
$$Hy + Hw = Cy + Inv$$

Hydranal™      Honeywell      Consistency      Innovation

## 发现完美方程式

HYDRANAL™ 产品指南概述

卡尔·费休水分滴定试剂

# 霍尼韦尔研究化学品业务 HYDRANAL™ 试剂

水含量可以影响产品的质量、结构、保质期、化学稳定性和活性。卡尔·费休滴定是一种普遍认可的水含量测量方法，适用于测量所有类型的物质，包括化学品、油品、药品和食品等。在 1979 年，尤金·肖尔茨 (Eugen Scholz) 博士采用咪唑替代有毒的吡啶改进了卡尔·费休滴定。Hydranal™ 基于该创新基础，是一种全球领先的不含吡啶的卡尔·费休试剂。

从肖尔茨博士的开拓性研究开始，我们一直持续保持技术研发与配方改进的工作，霍尼韦尔能为客户提供最全系列的卡尔费休滴定试剂产品，无论客户选用容量法还是库仑滴定法，都能找到对应类型的试剂样品。

随着 Fluka™ 加入霍尼韦尔研究化学品业务，Hydranal 已成为整个产品系列内重要的组成部分。Hydranal 试剂和标准水样一直生产于德国塞尔策 (Seelze) 工厂，我们可为客户提供持续稳定的产品配方、保障产品质量和领先的技术支持。

霍尼韦尔可提供质量  
可靠、简单易用且不含  
吡啶的卡尔·费休试剂

## HYDRANAL 试剂 的优点：

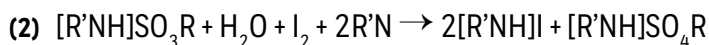
- 滴定速度快
- 终点稳定
- 结果准确
- 保质期长
- 适用性广
- 世界领先的技术支持

## HYDRANAL 产品系列简介

产品系列	产品描述
HYDRANAL-Composite	单组份容量法中适用性最广的试剂
HYDRANAL Special Media	特殊试剂，如 Methanol Rapid、E-Types 和 K-Types
HYDRANAL-Titrant/Solvent	用于双组份容量滴定的试剂
HYDRANAL-Coulomat	用于低含水量样品的库仑滴定
HYDRANAL-Water Standards	经过认证的含水量标准样，适用于滴定度测定、精度和准确度监测，卡尔费休滴定仪的验证和检验
HYDRANAL-CRM Water Standards	经过 CRM 认证的含水量标准样，适用于滴定度测定、精度和准确度监测，卡尔费休滴定仪的验证和检验

## 卡尔·费休滴定的化学过程

卡尔·费休滴定技术由卡尔·费休于 1935 年发明，是一种基于 Bunsen 反应的滴定方法，主要用于测定水含量。在 1979 年，E. Scholz 博士将该方法设为一个两步方程式：



ROH = 醇，通常为甲醇

R'N = 碱

在反应 (2) 中，烷基亚硫酸盐氧化成为烷基硫酸盐的这一反应会消耗水，而水只能来自样品。因为消耗的水和碘 ( $\text{I}_2$ ) 的化学计量比是 1: 1，所以可以通过测量反应完成后  $\text{I}_2$  的剩余浓度来算出水在原始样品中的量。可以通过容量或者库仑法测定  $\text{I}_2$ 。



## 碱如何影响反应动力学

碱 (R'N) 及其浓度会影响整体的反应速率。传统应用中常使用吡啶作为碱。然而，由于吡啶呈弱碱性，不能完全中和烷基亚硫酸的中间产物。因此，反应 (1) 速度较慢，且不完全，同时终点也不够稳定。由于缺乏稳定性，检查结果的可重复性很差。此外，吡啶还会散发出有毒气味。

## 咪唑和 2- 甲基咪唑作为吡啶的替代试剂

肖尔茨博士和他的研究小组试图用一种与烷基磺酸盐具有更高亲和力的碱来取代吡啶。他们发现咪唑具有吡啶的所有优点，而且无有毒气味。同时咪唑可以使得反应 (1) 完全进行，从而加快了反应，同时保证了终点的稳定性。后来的研究人员发现，通过在咪唑中加入第二种碱 (2- 甲基咪唑)，可以增强稳定性，减少结晶的形成。

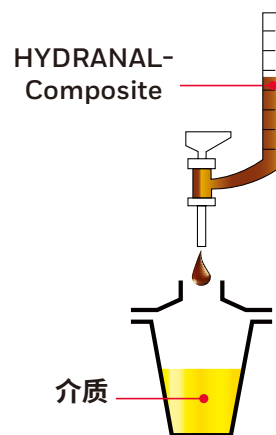
# 容量单组份滴定 – 滴定剂

## HYDRANAL-Composite

HYDRANAL- Composite 是世界上使用最常用的不含吡啶的卡尔·费休试剂。在超过 35 年的应用过程中，这种单组分试剂的性能已经在各个行业和研究领域得到了证明。后续研发工作已大幅改进了该试剂。

### HYDRANAL 的优点 单组分试剂：

- 水容量无限制
- 使用简单方便
- 工作介质选择的灵活性大
- 适用与甲醇反应的物质，如酮类和醛类
- 保质期长（3 年）



### 改进的组分

Hydranal- 复合物包含碘、二氧化硫和碱（咪唑和 2- 甲基咪唑）等所有反应物，这些反应物溶解于二甘醇单乙醚 (DEGEE)。在咪唑中增加 2- 甲基咪唑可改善稳定性，并消除滴定管中产生的结晶。在空气中水分的干扰下，以及试剂在卡尔·费休滴定仪管道系统中停留时间过长，试剂偶尔可能会结晶。我们采用的这个改进的配方可消除该影响。

### 提高滴定稳定性

相比于老的配方，新的配方明显更稳定，且每年的浓度损失在 5% 以下，而老的配方每年的浓度损失约为 10%。当采用 DEGEE 作为溶剂时，Hydranal- 复合物会更稳定。滴定量衰减测试的结果见图 1。

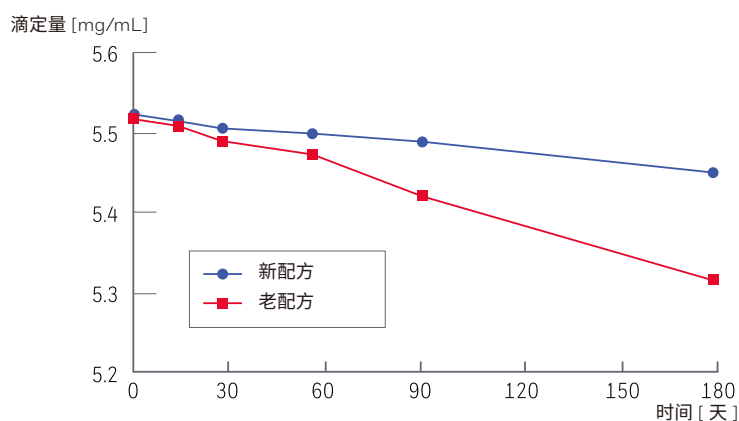


图 1：滴定量衰减测试的结果

订货号	产品名	说明	包装
34827	HYDRANAL-Composite1	单组分试剂，滴定度 ~1 mg/mL	500 mL; 1 L
34806	HYDRANAL-Composite2	单组分试剂，滴定度 ~2 mg/mL	500 mL; 1 L; 2.5 L
34805	HYDRANAL-Composite5	单组分试剂，滴定度 ~5 mg/mL	500 mL; 1 L; 2.5 L
34816	HYDRANAL-Composite5K	单组分试剂用于测定酮类和醛类，滴定度 ~5 mg/mL	500 mL; 1 L; 2.5 L

# 单组分容量滴定 – 介质

采用单组分试剂时，需根据待分析样品的溶解性能选择介质（即所需的溶剂）。最常用的介质是无水甲醇。

## HYDRANAL-Methanol Rapid

卡尔·费休滴定反应的速率、时间消耗和准确性受到滴定容器中介质的影响。Hydranal- 复合物和单组分试剂已经通过咪唑类物质缓冲到一个最佳的 pH 值。因此性能优化过的滴定剂可确保快速卡尔·费休滴定，然而在溶剂使用方面仍有改进的空间。

甲醇是滴定容器中使用最为广泛的介质，然而它也是一种未被缓冲的溶剂。当使用 Hydranal-Methanol Rapid 时，你将明显看到滴定速率和准确性方面的改进。这是由于介质中添加了加速剂，它是 Hydranal-Methanol Rapid 中特有的组分并保证了最优的卡尔·费休滴定（见图 2）。

## HYDRANAL-CompoSolver E

当优先选择毒性更小的溶剂时，一种基于乙醇的介质 Hydranal-CompoSolver E 具有与 Hydranal-Methanol Rapid 相似的性能。

## HYDRANAL-Solver (预混合)

许多非极性样品（如油品、油脂、有机组分）在甲醇中的溶解性差，需要添加增溶剂。为克服这些挑战，我们已开发出一系列特殊设计的、基于最适用溶剂混合的介质。

## HYDRANAL-K 介质

对于与甲醇反应的化合物，如酮类和醛类，三种不同的介质已经被开发出来。基于其毒性和抑制副作用的能力比较这三种介质，我们推荐首选使用 Hydranal- 介质 K。

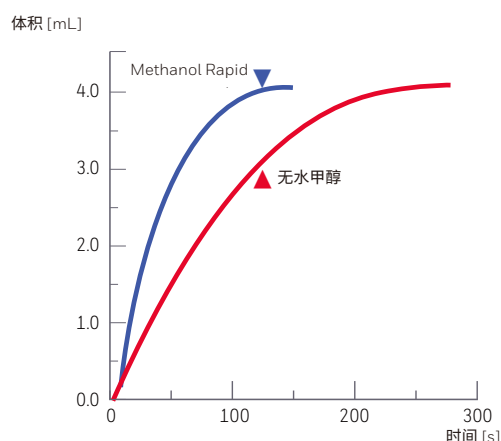


图 2. 滴定 20 mg 水

## HYDRANAL-Methanol Rapid 的优点：

- 滴定时间更短
- 快速终点
- 分析准确度高

订货号	产品名	说明	包装
37817	HYDRANAL-Methanol Rapid	含加速剂的介质	1 L; 2.5 L
34741	HYDRANAL-Methanol Dry	通用介质	1 L; 2.5 L
34734	HYDRANAL-CompoSolver E	含加速剂基于乙醇的介质	1 L; 2.5 L
34697	HYDRANAL-Solver (Crude) Oil	用于滴定油品的工作介质，包含甲醇、二甲苯和氯仿	1 L; 2.5 L
37855	HYDRANAL-LipoSolver CM	用于滴定非极性样品的工作介质，包含甲醇和氯仿	1 L
37856	HYDRANAL-LipoSolver MH	用于滴定非极性样品的工作介质，包含甲醇和正己醇	1 L
34698	HYDRANAL-Medium K	用于滴定酮类和醛类的低毒性工作介质，包含氯仿	1 L
34738	HYDRANAL-KetoSolver	用于滴定酮类和醛类无卤化溶剂的工作介质	500 mL; 1 L
34817	HYDRANAL-Working Medium K	用于滴定酮类和醛类的工作介质，包含氯仿和氯乙醇	1 L

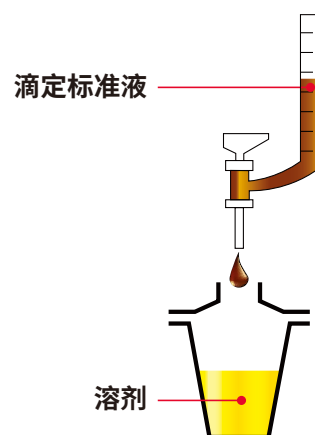
# 双组份容量滴定

## HYDRANAL- 滴定标准液 / 溶剂

### 组分

在双组份试剂中，卡尔·费休反应物被分成两种溶液：滴定标准液和溶剂。Hydranal- 滴定标准液包含已知精确碘浓度的醇溶液。Hydranal- 溶剂是溶解有二氧化硫和咪唑的醇溶液。

醇可以是用于标准试剂的甲醇也可以是用于 E 类试剂的乙醇。



## HYDRANAL 的优点 双组份试剂：

- 滴定速率快
- 对于含水量少的样品准确度高
- 缓冲容量高
- 准确和稳定的滴定度
- E 类试剂：相比于甲醇毒性小
- 保质期长（滴定标准液 3 年保质期，溶剂 5 年保质期）

订货号	产品名	说明	包装
		<b>基于甲醇</b>	
34811	HYDRANAL-Titrant 2	双组份试剂，滴定度 ~2 mg/mL	500 mL; 1 L; 2.5 L
34801	HYDRANAL-Titrant 5	双组份试剂，滴定度 ~5 mg/mL	500 mL; 1 L; 2.5 L
34800	HYDRANAL-Solvent	双组份滴定的工作介质	1 L; 2.5 L
		<b>基于乙醇</b>	
34723	HYDRANAL-Titrant 2 E	双组份试剂，滴定度 ~2 mg/mL	1 L
34732	HYDRANAL-Titrant 5 E	双组份试剂，滴定度 ~5 mg/mL	500 mL; 1 L; 2.5 L
34730	HYDRANAL-Solvent E	双组份滴定的工作介质	500 mL; 1 L; 2.5 L
		<b>特殊介质</b>	
34812	HYDRANAL-Solvent CM	用于滴定非极性样品并针对双组份滴定的工作介质，含甲醇和氯仿	1 L; 2.5 L
34749	HYDRANAL-Solvent Oil	用于滴定非极性样品并针对双组份滴定的工作介质，含甲醇和氯仿	1 L
34697	HYDRANAL-Solver (Crude) Oil	用于滴定油品的工作介质，包含甲醇、二甲苯和氯仿	1 L; 2.5 L

# 库仑滴定

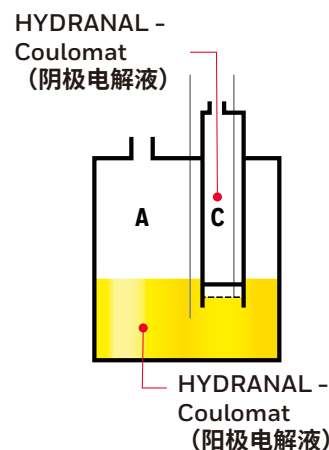
## HYDRANAL-Coulomat

库仑卡尔·费休滴定通常需要两种试剂溶液：一种阳极液（处于阳极区的溶液）和一种阴极液（处于阴极区的溶液）。Hydranal-Coulomat A类或B类试剂被用作阳极液，其中包含碘离子和一种溶于合适溶液的二氧化硫/咪唑缓冲液。Hydranal-Coulomat CG试剂被用作阴极液。

基于不同溶剂组成的库仑滴定试剂可用于各种样品的分析，即包含甲醇、二甲苯和氯仿的 Hydranal-Coulomat Oil 用于滴定油品，而不含甲醇的 Hydranal-Coulomat AK 则用于滴定酮类。此外，使用特殊试剂时需要一些工作技术的支持，即使用 Hydranal-Coulomat AG-Oven 提供的卡尔·费休滴定炉或使用 Hydranal-Coulomat AD 提供的无隔膜滴定池。

## 库仑滴定池

库仑滴定池有两种类型，分别为有隔膜和无隔膜型。隔膜将阳极室和阴极室分开。I<sup>-</sup>氧化成 I<sub>2</sub> 发生在阳极，而质子还原成 H<sub>2</sub> 发生在阴极。对于没有隔膜的滴定池，阳极区和阴极区没有被分开，只需要一种阳极电解液试剂。尽管后者库仑滴定池看起来使用更方便，但有隔膜的滴定池的准确度更高（可检测到微量的水）。



## HYDRANAL 库伦法试剂的优点：

- 使用方便
- 微量水含量测试准确度高
- 滴定容器条件稳定
- 产品范围广
- 保质期长（5年以上保质期）

订货号	产品名	说明	包装
34807	HYDRANAL-Coulomat A	用于有隔膜滴定池的阳极电解液 *	500 mL
34836	HYDRANAL-Coulomat AG	适用于有和无隔膜滴定池的阳极电解液	500 mL; 1 L
34843	HYDRANAL-Coulomat AG-H	用于滴定长链碳氢化合物，用于有隔膜滴定池的阳极电解液 *	500 mL
34739	HYDRANAL-Coulomat AG-Oven	需使用卡氏炉操作，适用于有和无隔膜滴定池的阳极电解液	500 mL
34820	HYDRANAL-Coulomat AK	用于滴定酮类，用于有隔膜滴定池的阳极电解液 *	500 mL
34868	HYDRANAL-Coulomat Oil	用于滴定油品，用于有隔膜滴定池的阳极电解液 *	100 mL; 500 mL
34726	HYDRANAL-Coulomat E	适用于有和无隔膜滴定池，基于乙醇的阳极电解液	500 mL
34810	HYDRANAL-Coulomat AD	用于无隔膜滴定池的阳极电解液	500 mL
34840	HYDRANAL-Coulomat CG	阴极电解液	10 x 5 mL
34821	HYDRANAL-Coulomat CG-K	用于滴定酮类的阴极电解液	10 x 5 mL

\* 理论上，所有的 Hydranal-Coulomat 阳极电解液可用于任意一类发生电极，带或不带隔膜均可。然而，当使用一种无隔膜的发生电极时，可增加包含甲醇和一种共溶剂的阳极电解液的回收率。因此，当阳极电解液中含共溶剂时，我们建议使用带隔膜的发生电极。此时需要使用合适的阴极电解液。

# 滴定量标准和仪器检测

## HYDRANAL- 标准水样

质量管理在卡尔·费休滴定中十分重要。采用一定的含水量，或纯水或标准水样，校准、验证和检查分析仪器和试剂。使用纯水的挑战在于水的需求量低（10-50 mg 用于容量法，0.1-1 mg 用于库仑法），很难处理和称量。

针对以下应用，我们建议使用含水量完全确定的 Hydranal- 标准水样：

- 滴度测定
- 监控精准度
- 根据 ISO、GMP、GLP 和 FDA 指南，验证和检查卡尔·费休滴定仪

选型指南中通常要追溯到一个国家标准或一个 SI 单位。所有的 Hydranal- 标准水样的测试都对比了 NIST（国家标准技术局，美国）标准参考材料 SRM 2890，水饱和和辛醇。

液体标准样由溶剂混有具体的组分和含量精准确定的水组成，采用氩气填充的玻璃安瓶包装。每个盒子含有 10 个一次性的、易于打开的（预开口）安瓶。

固体标准样含有一定量的化学结合水，适合一般用途，也可用于卡尔·费休滴定炉。这些标准样采用琥珀色玻璃瓶包装。



## HYDRANAL- 标准水样的优点：

- 广泛用于容量和库仑卡尔·费休滴定的产品
- 根据目前 ISO 要求生产
- 按照 NIST SRM 2890 标准测试
- 保质期长（5 年以上保质期）
- 包装方便
- 提供详细的使用说明
- 随附显示准确水含量的分析报告

## HYDRANAL-CRM 标准水样

2014 年，位于塞尔策 (Seelze) 的 Hydranal 技术服务部基于 ISO/IEC 17025 和 ISO Guide 34 完成了其联合认证，该认证被称为“黄金标准认证”，是认证标准材料 (CRMs) 生产商所能获得的最高质量等级。采用该双重认证，Hydranal 首次推出了适合商业卡尔·费休滴定应用的 CRM 标准水样。



订货号	产品名	说明	包装
34425	HYDRANAL-CRM Water Standard 10.0	液体 CRM 标准样, 水含量 10.0 mg/g = 1.0%	10 x 8 mL
34426	HYDRANAL-CRM Water Standard 1.0	液体 CRM 标准样, 水含量 1.0 mg/g = 0.1%	10 x 4 mL
34424	HYDRANAL-CRM Sodium Tartrate Dihydrate	固体 CRM 标准样, 水含量 ~15.66%	10 g
34849	HYDRANAL-Water Standard 10.0	液体标准样, 水含量 10.0 mg/g = 1.0%	10 x 8 mL
34828	HYDRANAL-Water Standard 1.0	液体标准样, 水含量 1.0 mg/g = 0.1%	10 x 4 mL
34847	HYDRANAL-Water Standard 0.1	液体标准样, 水含量 0.1 mg/g = 0.01% (保质期 2 年, 储存温度 2-8° C)	10 x 4 mL
34446	HYDRANAL-Water Standard 0.1 PC	液体标准样, 水含量 0.1 mg/g = 0.01% (相比 34847 稳定性更好: 保质期 3 年, 室温储存)	10 x 4 mL
34694	HYDRANAL-Water Standard Oil	基于矿物油液体标准样, 水含量 <50 ppm (0.005%)	10 x 8 mL
34696	HYDRANAL-Standard Sodium Tartrate Dihydrate	固体标准样, 水含量 ~15.66%	25 g
34693	HYDRANAL-Water Standard KF Oven 140-160° C	固体标准样用于控制卡尔·费休滴定炉, 水含量 ~5%, 基于乳糖	10 g
34748	HYDRANAL-Water Standard KF Oven 220-230° C	固体标准样用于控制卡尔·费休滴定炉, 水含量 ~5.55%, 基于柠檬酸钾	10 g

# 卡尔·费休滴定所用助剂

## 增溶剂

卡尔·费休滴定可应用于多种物质。样品性质的细微差别会有区别地影响卡尔·费休滴定效果。为确保直接滴定样品以及避免复杂和易错的预溶解和预萃取步骤，可采用许多方式调节工作条件。某些情况下，推荐采用加入增溶剂的方法。

## 缓冲剂

卡尔·费休滴定反应受 pH 影响，pH 5-7.5 是最理想的范围。强酸性样品会减慢反应，因此在开始滴定前必须中和酸性样品，并且保证不会诱发与工作介质发生的碱性反应。强碱能增加工作溶液的 pH，如果碱性超过了试剂的缓冲能力，则不会达到滴定终点。强碱性样品同样必须在开始滴定前中和。

## HYDRANAL- 水分检测工具箱

对于不采用滴定仪的粗略测量，可使用特殊的测试工具箱，根据卡尔·费休法通过视觉观察测定水含量。该工具箱包含注射器、滴定容器和试剂：2 x 500 mL Hydranal- 溶剂 E (34730)，100 mL Hydranal- 滴定标准液 5 E (34732) 和 100 mL Hydranal- 标准样 5.0 (34813)。

订货号	产品名	说明	包装
34724	HYDRANAL- 无水甲酰胺	增溶剂，水含量最大 0.02%	1 L
37863	HYDRANAL- 氯仿	增溶剂，水含量最大 0.01%	1 L
37866	HYDRANAL- 二甲苯	增溶剂，水含量最大 0.01%	1 L
34804	HYDRANAL- 缓冲酸	液体缓冲介质，基于咪唑	500 mL
37859	HYDRANAL- 缓冲碱	液体缓冲介质，水杨酸	1 L
32035	HYDRANAL- 苯甲酸	缓冲物质	500 g
37865	HYDRANAL- 水杨酸	缓冲物质	500 g
37864	HYDRANAL- 咪唑	缓冲物质	500 g
34813	HYDRANAL- 标准样 5.0	用于容量滴定的测试溶液，水含量 5.00 mg/mL	100 mL; 500 mL
34803	HYDRANAL- 酒石酸钠二水合物	用于容量滴定的测试物质，水含量 ~15.66%	100 g
34802	HYDRANAL- 水 / 甲醇溶剂 5.0	用于容量回滴的试剂，水含量 5.00 mg/mL	500 mL; 1 L
34788	HYDRANAL- 湿度吸收剂	带指示器的用于空气和气体的干燥剂	500 g; 1 kg
34241	HYDRANAL- 分子筛 0.3 nm	用于空气和气体的干燥剂	250 g
37858	HYDRANAL- 湿度测量工具箱	根据无滴定仪卡尔·费休滴定法视觉观察确定水含量所用的测量工具箱	1 kit

# 技术支持

Hydranal 技术服务团队致力于克服卡尔·费休滴定和它的相关挑战已有超过 35 年历史，积累了丰富经验和专业知识。

Hydranal 的专家团队能提供以下服务，帮您改进卡尔·费休滴定性能：

- 为您的样品选择最合适的卡尔·费休试剂
- 推荐应用方法
- 诊断技术问题（溶解度、副反应等）
- 开展卡尔·费休滴定技术研讨会和培训
- 综合的文献

有关 Hydranal 试剂的更多信息，敬请访问 [hydranal-honeywell.com](http://hydranal-honeywell.com)

欢迎发送邮件至

[hydranal@honeywell.com](mailto:hydranal@honeywell.com)

联系我们或通过以下方式直接联系

Hydranal 专家团队：

欧洲和全球市场

**Thomas Wendt**

HYDRANAL Center of Excellence

Seelze, Germany

Tel. +49 (0) 5137 8238-353

E-Mail: [Thomas.Wendt@honeywell.com](mailto:Thomas.Wendt@honeywell.com)

欧洲和全球市场

**Agnieszka Kossakowska**

HYDRANAL Technical Specialist

Warsaw, Poland

Mobile: +48 512 355 628

E-Mail:

[Agnieszka.Kossakowska@honeywell.com](mailto:Agnieszka.Kossakowska@honeywell.com)

美国和加拿大

**Doug Clark**

HYDRANAL Technical Center

St. Louis, MO

Toll free +1 800 493-7262

E-Mail: [Douglas.Clark@honeywell.com](mailto:Douglas.Clark@honeywell.com)



有关霍尼韦尔研究化学品业务的产品组合的更多信息，敬请访问

[www.lab-honeywell.com/china](http://www.lab-honeywell.com/china) 或

发送邮件至 [SeelzeRC.support@honeywell.com](mailto:SeelzeRC.support@honeywell.com)

中国客服电话：00800 8712 3655/001-480-643-3402

## 美洲

霍尼韦尔总部

115 Tabor Road

Morris Plains, NJ 07950

## 制造基地

1953 South Harvey Street

Muskegon, MI 49442

## 欧洲

Honeywell Specialty Chemicals

Seelze GmbH

Manufacturing Facility

Wunstorferstrasse 40

30926 Seelze, Germany

## 亚太

亚太区总部

霍尼韦尔（中国）有限公司

上海市浦东新区

张江高科技园区李冰路 430 号

邮编：201203

本文所有的声明和信息都是准确且可靠的，但是没有得到任何明确或暗示性的授权或责任担保。其中关于我们对产品用途的建议或声明不具有代表性，我们并不确定这些用途是不是受到相关专利保护，并且我们不支持任何侵权行为。此外，我们并不保证已经罗列了产品的所有相关用途，因此您不必受到本文件信息的局限，或者认为不存在其他合理的用途。因使用该信息或结论造成任何影响，用户需自己承担所有责任。



Fluka 和 Hydranal 均系 Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH 的商标

HYD-001-0004-CN | 12/16 v\_10  
© 2016 霍尼韦尔公司版权所有

**Honeywell**