

塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料

Polypropylene (PP) materials for lithium battery separator

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2023-05-28）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能会涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会及成都技术创新协会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：×××

本文件主要起草人：×××、×××。

CPCIF-PSTM团标征求意见稿

塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料

1 范围

本文件规定了锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料的术语和定义、分类与命名、要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件、包装、运输和贮存等。

本文件适用于聚合级丙烯在催化剂作用下聚合而得的低灰分含有添加剂的推荐用于加工锂电池隔膜的颗粒状丙烯均聚物。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1040.2-2022 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件（ISO 527-2:2012, IDT）
- GB/T 1408.1-2016 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分：工频下试验（IEC 60243-1: 2013, IDT）
- GB/T 2410 透明塑料透光率和雾度的测定
- GB/T 2412 塑料 聚丙烯（PP）和丙烯共聚物热塑性塑料等规指数的测定（GB/T 2412-2008, ISO 9113:1986, MOD）
- GB/T 2546.2-2022 塑料 聚丙烯（PP）模塑和挤出材料 第2部分：试样制备和性能测定（ISO 19069-2:2016, MOD）
- GB/T 2547 塑料 取样方法
- GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境（GB/T 2918-2018, ISO 291:2008, MOD）
- GB/T 3682.1-2018 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法（ISO 1133-1:2011, MOD）
- GB/T 6595 聚丙烯树脂“鱼眼”测试方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9345.1-2008 塑料 灰分的测定 第1部分：通用方法（ISO 3451-1:1997, IDT）
- GB/T 10580-2015 固体绝缘材料在试验前和试验时采用的标准条件
- GB/T 17037.1 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第1部分：一般原理及多用途试样和长条试样的制备（ISO 294-1:2017, MOD）
- GB/T 17037.3 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第3部分：小方试片（ISO 294-3:2002, IDT）
- GB/T 19466.3 塑料 差示扫描量热法（DSC）第3部分：熔融和结晶温度及热焓的测定（ISO 11357-3:1999, IDT）
- GB/T 19466.6 塑料 差示扫描量热法（DSC）第6部分：氧化诱导时间（等温OIT）和氧化诱导温度（动态OIT）的测定（ISO 11357-6:2008, MOD）
- GB/T 31838.2-2019 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第2部分：电阻特性（DC方法）体积电阻和体积电阻率（IEC 62631-3-1:2016, IDT）
- GB/T 36214.4-2018 塑料 体积排除色谱法测定聚合物的平均分子量和分子量分布 第4部分 高温法（ISO 16014-4: 2012, IDT）
- GB/T 37197-2018 乙烯-乙酸乙烯酯（EVAC）树脂
- SH/T 1541.1 塑料 颗粒外观试验方法 第1部分：目测法
- SH/T 1774 塑料 聚丙烯等规指数的测定 低分辨率脉冲核磁共振法
- SH/T 1829 塑料 聚乙烯和聚丙烯树脂中微量元素含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

3 术语和定义

SH/T 1541.1-2019界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类与命名

4.1 总则

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料的分类与命名按GB/T 2546.1-2006的规定，并按以下方法进行：

命名方式	命名		
	特征项目组		
	字符组1	字符组2	字符组3

——字符组1：按GB/T2546.1-2022中4.2规定，聚丙烯均聚物材料以代号“PP-H”表示；

——字符组2：参照GB/T2546.1-2022中4.4规定，锂电池隔膜用聚丙烯树脂以代号“FL”表示；

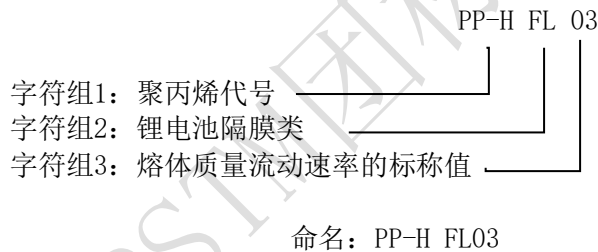
——字符组3：特征性能（见4.2）。

字符组1和字符组2之间用空格隔开。

4.2 特征性能

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料以熔体质量流动速率（MFR）作为特征性能，并以其标称值为基础用两个数字为代号。

示例：某锂电池隔膜用聚丙烯均聚物（PP-H）专用料，熔体质量流动速率的标称值为3.00 g/10 min（03）。该材料命名如下：



5 要求

5.1 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料为本色颗粒，无杂质。

5.2 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料的其他技术指标见表1。

6 试验方法

表1 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料的要求

序号	项目	单位	要求	
			PP-H FL03	PP-H FL02
1.1	颗粒	黑粒	个/kg	0
1.2		色粒和黑斑粒	个/kg	0
1.3	外观	大粒和小粒	g/kg	≤10
1.4		蛇皮粒和拖尾粒	个/kg	≤2

序号	项目	单位	要求	
			PP-H FL03	PP-H FL02
2.1	熔体质量流动速率 (MFR)	g/10min	3.00±0.30	2.00±0.20
2.2	熔体流动速率比 (FRR)	-	报告	
3	等规指数	%	≥98.0	
4	灰分 (质量分数)	mg/kg	≤50	
5.1	金属元素含量	铝 (质量分数)	mg/kg	≤6
5.2		硅 (质量分数)	mg/kg	≤3
5.3		钛 (质量分数)	mg/kg	≤3
5.4		钙 (质量分数)	mg/kg	≤6
6.1	拉伸性能	拉伸弹性模量 (E_t)	MPa	≥1300
6.2		拉伸屈服应力 (σ_y)	MPa	≥34.0
6.3		拉伸断裂标称应变 (ϵ_{tB})	%	报告
7.1	鱼眼	≥0.8 mm	个/m ²	≤0
7.2		0.4mm~<0.8 mm		≤2.0
7.3		0.2mm~<0.4mm		≤5.0
8	薄膜雾度	%	<6	
9	熔融温度	°C	167.0±3.0	
10	氧化诱导时间 (200°C)	min	≥35	
11	体积电阻率	$\Omega \cdot m$	≥ 3.0×10^{15}	
12	电气强度	kV/mm	≥35	

6.1 试样的状态调节和试验的标准环境

试样的状态调节按 GB/T 2918 的规定进行，状态调节的条件为温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，调节时间至少40h但不超过96h。

试验应在 GB/T 2918 规定的标准环境下进行，环境的温度为 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $50\% \pm 10\%$ 。

6.2 试样制备

6.2.1 注塑试样的制备

锂电池隔膜用聚丙烯 (PP) 专用料试样的制备按 GB/T 2546.2-2022 中4.3的规定进行。用 GB/T 17037.1标准中相应的GB/ISO模具制备符合 GB/T 1040.2-2022 中1A型试样。

6.2.2 压塑试样的制备

锂电池隔膜用聚丙烯 (PP) 专用料压塑试样的制备按 GB/T 2546.2-2022 中4.4的规定进行，采用不溢料式模具压塑厚度为1mm的试样。

6.2.3 流延膜试样的制备

6.2.3.1 流延膜机至少具备以下条件

- a) 冷却辊温度： $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 螺杆长径比：不小于 25；
- c) 口膜宽度：不小于 250mm；
- d) 口模狭缝间隙：0.3mm~0.4mm。

6.2.3.2 流延膜制备条件

- a) 熔体温度： $240^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 牵引速度： $8.0\text{m}/\text{min} \pm 0.5\text{m}/\text{min}$ 。

6.2.3.3 流延膜制备要求

- a) 每次流延膜制备前，需仔细清理口模狭缝，确保无结焦；
- b) 用于料筒和机头置换的待检样品量不得少于 1.5kg；
- c) 流延膜制备过程中不使用风刀及过滤网。

6.2.4 流延膜厚度

膜厚度： $0.030\text{mm} \pm 0.005\text{mm}$ 。

6.3 颗粒外观

按SH/T 1541.1的规定进行。

6.4 熔体质量流动速率（MFR）和流动速率比（FRR）

熔体质量流动速率（MFR）按GB/T 3682.1—2018中方法A或方法B规定进行，试验条件为M（温度： 230°C 、负荷：2.16 kg）。仲裁时采用方法A。选用方法B测定熔体质量流动速率时，熔体密度值为 $0.7386\text{g}/\text{cm}^3$ 。试验时，在装试样前应用氮气吹扫料筒5s~10s，氮气压力为0.05MPa。

流动速率比（FRR）按GB/T 3682.1—2018中方法A或方法B规定进行。试验温度为 230°C ，试验负荷由供需双方协商确定。

注：试样前，使用相应有证标准样品可保证试验数据的可靠性。

6.5 等规指数

按GB/T 2412规定进行，也可按SH/T 1774规定进行。GB/T 2412为仲裁方法。

6.6 灰分

试验按GB/T 9345.1-2008 规定进行，采用铂金坩埚直接燃烧法（A法），灼烧温度为 $850^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

6.7 金属元素（铝、硅、钛、钙）含量

按照SH/T 1829规定进行。

6.8 拉伸试验

试样为按 6.2.1 制备的1A型试样。

试样状态调节按 6.1 规定进行。

测试按GB/T 1040.2-2022 规定进行。测试拉伸弹性模量时，试验速度为 $1\text{mm}/\text{min}$ 。其他拉伸性能测试时，试验速度为 $50\text{mm}/\text{min}$ 。

6.9 薄膜鱼眼

按 6.2.3 制备流延薄膜试验样品，按GB/T 6595规定进行测试，也可以按照附录A规定进行。结果有争议时，以GB/T 6595为仲裁方法。

6.10 薄膜雾度

按 6.2.3 制备流延薄膜试验样品，从距膜端大于 1m 处开始裁取试样，试样尺寸符合 GB/T 2410 规定。试验样品的状态调节按 6.1规定进行。测试按 GB/T 2410规定进行。

6.11 熔融温度

按GB/T 19466.3规定进行。升降温速率为10℃/min。

6.12 氧化诱导时间（200℃）

按GB/T 19466.6规定进行。使用铝坩埚，试验温度为200℃。

6.13 电气强度

按GB/T 1408.1-2016中的规定进行，试验温度为23℃±2℃。应采用对称电极，电极直径为25mm，电极边缘的圆弧半径为2.5mm。试样厚度为1.0mm±0.1mm。起始试验电压为零，升压速率为2kV/s。试验用绝缘油的相对介电常数应接近2.3，并有足够的电气强度。

6.14 体积电阻率

按GB/T 31838.2-2019中的规定进行，试样厚度为1.0mm±0.1mm，测试电压为1kV。

按GB/T10580-2015中的规定，测试常温时的体积电阻率，应在标准大气（B）（23℃±2℃/相对湿度50%±10%）中进行。

7 检验规则

7.1 检验分类与检验项目

7.1.1 检验分类

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料的检验分为型式检验和出厂检验。

7.1.2 型式检验

本文件第5章规定的所有项目均为型式检验项目。

当有下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品试制的定型鉴定时；
- b) 正常生产后原材料、工艺有较大改变并可能影响产品的性能时；
- c) 停产半年以上重新恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与前一次型式检验结果有较大差异时；
- e) 装置停工或检修再开工生产时。

7.1.3 出厂检验

出厂检验项目为颗粒外观、熔体质量流动速率、等规指数、灰分、拉伸性能、熔融温度和氧化诱导时间。

7.2 组批与抽样方案

7.2.1 组批规则

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料以同一生产线上、相同原料、相同工艺生产的产品组批，可按一个生产周期或储存料仓为一批，产品以批为单位进行检验和验收。

7.2.2 抽样方案

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料可在料仓的取样口抽样，也可根据生产周期等实际情况确定具体的抽样方案。包装后产品的取样应按 GB/T 2547规定进行。

7.3 判定规则

锂电池隔膜用聚丙烯(PP)专用料应由生产厂的质量检验部门按照本标准规定的试验方法进行检验，依据检验结果和本标准中的技术要求对产品做出质量判定，并提出证明。所有试验结果的判定按GB/T 8170标准中修约值比较法进行。检验结果若某项指标不符合本标准要求时，可重新取样对该项目进行复验。以复验结果作为该批产品的质量判定依据。

8 标志和随行文件

8.1 标志

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料产品的外包装袋上应有明显的标志。标志内容可包括：商标、生产厂名称和厂址、标准号、产品名称、牌号、批号（生产日期）和净含量等。

8.2 随行文件

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料产品出厂时，每批产品应附有产品质量检验合格证。合格证上应注明产品名称、牌号、批号、执行标准，并盖有质检专用章。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料可用FFS膜或内衬聚乙烯薄膜袋的聚丙烯编织袋或其他材料包装，用于表面防护的材料不应与锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料造成污染或损坏。包装材料应保证产品在运输、码放、贮存时不被污染和泄漏。袋装产品每袋净含量可为25kg或其它。

9.2 运输

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料为非危险品。在运输和装卸过程中不应使用铁钩等锐利工具，切忌抛掷。运输工具应保持清洁、干燥并备有厢棚或苫布。运输时不得与沙土、碎金属、煤炭及玻璃等混合装运，更不可与有毒及腐蚀性或易燃物混装。不应在阳光下暴晒或雨淋。

9.3 贮存

锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料应存放在通风、干燥、清洁的室内，应远离热源并防止阳光直射。锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料的贮存期一般自生产之日起不超过12个月。

附录A
(规范性附录)
聚丙烯鱼眼的测定 动态图像分析法

A.1 范围

本标准规定了采用动态图像分析法测定聚丙烯树脂“鱼眼”的方法。
本文件适用于以锂电池隔膜用聚丙烯为原料制备薄膜的“鱼眼”的测定。

A.2 术语和定义

本标准采用以下术语规定薄膜“鱼眼”。

A.2.1 鱼眼

薄膜中的透明或半透明树脂形成的球状物。

鱼眼的尺寸以等效圆直径表示。

本标准按鱼眼的尺寸大小分为三类：直径大于等于0.8mm的鱼眼；直径大于等于0.4mm，小于0.8mm的鱼眼；直径大于等于0.2mm，小于0.4mm的鱼眼。

A.3 仪器与设备

A.3.1 光学检测系统：CCD线扫描照相机，像素不少于4096 pixel。

A.4 试验方法

A.4.1 流延膜试样的制备按6.3.2进行。

A.4.2 开启光学检测系统，表A1列出的典型的分析条件，其他达到同等检测精度的分析条件也可选用。按照A.2.1设置鱼眼规格。

表A.1 光学检测系统典型分析条件

序号	项目	单位	设置条件
1	灰度水平	-	170
2	敏感度	%	50
3	检测精度	um	≤25

A.4.3 检测流延薄膜试样鱼眼，试样距膜端应大于1m，距两侧边缘应大于3cm，检测面积应大于3m²，记录仪器检测的鱼眼数量。

A.5 报告

A.5.1 鱼眼以1m²区域内的平均个数报告，结果保留至小数点后1位，单位为个/m²。

团体标准

《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料》

（征求意见稿）

编制说明

《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料》团标起草组

起草单位 中国石化中原石油化工有限责任公司

2023年5月

《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料》团体标准

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

1 任务来源

根据中石化联质发【2022】157号文《关于印发2022年第一批石化联合会团体标准项目计划的通知》，由中国石化中原石油化工有限公司承担《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料》团体标准制定的主要起草工作。参加标准起草的单位为国内聚丙烯生产企业、科研院所、薄膜厂家及检验检测机构等。

参照GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》，2022年9月6日工作组讨论，规范标准名称为《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料》。

本标准制定的起止时间为2022年至2024年。

本标准由中国石油和化学工业联合会及成都技术创新协会提出，由中国石油和化学工业联合会委员会标准委员会归口。

2 制定本标准的意义

锂离子电池是目前技术最先进的电池之一。锂电池主要集中在消费锂电池(数码产品用)、动力锂电池(新能源汽车)和储能锂电池(工业储能用)三大行业，是新能源汽车市场上最主流的产品。

锂离子电池由正极材料、负极材料、隔膜、电解液四个主要部分组成。作为锂电池材料的重要组成部分，锂电池隔膜是一种具有微孔结构的薄膜，主要材质是PE、PP等，是锂离子电池产业链中最具技术壁垒的关键内层组件，也是最晚实现国产化的环节，在动力电池中成本占比约为10%-20%。在锂电池中隔膜起到如下两个主要作用：一是隔开锂电池的正、负极，防止正、负极接触形成短路；二是薄膜中的微孔能够让锂离子通过，形成充放电回路。商品化锂电池隔膜材料主要采用聚乙烯、聚丙烯微孔膜。

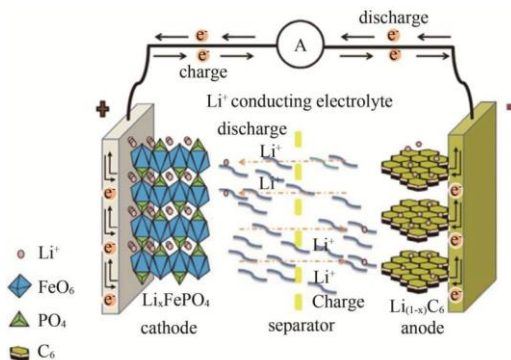


图1 典型锂离子电池示意图

目前，锂离子电池隔膜制备方法主要有湿法和干法工艺。干法生产工艺又细分为单向

拉伸工艺和双向拉伸工艺，制备出低结晶度的高取向聚丙烯薄膜，在高温退火过程中，获得高结晶度的薄膜。这种薄膜先在低温下进行拉伸形成微缺陷，然后高温下使缺陷拉开，形成微孔。锂电池隔膜干法工艺主要原料是用超洁净均聚聚丙烯树脂。湿法生产工艺，又称相分离法或热致相分离法，湿法工艺将液态烃或一些小分子物质与聚烯烃树脂混合，加热熔融后，形成均匀的混合物，然后降温进行相分离，压制得膜片，再将膜片加热至接近熔点温度，进行双向拉伸使分子链取向，最后保温一定时间，用易挥发物质洗脱残留的溶剂，可制备出相互贯通的微孔膜材料。锂电池隔膜湿法工艺主要原料是用超高质量聚乙烯和高密度聚乙烯。

2022年中国锂电池隔膜产量约为130亿平米，其中干法隔膜出货量为31亿平米，同比增长55%。随着新能源车补贴的退出以及国家对新能源车安全问题的重视，成本和安全受到更多关注。再加上储能市场的快速发展，预计具备价格优势和更强热稳定性的干法隔膜在未来的市场中将扮演更重要的地位，2022-2026年中国干法隔膜年复合增长率有望超35%(数据来源：工信部网站、高工产研锂电研究所(GGII))。

为适应锂电池隔膜用聚丙烯专用料市场的发展需求，同时也鼓励国内企业不断加大对锂电池隔膜用聚丙烯专用料的研发、生产力度，有必要在没有国家标准、行业标准的前提下，制定《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯(PP)专用料》团体标准，标准制定完成后，有利于国产锂电池隔膜用聚丙烯专用料产品性能的持续提升，提高产品市场竞争力、占有率，早日实现对进口产品的替代，从源头上解决制约国产锂电池隔膜膜材料行业发展的聚丙烯树脂“卡脖子”问题。

3 本标准制定的主要工作内容

3.1 国内外产品的应用及生产情况

锂电池隔膜干法工艺主要原料是均聚聚丙烯(PP)。2020年我国锂电池隔膜专用PP料进口量在12450吨左右，进口主要来自大韩油化和新加坡TPC两家企业，进口原料的占比达到97%。

大韩油化聚丙烯聚合装置为Amoco-Chisso淤浆法聚合工艺，装置合计产能530 kt/a。大韩油化为该工艺单独设计了一套洗涤单元，用于脱除催化剂杂质，开发生产了锂离子电池隔膜专用料S800、S801、S802M系列，具有超低灰分含量(金属元素含量质量分数小于30PPM)和高等规指数。

TPC公司为日本住友化学株式会社控股，拥有2套产能53 kt/a的本体法PP装置，采取了脱除无规物及催化剂残留物的措施，生产的PP可用于电子、电气和医学等特殊领域。TPC公司生产的锂电池隔膜专用PP的灰分质量分数小于30PPM。

表1 国外锂电池隔膜用聚丙烯树脂专用料的主要牌号情况

序号	生产企业	牌号	熔指	等规	特点	应用
1	大韩油化	S802M	2.0	98.5	超低灰分	干法单拉
		S801	3.0	98	超低灰分	干法双拉
		S800	0.8	98	超低灰分	干法单拉
		5014L HPT-1	3.2	98	超低灰分	干法双拉
2	新加坡 TPC	FS2014	2.6	98	超低灰分	干法双拉

		FS2013	2.0	98	超低灰分	干法单拉
--	--	--------	-----	----	------	------

中国石化中原石油化工有限公司（以下简称中原石化）在中国石化2代聚丙烯环管工艺上，经过技术改进，使用中国石化自主开发的催化剂，开发生产了锂电池隔膜用聚丙烯树脂系列专用料PP-H FA03、PP-H FL03G、PP-H FA02、PP-H FA01，PP粒料总灰分质量分数稳定控制在小于50PPM，等规指数高于98%，且相对分子量分布较宽。中原石化生产的锂电池隔膜用超纯聚丙烯树脂PP-H FA03、PP-H FA02在下游薄膜生产厂家已经实现了规模化工业应用，其所制薄膜产品质量与竞品相当，且采用工艺技术路线与进口产品相比，在投资成本、生产成本、运行成本，安全环保成本上具有明显优势，市场竞争力强，必将会打破进口垄断，解决国家重点“卡脖子”膜材料项目。截止2023年4月底，中原石化累计生产锂电池用聚丙烯树脂13500余吨。

中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司（以下简称独山子石化）采用国产第二代环管仿SPHERIPOL-II工艺，利用新型高活性Ti型生产的T98系列均聚聚丙烯，具有熔融指数稳定、成膜性好、力学性能好、等规指数高、灰分含量低、耐老化性能优异等特点。主要用于生产锂电池隔膜，按生产工艺的不同，T98G适用于不添加β成核剂的干法双拉工艺，T98F适用于添加β成核剂的干法双拉工艺，T98D/CD适用于干法单拉工艺。截止2023年4月底，独山子石化累计生产锂电池用聚丙烯树脂3560余吨。

中国石油天然气股份有限公司兰州石化分公司（以下简称兰州石化）采用自主开发的高活性催化剂和洁净生产工艺，制备低灰分、高等规度和低析出物的超洁净电工膜聚丙烯产品，2022年5月锂电池隔膜料LB03F实现首次工业生产。截止2023年4月底，兰州石化累计生产锂电池用聚丙烯树脂1000余吨。

国内锂电池隔膜用聚丙烯专用料产品及企业调研情况见表2。

表2 国内锂电池隔膜用聚丙烯专用料产品及企业情况调研表

序号	单位名称	与该产品相关的简况 (100字内)	产品牌号	开始生产的时间	2020~2023年产量/吨	2023年产量/吨	2022年产量/吨	2021年产量/吨	2020年产量/吨
1	中国石化中原石油化工有限公司	采用中国石化2代聚丙烯环管工艺，以MTO聚合级丙烯为原料，使用高活性催化剂生产。产品具有高等规指数、超低灰分和低挥发物等特点。适用于干法双拉和单拉工艺锂电池隔膜。	FA03/FL03G/FA02/FA01	2015年7月	9656.22	2477.54	5915.98	1158.08	104.63
2	中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司	具有熔指稳定、等规指数高、灰分含量低、耐老化性能优异等特点。生产的锂电池隔膜厚度均匀、瑕疵少、耐温性好、成孔性能优异、孔径分布均匀、力学性能优异，可用于动力电池的生产。	T98G/T98F/T98D/T98CD	2016年7月	3563.575	617	617	1280.8	1048.775
3	中国石油天然气股份有限公司兰州石化分公司	采用本体法连续聚合生产工艺，以聚合级丙烯为原料，氢气为分子量调节剂，生产的用于锂电池隔膜专用料，具有良好的成膜性和力学性能，同时具有高等规度、低灰分等特点。隔膜是锂电池关键的内层组件之一，是高技术壁垒、高附加值材料。	LB03F	2022年6月	1000	300	700	0	0

国内北方华锦化学工业股份有限公司、陕西延长中煤榆林能源化工股份有限公司、东莞巨正源科技有限公司等企业也在开发锂电池隔膜用聚丙烯试验料。

3.1.1 国外标准情况

工作组对国外标准进行了查阅。到目前为止，在 ISO、ASTM、BS、JIS、DIN、IEC 标准中均未查询到有关锂电池隔膜用聚丙烯树脂的相关标准。

工作组调研了大韩油化锂电池隔膜用聚丙烯主要牌号 S801（干法双拉料）、S802M（干法单拉料）的技术项目、要求或典型值，见表 3。

表 3 大韩油化电工膜料技术要求表

序号	项目	S801	S802M	试验方法
1	熔体质量流动速率 (MFR), g/10min	3	1.8~2.2	ISO 1133-1
2	密度, g/cm ³	0.9	0.905±0.005	ASTM D1505
3	熔融温度, °C	165~167	≥163.0	ASTM D3418
4	二甲苯可溶物, %		1.1±0.2	ISO 16152
5	立体规则性 (NMR)		≥0.982	企业标准
6	多分散性指数, I/pa		4.5~5.5	ISO 6721-10
7	总灰分含量 (以元素计), ppm	0~10	≤30	企业标准
8	铝 (以元素计) (XRF), ppm	1~3	2.4	企业标准
9	硅 (以元素计) (XRF), ppm		3.4	企业标准
10	钙 (以元素计) (XRF), ppm		4.4	企业标准
11	钛 (以元素计) (XRF), ppm		0.3	企业标准
13	抗张强度 (屈服点), kgf/cm ²	360	370	ASTM D638
14	伸长率, %	>500	>500	ASTM D638
15	弯曲弹性模量, kgf/cm ²	17500	18000	ASTM D790
16	硬度, R	110	111	ASTM D785

3.1.2 国内标准情况

工作组对国内标准进行了查阅。国内目前尚无锂电池隔膜用聚丙烯树脂的国家标准、行业标准、团体标准。

我国 GB/T 12670—2008《聚丙烯(PP)树脂》标准根据聚丙烯的用途将聚丙烯分为五大类：注塑类、挤出类、窄带类、纤维类、挤出薄膜类，每类聚丙烯都根据不同用途产品的要求规定了不同的测试项目和指标，各项目的指标则选择最低要求。锂电池隔膜用聚丙烯树脂质量尚不能在 GB/T 12670—2008 标准中完全体现。

中国石化集团公司企业标准 Q/SH 0252-2015《聚丙烯(PP)模塑和挤出材料命名系统和分类基础》规定，聚丙烯的命名由表示特征项目组的四个字符组组成，字符组 1 表示聚丙烯(PP)代号以及有关聚合过程或聚合物组成的信息，如 PPH 表示均聚聚丙烯；字符组 2 表示推荐用途或加工方法，以及重要性能等，如 F 表示用于加工薄膜，L 表示用于锂电池膜用；字符组 3 用两个数字组成的代号表示熔体质量流动速率(MFR)，如 03 表示熔体质量流动速率标称值的范围在 1.4 g/10min~2.4g/10min；字符组 4 表示聚丙烯生产工艺技术，环管工艺可以省略。

中原石化以 GB/T 12670-2008《聚丙烯(PP)树脂》为基础，制定了锂电池隔膜用聚丙烯树脂专用料企业暂行标准 Q/SH 3495 T01.05—2021，其主要技术要求见表 4。

本企业标准与 GB/T 12670-2008 挤出薄膜类聚丙烯的技术要求相比，细化了颗粒外观，除了黑粒、大粒和小粒、蛇皮和拖尾粒，增加了色粒和黑斑粒，即保证锂电池隔膜用聚丙烯

烯产品的颗粒清洁性，又满足用户的感官要求。灰分和等规指数的指标高于国标。本标准 PP-H FA03 推荐用于干法双拉锂电池隔膜，PP-H FA02、PP-H FA01 推荐用于干法单拉锂电池隔膜。

表 4 中原石化锂电池隔膜用聚丙烯树脂技术要求

序号	项目	单位	技术要求					
			PPH-FA02			PPH-FA03		
			优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
1.1	颗粒外观	黑粒	0			0		
1.2		黑斑粒	报告			报告		
1.3		色粒	≤5	≤10	≤20	≤5	≤5	≤10
1.4		大粒和小粒	≤100			≤50		
1.5		蛇皮粒和拖尾粒	≤10			≤5		
2	熔体质量流动速 (MFR)	g/10 min	2.00±0.30	2.00±0.40	2.00±0.50	3.10±0.20	3.10±0.30	3.10±0.40
3	等规指数	%	97.0±3.0			≥96.0		
4	灰分 (质量分数)	%	≤0.005	≤0.006	≤0.007	≤0.005	≤0.006	≤0.007
5.1	拉伸性能	拉伸弹性模量 (E _t)	≥800			≥1100		
5.2		拉伸屈服应力 (σ _y)	≥20.0			≥30.0		
5.3		拉伸断裂标称应变 (ε _{tB})	报告			≥200		
6	黄色指数	—	报告			≤1		
7	薄膜雾度	%	报告			<6		
8.1	薄膜鱼眼	≥0.8 mm	报告			≤2		
8.2		0.4 mm~0.8 mm	报告			≤8		

调研国内其他企业锂电池隔膜聚丙烯企业标准或试验料技术要求，情况如下。

兰州石化企业标准 Q/SY LS0398-2022 锂电池隔膜料 LB03F 技术要求见表 5。本标准 LB03F 用于干法双拉锂电池隔膜。

表 5 聚丙烯树脂 LB03F 技术要求

序号	项目		技术指标	试验方法
1	颗粒外观	黑斑粒和色粒, 个/kg	≤10	SH/T 1541.1
		大粒和小粒, g/kg	≤10	
2	熔体质量流动速率 (MFR)		2.80~3.60	GB/T 3682.1-2018 230℃/2.16kg
3	等规指数		≥96.0%	GB/T 2412、SH/T1774
4	粒料灰分 (质量分数), %		≤0.0050	GB/T 9345.1-2008
5	拉伸屈服应力 (σ_y), Mpa		≥30.0	GB/T 1040.2
6	拉伸断裂标称应变 (ϵ_{tB}), %		≥300	
7	黄色指数		≤2.0	HG/T 3862
8	氧化诱导时间, min		≥30	GB/19466.6-2009 铝坩埚

独山子石化分 T98D 聚丙烯树脂技术指标典型值见表 6。

表 6 T98D 聚丙烯树脂技术要求典型值

序号	项目		T98D	试验方法
1	颗粒外观	色粒, 个/kg	≤10	SH/T 1541.1-2006
		大粒和小粒, 个/kg	≤10	SH/T 1541.1-2006
2	熔体质量流动速率 (MFR)		1.6~2.4	GB/T 3682-2000
3	等规指数		98±2	GB/T 2412、SH/T1774
4	粒料灰分 (质量分数), %		≤0.005	GB/T 9345.1-2008
5	拉伸屈服应力 (σ_y), Mpa		≥30.0	GB/T 1040.2-2006
6	拉伸断裂标称应变 (ϵ_{tB}), %		≥300	
7	黄色指数		≤4.0	HG/T 3862-2006

北方华锦化学工业股份有限公司锂电池膜试验料技术要求设置见表 7。本标准用于干法单拉锂电池隔膜。

表 7 北方华锦锂电池膜试验料技术要求

序号	项目		技术指标	试验方法
1	颗粒外观	色粒, 个/kg	-	SH/T 1541.1-2006
		蛇皮和丝发, 个/kg	-	
		大粒和小粒, g/kg	-	
2	熔体质量流动速率 (MFR)		-	GB/T 3682.1-2018
3	等规指数		-	GB/T 2412、SH/T1774
4	灰分 (质量分数), %		-	GB/T 9345.1-2008
5	黄色指数		-	HG/T 3862-2006
6	抗拉屈服强度, Mpa		-	ASTM D638-2014
7	弯曲模量, Mpa		-	ASTM D790-2010
8	悬臂梁冲击强度 (缺口), 23℃, J/m		-	ASTM D256-2010e1

工作组查询到了一些有关锂电池聚烯烃隔膜的国家标准、团体标准。

表 8 相关锂电池聚烯烃隔膜的标准一览表

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 36363-2018	锂离子电池用聚烯烃隔膜
2	T/CPCIF0060-2020	湿法锂电池隔膜用超高分子量聚乙烯（PE-UHMW）和高密度聚乙烯（PE-HD）

GB/T 36363-2018《锂离子电池用聚烯烃隔膜》规定了锂离子电池聚烯烃隔膜（简称隔膜）的术语与定义、分类、要求等，未包括聚丙烯树脂相关技术要求；T/CPCIF0060-2020《湿法锂电池隔膜用超高分子量聚乙烯（PE-UHMW）和高密度聚乙烯（PE-HD）》规定了湿法锂电池隔膜用超高分子量聚乙烯和高密度聚乙烯的分类与命名、产品要求、试验方法等，不包括用于干法锂电池隔膜用聚丙烯树脂。

4 制定本标准的简要工作过程

4.1 起草阶段

4.1.1 成立起草组：2022年7月25日下达项目计划，起草单位成立标准起草工作组，在已有立项材料的基础上开展进一步的行业领域生产和相关标准调研。

4.1.2 第一次工作会：2022年9月6日工作组利用腾讯会议召开工作组会议，讨论了本文件技术项目的设置，规范了标准名称为《塑料 锂电池隔膜用聚丙烯（PP）专用料》，确定了试验验证工作方案。下一步牵头起草单位收集试验验证样品，分发各试验验证参加单位，开展验证试验。

4.1.3 2022年9月~12月，收集企业生产的不同牌号多批次产品数据；同时对收集到的国内外产品开展验证试验。在此基础上，初步确定了本标准测试项目和指标，形成了标准征求意见稿草案等文件。

4.1.4 2023年3月~5月，工作组对锂电池隔膜用聚丙烯专用料国内外产品应用及市场情况和国内外标准情况进行了查新。收集独山子石化产品信息和质检数据并补充验证试验。

4.2 征求意见阶段

4.2.1 2023年5月，完成征求意见稿的编制，提交技术归口，由秘书处组织初审并反馈修改意见，经修改后由标委会发起公开征求意见。

5 标准起草单位、主要起草人及其所做工作

起草单位：

本文件主要起草人：

主要起草人分工工作：

二、 标准编制原则和确定标准主要内容

1 标准编制原则

本标准以“合理利用现有资源，积极采纳国内优质产品指标和先进技术，促进技术进步，提升产品稳定性，满足用户要求，保护消费者利益，提高我国新材料的竞争力”为原则，严格按照 GB/T 1.1-2020 的规范要求进行编写。本标准在编制过程中，参照了国内外相关技术标准、企业标准和技术文件等。

本标准规定的试验方法和检验规则应切实可行，具有可操作性，试验方法尽量采用已有的国家标准或行业标准。

本标准的编制借鉴参考了外国相关产品的技术要求，与国际接轨，又充分考虑我国实际国情，以利于该行业的健康发展。在此基础上，对产品性能进行了从严要求。

2 标准技术内容的确定

按本标准制定的基本原则及工作方案，标准制定工作组以调研、验证试验和数据积累为基础（具体见本编制说明的附表），确立了标准各项技术内容设置思路和具体内容，主要情况如下：

2.1 适用范围的确定

经调研，锂电池隔膜用聚丙烯树脂主要有两种生产方式，一种是聚合加溶剂洗涤单元，一种是聚合使用高活性催化剂，目的都是生产低灰分、高等规度和低析出物的超洁净锂电池隔膜用聚丙烯产品。因此确定适用范围是这两种生产工艺方式的聚丙烯树脂。

因此确定本标准适用于聚合级丙烯在催化剂作用下聚合而得的低灰分的含有添加剂的颗粒状锂电池隔膜用聚丙烯，技术内容包括命名、要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件、包装、运输和贮存等。

2.2 规范性引用文件

根据要求、试样制备与试验方法等章节的需求编制规范性引用文件，并尽量避免了带年代号引用。

2.3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

2.4 分类与命名

本标准参照聚丙烯命名中相关字符组规定的基本规则，确定其命名由3个字符组构成：字符组1：以代号“PP-H”表示聚丙烯均聚物材料；字符组2：以代号“FL”表示锂电池隔膜用聚丙烯树脂；字符组3：表示特征性能，锂电池隔膜用聚丙烯专用料以熔体质量流动速率（MFR）作为特征性能，并以其标称值为基础用两个数字为代号。

本标准锂电池隔膜用聚丙烯专用料分为PP-H FL03和PP-H FL02。

PP-H FL03推荐用于干法双向拉伸隔膜加工工艺，PP-H FL02推荐用于干法单向拉伸隔膜加工工艺。

2.5 技术要求

2.5.1 项目及指标的确认

2.5.1.1 颗粒外观

聚丙烯树脂外观用户能够最直观判断产品质量的指标之一，颗粒状树脂外观包括黑粒、大粒和小粒、色粒和黑斑粒、蛇皮粒和拖尾粒等项目。黑粒是指本体呈黑色的粒子，主要是因为树脂高温碳化或混入黑色杂质所造成的；黑斑粒是除黑粒外目视可见黑色或深褐色斑点的颗粒；色粒是除黑粒、黑斑粒和树脂应有的颜色外其他颜色的粒子。黑粒、色粒和黑斑粒会直接导致薄膜生产拉膜过程中破膜影响而工艺稳定和薄膜质量；大粒和小粒是指任意方向尺寸过大或过小的粒子，例如连粒和碎粒，反映了造粒工艺的不适，甚至反映了树脂流变行为的不稳定性。蛇皮粒是形似蛇皮的带状树脂，拖尾粒是指因切粒不良产生的带锥角或毛刺的颗粒。蛇皮粒和拖尾粒反映造粒或包装过程异常，同时对拉膜工艺也造成影响。本标准编制时（目前）国内锂电池隔膜生产企业所使用的聚丙烯树脂均为粒料。

中原石化本产品 PP-H FL03 10 批质量统计结果为：黑粒均为 0；色粒和黑斑粒均为 0；大粒和小粒最大值为 7.9 g/kg，最小值为 0.1 g/kg，平均值为 2.2 g/kg；蛇皮粒和拖尾粒最大值为 8 个/kg，最小值为 0，平均值,1 个/kg。为此拟定颗粒外观指标为“黑粒为 0；色粒和黑斑粒 \leq 0；大粒和小粒 \leq 10 g/kg；蛇皮粒和拖尾粒 \leq 2 个/kg”。

中原石化本产品 PP-H FL02 20 批质量统计结果为：黑粒均为 0；色粒和黑斑粒均为 0；大粒和小粒最大值为 8.8 g/kg，最小值为 0.1 g/kg，平均值为 1.2 g/kg；蛇皮粒和拖尾粒最大值为 10 个/kg，最小值为 0，平均值,1 个/kg。独山子石化本产品 PP-H FL02 (T98D) 9 批质量统计结果为色粒和黑斑粒均为 0；大粒和小粒最大值为 6.7 g/kg，最小值为 0 g/kg，平均值为 1.1 g/kg。为此拟定颗粒外观指标为“黑粒为 0；色粒和黑斑粒 \leq 0；大粒和小粒 \leq 10 g/kg；蛇皮粒和拖尾粒 \leq 2 个/kg”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.2 熔体质量流动速率

熔体流动速率是一种表示塑胶材料加工时的流动性的数值，是锂电池隔膜用聚丙烯的关键技术指标，是拉膜工艺的决定性指标。树脂生产厂家、薄膜厂家、贸易商首先关注树脂的熔体流动速率指标，同时，熔体流动速率也是聚丙烯树脂命名的特征性能。

本文件熔体流动速率只设置熔体质量流动速率。

不同工艺隔膜厂对聚丙烯树脂熔体质量流动速率有不同的要求。FL03 适用于双向拉伸工艺，FL02 适用于单向拉伸工艺。树脂生产厂家应满足隔膜厂熔体质量流动速率要求，并保证批次内和批次间质量稳定，确保隔膜加工稳定性。

中原石化 FL03 产品 10 批次质量统计结果为：最小值 2.70g/10min，最大值 3.41g/10min，平均值 3.02g/10min。为此拟定 FL03 熔体质量流动速率指标为“(3.00±0.30) g/10min”。

中原石化 FL02 产品 20 批次质量统计结果为：最小值 2.00g/10min，最大值 2.20g/10min，平均值 2.06g/10min。独山子石化 FL02 产品 9 批次质量统计结果为：最小值 1.80g/10min，最大值 2.20g/10min，平均值 1.90g/10min。为此拟定 FL02 熔体质量流动速率指标为“(2.00±0.20) g/10min”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.3 等规指数

聚丙烯的等规指数反应其空间结构的规整程度，直接影响隔膜的加工和产品质量。等规指数对隔膜拉膜工艺和隔膜质量有很大影响，等规指数越高，弯曲模量、拉伸强度就高，隔膜耐温性能越好，但是等规指数太高，薄膜过脆不利于加工。

中原石化 FL03 产品 10 批次等规指数统计结果为：最小值 98.2%，最大值 98.6%，平均值 98.4%。为此拟定 FL03 等规指数指标为“ $\geq 98.0\%$ ”。

中原石化 FL02 产品 20 批次等规指数统计结果为：最小值 97.9%，最大值 98.6%，平均值 98.2%。独山子石化 FL02 9 批次产品质量统计结果为最小值 98.5%，最大值 98.7%，平均值 98.7%。为此拟定 FL02 等规指数指标为“ $\geq 98.0\%$ ”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.4 灰分和金属含量

灰分是指树脂产品经高温灼烧(850±25)℃后仍然不能挥发而残留下来的杂质，主要来源为催化剂体系在聚合反应结束后的残渣、原料丙烯中的杂质、造粒过程添加剂残留，此外系统混入的少量机械杂质也是灰分的来源。灰分主要元素是钛、铝、硅、钙等。

灰分是电工级树脂材料重要指标，聚丙烯的灰分含量主要影响隔膜的晶点、雾度和电绝缘性能等。灰分含量越低，隔膜的综合性能越好。

中原石化 FL03 产品 10 批次灰分统计结果为：最小值 18mg/kg，最大值 49mg/kg，平均值 37mg/kg。为此拟定 FL03 灰分指标为“ $\leq 50\text{mg/kg}$ ”。

中原石化 FL02 产品 20 批次灰分统计结果为：最小值 24mg/kg，最大值 43mg/kg，平均值 35mg/kg。独山子石化 FL02 9 批次产品质量统计结果为最小值 22mg/kg，最大值 28mg/kg，平均值 26mg/kg。为此拟定 FL02 灰分指标为“ $\leq 50\text{mg/kg}$ ”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

对于金属元素含量，中原石化的批次产品数据无该项数据积累数据。验证试验中，中原石化外委实验室对该项性能进行了测试。

FL03 结果为：铝 4.4~mg/kg，硅 0.3~mg/kg，钛 0.6~mg/kg，钙 4.4~mg/kg。因此，拟定 FL03 金属元素指标为“铝 $\leq 6\text{mg/kg}$ ，硅 $\leq 3\text{mg/kg}$ ，钛 $\leq 3\text{mg/kg}$ ，钙 $\leq 6\text{mg/kg}$ 。”

FL02结果为：铝5.4~5.3mg/kg，硅0.2~0.1 mg/kg，钛0.7~0.2 mg/kg，钙6.3~3.0mg/kg。因此，拟定FL02金属元素指标为“铝 \leq 6mg/kg，硅 \leq 3mg/kg，钛 \leq 3mg/kg，钙 \leq 6mg/kg。”

2.5.1.5 拉伸性能

拉伸性能是塑料最基本的力学性能之一，试验基本原理是：沿试样纵向主轴方向恒速拉伸，直到试样断裂或其应力（负荷）或应变（伸长）达到某一预定值，测量在这一过程中试验承受的负荷及其伸长。

拉伸屈服应力：在材料拉伸过程中，当应力达到一定值时，应力有微小的增加，而应变却急剧增长的现象，称为屈服，使材料发生屈服时的正应力就是材料的屈服应力。

拉伸断裂标称应变：试验中两夹具之间距离（夹具间距）单位原始长度的增量，断裂标称应变可以更加客观地评判塑料的韧性。

拉伸弹性模量是指塑料在外力拉伸作用下产生单位弹性变形所需要的应力。弹性模量可视为衡量材料产生弹性变形难易程度的指标，其值越大，使材料发生一定弹性变形的应力也越大，即材料刚度越大，亦即在一定应力作用下，发生弹性变形越小。

树脂的拉伸性能为薄膜厂拉膜工艺提供重要参考。

中原石化FL03产品10批次质量统计结果为：拉伸弹性模量最小值1321MPa，最大值2572MPa，平均值1675MPa；拉伸屈服应力最小值35.1 MPa，最大值40.0MPa，平均值37.1MPa；拉伸断裂标称应变最小值71%，最大值591%，平均值276%。为此拟定拉伸性能指标为“拉伸弹性模量 \geq 1300MPa，拉伸屈服应力 \geq 34.0MPa，拉伸断裂标称应变为报告”。

中原石化FL02产品20批次质量统计结果为：拉伸弹性模量最小值1375MPa，最大值1883MPa，平均值1620MPa；拉伸屈服应力最小值34.2 MPa，最大值38.8MPa，平均值36.5MPa；拉伸断裂标称应变最小值158%，最大值537%，平均值397%。独山子石化FL02产品9批次拉伸屈服应力最小值为33.0MPa，最大值为34.7MPa，平均值为33.8MPa；拉伸断裂标称应变最小值468%，最大值553%，平均值509.7%。为此拟定拉伸性能指标为“拉伸弹性模量 \geq 1300MPa，拉伸屈服应力 \geq 34.0MPa，拉伸断裂标称应变为报告”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.6 薄膜鱼眼

“鱼眼”又称为“晶点”、“凝胶”，是在聚丙烯树脂制备成薄膜后，在薄膜中的小粒子，因其形状和鱼眼（fisheyes）相似，故根据其形状命名为“鱼眼”。鱼眼的存在对于聚丙烯树脂的下游加工的影响是降低加工效率和降低成品率，如在薄膜制备过程中鱼眼是关键缺陷点，将导致破膜致使装置停产或产品不合格，使得锂电池隔膜的电性能不足和易于击穿。

聚丙烯树脂“鱼眼”是薄膜类聚丙烯树脂的重要技术指标，锂电池隔膜对聚丙烯树脂材料要求更高，在GB/T12670-2008基础上，本文件增加“0.2mm~0.4mm”鱼眼。

利用光学动态图像分析法测定薄膜鱼眼可以减少人为检测误差，且具有更高的检测灵敏度和精度。测试产品10批统计结果为：鱼眼1（ ≥ 0.8 mm）最小值0个/m²，最大值0个/m²，平均值0个/m²。鱼眼2（0.4mm-0.8 mm）最小值0个/m²，最大值0.2个/m²，平均值0.1个/m²；鱼眼3（0.2mm-0.4 mm）最小值0.3个/m²，最大值2.2个/m²，平均值1.0个/m²；为此拟定鱼眼指标为“鱼眼1（ ≥ 0.8 mm）为0个/m²、鱼眼2.0（0.4mm-0.8 mm） ≤ 2.0 个/m²、鱼眼3（0.2mm-0.4 mm） ≤ 5.0 个/m²。

2.5.1.7 薄膜雾度

雾度（haze）是偏离入射光 2.5° 角以上的透射光强占总透射光强的百分数，雾度越大意味着薄膜光泽以及透明度尤其成像度下降。

FL03产品10批次质量统计结果为：最小值2%，最大值5%，平均值3.8%。为此拟定薄膜雾度指标为“ $<6\%$ ”。

FL02产品20批次质量统计结果为：最小值3%，最大值9%，平均值5%。为此拟定薄膜雾度指标为“ $<6\%$ ”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.8 熔融峰温度

熔融，是指随着温度的升高，分子热运动的动能增大，导致结晶被破坏，物质由结晶态变为熔融态的过程。发生熔融的温度叫熔点或熔融温度。小分子晶体的熔点温度范围很窄（一般小于1℃），而聚合物由于结晶不完全，其熔融温度往往是一个较宽的范围（一般为10~20℃）。通常采用差示扫描量热法（DSC）进行测量。DSC法是在温度程序控制下测量样品相对于参比物的热流速度随温度变化的一种技术，在DSC熔融曲线上峰值温度称作熔融峰温度。熔融温度为聚合物材料成型加工温度的下限，制品使用温度的上限。熔融峰温度表征聚丙烯树脂热性能的重要指标，是指导隔膜厂家加工工艺的重要参数。

FL03产品多批次质量统计结果为：最大值为169.3℃，最小值为164.7℃，平均值为167.2℃。为此拟定熔融峰温度指标为“ 167.0 ± 3.0 ”。验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

FL02产品多批次质量统计结果为：最大值为169.8℃，最小值为166.4℃，平均值为167.9℃。为此拟定熔融峰温度指标为“ 167.0 ± 3.0 ”。验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.9 氧化诱导时间

氧化诱导时间是稳定化材料耐氧化分解的一种相对度量。在常压、氧气气氛及规定温度（200℃）下通过量热法测定材料出现氧化放热的时间。

隔膜在加工中，挤出、拉伸等过程都消耗抗氧化剂，以防止材料氧化降解。隔膜制品也需要一定的抗氧化性能。氧化诱导时间是评价聚丙烯树脂和隔膜抗氧化性能的关键指标。

中原石化FL03产品多批次质量统计结果为：最小值为37.1min，最大值为92.2min℃，平均值为64.0min℃。为此拟定氧化诱导时间指标为“ $\geq 35\text{min}$ ”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

中原石化FL02产品多批次质量统计结果为：最小值为57.7min，最大值为69.8min℃，平均值为65.1min℃。独山子石化FL02产品多批次质量统计结果为：最小值为37min，最大值为38min℃，平均值为38min℃。为此拟定氧化诱导时间指标为“ $\geq 35\text{min}$ ”。

验证试验样品均能满足拟定指标的要求。

2.5.1.10 熔体流动速率比

分子量分布是表示分子量分散程度的指数，常以聚合物的重均分子量 (M_w) 与数均分子量 (M_n) 的比值 (M_w/M_n) 来衡量。通常分子量分布宽的专用料的加工性能比较好，有利于隔膜的高速加工。

大韩油化用polydispersity index (ISO 6721-10) 表征聚丙烯树脂的流变性能, 数值范围为4.5~5.5。多分散性是聚合物分子量分布宽度的度量。

流动速率比 (FRR) 一般用来表征材料分子量分布对热塑性塑料流变行为的影响。

中原石化在生产中使用FRR (试验条件为230℃/2.16kg、230℃/10kg) 监控锂电池膜料流变性能。调研部分隔膜生产企业用FRR (试验条件为230℃/2.16kg、230℃/10kg) 或FRR (试验条件为230℃/2.16kg、230℃/5kg) 作为验收原料粒子的技术要求。

中原石化FL03产品多批次质量统计结果为：最小值为18.1，最大值为20.5，平均值为19.3。FL02产品多批次质量统计结果为：最小值为17.8，最大值为19.1，平均值为18.5。

为方便快捷的表征聚丙烯树脂流变性能，工作组建议使用FRR表征分子量分布。试验条件由供需双方协商确定，技术指标为“报告”。

2.5.1.11 电气强度

在规定的试验条件下，击穿电压比上施加电压两电极之间的距离等于样品的电气强度。绝缘材料中，纯材料在理想条件下可以承受的最大电场而不会损坏（即不会经历其绝缘性能的失效）。

验证试验中，工作组测定了专用料的电气强度，中原石化FL03结果为41.43MV/m，中原石化FL02结果为39.08 MV/m。为此拟定体积电阻率指标为“ $\geq 35 \text{ kV/mm}$ ”。

2.5.1.12 体积电阻率

隔膜作为绝缘材料用于将锂电池正负极之间进行电气隔离。因此，期望聚丙烯隔膜具有尽可能高的绝缘电阻。体积电阻是材料绝缘电阻的一部分，体积电阻率通常被视为单位体积内的体积电阻。

验证试验中，工作组测定了专用料的体积电阻率，FL03结果为 $4.6 \times 10^{15} \Omega \cdot m \sim 4.2 \times 10^{16} \Omega \cdot m$ ，FL02结果为 $7.8 \times 10^{15} \Omega \cdot m \sim 8.4 \times 10^{16} \Omega \cdot m$ 。为此拟定体积电阻率指标为“ $\geq 3.0 \times 10^{15} \Omega \cdot m$ ”。

2.5.2 本标准确定的主要技术要求

综上，经调研研究，验证试验和数据积累情况的分析，本标准确定的技术要求见表9。

表9 锂电池隔膜用聚丙烯技术要求

序号	项目		单位	要求	
				PP-H FL03	PP-H FL02
1.1	颗粒 外观	黑粒	个/kg	0	
1.2		色粒和黑斑粒	个/kg	0	
1.3		大粒和小粒	g/kg	≤ 10	
1.4		蛇皮粒和拖尾粒	个/kg	≤ 2	
2.1	熔体质量流动速率 (MFR)		g/10min	3.00 ± 0.30	2.00 ± 0.20
2.2	熔体流动速率比 (FRR)		-	报告	
3	等规指数		%	≥ 98.0	
4	灰分 (质量分数)		mg/kg	≤ 50	
5.1	金属 元素 含量	铝 (质量分数)	mg/kg	≤ 6	
5.2		硅 (质量分数)	mg/kg	≤ 3	
5.3		钛 (质量分数)	mg/kg	≤ 3	
5.4		钙 (质量分数)	mg/kg	≤ 6	
6.1	拉伸 性能	拉伸弹性模量 (E_t)	MPa	≥ 1300	
6.2		拉伸屈服应力 (σ_y)	MPa	≥ 34.0	
6.3		拉伸断裂标称应变 (ϵ_{tB})	%	报告	
7.1	鱼眼	$\geq 0.8 \text{ mm}$	个/ m^2	≤ 0	
7.2		$0.4 \text{ mm} \sim < 0.8 \text{ mm}$		≤ 2.0	
7.3		$0.2 \text{ mm} \sim < 0.4 \text{ mm}$		≤ 5.0	
8	薄膜雾度		%	< 6	
9	熔融温度		$^{\circ}\text{C}$	167.0 ± 3.0	
10	氧化诱导时间 (200 $^{\circ}\text{C}$)		min	≥ 35	
11	体积电阻率		$\Omega \cdot m$	$\geq 3.0 \times 10^{15}$	
12	电气强度		kV/mm	≥ 35	

2.6 试验方法

按照国家标准和行业标准试验方法对收集到的试验样品各项物理性能进行了试验验证，试验结果表明，各项性能指标可较好地反映专用料的性能。确定测试方法和试验条件如下。

2.6.1 试验结果的修约

应按 GB/T 8170的规定，采用修约值比较法对试验结果进行修约，修约后的有效位数与技术要求表的要求一致。

2.6.2 试验的状态调节和试验的标准环境

试样的状态调节按 GB/T 2918的规定进行，状态调节的条件为温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，环境的相对湿度为 $50\% \pm 10\%$ ，调节时间不少于72h。

所有试验都应在 GB/T 2918规定的标准环境下进行，环境温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，环境的相对湿度为 $50\% \pm 10\%$ 。

2.6.3 注塑试样的制备

试样的制备按 GB/T 2546.2-2022 中4.3的规定进行。

用GB/T 17037.1-2019标准中相应的GB/ISO模具制备符合 GB/T 1040.2-2022 中1A型试样。

2.6.4 压塑试样的制备

压塑试样的制备按 GB/T 2546.2-2022 中4.4的规定进行，采用不溢料式模具压塑厚度为1mm的试样。

2.6.5 薄膜试样的制备

2.6.5.1 流延膜机至少具备以下条件

- a) 冷却辊温度： $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 螺杆长径比：不小于25；
- c) 口模宽度：不小于250mm；
- d) 口模狭缝间隙： $0.3\text{mm} \sim 0.4\text{mm}$ 。

2.6.5.2 流延膜制备条件

- a) 熔体温度： $240^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 牵引速度： $8\text{m}/\text{min} \pm 0.5\text{m}/\text{min}$ 。

2.6.5.3 流延膜制备要求

- a) 每次流延膜制备前，需仔细清理口模狭缝，确保无结焦；
- b) 用于料筒和机头置换的待检样品量不得少于1.5kg；
- c) 流延膜制备过程中不使用风刀及过滤网。

2.6.5.4 流延膜厚度

膜厚度： $0.030\text{mm} \pm 0.005\text{mm}$ 。

2.6.6 颗粒外观

按照SH/T 1541.1-2019规定进行。

2.6.7 熔体质量流动速率和熔体质量流动速率比

熔体质量流动速率按GB/T 3682.1-2018中方法A或方法B规定进行，试验温度为 230°C ，负荷为2.16 kg和10.0kg。仲裁时采用方法A。选用方法B测定熔体质量流动速率时，熔体密度值为 $0.7386\text{g}/\text{cm}^3$ 。试验时，在装试样前应用氮气吹扫料筒5s~10s，氮气压力为0.05MPa。

流动速率比（FRR）按GB/T 3682.1-2018中方法A或方法B规定进行，试验温度为 230°C ，试验负荷由供需双方协商确定。

试验前，使用相应标准样品可保证试验数据的可靠性。

2.6.8 等规指数

按照GB/T 2412-2008规定进行，也可按SH/T 1774-2012规定进行。GB/T 2412-2008为仲裁方法。

2.6.9 灰分

试验按GB/T 9345.1-2008 规定进行，采用铂金坩埚直接煅烧法（A法），灼烧温度为 $850^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

2.6.10 金属元素（铝、硅、钛、钙）含量

按照SH/T 1829-2020规定进行。

2.6.11 拉伸性能

试样为按3.6.3制备的1A型试样。

试样的状态调节按3.6.2规定进行。

试验按GB/T 1040.2-2006规定进行，测定拉伸弹性模量时，试验速度为1mm/min；测定其它拉伸性能时，试验速度为50mm/min。

2.6.12 薄膜鱼眼

按GB/T 6595-1986规定进行，也可以按照附录A规定进行。结果有争议时，以GB/T 6595-1986为仲裁方法。

2.6.13 薄膜雾度

试样尺寸符合 GB/T 2410-2008 规定。试验样品的状态调节按3.6.2的规定进行。测试按 GB/T 2410-2008 规定进行。

2.6.14 熔融峰温度

按GB/T 19466.3-2004规定进行。升降温速率为 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

2.6.15 氧化诱导时间

按GB/T 19466.6-2009规定进行。铝坩埚，试验温度为 200°C ，程序升温速率为 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

2.6.16 体积电阻率

按GB/T 31838.2-2019中的规定进行，试样厚度为 $1.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ，测试电压为1kV。

按GB/T10580-2015中的规定，测试常温时的体积电阻率，应在标准大气（B）（ $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ /相对湿度 $50\% \pm 10\%$ ）中进行。

2.6.17 电气强度

按GB/T 1408.1-2016中的规定进行，试验温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。应采用对称电极，电极直径为25mm，电极边缘的圆弧半径为2.5mm。试样厚度为 $1.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 。起始试验电压为零，升压速率为 $2\text{kV}/\text{s}$ 。试验用绝缘油的相对介电常数应接近2.3，并有足够的电气强度。

三、 主要试验（或验证）情况分析

本标准的试验工作主要包括两个方面：一是生产企业的产品积累数据，由生产企业中原石化提供本企业产品两个牌号共计 30 个批次数据，独山子石化提供本企业 9 个批次数据，为确定产品技术指标提供必要的支撑。二是起草单位组织收集典型产品，在工作组内进行

技术指标的验证试验，同时和相关院所和检测机构进行检测，确保数据准确可靠、指标科学合理。

1 企业产品批次积累数据

收集了中原石化公司生产的10批FA03、20批FA02质检数据，见附件1《中原石化锂电池隔膜聚丙烯专用料质检数据统计分析表20230527》。收集了独山子石化生产的9批次T98D质检数据，见附件2《独山子石化锂电池隔膜用聚丙烯专用料质检数据统计分析表》。

2 比对验证试验

2.1 试验参加单位情况

表 10 参加单位一览表

序号	单位名称	备注
1	中国石化中原石油化工有限公司	
2	中国石化北京化工研究院燕山分院	
3	北京燕山石化高科技术有限责任公司	
4	中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司	
5	四川大学	
6	西安交通大学	

2.2 试验样品

收集 5 个样品进行实验室间比对的验证，样品情况见表 11。

表 11 试验样品情况

序号	试验编号	试验样品			提供试验样品的单位	备注
		现牌号	原牌号	批号		
1	L03-1	PP-H FL03	PPH-FA03	YY12251211	中原石化	
2	L02-1	PP-H FL02	PPH-FA02	YY12251111	中原石化	
3	L02-1	PP-H FL02	T98D		独山子石化	
4	L03-2	PP-H FL03	S801	-	市售	
5	L02-2	PP-H FL02	S802M	-	市售	

2.3 比对结果分析讨论

验证试验结果见附件3《验证试验数据累积汇总表》（略）。数据统计分析见2.5.1。）

四、标准涉及专利的情况

本标准相关内容不涉及国内外专利及知识产权问题。

五、预期达到的社会效益等情况

本标准的实施将构建国产高端电工级材料的评价体系，实现我国锂电池隔膜用聚丙烯树脂替代进口，解决“卡脖子”技术难题，促进我国经济可持续发展具有重要战略意义。

六、与国际国外和国内同类标准水平的对比情况

ISO 塑料标准无该产品标准，ASTM 标准中无该类产品标准。国内无该类材料国家、行业和团体各层面的产品标准。

本标准推荐为国内先进水平。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准不涉及生产安全、环境保护、节约能源等方面的法律法规要求，也不属于食品卫生安全、人身安全等强制性国家标准，所以本标准与国家现行法律法规和强制性国家标准规定没有相违背的地方。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准的制修订过程中，无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

本标准属产品标准，不是通用性的安全规范或标准。根据标准化法和有关规定，建议本标准作为团体标准发布实施。

十、贯彻实施标准的要求和措施建议

1. 应在实施前保证标准文本的充足供应，使产品上下游企业、科研院所及检测机构等相关方都能及时获得本标准文本。

2. 本标准不仅与生产企业有关，而且与用户、检测机构等相关。对于标准使用过程中出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3. 针对标准使用的不同对象，有侧重点地进行标准的培训和宣贯。建议在相关行业会议上介绍该标准的内容，使业内各企业熟悉该标准。

4. 建议标准实施日期为：自发布起 6 个月。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准为首次制定。

十二、其它应予说明的事项

无