



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108193575 A

(43)申请公布日 2018.06.22

(21)申请号 201711469190.1

(22)申请日 2017.12.20

(71)申请人 张昆

地址 324000 浙江省衢州市柯城区府东一
区(贝林·府山人家)19-3-502号

(72)发明人 张昆

(51)Int.Cl.

E01C 3/06(2006.01)

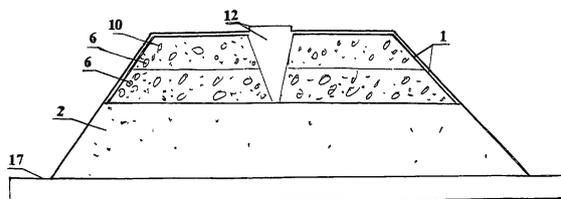
权利要求书4页 说明书19页 附图12页

(54)发明名称

季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法

(57)摘要

本发明公开了一种季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法,其特征是:防冻胀结构体由透壁通风管、烟囱式通风管、洞形通风板、隔热降温材料、路基构筑物、耐候性涂料等组成;铺筑方法包括两布隔物法、烟囱式通风管法、防晒降温体法、洞形通风板法、涂敷法等。本发明施工较简便,施工功效较高。施工材料成本低,耐候性强,使用寿命长。可广泛应用于新开建的川藏铁路、多年冻土铁路和季节性铁路及公路中,全方位降低路基温度,延长路基的使用寿命,提高路基的稳定性和列车、汽车行驶的安全性。



1. 一种季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法,其防冻胀结构体由地表(17)、路面(1)、填土(2)、通风管(3)、洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、遮阳板棚(8)、土工合成材料(9)、涂料层(10)、涂料层(11)、路基构筑物(12)、烟囱管(13)、构件(14)、帽体(15)、防晒降温体(16)中两种以上的物体组成:

1.1、通风管(3)是透壁通风管或管壁不透风的通风管,通风管(3)两端口设置有保温门;

1.2、通风管(3)是单层通风管,烟囱式通风管,两布隔物层,土石间隔保温层,板布管石依次铺筑层,防晒降温体中的一种;

1.3、通风管(3)的上部与烟囱管(13)的一端连通,烟囱管(13)的另一端通过构件(14)与帽体(15)连通,烟囱管(13)的上部表面、构件(14)的表面、帽体(15)的表面是涂料层(10)或是涂料层(10)和涂料层(11),其整体组成烟囱式通风管;

1.4、洞形通风板(4)是用泡沫玻璃板、聚苯乙烯板、挤塑板、聚氨酯板、聚乙烯板或改性聚乙烯板、聚氯乙烯板、石板、混凝土板、金属板、塑料板、玻璃板、复合材料板、保温板、SPUA材料板、STP板、气凝胶板、太阳能板中的一种板或两种以上的板材制成能够通风的洞形板;

1.5、混凝土体(7)是由混凝土制成并用于路基的物体,包括混凝土构件、混凝土桩、混凝土立柱、混凝土板、混凝土水渠、混凝土挡墙、混凝土枕轨、无砟轨道、钢筋混凝土、高性能混凝土、轻质混凝土及其结构体;

1.6、遮阳板棚(8)是用混凝土体(7)、构件(14)、防晒降温体(16)或洞形通风板(4)搭建的板棚体;

1.7、土工合成材料(9)是利用塑料、化纤、合成橡胶等原料合成聚合物并用于路基的土木工程材料,包括土工布、土工膜、土工复合材料;

1.8、涂料层(10)是涂敷的材料,是防晒降温涂料层或隔热保温涂料层或隔热防水涂料层或SPUA层,涂敷的材料层统称涂料层;

1.9、涂料层(11)是耐候性树脂涂料层;

1.10、路基构筑物(12)是组成路基的物体,包括由素填土、杂填土组成的填土、石、木等物体和由路堤、路堑、路面、中央隔离带等构成的路基体及排水设备、防护设备组成的物体;

1.11、构件(14)是一种用于连接、固定和受力物体的零、部件,构件具有有用、可用、质量、适应、可更换、可移植的属性;按材质划分是金属构件、混凝土构件、塑料构件、石材构件、木材构件、泡沫玻璃构件中的一种或几种;按受力特征划分是受弯构件、受压构件、受拉构件、受扭构件、压弯构件、支撑构件;按形状和用途划分是垫块、盖板、挡板、压条、支柱、支架、棒、管、杆、铰链、螺杆、螺帽等;

1.12、防晒降温体(16)是在一部分通风管(3)、洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)、路基构筑物(12)的表面上,用涂料或用SPUA材料涂敷成涂料层或材料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11),形成带有涂料层(10)或带有涂料层(10)和涂料层(11)的通风管(3)、洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)、杂填土颗粒;

1.13、碎砾石(6)是碎石、碎的砾石、砾石中的一种或两种的混合石料;

1.14、路面(1)的表面及路面(1)中至少一部分碎砾石(6)的表面是涂料层(10)或是涂料层(10)和涂料层(11);

1.15、通风管(3)两端口的保温门表面上涂敷的是涂料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11)；

1.16、洞形通风板(4)的矮板棚四周设有围板和自动控温门；

1.17、土石保温层,是由填土(2)、碎砾石(6)组成的路基垫层,是由防冻土、杂填土、碎石、碎的砾石、砾石中的一种或两种以上的材料和辅料,按照比例配制成路基的级配填料,构成路基土石保温层。

2.根据权利要求1所述的季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法,其特征在于:对路基实施的铺筑方法是单层通风管法,烟囱式通风管法,两布隔物法,洞形通风板法,土石间隔保温法,“U”字型铺石法,“山”字型铺石法,板布管石逐铺法,涂敷法,防晒降温体法、夹层法中的一种降温方法或两种以上方法相结合的降温方法:

2.1、单层通风管法,将多根通风管(3)按路基水平方向或与路基水平面方向成 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 夹角方向,等间距依次铺设在与路基走向垂直的路基基底;通风管(3)的两端分别伸出路基阳坡、阴坡以外;

2.2、烟囱式通风管法,将透壁通风管(3)、烟囱管(13)、构件(14)与帽体(15)连接成三通式通风管,该三通式通风管设置在垂直于路基水平放置或与路基水平面方向成 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 夹角方向的竖直平面内,多根烟囱式通风管沿路基走向,按路基横向水平方向或与路基水平面方向成 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 夹角方向等间距埋在路基上,烟囱管(13)的上部、构件(14)、帽体(15)以及通风管(3)的两端口伸出路基阳坡以外或阴坡以外,烟囱管(13)的上部表面、构件(14)的表面、帽体(15)的表面是涂料层(10)或是涂料层(10)和涂料层(11);

2.3、两布隔物法,即两层土工布隔物法,是将第一层土工合成材料(9)沿路基走向,按横向水平方向等间距依次铺设在路基基底的地表(17)上;然后在第一层土工合成材料(9)上水平铺垫填土(2)、碎砾石(6)、块石(5)、通风管(3)、防晒降温体(16)中的一种或两种以上的填充物;再在其上铺设第二层土工合成材料(9);最后在第二层土工合成材料(9)上铺筑路面(1)的铺筑方法;

2.4、洞形通风板法,先用泡沫玻璃板、聚苯乙烯板、挤塑板、聚氨酯板、聚乙烯板或改性聚乙烯板、聚氯乙烯板、石板、混凝土板、金属板、塑料板、玻璃板、复合材料板、保温板、SPUA材料板、STP板、气凝胶板、太阳能板中的一种板或两种以上的板材制成的一面带有凹槽形的板,再将带有凹槽形板的一面放在或搭建在路基阳坡、阴坡、路基坡底的地表上,甚至放在路基基底内,使得凹槽下面与坡面、坡脚地面、地面、路基基底表面围成直接通风的风洞,风洞的形状可以是窑洞形、马蹄形、部分椭圆形、锯齿形、三角形、正方形、长方形等规则形状或不规则形状,或由洞形通风板(4)材料和控温门围成上部是板,下部是墙和门洞的矮板棚体;

2.5、土石间隔保温法,是素填土、防冻土、杂填土、碎砾石(6)中的一种或两种以上的材料,按公路路基垫层施工规范要求比例级配,沿路基横向水平方向将路基构筑物(12)层、碎砾石(6)层依次从下往上一层一层间隔排列铺设在路基上,构成路基土石保温层,即从地表(17)起第一层铺筑路基构筑物(12),是防冻土或杂填土,厚度为 $0.5\text{m}\sim 1.2\text{m}$;第二层铺筑碎砾石(6),厚度为 $0.1\text{m}\sim 0.4\text{m}$;第三层又铺筑路基构筑物(12),是防冻土或杂填土或素填土,厚度为 $0.2\text{m}\sim 2.6\text{m}$;第四层又铺筑碎砾石(6),厚度为 $0.1\text{m}\sim 1.0\text{m}$;-----依次循环往复的铺筑方法;在最后一层上铺筑路面(1);

2.6、板布管石逐铺法,其逐铺法是:先在压实的天然地表(17)上铺设一层洞形通风板(4);然后在上部铺盖一层防水土工合成材料(9);再在上部铺设一层透壁通风管(3);再在上部铺筑块石(5)或碎砾石(6);……继续循环铺筑,最后在填土(2)上铺筑一层路面(1);

2.7、“U”字型铺石法,是在路基中用涂敷有涂料(10)的块石(5)将路基基底、两侧边坡铺筑成“U”字形状,再在形成的凹部填筑填土(2)的铺筑方法;

2.8、“山”字型铺石法,是将路基基底、两侧边坡及在路基中间用涂敷有涂料(10)的块石(5)铺筑成“山”字形状,再在两个凹部填筑填土(2)的铺筑方法;

2.9、夹层法,是将涂料层、气凝胶层、STP板层中的一种或两种夹在SPUA材料层、洞形通风板层、混凝土层、土工合成材料层中的方法;

2.10、涂敷法,是空气喷涂、无气喷涂、静电喷涂、刷涂、辊涂或滚涂、电泳涂、浸涂中的一种涂装方法。

3.防晒降温体法,包括单层涂装法、双层涂装法和机械涂敷材料法:

3.1 单层涂装法:在空气喷涂、无气喷涂、静电喷涂、刷涂、辊涂、滚涂、电泳涂、浸涂中选择一种涂装方法;所述防晒降温体(16)的涂装工艺和方法是:上件---->前处理---->脱水烘干---->冷却---->涂敷油漆粉末--->油漆烘干---->冷却---->检验---->下件;在工厂将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁、烘干处理,然后依次送入涂敷室,放在涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上,在洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)的表面,用无气喷涂法喷涂隔热防水层或喷涂防晒降温涂料层(10),再送入烘干箱依次烘干,最后从烘干箱依次取出,完成产品涂装,成为防晒降温体(16),运往路基施工现场;或者将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁、烘干处理,然后依次送入喷烘两用房或者依次通过自动喷漆烘干生产线完成产品涂装,成为防晒降温体(16),再将产品运往路基施工现场;另一种制造方法是在施工现场,将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁、烘干处理,然后依次送入简易涂敷室,放在涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上,用静电喷涂法喷涂隔热防水层或防晒降温涂料层(10),再依次送入烘干箱烘干,最后从烘干箱中依次取出,成为防晒降温体(16),备用;如果在施工现场没有烘干箱设备,先将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁处理,然后依次送入简易涂敷室,放在涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上,通过刷涂法,依次刷涂隔热防水层或防晒降温涂料层,完成单层涂装,最后从涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上依次取出,送入通风的工棚中凉干;

3.2 双层涂装法:即上下两层涂装法,下层涂敷防晒降温涂料或隔热防水涂料,上层涂敷耐候性树脂涂料;先将洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)的表面用隔热防水涂料或防晒降温涂料依次涂敷涂料层(10),完成下层涂装,再用耐候性树脂涂料依次涂敷涂料层(11),完成上层涂装,前后完成双层涂装;

3.3 机械涂敷材料法:利用涂装机械,直接将涂敷材料喷涂或浇注在物体表面上的涂装方法,称机械涂敷材料法;喷涂或浇注的材料是SPUA或混凝土浆料或粘接胶料或涂料。

4.根据权利要求1所述的季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法,其特征在于:防晒降温涂料为隔热涂料、绝热涂料、散热涂料中的一种涂料。

5. 根据权利要求1所述的季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法, 特征在于: 耐候性树脂涂料是氟树脂涂料聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯、氟烯烃-乙烯基醚共聚物、聚氟乙烯、聚全氟丙烯涂料中的一种涂料。

季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种路基结构,尤其涉及一种季节性冻土地区路基结构的应用技术领域。

背景技术

[0002] 据统计,我国位于北纬30℃以上地区受季节性冻融作用影响的国土面积为 $513.7 \times 10^2 \text{Km}^2$,约占全国国土面积的53.5%。这些地区修筑道路后受季节性气温的影响,车辆行驶时常常遇到路面冻胀、翻浆、沉陷、开裂等危害。为了防止和避免这些病害,修路的关键措施是要降低温度对路基冻胀的影响。

[0003] 由于人类居住活动和工业化发展的影响,全球气温不降反升。2016年在《巴黎气候变化协定》中,要“把全球平均气温较工业化前水平升高控制在2℃之内”。但是,“目前,全球现有排放趋势很可能使2030年全球升温达到2.7℃至3℃,甚至3.5℃,距离控制在2℃目标要求差距很大”。

[0004] 这种全球变暖趋势使得冻土区受季节性热变化的状况将直接影响到公路和铁路路基的稳定性,从而使得车辆长期安全运营面临着巨大威胁。

发明内容

[0005] 本发明提供一种季节性冻土地区路基的防冻胀结构体的目的有四:一是使该结构体全方位降温,降低寒区路基温度,抬升多年冻土区路基基底温度的上限;二是人为参与控制季节性冻土地区路基的含水量变化,防止路基产生冻胀病害;三是通过沥青路面防晒降温,缩小沥青路面的工作温度范围,减少车辙、裂纹、破损等病害;四是提供一种既是季节性冻土区路基的防冻胀结构体,又是利用公路路基空间将太阳热能转化为电能的太阳能结构板体。

[0006] 本发明的第二个目的是提供一种建造季节性冻土路基防冻胀结构体的铺设工艺方法,使得构筑材料来源广泛,构筑取材因地制宜,施工较为简便,铺筑的防冻胀结构体合理、实用,使得多年冻土路基和季节性冻土路基的总体成本低,稳定性好。路基使用寿命长。

[0007] 本发明的目的是通过以下的技术方案实现的:

[0008] 一种季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法,其隔热结构体由地表(17)、路面(1)、填土(2)、通风管(3)、洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、遮阳板棚(8)、土工合成材料(9)、涂料层(10)、涂料层(11)、路基构筑物(12)、烟囱管(13)、构件(14)、帽体(15)、防晒降温体(16)中的两种以上的物体组成:

[0009] 所述通风管(3)是透壁通风管或管壁不透风的通风管,通风管(3)两端口设置有保温门;

[0010] 所述通风管(3)是单层通风管,烟囱式通风管,两布隔物层,土石间隔保温层,板布管石依次铺筑层,防晒降温体中的一种;

[0011] 所述通风管(3)的上部与烟囱管(13)的一端连通,烟囱管(13)的另一端通过构件

(14)与帽体(15)连通,烟囱管(13)的上部表面、构件(14)的表面、帽体(15)的表面是涂料层(10)或是涂料层(10)和涂料层(11),其整体组成烟囱式通风管;

[0012] 所述洞形通风板(4)是用泡沫玻璃板、聚苯乙烯板、挤塑板、聚氨酯板、聚乙烯板或改性聚乙烯板、聚氯乙烯板、石板、混凝土板、金属板、塑料板、玻璃板、SPUA材料板、STP板、气凝胶板、复合材料板、太阳能板中的一种板或两种以上的板材制成能够通风的洞形板;

[0013] 所述混凝土体(7)是由混凝土制成并用于路基的物体,包括混凝土构件、混凝土桩、混凝土立柱、混凝土板、混凝土水渠、混凝土挡墙、混凝土枕轨、无砟轨道、钢筋混凝土、高性能混凝土、轻质混凝土及其结构体;

[0014] 所述遮阳板棚(8)是用混凝土体(7)、构件(14)、防晒降温体(16)或洞形通风板(4)搭建的板棚体;

[0015] 所述土工合成材料(9)是利用塑料、化纤、合成橡胶等原料合成聚合物并用于路基的土木工程材料,包括土工脂涂料层;土工布(又称土工织物)、土工膜、土工复合材料;

[0016] 所述涂料层(10)是涂敷的材料,是防晒降温涂料层或隔热保温涂料层或隔热防水涂料层或SPUA层,涂敷的材料层统称涂料层;

[0017] 所述涂料层(11)是耐候性树脂涂料层;

[0018] 所述路基构筑物(12)是组成路基的物体,包括由填土(素填土、杂填土)、石、木等物体和由路堤、路堑、路面、中央隔离带等构成的路基体及排水设备、防护设备组成的物体;

[0019] 所述构件(14)是一种用于连接、固定和受力物体的零、部件,构件具有有用、可用、质量、适应、可更换、可移植的属性;按材质划分是金属构件、混凝土构件、塑料构件、石材构件、木材构件、泡沫玻璃构件中的一种或几种;按受力特征划分是受弯构件、受压构件、受拉构件、受扭构件、压弯构件、支撑构件;按形状和用途划分是垫块、盖板、挡板、压条、支柱、支架、棒、管、杆、铰链、螺杆、螺帽等;

[0020] 所述防晒降温体(16)是在一部分通风管(3)、洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)、路基构筑物(12)的表面上,用涂料或用SPUA材料涂敷成涂料层或材料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11),形成带有涂料层(10)或带有涂料层(10)和涂料层(11)的通风管(3)、洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)、杂填土颗粒。

[0021] 所述洞形通风板(4)的矮板棚四周设有围板和自动控温门;

[0022] 所述土石保温层,是由填土(2)层、碎砾石(6)层组成的路基垫层,是由防冻土、杂填土、碎石、碎的砾石、砾石中的一种或两种以上的材料和辅料,按照比例配制成路基的级配填料,构成路基土石保温层;

[0023] 所述碎砾石(6)是碎石、碎的砾石、砾石中的一种石料或两种的混合石料;

[0024] 所述的路面(1)的表面和路面(1)中至少一部分碎砾石(6)的表面是涂料层(10)或是涂料层(10)和涂料层(11);

[0025] 所述的通风管(3)两端口的保温门表面上涂敷的是涂料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11)。

[0026] 所述对路基实施的铺筑方法是单层通风管法,烟囱式通风管法,两布隔物法,洞形通风板法,土石间隔保温法,“U”字型铺石法,“山”字型铺石法,板布管石逐铺法,涂敷法,夹层法、防晒降温体法中的一种降温方法或两种以上方法相结合的降温方法;

[0027] 所述单层通风管法,将多根通风管(3)按路基水平方向或与路基水平面方向成 3° ~ 15° 夹角方向,等间距依次铺设在与路基走向垂直的路基基底;多根通风管(3)等间距穿过铺筑在路基地表上的沙、砂、碎石、块石、卵石、废弃固体物填料中的一种或两种以上的道路级配垫层上,通风管(3)的两端分别伸出路基阳坡、阴坡以外;

[0028] 所述烟囱式通风管法,将通风管(3)与烟囱管(13)、构件(14)与帽体(15)连接成三通式通风管,该三通式通风管设置在垂直于水平放置通风管(3)的竖直平面内,多根烟囱式通风管沿路基走向,按横向水平方向等间距埋在路基上,烟囱管(13)的上部、构件(14)、帽体(15)伸出路基阳坡以外或阴坡以外,烟囱管(13)的上部表面、构件(14)的表面、帽体(15)的表面涂敷有防晒隔热涂料层(10)或涂敷涂料层(10)和涂料层(11);

[0029] 所述两布隔物法,即两层土工布隔物法,将第一层土工合成材料(9)沿路基走向,按横向水平方向等间距依次铺设在路基基底的地表(17)上;然后在第一层土工合成材料(9)上水平铺垫填土(2)、碎砾石(6)、块石(5)、通风管(3)、防晒降温体(16)中的一种或两种以上的填充物;再在其上铺设第二层土工合成材料(9);最后在第二层土工合成材料(9)上铺筑路路面(1);

[0030] 所述洞形通风板法,先用泡沫玻璃板、聚苯乙烯板、挤塑板、聚氨酯板、聚乙烯板或改性聚乙烯板、聚氯乙烯板、石板、混凝土板、金属板、塑料板、玻璃板、SPUA材料板、STP板、气凝胶板、复合材料板、太阳能板中的一种板或两种以上的板材制成的一面带有凹槽形的板,再将带有凹槽形板的一面放在或搭建在路基阳坡、阴坡、路基坡底的地表上,甚至放在路基基底内,使得凹槽下面与坡面、坡脚地面、地面、路基基底表面围成直接通风的风洞,风洞的形状可以是窑洞形、马蹄形、部分椭圆形、锯齿形、三角形、正方形、长方形等规则形状或不规则形状,或由洞形通风板(4)材料和控温门围成上部是板,下部是墙和门洞的矮板棚体;

[0031] 所述土石间隔保温法,是素填土、防冻土、杂填土、碎砾石(6)中的一种或两种以上的材料,按公路路基垫层施工规范要求比例级配,沿路基横向水平方向将路基构筑物(12)层、碎砾石(6)层依次从下往上一层一层间隔排列铺设在路基上,构成路基土石保温层,即从地表(17)起第一层铺筑路基构筑物(12),是防冻土或杂填土,厚度为 0.5m ~ 1.2m ;第二层铺筑碎砾石(6),厚度为 0.1m ~ 0.4m ;第三层又铺筑路基构筑物(12),是防冻土或杂填土或素填土,厚度为 0.2m ~ 2.6m ;第四层又铺筑碎砾石(6),厚度为 0.1m ~ 1.0m ;——依次循环往复的铺筑方法;在最后一层上铺筑路面(1);

[0032] 所述“U”字型铺石法,是在路基中用涂敷有涂料(10)的块石(5)将路基基底、两侧边坡铺筑成“U”字形状,再在形成的凹部填筑填土(2)的铺筑方法;

[0033] 所述“山”字型铺石法,是将路基基底、两侧边坡及在路基中间用涂敷有涂料(10)的块石(5)铺筑成“山”字形状,再在两个凹部填筑填土(2)的铺筑方法;

[0034] 所述板布管石逐铺法,其逐铺法是:先在压实的天然地表(17)上铺设一层洞形通风板(4);然后铺盖一层防水土工合成材料(9);再在上面铺设一层透壁通风管(3);再在上面铺筑块石(5)或碎砾石(6);……继续循环铺筑,最后在填土(2)上铺筑一层路面(1);

[0035] 所述夹层法,是将涂料层、气凝胶层、STP板层中的一种或两种夹在SPUA材料层、洞形通风板层、混凝土层、土工合成材料层中的方法;

[0036] 所述涂敷法,是空气喷涂、无气喷涂、静电喷涂、刷涂、辊涂或滚涂、电泳涂、浸涂中

的一种涂装方法。

[0037] 所述防晒降温体法,包括单层涂装法、双层涂装法和机械涂敷材料法;

[0038] 单层涂装法:在空气喷涂、无气喷涂、静电喷涂、刷涂、辊涂、滚涂、电泳涂、浸涂中选择一种涂装方法;所述防晒降温体(16)的涂装工艺和方法是:上件---->前处理---->脱水烘干---->冷却---->涂敷粉末(油漆)粉末--->粉末(油漆烘干)固化---->冷却---->检验---->下件;在工厂将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁、烘干处理,然后依次送入涂敷室,放在涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上,在洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)的表面,用无气喷涂法喷涂隔热防水层或喷涂防晒降温涂料层(10),再送入烘干箱依次烘干,最后从烘干箱依次取出,完成产品涂装,成为防晒降温体(16),运往路基施工现场;或者将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁、烘干处理,然后依次送入喷烘两用房或者依次通过自动喷漆烘干生产线完成产品涂装,成为防晒降温体(16),再将产品运往路基施工现场;另一种制造方法是在施工现场,将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁处理,然后依次送入简易涂敷室,放在涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上,用静电喷涂法喷涂隔热防水层或防晒降温涂料层(10),再依次送入烘干箱烘干,最后从烘干箱中依次取出,成为防晒降温体(16),备用;如果在施工现场没有烘干箱设备,先将一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)依次经过分检、清洁处理,然后依次送入简易涂敷室,放在涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上,通过刷涂法,依次刷涂隔热防水层或防晒降温涂料层,完成单层涂装,最后从涂敷箱的网格架上或滚筒式支撑架上依次取出,送入通风的工棚中凉干;

[0039] 双层涂装法:即上下两层涂装法,下层涂敷防晒降温涂料或隔热防水涂料,上层涂敷耐候性树脂涂料;先将洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)的表面用隔热防水涂料或防晒降温涂料依次涂敷涂料层(10),完成下层涂装,再用耐候性树脂涂料依次涂敷涂料层(11),完成上层涂装,前后完成双层涂装;

[0040] 机械涂敷材料法:利用涂装机械,直接将涂敷材料喷涂或浇注在物体表面上的涂装方法,称机械涂敷材料法;喷涂或浇注的材料是SPUA或混凝土浆料或粘接胶料或涂料。

[0041] 本发明具有的优点和效果是:

[0042] (1)、便于公路路基、铁路路基的土石材料尽量沿河道就地取材,沿公路能节约运输费用或减少运输费用;

[0043] (2)、便于尽量采用来源广泛、价格相对便宜、耐候性强、并且达到建筑标准和质量要求的路基材料;

[0044] (3)、施工方法相对简便;施工方法综合性强,施工功效较高;

[0045] (4)、烟囱式通风管法使路基阳坡与阴坡之间温度不均匀导致热状况差异变小,使路基基底温度降低;遮阳板棚体使所盖路基基底温度降低;

[0046] (5)、隔热涂料、绝热涂料、散热涂料相对便宜,带有这些涂料层的板、布、石等防晒降温体使路基内部温度降低;

[0047] (6)、两布隔物法防水、透水、排水,并使路基温度降低;

[0048] (7)、单层通风管法防水、透水、排水,并使路基温度降低;

[0049] (8)、季节性冻土路基的防冻胀结构体防水、透水、排水,防止公路路基发生冻胀、冒泥、翻浆等病害,保护路基;

[0050] (9)、季节性冻土路基的防冻胀结构体全方位抬升了多年路基冻土温度的上限,整体上提高了多年冻土路基的稳定性;

[0051] (10)、路基总体成本相对较低,路基使用年限延长。

[0052] 上述概念与接下来的具体说明属于具有示范性质的内容,旨在进一步详细说明本发明的申请专利范围。与此相关的其他目的、特征和优点,将在下文配合附图的实施例中加以详细阐述。

附图说明

[0053] 图1a是公路路基中通风管(3)通过块石(5)的横向剖面示意图。

[0054] 图1b是公路路基中通风管(3)通过块石(5)的纵向剖面示意图。

[0055] 图2是公路路基埋入通风管(3)和碎石及块石的横向剖面示意图。

[0056] 图3a是公路路基埋入通风管(3)和碎石、块石及防晒降温体(16)的横向剖面示意图。

[0057] 图3b是公路路基埋入通风管(3)和碎石、块石及防晒降温体(16)的纵向剖面示意图。

[0058] 图4是公路路基埋入通风管(3)和块石(5)及带有涂料层(10)的碎石(6)的横向剖面示意图。

[0059] 图5是公路沥青混凝土路面(1)内筑有涂料层(10)的碎石(6)的横向剖面示意图。

[0060] 图6是公路水泥混凝土路面(1)内带有涂料层(10)的混凝土体(7)的横向剖面示意图。

[0061] 图7是公路沥青混凝土路面(1)内筑有涂料层(10)的沥青碎石(6)的横向剖面示意图。

[0062] 图8是公路路基埋入通风管(3)、块石(5)、碎石(6)和土工合成材料(9)的横向剖面示意图。

[0063] 图9a是公路路基埋入烟囱式通风管(3)的横向剖面示意图。

[0064] 图9b是公路路基埋入烟囱式通风管(3)的纵向剖面示意图。

[0065] 图10是公路路基埋入洞形通风板(4)、土工合成材料(9)、通风管(3)、碎石(6)等的横向剖面示意图。

[0066] 图11是公路路基埋入通风管(3)、碎石(6)和上下两层土工合成材料(9)的横向剖面示意图。

[0067] 图12是公路路基埋入通风管(3)、碎石(6)和一层土工合成材料(9)的横向剖面示意图。

[0068] 图13a是一种洞形通风板(4)的正视剖面示意图。

[0069] 图13b是一种洞形通风板(4)的后视剖面示意图。

[0070] 图13c是一种洞形通风板(4)的实物状态示意图。

[0071] 图14a是另一种洞形通风板(4)的正视剖面示意图。

[0072] 图14b是另一种洞形通风板(4)的后视剖面示意图。

- [0073] 图14c是另一种洞形通风板(4)的实物状态示意图。
- [0074] 图15是路基坡面和路基两侧面地表(17)上放置洞形通风板(4)的横向剖面示意图。
- [0075] 图16是用块石(5)护坡和填土(2)填筑地表(17)的横向剖面示意图。
- [0076] 图17是用块石(5)护坡和护坡脚及填土(2)填筑地表(17)的横向剖面示意图。
- [0077] 图18是用块石(5)护坡和护坡脚及护地表(17)的横向剖面示意图。
- [0078] 图19是沥青混凝土路面(1)上涂敷有涂料层(10)的横向剖面示意图。
- [0079] 图20是沥青混凝土路面(1)下依次铺筑路基构筑物(12)、碎砾石(6)的横向剖面示意图。
- [0080] 图21是沥青混凝土路面(1)下铺筑路基构筑物(12)的横向剖面示意图。
- [0081] 图22是沥青混凝土路面(1)下依次铺筑碎砾石(6)、路基构筑物(12)的横向剖面示意图。
- [0082] 图23是用轻质混凝土(7)填筑公路坡面和路面(1)的横向剖面示意图。
- [0083] 图24是用轻质混凝土(7)拓宽道路路面(1)的横向剖面示意图。
- [0084] 图25是公路路基涵洞式遮阳板棚(8)的横向剖面示意图。
- [0085] 图26是公路路基透明遮阳板棚(8)的横向剖面示意图。

发明具体实施方式

[0086] 下面通过优选出的一些实施例并结合附图,来具体说明一种季节性冻土区路基的防冻胀结构体及其铺筑方法。

[0087] 本发明给出的附图,不是实际工件图或产品结构图,而是为了说明各个实施例的示意图。本发明给出的具体实施方式并不限定本发明,实施例不限于本发明列举的实施例个数。出于清楚、明确叙述的目的,文字内容尽量删繁就简。在附图中用阿拉伯数字抽象表示类似相同结构或相同功能的元件符号,这也是本领域业内技术人员惯常采用的技术手段,避免了用螺杆、螺帽、垫圈、扣件等具体零部件的元件符号罗列赘述。

[0088] 实施例1

[0089] 图1a是在公路路基中通风管(3)通过块石层(5)的横向剖面示意图。图1b是在公路路基中通风管(3)通过块石层(5)的纵向剖面示意图。运用单层通风管法和防晒降温法的一个实施例,其铺筑方法是:按图1a,在北方寒区沿河水修筑公路的109国道某试验地段,先在压实的天然地表(17)上填筑压密的碎砾石(6),其厚度为0.3m;在碎砾石(6)层上再铺筑表面涂敷有涂料(10)的块石(5),涂料(10)为ZS-211型反射隔热保温涂料,膜层厚度为0.30mm;块石(5)或称片石(5),粒径为10cm~35cm,块石厚度为0.3m;再在块石(5)上铺设一层透壁通风管(3),通风管(3)沿公路路基截面横向水平方向,依次等间隔排列,管与管的净间距为0.5m;采用C30标号的混凝土管,管外径 Φ 500mm,管内径 Φ 450mm,管壁厚度为5cm,管壁上的透壁孔径为8cm,开孔率为25%(顺便需要说明的是:为简便计,本说明书附图中均未画出透壁通风管(3)上的通风孔),可以将预制的长为1m的透壁通风管运输到施工地一段段连接起来;将该层通风管(3)的两端口伸出路基两侧的阴阳坡面外,在管的一个端口或两个端口可设自动开启或关闭的风门;然后在管与管间、通风管(3)的顶部继续填入没有涂料层(10)的块石(5),与此同时铺设在路基两侧边坡宽度各为60cm、粒径仍为10cm~35cm、厚60cm的两段块石(5),表面的涂料层(10)膜层厚度为0.60mm,其涂料层(10)为ZS-211型防

晒隔热保温涂料;直到将块石(5)填到透壁通风管(3)顶部以上0.2m厚的位置;再铺筑厚度为20cm的碎砾石(6);然后在碎砾石(6)上填筑填土(2),路基填土的顶宽为23.0m;最后在填土层(2)上铺筑路面层(1)。

[0090] 同比现有技术(例如ZL201120560271.4、ZL200520079311.8、ZL201020142789.1;刘戈,等.透壁式通风管-块石复合气冷路基室内模型试验研究,冰川冻土,2014,36(4):870~875.等等),在寒区,相同通风管、块石的试验材料、相同的试验条件下,块石(5)表面上的涂料层(10)是ZS-211反射隔热涂料,经检测:涂层的导热系数为0.04W/m.k,其隔热效果明显。这种铺设方法对冷却路基,提升多年冻土上限是十分有利的。

[0091] 实施例2

[0092] 图2是公路路基埋入通风管(3)和碎石及块石的横向剖面示意图。

运用单层通风管法和防晒降温法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上填筑压密碎砾石中的碎石(6),其粒径5mm~70mm,先铺筑厚度0.25m,再铺筑厚5cm碎石(6)的表面上带有的涂料层(10)是SPUA材料,用JHPK-A9000型京华派克全新聚氨酯喷涂机喷涂S-402防腐保温的聚脲涂料,涂料层(10)厚2mm,导热系数为0.02~0.03W/m.k;当然也可以涂敷ZS-1型常温下隔热保温涂料,膜厚0.2mm~0.5mm;在碎石(6)层上再铺筑一层粒径15cm~40cm、厚度0.5m的块石(5);再在块石(5)上铺设一层沿公路路基截面横向水平方向,依次等间隔排列的透壁通风管(3),管与管的净间距为50cm;采用C30标号的混凝土管,管外径 Φ 500mm,管内径 Φ 450mm,管壁厚度为5cm,管壁上的透壁孔径为10cm,开孔率为20%;将该层通风管(3)的两端口伸出路基两侧的阴阳坡面外,在管的一个端口或两个端口可设自动开启或关闭的风门;然后在管与管间、通风管(3)的顶部继续填入粒径仍为15cm~40cm的块石(5),直填到透壁通风管(3)顶部以上0.2m厚的位置;再在块石层(5)上铺筑填土(2);填土层(2)的上方也先铺筑厚0.14m的碎石(6),再铺筑带有涂料(10)的碎石(6),其粒径0.5mm~60mm,厚0.06m,涂料(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,耐温 $-30^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$,导热系数为0.04W/m.k,膜厚0.3mm;最后在碎石层(6)上铺筑路面(1),图2显示了路面层(1)上的路基构筑物(12)是中央分离带,中央分离带的两侧对称设置有双车道公路路面结构层,其高速公路宽幅路基为24.5m。

[0093] 本实施例中将表面涂敷有涂料层(10)的碎石(6)分别铺筑在路基地部、填土(2)的上部,对路基产生的效果是:路面(1)下隔热降温,地表(17)上绝热隔热,防止多年冻土区地表下的冷量损失。

[0094] 实施例3

[0095] 图3a、图3b、分别是公路路基埋入通风管(3)和碎石、块石及防晒降温体(16)的横向、纵向剖面示意图。综合运用单层通风管法、夹层法和防晒降温法的一个实施例,其铺筑方法是:完全按照图2的路基结构和实施例2的方法铺筑。其中与图2略有不同的是:在图3中用防晒降温体(16)替代图2中表面涂敷有涂料层(10)的碎石(6)。为了节约篇幅,本实施例中先说明防晒降温体(16)的结构:防晒降温体(16)是在一部分洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)的表面上,用涂料或用SPUA材料涂敷成涂料层或材料层(10)或涂敷成(材料层)涂料层(10)和涂料层(11),形成带有(材料层)涂料层(10)或带有(材料层)涂料层(10)和涂料层(11)的用涂料涂敷成涂料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11)的洞形通风板(4)、块石(5)、碎砾石(6)、混凝土体(7)、土工合成材料(9)。

[0096] 本实施例中先运用夹层法:在清洁、干燥的厚2.5cm的泡沫玻璃板面上,用涂装机将粘接砂浆(或粘接剂)涂敷后,再将厚1cm的中意STP保温板贴敷在泡沫玻璃板面上;同法再在STP保温板上面贴敷厚2.5cm的泡沫玻璃板。这样形成了上下层是泡沫玻璃板层,中层(夹层)是中意STP保温板层,即共3层的另一种隔热结构体。

[0097] 将上述实施例稍微调整一下,可以作为另一个实施例:将带有涂料层(涂料层为ZS-411型辐射散热降温涂料,膜厚为0.15mm)的泡沫玻璃板板面朝下,在厚2cm的泡沫玻璃板上表面喷涂厚10mm聚脲弹性体(简称SPUA)材料。

[0098] 将上述实施例再调整一下,可以作为又一个实施例:先在填土层(2)上铺盖一层厚3cm的泡沫玻璃板,泡沫玻璃板的下表面喷涂厚度为10~20mm的材料层(10),例如用JHPK-A9000型京华派克全新聚氨酯喷涂机喷涂,或用聚脲材料浇注,涂料层(10)是防水防腐耐磨的SPUA保温材料,导热系数为0.02~0.03W/m.k;再在泡沫玻璃板的上表面铺盖一层表面涂敷有ZS-221型防晒隔热涂料(涂料层膜厚0.3mm)的防水土工布(厚0.6mm),涂料层面朝下;最后铺筑路面层(1)。SPUA的性价比优于泡沫玻璃、EPS、XPS等材料。

[0099] 实施例4

[0100] 图4是在公路路基中埋入通风管(3)和块石及带有涂料层(10)的碎石(6)的横向剖面示意图。运用单层通风管法和防晒降温法的一个实施例,其铺筑方法是:完全按照图2的路基结构和实施例2的铺筑方法铺筑。与图2略有不同之处是:在图4中的路面(1)铺筑带有涂料(10)的碎石(6)。

[0101] 尽管路面(1)的实际结构和铺筑方法无法在图4中显现出来,但是本实施例在此需要给出简要说明:在填土层(2)的上方先铺筑厚度为0.18m的碎石(6),再铺筑厚度为0.02m并带有涂料(10)的碎石(6);当然,也可以在填土层(2)的上方直接铺筑厚度为0.17m的碎石(6),再在其上喷涂厚度为30mm的聚脲弹性体材料层;最后铺筑沥青混凝土路面(1)。铺筑沥青混凝土路面(1)的步骤是:先铺筑石灰处置泥岩hcm;再在石灰处置泥岩层上铺筑厚度为17cm的级配碎石(6);然后在级配碎石层(6)上铺筑带有涂料(10)的级配碎石(6),厚度为3cm,喷涂层(10)为防水防腐耐磨的聚脲SPUA-202型保温材料,导热系数为0.02~0.03W/m.k,膜厚为1.5mm;再在级配碎石层(6)上铺筑厚7cm的沥青碎石;最后铺筑厚度为5cm的沥青混凝土。

[0102] 实施例5

[0103] 图5是公路沥青混凝土路面(1)内筑有涂料层(10)的碎石(6)的横向剖面示意图。运用防晒降温法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上填筑填土(2),该填土(2)是石灰处置泥置岩hcm;再在填土层(2)上铺筑沥青混凝土路面(1),沥青混凝土路面(1)的实际结构是(在此只能叙述,不便于在图5中详尽画出):路面(1)上的路基构筑物(12)是中央分离带,中央分离带的两侧对称设置有双车道公路路面结构的宽幅双车道;中央分隔带为200cm硬路肩为175cm,土路肩为50cm;边坡率为1:1.5;路基宽为1150cm;路面横坡为2%。但是作为公路设计和施工的专业人员根据公知的沥青混凝土路面内部的结构层次关系,完全能够对应地理解本实施例给出的沥青混凝土路面(1)的结构:铺筑石灰处置泥岩hcm后,继续铺筑厚20cm的级配碎石(6),碎石粒径31.5mm,过筛孔90%~100%,4.75mm的通过率在38%左右;继续铺筑带有涂料(10)的级配碎石(6)与沥青混合的厂拌沥青碎石层,其厚度为7cm,涂料层(10)是膜厚为1.8mm的防水防腐耐磨的聚脲SPUA-202型保温材料,

导热系数为 $0.02\sim 0.03\text{W/m}\cdot\text{k}$;最后在厂拌沥青碎石层上铺筑厚度为 5cm 的沥青混凝土。

[0104] 实施例6

[0105] 图6是公路水泥混凝土路面(1)内带有涂料层(10)的混凝土体(7)的横向剖面示意图。运用防晒降温体法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上填筑填土(2);再在填土层(2)上铺筑水泥混凝土路面(1),铺筑水泥混凝土路面(1)的实际结构不便于在图6中详尽画出,例如:硬路肩行车道为 $2\times 350\text{cm}$,路面横坡为 2% ,两边各预留 75cm ;整体路面宽为 1000cm ;土路肩为 $2\times 75\text{cm}$,路面横坡为 3% ;边坡率为 $1:1.5$ 。但是作为公路设计和施工的专业人员根据公知的水泥混凝土路面内部的结构层次关系,完全能够对应地理解本实施例给出的铺筑水泥混凝土路面(1)的步骤和方法:先铺筑填土(2);再在再在填土层(2)上铺筑厚度为 20cm 的级配碎石(6)底基层;然后在级配碎石层(6)上铺筑厚度为 18cm 的厂拌水泥稳定碎石混合料(6)为底基层,其中厂拌水泥稳定碎石混合料(6)的水泥剂量为 5% ;在水泥稳定级配碎石(6)层拆模、养生、封缝后,再涂敷ZS-221型涂料层(10),干膜厚为 0.6mm ;或者不涂敷涂料层,可用粘贴砂浆铺贴厚 2cm 的中意STP保温板,其导热系数为 $\leq 0.008\text{W/m}\cdot\text{k}$;最后在水泥稳定级配碎石(6)底基层上浇筑厚度为 22cm 的混凝土体(7),即水泥混凝土面板。

[0106] 实施例7

[0107] 图7是公路沥青混凝土路面(1)内筑有涂料层(10)的沥青碎石(6)的横向剖面示意图。与图5一样,运用防晒降温法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上填筑填土(2),该填土(2)是石灰处置泥置岩h;再在填土层(2)上铺筑沥青混凝土路面(1),铺筑沥青混凝土路面(1)的实际结构不便于在图5中详尽画出,例如:行车道为 $2\times 750\text{cm}$ 的双幅双车道;中央分隔带为 200cm ;硬路肩为 175cm ,土路肩为 50cm ;边坡率为 $1:1.5$;路基宽为 1150cm ;路面横坡为 2% 。但是作为公路设计和施工的专业人员根据公知的沥青混凝土路面内部的结构层次关系,完全能够对应地理解本实施例给出的铺筑青混凝土路面(1)的步骤和方法:先铺筑石灰处置泥岩hcm;再在石灰处置泥岩层上铺筑厚度为 20cm 的级配碎石(6);然后与图5不一样的铺筑方法是:将带有涂料层(10)的碎石(6)配制成热拌沥青混合料,并且按照《GB50092-96沥青路面施工及验收规范》,铺筑在级配碎石层(6)上,铺筑厚度为 6cm ,涂料层(10)为ZS-411型辐射散热降温涂料,膜厚为 0.2mm ;接着铺筑一层薄磨耗SMA混合料,SMA混合料的设计与施工技术规范按照《DB21/T1995-2012薄磨耗层》标准执行,薄磨耗层的厚度为 $20\text{mm}\sim 25\text{mm}$,作为沥青路面上的超薄面层,在图7顶面用粗黑线表示。

[0108] 图7的沥青路面层(1)铺设ZS-411型辐射散热降温涂料层(10),耐温 $-50^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$,可见光反射率 85% ,近红外光反射率 80% ,"对低温物体可有效保冷并能抑制环境辐射热而引起的冷量损失可防止冷凝发生"。散热效果好,能提高热交换率在 10% 以上。一般其设计使用年限 \geq 沥青的设计使用年限,便于路面维修。我国沥青路面的温度夏天一般在 $50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$,同比气温要高。而涂料层(10)的防晒降温、辐射散热的效果显著,其成本相对较低,对多年冻土区、季节性冻胀区公路的自然降温十分有利。

[0109] 实施例8

[0110] 图8是公路路基埋入通风管(3)、块石(5)、碎石(6)和土工合成材料(9)的横向剖面示意图。运用两布隔物法和防晒降温体法的一个实施例,其铺筑方法与实施例4中图4大致相近:先在压实的天然地表(17)铺设一层合成土工材料(9),该材料(9)是防水土工布(包括

填缝、补缝用材)；然后在上面喷涂厚度为2mm的聚脲弹性体材料层(10)，例如用JNJX-Q5600型聚脲喷涂机喷涂，或聚脲材料浇注，涂料层(10)是保温防水防腐耐磨的聚脲SPUA材料，产品是S-402型防腐保温材料，SPUA的导热系数为0.02~0.03W/m.k；再在上面填筑压密砂砾石中的碎石(6)，其粒径为5mm~70mm，厚度为0.2m；再铺筑一层块石(5)，块石(5)的粒径为15cm~40cm，块石厚度为0.4m，如果当地没有块石，也可再铺筑厚度为0.4m的碎石(6)，以下同样处理；再在这层块石(5)上铺设一层透壁通风管(3)，将该层通风管(3)沿与路基水平面方向成3°~15°夹角方向，等间距依次铺设在路基基底；管与管的净间距为60cm；采用C30标号的混凝土管，管外径 Φ 500mm，管内径 Φ 450mm，管壁厚度为5cm，管壁上的透壁孔径为10cm，开孔率为20%，如果没有块石层，则需要用透水土工布事先将通风管(3)一个一个包起来再埋入；将该层通风管(3)的两端口伸出路基两侧的阴阳坡面外，在管的一个端口或两个端口可设自动开启或关闭的风门；然后在管与管间、通风管(3)的顶部继续填入粒径仍为15cm~40cm的块石(5)，直到将块石(5)填到透壁通风管(3)顶部以上0.4m厚的位置；再在透壁通风管(3)顶部以上0.4m厚的块石层(5)上铺筑厚度为0.5m~1.6m的粗颗粒填土(2)；然后在填土层(2)继续铺设一层合成土工材料(9)，该材料(9)是防水土工布；防水土工布上面继续铺筑带有涂料(10)厚度为0.06m的碎石(6)，其粒径为0.5mm~60mm；最后在路面(1)内厚度为0.18m的级配碎石层上铺筑带有涂料(10)的碎石(6)，其粒径为0.5mm~60mm，厚度为0.02m(再在其上面铺筑沥青碎石层)；涂料(10)是ZS-221型防晒隔热涂料，耐温-30℃~90℃，膜厚为0.3mm；与图2一样，图8显示了路面层(1)的中央分离带两侧对称设置有双车道公路路面结构层，其高速公路宽幅路基为24.5m。

[0111] 本实施例中将表面涂敷有涂料层(10)的碎石(6)分别铺筑在路基底部、填土(2)的上部，对路基产生的效果是：路面(1)下防晒降温，地表(17)上绝热隔热，防止地表下冻胀。将防水土工布分别铺设在路基的上、下部，对路基产生的效果是：路基上部的土工布与喷涂层把从碎石(6)缝隙中流淌下来的雨水排出路基两侧坡外；路基下部的土工布与喷涂层把从碎石(6)缝隙中流淌下来的雨水排出路基两侧坡外；透壁通风管(3)对路基产生的效果是：冬夏通风，冷却路基；雨季上下左右排水，保护路基免除水害。

[0112] 实施例9

[0113] 图9a是公路路基埋入烟囱式通风管(3)的横向剖面示意图。图9b是公路路基埋入烟囱式通风管(3)的纵向剖面示意图。在公路中运用烟囱式通风管法和两布隔物法的一个实施例，其铺筑方法与发明者的另一个发明_冻土路基的防热结构体及其冷却方法中的实施例7及其图7大致相近：先在压实的天然地表(17)上铺盖一层合成土工材料(9)，即防水土工布(9)(包括填缝、补缝用材)；再在土工布(9)上填筑压密砂砾石(6)，其粒径为5mm~70mm，厚度为0.27m；继续铺筑厚度为0.03m的碎砾石(6)，碎砾石(6)的表面上带有涂料(10)膜层，涂料(10)是ZS-1型常温下隔热保温涂料，耐温-60℃~600℃，膜厚为0.2mm~0.5mm；再将通风管(3)与烟囱管(13)、构件(14)与帽体(15)连接成三通式通风管放置在碎砾石层(6)上，透壁通风管(3)采用C30标号的混凝土管，管外径 Φ 500mm，管内径 Φ 450mm，管壁厚度为5cm，管壁上的透壁孔径为5cm，开孔率为30%；继续填筑块石(5)并且将烟囱管等间距的竖直放置在碎砾石层(6)上，块石(5)的粒径为0.10m~0.35m，厚度为0.6m，如果没有块石就填筑碎砾石层(6)，这种情况下需要用土工布把透壁通风管包起来；继续填筑碎砾石层(6)，碎砾石(6)的粒径为5mm~70mm，厚度为0.5m；在碎砾石(6)上铺盖一层合成土工材料

(9),即透水土工布(9);在透水土工布(9)上铺筑填土(2);接着烟囱管(13)的上部、构件(14)、帽体(15)伸出路基阳坡或阴坡以外,烟囱管(13)的上部表面、构件(14)的表面、帽体(15)的表面设有防晒降温体(16),防晒降温体(16)为涂敷有防晒降温涂料层,即涂敷有ZS-221型防晒隔热涂料,膜厚为0.3mm~0.6mm。当然,为了延长烟囱式通风管的使用寿命,在烟囱管(13)的上部表面、构件(14)、帽体(15)的表面还可以再涂敷涂料层(10),即使用双狮牌氟碳漆:直接涂敷面漆一道或者二道,漆膜厚为60 μ m~80 μ m。

[0114] 实施例9及以下实施例10、实施例11中填土(2)下面的防水土工布层(9)把从填土(6)中流淌下来的雨水排出路基两侧坡外排水沟内。实施例9将表面涂敷有涂料层(10)的碎石(6)铺筑在路基底部,对路基底部地表(17)绝热隔热,防止地表下冻胀。防水土工布把从碎石(6)缝隙中流淌下来的雨水排出路基两侧坡外排水沟内。透壁通风管雨季上下左右排水,将通风管(3)底部的雨水排出路基两侧坡外排水沟内。整体上保护路基免除水害。夏天通风管通风散热效果明显。不必要翻挖地表,甚至不需换土,适应性强。可充分利用填土、碎砾石及块石,就地取材,成本低廉。

[0115] 实施例10

[0116] 图10是公路路基埋入洞形通风板(4)、土工合成材料(9)、通风管(3)、碎石(6)等的横向剖面示意图。综合运用板布管石逐铺法、夹层法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上距路基表面0.5m处铺上一层表面涂敷有厚1.8mm的聚脲弹性体材料层(10)的洞形通风板(4),聚脲弹性体材料层(10)的一面朝下,该洞形通风板(4)是泡沫玻璃板,可采用浙江德和绝热科技有限公司的泡沫玻璃板,厚度为0.02m,先用涂装机将粘接砂浆料涂喷涂在泡沫玻璃板上,再通过粘贴砂浆铺贴厚0.02m的中意STP保温板,其导热系数为 $\leq 0.008\text{W/m}\cdot\text{k}$,可选用600mm \times 400mm \times 20mm规格板,锚固时使用8mm \times 8mm \times 8mm规格的带圆环专用保温胀栓,总铺设面积大体上 \geq 泡沫玻璃板的面积,至少将泡沫玻璃板的周边盖住;所述洞形通风板(4)将在实施例13、14、15中专门作具体介绍;再在洞形通风板(4)上铺盖一层防水土工合成材料(9),该材料(9)是防水土工布,例如上海盈帆工程材料有限公司生产的厚0.7mm的一布一膜防水复合土工布,实际上也形成了上层(土工布)、中层(泡沫玻璃板)、下层(SPUA)共3层的夹层结构体;当然,也可以将该夹层结构体换成:上下层是各厚3cm的泡沫玻璃板层,中层(夹层)是厚1cm的气凝胶层;然后铺筑一层碎砾石(6),其厚度为0.3m,粒径3mm~60mm;再等间距依次水平铺设一层透壁通风管(3),管与管的净间距为50cm;采用钢筋混凝土管,管外径 Φ 450mm,管内径 Φ 400mm,管壁厚度5cm,管壁上的透壁孔径5cm~8cm,开孔率25%,用透水土工布事先将通风管(3)一个一个包起来再埋入;在伸出路基两侧的阴阳坡面外管的一个端口或两个端口可设自动开启或关闭的风门,在管与管间、通风管(3)的顶部继续填入同粒径的碎砾石(6),一直填筑到透壁通风管(3)顶部以上0.5m厚的位置;然后铺盖一层合成土工材料(9),即透水土工布(9);再铺筑填土(2),填土(2)是路基施工处基土、粗颗粒土、粗细颗粒级配土、防冻胀土、隔温土(炉渣、矿渣、碎砖、砂砾土等)中的一种;最后铺筑一路面(1)。也可以用块石(5)替代或部分替代上述碎砾石(6)。

[0117] 实施例11

[0118] 图11是公路路基埋入通风管(3)、碎石(6)和土工合成材料(9)的横向剖面示意图。运用两布隔物法的一个实施例,其铺筑方法是:先挖开天然地表(17),埋入厚度为1m的填土(2),填土(2)是填入A组填料的防冻土,包括级配良好的漂石、卵石、碎石、粒砾、细砾、砾砂、

粗砂、中砂；在防冻土层上铺盖一层土工合成材料(9)，合成材料(9)是防水的两布一膜复合土工布，当然，在雨季雨量小的寒区可以不铺设防水土工布，雨水可以直接渗入地表层；再在合成材料(9)上铺筑一层厚度为20cm的透水碎石(6)；然后在级配透水碎石层(6)上铺筑一层碎砾石(6)，其厚度为0.3m，粒径为3mm~60mm；再在碎砾石(6)上等间距依次水平铺设一层透壁通风管(3)，管与管的净间距为50cm；采用普通混凝土管，管外径 Φ 450mm，管内径 Φ 400mm，管壁厚度为5cm，管壁上的透壁孔径为5cm，开孔率为25%，用透水土工布事先将通风管(3)一个一个包起来再埋入；将该层通风管(3)的两端口伸出路基两侧的阴阳坡面外，在管的一个端口或两个端口可设自动开启或关闭的风门在管与管间、通风管(3)的顶部继续填入同样粒径的碎砾石(6)，直到将碎砾石(6)填筑到透壁通风管(3)顶部以上0.5m厚的位置；然后在碎砾石层(6)上铺盖一层合成土工材料(9)，即透水土工布(9)；在透水土工布(9)上铺筑填土(2)。

[0119] 实施例12

[0120] 图12是公路路基埋入通风管(3)、碎石(6)和一层土工合成材料(9)的横向剖面示意图。运用单层通风管法的一个实施例，与实施例11及其图11从路基顶端到通风管(3)下面的碎石(6)是完全相同的，不再重复叙述。不同的是：挖开地表(17)，埋入厚1m的杂填土(2)，作为保温层是工业废料制成的废固废配级层；不再铺盖防水土工布，不再铺筑透水碎石(6)。

[0121] 工业废料制成的废固废配级层，包括建筑物废混凝土、废砖、废墙体材料、废石、废玻璃、粉煤灰、炉渣等原料，经过分检、破碎、磁性分离，配制成粒径为 $\leq 70\text{mm}$ 的再生级配固体物料，即符合《公路沥青路面设计规范》(JJGD50-2006)、《公路路面基层施工技术规范》(JTJ034-2000)、《粉煤灰石灰类道路基层施工及验收规程》(CJJ4-97)的颗粒连续级配要求，其压碎值不大于30%。例如，上述填土层(2)中的填料是：级配碎石10%，再生级配固体物料80%、粒径 $\leq 70\text{mm}$ ，水泥2%，粉煤灰8%。经检，完全符合规范要求。

[0122] 上述实施例10、11、12中通风管(3)两端口上安装的保温门，其表面涂敷成涂料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11)。涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料，膜厚为0.3mm~0.6mm；涂料层(11)是双狮牌氟碳漆：底漆喷涂二道，漆膜厚 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ ；中间漆为环氧云铁中间漆，喷涂一道，漆膜厚 $20\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ ；面漆喷涂二道，漆膜厚为 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ 。在季节性寒区，表面涂敷ZS-221型防晒隔热涂料的保温门的使用效果是：夏天关闭保温门，通风管内形成了一个相对闭合的热空气气柱体，经检测，保温门上的ZS-221型防晒隔热涂料能在烈日下的“夏天阳光直射时，可以降低物体表面温度 25°C 以上，阴天和夜晚可以降温 5°C 以上或降低到和大气温度一致”。白天当环境温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 时，同比能降低管内温度 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。夏天管内封闭的热空气不流动，隔开了外界对地表的传热作用。冬天关闭保温门，阻挡外界冷空气灌入地表，防止地表冻胀，对地表有保温作用。可见，该涂料层自然控温效果明显；涂料成本低廉，使用寿命较长；在物体表面上方便涂刷。

[0123] 顺便需要说明的是：以下实施例13、14、27和实施例15中的一部分内容，与本发明人的另一项发明-“冻土路基的防热结构体及其冷却方法”中的实施例11、12、13内容完全相同。在此转用于公路路基，可以相互参照。

[0124] 实施例13

[0125] 图13a、图13b、图13c依次是一种洞形通风板(4)的正视剖面示意图、后视剖面示意

图、实物状态示意图。从图13a、图13b、图13c看出,洞形通风板(4)是由上部的一块板(4)和下部作为支撑构件的三块长条矩形材料组成,上、下部的材质均相同。例如用上部的一块泡沫玻璃板(4)和下部的三块泡沫玻璃条制成洞形通风板(4)。当然,工程实施中也可以不是同质的,例如洞形通风板(4)是由上部的一块泡沫玻璃板(4)和下部的三块混凝土支撑构件(14)构成的。其间可以通过粘接剂粘接、连接件(14)固定等。

[0126] 实施例14

[0127] 图14a、图14b、图14c依次是另一种洞形通风板(4)的正视剖面示意图、视剖面示意图、实物状态示意图。从图14a、图14b、图14c看出,洞形通风板(4)是由相同的材质制成上部是板、下部是洞的形状,就像一排排窑洞一样,风可以穿洞而过,从洞前一直吹到洞后,这就是“洞形通风板”名称的由来,实施例13中的也是,统称洞形通风板(4),洞形通风板(4)的材质是泡沫玻璃或EPS或XPS或塑料或复合材料,等等。

[0128] 实施例15

[0129] 图15是路基坡面和路基两侧面地表(17)上放置洞形通风板(4)的横向剖面示意图。图15是运用洞形通风板法的一个实施例,其铺设方法是:洞形通风板(4)置于用填土(2)修筑的公路路基上,洞口朝向坡下或者朝向坡上,以及洞口朝向地表(17)。洞形通风板(4)的材质是浙江振申绝热科技股份有限公司生产的(高性能)泡沫玻璃,板材尺寸为610mm×460mm×120mm,将洞形通风板(4)的洞口垂直放置在阴坡面或阳坡面,从坡面到洞顶的洞高净距离至少为200mm以上,例如净距离为400mm~1000mm,在图15中是用阴坡面或阳坡面的坡面线与虚线间的垂直距离来表示的。洞形通风板(4)的上表面朝向外侧,与阴坡面或阳坡面几乎水平。在图15中所述将同一规格尺寸的洞形通风板(4)的前后洞口对齐,可以用ZES21粘接剂和连接件(14)将洞形通风板(4)固定成整片的遮阳通风板层,覆盖在坡面和坡脚附近。如果路基在季节性寒区,则另外需要在矮板棚或太阳板四周仍然用洞形通风板(4)材料严实围堵起来,但是也要在四周安装若干个自动控温门。当然,本实施例中像实施例10那样也可以在厚20mm的泡沫玻璃板上铺贴厚20mm的中意STP保温板。

[0130] 作为不同于实施例15的另一个实施例,在图15中保持其他条件不变,只是洞形通风板(4)的表面上涂敷涂料层(10)之后再涂敷一层氟碳漆的涂料层(11),涂料层(10)、涂料层(11)的膜厚依次为0.3mm~1.0mm、10 μ m~30 μ m,是完全可以的。涂料层(10)、涂料层(11)的颜色可选择黑、灰、似青石色等。

[0131] 作为不同于实施例15的再一个实施例,在图15中保持其他条件不变,在公路路基坡脚两侧地表(1)上再铺设截面宽度为20m~30m、长为沿路基走向200m~3000m整片的遮阳洞形通风板(4)矮板棚,即由洞形通风板(4)材料和控温门围成上部是板,下部是墙和门洞的矮板棚体。使用河北盛大保温建材有限公司生产的泡沫玻璃A,制成洞形通风板(4)。风沿地表上整片的遮阳洞形通风板(4)的洞中吹过,同时不断带走地表面的热量。用该矮板棚法,不挖不填地表,放在坡面、地面(洞口朝下)的洞形通风板(4)能明显降低路基的温度。如果路基在季节性寒区,则另外需要在矮板棚或太阳板四周仍然用洞形通风板(4)材料严实围堵起来,同时也要在四周安装若干个自动控温门。

[0132] 作为不同于实施例15的一个特殊实施例,在图15中保持其他条件不变,只是所述的洞形通风板(4)选择为太阳能板(也叫太阳能电池组件),将太阳能板用构件(14)安装、铺设在坡面、路基坡脚两侧地表(17)上,将会起到既通过遮阳来降低路基温度的作用,又能发

挥太阳能电池沿公路线光伏发电及节能减排的作用!如果路基在季节性寒区,则需要在矮板棚或太阳能板四周仍然用洞形通风板(4)材料严实围堵起来,并在四周安装若干个自动控温门。

[0133] 太阳能板的制造厂家众多,例如选择中南光电有限公司的太阳能板单晶硅组件CHN-60M(BK)255w~275W或多晶硅组件,其单晶硅电池片或多晶硅电池片 $156\times 156\text{mm}^2$ 、电池片类型60(6 \times 10)或72(6 \times 12),尺寸为 $1679.4\times 1011\times 25.5\text{mm}^3$,重量为21.6Kg或23Kg,3.2mm减反射镀膜钢化玻璃,阳极氧化铝边框,1P67(含有旁路二极管)接线盒,MC4兼容接插件,4.0mm²,900mm的光伏专用线缆。将上述一块块太阳能板用构件(14)和太阳能板组装附件安装后,铺设在离坡面、离路基坡脚两侧地表(17)上的净距离为30cm~150cm。也可以聘请浙江正泰新能源开发有限公司、浙江昱辉阳光能源有限公司等承包、安装。

[0134] 洞形通风板(4)的原理与实施效果

[0135] 洞形通风板(4)通风的原理是:洞口垂直朝向坡面或地面时,坡面或地面与洞口间形成一个可以通风的管道,风可以从洞形通风板(4)一端的洞口,经过这个可以通风的管道,通到洞形通风板(4)另一端的洞口外。洞形通风板(4)的工作原理是:在多年冻土区,夏天,关闭控温门,无风时洞形通风板(4)的洞内空气无对流发生,处于相对静止状态,洞形通风板(4)的洞处于不工作状态。洞内的热空气有利于增大路基的热阻,阻隔了外部热量对路基及路基下部冻土的侵入;洞形通风板(4)作为防晒板可以遮阳防晒,降低阴坡面和阳坡面以及坡脚两侧地表(17)上的温度;打开控温门,有风时洞形通风板(4)的洞内空气发生对流,带走洞内及路基内的热量;冬天,打开控温门,无风时洞形通风板(4)仍然作为防晒板可以遮阳防晒,降低阴坡面和阳坡面上以及坡脚两侧地表(17)上的温度;有风时无论风沿坡面从坡上刮到坡下,还是风沿坡面从坡下刮到坡上,风沿坡面从洞形通风板(4)的洞中吹过,不断带走坡面上的热量,甚至冷风吹入地表,降低路基地表的温度。

[0136] 洞形通风板(4)的实施效果是:不挖填地表,直接将洞形通风板(4)铺设在阴坡面和阳坡面以及坡脚两侧地表(17)上,连接成一大片矮板棚体,是对多年冻土区夏天和冬天降温的最简捷、最有效、最节约、最长久的方法。

[0137] 在季节性寒区,则另外需要在矮板棚或太阳能板四周用洞形通风板(4)材料严实围堵起来,考虑选择相同的板材是出于材料的耐候性及成本,同时也要在四周安装若干个自动控温门。

[0138] 洞形通风板(4)和四周围板控温门的实施效果是:不挖填地表,直接将洞形通风板(4)铺设在阴坡面和阳坡面以及坡脚两侧地表(17)上,连接成一大片矮板棚体,对季节性寒区夏天降温,冬天保温的最简捷、最有效、最明显、最节约、最长久的方法。

[0139] 夏天,无风时温控门关闭,洞形通风板(4)和四周围板组成的洞内空气无对流发生,处于相对静止状态,洞形通风板(4)的洞处于不工作状态。洞内的热空气有利于增大路基的热阻,阻隔了外部热量对路基及路基下部冻土的侵入;洞形通风板(4)作为防晒板可以遮阳防晒,降低阴坡面和阳坡面上的温度。有风时温控门打开,吹风进入洞内,吹风不断带走洞内的热空气,有利于降低路基内的温度。冬天,无风时洞形通风板(4)仍然作为防晒板可以遮阳防晒,降低阴坡面和阳坡面上的温度;有风时矮板棚或太阳能板的四周用洞形通风板(4)材料严实围堵起来,四周安装的若干个自动控温门自动关闭。板棚外的冷空气吹不进来,四周围板有围棚保温效果,矮板棚内的空气或太阳能板棚内空气温度比板棚外环境温度

高,这对路基地表起到防冻、保温作用。

[0140] 本发明的洞形通风板(4)及四周围板的显著优点在于:

[0141] 1、在冬天,坡面上及坡脚两侧地表上的洞形通风板(4)及四周围板对坡面保温;夏天,开启四周围板处的温控门,风沿坡面及坡脚两侧地表上的洞形通风板(4)的洞中吹过,不断带走洞形通风板(4)下的热量,降低路基填土(2)的温度;

[0142] 2、不需要挖填地表土,保持地表自然物理气流循环状态;不需要挖填地表土,节约施工成本;

[0143] 3、用洞形通风板(4)连接成一大片矮板棚体,防止了雨水对坡面路堤的冲刷、浸蚀,起到了保护坡面的作用;

[0144] 4、洞形通风板(4)及四周围板的成本相对较低,耐候性强;洞形通风板(4)的材质也可以选择为泡沫玻璃板。并且重量轻,价格低廉。泡沫玻璃板的耐候性更强,其设计寿命可以达到50年~100年!

[0145] 5、带有涂料层(10)的洞形通风板(4)防止雨水、冰雹、刮风等对洞形通风板(4)的侵害,提高了泡沫玻璃板、EPS、金属板等板的使用效能。

[0146] 6、洞形通风板(4)应用灵活性强,使用方便:在多年冻土区使用洞形通风板(4);在季节性寒区使用洞形通风板(4)和四周围板;在多年冻土区和季节性寒区使用太阳能板充当洞形通风板(4)。

[0147] 实施例16

[0148] 图16是用块石(5)护坡和填土(2)填筑地表(17)的横向剖面示意图。

图16可以是一幅双车道公路路基的结构图。其尺寸为:行车道 $2 \times 75\text{cm}$;中央分隔带 200cm ;硬路肩 175cm ;土路肩 50cm ;路基宽 1150cm ;边坡率 $1:1.5$;路面横坡 2% 。如实施例7所述,具体尺寸不必在图16中画出。因为公路设计和施工的专业技术人员依据公路设计规范和相关技术标准,完全能够加以实施本实施例。运用“U”字型铺石法和防晒降温体法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上填铺一层厚度为 1m 、宽度为 21.5m 的填土(2),填土(2)是A组1号填料的防冻土,包括级配良好的漂石、卵石、碎石、粒砾、细砾、砾砂、粗砂、中砂,细粒含量 $<5\%$;然后在填土层(2)上铺筑厚 30cm 、粒径 $10\text{cm} \sim 15\text{cm}$ 的块石(5);继续筑厚 20cm 、粒径 $15\text{cm} \sim 25\text{cm}$ 的块石(5);再铺筑碎砾石(6),厚 50cm ,同时在两侧铺砌厚 50cm 、粒径 $10\text{cm} \sim 40\text{cm}$ 的护坡块石(5),右护坡厚 150cm ,左护坡厚 100cm ,同时进行铺筑碎砾石(6)与两侧铺砌护坡块石(5)工作;再在其上铺盖一层合成土工材料(9),该土工材料(9)是透水土工布;再在其上压实填土(2);最后在填土(2)上铺筑路面(1)。再在比路基底部填土(2)的上表面高出 5cm 的块石(5)表面、深入左右护坡面 5cm 的块石(5)表面涂敷成涂料层(10)或涂敷成涂料层(10)和涂料层(11)。涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,膜厚为 0.3mm ;涂料层(11)是双狮牌氟碳漆:直接喷涂二道面漆,漆膜厚为 $80\mu\text{m}$ 。涂料层(10)、涂料层(11)的颜色可选择灰色、灰白色、似青石色或调配色等。

[0149] 实施例17

[0150] 图17是用块石(5)护坡和护坡脚及填土(2)填筑地表(17)的横向剖面示意图。实施例17与实施例16完全相同,不再重复。不同之处是:本例中增加了坡脚两侧地表(17)上 $10\text{m} \times 400\text{m} \times 0.8\text{m}$ 体积的块石(5),其中外表层 $10\text{m} \times 400\text{m} \times 0.2\text{m}$ 块石(5)上带有相同涂料层(10)、涂料层(11),并使路基中的块石(5)铺砌成“**工**”字形。

[0151] 检测结果:用块石(5)护坡和坡脚两侧地表(17)上的块石(5),表面的涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,其耐温 $-30^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$,热反射率90%以上,热辐射率89%~90%,导热系数 0.04w/m.k ,辐射波长 $8\sim 13.5\mu\text{m}$,太阳反射比 ≥ 0.8 ,硬度4H,抗拉强度2500kpa,加速老化 $> 500\text{h}$,耐盐雾实验 $> 500\text{h}$ 。能在夏天阳光强烈时可以降低块石(5)表面温度 20°C 以上;在 $10^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下,降低块石(5)表面温度 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。其使用寿命可以达到20年。经过多年护坡和铺地的块石(5),还可在其老旧涂层表面重新涂装一层ZS-221型防晒隔热涂料后继续使用。

[0152] 实施例18

[0153] 图18是用块石(5)护坡和护坡脚及护地表(17)的横向剖面示意图。实施例18与实施例17完全相同,不再重复。不同之处是:本例减去了天然地表(17)上填铺的填土(2);增加了路基基底沿中心两侧宽1m铺砌厚50cm、粒径 $10\text{cm}\sim 40\text{cm}$ 的护坡块石(5),成“墙”形,把图17中的碎砾石(6)隔开,“墙”上不再涂敷涂料层。形成“山”字型,也可以称为“山”字型铺石法。

[0154] 实施例19

[0155] 图19是沥青混凝土路面(1)上涂敷有涂料层(10)的横向剖面示意图。

运用涂敷法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上铺盖一层合成土工材料(9),该土工材料(9)是防水土工布;再在其上压实填土(2);然后又铺盖一层合成土工材料(9),该土工材料(9)仍然是防水土工布;再在防水土工布上铺筑一层厚20cm的碎砾石(6);碎砾石(6)上再铺筑厚25cm、粒径 $15\text{cm}\sim 25\text{cm}$ 的块石(5);再在块石(5)上继续铺筑一层厚20cm的碎砾石(6);然后在碎砾石(6)铺筑沥青混凝土路面(1);最后:趁热沥青混凝土未冷却时撒布一层石英砂,撒布量为 $0.5\text{Kg}/\text{m}^2\sim 1.0\text{Kg}/\text{m}^2$,待沥青混凝土路面冷却到环境温度时,用刷涂法或喷涂法在沥青混凝土路面(1)上涂敷涂料层(10)。涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,膜厚为 $0.3\text{mm}\sim 1.0\text{mm}$ 。

[0156] 实际施工中根据地形地表、路基土质等情况,可以将图19作如下简化,就可以成为另一个实施例:先在压实的天然地表(17)上铺盖一层合成土工材料(9),该土工材料(9)是防水土工布;再在其上直接铺筑厚25cm、粒径 $15\text{cm}\sim 25\text{cm}$ 的块石(5);再在块石(5)上继续铺筑一层厚20cm的碎砾石(6);然后在碎砾石(6)铺筑沥青混凝土路面(1);最后:趁热沥青混凝土未冷却时撒布一层石英砂,撒布量为 $0.5\text{Kg}/\text{m}^2\sim 1.0\text{Kg}/\text{m}^2$,待沥青混凝土路面冷却到环境温度时,用刷涂法或喷涂法在沥青混凝土路面(1)上涂敷涂料层(10)和涂料层(11)。涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,膜厚为 $0.3\text{mm}\sim 0.6\text{mm}$;涂料层(11)是双狮牌氟碳漆:底漆喷涂二道,漆膜厚 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$;中间漆为环氧云铁中间漆,喷涂一道,漆膜厚 $20\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$;面漆喷涂二道,漆膜厚为 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ 。涂料层(10)、涂料层(11)的颜色可选择白色、灰色、接近沥青色、似青石色或调配色等。当然也可以不涂敷涂料层(11)。

[0157] 检验结果:沥青混凝土路面(1)上喷涂的涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,耐温 $-30^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$,热反射率90%以上,热辐射率89%~90%,导热系数 0.04w/m.k ,辐射波长 $8\sim 13.5\mu\text{m}$,太阳反射比 ≥ 0.8 ,半球发射率 ≥ 0.8 ,硬度4H,附着力1级,延展性好,抗拉强度2500kpa,加速老化 $> 500\text{h}$,耐盐雾实验 $> 500\text{h}$ 。能在夏天阳光强烈时可以降低表面温度 20°C 以上。

[0158] 实施效果:在沥青混凝土路面(1)上直接涂敷防晒隔热涂料,其涂料成本低廉,施

工简便、降温效果明显。同样,实施例4、5、6、7、8中在沥青混凝土路面(1)下铺设带有涂料层(10)的碎砾石(6),使路面隔热降温,缩小沥青路面的工作温度范围,减小沥青路面的温度应力,提高沥青路面温度疲劳寿命,有利于减少车辙、裂纹、破损等病害的发生,经济效益明显。

[0159] 实施例20

[0160] 图20是沥青混凝土路面(1)下依次铺筑路基构筑物(12)、碎砾石(6)的横向剖面示意图。运用土石间隔保温法和两布隔物法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上铺盖一层合成土工材料(9),其材料是防水土工布;再在其上压实填土(2);然后又铺盖一层合成土工材料(9),该材料仍然是防水土工布;再在其上铺筑一层厚40cm~60cm的路基构筑物(12),该路基构筑物(12)是填土(2)中的杂填土,其土质材料要求与实施例12相同,作为保温层是工业废料制成的废废物配级层,其比例是:再生级配固体物料 80%,粒径 $\leq 70\text{mm}$,水泥5%,粉煤灰15%;然后在其上铺筑一层厚 60cm的碎砾石(6);再在碎砾石(6)上铺筑一层厚20cm的路基构筑物(12),其比例是:再生级配固体物料50%,粒径 $\leq 70\text{mm}$,粉煤灰 46%,生石灰25%,水泥1.5%;最后在路基构筑物(12)上铺筑沥青混凝土路面(1)。

[0161] 如实施例12、20、21、22所述路基构筑物(12)是杂填土(2),是孔径较粗的矿渣、废墙体砖、工业废渣等再生级配固体物料,可以在公路沿线的电厂、钢厂、化工厂等用汽车拉来,应用在低等级公路中作保温垫土层,废物利用,施工成本低,如每吨约10多元~40多元,可以节约大量修路费用。

[0162] 实施例21

[0163] 图21是沥青混凝土路面(1)下铺筑路基构筑物(12)的横向剖面示意图。本实施例与实施例6的完全相同之处不再多叙,不同之处是:在地表(17)上铺设有上下两层土工合成材料(9),具体是上下两层防水土工布包覆筑实的填土(2);再在其上铺筑厚度为15cm的厂拌水泥稳定碎石(6)的混合料为底基层,其中掺混的水泥剂量为4.5%;再在其上浇筑厚度为20cm的混凝土体(7);在混凝土体(7)层拆模、养生、封缝后,再在上面涂敷涂料层(10)为ZS-221型防晒隔热涂料,膜厚为0.6mm~1.0mm;等待涂料层(10)的膜干后,上面铺筑一层厚30cm的路基构筑物(12),即杂填土,其比例是:再生级配固体物料30%,粒径 $\leq 70\text{mm}$,粉煤灰30%,电石渣15%,碎砾石(6) 20%,生石灰3%,水泥2%;继续铺筑二层厚10cm的路基构筑物(12),即比例是:再生级配固体物料40%,粒径 $\leq 70\text{mm}$,粉煤灰52%,碎石(6) 4%,生石灰2%,水泥2%;最后铺筑沥青混凝土路面(1)。

[0164] 实施例22

[0165] 图22是沥青混凝土路面(1)下依次铺筑碎砾石(6)、路基构筑物(12)的横向剖面示意图。运用土石间隔保温法的一个实施例,其铺筑方法是:先在压实的天然地表(17)上铺筑一层厚度为1.2m 的路基构筑物(12),即填土(2),是A组2号填料的防冻土,包括级配良好的漂石、卵石、碎石、粒砾、细砾,细粒含量5%~15%;再铺筑第二层厚20cm、用于滤水的碎砾石(6),粒径0.8cm~1.5cm;继续铺筑第三层厚0.20m~2.6m的路基构筑物(12),即杂素土,其比例:再生级配固体物58%,粒径 $\leq 70\text{mm}$,电石渣12%,粉煤灰24%,生石灰4%,水泥2%;又铺筑第四层厚0.2m的碎砾石(6);其上又铺筑一层厚度为0.5m的路基构筑物(12),其比例:再生级配固体物50%,粒径 $\leq 70\text{mm}$,电石渣15%,粉煤灰30%,生石灰4%,水泥1%;然后又铺筑一层厚30cm的碎砾石(6);最后铺筑沥青混凝土路面(1)。

[0166] 土石间隔保温法在理论上将相邻的碎砾石(6)层和路基构筑物(12)层依次连续并间隔的往复循环铺筑下去,但是在路基实际施工中,一般只须将碎砾石(6)层和路基构筑物(12)层依次连续重复的铺筑两层到三层就行了。例如,先在压实的天然地表(17)上铺筑一层厚度为1.2m的路基构筑物(12),即填土(2),是A组2号填料的防冻土,包括级配良好的漂石、卵石、碎石、粒砾、细砾,细粒含量5%~15%;再铺筑第二层厚20cm、用于滤水的碎砾石(6),粒径0.8cm~1.5cm;继续铺筑第三层厚0.20m~2.6m的路基构筑物(12)为杂素土,即钢渣沥青混凝土下层厚18cm,用0.1mm~50mm自然级配的钢渣粉(铁含量<1%):粉煤灰:石灰:矿粉=75%:6%:14%:5%,油石比6.5%。钢渣沥青混凝土上层即面层厚7cm,其比例:钢渣SMA-13为10~15mm:SMA-13为5~10mm:石灰:水泥=45%:45%:6.8%:3.2%;油石比6.0%。当然,也可以在钢渣表面涂敷涂料(10)和涂料(11)。

[0167] 实施例23

[0168] 图23是用轻质混凝土(7)填筑公路坡面和路面(1)的横向剖面示意图。运用涂敷法的一个护坡工程实施例的方法是:采用现浇泡沫混凝土(7),又称轻质混凝土(7),填筑坡面(图中用一条曲线表示),避免高控带来的高边支护代价及对环境的破坏问题。为降低荷重,提高路基的抗滑稳定性,用连接件(14),即支柱桩固定坡面和浇筑的泡沫混凝土(7)体;又用连接件(14),即保护面板或支柱桩(14),在竖直方向上挡住现浇泡沫混凝土(7)体,待拆掉保护面板、养护、检验后铺筑路面(1);再在路面(1)和筑成的泡沫混凝土(7)竖直表面上用涂刷方法或喷涂方法涂敷涂料层(10)为W-202型多功能防水隔热涂料,膜厚为0.5mm~1.0mm;有的保护面板和支柱桩(14)完工后不再拆除,则将涂料(10)直接涂敷在保护面板和支柱桩(14)表面上。该涂料的设计使用寿命为20年。当然,喷涂厚2mm的SPUA材料层(10)以此替代涂料层(10)W-202型多功能防水隔热涂料也是可以的。

[0169] 实施例24

[0170] 图24是用轻质混凝土(7)拓宽道路路面(1)的横向剖面示意图。

运用涂敷法的一个加宽道路工程实施例的方法是:不拆迁与排水沟连带的路基构筑物(12),即不拆迁图24路旁的排水沟和房屋。施工作业不影响路旁的建筑物和交通设施,施工工程量很小。采用现浇泡沫混凝土(7)填筑公路坡面,拓宽路面(1)。与图23相比,图24表示泡沫混凝土(7)体浇筑、养护、检验、铺筑路面(1)后拆除了保护面板或支柱桩(14),再在路面(1)和筑成的泡沫混凝土(7)的竖直表面上用涂刷方法或喷涂方法涂敷的涂料层(10)是ZS-221型防晒隔热涂料,膜厚为0.3mm~0.6mm。实现对路面和坡面隔热保温。

[0171] 实施例25

[0172] 图25是公路路基涵洞式遮阳板棚(8)的横向剖面示意图。运用防晒降温体法的一个架起遮阳棚棚(8)的道路工程实施例,其搭建方法是:先在压实的天然地表(17)上铺筑一层厚度为1.2m的路基构筑物(12):即30%的填土(2),是A组2号填料的粗粒防冻土,包括级配良好的漂石、卵石、碎石、粒砾、细砾,粒径 ≤ 70 mm,细粒含量5%~10%,再与70%的再生级配固体物混合铺筑,粒径 ≤ 70 mm,路基两侧配挖排水沟;再用填土(2)修筑路基;再在路基坡脚两侧埋入混凝土体(7),混凝土体(7)是钢筋混凝土基座,在混凝土基座上架起遮阳棚棚(8);遮阳棚棚(8)的下部用构件(14)与洞形通风板(4)中的泡沫玻璃板等间距的安装有可以打开或关闭的控温门,也可以安装成用透明遮阳板制成的推拉温控门;遮阳棚棚(8)的上部用构件(14)与洞形通风板(4)中的一块块透明塑料遮阳板和ZES21粘接剂粘接成整片

的透光的涵洞式遮阳板棚(8),前后相通,沿公路走向形成像涵洞一样长几十米、几百米甚至上千米的透光遮阳板棚(8)。遮阳板也可以是玻璃板。透光遮阳板棚(8)的表面涂敷涂料层(10),该涂料层(10)为 ZS-311型透明隔热涂料,膜厚为0.2mm~1.0mm。

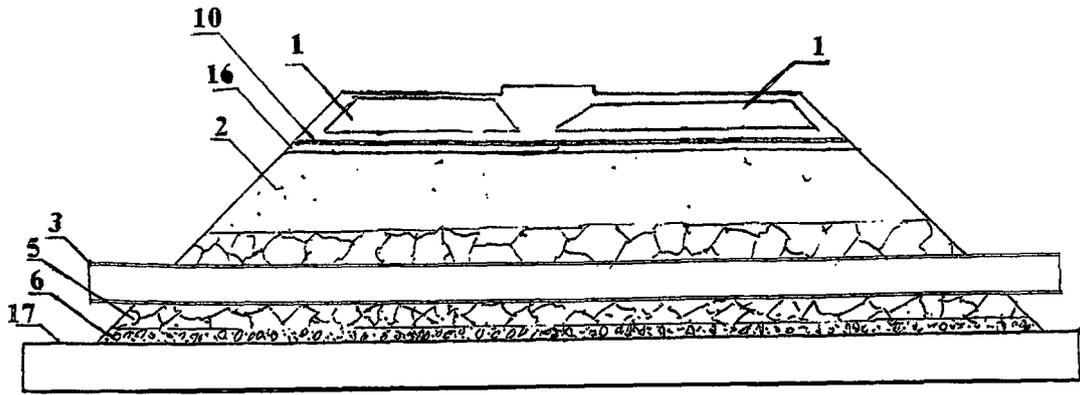
[0173] 图25的结构有效的防止了道路冻胀、冒泥、翻浆的病害:首先,封闭的遮阳棚夏天遮阳,冬天保地温,防止地表冻胀,温控门夏天打开,驱赶热气,冬天关闭,保地温,经检测:ZS-311型透明隔热涂料具有“超强的隔热效果,在同等环境条件下,可使玻璃附近温度降低6℃~10℃,室内整体温度下降3℃~8℃,冬天可以提高2℃~3℃”;其次,遮阳棚排开雨水,顺排水沟流走,避免了水害;最后,地表(17)上铺筑一层的防冻土和再生级配固体物的混合土,因其粒粗,孔粗,自然切断了地下水通过毛细管道上升的渠道,并且混合土质冬天具有保地温作用。同比架桥铺路,避开冻胀路段成本较低。同样,也适合于防止铁路沿线的冻胀病害。

[0174] 实施例26

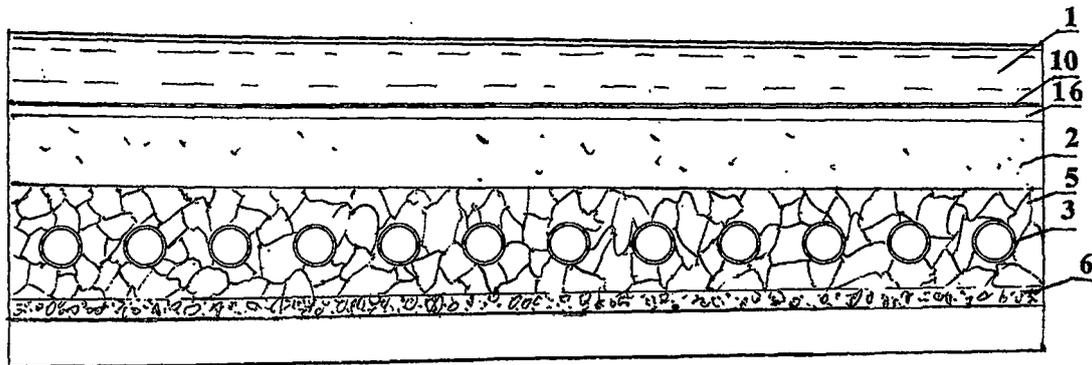
[0175] 图26是路基防晒式透明遮阳板棚(8)的横向剖面示意图。运用防晒降温体法的一个架起透明遮阳棚(8)的道路工程实施例,其搭建内容和方法完全与实施例25及图25相同,不再叙述。与实施例25及图25的不同是:地表(17)上铺盖了一层合成土工材料(9),该材料是复合土工布,防止地下水的上升;土工材料(9)的表面涂敷有ZS-211型防晒隔热涂料,膜厚为0.3mm~3.0mm;当然,也可以在土工材料(9)的表面涂敷有喷涂层(10)为防水防腐耐磨的聚脲 SPUA-202型保温材料,导热系数为0.02~0.03W/m.k,膜厚为1.5mm;用于建筑、交通的隔热阳光棚、遮阳板棚(8)的形状是房屋型。

[0176] 实施例27

[0177] 实施例27与本发明人的另一项发明-“冻土路基的防热结构体及其冷却方法”中实施例24、25的内容完全相同,是防晒降温体(16)的结构、表面涂装工艺和方法,不再重复。在此转用于公路路基,可以相互参照。



a



b

图3

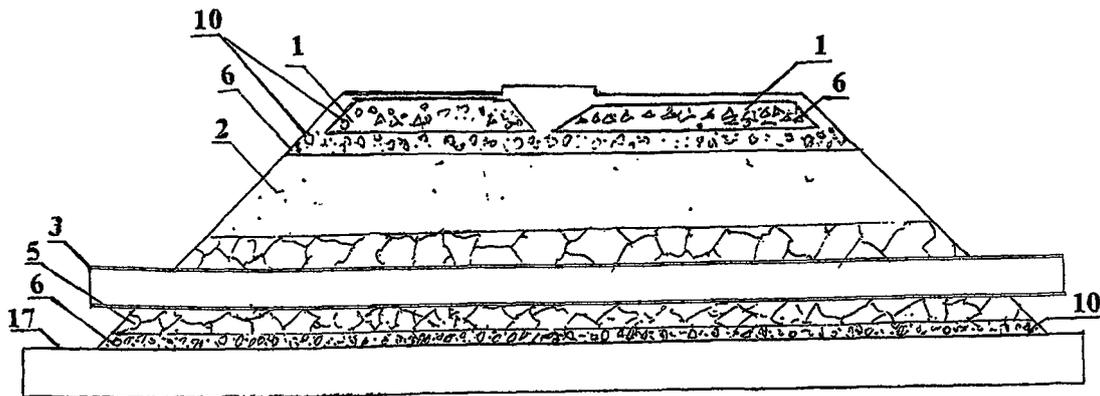


图4

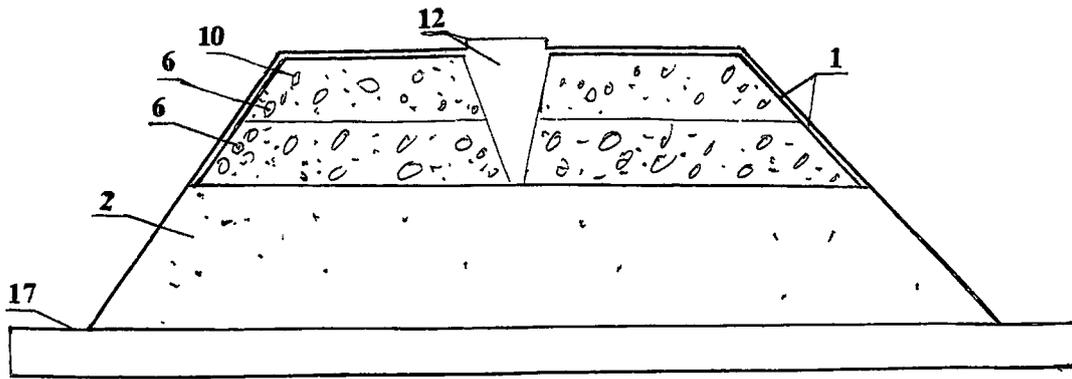


图5

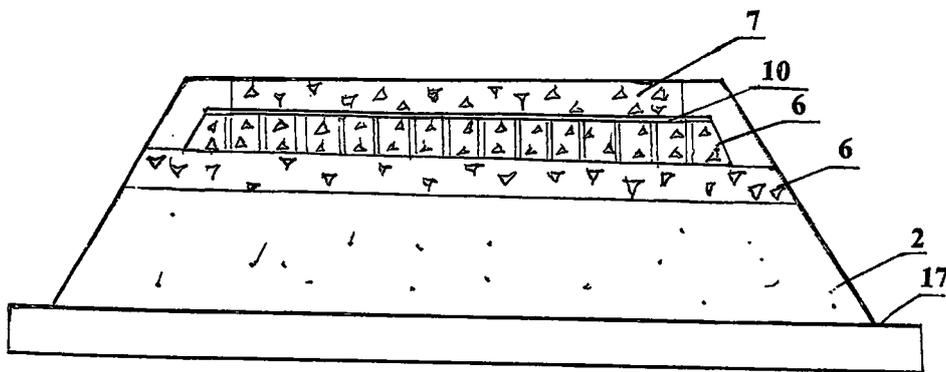


图6

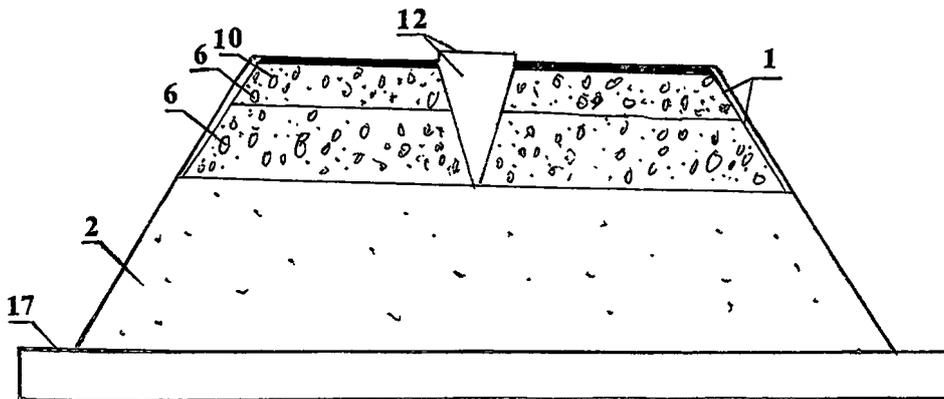


图7

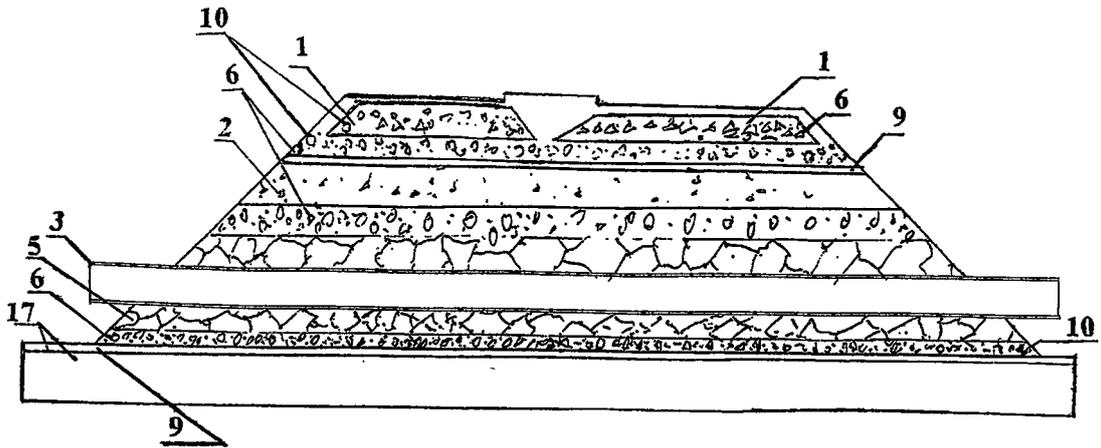


图8

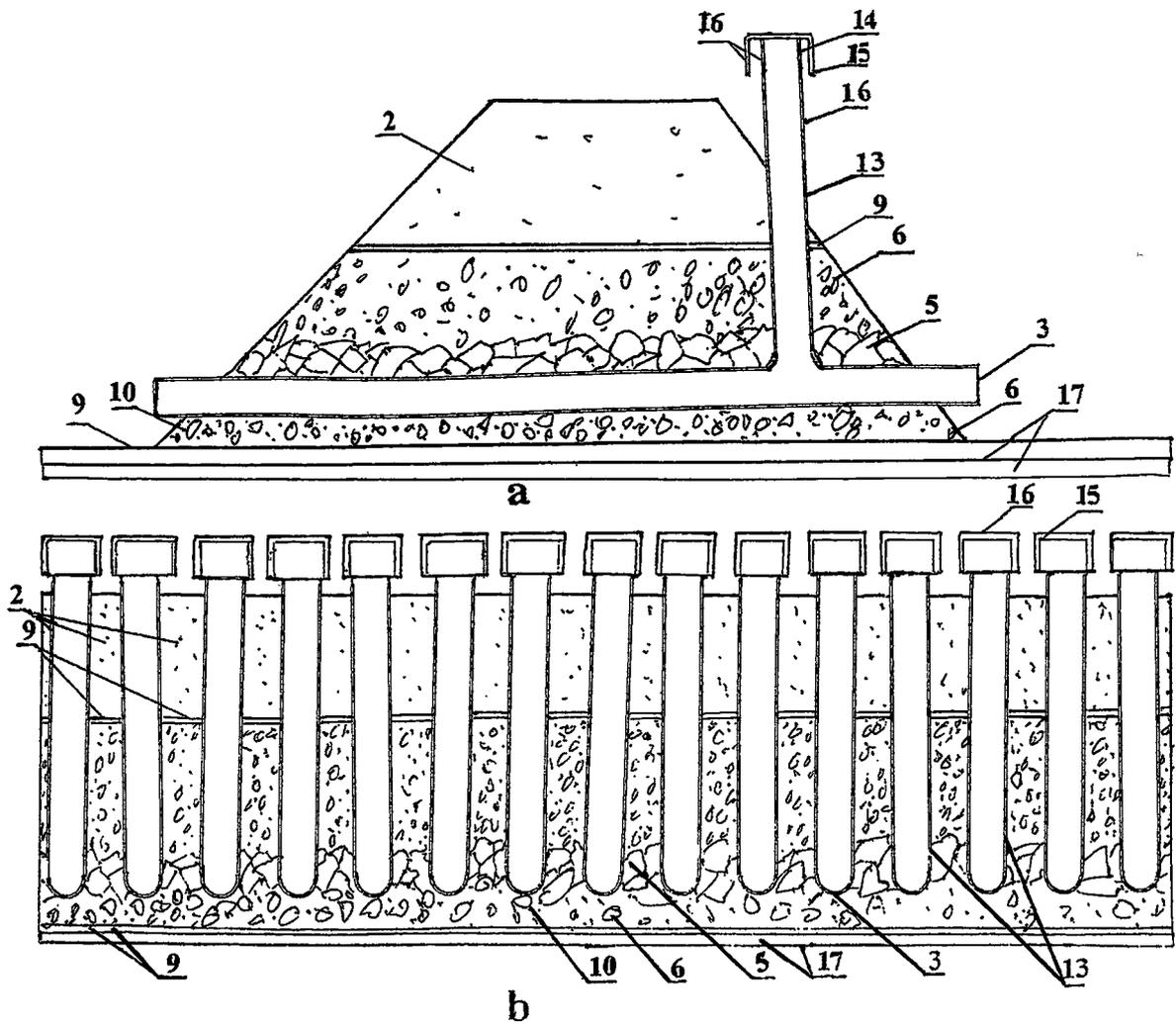


图9

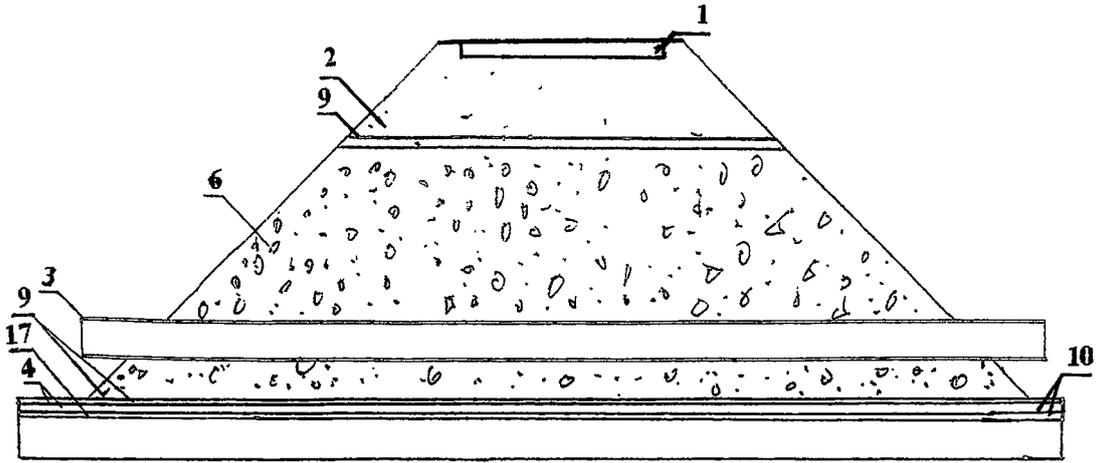


图10

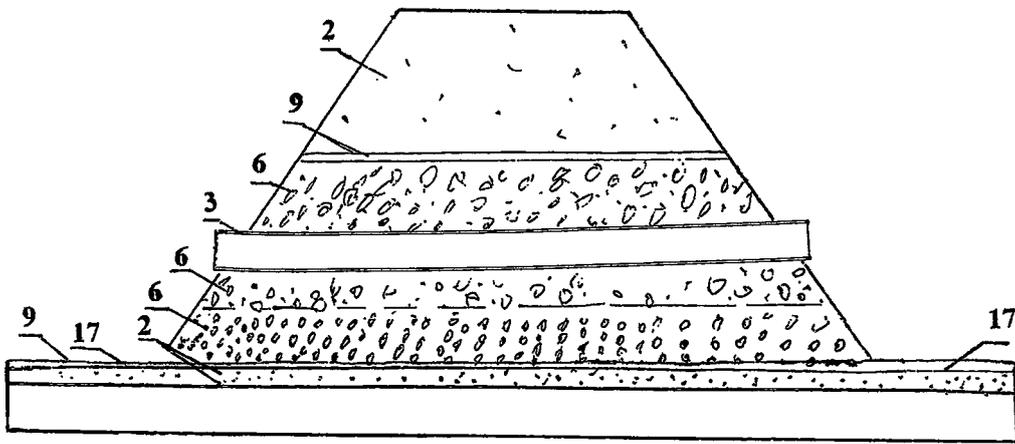


图11

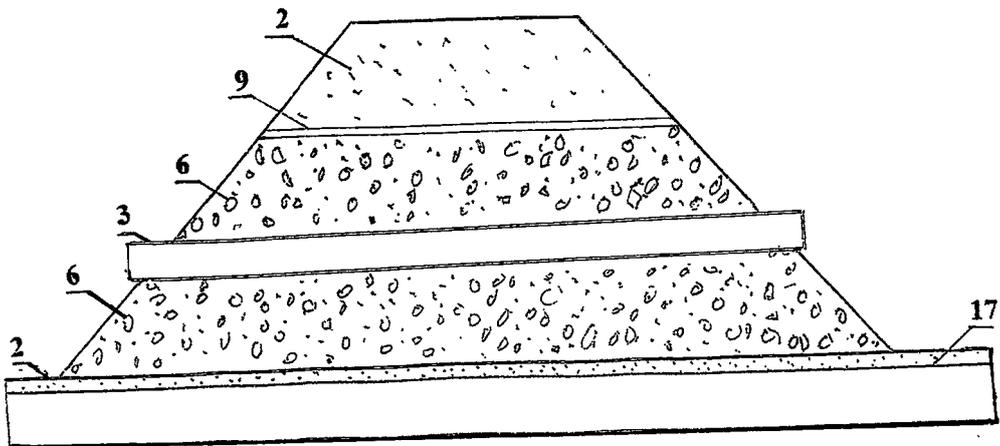


图12

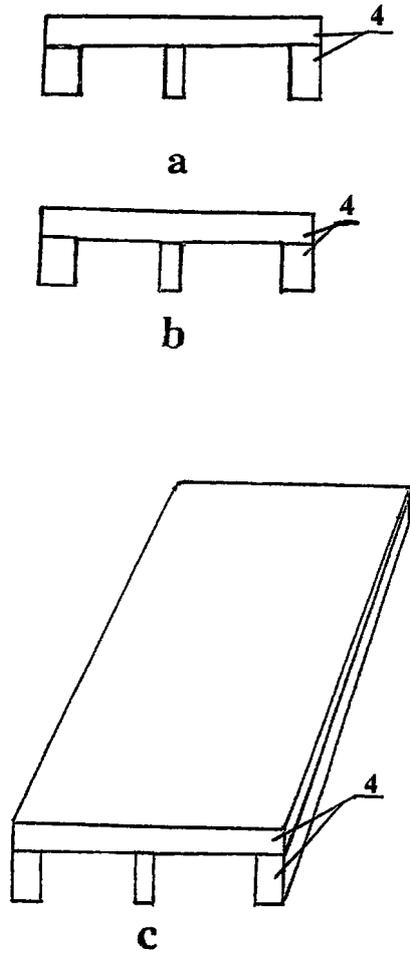


图13

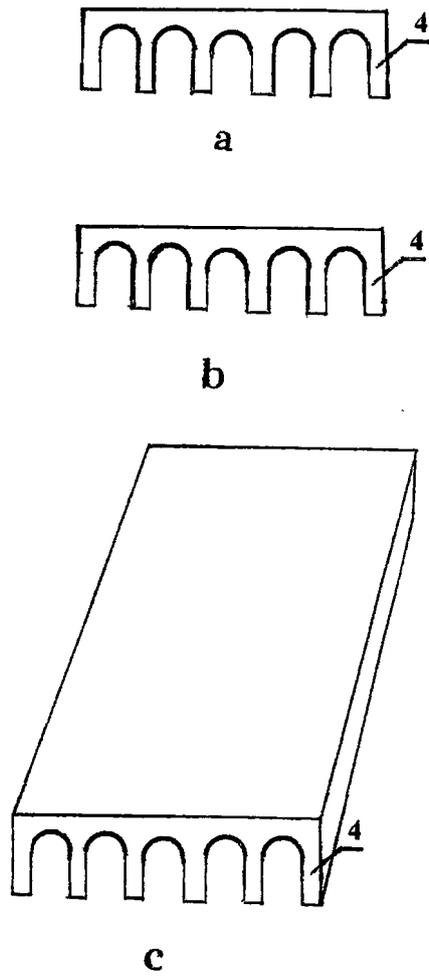


图14

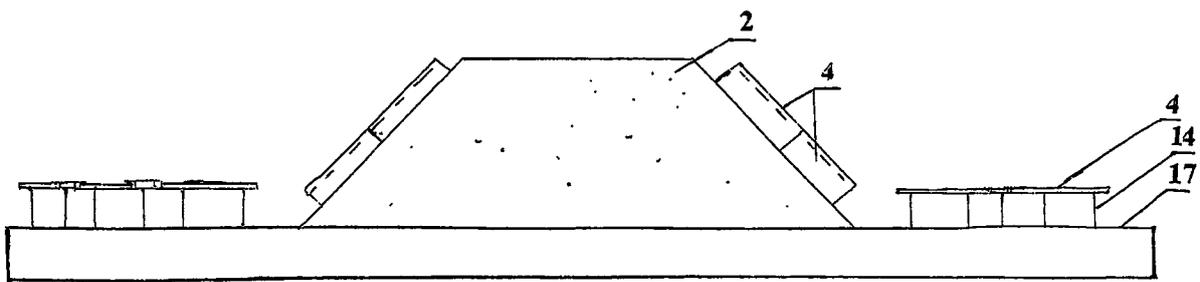


图15

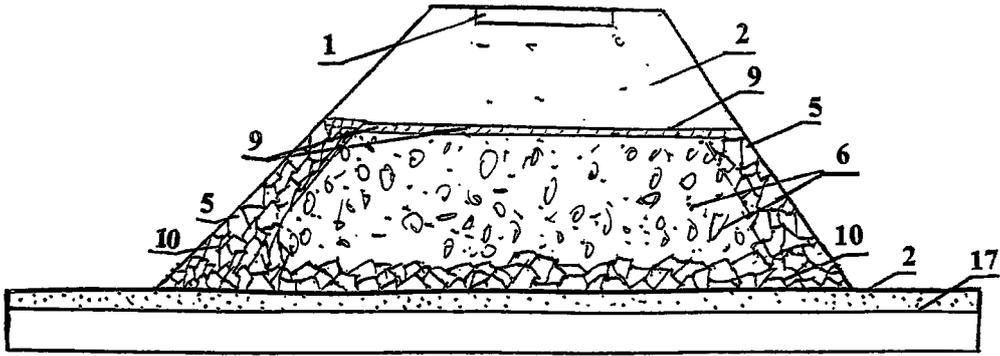


图16

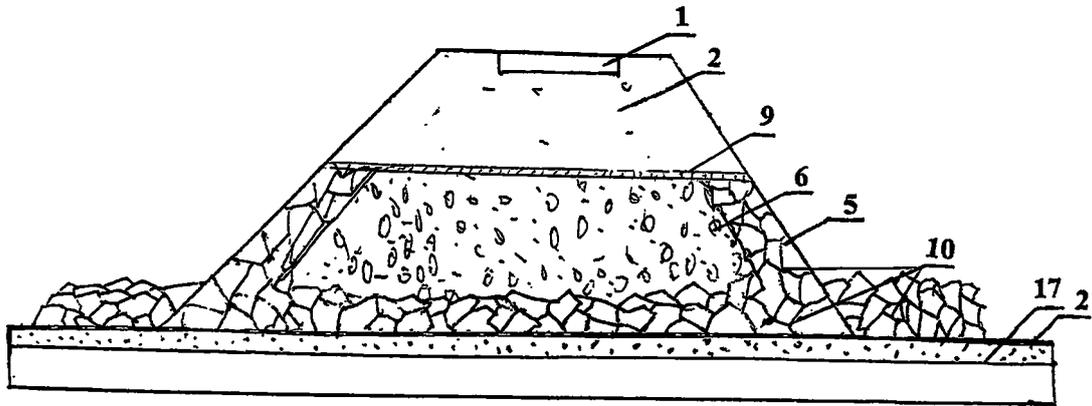


图17

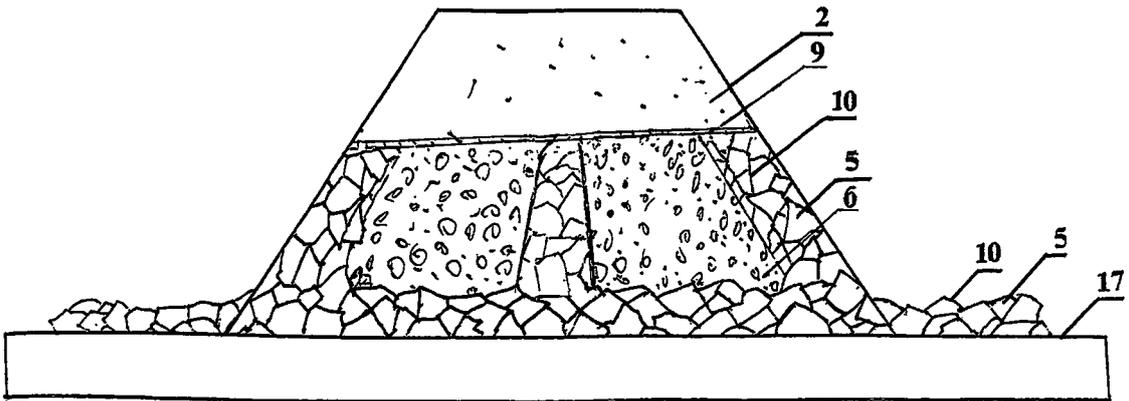


图18

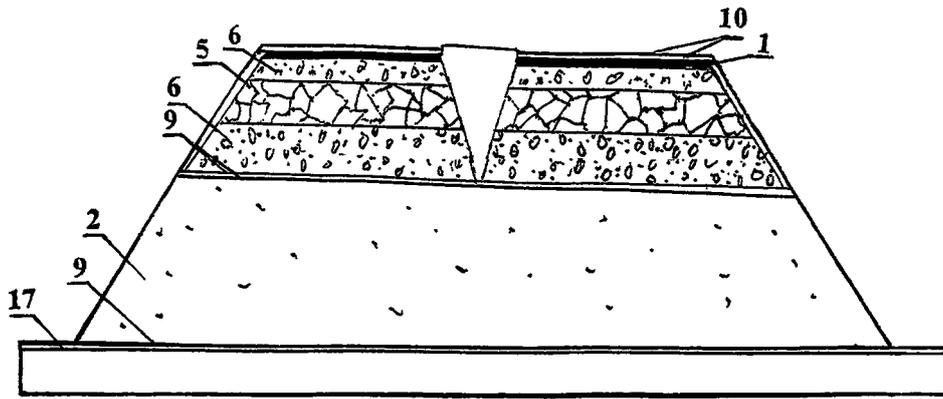


图19

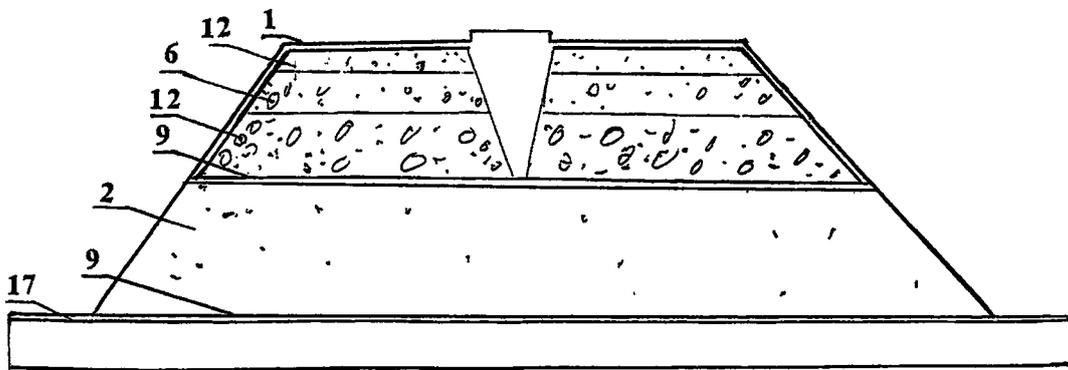


图20

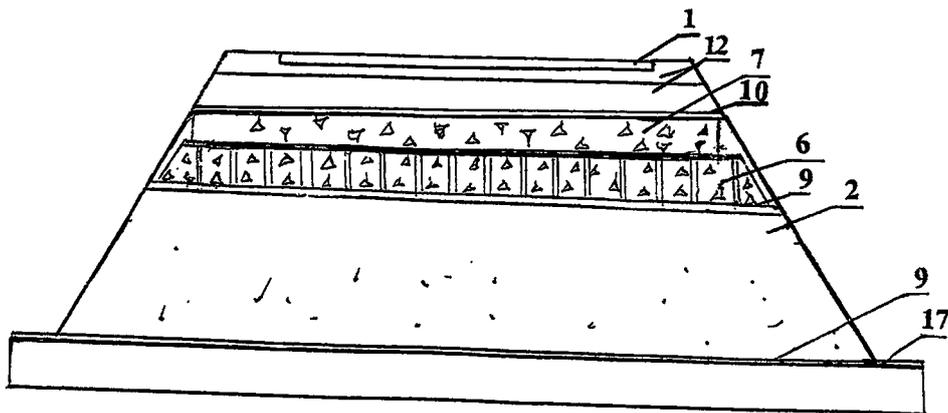


图21

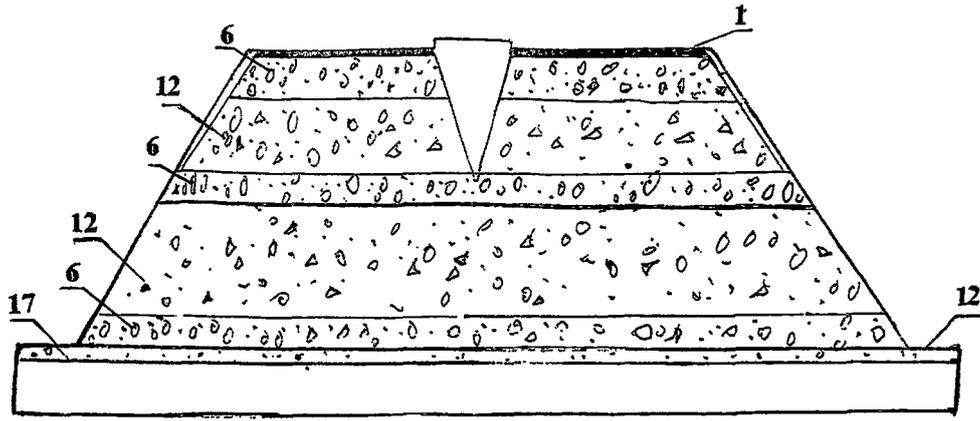


图22

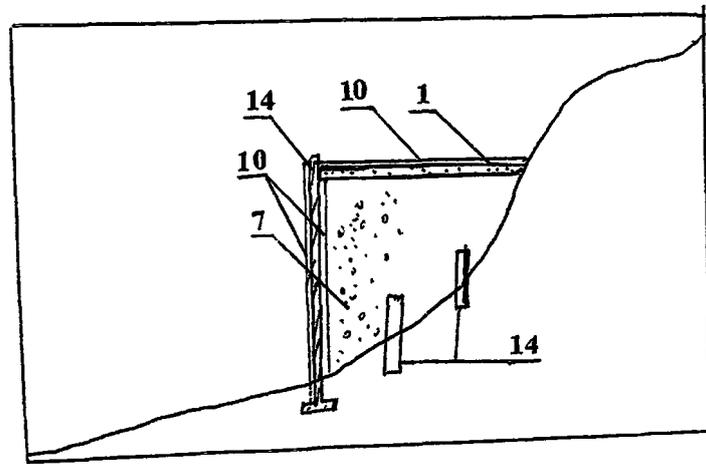


图23

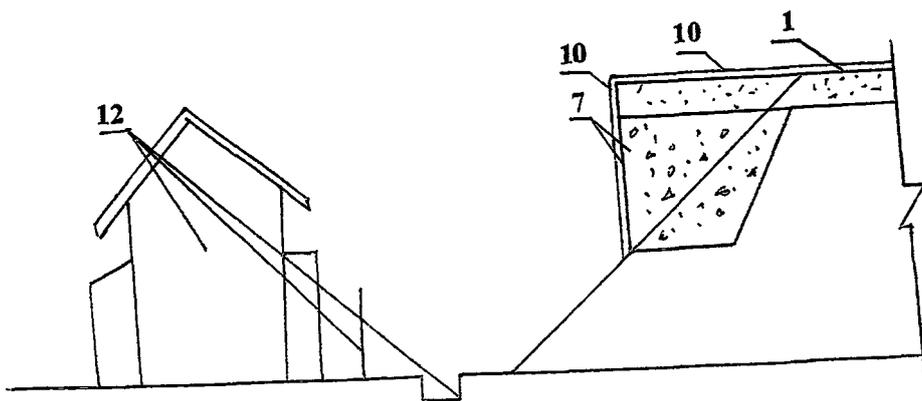


图24

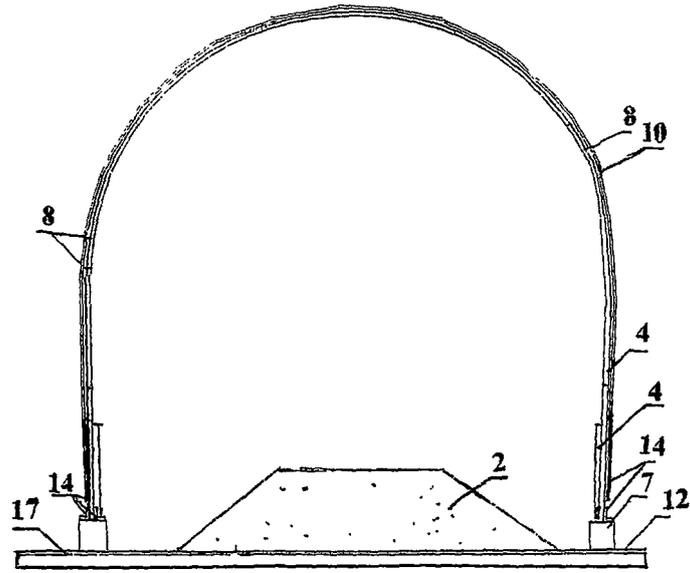


图25

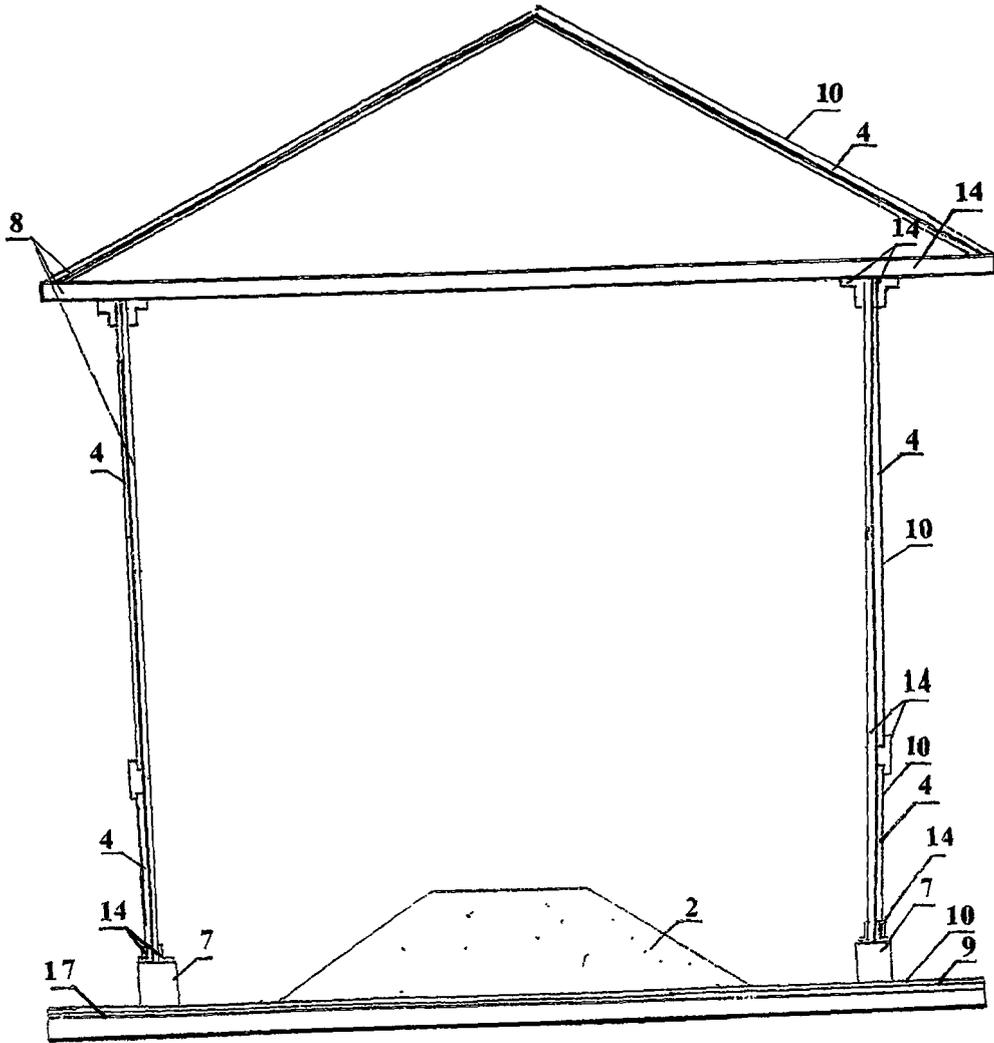


图26