

## CHƯƠNG 21

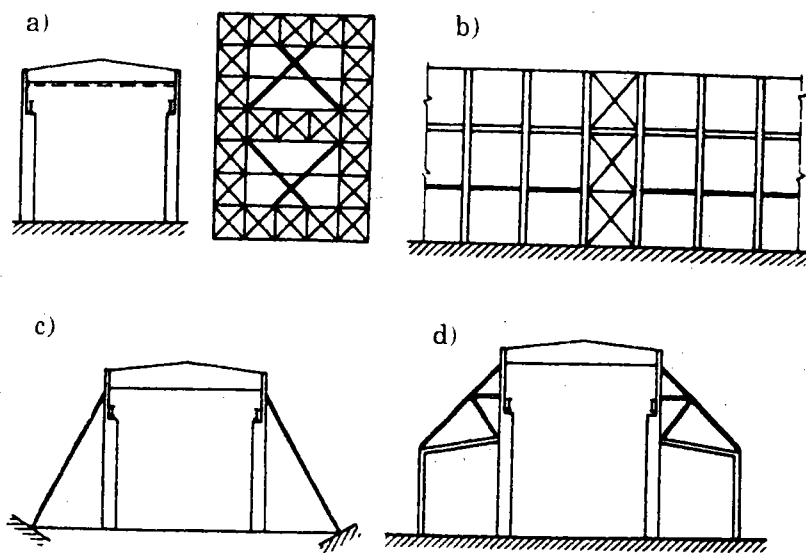
# GIA CƯỜNG KẾT CẤU THÉP BẰNG THAY ĐỔI SƠ ĐỒ CẤU TẠO

Đây là phương pháp gia cường kết cấu thép để chịu mọi sự thay đổi tải trọng. Những giải pháp gia cường cụ thể cho từng loại kết cấu như cột, dầm, sàn, dàn và khung nhà được trình bày dưới đây :

### GIA CƯỜNG CỘT THÉP BẰNG THAY ĐỔI SƠ ĐỒ CẤU TẠO.

Gia cường cột thép bằng cách giảm chiều dài tính toán là giải pháp rất hiệu quả khi cột có độ mảnh lớn. Giảm chiều dài tính toán bằng mấy cách sau (hình 115) :

- đặt thêm các thanh chống dọc hoặc các giằng chéo giữa các cột (b).
- đặt thêm các thanh chống biên (c,d).
- thay đổi khâu liên kết đỉnh và chân cột, chẳng hạn thay liên kết khớp bằng liên kết ngàm.
- trường hợp nhà cao, mái nhẹ, độ cứng nhỏ, khi gia cường có thể đặt thêm hệ giằng cánh hạ dàn mái (a), để tăng độ cứng cho nhà, tăng khả năng làm việc không gian, giảm mômen chân cột do tải trọng cầu trục gây ra.
- gia cường dầm cầu trục thành dầm liên tục cũng làm tăng khả năng chịu lực của khung nhà.



Hình 115 - Gia cường cột nhà bằng đặt thêm giằng.

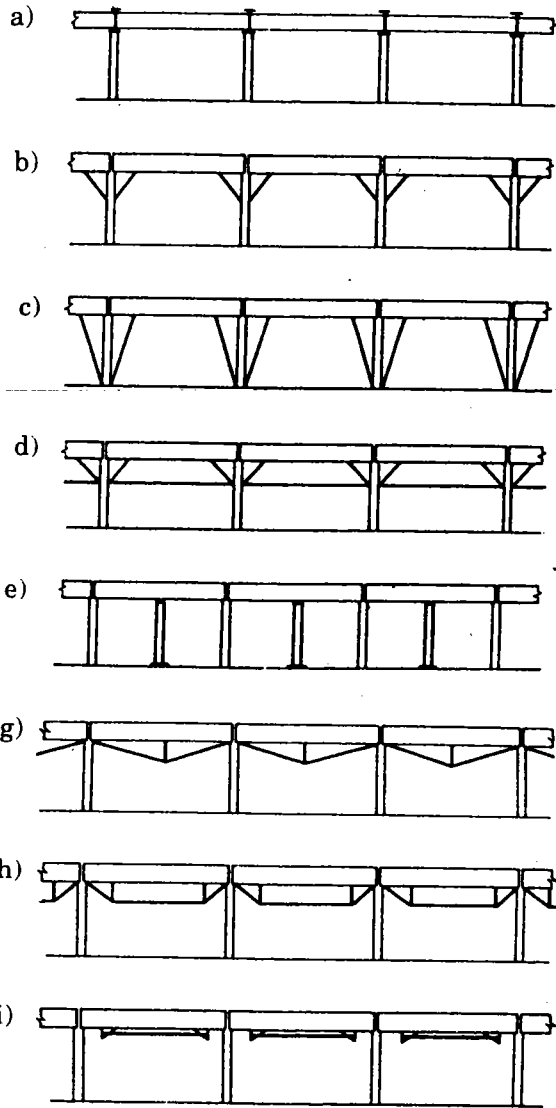
- a - Đặt giằng tại các cánh hạ của dàn kèo.
- b - Đặt các thanh chống dọc hàng cột.
- c và d - Đặt các thanh chống biên cho cột.

**GIA CƯỜNG DẦM THÉP BẰNG THAY ĐỔI SƠ ĐỒ CẤU TẠO.**

Có những giải pháp gia cường sau :

- Chuyển đổi dầm đơn giản thành dầm liên tục (hình 116a) để phân phối lại nội lực trong dầm. Giải pháp này rất hiệu quả nếu như ta tiếp cận các mối liên kết dầm dễ dàng.

Có thể điều chỉnh nội lực trong dầm bằng lựa chọn cường độ tải trọng ban đầu, bằng kích đội kết cấu khi gia cường, bằng lựa chọn đoạn dài (x) và tiết diện chi tiết gia cường (hình 117a).



Hình 116. - Gia cường dầm thép bằng thay đổi sơ đồ cấu tạo.

Thực hiện các biện pháp nêu trên nhằm cân bằng các mômen gối tựa và mômen nhịp tính toán tại các tiết diện của dầm.

Khi thiết kế gia cường dầm cần xét khả năng các cột chống trung gian bị lún. Để giảm độ lún sau này cần lèn ép trước đất nền dưới chân cột chống. Đôi khi còn phải gia

- Tạo các gối tựa mới cho dầm bằng đặt các cây chống xiên (hình 116 b,c) nhằm giảm khẩu độ dầm, biến dầm thành hệ siêu tĩnh : cây chống xiên ngắn tỳ vào thân cột; cây chống xiên dài tỳ xuống móng cột. Cây chống xiên dài làm hẹp không gian nhà và tốn vật liệu hơn, nhưng lại giảm nội lực trong cột khi cột không còn khả năng chịu lực hơn nữa. Cây chống xiên ngắn cần ít vật liệu hơn, nhưng khi này các cột biên và các cột giữa đều phải chịu mômen uốn do thành phần lực ngang của cây chống ngắn gây ra, vậy cần đặt thêm các giằng dọc (hình 116d), nếu còn không gian tự do bên dưới dầm.

- Gia cường dầm bằng cách đặt một hoặc vài ba cột chống trung gian (hình 116e), nhằm làm giảm khẩu độ dầm, giảm tải cho cột và móng cũ, nhưng lại tốn tiền làm móng mới.

Điều chỉnh nội lực trong dầm nhằm đạt tới sự phân phối lại mômen và lực cắt như mong muốn bằng các biện pháp sau (hình 117) :

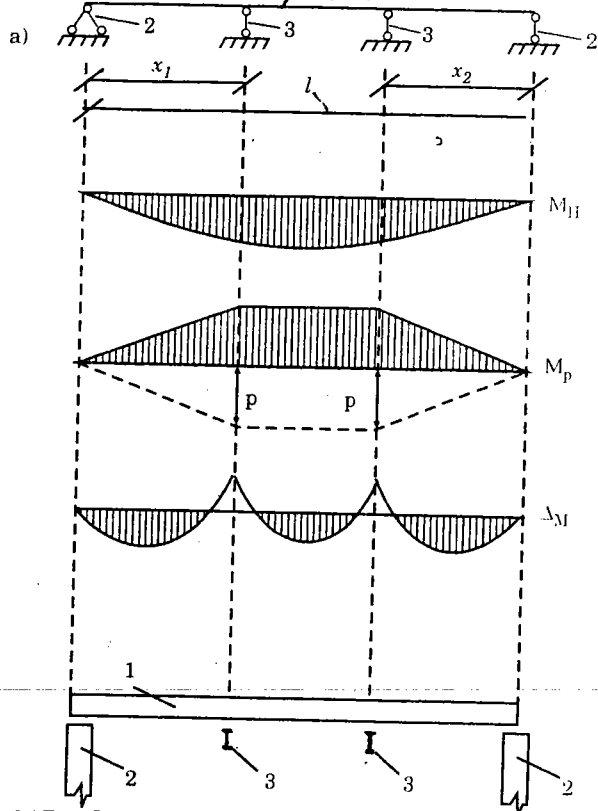
- Chọn vị trí đặt các gối tựa trung gian ( $x_1, x_2$ ) dựa theo sơ đồ đặt tải trên dầm.

- Chọn cường độ tải và phân bố tải vào lúc gia cường dầm (biểu đồ  $M_H$ )

- Xét trường hợp tiết diện dầm tại các gối tựa trung gian bị chuyển vị cưỡng bức

lên hoặc xuống (biểu đồ  $M_p$ ).

- Phân bố các tải trọng còn lại sau khi gia cường dầm (biểu đồ  $\Delta M$ ).



Tình 117 - Gia cường dầm bằng kê thêm gối tựa.

a)- Sơ đồ tính toán.

b)- Sơ đồ gia cường.

1- dầm cần gia cường. 2- gối tựa cũ.

3- gối tựa mới.

cường cục bộ kết cấu dầm thép cũ (đặt thêm sườn cứng).

- Gia cường dầm thép bằng hệ căng võng (hình 116g, h) khi dầm thiếu độ cứng, không thiếu không gian tự do bên dưới. Có thể :

- Gia cường dầm khi không mang tải và khi đang mang tải.

- Gia cường dầm có tạo ứng suất trước hay không ứng suất trước.

Nếu gia cường dầm khi đang mang tải lại không tạo ứng suất trước thì hiệu quả gia cường chỉ đạt được khi dầm làm việc ở giai đoạn đàn hồi dẻo.

Biện pháp gia cường dầm bằng hệ căng võng, tạo ứng suất trước bằng tăng-đơ là phổ biến nhất. Chọn trị ứng suất trước sao cho giảm được mômen uốn trong dầm nhiều nhất.

Điều chỉnh nội lực trong hệ bằng cách :

- chọn sơ đồ căng võng, chọn tải khi gia cường dầm.

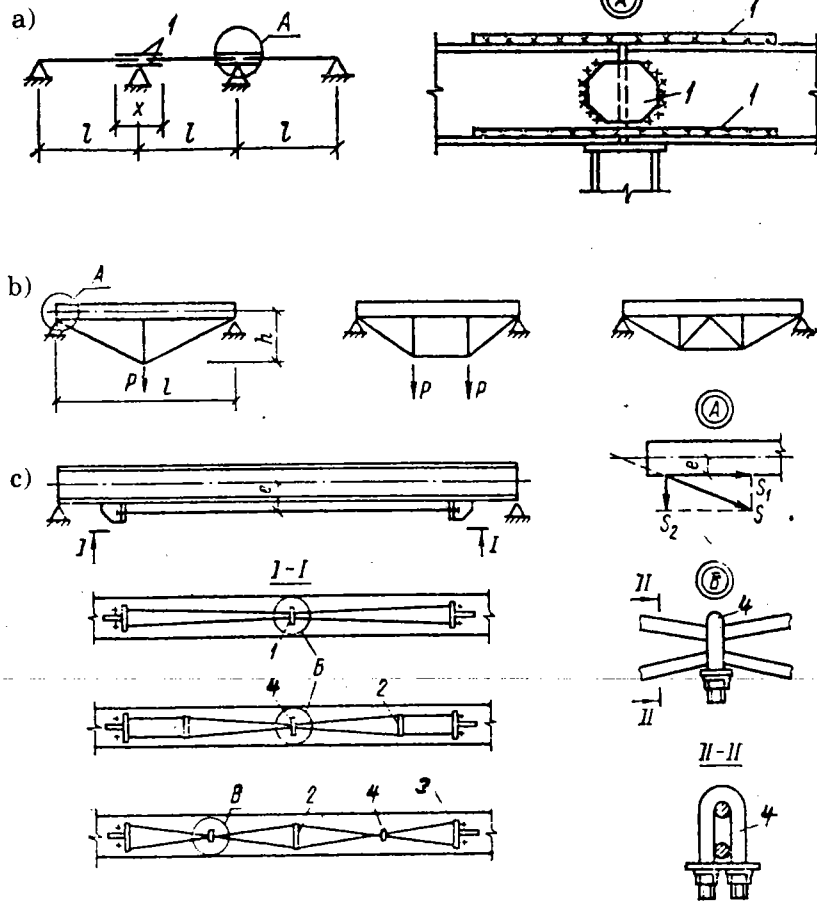
- ấn định chiều cao đoạn chống đứng trong dầm căng võng.

- ấn định vị trí liên kết thanh căng võng theo chiều cao tiết diện gối tựa, nhằm tạo ra mômen giảm tải  $S_{1e}$  (hình 118c).

Để đưa hệ căng võng bắt vào làm việc cùng dầm phải tạo ứng suất ban đầu cho nó bằng cách kéo ngắn nó lại, hay treo các vật nặng  $P$  tại các mắt thanh căng võng trước khi liên kết các đoạn chống đứng vào kết cấu gia cường.

- Gia cường dầm bằng các thanh căng dọc dầm có ứng suất trước (hình 116i) cả khi dầm đang mang tải hoặc không mang tải. Điều chỉnh nội lực trong dầm bằng cách : chọn khoảng cách  $e$  (hình 118c) giữa trục dầm và trục thanh căng dọc, chọn dạng thanh căng và trị ứng suất trước. Thanh căng bằng thép tròn hay bằng dây cáp. Tạo ứng suất trước bằng vặn xiết các ốc bulông hay bằng bóp ngang. Xác định vị trí đặt neo cho các thanh căng theo khả năng chịu lực của tiết diện không gia cường của dầm.

Khi thiết kế gia cường dầm đang mang tải bằng phương pháp thay đổi sơ đồ cấu tạo thì tiêu chuẩn cường độ của dầm là đạt tới cường độ tính toán của thép; có sự khác biệt với phương pháp gia cường dầm bằng tăng diện tích tiết diện, lý do là tiết diện dầm khi thay đổi sơ đồ cấu tạo, không được bổ sung vật liệu để chịu sự phát triển của biến dạng dẻo.



Hình 118

a) Biến đổi dầm đơn thành dầm liên tục.

b) Gia cường dầm bằng thanh căng võng.

c) Gia cường dầm bằng thanh căng dọc ứng suất trước.

1- Chi tiết gia cường; 2- đoạn văng ngang; 3- Neo; 4- bulông bóp xiết.

## • GIA CƯỜNG DẦM CẦU TRỤC BẰNG THAY ĐỔI SƠ ĐỒ CẤU TẠO.

Dầm cầu trục làm việc trong điều kiện rất khác so với dầm sàn, dầm mái thông thường.

Khi biến đổi dầm đơn giản thành dầm liên tục bằng nối liên tiết diện gối tựa (hình 116a) thì mômen nhịp sẽ giảm khoảng 25 – 30%, nhưng lực cắt tại gối tựa lại tăng lên, nhiều khi phải gia cường cả bụng dầm.

Nếu gối tựa lún không đều, trong dầm cầu trục sẽ phát sinh các mômen phụ, cần xét điều này khi tính toán.

Gia cường dầm theo sơ đồ (hình 116 b, c) là biến đổi dầm thành khung với các cây chống xiên, khi tải trọng gia tăng khá lớn. Cây chống xiên ngăn không lún chiếm không gian giữa hai cột, nhưng lại truyền vào cột lực đập ngang lớn khi các nhịp lân cận chịu tải không đồng đều, nên phải đặt thêm các thanh giằng ngang tại điểm chống xiên (hình 116d). Cũng cần gia cường tấm bụng dầm ở điểm chống xiên bằng các đoạn sườn cứng hàn vào thanh cánh của dầm.

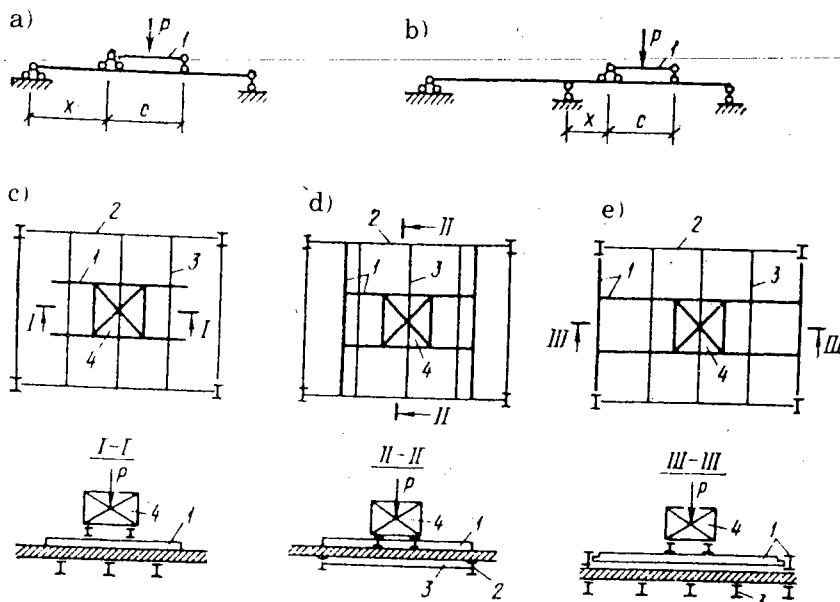
Cần lưu ý là khi gia cường dầm bằng các cây chống xiên thì tại gối tựa dầm lên cột có thể phát sinh phản lực âm.

Gia cường dầm bằng thanh căng dọc, ứng suất trước (hình 116i) thì khả năng chịu lực của dầm tăng lên khá nhiều, nhưng phải cấu tạo neo cho thanh căng, phải kiểm tra ứng suất căng, phải đặt thêm các chi tiết đảm bảo ổn định cục bộ cho bụng dầm khi tạo ứng suất trước. Nếu áp dụng phương pháp tạo ứng suất trước bằng nhiệt điện thì cấu tạo neo sẽ đơn giản hơn.

### GIA CƯỜNG HỆ KẾT CẤU DẦM SÀN

• Gia cường hệ kết cấu dầm sàn bằng đặt một số thanh phân bố. Các thanh phân bố này có nhiệm vụ phân phối lại các tải trọng tập trung bên trên kết cấu cũ, làm giảm các mômen uốn trong chúng (hình 119).

Điều chỉnh nội lực bằng cách lựa chọn chiều dài ( $c$ ) của các thanh phân bố, lựa chọn vị trí đặt chúng ( $x$ ) trên chiều dài kết cấu, lựa chọn sơ đồ chất tải lên các kết cấu cũ. Tại điểm tựa của các thanh phân bố có khi còn phải gia cường các kết cấu cũ, chẳng hạn như phải đặt thêm các sườn cứng, gia cố các mắt nối...



Hình 119 - Điều chỉnh nội lực bằng các thanh phân bố tải.

a) và b) - Sơ đồ nguyên lý đặt các thanh phân bố tải trên kết cấu cũ.

c) đặt các thanh phân bố tải để truyền tải lên các dầm phụ cũ.

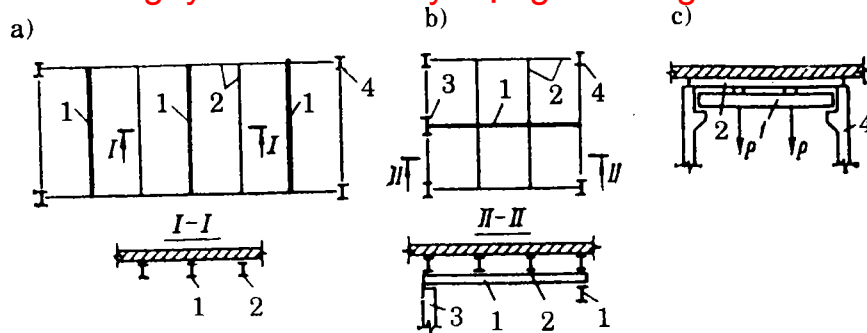
d) để truyền tải lên các dầm chính cũ ;

e) để truyền tải lên các cột nhà.

1 - thanh phân bố tải ; 2 - dầm chính cũ ; 3 - dầm phụ cũ ; 4 - thiết bị mới.

• Gia cường hệ kết cấu dầm sàn bằng các dầm đỡ bên dưới. Kê dầm thép bên dưới kết cấu dầm sàn cũ nhằm giảm tải cho kết cấu ấy (hình 120).

Gia cường theo sơ đồ (a) là để giảm tải cho các dầm phụ cũ và phân phối lại tải trên các dầm chính. Khuyết điểm của biện pháp gia cường này là khó truyền tải từ kết cấu dầm sàn cũ lên các dầm bổ sung, khó đưa các dầm bổ sung bắt vào làm việc cùng với dầm sàn cũ, dễ làm hư hỏng sàn cũ. Vậy chỉ nên áp dụng sơ đồ gia cường này khi tháo dỡ được kết cấu sàn cũ để thi công.



Hình 120 - Phân phối lại nội lực bằng kê dầm bổ sung.

- a) kê dầm phụ bổ sung bên dưới sàn cũ.
- b) kê dầm chính bổ sung ;
- c) kê dầm đỡ tải.

1 - các dầm bổ sung ; 2 - các dầm cũ ; 3 - cột bổ sung ; 4 - cột cũ.

Gia cường theo sơ đồ (b) là kê thêm một dầm chính bên dưới kết cấu dầm sàn cũ để thay đổi điều kiện làm việc của các dầm cũ (chúng trở thành các dầm liên tục) và giảm tải cho các dầm chính cũ. Gia cường theo sơ đồ này thì ứng suất ban đầu và cách đưa các thanh gia cường bắt vào làm việc được thực hiện bằng đóng nệm bên dưới kết cấu cũ, hoặc treo một số gia trọng nhỏ P bên dưới kết cấu cũ, rồi chèn hờn kê tại những chỗ gối tựa của dầm chính cũ, hoặc dùng kích dầu tạo ứng suất trước.

### GIA CƯỜNG DÀN THÉP BẰNG THAY ĐỔI SƠ ĐỒ CẤU TẠO

Có thể gia cường dàn thép bằng cách biến đổi nó thành hệ siêu tĩnh, hay tăng độ siêu tĩnh của nó, như sau (hình 121):

- Tăng thêm gối tựa trung gian (a).
- Liên kết hai đầu dàn của hai nhịp lân cận, để chúng trở thành dàn liên tục (b).
- Đặt thêm các đoạn chống xiên (c); hoặc các đoạn treo dàn (d).
- Mắc hệ dây cáp treo phía trên dàn (e).
- Đặt kết cấu vòm chống đỡ dưới dàn (g).
- Đặt thêm các phần tử căng vòng phía dưới dàn (h).

Các biện pháp điều chỉnh ứng suất trong dàn cũng giống như trong dầm. Khi gia cường dàn bằng các biện pháp này thường phải gia cường đồng thời một số phần tử riêng biệt khác nữa, phải gia cường các khâu liên kết, do có sự phân phối lại ứng suất trong kết cấu.

- Gia cường dàn bằng các thanh căng (i, k, l) :

Thanh căng đặt dọc thanh cánh hạ (i), chỉ đỡ tải cho thành cánh hạ của dàn. Các thanh căng gãy khúc có lợi hơn vì chúng làm thay đổi được ứng suất trong nhiều thanh dàn hơn (k). Những thanh căng ngang gia cường những dàn dạng vòm (l) là hợp lý nhất.

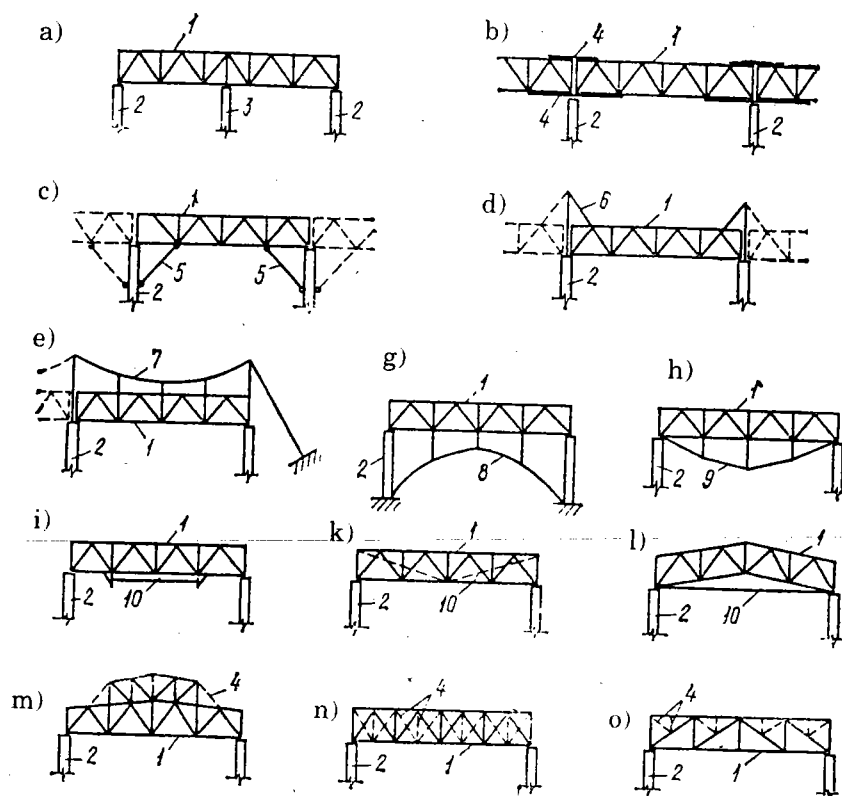
- Gia cường bằng dàn đưa cửa trời cùng chịu lực chung (m):

Phương pháp gia cường này nhằm đỡ tải cho thanh cánh dàn ở giữa nhịp, và thường chỉ cần phải gia cường kết cấu cửa trời thôi.

- Gia cường dàn bằng bổ sung thêm các thanh bụng (n) :

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Phương pháp này nhằm đỡ tải cho các thanh dàn cũ và các mắt dàn; giảm nội lực trong chúng do các tải trọng tác dụng sau gia cường. Có thể lắp đặt các thanh bổ sung này khi dàn đang chịu lực.



Hình 121 - Gia cường dàn thép bằng thay đổi sơ đồ cấu tạo.

- 1 - dàn thép có trước ; 2 - cột có trước ; 3 - cột bổ sung ;
- 4 - bộ phận gia cường ; 5 - cây chống xiên ;
- 6 - thanh treo ; 7 - hệ cáp treo ; 8 - hệ vòm đỡ dàn ;
- 9 - hệ căng võng ; 10 - thanh căng.

- Gia cường thanh cánh thượng bằng bổ sung nhiều đoạn ngắn (o).

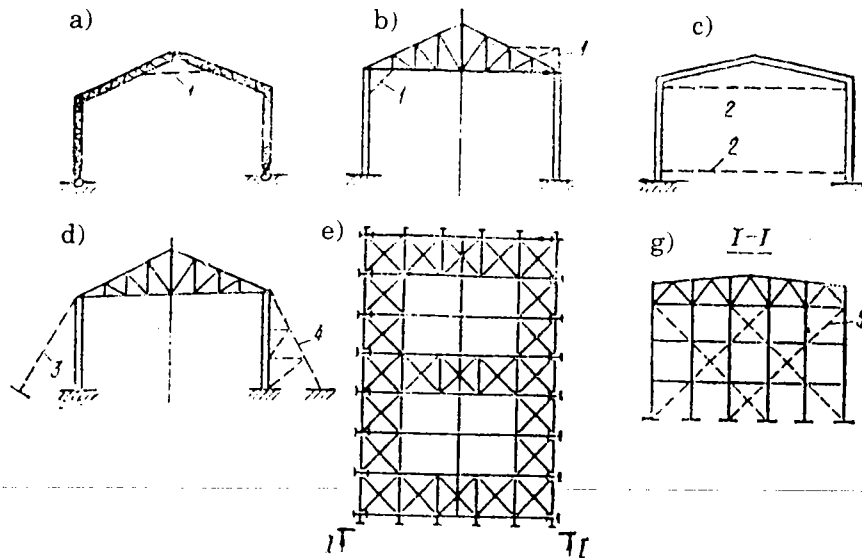
Biện pháp gia cường này không làm thay đổi bản chất tĩnh học và phân phối nội lực trong toàn kết cấu, nhưng lại làm giảm mômen ở thanh cánh khi chịu uốn cục bộ (tải đặt ngoài mắt dàn), làm giảm chiều dài tính toán của các thanh cánh và các thanh xiên chịu nén, làm tăng độ ổn định của các thanh chịu nén trong mặt phẳng dàn. Đặt thêm một số thanh mới vào dàn thì cũng phải thêm các bản mắt để liên kết, và phải đảm bảo sự đồng quy các trục thanh tại các mắt dàn.

### GIA CƯỜNG KẾT CẤU KHUNG BẰNG THAY ĐỔI SƠ ĐỒ CẤU TẠO

Các phương pháp chính gia cường kết cấu khung là :

- tăng độ siêu tĩnh của khung.
- tăng độ cứng cho các phần tử của khung.
- phân phối lại nội lực trong từng khung và trong toàn hệ khung.

- điều chỉnh nội lực bằng cách tạo ứng suất trước trong các phần tử gia cường.  
Sau đây là những biện pháp gia cường cụ thể áp dụng cho khung nhà công nghiệp một tầng (hình 122).



Hình 122 - Gia cường khung nhà.

1 - Các thanh bổ sung 2 - Các thanh căng 3 - Các thanh giằng  
4 - Các thanh chống hậu 5 - Các hệ giằng bổ sung

- Gia cường khung bằng khóa các liên kết khớp.

Trong khung nhà có hai hoặc ba khớp, việc khóa các khớp là biện pháp thay đổi sơ đồ cấu tạo của khung nhà đó và phân phối lại nội lực trong khung.

Khóa khớp giữa dầm (a) thì mômen uốn trong dầm, trong cột giảm nhiều; mômen uốn này do tải trọng đứng tác dụng lên dầm, việc làm này không ảnh hưởng đến mômen do tải trọng ngang và tải trọng đứng tác dụng lên cột.

- Khóa khớp tại các gối tựa của khung thường không được áp dụng vì hiệu quả phân phối lại nội lực có lợi cho khung không cao, mà tốn nhiều công sức, cấu tạo lại phức tạp.

Khóa khớp liên kết dầm với cột (b) thì hợp lý, vì làm giảm khá nhiều mômen uốn trong dầm do tải trọng đứng gây ra, cũng làm giảm cả mômen uốn trong cột, nhưng do có sự phân phối lại nội lực trong cột nên mômen ở phần trên cột lại tăng và cần phải gia cường phần cột trên dầm cầu trục.

Cấu tạo khóa khớp ở giữa dầm khung nhà ba khớp là đặt thêm thanh kéo ở cánh hạ của dầm (a). Nếu khung mang dàn vì kèo thép thì khóa khớp bằng cách đặt thêm cây chống xiên bên dưới khớp liên kết, hoặc tăng cường các thanh phía trên dàn (b).

Biện pháp gia cường này áp dụng cho khung nhà một khẩu độ và nhiều khẩu độ.

- Gia cường khung bằng các giằng ngang (c).

Thanh giằng ngang khẩu độ đặt tại các điểm liên kết dầm với cột, làm giảm khá nhiều mômen uốn trong cột và trong dầm do tải trọng đứng gây ra. Nếu tạo được ứng suất trước trong thanh giằng thì hiệu quả gia cường còn cao hơn.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Thanh giằng không ảnh hưởng mấy đến sự phân phối mômen trong cột do các tải trọng đứng và ngang tác dụng.

- Gia cường khung bằng dây neo và khung chống hậu (d).

Biện pháp gia cường này nhằm tăng độ cứng biên cho khung, đảm bảo độ cứng ch cột, giảm mômen uốn trong cột do tải trọng ngang và tải trọng đứng. Khuyết điểm củ biện pháp là lấn chiếm diện tích đất lân cận.

Sau khi lắp đặt xong các dây neo phải kéo căng chúng; chọn mức xiết căng dây sa cho loại trừ được chuyển vị ngang đỉnh cột.

- Phân phối lại nội lực trong khung bằng tăng độ cứng cho mặt phẳng ngang cánh hạ (e).

Tăng độ cứng cho mặt phẳng ngang cánh hạ nhằm đưa khung nhà vào chịu lực không gian, bằng cách liên kết các khung phẳng riêng biệt thành một hệ khung không gian. Biện pháp gia cường này nhằm giảm tải cho các khung phẳng của nhà khi chúng phải chịu các tải tập trung (chẳng hạn tải trọng cầu trục) bằng cách phân phối lại một phần tải trọng đó cho các khung lân cận.

Tạo mặt phẳng cứng ngang hay tăng cường độ cứng của mặt phẳng ngang có trước bằng cách bổ sung các thanh giằng chéo, các thanh giằng ngang vào mặt phẳng cánh hạ của dàn vì kèo (dầm).

Biện pháp tăng độ cứng này có thể là biện pháp gia cường độc lập (khi tải trọng lên cột khung tăng ít); hay là biện pháp kết hợp với các biện pháp khác cũng làm tăng độ cứng biên của các khung phẳng; hay kết hợp với biện pháp tạo mặt phẳng cứng đầu hồi nhà.

- Tạo khung cứng đầu hồi (g) để gia cường các khung nhà khác.

Biện pháp gia cường này được áp dụng khi đã có hệ giằng cứng ngang tại cánh hạ dầm, dàn; hoặc thực hiện cả hai cùng một lúc.

Làm cứng khung đầu hồi bằng cách đặt bổ sung các giằng chéo. Áp dụng biện pháp này để gia cường khung các nhà cao nhưng không dài.

Khi đã có các khung cứng đầu hồi và có hệ giằng ngang phát triển thì tất cả cột của khung coi như không chuyển vị được trong mặt phẳng ở độ cao liên kết cột với dầm dàn, do đó giảm được mômen ở phần thấp của cột, giảm cả chiều dài tính toán của chúng, nhưng mômen uốn tại phần trên cột thường tăng lên, vậy cần tăng tiết diện cột ở phần trên dầm cầu trục.