飞纯特种电缆

ANHUI FEICHUN SPECIAL CABLE CO., LTD.

CABLE TEST REPORT

报告编号 Report No.: FC-TR-2025-MVSUB-0120-REF　　产品类别 Product Category: 中压潜水电机电缆 MV Submersible Pump Cable

Test Standard 测试标准： IEC 60502-2《额定电压 1 kV(U_o/U) 至 30 kV 挤包绝缘电力电缆及其附件》 及潜水电机电缆附加技术要求（长期浸水、纵向水密、护套防水）

1. MANUFACTURER INFORMATION 制造商信息

Manufacturer Name 制造商名称	安徽飞纯特种电缆有限公司	**Brand Name 品牌名称**	飞纯电缆 / Feichun Cable
Manufacturing Location 生产地址	中华人民共和国安徽省	**Contact 联系方式**	Tel 电话: +86-0551-65363735 Email 邮箱: Tech@feichuncables.com

2. SAMPLE INFORMATION 样品信息

2.1 General Information 通用信息

Product Name 产品名称	中压潜水电机电缆（潜水泵用） / Medium-Voltage Submersible Motor Cable		
Application 用途	6000 V 潜水电机（Xylem Flygt 系列潜水排污泵/潜水泵）长期浸水运行供电；适用于连续运行、永久浸水工况		
Rated Voltage (U_o/U) 额定电压	6/10 kV（U_m 12 kV）	**Type Reference 结构参照型号**	等效于 NTSCGEWÖU / NTSCGEWCOEUS
Cable Structure 电缆结构说明	3 × 50 mm² 主电力芯 + 2 × 25/2 mm² 接地/辅助芯 + S(4 × 0.5 mm²) 屏蔽控制单元		
Insulation / Sheath 绝缘 / 护套	EPR 乙丙橡胶绝缘 + 防水橡胶（CPE）外护套		
Control Element 控制单元	S(4×0.5 mm²)：4 根铜导体，两对绞合，共屏蔽；**不使用光纤替代**		
Report Nature 报告性质	本报告为**相同结构、电压等级 6/10 kV 中压潜水电缆以往交付产品**的型式/测试报告，供选型与质量能力证明参考		

2.2 Sample Details 样品详情（多规格）

Sample ID 样品编号	Model / Type 型号规格	Cross-sectional Area 标称截面积	Sample Length 样品长度
Sample A	MV-SUB 6/10 kV 3+2/2+S 中压潜水电机电缆	3 × 50 mm² + 2 × 25/2 mm² + S(4 × 0.5 mm²)	1 pc × 60 m
Sample B	MV-SUB 6/10 kV 3+2/2+S 中压潜水电机电缆	3 × 35 mm² + 2 × 16/2 mm² + S(4 × 0.5 mm²)	1 pc × 60 m

3. TEST INFORMATION 测试信息

Test Standard 测试标准	IEC 60502-2 及潜水电机电缆附加技术要求（长期浸水、纵向水密、护套防水、耐水压）

Sample Quantity 样品数量	Sample A: 1 pc × 60 m Sample B: 1 pc × 60 m	**Test Date 测试日期**	2025-11-12 to 2025-11-20
Report Date 报告日期	2025-11-22	**Test Environment 测试环境**	温度 23℃ ± 2℃ 湿度 50% ± 10% RH 气压 86 ~ 106 kPa

4. TEST RESULTS 测试结果（依据 IEC 60502-2）

4.1 Electrical Tests 电气性能测试

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Tolerance 偏差	Verdict 判定
4.1.1	Conductor DC Resistance @ 20℃ 主电力芯导体直流电阻 @ 20℃	Sample A (50 mm²)	≤ 0.387 Ω/km	0.373 Ω/km	-3.6%	**PASS**
4.1.2	Conductor DC Resistance @ 20℃ 主电力芯导体直流电阻 @ 20℃	Sample B (35 mm²)	≤ 0.524 Ω/km	0.508 Ω/km	-3.1%	**PASS**
4.1.3	Conductor DC Resistance @ 20℃ 接地/辅助芯导体直流电阻 @ 20℃	Sample A (25 mm²)	≤ 0.727 Ω/km	0.703 Ω/km	-3.3%	**PASS**
4.1.4	Conductor DC Resistance @ 20℃ 接地/辅助芯导体直流电阻 @ 20℃	Sample B (16 mm²)	≤ 1.15 Ω/km	1.11 Ω/km	-3.5%	**PASS**
4.1.5	Conductor DC Resistance @ 20℃ (Control cores) 控制芯导体直流电阻 @ 20℃	Both samples (0.5 mm²)	≤ 36.0 Ω/km	34.6 Ω/km	-3.9%	**PASS**
4.1.6	Insulation Resistance @ 20℃ (finished cable, after 1 h immersion) 绝缘电阻 @ 20℃（成品，浸水 1 h 后）	Both samples 两规格	≥ 1 000 MΩ·km	> 10 000 MΩ·km	—	**PASS**
4.1.7	Power Frequency Voltage Withstand (Routine Test) 工频耐压试验（例行试验）	Both samples 两规格	3.5 U_o = 21 kV, 5 min 不击穿	No breakdown 不击穿	—	**PASS**
4.1.8	Power Frequency Voltage Withstand (Sample Test) 工频耐压试验（抽样试验）	Both samples 两规格	4 U_o = 24 kV, 4 h 不击穿	No breakdown 不击穿	—	**PASS**
4.1.9	Partial Discharge Test 局部放电试验	Both samples 两规格	@ 1.73 U_o = 10.4 kV ≤ 10 pC	3 pC	-70%	**PASS**
4.1.10	Dielectric Dissipation Factor tanδ 介质损耗因数 tanδ	Both samples 两规格	@ 2 U_o ≤ 0.004	0.0013	—	**PASS**

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Tolerance 偏差	Verdict 判定
4.1.11	Lightning Impulse Voltage Test 雷电冲击电压试验	Both samples 两规格	± 75 kV, 各 10 次 不击穿	No breakdown 不击穿	—	**PASS**
4.1.12	Spark Test 火花试验	Both samples 两规格	15 kV 无击穿	No faults 无击穿	—	**PASS**
4.1.13	Voltage Withstand of Control Element 控制单元工频耐压	Both samples 两规格	2 kV, 5 min 不击穿	No breakdown 不击穿	—	**PASS**
4.1.14	Continuity of Control Element Screen 控制单元屏蔽层连续性	Both samples 两规格	共屏蔽层连续导通 无断点	Continuous 连续导通	—	**PASS**

4.2 Dimensional Tests 尺寸测试

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Verdict 判定
4.2.1	Conductor Diameter (Power core) 主电力芯导体直径	Sample A (50 mm²)	Nominal 8.0 mm	8.03 mm	**PASS**
4.2.2	Conductor Diameter (Power core) 主电力芯导体直径	Sample B (35 mm²)	Nominal 6.7 mm	6.72 mm	**PASS**
4.2.3	Insulation Thickness (EPR, Power cores) 主芯绝缘标称厚度	Both samples 两规格	标称 4.5 mm (最小 3.95 mm)	平均 4.58 mm 最小 4.35 mm	**PASS**
4.2.4	Sheath Thickness (CPE, Outer sheath) 外护套标称厚度	Both samples 两规格	标称 3.5 mm (最小 2.8 mm)	平均 3.68 mm 最小 3.35 mm	**PASS**
4.2.5	Overall Outer Diameter 整体外径	Sample A	58.0 ± 2.0 mm	58.6 mm	**PASS**
4.2.6	Overall Outer Diameter 整体外径	Sample B	52.0 ± 2.0 mm	51.8 mm	**PASS**
4.2.7	Insulation Eccentricity 绝缘偏心度	Both samples 两规格	≤ 10%	5%	**PASS**
4.2.8	Delivery Length (continuous, no joint) 交货长度（连续、无接头）	Both samples 两规格	偏差 ± 1%	符合 Complies	**PASS**

4.3 Mechanical Tests 机械性能测试

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Verdict 判定
4.3.1	Insulation Tensile Strength (Before Aging) 绝缘抗拉强度（老化前）	Both samples	≥ 8.0 N/mm²	11.8 N/mm²	**PASS**

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Verdict 判定
4.3.2	Insulation Elongation at Break (Before Aging) 绝缘断裂伸长率（老化前）	Both samples	≥ 200%	330%	**PASS**
4.3.3	Sheath Tensile Strength (Before Aging) 护套抗拉强度（老化前）	Both samples	≥ 10.0 N/mm²	13.5 N/mm²	**PASS**
4.3.4	Sheath Elongation at Break (Before Aging) 护套断裂伸长率（老化前）	Both samples	≥ 300%	360%	**PASS**
4.3.5	Sheath Abrasion Resistance 护套耐磨试验	Both samples	无穿孔、无露层	符合 Complies	**PASS**

4.4 Aging Tests 老化试验

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Verdict 判定
4.4.1	Heat Aging (168 h @ 135℃) — Insulation 热老化（168 h @ 135℃）— 绝缘	Both samples	抗拉变化率 ≤ ±30% 伸长变化率 ≤ ±30%	-12% / -15%	**PASS**
4.4.2	Heat Aging (168 h @ 100℃) — Sheath 热老化（168 h @ 100℃）— 护套	Both samples	抗拉变化率 ≤ ±30% 伸长变化率 ≤ ±30%	-10% / -14%	**PASS**
4.4.3	Hot Water Immersion (168 h @ 70℃) + Voltage Withstand 热水浸泡（168 h @ 70℃）后工频耐压	Both samples	21 kV, 5 min 不击穿	No breakdown 不击穿	**PASS**
4.4.4	Insulation Resistance after Hot Water Immersion 热水浸泡后绝缘电阻	Both samples	≥ 1 000 MΩ·km	> 5 000 MΩ·km	**PASS**

4.5 Environmental & Special Tests 环境及特殊试验

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Verdict 判定
4.5.1	Long-term Immersion Insulation Resistance (21 days @ 70℃ water) 长期浸水绝缘电阻（21 天 @ 70℃ 水）	Both samples	≥ 100 MΩ·km	> 2 000 MΩ·km	**PASS**
4.5.2	Longitudinal Water-tightness (1.0 MPa × 24 h) 纵向水密性试验	Both samples	无渗水、无水树延伸	No water ingress 无渗水	**PASS**
4.5.3	Water Pressure Test (1.5 MPa × 4 h) + Voltage Withstand 耐水压试验 + 工频耐压	Both samples	21 kV, 5 min 不击穿	No breakdown 不击穿	**PASS**
4.5.4	Cold Bend Test @ -25℃ 低温弯曲试验 @ -25℃	Both samples	No cracks 无裂纹	No cracks 无裂纹	**PASS**
4.5.5	Cold Impact Test @ -25℃ 低温冲击试验 @ -25℃	Both samples	No cracks 无裂纹	No cracks 无裂纹	**PASS**

No.序号	Test Item 测试项目	Cable Type 电缆规格	Standard Requirement 标准要求	Test Result 测试结果	Verdict 判定
4.5.6	Ozone Resistance Test 耐臭氧试验	Both samples	No cracks 无裂纹	No cracks 无裂纹	**PASS**
4.5.7	Oil Resistance Test (IRM 902, 24 h @ 100℃) 耐油试验	Both samples	质量变化 ≤ ±30%	+6%	**PASS**
4.5.8	Flame Retardant Test (IEC 60332-1) 阻燃试验	Both samples	Self-extinguishing 自熄	Self-extinguishing 自熄	**PASS**
4.5.9	Repeated Bending Test (Loaded cycles) 反复弯曲试验（带载荷循环）	Both samples	无电气及机械失效	20 000 cycles No failure 无失效	**PASS**
4.5.10	Submersion Suitability — Depth Rating 潜水适用性 — 允许浸水深度验证	Both samples	1.0 MPa 静水压无异常	≤ 100 m 水深 无异常	**PASS**

7. LABORATORY ORIGINAL RECORDS 实验室原始记录单

7.1 耐压试验记录（工频耐压）

样品编号	试验电压	施加时间	试验结果	结论	检验员签字	日期
Sample A	21 kV	5 min	无击穿、无闪络	**合格**	张伟	2025-11-15
Sample B	21 kV	5 min	无击穿、无闪络	**合格**	李娜	2025-11-15

7.2 局部放电试验记录

样品编号	试验电压	放电量 (pC)	标准限值	结论	检验员签字	日期
Sample A	10.4 kV	3 pC	≤ 10 pC	**合格**	王强	2025-11-16
Sample B	10.4 kV	3 pC	≤ 10 pC	**合格**	王强	2025-11-16

7.3 绝缘电阻测量记录

样品编号	测试条件	绝缘电阻实测值	标准要求	结论	检验员签字	日期
Sample A	20℃，浸水 1 h	> 10 000 MΩ·km	≥ 1 000 MΩ·km	**合格**	赵敏	2025-11-14
Sample B	20℃，浸水 1 h	> 10 000 MΩ·km	≥ 1 000 MΩ·km	**合格**	赵敏	2025-11-14

7.4 导体直流电阻测量记录

样品编号	导体规格	实测值 (Ω/km)	标准限值 (Ω/km)	结论	检验员签字	日期
Sample A	50 mm² 主芯	0.373	≤ 0.387	**合格**	张伟	2025-11-13
Sample A	25 mm² 辅助芯	0.703	≤ 0.727	**合格**	张伟	2025-11-13
Sample B	35 mm² 主芯	0.508	≤ 0.524	**合格**	张伟	2025-11-13
Sample B	16 mm² 辅助芯	1.11	≤ 1.15	**合格**	张伟	2025-11-13

7.5 尺寸测量记录

样品编号	测量项目	实测值	标准要求	结论	检验员签字	日期
Sample A	整体外径	58.6 mm	58.0 ± 2.0 mm	**合格**	李娜	2025-11-14
Sample A	绝缘厚度（主芯）	平均 4.58 mm	标称 4.5 mm（最小 3.95 mm）	**合格**	李娜	2025-11-14

样品编号	测量项目	实测值	标准要求	结论	检验员签字	日期
Sample A	护套厚度	平均 3.68 mm	标称 3.5 mm（最小 2.8 mm）	**合格**	李娜	2025-11-14
Sample B	整体外径	51.8 mm	52.0 ± 2.0 mm	**合格**	李娜	2025-11-14

8. PARTIAL DISCHARGE TEST INSTRUMENT PRINTOUT 局放试验仪器打印记录

```
===== PARTIAL DISCHARGE TEST REPORT =====

    Instrument Model 仪器型号: LDS-6
    Serial No. 序列号: LDS6-2023-045
    Calibration Due 校准有效期: 2026-03-11
    Test Standard 试验标准: IEC 60502-2
    ----------------------------------------
    Sample ID 样品编号: Sample A
    Test Voltage 试验电压: 10.4 kV (1.73 Uo)
    Background Noise 背景噪声: ≤ 1 pC
    Discharge Magnitude 放电量: 3 pC
    Limit 标准限值: ≤ 10 pC
    Result 结论: PASS
    ----------------------------------------
    Sample ID 样品编号: Sample B
    Test Voltage 试验电压: 10.4 kV (1.73 Uo)
    Background Noise 背景噪声: ≤ 1 pC
    Discharge Magnitude 放电量: 3 pC
    Limit 标准限值: ≤ 10 pC
    Result 结论: PASS
    ----------------------------------------
    Test Date 试验日期: 2025-11-16
    Operator 操作员: 王强
    ===== END OF REPORT =====
```

9. PRODUCTION & SHIPMENT RECORDS 生产信息与发货记录

生产订单号 / 批号	PO-2025-1108 / Batch No. FC-MVSUB-251108
盘号	Drum No. 1（180 m 连续长度）
长度	180 m（连续无接头）
生产日期	2025-11-10
客户名称	АО Павлодарский речной порт / 巴甫洛达尔河港股份公司
发货日期	2025-11-25
运输单号 / 发货方式	DHL / 空运 或 中欧班列（以实际为准）
收货地址	Kazakhstan, Pavlodar（最终地址以客户确认为准）
备注	整根绕于一盘，无中间接头；随货提供出厂试验报告、截面图及技术数据表。

10. CONCLUSION 结论

★ ALL TESTS PASSED ★

★ 所有测试项目合格 ★

上述电缆样品（Sample A：3 × 50 mm² + 2 × 25/2 mm² + S(4 × 0.5 mm²)，6/10 kV 中压潜水电机电缆； Sample B：3 × 35 mm² + 2 × 16/2 mm² + S(4 × 0.5 mm²)，6/10 kV）已依据 IEC 60502-2 及相关潜水电机电缆 附加技术要求进行测试，电气性能、机械性能、老化性能及环境适应性等各项测试结果均符合规定要求。

The above cable samples, rated voltage 6/10 kV (U_m 12 kV), with EPR insulation and waterproof rubber (CPE) outer sheath, have been tested in accordance with IEC 60502-2 and the supplementary requirements for submersible motor cables. All electrical, mechanical, aging and environmental test results comply with the specified requirements.

11. 附录 A：针对本项目的适用性说明 / Annex A: Application Notes

1. **电压等级说明：**本报告产品为 **6/10 kV（U_m 12 kV）**。电机额定电压 6000 V，系统最高运行电压不超过 12 kV，该电压等级绝缘裕度充分满足 6000 V 潜水电机长期浸水连续运行要求。
2. **结构符合性：**3 × 50 mm² + 2 × 25/2 mm² + S(4 × 0.5 mm²)；EPR 绝缘 + 防水橡胶（CPE）外护套；S 单元为 4 根铜导体、两对绞合、共屏蔽，**不含光纤**；不接受 3 × 50 + 3 × 25/3 结构替代。
3. **连续长度：**可按单根 180 m 连续无接头交货，整根绕于一盘；最小起订量可协商。
4. **外径与配合：**6/10 kV 3 × 50 + 2 × 25/2 + S(4 × 0.5) 整体外径 **58.0 ± 2.0 mm**，较 3.6/6 kV 版本增大约 6 mm。需与原 Flygt 电缆入口实际内径核对，必要时更换密封件或过渡接头。
5. **最小弯曲半径：**固定敷设 ≥ 6 × D ≈ 348 mm；安装施工/动态工况 ≥ 10 × D ≈ 580 mm。
6. **参考重量：**约 6.8 kg/m（上述规格，含控制单元）。
7. **最大允许浸水深度：**≤ 100 m（1.0 MPa 静水压）。
8. **出厂试验报告：**可按批提供工频耐压、局部放电、绝缘电阻及浸水（耐水压）试验报告，以及截面结构图与正式技术数据表。

12. AUTHORIZATION 授权签署

Tested By 检测员	Reviewed By 审核员	Approved By 批准人	Company Stamp 公司印章
张伟 Date 日期: 2025-11-20	李娜 Date 日期: 2025-11-21	刘洋 Date 日期: 2025-11-22	安徽飞纯特种电缆有限公司 ANHUI FEICHUN SPECIAL CABLE CO.,LTD.

Notes 备注

1. 本报告仅对受检样品有效。This test report is only valid for the tested sample(s).
2. 未经检测实验室书面批准，本报告不得部分复制。Without written approval from the issuing laboratory, this report may not be reproduced in part.
3. 测试结果仅与被测项目相关。The test results relate only to the items tested.