



中华人民共和国国家标准

GB/T 26752—2020
代替 GB/T 26752—2011

聚丙烯腈基碳纤维

PAN-based carbon fiber

2020-03-06 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 26752—2011《聚丙烯腈基碳纤维》。

本标准与 GB/T 26752—2011 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 增加 2 个引用标准(见第 2 章);
- 增加术语和定义(见 3.1、3.2 和 3.3);
- 增加了溶剂分类、工艺分类及其表示(见 4.1.2 和 4.1.3);
- 上浆剂分类删除“通用型”,增加“适用于热固性聚酰亚胺树脂”“适用于热塑性聚酰亚胺树脂”和“其他”(见 4.1.6,2011 年版的 4.1.4);
- 修改了上浆剂含量分类及其表示(见 4.1.7,2011 年版的 4.1.5);
- 力学性能分类中增加了一些品种(见表 1);
- 修改了碳纤维产品标记(见 4.2,2011 年版的 4.2);
- 修改了外观要求(见 5.1,2011 年版的 5.1);
- 增加了长度偏差及试验方法(见 5.2 和 6.2);
- 增加了丝束规格的性能指标要求(见表 2);
- 删除了含碳量上限值(见 2011 年版的 5.2);
- 将密度的试验方法改为 GB/T 30019(见 6.3.2,2011 年版的 6.2.2);
- 将上浆剂含量的试验方法改为 GB/T 29761(见 6.3.3,2011 年版的附录 B);
- 修改保质期(见 8.4.2,2011 年版的 8.4.2)。

本标准由中国建筑材料工业联合会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会(SAC/TC 39)归口。

本标准起草单位:威海拓展纤维有限公司、北京化工大学、中国航空工业集团公司沈阳飞机设计研究所、中复神鹰碳纤维有限责任公司、中国化学纤维工业协会、吉林碳谷碳纤维股份有限公司、江苏恒神股份有限公司。

本标准主要起草人:丛宗杰、陈洞、张洪池、邹秀娟、高爱君、隋晓东、连峰、李德利、王继军、钱洪川。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 26752—2011。

聚丙烯腈基碳纤维

1 范围

本标准规定了聚丙烯腈基碳纤维的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本标准适用于聚丙烯腈基碳纤维长丝,不适用于沥青基、粘胶基等非聚丙烯腈基碳纤维。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 3362 碳纤维复丝拉伸性能试验方法

GB/T 18374 增强材料术语及定义

GB/T 29761 碳纤维 浸润剂含量的测定

GB/T 30019 碳纤维 密度的测定

3 术语和定义

GB/T 18374 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有捻纤维 twisting fiber

沿纤维束轴向加捻后收卷的纤维。

3.2

无捻纤维 twistless fiber

沿纤维束轴向不加捻收卷的纤维。

3.3

解捻纤维 untwisting fiber

去除捻度的纤维。

4 分类和标记

4.1 分类

4.1.1 力学性能分类

按力学性能分为高强型、高强中模型、高模型和高强度高模型四类,其分类由两个汉语拼音字母和四位数字组成。两个字母表示力学性能分类,四位数字表示相应的力学性能参数,前两位数字表示拉伸强度,后两位数字表示拉伸弹性模量,具体规定见表1。

如拉伸强度为4 500 MPa~<5 500 MPa、拉伸弹性模量为220 GPa~<260 GPa的高强型碳纤维,

表示为 GQ4522。

4.1.2 溶剂分类

溶剂分类由一位字母表示：

- a) 采用二甲基亚砷(DMSO),表示为 S;
- b) 采用二甲基乙酰胺(DMAc),表示为 A;
- c) 采用硫氰酸钠(NaSCN),表示为 N;
- d) 采用其他,表示为 R。

4.1.3 工艺分类

工艺分类由一位字母表示：

- a) 湿法,表示为 W;
- b) 干湿法,表示为 D。

4.1.4 丝束规格分类

丝束规格分类由数字与字母 K 表示,数字为每束纤维中单丝根数与 1 000 的比值,如:3 000 根单丝的纤维束,其丝束规格表示为 3K。

4.1.5 加捻情况分类

加捻情况分类由一位数字表示：

- a) 有捻纤维,表示为 1;
- b) 无捻纤维,表示为 2;
- c) 解捻纤维,表示为 3。

4.1.6 上浆剂分类

上浆剂分类由一位数字表示：

- a) 适用于环氧类树脂,表示为 1;
- b) 适用于乙烯基酯、环氧类树脂,表示为 2;
- c) 适用于环氧、酚醛,双马类树脂,表示为 3;
- d) 适用于热固性聚酰亚胺树脂,表示为 4;
- e) 适用于热塑性聚酰亚胺树脂,表示为 5;
- f) 其他,表示为 6。

4.1.7 上浆剂含量分类

上浆剂含量分类由一位数字表示：

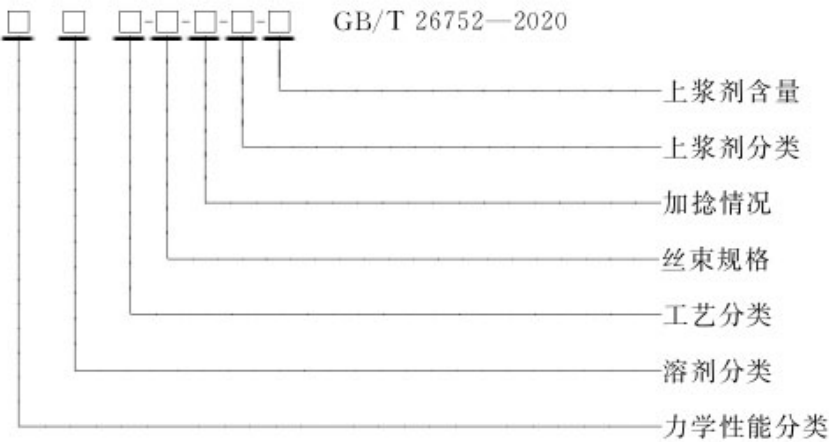
- a) 不含上浆剂,表示为 0;
- b) 上浆剂含量为 0.5%~<1.0%,表示为 1;
- c) 上浆剂含量为 1.0%~<1.5%,表示为 2;
- d) 上浆剂含量为 1.5%~<2.0%,表示为 3;
- e) 上浆剂含量为 2.0%~<2.5%,表示为 4;
- f) 上浆剂含量 $\geq$ 2.5%,表示为 5。

表 1 力学性能分类

力学性能分类及表示		拉伸强度分类及表示		拉伸弹性模量分类及表示	
力学性能分类	表示	拉伸强度范围 MPa	表示	拉伸弹性模量范围 GPa	表示
高强型	GQ	3 500~<4 500	35	220~<260	22
		4 500~<5 500	45		
高强中模型	QZ	4 500~<5 000	45	260~<350	26
		5 000~<5 500	50		
		5 500~<6 000	55		
		6 000~<6 500	60		
		6 500~<7 000	65		
		7 000~<7 500	70		
高模型	GM	3 000~<3 500	30	350~<400	35
高强高模型	QM	5 500~<7 000	55	350~<400	35
		4 000~<5 500	40	350~<400	35
				400~<450	40
				450~<500	45
				500~<550	50
		3 500~<4 000	35	550~<600	55
				600~<650	60
				650~<700	65

4.2 标记

标记由力学性能分类、溶剂分类、工艺分类、丝束规格、加捻情况、上浆剂分类、上浆剂含量和标准编号组成。



5 要求

5.1 外观

黑色,色泽均匀,无明显毛丝,无毛团,无异物,纤维束间无粘连。

5.2 长度偏差

长度偏差为正偏差。

5.3 理化性能

5.3.1 上浆剂含量应符合 4.1.7 上浆剂含量分类对应的上浆剂含量范围。

5.3.2 灰分应小于或等于 0.5%。

5.3.3 线密度、拉伸强度、拉伸弹性模量、断裂伸长率、密度和含碳量应符合表 2 的规定。

5.3.4 拉伸强度卷内离散系数应不超过 6%,拉伸弹性模量卷内离散系数应不超过 3%。

表 2 性能指标

力学性能分类	丝束规格	线密度 g/km	拉伸强度 MPa	拉伸弹性模量 GPa	断裂伸长率 %	密度 g/cm ³	含碳量 %
GQ3522	1K	66±3	3 500~<4 500	220~<260	≥1.5	1.78±0.02	≥91
	3K	198±6					
	6K	400±12					
	12K	800±20					
	24K	1 600±30					
	48K	3 200±50					
GQ4522	3K	198±6	4 500~<5 500	220~<260	≥1.7	1.80±0.02	≥91
	6K	400±12					
	12K	800±20					
	24K	1 600±30					
QZ4526	3K	198±6	4 500~<5 000	260~<350	≥1.5	1.80±0.02	≥94
	6K	400±12					
	12K	800±20					
	24K	1 600±20					
QZ5026	3K	111±4	5 000~<5 500	260~<350	≥1.5	1.80±0.02	≥94
	6K	223±6					
	12K	445±12					
	24K	1 000±100					

表 2 (续)

力学性能分类	丝束规格	线密度 g/km	拉伸强度 MPa	拉伸弹性模量 GPa	断裂伸长率 %	密度 g/cm ³	含碳量 %
QZ5526	3K	111±4	5 500~<6 000	260~<350	≥1.8	1.80±0.02	≥94
	6K	223±6					
	12K	480±50					
	24K	1 000±100					
QZ6026	12K	445±12	6 000~<6 500	260~<350	≥1.8	1.80±0.02	≥94
GM3035	1K	61±3	3 000~<3 500	350~<400	≥0.8	1.81±0.02	≥98
	3K	182±6					
	6K	364±10					
	12K	728±18					
QM5535	12K	700±20	5 500~<7 000	350~<400	≥1.5	1.76±0.02	≥98
QM4035	3K	113±4	4 000~<5 500	350~<400	≥1.0	1.76±0.02	≥98
	6K	225±8					
	12K	450±16					
QM4040	3K	113±4	4 000~<5 500	400~<450	≥0.8	1.83±0.02	≥98
	6K	223±8					
	12K	445±16					
QM4045	3K	109±4	4 000~<5 500	450~<500	≥0.8	1.87±0.02	≥98
	6K	218±8					
QM4050	3K	109±4	4 000~<5 500	500~<550	≥0.7	1.90±0.02	≥98
	6K	218±8					
QM3555	3K	103±4	≥3 500	550~<600	≥0.6	1.93±0.02	≥98
	6K	206±8					

6 试验方法

6.1 外观

在正常光照下,目测。

6.2 长度偏差

用精度不低于±1 m 的计米器测量。

6.3 理化性能

6.3.1 线密度

按 GB/T 3362 的规定检测。

6.3.2 密度

按 GB/T 30019 的规定检测。

6.3.3 上浆剂含量

按 GB/T 29761 的规定检测。

注：GB/T 29761 的“浸润剂含量”为本标准的“上浆剂含量”。

6.3.4 含碳量

按附录 A 的规定检测。

6.3.5 灰分

按附录 B 的规定检测。

6.3.6 力学性能

1 K~24 K 拉伸强度、拉伸弹性模量及断裂伸长率按 GB/T 3362 的规定检测。其他丝束规格参照 GB/T 3362 检测。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 检验项目

出厂检验项目为外观、上浆剂含量、拉伸强度、拉伸弹性模量、断裂伸长率、密度和线密度。

7.1.2 组批

同一生产线、同一批原材料、同一工艺，连续 1 d~10 d 稳定生产的同一标记的产品为一批。

7.1.3 抽样

按表 3 随机抽取样品进行上浆剂含量、密度检验。按表 4 随机抽取样品进行外观、拉伸强度、拉伸弹性模量、断裂伸长率及线密度检验，所抽取样品应包含按表 3 规定所抽取的上浆剂含量与密度检验用样品。

7.2 型式检验

7.2.1 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产时；
- b) 老产品转厂时；
- c) 产品结构、材料、工艺等有较大改变时；
- d) 正常生产时，每年至少进行 1 次；
- e) 产品停产时间超过 3 个月恢复生产时；
- f) 供需方合同有要求时。

7.2.2 检验项目

第 5 章规定的所有项目。

7.2.3 组批

同 7.1.2。

7.2.4 抽样判定

按表 3 随机抽取样品进行上浆剂含量、密度、含碳量及灰分检验。按表 4 随机抽取样品进行外观、拉伸强度、拉伸弹性模量、断裂伸长率及线密度检验,所抽取样品应包含按表 3 规定所抽取的上浆剂含量、密度、含碳量及灰分检验用样品。

表 3 抽样及规定表 I

批量大小 卷	抽样数量 卷	合格判定数 卷	不合格判定数 卷
3~25	3	0	1
26~50	3	0	1
51~280	3	0	1
281~500	5	0	1
501~1 200	5	0	1
1201~3 200	8	1	2
3 201~10 000	8	1	2
10 001~35 000	8	1	2
35 001 及其以上	13	1	2

表 4 抽样判定表 II

批量大小 卷	抽样数量 卷	合格判定数 卷	不合格判定数 卷
3~25	3	0	1
26~50	8	0	1
51~280	13	1	2
281~500	20	1	2
501~1 200	32	2	3
1 201~3 200	50	3	4
3 201~10 000	80	5	6
10 001~35 000	125	7	8
35 001 及其以上	200	10	11

8 包装、标志、运输、贮存

8.1 包装

8.1.1 碳纤维应紧密缠绕在纸筒上,纸筒的表面应使纱线能顺利退下来。纸筒内径规格为 76 mm,长度规格分 192 mm 和 290 mm 两种。

8.1.2 每卷碳纤维需用柔软的透明材料包裹外表面,装在清洁、干燥的瓦楞纸箱,每卷之间用硬质隔板固定,防止挤压和碰撞。

8.2 标志

8.2.1 纸筒内壁应贴有产品标签,内容包括:

- a) 产品名称、标记;
- b) 产品卷号;
- c) 产品批号、生产日期;
- d) 生产单位。

8.2.2 包装箱内应附有产品检验合格证,内容包括:

- a) 产品名称、标记;
- b) 产品批号、执行标准;
- c) 生产单位名称;
- d) 加盖质量检验专用章。

8.2.3 包装箱外表面应包括以下内容:

- a) 产品名称、标记、产品批号;
- b) 产品数量、净重量、箱号;
- c) 生产单位名称、地址;
- d) 产品执行标准。

按 GB/T 191 的规定标明“怕湿”“禁止滚翻”“堆码层数极限”三种图示。

8.3 运输

产品应用干燥、有篷的交通工具运输,严防受潮,避免撞击。

8.4 贮存

8.4.1 贮存条件

产品应存放在干燥、阴凉通风的库房内,远离火源和热源,防潮,堆码层数不应超过包装上标明的堆码层数极限。

8.4.2 保质期

在 8.4.1 规定的贮存条件下,产品保质期为 2 年,超期后,经检验合格,可继续使用。如有特殊要求,应在产品标签中明示。

附 录 A
(规范性附录)
碳纤维含碳量测试方法

A.1 方法原理

碳纤维在高效催化剂存在下,在高温纯氧气氛中燃烧分解,生成二氧化碳、水和氮氧化合物的混合气体。经过还原柱,氮氧化物还原为氮。在载气的带动下,二氧化碳、水和氮的混合气体经仪器的分离系统被逐步分离,依次进入检测器检测,得出碳的特征峰,通过数据处理得出相应的含碳量。

A.2 仪器和试剂

A.2.1 元素分析仪

元素分析仪应具有燃烧系统、还原系统、混合气体分离系统、检测系统及数据处理系统,并具备从试样燃烧、还原、气体分离、检测到数据处理的全过程自动化功能。数据处理系统应能自动记录峰面积或峰高积分计数,且自动计算校正因子和元素质量分数。

A.2.2 电子天平

感量为 0.001 mg。

A.2.3 样品舟

元素分析专用锡舟。

A.2.4 试剂

乙酰苯胺:元素分析专用基准试剂。

A.3 环境条件

温度: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度: $50\% \pm 10\%$ 。

A.4 试样制备及预处理

A.4.1 试样制备

取碳纤维约 1 g,制成长度约 0.5 mm 的试样待用。

若碳纤维表面有上浆剂,应先去除上浆剂,然后再按上述方法制备。

A.4.2 试样预处理

将按 A.4.1 制备的试样置于称量瓶中,在 $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱内烘 2 h,取出后立即放入装有硅胶的干燥器中冷却至室温待用。

A.5 测定前准备

A.5.1 试剂装填

A.5.1.1 燃烧系统和还原系统应选用与元素分析仪相匹配的试剂,试剂应填充密实,各段之间不得留有空隙,并用石英棉隔开。

A.5.1.2 燃烧系统试剂装填(装填量按元素分析仪相关要求)顺序如下:

石英棉→催化剂 1→石英棉→催化剂 2→石英棉→催化剂 3→石英棉→灰分管。

A.5.1.3 还原系统试剂装填(装填量按元素分析仪相关要求)顺序如下:

石英棉→铜→石英棉→银网。

A.5.1.4 按仪器说明书要求开启元素分析仪,仪器通过自检后,进入升温程序。

A.5.2 炉温设定

按元素分析仪说明书分别设定燃烧炉、还原炉温度。

A.5.3 优化燃烧条件

为使碳纤维充分燃烧,应加大进氧量及延长燃烧时间来优化燃烧条件,优化方式依据仪器说明书选择。

A.6 元素分析仪校正

A.6.1 空白校正

待燃烧炉、还原炉的温度达到要求并保持稳定后,开始进行元素分析仪系统校正。

用已经称量的样品舟称取乙酰苯胺约 3 mg,精确至 0.001 mg,送入元素分析仪进样器,使其在规定的条件下燃烧分解。燃烧产物的收集和测定按程序自动进行。然后不加乙酰苯胺重复上述操作,测定空白值。交替进行至少 3 次,直至空白值达到仪器要求为止。

本步骤可根据元素分析仪型号不同,依据操作说明进行操作。

A.6.2 校正因子试验

用已经称量的样品舟称取乙酰苯胺约 3 mg,精确至 0.001 mg,送入元素分析仪进样器,使其在规定的条件下燃烧分解,燃烧产物的收集和测定按程序自动进行。至少进行 3 次测试,检查校正因子是否达到仪器要求。如果校正因子未达到仪器要求,则从 A.6.1 开始重新进行校正。

本步骤可根据元素分析仪型号不同,依据操作说明进行操作。

A.6.3 标准样品校正

用已经称量的样品舟称取乙酰苯胺约 3 mg,精确至 0.001 mg,送入元素分析仪进样器,使其在规定的条件下燃烧分解,并自动进行燃烧产物的收集和测定,从终端读取乙酰苯胺中碳的质量分数。重复测定不少于两次,各次测定结果与乙酰苯胺元素质量分数理论值的绝对误差不大于 0.3%,否则从 A.6.1 开始重新进行校正。

A.7 样品称量与测定

A.7.1 称量

将预处理后的样品置于已经称量的样品舟中,称量 2.3 mg~2.7 mg,精确至 0.001 mg,待测。

A.7.2 测定

将预先称好的样品送入元素分析仪进样器,使其在规定条件下充分燃烧分解,并自动进行燃烧产物的收集和测定,从终端读取样品碳的质量分数。每个试样至少进行两次平行测定,其误差应满足 A.8 规定。

A.8 数据处理

平行测定结果之差不大于 0.5%,最终结果以两次测定数据的算术平均值表示,保留四位有效数字。

A.9 试验报告

试验报告一般包括以下内容:

- a) 本标准编号;
- b) 元素分析仪的名称、型号;
- c) 试验项目及名称;
- d) 试样来源、试样名称、批号;
- e) 试验室温度、湿度;
- f) 试验结果;
- g) 试验人员、审核人员、日期及其他。

附 录 B
(规范性附录)
碳纤维灰分测试方法

B.1 方法原理

本方法使用高温炉,在恒定温度下灼烧碳纤维试样至恒重后,计算残余物质的质量分数。

B.2 仪器、设备、计量器具

B.2.1 电子天平,感量为 0.1 mg。

B.2.2 瓷坩埚。

B.2.3 玻璃干燥器,内装变色硅胶。

B.2.4 高温炉,其性能应满足以下要求:

- a) 最高炉温可达 1 300 ℃;
- b) 装有调温装置,并配有热电偶和温度指示仪表,温度控制精度为 ±20 ℃。

B.2.5 烘箱额定温度为 200 ℃,精度为 ±2 ℃。

B.3 试样

在碳纤维端头 200 mm 后取样,每个样品取试样数不少于 3 份,每份试样质量约为 5 g,且试样应制成长度约 10 mm 的小段。

B.4 步骤

B.4.1 将一份试样放入烧杯,在 110 ℃ ± 5 ℃ 烘箱中烘 1 h。

B.4.2 将烘好的试样置于干燥器中冷却至室温。

B.4.3 将冷却至室温的试样放入已恒重瓷坩埚(m_0),称量(m_1),精确至 0.1 mg。

B.4.4 将盛试样的瓷坩埚放在高温炉恒温区,由 300 ℃ 以下随炉升温到(900 ± 20)℃,恒温进行灼烧。

B.4.5 灼烧时打开炉门圆孔,自然通风氧化,无炉门圆孔的高温炉,可微开炉门 3 mm ~ 5 mm。

B.4.6 灼烧至无碳黑后,取出瓷坩埚放在石棉板上,在空气中冷却 5 min,再放入干燥器内,冷却至室温,迅速称量,精确至 0.1 mg。

B.4.7 称量后按 B.4.4 ~ B.4.6 规定反复进行灼烧(每次灼烧 30 min)、称量,直至两次称量差值不大于 0.4 mg 为止,取最后一次称量结果(m_2)。

B.5 计算

B.5.1 灰分按式(B.1)计算:

$$A_m = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

A_m ——碳纤维灰分，%；

m_0 ——瓷坩埚的质量，单位为克(g)；

m_1 ——试样质量和瓷坩埚的质量，单位为克(g)；

m_2 ——灼烧后灰分和瓷坩埚的质量，单位为克(g)。

B.5.2 取不少于 3 份试样的 A_m 算术平均值作为测试结果，取小数点后两位数字。

B.6 测试误差

本测试方法的允许误差：

- a) 灰分小于 0.1% 时，标准偏差应不超过 9%；
- b) 灰分不小于 0.1% 时，标准偏差应不超过 5%。

B.7 试验报告

试验报告一般包括以下内容：

- a) 本标准编号；
 - b) 试验项目及名称；
 - c) 试样名称、批号、生产单位及生产日期；
 - d) 试验条件：环境温度、灼烧温度；
 - e) 试验结果；
 - f) 试验人员、审核人员、日期及其他。
-