

《蒸发造粒法车用尿素（固体）》团体标准

编制说明

一、任务来源

2020年4月9日，中国氮肥工业协会下发《关于印发2020年第一批团体标准计划的通知》（中国氮协发(2020)第014号），提出固体车用尿素团体标准制定计划，制定周期为12个月。

二、制定标准意义

固体车用尿素是一种环保专用尿素，外观性状为固体颗粒、粉末或晶体，是AUS32（柴油发动机氮氧化物还原剂-尿素溶液，简称车用尿素溶液）和AUS40（船用尿素溶液）的专用原料。根据适用范围可细分为车用和船用两大类。与农业尿素和普通的工业尿素不同，柴油发动机尾气净化专用尿素对缩二脲、醛类、不溶物、金属离子等指标都有严格的质量要求。该产品目前已有行业标准HG/T 5559-2019《柴油发动机尾气净化液用尿素》发布并于2020年7月1日开始实施，为了在行业标准基础上生产更优产品，不断提升产品质量和用户体验，制定团体标准，鼓励产品持续优化。

三、产品概况

1、名称：固体车用尿素是缩二脲含量、磷酸盐、金属离子、水不溶物等各项指标含量均比普通尿素要低的尿素，学名为碳酰胺。

2、分子式： $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

3、分子量：60.06

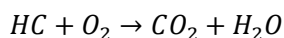
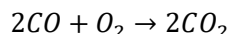
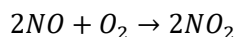
4、性质

蒸发造粒法生产的固体车用尿素为白色颗粒状，常压下熔点 132.7°C 、密度为 $1.355\text{g}/\text{cm}^3$ ， 20°C 尿素饱和水溶液密度为 $1.146\text{g}/\text{cm}^3$ ，易吸湿。加热尿素水溶液温度高于 130°C 时，尿素直接水解为氨和二氧化碳。此性质被用于车用尿素中。

5、作用机理

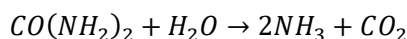
固体车用尿素与超纯水配制成尿素浓度为 $31.8\%\sim 33.3\%$ 的水溶液，车用尿素溶液存放于专门的储存罐，用压缩空气将尿素溶液喷洒向热的满足了还原反应条件约 $300\sim 500^\circ\text{C}$ 的发动机尾气。该溶液气化后产生还原效率高的氨气，氨气与尾气中的 NO_x 在 SCR 催化剂中反应，转化为无害的水蒸汽和氮气，同时吸收了有害的烟气颗粒。SCR 系统中常使用钛、钒或沸石等作催化剂。在将 NO_x 转化为 N_2 和 H_2O 的过程中，涉及的化学反应比较多，也比较复杂，主要的反应大致原理如下：

（1）从发动机排出的废气进一步氧化：

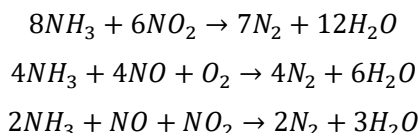


（燃料烃的组成较为复杂，未对反应式进行配平处理）

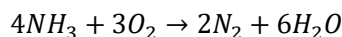
（2）尿素发生水解



(3) 选择性催化还原



(4) 氧化多余的氨



6、生产方法

以煤或天然气为原料，经过合成气制备、气体净化、压缩、氨合成制得液氨，液氨与二氧化碳通过尿素生产系统生成尿素溶液，然后通过蒸发造粒或者重结晶方法产出固体车用尿素。本标准是针对蒸发造粒方法生产的固体车用尿素制定的标准。

四、工作过程

2020 年 4 月，团体标准制定计划下发；

2020 年 5 月-6 月，成立标准起草小组，确定标准结构和框架，对固体车用尿素产品的生产和应用展开调研；

2020 年 7 月，编制标准草稿；

2020 年 8 月-11 月，对标准草稿进行组内评审、讨论，收集评审意见，根据意见完善标准草稿，形成标准征求意见稿；

2021 年 2 月，对标准征求意见；

2021 年 3 月-2022 年 8 月，根据意见情况，持续调研数据，进行文本完善，形成送审稿；

2022 年 9 月 1 日，氮肥协会组织进行专家线上会议评审；

2022 年 9 月，汇总专家会议评审意见，根据意见完善文本形成审定稿。

2022 年 10 月-11 月，根据评审会会议纪要完善审定稿形成报批稿，上报。

五、征求意见情况及意见处理情况

序号	条文编号	具体修改意见和建议	依据及理由	是否采纳	采纳/不采纳及理由
1	2 规范性引用文件	BG/T 2441.6 尿素的测量方法 第六部分：水不溶物含量 重量法 BG/T 2441.8 尿素的测量方法 第八部分：硫酸盐含量 目视比浊法 BG/T 6678 化工产品采样总结 BG/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法 BG/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定	规范性引用文件的全面性	不采纳	(1) 水不溶物检测中未引用 GB/T 2441.6 的方法；(2) 分析检测中未涉及硫酸盐含量的检测；(3) 标准中未引用 GB/T 6678、GB/T 6682、GB/T 8170。
2	6.1 外观	目测。取四份样品，在非阳光直射下观测其色泽和形态。	简单说明	采纳	
3	5.2	水分 ω%：优等品 0.7；合格品 0.7	车用尿素最终是以水溶液形势投用。全社会都在倡导节能降耗，一味降低水分就是最大的能源浪费	不采纳	产品水分含量低，产品不易结块，有利于后期的运输和复配。且目前 0.5 的水分多数企业可以做到。

4	五、3	取消优等品与合格品的分类	优等品与合格品配制出的车用尿素溶液在使用过程中效果差别不大	不采纳	优等品和合格品的差别指标有缩二脲、醛类、碱度、水不溶物。醛类和缩二脲易发生聚合作用生成高分子物质堵塞管道和催化器骨架，水不溶物易堵塞喷嘴，损害气泵，影响喷雾效果，降低 NO _x 转化效率。故而这三项指标越低越好。目前市场上有不同指标含量的产品，故而出优等品和合格品鼓励产品不断优化。碱度指标越低表明车用尿素越纯，是表现产品品质的重要指标，故而设置优等品和合格品两级指标鼓励产品品质提升。
5	五、4.3	适当提高缩二脲含量标准	尽可能减小管道及催化剂骨架堵塞的可能性	采纳	收集 2022 年市场产品数据，根据产品情况确定了指标。
6	五、4.5	适当提高水份的含量标准	水分越高，在高温下（特别是夏季）包装后，越容易结块	采纳	收集 2022 年市场产品数据，根据产品情况确定了指标。

六、专家评审会意见及意见处理情况

序号	条文编号	具体修改意见和建议	依据及理由	是否采纳	采纳/不采纳及理由
1	标准名称	标准名称修改为适用于蒸发造粒法的固体车用尿素产品	经专家评审去掉了重结晶法产品	采纳	标准名称从《车用尿素（固体）》改为《蒸发造粒法车用尿素（固体）》
2	产品类型	去掉重结晶法产品	仅一家企业有重结晶法生产的产品，不符合团标制定规则	采纳	去掉重结晶法生产的产品
3	外观检测方法	6.1 建议去掉“取四份样品，在非阳光直射下观测其色泽和形态。”	采样时已经经过样品混合，无必要再取四份样品测外观。	采纳	采用行标方法进行外观检测，即“在自然光下，于白色衬底的表面皿或白瓷板上用目视法判定外观”。

七、关于标准文本的说明

1、范围

本标准规定了固体车用尿素的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、运输和贮存。

本标准适用于以氨和二氧化碳为原料，通过蒸发造粒法生产的用于配制柴油发动机尾气净化液的固体尿素。

2、指标项目的确定

根据 GB 29518-2013《柴油发动机氮氧化物还原剂 尿素水溶液（AUS 32）》和 HG/T 5559-2019《柴油发动机尾气净化液用尿素》的指标设定和影响催化还原反应的因素，设定了指标项目分别为：外观、总氮、缩二脲、醛类、水分、碱度、水不溶物、磷酸盐、钙、铁、铜、锌、铬、镍、铝、镁、钠、钾共 18 项指标项目。

GB 29518-2013《柴油发动机氮氧化物还原剂 尿素水溶液（AUS 32）》和 HG/T 5559-2019《柴油发动机尾气净化液用尿素》指标情况

项目	GB 29518-2013《柴油发动机氮氧化物还原剂 尿素水溶液（AUS 32）》		HG/T 5559-2019《柴油发动机尾气净化液用尿素》		
			I 类（颗粒）		II 类（粉末）
	尿素含量（质量分数）/%	31.8-33.2	优等品	合格品	
总氮（N）（以干基计）/%	密度(20℃)/(kg/m ³)	1087.0-1093.0	46.4	46.4	46.4
缩二脲/%	折光率 ²⁰ _D	1.3814-1.3843	0.75	0.85	0.30
醛类(以 HCHO 计)/(mg/kg)	碱度（以 NH ₃ 计）/%	0.2	10	12	5
水分/%	缩二脲/%	0.3	0.7	0.7	4.0
碱度（以 NH ₃ 计）/%	醛类(以 HCHO 计)/(mg/kg)	5	0.1	0.2	0.1
水不溶物/（mg/kg）	不溶物/(mg/kg)	20	25	50	15
磷酸盐(以 PO ₄ 计)/(mg/kg)	磷酸盐（以 PO ₄ 计）/(mg/kg)	0.5	1.0		0.2
钙（Ca）/（mg/kg）	钙（Ca）/（mg/kg）	0.5	1.0		0.2
铁（Fe）/（mg/kg）	铁（Fe）/（mg/kg）	0.5	1.0		0.2
铜（Cu）/（mg/kg）	铜（Cu）/（mg/kg）	0.2	0.5		0.2
锌（Zn）/（mg/kg）	锌（Zn）/（mg/kg）	0.2	0.5		0.2
铬（Cr）/（mg/kg）	铬（Cr）/（mg/kg）	0.2	0.5		0.2
镍（Ni）/（mg/kg）	镍（Ni）/（mg/kg）	0.2	0.5		0.2
铝（Al）/（mg/kg）	铝（Al）/（mg/kg）	0.5	1.0		0.2
镁（Mg）/（mg/kg）	镁（Mg）/（mg/kg）	0.5	1.0		0.2
钠（Na）/（mg/kg）	钠（Na）/（mg/kg）	0.5	1.0		0.2
钾（K）/（mg/kg）	钾（K）/（mg/kg）	0.5	1.0		0.2

3、指标参数的确定

对各个企业车用尿素产品进行了调研，产品情况如下：

颗粒产品	项目	总氮(N)(以干基计)	缩二脲	醛类	水分	碱度	水不溶物	磷酸盐	钙	铁	铜	锌	铬	镍	铝	镁	钠	钾
2020 年调研数据	数据 1	46.4	0.72/ 0.83	5	0.5	0.03	8	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 2	46.4	0.8	5/10 12	0.45	0.5	15	0.3	0.8	0.8	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
	数据 3	46.4	0.5/0.75 /0.85	13	0.7	0.03	50	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 4	46.4	0.8	—	0.5	0.2	40	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
2019 年行标	行标优等品	46.4	0.75	10	0.7	0.1	25	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0

	行标合格品	46.4	0.85	12	0.7	0.2	50	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
2022 年调研 数据	数据 1	46.4	0.75	6	0.5	0.03	5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 2	46.4	0.85	6	0.5	0.03	8	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 3	46.6	0.2	1	0.7	0.01	5	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5
	数据 4	46.4	0.8	5	0.6	0.03	10	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5
	数据 5	46.4	0.8	13	0.5	0.2	40	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 6	46.2	0.8	3	0.5	0.5	15	0.3	0.8	0.8	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
	数据 7	45.3	0.9	5	0.7	0.5	20	0.5	1.0	1.0	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
	数据 8	46.0	0.8	12	0.7	0.03	50	1.0	1.0	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	0.5	0.5	0.5
	数据 9	46.0	0.85	8	0.5	0.5	40	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
	数据 10	46.4	0.85	12	0.5	0.2	40	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.2	1.0
	数据 11	46.5	0.85	10	0.5	0.5	40	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 12	46.5	0.90	10	0.5	0.5	40	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	数据 13	46.2	0.87	10	0.5	0.5	30	1.5	1.5	1.5	0.6	0.6	0.6	0.6	1.5	1.5	1.5	1.5
根据数据情况，按照 20%可以符合的为优等品，80%可以符合的为合格品确定指标。即 13 个数据中，以 4 个符合定优等品指标，12 个符合定合格品指标，允许数据存在 1 个不符合。																		
团标拟定新指 标	优等品	46.4	0.75	5	0.5	0.03	10	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
	合格品	46.4	0.85	12	0.7	0.2	40	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0

指标说明：

(1) 外观

固体车用尿素外观一般为白色颗粒状。

(2) 总氮

总氮含量直接影响 NO_x 的催化效率和尿素溶液的凝固点。在 SCR 还原系统中，尿素溶液的浓度是关键因素之一，过高或过低的浓度不仅不能提高 NO_x 的转化效率，反而会造成氨气的滑失（由于过高的 NH_3/NO_x 比造成的氨气漏失），形成二次污染物氨气。在用固体车用尿素配制车用尿素溶液时，为保证配制比例的稳定性和溶液产品的稳定性，本次制定标准要求总氮含量均不低于 46.4%。

(3) 缩二脲

尿素的生产过程中会生成副产物缩二脲，在储存中若存储不当，尿素溶液亦会缩合为缩二脲。缩二脲做为尿素溶液中的杂质，与醛类反应容易生成不易降解的高分子物质，造成管道和催化剂骨架的堵塞，应该严格控制。根据调研，确定缩二脲含量小于等于 0.75%，合格品小于等于 0.85%。

(4) 醛类

因为与缩二脲反应会生成不易降解的高分子物质堵塞管道和催化剂骨架，醛类含量也应严格控制。通过调研各个企业产品醛类含量，拟定产品优等品指标为 5，合格品为 12。

(5) 水分

水分含量影响产品稳定性和溶液配制是否便利，为防止产品结块造成的复配不便，将水分作为控制指标，产品优等品指标为 0.5，合格品为 0.7。

(6) 碱度

尿素在酸、碱、酶作用下（酸、碱需加热）能水解产生氨，碱度太高说明部分尿素不纯或已经分解，该项指标控制的是尿素中氨的含量，产品优等品指标为 0.03，合格品为 0.2。

(7) 水不溶物

不溶物是尿素溶液中的不溶于水的杂质，其存在对尿素溶液的输液管道和喷嘴具有堵塞的危害，根据调研情况，确定产品优等品指标为 10，合格品为 40。

(8) 磷酸盐和金属离子

磷酸盐和金属离子（钙、铁、铜、锌、铬、镍、铝、镁、钠、钾）由于能使 Urea-SCR 系统的催化剂中毒甚至失活，因此需严格控制，根据调研情况，确定指标。

5、试验方法的确定

试验方法参考 HG/T 5559-2019 中的方法。

(1) 外观

在自然光下，于白色衬底的表面皿或白瓷板上用目视法判定外观。

(2) 总氮含量的测定

按 GB/T 2441.1 中的蒸馏后滴定法（仲裁法）进行测定。

(3) 缩二脲含量的测定

按 GB/T 2441.2 的分光光度法进行测定。

(4) 醛类含量(以 HCHO 计) 的测定

按GB 29518的规定进行, 调整称样量为2 g。

(5) 水分的测定

按GB/T 2441.3的卡尔·费休法进行测定。

(6) 碱度含量(以 NH_3 计) 的测定

按GB/T 2441.5的容量法进行测定。

(7) 水不溶物的测定

按GB 29518附录E的重量法进行测定。由于GB 29518是溶液的测定方法, 本次制标针对固体车用尿素, 对称样量进行了调整, 样品称样量调整为50g, 溶解到150mL水中, 然后按照规定的步骤进行测定。

(8) 磷酸盐(以 PO_4 计) 含量的测定

按GB 29518附录F的规定进行, 对称样量进行了调整, 在样品前处理过程中, 称样量调整为30g, 其他步骤完全相同。

(9) 钙、铁、铜、锌、铬、镍、铝、镁、钠、钾含量的测定

按GB 29518附录G的电感耦合等离子发射光谱法进行测定, 对称样量进行了调整。样品前处理中灰化法称取30 g试样, 精确至0.0002 g, 直接放入马弗炉中, 按照要求进行灰化处理; 直接进样法称取5.0 g试样, 精确至0.000 2 g, 按照要求进行处理。

6、检验规则

检验按照 HG/T 5559-2019 的规定执行, 分为出厂检验和型式检验两种, 将总氮、缩二脲、醛类、水分、碱度、水不溶物六项指标为出厂检验项目, 应逐批检验。在可能引起产品质量有大的变化的情况下进行型式检验。

规定生产企业用相同材料, 基本相同的生产条件, 连续生产或同一班组生产的同类别、同等级的固体车用尿素为一批。每批产品不超过 3000 t。

7、标志、标签、包装、运输和贮存

标志、标签、包装、运输和贮存参考 HG/T 5559-2019 中的规定执行。

六、标准属性

本标准为中国氮肥工业协会团体标准。