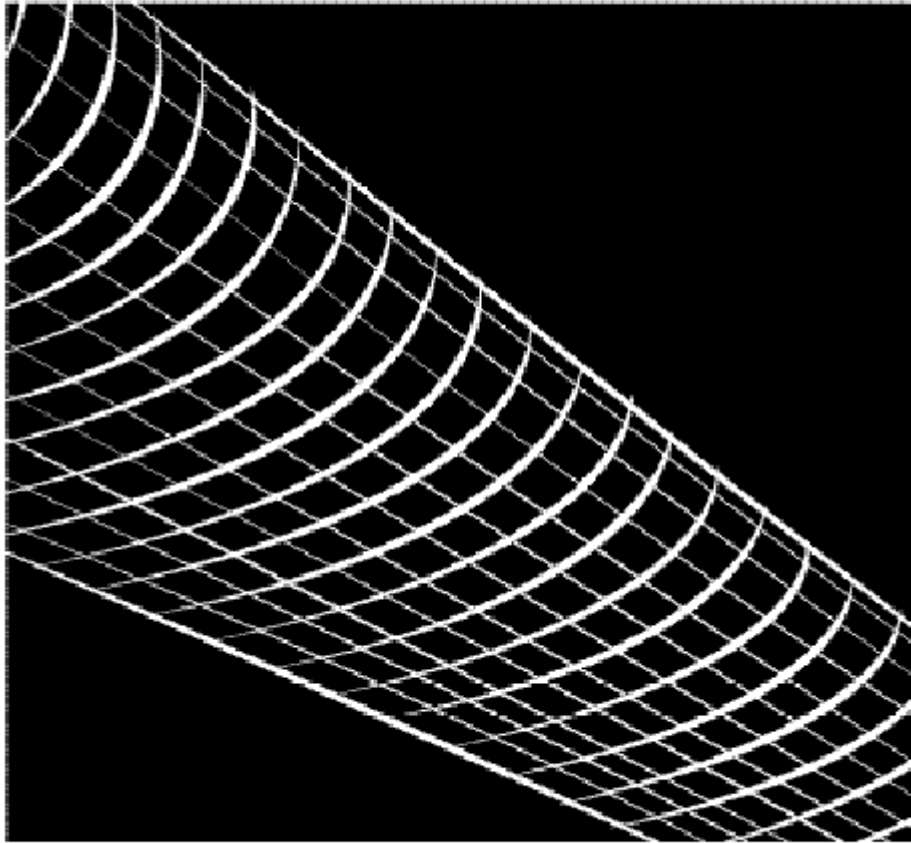


LM 37.3 P3 技术手册



Item no.: 018349



以下是 LM 公司在世界各地的联系方式：

总部：

LM Glasfiber A/S

Rolles Møllevej 1
DK-6640 Lunderskov

Tel.: +45 7984 0000
Fax: +45 7984 0001
E-mail: info@lmglasfiber.com

- 销售 Fax: +45 7984 0085
- 研发 Fax: +45 7984 0045
- 服务 Fax: +45 7984 0080
- 申请 Fax: +45 7984 0040

工厂：

LM Glasfiber (India) Ltd.

Plot No 61 & 62
Kasaba Ind. Area
Hosakote 562114

Tel.: +91 8079 71320
Fax: +91 8079 71532
E-mail: info.in@lmglasfiber.com

艾尔姆玻璃纤维（天津）有限公司

泉旺路
天津武清开发区
中国 301700

Tel.: +86 22 8212 1000
Fax: +86 22 8212 3000
E-mail: info.cn@lmglasfiber.com

LM Glasfiber Española, S.A.

Alberto Alocer, 46B, 6th
E-28016 Madrid

Tel.: +34 914583 780
Fax: +34 914583 790
E-mail: info.es@lmglasfiber.com

LM Glasfiber Deutschland GmbH

Industriestr. 5
D-39291 Schoppsdorf

Tel.: +49 0 39 225 63 09 0
Fax: +49 0 39 225 63 09 10
E-mail: service.de@lmglasfiber.com

LM Glasfiber, Inc.

P.O. Box 5637
1580 S. 48th St.
Grand Forks
North Dakota 58206-5637
USA

Tel.: +1 701 780 9910
Fax: +1 701 780 9920
E-mail: info.us@lmglasfiber.com

LM Glasfiber Holland B.V.

Stevinstraat 6
P.O. Box 1126
NL-1700 BC Heerhugowaard

Tel.: +31 725767070
Fax: +31 725742212
E-mail: info.nl@lmglasfiber.com

关于进一步的信息请访问我们的网站，网址是：www.lmglasfiber.com

叶片			手册		
代系			文件号：		
B			BM-00025/A3		
修订号：	日期：	签字：	修订号：	日期：	签字：
24236/A	22.01.2008	EM	24236/A	22.01.2008	EM

1	简介	3
1.1	前言	3
1.2	制造声明	3
1.3	安全要求	3
1.4	技术手册	5
1.5	叶片的技术术语	7
1.6	产品：风机叶片	9
1.7	人力资源	9
1.8	保养、维护、修理	11
1.9	废弃物与环境保护	13
2	通用说明	15
2.1	导雷系统	21
3	技术规范	23
3.1	设计参数	23
3.2	安装参数	25
3.3	玻璃纤维增强聚酯 GFP 和钢件的连接	25
3.4	空气动力制动刹车	25
3.5	使用的材料	27
3.6	旋翼结构	27
3.7	设计限制	27
3.8	气象条件	27
4	叶片的搬运	29
4.1	一般的安全要求	29
4.2	储存	29
4.3	叶片的运输	31
5	叶片的安装	33
5.1	叶片的号码	33
5.2	叶片的检查	33
5.3	将叶片安装在轮毂上	35
5.4	旋转面上的运动范围	35
6	保养、维护	37
6.1	保养周期	37
6.2	安全	37
6.3	复合层	39
6.4	导雷系统	43

图表清单

图号及其描述

图 1: 叶片主要部件	14
图 2: 翼根	16
图 3: 0°标记和翼根端部的 α 测量	18
图 4: 导雷系统	20
图 5: 预埋轴套的原理图	24
图 6: 叶片的长期储存	28
图 7: 叶片的钢制尾边保护装置	30
图 8: 叶片的起吊（仅为垂直）	30
图 9: 玻纤部件的维护	38
图 10: 翼根和支架末端的维修	40
图 11: 导雷系统的卡片夹	46

表号及其描述

表 1: 叶片设计参数	22
表 2: 安装参数	24
表 3: 叶片上使用的材料	26
表 4: 旋翼结构	26
表 5: 叶片的设计限制	26
表 6: 气象条件	26
表 7: 来自 VDI 2230 的摘要	34
表 8: 保养周期	36

LM 公司保留所有的权利。

本技术手册未经 LM 公司允许不得以任何方式复制或出版

LM 公司保留未通知相关人员而改动本手册的权利，本技术手册以最新的信息和数据为基础 出版发行

本技术手册仅适用于标准叶片

LM 公司对任何不符合标准而产生的缺陷不负责任

本技术手册经过充分准备完成，对于任何缺陷 LM 公司不承担责任

1 简介

1.1 前言

本技术手册适用于专业的操作人员和 LM 公司叶片的使用者，涉及内容包括叶片结构、建构、安装、维护与使用条件方面的信息。

本手册基于最新的信息和数据，并为叶片的安装、调节、维护和修理的提供指导。

请在安装叶片、维护、修理之前通读本技术手册。

本手册不包括风机的数据。任何疑问请您与 LM 公司服务部联系。

1.2 制造声明

LM 公司在此声明 **LM 37.3 P3 叶片（项目号：018349）**

按照 "Richtlinien für die Zertifizierung von Windenergieanlagen – Germanischer Lloyd, 2003" 鉴定合格。

安装这种专用叶片的风机若不能声明该风机符合 "Richtlinien für die Zertifizierung von Windenergieanlagen – Germanischer Lloyd, 2003" 相关的规定，则不能投入使用。

1.3 安全要求

所有与叶片相关的工作，比如组装、安装、调试、维护、保养、修理以及清洁必须遵守一般的安全要求和 LM 公司规定的安全要求。

对于不遵守本技术手册中提到的安全要求或者普及的安全事项造成的损失，LM 公司不承担任何责任。

1.4 技术手册

本技术手册使用以下符号：



重要信息



需要特别注意的重要信息!



警告！注意这个警告符号提示您潜在的危險或伤害原因！要提高警惕并遵守规定的要求！

本手册用于对安全正确地使用叶片有重要的规定。请遵守说明书中的要求以减少伤害、避免产生额外的费用或者对叶片明显损伤的可能性。

任何在叶片生产区域附近的工作人员都应该熟悉本技术手册规定的内容。

您若安装并拥有这种特殊风机叶片，请负责教育和培训您的雇员以按照本技术手册对叶片进行安装、调试、维修和服务。



本技术手册放于风机的内部。

1.5 叶片的技术术语	
桨距角	旋翼面和叶尖弦之间的夹角。当叶片尾边朝向塔架时，桨距角为正；当叶片尾边迎风时，桨距角为负。
叶尖弦	基准轮廓的弦线。基准轮廓的确定取决于叶片设计相关结构上的考虑。
弦	导向边与尾边之间测量到的轮廓长度。
0°标记	叶尖弦的标记。0°标记位于翼根法兰的外表和内部（见图 3）。
α 测量	从叶尖端，叶尖弦和沿顺时针方向第一个轴套孔之间的夹角。使用这种测量方法与叶片轮毂连接的设计有关。
重心.....	叶片配重的中心。重心要做标记，这是因为重心在叶片搬运时至关重要。
逆风面	压力面，即叶片迎风的一面。
顺风面	负压面，即叶片背风的一面。由于空气动力学的轮廓形状，这一侧产生提升力。
预弯曲度.....	叶片逆风方向预弯曲，以防止运转过程中叶片朝向塔架变形。
导雷系统.....	接收和传导雷电的系统
接收器	装进叶片表面的金属设备来传导电流以使叶片避免电击破坏。
叶片扭旋.....	所有叶片轮廓截面上的叶片扭旋。

1)
为保证风机的正确运行，风机叶片应该而且完全符合 EN 292-1（机器安全，1991）
按照这个标准，叶片的使用应该符合规定、技术数据和 LM 公司销售手册的具体描述
正确使用叶片也包括符合技术手册的要求

1.6 产品：风机叶片

本风机叶片仅设计并用于 3 个叶片的旋翼轮毂¹⁾。不允许将叶片用于其他用途。
对于任何由叶片使用不当所造成的伤害或损坏 LM 公司不承担责任。
叶片使用最新的技术生产，以满足众所周知的或承认的技术方针和标准。但是，叶片的使用存在必然的风险和危险。因此，风机叶片只能在它的运行范围内按正确的技术运转，即按照本技术手册的要求进行。
对叶片的安全产生消极影响的缺陷请立即修复。
没有 LM 公司的书面批准，禁止改变或改造叶片。



所有叶片的声明、说明和标记在叶片的整个有效寿命中都应保持明显可见的状态。

1.7 人力资源

所有的操作需由有资格的或接受过培训的员工按照本技术手册来完成。其它任何在叶片上进行工作的人员都要由有资格的人员进行监督指导。
如果无资格或未经培训的人员执行与叶片相关的工作，叶片的保修将无效。

1.8 保养、维护、修理

1.8.1 保养周期

对于不遵照本技术手册进行定期维修检查的，将失去保修。

1.8.2 工具

维修时只能使用完整的最新的工具。

请根据说明书正确使用工具。

只能使用米制工具。

1.8.3 起吊设备

只能使用经过批准的、工艺正确的、没有缺陷的起重装置。

检查起重装置是否有足够的承载能力（参见第 3 章）

只能由有资格的人员固定负载并指导起重装置的操作人员。吊装设备的操作人员需能够看到该有资格的人员；或者不能进行可视交流时，须使用无线电通讯。



警告！注意请不要在吊起的负载下面工作。

工作高度高于头部时：

请使用安全的并经认可的梯子或高架工作台。



警告！注意高空作业需要使用笼型装置！

1.8.4 清洁

在不同环境下运行一段时间之后，蚊虫、尘土有可能落在风机叶片-尤其是在叶片的导向边上。这些附着物会严重影响叶片的效能。因此，LM 公司建议：对叶片进行定期清洁和检查。

车船用清洁剂可以用来清洁和维护胶衣表面。



请不要使用金属刷或侵蚀性的清洗剂清洁叶片。

清洁后请检查叶片。发现任何缺陷请立即修理！

1.9 废弃物与环境保护

1.9.1 环境保护

检查残余产品，比如油、油脂、环氧物、聚酯、过氧化物和溶剂是否按照环境要求正确处理掉了。同样，对残余的液压油、液压油脂和残余化学品也要进行检查。所有废弃物请用认可的或原有包装进行处理。

如果有可能，请将 PE 塑料膜（包装物）分类回收。按照要求把残留的聚酯、残余有机溶剂和其他化学品分类处理。

玻纤强化聚酯要在焚化厂进行焚烧或者在废料处理厂进行填埋，这要看当地的情况和有关规定。

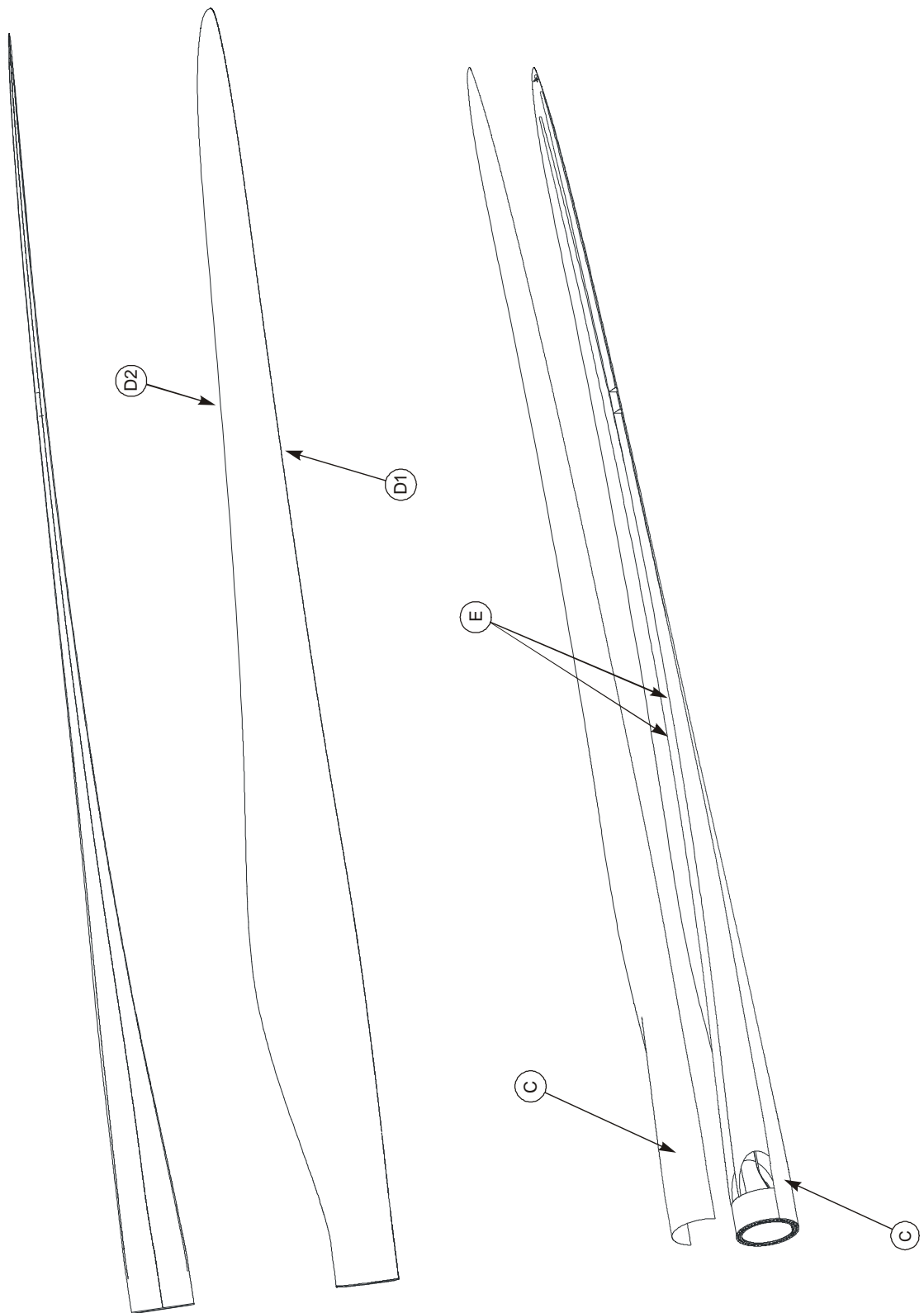


图 1叶片主要部件

2 通用说明

2.1.1 结构

LM 叶片由 2 个叶片壳体（参见图 1 的 C）组成，叶片壳体在导向边(D1)的和尾边（D2）粘合，沿壳体中心放有 2 个主支架(E)。主支架的作用是使叶片壳体之间保持一定距离并把风力负载转化为横向剪切力。

2.1.2 叶片壳体

完整的叶片中，形成空气动力学形状的叶片壳体（C）是由 $\pm 45^\circ$ 纤维的基础复合压和夹层板（沿叶片纵向方向）组成，复合层的中心有泡沫或 Balsa 木。夹层板的功能在于增加叶片的抗弯挠度，从而避免在压力负荷下或存在褶皱时出现不稳定。

承受较大空气动力的主复合压层由单向纤维 (0°) 组成，它能提供最佳的强度和较低的材料消耗。

导向边和尾边方向上的叶片固有重量由壳体和导向边、尾边上的加强复合压层承担。加强复合压层也是由单向纤维(0°)制成。

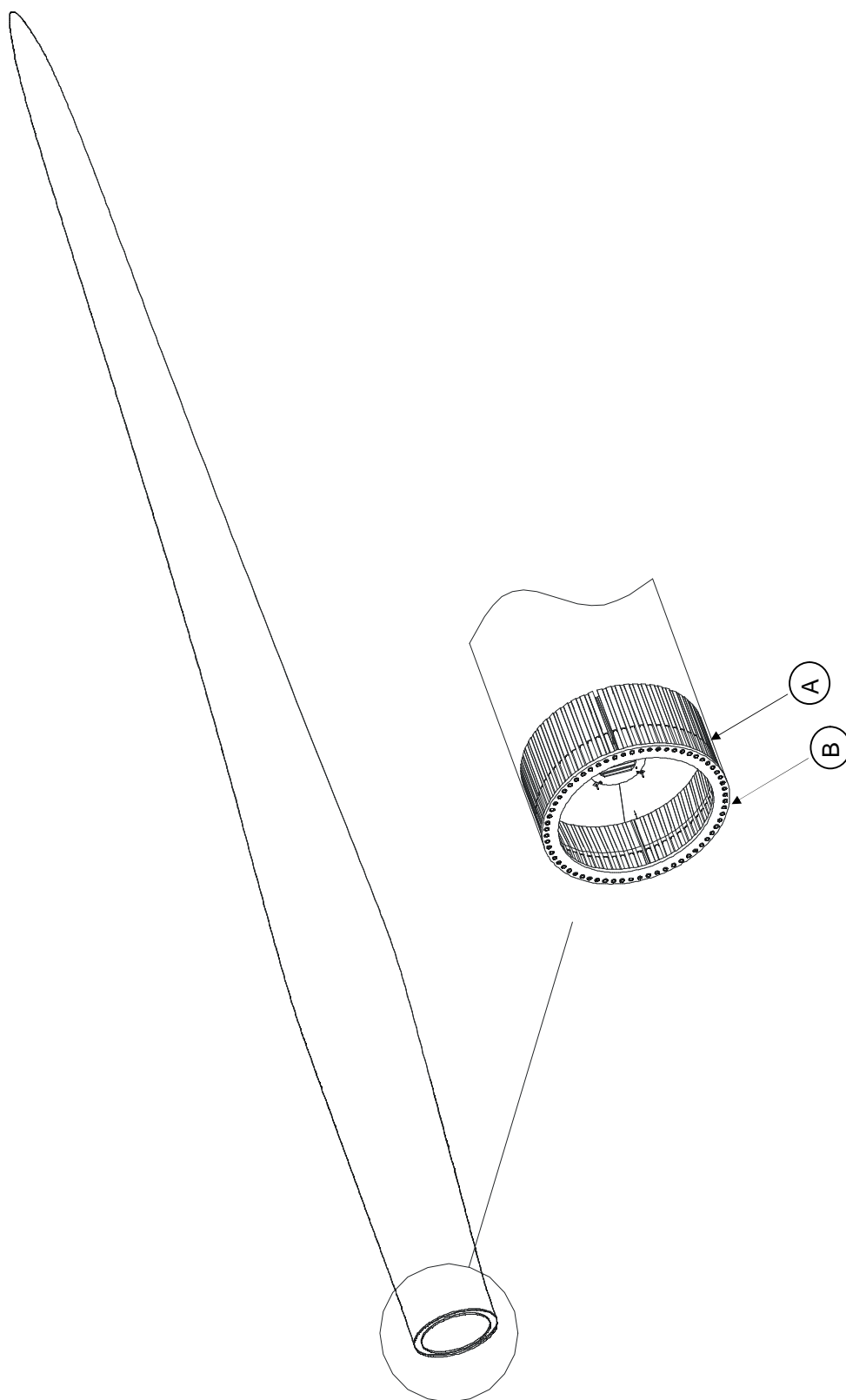


图 2: 叶片翼根端

2.1.3 叶片的安装

使用翼根层压中预埋的轴套将叶片安装在风机的轮毂上（参见图 2A）。轴套由铬铁合金制成，并带有内螺纹。距轴套接触面一定距离的位置上的螺纹可以形成可靠的螺纹连接(参见图 5 的轴套尺寸)。在轴套和风机轮毂之间，叶片端应该有电镀的钢制法兰(B)，防止水进入叶片。

2.1.4 叶片表面

叶片表面由耐风化和防紫外线胶衣构成，胶衣的颜色按客户要求定制。复合层受胶衣的保护而不会受潮和磨损。

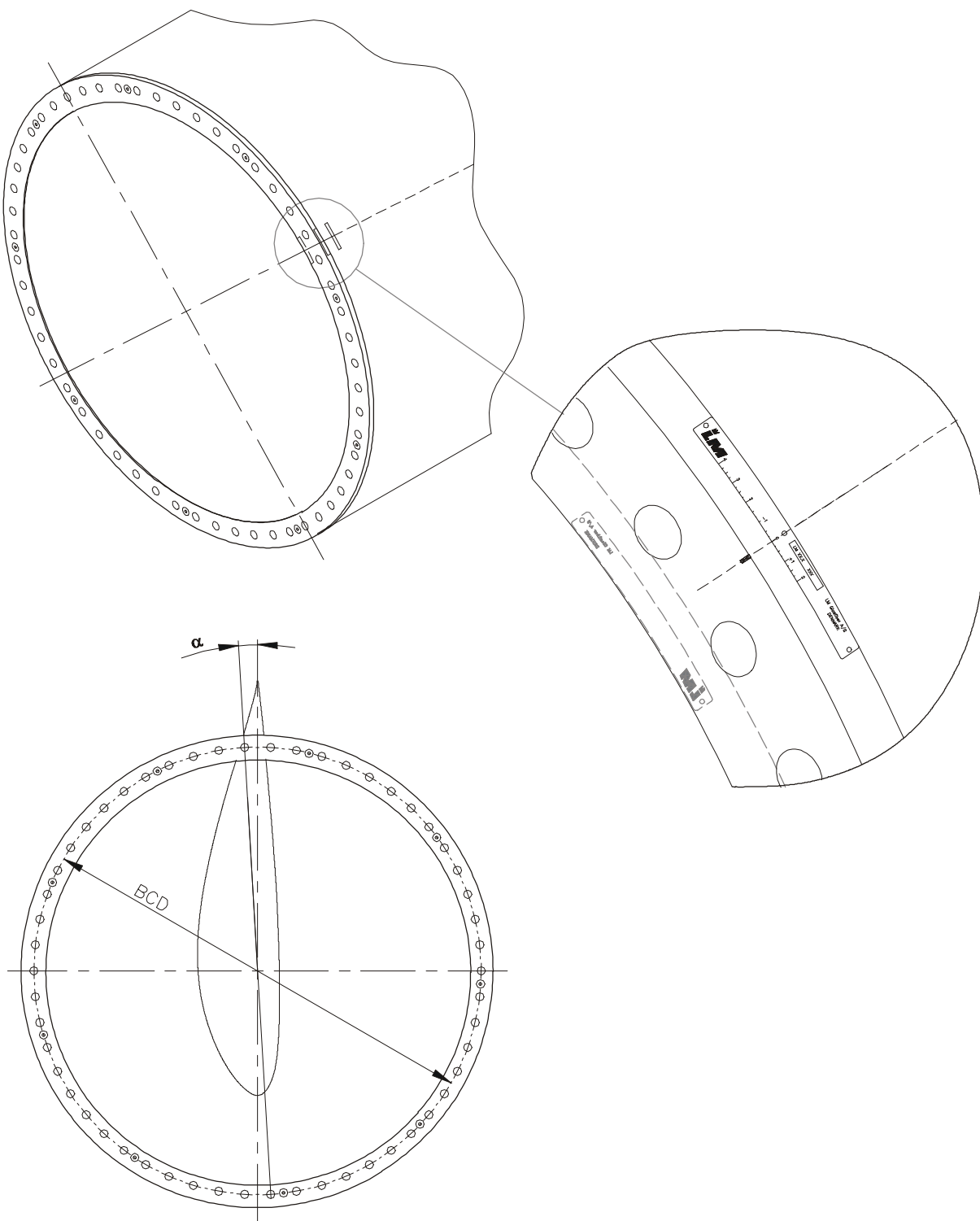


图 3 翼根端部的 0° 标记和 α 测量

叶片轮廓系列

叶片轮廓系列的选择要经过彻底的测试和验证，它们是多年来在风机叶片制造上经验积累的结果。叶片轮廓系列的选择利用了风能，仅受出现在导向边的杂质较小程度的影响。

ISO 9001

由 LM 公司制造的叶片都符合 DS/EN ISO 9001。

鉴于生产追踪考虑，产品认证证书由 Germanischer Lloyd 或 Det Norske Veritas 发布。

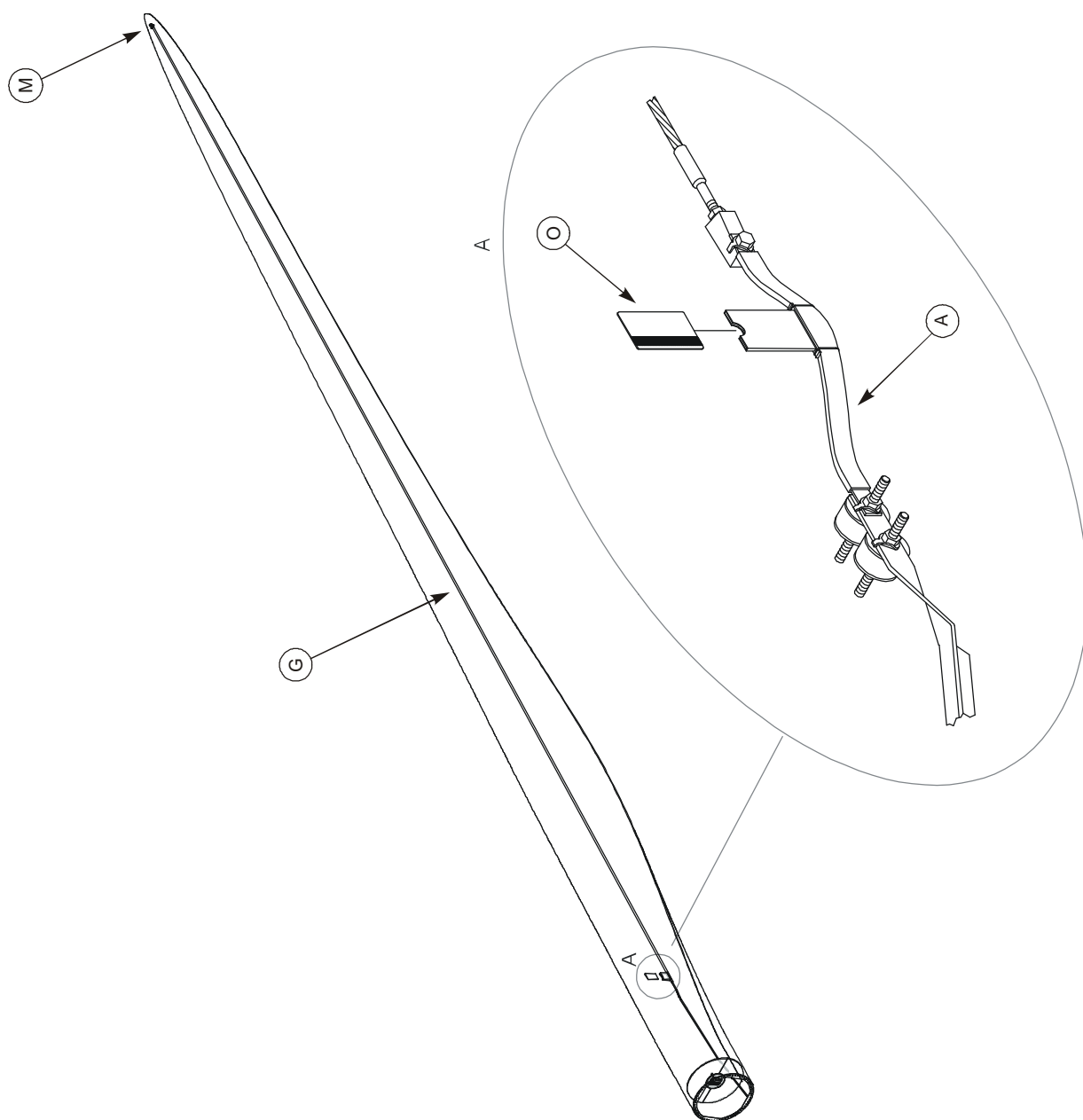


图 4: 防雷系统

2.1 导雷系统

导雷系统

叶片的导雷系统（参见图 4 的 G）由装在叶片表面的雷电接收器和一个叶尖的排水接收器(M)组成。雷电接收器和排水接收器（M）通过内置导雷部件与翼根法兰相连。雷电接收器和排水接收器（M）的更换参见“保养和维护”中的描述。

大多数导雷系统的建构是为了减轻维修要求，即雷电接收器和排水接收器（M）是唯一需要维护的部件。

在叶片每一侧靠近叶尖的地方安装有 2 个雷电接收器。第 3 个位于在叶尖端并有一个排水孔。

导雷系统（G）符合 IEC 标准 61312-1 1 级标准的“模拟雷电电流测试”，即所有的主要部件要通过雷击的仿真测试。此外，叶片野外的雷击测试展示了该系统传导闪电电流的能力。

雷电记录卡

此外，叶片在翼根转换部件(A)配备有 1 个雷电记录卡(C)。雷电记录卡用于记录导雷系统中所有的雷电电流。因此，可以判定是否有必要进一步的维护，检查风机上是否存在缺陷和损坏。

当雷电接收器遭受雷击时，记录卡上的磁条数据被消掉。因此，雷电记录卡上记录的电流总是大的雷击电流。

雷电记录卡的尺寸能使其在低强度磁条区（浅棕色）读数最大到 400kA，在高强度区（深棕色）读数介于 50 和 800 kA 之间。雷电记录卡的更换和读取在“保养和维护”部分有所介绍。

持续的科研，包括实验室的试验和现场经验确保 LM 公司正在使用最新的技术。

表 1: 叶片设计参数

叶片长度	1	37250 mm	± 20 mm
最大翼根弦线	C _{root}	3097mm	± 20 mm
叶片面积	A	70 m ² 160 m ²	Projected Wetted
叶片最大弦线的偏移角		14.0 °	± 0.5 °
轮廓		Wortmann FX 77/79 Mod. NACA 634	
固有频率，叶面		0.94 Hz	样机上的测量值
固有频率，叶缘		1.75 Hz	样机上的测量值
叶片重量	m	5490 kg	± 3.0 %
叶片沿旋翼直径中心的力矩	C.o.G.	11590 mm	
重力引起的到法兰的扭矩		624kNm	± 4.5%
旋转方向（从逆风面）		顺时针	
自动起动		是	

3 技术规范

3.1 设计参数

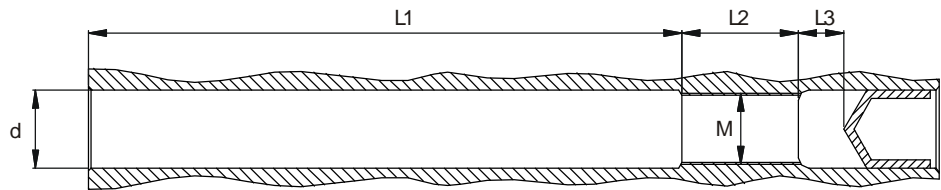
设计参数列于表 1.



因每套叶片由重量引起的扭矩相似，使旋翼达到平衡。这样，由于叶片称重的直径相匹配，叶片以旋翼中心在动态和静态上都是平衡的。叶片只能使用叶片合格证中的旋翼直径。如果需要更换，配重数据记录在 LM 公司。

表 2: 安装参数

翼根法兰外径	D_{outer}	1895 mm	+1/-0mm
法兰厚度	W_F	6.0 mm	± 0.25 mm
螺栓分度圆直径	BCD	1800 mm	± 1 mm
螺栓数量	n	64	
螺栓尺寸	M	30 mm	
α 角 (距翼根 21.7m 处叶尖弦与 BCD 上从翼根朝向叶尖逆时针方向看的第一个螺栓孔间的夹角。)		2.8°	$\pm 0.5^\circ$
偏距公差 (3 个叶片之间从叶尖到塔架的距离的差值)			± 370 mm 距离标准点
无负载条件下推荐的叶尖和塔架之间最小距离(见有效负载的计算)		根据客户要求定制	



轴套尺寸	d	L1	L2	L3	M
M30	32	230	45	18	30x3.5

所有的尺寸以毫米（"mm"）标注。.

图 5: 预埋轴套的原理图。

3.2 安装参数

叶片的安装参数请见 表 2.

3.3 玻璃纤维增强聚酯 GFP 和钢件的连接

带内螺纹的预埋高强度钢制轴套（参见 图).

3.4 空气动力制动刹车

类型	变桨距
----	-----

表 3: 叶片上使用的材料

叶片壳体、支架、翼根	玻纤增强聚酯
夹层板板芯	Balsa 木 (叶片壳体和支架) PVC 泡沫 (加强筋和平板)
粘结胶	乙烯基材料
预埋轴套	铬铁合金
翼根法兰	镀锌钢
雷电接收器	抗高温的高合金材料
导雷电缆	镀锡铜/不锈钢

表 4: 旋翼结构

旋翼叶片的个数	3
旋翼位置	逆风/塔架前
功率控制	变桨距
偏航系统	强制
轮毂设计	刚性


表 5: 叶片的设计限制

旋翼直径	D	76.73m	
叶尖速度	V_{tip}	69.1 m/s	
发电机功率	P_{el}	1500 kW	¹
偏航误差 (运转中的间接负载)	sw	10°	²
停机风速	V_o	25 m/s	¹
制动力矩 (紧急制动)	$M_{br,e}$	TBD kNm	

¹10 分钟的平均值。根据轮毂高度来规定风速。

²最大偏航误差 (倾斜负荷) 为 10°, 风向和旋翼轴之间的角度有一个系统的平均值 10°和 10°的标准偏差

表 6: 气象条件

运转温度	最小-33°C 最大 55°C (外部环境温度)
 结冰	极恶劣条件下旋翼上结冰会使其失去平衡, 请停转风机直到冰层解冻。
气象条件	符合 IEC 风力等级 IIA.

LM 公司保留未作预先通知而改动说明书的权利。

3.5 使用的材料

叶片使用的材料参见 表 3.

3.6 旋翼结构

旋翼结构的参数参见 表 4.

3.7 设计限制

叶片根据风力等级 IEC IIA 设计。

为给特殊的风机涡轮配备预留一定的余量，叶片的负载计算中包括了运行极限和负载极限。风机涡轮制造商负责采取必要的措施以确保任何时候负载的设计包括负载极限、超限压力和疲劳极限都不超出范围。

叶片运行的设计限制参见 表 5.

3.8 气象条件

允许叶片运行的气象条件参见 表 6.

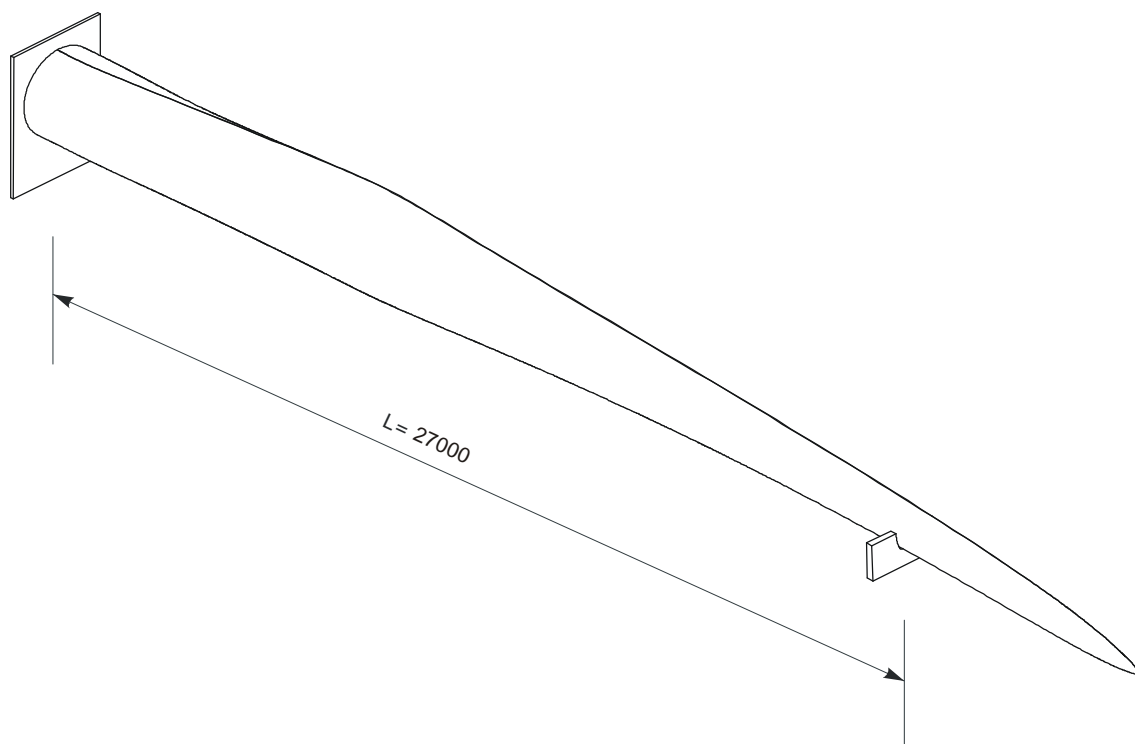


图 6: 叶片的长期储存

叶片翼根端用螺栓固定在支架上，同样叶尖固定在设计好的支架上。

4 叶片的搬运

4.1 一般的安全要求



搬运叶片时务必小心！起吊和搬运过程中不能损伤叶片。运输中如果出现缺陷请立即修理。任何疑问请马上与 LM 服务部联系。



注意！起重装置应当有合格证。搬运或起吊过程中始终要引导叶尖。必要的情况下，使用绳索并记住组装完毕时从地面除去绳索。



叶片长度使得旋翼叶片产生较高的转动惯量，这使得叶片搬运较难操作。因此，叶片运输应小心进行。避免移动过快并在叶片运输中兼顾整个叶片。

注意！永远不要低估风速！

注意叶片是按空气动力学设计的。与其重量相比风机叶片有较大的表面积。即叶片有相当大的作用角。甚至较低速度的风对叶片也有相当大的冲击力。要确保调整叶片的员工位置稳固安全。必要情况下，将绳索固定在高强度固定点上。

4.2 储存

叶片应当始终自由地储存，即叶片不能碰到地面。

长期储存中，叶片应当避免紫外线直射以致颜色变化。



叶片应该放在合适的支架上，并且叶片和支架之间要有软支撑（参见图）。叶片侧放时，确保导向边不碰到地面。

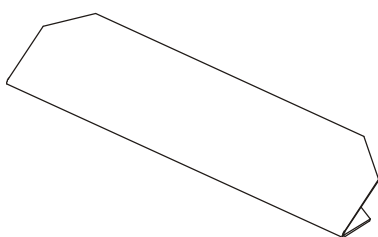


图 7: 叶片的钢质尾边保护装置。
长度=大约 1000mm,高度=250mm,薄板厚度=4mm 。

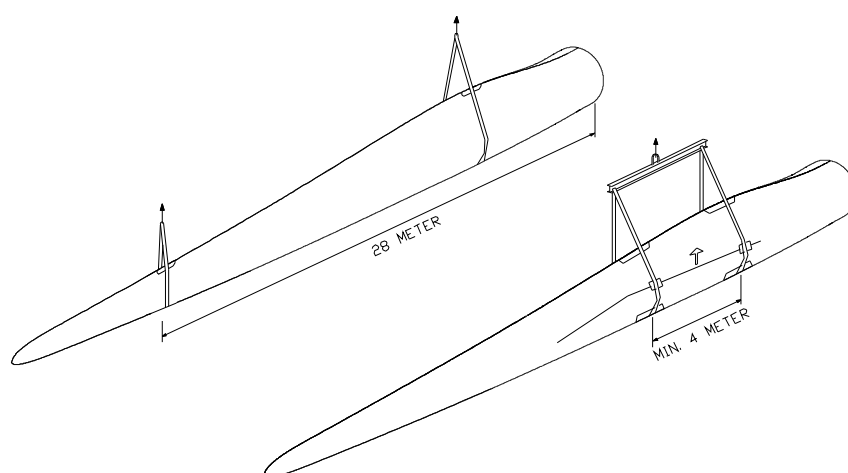


图 8: 叶片的起吊（仅为垂直）。
注意尾边和涡流板的保护。起吊时尾边应当始终是向上的。

4.3 叶片的运输



叶片运输要用专用设备.

1. 将叶片放在翼根夹具上用螺栓固定，在叶尖运输支架上覆盖一层较软的材料以保护叶片。用绑带撑住叶片。



2. 在叶片装卸前（参见图8），请在现场准备好下列吊装装置：

- 在叶片尾边上使用吊绑带的地方安装尾边保护（参见图7）。
- 绑带至少 120mm 宽。

3. 在尾边接触吊绑带的地方使用尾边保护装置。
应当使用涡流板保护。

4. 根据工作条件的不同，叶片可以 2 种方式起吊（参见图8）。如果使用图8中右下角所示的方法，沿叶片重心对称的安装绑带，来吊装叶片。

叶片表面用一重心标签表示叶片的重心。绑带间保持恰当的间距，从而使叶片在吊装过程中能安全地搬运。



注意垂直起吊时，叶片要始终保持尾边向上！

5. 在叶片外侧翼根处贴有叶片吊装指南，详细描述了叶片的吊装和运输。



6. 卸下叶片之后，请检查下列各项：

- 叶尖端支架的绑带的固定情况，是否完好，
- 导向边和尾边的所有裂纹和标记
- 叶片的表面情况

7. 如果叶片存放在地面上，使用翼根支架和叶尖支架支撑。叶片尾边朝上存放（参见图6）。

5 叶片的安装

5.1 叶片的号码

安装叶片之前，写下叶片号。叶片号预埋在法兰表面上（参见图 3），每个叶片在下述位置标有叶片号：

1. 外部，粘在表面上的塑料标签
 - a. 翼根端，顺风和逆风面
2. 内部，金属标签
 - a. 位于 0° 标记附近，靠近叶片导向边和尾边。

应当注意外部标签暴露在空气中，有可能在叶片使用过程中脱落。

5.2 叶片的检查

应该进行以下检查以确保叶片在运输过程中没有损坏：

表面条件

胶衣表面应当保持清洁光滑没有刮痕。如果有缺陷必须修补。

导向边和尾边

应当检查导向边和尾边有无损坏的痕迹。

运输设备造成的损坏

应当检查叶片有无由各种运输设备造成的损坏。

螺栓符合 ISO 质量标准。

螺钉要彻底地涂上铜油或类似物。

表 7: 来自于 VDI 2230 的摘要

螺栓	质量	
	8.8	10.9
M20x2.5	90% 预载: 134 kN	90% 预载: 190 kN
	预载力矩: 363 Nm	预载力矩: 517 Nm
M24x3	90% 预载: 192 kN	90% 预载: 274 kN
	预载力矩: 625 Nm	预载力矩: 890 Nm
M30x3.5	90% 预载: 307 kN	90% 预载: 437 kN
	预载力矩: 1246 Nm	预载力矩: 1775 Nm
M36x4	90% 预载: 448 kN	90% 预载: 638 kN
	预载力矩: 2164 Nm	预载力矩: 3082 Nm

米制螺纹的六角无头螺钉符合 DIN 13-13, 螺栓符合 DIN EN 24014 或 DIN 912, 孔的直径符合 DIN EN 20273 中级标准。

此信息仅供参考。

5.3 将叶片安装在轮毂上

请确保翼根与轮毂相邻。清除粉尘和杂物。

在正确位置组装叶片（桨距角）。根据叶片上 0° 标记调整叶片（参见图 3）

螺栓扭矩方式和扭矩值由风机制造商提供。必须严格遵守这些规定，否则螺栓的连接可能不安全。



运转大约 200 小时后重新拧紧螺栓。

螺栓应当是新的，并至少符合 ISO 质量要求 8.8.

螺栓的光滑表面应当涂有硫化钼或类似物质加以润滑。



根据风机制造商的指导书拧紧螺栓，比如根据 VDI 2230 非锥形螺栓的扭矩值在表 7 中列出。

如果轮毂由铸铁制成，要在螺栓头和铸铁之间使用硬钢质的平垫圈。

将叶片安装在风机上。

在风机上安装叶片可以采用不同的方法。或是安装整个旋翼或是单个地安装叶片，即一次安装一个叶片。



根据安装的方法使用不同的起吊装置。但是，始终要检查起吊装置的载荷能力是否合格。

单个叶片的安装

绑带安装过程中请注意不要损伤叶片。使用的绑带最小 120mm 宽。叶片重量在叶片吊装指南中（置于翼根端）有所说明。

绑带安装完之后，应当可以从地面用一根绳子将其取下。但是，这需要事先测试。此外，应该安装至少 2 根绳子。



安装完叶片之后拆掉起吊装置和绳子。

5.4 旋转面上的运动范围

当叶片停止时，测量从叶尖到塔架的距离时以检查叶片旋转面的运动范围。

对 3 个叶片的测量要在塔架同一位置进行。

表 8: 保养周期

时间（月）	玻纤	导雷系统
12	+	+
24		+
36	+	+
48		+
60	+	+

+: 需进行保养

空白: 不需要保养

6 保养、维护

6.1 保养周期

风机叶片上承受相当大的压力。因而要定期检查叶片以尽早检测和修理各种缺陷，从而避免小的缺陷发展而降低叶片使用寿命或发生危险。



对于不遵照本技术手册进行定期维修检查的，保修将无效。

记录在执行定期维护中所有观察到的情况。

如果一个或多个叶片受到雷击，则要对雷电接收器和叶片表面进行检查。

风机叶片所需的保养周期参见表 8。

6.2 安全



警告！出于安全考虑，只能在风速很低时进行维修。由风机服务技师决定在何种日常条件下可以进行安全维护。

必须按照通常规范的要求对旋翼进行安全停转和机械锁定。

只有旋翼停转并使叶片水平固定时，才能对叶片进行内部检查

维修中还要注意以下事项：

使用的起吊设备必须经过认证并适合本工作。将起吊设备固定在坚硬的地面上并且不要横在旋翼区。不要将起重机的吊篮固定在风机叶片上。起吊时，吊篮的操作者应当呆在篮内。

如果不是在干燥的天气情况下，不要在轮箍上走动或停留。风机维修技工始终要配备 1 条与风机固定在一起的安全缆绳。风机涡轮的维修技工必须穿安全鞋，佩戴头盔，穿着适当的防护服。



维修过程中请与叶片保持一定的安全距离。

雷雨天气请不要钻进或站在叶片内部，这样做很危险。

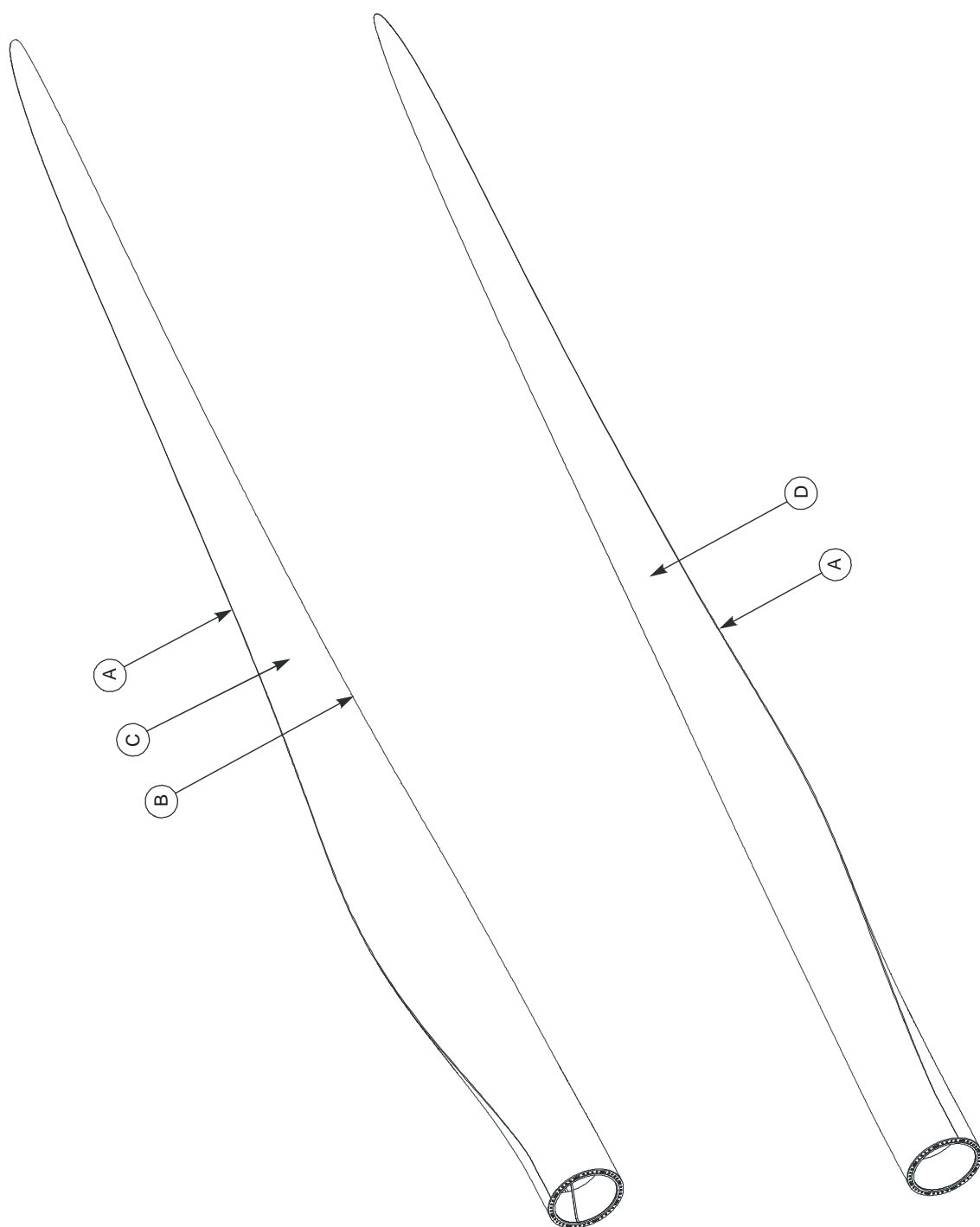


图 9: 玻纤部件的维护

6.3 复合层

起初，叶片运转 12 个月之后应该对玻纤部件进行检查，然后每 24 个月检查一次（参见表 8）。

理想情况和可靠运行的情况下，叶片表面不会出现缺陷。叶片上出现的问题主要来自于运输过程、腐蚀和类似雷击造成的局部负载。

运输造成的缺陷必须在叶片安装之前修复。

腐蚀造成的问题是由周围环境造成的表层缺陷。因此，缺陷修复之前风机可以无阻碍运转。

主复合的结构缺陷会形成严重的缺陷。结构上的缺陷有可能是由局部负载造成的；或者，极少数情况下，属于制造方面的问题。一旦检测到叶片有结构上的缺陷，需要将风机停机，因为后期叶片上的负载会使该缺陷程度加深。



结构上的缺陷应当马上进行修理。一旦监测到问题请马上通知 LM 公司。请遵守 LM 的维修指导。

按照表 8 图 核对检查表和控制点：

从吊篮开始检查以下内容：

1. 清理叶尖中的排水孔。
2. 检查叶片导向边(B)是否有裂纹，腐蚀或胶衣脱落现象。
检查叶片看看是否有受过雷击的迹象。
3. 检查叶片尾边(A) 是否有裂纹，腐蚀或胶衣脱落现象。
检查叶片看看是否有受过雷击的迹象。
4. 检查叶片压力面(C)，即叶片远离塔架的一侧=逆风侧，看看是否有裂纹，腐蚀或胶衣脱落现象，检查叶片看看是否有受过雷击的迹象。
5. 检查叶片负压面(D)，即叶片侧朝向塔架一侧=顺风侧，看看是否有裂纹，腐蚀或胶衣脱落现象，检查叶片看看是否有受过雷击的迹象。
6. 检查导雷系统可见的组件是否有受过雷击的迹象。
7. 检查导雷系统可见的组件是否完整，且安装牢固。

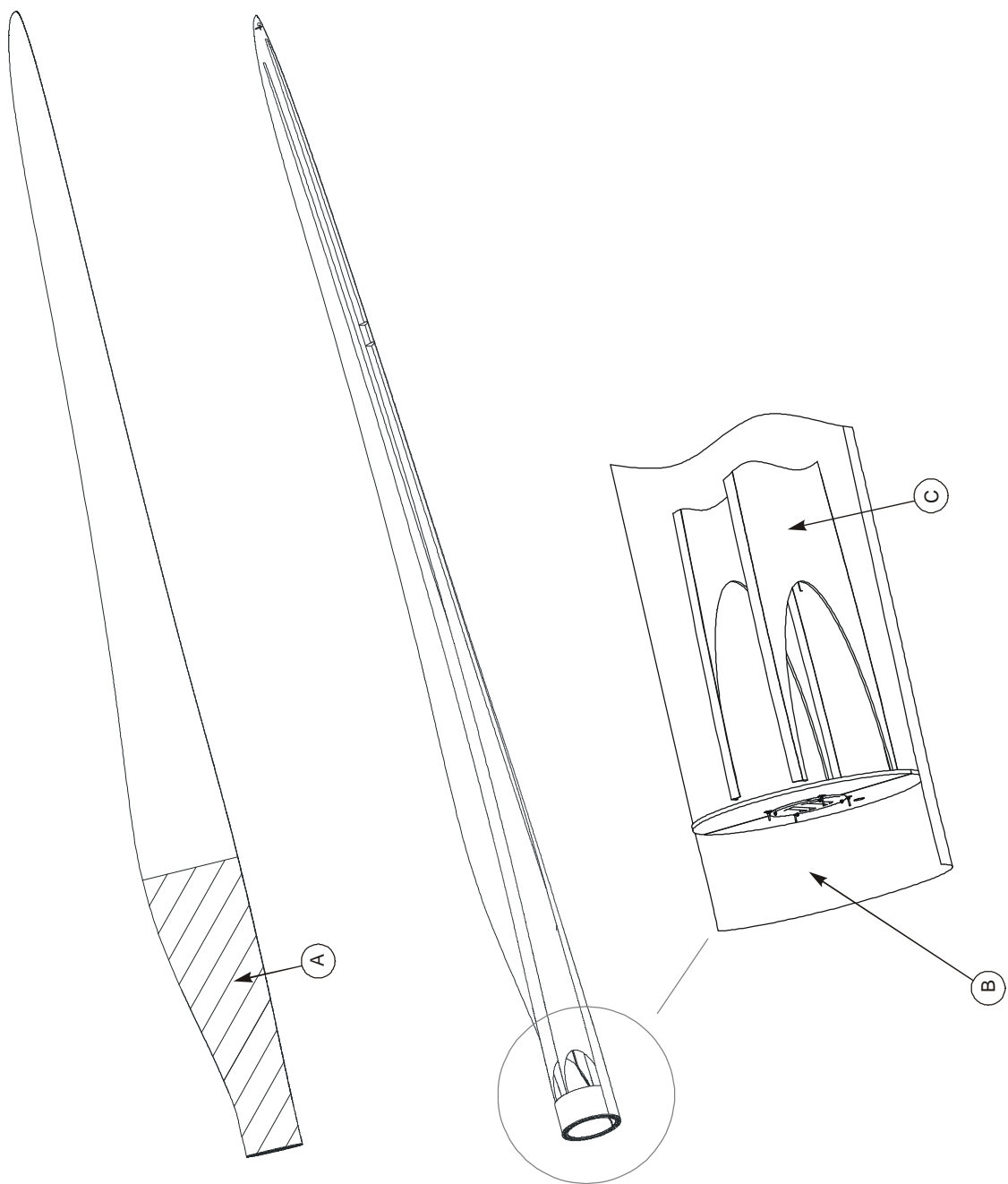


图 10: 翼根和支架端部的维修

8. 检查从翼根末端到最大弦线的复合层压（参见图 的阴影区(A)）。这个区域的缺陷一般较大。如果发现这类缺陷要通知 LM 公司。
9. 检查叶片内部支架(C)和壳体(B)的连接。尤其要检查主支架端部的粘合处. 这个区域的缺陷一般较大。发现这类缺陷请立即与 LM 公司联系。
10. 在叶片内部，检查夹层板和叶片壳体之间的连接。这个区域一旦有缺陷必须修复。检查夹层板后侧的复合层是否完好无损。
11. 在检查叶片内部是否有水。如果有水，检查并清理排水孔。

从舱体检查以下内容：

12. 检查整个翼根是否有缝隙、腐蚀和胶衣剥离现象。
13. 检查叶片和翼根法兰之间的密封是否完整。



如果密封圈松动或翘曲，要修理此缺陷并重涂填充胶。

14. 检查密封圈是否正确放置，塑料盖子的螺栓是否安装牢固。

6.4 导雷系统

导雷系统的保养指导

雷击的地方，雷电接收器的材料有可能因为暴露在极高的温度下而汽化。因此，需要更换雷电接收器。

雷电接收器的材料汽化后会使附近的胶衣变黑。一般情况下，它既不会损坏胶衣层也不会破坏下面的层压，用细粒的抛光剂可以除掉发黑的胶衣。取决于不同的天气状况，变黑的颜色会消失或冲洗掉。

变黑的情形根据雷击的情况不同而不同。若叶片运转过程中受到雷击，变黑的区域像散开的扇形；若叶片停转时遭到雷击，雷电接收器附近像一个环。

雷电接收器的更换不可能制定一个固定的周期，雷电接收器材料的汽化过程很大程度上取决于以下条件：雷击持续的时间、雷电的电流振幅、能量大小和各自区域的地理强度。因此，雷电接收器的更换由 LM 叶片维修技师检查雷电接收器的物理状态后来确定。

LM 叶片服务技师按照以下内容替换参数：

1. 风机涡轮运转时雷电接收器表面的锐边将产生较大的噪音。
2. 雷电接收器的表面积降低到 70%。
3. 雷电接收器表面遭到电击，接收器的一部分会汽化或低于叶片表面。

首先，从地面上用望远镜重点检查损坏的部位。在此目视检查的基础上，可以对雷电接收器进行进一步的检查或替换。

雷电接收器的更换

检查雷电接收器和附近叶片表面是否有雷击造成的缺陷。

如果叶片表面变黑，可以用细粒的抛光剂除去。如果雷击造成层压损坏请与 LM 公司联系以获得进一步的说明。

按照以下 1-5 点更换雷电接收器和 1-3 点更换排水接收器。

应当使用以下工具：拆除雷电接收器的专用工具、套筒扳手、钻孔机、钢钻、去（油）污剂、砂纸和填充胶。

接收器：

1. 使用 LM 公司提供的专用工具将损坏了的雷电接收器拆除。利用雷电接收器表面的 2 个小孔。一旦 2 个小孔缺损，要钻 2 个新孔。
2. 除去雷电接收器内旧的填充胶。然后清除孔中所有油污。
3. 将新的雷电接收器所有的面磨糙。彻底的清除各个表面的油污。
4. 将雷电接收器拧进螺纹，用专用工具和 20 Nm 的扭矩扳手，利用雷电接收器的上表面的 2 个小孔。
5. 雷电接收器和叶片之间的缝隙以及 2 个雷电接收器的孔要涂上填充胶。请将缝隙和雷电接收器的孔填满填充胶以避免表面以下产生气泡。抹去多余的填充胶。

排水接收器：

1. 用套筒扳手拆除在叶片端部排水接收器。
2. 检查排水接收器的孔，用清洁液清洁排水接收器和孔。清洁液应当在最终安装之前完全挥发。
3. 用 20 Nm 的扭矩扳手安装排水接收器，伸出长度为 2 ± 0.5 mm。否则调整排水接收器以达到规定的伸出长度。

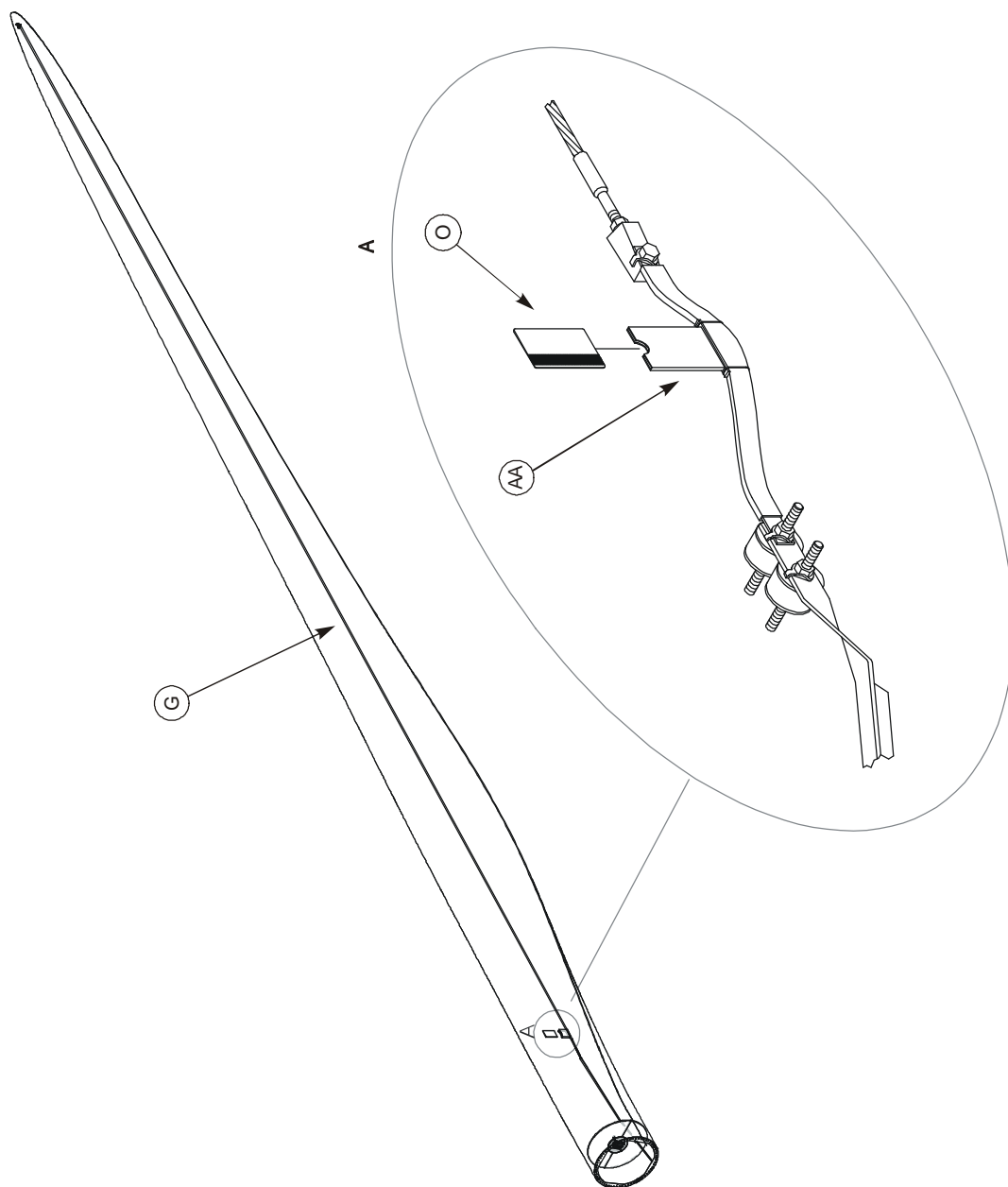


图 11: 导雷系统的卡片夹

雷电记录卡的更换

雷电记录卡的拆卸和读取：

1. 用拇指和食指顺时针转动雷电记录卡，从而松动其内部的锁定销。然后从卡座上取下雷电记录卡（参见图 11）。
如果雷电记录卡不用转动就可以从锁定销上取下来，很可能卡片损坏了锁定销而使锁定销不能锁紧下一个卡片了。
2. 完成雷电记录卡的信息
3. 将雷电记录卡送往以下地址以记录数据。

LM Glasfiber A/S

Rolles Møllevej 1

DK-6640 Lunderskov

Att: Service Department

记录完雷电记录卡的数据之后，LM 服务部会给您做一个书面回复。您可以通过以上地址订购一个新的雷电记录卡。

在雷电记录卡的一面上有 2 条磁条。磁条对磁性具有感应。因此，卡片应按照以下步骤处理：

1. 雷电记录卡不要与磁性物质接触，例如磁铁或焊接设备。
2. 将雷电记录卡远离移动电话、收音机、扬声器、电子工具、改锥等至少 30cm 的距离。
3. 雷电记录卡不能机械地处理。例如，刮擦、敲击和弯曲，这样将会损坏磁条。

新雷电记录卡的准备：

1. 在卡片 2 面上填写文字信息。
2. 用防水笔把信息写在标签上。
3. 将雷电记录卡完全插入卡座，使锁紧销子固定住卡片。