

The background of the cover is a photograph of industrial machinery, likely a large-scale manufacturing process. It features complex metal structures, gears, and pipes, with a color palette dominated by blues, greys, and metallic tones. The lighting is dramatic, highlighting the textures and forms of the equipment.

LÊ VĂN VĨNH
HOÀNG TÙNG
TRẦN XUÂN VIỆT
PHÍ TRỌNG HẢO

**THIẾT KẾ
& QUI HOẠCH
CÔNG TRÌNH
CÔNG NGHIỆP
CƠ KHÍ**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



LÊ VĂN VINH - HOÀNG TÙNG
TRẦN XUÂN VIỆT - PHÍ TRỌNG HẢO

**THIẾT KẾ VÀ QUY HOẠCH
CÔNG TRÌNH CÔNG NGHIỆP CƠ KHÍ**
(In lần thứ nhất)

(Giáo trình dành cho sinh viên cơ khí
các trường đại học khối kỹ thuật thuộc các hệ đào tạo)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Hà Nội - 2004

LỜI NÓI ĐẦU

Trong sự nghiệp công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước, vị trí then chốt của ngành cơ khí càng được khẳng định. Như vậy, để nhanh chóng đưa nền công nghiệp của đất nước thoát khỏi tình trạng lạc hậu và tạo đà phát triển sau này, thì trọng tâm hàng đầu trong mặt trận công nghiệp là tổ chức, quy hoạch lại các doanh nghiệp cơ khí đang tồn tại, đồng thời thiết kế, quy hoạch những công trình công nghiệp cơ khí hoàn toàn mới. Tất cả là nhằm mục tiêu tìm ra lời giải tối ưu cho bài toán sản xuất kinh doanh chung của nền kinh tế quốc dân, tăng thu nhập xã hội, cải thiện đời sống nhân dân, tạo ra sự phát triển ổn định về mọi mặt của đất nước.

Thiết kế, quy hoạch mới hoặc cải tạo các công trình công nghiệp nói chung và các nhà máy cơ khí nói riêng là một tất yếu khách quan nhằm tận dụng và phát huy năng lực sản xuất, đảm bảo và nâng cao hiệu quả sản xuất.

Thiết kế, quy hoạch công trình công nghiệp cơ khí là một lĩnh vực chuyên môn quan trọng của ngành cơ khí, có tính tổng hợp cao. Chất lượng của công việc này có tác động lâu dài đến quá trình sản xuất của nhà máy được cải tạo hoặc xây dựng mới. Trong thực tế, chất lượng của đề án thiết kế công trình chỉ được kiểm chứng sau nhiều năm kể từ khi công trình đi vào hoạt động. Nhiều công trình hầu như không có khả năng hoàn trả vốn đầu tư ban đầu, gây tổn hao cho ngân sách chung, nhất là những công trình có giá trị vốn đầu tư lớn.

Xuất phát từ những nhận thức trên, tài liệu này được biên soạn nhằm mục đích trao đổi tri thức và kinh nghiệm chuyên môn về vấn đề *thiết kế và quy hoạch công trình công nghiệp cơ khí*, với mong muốn góp phần nhỏ bé vào công cuộc quy hoạch lại ngành cơ khí để tận dụng và phát triển năng lực sản xuất cơ khí; mặt khác, góp phần hạn chế và loại trừ những đề án thiết kế, quy hoạch công trình công nghiệp cơ khí kém chất lượng, gây lãng phí đối với nền kinh tế.

Tài liệu này được biên soạn trên cơ sở nội dung và yêu cầu của chương trình đào tạo hệ đại học ngành *công nghệ chế tạo máy*, có kết hợp những tri thức mới và những kinh nghiệm chuyên môn trong nước và quốc tế.

Tập thể tác giả là những giảng viên có nhiều năm giảng dạy đại học và tham gia các hoạt động thực tiễn về chuyên môn của *Khoa Cơ khí Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*.

Chúng tôi rất mong đợi và trân trọng cảm ơn những ý kiến trao đổi của quý vị độc giả và các bạn đồng nghiệp. Các ý kiến xin gửi về Bộ môn

Công nghệ chế tạo máy. Trường Đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Ban biên tập, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả: PGS. TS. Lê Văn Vĩnh
PGS. TS. Hoàng Tùng
PGS. TS. Trần Xuân Việt
GVC. Phí Trọng Hào

CHƯƠNG 1

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CÔNG NGHIỆP CƠ KHÍ

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

1.1.1. Ý nghĩa kinh tế, kỹ thuật và xã hội

Thiết kế là điểm nối quyết định giữa những kinh nghiệm của quá khứ, trình độ khoa học với những tiến đề xã hội của hiện tại, cũng như với những khả năng và sự cần thiết về sản xuất của tương lai.

Trong sự nghiệp xây dựng đất nước, nhu cầu của các ngành kinh tế đòi hỏi phải phát triển sức sản xuất và hoàn thiện quan hệ sản xuất trong ngành công nghiệp cơ khí. Mặt khác, sự phát triển phong phú với tốc độ cao của khoa học kỹ thuật dẫn đến những yêu cầu sản xuất khác nhau trong lĩnh vực chế tạo máy phục vụ các ngành kinh tế đó. Vì vậy phải *thiết kế mới hoặc cải tạo các công trình công nghiệp nói chung và các nhà máy cơ khí nói riêng* để chế tạo những sản phẩm công nghiệp khác nhau theo chủng loại và đặc tính kỹ thuật với hiệu quả kinh tế cao, nhằm đáp ứng kịp thời nhu cầu của các ngành.

Thiết kế nhà máy cơ khí là một lĩnh vực chuyên môn quan trọng của ngành cơ khí, mang tính tổng hợp cao; bởi vì nó thể hiện mối quan hệ chặt chẽ giữa các khâu thiết kế kết cấu sản phẩm, thiết kế công nghệ chế tạo, thiết kế trang thiết bị và dụng cụ sản xuất, tổ chức sản xuất theo các dây chuyền công nghệ. Chất lượng của công việc này có ảnh hưởng lâu dài đến quá trình sản xuất của nhà máy được cải tạo hoặc xây dựng mới.

Như vậy, *dề án thiết kế nhà máy cơ khí* là kết quả của quá trình nghiên cứu, thiết kế và kiểm nghiệm về khoa học kỹ thuật phức tạp, phải giải quyết đồng bộ các mặt kỹ thuật, kinh tế, tổ chức lao động của quá trình sản xuất với tính thực tiễn và hiệu quả cao.

Mặt khác, thiết kế mới hoặc cải tạo nhà máy cơ khí còn góp phần tận dụng có hiệu quả sức sản xuất của xã hội, cụ thể là thu hút và sử dụng lực lượng lao động dư thừa, nhằm đẩy mạnh sản xuất theo chiều rộng và chiều sâu, tạo điều kiện tăng nhanh mức thu nhập quốc dân và cải thiện đời sống nhân dân lao động và toàn xã hội.

1.1.2. Những nguyên tắc cơ bản

Ở đây, những nguyên tắc cơ bản có thể được coi là kết quả phân tích lý thuyết và thực tế những quá trình cụ thể. Những kết quả đó có giá trị chung cao nhất đối với từng ứng dụng cụ thể trong công việc thiết kế.

Vận dụng có hiệu quả những nguyên tắc cơ bản này nhằm góp phần xây dựng nền tảng khoa học cho công việc thiết kế và tạo tiền đề xác lập những giải pháp tối ưu tương ứng với những yêu cầu thiết kế cụ thể.

Có thể nhận xét rằng: không có một lĩnh vực nào khác lại có nhiều yếu tố ảnh hưởng thuộc nhiều loại tri thức khác nhau như là lĩnh vực thiết kế công trình công nghiệp. Những yếu tố này lại còn đan xen và phụ thuộc lẫn nhau. Để có thể đạt được những kết quả tổng hợp tối ưu, cần phải có kiến thức khá đầy đủ về những yếu tố này và luôn luôn chú ý đến chúng trong quá trình thiết kế công trình. Như vậy, một tiêu chuẩn quan trọng của công việc thiết kế cũng đã đồng thời được xét, đó là *tinh chất tổng hợp phức tạp* của một đề án thiết kế công trình (project), từ đó phải có sự cộng tác chặt chẽ của mọi thành viên tham gia xây dựng và thiết kế đề án.

Công việc thiết kế này hàm chứa sự tổng hợp về những quan hệ vật thể và nghiệp vụ (máy, thiết bị, nhà xưởng), những quan hệ con người (tạo lập các điều kiện lao động) và những quan hệ về thời gian (tối ưu hoá công việc xây dựng đề án, triển khai đề án và vận hành công trình).

Công việc thiết kế này đòi hỏi phải có sự đồng tâm cộng tác của một tập thể thiết kế nhằm đạt được lời giải tối ưu cho những bài toán thiết kế công trình. Ngoài ra cần phải tuân thủ những nguyên tắc cơ bản sau đây:

- Nguyên tắc xác lập nhiều phương án khả thi.
- Nguyên tắc thiết kế theo các giai đoạn.
- Nguyên tắc trung thành với đề án.
- Nguyên tắc trật tự và thống nhất.
- Nguyên tắc lựa chọn lời giải tối ưu thông qua kiểm nghiệm và đánh giá hiệu quả.

1.1.2.1. Nguyên tắc xác lập nhiều phương án khả thi

Một đề án cần hàm chứa tính tổng hợp về các thành phần, các giải pháp cụ thể khả thi và các giải pháp tốt nhất.

Tổng của các chỉ tiêu tối ưu không có nghĩa là đạt sự tối ưu tổng hợp; mà tối ưu tổng hợp là sự dung hoà nhiều yếu tố, nhưng trong thực tế lại không có một cách thức chung để xác định trật tự và thứ tự của những yếu tố tác động lẫn nhau và dung hoà nhau.

Điều cần quan tâm trước hết là *mục đích* cuối cùng của công việc thiết kế. Bất kỳ ở quy mô nào, điều cần có không phải là một giải pháp kỹ thuật với hiệu quả kinh tế nào đó, mà là một giải pháp *tổng hợp tối ưu* có hiệu quả kỹ thuật tối đa với những điều kiện lao động thuận lợi nhất và đạt hiệu quả kinh tế cao nhất. Cho dù ở nhiều trường hợp, hiệu quả kinh tế là yếu tố cơ bản, nhưng những yếu tố khác trong những điều kiện nhất định

cũng có ý nghĩa quyết định. Ở những thiết bị thử nghiệm hoặc mới được sáng tạo, được dùng để triển khai tiến bộ kỹ thuật, thì quyết định cuối cùng phải dựa vào sự ưu tiên chỉ tiêu tối ưu về kỹ thuật. Hiệu quả kinh tế của một thiết bị sản xuất thường được kiểm định thông qua việc sử dụng trong xưởng sản xuất.

Ngoài ra, quá trình sản xuất còn làm phát sinh những tác động có hại đến sức khỏe của người lao động; ở những quá trình sản xuất như vậy, việc đảm bảo những điều kiện lao động tối ưu có thể là quyết định hơn đối với kết quả tổng hợp.

Từ ba mục tiêu cơ bản của một đề án (kỹ thuật, kinh tế, điều kiện lao động tối ưu), nếu chỉ xét có ba yếu tố này thôi thì đã luôn luôn có $3!$ (3 giai thừa), nghĩa là, có 6 mối quan hệ ràng buộc.

Một quá trình công nghệ được thiết kế mới hoặc thiết kế cải tạo, dựa trên sự tác động tương hỗ phối hợp giữa ba yếu tố sản xuất là: sức lao động (thợ), công cụ lao động (máy, trang bị, dụng cụ) và đối tượng lao động (sản phẩm), cũng chỉ rõ sự phong phú về các yếu tố ảnh hưởng khác nhau; mà ở đó người lao động (thợ) được coi là yếu tố quyết định sản xuất. Các vấn đề thẩm mỹ và đạo đức lao động cũng như những vấn đề sinh lý và tâm lý nảy sinh là những tiêu chuẩn quyết định.

Như vậy, một đề án hàm chứa sự tổng hợp các yếu tố chức năng phụ thuộc sẽ có những mối quan hệ đa dạng với nhau.

Khi khảo nghiệm những yếu tố ảnh hưởng, do tác động lẫn nhau của chúng, cần có khả năng và trách nhiệm chuyên môn phù hợp. Nhận biết đầy đủ về sự phụ thuộc lẫn nhau của các yếu tố này là rất quan trọng; bởi vì thông qua việc tách biệt kịp thời và loại trừ kịp thời các yếu tố cố định và thay đổi có thể khống chế số lượng các phương án khả thi ở mức độ phù hợp.

Để tìm được lời giải tối ưu cho các phần cũng như cho toàn bộ đề án, phải triển khai công việc phân tích cơ bản và cần phải có nhiều quyết định sơ bộ trong từng phương án khả thi. Các phương án này cần phải được xác lập rõ ràng, đúng nguyên lý để các khâu kiểm tra, thay đổi hoặc bổ sung sau này được thuận tiện. Từ đó phải tuân thủ cách tiếp cận bắt buộc theo các giai đoạn, các bước thiết kế đề án với mức độ chính xác khác nhau, đi từ thô đến tinh, đi từ bản vẽ phác thảo, khảo cứu đến bản vẽ tỷ mỉ và tính toán cụ thể; cuối cùng là tạo lập đề án thiết kế có mức độ hoàn thiện cao nhất.

Khi thiết kế phải hạn chế phí tổn thông qua việc áp dụng các phương pháp thiết kế thích hợp nhất. Thời gian và năng lực cần được khai thác hợp lý khi thiết kế công trình.

Khi lựa chọn các phương án thiết kế cần lưu ý là với các thông số kỹ thuật chỉ có thể đưa ra những kết luận không đầy đủ về những hiệu quả có thể đạt được với từng phương án. Vì vậy, trong nhiều trường hợp phải

chuyển đổi các thông số kỹ thuật thành các giá trị kinh tế để đánh giá hiệu quả của từng phần trong từng phương án thiết kế, tạo cơ sở để so sánh và xác định tính kinh tế của các phương án thiết kế.

Những suy luận tính toán sơ bộ này và những phép phân tích trung gian được tiến hành liên tục góp phần xác định kết quả trung gian và kết quả cuối cùng tối ưu với phí tổn ít nhất. Các dữ liệu kỹ thuật và những khái niệm về giá trị kinh tế cần có quan hệ ảnh hưởng lẫn nhau.

Tính kinh tế được kiểm nghiệm sơ bộ khi thiết kế đề án thông qua việc xác lập các phương án và loại bỏ đúng và kịp thời các phương án không phù hợp về tính kinh tế. Ý nghĩa của tính kinh tế sẽ tăng lên theo xu hướng tự động hoá sản xuất. Chi phí về thiết bị cho các quá trình sản xuất hiện đại nói chung là tăng lên, do vậy phải luôn luôn cân nhắc chính xác, thận trọng và phải phân tích kỹ lưỡng tính kinh tế của các phương án thiết kế, để tránh những khoản đầu tư sai lầm. Ngược lại, mức độ tự động hoá sản xuất có thể đạt được cũng lại phụ thuộc vào những kết quả phân tích về tính kinh tế.

Trong quá trình chuẩn bị sản xuất, bên cạnh phí tổn cần thiết để đưa thiết bị sản xuất vào hoạt động, còn phải xét những phí tổn cần thiết khác sau này trong sản xuất như: trả lương, chi phí sửa chữa thiết bị, chi phí dụng cụ, chi phí năng lượng, chi phí vận chuyển, kể cả phí tổn do thiết bị làm việc không đủ mức công suất cần thiết.

Mặt khác, khi đánh giá tổng hợp về các phương án thiết kế cũng cần xét đến các yếu tố về sản phẩm cần phải chế tạo như: tạo dáng bên ngoài, khối lượng, khả năng cung ứng, tính chất thống nhất và tiêu chuẩn hoá, khả năng xuất khẩu và những yếu tố khác mà không phải trong mọi trường hợp đều có thể tính toán được.

1.1.2.2. Nguyên tắc thiết kế theo các giai đoạn và theo các bước

Một tiền đề cơ bản để tránh những công việc không cần thiết, ví dụ: các phép tính tỉ mỉ được thực hiện ở thời điểm sai, là triển khai thiết kế theo từng giai đoạn, theo từng bước, từ thô đến tinh. Sự tinh tế của việc phân chia công việc thiết kế công trình ra các giai đoạn, các bước thiết kế và độ chính xác của những kết luận là tùy thuộc vào phạm vi thiết kế và chất lượng của khâu chuẩn bị thiết kế. Cách thức thiết kế theo các giai đoạn, các bước cần được vận dụng triệt để trong quá trình thiết kế đề án cho những vấn đề tổng thể và những vấn đề thành phần. Việc lựa chọn các giai đoạn nối tiếp nhau phải dựa trên phép tư duy lôgic. Chỉ có bằng cách đó mới tránh được các công việc bị làm đúp hoặc làm thiếu hụt trong quá trình thiết kế đề án; đồng thời tạo tiền đề ứng dụng phương pháp kỹ thuật *sơ đồ mạng (network technique)* để tối ưu hoá thời gian và năng lực sản xuất của các biện pháp sản xuất. Như vậy, hiệu quả chung có thể đạt được của đề án là phụ thuộc trực tiếp vào những tư duy định hướng có tính chất tổ chức.

1.1.2.3. Nguyên tắc trung thành với đề án

Có một thực tế phải thừa nhận là có nhiều thay đổi về khoa học và kỹ thuật diễn ra trong khoảng thời gian giữa khâu hoàn tất, đệ trình đề án thiết kế và khâu triển khai đưa đề án trở thành hiện thực. Điều đó nhiều khi có tác động đến tính kiên định trong quá trình thiết kế và triển khai đề án; bởi vì người ta luôn luôn hướng tới cái mới và hiện đại cho nên muốn đưa ngay những tiến bộ khoa học và kỹ thuật vào áp dụng trong đề án. Do vậy, trong nhiều trường hợp khi đưa các thành tựu mới vào đề án lại làm giảm hiệu quả chung vì ảnh hưởng của chúng đến các yếu tố khác lại không được xét hoặc xét chưa đúng mức. Cách thức thiết kế như vậy sẽ làm cho tiến trình công việc bị rối loạn về mặt thời gian và làm giảm hiệu quả chung.

Nguyên nhân gây ra những thay đổi muộn màng đó lại thường là ở khâu chuẩn bị không đầy đủ, lựa chọn phương án không đạt yêu cầu, không lưu ý đúng mức xu hướng phát triển về khoa học và kỹ thuật. Trong một số trường hợp, nguyên nhân lại là sự nhận biết quá muộn về những tiến bộ kỹ thuật quan trọng có lợi đối với hiệu quả chung và khả năng vận dụng có thể chứng minh được.

Theo nguyên tắc *trung thành với đề án*, những thay đổi về đề án chỉ nên tiến hành nếu sai sót thiết kế được xác định rõ ràng, hoặc khi có những luận cứ về cơ bản hoàn toàn khác về kinh tế, năng lực hoặc kỹ thuật.

Trong mọi trường hợp phải lưu ý những tác động do có những thay đổi giữa các phần của đề án đã thiết kế.

1.1.2.4. Nguyên tắc trật tự và thống nhất

Khoa học và kỹ thuật ngày càng phức tạp hơn, buộc con người phải hướng tới giải pháp *chuyên môn hoá triệt để*, nhằm xử lý các lĩnh vực thành phần một cách khoa học. Khi việc thiết kế một quá trình công nghệ bao hàm sự tổng hợp nhiều lĩnh vực thành phần khác nhau, thì các nội dung thiết kế thành phần cũng như tổng thể chỉ có thể được thực hiện tối ưu nhờ có kiến thức về sự tác động tổng hợp của mọi vấn đề.

Ngày nay, một phạm vi lớn hơn của khoa học chỉ có thể được giám sát với mức độ cần thiết, nếu có nhiều nhà khoa học cùng phối hợp làm việc để tìm ra lời giải. Như vậy, việc thiết kế đề án công nghiệp tổng hợp phức tạp phải được một tập thể chuyên gia thực hiện.

Một trong những tiền đề quan trọng nhất để cộng tác ở đây là phải có ngôn ngữ chung, nghĩa là, việc tiếp cận và xử lý có chủ định những vấn đề của những đối tác khác nhau, để có thể hiểu rõ các bước tư duy của họ và đánh giá đúng ý nghĩa của những tư duy đó đối với từng lời giải chung tổng hợp. Ngôn ngữ chung này phải được thể hiện ở nhiều cơ sở chung, ở những ký hiệu giống nhau, nhằm tránh công việc trùng lặp nhau và tránh những kết luận sai lầm. Điều này thể hiện trước hết ở phạm vi làm việc của hai đối tác

chính là bộ phận thiết kế *xây dựng* và bộ phận thiết kế *công nghệ*. Thông qua việc thống nhất hoá những kích thước tiêu chuẩn trong xây dựng mà sự phối hợp những kết quả lao động trí tuệ được nhẹ nhàng hơn; ví dụ như thông qua việc trao đổi các hồ sơ kỹ thuật xây dựng. Nhờ đó mà đồng thời các kích thước cơ bản có giá trị chung được quy định đối với công nghệ và từng phần dùng cho thiết kế kết cấu xây dựng công trình.

Với việc quy định những cơ sở chung như vậy, mà ở hình thức cao nhất là các tiêu chuẩn, sự cần thiết phải cộng tác trong quá trình thiết kế đề án về công trình được nhấn mạnh. Để đảm bảo tính chất tổng hợp phức tạp khi xây dựng đề án, nhiều hơn nữa là đảm bảo tính chất tổng hợp của công trình công nghiệp phải thiết kế, không chỉ có mức độ tiêu chuẩn hoá của các thiết bị là có tính chất quyết định đối với công việc xây dựng mới hoặc cải tạo hoàn thiện, mà còn phải kể đến trước hết là mức độ đạt được về tính chất tương đồng, tính chất phù hợp của những tiêu chuẩn được vận dụng.

Nói chung, trật tự sắp xếp công việc chặt chẽ và thống nhất hoá là tiền đề tiếp theo để có thể đạt được các lời giải tối ưu trong thiết kế công trình.

1.1.2.5. Nguyên tắc lựa chọn lời giải tối ưu thông qua kiểm nghiệm và đánh giá hiệu quả

Từng công việc, sau khi kết thúc cần được kiểm nghiệm để rút ra những kinh nghiệm cần thiết cho các công việc sau này tránh được những sai sót và vận dụng đúng những phương pháp mới.

Nói chung, sau khi hoàn thành một đề án thiết kế một xưởng, một nhà máy hoặc một tổ hợp công nghiệp, một câu hỏi được đặt ra và phải trả lời là:

Cái gì cần phải đạt với mục tiêu đã đặt ra và mục tiêu đó đã đạt được như thế nào?

Đề án thiết kế công trình ở đây, về mặt công nghệ cần được kiểm nghiệm và đánh giá theo ba tiêu chuẩn chính sau đây:

1. Tuân thủ định luật về *tính kinh tế của thời gian*. Định luật này yêu cầu phải có hao phí tối ưu về thời gian cho quá trình thiết kế công trình, triển khai đề án và thực hiện quy trình công nghệ đã thiết kế.

2. Đảm bảo những yêu cầu của con người làm việc trực tiếp trong quá trình sản xuất ở công trình thiết kế, phải đảm bảo an toàn lao động và sử dụng lao động hợp lý nhất.

3. Đảm bảo đạt được mục tiêu đặt ra về quy hoạch không gian; phải đáp ứng những yêu cầu về sử dụng tối ưu diện tích, không gian sản xuất và khả năng thay đổi, thích nghi nhanh khi cần thiết.