

《HG/T XXXX 肥料级聚磷酸铵》行业标准修订编制说明

（征求意见稿）

1 工作简况

1.1 任务来源

《肥料级聚磷酸铵》推荐性行业标准制订计划由工业和信息化部以工信厅科[2018]73 号文《关于印发 2018 年第四批行业标准制修订计划的通知》于 2018 年 11 月下达，计划编号 2018-1875T-HG，由全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会磷复肥分技术委员会归口。

1.2 起草单位

上海化工研究院有限公司、成都云图控股股份有限公司、金正大生态工程集团股份有限公司、史丹利农业集团股份有限公司、四川长丰化工股份有限公司、四川大学、云南云天化股份有限公司等。

2 制定（修订）标准的必要性和意义

据最新统计数据，我国水溶肥产品登记数为 7517 种，占肥料总数 74.3%，说明我国水溶肥料生产正处于大发展时期，且发展水溶肥具有巨大的前景。水溶肥关键原料—肥料级聚磷酸铵在农业市场用途十分广泛，是无氯氮、磷二元肥料，二者总含量可达 70%左右，具有良好的缓释性，是国外种肥同播的肥料，同时对中微量元素具有螯合性，可作为特种肥的重要载体。肥料级聚磷酸铵具有肥效高，易吸收，肥效持久，增加作物产量，对提高作物品质有着重要作用，是当前磷肥发展的重要品种。世界上，美国、以色列等发达国家自上世纪 60 年代至今，肥料级聚磷酸铵应用已非常普遍，是水溶肥的重要原料。

随着我国水肥一体化技术的深入推广、产品生产工艺的改进和技术装备和质量管理水平的提高，目前暂无相关国家、行业标准，亟需拟订。

另一方面，国家实施了农田耕地土壤质量保护政策，今年环保部又将出台《土十条》，并启动全国土壤污染状况详查，以农用地和建设用地为重点，因此有必要加强肥料这一源头中有害有毒物质的管控。肥料级聚磷酸铵为水溶性磷和氮的重要来源，目前暂无相关的国家、行业标准出台，为了指导生产、规范市场秩序，本标准对总养分含量、总磷含量、总氮含量、聚合率、pH 值、水不溶物含量、缩二脲以及汞、砷、镉、铅、铬等限量重金属元素提出要求。同时，为实现 2020 年化肥用量负增长的目标，产品的质量和安全要求应与农业产业结构调整相适应，以提高化肥利用率和产品质量为目标。

为提高产品质量、保护环境、提高有限的磷资源利用率、促进对外经济贸易合作和国际接轨，应该抓紧拟定肥料级聚磷酸铵行业标准，这也是贯彻和配合国家“关于加快转变农业发展方式”、“水污染防治行动计划”、“关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见”、工信部《关于推进化肥行业转型发展的指导意见》、农业部《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》相关政策的技术措施。

综上，肥料级聚磷酸铵因其优良的水溶性、配伍性和螯合性，成为液体肥料的重要基础原料。目前，我国肥料级聚磷酸铵液体肥料刚处于起步阶段，且未出台其行业标准，导致国内市场肥料级聚磷酸铵产品质量参差不齐。因此制定肥料级聚磷酸铵行业标准是规范其发展的重要措施，同时符合国家重大战略需求。

3 主要起草过程

3.1 成立标准起草工作组

标准任务下达后，根据国标委下达的通知要求及标准化工作程序，成立了下列人员组成的标准起草工作小组：

组长： ****

组员：王辛龙、陈明良、张承林、刘晓霞、张应虎、陈宏坤等

由标准起草小组制定了详细的工作方案，明确了分工，分别负责国内外生产企业的调查、产品及生产现状、代表性产品样品的收集及样品检测、数据对比与分析；国内外相关标准的查询、整理、翻译及分析，研究各项指标要求项目、检测方法；标准文本编制等。标准起草小组开展了大量的资料、样品收集、实验验证和市场调研工作，通过对国内外厂家样品的收集、检测评价工作，标准起草小组完成了大量试验数据，为标准的制定奠定了坚实基础和提供科学充分的依据。起草小组先后在广州、上海等地进行了多次讨论，在参加起草单位充分沟通和讨论的基础上，最终编写了本标准的标准文本征求意见稿、编制说明征求意见稿。

3.2 工作过程描述

2018 年 10 月起，标准任务下达后，标准起草小组制定了工作方案，开展了大量的资料、样品收集和实验验证工作，起草人员先后在成都、广州、上海等地进行了多次讨论，收集到了国内主流的十几家肥料级聚磷酸铵产品，并进行了产品检测与结果统计，还收集到了美国 PCS、美国 Simplot、美国 Mears fertilizer、中国越洋化工等国内外

肥料级聚磷酸铵控制指标，各起草单位按工作方案分工完成了各自的工作，召开了两次标准工作会议，每次会议根据委员的意见，对标准进行了修改完善。标准起草小组对相关工作进行了大量的调研和验证工作，现编写了本标准的征求意见稿、编制说明。2019 年 5 月形成了标准的征求意见稿。

4 标准编制的原则和确定标准的主要内容依据，（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据（包括试验、统计数据），修订标准时，应增列新旧标准水平的对比；

4.1 标准编制原则

标准编制遵循“统一性、规范性、适用性、协调性、一致性”的原则，尽可能与现行国内外同行标准接轨，注重标准的适用性和可操作性，标准的编写原则是按照 GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求进行编写和表述。《肥料级聚磷酸铵》标准的制定原则是规范肥料级聚磷酸铵的技术要求和试验方法，便于产品的生产管理和质量监督。同时，为保证农产品安全，制定了有害元素限量及其试验方法。以产品和技术发展及市场需求为导向，以现行的法律、法规和强制性国家标准为基础，经过充分论证和征求意见，提出肥料级聚磷酸铵行业标准征求意见稿草案。

4.2 技术要求

目前，我国暂未出台任何有关肥料级聚磷酸铵的相关国家标准、行业标准。为了指导生产、规范市场秩序，本标准对总养分含量、总磷含量、总氮含量、聚合率、pH 值、水不溶物含量、水分含量、缩

二脲等提出要求，并提出相关试验方法。

4.2.1 范围

本标准规定了肥料级聚磷酸铵的分类、要求、试验方法、检验规则及标志、标签和包装、运输、贮运。本标准适用于各种条件下反应生产的固体或液体肥料级聚磷酸铵。

4.2.2 规范性引用文件

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 6679 固体化工产品采样总则

GB/T 6680 液体化工产品采样总则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8569 固体化学肥料包装

GB/T 8572 复混肥料中总氮含量的测定 蒸馏后滴定法

GB/T 8573 复混肥料中有效磷含量测定

GB/T 8576 复混肥料中游离水含量的测定 真空烘箱法

GB 18382 肥料标识 内容和要求

GB/T 22924 复混肥料（复合肥料）中缩二脲含量的测定

HG/T 2770 工业聚磷酸铵

HG/T 2843 化肥产品 化学分析常用标准滴定溶液、标准溶液、试剂溶液和指示剂溶液

HG/T 4133 工业磷酸二氢铵

NY/T 1108 液体肥料包装技术要求

NY/T 1973 水溶肥料 水不溶物含量和 pH 的测定

NY/T 1979 肥料登记标签技术要求

4.2.3 指标

肥料级聚磷酸铵的指标要求

项 目	指 标	
	I 类	II 类
总养分(N+P ₂ O ₅)含量/%	≥ 59	44
总五氧化二磷(P ₂ O ₅)含量/%	≥ 45	33
总氮(N)含量/%	≥ 12	9
聚合率/%	≥ 70	60
水不溶物/%	≤ 0.2	0.1
水(H ₂ O)的质量分数 ^a /%	≤ 3.0	—
缩二脲(C ₂ H ₅ N ₃ O ₂)含量/%	≤ 1.5	1.0
pH 值(10 g/L 水溶液)	5-9	5-9
注： ^a 水（H ₂ O）的质量分数仅对于固体聚磷酸铵作要求。		

4.2.4 实验方法

（1）总五氧化二磷含量的测定方法

采用磷钼酸喹啉重量法进行测定，参考 HG/T 2770 工业聚磷酸铵。

（2）总氮含量的测定方法

检测方法按 HG/T 2770 中规定的方法进行氮含量的测定。

（3）聚合率的测定方法

采用磷钼酸喹啉重量法测定总磷含量，采用钒钼酸铵比色法测定其正磷酸盐含量，进而计算肥料级聚磷酸铵聚合率。

（4）缩二脲的测定方法

检测方法参考 GB/T 22924 中规定的方法进行缩二脲含量的测定。

（5）水不溶物的测定方法

检测方法按 HG/T 4133 中规定的方法进行水不溶物含量的测定。

（6）pH 值的测定方法

检测方法按 HG/T 4133 中规定的方法进行 pH 值的测定。

（7）汞、砷、镉、铅、铬的测定

检测方法按 NY/T 1978 中规定的方法进行汞、砷、镉、铅、铬含量的测定。

5 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益；

肥料级聚磷酸铵是一种高效优质氮磷二元复合肥，其含氮约 13%~25%，含五氧化二磷约 34%~67%。肥料级聚磷酸铵具有独特的长链结构，对中微量元素有一定的螯合能力，故可以利用其螯合能力配制植物专用的功能肥。聚磷酸铵中大部分磷是以聚合态磷酸盐存在，这部分聚合形态磷酸盐会逐步降解能被植物所吸收，故肥料级聚磷酸铵具有很好的缓释作用，是作为种肥同播、缓释肥的优良原料。而且聚合态磷酸盐不会被土壤所固定，实验也表明肥料级聚磷酸铵中磷在土壤中的移动性要优于磷酸一铵与磷酸二铵的移动性。肥料级聚磷酸铵对于植物根系的生长也有较好的促进作用，实验表明施用肥料级聚磷酸铵的植物根系会比磷酸一铵或磷酸二铵的根系更为发达。近年来随着农业经济的快速发展，磷肥在农业上施用量不断增加，作为绿色环保对土壤无毒害的磷肥的肥料级聚磷酸铵市场前景广阔。我国是一个农业大国，全国大面积土地磷素利用率低，肥料级聚磷酸铵发展至关重要。

5.1 肥料级聚磷酸铵在农业生产中的作用

自上世纪 70 年代，肥料级聚磷酸铵肥料率先在美国、以色列的农业上应用，即将聚磷酸铵与尿素硝酸铵及氯化钾配成液体肥料，用于种肥同播，耕地深施，培莳除草追肥，灌溉施肥，肥药同施等农田应用，聚磷酸铵液体肥料约占美国氮磷肥使用量的 50%，以色列液体肥的 90%以上。我国肥料级聚磷酸铵起步晚，目前在大豆、玉米、马铃薯、水果等农作物上已经取得优良的使用效果。

5.1.1 肥料级聚磷酸铵为植物提供高效营养

5.1.1.1 肥料级聚磷酸铵含有大量植物所需营养元素

肥料级聚磷酸铵是能够为植物提供所需要的氮、磷两种大量元素的肥料，这两种元素对于任何植物都是必需的，其 pH 值近中性，作物使用安全系数高。国内常见的固体肥料级聚磷酸铵通常组分为 18-58-0 或 18-60-0（18%的 N 含量，60%的 P_2O_5 含量）；国外常用液体 APP 配比有：10-34-0，11-37-0 等。肥料级聚磷酸铵对金属离子有螯合作用，可防止溶液中金属杂质形成沉淀，在液体肥料中添加微量元素，有利于制成高浓度高品质的液体肥料。磷素不易被土壤中的铁、钙等金属离子固定，反而可与土壤中的无效微量元素形成可溶性络合物而被植物吸收利用。

5.1.1.2 肥料级聚磷酸铵吸收效率高

肥料级聚磷酸铵中含有大量的聚合态磷酸盐和部分的正磷酸盐，正磷酸盐是植物的根部能够吸收离子形态，聚合态磷酸根离子需要经过降解才能被吸收，聚合态磷酸根离子减少了磷在土壤中的固定。因此，肥料级聚磷酸铵作为磷源能够显著提高磷利用率和植物对磷吸收效率，而且还具有良好的缓释性。

5.1.1.3 肥料级聚磷酸铵可以以固体颗粒和流体两种形式存在，适用于多种施肥方法

肥料级聚磷酸铵溶解度大，可配置磷含量较高的液体肥料，施用量可比正磷酸盐高 3 倍，但不会烧伤叶片。高效率的施肥方式如灌溉施肥、叶面喷施、追肥和缓控施肥措施确保了将营养元素适时、适地、适量的施用。肥料级聚磷酸铵流体形态不仅是灌溉施肥和叶面喷洒的理想产品，同时肥料级聚磷酸铵固体颗粒也可适用于土壤分次施肥（追施）。聚磷酸盐作为肥料，因其结晶温度较低，可制成用于农作

物叶面喷施的叶面肥，其中性溶液可以在叶面上维持几天，而不会被蒸干或盐析。

5.1.1.4 肥料级聚磷酸铵是优质磷源

磷是植物体内的重要阴离子，肥料级聚磷酸铵肥料能够促进番茄花芽分化，提早开花结果，促进幼苗根系生长和改善果实品质。缺磷时，幼芽和根系生长缓慢，植株矮小，叶色暗绿，无光泽，背面紫色。例如：番茄对磷的吸收以植株生长前期为高，在第一穗果实长到核桃大小时，植株吸磷量约占全生育期 90%。所以，番茄苗期不能缺磷，以免影响花芽分化。番茄吸收磷肥的能力较弱，尤其在低温下的吸收率较低。肥料级聚磷酸铵磷肥一般作基肥，也可用作叶面喷施，进行根外追肥。蛋白质和碳水化合物的合成和运输都需要磷的参与，对延迟植株衰老，延长结果期，增加后期产量有良好的作用。

5.1.1.5 肥料级聚磷酸铵提供作物氮源

氮是构成蛋白质的主要成分，对茎叶的生长和果实的发育有重要作用，是与产量最密切的营养元素。在第一穗果迅速膨大前，植株对氮素的吸收量逐渐增加。以后在整个生育期中，特别是结果盛期，吸收量达到最高峰。土壤缺氮时，植株矮小，叶片黄化，花芽分化延迟，花芽数减少，果实小，坐果少或不结果，产量低，品质差。氮素过多时，植株徒长，枝繁叶茂，容易造成大量落花，果实发育停滞，含糖量降低，植株抗病力减弱。番茄对氮肥的需要，苗期不可缺少，适当控制，防止徒长；结果期应勤施多施，确保果实发育的需要。而肥料级聚磷酸铵中含有约 10%氮含量（液体型），能够为植物生长提供大量的氮源。

5.1.2 肥料级聚磷酸铵使植物更加健壮

5.1.2.1 肥料级聚磷酸铵几乎不含氯化物

当土壤溶液中氯化物浓度增加时，植物吸收氯化物而非必要的阴离子营养，必然会阻碍植物的生长。氯化物的含量升高造成毒害反应，还可能导致产量降低甚至植株死亡，而肥料级聚磷酸铵中几乎不含有害的氯化物。

5.1.2.2 肥料级聚磷酸铵增强耐旱性

肥料级聚磷酸铵有助于建立和扩大根部系统，以便更好地吸收土壤中的水分。

5.1.2.3 肥料级聚磷酸铵减少磷被土壤固定提高磷利用率

肥料级聚磷酸铵中 70%以上磷以聚合态形式存在，聚合形态磷基本不会被土壤固定，少部分正磷酸盐能够为植物前期生长提供磷源，随着植物生长根系分泌有机酸，聚合形态磷会降解产生正磷酸盐，为植物长期提供所需磷源，大大减少了土壤对磷的固定，提高植物对磷的利用率。

5.1.2.4 肥料级聚磷酸铵螯合中微量元素

肥料级聚磷酸铵是直链的由多个磷氧键连接的短链聚合物，该短链聚合物对多种植物所需要的中微量元素具有螯合作用，故而可以用作植物专用肥，根据植物的生长特性配制特定的肥料，为植物提高全方位的营养元素。

5.1.3 肥料级聚磷酸铵可提高作物产量

磷的充足供应有助于作物的高产优质。因此，施用磷肥可获得更高价值的产品和为种植者带来更高的投资回报。肥料级聚磷酸铵中的磷元素对以下品质参数有积极作用：

——果实大小：果实增大且均匀。

——果实外观：着色更佳；很少出现表皮颜色瑕疵或由机械损伤或病害等造成的损伤痕迹。

- 营养价值：蛋白质、油、维他命 C 等含量高。
- 感官特点：提高口感及风味品质。
- 延长保鲜期。
- 良好的工业加工品质。

5.1.4 肥料级聚磷酸铵改善土壤性状

5.1.4.1 肥料级聚磷酸铵改善土壤 pH 值

肥料级聚磷酸铵中聚合形态磷酸盐需要经过水解才能被植物所吸收，而在这个水解过程中，聚磷酸铵中磷氧键（-O-P-）的断裂需要水参与，能够改善土壤 pH 值，有数据表明肥料级聚磷酸铵的使用能缓解土壤酸化或碱化。

5.1.4.2 肥料级聚磷酸铵提高磷利用率和提供中微量元素

肥料级聚磷酸铵中的聚合形态磷酸盐不会被土壤固定，从而提高磷利用率。此外，肥料级聚磷酸铵对中微量元素具有螯合性，肥料级聚磷酸铵可以螯合中微量元素再施用到土壤中，进而为植物提供中微量元素。

5.1.5 肥料级聚磷酸铵易处理和施用

5.1.5.1 肥料级聚磷酸铵在水中的溶解性高

聚磷酸铵能够完全、迅速地溶解在水中，可以达到全水溶状态，是灌溉施肥和叶面喷施的理想选择。聚磷酸铵在水中溶解度随水温升高而增大。

5.1.5.2 肥料级聚磷酸铵可与其它肥料或农药混合施用

不会发生因水不溶物而堵塞滴头或喷头，所以可以用来生产各种配方的调配产品。

5.1.6 肥料级聚磷酸铵与磷酸一铵、磷酸二铵比较

磷酸一铵、磷酸二铵也是一种无氯的优质磷、氮二元肥，广泛应

用在各种作物上，磷酸一铵、磷酸二铵的大量应用，主要得益于其较低的价格，约是肥料级聚磷酸铵的 1/3。与磷酸一铵、磷酸二铵相比，肥料级聚磷酸铵含有大量的聚合形态磷，磷酸一铵、磷酸二铵中磷 100%全为正磷酸盐形态。对某些作物而言，前期只需要少量的磷肥，随着生长进行逐步需要更多的磷源。对于普通磷酸一铵、磷酸二铵则需要多次追施肥，而由于肥料级聚磷酸铵的缓释性，使用肥料级聚磷酸铵的植物则不需要再多次进行追肥。同时对于相同量的肥料级聚磷酸铵和磷酸一铵、磷酸二铵而言，肥料级聚磷酸铵总养分含量是明显高于磷酸一铵、磷酸二铵的。因此肥料级聚磷酸铵堪称施用效果最好的磷肥，不仅磷含量高（ P_2O_5 大于 34%），而且是氮、磷二元肥，水溶性好，溶液酸性低，易被植物吸收，适用于任何农作物和任何季节，具有广谱适用性。但是其产量低，售价高，应用较少，这方面与磷酸一铵、磷酸二铵相比处于劣势。目前肥料级聚磷酸铵还只能在一些高附加值经济作物上使用，但是肥料级聚磷酸铵在达到同等肥效前提下，用量可大幅度降低，故其经济效益大大优于磷酸一铵、磷酸二铵。预计在国内土壤缺磷地区地区，今后磷酸一铵、磷酸二铵所占领的市场份额逐步被肥料级聚磷酸铵所取代将是大势所趋。

5.2 肥料级聚磷酸铵生产工艺

5.2.1 国内外肥料级聚磷酸铵生产工艺

我国生产肥料级聚磷酸铵主要生产工艺有磷酸与尿素缩合法生产肥料级聚磷酸铵、磷酸铵盐尿素缩合法生产肥料级聚磷酸铵、磷酸铵五氧化二磷聚合法生产肥料级聚磷酸铵、聚磷酸氨化法生产肥料级聚磷酸铵、正磷酸铵脱水聚合法生产肥料级聚磷酸铵、正磷酸铵或磷酸氢二铵、磷酸二氢铵与五氧化二磷聚合法生产肥料级聚磷酸铵。国外美国进口到我国的肥料级聚磷酸铵生产工艺是多聚磷酸铵化法生产肥料级聚磷酸铵。表 1 列出肥料级聚磷酸铵的主要生产方法及技术

特点。

表 1 肥料级聚磷酸铵的主要生产方法及技术特点

生产方法	工艺原理	技术特点
磷酸与尿素缩合法	一定质量配比的磷酸和尿素加入到反应釜中混合溶解,通常磷酸与尿素的摩尔比为 1: 1.5~2.0, 然后进入沸腾床进行沸腾聚合, 物料发泡后, 调节排氨量, 保持沸腾床内氨压在 9.3~46.6kPa, 反应温度控制在 140~200℃。随着温度的上升, 物料聚合固化, 继续控制温度和压力, 保温, 最后冷却出料, 得到松脆的白色产物, 经粉碎至需要的粒度后得到产品。	磷酸与尿素缩合生产聚磷酸铵的方法简便易行, 工艺要求容易实现, 投资少, 危险性小, 且生产所得到的聚磷酸铵聚合度不高, 水溶性好, 是目前中、小聚磷酸铵生产企业普遍采用的生产方法。但生产中会排出大量气体, 通常生产 1kg 产品排出 1m ³ 的氨和二氧化碳, 大量发泡极易溢料, 导致反应器的单位体积产量过低, 还需要设置较大型的废气回收装置, 给生产带来许多麻烦。
磷酸铵盐尿素缩合法	采用的磷酸铵盐可以是磷酸二氢铵、磷酸氢二铵或者是二者的混合物。与磷酸尿素缩合法相比, 除初始原料不同外, 后期生产工艺基本相同。磷酸二氢铵和尿素按摩尔比 1: 2 进行混合, 放入箱式聚合炉内在 220℃左右的高温下缩合反应 1h, 通常在聚合过程中加入一定量的溶剂, 如液体石蜡。在合成过程中通入流动的氨气, 磷酸铵盐和尿素在湿氨条件下进行聚合, 反应较为完全, 经过冷却, 粉碎得到聚磷酸铵产品。	该法较好地保持了反应过程中的氨环境, 反应温度比磷酸尿素缩合法高, 能够较好地控制产品质量, 产品的聚合度有所提高。但热能消耗高于磷酸尿素缩合法, 同时由于反应结束后, 还要进行脱除液体石蜡工作, 相对增加了生产步骤, 提高了生产成本。
磷酸铵五氧化二磷聚合法	采用正磷酸铵或磷酸氢二铵、磷酸二氢铵与五氧化二磷聚合, 在氨气环境中加热到 280~300℃, 反应时间为 1.5~2.0h。采用单一反应器, 适当改变温度和时间, 可以得到平均聚合度不同的产品, 且产品的晶型也发生了改变。	该法分解温度较高, 聚合度也有大幅度提高, 可达 1000 以上, 由于采用五氧化二磷作缩合剂, 工艺路线短, 操作简便, 无大量废气排出, 所得产品质量较好, 但五氧化二磷时有很强的吸湿性和反应活性, 因此会对人体有一定的危险, 在高温情况下, 会消耗大量的能量, 产生大量的工业废料。此外, 还要求反应容器为完全密封的, 且能耐高温高压, 为防止合成过程中粘稠的中间产物形成聚磷酸, 需要有搅拌、捏合功能的装置, 因此设备投入费用较高。
聚磷酸氨化法	该方法是将湿法聚磷酸在温度为 160℃~210℃, 压力在 130KPa~140KPa 时与氨直接进行反应。	此法制得的产品主要用做肥料, 聚合度较低。如果用热法聚磷酸进行氨化处理可得到水不溶性的聚磷酸铵产品, 其聚合度有望提高。用聚磷酸制备聚磷酸铵, 可以在很大程

		度上避免氨气对环境的污染，符合当前环保的要求，且能够减少浪费。但产品聚合度太低，必须通过二次处理提高聚合度，因产品链太短，水解快，易析出正磷酸铵结晶。
正磷酸铵脱水聚合法	通过对聚合时间、温度、配料比的适当控制，添加适量植物性油脂消泡剂，可以大大减轻溢料的发生。聚合反应温度控制在 160~170℃，反应时间为 20~30min，磷酸与尿素摩尔比为 1.0:1.4，生产所得到的短链低聚磷酸铵产品可作为农业肥料使用。	正磷酸铵脱水聚合法要求聚合温度高(控制在 270~290℃)，热能消耗高，反应过程不易控制。

5.2.2 液体肥料级聚磷酸铵生产工艺

同美国田纳西河谷流域管理局（TVA）开发的液体聚磷酸铵生产工艺相类似，广西越洋生物技术有限公司利用自产的 95%过磷酸与气氨采用“过磷酸氨化法”生产，而瓮福紫金公司通过净化后磷酸（PPA）浓缩形成的过磷酸在管式反应器中氨化，都可得到 11-37 的肥料级聚磷酸铵产品。具体流程为：先将浓缩好的磷酸（ P_2O_5 浓度为 68%~72%，质量分数）经加热后加入到管式反应器中，液氨经气化后同步加入管式反应器，在反应温度为 300℃~315℃条件下，进行磷酸的缩聚及快速氨化，制得的聚磷酸铵经冷水喷淋后形成 11-37 水溶性聚磷酸铵，该产品正磷酸盐占比约为 25%，聚合态磷约占总磷的 75%，焦磷酸盐占比约为 35%，三聚磷酸盐占比约为 20%，四聚磷酸盐占比约为 8%，五聚磷酸盐占比约为 7%，六聚及以上聚磷酸盐占比不超过 5%，（如采用湿法磷酸为原料，则产品中有大量不溶性杂质，产品规格约为 10-34），产品经检测、自动包装和产品编号喷码，送至成品库房。中和法工艺简单，工艺成熟、控制简单，成本较高，安全环保、无污染、无排放，产品水溶性良好，常用于配制水溶肥。

5.2.3 固体肥料级聚磷酸铵生产工艺

成都云图控股股份有限公司公司采用“水溶级磷铵—尿素法”生产固体型肥料级聚磷酸铵，其具体操作流程如下：将磷酸二氢铵和尿

素按计量比例研磨混合均匀，之后一起置于高温聚合反应器内，在设定温度和氨气氛围下聚合反应一段时间，经冷却破碎、筛分包装后得到 I 型断链结构的肥料聚磷酸铵产品。通常，为了得到较纯的晶体类型，可以向原料中加入特定晶型的 APP 晶种或是在反应的后期向体系提供无定形态的 APP。该法生产的产品具有较高的水溶性，可用作水溶肥的原料。该工艺生产成本低，流程简单，产品质量高，安全环保、无污染、无排放。

6 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况；

6.1 国内外情况简要说明

聚磷酸铵 1965 年由美国孟山都公司首先开发成功。在 20 世纪 70 年代初，日本、前西德、前苏联等开始大量生产，国外生产聚磷酸铵阻燃剂的公司主要有美国的孟山都(Monsanto)、日本的窒素(Chisso)，俄罗斯、波兰、意大利等国也大量生产此类产品，目前在国外的应用较为普遍。我国从 20 世纪 80 年代开始研究开发聚磷酸铵的合成技术与应用，生产企业有四川什邡长丰化工有限公司、贵州遵义县鑫源磷化有限责任公司、上海新华阻燃剂总厂、浙江省海宁市丰士阻燃化工厂，浙江化工科技集团有限公司、杭州捷尔思阻燃化工有限公司、天津合成材料工业研究所等，产品主要用作阻燃剂。目前国内聚磷酸铵产量估计 3 万 t 左右，除满足国内需求外还有少量出口。我国聚磷酸铵生产能力主要集中于西南、华东和中南地区，以西南地区产量最大，其次为华东和中南地区。华北、东北、西北等地区很少有聚磷酸铵生产。国内聚磷酸铵生产装置规模较小，最大生产厂是贵州遵义县鑫源磷化有限责任公司和四川什邡长丰化工有限公司，装置规模为年产 3000t，其次是上海新华阻燃剂总厂，生产规模为年产 2000t。一般装置规模为年产 400~1000t，最小生产规模仅年产

200~300t。

聚磷酸铵作为农业肥料应用的方面，国外 20 世纪 60 年代开始作为肥料用，最早利用管式反应器使用多聚磷酸氨化合成肥料级聚磷酸铵，采用热法或湿法均可。国外主流肥料级聚磷酸铵产品为热法生产的 11-37、湿法生产的 10-34 等，这些产品具有较为宽泛的聚合度分布，一般为 2-10，其中正磷酸盐含量约占 25%左右。美国现在由至少 130 家工厂生产肥料级聚磷酸铵产品，年产量达到 150 万吨。其他国家，以色列、比利时、法国与俄罗斯均有肥料级聚磷酸铵生产线。国内近年来也取得了较大进展，山东菏泽市农科院用磷酸尿素缩合法生产的短链聚磷酸铵，含氮质量分数 24%，含 P_2O_5 质量分数 50%，聚磷酸铵聚合度 n 为 3~18，其中只少量存在链更长的聚磷酸铵，产品白度好，pH 值 6~7，溶解度大，水溶液清澈透明，在常温下可以配制成含氮 14%和含 P_2O_5 30%的液体肥料，而且生产工艺简单、操作方便、原料易得、结晶温度低，适合于工业化、规模化生产。经过近几年的发展，目前国内已有类似美国 11-37、10-34 等产品出现，无论从聚合度分布还是从养分含量来看，产品品质以及有了大幅提升。但是我国大部分企业生产的肥料级聚磷酸铵产品质量不高，大都以焦磷酸盐为主，试验表明，此类肥料级聚磷酸铵产品肥效亚于美国 11-37 肥料级聚磷酸铵肥效。而且国内肥料级聚磷酸铵存在产能不足，大多数肥料级聚磷酸铵生产线年产能也只能达到几千吨到几万吨，国内主要的肥料级聚磷酸铵生产厂家为广西越洋生物科技有限公司、成都云图控股股份有限公司、四川什邡长丰化工有限公司、云南云天化股份有限公司、山东金正大生态工程集团股份有限公司等。

6.2 国外主要生产商及国内主要农业市场肥料级聚磷酸铵标准情况

6.2.1 国外肥料级聚磷酸铵指标（10-34-0）

国外肥料级聚磷酸铵（10-34-0）产品指标如表 2 所示。

表 2 国外肥料级聚磷酸铵（10-34-0）指标表

项目	规格			
	美国 PCS	美国 Simplot	美国 Mears fertilizer	美国 Liquid Products LLC
总氮含量（以 N 计）/%	10.3	10	10	10.5
总 P ₂ O ₅ 含量/%	34.1	34	34	34.15
聚合率/%	71.6	70	60-70	72.5
pH 值	6.23	6.2	5.7-6.2	6.0
H ₂ O 含量	-	44	-	-
Fe ₂ O ₃ /%	0.4	-	-	0.5
Al ₂ O ₃ /%	0.5	-	-	0.4
MgO/%	0.14	-	-	0.13
Mo/%	-	0.001	-	-
CaO/%	0.02	-	-	0.01
F/%	0.11	-	-	0.11
SO ₄ /%	1.5	-	-	1.4
颜色	绿色	绿色	绿色	浅绿色

6.2.2 国外肥料级聚磷酸铵指标（11-37-0）

国外肥料级聚磷酸铵产品（11-37-0）指标如表 3 所示。

表 3 国外肥料级聚磷酸铵（10-34-0）指标表

项目	规格				
	美国 PCS	美国 Simplot	美国 Mears fertilizer	美国 Liquid Products LLC	美国 Chemical Dynamics
总氮含量（以 N 计）/%	11.3	11	11	11.1	11
总 P ₂ O ₅ 含量/%	37.2	37	37	37.2	37
聚合率/%	71.56	71	65	72	-
pH 值	6.16	6.08	5.8-6.2	6.15	5.9-7.0
H ₂ O 含量	-	-	-	-	-
Fe ₂ O ₃ /%	0.5	0	-	0.5	-
Al ₂ O ₃ /%	0.6	0	-	0.5	-
MgO/%	0.15	0	-	0.15	-
Mo/%	-	0.001	-	-	-
CaO/%	0.02	0	-	0.01	-
F/%	0.12	0	-	0.12	

SO ₄ /%	1.6	0	-	1.4	--
颜色	绿色	绿色	绿色	浅绿	

6.2.3 国内肥料级聚磷酸铵指标

国内肥料级聚磷酸铵产品规格如表 4 所示。

表 4 国内肥料级聚磷酸铵指标表

企业	产品规格	总磷% ≥	总氮% ≥	聚合率 %≥	水不溶物% ≤	溶解度 g/100mL 水≥	pH 值 100g/L 水溶液	汞 mg/K g≤	砷 mg/K g≤	镉 mg/K g≤	铅 mg/K g≤	铬 mg/K g≤
泰宝		38	26	-	3	-	7-9(4g/L 水)	5	50	10	20	50
川恒	一类 优等	64	13	98	0.5		6-8(4g/L 水)	3	10	5	10	50
	一类 合格	59	15	98	0.5	-	6-8(4g/L 水)	3	10	5	10	150
	二类	57	17	70	0.5	-	6-8(4g/L 水)	3	30	5	10	50
嘉施利	I 型	49	25	80	0.5	-	6.5-8.5 (1:250)					
	II 型	44	23	80	0.5	-	6.5-8.5 (1:250)					
今朝/ 荣森	一类	50 总养 分	-	-	5	-	3-9	5	10	10	50	50
	二类	55 总养 分	-	-	5	-	3-9	5	10	10	50	50
	三类	60 总养 分	-	-	5	-	3-9	5	10	10	50	50
天辰云		37	11	-	20	-	6-7(4g/L 水)	-	-	-	-	-
天耀 化工	粉剂	58	18	-	0.5	-	6-8(4g/L 水)	5	优等 10 一等 50	10	50	50
	水剂 11-37	37	11	-	0.5	-	6-8(4g/L 水)	5	优等 10 一等 50	10	50	50
	水剂 10-34	34	10	-	0.5	-	6-8(4g/L 水)	5	优等 10 一等 50	10	50	50
瓮福	11-37	36	10	65-75	0.5	-	6-6.9	5	10	10	50	50
	10-34	33	9	65-75	0.5	-	6-6.9	5	10	10	50	50

越洋		37	11	70	0.2	-	6-6.5	-	-	-	-	-
长丰	固 APP1 11	59	17	75	0.2	150	6-8 (10g/L 水)	5	10	10	50	50
	固 APP1 00	46	23	60	0.2	75	7-9 (10g/L 水)	5	10	10	50	50
	液 APP1 1-37	36	10	65	0.2	-	6-8 (10g/L 水)	5	10	10	50	50
	液 APP1 0-34	33	9	65	0.2	-	6-8 (10g/L 水)	5	10	10	50	50
中烟	中量 元素 型	50 总养 分	-	-	50	-	3-9(4g/L 水)	5	10	10	50	50
	微量 元素 型	50 总养 分	-	-	50	-	3-9(4g/L 水)	5	10	10	50	50
备注：其中总养分包括指的是大量元素总量												

7 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系；

本标准与相关国家标准保持一致，故不存在标准冲突情况。

8 重大分歧意见的处理经过和依据；

未有重大分歧意见

9 国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议；化肥的行业标准目前基本是推荐性标准

本标准为推荐性标准

10 贯彻国家标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过

渡办法等内容);

在标准通过有关专家审查并发布实施后,建议标准化行政主管部门和行业主管部门加强对该标准的宣传力度,建立标准宣贯小组,通过开展标准宣贯活动建立起一套系统的宣传体系,对从业人员进行培训,将标准要求贯彻到各个环节,促进标准更加完善,更加精细,实验检测更加可靠,从业单位和人员的标准化意识增强,产品质量进一步提高,号召和动员企业主动采用本标准,并对外公示按本标准实施管理。尤其是行业主管部门要强化对相关行业从业人员的培训,使之尽快掌握标准的作用和要点。可采用集中学习、定期培训和派发资料的模式进行标准的宣传和培训。

11 废止现行有关标准的建议;

未有现行标准。

12 其他应予说明的事项;

无。

《肥料级聚磷酸铵》标准起草小组

2019年7月8日