

NGUYỄN THÀNH TRUNG



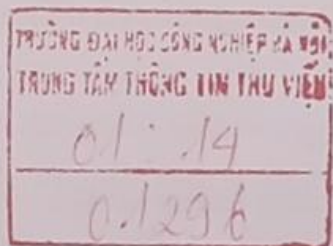
THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH
NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO
ĐIỆN GIÓ

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



NGUYỄN THÀNH TRUNG

THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH
NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO
ĐIỆN GIÓ



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

LỜI NÓI ĐẦU

Phát triển năng lượng tái tạo hiện nay đang là xu hướng toàn cầu nhằm thay thế nguồn năng lượng thiên nhiên đang dần cạn kiệt. Xu hướng này phù hợp với sự phát triển bền vững của môi trường và xã hội. Trong các nguồn năng lượng này, năng lượng điện tạo ra từ gió là dạng năng lượng bền và sạch, đã được phát triển từ rất lâu đời. Các công trình điện gió đã và đang được xây dựng nhiều nơi trên thế giới, chiếm thị phần ngày càng lớn trong mạng lưới điện quốc gia. Bám sát xu hướng này, Việt Nam cũng đang dần chuyển đổi, tập trung xây dựng phát triển năng lượng điện gió, đặc biệt có được nguồn gió lớn, ổn định ngoài biển. Vì vậy, nhiệm vụ tính toán thiết kế và xây dựng các công trình điện gió trên bờ và ngoài biển đang là một thách thức không nhỏ đối với người kỹ sư thiết kế.

Cuốn sách này được viết nhằm mục đích chính làm rõ sự làm việc và trình tự tính toán thiết kế cho một số dạng kết cấu công trình điện gió sử dụng các dạng móng cố định như móng cọc, bệ cọc hay móng dạng giàn và trọng lực. Trong đó, có xem xét đến hiệu ứng động lực học công trình, thiết kế kháng chấn và phân tích chi phí vòng đời trong việc lựa chọn phương án thiết kế tối ưu. Ngoài ra, cũng đề cập đến các bước cơ bản trong công tác thi công, duy tu và bảo trì công

trình điện gió, đặc biệt có đề cập đến phương pháp giám sát tình trạng kỹ thuật kết cấu (Structural health monitoring) đối với công trình điện gió.

Cuốn sách hy vọng là tài liệu tham khảo tốt nhằm đưa ra các hướng dẫn bổ ích cho công tác thiết kế, thi công và bảo trì các công trình điện gió. Cuốn sách là kế thừa nội dung chính từ cuốn sách "Thiết kế công trình điện gió biển" do chính tác giả biên soạn, phát hành năm 2020, có bổ sung thêm các nội dung mới về công trình điện gió trên bờ, công tác thi công, ...gồm 6 Chương:

Chương I- Tổng quan về công trình năng lượng tái tạo-điện gió

Chương II- Phương pháp thiết kế công trình điện gió

Chương III- Tải trọng và tác động lên công trình điện gió

Chương IV- Tính toán kiểm tra kết cấu

Chương V- Tính toán áp dụng

Chương VI- Công tác thi công và bảo trì công trình điện gió

Tác giả mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp xây dựng của người đọc. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Ban biên tập sách Nhà xuất bản Xây dựng hoặc địa chỉ email tác giả ntrung@edu.utc.vn.

Chương I

TỔNG QUAN VỀ CÔNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO - ĐIỆN GIÓ

1.1. CÔNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

Năng lượng tái tạo là năng lượng được tạo ra các nguồn hình thành liên tục, có thể coi là vô hạn như gió, mưa, năng lượng mặt trời, sóng biển, thủy triều, địa nhiệt... Năng lượng tái tạo còn được biết đến là năng lượng sạch hoàn toàn hay năng lượng tái sinh, nó phù hợp với sự phát triển bền vững của môi trường và xã hội toàn cầu. Đây là nguồn năng lượng sạch, ít gây ô nhiễm nên rất thân thiện với môi trường và không lo cạn kiệt, tuy nhiên chi phí đầu tư xây dựng ban đầu khá tốn kém và có tính ổn định không cao và phụ thuộc vào điều kiện môi trường. Hiện nay, các loại năng lượng tái tạo chủ yếu được xây dựng và phát triển trên thế giới bao gồm:

1.1.1. Năng lượng mặt trời

Năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng dồi dào nhất và thậm chí có thể được khai thác khi thời tiết bất lợi có nhiều mây. Công nghệ năng lượng mặt trời có thể cung cấp nhiệt, làm mát, chiếu sáng tự nhiên, điện và nhiên liệu cho nhiều ứng dụng. Công nghệ năng lượng mặt trời chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành năng lượng điện thông qua các tấm quang

hấp thụ bức xạ mặt trời. Mặc dù không phải tất cả các quốc gia đều có năng lượng mặt trời như nhau, nhưng mọi quốc gia đều có thể phát triển năng lượng mặt trời thành một trong các nguồn năng lượng quan trọng khác.

Chi phí sản xuất các tấm pin mặt trời đã giảm mạnh trong thập kỷ qua, khiến chúng không chỉ có giá cả phải chăng mà còn thường là dạng điện rẻ nhất. Các tấm pin mặt trời có tuổi thọ khoảng 30 năm và có nhiều màu sắc khác nhau tùy thuộc vào loại vật liệu được sử dụng trong sản xuất.



Hình 1.1. Năng lượng mặt trời

1.1.2. Năng lượng thủy điện

Thủy điện khai thác năng lượng của nước di chuyển từ độ cao cao hơn đến độ cao thấp hơn. Nó có thể được tạo ra từ các hồ chứa và sông. Các nhà máy thủy điện hồ chứa dựa vào lượng nước dự trữ trong hồ chứa, trong khi các nhà máy thủy điện dòng chảy khai thác năng lượng từ dòng chảy sẵn có của sông. Các hồ chứa thủy điện thường có nhiều mục đích sử dụng

như cung cấp nước sạch, nước tưới tiêu, kiểm soát lũ lụt và hạn hán, dịch vụ giao thông thủy cũng như cung cấp năng lượng.

Thủy điện hiện là nguồn năng lượng tái tạo lớn nhất trong ngành điện. Nó phụ thuộc vào lượng mưa nhìn chung ổn định và có thể bị tác động tiêu cực bởi hạn hán do khí hậu gây ra hoặc những thay đổi đối với hệ sinh thái ảnh hưởng đến lượng mưa.

Tuy nhiên, cơ sở hạ tầng cần thiết để tạo ra thủy điện cũng có thể tác động tiêu cực đến hệ sinh thái. Vì lý do này, nhiều người coi thủy điện quy mô nhỏ là một lựa chọn thân thiện với môi trường hơn và đặc biệt phù hợp với các cộng đồng ở vùng sâu vùng xa.



Hình 1.2. Năng lượng thủy điện

1.1.3. Năng lượng sinh học

Năng lượng sinh học được sản xuất từ nhiều loại vật liệu hữu cơ, được gọi là sinh khối, chẳng hạn như gỗ, than củi,

MỤC LỤC

Trang

| | |
|--|----|
| <i>Lời nói đầu</i> | 3 |
| Chương I. Tổng quan về công trình năng lượng tái tạo - điện gió | 5 |
| 1.1. Công trình năng lượng tái tạo | 5 |
| 1.1.1. Năng lượng mặt trời | 5 |
| 1.1.2. Năng lượng thủy điện | 6 |
| 1.1.3. Năng lượng sinh học | 7 |
| 1.1.4. Năng lượng địa nhiệt | 9 |
| 1.1.5. Năng lượng thủy triều | 9 |
| 1.1.6. Năng lượng từ chất thải | 10 |
| 1.1.7. Năng lượng điện gió | 11 |
| 1.2. Sự phát triển của năng lượng điện gió | 12 |
| 1.2.1. Năng lượng điện gió trên thế giới | 12 |
| 1.2.2. Tình hình phát triển điện gió Việt Nam | 15 |

| | |
|--|----|
| 1.3. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động | 22 |
| 1.3.1. Động cơ tuabin | 23 |
| 1.3.2. Trụ tháp | 25 |
| 1.3.3. Bộ phận chuyển đổi | 26 |
| 1.3.4. Bộ phận móng | 27 |
| 1.4. Các dạng kết cấu móng điện gió | 27 |
| 1.4.1. Móng nông trọng lực | 29 |
| 1.4.2. Móng cọc | 30 |
| 1.4.3. Kết cấu móng cọc đơn (monopile) | 32 |
| 1.4.4. Kết cấu móng dạng ba chân (Tripod) | 34 |
| 1.4.5. Kết cấu móng giàn (Jacket) | 36 |
| 1.4.6. Kết cấu móng trọng lực | 38 |
| 1.4.7. Kết cấu móng dạng bệ cọc (Pier) | 40 |
| 1.4.8. Kết cấu móng nổi | 41 |
| 1.4.9. Phân tích đánh giá giải pháp kết cấu móng phù hợp | 43 |

Chương II. Phương pháp tính toán thiết kế công trình điện gió

| | |
|--------------------------------|----|
| 2.1. Yêu cầu chung về thiết kế | 45 |
| 2.2. Phương pháp thiết kế | 48 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1. Thiết kế ứng suất cho phép | 48 |
| 2.2.2. Thiết kế trạng thái giới hạn | 49 |
| 2.2.3. Thiết kế xác suất | 52 |
| 2.2.4. Thiết kế mô hình thực nghiệm | 53 |
| 2.3. Các hiệu ứng của tải trọng tác động lên công trình điện gió | 54 |
| 2.3.1. Hiệu ứng phi tuyến | 55 |
| 2.3.2. Hiệu ứng tải trọng lặp | 56 |
| 2.3.3. Hiệu ứng tải trọng động | 59 |
| 2.3.4. Hiệu ứng động - dòng xoáy | 67 |
| 2.4. Tương tác kết cấu với đất nền | 68 |
| 2.4.1. Mô hình ngàm | 68 |
| 2.4.2. Mô hình cọc tương đương | 70 |
| 2.4.3. Mô hình cọc làm việc đồng thời với đất nền | 71 |
| 2.5. Các vấn đề cần xem xét trong thiết kế | 79 |
| 2.5.1. Đánh giá hiệu quả kinh tế theo phương pháp phân tích chi phí vòng đời LCCA (Life Cycle Cost Analysis) | 79 |
| 2.5.2. Đánh giá tác động môi trường | 91 |
| Chương III. Tải trọng và tác động lên công trình điện gió | |
| 3.1. Phân loại tải trọng tác động | 92 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.1. Tải trọng thường xuyên | 92 |
| 3.1.2. Tải trọng tạm thời | 93 |
| 3.1.3. Tải trọng môi trường | 93 |
| 3.1.4. Tải trọng do biến dạng | 94 |
| 3.1.5. Tải trọng sự cố | 94 |
| 3.2. Tải trọng sóng | 94 |
| 3.2.1. Quy định chung | 95 |
| 3.2.2. Lý thuyết sóng tính toán tiền định | 96 |
| 3.2.3. Tải trọng sóng tác động lên kết cấu điện gió biển | 106 |
| 3.2.4. Lý thuyết sóng ngẫu nhiên | 111 |
| 3.3. Tải trọng dòng chảy | 115 |
| 3.3.1. Quy định chung | 115 |
| 3.3.2. Tính toán tải trọng dòng chảy | 117 |
| 3.4. Trọng lượng hà bám vào kết cấu | 117 |
| 3.5. Tác động xói chân cọc | 118 |
| 3.6. Tải trọng gió | 118 |
| 3.6.1. Quy định chung | 118 |
| 3.6.2. Tính toán tải gió | 120 |
| 3.6.3. Năng lượng tạo ra từ gió | 131 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 3.7. Tải trọng động đất | 133 |
| 3.7.1. Tổng quan | 133 |
| 3.7.2. Phương pháp tính kháng chấn | 135 |
| 3.8. Tải trọng do sự cố va tào | 140 |
| 3.9. Phân tích các tổ hợp tải trọng | 141 |

Chương IV. Tính toán kiểm tra kết cấu

| | |
|--|-----|
| 4.1. Kết cấu thép | 144 |
| 4.1.1. Quy định chung | 144 |
| 4.1.2. Kiểm tra bền và ổn định của thanh ống | 145 |
| 4.1.3. Kiểm tra liên kết nút | 158 |
| 4.1.4. Kiểm tra điều kiện chuyển vị cho phép | 164 |
| 4.2. Kết cấu bê tông cốt thép | 164 |
| 4.2.1. Quy định chung | 164 |
| 4.2.2. Trạng thái giới hạn cường độ | 166 |
| 4.2.3. Trạng thái giới hạn sử dụng | 171 |
| 4.3. Tính toán kiểm tra móng | 172 |
| 4.3.1. Móng nông dạng trọng lực | 172 |
| 4.3.2. Móng cọc | 179 |

Chương V. Tính toán áp dụng

| | |
|----------------------------|-----|
| 5.1. Giới thiệu công trình | 185 |
|----------------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| 5.1.1. Thông số kỹ thuật công trình | 185 |
| 5.1.2. Số liệu thủy hải văn và địa chất công trình | 187 |
| 5.2. Tính toán nội lực kết cấu | 192 |
| 5.2.1. Các tải trọng tính toán | 192 |
| 5.2.3. Khai báo mô hình tính | 196 |
| 5.2.4. Kết quả tính toán | 213 |
| 5.2.5. Kiểm toán cấu kiện kết cấu | 222 |
| | |
| Chương VI. Công tác thi công và bảo trì công trình điện gió | |
| 6.1. Công tác thi công công trình điện gió trên bờ | 228 |
| 6.1.1. Trình tự thi công | 228 |
| 6.1.2. Thi công xây dựng móng | 228 |
| 6.1.3. Thi công vận chuyển thiết bị điện gió | 237 |
| 6.1.4. Thi công lắp dựng | 241 |
| 6.2. Công tác thi công công trình điện gió ngoài biển | 251 |
| 6.2.1. Tổng quan | 251 |
| 6.2.2. Quá trình chế tạo kết cấu trên bờ | 252 |
| 6.2.3. Hạ thủy và vận chuyển kết cấu trên biển | 257 |
| 6.2.4. Lắp đặt và hoàn thiện kết cấu ngoài biển | 264 |

| | |
|--|------------|
| 6.3. Bảo trì công trình điện gió biển | 274 |
| 6.3.1. Tổng quan | 274 |
| 6.3.2. Các hư hỏng xảy ra đối với công trình điện gió | 278 |
| 6.3.3. Trình tự bảo trì công trình điện gió | 282 |
| 6.3.4. Khảo sát và kiểm tra kết cấu điện gió | 292 |
| 6.3.5. Quan trắc tình trạng kỹ thuật kết cấu điện gió | 299 |
| Tài liệu tham khảo | 306 |

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ
TRUNG TÂM THÔNG TIN TH



Mã sách: 011401296

QUÉT MÃ QR



ĐỂ NHẬN NHIỀU ƯU ĐÃI
TỪ HỆ THỐNG CỦA CHÚNG TÔI

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

Trụ sở: 37 Lê Đại Hành, Quận Hai Bà Trưng, Tp. Hà Nội

Tel: 024. 39780753/ 024.39741791

www.nxbxaydung.com.vn

SÁCH NHÀ NƯỚC ĐẶT HÀNG

ISBN: 978-604-82-7580-8



9 786048 275808