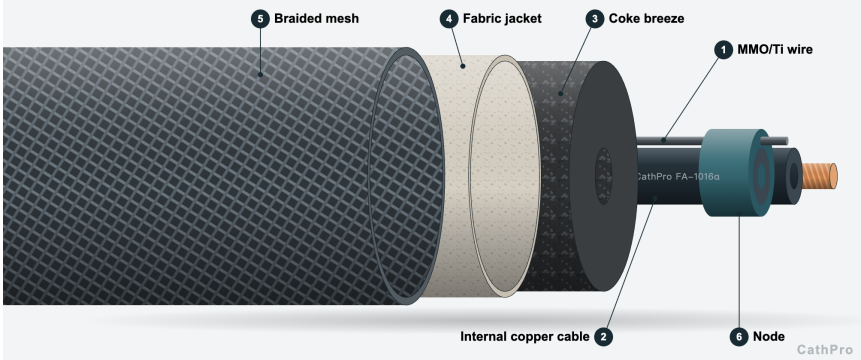
Anốt tuyến tính linh hoạt MMO/Ti

Anốt tuyến tính đóng gói sẵn cho bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài trong đất.



Chú giải hình 1: 1 - Dây titan phủ MMO; 2 - Cáp đồng bên trong; 3 - Than cốc mịn; 4 - Áo vải; 5 - Lưới bện; 6 - Nút nối.

Hình 1. Cấu tạo anốt linh hoạt MMO/Ti; sơ đồ không theo tỷ lệ, số chi tiết tương ứng mục 3.

1. Mô tả

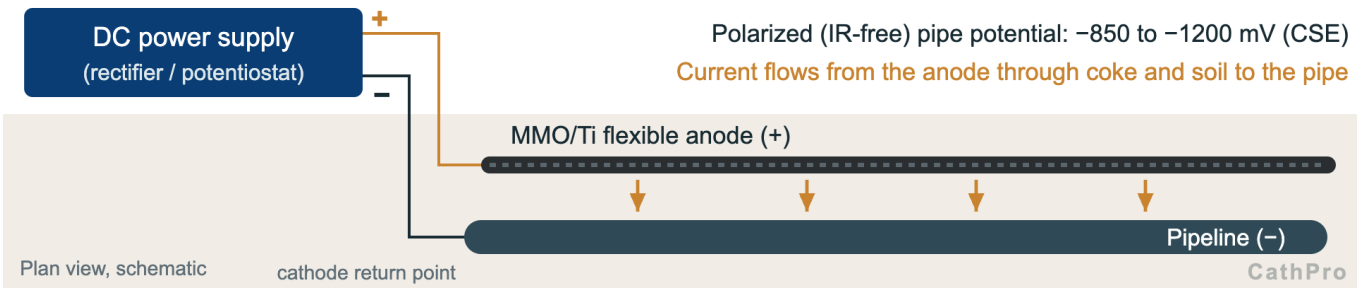
Anốt linh hoạt MMO/Ti CathPro là anốt tuyến tính liên tục, đóng gói sẵn tại nhà máy, dùng cho ICCP kết cấu thép chôn ngầm. Dây titan phủ oxit kim loại hỗn hợp (MMO) chạy cạnh cáp đồng liên tục bên trong, nối với đồng tại các khoảng cố định (nút). Cả hai nằm trong than cốc dầu mỏ nung, bao bởi áo vải và lưới bện chịu mài mòn.

Sản phẩm giao trên tang, đặt liên tục gần kết cấu để phân bố dòng bảo vệ đều suốt chiều dài. Không có tiêu chuẩn sản phẩm ISO hoặc IEC dành cho anốt MMO tuyến tính. Bảng dữ liệu này là yêu cầu sản phẩm CathPro: vật liệu, phép thử tham chiếu tiêu chuẩn quốc tế tại mục 12; hệ bảo vệ catốt thiết kế theo ISO 15589-1 hoặc yêu cầu dự án.

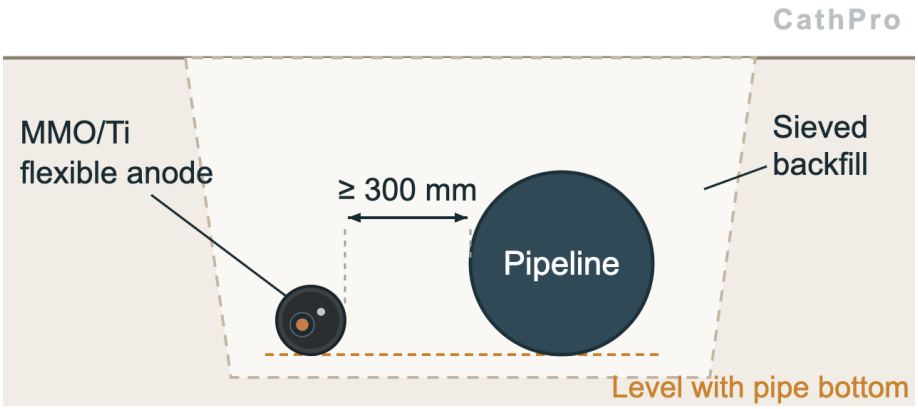
2. Ứng dụng điển hình

- Khu vực trạm/nhà máy: đường ống ngầm dày đặc, nhiều điểm nối đất.
- Đường ống chôn: đặt song song trong cùng rãnh.
- Đáy bồn: đặt trong lớp cát dưới bồn theo vòng đồng tâm hoặc hình zích zắc (API RP 651 và AMPP SP0193).
- Đường ống sân đỗ máy bay và tương tự: nơi bãi anốt giếng sâu không phù hợp hoặc cần hạn chế ảnh hưởng dòng điện lạc tới công trình gần.

Hình 2. Nguồn cấp đưa dòng từ anốt qua than cốc và đất tới đường ống.



Chú giải nguyên lý: nguồn DC (bộ chỉnh lưu/bộ điều khiển điện thế), cực dương nối anốt; cực âm nối đường ống tại điểm hồi catốt. Dòng từ anốt qua than cốc và đất tới ống. Hình mặt bằng; điện thế phân cực loại trừ sụt áp IR được minh họa ở -850 đến -1200 mV so với CSE; tiêu chí áp dụng do thiết kế dự án xác nhận.



Chú giải mặt cắt: anốt tuyến tính bên trái, đường ống bên phải; đất lấp đã sàng; khoảng cách ⩾ 300 mm và ⩾ nửa đường kính ống; anốt ngang cao độ đáy ống.

3. Cấu tạo

Số	Bộ phận	Mô tả
1	Dây MMO/Ti	Dây titan ASTM B863, Grade 1 (Grade 2 theo yêu cầu), phủ MMO: α = IrO2-Ta2O5 hoặc β = RuO2-IrO2. Đường kính danh nghĩa 0.8, 1.0, 1.5 hoặc 2.0 mm.
2	Cáp bên trong	Cáp đồng một lõi liên tục 10, 16 hoặc 25 mm²; ruột bện cấp 2 theo IEC 60228; định mức 0.6/1 kV; ví dụ cách điện kép PVDF/HMWPE. Chọn cách điện/vỏ theo đất (mục 7).
3	Than cốc mịn	Than cốc dầu mỏ nung quanh dây/cáp, giảm điện trở anốt-đất, phân bố phát dòng đều.
4	Áo vải	Vải thấm nước, chống mục, giữ than cốc; chịu bục, đâm thủng và mài mòn.
5	Lưới bện	Sợi polyester đơn bện ngoài áo vải để bảo vệ cơ học.
6	Nút nối	Nối tại nhà máy giữa dây MMO/Ti và đồng cáp, khoảng cách không quá 5 m; cách điện và làm kín.

4. Ký hiệu mẫu

Ký hiệu theo loại, đường kính dây, tiết diện cáp và lớp phủ, ví dụ FA-1016α.

Mã	Ý nghĩa	Tùy chọn
FA / FApro	FA: tiêu chuẩn; FApro: có thể định vị điểm đứt bằng thiết bị dò lỗi anốt chôn ngầm	-
10	Đường kính dây MMO/Ti danh nghĩa 1.0 mm	08 / 10 / 15 / 20 (0.8-2.0 mm)
16	Tiết diện đồng cáp bên trong 16 mm^2	10 / 16 / 25 mm^2
α / β	α = IrO2-Ta2O5; β = RuO2-IrO2	α cho đất không mặn; β cho đất mặn hoặc kiềm

Ví dụ FApro-1525β: loại định vị điểm đứt, dây 1.5 mm, cáp 25 mm^2, phủ RuO2-IrO2.

5. Dòng định mức và tuổi thọ thiết kế

Bảng cho dây phủ IrO2-Ta2O5 (α). Dòng định mức là dòng liên tục tối đa trên mỗi mét anốt với tuổi thọ nêu, không nhầm với dòng cao hơn nhiều dùng trong thử ngắn hạn. Tuổi thọ thiết kế kiểm chứng bằng ALT dây MMO/Ti theo NACE TM0108 hoặc ISO 19097-2. Định mức lớp β và dây 0.8 mm theo yêu cầu.

Dây MMO/Ti	25 năm	30 năm	40 năm	50 năm
1.0 mm	52 mA/m	43 mA/m	33 mA/m	26 mA/m
1.5 mm	78 mA/m	65 mA/m	49 mA/m	39 mA/m
2.0 mm	104 mA/m	87 mA/m	65 mA/m	52 mA/m

6. Dữ liệu kỹ thuật

Thông số	Yêu cầu
Đường kính ngoài	38 ± 2 mm
Khối lượng dài	> 1.30 kg/m
Dung sai đường kính dây MMO/Ti	ISO 2768-1 cấp m (trung bình), hoặc theo thỏa thuận
Lượng lớp phủ	⩾ 6 g/m² (huỳnh quang tia X, ASTM B568 hoặc ISO 3497)
Mật độ dòng vận hành tối đa	100 A/m² bề mặt dây MMO/Ti trong than cốc
Bám dính lớp phủ	Không bong sau khi uốn mẫu dây 100 mm góc 180° quanh trục Ø20 mm
Khoảng cách nút	⩽ 5 m; sai lệch vị trí ⩽ 10% khoảng cách
Điện trở tiếp xúc nút, dây-đồng	⩽ 0.0009 Ω
Độ kín nút	IPX8 theo IEC 60529: ⩾ 0.1 MPa trong ⩾ 60 phút, không nước xâm nhập
Than cốc	Than cốc dầu mỏ nung; cacbon cố định ⩾ 90%; 98% < 1.27 mm và 80% > 0.254 mm; điện trở suất ⩽ 0.06 Ω • cm
Áo vải	Lực bục ⩾ 500 N (rộng ⩽ 140 mm); lực đâm thủng ⩾ 280 N; mài mòn Martindale ⩾ 100 chu kỳ (ISO 12947-2)
Lưới bện	Sợi polyester đơn, khuyến nghị Ø ⩾ 0.8 mm; độ che phủ ⩾ 60%
Hiệu năng làm việc, thử điển hình	15 ngày trong NaCl 3% tại 100 A/m² bề mặt dây: duy trì dòng, điện áp cấp trong ± 10%, nút nguyên vẹn và khô
Bán kính uốn tối thiểu	⩽ 150 mm với cáp 10 mm²; cáp lớn hơn theo bảng cung cấp; xác nhận bằng thử uốn
Mối nối	Tang nguyên: tối đa 2/400 m; đoạn cắt: không nối dưới 100 m, tối đa 1 cho 100-400 m; điện trở đồng-đồng qua nối ⩽ 0.01 Ω

7. Hướng dẫn lựa chọn

Điều kiện	Khuyến nghị
Đất không mặn	Phủ α (IrO_2-Ta_2O_5); vỏ cáp HDPE hoặc HMWPE
Đất mặn/kiềm	Phủ β (RuO_2-IrO_2); cáp cách điện fluoropolymer, vỏ HDPE hoặc vỏ XLPE
Nước ngầm cao hơn độ sâu anốt	Vỏ độ thấm thấp, ưu tiên PE
Nhiệt độ sử dụng dưới -15 °C	Vỏ XLPE, PE hoặc cao su chịu lạnh; tránh PVC
Nhiệt độ trên 60 °C	Vỏ PVC chịu nhiệt, XLPE hoặc EPR
Nguy cơ mối nghiêm trọng	Vỏ ngoài cứng, chống mối
Nguy cơ hư hại từ bên thứ ba	FApro định vị điểm đứt; chỉ nối thẳng, không nối chữ T

8. Hướng dẫn lắp đặt

- Trước lắp: kiểm mẫu, số lượng, ngoại quan, kích thước, thông mạch, hồ sơ thử và chứng chỉ.
- Xe nâng chỉ thao tác từ phía vành tang qua các lỗ; không nâng tì vào anốt. Chặn tang chống lăn.
- Đặt song song ống, cách ít nhất 300 mm và ít nhất nửa đường kính ống, ngang đáy ống (Hình 3). Để chùng và chừa thêm 2-5% chiều dài cho lún.
- Không chạm kim loại ngầm. Dùng ống cách điện khi cắt qua ống, điện cực tiếp đất hoặc anốt khác.
- Không kéo lê. Nếu áo vải hỏng, rò than cốc, bịt sửa trước khi đặt.
- Nhiệt độ đặt tối thiểu theo vỏ cáp. Dưới giới hạn, làm ấm tang trong nhà khoảng 25 °C, không dùng lửa trần, đặt trong 2 giờ. Không đặt khi nhiệt độ môi trường trên khoảng 40 °C.
- Bán kính góc ít nhất 16 × đường kính ngoài anốt, khi không có cáp song song phía trong chỗ uốn.
- Trên dốc 20°-50°, cố định bằng vật liệu cách điện mỗi 15 m (≤ 30°) hoặc mỗi 10 m (> 30°).
- Lấp đất sàng. Dưới bồn, giữ ít nhất 50 mm cát dưới anốt; không dùng đầm rung.
- Khu trạm: chia đoạn không quá 300 m, mỗi đoạn có điểm hồi catốt riêng; liên kết các ống song song.
- Cáp trong có giáp: nối đất giáp băng thép ở cả hai đầu khi lắp.

Nhiệt độ đặt tối thiểu điển hình dưới đây chỉ để hướng dẫn; tuân thủ giới hạn nhà sản xuất cáp.

Vỏ cáp bên trong	Nhiệt độ đặt tối thiểu
Vỏ cách điện nhựa	0 °C
Vỏ chì, giáp băng thép	-7 °C
Cách điện PVC, vỏ PVC	-10 °C
Cách điện cao su, vỏ PVC	-15 °C
Vỏ cao su hoặc PVC	-15 °C

Vỏ cáp bên trong	Nhiệt độ đặt tối thiểu
Vỏ chịu lạnh	-20 °C

Hình 3. Song song đường ống: khoảng hở ⩾ 300 mm và ⩾ nửa đường kính ống; anốt ngang cao độ đáy ống.

Khoảng cách song song điển hình tới công trình khác chỉ để hướng dẫn; thiết kế và quy định địa phương chi phối.

Công trình	Khoảng cách tối thiểu
Ống cần bảo vệ	⩾ 300 mm, anốt ngang đáy ống
Cáp điều khiển; cáp lực ⩽ 10 kV	⩾ 100 mm
Cáp lực > 10 kV	⩾ 250 mm
Móng công trình	⩾ 600 mm
Thân cây	⩾ 700 mm
Cột đường dây trên không ⩽ 1 kV / > 1 kV	⩾ 1 m / ⩾ 4 m
Đường bộ	⩾ 1.5 m
Đường sắt điện AC / DC	⩾ 3 m / ⩾ 10 m

Đặt anốt về phía ống cần bảo vệ xa các ống không được bảo vệ và điện cực tiếp đất. Tại giao cắt cáp, giữ ít nhất 500 mm.

9. Kiểm tra và hồ sơ chất lượng

- Lô kiểm tra: tới 5000 m cùng vật liệu, dây chuyền và cỡ.
- Mỗi lô: ngoại quan, đường kính ngoài, khối lượng dài và báo cáo ALT dây MMO/Ti (NACE TM0108 hoặc ISO 19097-2).
- Đơn ⩾ 5000 m: bổ sung lấy mẫu 3 tang, mỗi tang 10 m từ đầu, kiểm điện trở nút, độ kín IPX8, độ che phủ lưới, bán kính uốn và hiệu năng 15 ngày. Một mẫu không đạt thì lấy mẫu gấp đôi; tái xuất hiện lỗi thì loại lô.
- Thử điển hình: sản phẩm mới; thay đổi lớn thiết kế, vật liệu hoặc quy trình; ngừng sản xuất hơn một năm; kết quả thường lệ khác đáng kể lần thử điển hình trước; và hằng năm.
- Mỗi đợt giao: chứng nhận phù hợp, chứng chỉ kiểm tra (EN 10204 loại 3.1 theo yêu cầu), bảng chiều dài tang, phiếu đóng gói. Chứng kiến/kiểm tra bên thứ ba theo yêu cầu.

10. Đóng gói, nhãn và bảo quản

- Cuốn trên tang, bọc màng xốp và màng nhựa chống nước; đóng gói xuất khẩu phù hợp đường biển.
- Chiều dài điển hình 500 m, 700 m; khác theo yêu cầu. Tang 500 m: khoảng 1.4 × 1.1 × 1.5 m, tịnh 650 kg, cả bì 720 kg. Tang 700 m: khoảng 1.6 × 1.1 × 1.7 m, tịnh 910 kg, cả bì 990 kg.
- Sản phẩm có nhãn hiệu và mẫu. Bao gói ghi tên/mẫu, nhà sản xuất, lô, số lượng, ngày sản xuất, ký hiệu thao tác: phía cấm xe nâng, giới hạn tải xếp chồng, không xếp chồng, chiều quay.
- Lưu kho an toàn, thông thoáng, khô, mát, xa hàng nguy hiểm; chặn tang chống lăn.

11. Thông tin đặt hàng

1. Mẫu, ví dụ FA-1016α hoặc FApro-1016α.
2. Tổng chiều dài, chiều dài từng tang và phân đoạn.
3. Tuổi thọ thiết kế, dòng định mức mỗi mét; đất mặn/không, mực nước ngầm, nhiệt độ, nguy cơ mối.
4. Phụ kiện: nối thẳng, nối T, bịt đầu, ống cách điện, cáp dẫn (loại/tiết diện/chiều dài).
5. Yêu cầu dự án áp dụng, chứng kiến/kiểm bên thứ ba và danh mục hồ sơ.

12. Tiêu chuẩn tham chiếu

- ISO 15589-1: bảo vệ catốt hệ đường ống, Phần 1 - đường ống trên bờ.
- ISO 19097-2: phương pháp ALT anốt oxit kim loại hỗn hợp cho bảo vệ catốt, Phần 2 - đất và nước tự nhiên.
- NACE TM0108: thử anốt titan xúc tác dùng trong đất hoặc nước tự nhiên.
- ASTM B863: dây titan và hợp kim titan. ASTM B568, ISO 3497: đo chiều dày lớp phủ bằng phổ tia X.
- IEC 60228: ruột dẫn cáp cách điện. IEC 60529: cấp bảo vệ bằng vỏ (mã IP).
- ISO 2768-1: dung sai chung. ISO 12947-2: khả năng chịu mài mòn vải bằng Martindale - phá hỏng mẫu.
- API RP 651: CP bồn dầu trên mặt đất. AMPP SP0193: CP ngoài đáy bồn thép cacbon đặt trên nền.
- EN 10204: sản phẩm kim loại - các loại chứng từ kiểm tra.

Jiaozuo Huayu Magnesium Co., Ltd. (CathPro). No. 218 Hetang Road, Middle Section of Heshuo Avenue, Wuzhi County, Jiaozuo, Henan Province 454950, China. sales@cathprocp.com | www.cathprocp.com

Dữ liệu là giá trị điển hình để tham khảo. Yêu cầu cuối cùng theo bảng dữ liệu dự án đã duyệt và đơn hàng. © 2026 Jiaozuo Huayu Magnesium Co., Ltd. Bảo lưu mọi quyền.