(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205501732 U
(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201620254060.0

(22)申请日 2016.03.30

(66)本国优先权数据
201610056624.4 2016.01.27 CN

(73)专利权人 东南大学
地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学路2号
专利权人 中国铁路总公司
中国铁道科学研究院铁道建筑研究所

(72)发明人 陈先华 赵国堂 杨国涛 杨军 蔡德钩 周文章 王萌 叶阳升 韩自力 张千里 闫宏业 崔颖辉

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所（普通合伙）32249
代理人 黄成萍

(51)Int.Cl.
E01B 2/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

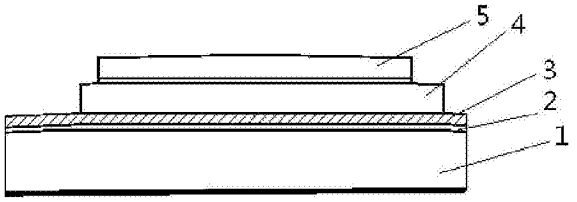
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构

(57)摘要

本实用新型公开了一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构，在无砟轨道基座板底部与基床表层/桥面板顶面之间，全宽铺设防水联接层和缓冲保护层。本实用新型利用全断面铺设的联接层与缓冲保护层实现全面立体防水与整体性，利用特种改性增强剂调整沥青混凝土防护层的动态模量、阻尼特性与变形适应能力实现刚度匹配与缓冲减振功能，利用特种改性增强剂增强沥青混凝土的荷载扩散能力、疲劳耐久性与抗水损害能力，有效解决现有高速铁路无砟轨道路基防水层过早破坏失效与层间唧浆、脱空甚至冻胀等问题，提高轨道下部基础结构的整体性、平顺性、均匀性和长期稳定性，为无砟轨道板提供良好的稳定支撑，以延长轨道板的疲劳寿命，是一种长效的防护方案。



CN 205501732 U

1.一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构，其特征在于：在无砟轨道基座板底部与基床表层/桥面板顶面之间，全宽铺设防水联接层和缓冲保护层，其中防水联接层位于缓冲保护层下方；若底层为基床表层，则要求防水联接层向基床表层级配碎石中的渗透深度不小于5mm；防水联接层和缓冲保护层之间的粘结强度不低于0.2MPa，防水联接层和缓冲保护层之间的层间剪切强度不低于0.5MPa。

2.根据权利要求1所述的无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构，其特征在于：所述防水联接层由快裂型乳化沥青或改性乳化沥青洒布而成，快裂型乳化沥青或改性乳化沥青的用量为0.8～3.0kg/m^2的0.8～3.0kg/m^2。

3.根据权利要求1所述的无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构，其特征在于：所述缓冲保护层为4～12cm厚度的特种增强沥青混凝土防护层。

一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及新建铁路无砟轨道的防水封闭层，具体涉及一种防水减振的无砟轨道路基柔性防护结构。

背景技术

[0002] 近年来，我国高速铁路迅速发展，路基作为铁路轨道的基础，其平顺性、均匀性与长期稳定性对于确保高速列车安全运营至关重要。现有高速铁路无砟轨道结构自上而下依次为：无砟轨道板、底座板（钢筋混凝土）、基床表层（渗透性级配碎石）、基床底层及路基土体；对于线间与路肩部分，设置防水封闭层以实现对基床的保护。实践表明，防水封闭层作为防止降雨及表面水进入路基本体的重要屏障，对于确保高铁路基的长期稳定性关键环节之一。

[0003] 现有的高速铁路无砟轨道路基面防水封闭层主要采用水泥混凝土类材料，包括素混凝土、纤维混凝土等。在实际使用中，高速铁路无砟轨道路基水泥混凝土防水封闭层存在不同程度的开裂、破损、粉化等问题。对于现有无砟轨道结构，随着外侧刚性防水封闭层局部防水功能的失效，表面水很快渗入混凝土底座与级配碎石层间。基床或路基长时间处于较高含水量时会存在承载力下降甚至软化现象。混凝土基座与级配碎石基床表层之间的弹性模量相差较大，而无粘结性的级配碎石的抗冲刷能力相对较差，在高速列车引起的动荷作用下，基床表层极易产生冲刷形成水囊，进而很快引发翻浆冒泥病害；在冬季寒冷地区，进入轨道板下方的水份还会产生较为严重的冻胀，威胁高速铁路的正常、安全运营。因此，针对现有无砟轨道结构，发展长效的立体防水措施显得十分迫切。

[0004] 为解决刚性防水层在实际工程中所显露出的问题，部分路段试验采用了热拌沥青混合料的防水方面，铺设于路肩外侧和线间，如实用新型人所申报的自密实沥青混凝土防水封闭层等专利。铺设于路肩外侧和线间的柔性防水封闭层，其功能仅考虑防水要求，在材料设计上未考虑相关力学功能，难以直接运用。采用全断面铺设沥青混凝土将提高更为完整的防水性，并可以克服现有结构的刚性刚度过渡的缺点，起到延长无砟轨道板及基床表层的疲劳寿命的作用。但从无砟轨道的技术要求，需系统解决下卧沥青混凝土层的抗累积永久变形、与相邻材料界面的差异变形及刚度匹配与协同工作能力等关键性结构问题，以及沥青混凝土自身防水抗裂性、温度稳定性、抗水损害性以及疲劳耐久性等关键问题，并结合铁道工程的特点采取切实可行的工艺措施。这正是本实用新型拟解决的关键技术问题。

实用新型内容

[0005] 发明目的：本实用新型提供的一种无砟轨道防水减振的柔性防护结构，适用于高速铁路或客运专线无砟轨道的路基段或桥梁段防水封闭，可有效解决现有高速铁路无砟轨道路基防水层过早破坏失效、桥梁段层间冲刷浆等问题，为下部结构提高全面的长效保护，为无砟轨道板提供适当的缓冲减振功能，提高轨下结构的整体性、平顺性、均匀性和长期稳定性，具有施工简便、免于维护的优点，是一种长效的无砟轨道防护层。

[0006] 技术方案：为实现上述目的，本实用新型采用的技术方案为：

[0007] 一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构，在无砟轨道基座板底部与基床表层/桥面板顶面之间，全宽铺设(全断面铺设)防水联接层和缓冲保护层，其中防水联接层位于缓冲保护层下方；若底层为基床表层，则要求防水联接层向基床表层级配碎石中的渗透深度不小于5mm；防水联接层和缓冲保护层之间的粘结强度不低于0.2MPa，防水联接层和缓冲保护层之间的层间剪切强度不低于0.5MPa。

[0008] 具体的，所述防水联接层由快裂型乳化沥青或改性乳化沥青洒布而成，快裂型乳化沥青或改性乳化沥青的用量为0.8～3.0kg/m^2的0.8～3.0kg/m^2。

[0009] 具体的，所述缓冲保护层为4～12cm厚度的特种增强沥青混凝土防护层。

[0010] 具体的，所述特种增强沥青混凝土防护层由特种增强沥青混凝土通过热拌热铺并经碾压成型，特种增强沥青混凝土包括以下组份且各组份的质量份数为：

10~20mm 的骨料：	0~42 份；
5~10mm 的骨料：	18~54 份；
3~5mm 的骨料：	5~20 份；

[0011]

0~3mm 的细集料	8~38 份；
填料：	2~10 份；
沥青：	3.5~6.5 份；
特种改性增强剂：	0.1~0.5 份。

[0012] 所述特种增强沥青混凝土中各规格的骨料均为经反击破碎加工而成的玄武岩或石灰岩集料，洁净、干燥、颗粒形状好、级配良好。

[0013] 所述特种增强沥青混凝土中的细集料为轧制的玄武岩或石灰岩集料，洁净、干燥、耐风化、级配良好、粒径。

[0014] 所述特种增强沥青混凝土中的填料为石灰岩经磨细得到的矿粉，0.075mm的通过量不低于75％，塑性指数不大于4。

[0015] 所述特种增强沥青混凝土中的沥青采用针入度4.5～9.0mm的A级石油沥青或改性沥青，要求改性沥青的弹性恢复率不低于80％。

[0016] 所述特种增强沥青混凝土中的特种改性增强剂用于调整沥青混凝土的弹性模量、阻尼特性与变形能力，并增强沥青混凝土的温度稳定性、疲劳强度、抗老化性、抗水损能力；特种改性增强剂由天然橡胶和优选高分子聚合物通过纳米合成工艺加工得到，外观为深灰或黑色、直径为2-6mm的颗粒，密度为0.95～1.12g/mm^3，弹性模量1.0～1.6GPa，软化区间为120～150℃，分散性好；特种改性增强剂在沥青混凝土拌和过程中直接投入拌合楼内进行拌合。

[0017] 具体的，所述特种增强沥青混凝土采用体积法设计，空隙率不大于4.5％且矿料间隙率11-16％，性能要求为：

[0018] 渗水系数不大于10^{-6}m/s，表面构造深度不小于1.0mm，马歇尔稳定度不小于10kN，低温弯曲应变不低于0.25％，线收缩系数不大于26μm/(m·℃)，15℃时动态模量不小于10000MPa，40℃时动态模量不小于2000MPa，40℃时0.1MPa、10Hz、100万次的动态压缩蠕变

的累积变形不超过1mm，常温时10Hz、200μm疲劳寿命超过100万次，冻融劈裂强度比不低于85％。

[0019] 一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构的铺设方法，包括如下步骤：

[0020] (1)清扫基床表层/桥面板顶面，喷洒0.8～3.0kg/m^{2}的快裂型乳化沥青或改性乳化沥青，待乳化沥青不粘轮后开始准备缓冲保护层的施工；

[0021] (2)采用4000型沥青拌合楼或同类拌和站拌合所需的特种增强沥青混凝土，具体工艺为：首先向拌合楼内按比例投入各粒径集料，然后加入特种改性增强剂干拌至少15s后，依次加入填料和沥青后再次拌合，总拌合时间不少于60s，出料温度保持在165℃～190℃；

[0022] (3)采用双后桥的自卸汽车运输拌合成的特种增强沥青混凝土，自卸汽车的车厢采取保温防水措施；

[0023] (4)根据需要在待铺设工作面内外侧提前设置挡板，在施工机械轮迹带上用铁锹洒布薄层干燥细砂；

[0024] (5)采用全宽摊铺或分幅摊铺的方式向待铺设工作面上摊铺特种增强沥青混凝土，摊铺的工艺为：采用带平衡梁的履带式沥青摊铺机连续匀速摊铺，履带式沥青摊铺机无法布料区域采用人工同步布料，履带式沥青摊铺机行进速度保持在1～3m/min；若特种增强沥青混凝土的厚度超过8cm，采用分层摊铺的工艺；

[0025] (6)采用钢轮压路机机与胶轮压路机按阶梯行进、1/3叠轮方式进行组合碾压，具体工艺为：首先，采用双钢轮压路机紧跟履带式沥青摊铺机静压2～4遍；然后，采用双钢轮振动压路机对桥梁区域全程采用静压的方式碾压2～4遍，对其他区域采用往振压返静压的方式碾压2～4遍；接着，采用胶轮压路机碾压2～4遍；最后，在表面温度降至82℃之前用双钢轮压路机进行终压平整收光处理；若特种增强沥青混凝土的厚度超过8cm，采用分层碾压的工艺；

[0026] (7)对特种增强沥青混凝土与接触网基础、电缆槽、集水井等接缝处采用切缝灌注热沥青的方式进行处理，所灌注的热沥青成分与特种增强沥青混凝土中的沥青成分相同；

[0027] (8)对分幅摊铺的特种增强沥青混凝土纵向接缝采用热接缝的方式进行处理。

[0028] 有益效果：本实用新型提供的一种无砟轨道防水减振的柔性防护结构，与现有技术相比，具有如下的优势：

[0029] 1、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，通过几乎不渗水的沥青混凝土层及乳化沥青层的多层防渗防水，同时利用沥青混凝土的憎水性实现表面水的快速排干，可为路基提供全面的立体防水保护；

[0030] 2、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，通过调整沥青混凝土层的弹性模量与阻尼特性等参数，可为无砟轨道结构提供适当的缓冲减振功能；

[0031] 3、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，轨道板基座采用后浇施工，通过防水联接层与沥青混凝土层较大的表面构造深度，增强层间抗剪能力；

[0032] 4、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，通过优化沥青混凝土层的变形协同能力与抗裂性，使无砟轨道结构能够适当更大的不均匀变形而不至产生开裂；

[0033] 5、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，通过调整沥青混凝土层的荷载扩散能力与变形协同能力，使得列车荷载引起的动应力在无砟轨道板及基床表层中分

散更为均匀，改善基床结构的应力状态，延长无砟轨道板及基床表层的疲劳寿命；

[0034] 6、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，结构厚度4～12cm，总体厚度较薄，且厚度可调，对现场的适应性强；

[0035] 7、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，可使级配碎石与基座混凝土的总厚度减薄8～15cm；

[0036] 8、在无砟轨道基座板底部与基床表层之间全断面铺设，采用成熟的沥青混凝土施工技术实施，有利于确保现场质量的均匀性与稳定性，并具有良好的施工效率；

[0037] 9、通过特种改性增强剂，沥青混凝土具有优良的抗裂性、疲劳耐久性与自愈能力，加之具有合适的结构层厚度，可为无砟轨道结构提供长效保护。

附图说明

[0038] 图1为本实用新型的结构示意图；

[0039] 图中包括：1-基床表层，2-防水联接层，3-缓冲保护层，4-无砟轨道基底座，5-无砟轨道道床板。

具体实施方式

[0040] 下面结合实施例对本实用新型作更进一步的说明。

[0041] 一种无砟轨道结构防水减振的柔性防护结构，在无砟轨道基座板底部与基床表层/桥面板顶面之间，全宽铺设(全断面铺设)防水联接层和缓冲保护层，其中防水联接层位于缓冲保护层下方；若底层为基床表层，则要求防水联接层向基床表层级配碎石中的渗透深度不小于5mm；防水联接层和缓冲保护层之间的粘结强度不低于0.2MPa，防水联接层和缓冲保护层之间的层间剪切强度不低于0.5MPa。表1为本实用新型的无砟轨道结构防水减振的柔性防护层的性能标准。

[0042] 表1无砟轨道结构防水减振的柔性防护层的性能标准

[0043]

项目	单位	技术要求	试验方法
粘结强度	MPa	不小于 0.2	拉拔法
层间剪切强度	MPa	不小于 0.5	直剪法
空隙率	%	不大于 4.5	水中重法
矿料间隙率	%	11~16	水中重法
渗水系数	m/s	不小于 10^{-6}	渗水试验
表面构造深度	mm	不小于 1.0	铺砂法
稳定度	kN	不小于 10	马歇尔试验
疲劳寿命（10Hz,15℃，200μm）	万次	不小于 100	四点弯曲疲劳
累积变形（0.1MPa, 10Hz, 100 万次, 40℃）	mm	不大于 1	动态蠕变
动态模量（10Hz）	MPa	不小于 10000（15℃） 不小于 2000 （40℃）	单轴压缩 频率扫描
线收缩系数（10~-30℃）	μm/(m·℃)	不大于 24	均匀降温

[0044]

项目	单位	技术要求	试验方法
粘结强度	MPa	不小于 0.2	拉拔法
层间剪切强度	MPa	不小于 0.5	直剪法
空隙率	%	不大于 4.5	水中重法
矿料间隙率	%	11~16	水中重法
弯曲应变（-10℃，50mm/min）	μm/m	不小于 2500	三点弯曲
冻融劈裂强度比	%	不小于 85	冻融劈裂

[0045] 从上表可以看出，本实用新型提供的柔性防护层具有优良的抗疲劳性能和耐久性，以及良好的变形协从能力、自愈能力以及抗冲刷能力，局部开裂不影响其整体性与使用功能，可以长期保持其性能，发挥预期效果。

[0046] 下面结合一个实施例对本实用新型进行进一步的说明。

[0047] 本实施例涉及中原地区某在建高铁工程，在已完工的级配碎石基床表层全断面铺设防水减振的柔性防护层，其结构如下：

[0048] 防水联接层：1.8kg/m^2阳离子改性乳化沥青，沥青含量54％，渗透深度5～8mm；

[0049] 缓冲保护层：6cm厚特种增强沥青混凝土，采用体积法设计，各组分比例如下：

[0050] 10～20mm的骨料：当地产石灰岩，12.5％

[0051] 5～10mm的骨料：当地产玄武岩，45.1％

[0052] 3～5mm的骨料：当地产玄武岩，21.2％

[0053] 0～3mm的细集料：当地产玄武岩，13.4％

[0054] 填料：当地产石灰石矿粉，2.8％

[0055] 沥青:SBS改性沥青,针入度6.8mm,弹性恢复率:86%,用量4.1%

[0056] 特种增强剂:0.2%

[0057] 按本实用新型所述的方式实施,然后在试验段现场进行了取样检测,结果如下:

[0058] 粘结强度:0.33MPa

[0059] 层间剪切强度:0.65MPa

[0060] 空隙率:3.5-4.5%

[0061] 矿料间隙率:12.3%

[0062] 渗透系数:1.9×10^{-7}m/s

[0063] 表面构造深度:1.0-1.2mm

[0064] 马歇尔稳定度:13-18kN

[0065] 低温弯曲应变:0.29-0.42%

[0066] 线收缩系数:19-23μm/(m·℃)

[0067] 动态模量:12000MPa(15℃)、2400MPa(45℃)

[0068] 45℃时动态压缩蠕变(0.1MPa,10Hz,100万次)的累积变形:0.3mm

[0069] 疲劳寿命(10Hz,15℃,200μm):超过165万次

[0070] 冻融劈裂强度:90.2%。

[0071] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

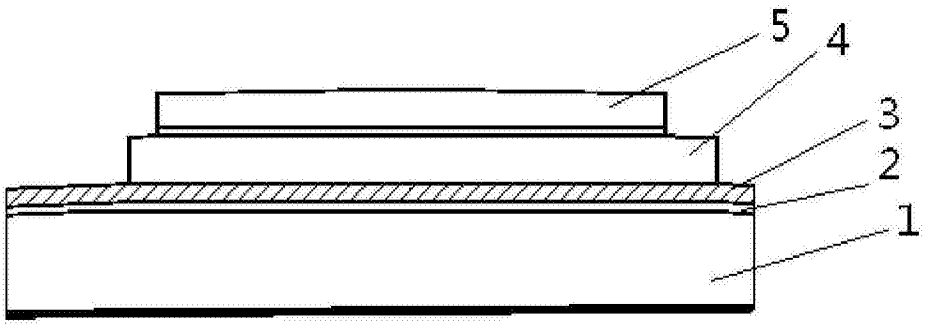


图1