提高铵油炸药爆炸威力的配方调整与生产工艺改进

王 阳[1,3] 吴天昊[2,3] 田正文[3] 张 平[3]

1.北京北阳世纪民爆工程有限公司 北京 100020

2.保利民爆科技集团股份有限公司 北京 100070

3.保利民爆哈密有限公司 新疆 哈密 839200

【摘 要】：铵油炸药的爆炸威力受硝酸铵颗粒状态、油相吸附均匀性、装药密度和成品检验共同影响，单纯提高某一原料活性容易造成安全边界收窄。本文分析爆炸威力形成基础，梳理颗粒孔隙、油相比例、密度控制等关键特性，提出粒度级配、油相调整、混合输送和现场检测方面的工艺改进思路。配方调整应以氧平衡、吸油稳定和批次一致性为约束，生产工艺应以计量复核、防结块、防离析和装药密度闭合控制为重点，使爆速、猛度和殉爆距离等指标在合规检验条件下保持稳定。

【关键词】：铵油炸药；爆炸威力；配方调整；生产工艺；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.21.029

引言

铵油炸药以多孔粒状硝酸铵和燃料油形成氧化剂—燃料体系，常用于矿山和工程爆破等民用场景。其性能优势来自原料易得、装填方式灵活和单位成本较低，但爆炸威力对颗粒含水状态、油相吸附、混合均匀性及装药密度十分敏感。提高铵油炸药爆炸威力不是放大危险配方，而是在工业炸药通用技术条件和民爆安全管理要求内，围绕配方窗口、工艺装备和质量检测建立可复核的控制关系。

1 铵油炸药爆炸威力形成基础概述

铵油炸药的爆炸威力首先取决于氧化剂、燃料相和装药结构能否形成连续而均匀的反应体系[1]。多孔粒状硝酸铵提供主要氧化组分，油相承担燃料和润湿作用，颗粒孔隙中的油膜分布决定局部反应接触面积；装药密度又影响冲击波传播、反应区厚度和临界起爆条件。工业炸药通用检验通常围绕爆速、猛度、殉爆距离及安全性能展开，这些指标不能脱离规定检测方法和产品适用条件单独评价。铵油体系的改进重点应放在颗粒状态稳定、油相吸附充分、混合离散度降低和现场装药密度受控，而不是通过不可验证的经验加料追求瞬时威力。

2 铵油炸药配方工艺关键特性分析

2.1 硝酸铵颗粒孔隙吸油特性基础

多孔粒状硝酸铵的孔隙率、颗粒强度和表面洁净度直接影响吸油速度与保持能力[2]。颗粒孔道过少时，油相主要停留在外表面，运输和装药振动会增加离析风险；颗粒强度不足时，破碎细粉增多，体系流动性下降，局部密实区可能削弱传爆连续性。油相进入孔隙后的分布稳定性吸油特性并不只是原料验收指标，也关系到成品内部反应接触面。生产控制应把颗粒含水、结块、粉化和吸油保持状态作为同一组前置条件审查。

2.2 油相比例控制爆轰反应特性

油相比例控制的核心是让燃料相稳定进入硝酸铵孔隙，并在颗粒表面形成连续润湿层。润湿层断续时，反应接触面被切成不连续小区，爆速和做功能力会受到限制；局部油相聚集时，缺氧区和渗油风险增加，成品安全边界随之收窄。同一类产品的性能评价需要把爆速和猛度放在统一检验口径中比较，单一读数不能替代整体威力判断。配方调整应围绕油相黏度、润湿性、计量精度和混合分散状态建立闭合控制，使油膜保持在颗粒孔隙和表面接触区内，减少储运或装填过程中的迁移。

2.3 生产装药过程密度控制特性

装药密度连接配方状态和爆轰传播状态，是铵油炸药工艺改进中最容易被忽视的变量。密度偏低时，颗粒接触松散，起爆能量向反应区传递不足；密度偏高时，孔隙被压缩，油膜分布和冲击波耦合条件发生变化，传爆稳定性也会受到影响。爆炸过程评价还应关注反应充分性和安全排放特征，不能把威力改善理解为单纯增加能量输出。生产环节应把称量、输送、混合、暂存和装填密度纳入连续监测，避免不同批次之间出现不可追溯的密度漂移。

3 铵油炸药爆炸威力提升策略研究

3.1 细化硝酸铵粒度级配，稳定孔隙、吸附状态

硝酸铵粒度级配优化应服务于孔隙吸附和装填稳定两个目标[3]。粗颗粒可以保持必要孔道和流动性，适量细颗粒有助于填补颗粒间空隙，但细粉过多会提高结块概率并削弱油相分布均匀性。连续化、定量化和混合过程稳定共同影响成品一致

性。实际生产中宜建立原料筛分、破碎粉控制和吸油状态复核制度，对受潮、结块和粉化批次执行隔离处置；粒度级配调整应经合规检测验证爆速、猛度和安全指标的同步变化，而不能以单一外观或经验手感放行。粒度调整完成后，原料批次还应保留筛分、外观和吸油状态记录，便于把后续性能波动追溯到原料端。

3.2 调整油相配比，改善敏化反应充分性

油相调整要以合规原料、计量精度和反应充分性为边界[4]。不同油相的黏度、挥发性和润湿能力不同，进入硝酸铵孔隙后的保持状态也不同；配方优化应先审查油相来源、批次稳定和与硝酸铵颗粒的相容性，再讨论成品威力。生产线应采用封闭计量、分段复核和异常报警，减少人工经验投料造成的偏差。对应当提高威力的产品，不宜简单提高燃料相用量，而应依靠润湿均匀性、敏化状态稳定和装药密度匹配来改善爆轰反应完整度，并把每次调整后的成品留样、检验记录和不合格处置形成闭环。油相批次发生变化时，生产记录应单独标注原料来源和复核结果，防止不同批次的润湿能力差异被混入成品性能判断。

3.3 强化混合输送过程防结块控制措施

混合输送过程决定配方意图能否转化为成品内部结构。硝酸铵吸湿后易出现结块，油相分布不均又会加重颗粒黏连，输送振动和落差还可能造成粗细颗粒分层。工艺改进应从设备结构、物料停留时间和环境控制三方面入手，减少死角积料、局部过度剪切和长时间暴露。连续混合设备宜围绕计量稳定、喷洒覆盖、低冲击输送和清洁维护布置质量控制点；暂存环节应保持批次标识清晰，避免不同状态物料混装。防结块控制的目标不是让物料外观整齐，而是维持油相分布、颗粒级配和后续装填密度的一致性。在这一环节，岗位记录不应只填写设备启停状态，还应记录物料外观、输送顺畅度、清机状态和异常隔离结果，使后续性能检验能够追溯到具体批次和具体工序。

3.4 完善装药密度现场检测能力建设

现场检测能力建设应把配方调整、工艺执行和成品性能评价连接起来。装药前应复核外观、流动性和批次记录，装药过程中关注密度、孔内连续性和异常堵料，装药后再结合爆速、猛度、殉爆距离等标准化检验结果判断改进效果。质量控制关系应从原料颗粒状态延伸到油相吸附、装药密度和成品性能检验，各环节均应保留可追溯记录。对不满足设计用途或检验边界的批次，应优先采取停用、隔离和复检，而不是在现场临时修正配方。只有当检测数据、工艺记录和安全处置规则并且完整，爆炸威力改善才具有工程可重复性和安全合理性。检测人员还应把蓝色过程节点和绿色控制标签对应到批记录，避免只看成品检验结论而忽略前序工艺波动。相关质量控制关系见图 1。

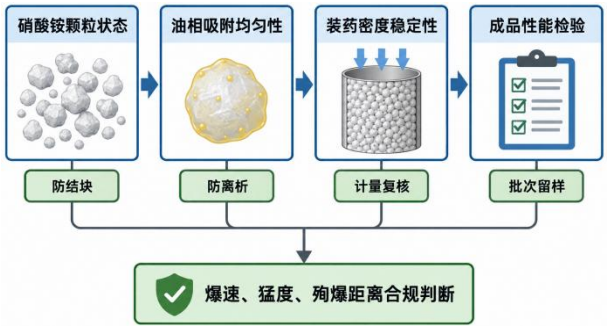


图 1 铵油炸药质量控制关系

图 1 中的蓝色过程节点依次呈现硝酸铵颗粒状态、油相吸附均匀性、装药密度稳定性和成品性能检验，箭头方向体现质量状态逐级传递。绿色控制标签分别对应防结块、防离析、计量复核和批次留样，其汇流结果指向爆速、猛度和殉爆距离合规判断，说明该图承担安全边界和质量控制边界证据角色。

4 结语

提高铵油炸药爆炸威力的关键在于配方窗口和生产工艺的协同控制。硝酸铵颗粒孔隙、油相吸附状态和装药密度共同决定爆轰传播条件，任何单一变量的放大都可能带来安全和一致性风险。在工艺改进中，应依托粒度级配、油相计量、混合输送、防结块和现场检测形成闭合质量链，并以爆速、猛度、殉爆距离等合规指标进行复核。后续生产管理宜强化批次留样、异常隔离和数据追溯，使威力改善建立在稳定原料、规范工艺和安全边界之上。

参考文献：

[1] 王明,刘峰,范昊霖,等.油相对多孔粒状铵油炸药爆速的影响[J].云南化工,2025,52(10):51-54.

[2] 高玉刚,夏光,杨宗玲.现场混装铵油炸药爆速与猛度测定研究[J].广州化工,2023,51(24):29-31.

[3] 孙晨.多孔粒状铵油炸药爆炸后有毒气体含量的常压测试方法[J].爆破器材,2022,51(1):60-64.

[4] 牛斌,李仕洪.改进型多孔粒状铵油炸药生产工艺的设计[J].工程爆破,2022,28(4):96-101.