

Hệ thống vận chuyển không khí (part3)

Bởi:

Võ Chí Chính
Đình Văn Thuận

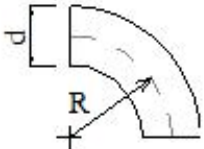
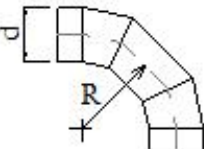

Xác định hệ tổn thất cục bộ theo chiều dài tương đương

Theo định nghĩa chiều dài tương đương là chiều dài của đoạn ống thẳng có tiết diện bằng tiết diện tính toán của chi tiết gây nên tổn thất cục bộ, nhưng có tổn thất tương đương nhau . Hay:

$$l_{tđ} = \xi \cdot d_{tđ} / \lambda \quad (9-32)$$

$$\Delta p_c = l_{tđ} \cdot \Delta p_1 \quad (9-33)$$

Chiều dài tương đương của cút tròn

Dạng cút tròn	Hình vẽ	R/d	a = l _{tđ} /d
- Cút 90°, cong liên tục		1,5	9
- Cút 90°, ghép từ 3 đoạn		1,5	17
- Cút 90°, ghép từ 5 đoạn		1,5	12

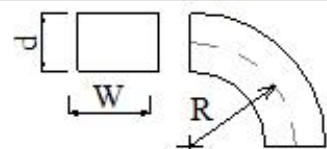
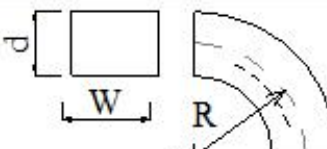
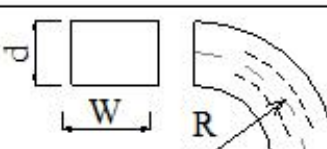
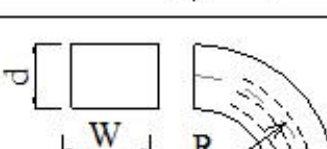
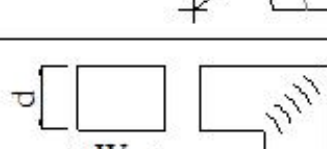
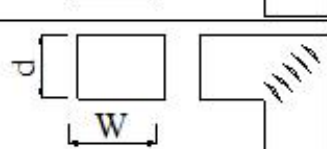
Chiều dài tương đương l_{tđ}

Trong đó:

R - Bán kính cong của tâm cút, mm

d- đường kính tiết diện cút, mm

Chiều dài tương đương của cút chữ nhật

Dạng cút tròn	Hình dạng	W/H	l_{td}/d
-Cút cong 90°, không cánh hướng $R=1,25.W$		0,5 1 3 6	5 7 8 12
-Cút cong 90°, 1 cánh hướng dòng, $R = 0,75.W$		0,5 1 3 6	8 10 14 18
-Cút cong 90°, 2 cánh hướng dòng, $R = 0,75.W$		0,5 1 3 6	7 8 10 12
-Cút cong 90°, 3 cánh hướng dòng, $R = 0,75.W$		0,5 1 3 6	7 7 8 10
-Cút thẳng góc 90°, có nhiều cánh hướng		0,5 1 3 6	8 10 12 13
-Cút thẳng góc 90°, nhiều cánh hướng dạng khí động		0,5 1 3 6	6 8 9 10

Chiều dài tương đương l_{td}

Tính toán thiết kế đường ống gió

Các phương pháp thiết kế đường ống gió

Hiện nay để thiết kế đường ống gió người ta sử dụng rất nhiều phương pháp khác nhau. Mỗi phương pháp có những ưu nhược điểm khác nhau, dưới đây chúng tôi xin trình bày các nét chính của các phương pháp đó.

Phương pháp tính toán lý thuyết:

Phương pháp này dựa vào các công thức lý thuyết và tính toán tuần tự kích thước đường ống tuần tự từ đầu đến cuối tuyến ống sao cho áp suất tĩnh ở các vị trí lắp các miệng thổi

và hút không đổi. Đây là phương pháp có thể coi là chính xác nhất. Tuy nhiên phương pháp này tính toán khá phức tạp.

Phương pháp giảm dần tốc độ.

Người thiết kế bằng kinh nghiệm của mình chủ động thiết kế giảm dần tốc độ theo chiều chuyển động của dòng không khí trong đường ống. Đây là phương pháp thiết kế tương đối nhanh nhưng phụ thuộc nhiều vào chủ quan người thiết kế và khó đánh giá được mức độ chính xác. Khi thiết kế theo phương pháp này hệ thống bắt buộc phải lắp các van điều chỉnh lưu lượng gió.

Phương pháp ma sát đồng đều:

Thiết kế hệ thống đường ống gió sao cho tổn thất trên 1 m chiều dài đường ống đều nhau trên toàn tuyến, ở bất cứ tiết diện nào và bằng tổn thất trên 1m chiều dài đoạn ống chuẩn. Đây là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất, nhanh và tương đối chính xác. Khác với các phương pháp khác là phải tính toán thiết kế đường ống một cách tuần tự, muốn xác định kích thước đoạn sau phải biết kích thước đoạn trước, phương pháp ma sát đồng đều cho phép xác định bất cứ đoạn ống nào trên mạng mà không cần phải biết kích thước các đoạn trước đó. Điều này rất phù hợp với thực tế thi công tại các công trường.

Phương pháp phục hồi áp suất tĩnh

Phương pháp phục hồi áp suất tĩnh xác định kích thước của ống dẫn sao cho tổn thất áp suất trên đoạn đó đúng bằng độ gia tăng áp suất tĩnh do sự giảm tốc độ chuyển động của không khí sau mỗi nhánh rẽ .

Phương pháp này tương tự phương pháp lý thuyết nhưng ở đây để thiết kế người ta chủ yếu sử dụng các đồ thị.

Ngoài các phương pháp trên người ta còn sử dụng một số phương pháp sau đây:

- Phương pháp T
- Phương pháp tốc độ không đổi
- Phương pháp áp suất tổng.

Phương pháp thiết kế lý thuyết

Phương pháp lý thuyết là phương pháp xác định kích thước đường ống sao cho đảm bảo phân bố cột áp tĩnh tại các miệng thổi đều nhau trên cơ sở tính toán lý thuyết.

Hệ thống vận chuyển không khí (part3)

Gọi cột áp tĩnh tại các miệng thổi là H_1, H_2, \dots, H_n .

Điều kiện là:

$$H_1 = H_2 = \dots = H_n \quad (9-34)$$

Hay:

$$\rho \cdot \frac{\omega_1^2}{2} = \rho \cdot \frac{\omega_2^2}{2} + \Delta p_{1-2} = \rho \cdot \frac{\omega_3^2}{2} + \Delta p_{1-3} = \dots = \rho \cdot \frac{\omega_n^2}{2} + \Delta p_{1-n} \quad (9-35)$$

Trên cơ sở công thức đó, phương pháp tính toán lý thuyết tiến hành theo các bước sau:

Bước 1 - Chọn tốc độ đoạn ống đầu tiên ω_1 .

- Dựa vào lưu lượng gió tổng đầu vào, xác định kích thước của đoạn ống đầu tiên:

$$F_1 = \frac{L_1}{\omega_1} = a_1 \cdot b_1 \quad (9-36)$$

- Dựa vào kích thước thiết kế đã chọn, xác định đường kính tương đương của đoạn ống đầu tiên theo bảng hoặc công thức tính toán.

$$d_{tt} = 1,3 \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,25}}, \text{ mm} \quad (9-37)$$

- Xác định tổng trở lực từ vị trí miệng thổi đầu tiên đến miệng thổi thứ 2. Tổng thất áp suất có thể tính hoặc tra theo đồ thị.

$$\Delta p_{1-2} = \Sigma \Delta p_{1-2}^{ms} + \Sigma \Delta p_{1-2}^{cb} \quad (9-37)$$

Bước 2 - Xác định tốc độ các đoạn tiếp theo ω_2 dựa vào phương trình:

$$\omega_2 = \sqrt{\omega_1^2 - \frac{2 \cdot \Delta p_{1-2}}{\rho}} \quad (9-38)$$

trong đó Δp_{1-2} tổng tổn thất áp suất từ vị trí lắp miệng thổi 1 đến vị trí miệng thổi 2 (hoặc đoạn rẽ nhánh vào các miệng thổi)

Kiểm tra lại so với giá trị được chọn trước đó, nếu sai lệch lớn cần tính lặp lại.

- Dựa vào lưu lượng gió đoạn ống kế tiếp, xác định kích thước của nó:

$$F_2 = \frac{L_2}{\omega_2} = a_2 \cdot b_2 \quad (9-39)$$

- Xác định đường kính tương đương đoạn ống kế tiếp

Bước 3 - Tiếp tục xác định tuần tự tốc độ và kích thước các đoạn kế tiếp cho đến đoạn cuối cùng của tuyến ống như đã tính ở bước 2

Phương pháp lý thuyết có các đặc điểm sau:

- Các kết quả tính toán chính xác, tin cậy cao.
- Tính toán tương đối dài và phức tạp, nên thực tế ít sử dụng.

Phương pháp giảm dần tốc độ

Nội dung của phương pháp giảm dần tốc độ là người thiết kế bằng kinh nghiệm của mình lựa chọn tốc độ đoạn ống chính trên cơ sở độ ồn cho phép và chủ động giảm dần tốc độ các đoạn kế tiếp dọc theo chiều chuyển động của không khí.

Phương pháp giảm dần tốc độ được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: - Chọn tốc độ trên đường ống chính trước khi rẽ nhánh ω_1 .

- Dựa vào lưu lượng xác định kích thước đoạn ống chính:

$$F_i = \frac{L_i}{\omega_i} = a_i \cdot x b_i \quad (9-40)$$

Bước 2: Chủ động giảm dần tốc độ gió dọc theo tuyến ống chính và ống rẽ nhánh $\omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$

- Trên cơ sở lưu lượng và tốc độ trên mỗi đoạn tiến hành tính toán kích thước của các đoạn đó.

$$F_i = \frac{L_i}{\omega_i} = a_i \cdot x b_i \quad (9-41)$$

Bước 3: Dựa vào đồ thị xác định tổn thất áp suất theo tuyến ống dài nhất (tuyến có trở lực lớn nhất). Tổng trở lực theo tuyến này là cơ sở để chọn quạt.

Phương pháp giảm dần tốc độ có nhược điểm là phụ thuộc nhiều vào chủ quan của người thiết kế, vì thế các kết quả là rất khó đánh giá.

Đây là một phương pháp đơn giản, cho phép thực hiện nhanh nhưng đòi hỏi người thiết kế phải có kinh nghiệm.

Chỉ nên sử dụng phương pháp này cho trường hợp hệ thống đường ống đơn giản ngắn, gọn. Đối với hệ thống đường ống phức tạp nên lựa chọn phương pháp khác.

Phương pháp ma sát đồng đều

Nội dung của phương pháp ma sát đồng đều là thiết kế hệ thống đường ống gió sao cho tổn thất áp suất trên 1m chiều dài đường ống bằng nhau trên toàn tuyến ống. Phương pháp ma sát đồng đều cũng đảm bảo tốc độ gió trên đường ống giảm dần theo chiều chuyển động và do đó một phần áp suất động được biến đổi thành áp suất tĩnh vì vậy đảm bảo phân bố gió đều.

Phương pháp ma sát đồng đều thường hay được sử dụng cho đường ống gió tốc độ thấp với chức năng cấp gió, hồi gió và thải gió.

Theo phương pháp này, có hai hướng lựa chọn để thiết kế:

- *Cách 1:* Chọn tiết diện đoạn đầu nơi gần quạt làm tiết diện điển hình, chọn tốc độ chuyển động thích hợp của không khí cho đoạn đó. Từ đó xác định kích thước đoạn ống điển hình, xác định tổn thất ma sát trên 1m chiều dài của đoạn ống điển hình. Giá trị tổn thất đó được coi là chuẩn trên toàn tuyến ống.

- *Cách 2:* Chọn tổn thất áp suất hợp lý và giữ nguyên giá trị đó trên toàn bộ hệ thống đường ống gió. Trên cơ sở lưu lượng từng đoạn đã biết tiến hành xác định kích thước từng đoạn.

Cách 2 có nhược điểm là lựa chọn tổn thất thế nào là hợp lý. Nếu chọn tổn thất bé thì kích thước đường ống lớn chi phí đầu tư tăng, nhưng nếu chọn tốc độ lớn sẽ gây ồn, chi phí vận hành tăng. Người ta khuyên rằng đối với hệ thống tốc độ thấp nên chọn tổn thất $\Delta p = 1 \pm 0,5 \text{ N/m}^2$ cho 1 m chiều dài đường ống.

Trên thực tế người ta chọn cách thứ nhất vì tốc độ gió cho ở các bảng là các thông số đã được xác định dựa trên tính toán kinh tế kỹ thuật đã cân nhắc đến các yếu tố nêu trên. Sau đây là các bước thiết kế theo cách thứ nhất.

Bước 1:

- Lựa chọn tiết diện đầu làm tiết diện điển hình.
- Chọn tốc độ gió cho tiết diện đó ω_1
- Tính kích thước đoạn ống điển hình:

$$F_1 = \frac{L_1}{\omega_1} = a_1 \cdot x b_1$$

- Xác định đường kính tương đương đoạn ống điển hình theo bảng.
- Từ lưu lượng, đường kính tương đương xác định tổn thất áp suất cho 1 m ống tiết diện điển hình (theo đồ thị hình 9-9) . Giá trị đó được cố định cho toàn tuyến.

Bước 2:

Trên cơ sở tổn thất chuẩn tính kích thước các đoạn còn lại dựa vào lưu lượng đã biết.

Tuy nhiên để tiện lợi cho việc tính toán người ta đã đưa ra số liệu tính toán trên bảng 9-48. Theo bảng này nếu lấy tiết diện và lưu lượng đoạn ống điển hình làm chuẩn thì có thể xác định tỷ lệ % của đoạn ống bất kỳ so với đoạn ống chuẩn này khi biết được tỷ lệ % lưu lượng của đoạn ống đó so với đoạn ống điển hình.

- Xác định tỷ lệ % lưu lượng của các đoạn ống theo tiết diện điển hình:

$$k_1^L = \frac{L_1}{L_1} \cdot 100\%$$

- Căn cứ vào bảng 9-48 xác định tỷ lệ % về tiết diện

của các đoạn ống

- Xác định kích thước của các đoạn ống theo tỷ lệ % so với tiết diện đoạn ống điển hình F_1

$$F_1 = k_1^F \cdot F_1 = a_1 \cdot x b_1$$

Bước 3:

Tổng trở lực đoạn ống có chiều dài tổng lớn nhất là cơ sở để chọn quạt dàn lạnh.

ΣL - Tổng chiều dài của các đoạn ống trên tuyến đang xét, m;

ΣL_{td} - Tổng chiều dài tương đương của các tổn thất cục bộ, m;

Δp_1 - Tổn thất áp suất trên 1 m chiều dài đường ống (Giá trị cố định), N/m^3

Lưu lượng, %	Tiết diện %	Lưu lượng, %	Tiết diện %	Lưu lượng, %	Tiết diện %	Lưu lượng, %	Tiết diện %
1	2,0	26	33,5	51	59,0	76	81,0
2	3,5	27	34,5	52	60,0	77	82,0
3	5,5	28	35,5	53	61,0	78	83,0
4	7,0	29	36,5	54	62,0	79	84,0
5	9,0	30	37,5	55	63,0	80	84,5
6	10,5	31	39,0	56	64,0	81	85,5
7	11,5	32	40,0	57	65,0	82	86,0
8	13,0	33	41,0	58	65,5	83	87,0
9	14,5	34	42,0	59	66,5	84	87,5
10	16,5	35	43,0	60	67,5	85	88,5
11	17,5	36	44,0	61	68,0	86	89,5
12	18,5	37	45,0	62	69,0	87	90,0
13	19,5	38	46,0	63	70,0	88	90,5
14	20,5	39	47,0	64	71,0	89	91,5
15	21,5	40	48,0	65	71,5	90	92,0
16	24,0	41	49,0	66	72,5	91	93,0
17	24,0	42	50,0	67	73,5	92	94,0
18	25,0	43	51,0	68	74,5	93	94,5
19	26,0	44	52,0	69	75,5	94	95,0
20	27,0	45	53,0	70	76,5	95	96,0
21	28,0	46	54,0	71	77,0	96	96,5
22	29,5	47	55,0	72	78,0	97	97,5
23	30,5	48	56,0	73	79,0	98	98,0
24	31,5	49	57,0	74	80,0	99	99,0
25	32,5	50	58,0	75	80,5	100	100

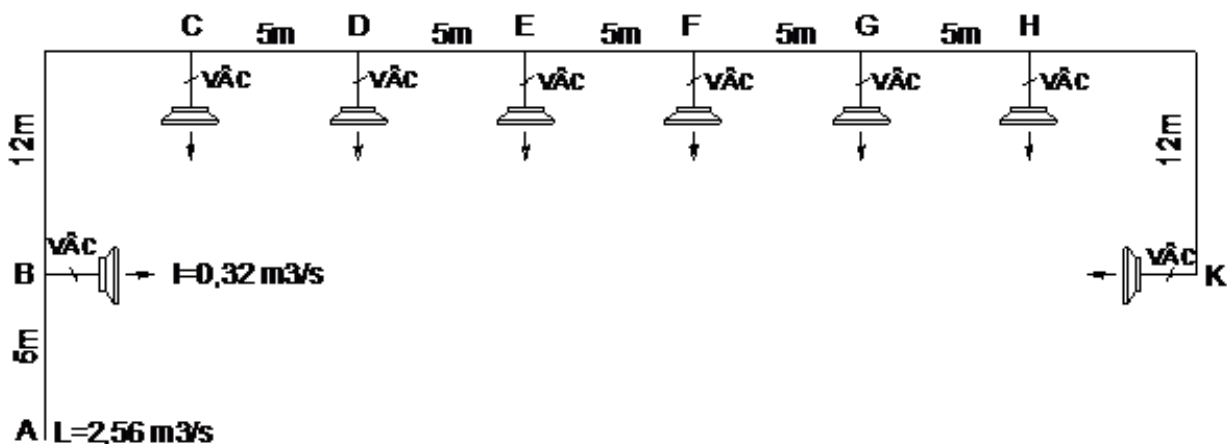
Xác định tỷ lệ phần trăm tiết diện theo phương pháp ma sát đồng đều

Đặc điểm của phương pháp:

- Phương pháp ma sát đồng đều có ưu điểm là thiết kế rất nhanh, người thiết kế không bắt buộc phải tính toán tuần tự từ đầu tuyến ống đến cuối mà có thể tính bất cứ đoạn ống nào tùy ý, điều này có ý nghĩa trên thực tế thi công ở công trường.
- Phương pháp ma sát đồng đều cũng đảm bảo tốc độ giảm dần dọc theo chiều chuyển động, có độ tin cậy cao hơn phương pháp giảm dần tốc độ.
- Không đảm bảo phân bố lưu lượng đều trên toàn tuyến nên các miệng thổi cần phải bố trí thêm van điều chỉnh.
- Việc lựa chọn tổn thất cho 1m ống khó khăn. Thường chọn $\Delta p = 0,5 - 1,5 \text{ N/m}^2$ cho 1 m ống
- Phương pháp ma sát đồng đều được sử dụng rất phổ biến.

Ví dụ 1:

Giả sử có một đường ống gió có 8 miệng thổi với chiều dài các đoạn thể hiện trên hình 9-18. Lưu lượng yêu cầu cho mỗi miệng thổi là $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$. Thiết kế hệ thống đường ống gió theo phương pháp ma sát đồng đều.



Sơ đồ đường ống

Bước 1: Chọn và xác định các thông số tiết diện điển hình

- Chọn đoạn đầu tiên AB làm tiết diện điển hình. Lưu lượng gió qua tiết diện đầu là

$$L_1 = 8 \times 0,32 = 2,56 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Chọn tốc độ đoạn đầu $\omega_1 = 8 \text{ m/s}$.

- Diện tích tiết diện đoạn ống đầu: $f_1 = L_1/\omega_1 = 2,56 / 8 = 0,32 \text{ m}^2$

- Chọn kích thước đoạn đầu: $a_1 \times b_1 = 800 \times 400 \text{ mm}$

- Tra bảng (9-3) ta có đường kính tương đương của đoạn ống điển hình là: $d_{td} = 609 \text{ mm}$

- Dựa vào lưu lượng $L_1 = 2560 \text{ L/s}$ và $d_{td} = 609 \text{ mm}$ tra đồ thị ta được tổn thất áp suất cho 1 mét ống là: $\Delta p_1 = 1,4 \text{ Pa/m}$.

Bước 2: Tính toán kích thước các đoạn ống còn lại

Trên cơ sở tỷ lệ phần trăm lưu lượng của các đoạn kế tiếp ta xác định được tỷ lệ phần trăm diện tích của nó, xác định kích thước $a_i \times b_i$ của các đoạn đó, xác định diện tích thực và tốc độ thực.

Bảng 9.50. Kết quả tính toán

Đoạn	Lưu lượng		Tiết diện		Tốc độ	Kích thước a x b (mm)
	%	m ³ /s	%	m ²		
AB	100	2,56	100	0,32	8 m/s	800 x 400
BC	87,5	2,24	90,2	0,289	7,76	725 x 400
CD	75	1,92	80,5	0,258	7,45	600 x 400
DE	62,5	1,60	70	0,224	7,14	550 x 400
EF	50	1,28	58	0,186	6,90	475 x 400
FG	37,5	0,96	46	0,147	6,52	475 x 300
GH	25	0,64	32,5	0,104	6,15	350 x 300
HK	12,5	0,32	19,5	0,062	5,13	300 x 200

Tính tổng trở lực

Đoạn	Chi tiết	d _{tt} , mm	Chiều dài, m	Chiều dài tương đương, m
AB	Đường ống	609	5	
BC	Đường ống Cút	583	12	4,1
CD	Đường ống	533	5	
DE	Đường ống	511	5	
EF	Đường ống	476	5	
FG	Đường ống	410	5	
GH	Đường ống Cút	354	12	2,5
HK	Đường ống	266	5	

Tổng chiều dài tương đương của đoạn AK là 60,6m bao gồm các đoạn ống thẳng và chiều dài tương đương của các cút.

Tổng trở lực đường ống:

$$\Sigma \Delta p = 60,6 \times 1,4 = 84,84 \text{ Pa}$$

Phương pháp phục hồi áp suất tĩnh

Nội dung của phương pháp phục hồi áp suất tĩnh xác định kích thước của ống dẫn sao cho tổn thất áp suất trên đoạn đó đúng bằng độ gia tăng áp suất tĩnh do sự giảm tốc độ chuyển động của không khí sau mỗi nhánh rẽ.

Phương pháp phục hồi áp suất tĩnh được sử dụng cho ống cấp gió, không sử dụng cho ống hồi. Về thực chất nội dung của phương pháp phục hồi áp suất tĩnh giống phương

pháp lý thuyết , tuy nhiên ở đây người ta căn cứ vào các đồ thị để xác định tốc độ đoạn ống kế tiếp.

Các bước tính thiết kế:

Bước 1: - Chọn tốc độ hợp lý của đoạn ống chính ra khỏi quạt ω_1 và tính kích thước đoạn ống đó.

Bước 2: Xác định tốc độ đoạn kế tiếp như sau

- Xác định tỉ số $L_{td}/Q^{0,61}$ dựa vào tính toán hoặc đồ thị (hình 9-16) cho đoạn ống đầu.

trong đó

L_{td} - Chiều dài tương đương của đoạn đầu gồm chiều dài thực đường ống cộng với chiều dài tương đương tất cả các cút.

Q - lưu lượng gió trên đoạn đầu

- Dựa vào tốc độ đoạn đầu ω_1 và tỷ số $a = L_{td}/Q^{0,61}$, theo đồ thị hình 9-13, xác định tốc độ đoạn ống tiếp theo , tức là tốc độ sau đoạn rẽ nhánh thứ nhất ω_2 .

- Xác định kích thước đoạn ống thứ 2

$$F_2 = L_2/\omega_2$$

Bước 3: Xác định tốc độ và kích thước đoạn kế tiếp như đã xác định với đoạn thứ 2

Đặc điểm của phương pháp phục hồi áp suất tĩnh

- Đảm bảo phân bố lưu lượng đều và do đó hệ thống không cần van điều chỉnh.

- Tốc độ cuối tuyến ống thấp hơn nên đảm bảo độ ồn cho phép.

- Khối lượng tính toán tương đối nhiều.

- Kích thước đường ống lớn hơn các cách tính khác nhất là các đoạn rẽ nhánh, nên chi phí đầu tư cao.