

高压电缆纸介质损耗角正切 和水抽出物导电率测定法 技术资料汇编

沈阳电缆厂整理复制

1958年9月5日

目 录

录

№ 408-54 技术报告 '110-400 千伏电缆绝缘帛' 摘要	1
化学及电气性能	1
物理机械性能	3
耐热性	4
浸渍规程	5
超高压电缆帛暂行技术规范 (1954 年 3 月 6 日)	6
超高压电缆帛的技术要求	10
№ 343-53 技术报告 '110 和 220 千伏电缆帛' 摘要	15
220 千伏电缆帛技术指标	15
110 千伏电缆帛暂行技术条件	16
康姆纳尔工厂帛压紧工艺规程	18
试验室条件下帛的研究	19
I. 浸渍帛介质损失角正切稳定性的测定	19
II. 帛的物理及电气性能与帛的紧度的关系的测量	20
III. 帛中硫酸盐杂质对帛的电性和稳定性的影响	28
№ 474-55 技术报告 '14 微米以上超高压电缆帛' 摘要	29
220-400 千伏电缆帛的技术要求	29
№ 1115 技术报告 '力缆用高质绝缘和半导体帛' 摘要	32
1947 和 49 年半导体帛暂定技术条件	32
电气性能的研究方法 (测定 $\tan \delta$, P , E , ϵ)	35
绝缘帛介质常数鉴定的新方法和研究结果	38
含炭黑率的测定	57
物理机械性能的测定	58
化学效应的研究	59

№12
附录 2 中的某些数据

加那利电缆
研究所

技术报告 1. 408-54

110—400伏电压的电缆绝缘层

1954年

技术科学硕士 P. 库拉考夫

K. 瓦依金诺夫

化学及电气性能

序号	指标名称	制造110伏 电缆用 电缆纸 $\gamma = 0.9$ (1953年)	标准纸 $\gamma = 0.8$ (1953年)	制造110伏电缆用 电缆纸 $\gamma = 0.9 - 1.05$ (1954年)	
				$\gamma = 0.9$	$\gamma = 1.05$
1	灰分, %	0.23—0.25	0.66—0.68	0.24—0.38	0.24—0.25
2	干燥纸中含硫 量的百分数 S % 不大于	0.0025~ 0.0035	0.0047~ 0.0058	0.0027~ 0.0037	0.0031~ 0.0038
3	风乾纸中氯化 物含量的百分 数 Cl % 不大于	0.001~ 0.004	0.0011~ 0.0015	0.0010~ 0.002	0.001
4	纸中铁含量、 毫克/公斤	62—80	85—87	52—75	54—72
5	100°C 时的 tgδ:				
	干燥纸	0.0022~ 0.003	0.0026~ 0.0027	0.0024~ 0.003	0.00265~ 0.00335
	浸渍纸	0.00255~ 0.004	0.003~ 0.004	0.00399~ 0.00426	0.00435~ 0.0047
	在温度120°C 下老化300小时 后的纸	0.0067~ 0.0107	0.0102~ 0.0129	0.0061~ 0.0096	0.0069~ 0.0077

在温度 120°C	0.0025~	0.0025~	0.0025~	0.0025~
老化 300 小时	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038
后的油(不连续)				
与纸一齐在温	0.0033~	0.0059	0.0032~	0.0039
度 120°C 下老			0.0037	
化 300 小时后	0.0042			
的油				
6 水抽出物的导	2.52~	5.0~	2.12~	2.28~
电率姆欧/公分	3.88×10^{-5}	6.0×10^{-5}	2.75×10^{-5}	2.7×10^{-5}

如果纸中所含的灰分及硫实际上是一样，氮和铁的含量相当少，这样则一定会对浸渍纸及在高温老化后油的 $\lg \delta$ 的改善有

好处

物理机械性能

序号	指标名称	KB-050				KB-075				KB-125				KB-175	
		110-220 伏伏生产 纸 (1951年)	220伏伏 纸利用纸 (1952- 53年)	110-220 伏伏生产 纸 (1951年)	220伏伏 纸生产用 (1952- 53年)	110伏伏 纸生产用 (1953年)	110伏伏 纸生产用 (1954年)	110-220 伏伏生产 纸 (1951年)	110伏伏 纸生产用 (1953年)	110伏伏 纸生产用 (1954年)	110-220 伏伏生产 纸 (1951年)	110-220 伏伏生产 纸 (1954年)			
1	厚度(公厘)	0.048~ 0.05	0.0425~ 0.0495	0.068~ 0.075	0.07~ 0.088	0.073~ 0.08	0.07~ 0.079	0.068~ 0.08	0.116~ 0.131	0.116~ 0.132	0.118~ 0.133	0.143~ 0.153	0.167~ 0.178		
2	紧度克/cm ³	1.05~ 1.15	1.05~ 1.2	1.1~ 1.18	0.96~ 1.2	0.85~ 0.9	0.86~ 0.96	1.04~ 1.08	0.86~ 0.94	0.85~ 0.9	0.87~ 0.91	0.97~ 1.03	0.87~ 0.9		
3	拉力 (公斤)	8.7 4.7-5.1	7.4-9.2 3.5-4.3	12.8-14.4 6.5-8.0	11.5-15 6.0-7.6	9.5-10.9 4.8-6.5	9.8-11.2 4.9-6.7	11.2-13.7 6.2-7.6	13.4-17.9 8.6-10.2	15.2-18.1 7.7-9.8	15.5-18.9 8.0-10.0	13.2-19.8 9.6-10.5	17.5-21.0 10.4-12.7		
4	伸长 率%	2.1-2.2 7.6-8.2	1.8-2.6 6.2-9.0	2.2-3.0 9-14.0	2.0-3.2 7-12	2.3-3.0 7.4-11.7	2.4-3.0 7.2-12	2.4-2.5 8.0-9.2	2.3-2.8 8.1-12.1	2.4-3.0 7.9-12	2.6-3.0 8.3-12.0	2.2-2.3 8.1-8.8	2.6-3.0 8.2-13.3		
5	耐折度 (双折数)	1544~ 1875	1000~ 2300	1550~ 1939	1400~ 2600			1198~ 4112				3419~ 13350	4010		
		1645~ 1795	600~ 2000	2040~ 2894	1600~ 2600			2226~ 4331				5566~ 9670			

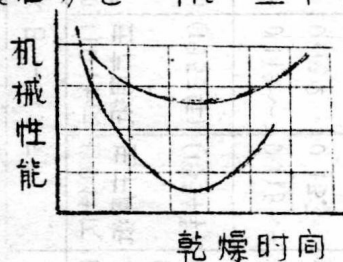
如果 1952—1953 年试制的一批 110—220 千伏纸大多数纸轴的纵向伸长率为 1.8~2.0%；则 1954 年制造的一批 110 千伏工业生产用纸的伸长率最低值为 2.4%，而大多数纸轴为 2.8%。

绝缘纸的耐热性

热处理规程（干燥）

序号	规程编号	干燥时间 (小时)	温度, °C	剩余压力值、 (公厘水银柱)
1	1	24	120 ± 5	2 ± 1
2	2	48	"	"
3	3	96	"	"
4	4	126	"	"
5	5	100	"	大气压
6	6	"	"	10
7	7	"	"	25
8	8	"	100 ± 5	2 + 1
9	9	"	135 ± 5	"

由缆绳试样按上表干燥规程进行干燥，在同一温度下进行浸油，C—110' 三十分钟。在试验前保存在油中。



每种厚度的电缆吊按规程 1—4 进行干燥浸油，然后进行机械性能试验，在左图上可以得到一根曲线。

结 论

1、在剩余压力 2 公厘水银柱情况下，经过长期（126 小时）高温（120°C）作用后的浸渍吊的撕裂强度及拉力实际上未发现

减少。

2、双折数是帘的热稳定性最灵敏的参数，其次是伸长率。

3、在 $120 \pm 5^\circ\text{C}$ 、 2 ± 1 公厘水银柱条件下，经过24~126小时的热处理过程的乾燥电缆帘的 $\text{tg}\delta$ 几乎都一样，即乾燥时间多少并不影响到乾燥电缆帘的 $\text{tg}\delta$ 大小。

指标名称		热 处 理 规 程				
		乾燥 100 小时				
		温度 120°C			$2 \pm 1\text{MM}$ 水银柱	
		大气压	25MM水银柱	10MM水银柱	100°C	135°C
耐折度	横向	100	—	175	100	85
双折数%	纵向	100	136	358	100	75

根据电缆帘在 $120 \pm 5^\circ\text{C}$ 和 $2 \pm 1\text{MM}$ 水银柱条件下的双折数机械性能和乾燥时间的关系曲线，即在100小时左右双折数最小，所以乾燥时间采取100小时。

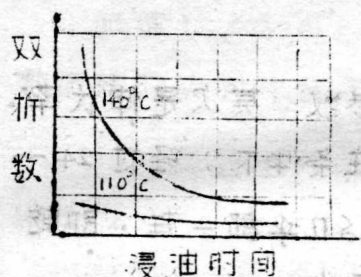
从所进行的研究中可看出，乾燥时空气中的氧引起氧化，因而急剧地降低双折数（纵向降低25%）。

当温度由120增加至 135°C 时，横向的双折数降低15%，纵向则降低25%。

由于以上所述，可以得出如下的结论：在乾燥时温度提高至 110° 以上，剩余压力增加至2MM水银柱以上，不能适用于实际中。

帘的浸渍规程

每一种浸渍油料在几个不同的温度下浸渍电缆帘，帘的双折数和时间的关系曲线（最显明）也可获得几根。



浸渍油料：变压器油，C-110，MΠ-1

浸渍温度：110°C，140°C

结论：1 从所有这些数据中（不论浸渍料的质量）可得出结论：浸渍

的时间长短以及温度的高低均对双折数的降低值有极大的影响。

浸渍过变压器油的帘的双折数的绝对值最小。

电缆帘的双折数和浸油时间的关系曲线决定于浸渍油料的粘度。C-110 最好，其次 MΠ-1，最差 MH-1。

此外，从这些数据中也得出这样结论：生产工艺及帘浆质量亦影响双折数的值。

2、从所列举的研究中得出结论：浸渍的温度和时间必须大大限制，温度应在 100—110°C 范围内，在该温度下的浸渍时间为 12 小时以内。

3、为了鉴定热稳定性）可以采用油料 C-110，温度 110°C 时间 8 小时的试验方法。

超高压电缆绝缘帘的暂行技术条件

1954年3月6日

本暂行技术条件是采用用于高压电缆用的第一批试制的最薄绝缘电缆帘（1.0 吨），该批帘是在 УННБ（中央造帘科学研究所）试制基地制造的，并主要是用来研究机械及工艺性能。

I. 标号及尺寸

1. 生产 5 种标号的帘：

а. КБГ — 012

б. КБГ — 020

в. КБГ — 030

г. КБГ — 045

凸 · KB — 045

2. 帘制成卷筒形，卷筒宽度为 500MM，允许偏差为 ± 3MM。

KBY 012 及 KBY 020 标号帘的卷筒直径不小于 300MM，KBY 030 及 KBY 045 的卷筒直径则为 450 ~ 550MM。

II、技术条件

3. 匀度均匀，无雪斑 (按标准试样)

4. 帘的表面不许有折皱，皱纹，斑点，裂口，穿孔及其他肉眼能见的孔眼。

5. 帘的切边应整齐而干净。

6. 不许有压班痕，砂子，金属微粒及其他肉眼能见的杂质。

备注：允许在帘上有不超过 4MM^2 的单个纤维斑点，但每一卷筒中不能超过六个斑点。

7. 帘的颜色 —— 纤维本色 (不染色)

8. 除了标号 KB — 045 具有帘机平滑度外，其余的帘均是经过压光机的。

9. 帘的施胶 —— 不施胶。

10. 帘的机械指标应符合下表所列的标准：

指标名称	标 准					
	KBY 012	KBY 020	KBY 030	KBY 045	KB 045	允许 误差
a) 帘中未漂 硫酸盐帘浆 的纤维组成 %	100	100	100	100	100	KBY012 ±0.0012 KBY020 ±0.002 KBY03 ±0.003 KBY045 ±0.004
b) 厚度(公厘)	0.012	0.02	0.03	0.045	0.45	

6) 紧度克/立方公分 不少于.	1.1~1.2	1.1~1.2	1.1~1.2	1.1~1.2	0.85	KB 045 ±0.004
7) 拉力(公斤) 纵向不小于 横向不小于	2.0 1.0	3.0 1.5	5.5 2.4	8 4	7 3.5	
8) 伸长率% 纵向不小于 横向不小于	1.6 4.5	1.6 5	1.6 6	2 6	1.8 5	
9) 耐折度(双折数)	200	300	700	1300	1000	
10) 经过135℃ 5小时的氧化后在标准 湿度下双折数的降低% 不大于.	20	20	20	20	20	
11) 水分(%)	8±1	8±1	8±1	8±1	8±1	
12) 需水分为 8%时, 灰分的%不大 于	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
13) 水抽出物的 PH值	6.5:7.5	6.5:7.5	6.5:7.5	6.5:7.5	6.5:7.5	
14) 硫的含量 换算至S% 不大于	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
15) 氧化物的 含量换算至 Ca% 不大 于	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	

H) 铁的含量 换算至 Fe% 不大于 (毫克/公厘)	80	80	80	80	80
O) 在 100°C 及 真空压力 1 MM 水银在 电流频率 50 赫芝, 穿孔 强度 1.5 KB/ MM 下的乾 燥时的 tgδ 值不大于	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Π) 浸渍于 M H-3 油中 (在 100°C) 的帛的 tgδ 值不大于	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
个别点的 tgδ 值不大 于	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045
P) 20°C 时的 水抽出物的 导电率姆欧 /公分, 不 大于	3.5×10^{-5}	3.5×10^{-5}	3.5×10^{-5}	3.5×10^{-5}	3.5×10^{-5}

备注

400 伏电缆绝缘用的帛在化学及电气指标方面应具有很高的质量。这些指标所列于现行 БТУ 中的数值的先决条件是
该批帛将在没有化学净水处理设备的 ЧНННС 试制基地制造。

验收规则, 试验方法、包装、贴商标以及保存和运输均应
按 БТУ 286-53 进行。

	紧度克/位方 公分	0.85 ± 0.05	1.15 ± 0.05	0.85 ± 0.05	1.15 ± 0.05	0.85 ± 0.05	1.15 ± 0.05	0.85 ± 0.05
丙) 拉力 (公斤)	纵向 横向	3 1.5	2.5 1.2	4 2.0	3 1.8	6 3.0	5 2.5	9 4.5
丁) 伸长率 %	纵向 横向	2 5	2 4	2 6	2 5	2 7	2 6	2 6
戊) 撕裂强度 (71b McHugh 法)				按厂家数据				
己) 顶力 (MHO ALH 法)				按厂家数据				
庚) 耐折度 (双折数) 两向平均值		400	300	500	400	800	700	1500
辛) 经过 135°C 5 小时老化后，在标准水分下双折数的降低 % 不大于		20	20	20	20	20	20	20
壬) 在低油压充油电缆中，及 110°C 下煮过 8 小时后，的未漂渍带的双折数：纵向不小于 横向不小于		15 200	15 200	20 225	20 225	25 300	25 300	30 400
癸) 水分 %		8±1	8±1	8±1	8±1	8±1	8±1	8±1
甲) 透气度				按厂家数据				
乙) 灰分 (吊的水分 8% 时) 不超过		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

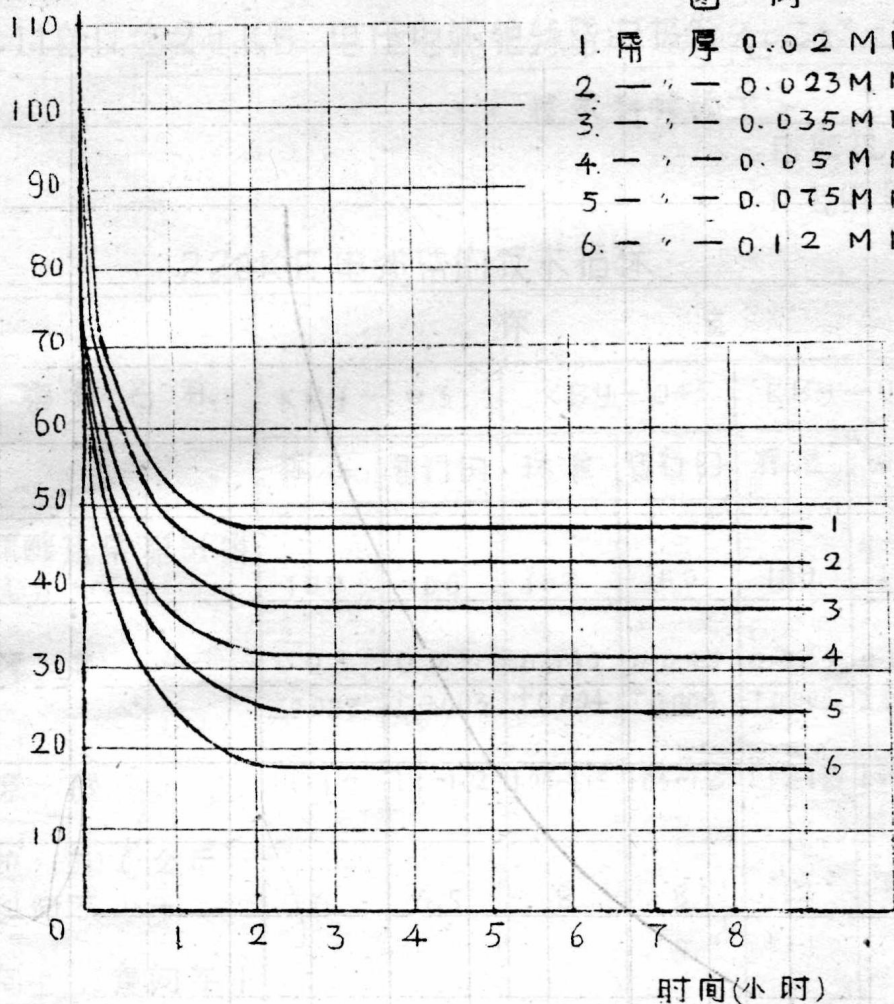
[illegible]

图 例

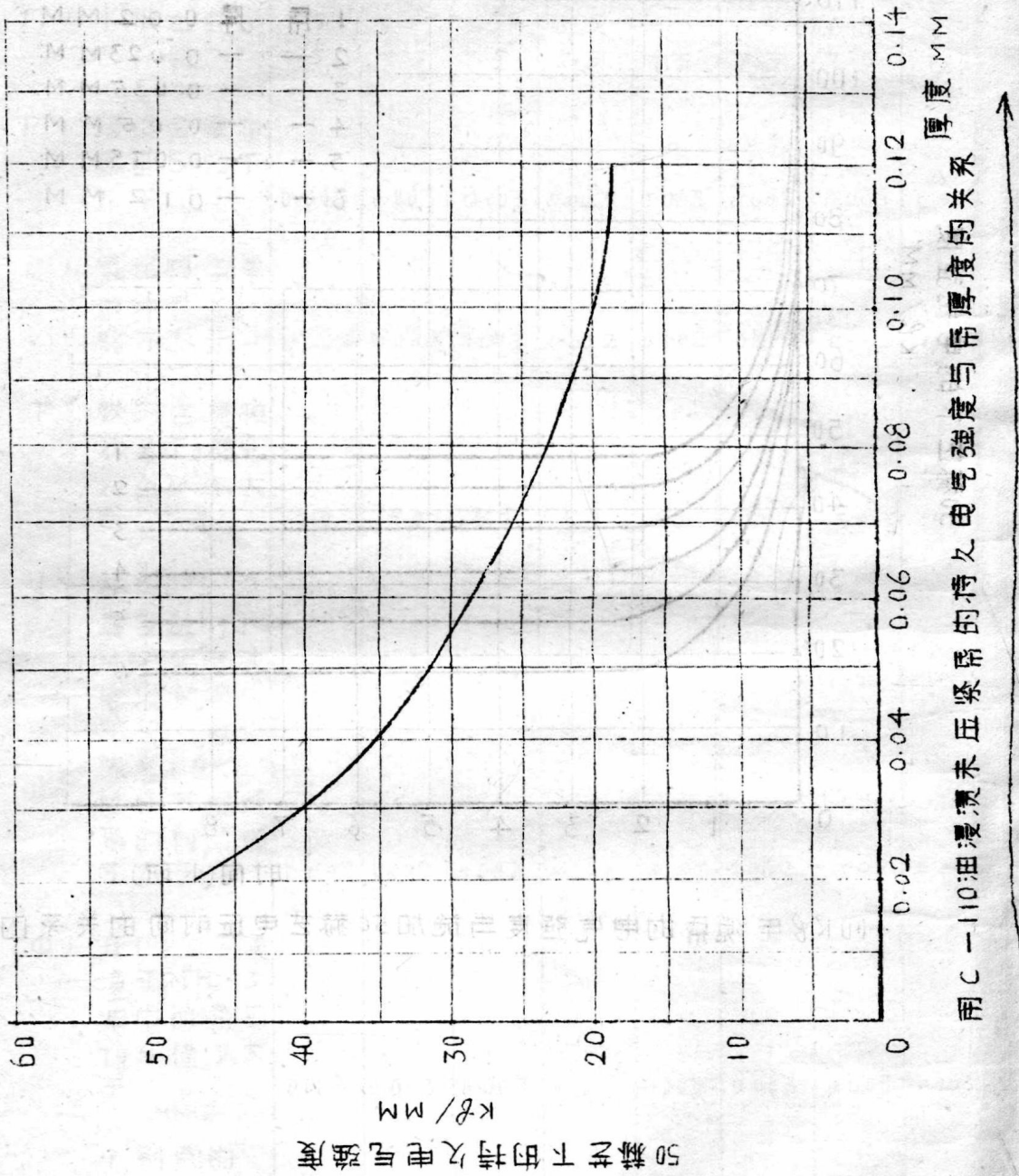
- 1. 厚 0.02 M M
- 2. — " — 0.023 M M
- 3. — " — 0.035 M M
- 4. — " — 0.05 M M
- 5. — " — 0.075 M M
- 6. — " — 0.12 M M

50赫芝下的电气强度

KV/M M



400KV 电缆的电气强度与施加 50 赫芝电压时间的关系图



在每一层中的空隙为 $10 \times 2 \text{ mm}$ 的5层纸的模様上进行试验

110 及 220 KB 电压电缆绝缘带的报告 No 343-53

技术科学硕士

P. 库拉考夫

K. 瓦依金诺夫

220KB 电缆带的技术指标

序号	指标名称	标准					
		KBY-03		KBY-045		KBY-075	
		标准	暂行的	标准	暂行的	标准	暂行的
1.	硫酸盐带浆纤维成分 %	100	100	100	100	100	100
2.	厚度	0.03 ± 0.003	0.03 ± 0.003	0.045 ± 0.004	0.045 ± 0.004	0.075 ± 0.005	0.075 ± 0.005
3.	紧度	1.1-1.2	1.1-1.2	1.05-1.15	1.05-1.15	1.05-1.15	1.05-1.15
4.	拉力 (公斤) 纵向不小于	6	5.5	8	8	12	12
5.	同上, 横向不小于	2.6	2.4	4	3.9	6	6
6.	伸长率 % 纵向	1.8	1.6	2.2	2	2.5	2.5
7.	不小于 横向	6	6	6	6	6	6
8.	耐折度 (双折数) 两向平均值不小于	1000	700	1500	1300	2000	2000
9.	水分 %	8 ± 1	8 ± 1	8 ± 1	8 ± 1	8 ± 1	8 ± 1
10.	风乾带的灰分 % 不大于	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3