

**中国石油和化学工业联合会团体标准**

**《生物基1,5-戊二胺》**

**编制说明**

**(征求意见稿)**

团体标准起草小组

2024年6月

# 目 录

<b>1 任务来源</b> .....	<b>1</b>
<b>2 目的和意义</b> .....	<b>1</b>
2.1 产品及行业概况.....	1
2.2 标准编制的意义及必要性.....	2
<b>3 标准制定过程</b> .....	<b>3</b>
<b>4 标准编制原则</b> .....	<b>4</b>
<b>5 主要条款的说明</b> .....	<b>4</b>
5.1 标准适用范围.....	4
5.2 规范性引用文件.....	4
5.3 要求.....	5
5.4 国内先进标准及采标情况.....	5
5.5 指标项目的确定.....	6
5.5.1 外观.....	6
5.5.2 1,5-戊二胺含量 .....	6
5.5.3 色度.....	7
5.5.4 水分.....	8
5.6 试验方法.....	9
5.6.1 1,5-戊二胺含量的测定 .....	9
5.6.2 色度的测定.....	9
5.6.3 水分的测定.....	9
5.7 检验规则.....	10
5.8 标志、包装、运输和贮存.....	10
<b>6 知识产权说明</b> .....	<b>10</b>
<b>7 与现有法律法规的协调性</b> .....	<b>10</b>
<b>8 重大分歧意见的处理经过和依据</b> .....	<b>10</b>
<b>9 标准性质的建议说明</b> .....	<b>10</b>
<b>10 实施标准的经济、社会效益以及实施标准的要求、措施</b> .....	<b>10</b>

# 《生物基1,5-戊二胺》

## 团体标准编制说明

### 1 任务来源

根据中国石油和化学工业联合会印发《关于印发2023年第二批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》，《生物基1,5-戊二胺》被列入中国石油和化学工业联合会团体标准制定计划。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出，中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口，由上海凯赛生物技术股份有限公司、北京国化新材料技术研究院有限公司等单位组织起草。

### 2 目的和意义

#### 2.1 产品及行业概况

生物基1,5-戊二胺，由可再生植物原料通过生物转化工艺制备而成，类似己二胺，与二元酸聚合生产尼龙5X（尼龙56、尼龙510等），性能媲美甚至超越了石油基尼龙产品，主要应用领域是纤维（如服装、汽车轮胎帘子布、地毯和管道等）、工程材料（如电子仪器产品和汽车的部件等），是生物基聚酰胺产业化的基础。生物基1,5-戊二胺较石油基材料具有显著的成本优势。由于其可持续的性质、以及市场对环保产品的需求不断增加和对减少对化石燃料的依赖的重视，生物基1,5-戊二胺市场正在大幅增长。

国外市场方面，主要生产企业有日本东丽、日本味之素（两家合作）和韩国希杰，生物基1,5-戊二胺总产能约为2万吨/年。随着研发投资的不断增加，预计将进一步推动未来几年的市场增长。2024年2月14日，韩国LG化学与CJ（希杰）第一制糖就合资共建基于生物基1,5-戊二胺的生物尼龙（PA）制售企业签署框架协议（HOA）。

国内市场方面，生产企业有上海凯赛生物技术股份有限公司和宁夏伊品生物科技股份有限公司。2022年国内市场总产能约为6万吨/年，产量约为1.5万吨。另外阳煤化工股份有限公司和广安摩珈生物科技有限公司也有立项意向。阳煤化工股份有限公司于2020年7月公告签署《生物酶法制备尼龙56技术开发合作框架协议》，其中涉及开发以赖氨酸为原料的生物法生产戊二胺及尼龙56的技术。2020年10月29日，华阳新材料科技集团与清华大学

化工系签订了高性能生物基聚酯和尼龙等的研发和产业化合作备忘录。待建产能方面，上海凯赛生物技术股份有限公司在山西太原规划有50万吨/年生物基1,5-戊二胺的生产线，预计2024年投产。

上海凯赛生物技术股份有限公司是全球生物基1,5-戊二胺领域的龙头企业。该公司基于自有的生物基1,5-戊二胺产品开发了长链聚酰胺5X，全球第一次突破性地引入奇数碳二元胺，改善了尼龙材料性能。同时，生物法戊二胺生物质原材料的使用，以更环保的产品、更少的碳排放满足更优异的性能，符合国家发展低碳经济的战略目标。

## 2.2 标准编制的意义及必要性

生物基1,5-戊二胺是以可再生植物资源为原料，通过特定的生物转化工艺，生产出的高纯度生物基二元胺，主要用于尼龙、环氧树脂固化剂、有机合成中间体、异氰酸酯等领域，并可进一步应用于纺丝、工程材料、医药、农药、有机合成等行业，全球需求量巨大。在纺丝、工程材料和纤维增强复合材料等领域，生物基戊二胺可替代己二胺，解决己二胺“卡脖子”问题；同时我国赖氨酸产能严重过剩，而生物基戊二胺的出现则可为赖氨酸找到新的下游需求。此外，生物基戊二胺下游聚酰胺行业国产化替代空间较大，未来随着聚酰胺国产化程度提高，聚酰胺领域对生物基戊二胺的需求也将增长。

生物基戊二胺与二元酸聚合而成的生物基尼龙材料除了具有传统尼龙耐油、耐磨、耐热、自润滑和高强度等特点外，还具有本质阻燃、吸湿性好、流动性及弹性好等额外的优异性能，以及原料可再生、产品可回收、轻量化等特点，为纺织、医药、汽车、电子电器、新能源装备、交通运输轻量化、绿色建筑等多个领域提供了性能更加优异的、绿色环保的革命性新材料，打破了核心技术完全掌握在国外企业的垄断局面。打通以可再生植物资源为原料，通过生物转化工艺生产戊二胺、以及与二元酸聚合生成尼龙5X的生物基材料生产路线，形成具有自主知识产权的技术体系，实现生物基戊二胺及尼龙5X的产业化，不仅可以实现我国氨基酸发酵产业的转型升级，还将打破跨国公司对我国尼龙产业的垄断，同时促进两大产业的供给侧结构性改革，实现国家双碳战略，助力生物经济发展。2023年1月工信部等六部委印发《加快非粮生物基材料创新发展三年行动方案》，其中万吨级戊二胺及生物基尼龙5X已列为国家重点战略发展目标之一。2023年12月12日，国务院第五次全国经济普查领导小组办公室印发《工业战略性新兴产业分类目录（2023）》，其中生物基原材料均属于工业战略性新兴产业。2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布《产业结构调

整指导目录（2024年本）》，以非粮生物质为原料的高分子材料、试剂、芯片、干扰素、传感器、纤维素生化产品开发与生产为鼓励类的技术、装备及产品之一。

目前，大多数二元胺是由石油基化合物通过传统化学工艺生产合成的，极度依赖石油、煤等不可再生资源，且制备过程会导致环境污染以及大量碳排放问题。生物基1,5-戊二胺的技术突破，能有效解决传统化学工艺的原料己二腈依赖进口、成本较高等问题，不仅有助于尼龙行业的低碳转型升级，还有助于我国摆脱对国外尼龙材料核心单体前驱体的依赖，提升我国生物制造的整体水平。因此，建立《生物基1,5-戊二胺》的团体标准，不仅可以促进生物基1,5-戊二胺的规范性生产，也有助于国家发展低碳经济，实现产品高质量发展。

### 3 标准制定过程

为了切实做好《生物基1,5-戊二胺》标准的编制工作，我们在接到任务时，成立了标准起草工作组，制定工作方案，主要工作过程如下：

（1）2023年10月17日，石化联合会发布《关于征集2023年第二批中国石油和化学工业联合会团体标准计划项目的通知》。石化联合会环氧树脂及应用专委会、上海凯赛生物技术股份有限公司、北京国化新材料技术研究院等企业开展了对国内外相关标准、生物基1,5-戊二胺的生产现状及下游应用等方面的调研工作，就生物基1,5-戊二胺产品的主要指标、管理、运输、验收、贮存、使用、处置等环节进行了详细的研究，最终确定生物基1,5-戊二胺产品团体标准的内容，在此基础上提交了《生物基1,5-戊二胺》团体标准的项目建议书。

（2）2023年12月19日，中国石油和化学工业联合会通过腾讯会议召开团体标准立项审查会，起草单位重点就标准编制的背景意义、必要性及可行性进行了汇报。评审专家建议按规范的化学命名法修改标准名称，通过标准起草单位确认戊二胺为规范的化学名，无需进行名称修改。

（3）2023年12月29日，石化联合会发布《关于印发2023年第二批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》，《生物基1,5-戊二胺》等48项团体标准顺利通过立项审查。

（4）2023年1月-3月，立项审查通过后，标准起草工作组和技术小组人员积极开展标准研制工作，结合国内外主要厂家产品指标、企业标准、下游行业对生物基1,5-戊二胺的性能要求等，完成了工作组讨论稿的撰写工作。

(5) 2024年3月，编制组以线上会议形式召开第一次工作会议，会议邀请了标准化专家、凯赛生物等企业，会议针对该标准的生物基1,5-戊二胺原材料来源、工艺路线、技术要求以及组批、包装等内容展开了讨论质询。确定了“以糖类生物质为原料经发酵法制备的1,5-戊二胺产品”的适用范围；对技术要求中试验项目书写规范以及1,5-戊二胺含量测定步内容进行讨论修改；对于组批、包装、贮存等内容与企业代表、标准化专家进行了讨论，进行完善。

(6) 2024年4月-6月，根据工作会议的相关意见，标准起草工作组组织生产企业共同完善技术指标及试验方法验证工作，制定了本标准的征求意见稿及编制说明。

(7) 2024年X月X日，《生物基1,5-戊二胺》征求意见稿及编制说明进行了公示。

#### **4 标准编制原则**

根据《团体标准管理规定》精神，为科学合理利用资源，推广科学技术成果，满足市场和创新发展需要，聚焦新技术、新产业、新业态和新模式，填补标准空白，提高经济效益、社会效益，而制定本标准。具体来说，本标准的制定遵循以下几条原则：

- (1) 有利于促进技术进步，提高产品质量的原则；
- (2) 有利于合理利用资源，提高经济效益的原则；
- (3) 遵循科学性、先进性、统一性的原则。

#### **5 主要条款的说明**

##### **5.1 标准适用范围**

本文件规定了生物基1,5-戊二胺的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以糖类生物质为原料经发酵法制备的1,5-戊二胺产品。该产品主要用于尼龙、环氧树脂固化剂、有机合成中间体、异氰酸酯等领域。

##### **5.2 规范性引用文件**

主要内容是标准引用的基础标准及试验方法标准。注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于标准。

### 5.3 要求

为了使生物基1,5-戊二胺更好应用于尼龙、环氧树脂固化剂、有机合成中间体、异氰酸酯等领域，并保证贮存、运输、使用安全，生物基1,5-戊二胺的技术要求应符合表1规定。

表 1 技术要求

项目	要求
外观	无色透明液体
1,5-戊二胺含量, w/%	≥99.5
色度/Hazen单位（铂-钴）	≤15
水分, w/%	0.3

### 5.4 国内先进标准及采标情况

国内暂无相关国家或行业标准，仅有标准起草单位、黑龙江伊品新材料、广安摩珈生物等少数企业制定有相关的企业标准。本次标准的制定部分参考了标准起草单位的企业标准。目前我国当前与生物基1,5-戊二胺相似的部分国家标准、行业标准、团体标准以及部分标准测定方法如下表所示。本标准的部分技术指标测定方法参考了这些标准。

表 2 目前相似的国家及行业标准

序号	标准编号	标准名称	是否采纳
1	GB/T 36761-2018	工业用乙二胺	部分技术指标测定方法参考
2	HG/T 3937-2021	工业用1,6-己二胺	部分技术指标测定方法参考
3	T/CPCIF 0119—2021	工业用1,2-环己二胺	否
...	...	...	...

表 3 GB/T 36761-2018 工业用乙二胺技术指标测定方法

项目	测定方法
外观	目测法
乙二胺, w/%	气相色谱法：面积归一化法为仲裁法（参考）；内标法
色度（铂-钴色号）/Hazen单位	GB/T 3143
水分, w/%	GB/T 6324.8为仲裁法（参考）；GB/T6283；气相色谱法

表 4 HG/T 3937-2021 工业用1,6-己二胺技术指标测定方法

项目	测定方法
外观	将样品熔融后目测
乙二胺, w/%	气相色谱法为仲裁法（参考）/酸碱滴定法/差减法
色度（铂-钴色号）/Hazen单位	GB/T 3143
水分, w/%	GB/T 6283

## 5.5 指标项目的确定

### 5.5.1 外观

外观用于对产品进行直观和定性的考察，生产工艺不同，生产出的产品外观存在差异。大部分企业标准中均设置了外观指标。本标准规定为“无色透明液体”。方法规定用目测法判定，对观测条件做出如下规定“取适量样品于无色透明比色管中，在自然光或日光灯下目视观察”。

### 5.5.2 1,5-戊二胺含量

常温下1,5-戊二胺下为液体，含量指溶液中溶质质量与溶液质量之比，即反映产品纯度的重要指标。为严格要求产品质量，本标准中1,5-戊二胺含量要求值为 $\geq 99.5\%$ ，满足下游尼龙、环氧树脂固化剂、有机合成中间体、异氰酸酯等领域所需纯度指标，同时也综合参考了各企业产品标准的水平。

表 5 主要企业对1,5-戊二胺含量的要求

企业名称	产品分等	1,5-戊二胺含量, w/%
企业A	优等品	$\geq 99.5$
	一等品	$\geq 99.3$
	合格品	$\geq 99.0$
企业B	/	$\geq 99.5$
企业C	优等品	$\geq 99.9$
	合格品	$\geq 99.3$

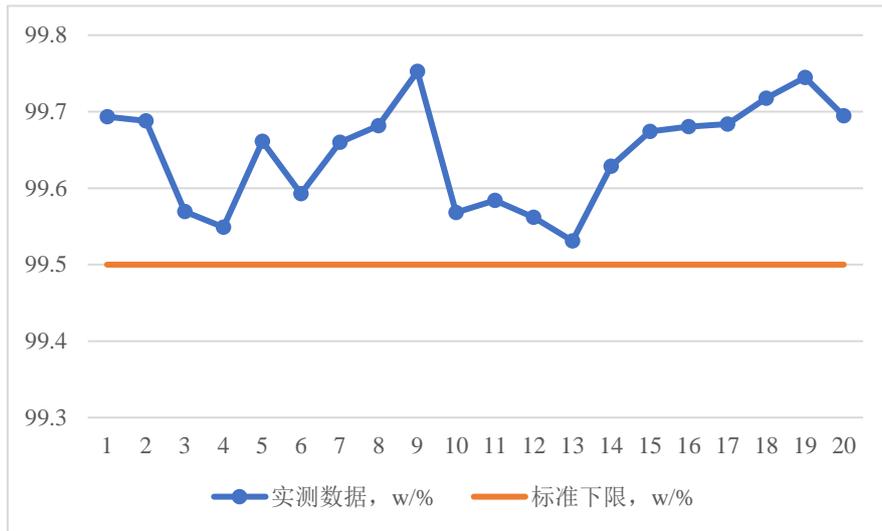


图 1 不同批次1,5-戊二胺含量实测数据

### 5.5.3 色度

1,5-戊二胺产品外观为无色液体，优良的色度表示产品纯度高且杂质含量低。颜色较深的1,5-戊二胺产品会影响固化后产物或聚合物的颜色，影响环氧树脂和尼龙等下游产业的使用，同时也综合参考了各企业产品标准的水平。本标准1,5-戊二胺的色度要求值为 $\leq 15$ （Hazen单位（铂-钴色号）：0号-100号，号越大颜色越深）。

表 6 主要企业对色度的要求

企业名称	产品分等	色度/Hazen单位（铂-钴）
企业A	优等品	$\leq 8$
	一等品	
	合格品	
企业B	/	$\leq 15$

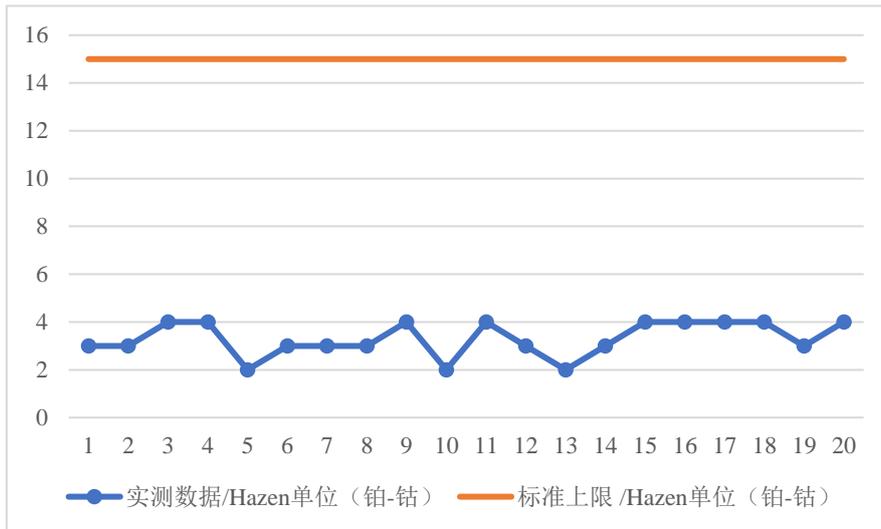


图 1 不同批次色度实测数据

### 5.5.4 水分

水分是影响产品质量和稳定性的重要因素。水分的存在会直接影响1,5-戊二胺产品的使用性能，特别是在固化剂领域。当1,5-戊二胺作为固化剂使用时，水分过多会导致固化速度减慢，固化过程中容易存在发白、发粘的现象。另外，在尼龙合成中，微量水分的存在会影响聚合度，导致无法形成大分子量的尼龙材料。综合考虑1,5-戊二胺产品下游行业的实际应用需求后，以及各企业产品标准水平，本标准1,5-戊二胺含水量控制在0.3%以内。

表 7 主要企业对水份的要求

企业名称	产品分等	水分, w/%
企业A	优等品	≤0.015
	一等品	≤0.04
	合格品	≤0.5
企业B	/	≤0.3
企业C	优等品	≤0.05
	合格品	≤0.2

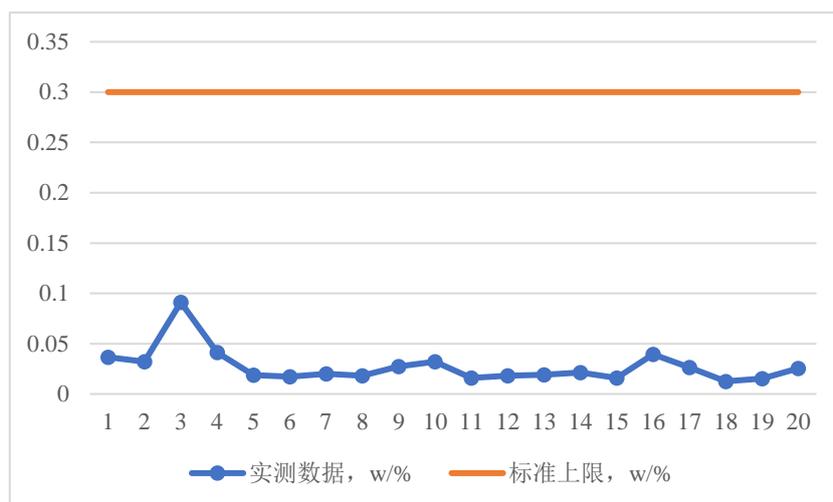


图 3 不同批次水分实测数据

## 5.6 试验方法

### 5.6.1 1,5-戊二胺含量的测定

本标准中采用GB/T 9722《化学试剂 气相色谱法通则》规定的气相色谱法进行含量的测定，选择气相色谱面积归一法进行1,5-戊二胺含量的测定。该方法通过将样品注入气相色谱仪，并使用适当的操作条件，如流速、进样量和柱温等参数，实现对1,5-戊二胺的分离和检测。气相色谱法具有高灵敏度和准确性，满足标准的要求，该方法在行业内广泛应用且被广泛认可，能够准确地测定1,5-戊二胺的含量，确保产品质量的稳定性和安全性。

### 5.6.2 色度的测定

本标准中采用GB/T 6324.6《有机化工产品试验方法 第6部分：液体色度的测定 三刺激值比色法》规定的方法进行色度的测定。该方法符合行业标准，并且在测定1,5-戊二胺色度方面具有较高的准确性和可重复性。根据测定结果的可重复性，可以得出有效的测试结果。最后，色度值可以取均值作为1,5-戊二胺的色度。

### 5.6.3 水分的测定

本标准中按照GB/T 6324.8《有机化工产品试验方法 第8部分：液体产品水分测定 卡尔·费休库仑电量法》使用库仑微量水分测定仪进行水分含量的测定。卡尔费休法是测定物质水分的各类化学方法中被广泛认可的一类方法，能够准确测定1,5-戊二胺中的水分含量，且具有较好的可重复性。

## 5.7 检验规则

本标准规定了生物基1,5-戊二胺产品的检验项目、组批、采样及判定要求

## 5.8 标志、包装、运输和贮存

本标准规定了生物基1,5-戊二胺产品的标志、包装、运输和贮存的要求均应符合相关规定。

## 6 知识产权说明

无知识产权问题。标准起草单位上海凯赛生物技术股份有限公司具备生物基1,5-戊二胺发明专利及相关生产工艺专利。

## 7 与现有法律法规的协调性

本标准符合现行相关法律、法规、规章及相关标准。

## 8 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中无重大分歧意见。

## 9 标准性质的建议说明

本文件在各项指标项目设置方面适应了目前国内环氧树脂、尼龙、异氰酸酯等行业使用生物基1,5-戊二胺的要求，保证了产品的使用安全，分析方法准确、适用，总体水平达到国内先进水平。根据我国对标准属性的划分原则，本标准为产品标准，标准的层次为推荐性团体标准。

## 10 实施标准的经济、社会效益以及实施标准的要求、措施

本文件的发布，将有助于推动生物基1,5-戊二胺行业的发展，规范和提高产品质量，满足下游行业生产企业的需要，促进我国1,5-戊二胺生产厂家参与国际竞争、促进产品的进出口贸易，增强行业国际竞争力。本文件实施后将取得明显的经济效益和社会效益。

建议在本文件颁布后，及时组织标准宣贯培训班，对标准的主要技术内容进行宣贯培训，以帮助标准使用者尽快准确理解本标准的相关要求，促进生物基1,5-戊二胺行业发展

与检测的规范化、标准化。

附录

参编企业生物基1,5-戊二胺的检测数据

序号	1,5-戊二胺含量, w/%	色度/Hazen单位 (铂-钴)	水分, w/%
1	99.69	3	0.037
2	99.69	3	0.032
3	99.57	4	0.091
4	99.55	4	0.041
5	99.66	2	0.019
6	99.59	3	0.017
7	99.66	3	0.020
8	99.68	3	0.018
9	99.75	4	0.027
10	99.57	2	0.032
11	99.58	4	0.016
12	99.56	3	0.018
13	99.53	2	0.019
14	99.63	3	0.021
15	99.67	4	0.016
16	99.68	4	0.040
17	99.68	4	0.026
18	99.72	4	0.013
19	99.74	3	0.015
20	99.69	4	0.025