

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG TRO XỈ NGHIÊN MỊN ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT BÊ TÔNG HẠT NHỎ ĐỘ CHẢY CAO

ThS. NGUYỄN THỊ QUỲNH NHƯ

Khoa cơ bản, Trường ĐH GTVT

ThS. TẠ THỊ HUỆ

Khoa công trình, Phân hiệu Tại TPHCM, Trường ĐH GTVT

## TÓM TẮT:

Nghiên cứu trình bày ảnh hưởng của hàm lượng tro xỉ nghiền mịn đến một số tính chất của bê tông tổng hạt nhỏ độ chảy cao. Kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng khi thay thế xi măng với hàm lượng tro xỉ nghiền mịn (10-30%) làm giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông. Tăng hàm lượng tro xỉ làm giảm cường độ chịu nén và kéo uốn ở tuổi 3, 7 ngày. Ở tuổi 28 ngày, cường độ chịu nén và kéo uốn của bê tông tro xỉ tương đương bê tông 100% xi măng. Nghiên cứu chỉ ra rằng có thể sử dụng tro xỉ nghiền mịn như phụ gia khoáng thay thế xi măng.

**Từ khóa:** Tro xỉ nghiền mịn, bê tông hạt nhỏ độ chảy cao, tính công tác, cường độ kéo uốn, cường độ chịu nén.

## ABSTRACT:

This study presented the effect of ground coal bottom ash content on properties of high flow fine -grain concrete. Experimental results shows that the coal bottom ash replacement of cement decreased the slump flow of concrete. Increasing coal bottom ash content decreased compressive strength of concrete at 3, 7 days, however similar to that of the control concrete (100% cement). The ground coal bottom ash could be used as a mineral admixture for concrete.

**Keywords:** ground coal bottom ash, high flow fine -grain concrete, slump flow, compressive strength, flexural strength.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ngành công nghiệp xây dựng của nước ta đang phát triển rất nhanh, đáp ứng với tốc độ phát triển của nền kinh tế quốc dân, nhu cầu sử dụng vật liệu xây dựng ngày càng lớn, cả về số lượng và chất lượng, trong đó xi măng là loại vật liệu xây dựng rất quan trọng trong thành phần vật liệu Bê tông. Theo Quy hoạch phát triển công nghiệp xi măng được Chính phủ phê duyệt 1, nhu cầu xi măng ở Việt Nam năm 2005 là 29 triệu tấn, 2010 là 46 triệu tấn, 2015 là 62 triệu tấn và đến 2020 là 68-70 triệu tấn.

Tro xỉ nhiệt điện là loại phế thải công nghiệp phát sinh nhiều nhất ở nước ta hiện nay. Tuy nhiên, việc thu hồi, chế biến và sử dụng tro xỉ cho sản xuất vật liệu xây dựng chưa đáng kể so với lượng phế thải phát sinh. Việc tận dụng phế thải tro xỉ không những làm giảm thiểu ô nhiễm môi trường, mà còn mang lại hiệu quả kinh tế bằng cách tạo nên các sản phẩm có giá trị và tiết kiệm được diện tích đất lớn làm bãi chôn và chôn lấp.

Việc kết hợp phụ gia khoáng, còn được gọi là chất kết dính phụ thêm (Supplementary cementitious material-SCM) có ảnh hưởng đến quá trình và mức độ thủy hóa của xi măng. Sự có mặt của SCM dẫn đến sự thay đổi về hàm lượng và loại sản phẩm thủy hóa hình thành, sau đó là thể tích, độ rỗng và cuối cùng dẫn đến các tính chất cơ học và độ bền của bê tông [1]. Cơ chế thủy hóa của xi măng có chứa SCM phức tạp hơn quá trình thủy hóa của nguyên xi măng. Bởi vì phản ứng thủy hóa của xi măng và phụ gia khoáng có thể xảy ra song hành và tương tác với nhau, hoặc được giả thuyết phản ứng

thủy hóa xi măng xảy ra trước sau đó là phản ứng của SCM [1,2]. Ảnh hưởng của SCM đến sự thủy hóa của xi măng được tạo nên bởi hiệu ứng hóa học và vật lý. Hiệu ứng hóa học được tạo nên bởi phản ứng pozzolanic giữa silica vô định hình của SCM với Ca (OH)<sub>2</sub> sinh ra bởi quá trình thủy hóa xi măng, ví như silica fume, tro trấu, tro bay [3, 4, 5], và/hoặc bởi phản ứng thủy hóa của chính SCM, ví như xỉ lò cao nghiền mịn [1, 6]. Hiệu ứng vật lý được tạo nên bởi không gian thêm cho quá trình thủy hóa xi măng do tỷ lệ nước/xi măng (N/X) lớn hơn, và được tạo nên bởi bề mặt tạo mầm hạt nhân lớn hơn cho quá trình đông tụ của các sản phẩm thủy hóa xi măng [1, 6, 7]. Ngoài ra, SCM còn có chức năng điền đầy vào các lỗ rỗng trong bê tông làm tăng độ đặc, sau đó là cường độ và độ bền của bê tông [1. 7].

Trong nghiên cứu này ảnh hưởng của hàm lượng tro xỉ nghiền mịn đến một số tính chất bê tông hạt nhỏ độ chảy cao sẽ được nghiên cứu.

## 2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

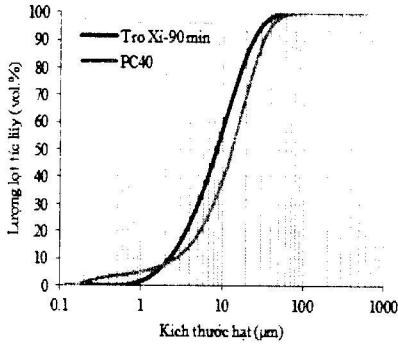
Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu gồm xi măng, cát hạt thô (cát vàng), cát hạt mịn miền Trung, phụ gia khoáng (tro bay, xỉ nhiệt nghiền mịn Vũng Áng), phụ gia siêu dẻo được sử dụng để chế tạo bê tông xi măng. Tro xỉ trong nghiên cứu này được nghiền mịn trong thời gian 90 phút. Thành phần hạt phân tích lazer của tro xỉ và xi măng được trình bày trong hình 1. Cấu trúc hạt và thành phần hóa của tro xỉ được trình bày trong hình 2 và bảng 1.



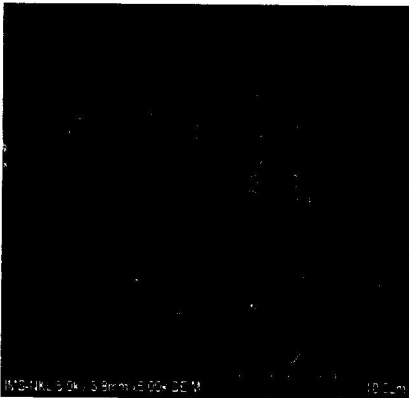
**Bảng 1. Thành phần hóa (%) của tro xỉ nhiệt điện Vũng Áng**

Oxits	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MKN
Tro xỉ	59-61	5,0-8	18-22	0,8-1	0,5	0,1	2,6-3,3	0,3	3,4-7

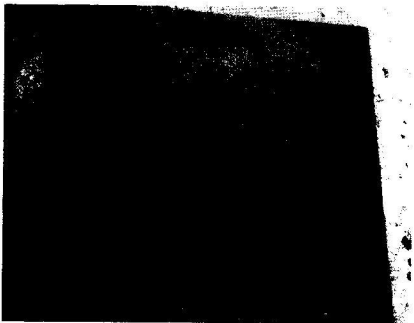
Tro xỉ đáy lò của nhà máy nhiệt điện Vũng Áng sau khi lấy về được sấy khô, gồm kích thước hạt lớn hơn và nhỏ hơn 5 mm, như trình bày trong Hình 1.



**Hình 1. Phân bố kích thước hạt Lazer của tro xỉ và xi măng PC40**



**Hình 2. Tro xỉ dưới kính hiển vi điện tử SEM**



**Hình 3. Bột tro xỉ nghiền mịn sau 90 phút**

**2.2. Phương pháp nghiên cứu.**

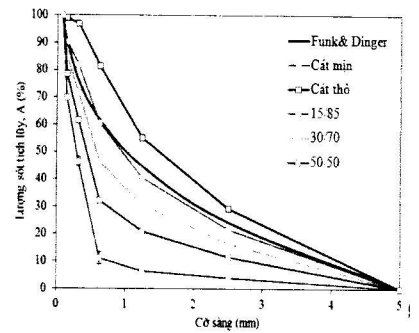
Độ chảy lan và thời gian chảy T250 của hỗn hợp bê tông hạt nhỏ được xác định bằng phương pháp mini côn, có kích thước đường kính đáy

lớn 100 mm ± 0,5 mm, đáy nhỏ 70 mm ± 0,5 mm, chiều cao 60 mm ± 0,5 mm. Thời gian T250 được xác định khi hỗn hợp BTHN đạt đến đường kính 250 mm. Sau 120 giây, độ chảy lan của hỗn hợp BTHN được xác định thông qua giá trị đo trung bình hai đường kính vuông góc với nhau. Các mẫu thử xác định cường độ chịu nén có kích thước 40x40x160 mm theo tiêu chuẩn. Mẫu thử được bảo dưỡng trong 3 điều kiện: điều kiện chuẩn trong nước ở 20oC, điều kiện mô phỏng tự nhiên thời tiết nóng khắc nghiệt như ở hình 3 và trong điều kiện dưỡng hộ nhiệt ẩm (dưỡng hộ 2 ngày trong điều kiện nhiệt ẩm t = 90±5oC, RH = 100%, sau đó tiếp tục dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn đến tuổi cần thí nghiệm). Cường độ chịu nén của các mẫu bê tông hạt nhỏ được xác định ở các tuổi 3,7 và 28 ngày.

**2.3 Thiết kế thành phần cấp phối bê tông hạt nhỏ có độ chảy cao**

Mục tiêu của nghiên cứu là chế tạo được bê tông hạt nhỏ có độ chảy cao cường độ chịu nén từ 40 - 80 MPa. Trong thiết kế này đường biểu diễn thành phần cấp phối hạt của hỗn hợp cốt liệu với các tỷ lệ cát mịn /cát thô khác nhau được

trình diễn trong Hình 4. Có thể thấy rằng, tỷ lệ cát mịn /cát thô =15/85 cho hỗn hợp cốt liệu phù hợp với đường cong lý thuyết nhất. Do vậy tỷ lệ cát mịn /cát thô =15/85 được lựa chọn để tính toán thành phần cấp phối BTHN.



**Hình 4. Thành phần cấp phối hạt của cốt liệu**

Trên cơ sở vật liệu lựa chọn như trên, cùng chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của bê tông hạt nhỏ, thành phần cấp phối BTHN được thiết kế. Yêu cầu của BTHN là độ chảy cao (260-280mm) và cường độ cao (40-80 MPa). Thành phần cấp phối của bê tông hạt nhỏ độ chảy cao được xác định theo lý thuyết thể tích đặc tuyệt đối. Tỷ lệ N/X được xác định theo cường độ [8, 9], tro xỉ được thay thế xi măng với hàm lượng 10, 20, 30 % theo khối lượng, như được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3. Thành phần của từng cấp phối**

Cấp phối	Tro xỉ (g)	Phụ gia (g)	Xi măng (g)	Nước (g)	Cát MC (g)	Cát vàng (g)
100%XM	0	6,39	639	238	219	1239
10%TX	63,9	6,39	575,1	238	219	1239
20%TX	127,8	6,39	511,2	238	219	1239
30%TX	191,7	6,39	447,3	238	219	1239

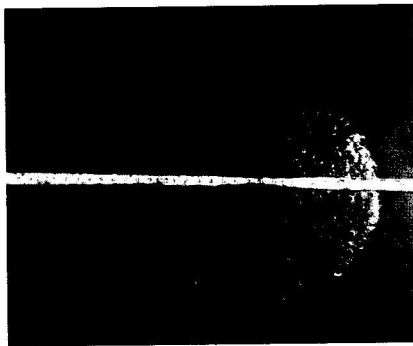
### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng tro xỉ nghiền mịn đến tính công tác

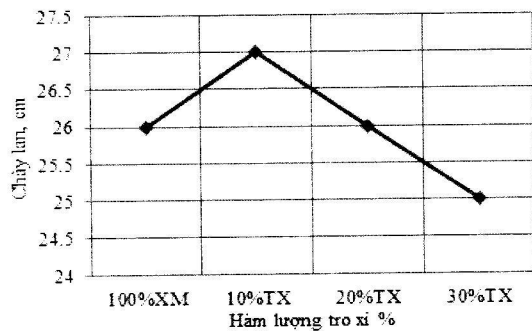
Tính công tác của hỗn hợp bê tông được đánh giá thông qua độ chảy lan, được trình bày trong Bảng 4 và hình 5. Ảnh hưởng của hàm lượng xỉ nghiền mịn được trình bày trong Hình 6.

Bảng 4. Tính công tác của các cấp phối BTHN

Cấp phối	Tro xỉ (g)	Phụ gia (g)	Xi măng (g)	Nước (g)	Cát mịn MC (g)	Cát Vàng (g)	Chảy lan (cm)
100%XM	0	6,39	639	238	219	1239	26
10%TX	63,9	6,39	575,1	238	219	1239	27
20%TX	127,8	6,39	511,2	238	219	1239	26
30%TX	191,7	6,39	447,3	238	219	1239	25



Hình 5. Thí nghiệm đo độ chảy lan khi bổ sung tro xỉ



Hình 6. Tính công tác của bê tông hạt nhỏ khi có tro xỉ

Theo Kết quả nghiên cứu khi bổ sung hàm lượng tro xỉ nghiền mịn vào hỗn hợp bê tông hạt làm thay đổi tính công tác của bê tông hạt nhỏ. Tăng hàm lượng tro xỉ từ 10 đến 30% làm giảm độ chảy loang, tính công tác của hỗn hợp bê tông.

#### 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng tro xỉ đến cường độ chịu nén của bê tông hạt nhỏ có độ chảy cao

Cường độ chịu nén của bê tông được trình bày trong Bảng 5, 6, 7 và hình 7. Lượng dùng xi măng được thay thế bởi tro xỉ nghiền mịn với hàm lượng 10, 20, 30%.

Bảng 5. Cường độ chịu nén ở tuổi 3 ngày

Cấp phối	Cường độ chịu nén từng mẫu (Mpa)						Cường độ chịu nén trung bình (Mpa)
	1	2	3	4	5	6	
100%XM	32,68	33,29	33,10	38,06	36,84	33,55	34,59
10%TX	37,01	37,56	37,43	36,01	32,80	32,17	35,50
20%TX	29,51	37,67	34,94	35,00	38,33	38,98	35,74
30%TX	29,28	30,45	37,19	37,63	26,84	28,11	31,58

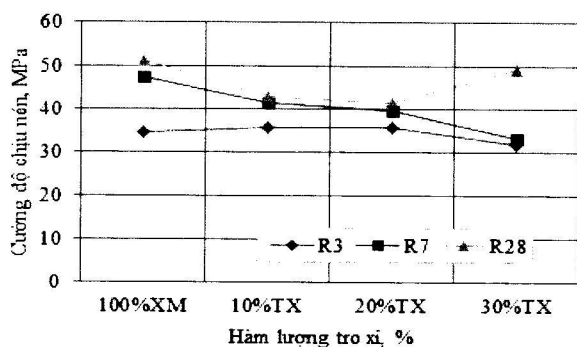
Bảng 6. Cường độ chịu nén ở tuổi 7 ngày

Cấp phối	Cường độ chịu nén từng mẫu (Mpa)						Cường độ chịu nén trung bình (Mpa)
	1	2	3	4	5	6	
100%XM	42,96	36,46	48,04	56,47	49,41	52,14	47,58
10%TX	40,99	41,39	40,69	43,20	42,98	39,66	41,49
20%TX	36,60	38,88	39,35	38,84	43,02	40,77	39,58
30%TX	32,17	36,66	36,76	32,56	33,53	27,70	33,23



**Bảng 7. Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày**

Cấp phối	Tải trọng phá hoại (kN)						Tải trọng phá hoại trung bình (kN)	Cường độ chịu nén trung bình (Mpa)
	1	2	3	4	5	6		
100%XM	71,07	75,25	85,83	87,46	79,65	95,39	82,44	51,53
10%TX	65,23	66,31	61,77	70,12	75,86	70,23	68,25	42,66
20%TX	46,48	56,85	71,65	63,12	78,13	79,29	65,92	41,20
30%TX	89,54	78,24	91,08	89,46	53,86	71,22	78,90	49,31



**Hình 7. Cường độ chịu nén của BTHN khi có tro xi nghiền mịn**

Theo kết quả nghiên cứu, việc thay thế xi măng bằng tro xỉ với hàm lượng 10-30% làm giảm cường độ bê tông ở tuổi 3, 7 ngày. Ở tuổi 28 ngày với 30% hàm lượng tro xỉ thay thế, cường độ bê tông tương đương cường độ bê tông 100% xi măng. Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày cường độ chịu nén đều lớn hơn 40Mpa.

**3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng tro xỉ đến cường độ chịu kéo uốn của bê tông hạt nhỏ có độ chảy cao**

Cường độ kéo uốn của bê tông được trình bày trong Bảng 8, 9, 10 và hình 8. Lượng dùng xi măng được thay thế bởi tro xỉ nghiền mịn với hàm lượng 10, 20, 30%.

**Bảng 8. Cường độ chịu kéo uốn tuổi 3 ngày**

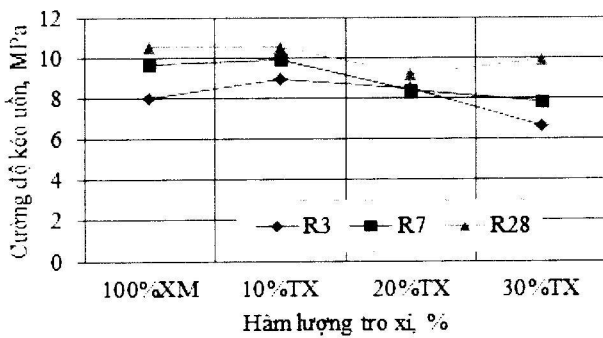
Cấp phối	Cường độ chịu kéo uốn (Mpa)			Cường độ chịu kéo uốn trung bình (Mpa)
	1	2	3	
100%XM	7,38	8,18	8,53	8,03
10%TX	8,84	8,67	9,28	8,93
20%TX	7,92	9,26	8,27	8,48
30%TX	6,94	6,52	6,40	6,62

**Bảng 9. Cường độ chịu kéo uốn tuổi 7 ngày**

Cấp phối	Cường độ chịu kéo uốn (Mpa)			Cường độ chịu kéo uốn trung bình (Mpa)
	1	2	3	
100%XM	8,77	11,20	9,12	9,70
10%TX	7,31	12,14	10,38	9,95
20%TX	9,38	7,80	8,18	8,45
30%TX	6,35	6,70	10,52	7,86

**Bảng 10. Cường độ chịu kéo uốn tuổi 28 ngày**

Cấp phối	Tải trọng phá hoại (kN)			Tải trọng phá hoại trung bình (kN)	Cường độ chịu kéo uốn trung bình (Mpa)
	1	2	3		
100%XM	4,23	4,59	4,7	4,51	10,56
10%TX		4,69	4,32	4,51	10,56
20%TX	4,25	4,21	3,29	3,92	9,18
30%TX	4,35	4,68	3,63	4,22	9,89



Hình 8. Cường độ chịu kéo uốn của BTHN khi có tro xỉ nghiền mịn

Tương tự như kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén, việc thay thế xi măng bằng tro xỉ với hàm lượng 10-30% làm giảm cường độ bê tông ở tuổi 3, 7 ngày. Ở tuổi 28 ngày, cường độ bê tông tro xỉ tương đương cường độ bê tông 100% xi măng. Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày cường độ chịu nén đều lớn hơn 9 MPa.

#### 4. KẾT LUẬN

Dựa trên kết quả nghiên cứu được trình bày, có một số kết luận có thể đưa ra như sau:

- + Có thể sử dụng tro xỉ nghiền mịn như phụ gia khoáng cho bê tông xi măng.
- + Tăng hàm lượng tro xỉ nghiền mịn thay thế xi măng làm giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông.
- + Cường độ chịu nén của bê tông tro xỉ thấp hơn so với bê tông 100% xi măng ở tuổi sớm 3, 7 ngày và tương đương ở tuổi 28 ngày với hàm lượng thay thế 10-30%. Cường độ chịu nén của bê tông tro xỉ đều lớn 40 Mpa ở tuổi 28 ngày.
- + Cường độ chịu kéo uốn của bê tông tro xỉ thấp hơn so với bê tông 100% xi măng ở tuổi sớm 3, 7 ngày và tương đương ở tuổi 28 ngày với hàm lượng thay thế 10-30%. Cường độ chịu kéo uốn của bê tông tro xỉ đều lớn 9 Mpa ở tuổi 28 ngày. ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lothenbach, B., K. Scrivener, and R.D. Hooton, Supplementary cementitious materials. *Cement and Concrete Research*, 2011. 41 (12): p. 1244-1256.
- [2]. Lothenbach, B., et al., Influence of limestone on the hydration of Portland cements. *Cement and Concrete Research*, 2008. 38 (6): p. 848-860.
- [3]. Langan, B.W., K. Weng, and M.A. Ward, Effect of silica fume and fly ash on heat of hydration of Portland cement. *Cement and Concrete Research*, 2002. 32 (7): p. 1045-1051.
- [4]. Van Tuan, N., et al., Hydration and microstructure of ultra high performance concrete incorporating rice husk ash. *Cement and Concrete Research*, 2011. 41 (11): p. 1104-1111.
- [5]. Zhang, M.-H. and O.E. Gjorv, Effect of silica fume on cement hydration in low porosity cement pastes. *Cement and Concrete Research*, 1991. 21 (5): p. 800-808.
- [6]. Hwang, C.-L. and D.-H. Shen, The effects of blast-furnace slag and fly ash on the hydration of portland cement. *Cement and Concrete Research*, 1991. 21 (4): p. 410-425.
- [7]. Siddique, R., Performance characteristics of high-volume Class F fly ash concrete. *Cement and Concrete Research*, 2004. 34 (3): p. 487-493.
- [8]. Wong, H.S. and H. Abdul Razak, Efficiency of calcined kaolin and silica fume as cement replacement material for strength performance. *Cement and Concrete Research*, 2005. 35 (4): p. 696-702.
- [9]. Le, H.T., et al., The mix design for self-compacting high performance concrete containing various mineral admixtures. *Materials & Design*, 2015. 72 (0): p. 51-62.

## XÃ LUẬN:

### NĂM MỚI QUYẾT TÂM...

(Tiếp theo trang 8)

phương hành động quyết liệt, hiệu quả hơn, biến thách thức thành cơ hội; kiên quyết không lùi bước trước khó khăn, thách thức.

Tinh thần của năm 2021, là ngay từ đầu năm bắt tay vào công việc ngay, không chần chừ, bởi không có tâm huyết, quyết tâm vượt khó

thì không thành công. Thủ tướng yêu cầu, xác định rõ mục tiêu tăng trưởng kinh tế là đặc biệt quan trọng vì không chỉ đảm bảo phát triển vững chắc mà còn đảm bảo việc làm, thu nhập, chống tụt hậu, thu hẹp khoảng cách phát triển. Các địa phương phải đặt mức phấn

đầu cao hơn để đưa đất nước tiến cao hơn trong thực hiện mục tiêu kép. Tăng trưởng kinh tế phải gắn chặt số lượng với chất lượng, gắn với mô hình tăng trưởng. Các cấp, các ngành quán triệt, thực hiện nghiêm túc Nghị quyết Đại hội XIII với 3 đột phá chiến lược, trong đó thể chế là yếu tố nền tảng, là điều kiện tiên quyết.

Bao giờ cũng thế, để thành công phải quyết tâm, có ý chí vươn lên mạnh mẽ, khát vọng hùng cường trong xây dựng đất nước. ■