

# Nghiên cứu xác định các thông số của đường vượt trong điều kiện giới hạn mặt bằng

■ PGS. TS. LÊ HẢI HÀ - Trường Đại học Giao thông vận tải

**TÓM TẮT:** Nội dung bài báo đề xuất cách xác định các thông số của độ tuyến đơn, độ tuyến kép trong điều kiện bị giới hạn mặt bằng, đặc biệt là với đường sắt đô thị bố trí các đường đảo tàu trước và sau ga

**TỪ KHÓA:** Ghi đường vượt, độ tuyến đơn, độ tuyến kép

**ABSTRACT:** The content of the paper proposes ways to determine the parameters of single and scissors crossover in the conditions of limited plan. Especially, in the case we arrange track to turn trains before and after the station for urban railways

**KEYWORDS:** Crossover track turnout, single crossover, scissors crossover

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường ghi là thiết bị nối hai hay nhiều đường lại với nhau để đoàn tàu có thể di chuyển từ đường này sang đường khác hoặc vượt đường khác... Ghi là một trong những thành phần phức tạp nhất của hệ thống đường sắt. Vị trí đặt ghi thông thường bố trí trên đường thẳng, tuy nhiên do một số điều kiện địa hình, địa vật... khó khăn mới xem xét đặt ghi trên đường cong.

Xác định vị trí đặt ghi trên mặt bằng tuyến đường sắt là tập hợp các tính toán cho các cách bố trí ghi khác nhau để có thể đặt được một cách chính xác ngoài hiện trường. Tính toán ghi trở nên quan trọng hơn trong trường hợp cải tạo ga hoặc thiết kế một ga mới với những điều kiện bị khống chế về mặt bằng [1,2].

Mỗi loại ghi khi được chế tạo tùy theo số hiệu và loại hình đều có bản vẽ ghi. Để đặt bộ ghi vào đúng vị trí thì cần xác định vị trí tâm ghi, các tọa độ khác của ghi sẽ được tính theo tâm ghi.

Các công thức xác định vị trí tâm ghi trong trường hợp thông thường ở [3,4] mới chỉ đề cập đến vị trí đặt ghi đơn phổ thông, ở [5] đã đề cập đến vị trí đặt ghi cho các loại hình giao cắt khác nhau. Tuy nhiên, để bố trí đường vượt (độ tuyến đơn, độ tuyến kép) giữa hai đường trong điều kiện khống chế mặt bằng thì chưa được quan tâm.

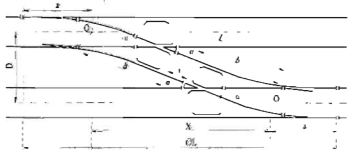
## 2. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ ĐẶT ĐƯỜNG VƯỢT TRÊN MẶT BẰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT GIỮA HAI ĐƯỜNG SONG SONG TRÊN ĐƯỜNG THẲNG

Đường vượt giữa hai đường song song thông

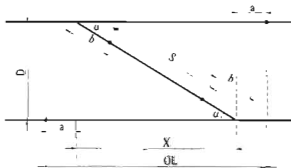
thường được bố trí trên đường thẳng, chỉ trong trường hợp đặc biệt mới xem xét việc đặt trên đường cong.

Đường vượt giữa hai đường song song trên đường thẳng được phân thành đường vượt bình thường (độ tuyến đơn), đường vượt giao cắt (độ tuyến kép).

Đường vượt bình thường (độ tuyến đơn) gồm hai bộ ghi đơn có cùng hoặc khác số hiệu, giữa chúng được bố trí đoạn thẳng.



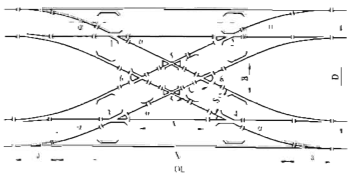
a) - Sơ đồ bố trí đường vượt



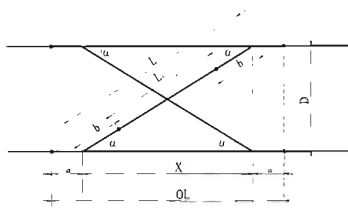
b) - Sơ đồ tính toán đường vượt

Hình 2.1: Đường vượt bình thường (độ tuyến đơn) giữa hai đường song song trên đường thẳng

Đường vượt giao cắt (độ tuyến kép) gồm 4 bộ ghi đơn cùng số hiệu và một bộ ghi giao cắt hình thoi kèm các ray liên kết. Loại đường vượt này chỉ sử dụng trong trường hợp đặc biệt.



a) Sơ đồ bố trí đường vượt



b) - Sơ đồ tính toán đường vượt

Hình 2.2: Đường vượt giao cắt (độ tuyến kép) giữa hai đường song song trên đường thẳng

Loại ghi trên đường vượt giữa những đường song song phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai đường và khoảng không gian bố trí đường vượt.

Khoảng cách giữa hai đường được phân loại gồm khoảng cách thông thường và khoảng cách lớn. Các khái niệm khoảng cách này được quyết định từ thiết kế và theo đó xây dựng được các công thức tính toán tương ứng.

Theo [5], khi  $D \leq 7m$  được coi là khoảng cách thông thường và có thể bố trí đường vượt bình thường. Còn khi  $D > 7m$  được coi là khoảng cách lớn và có thể phải bố trí đường vượt rút ngắn.

Trong phạm vi bài báo, chúng tôi chỉ đề cập đến việc bố trí đường vượt với khoảng cách thông thường giữa hai đường, vì đây là vấn đề cần làm rõ khi mặt bằng bị giới hạn.

**2.1. Đường vượt bình thường (độ tuyến đơn) với khoảng cách thông thường giữa hai đường song song trên đường thẳng**

**2.1.1. Với cùng một góc tâm ghi**

Thông thường, khi bố trí đường vượt giữa hai đường song song trên đường thẳng người ta sử dụng hai bộ ghi đơn có cùng góc tâm ghi (cùng số hiệu ghi) (Hình 2.1b).

$$D = (b + S + b) \sin \alpha$$

$$S = D / \sin \alpha - 2b \tag{1}$$

$$X = D \cdot \cot \alpha = D \cdot N \tag{2}$$

Với  $N = \cot \alpha$  (số hiệu ghi)

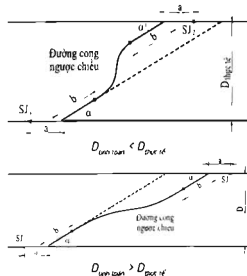
$$OL = X + 2 \cdot a \tag{3}$$

Như vậy, với giá trị D từ số liệu thiết kế (hiện trường) xác định được các thông số a, b sau khi quyết định loại hình ghi đường vượt. Sau đó, từ (2), (3) tính toán được X, OL. Lúc này, với các giá trị trên có thể cố định vị trí S<sub>1</sub>, sau đó phân công lại của đường vượt sẽ được xác định thông qua các tính toán với các thông số của loại ghi đã chọn.

Để liên kết ghi của đường vượt được chính xác, khoảng cách D cần phải giống nhau giữa tính toán và thực tế. Một sai khác ở giá trị D có thể làm tăng N (số hiệu ghi), như vậy giá trị D phải đúng với số liệu thực tế.

Ví dụ, nếu D đúng cho các tính toán thì kế không bằng với khoảng cách thật ở hiện trường thì hai trường hợp có thể xảy ra  $D_{\text{thực tế}} < D_{\text{tính toán}}$  hoặc  $D_{\text{thực tế}} > D_{\text{tính toán}}$

Trong cả hai trường hợp S<sub>1</sub> sẽ bị cố định sai và đường vượt thay vì là một đoạn thẳng sẽ trở thành đường cong trái chiều hay xoắn vận phát sinh sau tâm ghi.

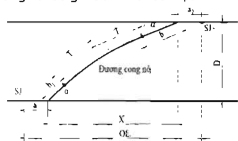


Hình 2.3: Đường vượt bị sai lệch so với thiết kế do khoảng cách giữa hai đường trong thiết kế sai khác so với hiện trường

Nhận xét: Khi đoàn tàu qua đường vượt sẽ có hiện tượng làm thẳng đường cong ngược chiều và điều này làm biến dạng bình đồ cũng như ảnh hưởng đến tiện nghi.

**2.1.2. Với góc tâm ghi khác nhau**

Trong trường hợp bị không chế bởi khoảng cách giữa hai đường và mặt bằng nơi đặt đường vượt có thể phải sử dụng hai bộ ghi đơn khác số hiệu.



Hình 2.4: Sơ đồ tính toán đường vượt (độ tuyến đơn) giữa hai đường khác góc tâm ghi có đường cong nối giữa chúng

$$(b_1 + T) \cdot \sin \alpha_1 + (T + b_2) \cdot \sin \alpha_2 = D$$

$$T = [D - (b_1 \cdot \sin \alpha_1 + b_2 \cdot \sin \alpha_2)] / (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) \tag{4}$$

$$T = R \cdot \text{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2) / 2] \tag{5}$$

$$X = (b_1 + T) \cdot \cos \alpha_1 + (T + b_2) \cdot \cos \alpha_2 \tag{6}$$

$$OL = X + a_1 + a_2 \tag{7}$$

Các công thức trên được xây dựng với điều kiện đường cong nối ngay sau các bộ ghi. Cũng có thể xây ra trường hợp để phù hợp với điều kiện hiện trường cần đoạn thẳng sau ghi thì có các công thức sau:

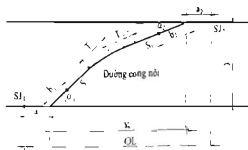
$$(b_1 + S_1 + T) \cdot \sin \alpha_1 + (T + S_2 + b_2) \cdot \sin \alpha_2 = D$$

$$T = [D - ((b_1 + S_1) \sin \alpha_1 + (b_2 + S_2) \sin \alpha_2)] / (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) \tag{8}$$

$$T = R \cdot \text{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2) / 2] \tag{9}$$

$$X = (b_1 + S_1 + T) \cdot \cos \alpha_1 + (b_2 + S_2 + T) \cdot \cos \alpha_2 \tag{10}$$

$$OL = X + a_1 + a_2 \tag{11}$$



Hình 2.5: Sơ đồ tính toán đường vượt (độ tuyến đơn) giữa hai đường khác góc tâm ghi có đoạn thẳng và đường cong nối

**2.2. Đường vượt giao cắt (độ tuyến kép) giữa hai đường song song trên đường thẳng**

Đường vượt giao cắt (độ tuyến kép) số hiệu 2/N giữa hai đường thẳng song song (Hình 2.2a) được xác định phụ thuộc vào thông số các bộ ghi đơn, khoảng cách giữa hai đường, cấu tạo và kích thước ghi thời số hiệu 2/N. Kích thước cơ bản của ghi thời số hiệu 2/N là:

Đường chéo lớn:  $A = S_0/\sin\alpha$ ; đường chéo nhỏ:  $B = S_0/\cos\alpha$ ; canh  $C = S_0/\sin 2\alpha$ .

Ở đây  $S_0$  - cự ly đường.

Các tâm của ghi thời số hiệu 2/N được thiết kế giống như tâm của các ghi đơn phổ thông. Tuy nhiên, lựa chọn cuối cùng về chiều dài ray chân thỏ của nó và của các ghi đơn phổ thông cần đưa ra sau khi xác định được tất cả các kích thước của độ tuyến kép. Bởi vì, khi khoảng cách giữa hai đường nhỏ, thì các ray chân thỏ này phải kéo dài ra. Vấn đề là ở chỗ khi khoảng cách nhỏ giữa hai đường thì bố trí tâm của các ghi đơn phổ thông và ghi thời sẽ đối đầu nhau (ví dụ các tâm 1, 3, 6 (Hình 2.2a) dẫn đến ray chân thỏ phía trong của tâm 1 và 3 cán làm ray hồ bánh cho tâm 6, còn các ray chân thỏ của tâm 6 làm ray hồ bánh của tâm 1 và 3. Để đạt được điều này thì các ray chân thỏ cần phải kéo dài ra.

Từ Hình 2.2b có:

$X = D \cdot \cot\alpha = D \cdot N$  (12)

$L = D/\sin\alpha$  (13)

$OL = X + 2.a$  (14)

Khoảng cách nhỏ nhất giữa hai đường được xác định bởi điều kiện lắp đặt ghi thời giữa bốn ghi rẽ:

$L \geq L_1 + 2.b$  (15)

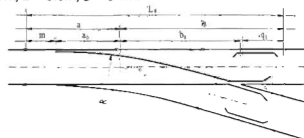
$L_1$  - Chiều dài tối thiểu đặt ghi thời, m.

Như vậy, khoảng cách nhỏ nhất để đạt được loại đường vượt trên (độ tuyến kép).

$D = (L_1 + 2.b) \sin\alpha$  (16)

**2.3. Một số ví dụ**

Với các số liệu của bộ ghi đơn theo Hình 2.6, chúng ta lập bảng tính các thông số của độ tuyến đơn và độ tuyến kép cho đường vượt khi khoảng cách giữa hai đường  $D = 4.9m$ ,  $D = 5.0m$ ,  $D = 5.1m$ .



Hình 2.6: Các kích thước chính bộ ghi đơn phổ thông

**Bảng 2.1. Bảng tính các thông số độ tuyến đơn và độ tuyến kép với  $D = 4.9m$**

Quốc gia	Loại ray	Số hiệu	Góc	Mẫu thiết kế	a	b	Độ tuyến đơn			Độ tuyến kép		
							X (m)	OL (m)	L (m)	X (m)	L (m)	OL (m)
Cộng hòa Liên bang Nga	P50	1/9	0°20'25"	2498.00.000-04	15.455	15.642	44.1	75.01	44.1	64.07	75.01	
		1/11	0°11'40"	2498.00.000-04	14.86	19.10	53.9	82.76	53.9	70.12	82.76	
		1/11	0°11'40"	1740.00.000-02	14.059	19.304	53.9	82.02	53.9	70.12	82.02	

**Bảng 2.2. Bảng tính các thông số độ tuyến đơn và độ tuyến kép với  $D = 5.0m$**

Quốc gia	Loại ray	Số hiệu	Góc	Mẫu thiết kế	a	b	Độ tuyến đơn			Độ tuyến kép		
							X (m)	OL (m)	L (m)	X (m)	L (m)	OL (m)
Cộng hòa Liên bang Nga	P50	1/9	0°20'25"	2498.00.000-04	15.455	15.642	45.0	75.91	45.0	65.26	75.91	
		1/11	0°11'40"	2498.00.000-04	14.43	19.10	55.0	83.86	55.0	71.23	83.86	
		1/11	0°11'40"	1740.00.000-02	14.059	19.304	55.0	83.12	55.0	71.23	83.12	

**Bảng 2.3. Bảng tính các thông số độ tuyến đơn và độ tuyến kép với  $D = 5.1m$**

Quốc gia	Loại ray	Số hiệu	Góc	Mẫu thiết kế	a	b	Độ tuyến đơn			Độ tuyến kép		
							X (m)	OL (m)	L (m)	X (m)	L (m)	OL (m)
Cộng hòa Liên bang Nga	P50	1/9	0°20'25"	2498.00.000-04	15.455	15.642	45.9	76.81	45.9	66.18	76.81	
		1/11	0°11'40"	2498.00.000-04	14.43	19.10	56.1	84.96	56.1	76.23	84.96	
		1/11	0°11'40"	1740.00.000-02	14.059	19.304	56.1	84.22	56.1	76.33	84.22	

Nhận xét:

- Với cùng loại ghi khi tăng khoảng cách giữa hai đường thì chiều dài độ tuyến đơn và độ tuyến kép tăng;
- Tùy theo khoảng cách giữa hai đường và giới hạn mặt bằng (chiều dài độ tuyến) mà lựa chọn loại ghi phù hợp để bố trí độ tuyến đơn hay độ tuyến kép;
- Với độ tuyến kép cần kiểm tra chiều dài L. Ví dụ với loại ghi 1/11 ray P50 khi  $D = 4.9m$  của Nga thì cần có điều kiện  $L \geq L_1 + 2.b$ . Ở đây, khi sử dụng loại đường vượt này quy định  $L_1 = 19.24m$ , mà  $L_1 + 2.b = 19.24 + 2 \cdot 19.1 = 57.44m$ . Như vậy,  $L = 54.12m < 57.44m$ . Do vậy, khoảng cách nhỏ nhất để đạt được loại đường vượt trên là  $D = (L_1 + 2.b) \sin\alpha = (19.24 + 2 \cdot 19.10) \cdot 0.090536 = 5.2m$ .

**3. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ**

Khi xây dựng đường mới hoặc cải tạo đường cũ cần đặt mới hoặc thay thế nhiều đường vượt. Mỗi loại đường vượt khi chế tạo đều có kích thước cụ thể.

Tùy theo nhu cầu vận chuyển, mặt bằng mà có thể bố trí đường vượt thông thường (độ tuyến đơn) và đường vượt giao cắt (độ tuyến kép).

Vấn đề bị giới hạn mặt bằng không chỉ gặp với đường sắt quốc gia mà còn liên quan nhiều đến đường sắt đô thị nơi cần bố trí nhiều đường vượt ở trước hoặc sau ga để làm tác nghiệp đảo tàu.

Nội dung bài báo đề xuất các công thức và ví dụ minh họa xác định vị trí và khả năng đặt đường vượt khi bị không chế về mặt bằng để làm cơ sở lựa chọn giải pháp bố trí đường vượt một cách hợp lý nhất.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Hồ sơ dự án tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông.
- [2]. Hồ sơ dự án tuyến đường sắt đô thị Nhổn - Ga Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Thanh Tùng và các tác giả (1988), *Kết cấu tầng trên đường sắt*, Trường Đại học GTVT.
- [4]. Lê Văn Cứ (2013), *Kết cấu tầng trên đường sắt*, NXB. Xây dựng.
- [5]. Lê Hải Hà (2013), *Nghiên cứu xác định vị trí đặt ghi trên mặt bằng tuyến đường sắt theo các loại hình đường giao khác nhau*, Đề tài T2013-CT22, Trường Đại học GTVT.

Ngày nhận bài: 10/4/2019

Ngày chấp nhận đăng: 5/5/2019

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Hữu Thiện  
ThS. Trần Anh Dũng