下的用电量数据,并与能耗基准线进行对比。节能效果可以通过计算节能率来量化。节能率的计算公式为:节能率=(能耗基准线-采用电力电子技术后的能耗)/能耗基准线 $\times 100\%$ 。例如,假设能耗基准线为每月 10 000 kW·h,采用电力电子技术后每月用电量为 8 000 kW·h,则节能率为(10 000-8 000)/10 000 $\times 100\% = 20\%$ 。除了直接计算节能率,还可以通过分析设备的运行参数来量化节能效果。例如,对于采用变频调速技术的电机,可以比较不同转速下的功率消耗情况。在相同的输出功率要求下,降低电机转速可以减少功率消耗,从而实现节能。通过测量不同转速下的电流、电压等参数,可以计算出电机在不同工况下的功率消耗,并与未采用变频调速技术时的功率消耗进行对比,以量化节能效果。此外,还可以考虑电力电子技术对设备运行效率的提升所带来的间接节能效果。例如,功率因数校正技术可以提高设备的功率因数,减少无功功率损耗,从而降低电网的线路损耗和变压器的负载。这部分节能效果虽然难以直接测量,但可以通过理论计算和实际经验进行估算。量化节能效果不仅可以帮助企业评估电力技术的投资回报率,还可以为进一步优化节能方案提供依据。通过不断地监测和分析节能效果,可以调整电力技术的应用参数,以实现更好的节能效果。

3.2 实际案例分析:某注塑企业的节能改造

某注塑企业为降低生产成本、提高能源利用效率,决定对其生产设备进行节能改造,引入电力电子技术。首先,企业对所有注塑机安装了变频调速装置。通过精确控制电机转速,根据不同的生产工艺需求调整注塑速度和压力。同时,采用功率因数校正技术,改善电网电能质量,减少无功功率损耗。在设备启动方面,应用软启动技术,降低启动电流对电网和设备的冲击。改造后,设备运行更加稳定,生产效率得到提升。此外,企业还对车间的照明系统进行了节能改造,采用高效节能的发光二极管(LED)灯具,并结合智能控制系统,根据生产环境的光照需求自动调节亮度,进一步降低了能耗。

3.3 数据分析与结果讨论

3.3.1 节能效果统计

在这家注塑企业实施节能改造之后,进行了 1 个月的详细能耗统计工作。改造之前,企业的注塑机每月的用电量为 10 000 kW·h,但改造后,由于采用了变频调速技术,电机的能耗显著降低。在制造小型塑料产品的过程中,电机的转速下降了 30%,导致能量消耗减少到 6 000 kW·h;在制造中型塑料产品的过程中,电机的转速根据生产工艺进行调整,降低 20%,从而使能量消耗降至 7 200 kW·h;在制造大型塑料产品的过程中,电机的转速下降了 15%,能量消耗达到了 8 100 kW·h。考虑到各种不同的生产任务,平均节能效果约为 20%。使用功率因数校正技术后,其效果表现得非常出色。改造前,电网功率因数为 0.8,导致无功功率损失较大。经过改进,功率因数已经提升至 0.95 或更高,计算显示,无功功率的损失减少了约 70%。照明系统方面,在改造之前每月的用电量为 2 100 kW·h,通过结合 LED 照明设备和智能控制系统,可以根据实际照明需求自动调整亮度,从而使照明的能量消耗减少超过 50%,月用电量降至不超过 1 000 kW·h。从整体角度分析,该企业的节能效率大约为 15%,这主要体现在月总用电量从 12 100 kW·h 减少至 10 200 kW·h。

3.3.2 经济效益分析

节能改造为该注塑企业带来了显著的经济效益。以企业每月用电量为基础,改造前电费按照每度电 1 元计算,每月电费支出为 12 000 元。节能改造后,按照节能率计算,每月可节省约 1 800 元电费。同时,设备运行更加稳定,减少了设备维修和更换的成本。改造前,每年设备维修费用约为 50 000 元。由于软启动技术的应用,电机和传动系统的使用寿命得到延长,预计每年可减少维修费用 10 000 元左右。此外,节能改造还提高了企业的竞争力。在当前注重环保和节能的市场环境下,企业的节能举措不仅符合国家政策要求,也赢得了客户的认可。据统计,节能改造后企业订单量增加了 20%,为企业带来了更多的市场份额。从长期来看,节能改造总投资为 500 000 元,预计每年可节省电费和维修费用约 30 000 元,投资回报率较高,为企业的可持续发展奠定了坚实基础。

4 总结

综上所述,电力电子技术在塑料加工行业中的应用不仅能够显著提升生产效率,还能有效降低能源消耗,具有重要的经济和环境效益。通过变频调速、功率因数校正、软启动等技术的综合运用,企业能够实现生产过程的优化和能源的高效利用。本文通过案例分析和数据分析,验证了电力电子技术在塑料加工行业节能改造中的实际效果和经济价值。未来,随着技术的进一步发展和优化,电力电子技术将在塑料加工乃至更广泛的工业领域发挥更大的作用,为实现可持续发展贡献力量。