



高效

$H_2SO_4$ 和 $HNO_3$ 的浓缩、提纯和回收







# 高效的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 浓缩技术

## 经济可行、环保

今天，由于环境原因，但也因为经济意义，越来越多的废酸被回收。瑞士博特化工装置有限公司可为结合酸提纯和浓缩的各种应用提供废酸回收系统。

## 可靠性

瑞士博特化工装置有限公司在硫酸回收方面多年来积累了丰富的经验和专业技术。确保在设计、开发和运行阶段，装置都拥有极高的可靠性和卓越质量。我们提供适合用户个体要求的全面定制系统时，这是我们的指导原则。

- 工艺技术久经验证
- 客户化装置, 工艺和经济性显著优化
- 装置材质认真甄选, 消除了腐蚀, 提供非常高的安全性, 无故障运行
- 将排放降至最低
- 极低的酸损耗
- NO<sub>x</sub> 吸收单元

## 博特 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 装置的应用

- 重新浓缩, 及需要时提纯废硫酸, 并在同一工艺中重复利用, 例如, 氯气干燥和有机中间体的生产。
- 重新浓缩干净的废酸, 用于其它工艺, 如化肥生产。
- 预浓缩废硫酸, 送至热解装置, 用于新酸再生。

## 废酸的典型来源:

- 硝化工艺, 如聚氨酯中间体的生产 (DNT/TDI & NB/MDI) 和有机化学品的生产 (芳香族化合物、脂肪族化合物和衍生物)
- 无机金属, 如镍-钴、铋等的硝化。
- 民用 (四硝基赤藓醇、硝化纤维素等) 或军用 (NG, NC, PETN, TNT, RDX, T4, NIGU) 炸药生产
- 硝化纤维塑料用工业硝化纤维素 (NC) 的生产
- 制药用特殊产品生产 (硝化甘油、烟酸)
- SBA/MEK生产
- 芳纶生产
- 氯气干燥
- 塑料加工工业: 己二酸、MMA-甲基丙烯酸甲酯等。
- 硝酸生产

# 硫酸： 各种工艺问题的高效解决方案

## 单元操作

硫酸是化工行业非常重要的一种产品。它是合成工艺的催化剂，也是氯气、溴气等气体的理想干燥剂。硫酸与化学反应产生的水结合，改进化学平衡，使反应向所需产品的方向进行。

瑞士博特化工装置有限公司提供全系列工艺，满足各种硫酸浓度要求，最高可达96/97% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。根据具体负荷，可进行下述单元操作：

- 预浓缩
- 高浓缩
- 通过氧化有机杂质进行提纯
- 尾气处理，脱除 NO<sub>x</sub>

## 性能数据

预浓缩	10–85%	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
高浓缩	75–96/97%	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
产能	1–1,000 吨/天	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (以100%)

使用平行的两条生产线，可以提高产量。废酸通常含有有机杂质，其含量必须降低到非常低的水平进行回收。高沸点有机杂质能够通过加入氧化剂进行提纯。这种提纯反应集成在高浓缩阶段，并与蒸发工艺同时进行。因此，省去了一个独立的提纯单元。该联合工艺于1980-1982年期间开发和完善，并已经成功实现工业化。

## 预浓缩系统

- 硫酸浓度范围 10–85% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 在常压和真空条件下蒸发
- 单级或多级设计
- 采用蒸汽作为加热介质
- 蒸发器类型：卧式、降膜式、强制循环
- 通过优化工艺控制和甄选材质，使投资成本最低
- 采用多效设计，能耗低
- 自动运行，减少人工监控，运行成本低





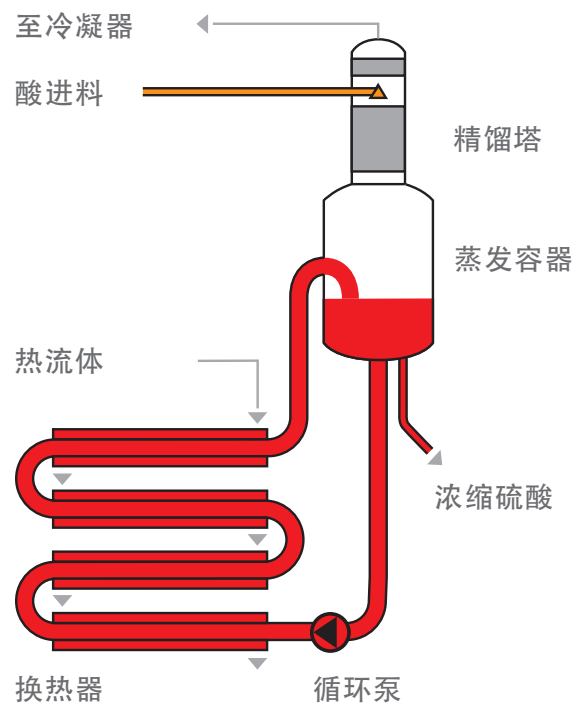


# 硫酸： 高浓缩专家

## 高浓缩系统

- 硫酸浓度范围75–96/97%  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 真空蒸发
- 采用热流体/蒸汽作为加热介质
- 材质采用钽制造的蒸汽加热卧式蒸发器或强制循环蒸发器， $\text{H}_2\text{SO}_4$  最终浓度高达 96%
- 玻璃衬里钢强制循环蒸发器，采用热流体加热：博特开发并拥有专利权的系统，具有专用的温度和工艺介质故障-安全控制系统， $\text{H}_2\text{SO}_4$  最终浓度高达 96/97%
- 强制循环蒸发器，集成提纯工艺：有机物质可在长反应釜回路中得到最大可能的分解。
- 甄选材质，具有优异的耐腐蚀性能
- 由于内衬非常光滑的玻璃，可防止积垢和结垢
- 运行成本低：自动运行，仅需少量的人工巡检

## 终浓缩器的基本概念



### 加热的容器浓缩器

- 适合小产能，典型产能是 1-8 吨/天  $H_2SO_4$  (以 100% 计)
- 采用冷却水，浓缩到浓度高达 96/97% 的  $H_2SO_4$
- 电加热
- 高真空蒸发
- 单级或多级设计，与蒸汽加热蒸发器结合
- 酸损耗最低
- 设计非常简单，系统部件少，控制系统成本低
- 自动运行，仅需少量人工巡检
- 适中的备件库存，维护费用低



### 实验室试验

对“原样”废酸进行实验室试验，可以准确评估各酸在工业工艺条件下蒸发时的特性。它们还可以确定能够达到的酸产品的质量。因此，瑞士博特化工装置有限公司可以为提议的装置提供最优化的概念。

# 混合酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub>) 处理

## 日益增长的竞争性

随着 2014 年对 PIC 的收购，瑞士博特化工装置有限公司已经将其产品组合扩展到“硝基-衍生物”生产中涉及的工艺装置的设计和供应 - 从任何类型军用和民用炸药到单基和双基推进剂，从专用硝基衍生物到某些无机硝酸盐，直接从其金属 - 以及用于生产 99% 的硝酸本身。博特已经开发和调试了几套废硫酸和硝酸专业处理工艺，从中获得的专有知识和技术使我们能够提供满足最新技术标准的安全可靠的装置。

## 作为硝化器经济回收的废酸处理

硝化合成适用于所谓的“混合酸”，即浓硝酸和硫酸的混合物。瑞士博特化工装置有限公司提供范围广泛的硝酸和硫酸、水和有机物的分离、提纯和浓缩工艺组合。

## 混合酸处理的目标：

- 分离硝酸和硫酸，将其回收至上游工艺内
- 浓缩硝酸
- 分解有机物
- 脱除亚硝酸 (HNO<sub>2</sub>)
- 安全处理爆炸性的废酸

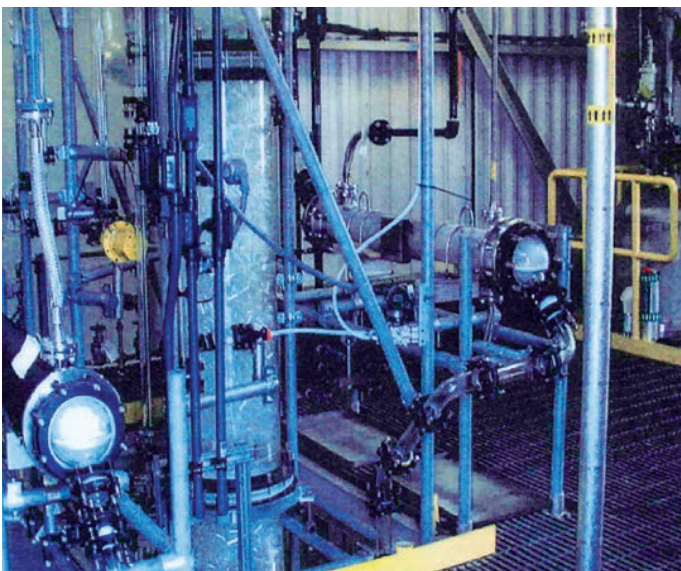
下面是博特化工装置有限公司混合酸处理装置可以处置的来自硝化工艺的废酸：

- 硝基酯 (NC、NG、EGDN、PETN)
- 硝基-芳烃 (即 TNT、MNT、DNT、苦味酸、NB)
- 硝基胍
- 硝基胺 (RDX、HMX)

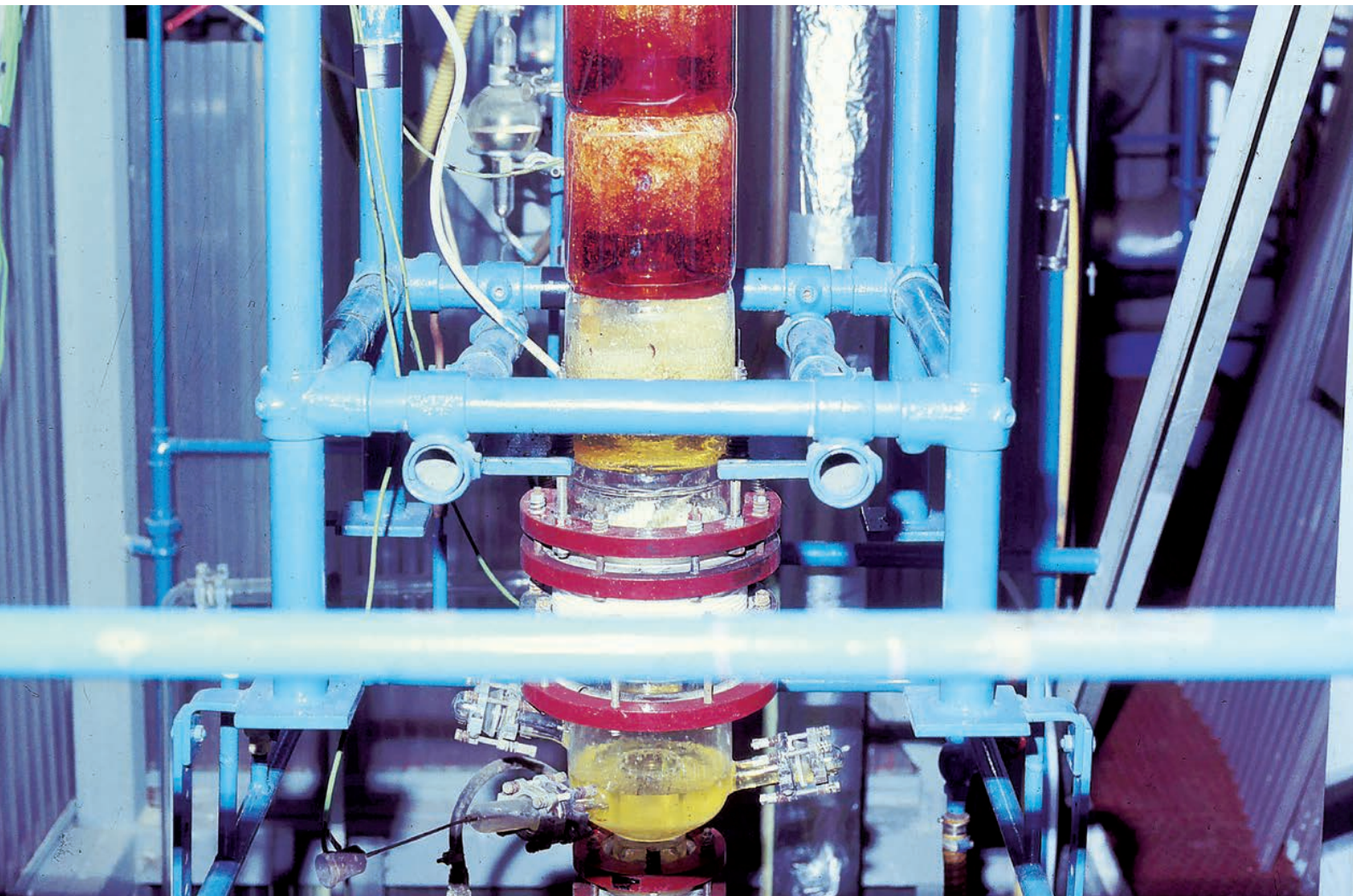
## 适用各种客户要求的组合

下面是我们组合中的工艺选择：

- 爆炸性废酸分解/稳定单元
- 脱硝装置，用于通过硫酸脱硝，对废酸进行再生，生产高浓度硝酸和硫酸溶液供回收利用
- 硫酸浓缩装置，浓度高达97%
- 硝酸浓缩装置
- NO<sub>x</sub> 吸收装置







#### 分解系统

- 生产 NG (或其它硝基酯) 或 PETN 的废酸稳定化预处理, 使其能够安全处置
- 根据需要处理的废酸, 利用热分解或催化分解, 采用几种方法分解有机化合物
- 与来自 NG EGDN PETN 生产的酸的脱硝装置相结合
- 定制分解器设计
- 设计简单, 热量回收最大化, 减少蒸汽消耗
- 操作简单

#### 脱硝装置

- 来自硝化工艺或硝酸生产的废硫酸含有各种数量的硝酸 ( $\text{HNO}_3$ )、亚硝酸 ( $\text{HNO}_2$ ) 和有机杂质。硫酸的脱硝脱除了这些组分, 并将这些杂质以硝酸溶液和  $\text{NO}_x$  回收,  $\text{NO}_x$  在  $\text{NO}_x$  吸收装置中可以转化为硝酸。
- 回收 ( $\text{HNO}_3$ ) 浓度 98.5–99% 的硝酸
- 降低浓缩硝酸中的亚硝酸含量
- 高效吸收  $\text{NO}_x$
- 回收废硫酸, 降低其中的硝酸含量, 并可进一步浓缩到要求的浓度
- 甄选优异的耐腐蚀材质, 实现安全最大化和较长的装置使用寿命

# 先进的 $\text{HNO}_3$ 浓缩技术

## 单元操作

博特化工装置有限公司提供各种含水硝酸（“新鲜”和“废”硝酸（甚至与硫酸的“混合酸”）溶液的浓缩工艺。下述单元操作用于达到要求的浓度：

- 利用精馏，不使用萃取剂进行预浓缩，使浓度略低于共沸混合物，即 68.3%  $\text{HNO}_3$
- 萃取蒸馏系统中的高浓缩系统，采用硫酸或硝酸镁熔体萃取剂

$\text{NO}_x$  吸收单元及硫酸浓缩系统完善技术组合。

## 性能数据

预浓缩	高达 66–67%	$\text{HNO}_3$
高浓缩	50%–99%	$\text{HNO}_3$
产能	2–160 吨/天	$\text{HNO}_3$ (100%)

两套或多套并行装置，可以大幅提高产量，实现最大产能博特化工装置有限公司对变化的硝酸进料规格适应性很强





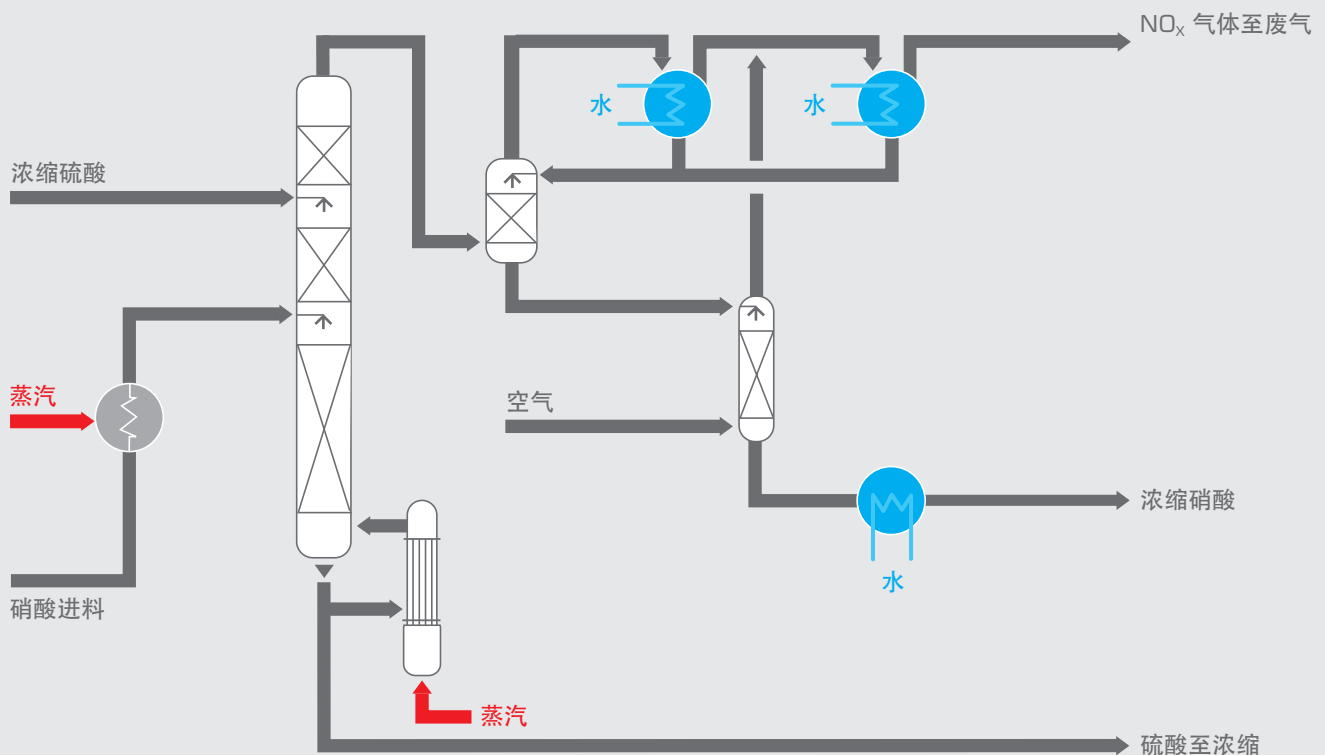
### 高浓缩硝酸装置

采用浓硫酸作为萃取剂，在萃取精馏塔中将硝酸浓缩到浓度高达 99%  $\text{HNO}_3$ 。加入硫酸用于克服硝酸-水的共沸混合物，改变其特性，从而可以通过精馏得到高浓度的硝酸。稀硫酸 (通常 68–71%) 来自萃取精馏塔的底部，可以被送往，例如，化肥生产供进一步使用，或返回到硫酸浓缩装置重新浓缩。

$\text{HNO}_3$  和  $\text{HNO}_2$  热分解得到的含  $\text{NO}_x$  的气体通过  $\text{NO}_x$  吸收单元回收为硝酸，使总硝酸收率超过 99.9 %。设备采用耐腐蚀性较强的结构材料，如硼硅玻璃3.3、玻璃衬里钢制造，再沸器采用钽制造。

硝酸镁熔体路线限于从“新鲜”酸生产浓硝酸。从操作和投资方面来看，在不锈钢设备中重新浓缩硝酸镁溶液使这种路线是一条颇有吸引力的经济路线。

### 硝酸浓缩流程图



# 环境工程：NO<sub>x</sub> 吸收单元

**NO<sub>x</sub>** 是一种有毒的污染物质，但它是一种很有价值的气体，可以回收为硝酸。

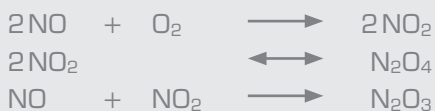
在硝化工艺中，硝酸 (HNO<sub>3</sub>) 部分降解产生通常排到大气中的排放物，导致空气污染较为严重。我们的 NO<sub>x</sub> 减排技术提供空气污染控制，完全集成高效率的硝酸回收。

**NO<sub>x</sub>** 吸收工艺预期：

- 根据气体中 NO<sub>x</sub> 的含量及执行的环境标准，操作在常压或压力 (不超过 6 barg) 条件下进行。
- 单效或多效高效冷塔板吸收塔
- 采用空气或过氧化 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 为氧化剂，氧化/洗涤 NO<sub>x</sub>
- 空气提纯，符合世界各地的法定排放规定

## 反应机理

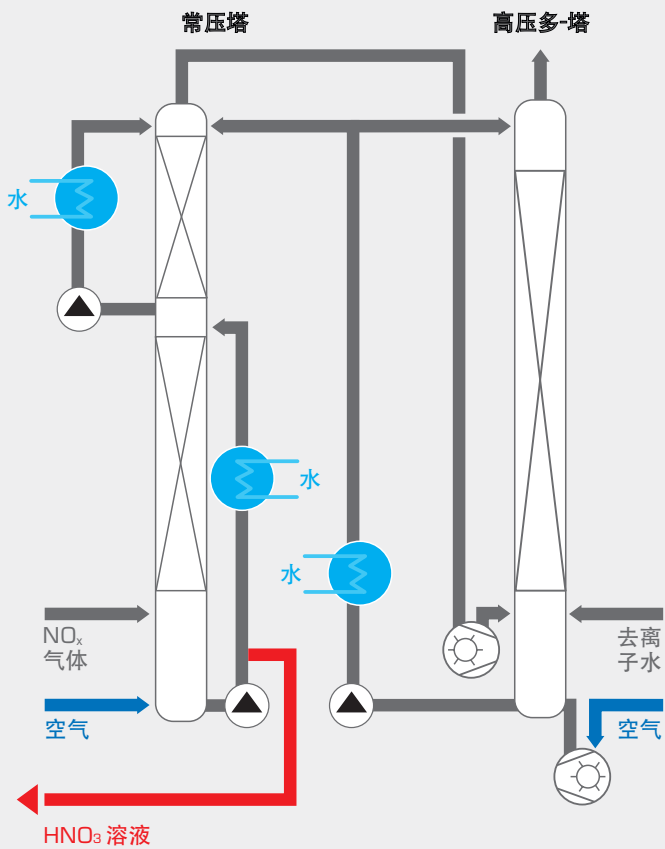
气相



液相







#### 洁净空气技术：

根据上面的反应机理，在压力吸收塔中同时发生气体和液体反应。由于反应的放热特性，利用专业设计的冷塔板撤除热量。

利用博特化工装置有限公司的NO<sub>x</sub>吸收系统设计，仅采用空气和水，NO<sub>x</sub> 55–60% wt的硝酸形式被回收。对于NO<sub>x</sub>含量高的气体，采用高压多塔系统，以过氧化氢为氧供体，满足严格的环境标准要求。

应用广泛，包括所有硝化工业处理和大气NO<sub>x</sub>污染空气排放，如炸药（军用和民用）、金属酸洗、金和贵金属处理或特种电池生产。

# 全面的服务范围

从初次会面到洞悉想法，您将从我们全方位的专业技术、质量标准 and 全面的服务程序中受益

- 基础工程设计，关键部件和工艺保证
- 详细工程设计
- 设备采购服务
- 撬-装系统
- 交钥匙装置
- 现场培训
- 售后服务
- 长期原装备件保证

## 与客户之间富有建设性的关系

我们与客户之间富有建设性合作的氛围，常常使我们能够得到提高装置效率和改善成本效益的建议。如果讨论装置扩建或改造，我们也能够帮助我们的客户，提出经优化而适合用户需要的解决方案。





**安全可靠：**

为化工行业复杂多样的要求提供安全解决方案的合作伙伴

**领先地位：**

氯碱工业烧碱蒸发/浓缩/固碱装置

**经济高效：**

硫酸和硝酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$ ) 浓缩、提纯和处理的回收装置。

**高性价比：**

处理不易生物降解废水的湿法氧化装置。

**客户为本：**

我们销售的不仅仅是技术，更是满足客户期望。

瑞士博特化工装置有限公司  
Eptingerstrasse 41  
P.O. Box 148  
CH-4132 Muttenz  
Phone +41 61 467 53 53  
Fax +41 61 467 53 54  
info@bertrams.ch  
www.bertrams.ch

