



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104356505 A

(43) 申请公布日 2015.02.18

(21) 申请号 201410553836.4 *C08K 9/04* (2006.01)
(22) 申请日 2014.10.17 *C08K 3/00* (2006.01)
(71) 申请人 清华大学 *C08K 9/06* (2006.01)
地址 100084 北京市海淀区 100084 信箱 82 *C08K 3/30* (2006.01)
分箱清华大学专利办公室 *C08K 3/26* (2006.01)
(72) 发明人 梁吉 向兰 陈浩远 *C08J 9/08* (2006.01)
(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327 *C08J 9/10* (2006.01)
代理人 邸更岩

(51) Int. Cl.
C08L 23/12 (2006.01)
C08L 27/06 (2006.01)
C08L 23/06 (2006.01)
C08L 25/06 (2006.01)
C08L 55/02 (2006.01)
C08K 13/06 (2006.01)

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法

(57) 摘要

一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法，属于化工材料制备领域。本发明以大宗工业固废和通用塑料为主要原料，通过对大宗工业固废进行表面改性，提高与通用塑料的相容性，利用复合增塑剂改善复合材料的流动性和加工性能，然后在适量发泡剂和助剂共同作用下进行混炼、造粒和成形，制备出添加大宗工业固废的轻质通用塑料复合材料。本发明工艺简便，成本低廉，产品轻质高强，附加值大。本发明制备的复合材料具有工业固废填充量大、密度低、力学性能好、抗冲击能力强等特点，且有优良的缓冲减震、隔音隔热、绝缘、耐腐蚀、耐霉菌等性能。采用该复合材料制备的轻质绿色建材和工程制品可广泛用于建筑、化工、冶金、交通等领域。

1. 一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于该方法按如下步骤进行:

1) 对添加物进行预处理和表面改性:

a. 将大宗工业固废在 200-800℃ 预焙烧 0.5-5 小时,除去吸附水、结晶水或有机杂质,冷却后经粉碎得到粒度小于 100 目的添加物粉体;

b. 将添加物粉体与复合改性剂按重量比 100:0.5~10 混合,获得改性处理后的添加物粉体;所述的复合改性剂采用偶联剂;

2) 预混合处理:

将改性处理后的添加物粉体与通用塑料、发泡剂、复合增塑剂、热稳定剂、抗氧剂和润滑剂在混合机中进行混合,其中各组份重量份数如下:

通用塑料	100 份
改性处理的添加物粉体	50-300 份
复合发泡剂	1-30 份
复合增塑剂	5-30 份
热稳定剂	2-20 份
抗氧剂	0.1-5 份
润滑剂	0.1-5 份 ;

3) 混炼造粒与注塑成形

将经步骤 2) 中处理的预混合物料在塑料造粒机上进行混炼与造粒,控制温度为 150-280℃,即制得轻质通用塑料复合材料的母粒,然后注塑发泡成形;或采用注塑机直接注塑发泡成形。

2. 根据权利要求 1 所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的大宗工业固废为粉煤灰、磷石膏、脱硫石膏、氟石膏、各种尾矿、冶金矿渣和废弃碳酸钙石粉的任一种或几种的组合。

3. 根据权利要求 1 所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的通用塑料为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物中的任一种。

4. 根据权利要求 1 所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的偶联剂为硅烷类偶联剂、钛酸酯偶联剂和锆类偶联剂中的一种或几种的组合。

5. 根据权利要求 1 所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的偶联剂由偶氮二甲酰胺、氧化锌和碳酸氢钠组成,其重量比为 1:0.01-0.5:0.01-5。

6. 根据权利要求 1-5 任一权利要求所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的复合发泡剂由偶氮二甲酰胺、氧化锌和碳酸氢钠组成,其重量比为 1:0.01-0.5:0.01-5。

7. 根据权利要求 1-5 任一权利要求所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料

复合材料的方法,其特征在于,所述的复合增塑剂为棕榈油、环氧大豆油、花生油中的任一种与邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸二异辛酯、邻苯二甲酸二烯丙酯中的任一种组成,二者重量比为 1:0.01-10。

8. 根据权利要求 1-5 任一权利要求所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的热稳定剂为硬脂酸、月桂酸、异辛酸、油酸、环烷酸和苯甲酸中的任一种或几种的组合。

9. 根据权利要求 1-5 任一权利要求所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的抗氧剂为抗氧剂 1010、抗氧剂 1076 和抗氧剂 CA 中的任一种或几种的组合。

10. 根据权利要求 1-5 任一权利要求所述的一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于,所述的润滑剂为硬脂酸、硬脂酸钙、聚乙烯蜡和石蜡中的任一种或几种的组合。

一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种添加粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法，属于化工材料制备技术领域。

背景技术

[0002] 通用塑料是聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和 ABS 的统称。通用塑料的产量和用量占全部塑料的 80% 以上，是产量大、用途广、成型性能好、价格较低廉的常用塑料。通过发泡处理可使通用塑料密度降低而成为轻质材料，具有减震、隔热、隔音、比强度高、绝缘及防腐等特点，在工业、农业、交通运输、军工及航天工业得到广泛应用，节能降耗效果显著。

[0003] 近年来，我国国民经济一直持续高速发展，但同时也产生了大量工业固废，如粉煤灰、脱硫石膏、磷石膏、冶金矿渣、尾矿、废弃碳酸钙石粉等。目前我国每年排放的上述大宗工业固废总量已高达数十亿吨，且呈逐年递增趋势，这些工业固废占用大量土地且污染环境，急待通过技术进步寻求出路。

[0004] 将上述大宗工业固废添加到各种通用塑料中，制成高性能复合材料是变废为宝的有效途径。但是，工业固废的共同特点是密度高，例如，粉煤灰的密度为 $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ ，铁矿尾矿密度约为 $3.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。以这些固废为添加物制成的通用塑料复合材料密度显著加大，限制了其应用范围，从而也限制了工业固废的大规模利用。对添加固废的通用塑料复合材料进行发泡处理，使其在保证力学性能的同时实现轻量化，对推动工业固废的规模化高值利用具有重要意义。

[0005] 在添加粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料方面，国内相关研究工作不多。例如，中国专利文献“一种矿渣聚苯乙烯复合轻质夹芯板”（公开号 CN 101638925 A）；“粉煤灰泡沫塑料颗粒保温防水材料及制作方法”（公开号 CN 102344268A）及实用新型专利“泡沫粉煤灰聚苯乙烯复合保温板”（专利号 98202236.0）等。

[0006] 纵观前人的工作可知，在添加粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料方面尚处于起步阶段，主要工作侧重于将泡沫塑料（主要是聚苯乙烯泡沫塑料）与添加物机械混合制备保温板或夹芯板，且复合材料力学性能欠佳甚至无公开检测数据。

[0007] 总之，利用粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料方面尚需进一步开展工作，在保证复合材料具有足够力学性能条件下，尽可能提高粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废的添加量，为扩大通用塑料应用范围和大宗工业固废的规模化高值利用开辟新途径。

发明内容

[0008] 本发明的主要目的是寻求一种利用粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法，将粉煤灰、工业石膏或尾矿、冶金矿渣、废弃碳酸钙石粉等大宗工

业固废作为填充物加入到通用塑料中,经发泡处理制成相应的复合材料,促进粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废的规模化高值利用,同时扩大通用塑料适用领域。

[0009] 本发明采用的技术方案如下:

[0010] 一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法,其特征在于该方法按如下步骤进行:

[0011] 1) 对添加物进行预处理和表面改性:

[0012] a. 将大宗工业固废在 200-800℃ 预焙烧 0.5-5 小时,除去吸附水、结晶水或有机杂质,冷却后经粉碎得到粒度小于 100 目的添加物粉体;

[0013] b. 将添加物粉体与复合改性剂按重量比 100:0.5~10 混合,获得改性处理后的添加物粉体;所述的复合改性剂采用偶联剂;

[0014] 2) 预混合处理:

[0015] 将改性处理后的添加物粉体与通用塑料、发泡剂、复合增塑剂、热稳定剂、抗氧化剂和润滑剂在混合机中进行混合,其中各组份重量份数如下:

[0016]

通用塑料	100 份
改性处理的添加物粉体	50-300 份
复合发泡剂	1-30 份
复合增塑剂	5-30 份
热稳定剂	2-20 份
抗氧化剂	0.1-5 份
润滑剂	0.1-5 份 ;

[0017] 3) 混炼造粒与注塑成形

[0018] 将经步骤 2) 中处理的预混合物料在塑料造粒机上进行混炼与造粒,控制温度为 150-280℃,即制得轻质通用塑料复合材料的母粒,然后注塑发泡成形;或采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0019] 上述技术方案中,所述的大宗工业固废为粉煤灰、磷石膏、脱硫石膏、氟石膏、各种尾矿、冶金矿渣和废弃碳酸钙石粉的任一种或几种的组合。所述的通用塑料为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物中的任一种。

[0020] 所述的偶联剂为硅烷类偶联剂、钛酸酯偶联剂和锆类偶联剂中的一种或几种的组合;偶联剂优选由偶氮二甲酰胺、氧化锌和碳酸氢钠组成,其重量比为 1:0.01-0.5:0.01-5。

[0021] 本发明所述的复合发泡剂由偶氮二甲酰胺、氧化锌和碳酸氢钠组成,其重量比为 1:0.01-0.5:0.01-5。

[0022] 本发明所述的复合增塑剂为棕榈油、环氧大豆油、花生油中的任一种与邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸二异辛酯、邻苯二甲酸二烯丙酯中的任一种组成,二者重量比为 1:0.01-10。

[0023] 本发明所述的热稳定剂为硬脂酸、月桂酸、异辛酸、油酸、环烷酸和苯甲酸中的任一种或几种的组合。

[0024] 本发明所述的抗氧剂为抗氧剂 1010、抗氧剂 1076 和抗氧剂 CA 中的任一种或几种的组合。

[0025] 本发明所述的润滑剂为硬脂酸、硬脂酸钙、聚乙烯蜡和石蜡中的任一种或几种的组合。

[0026] 本发明具有以下优点及突出性技术效果：

[0027] ①针对粉煤灰、工业石膏等大宗工业固废表面亲水性较强，与通用塑料相容性差的问题，采用复合表面改性剂对固废进行强化表面处理，通过协同强化效应增强添加物在通用塑料中的相容性和分散性，为复合材料的制备奠定基本条件。

[0028] ②针对高填充量混合料在混炼时流动性差、成形难度大的问题，采用由油类物质和脂类物质组成的复合增塑剂，通过复合增塑剂的协同作用改善混合料流变性和加工性能，实现高填充复合材料的顺利制备。

[0029] ③为实现复合材料发泡可控，采用了由偶氮二甲酰胺 (AC)、氧化锌 (ZnO) 和碳酸氢钠 (NaHCO_3) 组成的复合发泡剂，通过调整复合发泡剂的组成可有效控制发泡温度及发气量。

[0030] ④在混炼过程中通过加入稳定剂、抗氧剂和润滑剂进一步改善材料加工性能和稳定性，可制备出力学性能良好、性能稳定的复合材料。

[0031] 总之，本发明工艺简便，成本低廉，产品附加值高。利用本发明制备的复合材料具有添加物填充量大、强度与韧性较高、绿色环保、性能稳定等特点，可作为基材广泛于建筑、化工、冶金、交通等领域，制备轻质绿色建材及工程制品。

[0032] 具体实施方法

[0033] 本发明提供了一种添加大宗工业固废制备轻质通用塑料复合材料的方法，首先对添加物进行焙烧脱水、细磨和复合表面改性，然后将改性后添加物粉体与通用塑料、发泡剂、复合增塑剂、稳定剂、抗氧剂和润滑剂在高速混合机混合，再将上述预混料进行混炼造粒或直接注塑成形，制备成轻质通用塑料复合材料母粒或相关制品。其具体步骤如下：

[0034] 1) 对添加物进行预处理和表面改性：

[0035] 首先对大宗工业固废在 200-800℃ 预焙烧 0.5-5 小时，除去吸附水、结晶水或有机杂质，冷却后经粉碎得到粒度小于 100 目的添加物粉体；将添加物粉体与复合改性剂按重量比 100:0.5~10 混合，获得改性处理后的添加物粉体；所述的复合改性剂采用偶联剂，所述的偶联剂为硅烷类偶联剂、钛酸酯偶联剂和锆类偶联剂中的一种或几种的组合，优选采用偶氮二甲酰胺、氧化锌和碳酸氢钠三种的混合物，其重量比为 1:0.01-0.5:0.01-5。

[0036] 2) 预混合处理：

[0037] 将改性处理后的添加物粉体与通用塑料、发泡剂、复合增塑剂、热稳定剂、抗氧剂和润滑剂在混合机中进行混合，其中各组份重量份数如下：

[0038]

通用塑料	100 份
改性处理的添加物粉体	50-300 份
复合发泡剂	1-30 份
复合增塑剂	5-30 份
热稳定剂	2-20 份
抗氧剂	0.1-5 份
润滑剂	0.1-5 份 ;

[0039] 上述组分中,所述的大宗工业固废优选为粉煤灰、磷石膏、脱硫石膏、氟石膏、各种尾矿、冶金矿渣和废弃碳酸钙石粉的任一种或几种的组合。所述的通用塑料优选为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物中的任一种。所述的复合发泡剂由偶氮二甲酰胺、氧化锌和碳酸氢钠组成,其重量比为 1:0.01-0.5:0.01-5。所述的复合增塑剂优选为棕榈油、环氧大豆油、花生油中的任一种与邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸二异辛酯、邻苯二甲酸二烯丙酯中的任一种组成,二者重量比为 1:0.01-10。所述的热稳定剂优选为硬脂酸、月桂酸、异辛酸、油酸、环烷酸和苯甲酸中的任一种或几种的组合。所述的优选抗氧剂为抗氧剂 1010、抗氧剂 1076 和抗氧剂 CA 中的任一种或几种的组合。本发明所述的润滑剂优选为硬脂酸、硬脂酸钙、聚乙烯蜡和石蜡中的任一种或几种的组合。

[0040] 3) 混炼造粒与注塑成形

[0041] 将经步骤 2) 中处理的预混合物料在塑料造粒机上进行混炼与造粒,控制温度为 150-280℃,即制得轻质通用塑料复合材料的母粒,然后注塑发泡成形;或采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0042] 下面结合具体实施例进一步说明本发明。但是所述实例并不构成对本发明的限制。

[0043] 实施例 1

[0044] 将粉煤灰在 200℃焙烧 1 小时,冷却后粉碎细磨过 300 目筛。采用复合表面改性剂(铝酸酯偶联剂和钛酸酯偶联剂,二者重量比为 1:1)对上述粉煤灰粉体进行表面改性处理,粉煤灰与复合改性剂重量比为 100:2。将 PP100 份、经表面改性处理的粉煤灰 100 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO₃)1:0.2:0.5)4 份、增塑剂(花生油和邻苯二甲酸二烯丙酯,二者重量比 1:5)12 份、热稳定剂异辛酸 0.6 份、抗氧剂 CA 0.3 份、润滑剂聚硬脂酸 1 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 180℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0045] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0046] 实施例 2

[0047] 将磷石膏在 800℃焙烧 0.5 小时,冷却后粉碎细磨过 100 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和钛酸酯偶联剂,二者重量比为 1:0.1)对上述磷石膏粉体进行表面改性处理,磷石膏与复合改性剂重量比为 100:1。将 PVC100 份、经表面改性处理的磷石膏 80 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO₃)1:0.2:1)3 份、增塑剂(棕榈油和邻苯二甲酸二辛酯,二者重量比 1:0.1)10 份、热稳定剂硬脂酸 2 份、抗氧

剂 10100.2 份、润滑剂聚乙烯蜡 5 份在高速混合机均匀混合均匀,然后采用塑料造粒机在 180℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0048] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0049] 实施例 3

[0050] 将脱硫石膏在 500℃焙烧 5 小时,冷却后粉碎细磨过 300 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和铝酸酯偶联剂,二者重量比为 1:10)对上述脱硫石膏粉体进行表面改性处理,脱硫石膏与复合改性剂重量比为 100:1.5。将聚乙烯 100 份、经表面改性处理的磷石膏 100 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO_3)1:0.1:0.3)4 份、增塑剂(环氧大豆油和邻苯二甲酸二异辛酯,二者重量比 1:10)5 份、热稳定剂月桂酸 0.5 份、抗氧剂 10760.5 份、润滑剂石蜡 0.2 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 200℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0051] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0052] 实施例 4

[0053] 将氟石膏与废弃碳酸钙石粉(二者重量比为 1:1)在 250℃焙烧 2 小时,冷却后粉碎细磨过 200 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和钛酸酯偶联剂,二者重量比为 1:3)对上述添加物粉体进行表面改性处理,添加物粉体与复合改性剂重量比为 100:2.5。将 PS100 份、经表面改性处理的复合粉体 80 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO_3)1:0.1:0.1)5 份、增塑剂(棕榈油和邻苯二甲酸二异辛酯,二者重量比 1:1)14 份、热稳定剂油酸 0.7 份、抗氧剂 10100.3 份、润滑剂硬脂酸钙 2 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 200℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0054] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0055] 实施例 5

[0056] 将铁矿尾矿粉在 700℃焙烧 2 小时,冷却后粉碎细磨过 300 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和铝酸酯偶联剂,二者重量比为 10:1)对上述铁矿尾矿粉体进行表面改性处理,铁矿尾矿粉与复合改性剂重量比为 100:3。将 ABS 100 份、经表面改性处理的铁矿尾矿粉体 60 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO_3)1:0.1:0.1)6 份、增塑剂(环氧油和邻苯二甲酸二辛酯,二者重量比 1:0.6)13 份、热稳定剂环烷酸 1 份、抗氧剂(1010 和 1076,二者重量比为 1:0.1)0.2 份、润滑剂(硬脂酸和聚乙烯蜡,二者重量比为 1:0.1)3 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 210℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0057] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0058] 实施例 6

[0059] 将废弃碳酸钙石粉在 200℃焙烧 2 小时,冷却后粉碎细磨过 300 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和铝酸酯偶联剂,二者重量比为 1:3)对上述废弃碳酸钙石粉进行表面改性处理,废弃碳酸钙石粉与复合改性剂重量比为 100:3。将 ABS 100 份、经表面改性处理的粉体 60 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO_3)1:0.1:0.1)6 份、增塑剂(环氧油和邻苯二甲酸二辛酯,二者重量比 1:0.6)10 份、热稳定剂环烷酸 5 份、抗氧剂(1010 和 1076,二者重量比为 1:0.1)0.2 份、润滑剂(硬脂酸和聚乙烯蜡,

二者重量比为 1:0.1)5 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 210℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0060] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0061] 实施例 7

[0062] 将脱硫石膏与磷石膏(二者重量比为 1:10)在 750℃焙烧 5 小时,冷却后粉碎细磨过 200 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和铝酸酯偶联剂,二者重量比为 1:3)对添加物粉体进行表面改性处理,添加物粉体与复合改性剂重量比为 100:3。将 PVC 100 份、经表面改性处理的添加物粉体 50 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO₃),三者重量比为 1:10:10)1 份、增塑剂(棕榈油和邻苯二甲酸二辛酯,二者重量比 1:0.1)5 份、热稳定剂(硬脂酸和月硅酸,二者重量比 1:0.01)20 份、抗氧剂(1010 和 CA,二者重量比为 1:0.01)0.1 份、润滑剂(硬脂酸和聚乙烯蜡,二者重量比为 1:0.01)0.1 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 180℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0063] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0064] 实施例 8

[0065] 将粉煤灰与磷石膏(二者重量比为 1:10)在 700℃焙烧 4 小时,冷却后粉碎细磨过 200 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和钛酸酯偶联剂,二者重量比为 1:10)对上述添加物粉体进行表面改性处理,添加物粉体与复合改性剂重量比为 100:10。将 PP100 份、经表面改性处理的添加物粉体 300 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO₃)1:10:10)30 份、增塑剂(花生油和邻苯二甲酸二辛酯,二者重量比 1:10)30 份、热稳定剂(异辛酸和油酸,二者重量比 1:10)20 份、抗氧剂(1010 和 CA,二者重量比为 1:10)20 份、润滑剂(硬脂酸和聚乙烯蜡,二者重量比为 1:10)5 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 200℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0066] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0067] 实施例 9

[0068] 将钢渣在 600℃焙烧 3 小时,冷却后粉碎细磨过 300 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和铝酸酯偶联剂,二者重量比为 1:3)对钢渣进行表面改性处理,钢渣与复合改性剂重量比为 100:5。将 PS 100 份、经表面改性处理的钢渣粉体 60 份、复合发泡剂(偶氮二甲酰胺(AC)、氧化锌(ZnO)和碳酸氢钠(NaHCO₃)1:1:1)5 份、增塑剂(环氧油和邻苯二甲酸二辛酯,二者重量比 1:0.5)10 份、热稳定剂环烷酸 5 份、抗氧剂(1010 和 1076,二者重量比为 1:0.1)0.5 份、润滑剂(硬脂酸和聚乙烯蜡,二者重量比为 1:1)3 份在高速混合机均匀混合均匀,采用塑料造粒机在 170℃进行造粒,然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0069] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0070] 实施例 10

[0071] 将钢渣与铁矿尾矿粉(二者重量比为 5:1)在 500℃焙烧 2 小时,冷却后粉碎细磨过 150 目筛。采用复合表面改性剂(硅烷偶联剂和铝酸酯偶联剂,二者重量比为 1:2)对上述添加物粉体进行表面改性处理,添加物粉体与复合改性剂重量比为 100:3。将 ABS

100 份、经表面改性处理的复合粉体 60 份、复合发泡剂（偶氮二甲酰胺 (AC)、氧化锌 (ZnO) 和碳酸氢钠 (NaHCO_3) 1 : 0.1 : 0.1) 6 份、增塑剂（环氧油和邻苯二甲酸二辛酯，二者重量比 1:0.6) 10 份、热稳定剂（环烷酸和苯甲酸，二者重量比 1:100) 1 份、抗氧化剂 (1010 和 1076，二者重量比为 1:0.1) 0.1 份、润滑剂（硬脂酸和聚乙烯蜡，二者重量比为 1:2) 2 份在高速混合机均匀混合均匀，采用塑料造粒机在 200℃进行造粒，然后注塑发泡成形。也可采用注塑机直接注塑发泡成形。

[0072] 所得轻质复合材料性能指标见表 1。

[0073] 表 1 添加工业固废制备的轻质通用塑料复合材料性能

[0074]

性能 复合材料	密度/ g/cm^3	弯曲强度/MPa	冲击韧度/ KJm^{-2}
实施实例 1	0.69	24	14
实施实例 2	0.57	30	18
实施实例 3	0.55	18	11
实施实例 4	0.57	26	13
实施实例 5	0.56	28	19
实施实例 6	0.54	30	20
实施实例 7	0.57	24	15
实施实例 8	0.75	25	8
实施实例 9	0.64	18	14
实施实例 10	0.68	27	17