

厌氧胶固化特性对模具冲头长期使用稳定性的影响研究

安 宁 薛金良 任 凯

山西省永济市中车永济电机有限公司 山西 永济 044500

【摘要】：模具制造业是我国装备制造业的核心支柱，在汽车、电子、高铁装备等领域承担着关键零部件成型重任，其中电机定转子冲片模具的精度与稳定性，直接决定高端装备核心部件的质量。模具冲头作为成型工序的核心受力部件，长期处于高速冲击、反复摩擦的工况中，易出现松动、间隙不匀、金属腐蚀等问题，大幅缩短模具使用寿命、降低生产效率。厌氧胶作为新型单组份密封粘接材料，其独特的缺氧固化特性、可控固化时效、高强度粘接与缝隙填充性能，可有效解决模具冲头装配与使用中的核心痛点。本文围绕厌氧胶固化核心特性展开分析，探究其对模具冲头长期使用稳定性的影响机制，优化冲头厌氧胶装配工艺，结合工程应用验证应用价值，为模具制造企业提升冲头使用寿命、保障生产稳定性提供参考。

【关键词】：厌氧胶；固化特性；模具冲头；装配稳定性；使用寿命

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.093

引言

随着我国制造业向高端化、精密化转型，高铁、新能源汽车等领域对核心零部件的精度要求持续提升，模具作为工业成型的基础工艺装备，其装配质量与长期运行稳定性直接决定产品合格率。厌氧胶依托自由基阻聚与缺氧固化原理，在模具装配尤其是大型复合模具冲头、导柱、导套等精密部件装配中逐步推广应用，其固化特性与模具冲头的工况需求高度适配。相较于传统装配工艺，厌氧胶可精准填充冲头与安装座的配合间隙，固化后形成稳定的高分子交联结构，兼具高强度粘接、密封防漏、防腐抗振多重性能，且装配工艺简洁、成本可控。本文重点剖析厌氧胶核心固化特性，深入分析其对模具冲头长期使用稳定性的影响，优化适配冲头的装配工艺，为厌氧胶在模具冲头装配中的规范化应用提供理论与实践支撑。

1 厌氧胶核心固化特性及参数分析

厌氧胶是基于氧对自由基阻聚原理研发的单组份密封粘接剂，其固化过程完全依赖环境条件触发，固化速度、粘接强度、密封性能等核心特性，直接决定模具冲头装配后的初始稳定性与长期耐用性，核心固化特性及关键参数如下表所示：

表1 核心固化特性及参数

固化特性维度	核心参数与性能表现	对模具冲头装配的适配意义
固化触发条件	有氧环境保持液态，隔绝氧气且接触金属表面时，在金属元素催化下快速聚合，形成交联固体聚合物；胶缝外溢部分接触空气不固化，易清理	适配冲头圆柱形装配结构，溢胶清理便捷，避免胶体残留影响模具装配精度

室温固化时效	20°C以上环境，30分钟左右初步固化，1小时具备良好抗震性能，2小时固化强度达80%，24小时完全固化；低温环境固化时效适度延长	初固速度快，可缩短模具装配等待周期，完全固化后强度稳定，满足冲头长期受力需求
间隙填充与膨胀性	适配双边0.1-0.3mm装配间隙，固化后轻微膨胀，完全填满配合缝隙，无溶剂挥发，密封密实无空隙	精准填补冲头与安装座的配合间隙，消除间隙带来的松动隐患，提升装配紧密度
力学与耐候性能	完全固化后剪切强度≥15MPa，耐温范围-55°C至150°C，抗振动、抗腐蚀、耐化学介质侵蚀	抵御冲头长期冲击振动，防止金属表面腐蚀，适配各类工况环境，保障长期稳定性

厌氧胶的固化特性具备极强的针对性，其固化过程无需加热、光照等外部辅助条件，仅依靠冲头与模具基体的金属配合面即可触发，固化后无收缩变形，不会改变冲头的原有装配尺寸，这一特性完美契合精密模具冲头的高精度装配要求，也是其替代传统工艺的核心优势。

2 厌氧胶固化特性对模具冲头长期使用稳定性的作用机制

2.1 缺氧固化成型，杜绝冲头松动位移

冲头长期承受高频冲击载荷，传统装配工艺的粘接层易出现疲劳开裂，导致冲头径向、轴向位移，影响冲压精度。厌氧胶在冲头与安装座的密闭间隙中完成缺氧固化，形成的高分子交联结构与金属表面紧密结合，粘接界面无分层、无开裂，整体粘接强度均匀且持久。完全固化后，胶层不会因振动、冲击出现松动，可牢牢固定冲头位置，避免长期使用过程中的位

移隐患，从根源上保障冲头的位置稳定性。

2.2 膨胀密封填充，阻断渗漏与腐蚀通道

模具使用过程中，切削液、润滑油易渗入冲头配合间隙，长期侵蚀会导致金属表面锈蚀、配合间隙扩大，加剧冲头松动。厌氧胶固化后的微膨胀特性，可完全填满冲头与基体的配合缝隙，形成密闭的密封层，有效阻断液体、气体的渗漏通道，避免切削液与潮气渗入腐蚀金属表面。同时，固化后的胶层具备优异的耐化学腐蚀性能，不会与切削液、润滑油发生反应，长期保持密封完整性，延长冲头与模具基体的使用寿命。

2.3 可控固化时效，保障高精度装配定位

精密模具冲头的装配精度直接决定冲压件质量，厌氧胶的室温可控固化特性，为冲头精准定位提供了充足的操作时间。涂胶后可快速完成冲头的对齐、定位调整，初步固化后即可实现临时固定，避免装配过程中冲头移位，完全固化后强度达标，无需额外辅助固定工装。相较于环氧树脂固化慢、低熔点合金需加热灌注的缺陷，厌氧胶既保证了装配定位精度，又大幅缩短装配周期，适配批量模具生产的效率需求，持续保障冲头加工精度的稳定性。

2.4 抗振耐疲劳特性，适配长期高负荷工况

模具冲头处于高频次、高负荷的连续工作状态，对胶层的抗振动、耐疲劳性能要求极高。厌氧胶固化后具备优异的抗振动、耐冲击性能，1小时初步固化后即可抵御常规装配振动，24小时完全固化后，可长期承受冲头工作时的循环应力，不会出现胶层疲劳、脱落、开裂问题。同时胶层性能不受温度波动影响，始终保持稳定的粘接与密封效果，保障冲头长期高负荷运行的稳定性。

3 模具冲头厌氧胶粘接装配工艺优化

结合厌氧胶固化特性与模具冲头的装配要求，优化标准化装配工艺，可最大限度发挥厌氧胶的性能优势，提升冲头长期使用稳定性，具体工艺流程如下：

3.1 装配间隙与表面预处理

加工冲头与安装座配合部位时，预留双边0.2-0.3mm的标准间隙，该间隙范围与厌氧胶填充性能完美适配，既能保证胶体充分渗入，又能避免间隙过大导致固化强度下降。采用风动砂轮搭配专用磨头，对冲头粘接部位外壁进行打磨处理，提升表面粗糙度，增加胶层与金属表面的附着力，强化粘接强度。随后用丙酮、无水乙醇等溶剂，彻底清洁冲头与安装座的粘接表面，去除油污、铁屑、氧化层，保证表面干燥洁净，为厌氧胶固化提供良好的接触条件。

3.2 涂胶与装配定位操作

根据冲头尺寸、承载负荷与工况要求，选用高强度厌氧胶型号，采用刷子或挤压式胶枪，将胶体均匀涂敷在冲头粘接表面，控制胶层厚度均匀，避免局部过厚或过薄。快速将冲头与模具基体对齐压合，确保配合间隙均匀，冲头定位精准。

3.3 固化与后续处理规范

装配完成后，严格遵循24小时完全固化周期，严禁提前投入使用，避免因固化不充分导致粘接强度不足。固化过程中无需施加额外压力，溢出于缝隙外的胶体因接触空气保持液态，待初步固化后直接擦拭清理即可。若后续需拆卸冲头维修，可采用加热、冲击的方式破坏固化胶层，拆卸后及时清理表面残留胶体，便于二次装配使用。

4 结论

厌氧胶的缺氧固化、可控时效、间隙填充、抗振耐腐等核心固化特性，与模具冲头的高精度装配、长期高负荷运行需求高度适配，可从根源上解决冲头松动、渗漏、腐蚀、精度偏差等核心问题，显著提升冲头长期使用稳定性与模具使用寿命。通过标准化的表面处理、间隙控制、涂胶固化装配工艺，能最大限度发挥厌氧胶的性能优势，替代传统低熔点合金、环氧树脂等装配工艺，实现模具装配效率、质量与成本的多重优化。

参考文献：

- [1] 陈猛,谢孝文,姚汪桐.H13钢模具冲头早期断裂原因[J].理化检验-物理分册,2024,60(04):49-53.
- [2] 宿勇进,徐文翠,张家伟,等.浅析三通阀体锻件多向模锻上冲头尖部模具断裂原因[J].锻造与冲压,2024,(05):65-71.