

Professional  
Powder Equipment  
Manufacturer

# TENCAN

## Product Brochure



Powder  
Equipment



Milling  
Technology



Powder  
Materials



유성 볼밀 시리즈

## 초음파 행성 볼밀

초음파 행성 볼밀은 행성식 고에너지 분쇄와 초음파 캐비테이션 및 음향 유동 효과를 결합하여 분쇄 중 입자 응집을 지속적으로 해소하고 침전 및 벽 부착을 방지합니다. 나노 재료, 신에너지, 전자 세라믹 분야의 고미세 및 고균일 분쇄에 적합합니다.

<https://www.planetaryballmills.com/ko/products/grinding-series/planetary-ball-mill/ultrasonic-planetary-ball-mill.html>

# TENCAN



## 제품 개요

초음파 행성 볼밀은 행성식 고에너지 분쇄와 초음파 캐비테이션 및 음향 유동 효과를 결합하여 분쇄 중 입자 응집을 지속적으로 해소하고 침전 및 벽 부착을 방지합니다. 나노 재료, 신에너지, 전자 세라믹 분야의 고미세 및 고균일 분쇄에 적합합니다.





## 제품 소개

초음파 유성 볼 밀은 전통적인 유성 볼 밀을 기반으로 개발되고 초음파 진동 시스템을 통합한 차세대 고에너지 연삭 장비입니다. 통과하다 유성 기계적 연삭 및 초음파 캐비테이션/음향 유동 효과 그 시너지 효과로 초미세 분쇄와 효율적인 소재 분산이 동시에 이루어지며, 기존 볼밀이 마이크론, 나노미터 소재를 취급할 때 발생하기 쉬운 문제를 근본적으로 해결합니다. 바닥으로 가라앉음, 뭉침, 벽고착, 2차 뭉침 및 기타 프로세스 문제.

일반 볼밀과 비교하여 볼밀 기계적 충격 + 초음파 캐비테이션, 음향 흐름 및 고주파 진동의 이중 에너지 시너지 효과에 의존하여, 6가지 뛰어난 장점 :

### 1. 분말 뭉침을 완전히 억제하고 분산 효과를 크게 향상시킵니다. (핵심 장점)

초음파 캐비테이션 버스트(Cavitation Burst)는 순간적인 고온, 고압, 마이크로 제트를 발생시켜 나노입자 사이의 분자간 힘/정전기 흡착을 깨뜨려 분쇄 중에 분산시켜 미세분말 분쇄 후 2차 뭉침, 뭉침, 탱크 바닥 경화, 벽에 달라붙는 물질을 제거합니다.; 특히 리튬전지 소재, 희토류 분말, 나노산화물, 자성 분말 등 쉽게 뭉치는 물질

에 적합하며 자성 분말의 뭉침을 효과적으로 억제합니다.

## 2. 분쇄 효율이 30%~50% 증가하여 작업 시간이 단축되고 에너지가 절약되며 소비가 줄어듭니다.

기계적 분쇄는 입자의 거친 분쇄, 초음파 미세 절단 및 미세화, 이중 에너지 중첩 1+1>2를 달성하며 동일한 토출 미세도에서 분쇄 시간이 1/3~1/2 단축됩니다.; 장기간의 무부하 건식 분쇄와 응집체를 분쇄하기 위한 반복적인 공급이 필요하지 않으며, 장비 에너지 소비를 줄이고 분쇄 불 손실을 줄입니다.; 분쇄하기 어려운 고점도 슬러리 및 페이스트 재료의 분쇄 속도는 특히 분명합니다.

## 3. 분말 입자 크기가 더 미세하고 입자 크기 분포가 좁으며 제품 일관성이 높습니다.

기존 볼밀링의 한계는 대부분 마이크론 수준인데, 초음파 보조는 50~500nm의 나노미터 수준까지 안정적으로 그라인딩할 수 있다.; 초음파는 전체 재료를 균일하게 교반하고 입자는 균일한 분쇄 시간 동안 유지되며 입자 크기 범위 D50/D90의 차이는 더 작고 분말 품질은 안정적입니다. MLCC 전자세라믹, 연마분말, 의약품 원료 등 정밀분말 생산에 적합합니다.

## 4. 더 넓은 범위의 재료에 적용 가능하며 특수 작업 조건과 호환됩니다.

재료 형태: 건조 분말, 수성 슬러리, 유기 용제 현탁액, 고점도 페이스트, 생물학적 습식 재료 만능 가공; 특수 공정: 진공 탱크 및 불활성 가스 보호(질소/아르곤)와 함께 사용하여 쉽게 산화되고 가수분해 가능한 분말을 분쇄할 수 있습니다.; 일부 모델에는 온도 조절 장치가 장착되어 있어 감열성 의약품 및 고분자 재료에 적합합니다.; 특수 재료: 생물학적 세포벽 파괴, 촉매, 나노 0가 철, 형광체 및 기존 볼밀로 처리하기 어려운 기타 범주.

## 5. 마모 및 불순물 오염 감소

응집체를 분쇄하기 위해 전통적인 볼 밀은 분쇄 볼의 충전량을 늘리고 회전 속도를 높여야 하며, 이로 인해 탱크와 분쇄 볼의 마모가 심화되고 금속 불순물이 유입됩니다.; 초음파는 음장 분산에 의존하여 연삭 볼 비율과 회전 속도를 줄이고 미디어 마모로 인한 분말 오염을 크게 줄이고 고순도 분말의 수율을 향상시킬 수 있습니다.

## 6. 사용하기 쉽고 친숙한 운영 환경

탱크 안의 자재는 현탁 상태로 계속 흐르며, 뚜껑을 열거나 벽을 긁거나 자재를 뒤집기 위해 중간에 기계를 멈출 필요가 없으며 자동화 연속성이 더 좋습니다.; 동일한 사양의 모델은 크기가 작고 일반 고에너지 볼밀보다 작동 소음이 적습니다. 이는 실험실에서의 소규모 배치 연구 및 개발과 파일럿 대량 생산에 적합합니다. 한 번에 여러 세트의 병렬 샘플을 생산할 수 있습니다(4개의 탱크를 동시에 분쇄할 수 있음).; 초음파는 약한 활성화 효과가 있으며 연삭은 고체상 합성 및 표면 개질에도 도움을 주어 연삭+개질의 통합을 실현하고 백엔드 공정을 단순화합니다.



초음파 유성 볼 밀은 과학 연구 기관, 대학 실험실, 기업 R&D 및 생산 부서에서 널리 사용되며 신에너지, 전자 세라믹, 생물 의학, 화학 및 환경 보호와 같은 많은 첨단 기술 분야를 포괄합니다.

적용분야	일반적인 용도
신에너지 소재	리튬전지 양극재(리튬인산철, 삼원계 물질), 실리콘탄소 음극, 연료전지 촉매 등을 초미세 분쇄 및 균일하게 혼합하여 배터리 에너지 밀도 및 일관성 향상
전자 세라믹 및 기능성 소재	MLCC 유전체, 압전 세라믹, 자성체(페라이트), 회도류 연마분말 등을 고정밀 연삭하고, 분말 입자 크기를 제어하여 소자의 전기적 성능을 최적화합니다.
의학 및 생명공학	난용성 약물의 미분화(용해 개선을 위해), 세포벽 파괴, DNA/RNA 추출 및 초음파 보조를 통해 열에 민감한 구성 요소의 손상을 줄일 수 있습니다.
화학 산업 및 환경 보호	촉매제제 및 활성화, 나노영가철(폐수처리용), 안료 및 코팅분산
지질학, 야금학 및 기타	광석, 슬래그, 유리, 세라믹 등과 같은 취성 재료 및 섬유질 재료의 실험실 샘플 전처리 및 초미세 파쇄

이 장치는 주로 적합합니다. 고체 입자, 현탁액 및 페이스트 같은 재료를 처리할 수 있으며 부서지기 쉬운 섬유질 및 경도가 낮은 재료에 대한 분쇄 효과가 좋습니다.

## 기술적인 매개변수

전송 모드	기어 변속기
작업 방식	2개 또는 4개의 불밀 탱크가 동시에 작동합니다.
최대 샘플 로딩량(재료 + 그라인딩 볼)	불밀 탱크 용량의 2/3
불밀 탱크 용량	각 캔은 0.5L-50L, 총 부피는 0.2L-200L입니다.
피드 입자 크기	토양 재료 ≤10mm, 기타 재료 ≤3mm
방전 입자 크기	최소값은 0.1μm에 도달할 수 있습니다(재료와 연삭 공정이 다양함).
속도비(회전:회전)	1:2
속도(회전)	XQM-6는 탱크 회전 속도:0~670rpm 자세한 내용은 유성 불밀의 주요 매개변수를 참조하세요.
속도 조절 방법	브랜드 인버터 무단 속도 조절

## 작동 원리

초음파 유성 볼 밀 채택 “유성 기계적 분쇄 + 초음파 보조 분산” 이중 분쇄 메커니즘, 두 에너지가 시간과 공간에서 동시에 중첩되어 효율적인 협업을 달성합니다.

### 1. 유성기계적 분쇄(매크로 파쇄)

장비의 메인 디스크는 중앙 스피들을 중심으로 회전하며, 메인 디스크에 설치된 볼 밀 탱크는 자체 축을 중심으로 동시에 고속으로 회전합니다. 회전과 회전 사이의 속도 비율은 일반적으로 1:2입니다. 이러한 복합 운동으로 인해 탱크의 연삭 볼과 재료가 다방향 및 고주파 진동을 받게 됩니다. **충격, 전단 및 마찰 효과:**

- 연삭 볼은 높은 원심력장에서 매우 빠른 속도로 재료에 부딪혀 큰 입자를 깨뜨립니다.;
- 연삭 볼 사이, 연삭 볼과 탱크 벽 사이의 미끄럼 마찰과 전단력으로 인해 입자가 더욱 미세해집니다.;
- 탱크에서 생성된 3차원 움직임은 재료가 막다른 곳 없이 분쇄 매체와 접촉하도록 보장합니다.

이 공정은 재료를 밀리미터 수준에서 마이크론 또는 심지어 마이크론 미만 수준까지 빠르게 분쇄할 수 있습니다.

### 2. 초음파 보조 분산(미세 해중합)

초음파 시스템은 발생기, 변환기 및 전도성 슬립 링으로 구성됩니다. 발전기는 전력 주파수 전기를 고주파 전기 진동(공통 주파수 20kHz ~ 40kHz)으로 변환하고 변환기는 이를 기계적 진동으로 변환하고, 이는 전도성 슬립 링을 통해 회전하는 분쇄 탱크의 내벽으로 전달되어 액체 매체가 고주파 기계파를 생성하게 합니다. 크게 2가지 효과가 있습니다:

- **캐비테이션 효과:** 초음파는 액체에 장력과 압축을 교대로 생성합니다. 연신시 수많은 작은 기포가 형성되고, 압축시 기포가 순간적으로 붕괴되면서 수천도의 고온, 수백기압의 국부적인 충격파를 발생시켜 정제된 입자 뭉침 구조를 깨뜨려 2차 뭉침을 방지합니다.
- **음향 흐름 효과:** 초음파는 액체의 거시적인 순환 흐름을 유발하여 탱크 내의 재료를 운동 상태로 유지하고 조밀한 입자가 바닥으로 가라앉거나 탱크 벽에 부착되는 것을 효과적으로 방지하며 분쇄 균일성을 보장합니다.

### 3. 시너지 메커니즘

행성 운동은 외부로부터 지속적인 기계적 충격을 제공하여 입자를 지속적으로 분쇄합니다.; 초음파는 내부에서 지속적으로 '항응집력'을 발휘하여 각 덩어리가 안정되기 전에 분해됩니다. 두 가지의 동기화 효과는 목표 입자 크기에 도달하는 데 필요한 분쇄 시간을 크게 단축하고 토출 입자 크기 분포의 균일성을 크게 향상시키며 최소 토출 입자 크기를 나노미터 수준에 도달할 수 있도록 합니다. 이 메커니즘은 기존의 볼 밀로는 구현할 수 없으며, 초음파 유성형 볼 밀을 일반 유성형 볼 밀과 구별하는 핵심 기술이기도 합니다.

## 액세서리 및 맞춤 제작



## 액세서리 및 맞춤 제작

### 액세서리

분쇄 용기, 가열 요소, 샘플 홀더, 제어 모듈 및 기타 호환 액세서리는 제품 구성에 따라 선택할 수 있습니다.

### 맞춤 구성

전압, 용량, 챔버 크기, 공정 온도 또는 적용 요구 사항은 적절한 구성을 위해 TENCAN에 문의하십시오.