



测量过程控制检查表

测量过程 (参数)名称	绝缘厚度检测过程		企业部门	质检部	
被测参数 要求	参数 M	BVR2.5 绝缘平均厚度	测量过程计量要求	最大允许误差	/
	公差 T	/		允许不确定度	$U \leq 0.03\text{mm}$ (k=2)
	其他要求	$\geq 0.8\text{mm}$		其他要求	无
测量过程要素控制状况					
过程要素	计量特性				是否满足 计量要求
测量设备名称	测量范围	测量不确定 度	测量误差	其他 特性	是
电子数显投影仪	纵向: (0~50) mm 横向: (0~50) mm	/	$\pm (4 \mu\text{m} + 4 \times 10^{-5}L)$	无	
测量过程控制规范编号	JLY-EI-001.3《电线电缆产品检验标准 第3部分: 最终产品检验标准》				是
测量方法编号	JLY-EI-001.3《电线电缆产品检验标准 第3部分: 最终产品检验标准》				是
环境条件	常温常湿				是
操作人员姓名	王乐				是
测量不确定度评定方法	见不确定度评定报告				是
有效性确认方法	实际不确定度小于等于允许不确定度, 见《测量过程有效性确认记录》				是
测量过程监视方法、 监视记录	每月采用标准样品重复测量10次, 绘制平均值-标准偏差控制图, 见提交的原始记录				是
控制图绘制(如果有)	已绘制平均值-标准偏差控制图, 绘制方法正确				是
综合评价	查计量要求导出满足顾客、组织和法律法规要求; 测量方法已受控、环境条件常温常湿满足要求、操作人员已进行培训合格后上岗; 测量不确定度评定方法采用A、B类合成然后扩展, 符合要求; 测量过程每月采用标准样品重复测量10次, 绘制平均值-标准偏差控制图。根据控制图, 该测量过程的控制处于受控状态, 并保持有效。 审核结论: ☒ 符合 ☐ 有缺陷 ☐ 不符合 (注: 在选项上打√, 只选一项。)				

审核日期: 2021年12月11日

审核员:

企业部门代表:

电线电缆绝缘平均厚度测量结果的不确定度评定

1、概述

1.1 评定依据

《测量不确定度评定与表示》(JJF1059.1-2012)

1.2 目的

评定电缆在环境温度下绝缘平均厚度测量结果的不确定度。

1.3 检测依据的标准

《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分：通用试验方法——厚度和外形尺寸测量——机械性能试验》(GB/T 2951.11-2008)。

1.4 检测使用的仪器设备

投影仪，型号为 JT12A-B，编号为 M07W00024，测量范围为横向 (0~50) mm，分辨力为 0.0014mm。经佛山市质量计量监督检测中心校准合格，在校准有效期内使用；示值扩展不确定度为 $U=0.0014\text{mm}$ ， $k=2$ 。

2、检测样品

型号规格 BVR 2.5 的聚氯乙烯绝缘电线。

3、测量程序

一次完整的测量是在至少相隔 1m 的 3 处各取一段绝缘试样，抽出导体，用锋利的刀片沿着与导体轴线相垂直的平面在 3 段试样上分别切取 3 个绝缘薄片，将薄片置于投影仪的工作面上，按标准规定每个薄片测量 6 点，测得 3 个薄片的 18 个测量值的平均值作为绝缘平均厚度的最终结果，读数精确至 0.001mm。

4、测量模型

$$\bar{d} = \frac{1}{18} \sum_{i=1}^{18} d_i$$

5、不确定来源

电线绝缘平均厚度的测量结果的不确定来源主要有：

- (1) 测量结果重复性引入的不确定度 u_A ，采用 A 类方法评定；
- (2) 投影仪的示值最大允许误差引入的标准不确定度 u_{B1} ，采用 B 类方法评定；
- (3) 投影仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{B2} ，采用 B 类方法评定；
- (4) 检测结果数据修约引入的标准不确定度 u_{B3} ，采用 B 类方法评定；
- (5) 环境温度波动引入的标准不确定度 u_{B4} ，采用 B 类方法评定。

6、标准不确定度的评定

6.1 测量结果重复性引入的标准不确定度 u_A

预评定时，在重复条件下对 BVR 2.5 的电线绝缘平均厚度进行 10 次独立测量，其测量结果如下表所

示:

表 1 BVR 2.5 绝缘平均厚度 10 次独立测量结果

序号	平均厚度(mm)	序号	平均厚度(mm)
1	0.84	6	0.83
2	0.83	7	0.82
3	0.83	8	0.83
4	0.84	9	0.83
5	0.82	10	0.84
平均值 $\bar{d}$ (mm)	0.831		

应用贝塞尔公式计算单次测量实验标准差为:

$$s(\bar{d}) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{d}_i - \bar{d})^2} = 0.00738 \text{ (mm)}$$

日常检测中, 按标准规定, 通常测量 1 次, 故由测量结果重复性引入的标准不确定度 u_A 为:

$$u_A = s(\bar{d}) = 0.00738 \text{ (mm)}$$

6.2 投影仪的示值最大允许误差引入的标准不确定度 u_{B1}

根据投影仪校准证书, 其示值扩展不确定度为 $U=0.0014\text{mm}$, $k_1=2$, 故投影仪的示值最大允许误差引入的标准不确定度 u_{B1} 为:

$$u_{B1} = \frac{U}{k_1} = \frac{0.0014}{2} = 0.0007 \text{ (mm)}$$

6.3 投影仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{B2}

根据投影仪说明书, 投影仪分辨力为 0.001mm , 区间半宽 $a_2=0.0005\text{mm}$, 服从均匀分布, 包含因子为 $k_2=\sqrt{3}$, 故投影仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{B2} 为:

$$u_{B2} = \frac{a_2}{k_2} = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.000289 \approx 0.0003 \text{ (mm)}$$

6.4 数据修约引入的相对标准不确定度分量 u_{B3} :

根据 GB/T 2951.11-2008《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分: 通用试验方法——厚度和外形尺寸测量——机械性能试验》规定, 读数应测量到小数点后两位 (以 mm 计), 也即测量结果应修约到 0.01mm , 修约的区间半宽 $a_3=0.005\text{mm}$, 服从均匀分布, 包含因子为 $k_3=\sqrt{3}$, 故测试结果修约引入的标准不确定度 u_{B3} 为:

$$u_{B3} = \frac{a_3}{k_3} = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.00289 \approx 0.003 \text{ (mm)}$$

6.5 环境温度波动引入的标准不确定度 u_{B4}

BVR 2.5 电线绝缘材料为 PVC，其热膨胀系数 $\beta=80\times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，在测量过程中，实验室环境温度在 $(20\pm 1) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内波动，符合均匀分布，包含因子为 $k_4=\sqrt{3}$ ，故由实验室环境温度波动到来的试样变形引起的标准不确定度 u_{B4} 为：

$$u_{B4} = \frac{a_4}{k_4} = \frac{80 \times 10^{-6} \times 1 \times 0.831}{\sqrt{3}} = 0.00004 \text{ (mm)}$$

7、合成标准不确定度

对于直接测量，各不确定度分量互不相关，采用方和根方法合成，求得合成标准不确定度 u_c 为：

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2 + u_{B4}^2} = 0.012 \text{ (mm)}$$

8、扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则电线 BVR 2.5 绝缘平均厚度测量结果的扩展不确定度 U 为：

$$U = k u_c = 2 \times 0.012 = 0.024 \text{ (mm)}$$

9、不确定度汇总

不确定度汇总如表 2：

表 2 BVR 2.5 绝缘平均厚度测量不确定度汇总表

序号	不确定度来源	评定方法	分布	包含因子 (k_i)	符号	数值 (mm)
1	测量重复性	A	正态	1	u_A	0.00738
2	投影仪的示值最大允许误差	B	均匀	2	u_{B1}	0.0007
3	投影仪的分辨力	B	均匀	$\sqrt{3}$	u_{B2}	0.0003
4	测量结果数值修约	B	均匀	$\sqrt{3}$	u_{B3}	0.003
5	环境温度波动	B	均匀	$\sqrt{3}$	u_{B4}	0.00004
6	合成标准不确定度	$u_c = 0.012 \text{ (mm)}$				
7	扩展不确定度	$U = 0.024 \text{ (mm)} \quad k=2$				

10、报告检测结果

BVR 2.5 的绝缘平均厚度的测量结果为 0.84mm，其扩展不确定度为 $U = 0.024\text{mm}$ ， $k=2$ 。即：

$$\bar{d} = (0.84 \pm 0.024) \text{ mm}; \quad k=2。$$

编制：王乐

审核：何明

批准：何明

测量过程有效性确认表

表格编号: MRD-20

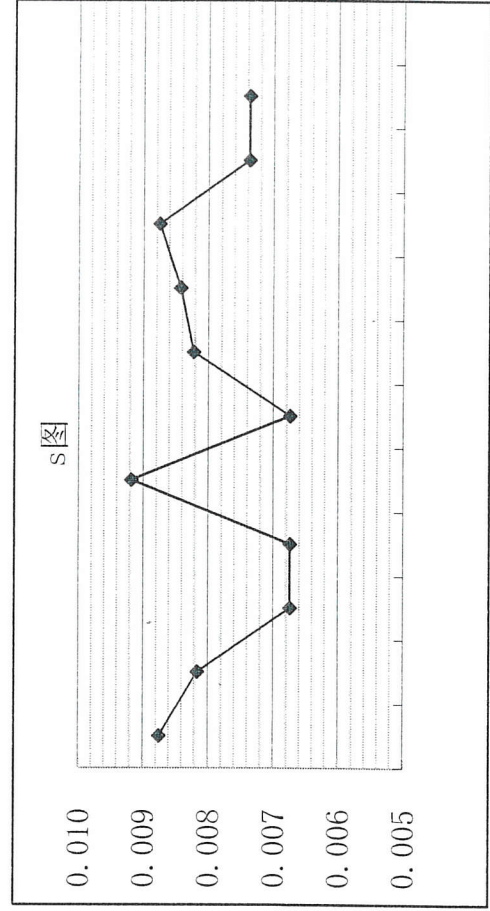
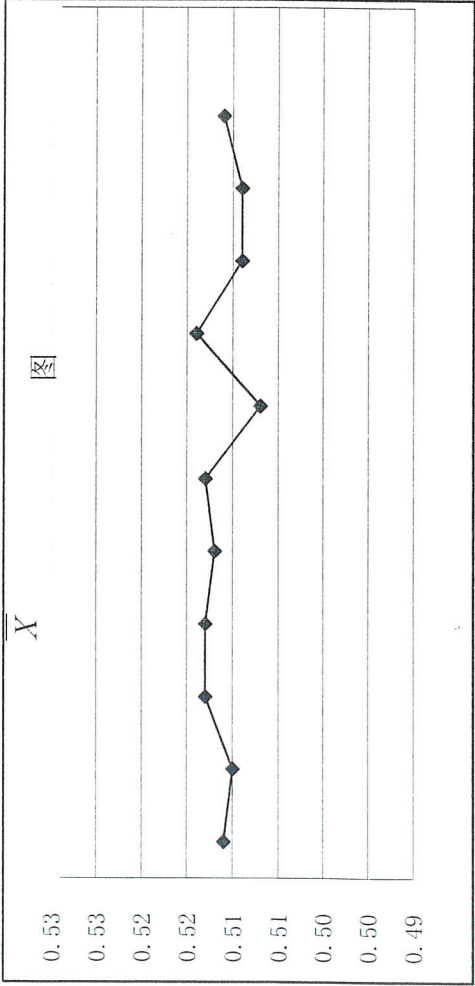
测量过程名称	产品绝缘厚度检测过程	测量过程编号	PZ-01		
使用部门/地点	质检部	控制程度	☒ 高度 ☐ 一般		
控制点	出厂检验	工艺要求/产品标准	JLY-EI-001.3 《电线电缆产品检验标准 第3 部分: 最终产品检验标准》		
测量设备	名称/编号	投影仪/AD0204			
	计量确认状态	合格			
测量过程有效性确认					
确认内容	测量过程的计量要求	测量过程实际控制情况			
测量程序	JLY-EI-001.3 《电线电缆产品检验标准 第3 部分: 最终产品检验标准》	文件已经纳入外来文件受控			
环境条件	常温常湿	温度28.1℃, 湿度69.2%RH, 受控			
操作技能要求	检验员	检验员王乐经培训上岗, 符合要求			
测量不确定度	0.03mm, k=2	2021.11.10评定不确定度为U=0.024mm, k=2			
过程有效性确认结论	U<U _允 , 过程要素受控, 过程有效				
测量过程监视					
监视方法	采用核查标准每月重复测量, 绘制控制图				
监视过程简述	采用核查标准每月重复测量10次, 计算平均值和标准偏差。根据绘制的平均值标准偏差控制图, 过程受控。				
结论	☒ 合格 ☐ 有缺陷 ☐ 不合格				
确认/日期: 龙波	2021.11.10	批准/日期: 王乐	2021.11.10		

说明: 本记录由测量过程所在部门检测人员填写, 一式两份, 一份存档, 一份交品质部。保存期限为2年。

测量过程核查记录

测量过程名称:	产品绝缘厚度检测过程				测量过程编号: PZ-01				记录流水号: 2021001			
测量参数:	绝缘厚度				测量最大允许误差: ±0.02mm				备注: 单位为mm			
核查标准:	标准玻璃尺				核查周期: 1月/次							
核查日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值 ($\bar{x}$)	标准偏差 (s)
2021年1月	0.50	0.52	0.51	0.52	0.52	0.52	0.50	0.51	0.51	0.50	0.511	0.009
2021年2月	0.50	0.51	0.50	0.52	0.51	0.52	0.52	0.51	0.51	0.50	0.510	0.008
2021年3月	0.51	0.52	0.51	0.51	0.52	0.50	0.52	0.51	0.51	0.52	0.513	0.007
2021年4月	0.51	0.52	0.51	0.51	0.52	0.50	0.52	0.51	0.51	0.52	0.513	0.007
2021年5月	0.50	0.52	0.50	0.52	0.52	0.50	0.52	0.51	0.51	0.52	0.512	0.009
2021年6月	0.51	0.52	0.51	0.51	0.52	0.50	0.52	0.51	0.51	0.52	0.513	0.007
2021年7月	0.50	0.51	0.50	0.51	0.50	0.50	0.51	0.52	0.52	0.50	0.507	0.008
2021年8月	0.52	0.51	0.52	0.50	0.50	0.52	0.51	0.52	0.52	0.52	0.514	0.008
2021年9月	0.51	0.50	0.51	0.51	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50	0.52	0.509	0.009
2021年10月	0.51	0.50	0.50	0.52	0.51	0.50	0.51	0.51	0.52	0.51	0.509	0.007
2021年11月	0.52	0.51	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.50	0.52	0.50	0.511	0.007
2021年12月												
m				n				10				
平均值($\bar{x}$)				= 0.51				= 0.002				
$\bar{x} - s$ 图				= 0.51				= 0.009				

$\bar{x} - s$ 图



编制/日期: 龙波2021.11.10

审核/日期: 王乐2021.11.10