

《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》 编制说明

（征求意见稿）

编制单位：宿迁联盛科技股份有限公司

中国化工情报信息协会

编制日期：2025 年 8 月

《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》

编制说明

一、任务来源

（一）任务来源

中国化工学会于 2024 年 5 月印发《关于<工业用 2,2,6,6-四甲基哌啶>等 8 项团体标准立项的通知》（化会字〔2024〕第 30 号），下达了《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》团体标准制定计划。本标准由中国化工学会提出并归口，由宿迁联盛科技股份有限公司和中国化工情报信息协会联合牵头制定。

（二）标准制定的目的和意义

2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮，又名三丙酮胺，常温下为白色或淡黄色粉末，具有特有的胺类气味。作为一种哌啶酮衍生物，其分子结构中的叔氮原子和羰基决定了其主要的化学性质。2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮是重要的聚合物材料添加剂，其主要作用是预防、阻止聚合物材料的光老化过程，增加聚合物材料的使用寿命。其作用机理主要通过以下三种方式：猝灭单线态氧、分解氢过氧化物、捕捉自由基。受阻胺类光稳定剂通过以上三种方式的协同作用，使高分子材料光老化降解过程变慢，材料使用寿命延长，扩大材料应用场景及范围。

全球 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮的生产高度集中，主要由几家大型化工企业主导。我国是全球最大的 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮生产国、消费国和出口国，其产能和产量占全球比重极高（估计超过 80%）。全球 TEMP 的有效年产能约为 2-3 万吨，其中我国占据了绝大部分份额。全球的 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮产能主要集中在中国的几家龙头企业，例如北京天罡集团、天津利安隆新材料股份有限公司、宿迁联盛科技股份有限公司、营口市风光化工有限公司等。此外，国际化工巨头如巴斯夫（BASF）、SI 集团等也拥有自用或部分的 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮产能，但其生产主要服务于自身下游的受阻胺光稳定剂（HALS）产品链。长期来看，全球对高性能塑料耐候性要求的提高，以及新能源汽车（大量使用塑料部件）等新兴领域的发展，将持续驱动对 HALS 及 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮的需求增长。

市场上现有的三丙酮胺产品质量参差不齐，各生产厂家所制定企业标准有所不同，不利于产品的推广应用。制定相应的团体标准，有助于进一步规范行业秩序，提升行业质量水平，促进行业技术水平的不断提升。标准实施后有助于增强行业的国际竞争力。本标准颁布实施后，将为工业用三丙酮胺产品的生产企业和应用单位提供统一的质量要求和检测方法，对产品的判别提供有效参考，从而避免很多由产品质量引发的供需纠纷。同时，新标准还可以起到指导生产企业改进工艺，提高产品质量的作用。通过产品质量的提高，为其下游产品的生产提供优质的原材料，为相关产品的生产提供帮助，从而促进工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮产业持续稳定发展。

二、起草工作简要过程

按照中国化工学会标准制修订程序的要求，《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》团体标准的编制完成了以下工作：

（一）资料的收集

在标准编制过程中，起草工作组收集了以下资料：

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 603 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备

GB/T 3143 液体化学产品颜色测定法（Hazen 单位——铂-钴色号）

GB/T 6283 化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法（通用方法）

GB/T 6678 化工产品采样总则

GB/T 6680 液体化工产品采样通则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 7531 有机化工产品灼烧残渣的测定

GB/T 8170 数值修约规则与极限值的表示和判定

GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则

（二）标准的起草

1. 2024 年 5 月，《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》团体标准正式立项。2024 年 6 月至 2024 年 12 月，项目组完成标准的前期预研工作，联系工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）生产企业、科研单位以及下游用户等，对工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）标准化的有关问题进行调研和分析。

2. 2024 年 10 月，召开标准启动会，成立起草工作组，正式启动《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》的团体标准编制工作，根据启动会企业代表意见，修改完成《工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）》工作组第一稿。

3. 2024 年 11 月至 2025 年 6 月，工作组成员根据启动会讨论内容和要求，开展验证试验，按照标准指标项要求，开展了产品指标数据验证试验，并在此基础上统一各方意见，形成标准征求意见稿。

（三）主要参加单位和工作组成员

标准牵头单位为宿迁联盛科技股份有限公司、中国化工情报信息协会，工作组成员包括利安隆（内蒙古）新材料有限公司、北京天罡助剂有限责任公司。具体情况如表 1 所示。

表 1 主要参加单位和工作组成员表

成员姓名	所在单位	专业方向	邮箱
张瑞	宿迁联盛科技股份有限公司	分析化学	liuxia@tiangang.com
王国明	利安隆（内蒙古）新材料有限公司	分析化学	liuxia@tiangang.com
孙智勇	利安隆（内蒙古）新材料有限公司	精细化工	zhaoli@tiangang.com

成员姓名	所在单位	专业方向	邮箱
刘霞	北京天罡助剂有限责任公司	分析化学	liuxia@tiangang.com
赵莉	北京天罡助剂有限责任公司	精细化工	zhaoli@tiangang.com

三、编写原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准的编写原则

本标准编制遵循经济社会发展需求原则、技术先进和经济合理原则、适应贸易全球化需求原则、维护公众利益原则、协商一致原则、广泛参与和公开透明原则。

本标准的编制结合了生产企业工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）的制备工艺流程、产品检验检测方法、试验数据等有关资料，在借鉴已有经验的基础上，提出了工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）产品的质量要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等要求。

（二）确定标准主要内容的依据

1. 指标项的确定

根据对国内外公司产品销售规格、全国主要生产厂家及用户调查的情况，工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）指标的设定主要考虑产品的外观、纯度、水分、灰分和色度的影响。

外观：设置“外观”指标可对该过程进行监控，主要因为生产过程中如果有杂质或异物产生，都会对颜色产生影响。三丙酮胺熔点 55-56° C（桔黄色结晶），该物质在常温下通常为白色或淡黄色粉末，放置时间越长颜色越深，也可呈桔黄色结晶，因熔点较低，如遇到夏季高温运输或储存，会熔化成液体，故外观指标设置了液体和固体两种状态。

纯度：主含量指标的控制是首要的，2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮的含量决定了是否可用于下游行业。

水分：2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）是合成更高分子量受阻胺光稳定剂（如光稳定剂 770、944 等）的关键中间体。这些合成反应通常涉及胺的酰化反应或类似的缩合反应。这类反应通常需要用到酰氯、酸酐等对水高度敏感的试剂。水分会水解这些活性试剂，导致原料消耗、副反应增多、降低反应收率。因此，需要控制 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮中的水分。

灰分：2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）的灰分，在 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮的后续加工或在其下游的光稳定剂产品应用中，催化不良副反应、影响下游产品的色度和透明度等性能。因此，将灰分作为该产品的指标项。

色度：色度是衡量 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）产品纯度和储存稳定性的直观指标。

2. 试验方法的确定

对已有国行标的试验方法，直接引用。2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）含量的测定用气相色谱法，在选定的工作条件下，使试样汽化后通过色谱柱，使各组分得到分离，用氢火焰离子化检测器检测，面积归一化法定量。

3. 指标值的设定

本标准指标值的设定是在工作组成员单位提供企业实际生产产品质量数据的基础上，综合行业实际情况设定。指标值验证数据见表 2，各企业实验数据见附录。

表 2 工业用 2, 2, 6, 6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）数据与指标要求

指标项	指标要求	批次	宿迁联盛	内蒙古利安隆	北京天罡
外观	淡黄色至棕红色液体或固体	1	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		2	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		3	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		4	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		5	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		6	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		7	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		8	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		9	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
		10	淡黄色液体	淡黄色固体	淡黄色液体
含量, w/%	≥97.0	1	98.30	98.18	99.12
		2	98.49	98.49	99.00
		3	98.34	98.12	99.08
		4	98.54	98.31	98.70
		5	98.75	98.29	98.73
		6	98.29	98.12	99.02
		7	97.75	98.27	98.87
		8	98.70	98.20	98.93
		9	98.37	98.08	98.91
		10	98.44	98.11	99.15
水分, w/%	≤0.50	1	0.38	0.01	0.09
		2	0.12	0.01	0.10
		3	0.08	0.08	0.27
		4	0.20	0.07	0.07
		5	0.09	0.08	0.21
		6	0.14	0.07	0.25
		7	0.35	0.07	0.11
		8	0.36	0.06	0.12
		9	0.15	0.07	0.14
		10	0.20	0.08	0.19
灰分, w/%	≤0.10	1	0.01	0.01	0.03
		2	0.01	0.01	0.03
		3	0.01	0.01	0.02
		4	0.01	0.01	0.02
		5	0.01	0.02	0.01
		6	0.01	0.02	0.01
		7	0.01	0.02	0.02
		8	0.01	0.02	0.01
		9	0.01	0.02	0.03
		10	0.01	0.02	0.03
色度(铂-钴色号)/号	≤100	1	31.9	34	45

指标项	指标要求	批次	宿迁联盛	内蒙古利安隆	北京天罡
		2	30.8	40	50
		3	32.9	50	50
		4	31.7	76	50
		5	34.2	90	45
		6	28.8	70	50
		7	27.2	54	50
		8	28.7	48	50
		9	30.4	73	50
		10	28.2	71	45

四、技术经济分析论证和预期的经济效益

本标准的制定，有助于进一步规范行业秩序，提升行业质量水平，促进行业技术水平的不断提升。标准实施后有助于增强行业的国际竞争力，促进国内企业的出口，为国内企业创造更大的利润空间。

五、采用国际标准和国外先进标准情况及水平对比

起草单位对国内外标准资料进行了收集工作，未检索到有关工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）的国外标准。

六、与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

该标准严格遵循国务院印发的《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13号）中关于培育和发展团体标准的各项改革措施要求。同时，与国家标准化管理委员会修改标准化法和《关于培育和发展团体标准的指导意见》相协调，从而确保该标准可为相关法律法规的制定和实施提供支撑。

该标准在制定过程中，以尽量直接引用的方式与相关现行标准实现协调和衔接。

七、贯彻实施标准的措施和建议

本标准制定后，将统一各生产企业的产品质量标准，希望各生产企业严格执行标准的要求，共同维护行业的发展。

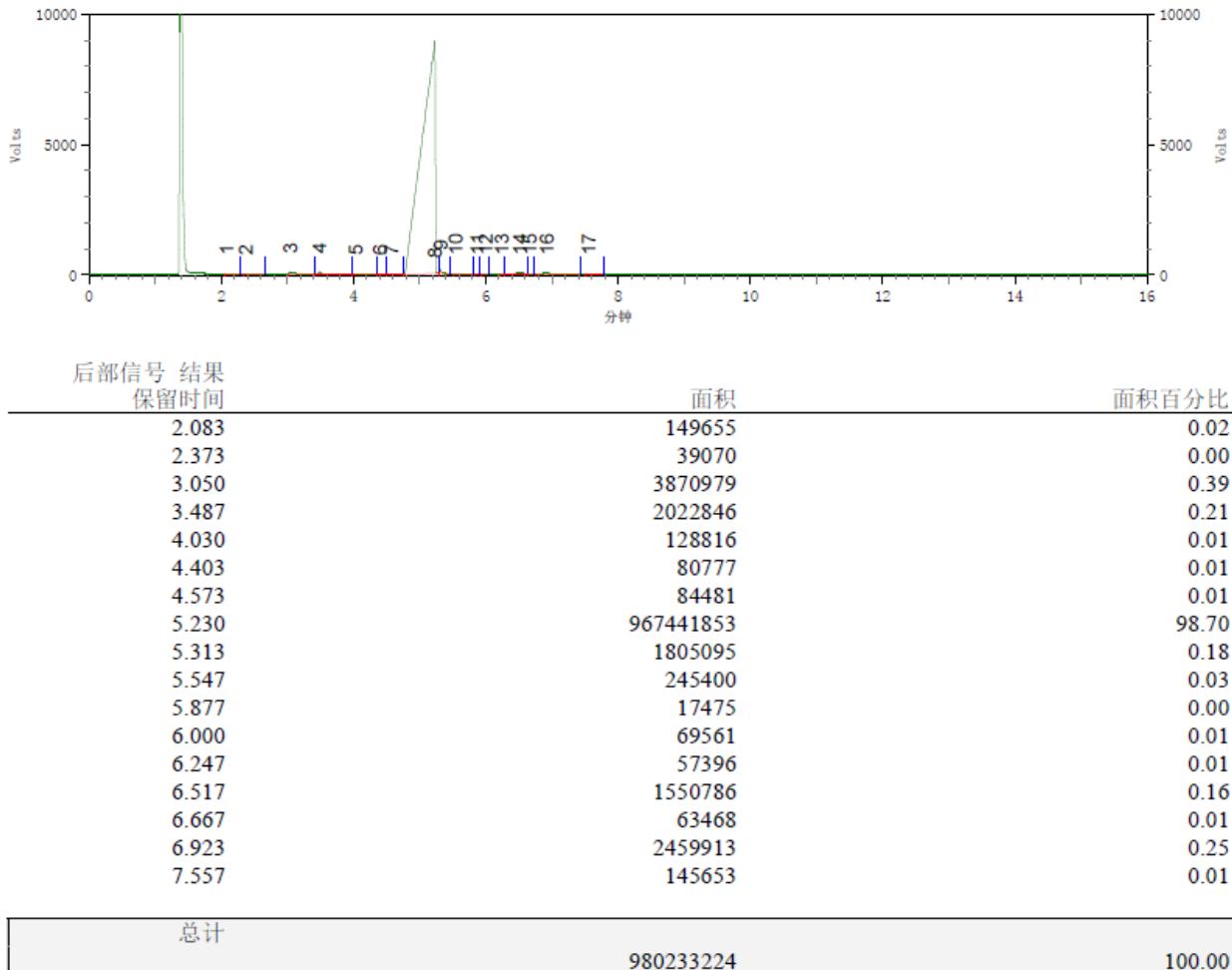
八、其他应予以说明的事项

无。

附录 A 宿迁联盛科技股份有限公司工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）试验数据

A. 1 工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）含量检测试验

按照标准中给定的色谱条件开展验证试验，得到以下谱图。



A. 2 其他指标检测验证

其他指标检测验证均按照标准要求试验方法进行，具体数据如表 A.1 所示。

表 A.1 工业用 2, 2, 6, 6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）试验数据

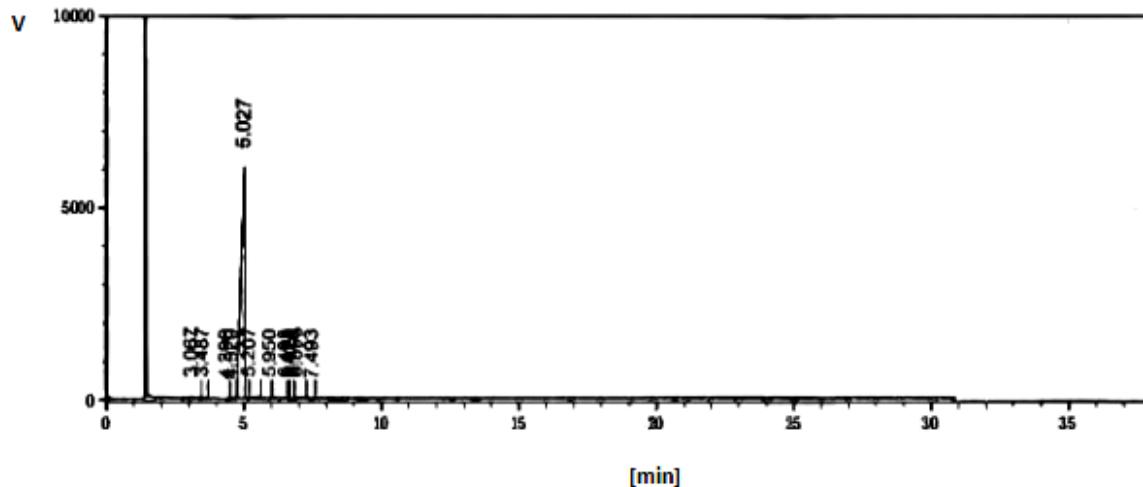
批次	项目				
	外观	含量, w/%	水分, w/%	灰分, w/%	色度/Hazen 单位 (铂-钴色)
1	淡黄色液体	98.30	0.38	0.01	31.9
2	淡黄色液体	98.49	0.12	0.01	30.8
3	淡黄色液体	98.34	0.08	0.01	32.9
4	淡黄色液体	98.54	0.20	0.01	31.7
5	淡黄色液体	98.75	0.09	0.01	34.2
6	淡黄色液体	98.29	0.14	0.01	28.8
7	淡黄色液体	97.75	0.35	0.01	27.2
8	淡黄色液体	98.70	0.36	0.01	28.7
9	淡黄色液体	98.37	0.15	0.01	30.4
10	淡黄色液体	98.44	0.20	0.01	28.2

附录 B 利安隆（内蒙古）新材料有限公司工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）

试验数据

B. 1 工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）含量检测试验

按照标准中给定的色谱条件开展验证试验，得到以下谱图。



保留时间	峰面积	峰面积/%
3. 067	1528988	0. 37
3. 487	476616	0. 11
4. 390	72548	0. 02
4. 520	100637	0. 02
5. 027	413494645	99. 07
5. 207	787351	0. 19
6. 493	198979	0. 05
6. 770	63880	0. 02
6. 893	608355	0. 15
总计	417376866	100. 00

B. 2 其他指标检测验证

其他指标检测验证均按照标准要求试验方法进行，具体数据如表 B.1 所示。

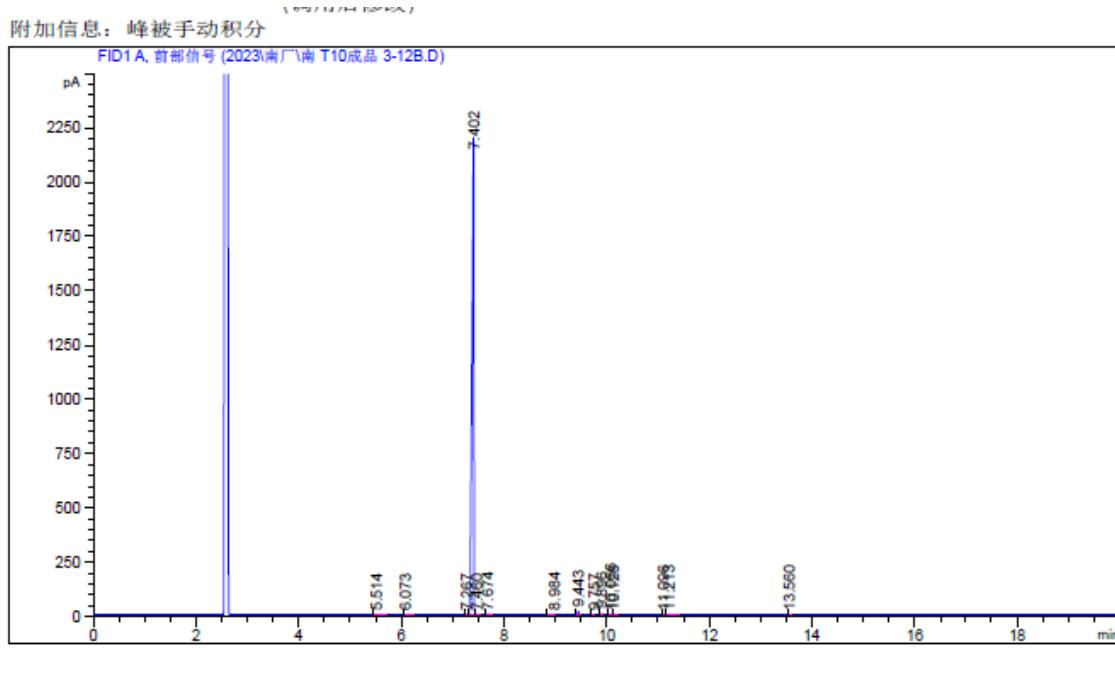
表 B. 1 工业用 2, 2, 6, 6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）试验数据

批次	项目				
	外观	含量, w/%	水分, w/%	灰分, w/%	色度/Hazen 单位 (铂-钴色)
1	淡黄色固体	98.18	0.07	0.01	34
2	淡黄色固体	98.49	0.08	0.01	40
3	淡黄色固体	98.12	0.08	0.01	50
4	淡黄色固体	98.31	0.07	0.01	76
5	淡黄色固体	98.29	0.08	0.02	90
6	淡黄色固体	98.12	0.07	0.02	70
7	淡黄色固体	98.27	0.07	0.02	54
8	淡黄色固体	98.20	0.06	0.02	48
9	淡黄色固体	98.08	0.07	0.02	73
10	淡黄色固体	98.11	0.08	0.02	71

附录 C 北京天罡助剂有限责任公司工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）试验数据

C.1 工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）含量检测试验

按照标准中给定的色谱条件开展验证试验，得到以下谱图。



排序 : 信号
校正数据修改时间 : 2025/7/22 14:23:52
乘积因子 : 1.0000
稀释因子 : 1.0000
内标使用乘积因子和稀释因子

信号 1: FID1 A, 前部信号

峰 #	保留时间 [min]	类型	峰宽 [min]	峰面积 [pA*s]	峰面积 %	名称
1	5.514	BB	0.0509	2.03609	0.03259	
2	6.073	BB	0.0374	1.49363	0.02391	
3	7.267	BV	0.0359	1.29292	0.02070	
4	7.402	VV	0.0444	6176.40186	98.86733	四甲基哌啶酮
5	7.460	VB	0.0291	2.07703	0.03325	
6	7.674	VB	0.0322	6.03702	0.09664	

7	8.984	MM R	0.0709	9.02907	0.14453
8	9.443	BB	0.0250	23.39789	0.37454
9	9.757	VV	0.0387	1.21338	0.01942
10	9.896	VV	0.0258	9.10046	0.14567
11	10.066	VV	0.0252	5.13482	0.08219
12	10.128	MF R	0.0362	1.53897	0.02463
13	11.096	VV	0.0329	2.03990	0.03265
14	11.213	VB	0.0466	5.36783	0.08592
15	13.560	BB	0.0246	1.00057	0.01602

总量 : 6247.16144

C.2 工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）的技术指标检测验证

工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）的技术指标检测验证均按照标准要求试验方法进行，具体数据如表 C.1 所示。

表 C.1 工业用 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）试验数据

批次	项目				
	外观	含量, w/%	水分, w/%	灰分, w/%	色度/Hazen 单位(铂-钴色)
1	淡黄色液体	99.12	0.09	0.03	45
2	淡黄色液体	99.00	0.10	0.03	50
3	淡黄色液体	99.08	0.27	0.02	50
4	淡黄色液体	98.70	0.07	0.02	50
5	淡黄色液体	98.73	0.21	0.01	45
6	淡黄色液体	99.02	0.25	0.01	50
7	淡黄色液体	98.87	0.11	0.02	50
8	淡黄色液体	98.93	0.12	0.01	50
9	淡黄色液体	98.91	0.14	0.03	50
10	淡黄色液体	99.15	0.19	0.03	45

附录 C 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）重复性试验

对一个批次的 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮（三丙酮胺）产品的 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮含量和水分进行重复性测定，试验数据如表 D.1 所示：

表 D.1 2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酮精密度试验数据

批次	含量			水分		
	含量 (%)	平均值 (%)	相对标准偏差 (%)	水分 (%)	平均值 (%)	相对标准偏差 (%)
1	99.07	99.08	0.01	0.11	0.12	3.45
2	99.08			0.12		
3	99.08			0.12		
4	99.08			0.12		
5	99.10			0.12		
6	99.09			0.12		