



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101767458 B

(45) 授权公告日 2012.09.05

(21) 申请号 200910264260.9

(22) 申请日 2009.12.29

(73) 专利权人 无锡天奇竹风科技有限公司

地址 214187 江苏省无锡市惠山区洛社镇洛藕路

(72) 发明人 韩淑华 魏志军 张霞

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所  
32104

代理人 殷红梅

(51) Int. Cl.

*B29C 70/34* (2006.01)

*B29C 70/54* (2006.01)

*B29L 31/08* (2006.01)

(56) 对比文件

US 4942013 A, 1990.07.17, 全文.

CN 101235797 A, 2008.08.06, 全文.

审查员 穆江峰

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺

(57) 摘要

本发明涉及一种可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺,该真空灌输工艺包括:将上半叶片和下半叶片模具清理、上脱模剂、依次铺设下层玻璃纤维层、竹材、PVC 泡沫、上层玻璃纤维层及脱模材料层;脱模材料层上铺设样板玻璃纤维层;样板玻璃纤维层上均铺设脱模布和真空膜等形成成型腔;经抽真空、保压、灌入环氧树脂固化后,形成上半叶片、下半叶片成品;上半叶片和下半叶片模具经加热、固化、冷却、起模,取出样板。本发明可为技术人员及质量检验人员提供可查询追踪的依据,便于在不破坏叶片成品的前提下分析叶片的力学性能,只需对叶片样板进行各方面的性能测试即可,减小了取材和测试的难度,不影响叶片的强度性能,并且测试结果可以代表叶片的真实性能。

1. 一种可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺,其特征是:该真空灌输工艺包括如下步骤:

a、在上半叶片模具和下半叶片模具内表面真空吸尘后,用棉布擦拭上半叶片模具和下半叶片模具的内表面;

b、用棉布蘸取脱模剂在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面各擦拭 1 ~ 3 遍;

c、在上半叶片模具和下半叶片模具内先铺设下层玻璃纤维层,在下层玻璃纤维层上铺设竹材,再在竹材上铺设 PVC 泡沫, PVC 泡沫上铺设上层玻璃纤维层,最后在上层玻璃纤维层上铺设脱模材料层;

d、在上半叶片模具和下半叶片模具内的脱模材料层上铺设样板玻璃纤维层 3 ~ 5 层;

e、在上半叶片模具和下半叶片模具内样板玻璃纤维层上均铺设脱模布、导注网、导胶管和真空膜,用胶粘带将真空膜的边缘与对应模具的内腔密封形成成型腔;

f、抽真空使成型腔内真空度达到  $-0.09\text{MPa} \sim -0.08\text{MPa}$ ,保压 30 分钟,确保成型腔不漏气;

g、灌入环氧树脂,上半叶片模具和下半叶片模具均加热到  $65 \sim 75^\circ\text{C}$  并保温 6 ~ 8 小时进行预固化;

h、揭去脱模布、导注网、导胶管和真空膜,即在上半叶片模具内形成上半叶片成品,在下半叶片模具内形成下半叶片成品,同时取下样板;

i、将下半叶片成品需要粘结的地方涂环氧树脂胶,然后将上半叶片成品连同上半叶片模具翻转、合在下半叶片成品上,形成叶片成品,将脱下的样板放入叶片成品的内部空腔内;

j、上半叶片模具和下半叶片模具均加热到  $70 \sim 75^\circ\text{C}$  并保温 8 ~ 10 小时进行后固化;

k、后固化完成后,上半叶片模具翻转打开,和下半叶片模具冷却至  $20 \sim 30^\circ\text{C}$ ,将叶片起模,同时拿出样板,标记、记录并保存样板;

所述脱模材料层为尼龙材料制作,其重量为  $85 \pm 5\text{g}/\text{m}^2$ ,抗张强度  $\geq 280\text{MPa}$ 。

## 可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种风力发电机叶片的真空灌输工艺,尤其是一种可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺。

### 背景技术

[0002] 目前,世界上绝大多数的大型复合材料构件均是使用 VARTM 真空灌输导注工艺,VARTM 工艺由于采用真空密封作业,可以减少树脂基体中挥发份对人员的损伤和对作业环境的污染,消除产品中的气泡、提高产品的力学性能 20% 以上,可以均匀加压使产品的性能均匀,能够比较精确地控制含胶量及产品的厚度、重量和积层速度,改善制品表面的质量,从而降低成本。

[0003] 但是,在 VARTM 真空灌输工艺大范围使用的同时,其一次成型的工艺特点也具备不足之处,即工艺操作的不可逆转性,产品成型后不可返工。此缺陷的直接后果是:人为操作的失误可能直接造成整个大型构件的报废,经济损失十分惨重。一旦出现人为操作的失误,譬如双组分树脂基体的配比错误等,对整个构件的性能影响究竟如何,该如何处理,如何改善,工艺技术人员及质量检验人员没有可查询追踪的依据,很难分析。除非破坏叶片,取下不成形的样件做检测,这种情况下,叶片遭到二次缺陷破坏,力学等各方面性能更是雪上加霜,且不成形的非批量样件不代表叶片真实性能的客观准确,因此,在与叶片同样的制作工艺条件下,与叶片一起真空灌输生产出来的叶片样板的存在,就起到了举足轻重的作用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术中存在的不足,提供一种可为工艺技术人员及质量检验人员提供可查询追踪的依据、可以代表叶片真实性能的具有叶片样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺。

[0005] 按照本发明提供的技术方案,所述具有叶片样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺包括如下步骤:

[0006] a、在上半叶片模具和下半叶片模具内表面真空吸尘后用棉布擦拭上半叶片模具和下半叶片模具的内表面;

[0007] b、用棉布蘸取脱模剂在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面各擦拭 1~3 遍;

[0008] c、在上半叶片模具和下半叶片模具内分别先铺设下层玻璃纤维层,在下层玻璃纤维层上铺设竹材,再在竹材上铺设 PVC 泡沫,PVC 泡沫上铺设上层玻璃纤维层,最后在上层玻璃纤维层上铺设脱模材料层;

[0009] d、在上半叶片模具和下半叶片模具内的脱模材料层上铺设样板玻璃纤维层 3~5 层;

[0010] e、在上半叶片模具和下半叶片模具内样板玻璃纤维布上均铺设脱模布、导注网、导胶管和真空膜,用胶粘带将真空膜的边缘与对应模具的内腔密封形成成型腔;

- [0011] f、抽真空使成型腔内真空度达到 $-0.09\text{MPa} \sim -0.08\text{MPa}$ ，保压 30 分钟，确保成型腔不漏气；
- [0012] g、灌入环氧树脂，上半叶片模具和下半叶片模具均加热到 $65 \sim 75^\circ\text{C}$ 并保温 6 ~ 8 小时进行预固化；
- [0013] h、揭去脱模布、导注网、导胶管和真空膜，即在上半叶片模具内形成上半叶片成品，在下半叶片模具内形成下半叶片成品，同时取下样板；
- [0014] i、将下半叶片成品需要粘结的地方涂环氧树脂胶，然后将上半叶片成品连同上半叶片模具翻转、合在下半叶片成品上，形成叶片成品，将脱下的样板放入叶片成品的内部空腔内；
- [0015] j、上半叶片模具和下半叶片模具合模后，均加热到 $70 \sim 75^\circ\text{C}$ 并保温 8 ~ 10 小时进行后固化；
- [0016] k、后固化完成后，上半叶片模具翻转打开，和下半叶片模具冷却至 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ ，将叶片起模，同时拿出样板，标记、记录并保存样板。
- [0017] 本发明的工艺实施后，可为工艺技术人员及质量检验人员提供可查询追踪的依据，便于在不破坏叶片成品的前提下分析叶片的力学性能，只需对叶片样板进行各方面的性能测试即可，减小了取材和测试的难度，不影响叶片的强度性能，并且测试结果可以代表叶片的真实性能。

### 具体实施方式

[0018] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0019] 实施例 1

[0020] 本发明可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺，采用以下工艺步骤：

[0021] a、在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面真空吸尘后用棉布擦拭上半叶片模具和下半叶片模具的内表面；

[0022] b、用棉布蘸取脱模剂（型号为 NC55）在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面各擦拭 1 遍；

[0023] c、在上半叶片模具和下半叶片模具内先铺设下层玻璃纤维布，在下层玻璃纤维布上铺设竹材，再在竹材上铺设 PVC 泡沫板和 PVC 泡沫条，PVC 泡沫板和 PVC 泡沫条上铺设上层玻璃纤维布，最后在上层玻璃纤维布上铺设脱模材料层；所述脱膜材料层采用尼龙材料制作，其重量为 $85 \pm 5\text{g}/\text{m}^2$ ，抗张强度 $\geq 280\text{MPa}$ ，尼龙对树脂有极好的浸润性和浸透性。

[0024] d、在上半叶片模具和下半叶片模具内的脱模材料层上铺设样板玻璃纤维布 3 层，该玻璃纤维布的尺寸为 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ ；

[0025] e、在上半叶片模具和下半叶片模具内样板玻璃纤维布上均铺设脱模布、导注网、导胶管和真空膜，用胶粘带将真空膜的边缘与对应模具的内腔密封形成成型腔；

[0026] f、抽真空使成型腔内真空度达到 98% ( $-0.09\text{MPa} \sim -0.08\text{MPa}$ )，保压 30 分钟，确保成型腔不漏气；

[0027] g、灌入环氧树脂至灌满为止，上半叶片模具和下半叶片模具均加热到 $65^\circ\text{C}$ 并保温 8 小时进行预固化；

[0028] h、揭去脱模布、导注网、导胶管和真空膜，即在上半叶片模具内形成上半叶片成

品,在下半叶片模具内形成下半叶片成品,同时取下样板;

[0029] i、将下半叶片成品需要粘结的地方涂环氧树脂胶,然后将上半叶片成品连同上半叶片模具翻转、合在下半叶片成品上,形成叶片成品,将脱下的样板放入叶片成品的内部空腔内;

[0030] j、上半叶片模具和下半叶片模具均加热到 70℃并保温 10 小时进行后固化;

[0031] k、后固化完成后,上半叶片模具翻转打开,和下半叶片模具冷却至 20 ~ 30℃,将叶片起模,同时拿出样板,标记、记录并保存样板。

[0032] 经试验测试得出,此实施工艺下生产的样板,其力学性能如下:拉伸强度平均值为 137.22MPa,拉伸模量平均值为 10.48GPa,压缩强度平均值为 108.61MPa;由此可知,此工艺操作下所生产的叶片产品,其玻璃钢性能与此样板力学性能相当。

[0033] 实施例 2

[0034] 本发明可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺,采用以下工艺步骤:

[0035] a、在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面真空吸尘后用棉布擦拭上半叶片模具和下半叶片模具的内表面;

[0036] b、用棉布蘸取脱模剂(型号为 NC55)在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面各擦拭 2 遍;

[0037] c、在上半叶片模具和下半叶片模具内先铺设下层玻璃纤维布,在下层玻璃纤维布上铺设竹材,再在竹材上铺设 PVC 泡沫板和 PVC 泡沫条,PVC 泡沫板和 PVC 泡沫条上铺设上层玻璃纤维布,最后在上层玻璃纤维布上铺设脱模材料层;所述脱膜材料层采用尼龙材料制作,其重量为  $85 \pm 5\text{g}/\text{m}^2$ ,抗张强度  $\geq 280\text{MPa}$ ,尼龙对树脂有极好的浸润性和浸透性。

[0038] d、在上半叶片模具和下半叶片模具内的脱模材料层上铺设样板玻璃纤维布 4 层,该玻璃纤维层的尺寸为 600mm×600mm;

[0039] e、在上半叶片模具和下半叶片模具内样板玻璃纤维布上均铺设脱模布、导注网、导胶管和真空膜,用胶粘带将真空膜的边缘与对应模具的内腔密封形成成型腔;

[0040] f、抽真空使成型腔内真空度达到 98% (-0.09MPa ~ -0.08MPa),保压 30 分钟,确保成型腔不漏气;

[0041] g、灌入环氧树脂,上半叶片模具和下半叶片模具均加热到 70℃并保温 7 小时进行预固化;

[0042] h、揭去脱模布、导注网、导胶管和真空膜,即在上半叶片模具内形成上半叶片成品,在下半叶片模具内形成下半叶片成品,同时取下样板;

[0043] i、将下半叶片成品需要粘结的地方涂环氧树脂胶,然后将上半叶片成品连同上半叶片模具翻转、合在下半叶片成品上,形成叶片成品,将脱下的样板放入叶片成品的内部空腔内;

[0044] j、上半叶片模具和下半叶片模具均加热到 72℃并保温 9 小时进行后固化;

[0045] k、后固化完成后,上半叶片模具翻转打开,和下半叶片模具冷却至 20 ~ 30℃,将叶片起模,同时拿出样板,标记、记录并保存样板。

[0046] 经试验测试得出,此实施工艺下生产的样板,其力学性能如下:拉伸强度平均值为 693.17MPa,拉伸模量平均值为 34.60GPa,压缩强度平均值为 299.02MPa;由此可知,此工艺操作下所生产的叶片产品,其玻璃钢性能与此样板力学性能相当。

[0047] 实施例 3

[0048] 本发明可生产出样板的风力发电机叶片的真空灌输工艺,采用以下工艺步骤:

[0049] a、在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面真空吸尘后用棉布擦拭上半叶片模具和下半叶片模具的内表面;

[0050] b、用棉布蘸取脱模剂(型号为 NC55)在上半叶片模具和下半叶片模具的内表面各擦拭 3 遍;

[0051] c、在上半叶片模具和下半叶片模具内先铺设下层玻璃纤维布,在下层玻璃纤维布上铺设竹材,再在竹材上铺设 PVC 泡沫板和 PVC 泡沫条,PVC 泡沫板和 PVC 泡沫条上铺设上层玻璃纤维布,最后在上层玻璃纤维布上铺设脱模材料层;所述脱膜材料层采用尼龙材料制作,其重量为  $85 \pm 5\text{g}/\text{m}^2$ ,抗张强度  $\geq 280\text{MPa}$ ,尼龙对树脂有极好的浸润性和浸透性。

[0052] d、在上半叶片模具和下半叶片模具内的脱模材料层上铺设样板玻璃纤维布 5 层,该玻璃纤维布的尺寸为  $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ ;

[0053] e、在上半叶片模具和下半叶片模具内样板玻璃纤维布上均铺设脱模布、导注网、导胶管和真空膜,用胶粘带将真空膜的边缘与对应模具的内腔密封形成成型腔;

[0054] f、抽真空使成型腔内真空度达到 98% (即  $-0.09\text{MPa} \sim -0.08\text{MPa}$ ),保压 30 分钟,确保成型腔不漏气;

[0055] g、灌入环氧树脂,上半叶片模具和下半叶片模具均加热到  $75^\circ\text{C}$  并保温 8 小时进行预固化;

[0056] h、揭去脱模布、导注网、导胶管和真空膜,即在上半叶片模具内形成上半叶片成品,在下半叶片模具内形成下半叶片成品,同时取下样板;

[0057] i、将下半叶片成品需要粘结的地方涂环氧树脂胶,然后将上半叶片成品连同上半叶片模具翻转、合在下半叶片成品上,形成叶片成品,将脱下的样板放入叶片成品的内部空腔内;

[0058] j、上半叶片模具和下半叶片模具均加热到  $75^\circ\text{C}$  并保温 8 小时进行后固化;

[0059] k、后固化完成后,上半叶片模具翻转打开,和下半叶片模具冷却至  $20 \sim 30^\circ\text{C}$ ,将叶片起模,同时拿出样板,标记、记录并保存样板。

[0060] 经试验测试得出,此实施工艺下生产的样板,其力学性能如下:拉伸强度平均值为  $242.77\text{MPa}$ ,拉伸模量平均值为  $13.73\text{GPa}$ ,压缩强度平均值为  $169.2\text{MPa}$ ;由此可知,此工艺操作下所生产的叶片产品,其玻璃钢性能与此样板力学性能相当。