

Nomex 芳香聚酰胺 410 型绝缘纸特性数据

410 型是一种压光绝缘纸，具有很强的固有介电强度、机械韧性、柔性和回弹力。410 型是 NOMEX 绝缘纸（聚间苯二甲酰间苯二胺纤维）最早期的产品，现为大量电工设备所广泛使用。410 型产品有十一种不同厚度可供选择（由 2 密耳 mils 到 30 密耳 mils，即 0.05 到 0.76 毫米 mm），差不多各种类型的电绝缘板都有采用。

本数据表所载数据均属典型的或是平均值，因此不能作为设计规范。除非另外特别注明所有数据均在标准状态下的空气中测出（温度 23°C，相对湿度为 50% 的平衡状态）。跟其他造纸技术的产品一样，NOMEX 绝缘纸在造纸机方向（简称为 MD）和横向（简称为 XD）上，许多特性参数略有不同。在某些情况下（如用作电动机的绝缘槽衬），有必要调整好纸的方向，充分发挥其功能。

电气特性

410 型绝缘纸的电气特性值见表 1，表列的交流电压急升的介电强度代表了在 60Hz 频率下，耐压 10 到 20 秒钟产生的电压应力水平。这些数据 and 长期耐压强度值不同。杜邦公司建议：变压器的持续的电场强度不应超过 50 伏特/密耳（V/mil）（即 2KV/mm），以免发生局部放电（电晕放电）。表 1 所示的全波脉冲介电强度数据是在平板上测得的数据，与薄层和阻挡层的情况相似。系统的几何形状对材料的实际脉冲强度有影响。介电强度的数据都是特定值，不宜用于设计。杜邦备有设计参数，欢迎索取。

表 1: 典型的电气特性参数

产品型号 公称厚度	mils	410 2	410 3	410 5	410 7	410 10	410 12	410 15	410 20	410 24	410 29	410 30
介电强度												
交流电压急升 (ASTM D-149)	V/mil KV/mm	435 17	540 21	635 25	845 33	800 31	840 33	810 32	790 31	820 32	755 30	695 27
全波脉冲 (ASTM D-3426)	V/mil KV/mm	1000 39	1000 39	1400 55	1400 55	1600 63	N/M N/A	1400 55	1400 55	N/A N/A	N/A N/A	1250 49
介电常数 (ASTM D-150)	60Hz	1.6	1.6	2.4	2.7	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	3.7	3.7
损耗因数 (ASTM D-150)	60Hz	0.004	0.005	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007

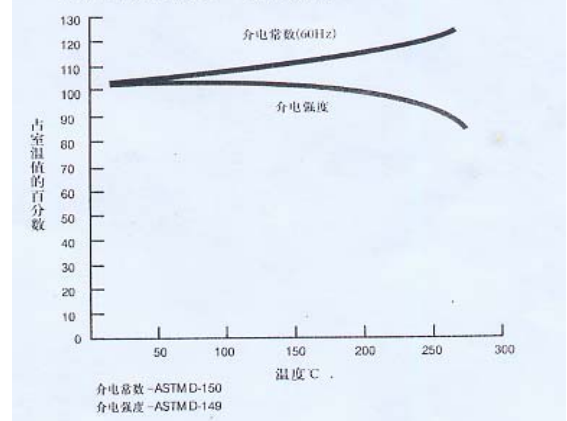
介电强度值是用 2 吋半电极测出的数据，不能用设计。

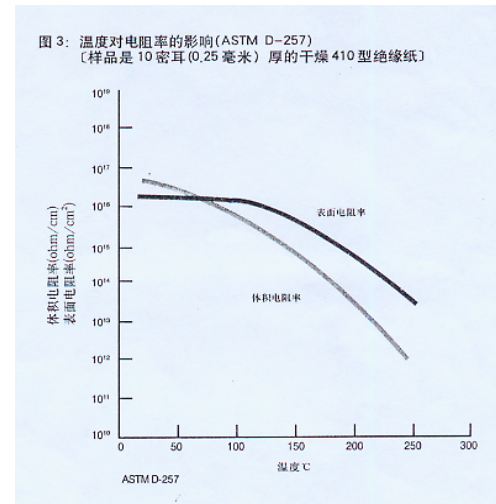
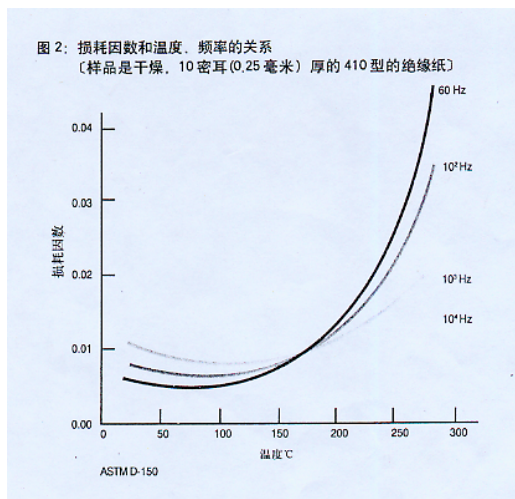
如图 1 所示，温度对介电强度和介电常数的影响较小，高达 10⁴Hz 的交流频率，基本上对 410 型绝缘纸的

介电常数没有影响。温度和频率对干燥、10 密耳（0.25 毫米）厚的 410 型绝缘纸损耗因数的影响见图 2，厚度低于 10 密耳（0.25 毫米）的绝缘纸，在 200°C 下、60Hz 时的损耗因数和 10 密耳厚的绝缘纸的数值是差不多的，在更高的频率和温度下，厚度高于 10 密耳的绝缘纸，损耗因数则稍高。

干燥、10 密耳（0.25 毫米）厚的 410 型绝缘纸，在不同温度下的表面电阻率和体积电阻率的数值见图 3。不同厚的 410 型绝缘纸的相应数值是非常相似的。

图 1: 温度对电气参数的影响 [样品是 10 密耳(0.25 毫米) 厚的 410 型的绝缘纸]





湿度对 10 密耳（0.25 毫米）厚的绝缘纸的电气特性参数影响不大，详情见表 2。

和其他绝缘材料一样，电晕放电现象促使 NOMEX 芳香聚酰胺绝缘纸逐渐被侵蚀。电晕放电密度是电压应力的函数，而电压应力又完全取决于设计参数，例如电路元器件的间距、外形的光滑度等等。尽管设计准确的设备在正常工作中不会发生电晕放电这情况，但是任何设备都可能意处超载而导致短促的电晕放电。在这种情况下，最重要的是，绝缘体经得超压力，不要过早给击穿。与其他常用的有机绝缘材料相比，NOMEX410 型绝缘纸的耐压时间（即是指在电晕放电下可以支持不给击穿的时间）显然占优，甚至和一些无机材料相比也毫不逊色（结果见表 3）。

表 2: 湿度参电气特性参数的影响

相对湿度%	60Hz 下的介电常数 (ASTM D-150)	60Hz 下的损耗因数 (ASTM D-150)	体积电阻率 (ASTM D-257)
烘干	2.5	0.006	10 ¹⁶
50	2.7	0.006	10 ¹⁶
96	3.2	0.011	10 ¹⁴

表 3: 典型的机械性能参数

产品型号		410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	
公称厚度	mils	2	3	5	7	10	12	15	20	24	29	30	
实际厚度*	mils	2.2	3.2	5.3	7.3	10.3	12.3	15.3	20.4	24.2	28.8	30.6	
(ASTM D-374)	mm	0.06	0.08	0.13	0.18	0.26	0.31	0.39	0.52	0.61	0.73	0.78	
标准重量	oz/yd ²	1.2	1.9	3.4	5.1	7.3	9.1	11.6	16.1	20.5	25.0	24.8	
(ASTM D-646)	gm/m ²	41	64	115	173	248	309	393	546	695	848	841	
比重**		0.72	0.80	0.87	0.94	0.96	0.99	1.01	1.05	1.14	1.16	1.08	
抗张强度	lb/in	MD	25	40	80	130	175	220	275	375	470	535	520
(ASTM D-828)		XD	10	20	40	65	85	115	150	215	305	380	350
	N/cm	MD	43	70	140	228	306	385	482	657	823	937	911
		XD	18	34	70	114	149	201	263	377	534	665	613
延伸率	%	MD	11	11	16	19	20	23	21	22	21	20	20
(ASTM D-828)		XD	8	9	13	15	16	19	17	17	15	15	16
初始拉断力	lb	MD	2.5	3.5	7.3	11.0	16.0	21.0	26.0	36.4	42.0	46.8	54.1
(ASTM D-1004)		XD	1.3	1.9	3.6	5.6	9.2	11.4	16.0	24.1	32.9	38.5	43.0
	N	MD	11	16	32	49	71	93	116	162	187	208	241
		XD	6	8	16	25	41	51	71	107	145	171	191
埃尔门多夫撕力	gm	MD	70	120	240	370	525	660	830	1170	N/A	N/A	N/A
(ASTM D-1004)		XD	160	230	520	720	1010	1250	1500	2000	N/A	N/A	N/A
	N	MD	0.7	1.2	2.4	3.6	5.1	6.5	8.1	11.5	N/A	N/A	N/A
		XD	1.6	2.3	5.1	7.1	9.9	12.3	14.7	19.6	N/A	N/A	N/A
300°C 收缩率	%	MD	2.0	1.1	0.7	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
		XD	1.3	0.9	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

*D 方法，25 磅/平方英寸 (psi)

**采用标准重量和厚度的计算值