

辐射制冷面料、制品

相关申请

- [001] 本申请要求 2019 年 11 月 8 日申请的、申请号为 201911086548.1、名称为“一种辐射制冷面料及其用途”和 2019 年 11 月 6 日申请的、申请号为 201911075603.7、名称为“辐射制冷功能层、辐射制冷面料及其制备方法”的中国专利申请的优先权，在此将其全文引入作为参考。

技术领域

[002] 本申请涉及辐射制冷技术领域，特别是涉及辐射制冷面料、制品。

背景技术

[003] 目前，市面上的遮阳产品多种多样，包括遮阳板、室外百叶帘、室外硬卷帘、室外软卷帘、天幕帘、天篷帘、遮阳篷、车罩、伞等。但是，现有的遮阳产品通常仅具有遮光功能，没有明显制冷的效果。随着辐射制冷技术的发展，研究人员开始研究辐射制冷技术在遮阳产品上的应用，以赋予遮阳产品自动制冷的功能，但是面料与功能层的结合存在许多实际应用问题需要解决。

15

发明内容

[004] 基于此，有必要针对上述问题，提供一种具有遮阳、自动制冷功能的辐射制冷面料，具有良好的降温效果，且该面料具有良好的抗皱性。

- [005] 一种辐射制冷面料，其包括层叠设置的柔性基材层和功能层，所述功能层包括第一功能层，所述第一功能层的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ，所述第一功能层包括第一功能树脂以及分散于所述第一功能树脂中的第一功能填料，所述第一功能填料在所述第一功能层中的质量分数为 1%~20%，所述辐射制冷面料在 $7\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 波段的发射率不低于 80%，所述辐射制冷面料在 $300\text{nm}\sim 2500\text{nm}$ 波段的反射率不低于 80%，所述辐射制冷面料的径向回复角的平均值 $\geq 95^\circ$ ，纬向回复角的平均值 $\geq 91^\circ$ 。

- [006] 在其中一个实施例中，所述第一功能填料包括第一填料和第二填料，所述第一填料的粒径大于等于 $0.01\mu\text{m}$ 小于 $5\mu\text{m}$ ，所述第二填料的粒径大于等于 $5\mu\text{m}$ 小于等于 $15\mu\text{m}$ ，所述第一填料和所述第二填料的质量之比为 1:4~4:1，或者，所述第一填料和所述第二填料各自独立地选自铈钨青铜、氧化锡锑、氧化铟锡、氧化锌铝、二氧化硅、碳化硅、二氧化钛、碳酸钙、硫酸钡、氮化硅中的一种或多种。

- [007] 在其中一个实施例中，所述功能层还包括第二功能层，所述第一功能层设置于所述柔性基材层上，所述第二功能层设置于所述第一功能层远离所述柔性基材层的表面，所述第二功能层由第二功能填料固定铺设于所述第一功能层的表面形成，所述第一功能层的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ ，所述第二功能填料的粒径为 $1\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ 。

- [008] 在其中一个实施例中，所述第二功能填料的粒径为所述第一功能层的厚度的 0.5 倍~1.5 倍，或者，所述第二功能填料的用量为 $10\text{g}/\text{m}^2\sim 200\text{g}/\text{m}^2$ ，或者，所述第二功能填料选自陶瓷粉、钛白粉、玻璃微珠、二氧化硅、重钙粉、硫酸钡、滑石粉、硫酸锌、硅酸铝、重钙粉、珠光粉、氧化铝、氧化锌、氧化锆、氧化铈、氧化镧、氧化铪、氧化镁中的一种或几种。

- [009] 在其中一个实施例中，所述功能层还包括第三功能层，所述第三功能层设于所述第二功能层远离所述第一功能层的表面，所述第三功能层包括第二功能树脂，所述第三功能层的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 。

- [010] 在其中一个实施例中，所述第三功能层中还包括有第三功能填料，所述第三功能填料选自陶瓷粉、钛白粉、玻璃微珠、二氧化硅、重钙粉、硫酸钡、滑石粉、硫酸锌、硅酸铝、重钙粉、珠光粉、氧化铝、氧化锌、氧化锆、氧化铈、氧化镧、氧化铪、氧化镁中的一种或几种，所述第三功能填料的粒径为 $4\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

- [011] 在其中一个实施例中，所述第一功能树脂和所述第二功能树脂各自独立地选自聚酰亚胺、环烯烃聚合物、环氧树脂、聚酯树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂、有机硅树脂、含氟树脂中的一种或多种。

- [012] 在其中一个实施例中，所述柔性基材层的厚度为 $300\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ ，所述柔性基材层包括布料层以及涂覆于所述布料层一面或双面的树脂涂布层，所述树脂涂布层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，所述布料层的材料选自涤纶、锦纶、腈纶、丝、棉、麻中的一种或多种的混纺，所述树脂涂布层的材料选自聚氯乙烯树脂、丙烯酸树脂、环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯树脂中的一种或多种。

- [013] 在其中一个实施例中,所述柔性基材层与所述功能层之间还设有界面剂层,所述界面剂层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,所述界面剂层的材料选自丙烯酸树脂、聚氨酯和环氧树脂中的一种或多种。
- [014] 在其中一个实施例中,所述柔性基材层在远离所述功能层的一侧还设有防水层,所述防水层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,所述防水层的材料选自丙烯酸树脂、聚氨酯树脂和环氧树脂中的一种或多种,所述防水层在 $400\text{nm}\sim 700\text{nm}$ 可见光范围内的透射率 $\geq 80\%$ 。
- [015] 在其中一个实施例中,所述辐射制冷面料还包括疏水层,所述疏水层设置在所述功能层远离所述柔性基材层的一侧,所述疏水层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,所述疏水层的材料选自含氟树脂、有机硅树脂中的一种或多种,所述疏水层中分散有纳米级的二氧化硅颗粒,所述二氧化硅颗粒在所述疏水层中的质量分数为 $0.5\%\sim 5\%$,所述疏水层对 $7\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 波段红外线的透射率 $\geq 80\%$ 。
- [016] 在其中一个实施例中,所述辐射制冷面料还包括耐候层,所述耐候层设置在所述功能层远离所述柔性基材层的一侧,所述耐候层的材料选自含氟树脂、环氧树脂、聚酯树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂、有机硅树脂中的一种或几种,所述耐候层的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 。
- [017] 一种制品,所述制品由上述的辐射制冷面料制成。
- [018] 在其中一个实施例中,所述制品为伞,包括立杆、伞骨架及所述的辐射制冷面料制成的伞面,其中,所述伞骨架设于所述立杆,所述伞面设于所述伞骨架。
- [019] 在其中一个实施例中,所述制品为车罩,包括固定件及所述的辐射制冷面料制成的车罩体,其中,所述固定件设于所述车罩体,所述固定件用于将车罩体固定在车体上。
- [020] 在其中一个实施例中,所述制品为帐篷,包括帐篷骨架及所述的辐射制冷面料制成的外帐,所述外帐罩于所述帐篷骨架外。
- [021] 在其中一个实施例中,所述制品为帽子,包括所述的辐射制冷面料制成的帽体,所述帽体形成供头部放置的腔体。
- [022] 在其中一个实施例中,所述制品为窗帘,包括所述的辐射制冷面料制成的帘体,所述帘体形成窗帘的一部分。
- [023] 在其中一个实施例中,所述制品为遮阳篷,包括遮阳篷骨架及所述的辐射制冷面料制成的篷面,所述篷面罩于所述遮阳篷骨架外。
- [024] 在其中一个实施例中,所述制品为服装,包括所述的辐射制冷面料制成的面布。
- [025] 本申请的辐射制冷面料具备良好的遮阳以及辐射制冷功能,此外,辐射制冷面料的抗皱性能良好,反复折叠使用时,表面不易产生褶皱。因此,本申请的辐射制冷面料可用于制备窗帘、车罩、帐篷、遮阳篷、伞、服装或帽子等制品,使这些制品不仅具有遮光功能,还具有良好的自动降温功能。

附图说明

- [026] 图 1 为本申请的辐射制冷面料的第一种实施方式的结构示意图;
- [027] 图 2 为本申请的辐射制冷面料的第二种实施方式的结构示意图;
- [028] 图 3 为本申请的辐射制冷面料的第三种实施方式的结构示意图;
- [029] 图 4 为本申请的辐射制冷面料的第四种实施方式的结构示意图;
- [030] 图 5 为本申请的辐射制冷面料的第五种实施方式的结构示意图;
- [031] 图 6 为本申请的辐射制冷面料的第六种实施方式的结构示意图;
- [032] 图 7 为本申请的辐射制冷面料的第七种实施方式的结构示意图;
- [033] 图 8 为本申请的辐射制冷面料的第八种实施方式的结构示意图;
- [034] 图 9 为本申请的辐射制冷面料的第九种实施方式的结构示意图;
- [035] 图 10 为本申请第一实施方式的制品的结构示意图;
- [036] 图 11 为本申请第二实施方式的制品的结构示意图;
- [037] 图 12 为图 11 所示制品的结构分解图;
- [038] 图 13 为本申请第三实施方式的制品的外帐的结构示意图;
- [039] 图 14 为本申请第三实施方式的制品的帐篷骨架的结构示意图;
- [040] 图 15 为本申请第三实施方式的制品的可拆部的结构示意图;

- [041] 图 16 为本申请第三实施方式的制品的可拆部安装于外帐的结构示意图；
[042] 图 17 为本申请第三实施方式的制品的可拆部安装于内衬帐的结构示意图；
[043] 图 18 为本申请第三实施方式的制品的供电组件安装于可拆部的结构示意图；
[044] 图 19 为本申请第三实施方式的制品的供电组件、传感器、控制器及告警器的电路图；
5 [045] 图 20 为本申请第四实施方式的制品的第一种结构示意图；
[046] 图 21 为图 20 所示的制品的结构分解图；
[047] 图 22 为本申请第四实施方式的制品的第二种结构示意图；
[048] 图 23 为本申请第四实施方式的制品的第三种结构示意图；
[049] 图 24 为本申请第四实施方式的制品的第四种结构示意图；
10 [050] 图 25 为本申请第五实施方式的制品的结构示意图；
[051] 图 26 为本申请第六实施方式的制品的结构示意图；
[052] 图 27 为本申请第七实施方式的制品的结构示意图；
[053] 图 28 为建筑物不锈钢展示屋的测温点示意图；
[054] 图 29 为图 28 所示建筑物分别使用本申请的辐射制冷面料制得的窗帘与普通的遮阳面料制得的窗
15 帘时，室内温度的对比曲线；
[055] 图 30 为汽车的测温点示意图；
[056] 图 31 为图 30 所示汽车分别使用本申请的辐射制冷面料制得的车罩、普通面料制得的车罩以及未
设置车罩时，车内温度的对比曲线；
[057] 图 32 为帐篷的测温点示意图；
20 [058] 图 33 为图 32 所示帐篷分别采用本申请的辐射制冷面料制备以及采用普通遮阳面料制备时，篷内
温度的对比曲线。
[059] 图中：11、柔性基材层；12、功能层；13、界面剂层；14、防水层；15、疏水层；16、耐候层；
121、第一功能层；122、第二功能层；123、第三功能层；124、第一功能填料；125、第二功能填料；126、
第三功能填料；20、伞；21、伞面；22、伞骨架；23、立杆；30、车罩；31、车罩体；32、固定件；321、
25 磁性吸附层；322、磁性体；40、帐篷；41、外帐；42、帐篷骨架；43、内衬帐；44、可拆部；45、供电
组件；46、传感器；47、告警器；48、控制器；49、门体；50、帽子；51、帽体；511、透气孔；52、遮
阳帘；521、安装板；5124、安装孔；522、帘本体；53、收纳袋；54、降温袋；60、窗帘；70、遮阳篷；
71、遮阳篷骨架；72、篷面；80、服装；81、布面。

30 具体实施方式

- [060] 以下将对本申请提供的辐射制冷面料、制品作进一步说明。
[061] 本申请提供的辐射制冷面料中，包括层叠设置的柔性基材层 11 和功能层 12，功能层 12 主要发挥
反射太阳光以及自动降温的功能。
[062] 如图 1 所示，为本申请提供的第一种实施方式的辐射制冷面料，功能层 12 包括第一功能层 121，
35 第一功能层 121 包括第一功能树脂以及分散于第一功能树脂中的第一功能填料 124。
[063] 本实施方式的辐射制冷面料中，功能层 12 的反射功能和自动降温功能由第一功能层 121 的第一
功能树脂以及第一功能填料 124 共同赋予。第一功能层 121 的厚度越厚、第一功能填料 124 的含量越多，
其遮阳以及辐射制冷效果越好。但是，发明人发现，第一功能层 121 厚度过厚、第一功能填料 124 的含量
40 过多，会导致辐射制冷面料的抗皱性变差，尤其是辐射制冷面料经过多次折叠后，其表面褶皱较多，一方
面影响美观，另一方面也会对辐射制冷面料的功能产生一定的影响。但是若第一功能层 121 过薄或者第一
功能填料 124 过少，则第一功能层 121 的反射以及辐射制冷功能就会变差。
[064] 为平衡辐射制冷面料的这两种性能，发明人进行了深入的研究，发现当第一功能层 121 的厚度为
10 μm ~200 μm 、第一功能填料 124 在第一功能层 121 中的质量分数为 1%~20%时，能够保证第一功能层 121
在 7 μm ~14 μm 波段的发射率不低于 80%，在 300nm~2500nm 波段的反射率不低于 80%，同时，还可以获
45 得抗皱性较好的辐射制冷面料。
[065] 具体地，本申请的辐射制冷面料的抗皱性可使用褶皱回复角表征，其径向回复角的平均值 $\geq 95^\circ$ ，

纬向回复角的平均值 $\geq 91^\circ$ 。

[066] 在一个或多个实施例中，当柔性基材层 11 的厚度为 $300\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ 、第一功能层 121 中第一功能填料 124 的质量分数为 $8\%\sim 20\%$ 时，可使辐射制冷面料的径向回复角的平均值 $\geq 98^\circ$ ，纬向回复角的平均值 $\geq 93^\circ$ 。

5 [067] 其中，第一功能填料 124 包括第一填料和第二填料，第一填料的粒径大于等于 $0.01\mu\text{m}$ 小于 $5\mu\text{m}$ ，第二填料的粒径大于等于 $5\mu\text{m}$ 小于等于 $15\mu\text{m}$ ，第一填料和第二填料的质量之比为 $1:4\sim 4:1$ 。

[068] 第一填料与第二填料均能够发射大气窗口波段 ($7\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$) 的红外线，具有辐射制冷功能，此外，小粒径的第一填料能够较好地反射太阳光 ($300\text{nm}\sim 2500\text{nm}$ 波段)，大粒径的第二填料能够进一步增加第一功能层 121 对太阳光的反射。从而，通过不同粒径的第一功能填料 124 的组合，可以更好地提高第一功能填料 124 对太阳光的反射，进而提高辐射制冷面料的反射隔热效果。

10 [069] 在一个或多个实施例中，第一填料和第二填料各自独立地选自铈钨青铜、氧化锡锑、氧化铟锡、氧化锌铝、二氧化硅、碳化硅、二氧化钛、碳酸钙、硫酸钡、氮化硅中的一种或多种。

[070] 在一个或多个实施例中，第一功能层 121 中还包括分散在树脂基材层中的助剂，助剂可以是但不限于分散剂、消泡剂、润湿剂、防腐剂、成膜助剂、增稠剂中的至少一种。

15 [071] 需要说明的是，该实施方式中的第一功能层 121 可以一层，也可以是多层，本申请对此不做限定。

[072] 如图 2 所示，为本申请提供的第二种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式中，功能层 12 还包括第二功能层 122，第一功能层 121 设置于柔性基材层 11 上，第二功能层 122 设置于第一功能层 121 远离柔性基材层 11 的表面，第二功能层 122 由第二功能填料 125 固定铺设于第一功能层 121 的表面形成，第二功能填料 125 与第一功能层 121 粘接，第一功能层 121 的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ ，第二功能填料 125 的粒径为 $1\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ 。

20 [073] 在一个或多个实施例中，第二功能填料 125 的粒径为第一功能层 121 厚度的 0.5 倍 ~ 1.5 倍，第二功能填料 125 的用量为 $10\text{g}/\text{m}^2\sim 200\text{g}/\text{m}^2$ 。

[074] 其中，第二功能填料 125 用于提高功能层 12 在 $300\text{nm}\sim 2500\text{nm}$ 波段的反射率，选自陶瓷粉、钛白粉、玻璃微珠、二氧化硅、重钙粉、硫酸钡、滑石粉、硫酸锌、硅酸铝、重钙粉、珠光粉、氧化铝、氧化锌、氧化锆、氧化铈、氧化镧、氧化铈、氧化镁中的一种或几种，形状优选为球形或椭球形。

25 [075] 在第一功能层 121 上铺设第二功能填料 125，可以大幅提高功能层 12 的反射率，从而提高功能层 12 在日间的辐射制冷效率。进而，可以进一步降低功能层 12 的厚度，使得本申请的功能层 12 可以在厚度不超过 $50\mu\text{m}$ 的情况下，在 $300\text{nm}\sim 2500\text{nm}$ 波段具有大于 88% 的反射率，同时，在 $7\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 波段的具有大于 90% 的发射率，有利于获得柔韧性更好、辐射制冷效果更高的辐射制冷面料。

30 [076] 需要说明的是，第二功能填料 125 以单层的方式铺设于第一功能层 121 的表面形成第二功能层 122，即，第二功能填料 125 之间不会出现叠层的现象，均能与第一功能层 121 粘接。从而，第二功能层 122 的厚度小于等于第二功能填料 125 的粒径。

[077] 具体地，本实施方式的功能层 12 的制备方法包括以下步骤：

35 [078] S1，在柔性基材层 11 上设置第一功能层 121，在第一功能层 121 干燥或固化前，将第二功能填料 125 均匀喷洒于第一功能层 121 的表面；

[079] S2，干燥或固化第一功能层 121，使得第二功能填料 125 粘接于第一功能层 121 上形成第二功能层 122。

40 [080] 需要说明的是，本申请所说的“固化”可以是但不限于热固化、光固化、自然风干等。第一功能层 121 可以通过刮涂、滚涂、喷涂、刷涂等方式制得。第二功能填料 125 采用气动喷雾装置雾化，然后均匀喷洒在第一功能层 121 上。

[081] 如图 3 所示，为本申请提供的第三种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式在第二种实施方式的基础上，功能层 12 还包括第三功能层 123，第三功能层 123 设于第二功能层 122 远离第一功能层 121 的表面，第三功能层 123 包括第二功能树脂，第三功能层 123 的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 。

45 [082] 需要说明的是，由于第二功能层 122 由第二功能填料 125 铺设而成，在相邻两个第二功能填料 125 之间自然形成有间隙，第三功能层 123 的第三功能树脂会填充于该空隙而与第一功能层 121 粘结。

[083] 该实施方式中，第三功能层 123 的厚度大于等于第二功能填料 125 的粒径，以使第三功能层 123

能够完全包覆第二功能填料 125，且能够与第二功能填料 125 粘结。

[084] 具体地，该功能层 12 的制备方法在上述步骤的基础上还包括：在第二功能层 122 的表面上设置第三功能层 123 并固化。

5 [085] 如图 4 所示，为本申请提供的第四种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式与第三种实施方式的区别在于，第三功能层 123 的厚度小于第二功能填料 125 的粒径，所以，第二功能填料 125 的部分凸出于第三功能层 123 的表面。

[086] 如图 5 所示，为本申请提供的第五种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式在第三和第四种实施方式的基础上，在第三功能层 123 中，还包括有第三功能填料 126，第三功能填料 126 分散于第二功能树脂中，第三功能填料 126 可以选择在 $7\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 波段具有高发射率和在 $300\text{nm}\sim 2500\text{nm}$ 具有高反射率的填料，以进一步提高功能层 12 的辐射制冷效果。

[087] 在一个或多个实施例中，第三功能填料 126 选自陶瓷粉、钛白粉、玻璃微珠、二氧化硅、重钙粉、硫酸钡、滑石粉、硫酸锌、硅酸铝、重钙粉、珠光粉、氧化铝、氧化锌、氧化锆、氧化铈、氧化镧、氧化铈、氧化镁中的一种或几种，第三功能填料 126 的粒径为 $4\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

15 [088] 从而，通过第二功能层 122 和第三功能层 123 的结构设置，不仅提高了功能层 12 的辐射制冷效果，而且进一步减小了功能层 12 的厚度，基本不会超过 $100\mu\text{m}$ ，使辐射制冷面料具有更好的辐射制冷效果和抗褶皱性，同时，降低了成本。

[089] 考虑到树脂的辐射制冷功能，以使树脂与功能填料共同赋予功能层 12 辐射制冷效果，在上述五种实施方式中，第一功能树脂和第二功能树脂各自独立地选自聚酰亚胺、环烯烃聚合物、环氧树脂、聚酯树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂、有机硅树脂、含氟树脂中的一种或多种。

20 [090] 在一个或多个实施例中，柔性基材层 11 包括布料层以及涂覆于布料层一面或双面的树脂涂布层，树脂涂布层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。其中，布料层的材料选自涤纶、锦纶、腈纶、丝、棉、麻中的一种或多种的混纺，树脂涂布层的材料选自聚氯乙烯树脂、丙烯酸树脂、环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯树脂中的一种或多种。

25 [091] 如图 6 所示，为本申请提供的第六种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式在上述五种实施方式的基础上，柔性基材层 1 与功能层 12 之间还设有界面剂层 13，界面剂层 13 的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，界面剂层 13 的材料可以选自丙烯酸树脂、聚氨酯树脂和环氧树脂中的一种或多种。界面剂层 13 用于提高功能层 12 在柔性基材层 11 上的附着力，同时也具备防水的功能。

30 [092] 如图 7 所示，为本申请提供的第七种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式在上述六种实施方式的基础上，柔性基材层 11 在远离功能层 12 的一侧还设有防水层 14，防水层 14 的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，防水层 14 的材料可以选自丙烯酸树脂、聚氨酯树脂和环氧树脂中的一种或多种。防水层 14 在 $400\text{nm}\sim 700\text{nm}$ 可见光范围内的透射率 $\geq 80\%$ ，防水层 14 具有较好的透光性，基本不会遮挡柔性基材层 11 内侧表面的图案。

35 [093] 如图 8 所示，为本申请提供的第八种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式在上述七种实施方式的基础上，还包括疏水层 15，疏水层 15 设置在功能层 12 远离柔性基材层 11 的一侧。疏水层 15 的材料可以选自含氟树脂、有机硅树脂中的一种或多种。进一步地，疏水层 15 中分散有纳米级的二氧化硅颗粒，二氧化硅颗粒在疏水层 15 中的质量分数为 $0.5\%\sim 5\%$ ，二氧化硅颗粒的粒径为 $0.5\text{nm}\sim 20\text{nm}$ ，二氧化硅颗粒能够进一步提高疏水层 15 的疏水性能，使得疏水层 15 的接触角大于 110° 。疏水层 15 的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。疏水层 15 对 $7\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 波段红外线的透射率 $\geq 80\%$ ，以保证疏水层 15 基本不影响功能层 12 的辐射制冷效果。

40 [094] 如图 9 所示，为本申请提供的第九种实施方式的辐射制冷面料，该实施方式在上述第一至第七种实施方式的基础上，还包括耐候层 16，耐候层 16 设置在功能层 12 远离柔性基材层 11 的一侧，耐候层 16 的材料选自含氟树脂、环氧树脂、聚酯树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂、有机硅树脂中的一种或几种，耐候层 16 的厚度为 $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 。

[095] 所以，本申请的辐射制冷面料不仅具备良好的遮阳以及辐射制冷功能，还具有良好的抗皱性能，反复折叠使用时，表面不易产生褶皱。

45 [096] 因此，本申请还提供一种制品，由上述的辐射制冷面料制成，包括窗帘、车罩、帐篷、遮阳篷、伞、服装、帽子等，这些制品不仅具有遮光功能，还具有良好的自动降温功能。

[0097] 如图 10 所示, 为本申请第一实施方式的制品, 所述制品为伞 20, 包括立杆 23、伞骨架 22 及所述的辐射制冷面料制成的伞面 21, 其中, 所述伞骨架 22 设于所述立杆 23, 所述伞面 21 设于所述伞骨架 22。从而, 当太阳光照射于所述伞面 21 时, 伞面 21 中的功能层 12 可以反射太阳光, 避免伞面 21 积累过多的热量, 并将伞面 21 表面及伞 20 的内部空间的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射, 实现零能耗降温, 提升使用者的舒适感。同时, 所述伞面 21 的抗皱性能良好, 反复折叠使用, 表面不易产生褶皱。

[0098] 应予说明的是, 本申请中“伞 20 的内部空间”是指伞 20 在使用过程中背离太阳光一侧的空间。

[0099] 在一个或多个实施例中, 伞 20 还包括太阳能电池板及风扇, 太阳能电池板与风扇电连接。风扇设在位于伞面 21 内侧的立杆 23, 太阳能电池板设在位于伞面 21 外侧的立杆 23。通过在伞面 21 的外侧设置太阳能电池板, 当太阳光照射于太阳能电池板时, 太阳能电池板吸收太阳光, 并将太阳辐射能通过光电效应或者光化学效应直接或间接转换成电能, 为风扇提供工作所需的电能。通过将风扇设在伞面 21 的内侧, 启动风扇, 可以将伞面 21 内侧的冷空气吹向使用者, 增加空气流速, 达到换热降温的效果, 进一步提升使用者的舒适感。

[0100] 在一个或多个实施例中, 立杆 23 的一端位于伞面 21 的外侧, 在位于伞面 21 外侧的立杆 23 端部设有太阳能电池板接口, 通过导线连接太阳能电池板接口及风扇。应予说明的是, 立杆 23 为中空结构, 立杆 23 的中部设有风扇接口, 该导线从立杆 23 的内部走线, 导线的一端连接太阳能电池板接口, 导线的另一端连接风扇接口。通过内藏的方式进行走线, 这样避免导线外漏破损而引起安全事故, 并且也使得伞 20 整洁, 使用更方便。

[0101] 还应予说明的是, 太阳能电池板可旋转地安装于伞面 21 外侧的立杆 23, 风扇可旋转地安装于伞面 21 内侧的立杆 23, 这样可以根据使用需求调节太阳能电池板及风扇的方向, 实用性更高。

[0102] 如图 11 和图 12 所示, 为本申请第二实施方式的制品, 所述制品为车罩 30, 包括固定件 32 及所述的辐射制冷面料制成的车罩体 31, 其中, 所述固定件 32 设于所述车罩体 31, 所述固定件 32 用于将车罩体 31 固定在车体上。从而, 固定件 32 可以将车罩体 31 固定贴紧于车体的表面, 一方面, 可以有效地阻隔外界热量以对流换热的方式进入车体内, 减少车体内冷量的流出, 另一方面, 当太阳光照射于所述车罩体 31 时, 车罩体 31 中的功能层 12 可以反射太阳光, 避免车罩体 31 积累过多的热量, 并将车罩体 31 表面及车体内部空间的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射, 实现零能耗降温, 提升使用者的舒适感。同时, 所述车罩体 31 的抗皱性能良好, 反复折叠使用, 表面不易产生褶皱。

[0103] 在一个或多个实施例中, 固定件 32 包括磁性吸附层 321, 磁性吸附层 321 层叠设于柔性基基层 11 与功能层 12 之间。磁性吸附层 321 能够将车罩体 31 吸附贴紧于车体的表面, 避免车罩体 31 被大风刮走, 并且, 由于车罩体 31 吸附贴紧于车体的表面, 可以减少车罩体 31 与车体表面之间的空气, 避免在大风的作用下车罩体 31 拍打车体表面而使车体表面产生损伤。

[0104] 应予说明的是, 也可以采用静电吸附层、粘接层、真空吸附层等将车罩体 31 吸附紧贴于车体的表面。

[0105] 在一个或多个实施例中, 磁性吸附层 321 的厚度为 $7\mu\text{m}\sim 12\mu\text{m}$, 以便于将车罩 30 吸附贴紧于车体的表面, 也便于从车体上揭下该车罩 30。

[0106] 在一个或多个实施例中, 固定件 32 还包括磁性体 322, 磁性体 322 位于车罩体 31 的边缘处。具体地, 磁性体 322 可以为磁性条, 磁性条间隔地设于车罩体 31 的边缘处; 或者, 磁性体 322 为软质的磁性条, 软质的磁性条环绕于车罩体 31 的边缘处。通过设置磁性体 322, 可以将车罩体 31 牢固地吸附于车体。

[0107] 在一个或多个实施例中, 固定件 32 还可以为连接带和/或挂钩, 当固定件 32 为连接带时, 连接带的一端设于车罩体 31 上, 连接带的另一端用于可拆卸地连接车轮。具体地, 连接带远离车罩体 31 的一端设置有挂钩, 通过挂钩将连接带连接在车轮上。或者, 连接带远离车罩体 31 的一端设置有魔术贴, 通过魔术贴将连接带连接在车轮上。当然, 也可以将连接带系紧在车轮上。通过连接带可以将车罩牢固地安装在车体上, 防止车罩 30 被风刮走。当然, 当连接带远离车罩体 31 的一端设置有挂钩时, 也可以通过挂钩将连接带连接在车体的下边缘处, 或者后视镜处; 当连接带远离车罩体 31 的一端设置有魔术贴时, 也可以通过魔术贴将连接带连接在车体的后视镜处, 当然, 也可以将连接带直接系紧在后视镜处, 连接带远离车罩体 31 的一端通过何种方式实现车罩体 31 与车体的连接可以根据使用需求进行设置, 不以此为限。

[0108] 应予说明的是，当车罩 30 为半罩体时，使用时，将车罩 30 对应罩设于驾驶室和后备箱的位置处。并且，在车罩 30 的边缘处缝制一圈吸铁石，使得车罩 30 紧贴于车体的表面。当车罩 30 为全罩体时，将车罩 30 全面覆盖于车体的表面。并且，在车罩 30 对应车门的位置处缝制吸铁石，便于将车罩 30 吸附紧贴于车门。

5 [0109] 如图 13 至图 19 所示，为本申请第三实施方式的制品，所述制品为帐篷 40，包括帐篷骨架 42 及所述的辐射制冷面料制成的外帐 41，所述外帐 41 罩于所述帐篷骨架 42 外。从而，当太阳光照射于所述外帐 41 的表面时，外帐 41 中的功能层 12 可以反射太阳光，避免外帐 41 积累过多的热量，并将外帐 41 表面及帐篷 40 的内部空间的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射，实现零能耗降温，提升使用者的舒适感。同时，所述外帐 41 的抗皱性能良好，反复折叠使用，表面不易产生褶皱。

10 [0110] 应予说明的是，本申请中“帐篷 40 的内部空间”是指帐篷 40 在使用过程中背离户外一侧的空间。
[0111] 在一个或多个实施例中，帐篷 40 还包括内衬帐 43 及底帐，内衬帐 43 设于外帐 41 的内侧，底帐位设于内衬帐 43 的底部，内衬帐 43 与帐篷骨架 42 连接。一般地，通过绳索、卡扣等将内衬帐 43 吊装于帐篷骨架 42，外帐 41 覆盖于帐篷骨架 42 上，以使内衬帐 43 及外帐 41 之间具有一定的间隔。通过在外帐 41 的内侧设置内衬帐 43，并且内衬帐 43 的底部设置底帐，以形成封闭空间，既具有较好的保温效果，又
15 可以防止蚊虫。当然，也可以通过缝合或粘贴方式连接内衬帐 43 及外帐 41，再将其共同罩设于帐篷骨架 42 上，以便于帐篷 40 的折叠或开启。

[0112] 在一个或多个实施例中，内衬帐 43 可以为涤纶牛津布，使得帐篷 40 结实可靠，同时防风、防雨及防晒，满足普通户外帐篷 40 的使用要求。当然，内衬帐 43 也可以为网布，例如 B3 网布，网布的透气性良好，质地轻，便于收纳携带，同时也能够使帐篷 40 具有透气性、防蚊虫的功能。

20 [0113] 在一个或多个实施例中，帐篷 40 还包括可拆部 44，可拆部 44 可拆卸地连接于外帐 41，或者可拆部 44 可拆卸地连接于内衬帐 43 露出于外帐 41 的部分。应予说明的是，可拆部 44 设于遮阳帐篷 40 穹顶结构的位置，可拆部 44 的平面形状为方形。

[0114] 在一个或多个实施例中，可拆部 44 由所述的辐射制冷面料制成。通过设置可拆部 44，能够增强帐篷 40 辐射降温效果，并且使用灵活，便于更换。

25 [0115] 在一个或多个实施例中，可拆部 44 通过拉链、魔术贴、钮扣、绳结等方式可拆卸连接于外帐 41，或可拆卸地连接于内衬帐 43 露出于外帐 41 的部分。

[0116] 在一个或多个实施例中，帐篷 40 还可以包括门体 49，外帐 41 的侧面设有开口，门体 49 设于开口处。具体地，门体 49 可以采用卷帘形式遮挡，还可以采用翻盖形式遮挡，以方便进出帐篷。当然，门体 49 还可以包括窗体。

30 [0117] 在一个或多个实施例中，帐篷 40 还包括供电组件 45、传感器 46、告警器 47 及控制器 48，传感器 46、告警器 47 及控制器 48 分别与供电组件 45 电连接，控制器 48 分别与传感器 46、告警器 47 电连接，以满足帐篷 40 的多功能需求。在本实施方式中，供电组件 45 为太阳能柔性电池，太阳能柔性电池设于帐篷 40 的外表面。

35 [0118] 在一个或多个实施例中，传感器 46 为温度传感器 46、距离传感器 46、烟雾传感器 46 中的一种或多种。应予说明的是，温度传感器 46 可以监测帐篷 40 的温度，以实时感知帐篷 40 内的实际温度；距离传感器 46 可以检测是否有野兽或者其他异物靠近帐篷 40；烟雾传感器 46 可以检测帐篷 40 内外是否发生火灾。告警器 47 可以进行声光等形式的报警，以提醒帐篷 40 内人员出现危险状况，或者通过警报吓退野兽。

40 [0119] 如图 20 至图 24 所示，为本申请第四实施方式的制品，所述制品为帽子 50，包括所述的辐射制冷面料制成的帽体 51，所述帽体 51 用于容纳头部的腔体。从而，当太阳光照射于所述帽体 51 时，帽体 51 中的功能层 12 可以反射太阳光，避免帽体 51 积累过多的热量，并将帽体 51 表面及腔体的内部空间的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射，实现零能耗降温，提升使用者的舒适感。同时，所述帽体 51 的抗皱性能良好，反复折叠使用，表面不易产生褶皱。

45 [0120] 在一个或多个实施例中，帽体 51 设有透气孔 511，透气孔 511 从腔体的内壁延伸至腔体的外壁。应予说明的是，帽体 51 设有透气孔 511，透气孔 511 可以设有一个，也可以设有多个；若透气孔 511 为多个，则多个透气孔 511 相对设置。通过设置透气孔 511，可以使腔体的内部空间的热量散发到外界环境中，

以实现腔体的内部空间的空气流通,进一步降低腔体的内部空间的温度。

[0121] 在一个或多个实施例中,帽子 50 还包括遮阳帘 52,遮阳帘 52 位于腔体的开口端,使用时,遮阳帘 52 垂设于使用者的颈部,这样能够避免阳光直射颈部,防止使用者的颈部被晒伤。进一步地,遮阳帘 52 由所述的辐射制冷面料制成,从而,当太阳光照射于遮阳帘 52 时,遮阳帘 52 中的功能层 12 可以反射太阳光,避免遮阳帘 52 积累过多的热量,并将遮阳帘 52 表面的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射,实现零能耗降温,降低使用者颈部的温度,提升使用者的舒适感。同时,所述遮阳帘 52 的抗皱性能良好,反复折叠使用,表面不易产生褶皱,可以根据使用需求进行折叠,便于收纳和携带。

[0122] 在一个或多个实施例中,遮阳帘 52 包括安装板 521 及设于安装板 521 边缘的帘本体 522,安装板 521 设有与帽子 50 相适配的安装孔 5211。使用时,通过安装孔 5211 将安装板 521 卡设于帽子 50 的顶部,使得拆装简易,使用灵活。

[0123] 在一个或多个实施例中,帽子 50 还包括收纳袋 53,收纳袋 53 设于遮阳帘 52。通过在遮阳帘 52 的表面设置收纳袋 53,这样可以将折叠后的遮阳帘 52 放置于收纳袋 53 中,收纳方便、便于携带。

[0124] 在一个或多个实施例中,帽子 50 也可以包括降温袋 54,降温袋 54 设于帽子 50 内表面对应于使用者后脑的位置处。具体地,通过卡扣、拉链等将降温袋 54 可拆卸地设于帽子 50 的内表面。同时,降温袋 54 内可以加入冰块、冰袋或其他相变物质为头部降温,冰块、冰袋或其他相变物质的融化、蒸发也会吸取头部的热量,长时间给头部降温。当然,不放入冰块、冰袋或其他相变物质时,降温袋 54 仍遮住颈部,减少太阳辐射产生的热量。

[0125] 在一个或多个实施例中,帽子 50 还包括颜料,颜料可分散于功能层 12 中,具体可以分散于第一功能层 121 或第二功能层 122 或第三功能层 123 中。通过在功能层 12 中添加颜料,便于对帽子 50 进行分类,也便于使用者识别自己的帽子 50。

[0126] 如图 25 所示,为本申请第五实施方式的制品,所述制品为窗帘 60,包括所述的辐射制冷面料制成的帘体,所述帘体形成窗帘 60 的一部分。从而,当太阳光照射于所述帘体时,帘体中的功能层 12 可以反射太阳光,避免帘体积累过多的热量,并将帘体表面及建筑的内部空间的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射,实现零能耗降温,提升使用者的舒适感。同时,所述帘体的抗皱性能良好,反复折叠使用,表面不易产生褶皱,可以根据使用需求进行折叠,便于收纳。

[0127] 如图 26 所示,为本申请第六实施方式的制品,所述制品为遮阳篷 70,包括遮阳篷骨架 71 及所述的辐射制冷面料制成的篷面 72,所述篷面 72 罩于所述遮阳篷骨架 71 外。从而,当太阳光照射于所述篷面 72 时,篷面 72 中的功能层 12 可以反射太阳光,避免篷面 72 积累过多的热量,并将篷面 72 表面及遮阳篷 70 的内部空间的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射,实现零能耗降温,提升使用者的舒适感。同时,所述篷面 72 的抗皱性能良好,反复折叠使用,表面不易产生褶皱。

[0128] 应予说明的是,本申请中“遮阳篷 70 的内部空间”是指遮阳篷 70 在使用过程中背离太阳光一侧的空间。

[0129] 如图 27 所述,为本申请第七实施方式的制品,所述制品为服装 80,包括由所述的辐射制冷面料制成的布面 81,具体可以为胸部面布、背部面布以及肩部面布等,从而,当太阳光照射于所述面布 81 时,面布 81 中的功能层 12 可以反射太阳光,避免面布 81 积累过多的热量,并将面布 81 表面及服装 80 的内部空间(例如:人体)的热量以红外辐射方式通过大气窗口发射,实现零能耗降温,提升使用者的舒适感。同时,所述面布 81 的抗皱性能良好,反复折叠使用,表面不易产生褶皱。

[0130] 【实施例 1】

[0131] 提供一辐射制冷面料,包括依次设置的防水层、柔性基材层、界面剂层、第一功能层以及疏水层。防水层为厚度 10 μ m 的丙烯酸树脂,柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料,界面剂层为厚度 10 μ m 的聚氨酯树脂,第一功能层的厚度为 30 μ m,第一功能层包括 85wt% 的环氧树脂、10wt% 的二氧化钛(粒径 5 μ m)、3wt% 的氮化硅(粒径 1 μ m)以及 2wt% 的助剂,疏水层为厚度 10 μ m 的含氟树脂。

[0132] 【实施例 2】

[0133] 提供一辐射制冷面料,包括依次设置的防水层、柔性基材层、第一功能层以及疏水层。防水层为厚度 20 μ m 的聚氨酯树脂,柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶织布,第一功能层的厚度为 60 μ m,第一功能层包括 88wt% 的聚酰亚胺、5wt% 的碳酸钙(粒径 3 μ m)、3wt% 的二氧化硅(粒径 5 μ m)以及 4wt% 的助剂,

疏水层为厚度 10 μ m 的含氟树脂。

[0134] 【实施例 3】

[0135] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层、界面剂层、第一功能层以及疏水层。柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料，界面剂层为厚度 20 μ m 的环氧树脂，第一功能层的厚度为 10 μ m，第一功能层包括 80wt% 的环烯烃聚合物、9wt% 的硫酸钡（粒径 2 μ m）、9wt% 的碳化硅（粒径 7 μ m）以及 2wt% 的助剂，疏水层为厚度 20 μ m 的有机硅树脂。

[0136] 【实施例 4】

[0137] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及第一功能层。柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料，第一功能层的厚度为 200 μ m，第一功能层包括 76wt% 的聚酯树脂、10wt% 的氧化锌铝（粒径 1 μ m）、10wt% 的二氧化硅（粒径 8 μ m）以及 4wt% 的助剂。

[0138] 【实施例 5】

[0139] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及第一功能层。柔性基材层为厚度 2mm 的棉布，第一功能层的厚度为 150 μ m，第一功能层包括 80wt% 的聚氨酯树脂、6wt% 的氧化铟锡（粒径 0.01 μ m）、12wt% 的二氧化钛（粒径 6 μ m）以及 2wt% 的助剂。

[0140] 【实施例 6】

[0141] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及第一功能层。柔性基材层为厚度 0.3mm 的锦纶布料，第一功能层的厚度为 100 μ m，第一功能层包括 90wt% 的丙烯酸树脂、4wt% 的氧化铟锡（粒径 3 μ m）、4wt% 的碳酸钙（粒径 15 μ m）以及 2wt% 的助剂。

[0142] 【实施例 7】

[0143] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及第一功能层。柔性基材层包括厚度 0.5mm 的涤纶布料以及涂布在涤纶布料两面厚度为 20 μ m 的聚氯乙烯树脂，第一功能层的厚度为 80 μ m，第一功能层包括 88wt% 的有机硅树脂、8wt% 的铈钨青铜（粒径 2 μ m）、3wt% 的氮化硅（粒径 10 μ m）以及 1wt% 的助剂。

[0144] 【实施例 8】

[0145] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及第一功能层。柔性基材层包括厚度 0.5mm 的涤纶布料以及涂布在涤纶布料两面厚度为 20 μ m 的聚氨酯树脂，第一功能层的厚度为 120 μ m，第一功能层包括 85wt% 的丙烯酸树脂、6wt% 的硫酸钡（粒径 3 μ m）、6wt% 的碳酸钙（粒径 15 μ m）以及 3wt% 的助剂。

[0146] 【实施例 9】

[0147] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及第一功能层。柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料，第一功能层的厚度为 100 μ m，第一功能层包括 90wt% 的有机硅树脂、5wt% 的二氧化钛（粒径 2 μ m）、3wt% 的碳酸钙（粒径 10 μ m）以及 2wt% 的助剂。

[0148] 【对比例 1】

[0149] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及功能层。柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料，功能层的厚度为 250 μ m，功能层包括 90wt% 的有机硅树脂、5wt% 的二氧化钛（粒径 2 μ m）、3wt% 的碳酸钙（粒径 10 μ m）以及 2wt% 的助剂。

[0150] 【对比例 2】

[0151] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的柔性基材层以及功能层。柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料，功能层的厚度为 5 μ m，功能层包括 70wt% 的有机硅树脂、14wt% 的二氧化钛（粒径 2 μ m）、14wt% 的碳酸钙（粒径 10 μ m）以及 2wt% 的助剂。

[0152] 【对比例 3】

[0153] 提供一辐射制冷面料，包括依次设置的防水层、柔性基材层、界面剂层、功能层以及疏水层。防水层为厚度 25 μ m 的丙烯酸树脂，柔性基材层为厚度 1mm 的涤纶布料，界面剂层为厚度 25 μ m 的聚氨酯树脂，功能层的厚度为 200 μ m，功能层包括 85wt% 的环氧树脂、10wt% 的二氧化钛（粒径 5 μ m）、3wt% 的氮化硅（粒径 1 μ m）以及 2wt% 的其他助剂，疏水层为厚度 25 μ m 的含氟树脂。

[0154] 测量以上各实施例以及对比例的辐射制冷面料在 300nm~2500nm 波段的反射率以及在 7 μ m~14 μ m

波段的发射率。测试结果见表 1。

[0155] 测量以上各实施例以及对比例的辐射制冷面料的抗皱性。按照 GB/T3819-1997 标准测试织物的折皱回复性能。在剪取试样之前将试样在标准条件（温度 $20\pm3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $65\pm5\%$ ）下放置 24h，使用国产 YG(B)541D 型织物折皱弹性仪，在面料的经纬向做上标记，沿试样宽度方向离布边 5cm 处剪取一块 40mm×15mm 形状为“凸”字的试样。按照规定对折试样，在 10N 的压力下静置 1 分钟，机器自动测量试样弹起的缓弹性角（释重 5min 后），经纬方向各测 5 次，求得平均值，折皱回复角越大，织物的抗皱性越好。测试结果见表 1。

[0156] 表 1

实施例	300nm~2500nm 波段的反射率	7μm~14μm 波段的发射率	径向回复角平均值	纬向回复角平均值
实施例 1	86%	87%	104.4°	100.4°
实施例 2	88%	89%	103.9°	100.2°
实施例 3	82%	83%	104.7°	101.2°
实施例 4	93%	94%	98.4°	93.7°
实施例 5	92%	94%	100.7°	98.0°
实施例 6	92%	93%	102.8°	99.3°
实施例 7	90%	91%	103.2°	99.8°
实施例 8	92%	93%	101.5°	98.5°
实施例 9	92%	93%	102.6°	99.2°
对比例 1	92%	93%	89.2°	84.3°
对比例 2	69%	72%	93.5°	90.4°
对比例 3	93%	93%	90.7°	84.8°

[0157] 从实施例 9 与对比例 1 的回复角数据可以看出，当功能层的厚度超过 200μm 时，面料的抗皱性能有明显的下降，而功能层的反射率以及发射率随着厚度的增加逐渐趋于稳定。也即，当功能层的厚度达到 200μm 左右时，继续增加功能层的厚度并不会提高功能层的反射以及辐射制冷能力，反而会致使面料的抗皱变差。

[0158] 从实施例 9 与对比例 2 的回复角数据可以看出，当功能层中的填料超过 20%时，即使功能层的厚度较薄，也会导致面料的抗皱性变差。

[0159] 从实施例 1 与对比例 3 的回复角数据可以看出，当辐射制冷面料中的各层的厚度超过一定值时，面料的抗皱性变差。

[0160] 以下提供辐射制冷面料的第一个应用案例：

[0161] （1）提供一如图 28 所示的不锈钢材质的展示屋 A，其长宽高分别为 5m、4m、3m，展示屋的一侧墙面具有玻璃窗，玻璃窗的尺寸为 2.5m×2m，在展示屋的玻璃窗的内侧装上实施例 6 制得的辐射制冷面料，辐射制冷面料的面积为 5m²，将展示屋 A 放置在室外空旷的地方，采用带有数据记录仪的热电偶测量和记录展示屋 A 内正中间位置测温点 b1 的温度变化，见图 29 中曲线 b。

[0162] （2）提供一不锈钢材料的展示屋 B，其与展示屋 A 的材质、尺寸、结构、形状均相同，不同之处在于展示屋 B 的玻璃窗上设置普通遮光帘（厚度为 1mm 的涤纶布料），普通遮光帘的面积为 5m²，将展示屋 B 放置在与展示屋环境一致的地方，采用带有数据记录仪的热电偶测量和记录展示屋 B 内正中间位置测温点 a1 的温度变化，见图 11 中曲线 a。

[0163] 在步骤（1）、（2）进行测量的同时，还测试当时户外的环境温度以及太阳辐照量，见图 29 中的环境温度曲线 c 以及太阳辐照量曲线 d。对比图 29 的各曲线可以看出，同一时间段内，展示屋 B 内的温度比户外温度最高可高出 20℃，而展示屋 A 内的温度比展示屋 B 内的温度最多可低 6℃，说明辐射制冷面料具有较好的自动降温效果，能够降低室内温度，提高室内的舒适度，且节能环保。

[0164] 以下提供辐射制冷面料的第二个应用案例：

[0165] 提供如图 30 所示的三辆相同品牌相同型号的汽车 C、D、E，将三辆汽车停放在环境一致的地方，在汽车 C 外罩上普通面料（厚度为 1mm 的涤纶布料）制成的车罩，在汽车 D 外罩上实施例 8 制得的辐射制冷面料制成的车罩，在汽车 E 外不设置车罩，在汽车 C、D、E 的驾驶舱正中间位置分别设置测温点 e1、g1、f1，用带有数据记录仪的热电偶测量和记录各汽车测温点的温度变化，测量结果分别见图 31 中曲线 e、

g、f。在测量车内温度的同时，还测试当时户外的环境温度以及太阳辐照量，见图 31 中的环境温度曲线 h 以及太阳辐照量曲线 j。对比图 31 的曲线可以看出，设置了辐射制冷面料车罩的汽车内温度最低，同一时间段，D 与 C 的最大温差可达到 20℃，D 与 E 的最大温差可达 30℃。使用辐射制冷面料制备车罩可以大幅降低车内温度，解决太阳暴晒下驻车升温问题，有利于延长汽车寿命，提高使用安全性，增加汽车内部舒适度。

5 [0166] 以下提供辐射制冷面料的第三个应用案例：

[0167] 提供如图 32 所示的大小、形状、款式均相同的帐篷 H 和帐篷 J，其中帐篷 H 的外帐采用实施例 9 制备的辐射制冷面料，帐篷 J 的外帐采用普通面料（厚度为 1mm 的涤纶布料），将帐篷 H 和 J 放置和环境一致的地方，测试帐篷 H 和 J 内屏正中间位置 m1、k1 的温度变化，测量结果分别见图 33 中曲线 m、k，在测量帐篷内温度的同时，还测试当时户外的环境温度以及太阳辐照量，见图 33 中的环境温度曲线 n 以及太阳辐照量曲线 p。对比图 33 的各曲线可以发现，同一时间段，H 与 J 的最大温差可达 20℃，采用辐射制冷面料制作帐篷具有明显的自动降温效果，能够降低帐篷内部温度，提高帐篷内的舒适度。

[0168] 【实施例 10】

[0169] 制备辐射制冷面料：

15 [0170] （1）提供一柔性基材层，其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂，涤纶织布的厚度为 1mm，涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10μm。

[0171] （2）在柔性基材层上涂覆 20μm 厚的 PET 树脂，在树脂干燥前，向 PET 树脂表面均匀喷洒一层平均粒径为 10μm 的钛白粉，干燥 PET 树脂，得到第一功能层和第二功能层。

[0172] （3）在钛白粉上涂覆 20μm 厚的 PET 树脂，然后干燥 PET 树脂，得到第三功能层。

20 [0173] 【实施例 11】

[0174] 制备辐射制冷面料：

[0175] （1）提供一柔性基材层，其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂，涤纶织布的厚度为 1mm，涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10μm。

25 [0176] （2）在柔性基材层上涂覆 20μm 厚的聚丙烯酸（PAA）树脂，在树脂干燥前，向聚丙烯酸（PAA）树脂表面均匀喷洒一层平均粒径为 20μm 的滑石粉，干燥聚丙烯酸（PAA）树脂，得到第一功能层和第二功能层。

[0177] （3）在滑石粉上涂覆 10μm 厚的聚丙烯酸（PAA）树脂，然后干燥聚丙烯酸（PAA）树脂，得到第三功能层。

[0178] 【实施例 12】

30 [0179] 制备辐射制冷面料：

[0180] （1）提供一柔性基材层，其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂，涤纶织布的厚度为 1mm，涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10μm。

[0181] （2）在柔性基材层上涂覆 20μm 厚的聚氨酯树脂，在树脂干燥前，向聚氨酯树脂表面均匀喷洒一层平均粒径为 30μm 的二氧化硅，干燥聚氨酯树脂，得到第一功能层和第二功能层。

35 [0182] （3）在二氧化硅上涂覆 10μm 厚的聚氨酯树脂，然后干燥聚氨酯树脂，得到第三功能层。

[0183] 【实施例 13】

[0184] （1）提供一柔性基材层，其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂，涤纶织布的厚度为 1mm，涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10μm。

40 [0185] （2）在柔性基材层上涂覆 20μm 厚的 PET 树脂，该 PET 树脂层中混合有体积分数为 10% 的平均粒径为 10μm 二氧化硅，在树脂干燥前，向该 PET 树脂表面均匀喷洒一层平均粒径为 30μm 的钛白粉，干燥该 PET 树脂，得到第一功能层和第二功能层。

[0186] （3）在钛白粉上涂覆 10μm 厚的 PET 树脂，该 PET 树脂层中混合有体积分数为 5% 的平均粒径为 6μm 的二氧化硅，然后干燥 PET 树脂，得到第三功能层。

[0187] 【实施例 14】

45 [0188] （1）提供一柔性基材层，其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂，涤纶织布的厚度为 1mm，涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10μm。

- [0189] (2) 在柔性基材层上涂覆 20 μm 厚的 PET 树脂, 该 PET 树脂中混合有体积分数为 15% 的平均粒径为 10 μm 的钛白粉, 在树脂干燥前, 向 PET 树脂表面均匀喷洒一层平均粒径为 30 μm 的二氧化硅, 干燥该 PET 树脂, 得到第一功能层和第二功能层。
- [0190] (3) 在二氧化硅上涂覆 10 μm 厚的 PET 树脂, 该 PET 树脂中混合有体积分数为 12% 的珠光粉, 然后干燥该 PET 树脂, 得到第三功能层。
- 5 [0191] 【对比例 4】
- [0192] 制备辐射制冷面料:
- [0193] (1) 提供一柔性基材层, 其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂, 涤纶织布的厚度为 1mm, 涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10 μm 。
- 10 [0194] (2) 在柔性基材层上涂覆 50 μm 厚的 PET 树脂, PET 树脂中分散有平均粒径为 10 μm 的二氧化硅, 二氧化硅在树脂中的质量分数为 30%。
- [0195] (3) 然后干燥 PET 树脂。
- [0196] 【对比例 5】
- [0197] 制备辐射制冷面料:
- 15 [0198] (1) 提供一柔性基材层, 其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂, 涤纶织布的厚度为 1mm, 涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10 μm 。
- [0199] (2) 在柔性基材层上涂覆 100 μm 厚的聚氨酯树脂, 聚氨酯树脂中分散有平均粒径为 10 μm 的钛白粉, 钛白粉在树脂中的质量分数为 25%。
- [0200] (3) 然后干燥聚氨酯树脂。
- 20 [0201] 【对比例 6】
- [0202] 制备辐射制冷面料:
- [0203] (1) 提供一柔性基材层, 其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂, 涤纶织布的厚度为 1mm, 涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10 μm 。
- [0204] (2) 在柔性基材层上涂覆 20 μm 厚的聚氨酯树脂并干燥, 然后采用磁控溅射的方法在该聚氨酯树脂层表面镀上一层厚度为 20nm 的氧化铝层。
- 25 [0205] (3) 在氧化铝层上涂覆 10 μm 厚的聚氨酯树脂, 该聚氨酯树脂层中混合有体积分数为 5% 的平均粒径为 6 μm 的二氧化硅, 然后干燥聚氨酯树脂。
- [0206] 【对比例 7】
- [0207] 制备辐射制冷面料:
- 30 [0208] (1) 提供一柔性基材层, 其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂, 涤纶织布的厚度为 1mm, 涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10 μm 。
- [0209] (2) 在柔性基材层上涂覆 20 μm 厚的聚氨酯树脂并干燥, 然后采用磁控溅射的方法在该聚氨酯树脂层表面镀氧化铝层, 每层氧化铝层的厚度为 20nm, 共 10 层。
- [0210] (3) 在氧化铝层上涂覆 10 μm 厚的聚氨酯树脂, 该聚氨酯树脂层中混合有体积分数为 5% 的平均粒径为 6 μm 的二氧化硅, 然后干燥聚氨酯树脂。
- 35 [0211] 【对比例 8】
- [0212] 制备辐射制冷面料:
- [0213] (1) 提供一柔性基材层, 其包括涤纶织布以及涂覆在涤纶织布两面的聚氯乙烯树脂, 涤纶织布的厚度为 1mm, 涤纶织布两侧的树脂涂布层的厚度均为 10 μm 。
- 40 [0214] (2) 在柔性基材层上涂覆 20 μm 厚的聚氨酯树脂并干燥, 该聚氨酯树脂中混合有体积分数为 15% 的平均粒径为 10 μm 的钛白粉。然后采用磁控溅射的方法在该聚氨酯树脂层表面镀氧化铝层, 每层氧化铝层的厚度为 20nm, 共 10 层。
- [0215] (3) 在氧化铝层上涂覆 10 μm 厚的聚氨酯树脂, 该聚氨酯树脂层中混合有体积分数为 5% 的平均粒径为 6 μm 的二氧化硅, 然后干燥聚氨酯树脂。
- 45 [0216] 测试以上各实施例以及对比例的在 7 μm ~14 μm 波段的发射率以及在 300nm~2500nm 波段的反射率, 测试结果见表 2。

[0217]

表 2

实施例	7 μm ~14 μm 波段的发射率	300nm~2500nm 波段的反射率	径向回复角平均值	纬向回复角平均值
实施例 10	91.1%	89.2%	125.1°	124.2°
实施例 11	92.4%	90.2%	127.5°	125.2°
实施例 12	92.7%	93.5%	123.2°	121.5°
实施例 13	93.6%	93.8%	122.°	120.8°
实施例 14	93.9%	93.4%	119.9°	117.7°
对比例 4	78.2%	75.1%	91.4°	91.0°
对比例 5	79.5%	76.6%	92.8°	92.5°
对比例 6	85.1%	78.9%	93.5°	92.1°
对比例 7	85.6%	87.0%	92.6°	91.7°
对比例 8	89.7%	88.5%	92.0°	90.7°

[0218] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

- 5 [0219] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。