



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102177198 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 200980140274. 8

C08J 11/18(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 09. 17

C08L 1/12(2006. 01)

C08L 1/14(2006. 01)

(30) 优先权数据

102008051579. 5 2008. 10. 14 DE

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 04. 12

CN 1088595 A, 1994. 06. 29, 说明书第 18 页第 13 行, 说明书第 10 页第 23 行至第 11 页第 6 行, 第 11 页第 18-20 行.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/006734 2009. 09. 17

CN 1683446 A, 2005. 10. 19, 说明书第 3 页第 7 页.

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/043293 DE 2010. 04. 22

CN 1309145 A, 2001. 08. 22, 说明书第 2 页第 1 段.

(73) 专利权人 罗迪阿阿克土有限公司

地址 德国弗赖堡

W0 94/10238 A1, 1994. 05. 11, 说明书第 8 页第 23 行至第 9 页第 6 行.

(72) 发明人 P·拉斯特米尔 W·克珀

D·赫尔特

W0 92/20738 A1, 1992. 11. 26, 说明书第 9 页第 10-24 行.

审查员 崔明

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 柳冀

(51) Int. Cl.

C08K 5/00(2006. 01)

C08J 11/16(2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页

(54) 发明名称

可生物降解的塑料及其应用

(57) 摘要

本发明涉及生物降解速度提高的可生物降解的塑料。其包含 a) 可生物降解的、水溶性的有机成分的分布的颗粒和 b) 水溶性的、促进微生物生长的、含氮、磷和 / 或硫的无机成分的分布的颗粒。这种塑料特别以纤维素酯, 如醋酸纤维素为基础。优选的成分 A 为水溶性的糖和 / 或水溶性的有机酸。这种特别有利的可生物降解的塑料特别以纤维、膜、注塑制品、颗粒状珠子及容器的形式存在。此外, 成型体中可以包含可控制释放的杀生物剂和 / 或肥料, 其中成型体在释放这些内含物时在环境中被加速地降解。加速的生物降解基于所提及成分的共同协同作用。

1. 生物降解速度提高的可生物降解的塑料,其特征在于,所述的塑料包含

a) 0.1 至 40 重量%的可生物降解的、水溶性的、有机成分的细分布的颗粒,其平均粒度小于 $10\mu\text{m}$ 和

b) 水溶性的、促进微生物生长的、含氮、磷和 / 或硫的无机成分的细分布的颗粒,其平均粒度小于 $10\mu\text{m}$;

所述的成分 a) 以水溶性糖和 / 或水溶性的有机酸为基础,所述的成分 b) 以含铵的、钾的、镁的、钙的和 / 或铁的盐形式存在,或者所述的成分 b) 以 NaH_2PO_4 、 Na_2SO_4 和 / 或 NaNO_3 单独或以混合物的形式存在。

2. 根据权利要求 1 的塑料,其特征在于,所述的成分 b) 以 $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4NO_3 、 MgSO_4 、 KH_2PO_4 、 FeSO_4 和 / 或 NH_4Cl 单独或以混合物的形式存在。

3. 根据权利要求 1 的塑料,其特征在于,所述的塑料以纤维素酯、聚丙交酯、聚己内酯和 / 或聚羟基丁酸为基础。

4. 根据权利要求 3 的塑料,其特征在于,所述纤维素酯为醋酸纤维素、醋酸丙酸纤维素和 / 或醋酸丁酸纤维素。

5. 根据权利要求 1 的塑料,其特征在于,所述的水溶性糖为蔗糖、葡萄糖、麦芽糖和 / 或乳糖。

6. 根据权利要求 1 的塑料,其特征在于,所述的水溶性的有机酸为草酸、丙二酸、戊二酸、己二酸、羟基羧酸。

7. 根据权利要求 1 的塑料,其特征在于,所述的水溶性的有机酸为乳酸、苹果酸、酒石酸、柠檬酸和 / 或抗坏血酸和 / 或氨基酸。

8. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,其特征在于,所述的成分 a) 为水溶性的有机氮化合物和 / 或水溶性的有机磷化合物。

9. 根据权利要求 8 的塑料,其特征在于,水溶性的有机氮化合物为脲、胍、六亚甲基四胺、甘氨酸和 / 或丙氨酸。

10. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,其特征在于,所述的成分 a) 具有小于 $5\mu\text{m}$ 的平均粒度。

11. 根据权利要求 10 的塑料,其特征在于,所述的成分 a) 具有小于 $2\mu\text{m}$ 的平均粒度。

12. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,其特征在于,所述的成分 a) 在塑料中含有的量为 1 至 20 重量%。

13. 根据权利要求 12 的塑料,其特征在于,所述的成分 a) 在塑料中含有的量为 5 至 10 重量%。

14. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,其特征在于,所述的成分 b) 具有小于 $5\mu\text{m}$ 的平均粒度。

15. 根据权利要求 14 的塑料,其特征在于,所述的成分 b) 具有小于 $2\mu\text{m}$ 的平均粒度。

16. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,其特征在于,所述的成分 b) 在塑料中存在的量为 0.01 至 20 重量%。

17. 根据权利要求 16 的塑料,其特征在于,所述的成分 b) 在塑料中存在的量为 0.3 至 3 重量%。

18. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,作为成型体。

19. 根据权利要求 1 至 3 任一项的塑料,作为纤维、膜的形式成型体。
20. 根据权利要求 19 的塑料,所述膜是深拉膜。
21. 根据权利要求 18 的塑料,所述成型体用作包装材料、注塑制品、厚壁成型体、颗粒、微珠、珠子及容器。
22. 根据权利要求 21 的塑料,所述容器是花盆。
23. 根据权利要求 18 的塑料,其特征在于,所述的成型体包含可控制释放的杀生物剂和 / 或肥料。
24. 根据权利要求 1 至 23 任一项的塑料的用途,用于制备丝线。
25. 根据权利要求 24 的用途,其特征在于,使用干纺丝法形成用于再加工成过滤丝束的丝线。
26. 根据权利要求 1 至 23 任一项的塑料的用途,用于制备膜,其中将塑料的溶液或熔融物依据挤出压平法或依据吹膜法加工以制备膜。

可生物降解的塑料及其应用

[0001] 本发明涉及生物降解速度提高的可生物降解的塑料及其有利的应用。

[0002] 塑料的生物降解在很多领域都是值得期待的,例如与用于可堆肥垃圾的塑料袋的可堆肥性相关;对于不注意扔在环境中应当快速生物降解的塑料物品如烟蒂;对于应当基于其目的用途在土壤中分解的物品,例如可以与植物一同埋入的花盆;或者在农业领域用于“缓释系统”,其中有效物质通过聚合物基质的生物解体逐渐释放置于其内的有效物质或杀生物剂。

[0003] US-A-5,478,386 建议,通过采用至少约 10 重量%的取代度小于 2.5 的醋酸纤维素,来加速过滤材料以醋酸纤维素为基础的、被丢弃的烟蒂的降解。就此,根据测定方法 TM125209-91 应当达到至少 60 重量%的 4 周降解率。在 EP 0 632 969 B1 中提出为了降解由醋酸纤维素、长丝和 / 或醋酸纤维素粘胶短纤维构成的过滤丝束,建议碱性水解在长丝或粘胶短纤维的表面存在的醋酸纤维素,以便将乙酰值调整至小于 53% 并且就此促进生物降解。EP 0 632 968 B1 教导了通过加入来自纤维链断裂酶的添加剂的方法加速降解,以便将乙酰值降低至 53% 以下。EP 0 777977 A2 研究了可降解的香烟,其中使用了可良好降解的聚合物混合物。EP 1 221 869 B1 建议添加含氮化合物,其分子分散地分布于可降解的塑料中。PCT/AT92/00126 对改善塑料的可降解性提出了其他建议,即加入可快速降解的水溶性或水不溶性的化合物。这项建议的有关效果进行了测试。例如制备了二醋酸纤维素纤维,其中将糖或食盐分别研磨至小于 2 μ m 的颗粒并以 5 至 10 重量%的份额纺丝。另外除了水溶性组分的单纯溶出以外,在随后还将详细描述的土地测试中,没有发现显著加速的降解。

[0004] 因此本发明以所基于的任务为,提供技术性建议,据此可生物降解的塑料具有提高的生物降解速度。

[0005] 根据本发明通过可生物降解的塑料完成了该任务,其特征在于,所述的塑料包含 a) 可生物降解的、水溶性的、有机成分的细分布的颗粒和 b) 水溶性的、促进微生物生长的、含氮、磷和 / 或硫的无机成分的细分布的颗粒。

[0006] 令人惊讶地发现,如果其包含 a) 可生物降解的、水溶性的、有机成分的细分布的颗粒如糖,和另外 b) 水溶性的、促进有机微生物生长的、含氮、磷和 / 或硫的无机成分的细分布的颗粒,如果例如纺丝为醋酸纤维素丝线,随后加工成过滤丝束,则可生物降解的塑料发生加速的生物降解。由该发现出发,进一步发展根据本发明的教导。对此,优选的实施方式阐述如下:

[0007] 在选择可生物降解的塑料时,本发明不受任何限制。优选的是,可生物降解的塑料以纤维素酯,特别是醋酸纤维素、醋酸丙酸纤维素和 / 或醋酸丁酸纤维素、聚丙交酯、聚己内酯和 / 或聚羟基丁酸、聚乳酸-聚羟基乙酸共聚物、聚乳酸-聚乙二醇嵌段共聚物为基础。由此,使用混合物也可以是有利的。

[0008] 成分 a) 在材料性质方面也没有相关的限制。优选水溶性糖和 / 或水溶性有机酸。其中水溶性糖优选蔗糖、葡萄糖、麦芽糖和 / 或乳糖。作为优选的水溶性有机酸有草酸、丙二酸、戊二酸、己二酸、羟基羧酸,特别是乳酸、苹果酸、酒石酸、柠檬酸和 / 或抗坏血酸和 / 或氨基酸。这些也可以以纯的形式或混合物使用。

[0009] 优选的成分 a) 还包括水溶性的无机氮化合物和 / 或水溶性的有机磷化合物。此处, 作为优选的水溶性有机氮化合物有脲、胍、六亚甲基四胺、甘氨酸和 / 或丙氨酸。

[0010] 成分 b) 的优选的定性测量如下进行: 优选的是, 成分 b) 以含氯的、钾的、镁的、钙的和 / 或铁的盐的形式存在, 其中所述的盐以 $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ 、 NaH_2PO_4 、 Na_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4NO_3 、 NaNO_3 、 MgSO_4 、 KH_2PO_4 、 FeSO_4 和 / 或 NH_4Cl 的形式为特别优选。尤其考虑水溶性磷酸盐如正磷酸铵 $((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ 、正磷酸氢二铵 $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ 、正磷酸二氢铵 $((\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ 、正磷酸钠 $(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ 、正磷酸钠 $(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ 、磷酸氢二钠 $(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 、磷酸氢二钠 $(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ 、磷酸氢钠 $(\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 、焦磷酸钠 $(\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ 、磷酸氢铵钠 $(\text{NaH}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ 、四偏磷酸钾 $((\text{KPO}_3)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 、正磷酸钾 (K_3PO_4) 、磷酸二氢钾 KH_2PO_4 、磷酸氢二钾 (K_2HPO_4) 、焦磷酸钾 $(\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ 和亚磷酸钾 $(\text{K}_2\text{PO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ 。所述物质 b) 可以以纯的形式或混合物使用, 特别以晶体形式。

[0011] 本发明所寻求的提高了的生物可降解性效果不仅通过上述给出的定性变量有利地确定。更确切地说, 适宜的是, 成分 a) 具有小于约 $10\text{ }\mu\text{m}$, 特别是小于约 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的平均粒度。此处, 特别优选小于 $2\text{ }\mu\text{m}$ 的平均粒度, 其中小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的粒度是更加特别优选的。优选成分 b) 的粒度为小于 $10\text{ }\mu\text{m}$, 特别是小于 $5\text{ }\mu\text{m}$ 。如果成分 b) 具有小于约 $2\text{ }\mu\text{m}$, 特别是小于约 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的平均粒度, 则达到更好的结果。

[0012] 为了在根据本发明教导的范围内特别有利地实现所提出的任务, 有利的是考虑优选的定量框架条件: 例如适宜的是, 成分 a) 在可生物降解的塑料中所包含的量为约 0.1 至 40 重量%, 特别是约 1 至 20 重量%, 其中特别优选的范围是约 5 至 10 重量%。成分 b) 在可生物降解的塑料中优选所含的量为约 0.01 至 20 重量%, 特别是约 0.2 至 10 重量%。这里特别优选的范围为约 0.3 至 3 重量%。

[0013] 以上所述的根据本发明的教导概括描述了关于提高了的可生物降解性的可生物降解的塑料。在实践中这种可生物降解的塑料特别是以成型体存在。这种情况下, 其可以特别涉及纤维、膜, 如深拉膜, 特别应用于作为包装材料、注塑制品、厚壁成型体、颗粒、微珠、珠子及容器, 特别是花盆。

[0014] 特别有趣的应用情况是, 例如作为颗粒、微珠、珠子存在的成型体, 包含可释放的杀生物剂或农业有效物质和 / 或肥料。属于所述的农业有效物质或杀生物剂的是, 例如杀真菌剂、杀虫剂、除草剂、杀细菌剂和 / 或杀昆虫剂。作为肥料可以为营养肥, 如氮肥、磷肥、钾肥、钙肥和镁肥; 矿物多元营养肥料, 如 NPK- 肥、NP- 肥、NK- 肥和 PA- 肥, 以前也称作复合肥料。特别考虑含氮、磷和钾的多元肥料, 其称为复合肥料。属于氮肥的有, 例如硫酸铵、硝酸铵钙、尿素、脲醛缩合物、氯化镁、硝酸硫酸铵, 硝酸钙和氰氨化钙。作为纯磷肥根据本发明考虑过磷酸钙, 双料磷酸钙和三料磷酸钙, 碱性转炉渣粉 (Thomasmehl) 和 / 或托马斯磷肥、磷酸氢钙。属于特别适合的磷酸钙有磷灰石和磷钙土。属于有利的钾肥的有氯化钾和硫酸钾, 及含镁的钾盐, 如含水硫酸钾镁。可使用的钙肥或镁肥为例如碳酸钙、氧化钙。上述的列举并非穷举。

[0015] 本发明以成型体形式的实际实施还提出根据本发明的可生物降解的塑料的进一步应用。其特别的优点在于, 采用根据本发明的塑料丝线, 特别是用于再加工成过滤丝束。此处这种过滤丝束优选基于醋酸纤维素、醋酸丁酸纤维素或醋酸丙酸纤维素。此处这些计划用于再加工成过滤丝束的丝线, 依据通常熟知的干纺丝法制备。尽管如此, 本发明还显示

出特别有利的是,用根据本发明的可生物降解的塑料制备膜。此处特别是将溶液依据膜浇铸法或塑料熔融物依据挤出压平法或吹膜法再加工成膜。

[0016] 本发明可以进行如下的技术解释,而不应视为束缚于此:发明人令人惊讶地发现,当除了糖,在小范围内以细分布的颗粒形式存在的具有铵根、磷酸根或硫酸根的盐作为水溶性的成分在纺成醋酸纤维素丝线时,发生可生物降解的塑料的强加速降解。通过进一步研究可以由此得出一般性结论。据发现,这种效应在大量的含盐的二醋酸纤维素丝线的纺丝时也可以证明。为此,发明者进行了进一步的试验,其列于下表 I 中。表 I 中的值依据 DIN- 规定 (EN ISO 11721-1) 确定。首先对此进行调整以合乎依据“土埋测试”中含纤维素的织物对微生物的抵抗力的测定。根据本发明对生物降解有利的作用推测归因于三种效应的组合:首先在于,通过水溶性的和极细分布的物质的溶出产生空穴网状物,由此微生物可以同时从内部的许多位置和外部攻击周围的聚合物基质。其次,所述的空穴网状物由于毛细力和聚合物的亲水性看上去能储存十分良好的湿度。第三,提供例如铵离子和磷酸根离子,其可促进微生物的生长,并从而通过微生物的生长加速生物降解。这种假设通过文献支持,即不仅磷酸根和铵离子,还有硫酸根、硝酸根、钙离子、镁离子、钾离子和铁离子是微生物生长所需的 (sh.Ullmann' s Biotechnology and Biochemical Engineering, Weinheim 2007, S. 29)。成分 a) 和 b) 的粒度,它们必须在可生物降解的塑料中细分布,即在微米的范围内也是有利的。因此,小粒度有助于不实质性妨碍聚合物体的强度特性。如果由根据本发明的可生物降解的塑料制成的产品很薄,例如纤维和膜,则就最佳的质量和可加工性而言,粒径约为 $2\mu\text{m}$ 是特别有利的。

[0017] 尽管对于专业人士而言没有必要精确给出如何获得成分 a) 和 b) 的小粒度。但是这里仍指出,有利地如下设计:细小的水溶性材料(如所提到盐)的微粒子化,在球磨机中于非含水溶剂(例如丙酮,乙酸乙酯,乙醚,异丙醇,乙醇等)中进行。为了避免再聚集,在研磨时就添加一部分在溶剂中溶解性的基质聚合物。由该悬浮液通过与额外的溶剂和聚合物材料的混合可以获得用于干法纺丝的或膜浇铸工艺的初始悬浮液。这样例如对于醋酸纤维素、丙酮/糖、 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 、 K_2SO_4 系统,将固体材料以在丙酮中 10 至 20 重量%的混合物与 4 至 8 重量%的二醋酸纤维素混合,以便此后在一个分开的混合容器中通过继续添加丙酮和醋酸纤维素制备用于干法纺丝工艺的初始悬浮液(丙酮:二醋酸纤维素:微粒子化的固体材料的重量比为约 70 : 28 : 1.5)。这种悬浮液在过滤器中和细喷丝头中的进一步加工无任何堵塞地实现。丝线仅显示极小的强度损失。由此,在表 I 中所列的样品也依据这种方式制备。

[0018] 如果要在熔融状态下加工的可生物降解的塑料中构入微粒子化的物质 a) 和 b),则首先如上所述的,在球磨机中于无水溶剂中进行湿磨。然后稍微增加聚合物的份额并例如在辊筒式干燥机或喷雾干燥机中干燥悬浮液。如果所述的塑料在常用溶剂,如丙酮,醋酸乙酯,醋酸丁酯等中是不溶性的,则研磨物可以例如在丙酮中研磨并用 1 至 5% 的醋酸纤维素稳定化。所获得的材料然后可以作为母料与聚合物一起在挤出机的混合区中均匀分布。还可选择将研磨完的悬浮液在捏合机中构入基质聚合物中,然后干燥并如通常的颗粒一样重新熔融成型。

[0019] 特别有利的是根据本发明的可生物降解的塑料在复合材料中应用时的用途,例如用于与植物同时埋入土中的可降解的花盆。干芦苇或类似物经常用作这类复合材料中的第

二成分。例如有利的是,提高花盆壁的降解速度和用正确剂量的水溶性材料和营养物质供给调节这种用途中的最佳降解速度。同时植物本身可以受益于营养物质供给和任选的植物保护剂,它们随着塑料成分的生物降解逐渐释放。

[0020] 以下将依据实施例进一步阐述本发明。

[0021] 实施例

[0022] 本实施例涉及包含 5 重量%的蔗糖和 1 重量%的磷酸氢铵钠的醋酸纤维素纤维的制备,以便对此测试生物降解性。

[0023] 蔗糖悬浮液:将 500g 蔗糖在 2000g 丙酮中微粒子化至 $d_{90} < 1.9 \mu m$,这里使用具有直径为 0.8mm 的氧化锆球的球磨机 (Bachofen Multilab KD 0,31)。通过添加 6 重量%的醋酸纤维素稳定悬浮液以对抗沉积。

[0024] 磷酸氢铵钠悬浮液 B:将 100g 磷酸氢铵钠在 900g 丙酮中在球磨机的使用下微粒子化至 d_{90} 值 $< 1 \mu m$ 。通过添加 6 重量%的醋酸纤维素稳定悬浮液以对抗沉积。

[0025] 纺丝溶液的制备:为了制备纺丝溶液,使用具有搅拌器的混合容器。将 1 重量份蔗糖悬浮液和 0.4 重量份磷酸氢铵钠悬浮液加入 21.93 重量份醋酸纤维素于 58.81 重量份丙酮的溶液中,由此得到总固体含量为 26 重量%的混合物。所述的固体含量可分类如下:94 重量%的醋酸纤维素,5 重量%的蔗糖和 1 重量%的磷酸氢铵钠。纺丝溶液的水含量调整至 2-5 重量%并搅拌 12 小时。

[0026] 将所述的纺丝溶液过滤 ($< 4 \mu m$),这里进行深层过滤。过滤器上的残渣是微不足道的且仅与纺丝液中添加剂的总量有关。

[0027] 利用这种纺丝溶液通过具有三角成型的喷嘴的喷丝头进行干法纺丝,以便提供具有三叶形截面的 210 3 分特克斯的长丝 (dtex-Filamente),干燥后由这些长丝钩织出 2cmx1cm、单位面积重量为 $0.15g/cm^2$ 的长方形织物面。这些样本将依据 EN ISO 11721-1 埋于土壤中。经过一定的时间后取出样本,用于重量测试和确定乙酰值。

[0028] 上述方法代表的是一种特别有利的工艺。其改进如下,在最终获得的可生物降解的塑料中除了 5 重量%的蔗糖,还有 0.1 或 0.5 重量%的 $Na(NH_4)_2PO_4$,而在其他的试验中除了 5 重量%的蔗糖和 0.1 重量%的 $Na(NH_4)_2PO_4$ 还有 1 重量%的 TiO_2 (VLP7000)。测量结果列于下表 I 中。

[0029] 表 I

[0030] (醋酸纤维素过滤丝束在土埋测试中的降解速度,

[0031] 以重量损失的百分比表示)

[0032]

材料	平均重量损失 (%) (4 周后)	平均重量损失 (%) (8 周后)	平均重量损失 (%) (12 周后)
5% 蔗糖; 0.1% $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$	10.64	33.39	50.63
5% 蔗糖; 0.5% $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$	19.49	44.37	72.9
无添加剂 (比较例)	4.54	16.81	25.29
5% 蔗糖; 0.1% $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$; 1% TiO_2 (VL07000)	10.66	26.67	51.08
棉	68.58	90.31	87.32

[0033] 注释 :降解速度的确定依据 EN ISO 11721-1

[0034] 表 I 中重量损失百分比的平均值指的是在 4 周,8 周和 12 周后。