报告编号 ZTCJ-A-2026-SAMPLE
日期 2026-10-24
编制 / 署名 丛远新 · 总工程师

纯铜 vs 铜覆钢接地选型评估报告

样本——假设项目，仅示范报告格式与方法

本样本展示我们对每个项目免费提供的评估包含什么、怎么算。数字为假设项目的计算结果，不对应任何真实工程；正式报告按客户提供的数据出具并由总工程师署名。

1 输入数据（按客户提供）

项目	110 kV 配网变电站（假设项目，沿海场址）
原设计	水平地网导体 120 mm² 裸铜绞线；垂直接地极 Ø16 × 2.5 m 电镀铜接地棒
数量	水平导体 6,200 m；接地棒 120 根
地网导体设计电流	20 kA（业主短路计算书，已计分流系数）；切除时间 t_c = 1.0 s（后备保护）
土壤	电阻率 45 Ω·m；pH 6.9；氯离子 0.18%（沿海盐渍）；含水率高
设计寿命	40 年
适用标准	IEEE Std 80-2013 (sizing) · DL/T 1312-2023 (product, type tests) · IEEE 837 / DL/T 1342-2014 (joints)

2 土壤腐蚀等级与铜层厚度

结合氯离子 0.18%、含水率高、沿海环境，判为**强腐蚀**。按两大防腐规范 Q/GDW 12015-2020、DL/T 2094-2020 及技术监督导则 DL/T 2650-2023（第 5.1.1.5 条、表 4），强腐蚀宜选铜覆钢或铜，铜层不小于 0.80 mm；腐蚀裕度按 DL/T 2094 计算，铜腐蚀速率按 DL/T 1312-2023 第 4.6 条表 1 取 0.012 mm/a，校核 40 年寿命；pH 6.9 不触发提级。

腐蚀裕量 = 0.012 × 40 = 0.48 mm　　寿命终点保留层 = 0.25 mm　　最小铜层 = 0.48 + 0.25 = **0.73 mm → 选 0.8 mm 等级**

任意测点最小铜层厚度 ≥ 0.80 mm（DL/T 1312 第 7 章，9 点取最小，ISO 2178 磁性法）。

3 热稳定校核（IEEE Std 80-2013 第 11.3.1 条）

全式 (37)，表 1 材料常数，环境温度 40 °C，熔断温度：

$$A_{mm^2} = I / \sqrt{[\ (TCAP \cdot 10^{-4} / (t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r)) \cdot \ln((K_0+T_m)/(K_0+T_a))\ ]}$$

材料	α_r (1/°C)	ρ_r (μΩ·cm)	K_0	T_m (°C)	TCAP (J/cm³·°C)	所需截面 @ 20 kA, 1 s	简式校核 $A_{kcmil} = I \cdot K_f \cdot \sqrt{t_c}$
纯铜，退火软态	0.00393	1.72	234	1083	3.42	**71.0 mm²**	20 × 7.00 = 140 kcmil = 70.9 mm²
铜覆钢线材 30% IACS	0.00378	5.86	245	1084	3.85	**122.3 mm²**	20 × 12.06 = 241 kcmil = 122.1 mm²
铜覆钢 31% IACS（Ø16 / 1.0 mm，按第 11.3.1.2 条用实际电阻率）	0.00378	5.56	245	1084	3.85	**119.1 mm²**	—

1 kcmil = 0.5067 mm²。方案 A 的 Ø14 / 0.8 mm 按混合法则约 29% IACS，校核采用 30% 等级常数，差异 < 3%，由 26% 的截面裕量覆盖。

原设计 120 mm² 铜在 t_c = 1 s 下的耐受电流为 120 / (7.00 × 0.5067) = 33.8 kA，高于设计电流 20 kA——原设计有裕量。因此给出两套方案：按设计电流校核的等外径方案，和保持原铜导体耐受能力的等热稳定方案。

4 方案

方案 A——等外径：Ø14 圆线，0.8 mm 铜层，退火态

截面 154 mm² ≥ 所需 122 mm²（裕量 26%）；外径与原 120 mm² 绞线（约 Ø14）相当，放热焊接模具与敷设方式不变；型号 CCS CC 25-0.8-Φ14，该规格已有 DL/T 1312 全套型式试验报告。

方案 B——等热稳定：Ø16 圆线，1.0 mm 铜层，退火态

保持原 120 mm² 铜的耐受能力（33.8 kA·1 s）：按 31% IACS 常数所需截面 201 mm²，Ø16 截面 201 mm²，相当；型号 CCS CC 30-1.0-Φ16。该规格不在现有型式试验矩阵内，按我司规则应项目要求补做（订单 ≥ US$ 30,000 免费）。备选：Ø18 / 0.8 mm（254 mm²，约 25% IACS），已有报告，裕量更大。

垂直接地极

Ø20 × 2.5 m，0.8 mm 连铸铜覆钢接地棒（CCS CC 20-0.8-Φ20，硬态，抗拉 ≥ 550 N/mm²），已有型式试验报告；数量 120 根不变。

5 铜用量与铜材价值对比（水平导体 6,200 m）

导体	总截面 mm²	铜截面 mm²	% IACS	kg/m	铜 kg/m	铜 t	省铜	铜材价值 US$
原设计：120 mm² 裸铜绞线	120	120.0	100	1.08	1.075	6.67	0 %	98,660
方案 A——Ø14 圆线，0.8 mm 铜层，退火态（CCS CC 25-0.8-Φ14）	154	33.2	29	1.25	0.297	1.84	72 %	27,276
方案 B——Ø16 圆线，1.0 mm 铜层，退火态（CCS CC 30-1.0-Φ16）	201	47.1	31	1.63	0.422	2.62	61 %	38,744

铜材价值按 US$ 14,800/t（LME 参考价，报价日更新）计算，仅为导体含铜量，不是产品价格——铜覆钢价格含钢芯与加工，随报价单给出。铜密度 8.96、钢 7.85 g/cm³。

6 试验依据与连接

规格	型式试验状态	出厂试验
Ø14 / 0.8 mm (CCS CC 25-0.8-Φ14)	已有 DL/T 1312-2023 全套报告（CMA/CNAS 双章），英文摘要随报价提供	每批 ≤ 5,000 m：铜层厚度（9 点）、表面、抗拉、弯折、电阻率；随货出厂检验报告；可送任一认可实验室复检
Ø16 / 1.0 mm (CCS CC 30-1.0-Φ16)	应项目要求补做，周期约两个月	
Ø20 rod / 0.8 mm (CCS CC 20-0.8-Φ20)	已有报告	

连接：放热焊接，铜覆钢—铜覆钢及铜覆钢—铜（与设备引下线）用对应规格模具，焊粉同铜—铜；验收按 DL/T 1342-2014（焊点完全包覆母材、直流电阻 ≤ 等长母材 1.1 倍、抗拉 ≥ 母材），美标项目可按 IEEE 837。所有切口端须在焊点内或涂覆防腐后入土。我方提供模具、焊粉、工艺文件，并到场指导首批焊点。

7 本报告不覆盖的内容

接地电阻、接触与跨步电压由土壤模型和地网几何决定，与导体材料无关，仍由设计院按原方法校核；垂直极布置、均压带间距不变。导体材料的更换不改变地网的电气计算结果，只改变导体截面与铜层。

编制 / 署名：丛远新，总工程师
北京铸铁成金机电设备有限公司
WhatsApp +86 186 1002 3872 ·
linkedin.com/in/yuanxin-cong

客户确认（正式报告）

样本说明：所有输入均为假设；方法与常数为正式报告所用。正式报告 24–48 小时内出具（资料齐全后），免费。