



Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea
in LINGUE, ECONOMIE E
ISTITUZIONI DELL'ASIA E
DELL'AFRICA MEDITERRANEA
ordinamento ex D.M. 270/2004

Tesi di Laurea Magistrale

Aerogeneratori ed energia eolica in Cina: aspetti economici, politici e terminografici

Relatore

Ch. Prof. Magda Abbiati

Correlatore

Ch. Prof. Franco Gatti

Laureando

Chiara Ceddia

Matricola

859889

Anno Accademico

2016/ 2017

INDICE

| | |
|--|----|
| 前言..... | 3 |
| Introduzione..... | 7 |
| Parte Prima | 10 |
| Capitolo 1 L'energia eolica in Cina | 10 |
| 1.1 Panoramica della produzione di energia eolica in Cina..... | 10 |
| 1.2 La distribuzione delle risorse eoliche in Cina..... | 13 |
| 1.3 Il ruolo della tecnologia straniera per lo sviluppo dell'industria eolica cinese.... | 16 |
| 1.3.1 I pionieri stranieri..... | 17 |
| 1.4 Primi passi nella produzione delle turbine eoliche..... | 22 |
| 1.5 Cronologia dello sviluppo dell'energia eolica in Cina..... | 24 |
| Capitolo 2 Misure politiche per lo sviluppo delle energie rinnovabili..... | 26 |
| 2.1 Incentivi del governo cinese per lo sviluppo dell'energia eolica..... | 26 |
| 2.2 Standard e Certificazioni di qualità..... | 31 |
| 2.2.1 Standard..... | 31 |
| 2.2.2 Certificazioni di qualità..... | 32 |
| 2.3 Prospettive future..... | 33 |
| Capitolo 3 Il mercato cinese ed estero..... | 35 |
| 3.1 Principali produttori di turbine eoliche in Cina..... | 35 |
| 3.2 Esperienza cinese oltremare..... | 38 |
| 3.3 Cooperazione internazionale..... | 41 |
| 3.4 Prospettive future a livello mondiale..... | 42 |
| Capitolo 4 L'aerogeneratore e i suoi componenti..... | 43 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| Parte Seconda..... | 54 |
| Schede Terminografiche..... | 54 |
| Glossario Cinese – Italiano..... | 81 |
| Glossario Italiano – Cinese | 86 |
| Bibliografia..... | 91 |
| Sitografia..... | 95 |

前言

发达国家在先后完成了工业化和现代化的同时也形成了化石能源资源高消耗模式。当前包括中国在内的一些发展中国家正在快速步入工业化阶段，能源消费也持续增加态势。但是以传统化石能源为主的能源消费模式导致全球能源资源约束和生态环境不断恶化，化石能源燃烧导致的二氧化碳排放正导致全球气候变化，应对资源环境挑战已成为全球共同面临的重大课题。逐步摆脱对化石能源的依赖已经成为人类发展的不可逆转的前进方向，为了应对全球气候变化的挑战，世界能源发展必须进入以无碳化为核心内容的时代。

中国能源资源的特点是总量比较丰富，但人均能源资源拥有量较低，优质资源少，能源资源赋存分布不均衡，开发难度较大。中国拥有较为丰富的化石能源资源。已探明的石油、天然气资源储量相对不足，油页岩、煤层气等非常规化石能源储量潜力较大。但是，煤炭、水能和风能资源主要分布在西部地区，中国主要能源和电力消费地区集中在东南沿海经济发达地区，使得大规模、长距离的煤炭、电力输送成为中国能源开发利用的基本格局。

随着中国经济的较快发展和工业化、城镇化进程的加快，能源需求不断增长，构建稳定、清洁、安全的能源供应体系面临着重大挑战，突出表现为：资源约束突出，能源消费以煤为主，环境压力加大。由于中国优质能源资源相对不足，制约了供应能力的提高；能源资源分布不均，也增加了持续稳定供应的难度。煤炭是中国的主要能源，以煤为主的能源结构在未来相当长时期内难以改变，加大了环境保护的压力。煤炭消费是造成煤烟型大气污染的主要原因，也是温室气体排放的主要来源。

目前，以根本解决资源环境挑战、从根本上实现能源可持续发展为目标的新一轮全球能源转型已经启动，国际社会普遍认为可再生能源技术是实现

低碳能源转型的关键，没有可再生能源的发展就无法解决气候危机，而且发展可再生能源还能实现加强能源供应和提高竞争力等多重发展目标。中国政府要顺应这一历史潮流，加快中国能源生产和消费革命的步伐，通过我们所有人共同的不懈努力，为全人类可持续能源的创造和开拓，贡献出自己的一份重要力量。

为此，《中国的能源状况与政策》指出，新的中国能源战略不再提以煤为主，而是把“立足国内、多元发展、保护环境”作为成为可持续能源供应战略的核心内容。中国将主要依靠国内增加能源供给，通过稳步提高国内安全供给能力，不断满足能源市场日益增长的需求；通过有序发展煤炭，积极发展电力，加快发展石油天然气，鼓励开发煤层气，大力发展水电等可再生能源，积极推进核电建设，科学发展替代能源，优化能源结构，实现多能互补，保证能源的稳定供应；以建设资源节约型和环境友好型社会为目标，积极促进能源与环境的协调发展。

全球风能资源是整个世界预期电力需求的 2 倍，也就是说，只要利用地球上 50 % 的风能资源就能满足全球能源。 社会的发展，经济的持续增长，能源消耗的持续增加，在各种各样的选择中，风力发电已逐渐成为最值得考虑的选择。风能资源是清洁的可再生能源，风力发电是新能源中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的可再生能源技术，在远期有可能成为世界重要的替代能源。世界上很多国家对风电的开发给予了高度重视及政策激励。

设计、制造、建设及管理能力的逐步提高，使中国已经具备大规模发展风电的前提条件。中国已成为可再生能源领域的全球领导者。中国可再生能源资源储备丰富，未来具有很大的发展潜力。可再生能源的成本竞争力越来越高，同时还兼有其他的效益，比如提高能源安全性和减少空气污染。这些优势是推动中国做出改变的主要动力。

有三个主要的理由中国应该针对风能资源的发展：（1）中国风力资源非常丰富，而风电装机容量落后于世界发达国家。国内风电企业的相关技术很大程度上依赖进口，小容量风电系统已经完全国产化，大容量风电系统的相关技术有待研究。针对风电产业，中国出台了若干相关鼓励政策。因而，中国风电市场有着极大的潜力，必将得到飞速的发展。（2）世界风电技术的发展趋势在于提高风电系统的效率、可靠性和降低风电成本。相应地，风电机组正朝着大容量化的变桨矩变速系统发展。（3）并网型大容量风电机组的控制系统有以下若干关键技术：变流器设计、风力机模拟系统设计、发电机控制技术、并网技术、桨矩角控制技术和系统监控技术，以上技术的解决有助于我国风电产业的国产化和大容量风电系统自主知识产权的建立。

随着人类社会的不断发展，对能源的需求也迅猛增加，资源危机往往还会造成环境危机，甚至严重的武装冲突。近年来，美国不断针对一些国家展开的军事行动，归根结底就是为争夺世界霸主地位，很大程度上也是为了掠夺能源而进行的战争。在煤、石油等常规能源日益紧缺的当今世界，包括中国在内的诸多国家普遍提倡应用清洁能源，节能减排，各种清洁能源成为诸多国家和地区关注的焦点。

上风能具有安全、无污染、可再生、储量大、分布广、不占用陆地资源等优点，风力发电是风能资源开发利用的主要方式，除此之外还广泛应用于船舶助航、提水、灌溉、风力致热等工程，目前陆上风力发电技术已较成熟，但海上风力发电只是在少数欧洲国家较为成熟，中国的风能开发尚属于初级阶段，且风能资源的分布具有很强的区域性差异，中国风能南北差异、沿海与内地的差异都是很大的。因此，中国大规模发展风电的基本原则就是“资源评价和规划先行”，做好风能资源评估，在风能资源详查的基础上，制定风电发展和电网配套建设规划，实现风能资源的有序开发和利用。

为适应中国未来的能源转型形势，研究将实现高比例可再生能源发展作为国家能源战略的重要组成部分，应将高比例可再生能源作为实现国家 2020 年和 2030 年非化石能源发展目标和实现能源生产和消费革命的核心手段。在今后出台的所有与能源相关的发展规划中，实现高比例可再生能源发展目标都需要切实得到具体体现。按照战略规划确定的方向、重点、目标和任务，将总目标分解成不同发展阶段的具体目标，明确在不同发展阶段实现高比例可再生能源的基本条件、主要障碍、重点领域和工作重点。

论文第一章的题目是中国风能资源容量的研究：中国风能资源丰富，主要集中在三北(东北、华北、西北)地区及东部沿海风能丰富带。

外国的风电产业怎么给中国风电产业带来很大的影响。第一个决定利用中国的风能资源的产业是 Vestas（荷兰的风力发电机的厂商），然后很多别的外国的厂商在中国出口风力发电机，这样中国的产业能了解风能技术。

论文第二章的题目是中国政府的政策激励的研究：中国政府成立一些改革为了针对可再生能源的发展，促进中国的与外国的产业的联系和交流。

论文第三章的题目是风力发电机市场的研究：设计、制造、建设及管理能力的逐步提高，使中国把风力发电机开始出口到外国家，比如美国，印度，非洲。

论文第四章是关于特定的题目：风力发电机的结构。这个部分有一些突出的词：一些词，例如“变速箱”、“导流罩”或“变桨距系统”，等。

论文的第二个部分是一个意汉专业术语的调查，分析意大利、汉语两种语言在风力发电机的结构专业术语。一共有六十多个术语，术语的调查表分为六个部分：首先是汉语术语的名称，第二部分是汉语术语的定义，第三部分是汉语术语的上下文语境，第四部分是意大利语术语的上下文语境，第五部分是意大利语术语的定义，最后一个部分是意大利语术语的名称。我的目的是研究意大利语与汉语都有一样专业术语。论文第二个部分以后

有两部辞典。辞典中列出各种分析的词条，意大利语词条是按照字母顺序列出的，汉语词条按照拼音顺序列出。然后有论文的一共书目。

INTRODUZIONE

Uno dei problemi più gravi che l'umanità deve affrontare è quello dell'energia, motore di tutte le attività umane. Si tratta di un problema che ha dimensioni planetarie, dovuto al crescente fabbisogno di energia da parte di interi popoli e contemporaneamente all'inevitabile esaurirsi delle principali fonti energetiche finora utilizzate, i combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale).

Per utilizzare il contenuto di energia chimica dei combustibili fossili è necessario convertirla in altre forme. Il modo più rapido è quello di bruciare i combustibili e ottenere così energia termica, purtroppo la combustione di questi materiali produce sostanze che hanno effetti negativi sull'equilibrio ambientale, come ad esempio il rilascio di diossido di carbonio che incrementa il cosiddetto effetto serra dell'atmosfera. Un'intensificazione dell'effetto serra, dovuto all'immissione eccessiva di gas da parte dell'uomo e di altri fattori, può provocare squilibri climatici di dimensione planetaria.

Il fatto che le riserve dei combustibili fossili si stiano esaurendo e che il petrolio in particolare si trovi in aree circoscritte e politicamente instabili della Terra, ha portato a incrementare negli ultimi decenni la ricerca, lo sviluppo e il recupero di fonti alternative.

La caratteristica che accomuna alcune di queste fonti alternative è che esse sono potenzialmente inesauribili, un'importante caratteristica delle fonti rinnovabili è che esse presentano un ridotto impatto ambientale per quanto riguarda il rilascio di sostanze inquinanti nell'ambiente. Le fonti energetiche rinnovabili sono quindi fonti di energia che possono permettere all'umanità uno sviluppo sostenibile, che non danneggi in modo irreparabile la natura e l'ecosistema.

I Paesi sviluppati, al fine di completare una industrializzazione e modernizzazione, hanno fatto un ampio uso di combustibili fossili nel corso della storia, attualmente i Paesi in via di sviluppo, tra cui anche la Cina, che stanno rapidamente entrando nella fase di industrializzazione, stanno contribuendo al continuo aumento del consumo di risorse energetiche fossili.

I Paesi di tutto il mondo, al seguito dei gravi cambiamenti climatici e al graduale deterioramento degli ecosistemi, si trovano costretti a rispondere adeguatamente alla sfida ambientale tentando di proseguire in direzione di uno sviluppo globale sostenibile.

Liberarsi progressivamente della dipendenza dai combustibili fossili è la direzione irreversibile verso cui deve procedere lo sviluppo del genere umano, il consumo delle risorse energetiche a livello globale deve perciò entrare in un'era che ha come contenuto base l'assenza di emissioni di diossido di carbonio, dando perciò maggior impulso alle energie rinnovabili.

La Cina, nonostante sia ricca di risorse energetiche, non è ancora in grado di sfruttarle efficientemente, la distribuzione delle risorse non è omogenea, la difficoltà nel svilupparle è alta, di conseguenza viene ancora fatto un largo uso di combustibili fossili come principale fonte di energia. Le riserve di petrolio e gas naturale non sono sufficienti a soddisfare il fabbisogno energetico.

I principali giacimenti di carbone e le risorse eoliche e idriche più ingenti si trovano nella parte occidentale della Cina, mentre la richiesta di energia più elevata proviene dalle zone orientali e dalle zone costiere, per questo motivo il trasporto di energia e di carbone a lunga distanza costituisce la base di partenza per un massiccio sviluppo della Cina.

In seguito al progresso economico e all'industrializzazione del continente cinese, al veloce processo di urbanizzazione, la richiesta di energia si è innalzata gradualmente, rendendo reale la grande sfida della creazione di un rifornimento energetico pulito, sicuro e stabile.

Il carbone è il principale combustibile usato in Cina, ma il suo largo consumo ha contribuito all'aumento di gas serra emessi nell'ambiente, rendendo necessaria così una restrizione del suo uso.

Le risorse totali di energia eolica sono il doppio del globale bisogno di energia, in altre parole, se venisse usato appena il 50% delle risorse di vento globali verrebbe soddisfatto il fabbisogno energetico a livello mondiale.

Lo sviluppo della società, il continuo accrescimento economico, contribuiscono ad incrementare il consumo energetico. Tra tutte le varie energie rinnovabili (eolica, solare, biomasse e nucleare), l'energia eolica sta gradualmente diventando l'alternativa energetica più appetibile, essendo quella a meno impatto ambientale e con la tecnologia di produzione più avanzata e matura, con prospettive di sviluppo nella commercializzazione a più grande scala tra tutte le altre energie rinnovabili. A lungo termine potrà perciò diventare una importante energia alternativa a livello globale, molti Paesi si stanno dando da fare perciò al fine di favorire lo sviluppo di quest'ultima.

Le risorse di energia eolica in Cina sono molto ricche, la concentrazione maggiore si trova nella provincia dello Hebei e nelle zone del Dongbei e Xibei e nelle aree costiere orientali. Le competenze nella progettazione, manifattura, produzione e gestione stanno gradualmente migliorando, cosicché la Cina possiede già dei buoni presupposti per uno sviluppo a grande scala, ponendo così le basi per diventare leader mondiale nel settore delle energie rinnovabili. L'oggetto di questa tesi è stato sviluppato a partire dal mio interesse nei confronti dell'energia eolica come fonte di energia rinnovabile, il cui consumo ha come fine ultimo la protezione e la salvaguardia dell'ambiente e di ogni ecosistema presente sulla Terra.

Il primo capitolo della tesi è una panoramica dell'utilizzo dell'energia eolica in Cina, corredata da una analisi della distribuzione delle risorse eoliche nel continente cinese.

La capacità della Cina di sfruttare la forza del vento tramite pale eoliche e aerogeneratori proviene da tecniche e tecnologie apprese da produttori stranieri, primi tra cui i danesi di Vestas, la prima compagnia sbarcata in Cina.

Nel corso dello sviluppo dell'energia eolica e dei componenti e strumenti ad essa collegata, di grande impatto è stato il sostegno fornito dal governo cinese, che, con una serie di politiche di incentivi, al seguito delle quali molti produttori stranieri sono stati spinti a stabilire basi di produzioni di turbine eoliche direttamente in Cina, ha contribuito ad una importante crescita del settore.

Oggi la Cina è nominata tra i principali produttori ed esportatori di turbine eoliche al mondo e in questo nuovo scenario si trova ad essere in costante progresso e sviluppo contribuendo alla diminuzione dell'uso di sostanze inquinanti e nocive all'ambiente.

Nel quarto capitolo ho descritto e spiegato la composizione e il funzionamento di una turbina eolica, partendo dalla sua struttura principale per poi procedere verso i componenti legati alla meccanica e alla conversione della forza del vento, trasmessa alle pale eoliche in movimento, in energia elettrica.

Il testo presenta delle parole evidenziate in grassetto: sono i termini tecnici del settore, analizzati più nel dettaglio nella seconda parte della mia tesi. Tutti i termini evidenziati sono seguiti dal numero indicante la loro posizione nelle schede terminografiche, la loro traduzione cinese ed il relativo *pinyin*.

La seconda parte della mia tesi è costituita dal repertorio terminografico riguardo gli elementi che costituiscono un aerogeneratore, si tratta di termini tecnici quali "moltiplicatore di giri", "ogiva", "controllo del passo", fondamentali per il funzionamento di un aerogeneratore. Circa sessanta termini sono racchiusi in un corpus di schede, corredate dai relativi contesti d'uso,

definizioni e traduzioni in cinese e italiano. Seguono i glossari cinese - italiano e italiano - cinese e la bibliografia.

CAPITOLO 1 L'energia eolica in Cina

1.1 Panoramica della produzione di energia eolica in Cina

La Cina, con i suoi 1.3 miliardi di abitanti, è un Paese con un alto tasso di consumo energetico ed un sistema di energia ancora principalmente basato sull'energia termica: nel 2012, il consumo totale di energia è stato di 3.62 miliardi di tonnellate di carbone standard. Per l'energia termica si registrano il 70% degli utenti, mentre l'energia eolica ha solo il 2.02% degli utenti (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 92). La produzione di energia in Cina è perciò ancora dominata dai combustibili fossili che contribuiscono all'aumento di emissioni di biossido di carbonio (Co₂) nell'atmosfera.

Il cambiamento climatico si fa sempre più urgente e molti Paesi in tutto il mondo hanno formulato concrete soluzioni e posto obiettivi per la riduzione delle emissioni nocive all'ambiente.

Anche la Cina, in qualità di Paese in via di sviluppo, ha posto l'obiettivo di ridurre emissioni di carbonio per unità di PIL in base al principio di "responsabilità comuni ma differenziate" come identificato nel protocollo di Kyoto (https://www.ansa.it/documents/1260887923129_Documento_Ambasciatore_Cina_in_Italia.pdf).

La rilevanza della Cina nel contesto mondiale di emissioni di gas serra è, infatti, nota e la diminuzione delle emissioni di Co₂ costituirebbe un passo fondamentale per predisporre il mondo ad un percorso più ecosostenibile.

L'uso e lo sviluppo di energia rinnovabile è cruciale, al fine di continuare a garantire una fornitura di energia, limitare i cambiamenti climatici, regolare la struttura energetica, costruire una società armoniosa e raggiungere uno sviluppo sociale ed economico sostenibile (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 92).

In questo ambito la Cina ha già implementato una serie di politiche per dare un impulso allo sfruttamento di risorse rinnovabili di energia (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 92).

Nel 2005 il governo cinese ha emesso la "Legge sull'energia rinnovabile" (中华人民共和国可再生能源法, *Zhonghua renmin gonghe guo ke zaisheng nengyuan fa*), che implica il supporto e l'incoraggiamento delle esplorazioni in campo di energia rinnovabile come strategia nazionale.

<http://www.qibebt.cas.cn/kxcb/kpwz/nyzcgh/200906/P020090630585272051488.pdf>

Dall'implementazione ufficiale della legge nel 2006, il governo cinese ha poi emanato una serie di politiche e regolamenti per la guida e il supporto delle attività economiche e tecniche rivolte allo sviluppo dell'energia rinnovabile ed in particolare per l'energia eolica (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 92).

Le politiche includono un obiettivo annunciato dal Consiglio di Stato nel 2009 per la riduzione dell'intensità di emissioni di biossido di carbonio in cui la Cina si impegna a diminuire del 40-45%(rispetto a quelle emesse nel 2005) l'intensità delle emissioni entro il 2020 (Li, 2015, pp. 2-3).

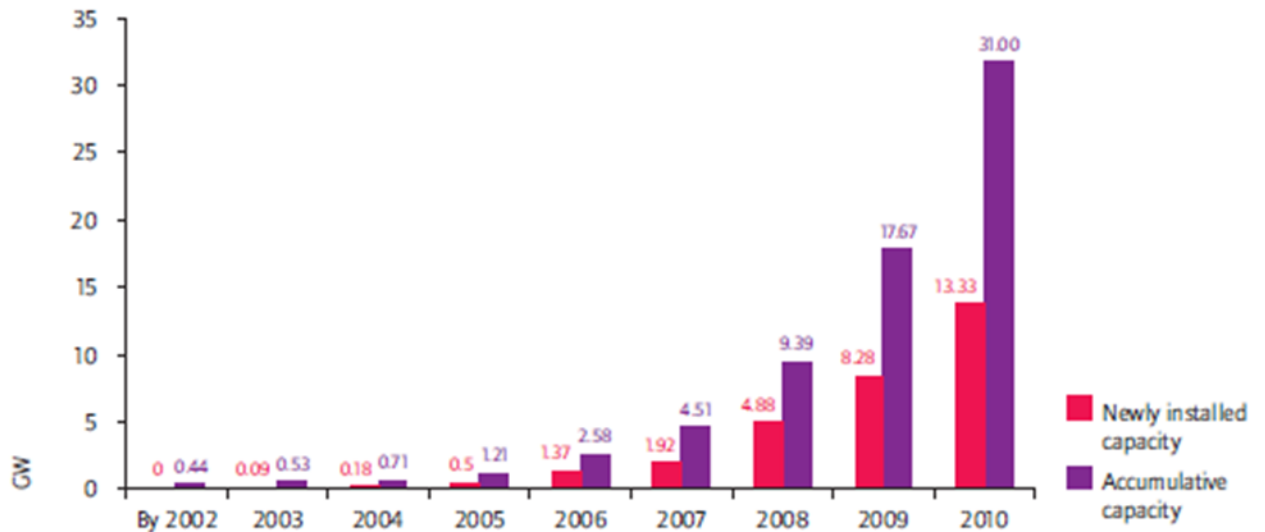
L'uso del carbone verrebbe stato sostituito dall'aumento di scambi di energia con altre regioni cinesi, aumentando il rifornimento di gas naturale e lo sviluppo di carburanti non-fossili (Li, 2015, pp. 2-3).

Ma le conseguenze ambientali dell'uso del carbone non sono le uniche preoccupazioni dei principali politici cinesi. Durante gli ultimi 30 anni, la richiesta di energia della Cina è cresciuta annualmente dell'8%, di conseguenza, la fornitura domestica non è più in grado di soddisfare la domanda e una grande porzione della richiesta di energia del Paese dipende dalle importazioni (nel 2013 sono stati importati il 57.4 % di petrolio greggio, il 30.5% del gas naturale, e l'8.1% di carbone consumato) (Li, 2015, p. 2).

Per mutare l'energia rinnovabile da una energia supplementare alla principale energia alternativa, il governo Cinese ha stabilito alcuni ambiziosi obiettivi al fine di dare un maggiore impulso allo sviluppo e alla ricerca delle fonti di energia rinnovabili (Figura 1) (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 92).

Figura 1. Capacità dell'energia eolica in Cina espressa in GW (2003-2010)

(International Energy Agency, Energy Research Institute, 2011, p.12)



Con il suo vasto territorio, la Cina è ricca di risorse per l'energia eolica. Nei passati 10 anni, è stata sviluppata la capacità di produrre apparecchiature di energia eolica a larga scala attraverso una introduzione di tecnologie, co-progettazioni e autosviluppo (Peng, 2012, p. 14).

La Cina ha anche stabilito uno schema di ricerca e sviluppo in campo di produzione sia per le turbine eoliche che per i loro componenti che ha dato un importante impulso al mercato domestico di energia eolica. La capacità installata di produzione di energia dal vento è cresciuta da 1.25 GW nel 2005 a oltre 62 GW nel 2011. La Cina è di seguito diventata un grande produttore di turbine eoliche e nel mondo detiene la più grande capacità di installazione (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 92).

Nel 2014 l'impulso allo sviluppo dell'industria dell'energia eolica in Cina è stato molto positivo, l'installazione di macchinari aggiornati per la sua produzione hanno rinnovato i record storici. Secondo le statistiche, in tutto il Paese (eccetto Taiwan) sono stati installate altre 13121 turbine eoliche, per una nuova capacità installata di 23196 MW, comparata ad una crescita del 44.2%; sommata alle 76241 turbine installate, con una capacità installata di 114609MW, ed una crescita del 25.4% (Figura 2) (Quanqiu fengneng lishihui, 2014).

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|----------------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|----------|----------|
| Anhui | 0 | 0 | 0 | 0 | 148.5 | 297 | 494 | 591.5 | 991.6 |
| Beijing | N/A | 495 | 64.5 | 152.5 | 152.5 | 155 | 155 | 156.5 | 192.5 |
| Chongqing | 0 | 0 | 17 | 13.6 | 46.8 | 46.8 | 104.35 | 124.05 | 124.05 |
| Fujian | 88.75 | 237.75 | 283.75 | 567.25 | 833.7 | 1025.7 | 1290.7 | 1556.2 | 1652.7 |
| Gansu | 127.75 | 338.3 | 636.95 | 1187.95 | 4944 | 5409.2 | 6478.95 | 7095.95 | 10725.95 |
| Guangdong | 211.14 | 287.39 | 366.89 | 569.34 | 888.8 | 1302.4 | 1691.28 | 2218.88 | 2758.38 |
| Guangxi | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 2.5 | 79 | 203.5 | 360.5 | 477 |
| Guizhou | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 195.1 | 507.1 | 1190.1 | 2001.2 |
| Hainan | 8.7 | 8.7 | 58.2 | 196.2 | 256.7 | 256.7 | 304.7 | 304.7 | 310.7 |
| Hebei | 325.75 | 491.45 | 1110.7 | 2788.1 | 4794 | 7070 | 7978.8 | 8499.9 | 9872.4 |
| Heilongjiang | 165.75 | 408.25 | 836.3 | 1659.75 | 2370.1 | 3445.8 | 4264.35 | 4887.35 | 5527.15 |
| Henan | N/A | 3 | 50.25 | 48.75 | 121 | 300 | 492.55 | 647.15 | 962.85 |
| Hubei | N/A | 13.6 | 13.6 | 26.35 | 69.8 | 100.4 | 193.9 | 647.5 | 1274.5 |
| Hunan | N/A | 1.65 | 1.65 | 4.95 | 97.3 | 185.3 | 2492.5 | 771.25 | 1261.25 |
| Inner Mongolia | 508.89 | 1563.19 | 3735.44 | 9196.16 | 13858 | 17504.4 | 18623.81 | 20270.31 | 22351.31 |
| Jiangsu | 108 | 293.75 | 648.25 | 1096.75 | 1595.3 | 1967.6 | 2372.05 | 2915.65 | 3676.15 |
| Jiangxi | 0 | 0 | 42 | 84 | 84 | 133.5 | 287.5 | 325.5 | 642.2 |
| Jilin | 252.71 | 612.26 | 1069.46 | 2063.86 | 2940.9 | 3564.4 | 3997.36 | 4379.86 | 4652.36 |
| Liaoning | 232.26 | 515.31 | 1249.76 | 2425.31 | 4066.9 | 5249.3 | 6118.31 | 6758.01 | 7111.11 |
| Ningxia | 159.45 | 355.2 | 393.2 | 682.2 | 1182.7 | 2875.7 | 3565.7 | 4450.4 | 6144.1 |
| Qinghai | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 66.5 | 181.5 | 386 | 595.5 |
| Shaanxi | 0 | 0 | 0 | 0 | 177 | 497.5 | 709.5 | 1292.5 | 1665.9 |
| Shandong | 144.6 | 350.2 | 572.3 | 1219.1 | 2637.8 | 4562.3 | 5690.95 | 6980.5 | 7741 |
| Shanghai | 24.4 | 24.4 | 39.4 | 141.9 | 269.4 | 318 | 351.95 | 369.95 | 686.65 |
| Shanxi | N/A | 5 | 127.5 | 320.5 | 947.5 | 1881.1 | 2907.1 | 4216.05 | 5806.25 |
| Sichuan | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 79.5 | 157 | 442 |
| Tianjin | 0 | 0 | 0 | 0 | 102.5 | 243.5 | 278 | 305 | 323 |
| Xianggang | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 23196.8 |
| Xinjiang | 206.61 | 299.31 | 576.81 | 1002.56 | 1363.6 | 2316.1 | 3306.06 | 6452.06 | 9668.06 |
| Xizang | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.5 | 7.5 |
| Yunnan | 0 | 0 | 78.75 | 120.75 | 430.5 | 932.3 | 196.4 | 248.4 | 3640.5 |
| Zhejiang | 332.5 | 473.5 | 194.63 | 234.17 | 298.2 | 367.2 | 481.67 | 610.27 | 970.07 |

Figura 2. Capacità di energia eolica installata in MW per le provincie cinesi, 2006-2014 Fonte: Quanqiu fengneng lishihui (2012a, 2012b, 2014, 2015)

Negli ultimi dieci anni la Cina è infatti diventata il leader mondiale nello sviluppo di energia eolica, un terzo della potenza eolica globale è localizzata in Cina, in un processo di crescita in continuo sviluppo (<http://www.gwec.net/global-figures/graphs/>).

1.2 La distribuzione delle risorse eoliche in Cina

Dagli anni '70, sono state condotte quattro principali ricerche al fine di valutare le risorse di energia eolica presenti nel territorio. Le prime tre erano semplici investigazioni generali, mentre la quarta, messa in atto nel 2007, è stata una dettagliata ricerca e valutazione delle

risorse eoliche nazionali.

In base a questa ricerca dettagliata, l'Amministrazione Meteorologica della Cina (CMA) ha eretto 400 torri eoliche con un'altezza di 70 m, 100 m e 120 m, e ha stabilito un network di misurazione nazionale del vento. Il CMA ha anche sviluppato un sistema di simulazione e valutazione numerica dell'energia eolica (WERAS/CWERA) per estrapolare dati storici di analisi di simulazione numerica e per contribuire alla delineazione di un sistema di informazione geografica. A questo fine è impiegato il GIS per eliminare le aree di energia eolica non adatte, come ad esempio quelle con pendenze più scoscese del 4%; bacini idrici, paludi, riserve naturali, siti storici, parchi nazionali, terreni agricoli e zone desertiche. L'analisi GIS è stata usata per processare dati da aree sfruttabili categorizzandole in gradi 2,3,4 ad altezze di 50 m, 70 m, e 100 m. Se le regioni con risorse eoliche con una densità di grado 3 o superiore sono considerate sfruttabili, il potenziale di sviluppo delle risorse eoliche saranno tra i 2 TW e i 3.4 TW (escludendo le aree con altitudini oltre i 3500 m nell'altopiano Qinghai-Tibet).

La Cina è ricca di risorse eoliche, con un potenziale massimo di 2.6 TW (2.6TW corrisponde al grado 3 o superiore a 70 m dell'altezza del mozzo). Con la tecnologia correntemente disponibile è possibile raggiungere più di 1 TW di capacità, mentre la capacità del vento fuori dalla costa (offshore), ad una profondità di acqua meno di 50 m, può raggiungere un importo di 500 GW.

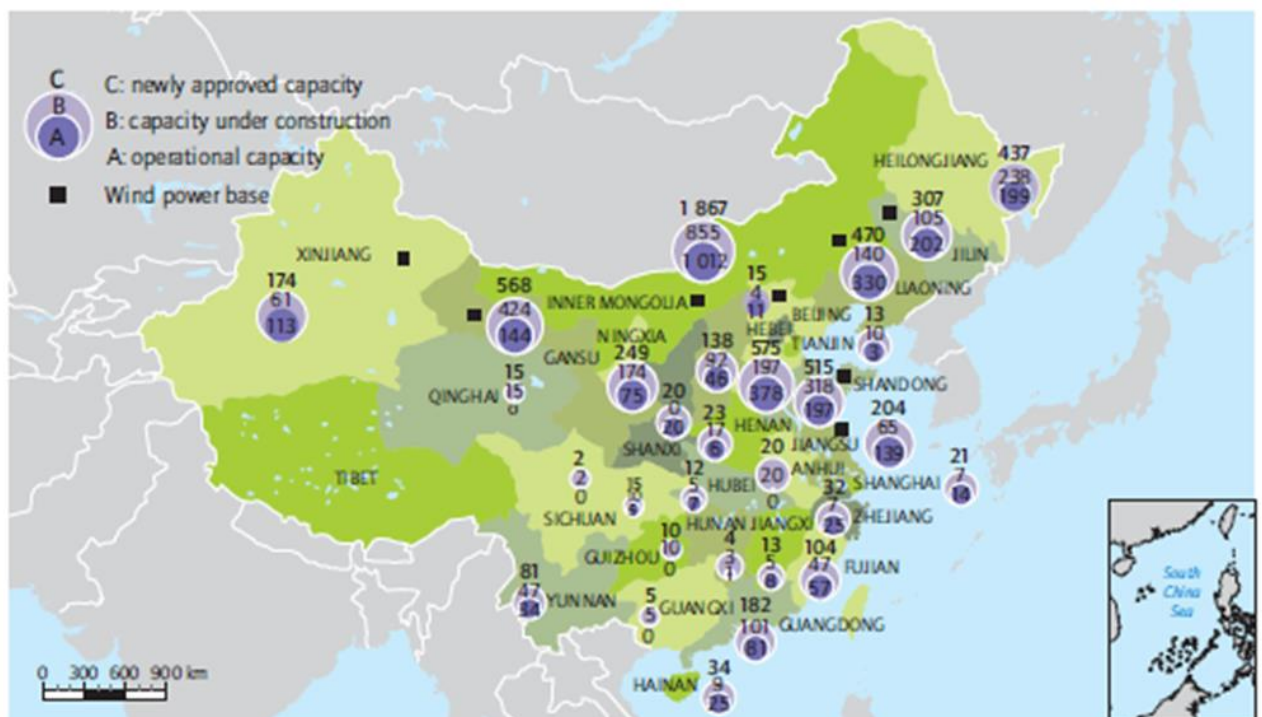


Figura 3. Distribuzione delle risorse eoliche sul territorio cinese. (International Energy Agency, Energy Research Institute, 2011, p.12)

Come è possibile notare dalla Figura 3, le aree più ricche in termini di risorse di energia eolica sono principalmente quelle nel nord e nordest della Cina, la Mongolia interna, Jiuquan (provincia del Gansu), Xinjiang settentrionale, il plateau dello Yunnan- Guizhou e le coste del sud-est.

La Mongolia interna con circa 1.5 miliardi di kW ha la più ampia capacità (costituisce circa il 60% delle risorse eoliche nell'entroterra), seguita dal Xinjiang e la provincia del Gansu con rispettivamente 0.4 miliardi kW e 0.24 miliardi kW (Zhao, Hu, Zuo, J. 2009, p. 2883).

Inoltre, altre aree con ricche risorse di energia eolica sono nella provincia dell'Heilongjiang, del Jilin, del Liaoning, la parte settentrionale della provincia dello Hebei e le parti costiere lungo le provincie dello Shandong, Jingsu e Fujian. Per quanto riguarda le aree vicino alla costa lo stretto di Taiwan è l'area più ricca, seguita dalla parte orientale della provincia del Guangdong, l'area costiera del Zhejiang e quella centro-settentrionale del Golfo di Bo Hai (Maegaard, Krenz, Palz, 2014 p. 94).

Le risorse eoliche nell'entroterra (dette onshore) non sono perciò distribuite uniformemente, essendo concentrate nelle regioni maggiormente nel nord-ovest e nord-est del Paese.

Inoltre, la longitudine della Cina da nord a sud ricopre ben nove zone climatiche e varie zone a rischio per disastri ambientali (tifoni, fulmini, temperature estremamente basse, ghiaccio, ecc.) che minano alla produzione di energia eolica e arrecano maggiori difficoltà allo sviluppo delle risorse di energia eolica (International Energy Agency, Energy Research Institute, 2011, p.14).

Il potenziale dell'energia eolica al largo (detto offshore) è stimato circa 2 miliardi di kW tra i 5 e 25 metri di profondità dell'acqua a largo dalle coste e di circa 5 miliardi kW tra 5 e 50 m di profondità dell'acqua al largo dalle coste. Il potenziale è calcolato supponendo che la capacità di energia eolica installata è di 5 MW/km² (Figura 4).

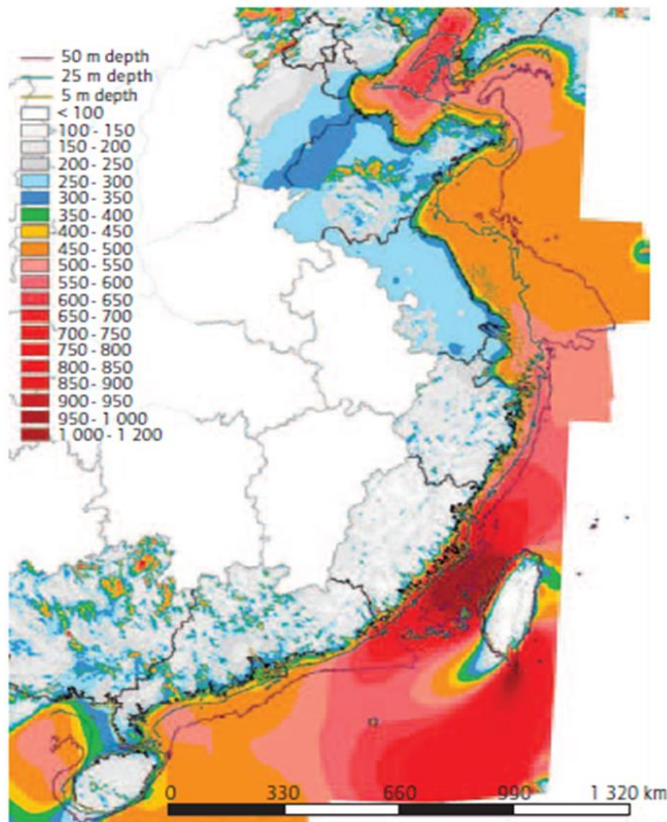


Figura 4. Distribuzione della densità media annuale di potenza eolica in aree a 5-50 m di profondità del mare (International Energy Agency, Energy Research Institute, 2011, p.15).

Sebbene l'energia eolica lontano dalle coste della Cina ha un potenziale più limitato (circa 200 GW), è comunque significativo e generatori di energia eolica offshore sarebbero più vicini ai centri di ricerca, come le città costiere della Cina (Li, 2015, p. 2).

1.3 Il ruolo della tecnologia straniera per lo sviluppo dell'industria eolica cinese.

La tecnologia delle turbine eoliche è stata sviluppata originariamente in Europa e America, di conseguenza i principali impianti eolici installati in Cina sono state importati da quei Paesi. I produttori di turbine americani ed europei avevano iniziato a promuovere la loro tecnologia dalla metà degli anni '80 attraverso una serie di dimostrazioni pubbliche che crearono opportunità di apprendimento e di partnership locali (Lewis, 2013, p.75).

In seguito, il trasferimento tecnologico dalle aziende d'oltremare alle compagnie locali cinesi, sia in forma di trasferimento di conoscenze, che di personale esperto contribuirono a porre le basi per l'industria eolica cinese.

Il trasferimento tecnologico dalle compagnie straniere giocò un ruolo fondamentale nel periodo di sviluppo dell'energia eolica in Cina e questo ruolo oggi è ancora essenzialmente collegato al continuo sviluppo della tecnologia eolica. Dalla prima turbina importata da Vestas (Danimarca) alle turbine di grandi dimensioni che oggi vengono prodotte nel territorio cinese, le compagnie straniere hanno sempre avuto un ruolo importante in questo processo (Wu, Liu, Pan, 2009, p.28).

Una costante collaborazione (tramite licenze di produzione e progetti congiunti) con i Paesi che avevano già raggiunto un notevole livello di sviluppo nel campo dell'energia eolica fu l'unico modo per la Cina di catturare la tecnologia eolica del resto del mondo.

Il notevole potenziale delle fonti di vento della Cina, combinato alle politiche ambientali domestiche di sostegno alla potenza eolica, attrassero l'attenzione delle compagnie venute in Cina dai tre Paesi leader nello sviluppo tecnologico dell'energia eolica: Danimarca, Germania e Stati Uniti.

1.3.1 I pionieri stranieri

Vestas, danese, fu una delle prime aziende produttrici di turbine eoliche e di più successo nel mondo. Come pioniere nell'industria globale, Vestas giocò un ruolo importante nei primi step dell'industria eolica cinese, e ancora oggi è attiva nel mercato cinese.

La storia di Vestas risale al 1898, ma la compagnia iniziò a produrre turbine eoliche dal 1979 e divenne effettivamente una produttrice di turbine eoliche solo nel 1987. Ispirata dalla crisi del petrolio, Vestas iniziò ad interessarsi al potenziale delle turbine eoliche come un'alternativa fonte di energia. Sebbene gli iniziali esperimenti fossero basati sul progetto di turbine Darrieus¹, la compagnia poi decise di procedere con il modello di turbina tripala, che di conseguenza divenne il modello dominante a livello mondiale. Nel 1985 introdusse il controllo di Pitch², “un'ulteriore innovazione tecnologica che ottimizza l'energia prodotta dalle turbine grazie alla continua regolazione delle pale in base alle condizioni del vento”, raggiungendo, per la fine dell'anno, la vendita di 2500 turbine negli Stati Uniti e l'acquisizione di 800 impiegati (Lewis, 2013, p. 159)

A causa del collasso del mercato americano, principale cliente di Vestas, la compagnia andò in bancarotta nell'ottobre del 1986, ma fu in grado di riprendersi, vedendo buona parte della Vestas Group e formando una nuova compagnia chiamata Vestas Wind Systems A/S nel 1987. La nuova compagnia era interamente impegnata nell'energia

¹ Vd. scheda terminografica num. 12.

² Vd. scheda terminografica num. 26.

eolica, con 60 impiegati, diretta da Johannes Poulsen, che rimase CEO fino al 2001 (Lewis, 2013, pp. 75-105).

Vestas, dopo una incisiva espansione, nel 2011 era già presente nel Nord America, Sud America, Europa, Sud Africa, Australia, Nuova Zelanda, e Asia (incluse Cina, Giappone, India, Corea del Sud, Singapore, Taiwan e le Filippine), con anche strutture di Ricerca e Sviluppo in Danimarca, Regno Unito, Germania, Stati Uniti (Texas), Singapore, Cina e India.

Vestas ha avuto un ruolo unico nel contributo all'innovazione del sistema delle turbine eoliche, mentre molte compagnie che entravano nell'industria del vento lo facevano comprando i diritti per la produzione delle turbine che venivano sviluppate da altri, la maggior parte dell'eccezionale crescita avuta da Vestas durante gli anni '80 e '90 è stata interna all'azienda.

Vestas fu la prima compagnia ad entrare nel mercato cinese quando installò la prima turbina nello Shandong nel 1986, decise di penetrare nel mercato cinese come una società interamente controllata. Costruì il primo impianto eolico nel 1997 usando turbine da 600 kW, tutte le turbine Vestas usate in questo progetto erano state importate in Cina dalla Danimarca, dal momento che non era ancora stato stabilito un sito di produzione nel continente asiatico. Il 21 dicembre 2004, Vestas annunciò di aver ottenuto il consenso dal governo cinese per il progetto di installazione di 50 unità dei suoi modelli di turbine V80 da 2.0MW per il "100 MW Rudong Wind Concession Project" localizzato nella provincia del Jiangsu. Solo allora l'azienda decise di stabilire una industria di pale eoliche in Cina, dal momento che una condizione fondamentale del progetto era che il 70% delle turbine eoliche sarebbe dovute essere prodotte localmente. Da quel momento espanse la sua presenza in Cina in maniera significativa con vendite che rappresentavano l'11% delle vendite totali di turbine eoliche per la compagnia nel 2008 e il 12% nel 2009.

Per la fine de 2009 aveva già collocato strutture in Cina a Tianjin, Xuzhou, Hohhot e Shanghai e i suoi quartieri generali a Pechino.

Con l'espansione di Vestas per quanto riguarda la produzione in Cina, con il tempo proseguì anche l'espansione del settore di Ricerca e Sviluppo. Collaborò nel 2010 in un progetto di integrazione dell'energia eolica con lo State Grid Energy Research Institute (国家电网能源研究院, *Guojia dianwang nengyuan yangjiu yuan*, è una unità di ricerca avanzata specialista i nella tecnologica della rete di connessione elettrica), diventando anche sponsor di ricerche presso le Università Tsinghua e l'università Xi'an Jiaotong riguardo lo sviluppo del sistema di potenza eolica e sostenne gli la formazione di nuovi

produttori in Cina nel corso del “Programma di Sviluppo delle Energie Rinnovabili Sino-Danese” (Sino-Danish Renewable Energy Development Program). Negli anni seguenti venne annunciato lo stanziamento di 50 milioni di dollari per il centro tecnologico di ricerca e sviluppo collocato a Pechino, impegnato in aree quali aerodinamica, sviluppo di materiali e software (Lewis, 2013, pp. 75-105).

Anche la NEG Micon, azienda danese nata nel 1997 dall'unione di altre due compagnie, la Nordtank e la Micon, decise di sbarcare in Cina nel 1998, iniziando però la sua penetrazione nel mercato cinese formando una joint venture con una compagnia cinese di Pechino così da formare la NEG Micon Goutou Wind Turbine Co. Ltd (Lewis, 2013, p. 76).

Inizialmente era considerata un outlet per la vendita di turbine della NEG Micon danese, che continuavano ad essere importate dalla Danimarca. In base alle parole degli impiegati delle Goutou solo alcune delle tecnologie erano state trasferite in quella struttura, incluse il design degli involucri della navicella (Lewis, 2013, p. 76).

Dopo che Vestas prevaricò la NEG Micon (venne infatti assorbita da Vestas nel 2003), quest'ultima permise alla Goutou (l'azienda cinese all'interno della NEG Micon Goutou Wind Turbine Co. Ltd) riscattare la joint venture e comprandola interamente.

NEG Micon fu una delle prime compagnie straniere a trasferire la tecnologia delle turbine eoliche in Cina tramite una sua stessa joint-venture così da apportare un impatto più duraturo all'industria cinese grazie il trasferimento di conoscenze verificatosi dopo lo scioglimento della joint venture. Sebbene NEG Micon e Vestas si unirono alla fine del 2003, entrambe le compagnie avevano già centrali eoliche nel 2004 così essenzialmente continuarono ad operare come entità separate in Cina in quell'anno mentre iniziava il processo di unione. Mentre NEG Micon era molto più presente in Cina rispetto a Vestas, Vestas era un nome conosciuto a livello mondiale. Conclusa l'unione, Vestas decise di eliminare molti tagliò degli impiegati cinesi della NEG Micon, di conseguenza molti impiegati originari della NEG Micon, con una estesa esperienza nel mercato cinese, decisero di lavorare per altre aziende cinesi impiegate nella produzione di turbine eoliche o di iniziare a produrre loro stessi autonomamente (Lewis, 2013, p. 76).

Gamesa è tra le dieci compagnie di produzione di turbine eoliche più importanti nel mondo.

Dopo a separazione da Vestas, Gamesa iniziò ad espandere i suoi affari in Cina in maniera più sostanziale. Nel 2006 stabilì la prima struttura di produzione con base in Cina a Tianjin nel 2006 attraverso una società interamente controllata, la Gamesa Wind Tianjin.

Nel 2010 introdusse il suo modello di turbina da 2 MW nel mercato cinese fondando una nuova base di produzione a Da'an nella provincia dello Jilin, e dal 2011 aveva già stabilito sei impianti di produzione in tutta la Cina (Lewis, 2013, p. 76).

Gamesa è stata una delle aziende di manifattura di turbine straniere ad ottenere una partnership con la più importante compagnia statale di energia in campo di sviluppo di energia eolica in Cina: firmò un accordo strategico con la Guangdong Nuclear Wind and Datang Renewable Power Co. Ltd. per sviluppare e fornire 1,315.3 MW di capacità eolica tra il 2010 e 2013 (<http://www.renewableenergyfocus.com/view/13552/new-contracts-to-boost-chinese-wind-industry/>).

Il 3 aprile 2017 è diventata effettiva la fusione tra Gamesa e Siemens Wind Power (produttore tedesco di turbine eoliche con produzioni e siti in tutto il mondo, che affonda le sue nel 1980) creando così un leader globale nell'industria eolica presente in più di 90 Paesi e una capacità di installazione da 75 GW (<http://www.gamesacorp.com/en/communication/news/the-merger-of-gamesa-and-siemens-wind-power-becomes-effective.html?idCategoria=0&fechaDesde=&especifica=0&texto=&idSeccion=0&fechaHasta=>).

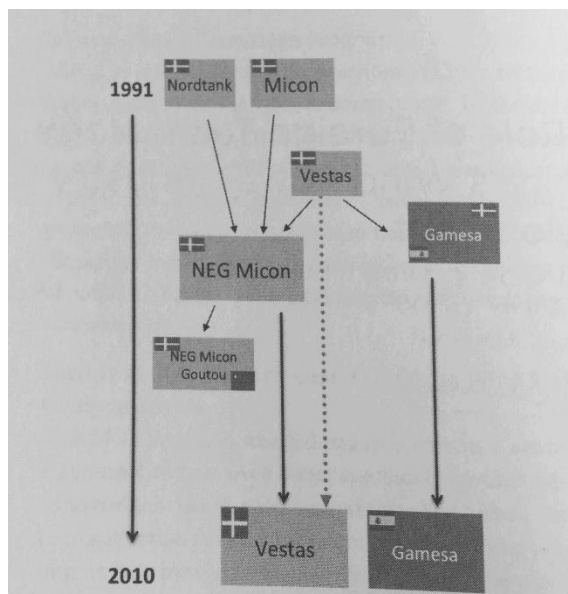


Figura 5. Illustrazione dei cambiamenti tra Vestas, Gamesa e NEG Micon in Cina (Lewis, 2013 p.76).

Nordex, azienda tedesca, fu una delle prime compagnie giunte in Cina negli anni '80 per valutare il potenziale eolico del Paese e dimostrare l'efficienza di piccole turbine eoliche. Inizialmente importò dalla Germania le prime turbine introdotte nel mercato Cinese, in seguito spostò i suoi quartieri generali a Pechino nel 1997 in quello che considerava un "ambiente commerciale ottimistico ma difficile" (Lewis, 2013, p. 80).

La Nordex venne selezionata dal governo cinese per formare una joint venture con la Xi'an Aero Engine Corporation, e le due compagnie firmarono un contratto per formare una nuova compagnia con il nome Xi'an-Nordex nel maggio del 1997 (la formazione della joint-venture corrispose con le politiche di apertura del governo cinese, che aveva in precedenza ristretto gli investimenti di capitale straniero in campo elettrico).

In seguito alla formazione della nuova joint venture, la Nordex trasferì la licenza di produzione delle sue turbine da 600 kW. Solo alcuni componenti, incluse pale, albero venivano prodotte dalla Xi'an Nordex in Cina. Nonostante lo spostamento di queste ultime, la Nordex continuò a produrre e importare le turbine più avanzate, dalla Germania e nel 2001 venne installata da Nordex la turbina da 1.3MW nella provincia del Liaoning, il primo esempio di turbine della scala MW ad essere installate in Cina.

Oltre la joint venture Nordex- Xi'an, la compagnia continuò ad espandersi ponendo dei centri in Shantou, Shanghai, Pechino e Changchun, ebbe perciò modo di crearsi un network stabile e la sua reputazione crebbe agli occhi del governo cinese accrescendo così anche il commercio delle turbine importate dalla Germania.

Nonostante nuovi accordi di joint venture con due compagnie nella provincia del Yinchuan e Ningxia per produrre turbine da 1.5 MW, la compagnia non accrebbe le vendite in Cina in maniera considerevole dal momento che decise di concentrarsi maggiormente sul mercato al di fuori della Cina.

Ge (General Electric), azienda americana, optò di entrare nel mercato cinese producendo localmente la turbina da 1.5 MW, realizzata con componenti locali, ma certificati e assemblati da GE nelle proprie industrie. GE si affidò al suo certificato "Six Sigma Quality" (<http://www.ge.com/en/company/companyinfo/quality/whatis.htm>) per attestare la buona qualità dei suoi prodotti a prescindere dal luogo in cui venissero realizzati nel mondo. Di conseguenza fu la prima azienda a porre nel mercato cinese una turbina eolica principalmente prodotta in Cina. Localizzando la sua azienda nel continente cinese, GE non dovette occuparsi di alcun trasferimento tecnologico alle compagnie cinesi, non ci fu nessun tipo di trasferimento diretto di diritti di proprietà intellettuale per quanto riguarda il

settore dell'energia eolica (Lewis, 2013 pp. 98-101).

1.4 Primi passi nella produzione delle turbine eoliche per la Cina

Nel corso degli anni anche i produttori cinesi riuscirono ad avere la loro crescita, accompagnata da un rapido sviluppo dei fornitori domestici di componenti per la produzione di energia eolica (Backwell, 2015, p. 41).

Riflettendo la priorità che il governo cinese aveva dato alle energie rinnovabili, la potenza eolica crebbe rapidamente dopo il 2005.

La capacità eolica installata crebbe da meno di 100 Megawatts nel 2002 a più di 72 GW per la fine del 2013, crescendo da 28 terawatt all'ora (TWh) nel 2009 a 135 TWh nel 2013 (Wang, Kingston, Bridle, Gass, Attw, 2016).

La grande espansione del rifornimento di turbine implicò un grande compromesso in termini di qualità, effetti che ancora oggi hanno conseguenze sul mercato.

La Cina vide un grande numero di incidenti industriali che includevano le turbine negli anni 2009-2012, inclusi crolli di torri, incendi, incidenti elettrici (Li, 2012, p. 63). I prezzi calarono più del 40% con l'espansione dell'industria e l'avanzata di aziende disposte a offrire prezzi bassi in cambio dei primi guadagni (Peng, 2012, p.15).

Questi ultimi erano agevolati da una serie di leggi che favorivano l'espansione dell'industria nei primi anni e potevano far leva sul sostegno del governo cinese. Mentre le compagnie occidentali riuscivano a ottenere solo contratti di piccola dimensione, i progetti più grandi ed importanti erano riservati solo alle compagnie cinesi, permettendo quindi alle compagnie locali di avere guadagni più sostanziosi (Backwell, 2015, p.45). Le compagnie cinesi presto ebbero la possibilità di ottenere significativi prestiti per costruire industrie e organizzare progetti dalla China Development Bank (国家开发银行, *Guojia kaifa yinghang*, è una istituzione finanziaria sotto il diretto controllo del Concilio di Stato, che fornisce un servizio di finanziamenti a medio o lungo termine per le principali strategie di sviluppo sociale ed economico in Cina) (Backwell, 2015, p.42).

Dal 2010, le principali compagnie cinesi ricoprirono circa il 90% del mercato locale e iniziarono a sfidare fornitori affermati a livello globale. Nel 2011, Sinovel, che divenne in seguito un importante produttore cinese, fu in grado di sfidare Vestas imparando velocemente, spesso prendendo come base licenze di progetti occidentali, creando manifatture e progetti di grande scala in poco tempo.

A causa del rapido sviluppo, dal 2011 l'industria eolica in Cina incontrò significative difficoltà di crescita. Secondo il China Electricity Council (中国电力企业联合, *Zhongguo dianli qiye lianghe*), erano stati connessi alla rete elettrica solo 47.84GW di capacità, su un totale di capacità installata di 66.4GW, mentre 10 miliardi di KWh di energia eolica non erano stati prodotti a causa di fenomeni di riduzione (o curtailment, è una diminuzione dell'energia eolica prodotta, con una conseguente perdita di energia causato dall'instabilità della connessione elettrica).

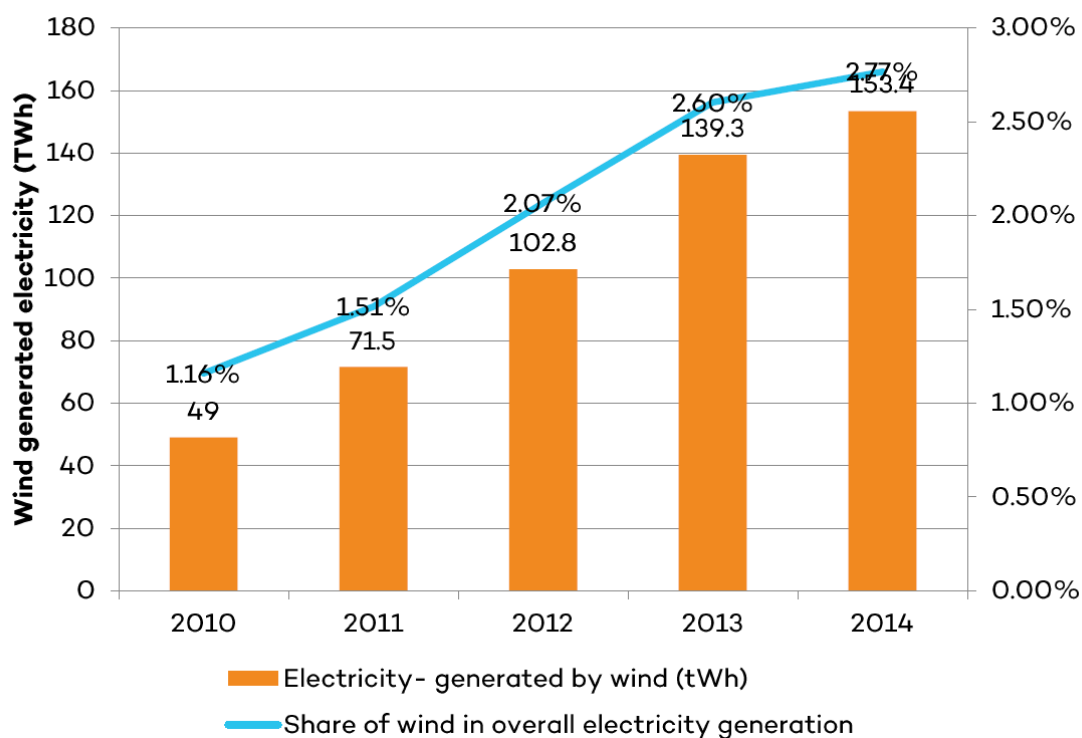
Il 2012 fu l'anno degli "aggiustamenti" per l'industria eolica in Cina: molti piccoli produttori preferirono fermare la produzione e tornare alle loro originarie attività industriali, mentre le principali compagnie che stimarono circa il 93.9% delle installazioni totali in Cina nel 2011 ebbero la possibilità di affermarsi maggiormente.

Il governo si affrettò a costruire una serie di linee di trasmissione a lunga distanza, connettendo le aree del nord ai centri, mentre venne incoraggiata la crescita e sviluppo vicino ai centri di richiesta di energia eolica (Backwell, 2015, p.43).

Da una parte il governo cercò opzioni diverse per aumentare sia il consumo del vento nelle regioni produttrici (nord della Cina) che incentivare la trasmissione alle regioni con una richiesta più alta di elettricità; dall'altra parte, il governo giunse alla conclusione che prima che i problemi sul consumo di elettricità o sulla trasmissione venissero risolti con troppa fretta, sarebbe stato più opportuno rallentare il processo di costruzione di basi eoliche e iniziare a sviluppare l'eolica nelle aree centrali e orientali, dove le risorse non sono abbondanti ma l'infrastruttura di trasmissione dell'elettricità è più forte e stabile (Li, 2015).

Questo portò i produttori di turbine eoliche ad adattarsi ad un nuovo tipo di mercato. Le nuove regolazioni del governo e l'aumentare delle tecnologie più sofisticate tra i produttori significava in molti casi rinnovare l'enfasi sulla qualità e sui costi dell'energia. Inoltre, con lo spostamento degli investimenti verso progetti di arricchimento della trasmissione nelle aree più vicine ai centri di richiesta, siti in cui la media di vento era più bassa, i produttori iniziarono a progettare nuove turbine per catturare più vento a più bassa velocità.

A seguito del cambiamento di strategia di sviluppo, le principali aziende iniziarono, in seguito, a concentrare i loro sforzi nell'introduzione dei loro prodotti nel mercato internazionale, come parte di una strategia di internazionalizzazione incoraggiata dal governo (Backwell, 2015, p.45).



Crescita dell'energia eolica in Cina tra il 2009 e il 2014 (Wang, 2016, p.21).

1.5 Cronologia dello sviluppo dell'energia eolica in Cina (Lewis, 2013, pp. xix, xx).

| | |
|-------------|---|
| 1986 | <ul style="list-style-type: none"> • La prima turbina eolica importata viene installata in Cina. |
| 2000 | <ul style="list-style-type: none"> • Viene installata in Cina la prima turbina eolica prodotta da una joint venture tra una compagnia cinese ed una straniera. |
| 2001 | <ul style="list-style-type: none"> • La prima turbina eolica prodotta da proprietà intellettuale cinese viene installata in Cina. |
| 2005 | <ul style="list-style-type: none"> • Il Congresso Nazionale del Popolo approva la Legge sull'Energia Rinnovabile della Repubblica Popolare della Cina. |
| 2006 | <ul style="list-style-type: none"> • La Cina adotta il suo primo obiettivo di intensità di energia nazionale come parte dell'11° Piano Quinquennale. |
| 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • La prima turbina in scala di megawatt prodotta da una compagnia cinese viene installata in Cina. • La Cina diventa il più grande generatore di diossido di carbonio. |

| | |
|-------------|--|
| 2008 | <ul style="list-style-type: none"> • La prima turbina in scala di multi megawatt viene prodotta e installata in Cina. • La prima turbina eolica sviluppata in Cina viene esportata negli Stati Uniti. |
| 2009 | <ul style="list-style-type: none"> • Viene iniziata la costruzione del primo impianto eolico da multi gigawatt nella provincia del Gansu. • La Cina adotta il primo obiettivo nazionale di carbonio. • Per la prima volta la Cina installa più potenza eolica di qualsiasi altro Paese in un solo anno. |
| 2010 | <ul style="list-style-type: none"> • La Cina completa la costruzione del primo impianto eolico offshore. • La Cina diventa il più grande consumatore di energia eolica del mondo. • La Cina diventa la Nazione con la maggiore capacità di potenza eolica installata del mondo. |

CAPITOLO 2 Misure politiche per lo sviluppo delle energie rinnovabili

2.1 Incentivi del governo cinese per lo sviluppo dell'energia eolica

Il governo cinese ha sostenuto un'innovazione nel campo dell'energia eolica in maniera sia diretta che indiretta attraverso pianificazioni e politiche al fine di costituire un mercato locale. Il piano di politiche ed incentivi hanno, nel corso del tempo, chiaramente influenzato le strategie dei produttori di turbine eoliche per lo sviluppo tecnologico in questo settore (Lewis, 2013, p. 55).

I dipartimenti del governo dedicati alle politiche sull'energia in Cina hanno frequentemente subito cambiamenti nella struttura e nella leadership; attualmente la principale autorità amministrativa per le politiche energetiche è la Commissione Nazionale dell'Energia, NEC (国家能源委员会 *Guojia nengyuan weiyuanhui*), la cui formazione venne approvata dal Congresso Nazionale del Popolo nel gennaio del 2008, la Commissione venne poi effettivamente fondata nel 2010. (Lewis, 2013, p.49).

All'interno della NEC un altro importante organo è la Commissione Nazionale per le Riforme e lo Sviluppo, NDRC (中华人民共和国国家发展和改革委员会 *Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui* (<http://www.sdpc.gov.cn/>), una potente agenzia con ampie responsabilità che includono decisioni politiche e pianificazioni (Dows, 2008).

Molte delle politiche della Cina sull'energia sono state pianificate prevalentemente nel contesto dei piani quinquennali emanati dalla NDRC, che includono specifici obiettivi per le diverse fonti di energia. Inoltre, a sostegno dei vari piani quinquennali, sono stati anche varati altri programmi volti al raggiungimento degli obiettivi imposti, come il “Piano a lungo e medio termine per lo sviluppo dell'energia rinnovabile” (可再生能源中长期发展规划, *Ke zhaisheng nengyuan zhong chang qi fazhan guihu*) emanato in Cina nel 2007 e i “Piani di sviluppo dell'energia rinnovabile” che accompagnarono il X e XI Piano quinquennale.

A partire dal 1994 con la prima politica che sosteneva specificatamente l'energia eolica, vennero emanati diversi provvedimenti per facilitare lo sviluppo dell'energia eolica e, di conseguenza, la produzione di turbine eoliche (Lewis, 2013, p. 51).

Nel 1997 venne implementato il “Programma per cavalcare il vento” (乘风计划, *Cheng feng jihua*) al seguito del quale vennero create due joint-venture sino-straniere per produrre localmente turbine eoliche (MOST, SDPC, e SETC, 2002): la prima tra Made (compagnia spagnola) e Yituo (cinese); e l'altra tra Nordex (tedesca) e la Xi'an Aero Engine Corporation (Lewis, 2013, p. 52). Il programma ebbe comunque un successo limitato dovuto

probabilmente ai “matrimoni combinati” tra partner cinesi e stranieri. Inoltre, le compagnie cinesi erano state selezionate tra le industrie che si riteneva fossero appropriate per le tecnologie eoliche, ma avevano un’esperienza limitata nella produzione di turbine (la Yituo era parte della Luoyang First Tractor Factory e si occupava originariamente della produzione di trattori).

Una svolta decisiva venne data tra il 2003 e il 2007 quando vennero forniti alcuni incentivi in forma di agevolazioni per l’acquisto di potenza energetica, tasse preferenziali e prestiti garantiti; inoltre vennero eseguiti diciotto progetti eolici che possedevano una capacità di produzione di energia che variava tra i 100 MW e i 300 MW, per un totale di 3350 MW installati (Dianqi zidonghuajishu wang, 2013).

Con il IX Piano quinquennale sullo sviluppo dell’energia rinnovabile (可再生能源发展九五规划, *Ke zaisheng nengyuan fazhan jiu wu guihua*, 1996-2000) venne posto come requisito che i componenti delle turbine eoliche acquistati per progetti approvati dal governo, avessero il 70% di componenti prodotti localmente; tale disposizione indusse molti produttori stranieri a porre alcune basi della loro produzione in Cina.

Nel 2006 iniziò una nuova era di politiche con la “Legge sull’energia rinnovabile” (中华人民共和国可再生能源法, *Zhonghua renmin gongheguo ke zaisheng nengyuan fa*), redatta il 28 febbraio del 2005 ed applicata dal 1 gennaio del 2006), che autorizzò un fondo speciale per lo sviluppo di energia rinnovabile e predispose ricerche a livello nazionale per valutare la disponibilità di risorse rinnovabili, stabilendo in questo modo una più salda strategia politica per dare un maggior impulso allo sviluppo dell’energia eolica.

Il “Piano a lungo e medio termine per lo sviluppo dell’energia rinnovabile in Cina” del 2007 costituì il primo segno dell’intenzione del governo di sviluppare impianti eolici su larga scala (ovvero impianti in grado di produrre grandi quantità di energia), richiedeva infatti che tutte le compagnie produttrici che possedevano impianti elettrici in grado di creare più di 5 GW di capacità arrivassero a produrre il 3% della capacità totale dalle energie rinnovabili entro il 2010 e oltre l’8% entro il 2020. Questi requisiti incoraggiarono le cinque più grandi aziende produttrici in Cina (Guodian del Longyuan Electric Group, Datang, Huaneng, Huadian, Guohua) a farsi strada nello sviluppo dell’energia eolica al fine di raggiungere le quote stabilite (Li, Shi, Gao 2006).

Nel 2009 venne emanata la politica della Feed- In Tariff (FIT, o tariffa onnicomprensiva), uno strumento attraverso il quale viene incentivata la produzione e/o l’immissione in rete di energia elettrica da fonti rinnovabili: al produttore viene ritirata l’energia elettrica prodotta e

immessa in rete a una tariffa prestabilita (basata sulla stima economica dei progetti eolici, sui costi di installazione e considerando il tasso di rendimento interno dell'impianto). Nello stesso anno venne emanata una notifica che stabilì il primo meccanismo di prezzo unificato per lo sviluppo dell'energia eolica in Cina. Il programma includeva quattro tariffe onnicomprensive standard a livello nazionale per l'energia eolica con quote che variavano a seconda delle risorse di vento potenziali e delle condizioni degli impianti eolici, in modo tale che ad impianti con migliori condizioni e un alto potenziale venissero assegnati prezzi più bassi: I categoria, 0.51 RMB per kWh, II categoria 0.54 RMB per kWh; III categoria 0.58 RMB per kWh, IV categoria 0.61 RMB per kWh (Song, Berrah, 2013).



Distribuzione geografica delle categorie imposte dalla “Nota sulla Politica di Tariffe per Migliorare l’Energia Eolica Connessa alla Rete” del 2009. Fonte: Yang (2012)

Il XII Piano quinquennale sullo sviluppo delle energie rinnovabili (可再生能源发展 十二五规划, *Ke zaisheng nengyuan fazhan shier wu guihua*, 8 agosto 2012) fu un importante elemento per lo sviluppo dell'energia eolica. Durante il periodo del XII Piano quinquennale sullo sviluppo delle energie rinnovabili, la Cina si sforzò di aumentare la proporzione di consumo di energia rinnovabile fino all'11.4% per il 2015 e aumentare la proporzione di

consumo di carburanti non fossili di circa il 15% entro il 2020 (Maegaard, Krenz, & Palz, 2014, p. 146). Per raggiungere questi obiettivi, la Cina avrebbe vigorosamente sostenuto l'utilizzo e lo sviluppo attivo di energia pulita altamente efficiente, focalizzandosi sia su uno sviluppo centralizzato che su una crescita distribuita, rafforzando la ricerca per l'innovazione delle tecnologie dell'energia eolica prodotta off shore (generata con impianti posizionati in mare), accelerando le innovazioni nell'industria dell'energia eolica, promuovendo tecnologie avanzate e la competizione internazionale (Guowuyuan, 2012).

Sequenza temporale delle politiche per lo sviluppo dell'energia eolica

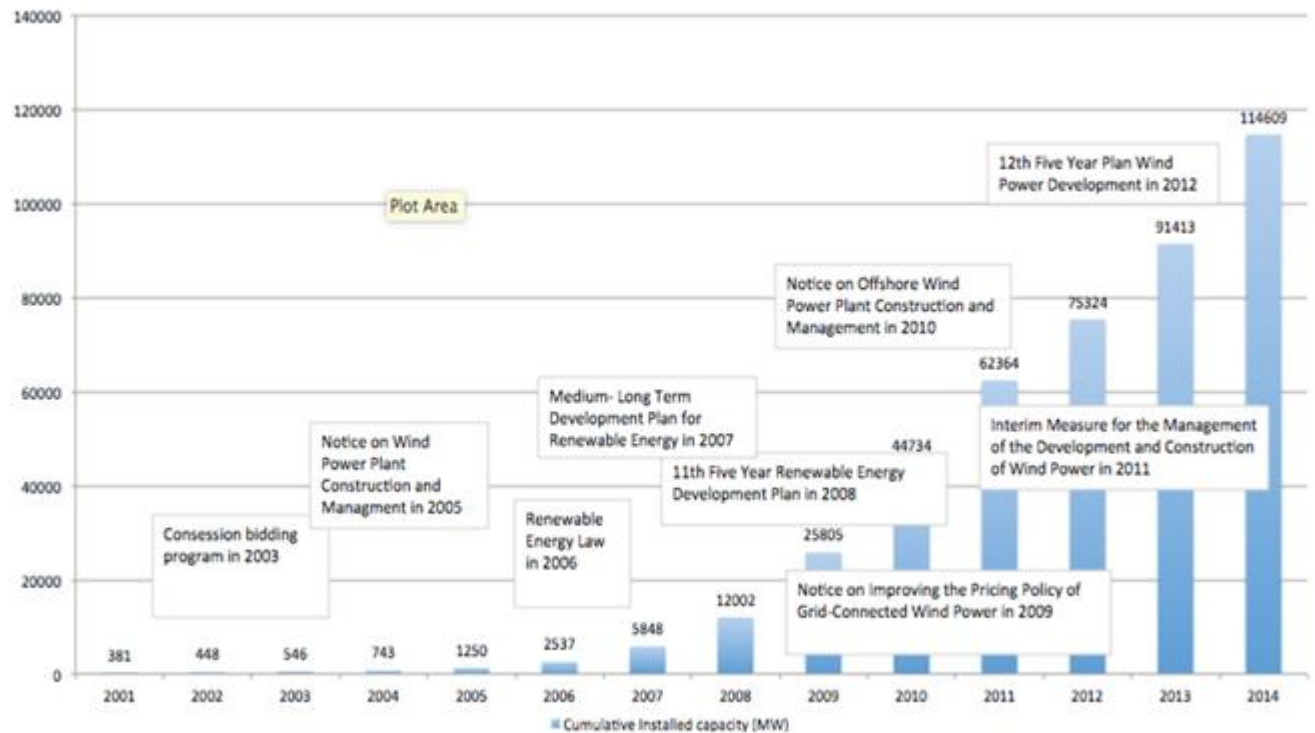
| | |
|------|---|
| 1994 | <ul style="list-style-type: none"> • “Provvedimenti per la Gestione degli Impianti Eolici Connessi alla Rete Elettrica” |
| 1996 | <ul style="list-style-type: none"> • National High Tech R&D Program (863 Program) – 9° Piano Quinquennale: disponibili 60 milioni di RMB per la Ricerca e Sviluppo dell'energia rinnovabile. Il programma di R&S includeva un focus sullo sviluppo delle turbine da 600 kW con il 40% di contenuto locale per tutti i nuovi progetti sull'energia eolica. • Prestiti per lo sviluppo degli impianti eolici: riduzione degli interessi sui prestiti domestici per gli impianti eolici ad un 50% in meno rispetto alle tariffe commerciali correnti, con una preferenza per i progetti che usavano turbine eoliche prodotte localmente. |
| 1997 | <ul style="list-style-type: none"> • Programma per cavalcare il vento |
| 2001 | <ul style="list-style-type: none"> • National High Tech R&D Program (863 Program) – 10 ° Piano Quinquennale: L'implementazione continuativa del Programma 863 includeva il sostegno per lo sviluppo delle turbine eoliche da megawatt, inclusi i rotori dotati di tecnologia di Pitch variabile e generatori a velocità variabile. • Riduzione dell'imposta sul valore aggiunto sull'elettricità eolica: riduzione dell'IVA per l'elettricità eolica dal 17% al 8.5%, avendo come risultato una riduzione del prezzo dell'energia elettrica. |
| 2003 | <ul style="list-style-type: none"> • Wind Concession Program: Dal 2003 al 2007 vennero sviluppati 3350 MW di energia eolica con una tariffa tra i 0.24 e i 0.551 RMB per kWh. |
| 2005 | <ul style="list-style-type: none"> • Nota sui requisiti per l'Amministrazione della Costruzione di impianti eolici |
| 2006 | <ul style="list-style-type: none"> • Legge sull'energia rinnovabile della repubblica popolare della Cina; • National High Tech R&D Program (863 Program) – 11° Piano Quinquennale: il programma 863 venne aggiornato per l'11° Piano Quinquennale sostenendo |

| | |
|-------------|---|
| | <p>lo sviluppo delle turbine eoliche da megawatt, incluse le tecnologie dei rotori con controllo di Pitch e generatori a velocità variabile, e la commercializzazione delle turbine da 2 e 3 MW.</p> |
| 2007 | <ul style="list-style-type: none"> • Misure provvisorie per la collocazione dei ricavi dalla sovrattassa sull'energia rinnovabile; • Piano a medio e lungo termine per lo sviluppo dell'energia rinnovabile in Cina |
| 2008 | <ul style="list-style-type: none"> • 11° Piano Quinquennale per lo sviluppo dell'energia rinnovabile |
| 2009 | <ul style="list-style-type: none"> • Nota sulla Politica di Tariffe per Migliorare l'Energia Eolica Connessa alla Rete; • Modifiche alla legge sull'energia rinnovabile |
| 2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Wind Power Equipment Manufacturing Industry Access Standards; • Misure per l'amministrazione dello sviluppo dell'energia eolica offshore; • Offshore Wind Concession Program; • Maggiori modifiche alle tasse di importazione dei componenti delle turbine eoliche |
| 2011 | <ul style="list-style-type: none"> • Nota per rafforzare la gestione delle operazioni e integrazione dell'energia eolica alla rete elettrica |
| 2013 | <ul style="list-style-type: none"> • 12° Piano Quinquennale. |

(Lewis, 2013, pp. 68-74)

Sviluppo della potenza eolica in Cina dal 2004 al 2014 (in termini di capacità installata)

Fonte: Wang, 2016 p. 16



2.2 Standard e Certificazioni di qualità

2.2.1 Standard

Nel 1985 venne fondata la Commissione Nazionale per la Standardizzazione della Tecnologia delle Turbine Eoliche che aveva come obiettivo quello di definire modelli per la progettazione e la produzione di turbine eoliche equivalenti agli standard IEC (International Electrotechnical Commission)³ adottati a livello internazionale (Maegaard, Krenz, Palz, 2014, p. 133).

Nel 2009 il governo cinese diede un maggiore impulso allo stabilimento e allo sviluppo di standard per i componenti delle turbine eoliche, l'analisi dei prodotti e il sistema di certificazioni. Per la fine del 2011, vennero stabiliti 17 importanti criteri che ricoprivano i più urgenti standard tecnici, come quelli per gli impianti eolici a larga scala connessi alla rete, la costruzione di impianti eolici offshore, il monitoraggio delle condizioni delle turbine eoliche, la qualità della potenza elettrica degli impianti eolici e i requisiti chiave per la produzione dei componenti delle turbine eoliche.

Sebbene gli impianti installati in Cina producano una capacità di energia eolica maggiore a quella prodotta in qualunque altro Stato, gli standard cinesi sull'energia eolica sono ancora

³ IEC, International Electrotechnical Commission, è una organizzazione mondiale che si occupa della standardizzazione in ambito elettrico ed elettrotecnico. Cfr. <http://www.iec.ch/>

deboli, dal momento che alcuni dei modelli internazionali (riguardanti la progettazione, la produzione e l'installazione delle turbine, la pianificazione degli impianti eolici, la costruzione, la manutenzione e la gestione) sono difficili da adattare alle condizioni territoriali e gestionali cinesi. Il veloce sviluppo dell'industria eolica in Cina ha fatto emergere la necessità di requisiti più alti, costringendo i produttori cinesi a costanti sforzi al fine di accrescere il livello di qualità ed affidabilità dei loro prodotti (Maegaard, Krenz, Palz, 2014).

2.2.2 Certificazioni di qualità

Le certificazioni sono titoli rilasciati dagli organismi responsabili che testimoniano la conformità delle modalità di gestione della produzione di un'azienda con quanto stabilito dalle normative vigenti e la rende riconoscibile grazie all'esposizione di un marchio di qualità; è uno degli strumenti che contribuisce a rendere le imprese competitive sul mercato.

L'impegno della Cina sulle certificazioni iniziò dagli inizi del 21° secolo, in quel tempo, il China General Certification Center (北京鉴衡认证中心, *Beijing jiang heng renzheng zhongxin*) e la China Classification Society (中国船级社, *Zhongguo chuang jishe*) iniziarono a lavorare sul sistema di certificazioni riguardo la costruzione e i componenti degli impianti eolici. Con lo sviluppo dell'industria cinese era necessario stabilire un sistema unico di certificazione per i componenti relativi all'energia eolica e perciò a questo fine vennero formulate le "Regole e le Procedure di Certificazione Qualificata delle Turbine Eoliche Cinesi" (风力发电机组合格认证规则及程序, *Fengli fadian jizhu hege renzheng guize ji chengxu*) nel novembre del 2010 ottennero l'approvazione dal governo e divennero il documento tecnico di guida nel mondo dell'industria cinese dell'energia eolica.

Allo stesso tempo le organizzazioni che si occupavano delle certificazioni in campo eolico iniziarono a compiere attivamente degli scambi e cooperazioni con gli enti stranieri, stabilirono relazioni cooperative strategiche con istituzioni internazionali per l'energia eolica come GL, NEL, RISO, TUV, DEWI.

Con la sicurezza di un buon sistema di standard e di certificazioni in campo eolico veniva dato maggior impulso affinché venisse assicurata la qualità dei prodotti, passo che avrebbe condotto l'industria dell'energia eolica verso uno sviluppo positivo e sostenibile.

2.3 Prospettive future

Nel 2011 l'Istituto della Ricerca Energetica (un dipartimento del NDRC) ha redatto una tabella di marcia per lo sviluppo dell'energia eolica in Cina. I principali obiettivi per lo sviluppo sono:

- Dal 2011 al 2020: considerando le condizioni basilari della rete elettrica e i possibili vincoli, tra gli obiettivi da raggiungere c'è quello di sviluppare un mercato a larga scala per l'energia eolica, stabilire un sistema di produzione dell'energia eolica con principali standard tecnici e norme. Sforzarsi di raggiungere 200 GW di potenza eolica installata in totale per il 2020.
- Dal 2021 al 2030: a seguito dello sviluppo della produzione di energia eolica sia onshore che offshore, pianificare per ogni anno una capacità di energia installata di 20GW (con il 30% dell'energia proveniente dal vento); raggiungere 400 GW di capacità di energia eolica per il 2030, migliorare le strutture energetiche.
- Dal 2031 al 2050: per il 2050, l'energia eolica deve fornire circa il 17% dell'elettricità in tutto il Paese e raggiungere i 1000 GW di capacità installata. Si prospetta che l'energia eolica diventi uno dei principali fonti di energie usate in Cina e che venga ampiamente applicata nelle industrie e in altri campi (International Energy Agency, Energy Research Institute, 2011).

Gli obiettivi in campo di tecnologie connesse al settore eolico sono:

- Stabilire, prima del 2020, standard per una valutazione più approfondita delle risorse eoliche, sviluppare un database delle risorse di vento a livello nazionale, ottimizzare la progettazione e le operazioni per impianti eolici installati in territori con terreni accidentati, costruire e rendere operative impianti eolici offshore, stimare il consumo locale di energia eolica a livello provinciale e regionale.
- Dal 2021 al 2030 continuare a migliorare ed innovare le tecnologie per impianti eolici di larga scala, i componenti chiave delle turbine eoliche, garantire un rifornimento stabile di materiali fondamentali per la produzione.
- Dal 2031 al 2050 favorire lo sviluppo degli impianti eolici offshore, continuare in maniera costante lo sviluppo e l'innovazione delle tecnologie applicate ad ogni componente delle turbine eoliche (Guoji ke zaisheng nengyuan jigou, 2014).

Il mondo continua a rimanere sorpreso della stupefacente crescita della Cina per quanto riguarda l'industria eolica negli ultimi dieci anni. In ogni caso si prospetta che il 2017 possa esser l'anno dei perfezionamenti nel settore, con un rallentamento della crescita, ma un impulso nel risolvere i principali problemi di connessione alla rete elettrica e di conseguente dispersione dell'energia eolica (Quanqiu fengneng lishihui, 2016).

CAPITOLO 3 Il mercato cinese ed estero

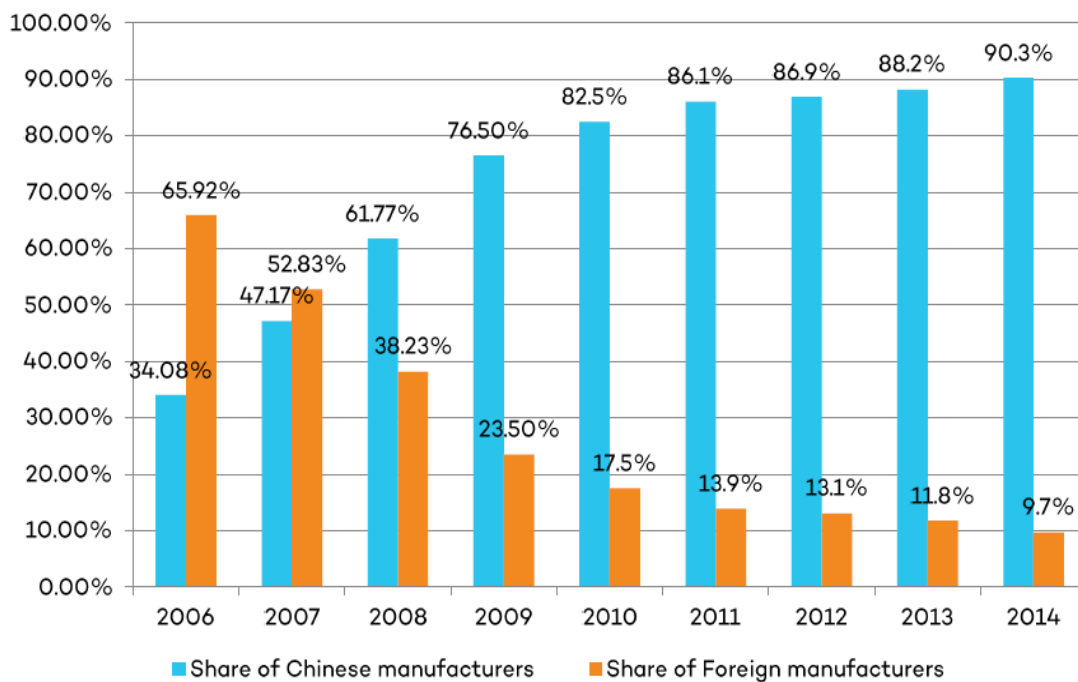
3.1 Principali produttori di turbine eoliche in Cina

Sin dagli anni '70 il governo cinese ha avuto come obiettivo lo sviluppo dell'industria locale di turbine eoliche ed ha perciò dimostrato un supporto costante in questo ambito (Zhi, Su, Ru, Zhang, 2013). La realizzazione di tale proposito si è basata su una strategia di importazione di evolute tecnologie straniere e nell'uso di queste tecnologie per sviluppare gradualmente il settore locale (Li, 2007).

I produttori cinesi ora dominano il mercato in Cina delle turbine eoliche, con una quota di mercato che è salita dal 25% nel 2005 al 77% nel 2009, mentre i produttori stranieri sono scesi dal 75% al 9% (Figura 2).

Figura 2. Quote di mercato dei produttori di turbine cinesi e stranieri, 2006-2014.

Fonte: *Quanqiu fengneng lishihui (2012, 2013, 2014, 2015)*



I principali produttori cinesi (Goldwind e Sinovel) nel 2014 hanno ricoperto circa il 34% della capacità di energia eolica prodotta tramite impianti eolici. I cinque produttori principali attivi in Cina sono tutti cinesi (Goldwind, Sinovel, United Power, Dongfang Electric and Mingyang Wind Power) e ricoprono circa il 60% della capacità di energia installata. Tra i 20 produttori principali in Cina, solo quattro (Vestas, Gamesa, GE e

Suzlon) sono stranieri.

Produttori di turbine in China e capacità totale installata delle 20 più importanti fabbriche di turbine eoliche nel mercato cinese.

Fonte: Wang, 2016 p. 37.

| No. | Manufacturer | Cumulative Installed Capacity (MW) | Market Share (%) |
|-----|----------------------------|------------------------------------|------------------|
| 1 | Goldwind | 23,384.6 | 20.4 |
| 2 | Sinovel | 1,580.5 | 13.79 |
| 3 | Guodian United Power | 1,138.1 | 9.93 |
| 4 | DFSTW | 927.25 | 8.09 |
| 5 | Mingyang | 7,600.5 | 6.63 |
| 6 | XEMC | 5,527.5 | 4.82 |
| 7 | Shanghai Electric | 5,353.1 | 4.67 |
| 8 | Vestas | 4,749.6 | 4.14 |
| 9 | Envision | 4,383.2 | 3.82 |
| 10 | Gamesa | 3,597.6 | 3.14 |
| 11 | CSIC Haizhuang | 3,205.5 | 2.8 |
| 12 | Windey | 2,899.3 | 2.53 |
| 13 | China Creative Wind Energy | 2,750.1 | 2.4 |
| 14 | CSR Zhuzhou Institute | 2,255.8 | 1.97 |
| 15 | GE | 1,869.1 | 1.63 |
| 16 | HEAG | 1,340.2 | 1.17 |
| 17 | Sany | 1,312 | 1.14 |
| 18 | China Energine | 1,245.2 | 1.09 |
| 19 | Suzlon | 901.3 | 0.79 |
| 20 | XJ Wind | 754 | 0.66 |
| | Other | 5,022.1 | 4.38 |
| | Total | 114,608.9 | 1 |

È interessante partire dalla storia di compagnie cinesi come Sinovel (华锐风电, *Hua rui fengdian*) e Goldwind (金风科技, *Jin feng keji*) per comprendere il successo di due delle principali aziende cinesi impegnate nella produzione di turbine eoliche.

Sinovel venne fondata nel 2006 e iniziò come società affiliata al gruppo industriale statale Dalian Heavy. Senza alcuna precedente esperienza nel campo delle turbine eoliche, la Sinovel ottenne la licenza tecnologica per la produzione della turbina da 1.5MW dal produttore di turbine tedesco Fuhrlander e presto ricevette un ordine da 1.8GW per il parco eolico di Jiuquan. La rapida crescita della Sinovel fu dovuta alla tempistica perfetta e all' enorme capacità industriale ed esperienza nell'ingegneria della sua compagnia affiliata, la Dalian Heavy (Backwell, 2015, p. 46).

Nel 2011, solo cinque anni dopo la fondazione dell'azienda, la Sinovel divenne il secondo più grande produttore di turbine del mondo, con 4.4 GW di installazioni annuali e l'11%

del mercato globale, minacciando anche di scavalcare Vestas (altro importante produttore di turbine eoliche a livello mondiale).

Nel 2011 venne citata da AMSC (azienda americana produttrice di turbine eoliche) per furto di proprietà intellettuale e le veniva imposto di pagare 456 milioni di dollari di risarcimento. Nel settembre del 2011, Dejan Karabrasevic (ingegnere della AMSC) venne accusato dalla corte austriaca per aver fornito alcuni codici software a Sinovel in cambio di 15000 euro.

L'accusa da parte della AMSC e le frequenti spese avute nel corso del 2013 portarono l'azienda ad un periodo di gravi perdite (Lewis, 2013, 155).

Al contrario della Sinovel, la Goldwind Science and Tecnology, fondata nel 1988, con base nel Xinjiang, fece in modo di evitare che aziende più potenti la prevaricassero in controversie legali. La sua crescita non fu rapida e spettacolare come quella di Sinovel, ma godette di vantaggi notevoli grazie anche alle risorse di progettazione significative di cui aveva disposizione attraverso l'acquisizione di diritti di proprietà intellettuale del designer e produttore di turbine tedesco, Vensys.

Una area fondamentale per l'espansione internazionale di Goldwind furono gli Stati Uniti, grazie alla sua partecipazione ad un progetto di installazione da 109.5MW nell'Illinois (Backwell, 2015, p. 46).

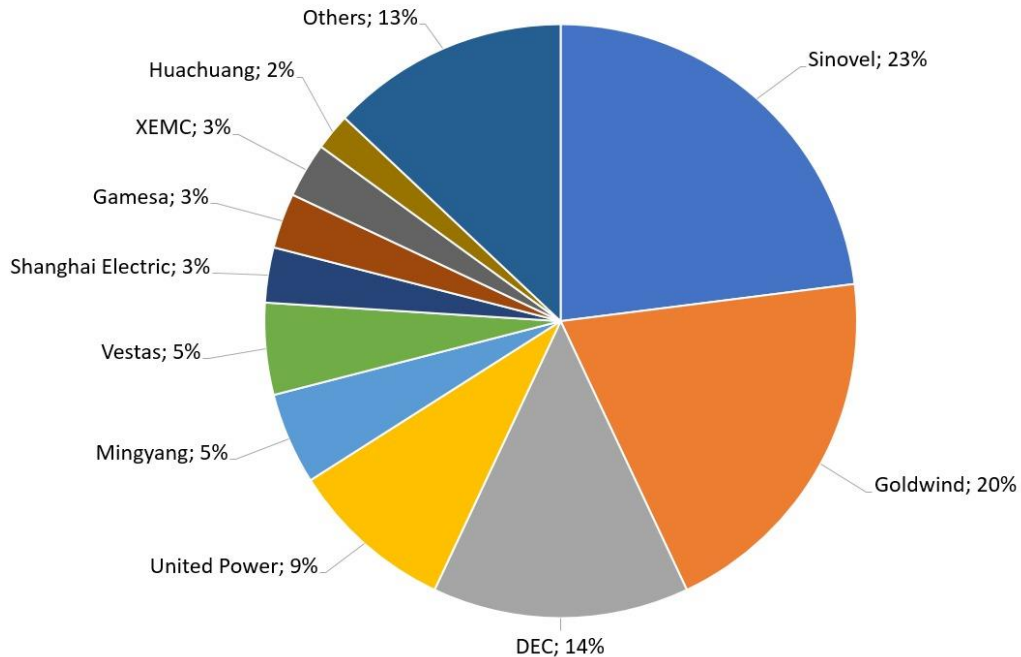
Dagli Stati Uniti, continuò ad espandersi in Australia, America Latina, Cile, Panama, Pakistan fino ad arrivare a basare un terzo della sua produzione sui mercati internazionali, con una possibile espansione in Africa, Nord e Sud America (Backwell, 2015, p. 47).

Al contrario di molti dei suoi rivali, Goldwind ha continuamente investito nel settore di Ricerca e Sviluppo, assicurando che la sua tecnologia fosse sempre al passo con il livello internazionale.

Mentre il mercato globale è ancora guidato da compagnie tedesche, danesi ed americane, in quello cinese l'incisività della presenza straniera sta sempre più diminuendo con l'aumentare del successo delle compagnie locali. Nonostante il fatto che i produttori stranieri siano stati i primi ad introdurre le turbine eoliche nel mercato cinese, la strategia industriale cinese nello sviluppare un'industria eolica in costante crescita è stata in grado di creare dei rivali di successo. La loro abilità nel competere in termini di costi e di supporto ricevuto dal governo cinese ha influenzato in maniera netta le loro performance a discapito dei produttori stranieri (Lewis, 2013, p. 108).

Porzione delle quote di mercato per i produttori di turbine in Cina

Fonte: Lewis, 2013, p. 107



3.2 Esperienza cinese oltremare

Durante il loro processo di sviluppo i produttori di turbine cinesi hanno preferito dare maggior impulso all'industria locale, concentrandosi sulla qualità, piuttosto che esportare immediatamente i propri prodotti nel mercato globale (De Wilde, 2012).

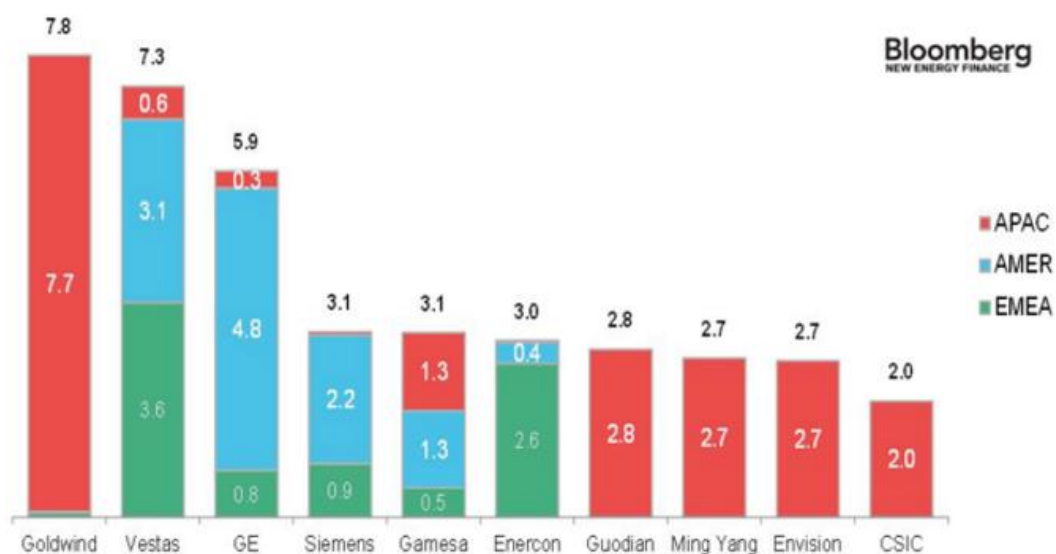
Solo pochi produttori di turbine eoliche cinesi sono stati in grado di crearsi, nel corso del tempo, una buona reputazione al di fuori della Cina, diversamente dalle compagnie straniere di fama mondiale (Siemens, GE, Vestas) che hanno avuto senza dubbio anni di vantaggio e acquisito una certa dimestichezza nell'ottenere certificazioni di qualità riconosciute a livello internazionale, che dimostrino la loro affidabilità ed efficienza (Lewis, 2013, p. 140).

Il 2011 è stato un anno decisivo per le compagnie impegnate nella produzione di turbine eoliche dal momento che quattro aziende cinesi, Sinovel, Goldwind, United Power e Dongfang Electric, sono rientrate nella lista dei dieci produttori più grandi al mondo e hanno iniziato ad espandersi nei mercati d'oltremare.

Un protezionismo dilagante in campo delle energie rinnovabili è stato tra gli ostacoli più incisivi in ambito di esportazione. In molti Paesi del mondo (Canada, Brasile, India, Australia, Portogallo, Spagna) sono stati applicati infatti requisiti di produzione locale (vengono favoriti dal governo progetti in cui vengano impiegate turbine eoliche prodotte localmente) per incoraggiare lo sviluppo dell'industria indigena di turbine eoliche.

Per l'anno 2015 sono stati stimati 274.5 MW di energia prodotta da impianti eolici esportati dalla Cina in cinque Paesi: Stati Uniti, Pakistan, Francia, Svezia e Bielorussia (Fried, Qiao, Sawyer, Shukla, 2015).

Goldwind è stata la prima azienda cinese ad esportare i propri prodotti all'estero, già dagli ultimi mesi del 2010 annunciò infatti un piano di aggressiva espansione internazionale. Fu il primo produttore di turbine eoliche ad esportare negli Stati Uniti (installò turbine in Minnesota, Illinois, Montana), esportò sei turbine a Cuba ed ottenne vari progetti di impianti eolici in Australia, Pakistan, Etiopia, Cile, Ecuador, Cipro e Scozia, con la prospettiva di raggiungere altri mercati in Europa, Africa, Sud America (Lema, Berger, Schmitz, 2013). Il successo della compagnia è dovuto alla sua lungimiranza in campo di ricerca ed innovazione, è tra le poche aziende cinesi del settore eolico ad impegnarsi costantemente nel finanziare il settore di R&S, inoltre è stata il primo produttore di turbine eoliche cinesi a ricevere la certificazione ISO 9001 (nel 2000) a testimonianza della sua attenzione alla qualità. Nel 2015, l'azienda cinese Goldwind ha conquistato la prima posizione tra i costruttori di turbine eoliche a livello mondiale, in base alla classifica redatta da Bloomberg New Energy Finance (BNEF).



Capacità in GW installata globalmente da ogni compagnia, 2015.

APAC: capacità energetica installata in Asia

AMER: capacità energetica installata in America

EMEA: capacità energetica installata in Europa, Medio Oriente, Africa

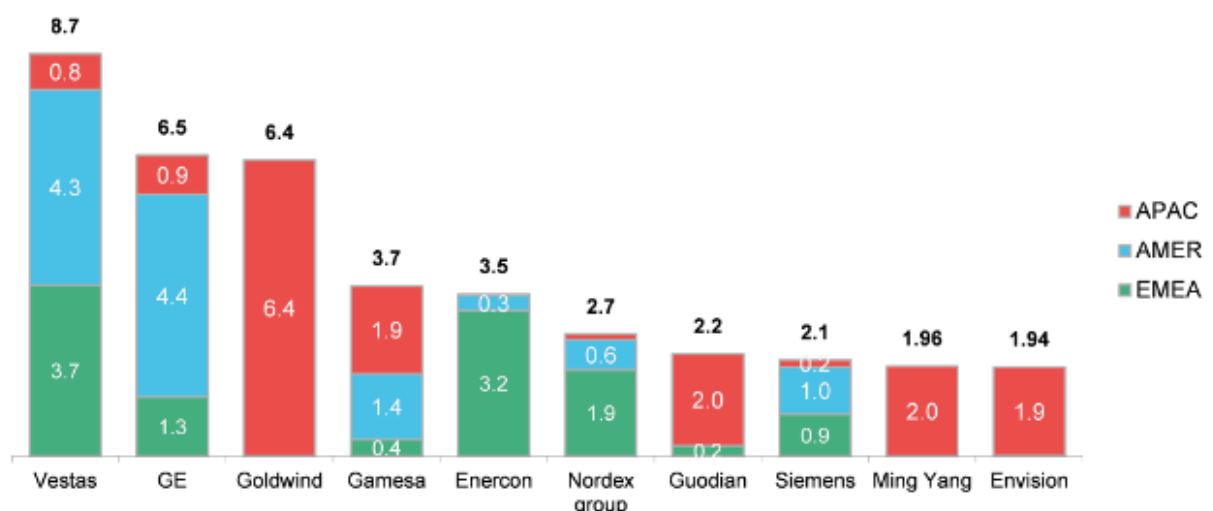
<https://about.bnef.com/blog/in-a-first-chinese-firm-tops-annual-ranking-of-wind-turbine-makers/>

Il 2015 ha rappresentato così il primo anno in cui una società cinese ha raggiunto la prima posizione tra i fornitori globali di turbine. Goldwind (con 7.8 GW di capacità elettrica totale installata) ha scalzato dalla prima posizione il costruttore danese Vestas (con 7.3 GW di capacità elettrica totale installata), per diversi anni leader incontrastato del settore, nel 2015 si è posizionato al secondo posto. Hanno seguito in ordine: GE (5.9 GW), Siemens e Gamesa a pari merito con 3.10 GW ed Enercon (3 GW).

Nella seconda parte della classifica si trovano altri quattro costruttori cinesi: Guodian, Ming Yang, Envision e CSIC.

Goldwind è riuscita a conquistare la prima posizione grazie alla crescita del mercato eolico cinese, quasi tutta la nuova capacità di energia eolica prodotta da Goldwind del 2015 infatti è stata installata in Cina.

Nel 2016 lo scenario è leggermente mutato con Goldwind scesa al terzo posto nella classifica dei maggiori produttori di turbine eoliche a livello mondiale, installando 6.4 GW di capacità energetica, Vestas ha riconquistato il primo posto della classifica, con 8.7 GW di capacità energetica installata, seguito da GE (6.5 GW).



Capacità in GW installata globalmente da ogni compagnia, 2016.

APAC: capacità energetica installata in Asia

AMER: capacità energetica installata in America

EMEA: capacità energetica installata in Europa, Medio Oriente, Africa

<https://about.bnef.com/blog/vestas-reclaims-top-spot-annual-ranking-wind-turbine-makers/>

Nel 2015 la Cina ha superato l'Europa per quanto riguarda le installazioni totali di impianti eolici e continua a guidare la rapida crescita dell'Asia in questo settore. (Fried et al., 2015)

3.3 Cooperazione Internazionale

Nel 2007 è stato redatto dal NDRC il “Programma sulla Cooperazione Internazionale Tecnologica e Scientifica sull'Energia Rinnovabile” (可再生能源与新能源国际科技合作计划, *Ke zaisheng nengyuan yu xin nengyuan guiji keji hezuo jihua*) che aveva come obiettivi:

- Dimostrare l'impegno della Cina nello sviluppare il settore dell'energia rinnovabile, ridurre le emissioni di gas serra e costruire una società impegnata nella salvaguardia dell'ambiente attraverso una cooperazione internazionale scientifica e tecnologica;
- Sviluppare una piattaforma di scambio di innovazioni tecnologiche;
- Stabilire un meccanismo di dialogo e cooperazione per collaborare con i governi stranieri, le aziende e gli istituti di ricerca. (Zhao, Feng, Liu, Liu, Yang, 2011)

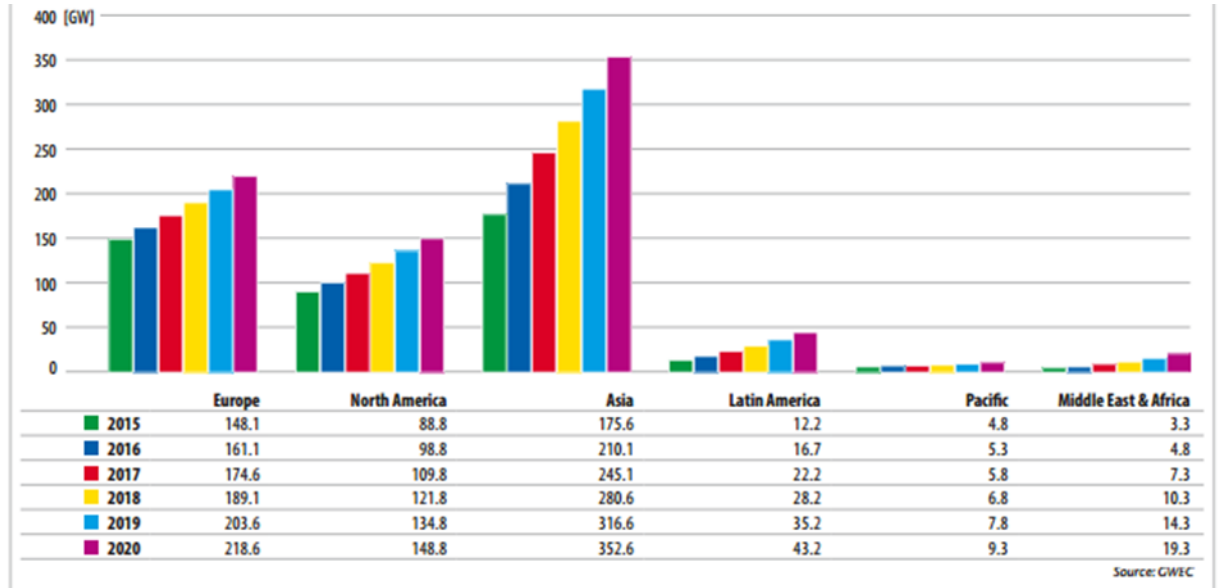
Per il raggiungimento dei suddetti obiettivi la Cina ha stabilito, nel maggio del 2010, circa 63 cooperazioni bilaterali e multilaterali con organizzazioni internazionali e governi stranieri. Nell'ambito del Protocollo di Kyoto, è stata costruita una trama di cooperazioni multilaterali che come nucleo hanno il Meccanismo di Sviluppo Pulito (Clean Development Mechanism, CDM).

La Repubblica cinese ha preso parte anche ad una serie di altre organizzazioni attive nell'ambito dello sviluppo sostenibile di energia rinnovabile attraverso cooperazioni internazionali (APEC, ASEAN, IEF, OPEC) (Peng, 2012, p. 53).

A partire dal 2011 la Cina ha stabilito relazioni di cooperazione con il Brasile, riconoscendo i benefici derivanti dalla loro collaborazione riguardo la tecnologia eolica (Bae, Velasco, 2014, p. 22).

3.4 Prospettive future a livello mondiale

Previsioni di mercato in termini di GW di energia installati a livello mondiale 2016-2020



I mercati dell'Asia, dell'Africa e del Sud America in via di sviluppo, l'impegno costante dell'India e della Cina, la progressiva diminuzione dei prezzi per l'energia eolica sia onshore che offshore, sono tutti elementi a favore di uno sviluppo incessante per l'industria eolica. Con la stesura dell'Accordo di Parigi (durante la conferenza sul clima di Parigi del dicembre 2015, 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale) e la possibilità che presto venga reso effettivo, verrà definito un piano d'azione globale, inteso a rimettere il mondo sulla "buona strada" per evitare cambiamenti climatici pericolosi e limitando il riscaldamento globale, ponendo perciò i rischi climatici e di conseguenza le energie rinnovabili tra le questioni principali internazionali (Quangu fengneng lishihui, 2016).

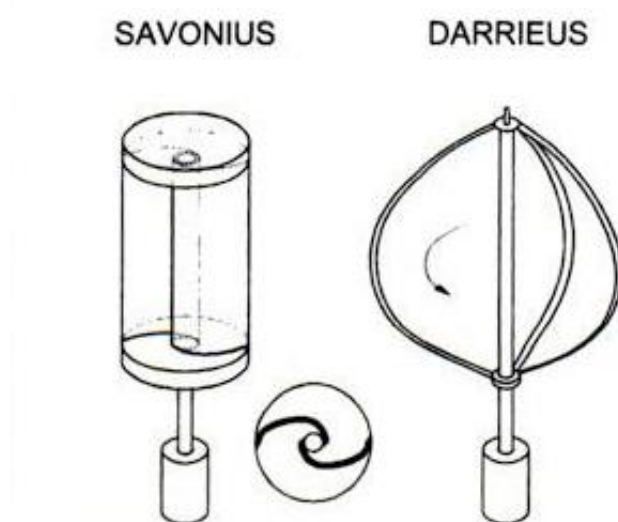
Capitolo 4 L'aerogeneratore e i suoi componenti

Una **turbina eolica** o aerogeneratore (18. 风力发电机 *fēnglì fādidiànjī*) trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l'utilizzo di alcun combustibile (ABB, 2011, p. 11). La turbina è costituita da un certo numero di **pale** (52. 叶片 *yèpiàn*), da un minimo di 1 ad un massimo di 20, tenute insieme dal **mozzo** (40. 轮毂 *lúngū*) (Pallabazzer, 2004, p. 34).

Le turbine eoliche possono essere suddivise in base all'orientamento dell'**asse** (60. 轴 *zhóu*) in due macro-famiglie: turbine ad asse verticale, turbine ad asse orizzontale.

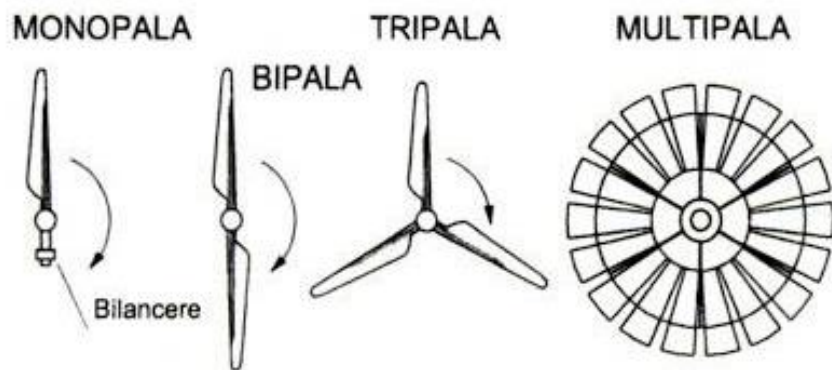
A loro volta le turbine ad asse verticale si suddividono in turbine di tipo **Savonius** (45. 萨沃尼斯型垂轴 *sàwònisī xíng chuí zhóu*), il modello di turbina più semplice che è composta da due

(o quattro) lamiere verticali, senza profilo alare e curvate a semicirconferenza; e turbine di tipo **Darrius** (12. 达里厄式风轮 *dálǐè fēng lún*) costituita da pale curve di forma aerodinamica montate su un albero rotante verticale; mentre le turbine ad asse orizzontale si distinguono in turbine che sfruttano il **sopravento** (46. 上风 *shàngfēng*), ovvero quando il vento incontra prima il rotore rispetto alla **torre** (50. 塔架 *tǎ jià*) e in turbine che sfruttano invece il **sottovento** (57. 下风 *xiàfēng*), quando invece il vento incontra prima la torre rispetto al **rotore** (20. 风轮 *fēng lún*).



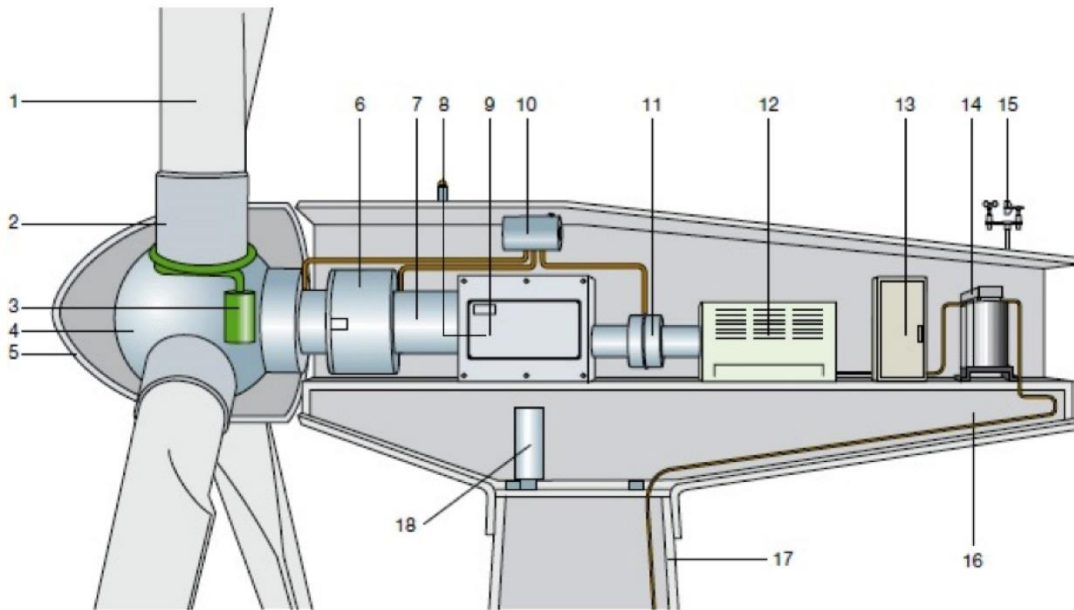
(Pallabazzer, 2004, p. 43)

La turbina eolica ad asse orizzontale tripala è il modello più diffuso, tuttavia esistono modelli di turbine bipala, monopala (13. 单叶片 *dān yèpiàn*), attualmente in disuso e il modello multipala, utilizzato soprattutto nel microeolico (caratterizzato da generatori da piccole taglie di potenza, in pratica comprese fra 0 e 20 kW). (ABB, 2011, p. 13).



(Pallabazzer, 2004, p. 43)

Al fine di sfruttare l'energia cinetica contenuta nel vento, convertendola in energia elettrica disponibile per l'immissione in rete o per l'alimentazione di carichi in parallelo, una turbina eolica utilizza diversi componenti sia meccanici che elettrici.



(ABB, 2011, p. 24)

- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 1. pala | 9. moltiplicatore di giri | 15. anemometri |
| 2. cuscinetto della pala | 10. dispositivi idraulici di raffreddamento | 16. struttura della navicella |
| 3. attuatore dell'angolo di Pitch | 11. freno | 17. torre di sostegno |
| 4. mozzo | 12. generatore | 18. organo di azionamento dell'imbardata |
| 5. ogiva | 13. convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo | |
| 6. riduttore | 14. trasformatore | |
| 7. albero principale | | |
| 8. scatola di cambio | | |

Le pale sono i componenti interagenti con il vento e sono progettate con un profilo tale da massimizzare l'efficienza aerodinamica, a questo fine sono perciò realizzate con materiali leggeri, quali i materiali plastici rinforzati in fibra, con buone proprietà di resistenza all'usura. Le fibre sono in genere di vetro o alluminio per le pale di aerogeneratori medio-piccoli, mentre per le pale più grandi vengono utilizzate le fibre di carbonio nelle parti in cui si manifestano i carichi più critici. Le pale e il **mozzo** (39. 轮毂 *lúngū*), che insieme costituiscono il **rotore eolico** (20. 风轮 *fēng lún*), sono montati sulla **navicella** (29. 机舱

jīcāng) che costituisce la carenatura che racchiude il sistema motore e gli altri ausiliari (Pallabazzer, 2004, p. 132).

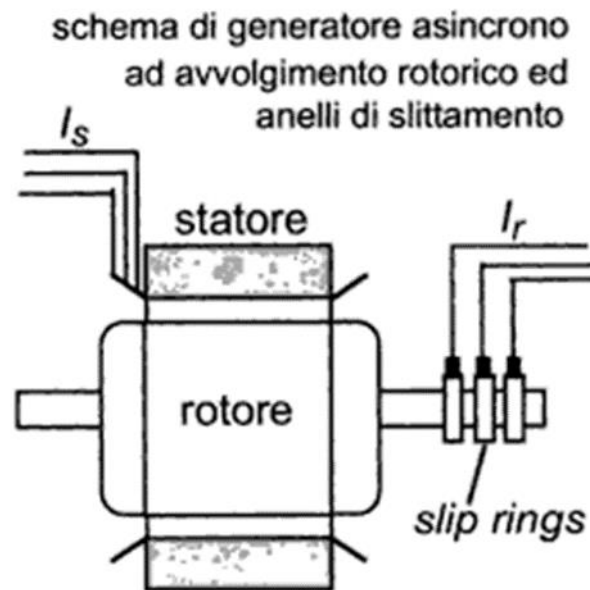
Il mozzo è solitamente di acciaio o di ferro a grafite sferoidale ed è protetto esternamente da un involucro di forma ovale chiamato **ogiva** (14. 导流罩 *dǎoliú zhào*), ingloba anche i meccanismi di **controllo del passo (pitch control)** (4. 变桨距系统 *biàn jiǎng jù xìtǒng*). È chiamato **angolo di pitch** (26. 桨距角 *jiǎng jùjiǎo*), l'angolo che assume la pala rispetto al piano di rotazione del rotore. Variando l'angolo di pitch è possibile regolare l'angolo di incidenza del vento sulla pala e di conseguenza effettuare una regolazione attiva della macchina.

Un **sistema idraulico centrale** (53. 液压动力装置 *Yèyā dònglì zhuāngzhì*) permette un movimento di rotazione a tutte le pale, così che assumano contemporaneamente lo stesso angolo di calettamento, con anche il supporto di un **encoder** (6. 编码器 *biānmǎ qì*) che si occupa della parte elettromeccanica del processo.

Spesso viene posto sull'**albero di trasmissione** (11. 传动机构 *chuándòngjīgòu*) un **moltiplicatore di giri** (8. 变速箱 *biànsù xiāng*) tra il rotore che estrae energia cinetica dal vento e la converte in energia meccanica di rotazione ed il **generatore elettrico** (17. 发电机 *fādiànjī*) che converte l'energia meccanica disponibile in energia elettrica. Il moltiplicatore di giri ha lo scopo di incrementare la velocità di rotazione del rotore per adattarla ai valori richiesti dai generatori convenzionali (ABB, 2011, p. 26).

I generatori elettrici si distinguono generalmente in **generatore sincrono** (51. 同步发电机 *tóngbù fādiànjī*) e **generatore asincrono** (54. 异步发电机 *yìbù fādiànjī*). Nel generatore sincrono (anche detto alternatore) un campo magnetico rotante induce una corrente alternata nei circuiti dell'indotto. Il campo magnetico rotante è realizzato alimentando un elettromagnete solidale al **rotore** (17. 发电机转子 *fādiànjī zhuǎnzǐ*), mentre il circuito indotto è sullo **statore** (16. 发电机定子 *fādiànjī dìngzǐ*). Sfrutta lo stesso principio di funzionamento il **generatore direct drive** (o generatore sincrono a magneti permanenti) (59. 直接传动发电机 *zhíjiē chuándòng fēnglì wōlúnjī*), collegato direttamente al rotore, la turbina eolica non necessita perciò di un moltiplicatore di giri. Quest'ultimo è una sorgente di rumore ed uno degli elementi che richiede maggior manutenzione e che può causare perdite di efficienza dell'aerogeneratore, pertanto l'assenza del moltiplicatore comporta una semplificazione rilevante della parte meccanica e consente una riduzione della dimensione e della massa della navicella (ABB, 2011, p. 24). La differenza fra generatore sincrono e

generatore asincrono sta nel fatto che nel primo il campo magnetico rotante è prodotto da una corrente di eccitazione continua proveniente dall'esterno, mentre nel secondo la corrente di eccitazione è alternata e autoindotta nel circuito rotorico. Lo statore è collegato alla rete ed attraversato dalla corrente alternata a frequenza fissa. La regolazione della potenza dissipata nel rotore si realizza con un gli **anelli di slittamento** (24. 滑环电机 *huáhuán diànjī*) che consentono tramite contatto strisciante di connettere l'avvolgimento rotorico ad un



convertitore di potenza.

(Pallabazzer, 2004, p. 142)

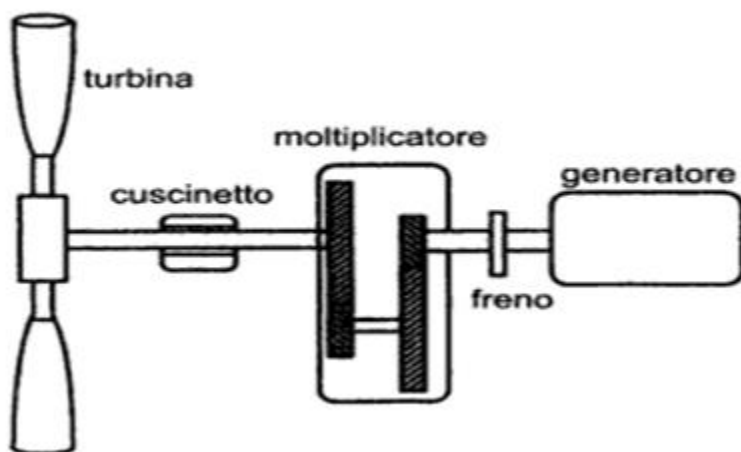
Questa tecnologia è nota come **generatore asincrono a doppia alimentazione** (double-fed induction generator) (49. 双馈型发电机 *shuāng kuì xíng fādìànjī*), questo tipo di generatore è in grado di ampliare notevolmente il range di velocità del vento con cui la macchina riesce a trasformare l'energia meccanica in elettrica.



(Pallabazzer, 2004, p. 143)

Dal momento che le turbine devono ruotare a velocità bassa mentre i generatori elettrici richiedono elevate velocità di rotazione, è sempre necessario ricorrere ad un **riduttore** (28. 減速器 *jiǎnsùqì*) ad elevato rapporto di trasmissione grazie all'**accoppiamento** (37. 联轴器 *liánzhóuqì*) che lo collega al generatore e al rotore. Quasi tutte le turbine hanno un **blocco del rotore** (61. 转子锁 *zhuǎnzǐ suǒ*) lungo l'albero di trasmissione, in aggiunta al **freno** (58. 制动 *zhìdòngqì*), il blocco del rotore è in grado di arrestare il rotore in condizioni meteorologiche avverse, oltre che svolgere la funzione di “freni di stazionamento” per impedire che il rotore si ponga in rotazione quando la turbina non è in servizio. Inoltre il rotore è vincolato direttamente alla struttura di sostegno, costituita dalla navicella, tramite due **cuscinetti** (25. 減震器 *jiǎnzhènqì*) che scaricano completamente il peso e ammortizzano le vibrazioni (Pallabazzer & Rubini, 2011, p. 157). Nel sistema di **trasmissione** (9. 變速器 *biànsùqì*) è presente la **scatola di cambio** (10. 齒輪箱 *chǐlúnxiāng*), collegata al mozzo e all'albero di trasmissione.

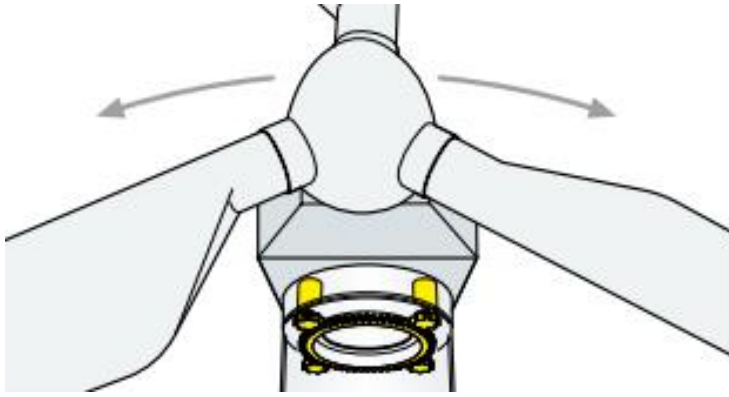
Schema della trasmissione



(Pallabazzer, 2004, p. 145)

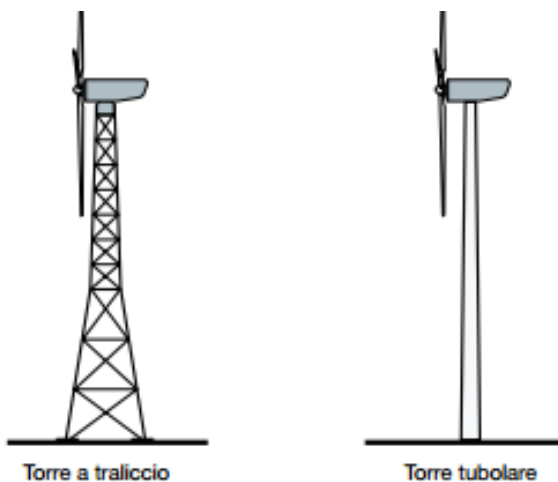
Un **sistema di raffreddamento** (36. 冷却系统 *lěngquè xìtǒng*) previene il surriscaldamento dei complessi meccanici dell'aerogeneratore, mentre un **sistema di lubrificazione centralizzata** (31. 集中润滑系统 *jìzhōng rùnhuá xìtǒng*) con un **filtro dell'olio** (39. 滤油系统 *lǜ yóu xìtǒng*) si occupano della manutenzione dei componenti meccanici e degli ingranaggi. In caso di guasti meccanici l'aerogeneratore è dotato di un **ascensore per il personale di manutenzione** (19. 风力涡轮机维护起重机 *fēnglì wōlúnjī wéihù qǐzhòngjī*) con il quale è possibile raggiungere facilmente l'interno della navicella.

La navicella viene fatta ruotare sulla sommità della torre da un **sistema d'imbardata** (44. 偏航系统 *piān háng xìtǒng*) costituito **dall'azionamento dell'imbardata** (42. 偏航传动 *piānháng chuándòng*) con i relativi **attuatori** (43. 偏航驱动电机 *piānháng qūdòng diànjī*) ed **encoder** (41. 偏航编码器 *piānháng biānmǎqì*), per far sì che il rotore sia sempre trasversale al vento.



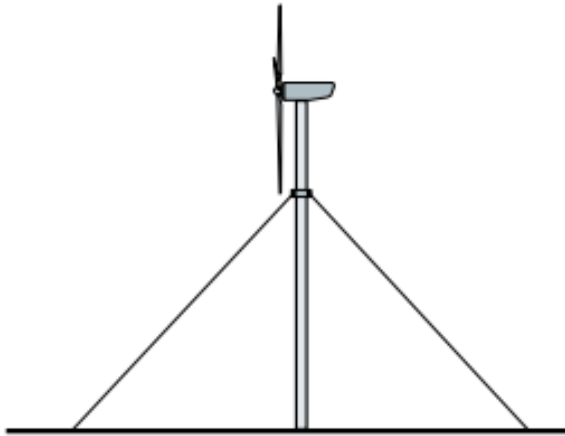
(ABB, 2011, p. 28)

La torre di sostegno deve essere adeguatamente dimensionata anche per resistere ai carichi torsionali risultanti dall'uso di sistemi d'imbardata. Sono due i principali tipi di torri utilizzate per le turbine eoliche (figura 2.8): **a traliccio** (23. 桁架式 *héngjià shì*) e **tubolari** (56. 圓筒形 *yuán tǒng xíng*).



(ABB, 2011, p. 28)

Esiste un terzo tipo di torre, la **torre a tiranti** (35. 拉索式 *lā suǒ shì*) ma è poco utilizzata per gli impianti in media-grossa potenza.



(ABB, 2011, p. 28)

Le torri sono infisse nel terreno mediante **fondamenta** (32. 机座 *jī zuò*) costituite in genere da **plinti** (30. 基础 *Jīchǔ zuò*) collocati ad una certa profondità.

Il **sistema di controllo** (34. 控制系统 *kòngzhì xìtǒng*) costituisce il “cervello” della turbina eolica e fornisce la logica di controllo, per comandare le procedure di avviamento ed arresto della turbina stessa e per assicurare che la turbina operi entro determinati parametri di funzionamento prestabiliti, proteggendo in particolare il rotore dalle sovra- velocità e le diverse parti del circuito elettrico dalle sovracorrenti e dalle sovratensioni. Un **controllore (o controller)** (33. 控制器 *kòngzhì qì*) contribuisce ad assicurare la norma gestione della turbina e del generatore elettrico.

Altri sistemi di controllo dell'aerogeneratore sono il controllo dello **stallo** (47. 失速 *shīsù*). Lo stallo si produce in buona sostanza a valori eccessivi dell'**angolo di attacco** (55. 迎角 *yíng jiǎo*) e con la conseguente perdita di **portanza** (48. 升力 *shēnglì*) ed un enorme aumento della **resistenza** (63. 阻力 *zǔlì*). Il valore minimo dell'angolo d'attacco per il quale si manifesta il fenomeno è chiamato **angolo d'attacco critico** (38. 临界迎角 *línjiè yíng jiǎo*); tale valore varia significativamente a seconda del dispositivo preso in esame. Il **controllo dello stallo** è **attivo** (62. 主动失速控制 *zhǔdòng shīsù kòngzhì*) o **passivo** (3. 被动失速控制 *bèidòng shīsù kòngzhì*): nel caso in cui i controlli tramite il sistema di imbardata o inclinazione funzionano spontaneamente si parla di controllo dello stallo passivo, in quello attivo invece sensori (di velocità o potenza) trasmettono i dati operativi per garantire una potenza regolare.

(<http://www.manualedivololibero.com/aerodin/aerodin06.asp>)



La **Legge di Betz** (1. 贝茨理论 *bèicí lǐlùn*) è usualmente utilizzato per determinare la potenza estratta da una turbina eolica ideale, tanto maggiore è l'energia cinetica che la turbina riesce ad estrarre dal vento, tanto minore sarà la velocità del vento che lascia la turbina stessa.

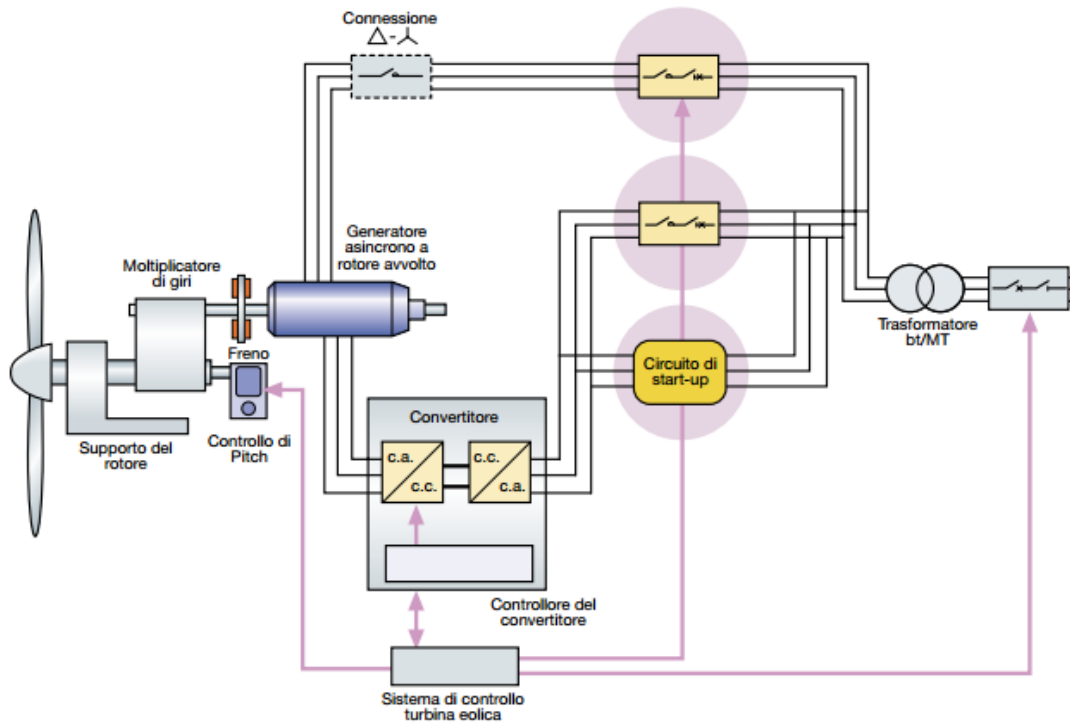
I dispositivi di rilevazione della direzione e dell'intensità del vento sono l'**anemometro** (21. 风速传感器 *fēngsù chuángǎnqì*) e la **banderuola** (22. 风向传感器 *fēngxiàng chuángǎnqì*), posti in cima alla navicella. L'anemometro più utilizzato è l'**anemometro a coppette** (2. 杯形风速 *bēi xíng fēngsù*).



(Pallabazzer, 2004, p. 240)

La potenza elettrica in uscita dal generatore è generalmente in bassa tensione e deve essere convertita in media tensione attraverso un **convertitore** (5. 变流器 *biànlúqì*) per ridurre le perdite di trasmissione mediante l'allacciamento alla rete di distribuzione in media tensione. Il convertitore è installato nella navicella o alla base della torre. I cavi elettrici di collegamento tra la navicella e la base della torre formano un anello al di sotto della navicella stessa al fine di consentire i movimenti d'imbardata (ABB, 2011, p.28). Oltre al convertitore, fa parte del sistema di connessione alla rete elettrica l'**inverter** (7. 变频系统 *biànpín xìtǒng*) e il **sistema di monitoraggio (SCADA)** (27. 监控系统 *jiānkòng xìtǒng*). Il primo si occupa di trasformare

la tensione elettrica, mentre il secondo si occupa della gestione e verifica il funzionamento di tutto l'impianto eolico.



(ABB, 2011, p. 101)

SECONDA PARTE
SCHEDE TERMINOGRAFICHE

| ID | TERMINE CINESE | DEFINIZIONE CINESE | CONTESTO CINESE | CONTESTO ITALIANO | DEFINIZIONE ITALIANA | TERMINE ITALIANO |
|----|--|--|---|---|--|--------------------------------|
| 1. | <i>Bèici lǐlùn</i> 贝茨理论 | 根据 贝茨理论 ，风力机的最大风能利用系数是59%，风能利用系数是衡量风力机性能的主要指标。 http://www.pengky.cn/fenglij-SZRM/06-fenggonglv=WZ/fenggonglv.html | 根据 贝茨理论 :风轮功率与风轮直径的平方成正比，风轮功率与风速的立方成正比，风轮功率与风轮的叶片数目无直接关系，风轮功率与风轮功率系数成正比。(Xu, Zhong, p. 2013, p. 221) | Per determinare la massima potenza estraibile dal vento si ricorre alla legge di Bertz . (Dall'O, Arecco Francesco, 2012, p. 56) | Secondo la legge di Bertz , si può convertire al massimo 16/27 (o il 59.3%) dell'energia cinetica del vento in energia meccanica usando una turbina eolica. http://159.213.57.103/lamma-webgis/pdf/Generalita_sull%27energia_eolica.pdf | Legge di Betz |
| 2. | <i>Bēi xíng fēngsù</i> 杯形风速 | 风速测量仪器也叫风速传感器，最简单又常见的风速测量是 杯形风速 ，三个风杯由于阻力差而旋转，风力大则转速高，仪器内的转速传感器把风杯转速变为电信号输出。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/02-fengcheliang/fengcheliang.html | 测定风速最常用的传感器是风杯， 杯形风速 计的主要优点是它与风向无关，能够适应多种恶劣的环境，所以百余年来获得了世界上广泛的采用。 | Gli anemometri sono a coppette , ad ultrasuoni, a effetto Doppler, a elica, ad aquilone. Quelli generalmente usati sono a coppette. Il metodo di funzionamento si basa sul fatto che la velocità del vento è proporzionale alla velocità di rotazione delle coppette [...] (Bartolazzi, Legoprint, 2006, p. 28) | L' anemometro a coppette è una turbinetta ad asse verticale a 3 o 4 pale posta in rotazione ad un numero di giri proporzionale alla velocità del vento. Questi sensori pur essendo di tipo meccanico hanno inerzia molto bassa e sono in grado di rispondere rapidamente ad ogni variazione di velocità e direzione. (Pallabazzer, 2004, p. 69) | Anemometro a coppette |
| 3. | <i>Bèidòng shīsù kòngzhì</i> 被动失速控制 | 动失速控制 是风力发电机组的功率控制方式很简单，是自发地控制，不用外部的干 | 失速调节型的优点是失速调节简单可靠，当风速变化引起的输出功率的变化只通过 | [...] la curva della potenza disponibile della vena fluida, la curva ideale del limite teorico | Il controllo passivo della potenza del generatore eolico si attua spontaneamente e non richiede nessun | Controllo passivo dello stallo |

| | | | | | | |
|----|--------------------------------------|---|--|---|--|-------------------------------------|
| | | 预。(Xu, Zhong, 2013, p. 242) | 桨叶的 被动失速 调节而 控制系统 不作任何控制,使控制系统大为 减化 。(Zhongguanke fengdian youxian gongsi, 2008) | di Betz della potenza massima estraibile e le curve reali della potenza generata in una turbina a controllo passivo dello stallo a regolazione dell'angolo di Pitch. (ABB, 2011, p. 41) | intervento esterno (Pallabazzer, 2004, p. 141). | |
| 4. | <i>Biàn jiǎng jù xìtǒng</i> 变桨距系统 | 变桨距系统 根据风速变化调整风轮的桨距角,控制吸收的机械能,减少风力机所受的冲击。(Liu, Mai, Ning, 2008, p. 15) | 与液压驱动 变桨距系统 不同的是,电动 变桨距系统 的3个桨叶分别带有独立的电驱动 变桨距系统 ,其执行机构包括伺服电机、控制器、电机驱动器、不间断电源、减速机构、传感器等。(Liu, Mai, Ning, 2008, p.15) | Il sistema di controllo di LEITWIND analizza automaticamente le prestazioni e consente un numero di giri variabile e un controllo del passo (pitch) progressivo per ottimizzare la produzione in tutte le condizioni di carico. http://it.leitwind.com/Tecnologia/Sistema-di-controllo | Il controllo del passo o pitch control è il controllo dell'angolo di calettamento, la variazione dell'angolo di calettamento permette una gestione attiva della velocità del rotore. (Lika Electronic, 2003, p. 2) | Controllo del passo (pitch control) |
| 5. | <i>Biànliúqì</i> 变流器 | 变流器 采用三相电压型交-直-交双向变流器技术,变流器是使电源系统的电压、频率、相数和其他电量或特性发生变化的电器设备。(Li, 2010, p. 121) | 包括发电机和 变流器 在内的 ABB 产品都是全球性产品,按照同一标准在当地完成制造。这可确保提供大批量的优质产品,满足客户的各种期望和需求。(ABB, 2010, p. 12) | In questo schema l'eccitazione del rotore viene fatta tramite un convertitore reversibile che permette la conversione in tutti e due i sensi (dalla rete al generatore e viceversa). Con l'aiuto di un'elettronica di | Il convertitore utilizza una conversione trifase con corrente continua, alternata e bidirezionale, il convertitore provoca cambiamenti alla tensione, alla frequenza e ad altre apparecchiature | Convertitore di energia eolica |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|---|---|---|--|--|
| | | | | regolazione è possibile sovrapporre alla frequenza prodotta dal rotore quella prodotta dal convertitore [...] (Bartolazzi, Legoprint, 2006, p. 59) | elettriche del sistema di alimentazione. (Terreni, Rashid, 2002, p.4) | |
| 6. | <i>Biānmǎ qì</i> 编码器 | 目前对发电机转速的检测主要采用旋转 编码器 。 编码器 把角位移或直线位移转换成电信号，前者称为码盘，后者称为码尺。 http://news.bjx.com.cn/html/20160601/738551.shtml | 在业界享有盛誉的风电设备供应商依靠堡盟高精度的 编码器 实现变桨电机的转速及位置反馈，并采用耐用型 编码器 直接在叶片的无齿隙齿轮处实现精确的叶片定位。位置信息可通过主控制器进行比较，以扩大诊断范围，更容易满足变桨系统严格的安全要求。(Baumer, 2002, p. 5) | Gli encoder assoluti, si occupano di posizionare la torre e le pale del rotore nell'angolazione più favorevole rispetto al vento. http://www.leinelinde.it/applicazione/eolico/ | L' encoder è un dispositivo elettromeccanico che converte la posizione angolare meccanica del suo asse rotante in posizione angolare elettrica sotto forma di segnale elettrico numerico digitale e/o analogico. (ANIE Automazione, 2013, p. 3) | Encoder (Pitch control) |
| 7. | <i>Biànpín xìtǒng</i> 变频系统 | 变频系统 让交流电频率成为直流电。(Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 80) | 采用这种方式，发电机的重量轻、效率高、调压和调频精度由变频器承担，运行可靠性主要取决于变频器的可靠性，电压波形的畸变率也取决于 变频器 性能。(Li, 2011, p. 149) | Inverter o Converter, questi componenti in realtà non stanno nella gondola ma sono in genere posti all'interno della torre, sopra la fondazione; dispongono di un sistema di raffreddamento ad acqua, che a sua volta viene raffreddata in un radiatore ventilato. (Pallabazzer, 2004, p. 139) | Inverter è utilizzato per trasformare la corrente alternata in continua. (Capra, 2000, p. 85) | Inverter |
| 8. | <i>Biànsù xiāng</i> | 变速箱 将动力源（内 | 吊装发电机和 变速箱 | La | tipica | Il moltiplicatore di giri Moltiplicatore |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------|---|--|--|--|--------------|
| | 变速箱 | 燃机或电动机)产生的高转速、低扭矩的机械动力转换成更为有效的低转速和高扭矩的动力,以驱动驱动轴、差速器、车轮等机械装置。(Li, 2011, p. 59) | 发电机和变速箱吊上后,安装时应使发电机上的定位销对准回转体斜垫铁上的定位孔,并用螺栓将发电机底座与回转体连接固定。(Li, 2011, p. 416) | configurazione di un aerogeneratore ad asse orizzontale è composta da: una robusta fondazione, un sostegno, le pale, una navicella contenente i meccanismi di controllo, il generatore, il moltiplicatore di giri , il rotore ed un sistema frenante. (Bonardi, Patrignani, 2013, p. 107) | ha lo scopo di incrementare la velocità di rotazione del rotore per adattarla ai valori richiesti dai generatori convenzionali. (ABB, 2011, p. 26) | di giri |
| 9. | <i>Biànsùqì</i> 变速器 | 变速器把移动发送到内部的构件,通常用的齿轮变速器由若干有径大小不同的轮齿组成,装在发动机的主动轴和从动轴之间。(Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 80) | WinDrive 的工作原理与汽车中的无级变速自动 变速器 类似 • 可以精确控制风力涡轮机动力传动系统的可变功率 • 这是通过将风力涡轮机转子的速度转化成持续恒定的速度驱动发电机。(Voith Turbo Wind GmbH & Co. KG, n.d.) | Inoltre, i carichi dovuti al peso incidono su tutto il sistema di trasmissione: albero, cuscinetti e riduttore. (Pallabazer, 2003, p. 132) | La trasmissione trasferisce il movimento alle parti più interne, è formato da un certo numero di ingranaggi, è installato tra l'albero del motore e del cambio. (Pallabazer, 2003, p. 56) | Trasmissione |
| 10. | <i>Chílúnxiāng</i> 齿轮箱 | 齿轮箱 的作用是改变传动方向,传动方向,转动速度,力矩等。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/16-chilunxiang-1/chilunxiang-flj-1.html | 风力发电机组的传动机构一般包括低速轴、高速轴、 齿轮箱 、联轴节和制动器等。但不是每一种风力发电机组都必须具备所有这些环节。有些风力发电机组的轮毂直接连接到 齿轮箱 上,不需要低速传动 | Grazie al sistema brevettato di regolazione passiva del pitch, la potenza trasmessa alla scatola del cambio e al generatore asincrono è limitata al valore massimo di funzionamento della | Il cambio o cambio di velocità è un componente meccanico che ha la funzione di modificare la direzione di marcia, la velocità di rotazione in uscita da un motore, così come farebbe un riduttore di velocità. (Pallabazer, 2004) | Cambio |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------|---|--|---|--|------------------------|
| | | | 轴。(Xu, Zhong, 2013, p. 204) | turbina. (Conergy, 2003, p. 9) | | |
| 11. | <i>Chuándòngjīgòu</i> 传动机构 | 利用构件或机构把动力从叶片的一部分传递到发电机。 (Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 1156) | 通常是采用两台转速、功率不同的感应发电机，在某一时间内只有一台被连接到电网， 传动机构 的设计使发电机在两种风轮转速下运行在稍高于各自的同步转速。 (Xu, Zhong, 2013, p. 214) | Si tratta di un accorgimento che ha la funzione di garantire che la flessione della pala non la faccia strisciare sulla torre, senza per questo allungare l' albero di trasmissione , cosa che comporterebbe maggiori sollecitazioni, pesi e costi. (Pallabazzer, 2004, p. 133) | Il lavoro utile delle pale attraverso un albero di trasmissione si trasferisce al generatore elettrico. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 26) | Albero di trasmissione |
| 12. | <i>Dálìè fēng lún</i> 达里厄式风轮 | 达里厄式风轮 是一种升力装置，弯曲叶片的剖面是翼型。(Luo, 2012, p. 3) | 其特征在子，风力机立轴中部安装传统的 达里厄式风力机 叶片。立轴顶部与底部安装 S 型萨沃纽斯阻力型风力机叶片，两只 S 型萨沃纽斯阻力型风力机叶片的旋转直径垂直交叉布置。 (Xu, Zhong, 2013, p. 159) | Il rotore Darrieus presenta delle potenzialità superiori. È infatti caratterizzato da un rendimento elevato, le sue caratteristiche di efficienza sono paragonabili a quelle dei rotori a elica veloce. [...] (Kühtz, 2005, p. 19) | Il rotore Darrieus un tipo di dispositivo a portanza, le pale curve costituiscono la superficie alare. (Pallabazzer, 2004, p. 25) | Darrieus |
| 13. | <i>Dān yèpiàn</i> 单叶片 | 只有一片的风力发电机。(Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 255) | 叶片式摆动液压马达有 单叶片式 和 双叶片式 两种。[...] 单叶片 摆动液压马达的轴上装有叶片，叶片和封隔板将缸体内的密风空间分为两腔。(Zhu, 2005, p.54) | Per le turbine ad asse orizzontale, oltre alla considerazione già fatte sulla solidità ed il campo di applicazione, osserviamo alcuni casi specifici: il monopala , il rotore olandese e il multipala. (Pallabazzer, | Monopala: Munito di una sola pala: elica monopala . (“Ricerca Garzanti Linguistica,” http://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=monopala) | Monopala |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------|--|---|--|---|------------------------|
| | | | | 2004, p. 42) | | |
| 14. | <i>Dǎoliú zhào</i> 导流罩 | 风力发电机 导流罩 是指风机轮毂的外保护罩,也称为轮毂罩、轮毂帽等。 http://www.mfcad.com/tuzhi/bysj/6318/111293.html | 本实用新型为一种风力发电机 导流罩 ,其由导流罩端盖和三个 导流罩 壁组成,所述 导流罩 端盖的表面分布有凸起或凹陷。 (Ding, Lu, Qin, 2010, p. 1) | Il mozzo in una pala eolica è il componente che connette le pale all'albero principale trasmettendo la potenza estratta dal vento. Esso è solitamente in acciaio ed è protetto dall' ogiva . http://www.mannienergry.it/eolico/glossario-eolico/ | Usualmente però il mozzo ha una copertura di materiale in fibra di vetro denominata ogiva che ruota col mozzo stesso. (ABB, 2011, p. 69) | Ogiva |
| 15. | <i>Fādìanjī</i> 发电机 | 发电机 是将风能最终转变成电能的设备(Su, Bian, 2002, p. 17) | 空气流动的动力作用在风力 发电机组 的叶轮上,从而推动叶轮旋转,将空气动能转变成风轮旋转机械能,风轮的轮毂固定在风力发电机组轴上,通过传动系统驱动风力 发电机 轴及转子旋转,风力 发电机 将机械能转变成电能输送给负荷或者电力系统。(Xu, Zhong, 2014, p. 178) | Ai motori eolici possono essere accoppiati mediante ingranaggi di moltiplicazione dei giri, tre tipi di generatori elettrici : a corrente continua, a corrente alternata, a induzione. (Andreini, Legoprint, 2005, p. 1392) | Con la turbina, il componente più importante del sistema eolico è il generatore elettrico , il quale ha la funzione di trasformare la potenza meccanica fornita dalla turbina in potenza elettrica. (Pallabazzer, 2004, p. 55) | Generatore elettrico |
| 16. | <i>Fādìanjī dìngzǐ</i> 发电机定子 | 发电机定子 是发电机的结实的结构,跟转子相应而固定在外壳上的部分。(Li, Gao, Tian, 2011, p. 452) | 因此,在第一阶段中,风电机组控制系统主要完成两个任务,一是控制叶片桨距角从顺桨状态转向0°桨距角附近,并保持恒定或小范围变化,使得风力发电机组快速启动;另一个任务是控制 发电机定 | Il campo rotante prodotto dalle correnti di statore (induttore) induce negli avvolgimenti del rotore (indotto) tensione che genera circolazione di corrente, essendo gli avvolgimenti di rotore chiusi su sé stessi. (Caffarelli, De Simone, | Lo statore è il componente fisso del generatore elettrico, insieme al rotore è fissato all'interno della carenatura. (Pallabazzer, 2004, pp. 59) | Statore del generatore |

| | | | | | | |
|-----|---|--|--|---|--|--|
| | | | 子电压使其满足并网条件，并在适当时候并入电网。(Xu, Zhong, 2013, p. 197) | 2010, p. 23) | | |
| 17. | <i>Fādòngjī zhuànzǐ</i> 发电机转子 | 发电机转子是发电机的转动的一部分。 http://baike.baidu.com/item | 风速感应器驱动一个小型发电机中的 转子 ，输出与风速感应器转速成正比的交变电流，输送到风速的指示系统。(Xu, Zhong, 2013, p. 121) | La velocità di rotazione del rotore è rilevata direttamente in corrispondenza dell'albero primario della turbina, il cosiddetto albero lento, nella zona compresa tra il mozzo e il moltiplicatore di giri. (Lika Electronic, 2003, p. 3) | Il rotore è il componente rotante del generatore. (Pallabazzer, 2004, pp. 59 - 61) | Rotore (del generatore) |
| 18. | <i>Fēnglì fādòngjī</i> 风力发电机 | 利用风能产生动力而发电。(Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 389) | 风力资源的开发始于20年前，至今仍一直保持积极的发展态势；2005年，安装了一台容量为11769MW 风力发电机组 创造了一项新的历史纪录，据预计，在不久的将来，将会实现更远的目标。截至到2005年年底 风力发电机 风能装机总容量达59322MW。(Clini, Musu, Gullino, 2008, p. 219) | Tanto è importante questa funzione che, sempre più spesso, con la dicitura " turbina eolica " o anche "pala eolica" si sottintende l'intero sistema di generazione (aerogeneratore) implicitamente accettando che a presenza di ogni altro componente sia poco rilevante rispetto al componente principale: la turbina. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 34) | La Turbina eolica converte l'energia del vento in energia elettrica. (Pallabazzer, 2004, p. 34) | Turbina eolica |
| 19. | <i>Fēnglì wōlúnjī wéihù qǐzhòngjī</i> 风力涡轮机维护起重机 | 维护起重机 允许员工更加轻松地到达机舱，这通常高100 m。 维护起重机 通常安装 | 本发明涉及一种用于风力涡轮机的 维护起重机 ，所述风力涡轮机包括机舱和轮毂。 | Negli impianti di grandi dimensioni sono presenti ascensori di servizio per portare il | L'ascensore serve al personale di manutenzione per raggiungere, senza | Ascensore per il personale di manutenzione |

| | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|---|--|---|--|---------------|
| | 护 起 重 机 | 在梯子或单独的柱子上，并通过轿车操作。 http://www.ifm-datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry/cat_060_010_100.html | (Pedersen, 2009, p. 88) | personale e le attrezzature di lavoro dal piano di campagna alla navicella [...]. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 158) | difficoltà, la gondola situata solitamente fino a 100 m di altezza. Gli ascensori per il personale di manutenzione scorrono per lo più lungo una scala o una torre separata e vengono azionati da un argano. http://www.ifm.com/imit/web/apps-by-industry/cat_060_010_100.html | |
| 20. | <i>Fēng lún</i> 风轮 | 风轮 是指将风能转化为机械能的风力机部件。由叶片和轮毂组成。(Xia, 1999, p. 4347) | 风力机将风能转变成机械能的主要部件是受风力作用旋转的 风轮 ，故依据其风轮结构和风轮在气流中的位置可以分为两大类：水平轴风力机和垂直轴风力机。(Li, 2011, p. 382) | Il rotore eolico è parte essenziale di un aerogeneratore è anche considerato il cuore del sistema. http://www.energia360.org/Rotore_eolico.html | Il rotore eolico è la macchina fluidodinamica che converte l'energia cinetica di un flusso d'aria (vento) in energia meccanica che viene trasmessa all'asse. Le pale e il mozzo insieme costituiscono il rotore eolico. (Pallabazzer, Rubini, 2011, p. 34) | Rotore eolico |
| 21. | <i>Fēngsù chuángǎnqì</i> 风速传感器 | 风速传感器 是可连续监测地点的风速、风量大小。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/02-fengcheliang/fengcheliang.html | 当 风速感应器 旋转时，通过蜗杆带动蜗轮转动，再通过齿轮系统带动指针旋转，从刻度盘上直接读出风的行程，除以时间得到平均风速。(Xu, Zhong, 2014, p. 121) | Per prevedere quanto vento ci sarà durante la vita dell'impianto vi sono vari metodi. Il primo è fare riferimento ad anemometri esistenti, con dati di lungo periodo e ricavare la previsione nel sito di nostro interesse interpolando ed estrapolando i dati | Gli anemometri forniscono l'intensità e la direzione del vento. (Pallabazzer, 2004, p. 155) | Anemometro |

| | | | | | | |
|-----|--------------------------------------|---|---|---|--|------------------------------------|
| | | | | misurati. (Bartolazzi, Legoprint, 2006, p. 28) | | |
| 22. | <i>Fēngxiàng chuángǎnqì</i> 风向传感器 | 最简单又常见的风向测量是风向标, 也叫 风向传感器 。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/02-fengcheliang/fengcheliang.html | 这种 风向传感器 采用绝对式格雷码盘作为基本元件, 并且使用了特殊定制的编码编码, 以光电信号转换原理, 可以准确的输出相对应的风向信息。 http://mt.sohu.com/20170214/n480630396.shtml | Il dispositivo della coda a banderuola a direzionare l'asse delle pale in modo parallelo alla direzione del vento; normalmente, un sistema di protezione dal vento agisce se il vento supera all'incirca i 10 m/s. (Capolla, 2013, p. 132) | La banderuola è il dispositivo più semplice e comune per indicare la direzione del vento. (Pallabazzer, 2004, p. 69) | Banderuola |
| 23. | <i>Héngjià shì</i> 桁架式 | 桁架式 塔架常用于中、小型风力发电机组上, 其优点是造价不高, 运输也方便。塔架的架空的骨架式承重结构。(Xu, Zhong, 2013, p.205) | 桁架式 , 早期多用, 20世纪80年代后较少采用。(C. Xu & Zhong, 2013, p. 246) 塔架 配套提供管状塔柱多层拉索式塔架, 便于主机的地面安装和维修保养, 也可提供 桁架式 塔架。(Li, Gao, Tian, 2011, p. 436) | Le prime turbine eoliche erano installate su torri a traliccio ed erano usualmente utilizzate fino alla metà degli anni '80.(ABB, 2011, p. 29) | Le torri a traliccio , che si adoperano spesso per turbine di media e piccola taglia, ha il vantaggio di essere facilmente trasportabile, sono caratterizzate da uno scheletro portante in acciaio. (Pallabazzer, 2004, p. 153) | Torre a traliccio |
| 24. | <i>Huáhuán diànjī</i> 滑环电机 | 滑环电机 , 必须在电机转子回路中串接电阻或电抗器, 才可使功率因素提高, 有效地改善电机起动性能。 http://baike.baidu.com/item | 种启动 滑环电机 的配置, 该配置包括: 布置成在供应网络和滑环式电机的转子之间进行连接以便控制滑环式电机的变频; 以及用于启动 滑环电机 的启动装置, 其特征在于, 启动装置布置在变频器和 滑环电机 | Gli anelli di slittamento (slip ring) sono sistemi di anelli metallici che trasferiscono la corrente elettrica di potenza e di messa a terra tra un elemento fisso e un elemento rotante. https://www.mersen.com/it/landing-pages/1/mercen- | Gli anelli di slittamento sono una superficie anulare conduttiva connessa agli avvolgimenti rotorici; aumentano il fattore di potenza e migliora efficacemente la funzione di avviamento. (Pallabazzer, 2004, p. 145) | Anelli di slittamento (slip-rings) |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|--|---------------------------------|
| | | | 的转子之间，由此变频器布置成结合启动 滑环电机 来控制 滑环电机 的转子的电流大小。(Ni, 2004, p. 2) | italia/soluzioni-elettriche-per-motori-e-generatori/anelli-collettori.html | | |
| 25. | <i>Jiǎnzhènqì</i> 减震器 | 一种风力发电机用 减震器 ，减弱震动幅度，减低震动带来的影响。(He, Shu, Xu Xuegen, 2010, p. 2) | 本实用新型涉及一种风力发电机，同时还涉及一种用于风力发电机的 减震器 及其 减震垫 。(Shi, Kou, Cheng, 2009, p.2) | In alcuni casi il moltiplicatore di giri ingloba anche i cuscinetti di supporto dell'albero di trasmissione, specie nelle turbine in cui l'albero di trasmissione sia di lunghezza limitata. (ABB, 2011, p. 26) | Il generatore è dotato di cuscinetti che possono assorbire e ridurre l'impatto delle vibrazioni (Pallabazzer & Rubini, 2011, p. 157) | Cuscinetti |
| 26. | <i>Jiǎng jùjiǎo</i> 桨距角 | 变桨距系统要保证风轮叶片能有良好的 变桨距角 功能, 桨距角 为90度(全顺风)到0度。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/14-dulibianjiang/dulibianjiang.html | 而后者只需要 桨距角 小幅度的改变就能将功率输出保持在额定值，变桨速度不需要向前者那么快，叶片的变桨行程也大幅度减小，但失速叶片变桨距会由于阻力的增加而导致较大的升力载荷，同时在失速情况下很难精确预测空气动力学特性。(Xu, Zhong, 2013, p.223) | Il mozzo oscillante è stato principalmente abbinato a turbine con angolo di Pitch fisso, ma può anche essere utilizzato su turbine ad angolo variabile. (ABB, 2011, p. 26) | Angolo di Pitch assicura il buon funzionamento delle pale [...] (ABB, 2011, p. 44) Il pitch si esprime quindi come un angolo compreso tra 0° e 90. (Tibaldi, 2016, p.22) | Angolo di Pitch |
| 27. | <i>Jiānkòng xìtǒng</i> 监控系统 (SCADA) | 监控系统 实现对风电机组和风电场的运行进行集中和远程监控，运用现代信息和通信技术，实时收集、分析并报告各风电场的风力状况和机 | 基站 监控系统 的核心是一台多功能基站监控器，该设备为基于PC的硬件结构，是具有采集数据、遥控、遥调、数据通信的软件平台。 | Il portale online SCADA Access consente di accedere ai dati del parco eolico o della singola turbina ovunque nel mondo. Attraverso un accesso personalizzato e sicuro | Il controllo del parco eolico viene fatto con programmi SCADA (System Control and Analysis). Questi sistemi verificano lo stato di funzionamento delle macchine, i valori | Sistema di monitoraggio (SCADA) |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------|---|---|--|---|----------------------|
| | | 组、风电场运行状况检测数据。(Xu & Zhong, 2013, p. 245) | http://www.wealdpower.com/2/shownews.php?lang=zh-CN&id=86 | si possono consultare i dati salvati sul server utilizzando un qualsiasi internet browser. https://www.senvion.com/senvion-italia/it/prodotti/scada/ | delle temperature significative sugli organi meccanici, i valori di ventosità degli anemometri, le produzioni di elettricità. (Bartolazzi & Legoprint, 2006, p. 67) | |
| 28. | <i>Jiǎnsùqì</i> 减速度器 | 减速度器 在原动机和工作机或执行机构之间起匹配转速和传递转矩的作用， 减速度器 是一种相对精密的机械，使用它的目的是降低转速，减低速度。(Li, 2011) | 一种风力发电机用 减速度器 的输出轴密封结构，其特征在于，该结构包括 减速度器 机体，在 减速度器 机体内设有遇见速器相连的 减速度器 出轴，该 减速度器 出轴延伸至 减速度器 机体外，再 减速度器 输出轴上位于 减速度器 机体端部装有轴承端盖与 减速度器 机体之间。(Tian, 2013, p. 1) | [...] nella maggior parte dei casi i riduttori vengono impiegati per ridurre la velocità all'uscita del motore. [...] Oltre che riduttori a ingranaggi o a cinghie dentate vengono anche impiegati riduttori planetari, epicicloidali oppure Harmonic Drive. (Gross, Hamann, Wiegärtner, Franchini, 2002, p. 239) | Dispositivo interposto tra un albero motore e un albero condotto, è un macchinario di precisione, è impiegato al fine di ridurre il numero di giri del generatore, di ridurre la velocità. (Pallabazzer, 2004, p. 63) | Riduttore |
| 29. | <i>Jīcāng</i> 机舱 | 轮舱 上装置动力机器的地方。(Xiandai hanyu cidian, Dizionario di cinese contemporaneo, 2012, p. 596) | 为了保护这些部件，用罩把它们密封起来，此罩壳称为 机舱 。 机舱 应美观，尽量呈流线型，最好采用重量轻、强度高、耐腐蚀的玻璃钢制作。(Xu & Zhong, 2014, p. 52) | La navicella viene imbardata e ha un momento d'inerzia variabile e minore quando le pale sono verticali rispetto a quando sono orizzontali. (ABB, 2011, p. 17) | La gondola o navicella (nacelle): è la carenatura che racchiude il sistema motore e gli ausiliari. (Pallabazzer, 2004, p. 132) | Navicella |
| 30. | <i>Jīchǔ zuò</i> 基础 | 基础指建筑底部与地基接触的承重构件，它的作用泛指把建筑上部的荷载传给地基。因此地基必须坚 | 风力发电机组 基础 主要是由设计院负责，设计单位根据风力发电机组的受力，设计一般基础结构，进行 | I plinti di fondazione per le strutture in acciaio possono essere di vari tipi. Il pilastro può essere incastrato o incernierato alla parte | I plinti sono una tipologia di fondazione diretta adottata frequentemente in edifici, hanno il compito di sostenere | Plinto di fondazione |

| | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|---|---|
| | | 固、稳定而可靠。 (Xia, 1999, p. 1552) | 工程量的估算，在施 工期间进行修正。 (Xu, Zhong, 2014, p. 72) | metallica del plinto. (Gottfried, 2003, p. 89) | l'intera struttura, a questo scopo devono essere solidi e stabili. (Pallabazzer, Rubini, 2011 p. 156) | |
| 31. | <i>Jízhōng rùnhuá xìtǒng</i> 集中润滑系统 | 集中润滑系统 的任务是自动为任何移动或旋转部件提供足够润滑，如叶片安装底座、齿轮或发电机中的轴承。自动 润滑系统 对于风力涡轮机非常重要，因为每次维护服务都会增加风力涡轮机的运营成本。 http://www.ifm-datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry/cat_060_010_080.html | 风电 集中润滑系统 在目前实际应用过程中，暴露出诸多亟待解决的问题：风电场内所有风电 集中润滑系统 均处于独立工作状态，不便于集中监控管理；传统 集中润滑系统 “定时定量”的润滑方式，不能满足系统内各个润滑部位的差异化需求，造成的部位润滑不良，有的部位油脂过量。 http://www.autol.net/solution/ | Essendo il componente principale del sistema di lubrificazione , la pompa SKF KFG è stata migliorata sotto vari aspetti per soddisfare i requisiti dell'industria eolica. (Schurmann, 2015). | I sistemi di lubrificazione centralizzata hanno il compito di lubrificare in modo automatico e a sufficienza qualsiasi parte mobile o girevole come ad esempio la ghiera delle pale, il cuscinetto del moltiplicatore di giri o il generatore. Un sistema di lubrificazione automatico nelle turbine eoliche è molto importante poiché ogni intervento di manutenzione può determinare un aumento dei costi di esercizio degli aerogeneratori. http://www.ifm.com/imit/web/apps-by-industry/cat_060_010_080.html | Sistema di lubrificazione centralizzata |
| 32. | <i>Jī zuò</i> 机座 | 机座 是一个钣金焊成的壳体零件。(Xu, Zhong, 2013, p. 206) | 风力发电机的组成很多，但其原理和结构基本一致。主要有以下几个部分组成：风轮、传动机构（增速箱）、发电机、机 | In questo modo non solo si ottiene il massimo rendimento del sistema in termini di produzione energetica, ma si aumenta anche la sicurezza riducendo i | Le fondamenta costituiscono la base con una placca di metallo. http://www.rinnovabili.biz/come-fatte-turbine-eoliche.htm | Fondamenta |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------------|--|---|--|---|----------------------------|
| | | | 座、塔架、调速器或限速器、调向器、刹车制动器等。(Li, 2011, p. 384) | carichi sul rotore, sulla torre di sostegno e sulle fondamenta . (Lika Electronic, 2003, p.2) | | |
| 33. | <i>Kòngzhì qì</i> 控制器 | 风力发电机组的 控制器 的主要功能是控制风力发电机组。(Xu, Zhong, 2013, p. 375) | 智能 控制器 这是系统的控制装置, 控制风力发电和光伏发电对蓄电池的充电和放电, 并对设备进行保护。同时可以对系统的输入和输出功率进行调解和分配。可以对风力发电和光伏发电独立用 控制器 , 也可用一体的 控制器 。后的能量送往直流负载或交流负载, 把多余的能量送往蓄电池组储存。(Li, Gao, Tian, 2011, p. 420) | L'insieme dei dispositivi remoti interagiscono con il controller di sistema. [...] Il criterio che ha portato alla scelta di un controller in grado di interagire col web è scaturito dalla opportunità offerta dagli sviluppi della capacità di interagire di internet. (<i>Congresso nazionale CIRIAF con il patrocinio di regione dell'Umbria, ARPA Umbria</i> , 2008, p. 305) | Il controllore assicura la normale gestione del generatore elettrico e della turbina. (ABB, 2011, p. 110) | Controllore/ Controller |
| 34. | <i>Kòngzhì xìtǒng</i> 控制系统 | 风电机组的重要组成部分和核心是 控制系统 。 控制系统 主要由监控系统、主控系统、变桨控制系统以及变频系统(变频器)等部分组成。(Xu Zhong, 2014, p. 225) | 但存在相角误差, 用于直流 控制系统 时, 还要进行整流交换, [...]。(Liu, 2006, p. 47) | Al di sotto della velocità nominale del vento, i sistemi di controllo e di regolazione agiscono per massimizzare la coppia aerodinamica (e quindi la potenza estratta), mentre al di sopra della velocità nominale i sistemi di controllo modulano tale coppia per mantenere la velocità di rotazione entro limiti accettabili. http://www.gammaener | Il sistema di controllo è il cuore centrale del generatore elettrico. Il sistema di controllo è costituito dal sistema di monitoraggio, dal sistema di controllo centrale, dal controllo dell'angolo di pitch e dall'inverter. (ABB, 2011, p.57) | Sistema di controllo |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------------|---|--|---|--|---------------------------|
| | | | | gy.it/eolico/sistemi-di-regolazione.html | | |
| 35. | <i>Lā suǒ shì</i> 拉索式 | 拉索式 大、中型机很少用。 对立杆 拉索式 塔架，应经常检查拉索是否松动，特别是土质比较松软的地方。(Xu, Zhong, 2013, p. 246) | 手刹车的安装 在立柱 拉索式 支架安装的四步已经完成了手刹车下部绞轮的安装后，此时主要是上部的安装，即将刹车绳从回转体上端引出。(Li, 2011, p. 416) | Le torri a tiranti sono pali di acciaio o di legno alti dai 10 ai 30-40 metri al massimo. Normalmente vi sono, ad altrettante diverse altezze, 3 o 4 livelli di tiranti, costituiti da cavi di acciaio. (Consulente-Energia.com, 2011). | La torre a tiranti ma è poco utilizzata per gli impianti in media-grossa potenza mentre è particolarmente indicata per impianti microeolici. Le torri a tiranti sono tenute ferme con dei tiranti laterali fissati al suolo, è necessario controllare che i cavi dei tiranti non siano allentati, soprattutto in suoli relativamente morbidi. (ABB, 2011, p. 29) | Torre a tiranti |
| 36. | <i>Lěngquè xìtǒng</i> 冷却系统 | 在几兆瓦大型风力涡轮机中，空气/水被用于 冷却系统 。 如果冷却出现故障，系统必须停止以防止发电机过热。 http://www.ifm-datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry/cat_060_010_090.html | 冷却系统 的主要功用是把受热零件吸收的部分热量及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。 冷却系统 按照冷却介质不同可以分为风冷和水冷，如果把发动机中高温零件的热量直接散入大气而进行冷却的装置称为风冷系统。 http://car.autohome.com.cn/shuyu/detail_8_9_824.html?lang=824 | I sistemi della turbina sono supportati da pompe idrauliche e sistemi di raffreddamento utilizzati per lo smaltimento del calore dai dispositivi interni (generatore, moltiplicatore di giri, convertitore...) all'esterno della turbina.(ABB, 2011, p. 112) | Negli aerogeneratori multi-megawatt viene utilizzato un sistema di raffreddamento ad aria/acqua per il raffreddamento del generatore. Se il processo di raffreddamento dovesse interrompersi per via di un'anomalia, l'aerogeneratore deve essere arrestato per evitare un surriscaldamento del generatore. http://www.ifm.com/industry/web/apps-by-industry/cat_060_010_090.html | Sistemi di raffreddamento |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------|--|--|---|---|--------------------------|
| 37. | <i>Lían zhóu qì</i> 联轴器 | 转子与发电机之间用 联轴器 连接，为了减少占地空间，往往 联轴器 与制动器设计在一起。 (Su, Bian, 2002, p. 17) | 转轮轴采用优质碳素结构钢制造，用平键与 联轴器 相连，靠平键来传递转轮转矩。 (Li et al., 2011, p. 444) 高速轴及发电机支撑。发电机通常安置在齿轮箱后部、机舱底板的延伸段上，通过高速轴及弹性 联轴器 与齿轮箱输出轴相连；发电机轴线通常偏离低速轴轴线。 (Xu, Zhong, 2013, p. 240) | In questo lavoro si presenta il progetto e la realizzazione di pale aeroelastiche con accoppiamento flessor-torsionale di un modello di aerogeneratore eolico da galleria del vento, per studiare i benefici prodotti in termini di riduzione dei carichi sull'intera macchina. https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/69381 | Accoppiamento rotore – generatore elettrico: ai motori eolici possono essere accoppiati mediante ingranaggi di riduzione, spesso, al fine di risparmiare spazio, il sistema di accoppiamento e quello di controllo sono uniti. (Andreini, Legoprint, 2005, p. 1392) | Accoppiamento |
| 38. | <i>Línjiè yíng jiǎo</i> 临界迎角 | 到得最大升力的迎角，叫做 临界迎角 。 (Zhang, 2015, p. 51) | 在 临界迎角 时，升力系数达最大值，称最大升力系数，迎角增大，升力系数下降。 (Xia, 1999, p. 187) | lo stallo avviene solo ed unicamente quando l'ala raggiunge il suo " angolo d'attacco critico ", cioè quando l'angolo che l'ala presenta al flusso è troppo alto per permettere un ordinato scorrimento dell'aria, che si distacca bruscamente provocando un calo altrettanto brusco della portanza (Burani, 2012) | La portanza, cresce in maniera pressoché lineare al crescere dell'angolo d'attacco fino ad un valore critico, chiamato angolo d'attacco critico. (Pallabazzer, Rubini, 2011, p. 152) | Angolo d'attacco critico |
| 39. | <i>Lǜ yóu xìtǒng</i> 滤油系统 | 滤油系统 确定风力涡轮机传动系的条件。监控系统可以检测最小的颗粒，从而及时防止损坏。 滤油系统 还可通过滤油和过滤 | 实用新型公开了一种油浸式变压器在线 滤油系统 ，包括出液口通过管道与油浸式变压器油枕相连通电磁阀， [...]。 | Il 90% dei difetti del turbocompressore sono dovuti alle seguenti cause: Penetrazione di corpi estranei nella turbina o nel compressore | I sistemi di filtri dell'olio determinano lo stato del gruppo propulsore dell'aerogeneratore. Con sistemi di monitoraggio sono in | Filtri dell'olio |

| | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|---|---|--|--|------------------------|
| | | 尘埃颗粒扩大维护间隔，从而降低风力涡轮机的运营成本。 http://www.ifm-datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry/cat_060_020_100.html | http://d.wanfangdata.com.cn/Patent/CN201220161873.7/ | Impurità nell'olio Inadeguata fornitura dell'olio (pressione dell'olio/sistema di filtro). http://www.partco.it/files/news/Brochure_tecnica.pdf | grado di rilevare le più piccole particelle e prevenire così eventuali danni. I sistemi di filtri dell'olio possono anche prolungare gli intervalli di manutenzione grazie al filtraggio dell'olio e all'eliminazione di particelle di sporco riducendo così i costi di esercizio delle turbine eoliche. http://www.ifm.com/imit/web/apps-by-industry/cat_060_020_100.html | |
| 40. | <i>Lúngū</i> 轮毂 | 风力机叶片都要装在 轮毂 上。 轮毂 是风轮的枢纽，也是叶片根部与主轴的连接件。所有从叶片传来的力，都通过 轮毂 传递到传动系统，再传到风力机驱动的对象。同时 轮毂 也控制叶片桨距（使叶片做俯仰转动）。(Li, Gao, Tian, 2011, p. 387) | 风力机区别于其他机械的最主要特征就是风轮。它一般由 轮毂 和2~3个叶片组成，功能是将风能转换为机械能。(Li, Gao, Tian, 2011, p. 385) | Un'altra classificazione è quella fra pale fisse e pale a passo variabile. Le prime sono rigidamente calettate al mozzo , che ruota con l'asse meccanico, sicché ad una data velocità del vento e ad un dato numero di giri l'angolo di incidenza del profilo è assegnato. (Pallabazzer, 2004, p. 47) | Le pale eoliche sono tutte installate sul mozzo . Il mozzo è il centro del rotore e trasmette all'albero principale la potenza estratta dal vento ed ingloba i meccanismi di regolazione dell'angolo di Pitch. (ABB, 2011, p. 26) | Mozzo |
| 41. | <i>Piānháng biānmǎqì</i> 偏航编码器 | 为确定风力涡轮机的机舱位置， 编码器 使用了偏航传动。它们直接安装到传动或偏航箱的齿环。 | 要对偏航角度进行测量，防止单向过转扭坏电缆。安装 偏航编码器 （偏航传感器），编码器的检测 | Encoder assoluto per i sistemi di controllo dell'imbardata e relativi fincorsa a riduttore. (Lika Electronic, 2003 p. 6) | L' encoder nel sistema di azionamento di imbardata è utilizzato per determinare la posizione della gondola della turbina eolica. | Encoder dell'imbardata |

| | | | | | | |
|-----|---|---|--|--|--|-----------------------------|
| | | http://www.ifm-datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry.html | 齿轮与塔架的偏航齿轮紧密啮合。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/07-duifeng-ZZ/FLJduifeng.html | | http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/azionamento-di-imbardata-azimut,-yaw-control,-direct-drive,-aerogeneratore.-encoder.html | |
| 42. | <i>Piānháng chuándòng</i> 偏航传动 | 偏航传动 保持机舱始终朝向风向，确保最佳涡轮机利用率。进行维护或涡轮机停机时，机舱将背向风向，从而消除负载的风力载荷。 https://www.ifm.de/ifm.cn/web/apps-by-industry/cat_060_020_040.html | 偏航传动系统支撑的特点如下：低速轴支撑包括,前后轴承结构；主轴—齿轮箱一体式结构；后轴承置于齿轮箱内的结构。(Xu, Zhong, 2014, p. 240) | [...] getti di fusione (mozzi, supporto cuscinetti ecc.); lamierati (torri di sostegno); azionamenti (sistemi d'imbardata) ; [...] cavi elettrici di collegamento. (Caprara, 2014, p. 33) | L'azionamento di imbardata , detto anche yaw control, orienta la gondola sempre in direzione del vento per garantire un'ottimale efficienza della turbina eolica. .http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/cat_060_010_040.html | Azionamento per d'imbardata |
| 43. | <i>Piānháng qūdòng diànjī</i> 偏航驱动电机 | 在机舱底盘上安装有 偏航驱动电动机 ， 偏航驱动电动机 旋转时即可推动机舱底盘在塔架上转动。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/07-duifeng-ZZ/FLJduifeng.html | 本发明提供的风力发电机偏航传动机构， 偏航驱动电机 带动蜗杆旋转，从而带动偏航涡轮旋转，由于偏航涡轮为偏航轴承的外圈与塔筒固定连接，偏航轴承的内圈与机架固定连接，使得塔筒与机架相对转动，完成偏航动作。(Sun, 2011, p. 2) | La navicella viene fatta ruotare sulla sommità della torre da un sistema di controllo d'imbardata e di movimentazione attivo costituito da attuatori elettrici e relativi riduttori (vedi figura accanto), per far sì che il rotore sia sempre trasversale al vento. (ABB, 2011, p. 28) Esistono due sistemi di regolazione del passo per monitorare e intervenire sull'angolo | Al di sotto della navicella è presente l' attuatore che si occupa dell'azionamento dell'imbardata. (Pallabazzer, 2004, p. 148) | Attuatore dell'imbardata |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| | | | | delle singole pale, uno assistito da servomotori, un secondo invece azionato mediante attuatori idraulici.(Lika Electronic, 2003, p. 2) | | |
| 44. | <i>Piān háng xìtǒng</i> 偏航系统 | 偏航系统 保持机舱始终朝向风向，确保最佳涡轮机利用率。 https://www.ifm.de/ifm.cn/web/apps-by-industry/cat_060_010_040.html | 整个 偏航系统 由电动机及减速机构、偏航调节系统和扭缆保护装置组成。(Li, 2011, p. 388) | La navicella viene fatta ruotare sulla sommità della torre da un sistema d'imbardata e di movimentazione attivo costituito da attuatori elettrici e relativi riduttori, per far sì che il rotore sia sempre trasversale al vento. (ABB, 2011, p.28) | Il sistema di imbardata, orienta la gondola sempre in direzione del vento per garantire un'ottimale efficienza della turbina eolica. http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/cat_060_020_040.html | Sistema d'imbardata (yaw system) |
| 45. | <i>Sàwònísī xíng chuí zhóu</i> 萨沃尼斯型垂轴 | 1925 年 芬 兰 人 Savonius 发明了一种利用空气阻力来做功的风力机，后来人们把它命名为 萨沃尼斯型 垂直轴风力机，是最简单的风力机。(He, Liu, Zhang, 2014, p.40) | 在专利文献1中，公开有如下构成的风力发电装置，在旋转的转子轴上安装有 萨沃尼斯 叶片的 萨沃尼斯 式风力发电装置，在转子轴上沿中心轴从下端设置规定长度的轴孔，并且在该转子轴的下端安装有中空轴外转子型发电机。(Yuan, Noah Corporation, 2011, p. 3) | Il rotore Savonius è la macchina più semplice, figura 12. Il suo limite è quello di essere una macchina lenta e pesante, adatta per il pompaggio di acqua in zone caratterizzate da venti turbolenti e variabili. (Kühtz, 2005, p.119) | Inventata dall'ingegnere finlandese Sigurd Savonius nel 1925, è una delle turbine ad asse verticali più semplici. (ABB, 2011, p.10) | Savonius verticale |
| 46. | <i>Shàngfēng</i> 上风 | 上风 :风刮来的那一方。(Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 1138) | 根据以上分析，根据风向和风速关系，如果在风向最多的 上风 | La turbina ad asse orizzontale con rotore a tre pale sopravento si | Sopravento : avv. dalla parte da cui soffia il vento (riferito alla | Sopravento |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|--|-------------------------------|
| | | | 侧没有障碍物，一般都可以认为这个地点为平地。 (Li, 2011, p. 396) | è dimostrata la tipologia usualmente più idonea e ha avuto di conseguenza un notevole sviluppo, segnato sia da una rapida crescita in dimensione e potenza, sia da un'ampia diffusione. (ABB, 2011, p. 4) | posizione di chi osserva): trovarsi sopravento . http://www.treccani.it/vocabolario/sopravvento/ | |
| 47. | <i>Shīsù</i> 失速 | 迎角超过临界迎角时，因机翼表面附面层分离而引起机翼升力迅速下降，阻力增大。(Xia, 1999, p. 5569) | 一般说来，失速型风力发电机在叶片失速后，功率很快下降之后还会再上升，而变距型风力发电机在额定功率之后，基本在一个稳定功率上波动。(Xu, Zhong, 2013, p. 232) | Lo stallo è il fenomeno conseguente al distacco della vena fluida dal dorso della pala, che si verifica ad elevati angoli di attacco: in tal caso la portanza del profilo cala bruscamente e con essa la spinta tangenziale, la coppia motrice e la potenza. (Pallabazzer, 2004, p. 49) | Lo stallo avviene quando l'angolo di attacco supera l'angolo critico, il flusso dell'aria sopra l'ala si interrompe, staccandosi dalla superficie dell'ala stessa, causano un calo di velocità e un aumento della resistenza. (Pallini, 2011) | Stallo |
| 48. | <i>Shēnglì</i> 升力 | 升力是物体与空气相对运动时，作用于物体上的空气动力在垂直于相对气流方向的朝上分力。机翼是产生升力的主要部件。升力通常表达成系数形式。(Xia, 1999, p. 187) | 阻力与气流方向平行，升力与气流方向垂直。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/01-FLJ-basic/FLJ-basic.html | Quando l'incidenza di un profilo raggiunge il valore di stallo, l'efficienza e la portanza del profilo crolla no bruscamente. (Pallabazzer, 2004, p. 49) | Si definisce portanza la forza aerodinamica che consente a dispositivi di stare per aria. La portanza ha effetti per la maggior parte sull'ala. La portanza viene generalmente espresso con un coefficiente di portanza. (Pallini, 2011) | Portanza |
| 49. | <i>Shuāng kuì xíng fādòngjī</i> 双馈型发电机 | 双馈发电机的结构类似绕线型感应电机， | ABB 双馈型发电机可确保连续的无功发 | È opportuno notare che con il generatore asincrono a doppia | generatore asincrono a doppia alimentazione , è | Generatore asincrono a doppia |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------|--|--|---|--|--|
| | | 其定子绕组直接接入电网，转子绕组由一台频率。(Xu, Zhong, 2013, p. 117) | 电，具备较高的效率，实现发电量的最大化，并具备较低的寿命周期运营成本。最小化总谐波畸变率（THD），尤其是第5阶和第7阶谐波，可确保较高的电力质量。(ABB, 2010, p. 10) | alimentazione attraverso il converter viene inviato in rete solo il 25-30% della potenza, mentre con il generatore sincrono a massima potenza tutta la potenza deve passare attraverso il con verter, che perciò è più grande e costoso.(Pallabazzer, 2004, p. 146) | essenzialmente una macchina asincrona con rotore avvolto che viene allacciata alla rete sia con lo statore che con il rotore. http://www.electroyou.it/mrcannelloni/wiki/n-a | alimentazione (double-fed induction generator) |
| 50. | <i>Tǎ jià</i> 塔架 | 风力发电机 塔架 ，包括固定于地面上的底座，与底座铰接的 塔架 。(Lin, 2008, p. 1) | 塔架 越高越好，但受到成本的约束。通常 塔架 的高度为1~1.5倍叶轮直径，但不宜低于24m（风速、 塔架 的选型还应充分考虑外形美观、刚性好、维护方便、冬季登塔条件好等特点。(Xu, Zhong, 2013, p. 249) | La torre di sostegno, dimensionata sulla base delle normative vigenti, è costituita da tre tronchi poligonali ad innesto; i diversi tronchi sono accoppiati in sito mediante giunti a sovrapposizione in base alla metodica “slip on joint”. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 157) | Le torri delle turbine eoliche comprendono una base infissa nel terreno, in genere da plinti di cemento armato collocati ad una certa profondità. (Pallabazzer, 2004, p. 153) | Torre |
| 51. | <i>Tóngbù fādianjī</i> 同步发电机 | 同步发电机 ，是作发电机运行的同步电机，是一种最常用的交流发电机。转子转速与定子旋转磁场的转速相同的交流发电机。 http://www.baike.com/wiki/ | 永磁 同步发电机 是一种利用永久磁铁的励磁的发电机，它不需要励磁绕组和直流励磁电源，没有集电环和电刷，是一种无刷发电机。[...] 永磁同步发电机具有结构简单、运行可靠、效率高、少维护或免维护、使用方便等优点。(Li, Gao, Tian, | Il generatore sincrono con rotore avvolto o magneti permanenti con accoppiamento diretto alla turbina: in questo caso il generatore è totalmente disaccoppiato dalla rete elettrica da un convertitore AC/DC/AC; di conseguenza la velocità del rotore può essere | Generatore sincrono: in questo tipo di generatore, chiamato anche alternatore, la velocità di rotazione del rotore costituisce un campo magnetico insieme allo statore. (ABB, 2011, p. 28) | Generatore sincrono |

| | | | | | | |
|-----|------------------------------------|---|--|--|---|----------------------------|
| | | | 2011, p. 454) | variata liberamente in modo da sfruttare in maniera ottimale il potenziale di energia cinetica del vento per qualunque valore di velocità. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 119) | | |
| 52. | Yèpiàn 叶片 | 叶片的功能是将风能转换为机械能。(Li, Gao, Tian, 2011, p. 385) | 众所周知，自然界的风力不是恒定不变的，要使风力发电机取得高效率，叶片的捕捉风能是很关键的，但目前的风力发电机的叶片都是简单的一片具有一定弧面的金属片，转动的过程中利用风能的时间很短。(Ning, 2012, p. 3) | La produzione si orienta verso la realizzazione di macchine con varianti di progetto (in particolare l'altezza della torre, la lunghezza delle pale e la potenza del generatore). Per la scelta della macchina più adatta ad un sito si è sviluppata una metodologia detta sitologia. (Pallabazzer, 2004) | Le pale sono i componenti interagenti con il vento e trasformano la forza del vento in energia meccanica. (ABB, 2011, p.25) | Pala |
| 53. | Yèyā dòngli zhuāngzhì 液压动力装置 | 中心 液压动力装置 提供液压驱动组件所需的压力，如制动器、变桨系统、维护用起重器、转子锁。这些动力装置必须满足极高要求。对于极低温下的风力涡轮机，它们还必须遵照CCV，并在恶劣气候条件下可靠运行。易福门电子提供各种传感器以支持可靠运行。 http://www.ifm- | IHC Hytop 设计和制造电驱 液压动力装置 。公司拥有一切必要的专业，使我们能为各种应用情况提供完美的解决方案。优质系统能提供给客户基于最新的技术并适应客户需求 and 愿望的完全可靠的解决方案。 http://www.ihchytop.com/ch/products-systems/hydraulic-power-packs/ | Al fine di sviluppare un sistema idraulico efficiente per il movimento della pala del rotore, devono essere note le prestazioni di tutte le valvole, pompe, flessibili, serbatoi, freni, così come la probabile interazione di ciascuno dei suddetti componenti con gli altri del sistema. | Il sistema idraulico centrale mette a disposizione la pressione necessaria per i componenti azionati in modo idraulico, come ad es. freni, sistema di controllo del passo, gru di servizio e blocco rotore. Questi gruppi devono rispondere a requisiti molto elevati, essere in grado di operare a temperature molto basse (CCV - | Sistema idraulico centrale |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------------|--|---|---|--|----------------------|
| | | datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry/cat_060_010_060.html | | (Cooper, 2011, p. 82) | Cold Climate Version) e funzionare in modo affidabile in condizioni meteorologiche difficili. http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/cat_060_010_060.html | |
| 54. | <i>Yìbù fādòngjī</i> 异步发电机 | 异步发电机 是利用定子与转子间气隙旋转磁场与转子绕组中感应电流相互作用的一种交流发电机。 (Li, 2011) | 发电模块是舰船全电力系统的重要组成部分, 多相高速整流 异步发电机 系统具有功率密度高、供电品质优、机械强度高、运行可靠、维护简单、调节方便等优点, 能满足舰船独立系统对交流发电机的要求。 (Wang, Wu, 2008, p.1850) | La generazione di potenza di un impianto eolico avviene tramite un generatore elettrico trascinato dal rotore eolico. Per gli aerogeneratori a velocità fissa il generatore è di tipo asincrono e, all'avvio, la turbina necessita di sincronizzare la sua velocità alla frequenza di rete e in fase con la rete stessa. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 119) | In un generatore asincrono lo statore assume il ruolo di avvolgimento primario ed il rotore quello secondario, la loro interazione produce energia elettrica. (Caffarelli, De Simone, 2010, p.25) | Generatore asincrono |
| 55. | <i>Yíng jiǎo</i> 迎角 | 对于固定翼飞机, 机翼的前进方向 (相当于气流的方向) 和翼弦 (与机身轴线不同) 的夹角叫 迎角 , 它是确定机翼在气流中姿态的基准。 (Zhang, 2015, p. 51) | 当翼片运行较小 迎角 时, 翼片处在正常升力状态, 翼片上方与下方的气流都是平顺的附着翼型表面流过, 此时有较大的升力且阻力很小。 http://www.pengky.cn/flj-engdian-SPZ/01-FLJ-basic/FLJ-basic.html | Se si aumenta l'angolo di Pitch e si riduce l' angolo di attacco , la portanza diminuisce e la pala è definita 'messa in bandiera'. http://www.treccani.it/esperto/sites/default/Portale/sito/altre_aree/Tecnologia_e_Scienze_applicate/enciclopedia/italiano_vol_3/561-574_ita.pdf | L' angolo di attacco (o incidenza) è quello compreso tra la direzione del moto e la linea che unisce il bordo anteriore dell'ala a quello di uscita, definita in gergo come "corda alare". (Pallini, 2011) | Angolo di attacco |

| | | | | | | |
|-----|------------------------------|--|---|--|---|----------------|
| 56. | <i>Yuán tǒng xíng</i> 圆筒形 | 圆筒形 塔架在当前风力发电机组中大量采用，其优点是美观大方，上下塔架机舱安全可靠，无需定期拧紧结点螺栓，对风的阻力较小。(Xu, Zhong, 2013, p. 246) | 本实验本实用新型涉及一种用于大型风力发电机组的 圆筒形 塔筒，下4/5筒身为圆柱形且为分体连接结构，连接处通过环形夹板固接。(Sun, Sun, Cai, 2011, p.2) | Ma la torre tubolare in acciaio è quella più spesso adoperata per i grandi aero generatori. La convenienza della torre tubolare dipende da tre fattori: l'acciaio è il materiale più adatto a risolvere il problema delle sollecitazioni con il minimo peso [...]. (Pallabazzer, 2004, p. 153) | Le turbine odierne sono per la maggior parte di tipo tubolare perché presentano diversi vantaggi rispetto a quelle a traliccio: in particolare le torri tubolari non necessitano di numerose connessioni tramite bulloni che devono poi essere controllate periodicamente, inoltre la resistenza contro il vento è minore. (ABB, 2011, p. 29) | Torre tubolare |
| 57. | <i>Xiàfēng</i> 下风 | 下风 :风所吹向的那一方。(Xiandai hanyu cidian, 2012, p. 1404) | 为达到上述目的，本发明的技术方案是一种开启式风轮，包括有风轮轴芯，还包括有上风轮力臂和下风轮力臂 [...]. (Jing, 2009, p. 3) | Le turbine ad asse orizzontale sottovento risentono degli effetti negativi dell'interazione torre-rotore, ma sono intrinsecamente auto allineanti ed hanno la possibilità di utilizzare un rotore flessibile per resistere ai venti forti. (ABB, 2011, p. 13) | Sottovento : Dalla parte opposta a quella da cui spira il vento: tenere la prua s. http://dizionari.corriere.it/dizionario_italiano/S/sottovento.shtml | Sottovento |
| 58. | <i>Zhìdòngqì</i> 制动器 | 制动器 是使风力发电机停止的装置，也称刹车。 制动器 是风力涡轮机安全概念的关键部件。该部件必须在任何时候都准备好运 | 将风轮轴的机械能送至作功装置的机构，称为传动装置。风力发电机组的传动机构一般包括低速轴、高速轴、齿轮箱、联轴 | Freno : quando si raggiunge la velocità limite un attuatore fa intervenire un freno che blocca l'asse della turbina. (Pallabazzer, 2004, p. 50) | I freni fermano il funzionamento del generatore eolico. I freni sono un componente importante per la sicurezza delle turbine eoliche. Questi | Freno |

| | | | | | | |
|-----|---|--|---|---|---|--|
| | | 行, 并通过远程诊断监控其条件。如果控制中心发出“早期警告”消息, 则可通知维修人员在下一次维护期间必须更换衬里。 http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/cat_060_010_050.html | 节和 制动器 等。(Xu, Zhong, 2013, p. 204) | Tale tecnologia consente regolazioni meno precise rispetto ai sistemi attivi e non può prescindere dall'utilizzo di freni meccanici, aerodinamici e elettrici atti ad arrestare il rotore in caso si voglia interrompere il funzionamento dell'aerogeneratore in presenza di vento. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 29) | devono funzionare in qualsiasi momento; il loro stato deve essere monitorato tramite diagnosi remota. Se viene trasmesso il messaggio "preallarme" al sistema di controllo, il personale di servizio può essere così informato sulla necessità di sostituire le guarnizioni durante il successivo intervento di manutenzione. (ABB, 2011, p. 28) | |
| 59. | <i>Zhíjiē chuándòng fēnglì wōlúnjī</i> 直接传动发电机 | 风能是可再生能源背景下的重要部分。现代风力涡轮机经常用于陆上或离岸应用。无齿轮 直接传动 发电机通常装有环式发电机。发电机直接连接到转子, 因此涡轮机不再需要任何齿轮。 https://www.ifm.de/ifm.cn/web/apps-by-industry/cat_060_010.html | 西门子和通用电气都在研发 直接传动发电机 。风力涡轮机制造商关注的焦点正在从行业标准的变速箱和发电机转向增加可靠性和降低风力发电的成本。 www.chinavalue.net | Altra tecnologia è quella utilizzata nel generatore sincrono a magneti permanenti , detto anche “ direct drive ” e di cui viene riportato lo schema funzionale. (Caffarelli, De Simone, 2010, p. 22) | Le turbine eoliche senza moltiplicatore di giri e con generatore a magneti permanenti, detto anche direct drive , sono dotate di solito di un generatore ad anello. Il generatore è collegato direttamente al rotore e quindi la turbina eolica non necessita di un moltiplicatore di giri. http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/cat_060_010.html | Generatore direct drive o generatore sincrono a magneti permanenti |
| 60. | <i>Zhóu</i> 轴 | 轴 是穿在轴承中间或车轮中间或齿轮中间的圆柱形物件, 但也有少部分是方型的。 轴 是支承转动零件并 | 风轮结构和风轮在气流中的位置可以分为两大类: 水平轴风力机 和垂直轴风力机。目前主要以 水平轴风 | La turbina eolica (detta anche rotore) è la macchina fluidodinamica che converte l'energia cinetica di un flusso d'aria | Organo di macchina, a forma di sbarra o di cilindro allungato, che collega elementi rotanti con funzione di | Asse |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------|---|---|---|---|-------------------|
| | | <p>与之一起回转以传递运动、扭矩或弯矩的机械零件。一般为金属圆杆状，各段可以有不同的直径。机器中作回转运动的零件就装在轴上。</p> <p>风力发电机从结构上可分为两类。其一是水平轴风力机 [...], 其二是垂直轴风力机，风轮轴是垂直布置的，叶片带动风轮轴转动再驱动所要驱动的机械。(Su, 2003, pp. 10-11)</p> | <p>力机为主。(Li, Gao, Tian, 2011, pp. 382-383)</p> | <p>(vento) in energia meccanica all'asse. (Pallabazzer, 2003, p. 34)</p> | <p>sostegno。 http://dizionari.corriere.it/dizionario_italiano/A/asse_2.shtml Le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine); • turbine ad asse orizzontale - HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine). (ABB, 2011, p.11) <p>Vedi Scheda 19, turbina eolica.</p> | |
| 61. | <i>Zhuànzǐ suǒ</i> 转子锁 | <p>对于维护工作，如转子叶片、轮毂或发电机，通过转子锁来锁定转子以防止意外旋转。转子锁是一个通过液压、电气或机械收回旋翼桨盘的螺栓。为确保转子在维护工作期间锁紧，传感器将发送释放信号给控制器。 http://www.ifm-datalink.com/ifmcn/web/apps-by-industry/cat_060_020_020.html</p> | <p>本实用新型涉及一种手动防脱转子锁，属于风电技术领域。技术方案是包含转子锁限位件（1）、锁芯（2）、手柄杆（3），锁芯插入转子锁限位件，锁芯上设有手柄杆，转子锁限位件上设有n形的行程槽，手柄杆匹配在行程槽内；还设有套筒（4）和弹簧，套筒内装有弹簧，安装在手柄杆上。(Liu, Wan, 2010, p. 2)</p> | <p>Sistemi frenanti: 3 sistemi di regolazione delle pale indipendenti con alimentazione di emergenza, freno di tenuta rotore, blocco rotore. http://www.archiexpo.it/prod/enercon/product-88093-969012.html</p> | <p>In caso di lavori di manutenzione, ad es. sulle pale nel mozzo o sul generatore, il rotore viene bloccato con l'apposito meccanismo di blocco per evitare una rotazione involontaria. Il blocco rotore è un perno che si ritrae nel disco del rotore in modo idraulico, elettrico o meccanico. Per garantire il bloccaggio del rotore durante i lavori di manutenzione, i sensori inviano un segnale di abilitazione</p> | Blocco del rotore |

| | | | | | | |
|-----|--|---|--|--|--|-------------------------------|
| | | | | | al PLC. http://www.ifm.com/ifmit/web/apps-by-industry/cat_060_010_020.html | |
| 62. | <i>Zhūdòng shīsù kòngzhì</i> 主动失速控制 | 主动失速控制 是风力发电机组的功率控制方式，采用失速叶片，保证功率调节，简单可靠。(Xu, Zhong, 2013, p. 241) | 主动失速控制 ：是指定桨型风机,无变桨轴承,叶片无法变桨.通过巧妙的气动设计,在大风速下,叶片气动性能变差,确保机组在不同风速下,功率仍可以在一个稳定的范围内. (定桨型设计在兆瓦级以下的风机中可以看到) http://ajpsp.com/zuoye/7880895 | Per le turbine con un controllo attivo della potenza in uscita (angolo di Pitch, velocità variabile) solitamente si ha $P_{mc}=P$. (ABB, 2011, p. 83) | Il controllo attivo è uno dei metodi di controllo della potenza del generatore, utilizza lo stallo delle pale, garantisce una regolazione della potenza ed è semplice e stabile. (Pallabazzer, 2004, p. 141). | Controllo attivo dello stallo |
| 63. | <i>Zǔlì</i> 阻力 | 阻力 是物体在气流中相对运动所产生与运动方向相反的力。(Xia,1999, p. 1552) | 当翼片运行较小迎角时,翼片处在正常升力状态,翼片上方与下方的气流都是平顺的附着翼型表面流过,此时有较大的升力且 阻力 很小。 http://www.pengky.cn/fengdian-SPZ/01-FLJ-basic/FLJ-basic.html | Per valori maggiori dell'angolo di attacco la portanza crolla e la resistenza aumenta drasticamente. http://www.treccani.it/export/sites/default/Portale/sito/altre_aree/Tecnologia_e_Sienze_applicate/enciclopedia/italiano_vol_3/561-574_ita.pdf | La resistenza è quella forza che si oppone al movimento di un corpo nell'aria. (Pallabazzer, Rubini, 2011, p. 50) | Resistenza |

GLOSSARIO CINESE-ITALIANO

| | TERMINE CINESE | TERMINE ITALIANO |
|-----|--|-------------------------------------|
| 1. | <i>Bèicí lǐlùn</i> 贝茨理论 | Legge di Betz |
| 2. | <i>Bēi xíng fēngsù</i> 杯形风速 | Anemometro a coppette |
| 3. | <i>Bèidòng shīsù kòngzhì</i> 被动失速控制 | Controllo passivo dello stallo |
| 4. | <i>Biàn jiǎng jù xìtǒng</i> 变桨距系统 | Controllo del passo (pitch control) |
| 5. | <i>Biànliúqì</i> 变流器 | Convertitore di energia eolica |
| 6. | <i>Biānmǎ qì</i> 编码器 | Encoder (Pitch control) |
| 7. | <i>Biànpín xìtǒng</i> 变频系统 | Inverter |
| 8. | <i>Biànsù xiāng</i> 变速箱 | Moltiplicatore di giri |
| 9. | <i>Biànsùqì</i> 变速器 | Trasmissione |
| 10. | <i>Chǐlúnxiāng</i> 齿轮箱 | Cambio |
| 11. | <i>Chuándòngjīgòu</i> 传动机构 | Albero di trasmissione |
| 12. | <i>Dálìè fēng lún</i> 达里厄式风轮 | Darrieus |
| 13. | <i>Dān yèpiàn</i> 单叶片 | Monopala |

| | | |
|-----|---|--|
| 14. | <i>Dǎoliú zhào</i> 导流罩 | Ogiva |
| 15. | <i>Fādiànjī</i> 发电机 | Generatore elettrico |
| 16. | <i>Fādiànjī dìngzǐ</i> 发电机定子 | Statore del generatore |
| 17. | <i>Fādiànjī zhuǎnzǐ</i> 发电机转子 | Rotore (del generatore) |
| 18. | <i>Fēnglì fādiànjī</i> 风力发电机 | Turbina eolica |
| 19. | <i>Fēnglì wōlúnjī wéihù qǐzhòngjī</i> 风力涡轮机维护起重机 | Ascensore per il personale di manutenzione |
| 20. | <i>Fēng lún</i> 风轮 | Rotore eolico |
| 21. | <i>Fēngsù chuángǎnqì</i> 风速传感器 | Anemometro |
| 22. | <i>Fēngxiàng chuángǎnqì</i> 风向传感器 | Banderuola |
| 23. | <i>Héngjià shì</i> 桁架式 | Torre a traliccio |
| 24. | <i>Huáhuán diànjī</i> 滑环电机 | Anelli di slittamento (slip-rings) |
| 25. | <i>Jiǎnzhènqì</i> 减震器 | Cuscinetti |
| 26. | <i>Jiǎng jùjiǎo</i> 桨距角 | Angolo di Pitch |
| 27. | <i>Jiānkòng xìtǒng</i> 监控系统 (SCADA) | Sistema di monitoraggio (SCADA) |
| 28. | <i>Jiǎnsùqì</i> 减速器 | Riduttore |

| | | |
|-----|----------------------------------|---|
| 29. | Jīcāng 机舱 | Navicella |
| 30. | Jīchǔ zuò 基础 | Plinto di fondazione |
| 31. | Jízhōng rùnhuá xìtǒng 集中润滑系统 | Sistema di lubrificazione centralizzata |
| 32. | Jī zuò 机座 | Fondamenta |
| 33. | Kòngzhì qì 控制器 | Controllore/ Controller |
| 34. | Kòngzhì xìtǒng 控制系统 | Sistema di controllo |
| 35. | Lā suǒ shì 拉索式 | Torre a tiranti |
| 36. | Lěngquè xìtǒng 冷却系统 | Sistemi di raffreddamento |
| 37. | Lián zhóu qì 联轴器 | Accoppiamento |
| 38. | Línjiè yíng jiǎo 临界迎角 | Angolo d'attacco critico |
| 39. | Lǜ yóu xìtǒng 滤油系统 | Filtri dell'olio |
| 40. | Lúngū 轮毂 | Mozzo |
| 41. | Piānháng biānmǎqì 偏航编码器 | Encoder dell'imbardata |
| 42. | Piānháng chuándòng 偏航传动 | Azionamento per d'imbardata |
| 43. | Piānháng qūdòng diànjī 偏航驱动电机 | Attuatore dell'imbardata |

| | | |
|-----|---|--|
| 44. | <i>Piān háng xìtǒng</i> 偏航系统 | Sistema d'imbardata (yaw system) |
| 45. | <i>Sàwònísī xíng chuí zhóu</i> 萨沃尼斯型垂轴 | Savonius verticale |
| 46. | <i>Shàngfēng</i> 上风 | Sopravento |
| 47. | <i>Shīsù</i> 失速 | Stallo |
| 48. | <i>Shēnglì</i> 升力 | Portanza |
| 49. | <i>Shuāng kuì xíng fādòngjī</i> 双馈型发电机 | Generatore asincrono a doppia alimentazione (double-fed induction generator) |
| 50. | <i>Tǎ jià</i> 塔架 | Torre |
| 51. | <i>Tóngbù fādòngjī</i> 同步发电机 | Generatore sincrono |
| 52. | <i>Yèpiàn</i> 叶片 | Pala |
| 53. | <i>Yèyā dònglì zhuāngzhì</i> 液压动力装置 | Sistema idraulico centrale |
| 54. | <i>Yìbù fādòngjī</i> 异步发电机 | Generatore asincrono |
| 55. | <i>Yíng jiǎo</i> 迎角 | Angolo di attacco |
| 56. | <i>Yuán tǒng xíng</i> 圆筒形 | Torre tubolare |
| 57. | <i>Xiàfēng</i> 下风 | Sottovento |
| 58. | <i>Zhìdòngqì</i> | Freno |

| | | |
|-----|---|--|
| | 制动器 | |
| 59. | <i>Zhíjiē chuándòng fēnglì wōlúnjī</i> 直接传动发电机 | Generatore direct drive o generatore sincrono a magneti permanenti |
| 60. | <i>Zhóu</i> 轴 | Asse |
| 61. | <i>Zhuànzǐ suǒ</i> 转子锁 | Blocco del rotore |
| 62. | <i>Zhǔdòng shī sù kòngzhì</i> 主动失速控制 | Controllo attivo dello stallo |
| 63. | <i>Zǔlì</i> 阻力 | Resistenza |

GLOSSARIO ITALIANO-CINESE

| | TERMINE ITALIANO | TERMINE CINESE |
|-----|--|---|
| 37. | Accoppiamento | <i>Lián zhóu qì</i> 联轴器 |
| 11. | Albero di trasmissione | <i>Chuándòngjīgòu</i> 传动机构 |
| 24. | Anelli di slittamento (slip-rings) | <i>Huáhuán diànjī</i> 滑环电机 |
| 2. | Anemometro a coppette | <i>Bēi xíng fēngsù</i> 杯形风速 |
| 21. | Anemometro | <i>Fēngsù chuángǎnqì</i> 风速传感器 |
| 38. | Angolo d'attacco critico | <i>Línjiè yíng jiǎo</i> 临界迎角 |
| 55. | Angolo di attacco | <i>Yíng jiǎo</i> 迎角 |
| 26. | Angolo di Pitch | <i>Jiǎng jùjiǎo</i> 桨距角 |
| 19. | Ascensore per il personale di manutenzione | <i>Fēnglì wōlúnjī wéihù qǐzhòngjī</i> 风力涡轮机维护起重机 |
| 60. | Asse | <i>Zhóu</i> 轴 |
| 43. | Attuatore dell'imbardata | <i>Piānháng qūdòng diànjī</i> 偏航驱动电机 |
| 42. | Azionamento per d'imbardata | <i>Piānháng chuándòng</i> 偏航传动 |

| | | |
|-----|-------------------------------------|--|
| 22. | Banderuola | <i>Fēngxiàng chuángǎnqì</i> 风向传感器 |
| 61. | Blocco del rotore | <i>Zhuànzǐ suǒ</i> 转子锁 |
| 10. | Cambio | <i>Chǐlúnxiāng</i> 齿轮箱 |
| 62. | Controllo attivo dello stallo | <i>Zhǔdòng shīsù kòngzhì</i> 主动失速控制 |
| 4. | Controllo del passo (pitch control) | <i>Biàn jiǎng jù xìtǒng</i> 变桨距系统 |
| 3. | Controllo passivo dello stallo | <i>Bèidòng shīsù kòngzhì</i> 被动失速控制 |
| 33. | Controllore/ Controller | <i>Kòngzhì qì</i> 控制器 |
| 5. | Convertitore di energia eolica | <i>Biànliúqì</i> 变流器 |
| 25. | Cuscinetti | <i>Jiǎnzhènqì</i> 减震器 |
| 12. | Darrieus | <i>Dálìè fēng lún</i> 达里厄式风轮 |
| 6. | Encoder (Pitch control) | <i>Biānmǎ qì</i> 编码器 |
| 41. | Encoder dell'imbardata | <i>Piānháng biānmǎqì</i> 偏航编码器 |
| 39. | Filtri dell'olio | <i>Lǜ yóu xìtǒng</i> 滤油系统 |
| 32. | Fondamenta | <i>Jī zuò</i> 机座 |
| 58. | Freno | <i>Zhìdòngqì</i> 制动器 |

| | | |
|-----|--|---|
| 49. | Generatore asincrono a doppia alimentazione (double-fed induction generator) | <i>Shuāng kuì xíng fādòngjī</i> 双馈型发电机 |
| 54. | Generatore asincrono | <i>Yìbù fādòngjī</i> 异步发电机 |
| 59. | Generatore direct drive o generatore sincrono a magneti permanenti | <i>Zhíjiē chuándòng fēnglì wōlúnjī</i> 直接传动发电机 |
| 15. | Generatore elettrico | <i>Fādòngjī</i> 发电机 |
| 51. | Generatore sincrono | <i>Tóngbù fādòngjī</i> 同步发电机 |
| 7. | Inverter | <i>Biànpín xìtǒng</i> 变频系统 |
| 1. | Legge di Betz | <i>Bèicǐ lǐlùn</i> 贝茨理论 |
| 8. | Moltiplicatore di giri | <i>Biànsù xiāng</i> 变速箱 |
| 13. | Monopala | <i>Dān yèpiàn</i> 单叶片 |
| 40. | Mozzo | <i>Lúnǔ</i> 轮毂 |
| 29. | Navicella | <i>Jīcāng</i> 机舱 |
| 14. | Ogiva | <i>Dǎoliú zhào</i> 导流罩 |
| 52. | Pala | <i>Yèpiàn</i> 叶片 |
| 30. | Plinto di fondazione | <i>Jīchǔ zuò</i> 基础 |

| | | |
|-----|---|---|
| 48. | Portanza | <i>Shēnglì</i> 升力 |
| 63. | Resistenza | <i>Zǔlì</i> 阻力 |
| 28. | Riduttore | <i>Jiǎnsùqì</i> 减速器 |
| 17. | Rotore (del generatore) | <i>Fādiànjī zhuànzǐ</i> 发电机转子 |
| 20. | Rotore eolico | <i>Fēng lún</i> 风轮 |
| 45. | Savonius verticale | <i>Sàwònísī xíng chuí zhóu</i> 萨沃尼斯型垂轴 |
| 44. | Sistema d'imbardata (yaw system) | <i>Piān háng xìtǒng</i> 偏航系统 |
| 34. | Sistema di controllo | <i>Kòngzhì xìtǒng</i> 控制系统 |
| 31. | Sistema di lubrificazione centralizzata | <i>Jízhōng rùnhuá xìtǒng</i> 集中润滑系统 |
| 27. | Sistema di monitoraggio (SCADA) | <i>Jiānkòng xìtǒng</i> 监控系统 (SCADA) |
| 53. | Sistema idraulico centrale | <i>Yèyā dònglì zhuāngzhì</i> 液压动力装置 |
| 36. | Sistemi di raffreddamento | <i>Lěngquè xìtǒng</i> 冷却系统 |
| 46. | Sopravento | <i>Shàngfēng</i> 上风 |
| 57. | Sottovento | <i>Xiàfēng</i> 下风 |
| 47. | Stallo | <i>Shīsù</i> 失速 |

| | | |
|-----|------------------------|---------------------------------|
| 16. | Statore del generatore | <i>Fādiànjī dìngzǐ</i> 发电机定子 |
| 35. | Torre a tiranti | <i>Lā suǒ shì</i> 拉索式 |
| 23. | Torre a traliccio | <i>Héngjià shì</i> 桁架式 |
| 50. | Torre | <i>Tǎ jià</i> 塔架 |
| 56. | Torre tubolare | <i>Yuán tǒng xíng</i> 圆筒形 |
| 9. | Trasmissione | <i>Biànsùqì</i> 变速器 |
| 18. | Turbina eolica | <i>Fēnglì fādiànjī</i> 风力发电机 |

Bibliografia

- ABB = Fengdian chanpin he baowu ABB风电产品和服务 (2010). “Yong yu fengjizi xitong de dianqi chuangonglian jie jue fang’an hechanpin” 用于风机子系统的电气传统链解决方案和产品 (Prodotti e schemi per trasmissioni elettriche e per sottosistemi di turbine elettriche) [online]. Disponibile all’indirizzo https://library.e.abb.com/public/c44765d95c3b7581c125784f0037fe9a/Products_and_services_for_wind_turbines_Chinese_lowres.pdf (06/06/2017).
- ABB = Asea Brown Boveri . (2011). *Quaderni di applicazione tecnica, Impianti eolici* - N. 13, 136.
- Andreini, Pierangelo; Legoprint, Lavis (2005). *Manuale dell’ingegnere meccanico*. Milano: Hoepli.
- ANIE Automazione. (2013). *LINEE GUIDA per gli Encoder rotativi*. Federazione ANIE.
- Backwell, Ben (2015). *Wind power : the struggle for control of a new global industry*. New York: Routledge.
- Bartolazzi, Andrea; Legoprint, Lavis (2006). *Le energie rinnovabili: energia eolica, energia solare fotovoltaica, energia solare termodinamica, energia da biomasse, energia idroelettrica*. Milano: Hoepli.
- Blaabjerg, Frede; Chen, Zhiqiang; Teodorescu, Remus (2006). "Power Electronics in Wind Turbine Systems", Aalborg University, Institute of Energy Technology. [online] Disponibile all’indirizzo www.iet.aau.dk (06/06/2017)
- Bae, Hyosun; Velasco, Zoraida (2014). "Brazil-China Wind Energy Technology Cooperation. The Fletcher School of Law and Diplomacy", Tufts University. [online] Disponibile all’indirizzo https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5565Brazil-China_Wind_Energy_Technology_Cooperation.pdf (06/06/2017)
- Bonardi, Giancarlo; Patrignani, Carlo (2013). *Energia Fiscalità Incentivi Agevolazioni*. Assago: Edizioni IPSOA.
- Burani, Alessandro (2012). "Lo stallo for dummies" [online] Disponibile all’indirizzo <http://www.vfrmagazine.net/pilotare/sicurezza/lo-stallo-for-dummies/#ixzz4jVqLtNqc> (13/06/2017)
- Caffarelli, Alessandro; De Simone, Giulio (2010). *Principi di progettazione dei sistemi eolici*. Maggioli Editore.
- Capolla, Massimo (2013). *La casa a consumo zero*. Rimini: Maggioli Editore.
- Capra, Giorgio (2000). *Sostenibilità energetica e scienza della sostenibilità*. Gangemi Editore.
- Caprara, Giovanni (2014). *Energia per l’Italia*. Firenze: Giunti.
- Conergy (2003). *Energia dal vento – Piccole turbine eoliche*. [online]. Disponibile all’indirizzo <http://www.geopower.it/docs/Wind-SF-ITA-0802.pdf> (06/06/2017)
- Consulente-Energia.com (2011). "I vari tipi di torre eolica per aerogeneratori". [online] Disponibile all’indirizzo <http://www.consulente-energia.com/eolico-tipi-altezza-migliori-torri-eoliche-sostegno-generatore-turbina-a-palo-con-tiranti-reclinabili-a-traliccio-tubolari-kw-mw-galleggianti-per-offshore.html> (13/06/2017)
- Cooper, Colin (2011). "Sistemi idraulici per impianti a energia eolica, applicazioni", *Oleodinamica Pneumatica* -gennaio. [online]. Disponibile all’indirizzo http://www.eaton.us/ecm/groups/public/@pub/@eaton/@hyd/documents/content/pct_272281.pdf (06/06/2017)
- Dall’O, Giuliano; Arecco, Francesco (2012). *Energia sostenibile e fonti rinnovabili*. Assago: IPSOA. [online]. Disponibile all’indirizzo https://books.google.it/books?id=DBJjBAAQBAJ&dq=sistema+di+imbardata&hl=it&source=gbs_navlinks_s (06/06/2017)
- Dianqi zidonghuajishu wang 电气自动化技术网 (DQJSW) (2013, 28 maggio). "Tigao han feng dian de dianli xitong zhengti yunxing xiaolu de jishu cuoshi" - 提高含风电的电力系统整体运行效率的技术措施 (Misure tecnologiche per l’efficienza delle operazioni nell’intero

- sistema di energia elettrica per aumentare la capacità di energia eolica). Disponibile all'indirizzo <http://www.dqjsw.com.cn/xinwen/xingyeyanjiu/122358.html> (06/06/2017)
- Ding, Yuan; Lu, Zhiyong; Qin, Yuan (2010). "Yi zhong fengli fadianji daoliuzhao" 一种风力发电机导流罩 (Un tipo di ogiva per generatori eolici) [online]. Disponibile all'indirizzo <https://www.google.com/patents/CN201739076U?cl=zh> (06/06/2017)
- Dows Erica, "China New Energy Administration", China Business Review, dicembre 2008. [online]. Disponibile all'indirizzo http://www.frankhaugwitz.eu/doks/policy/2008_11_China_NEA_Brookings.pdf (06/06/2017)
- Fried, Lahua; Qiao, Liming; Sawyer, Steve; Shukla, Shruti (2016). *GLOBAL WIND REPORT. Global Wind Energy Council, Brussels.* [online]. Disponibile all'indirizzo http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-Report_2016.pdf (06/06/2017)
- Gottfried, Arie. (2003). *Manuale di progettazione edilizia - Le strutture.* Milano: Editore Ulrico Hoepli.
- Gross, Hans; Hamann, Jens; Wiegärtner, Georg; Franchini, Andrea (2002). Azionamenti elettrici di avanzamento nell'automazione industriale : fondamenti, calcolo, dimensionamento (trad. ital). Milano: Tecniche nuove. Retrieved from https://books.google.it/books?id=vhs0MA7A7SYC&dq=riduttori+planetari&hl=it&source=gb_s_navlinks_s
- Guoji ke zaisheng nengyuan jigou, 国际可再生能源机构 (2014). "Zhongguo ke zaisheng nengyuan fazhan luxiantu 2050" 中国可再生能源发展路线图 2050 (Tabella di Marcia per lo sviluppo delle energie rinnovabili fino al 2050) [online]. Disponibile all'indirizzo https://www.irena.org/remap/IRENA_REmap_China_report_2014_CN.pdf (06/06/2017)
- Guojia nengyuan ju 国家能源局 . (2015), "2015 Nian shangban quanguo fengdian bing wang yunxing Qinkuang", 2015 年上半年全国风电并网运行情况 (Situazione della prima metà dell'anno 2015 riguardo la connessione dell'energia eolica a livello nazionale). [online] Disponibile all'indirizzo http://www.nea.gov.cn/2015-07/27/c_134451678.htm (06/06/2017)
- Guowuyuan 国务院(2012). "Ke zaisheng nengyuan fazhan shi er wu guihua" 可再生能源发展“十二五”规划 (XII Piano quinquennale sullo sviluppo delle energie rinnovabili) [online]. Disponibile all'indirizzo http://smart-grid.shiep.edu.cn/_upload/article/a8/9c/f36f025e4e91a86ff73a0ee38ec4/e819a917-a4c5-4c67-9e84-0a094d709cb5.pdf (06/06/2017)
- He, Zhining; Liu, Zuoming; Zhang, Zongzhen (2014). "Chuizhizhou fengli fadianji de fazhan lishi ji xianzhuang" 垂直轴风力发电机的发展历史及现状 (Situazione attuale e storia della turbina eolica ad asse orizzontale), Jijie Gongchengshi, 2. [online] Disponibile all'indirizzo <https://wenku.baidu.com/view/e81a969ca300a6c30c229ff6.html?re=view> (06/06/2017)
- International Energy Agency; Energy Research Institute. (2011). "China Wind Energy Development Roadmap 2050", 56. [online]. Disponibile all'indirizzo https://doi.org/10.1007/SpringerReference_7300 (06/06/2017)
- Junfeng, Li; Jingli, Shi; Hongwen, Xie; Yanqin, Song; Pengfei, Shi (2006). "A Study on the Pricing Policy of Wind Power in China", GWEC. [online]. Disponibile all'indirizzo <http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Report-wind-power-price-policy-china.pdf> (06/06/2017)
- Junfeng Li; Penfei Shi; Hu Gao, "2010 China Wind Power Outlook", (GWEC e Greenpeace, 2010) [online]. Disponibile all'indirizzo <http://www.greenpeace.org/eastasia/press/reports/wind-power-report-english-2010> (06/06/2017)
- Lema, Rasmus; Berger, Axel; Schmitz, Hubert (2013), *China's Impact on the Global Wind Power Industry*, in Journal of Current Chinese, GIGA German Institute of Global and Area Studies, Institute of Asian Studies, Hamburg: Hamburg University Press, 42, 1, pp. 37–69,
- Lewis, Joanna I. (2013). *Green innovation in China : China's wind power industry and the global*

transition to a low-carbon economy. Columbia University Press.

- Li, Yanyun; Gao, Yuanchao; Tian, Yishui (2011). "Nongcun nengyuan yingyong jishu" 农村能源应用技术 (Tecnologia applicata alle risorse energetiche delle zone rurali). Pechino: *Zhong guo qing gong ye chu ban she*.
- Li Junfeng; Gao, Hu (2007). "China wind power report 2007". CREIA, Greenpeace, GWEC. [online]. Disponibile all'indirizzo <http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/08/wind-power-report.pdf> (06/06/2017)
- Li, Xin (2015). "Decarbonizing China's power system with wind power : the past and the future". *Oxford Institute for Energies Studies*, (January), 23.
- Lika Electronic. (2003). "Position measurement & control - Prodotti per l'industria eolica". [online] Disponibile all'indirizzo http://www.lika.it/ita/file16.php?id_file=110. (06/06/2017)
- Liu, Honghai; Wan, Lin (2010). "Yi zhong shoudong fang tuo zhuangzi suo" 一种手动防脱转子锁, (Un modello di blocco manuale del rotore). [online] Disponibile all'indirizzo <https://www.google.com/patents/CN201730772U?cl=zh> (06/06/2017)
- Liu, Song (2006). "Dian li tuo dong zi dong kong zhi xi tong" 电力拖动自动控制系统 - (Sistema di controllo automatico a trazione elettrica), *Qing hua ta xue chu ban she*.
- Liu, Zifa; Zhang, Wenhua; Zhao, Changhong; Yuan, Jihai (2015). "The economics of wind power in China and policy implications". *Energies*, 8(2), pp. 1529–1546. [online]. Disponibile all'indirizzo <https://doi.org/10.3390/en8021529> (06/06/2017)
- Maegaard, Preben; Krenz, Anna; Palz, Wolfgang (2014). *Wind power for the world : the rise of modern wind energy*. Singapore: Pan Stanford Publishing.
- MOST, SDPC, e SETC "Evaluation of Policies Designed to Promote the Commercialization of Wind Power Technology in China", *Energy Foundation China Sustainable Energy Program*, 15 maggio, 2002
- Ni, Laning (2004). "Yu huahuan shi dianji xiangguan de fangfa he peizhi" 与滑环式电机相关的方法和配置 (Metodo di connessione e installazione del generatore a anelli di slittamento). [online] Disponibile all'indirizzo <http://www.google.fr/patents/CN1698261A?cl=z> (06/06/2017)
- Pallabazzer, Rodolfo (2004). *Sistemi eolici*. Roma: Rubbettino Editore.
- Pallabazzer, Rodolfo; Rubini, Luca (2011). *Sistemi di conversione eolica: la tecnologia delle moderne macchine del vento*. Milano: Hoepli.
- Pallini, Pietro (2011). "Lo stallo" [online] Disponibile all'indirizzo http://www.manualedivolo.it/index.php?option=com_content&view=article&id=1119:stallo&catid=66:qrs&Itemid=64 (13/06/2017)
- Pedersen, John (2009). "Yongyu fengli wolunji wei hu qizhongji" 用于风力涡轮机的维护起重机 - (L'uso di ascensori per la manutenzione delle turbine eoliche). [online] Disponibile all'indirizzo <http://www.google.com.na/patents/CN102187090A?cl=zh> (06/06/2017)
- Peng, Shan (2012). "Zhongguo fengli fazhan baogao", 中国风电发展报告 (Report sull'energia eolica in Cina) Pechino: Zhongguo Huanjing Kexue Chubanshe.
- Quanqiu fengneng lishihui 全球风能理事会 (2013). "2012 Zhongguo feng dian zhuangji rongliang tongji" 2012中国风电装机容量统计 (Statistiche sulla capacità installata di energia eolica), Beijing: Zhongguo huajing kexue chuban she.
- Quanqiu fengneng lishihui, 全球风能理事会 (2014). "2013 Nian Zhongguo feng dian zhuangji rongliang tongji" 2013 年中国风电装机容量统计. (Statistiche sulla capacità installata di energia eolica), Beijing: Zhongguo huajing kexue chuban she.
- Quanqiu fengneng lishihui, 全球风能理事会 (2014) "2014 Nian Zhongguo Fengdian Zhuangji Heliang Tongji " 2014年中国风电装机容量统计 (Statistiche sulla capacità installata di energia eolica), Beijing: Zhongguo huajing kexue chuban she.
- Quanqiu fengneng lishihui 全球风能理事会 (2016). "Quanqiu fengdian fazhan zhanwang" 全球风

- 电发展展望 (Prospettive di sviluppo dell'energia eolica globale) [online]. Disponibile all'indirizzo <http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2016展望报告.pdf> (06/06/2017)
- Quanqiu fengneng lishihui 全球风能理事会 (2016). GLOBAL WIND REPORT 2016. [online]. Disponibile all'indirizzo http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-Report_2016.pdf (06/06/2017)
- Shi, Huan; Kou, Chunrong; Cheng, Hongbing (2009). "Fengli fadianji, yongyu fengli fadianji de jianzhenqi jiqi jianzhen dian" 风力发电机、用于风力发电机的减震器及其减震垫 (Generatori eolici, l'utilizzo di ammortizzatori e cuscinetti per i generatori di energia eolica). [online] Disponibile all'indirizzo <https://google.com/patents/CN201461821U?cl=fi> (06/06/2017)
- Schurmann, Stefan (2015). "Sistema di lubrificazione centralizzata nelle turbine eoliche: maggiore rendimento" [online] Disponibile all'indirizzo <http://evolution.skf.com/it/sistema-di-lubrificazione-centralizzata-nelle-turbine-eoliche-maggiore-rendimento/> (13/06/2017)
- Song, Yanqin & Berrah, Noureddine (2013). "China: West or East Wind -- Getting the Incentives Right" (1 giugno 2013). *World Bank Policy Research Working Paper No. 6486*.
- Sun, Baojun; Sun, Haitao; Cai, Guili (2011). "Yongyu daxing fengli fadianjizu de yuantongxing ta tong" 用于大型风力发电机组的圆筒形塔筒 (L'utilizzo di torri tubolari per turbine eoliche di grandi dimensioni). [online] Disponibile all'indirizzo <http://www.google.tl/patents/CN201991707U?cl=pt-PT> (06/06/2017)
- Terreni, Pierangelo; Rashid, Muhammad H. (2002). *Fondamenti di elettronica*. Milano: Apogeo Editore.
- Voith Turbo Wind GmbH & Co. KG, "Dute de fengli fadian jie jue fangan" 独特的风力发电解决方案 (Soluzioni uniche per generatori eolici). [online] Disponibile all'indirizzo http://voith.com/en/990_c_cr355_zh_voith-windrive-for-wind-turbines.pdf (13/06/2017)
- Wang, Hangjie; Kingston, Lucy; Bridle, Richard; Gass, Philipe; Attw, Clement (2016). "WIND POWER IN CHINA: A Cautionary Tale". *GSI Report*, (International Institute for Sustainable Development). [online] Disponibile all'indirizzo <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/wind-power-in-china-cautionary-tale.pdf>(06/06/2017)
- Wu Chengsheng; Liu, Ru; Pan, Wei (2009). *Offshore Wind Power Potential In East China Sea*. Beijing: Bingqi Gongye Chubanshi.
- Xia, Zhengnong (1999). *Cihai 辞海*. Shanghai: Shanghai cishu chubanshe.
- "Xiandai hanyu cidian" 现代汉语词典 (Dizionario di cinese contemporaneo) (2012). Pechino: The Commercial Press.
- Xu, Chang & Zhong, Linjuan (2013). "Feng Dianchang guihua yu sheji" 风电场规划与设计 (Programmi e pianificazioni di impianti eolici) - Beijing: China Water Conservancy Hydropower Publishing House.
- Yang, Mian; Patiño-Echeverri, Dalia; Yang, Fuxia (2012). "Wind power generation in China: Understanding the mismatch between capacity and generation", *Renewable Energy*, 41, pp. 145–51.
- Zhao, Xingang; Feng, Tiantian; Liu, Lu; Liu, Pingkuo; Yang, Yisheng (2011). "International cooperation mechanism on renewable energy development in China – A critical analysis". *Renewable Energy*, 36, pp. 3229–3237.
- Zhang, Juan (2015). *Quankong quantian kexue zhishi 航空航天科学知识* (Conoscenza tecnica aerospaziale). Qing pingguo shuju zhongxin zhizuo.
- Zhang, Sufang; Andrews-Speed, Philip; Zhao, Xiaoli (2013). "Political and institutional analysis of the successes and failures of China's wind power policy". *Energy Policy*, 56 (Dicembre), pp. 331–340. [online] Disponibile all'indirizzo <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.071> (06/06/2017)
- Zhi, Qiang, Su Jun; Ru, Peng; Zhang Fang (2013). "Zhengce yidao xia de xinyingchaye jishu

chuangxin moshi: yi Zhongguo feng dian shebei zhizaoye weili" 政策引导下的新兴产业技术创新模式：以中国风电设备制造业为例 (Il settore di produzione di attrezzature eoliche: un esempio di nuovo modello tecnologico di industria emergente orientata secondo una strategia politica), *Guoji jingji pinglun* 国际经济评论 2, pp. 46–58.

Zhonghua renmin gongheguo guowuyuan bangongting 中华人民共和国国务院办公厅 (2013). "Guowuyuan guanyu yinfa nengyuan fazhan shier wu guihua de tonghi", 国务院关于印发能源发展“十二五”规划的通知 (XII Piano quinquennale del Consiglio di Stato sullo sviluppo della distribuzione energetica) [online] Disponibile all'indirizzo http://www.gov.cn/zwgk/2013-01/23/content_2318554.htm (06/06/2017)

Zhongguanke fengdian youxian gongsi, 中广核风电有限公司 (2008). "Bing wang xing fengli fadian jizu de tiaojie kogzhi" 并网型风力发电机组的调节控制 (Controllo e regolazione del generatore eolico a reticolo), Disponibile all'indirizzo <http://www.cgnwp.com.cn/n1065/n1069/c54517/content.html> (13/06/2017)

Sitografia

www.autol.net

www.baike.baidu.com

www.chinavalue.net

www.car.autohome.com.cn

www.dizionari.corriere.it

www.electroyou.it

www.gammaenergy.it

www.ifm-datalink.com

www.ihchytop.com

www.lamma.rete.toscana.it

www.leitwind.com

www.leinelinde.it

www.mannienergy.it

www.mersen.com

www.partco.it

www.pengky.cn

www.politesi.polimi.it

www.rinnovabili.biz

www.senvion.com

www.treccani.it