



### 3M中国有限公司

总办事处:  
上海市兴义路8号万都中心大厦38楼  
邮编: 200336  
电话: 021-62753535

上海市长宁区仙霞路99号尚嘉中心16楼  
邮编: 200051  
传真: 021-62752343



**北京办事处**  
北京市朝阳区酒仙桥路10号  
恒通商务园中央大厦  
B21座一层101室  
邮政编码: 100004  
电话: 010-65613336  
传真: 010-65610188

**广州办事处**  
广州市天河区路228号之一  
广晟大厦25楼  
邮政编码: 510620  
电话: 020-38331238  
传真: 020-38331234

**深圳办事处**  
深圳市深南东路4003号  
世界金融中心A座14楼  
邮政编码: 518001  
电话: 0755-82461336  
传真: 0755-25980763

**苏州办事处**  
苏州市苏州工业园区钟  
园路235号  
邮政编码: 215021  
电话: 0512-67620035  
传真: 0512-67620135

**成都办事处**  
成都市人民南路二段一号  
仁恒置地广场36楼3601单元  
邮政编码: 610016  
电话: 028-86587733  
传真: 028-86587722

**西安办事处**  
西安经济技术开发区凤  
城八路西北国金中心  
8号楼九层903室  
邮政编码: 710018  
电话: 029-83669535  
传真: 029-83669530

**大连办事处**  
大连市中山区中山路136号  
希望大厦1002室  
邮政编码: 116001  
电话: 0411-82648588  
传真: 0411-82648599

**南京办事处**  
南京市洪武北路55号  
置地广场1511室  
邮政编码: 210005  
电话: 025-84723205  
传真: 025-84728786

**天津办事处**  
天津市空港经济区空港商务园  
W7 5层501室  
邮政编码: 300308  
电话: 022-58676635  
传真: 022-58676630

**杭州办事处**  
杭州市求是路8号  
公元大厦1003室  
邮政编码: 310013  
电话: 0571-87858435  
传真: 0571-87858333

**沈阳办事处**  
沈阳市和平区南京北街  
206号沈阳城市广场3-903室  
邮政编码: 110001  
电话: 024-23341158  
传真: 024-23341859

**青岛办事处**  
青岛市香港中路12号  
丰合广场B座202室  
邮政编码: 266071  
电话: 0532-85028845  
传真: 0532-85027848

**宁波办事处**  
宁波市彩虹北路48号  
波特曼大厦1705-1707  
邮政邮编: 315040  
电话: 0574-87333535  
传真: 0574-87955187

**长沙办事处**  
湖南省长沙市芙蓉中路  
一段478号运达国际广场  
写字楼30D单元  
邮政编码: 410005  
电话: 0731-8861800  
传真: 0731-8862800

**武汉办事处**  
武汉市建设大道568号  
新世界国贸大厦2502室  
邮政编码: 430022  
电话: 027-68850606  
传真: 027-68850496

**福州办事处**  
福州市鼓楼区五四路  
128-1号恒力城写字楼  
35楼04.05单元  
邮政编码: 350003  
电话: 0591-87278335  
传真: 0591-87278336

**厦门办事处**  
厦门市鹭江道8号  
厦门国际银行大厦  
10层B室  
邮政编码: 361001  
电话: 0592-2101235  
传真: 0592-2101250

**重庆办事处**  
重庆市渝中区邹容路  
68号大都会商厦  
25层01+07-12  
邮政编码: 400010  
电话: 023-63808100  
传真: 023-63808200

**郑州办事处**  
郑州市中原中路220号  
裕达国际贸易中心  
A座22层2205室  
邮政编码: 450007  
电话: 0371-67939335  
传真: 0371-67930388

**昆明办事处**  
昆明市北京路155号  
红塔大厦304室  
邮政编码: 650011  
电话: 0871-63558068  
传真: 0871-63558066

**乌鲁木齐办事处**  
乌鲁木齐市中山路88号  
中泉广场14座B座  
邮政编码: 830002  
电话: 0991-2363535  
传真: 0991-2334335

**济南办事处**  
济南市泺源大街150号  
中信广场1116室  
邮政编码: 250011  
电话: 0531-86922628  
传真: 0531-85181115

**无锡办事处**  
无锡市中山路359号  
东方广场写字楼21楼  
邮政编码: 214000  
电话: 0510-82720135  
传真: 0510-82716235

**长春办事处**  
长春市亚泰大街3218号  
通钢国际大厦A座23楼  
邮政编码: 130022  
电话: 0431-85862772  
传真: 0431-85862778

**合肥办事处**  
合肥市濉溪路287号财富  
广场三期C座2303-2304  
邮政编码: 230041  
电话: 0551-65773650  
传真: 0551-65773640

**太原办事处**  
太原市府西街69号  
国贸中心西塔1508室  
邮政编码: 030002  
电话: 0351-8687535  
传真: 0351-8687686

货号: VSG6000518



# 无机绝缘纸 解决方案



# 目录

制造能力 .....	1
技术力量 .....	4
CeQUIN® I,II 电气绝缘纸 .....	6
CeQUIN® 3000 高性能无机材质电气绝缘纸 .....	8
CeQUIN® 复合绝缘纸 CeQUIN® 与聚酯薄膜的复合材料 .....	10
TufQUIN® 高性能电气绝缘纸 .....	12
TuFR 高性能阻燃电气绝缘纸 .....	17
TufQUIN® 复合绝缘纸 TufQUIN® 与聚酯薄膜的复合材料 .....	18
ThermaVolt™ 压延绝缘纸 .....	20
Thermal Shield™ 绝缘纸 .....	22
DMD180® 高性能的柔性复合薄片制品 高性价比, 高可靠性电机与发电机的绝缘材质 .....	24
产品列表 .....	27

## 制造能力

3M 拥有先进的造纸及涂布 / 复合技术和设备, 生产制造过程清洁、高效、灵活。除此之外, 3M 的研发团队为新产品开发试制提供了无限可能。

### 典型应用

- 干式变压器对地绝缘、相间绝缘及组间绝缘
- 电机与发电机线槽绝缘, 相间绝缘与模块绝缘
- 家用电器零部件防火绝缘
- 扬声器音圈绝缘
- 玻璃镜头生产中的镜头包
- 线缆包覆
- 热熔胶 / 压敏胶涂覆
- 防盗标签基纸
- 油浸式变压器
- 蓄电池隔板
- 热封包装基材衬垫
- 浇注线圈变压器
- 开关设备



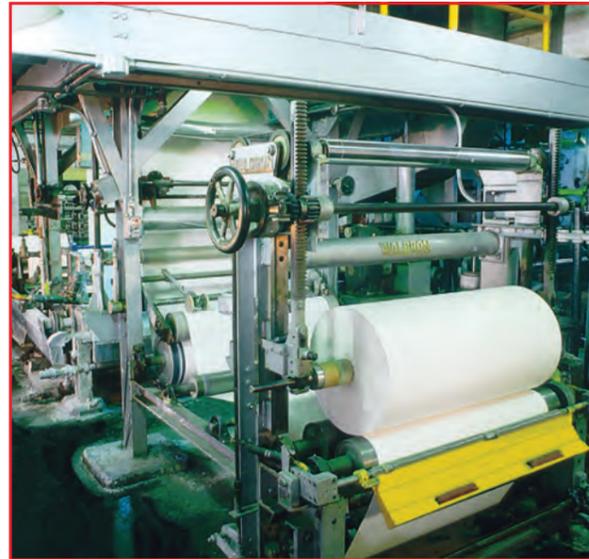
◀ 双动盘磨机



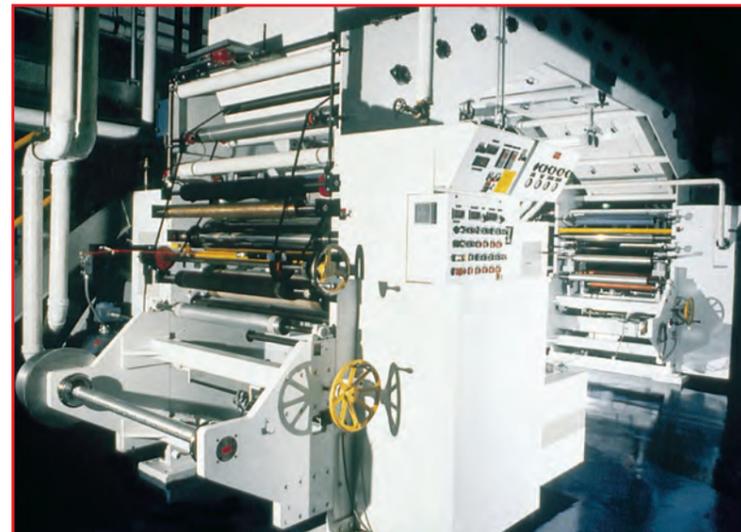


◀ 四缸造纸机上的离心清洗设备

▼ 塔式涂布机 / 饱和器



精密涂布 / 复合机



### 精密涂布 / 复合机

- 宽度 : 1016mm (40 inch)
- 精确涂布控制
- 双面复合

### 压膜机

- 厚度范围 : 0.0762mm 至 1.524mm (3 至 60 mil)
- 宽度 : 965.2mm (38 inch)
- 压膜长度范围 : 305mm 至 1830mm (12 inch 至 72 inch)

### 三段分切机 / 复卷机

- 厚度范围 : 0.0762mm 至 1.524mm (3 至 60 mil)
- 宽度范围 : 最小 6.35mm (1/4 inch) / 最大 1016mm (40 inch)

### 四缸造纸机

- 厚度范围 : 0.0762mm 至 0.762mm (3 至 30 mil)
- 宽度 : 最大 965.2mm (38 inch)
- 无机基质纸

### 单缸制板机

- 厚度范围 : 0.8mm 至 9.525mm (1/32 inch 至 3/8 inch)
- 制板尺寸 : 最大 1219.2mm X 1219.2mm (48 inch x 48 inch)
- 无机基质板

### 塔式涂布机 / 饱和器

- 宽度 : 最大 1016mm (40 inch)
- 3 区, 40' 塔

### 湿法合成器

- 宽度 : 965.2mm (38 inch)
- 湿法复合技术
- 三重复合



## 技术力量

3M 的研发团队的目标是为特定应用开发满足其特殊性能标准的特制材料。

依赖于优秀的技术人才与先进的实验设备，3M 着眼现在放眼未来 - 不断开发满足未来所需的产品。通过与您的研发及应用工程师紧密合作，3M 的工程师们既专注于对现有产品的持续改进以满足特定的应用需求，同时亦开发全新的基础材料、组件、涂层与复合产品。

当您规划未来的产品蓝图时，请不必担心现有的材料技术，3M 愿与您共创更具竞争力的产品，并以此为荣。

3M 备有试验性的涂布 / 复合设备及造纸机，为配合试生产及新产品、新应用的需求进行原型工程。

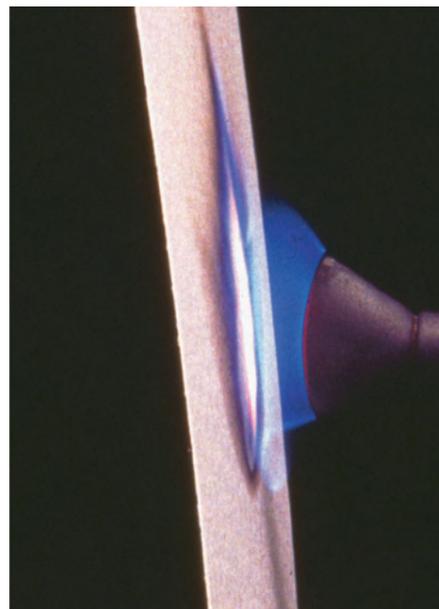
3M 的研发团队致力于持续提高与完善产品的性能，使 3M 居于技术进步的前沿。

## 适用标准

所有 3M 无机基质电气绝缘材料依据 UL 1446 标准《Standard for Systems of Insulating Materials-General》进行了大量的热老化性能评估，其结果被 UL 认可用作电气绝缘系统中的主绝缘材料，上述描述记载在 UL 档案编号 E65007，类别 OBJ52。

所有 3M 绝缘纸系统均遵从 IEC 62114《Electrical Insulation Systems-Thermal Classification》，并依据 IEC 61785-1《EIS-Procedures for Thermal Evaluation-Part 1: General Requirements-Low-Voltage》及 IEC 61858《EIS-Thermal Evaluation of 3M 无机基质纸产品的详细规范在 IEC 60819-3《Non-Cellulosic Papers for Electrical Purposes-Part 3: Specifications for Individual Materials》中记载，而无机基质的柔性复合产品详细规范在 IEC 60626-3《Specifications for Combined Flexible Materials for Electrical Insulation-Part 3: Specifications for Individual Materials》中记载。

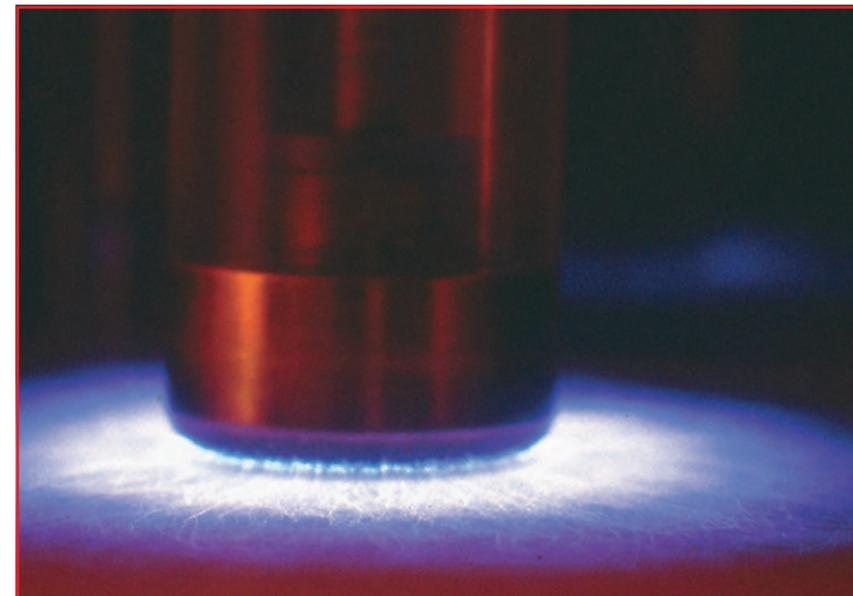
3M 电气绝缘材料的温度等级在 CAS 成分认可报告 #183351《Class 9052 30-Insulating Devices and Materials-Component-Transformer and Motor Insulation》中记载。



GARDBORD，一种家电中使用的阻燃物，UL 认可阻燃等级 UL94-5VA。GARDBORD 是一种与广泛应用的 CeQUIN® 关系密切的无机基质产品，只是为了加工增加了机械强度与硬度。GARDBORD 是 3M 改善与提高现有产品性能以满足新应用需求的一个例证。



► 高分辨率  $\gamma$  射线测量仪，根据光子的后向散射规律，能够实时监测腹板厚或定量，并提供可追溯的记录。



► 绝缘耐压测试是用于描述 3M 材料性能的众多标准测试之一



# CeQUIN® I, II 电气绝缘纸 高温高性能电气绝缘纸

## 产品简介

CeQUIN® 是无机合成纤维纸，由玻璃纤维，短纤维，无机填料和少于 10% 的有机结合剂组成。CeQUIN 的厚度从 5mil(0.13mm) 到 30mil(0.76mm)，其柔韧性使得可成于卷状。厚度参考以下图表 1。

### CeQUIN® I

高无机纤维含量提供了优异的热稳定性和绝缘可靠性，更适用于目前高性能产品设计。

### CeQUIN® II

CeQUIN II 是两层的 CeQUIN I 的覆合产品，从而具有更好的机械性能和绝缘性能，厚度有从 30mil(0.76mm) 到 60mil(1.52mm)，作为更厚的卷材，可用于间隔绝缘、轴芯绝缘。

## 产品特性

- 热稳定性
- 低吸潮
- 长期电气绝缘可靠性
- 优异的绝缘漆浸润性
- 高导热性
- UL 绝缘系统认证，等级 220°C(R)，档案号 E65007
- CSA 认证，等级 220°C，CSA 文件号 #183351



图表 1 性能列表

表1-产品典型特性											
ASTM 测试方法		CeQUIN®I						CeQUIN®II			
典型厚度	mm mil	D-374	.13 5	.18 7	.25 10	.38 15	.63 25	.76 30	.76 30	1.0 40	1.5 60
纵向拉伸强度	kN/m lb/inch	D-828	1.0 6	1.6 9	2.1 12	2.8 16	3.5 20	4.0 23	8.9 51	9.6 55	10.6 61
纵向断裂伸长率	%	D-828	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
重量	kg/m² lb/yd²	D-202	.12 .23	.18 .34	.27 .50	.41 .76	.70 1.3	.80 1.5	.80 1.5	1.1 2.1	1.6 3.0
击穿电压	kV	D-149	1.0	1.3	1.8	2.6	3.2	3.8	6.5	8.8	9.2
吸湿率	%	D-644	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

CeQUIN 材料优异的导热性，助于电气设备的散热，从而可降低温度，延长工作寿命和提高功效。采用 CeQUIN 的干式变压器线圈，相比于采用其他高温绝缘材料，通常表现为温度低 10-15°C。由于这个特性，设计工程师可以依赖于 CeQUIN 优异的导热性而设计成更小更紧凑的线圈，从而也降低总的成本。

CeQUIN 无机纤维纸具有优异的低吸潮性，即使在高湿的环境下也保持很低的吸潮，从而可以缩短浸漆前的烘干时间。同时 CeQUIN 作为无机材料，也不发生水解。

CeQUIN 和绝缘漆及树脂都有良好的兼容性，易于浸润，使得和线圈紧密结合在一起，从而提高了导热效果。

CeQUIN I 和 CeQUIN II 都有优异的尺寸稳定性，适用于长期工作在各种湿度的高温环境下。

## 电气特性

CeQUIN 无机材料具有优异热稳定性，即使在 300°C 以上的温度情况，都保持良好的介电强度。

CeQUIN 无机纤维纸，在长期电场应力工作下其绝缘性能不发生衰减。

## UL 认证

CeQUIN 无机纤维纸适用于高温高性能的电气绝缘应用。被 UL1446 绝缘系统认证 220°C 温度等级，可用于系统中的主接地绝缘。数个 UL 认证绝缘系统列于 UL 档案号 E65007，产品类别 OBJ2，适用等级包括 130°C(B)，155°C(F)，180°C(H)，220°C(R)。这些绝缘系统文件可联系 UL 机构免费使用。此认证也被 UL 确认符合 IEC85 文件《电气绝缘耐热评定和定级》的要求。

## 典型应用

一个电气绝缘系统性能的优化，依赖于很多因素，包括材料的正确选择，设计标准，良好的生产工艺。CeQUIN 的不易吸潮的特性，可以缩短浸漆或灌封前的烘干时间。浸漆是电气设备通常采用的方法，CeQUIN 绝缘纸易于浸润的特性。

适用于以下的高温电气绝缘

### 干式变压器

- 接地绝缘
- 相间绝缘
- 间隔绝缘
- 轴芯绝缘
- 引出端绝缘
- 层式变压器内层绝缘

### 牵引电机，发电机

- 绝缘绕包
- 槽绝缘
- 相间绝缘

### 线和线束绕包

### 蓄电池隔板

### 电容器和电磁层绝缘

### 开关柜绝缘

### 螺旋绕包绝缘管

# CeQUIN® 3000

## 高性能无机材质电气绝缘纸

### 产品简介

CeQUIN® 3000 是 CeQUIN I 的改进产品，提高了薄纸的拉伸强度。通过加入少量的有机补强纤维和高强度的粘合系统，CeQUIN 3000 绝缘纸厚度从 3mil(0.076mm) 至 5mil(0.127mm)。CeQUIN 3000 含 74% 的无机成分，相对于 CeQUIN I 的 90% 无机成分。CeQUIN 3000 可以覆合聚酯薄膜，玻璃布来增强介电强度和机械性能。CeQUIN 3000 供货可以是卷状，最大 36 英寸宽，或片材供货。

### 产品特性

- UL 和 CSA 认证
- UL 绝缘系统认证，等级 220°C
- CSA 认证，等级 220°C

### 绝缘性能

CeQUIN 3000 材料优异的导热性，助于高功率电气设备的散热，因此电气设备可设计成更小而降低成本。

### 绝缘漆浸润性

CeQUIN 3000 良好的浸润性，增强了导热效果，从而使气设备运行中更清凉，安静，并提高工作寿命。

### 低吸潮性

CeQUIN 3000 即使在高湿的环境下也保持很低的吸潮，从而可以缩短浸漆前的烘干时间。

### 典型应用

适用于以下高温应用的电气绝缘：

#### 干式变压器

- 接地绝缘
- 相间绝缘
- 层间绝缘
- 线圈内层绝缘

#### 牵引电机，发电机

- 线圈内层绝缘
- 相间绝缘
- 线和线束绕包
- 电容器和电磁层绝缘



## CeQUIN® 系列产品

CeQUIN 系列产品，包括了各种的覆合产品，以及半硬的板材。其他对产品的定制要求，请联系 3M 销售工程师。

### CeQUIN® 3000 性能列表

产品典型特性			
		CeQUIN®3000	
典型厚度	mm	0.08	0.13
	mil	3	5
重量	kg/m <sup>2</sup>	0.06	0.11
	lb/yd <sup>2</sup>	0.12	0.20
纵向拉伸强度	kN/m	1	1.6
	lb/inch	5.5	9
纵向断裂伸长率	%	1.4	1.4
吸湿率	%	<1	<1
击穿电压	kV	0.6	1.0

# CeQUIN® 复合绝缘纸 CeQUIN® 与聚酯薄膜的复合材料

## 产品简介

CeQUIN® 聚酯复合材料，是电气，物体，热性能均衡的一个产品，聚酯薄膜复合 CeQUIN I 或 CeQUIN 3000，可以形成两层或三层的复合结构。结构类型如下：

### CeQUIN® IF:

两层的结构，由 CeQUIN I 绝缘纸复合一面聚酯薄膜而成

### CeQUIN® IFI:

三层的结构，由聚酯薄膜居中，双面都复合 CeQUIN I 而成

### CeQUIN® FIF:

三层的结构，由 CeQUIN I 绝缘纸双面都复合聚酯薄膜而成

### CeQUIN® 30F:

两层的结构，由 CeQUIN 3000 绝缘纸复合一面聚酯薄膜而成

### CeQUIN® 30F30:

三层的结构，由聚酯薄膜居中，双面都复合 CeQUIN 3000 而成

## 产品特性

### CeQUIN® 无机绝缘纸

- 耐高温
- 低吸潮
- 长期电气绝缘可靠性
- 高导热性

### 复合聚酯薄膜后，具备了

- 更好的机械强度
- 更好的抗刺穿抗撕性能
- 更高的介电强度
- 更好的操作性能

### UL 和 CSA 的认证

- UL 绝缘系统认证，等级 220°C(R)
- CSA 认证，等级 220°C

## 物理特性

CeQUIN 聚酯复合材料，可以满足等级 220°C(R) 的线圈绕组应用，以及 250°C 以上等级的线和电缆的绕包应用。该复合的结构中，CeQUIN 无机绝缘纸，提供了长期的耐热性能，220°C(R) 下稳定的介电强度和绝缘可靠性。聚酯薄膜增强了机械强度，提高了绝缘纸整体的操作性能。更便于绕组和绕包工艺应用。

### 以下说明了 CeQUIN 和聚酯薄膜复合材料的特点：

- 高拉伸强度和优异的抗撕性能，更便于生产操作
- 无机成分的 CeQUIN 绝缘纸，提供了长期耐压可靠性
- 低吸湿特性，减少了浸漆和灌封前额外的烘干工序
- 高导热性，使得设备运行时温度更低，工作寿命更长，更可靠。见图 2 和图 3
- 复合结构提高了初始的介电强度

参见以下表 1，部分标准 CeQUIN 聚酯薄膜复合材料的性能参数：

		表1 聚酯薄膜复合材料的典型特性								
		ASTM 测试方法	CeQUIN®							
			IF			IFI	FIF	30F		30F30
复合结构			5-2	7-1	10-1	5-1-5	2-15-2	3-1	5-1	3-1-3
厚度	mm mil	D-645	.18 7	.20 8	.28 11	.28 11	.48 19	.10 4	.15 6	.18 7
重量	kg/m <sup>2</sup> lb/yd <sup>2</sup>	D-202	.20 .38	.22 .41	.31 .58	.29 .54	.57 1.05	.10 .19	.16 .29	.17 .31
纵向拉伸强度	kN/m lb/inch	D-828	7.0 40	3.5 20	5.2 30	5.2 30	15.7 90	3.5 20	3.5 20	5.2 30
击穿电压	kV	D-149	7.5	4.5	5.0	5.5	13	4.5	4.5	4.5
吸湿率	%	D-644	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

CeQUIN 聚酯薄膜复合材料，有多种标准结构供选，且可依据您的需求定制不同结构的复合材料。



# TufQUIN® 高性能电气绝缘纸

## 产品介绍

TufQUIN 110 系列产品是柔韧, 成形性好的绝缘纸, 其优异的物理韧性, 具有高拉伸强度和抗撕裂特性。除高温性能外, TufQUIN 还具有良好的绝缘特性和导热性。

TufQUIN 120, 和 TufQUIN 110 类似, TufQUIN 120 采用了改进的生产工艺, 在形成更厚的结构同时还保持了成形性。

## 物理特性

TufQUIN 具有良好的拉伸强度, 抗撕性能, 具有韧性而成形性好的片材。典型性能见表 1

TufQUIN 的抗撕性能和韧性, 使其适用于电磁线绕包应用, 以及绕组应用, 如线圈的层间绝缘。TufQUIN 具有很低的吸潮性, 从而可以缩短浸漆前的烘干时间。

TufQUIN 系列绝缘纸, 具有较宽的厚度范围供选用, 为 0.05mm~0.51mm(2~20mil)

## 应用

TufQUIN 绝缘纸典型的用于通风型干式变压器, 电机, 和其他设备中的绝缘应用。

典型的在干式变压器中用于

- 匝间绝缘
- 层间绝缘
- 端部和引线绝缘



## TufQUIN 绝缘纸的典型特性

表1 - TufQUIN典型特性

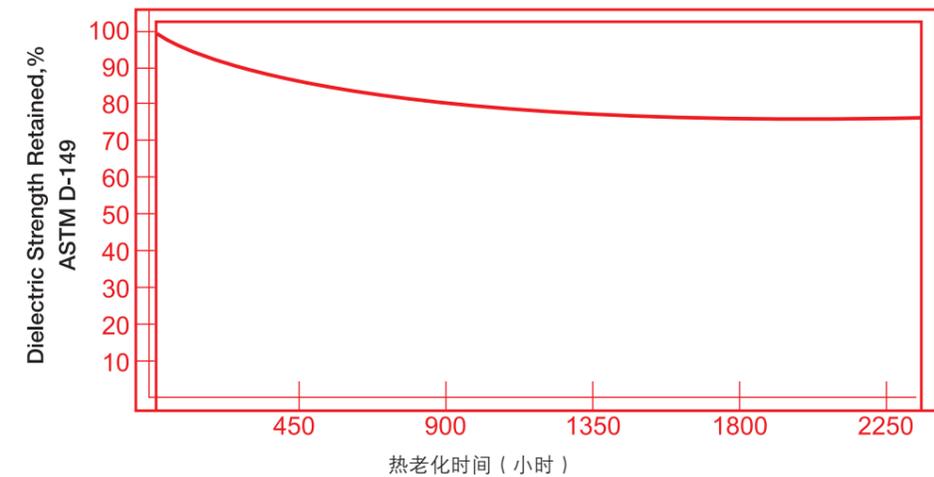
		ASTM 测试方法	TufQUIN 110					TufQUIN 120			
厚度	mm	D-645	0.05	0.06	0.08	0.13	0.25	0.19	0.30	0.38	0.51
	mil		2	2.5	3	5	10	7.5	12	15	20
克重	g/m <sup>2</sup>	D-202	44	70	90	140	290	190	350	430	600
纵向拉伸强度	N/cm	D-828	21	26	35	42	87	63	96	130	190
纵向伸长率	%	D-828	10	12	15	19	18	14	14	14	15
击穿电压	kV	D-149	0.4	0.6	0.7	0.8	2.0	1.0	1.9	2.1	3.3
介电常数		D-150	1.9	1.9	2.2	2.2	2.7	2.6	N/A	N/A	N/A

## TufQUIN 绝缘纸的耐高温性能

TufQUIN 纸具备了 180°C(H 级) 的耐温特性, 在高温下仍保持较好的绝缘性能。

下图反应了 TufQUIN 在 190°C 下的高温情况的绝缘可靠性。

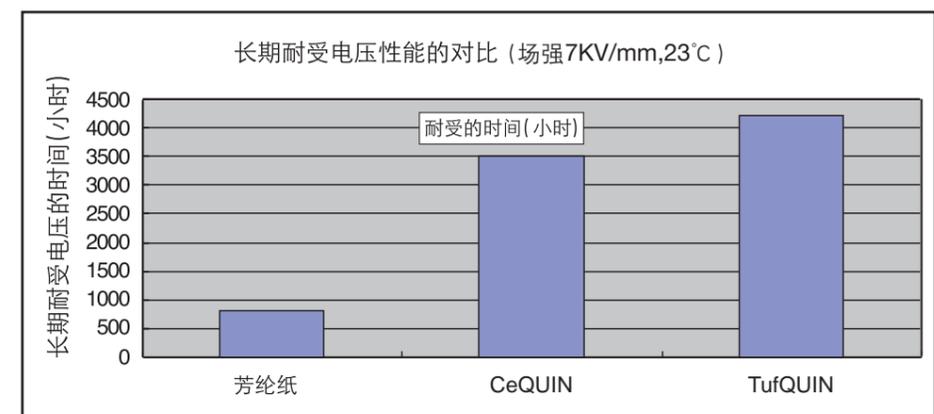
图 1: TufQUIN 在 190°C 下的热老化试验, TufQUIN 介电强度的变化 (相对于初始值的百分比)



TufQUIN 绝缘纸的建议场强设计, 建议为不大于 1.6kV/mm(40V/mil)。

在高场强环境下, TufQUIN 表现出优异的长期耐压性能, 相比有机的芳纶纸, 可耐受更长的时间。

图 2: TufQUIN 纸在高场强 (7kV/mm) 下, 可耐受的时间。



## UL 认证

TufQUIN 系列产品,具有 UL 绝缘系统认证,温度等级可达 200°C, 档案号 E65007.

由于其中一定的有机成分,TufQUIN 纸不建议于 200°C 以上的长期应用。其原因是 TufQUIN 在过高温度下会有一些的收缩,该收缩特性需设备设计中考虑到,浸漆可以减小 TufQUIN 产品的收缩。

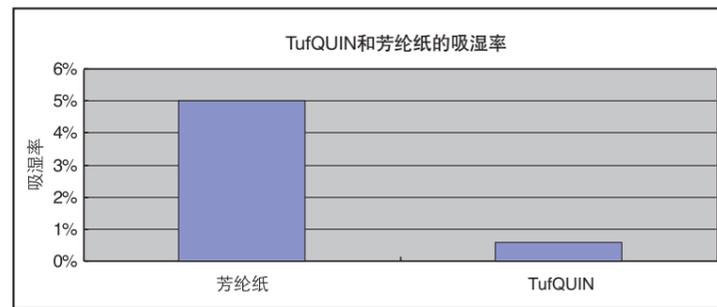
## TufQUIN 的特性和优点

### 1. 吸湿率低

由于 TufQUIN 产品以无机成分为主,不含亲水分子基团,因此具有很低的吸湿率。作用有:

- 保证了绝缘纸尺寸的稳定性,避免了因吸湿而尺寸变化或变形而导致的损失。
- 对于去除绝缘纸的潮气的烘干工艺,可缩短时间提高生产效率。
- 当设备需要在高湿环境下应用时,低吸湿特性保证了运行的可靠性。

图 3: 在 50% 相对湿度的环境下,TufQUIN 纸的吸湿率将低于 1%,而压光芳纶纸同样条件下通常高达 5%。



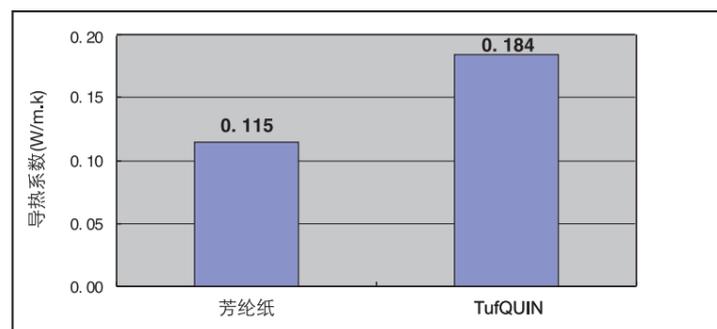
测试方法:250mmX250mm 尺寸样品,在 23°C,50% 相对湿度下预置 24 小时,再在 140°C 烘箱内 1 小时,除去水份,称量其重量的变化比例。

### 2. 高导热性

TufQUIN 纸具有较高的导热系数,有利于热量的导出

- 使线圈产生的热量,快速有效的传导散出。
- 有效降低设备温升,有利于设备运行寿命的延长。

图 4:TufQUIN 在 180°C 下的导热系数,ASTM-E-1530



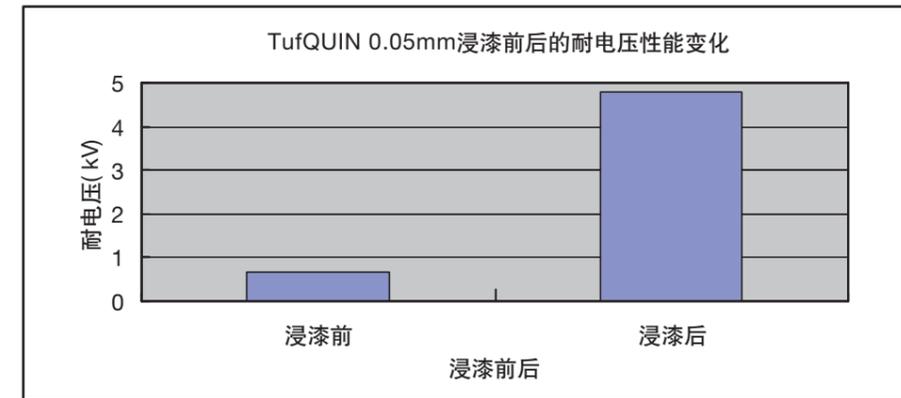
### 3. 吸漆性能好

TufQUIN 绝缘纸具有优异的吸漆特性,内部无机成分结构,并更容易让绝缘漆浸润和渗透,而不仅是表面的挂漆。优异的吸漆性能,具有以下作用:

- 可消除线圈中的空隙和气泡,达到设备的一体性,避免内部的微振动,从而降低设备运行时的噪音。
- 空隙和气泡的消除,可有效降低局部放电,避免长期运行后的击穿故障。
- 绝缘漆的充分填充,有利于绝缘的可靠性和热量的导出,保证设备的低温升和绝缘可靠性。

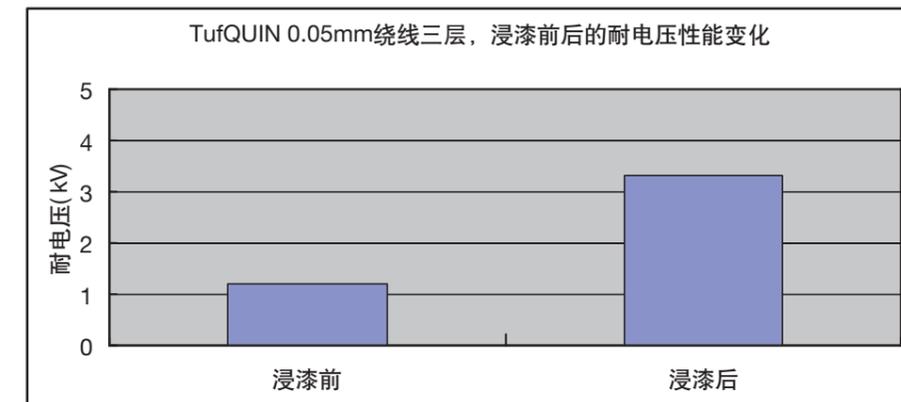
TufQUIN 浸漆后,其耐电压性能可得到大幅提升。

图 5: 片状 TufQUIN 纸浸漆后的耐电压性能



注: 试验所用漆为太湖绝缘漆,型号 ET-90N.

图 6:TufQUIN 绕线三层浸漆后的耐电压性能



注: 试验所用漆为太湖绝缘漆,型号 ET-90N.

#### 4. TufQUIN 电气性能和机械性能，受温度和湿度的影响小

图 7-10: TufQUIN 的电气性能和机械性能，受温度和湿度影响的曲线图。

图 7, 温度对 TufQUIN 电气性能的影响

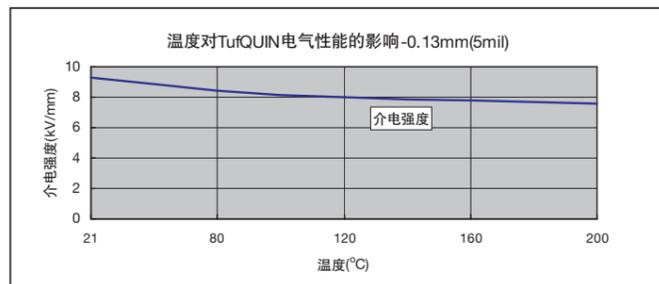


图 8, 温度对 TufQUIN 机械性能的影响

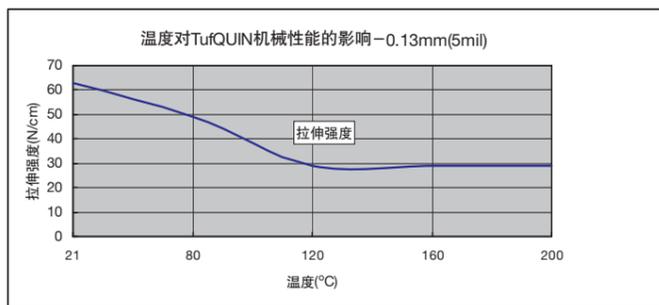


图 9, 湿度对 TufQUIN 电气性能的影响

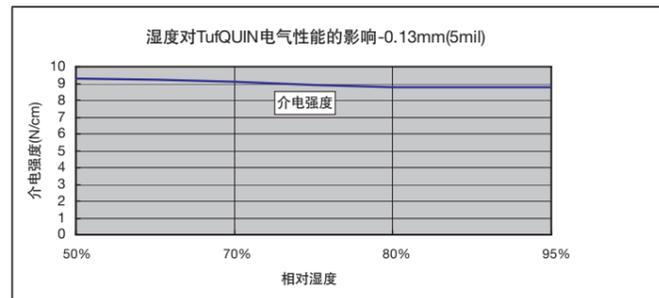
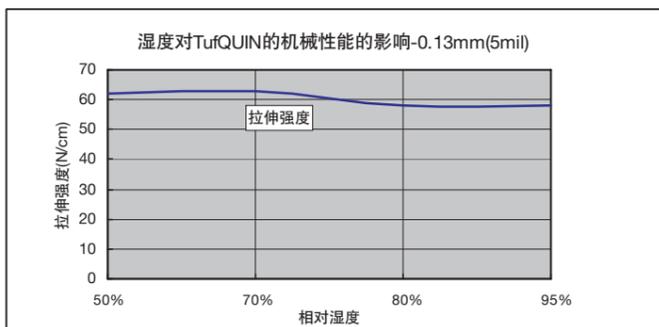


图 10, 湿度对 TufQUIN 机械性能的影响



## TuFR 高性能阻燃电气绝缘纸

### 产品介绍

TuFR 是柔韧，成形性好的电气绝缘纸，优异的物理韧性，具有高拉伸强度和抗撕裂特性。除高温性能外，TuFR 还具有良好的绝缘特性和导热性。TuFR 是 TufQuin 的改进产品，特别的还具有优良的阻燃性能，达到 UL94 V-0 等级，UL 认证档案号 E65069。

### 物理特性

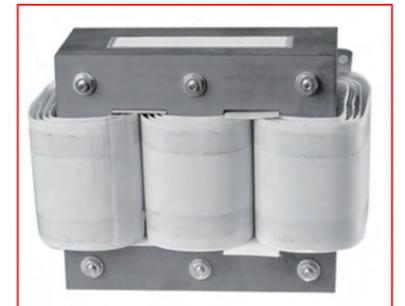
TuFR 具有良好的拉伸强度，抗撕性能，具有韧性而不成形性好的片材。典型特性参数见列表

TuFR 的抗撕性能和韧性，使其适用于电磁线绕包应用，以及绕组应用如线圈的层间绝缘。TuFR 具有很低的吸潮率，从而可以缩短浸漆前的烘干时间。

TuFR 绝缘纸，厚度范围是 2~10mil(0.05~0.25mm)。

### TuFR 适用范围

- 变压器，线圈，牵引机（匝间、层间、相间绝缘，以及端部绝缘等）。
- 马达和发电机（槽间，相间，楔绝缘）
- 线和线束绕包



TuFR 绝缘纸典型特性

		ASTM 测试方法	ASTM 测试方法				
			0.05 2	0.08 3	0.13 5	0.18 7	0.25 10
典型厚度	mm mil	D-645	0.05 2	0.08 3	0.13 5	0.18 7	0.25 10
重量	g/m <sup>2</sup>	D-202	54	87	141	179	282
拉伸强度(纵向)	N/cm	D-828	21	35	47	79	88
拉伸强度(横向)	N/cm	D-828	9	14	23	35	42
断裂伸长率(纵向)	%	D-828	10	15	19	20	18
断裂伸长率(横向)	%	D-828	8	10	11	14	11
埃尔门多夫抗撕裂强度(纵向)	N	D-689	0.5	0.8	2.5	2.0	5.8
埃尔门多夫抗撕裂强度(横向)	N	D-689	1.4	2.0	5.1	3.0	13.1
击穿电压	KV	D-149	0.4	0.7	0.8	1.0	2.0
吸潮率	%	D-644	<1	<1	<1	<1	<1

# TufQUIN<sup>®</sup> 复合绝缘纸

## TufQUIN<sup>®</sup> 与聚酯薄膜的复合材料

### 产品简介

TFT<sup>™</sup> 复合材料，是一系列高性能绝缘纸的复合产品。

TufQUIN<sup>®</sup> 110 和聚酯薄膜复合，典型的结构是一层聚酯薄膜，双面复合了 TufQUIN 绝缘纸，用于高温绝缘系统。

典型的复合产品，TufQUIN 110/ 聚酯薄膜 / TufQUIN 110 (TFT)，列于表 1

### 典型应用

TufQUIN TFT 复合材料，典型的用于 180°C(H) 级的电机或发电机，作槽绝缘，相间绝缘和槽楔绝缘。也用于 200°C(N) 级的干式变压器中，作为层间绝缘和接地绝缘。

TFT 复合材料，是电气，物体，热性能均衡的一个产品，通过绝缘材料性能的提升而提高设备工作的可靠性。

- 180°C(H) 级的电机或发电机，作槽绝缘，相间绝缘和槽楔绝缘
- 母排绝缘
- 干式变压器，层间绝缘和接地绝缘
- 电容器层绝缘
- 螺旋缠绕管
- 载流导线和器件
- 线和线束绕包
- 直流线圈绝缘
- 断路器面板

### 产品特性

- 高韧性
- 一定的硬度，回弹性
- 优异的介电性能
- UL 绝缘系统认证，等级 200°C(N)
- 高导热系数
- CSA 认证，温度等级 180°C 和 200°C
- 易于插嵌

### 物理特性

TufQUIN TFT 复合材料，该复合结构中，TufQUIN 110 提供了韧性，抗撕，和其耐热性保护了内层的聚酯薄膜，表面光滑且耐磨的 TufQUIN 110，便于插嵌操作，并和绝缘漆和灌封的树脂结合很好。中间层的聚酯薄膜，提供了优异的介电性能，并增加了硬度和回弹性。

### 以下说明了 TufQUIN TFT 聚酯复合材料的特点：

- 横向和纵向，都具有优异的抗撕性能，见图 1
- 良好的拉伸性能，TFT 可以吸收大型绕组的应力
- TufQUIN 中的无机成分，具有优异的耐热性，避免高温下软化击穿
- 高导热性，使得设备运行时温度更低，工作寿命更长，更可靠
- 低吸湿特性，减少了浸漆和灌封前额外的烘干工序，见表 2

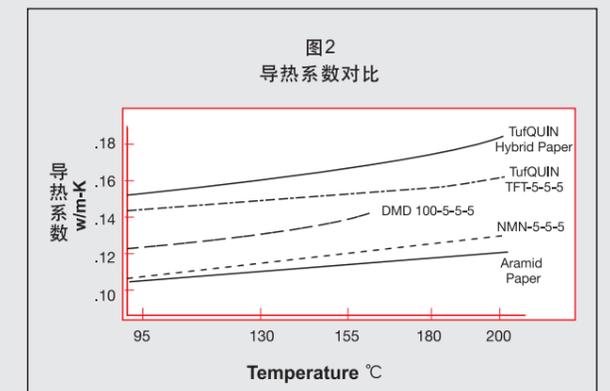
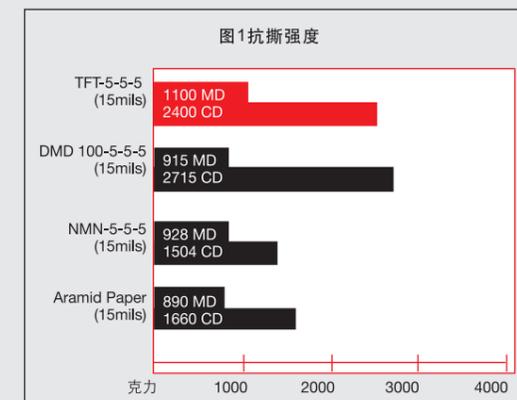
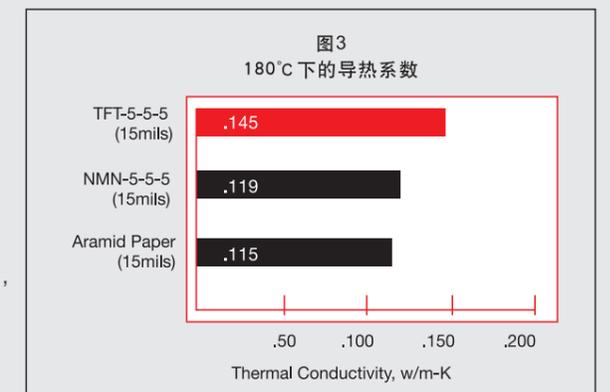
参见以下表 1，部分标准 TufQUIN 聚酯薄膜复合材料的性能参数：

		ASTM 测试方法	TFT-3-3-3	TFT-3-5-3	TFT-3-7.5-3	TFT-3-14-3	TFT-5-3-5	TFT-5-5-5	TFT-5-10-5
厚度	mm mil	D-645	.23 9	.28 11	.36 14	.51 20	.33 13	.38 15	.51 20
重量	kg/m <sup>2</sup> lb/yd <sup>2</sup>	D-202	.30 .55	.37 .68	.46 .84	.68 1.25	.40 .74	.47 .87	.64 1.18
纵向拉伸强度	kN/m lb/inch	D-828	18 100	23 130	30 170	47 270	18 105	23 134	39 220
伸长率	%	D-828	22	22	23	30	40	46	50
击穿电压	kV	D-149	10	14	16	20	10	14	22
抗撕强度 克力	MD CD	D-689	320 960	320 1280	990 1180	750 2100	640 2400	1100 2400	1100 2725

TufQUIN 复合材料，有多种标准结构供选，且可依据您的需求定制不同结构的复合材料。

产品	吸湿率
TFT-5-5-5	0.8
NMN-5-5-5	1.8
Aramid Paper(15mils)	4.1

0.38mm 厚的样品，在 50% 相对湿度，20°C 下预置 24 小时，再 155°C 下烘干 24 小时

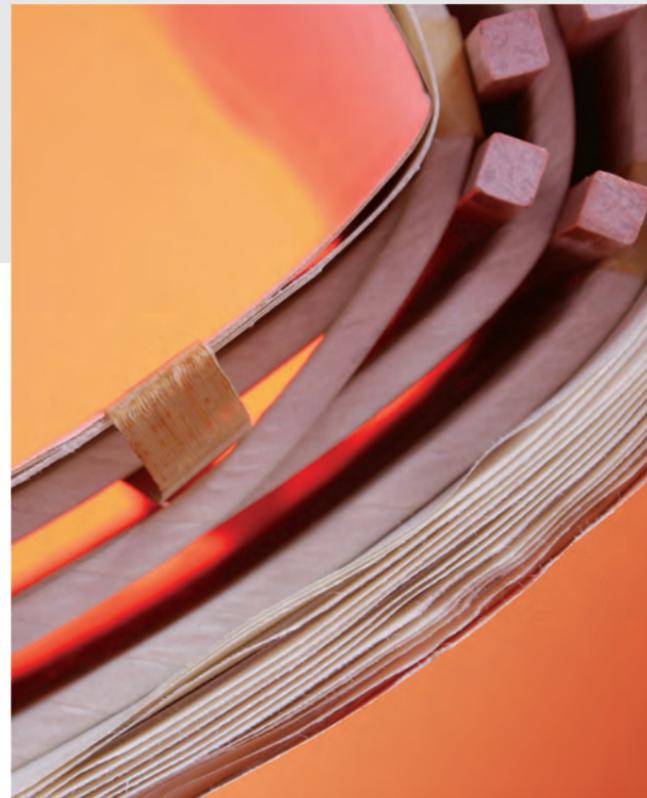


# ThermaVolt™ 压延绝缘纸

3M 拥有先进的造纸及涂布 / 复合技术和设备，生产制造过程清洁、高效、灵活。除此之外，3M 的研发团队为新产品开发试制提供了无限可能。

## 产品简介

ThermaVolt™ 无机物基质纸应用于干式变压器高温环境下以满足高性能要求，具备优良的介电特性与导热性 — 尤其适用于在绕组线圈中用作组间绝缘。ThermaVolt 适于在不超过 220°C 绝缘等级 (R 级绝缘) 的电气绝缘系统中用作主对地绝缘。



## 典型应用

高温环境下的电气绝缘：

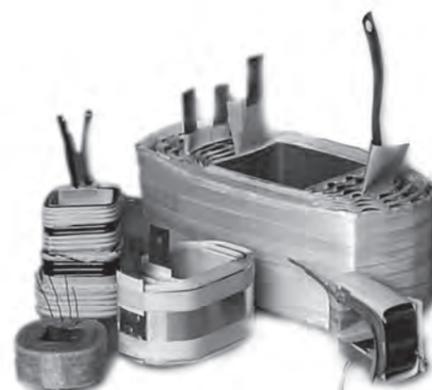
干式变压器

- 对地绝缘
- 相间绝缘
- 层间绝缘
- 箔式绕组的组间绝缘
- 电磁线圈应用

## 产品特性

- UL 绝缘系统认证 \* - 220°C 绝缘等级 (R 级绝缘)
- 高无机成分含量
- 卓越的导热性能
- 优良的耐介电击穿性能
- 改良的加工性能以降低成本
- 低吸湿率
- 厚度范围：0.08mm (3 mils) 至 0.25mm (10 mils)

\* 所有电气绝缘系统测试依据 UL 1446 和 IEC 61857 标准

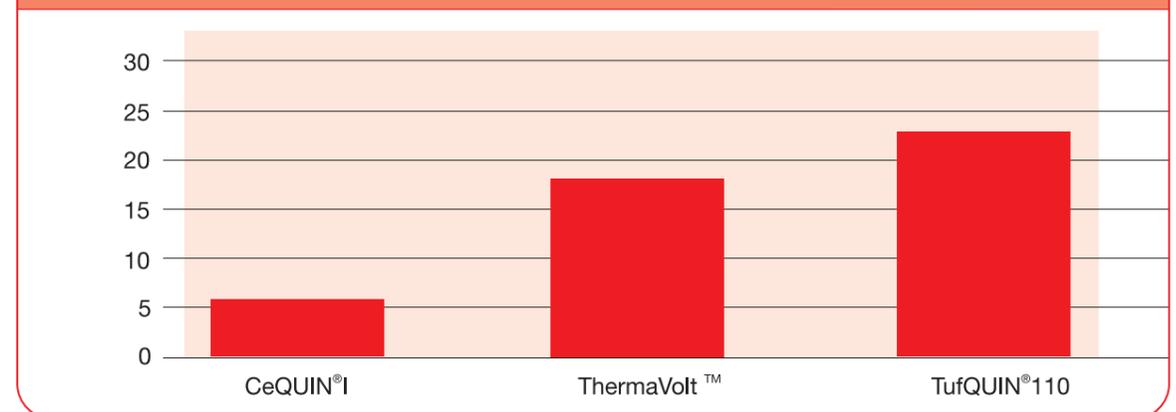


ThermaVolt™ 产品典型特性

典型厚度	mils (mm)	3 (0.08)	5 (0.13)	7 (0.18)	10 (0.25)
重量	g/m <sup>2</sup>	92	168	260	385
	lb/SY	0.17	0.31	0.48	0.71
纵向拉伸强度	kN/m	1.1	3.2	4.4	7.0
	lb/inch	6	18	25	40
纵向断裂伸长率	%, min	3	3	3	3
击穿电压	kV	1.0	3.0	4.0	6.0
导热性	W/mK	0.21	0.21	0.21	0.21

此处所示数据为平均值或典型值，不作为技术规范。  
该资料无产品担保的声明或暗示意义，产品的适用性由使用者决定。

断裂强度, lb/inch, 0.13mm (5 mils) 厚度



导热性, W/mk

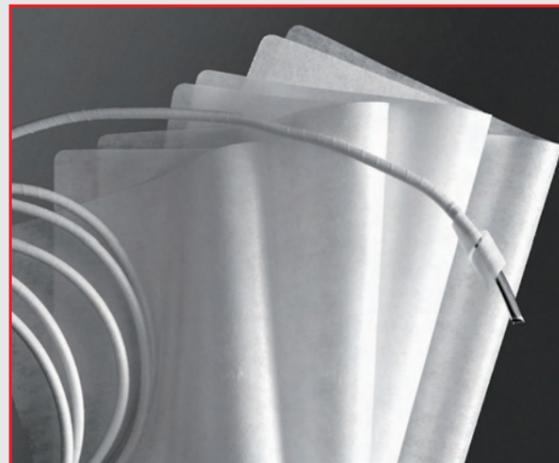


# Thermal Shield™ 绝缘纸

## 产品简介

Thermal Shield™ 无纺布聚苯硫醚 (PPS) 纸是为需要长期暴露在高温环境下, 或需要抵御包括油、溶剂及大部分酸和碱在内的化学品的应用而设计。Thermal Shield 不受水解影响, 且能够在多种应用中不需烘干 Thermal Shield 系列产品可与聚酯薄膜或树脂涂覆薄膜复合以增强性能。

宽度最大可至 1650mm(65 英寸), 定量与厚度可根据要求定制。



## 典型应用

- 树脂包覆线圈的层间绝缘
- 干式及油浸式变压器绕线应用
- 扬声器音圈材料
- 压敏胶涂覆

## 产品特性

- UL 绝缘系统认证 \* - 220°C 绝缘等级 (R 级绝缘)
- 出色的耐化学品性能
- 低吸湿率
- 高性价比
- 厚度范围 :0.05mm (2 mils) 至 0.18mm (7 mils)

\* 所有电气绝缘系统测试依据 UL 1446 和 IEC 61857 标准

Thermal Shield™ 产品典型特性

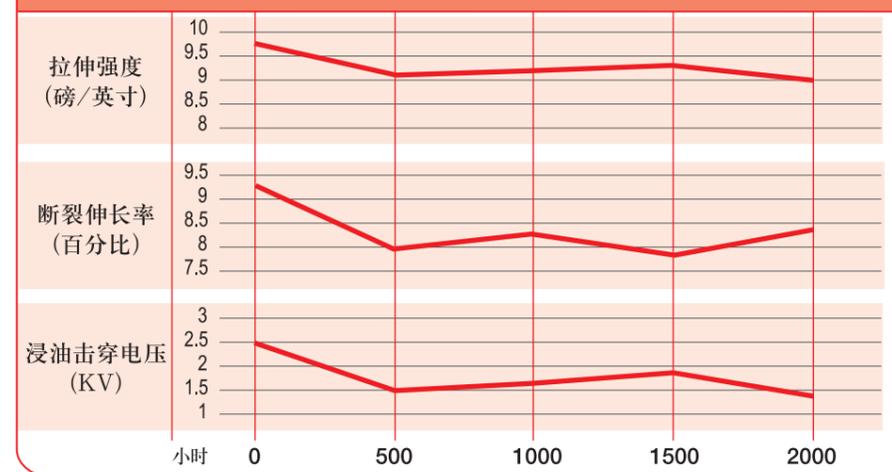
典型厚度	mils(mm)	2 (0.05)	3 (0.08)	4 (0.10)	5 (0.13)	7 (0.18)
重量	g/m <sup>2</sup>	44	62	80	95	112
	lb/SY	0.08	0.11	0.15	0.18	0.2
纵向拉伸强度	kN/m	1.6	2.8	4.4	4.9	6.0
	lb/inch	9	16	25	28	34
纵向断裂伸长率	%, min	8	9	10	12	14
击穿电压	V	350	450	500	600	700

此处所示数据为平均值或典型值, 不作为技术规范。

该资料无产品担保的声明或暗示意义, 产品的适用性由使用者决定。

Thermal Shield™ 适用于在油浸式电气设备中常用的油料, 且能够抵御在某些极端条件下可能发生的温度交变造成的降解。即使长期暴露在 180°C 的 β 油中, 0.05mm 厚度的 Thermal Shield 亦能保持其机械强度和电气性能。在矿物油、硅油及 Envirotemp FR3 绝缘油中, 高温下 Thermal Shield 也表现出相同的性能。

Thermal Shield™ 180°C时在 β 油中的性能



# DMD180® 高性能的柔性复合薄片制品

## 高性价比，高可靠性电机与发电机的绝缘材料

### 产品简介

3M™ DMD180® 复合薄片制品，是一系列的由聚酯纤维无纺布衬垫双面复合聚酯薄膜，再经过高性能无机填充树脂涂布的三层复合产品。此类产品的技术来自于 3M 开发的 TufQUIN® 耐高温产品线。

这类坚韧的，可成型的电机绝缘材料为 180°C 等级（H 级）的绝缘应用提供高可靠性，即使相比于标准的 155°C 等级（F 级）绝缘材料也具备价格竞争力。DMD180 具备同样出色的机械性能与操作加工性能，正如已在 155°C 等级（F 级）的电机与发电机绝缘应用超过 30 年的标准 DMD 复合产品。DMD180 标准复合产品的典型特性见表 1。

### 产品特征

- 出色的介电性能
- 物理韧性
- 优良的导热性
- 坚硬、快速回弹
- UL 绝缘系统认证 130°C 绝缘等级（B 级绝缘）、155°C 绝缘等级（F 级绝缘）、180°C 绝缘等级（H 级绝缘）
- CSA Component Acceptance: 180°C 温度等级

表1—产品典型特性

		ASTM 测试方法	3-3-3	3-5-3	3-7.5-3	3-14-3	5-3-5	5-5-5	5-10-5
典型厚度	mm	D-645	.23	.28	.36	.51	.33	.38	.51
	mil		9	11	14	20	13	15	20
重量	kg/m <sup>2</sup>	D-202	.27	.34	.42	.66	.37	.44	.63
	lb/yd <sup>2</sup>		.50	.63	.78	1.22	.68	.81	1.17
纵向拉伸强度	kN/m	D-828	18.6	26.3	29.6	42.0	20.5	25.0	38.7
	lb/inch		106	150	169	240	117	143	221
纵向断裂伸长率	%	D-828	42	40	40	38	36	36	40
击穿电压	kV	D-149	8.5	11.0	15.0	20.5	8.8	11.5	18.8
摆锤撕裂强度(克)	MD	D-689	445	470	490	1060	570	1080	1120
	CD		770	830	1050	1400	1340	2780	3200

表 1 中所列的 DMD180 结构为典型厚度产品。额外的厚度可根据特定绝缘材料需求进行生产。3M 的研发部门热衷于为特殊要求的客户提供定制化的产品。如需更多信息， 敬请联系 3M 销售代表或致电最近的 3M 中国有限公司办事处。

### 机械性能

DMD180 柔性电气绝缘复合薄片制品为不高于 180°C 绝缘等级（H 级）的绝缘系统提供优异的可靠性。DMD180 光滑的、耐磨损的表面适于进行自动化嵌入作业，更对绝缘漆与封装树脂表现出良好的吸收性。同时，DMD180 坚韧、抗撕裂和对热稳定的绝缘性能确保其能够充分满足高速线圈缠绕的严苛的要求。

聚酯薄膜的核心层提供了优异的介电挡墙，同时增加了复合薄片的硬度与快速回弹性。选用 DMD180 复合薄片绝缘材料具有以下优势：

- DMD180 复合薄片制品在纵向及横向均具备优异的抗撕裂起始及抗撕裂传播性能，见图 1。
- 良好的抗张强度与伸长率使 DMD180 复合薄片制品在大型绕组线圈应用中能够有效的吸收应力。
- 无机材质涂覆层使 DMD180 具备在高应力区域抗热穿透性能。
- DMD180 的高导热性促进运行设备的冷却，绝缘寿命更长，性能更可靠，且更节能。见图 2。
- DMD180 复合薄片制品不吸湿，且吸潮率低，缩短在浸漆或封装前的干燥周期。见图 3。

DMD180 复合薄片制品可提供多样化的标准成分结构，并可根据特定需求提供非标成分。仅选择所需的成分结构而不需过多的设计，使应用更具成本优势。

图1撕裂强度—摆锤法

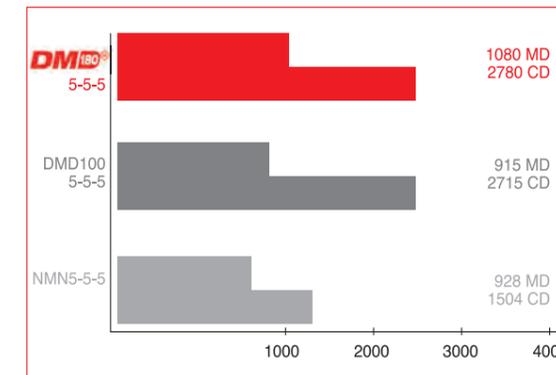


图2绝缘材料的导热性

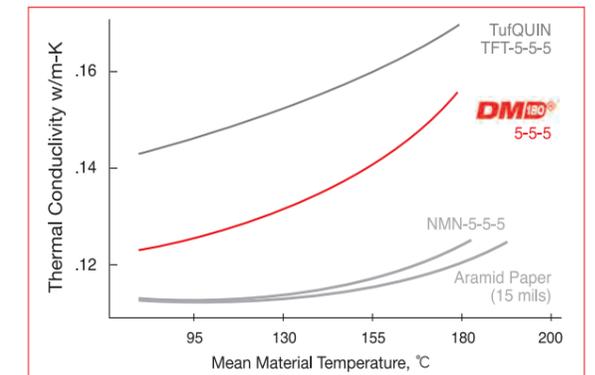
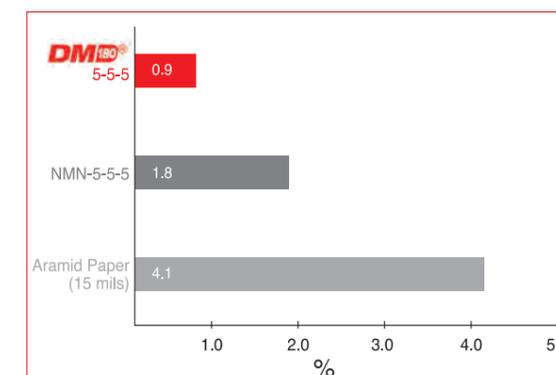


图3吸潮性



## UL 认可

DMD180® 复合薄片制品根据 ANSI/UL 1446 《Standard for Systems of Insulating Materials-General》进行了大量的热老化性能评估，其结果被 UL 认可，在 QT-130PLUS 与 QT-155PLUS 所规定的电气绝缘系统中用作主绝缘材料，上述描述记载在 UL 档案号 E65007 中，并可在 UL 电气绝缘系统数据库中查询：<http://data.ul.com/systems/>。该数据库中所列的所有系统均可被任何电气设备制造商采用，具体信息请联系最近的 UL 办事处。

为了证明高可靠性能，DMD180 复合薄片制品还依据 ANSI/UL 1446 作为 180°C 等级（H 级）电气绝缘系统的主绝缘组件被进行评估。在绕制的电动机线圈模型上，DMD180 复合薄片制品作为主绝缘组件之一进行三种温度下（200°C、220°C 与 240°C）的热老化测试，以评估其在加速老化条件下的预期寿命。作为测试结果，DMD180 复合薄片制品被认可用作 QT-180PLUS 所规定的 180°C 等级（H 级）绝缘系统中的主绝缘组件。

因此，当选用电机与发电机的 180°C 等级（H 级）绝缘组件时，尽可确信 DMD180 会带来出众的可靠的性能。

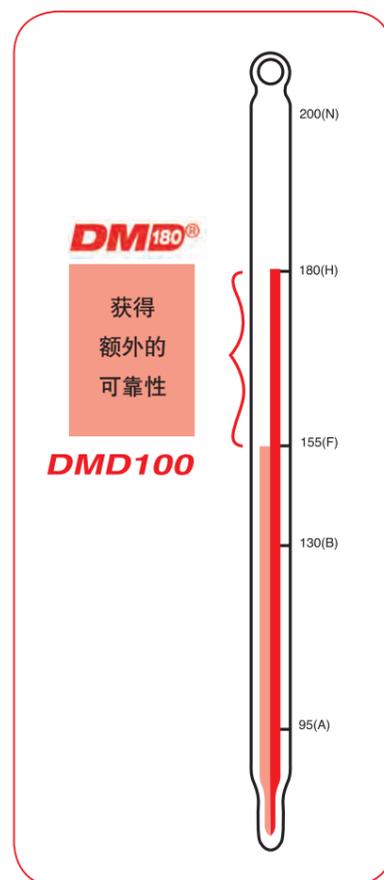
## 典型应用

DMD180 复合薄片制品用于电机与发电机的模块绝缘、相间绝缘与槽间绝缘。

DMD180 复合薄片制品所具备的优异的性能，使电气设备制造商只须选择标准的 DMD100 材料即可满足 180°C 绝缘等级（H 级）对于绝缘材料的高可靠性要求，而不必额外增加成本。

DMD180 复合薄片制品能够进行冲型、翻边或冲孔等加工以满足电气绝缘应用中的特定需求，亦适合于自动化嵌入工艺。

- 电机与发电机的槽间绝缘、相间绝缘与模块绝缘
- 引出端复合
- 螺旋缠绕管
- 线缆绕包
- 断路器面板
- 母排绝缘
- 电容器绝缘
- 载流与总线器件
- 直流励磁线圈绝缘



## 产品列表

产品型号	典型厚度 mm/mil	重量 kg/m <sup>2</sup> / lb/yd <sup>2</sup>	纵向拉伸强度 kN/m / lb/inch	纵向断裂伸长率 %	击穿电压 kV	吸湿率 %		
CeQUIN®I	.13/5	.12/.23	1.0/6	<2	1.0	<1		
	.18/7	.18/.34	1.6/9	<2	1.3	<1		
	.25/10	.27/50	2.1/12	<2	1.8	<1		
	.38/15	.41/.76	2.8/16	<2	2.6	<1		
	.63/25	.70/1.3	3.5/20	<2	3.2	<1		
	.76/30	.80/1.5	4.0/23	<2	3.8	<1		
CeQUIN®II	.76/30	.80/1.5	8.9/51	<2	6.5	<1		
	1.0/40	1.1/2.1	9.6/55	<2	8.8	<1		
	1.5/60	1.6/3.0	10.6/61	<2	9.2	<1		
CeQUIN®3000	0.08/3	0.06/0.12	1/5.5	1.4	0.6	<1		
	0.13/5	0.11/0.20	1.6/9	1.4	1.0	<1		
CeQUIN®聚酯膜复合材料	IF	5-2	.18/7	.20/.38	7.0/40	N/A	7.5	<1
		7-1	.20/8	.22/.41	3.5/20	N/A	4.5	<1
		10-1	.28/11	.31/.58	5.2/30	N/A	5.0	<1
	IFI	5-1-5	.28/11	.29/.54	5.2/30	N/A	5.5	<1
	FIF	2-15-2	.48/19	.57/1.05	15.7/90	N/A	13	<1
	30F	3-1	.10/4	.10/.19	3.5/20	N/A	4.5	<1
		5-1	.15/6	.16/.29	3.5/20	N/A	4.5	<1
	30F30	3-1-3	.18/7	.17/.31	5.2/30	N/A	4.5	<1
TufQUIN® 110	.05/2	.044/.10	2.1/12	10	.4	N/A		
	.06/2.5	.07/.13	2.6/15	12	.6	N/A		
	.08/3	.09/.16	3.5/20	15	.7	N/A		
	.13/5	.14/.26	4.2/24	19	.8	N/A		
	.25/10	.29/.53	8.7/50	18	2.0	N/A		

产品型号	典型厚度 mm/mil	重量 kg/m <sup>2</sup> / lb/yd <sup>2</sup>	纵向拉伸强度 kN/m / lb/inch	纵向断裂伸长率 %	击穿电压 kV	抗撕裂强度 MD / CD	
TufQUIN® 120	0.19/7.5	0.19/0.35	6.3/36	14	1.0	N/A	
	0.30/12	0.35/0.64	9.6/55	14	1.9	N/A	
	0.38/15	0.43/0.79	13/75	14	2.1	N/A	
	0.51/20	0.60/1.1	19/110	15	3.3	N/A	
TufQUIN®	TFT-3-3-3	0.23/9	0.30/0.55	18/100	22	10	320/960
	TFT-3-5-3	0.28/11	0.37/0.68	23/130	22	14	320/1280
	TFT-3-7.5-3	0.36/14	0.46/0.84	30/170	23	16	990/1180
	TFT-3-14-3	0.51/20	0.68/1.25	47/270	30	20	750/2100
	TFT-5-3-5	0.33/13	0.40/0.74	18/105	40	10	640/2400
	TFT-5-5-5	0.38/15	0.47/0.87	23/134	46	14	1100/2400
	TFT-5-10-5	0.51/20	0.64/1.18	39/220	50	22	1100/2725
ThermaVolt™	3/0.08	92/0.17	1.1/6	3	1.0	N/A	
	5/0.13	168/0.31	3.2/18	3	3.0	N/A	
	7/0.18	260/0.48	4.4/25	3	4.0	N/A	
	10/0.25	385/0.71	7.0/40	3	6.0	N/A	
Thermal Shield™	2/0.05	44/0.08	1.6/9	8	0.35	N/A	
	3/0.08	62/0.11	2.8/16	9	0.45	N/A	
	4/0.10	80/0.15	4.4/25	10	0.50	N/A	
	5/0.13	95/0.18	4.9/28	12	0.60	N/A	
	7/0.18	112/0.2	6.0/34	14	0.70	N/A	
DMD 180®	3-3-3	0.23/9	0.27/0.50	18.6/106	42	8.5	445/770
	3-5-3	0.28/11	0.34/0.63	26.3/150	40	11.0	470/830
	3-7.5-3	0.36/14	0.42/0.78	29.6/169	40	15.0	490/1050
	3-14-3	0.51/20	0.66/1.22	42.0/240	38	20.5	1060/1400
	5-3-5	0.33/13	0.37/0.68	20.5/117	36	8.8	570/1340
	5-5-5	0.38/15	0.44/0.81	25.0/143	36	11.5	1080/2780
	5-10-5	0.51/20	0.63/1.17	38.7/221	40	18.8	1120/3200

## 重要提示

所有同销售产品相关的声明，技术信息和推荐是基于信息确认可靠的基础上，但并不因此担保信息的准确性和完整性。使用产品之前，使用者应当决定产品对使用场合的实用性。使用者承担全部风险及由使用可靠性带来的问题。

目前产品应用以外的任何有关销售代表的声明和推荐不具备效力，除非同销售代表方的授权官员签订相关内容的协议。在此郑重声明对于任何场合的保证、表述和暗含，包括但不限于暗含的商业性担保和为某种特殊目而做的适用性担保是无效的。

由于使用不合格产品所导致的任何伤害或由直接、非直接，特殊、偶然或后续带来的任何损害，包括但不限于疏忽或严格可靠性的情况，销售代表不对使用者或者任何合法个人承担责任。