

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E02D 3/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710146177.2

[43] 公开日 2008 年 1 月 9 日

[11] 公开号 CN 101100856A

[22] 申请日 2007.8.24

[21] 申请号 200710146177.2

[71] 申请人 张京杰

地址 100089 北京市海淀区望福园 4 号楼 2
门 102 室

[72] 发明人 张京杰

[74] 专利代理机构 北京君智知识产权代理事务所
代理人 向 华

权利要求书 1 页 说明书 10 页

[54] 发明名称

一种土壤固化剂的使用方法

[57] 摘要

本发明涉及一种土壤固化剂的使用方法，该方法包括下述步骤：量取以固化土壤总重量计 0-8% 石灰和/或水泥和/或粉煤灰、0.001-0.1% 路邦 EN-1 土壤固化剂与余量土壤进行混合，再用碾压设备压实，达到所需要的地基。该方法能有效增强路基强度、改善路基结构；显著降低道路沉降；成倍提高路基的回弹模量；延长路基及道路的使用寿命降低路基结构的结隙率、阻止道路翻浆，提高使用固化剂产品的抗水溶性。

1、一种土壤固化剂的使用方法，其特征在于该方法包括下述步骤：

(1)量取以固化土壤总重量计 1-8%石灰和/或水泥和/或粉煤灰、0.001-0.1%路邦 EN-1 土壤固化剂与余量土壤作为物料，

(2)采用拌和设备将上述物料进行充分搅拌，得到均匀的物料，

(3)采用碾压设备将所述均匀物料压实，达到所需要的地基。

2、根据权利要求 1 所述的使用方法，其特征在于所述的土壤是一种或多种选自粘土、沙性粘土、粉性土壤或粉性粘土的土壤。

3、根据权利要求 1 所述的使用方法，其特征在于土壤是粘土时，使用以固化土壤总重量计 1-6%石灰。

4、根据权利要求 1 所述的使用方法，其特征在于土壤是粘土时，使用以固化土壤总重量计 1-6%石灰与水泥的混合物，石灰与水泥的重量比是 0.8-1.2:1.6-2.4。

5、根据权利要求 1 所述的使用方法，其特征在于土壤为沙性粘土时，使用以固化土壤总重量计 1-6%石灰与水泥混合物，石灰与水泥的重量比 6:1 至 1:6。

6、根据权利要求 1 所述的使用方法，其特征在于土壤是粉性粘土时，使用以固化土壤总重量计 1-6%石灰与水泥混合物，石灰与水泥的重量比 0.8-1.2:4.5-5.5。

7、根据权利要求 1 所述的土壤固化剂的使用方法，其特征在于土壤是粉性土壤时，使用以固化土壤总重量计 3-6%石灰。

8、根据权利要求 1 所述的土壤固化剂的使用方法，其特征在于土壤是粉性土壤时，使用以固化土壤总重量计 3-6%石灰、水泥与粉煤灰的混合物，石灰、水泥、粉煤灰的重量比 1-2:1-2:1。

9、根据权利要求 1 所述的土壤固化剂的使用方法，其特征在于使用以固化土壤总重量计 0.08%路邦 EN-1 土壤固化剂。

一种土壤固化剂的使用方法

【技术领域】

本发明涉及地基技术领域，更具体地，本发明涉及土壤固化剂的使用方法。

【背景技术】

土壤是地基的主体建筑材料，特别是公路地基的主体建筑材料。为了使地基有足够的强度和稳定性，使土壤能满足建筑的要求，就需要对土壤进行加工处理。为此，人们广泛地研究了各种各样的土壤固化剂及其使用方法。所述的土壤固化剂是指在常温下能够直接胶结土粒表面或能够与土粒的粘土矿物成分(其中主要有蒙脱石、伊利石和高岭石)反应生成胶结物质的改性剂，或更简明地，所述的土壤固化剂是能改善与提高土壤技术性能的材料，而土壤固化剂强固土壤的方法是使用各种不同的固化剂，采用各种技术手段使土壤达到所要求技术指标的方法。例如CN 1067663C、CN1118535C、CN1207365C、CN1562851A、CN1257957C、CN1730836A、CN1746432A、US 4545820和US 5824725描述了各种土壤固化剂及其在地基技术领域中的应用。例如中国专利ZL 200610046607.9公开了一种土壤固化剂的制造方法。根据这种方法，先将质量比1：2～1：3的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 与 CaCO_3 固体原料拌和均匀；然后往上述固体混合物中加入水，水与固体混合物的质量比约45：1；再按质量比30：1将其混合物与土壤混合，摊铺在预定的地点压实即可形成一定强度的道路路基。该土壤固化剂的使用效果不理想，对不同性质的土壤兼容性不理想，摊铺效果也不佳。

实践还表明，石灰或石灰与粉煤灰基固化剂的生产成本低，但固化土壤早期强度不高，整体性差，抗压与抗拉强度低，并且水稳定性和冻稳定性也低。水泥固化剂优于上述固化剂，但也存在一些缺陷，例如易断裂，还会引起二次污染；此外，这种固化剂的成本相对较高，

于是增加了工程成本，这些问题都严重地影响其应用。

当前，在我国基础设施建设过程中出现了日趋严重的环保与发展矛盾。液态固化剂出现后，为解决这个矛盾提供了一条重要途径。但由于液态固化剂对土壤性质要求太高，还有抗水溶性低、强度差等许多缺陷，因此，难以得到广泛应用。

因此，目前依然需要新的固化剂及其使用方法。本发明人对现有的固化剂进行大量实践研究，发现美国路邦EN-1是一种优异的土壤固化剂，并研究出卓有成效的使用方法，采用本发明的方法可以克服现有技术中存在的许多严重缺陷，显著提高这种土壤强固剂的功效，在实际中获得非常令人满意的结果。

【发明内容】

【要解决的技术问题】

本发明的目的是为克服现有技术存在的缺陷，提出一种土壤固化剂的使用方法。这种方法具有良好兼容性、施工效果佳、易于市场推广。

【技术方案】

本发明提出一种土壤固化剂的使用方法，其特征在于该方法包括下述步骤：

- (1)量取以固化土壤总重量计 1-8%石灰和/或水泥和/或粉煤灰、0.001-0.1%路邦 EN-1 土壤固化剂与余量土壤作为物料，
- (2)采用拌和设备将上述物料进行充分搅拌，得到均匀的物料，
- (3)采用碾压设备将所述均匀物料压实，达到所需要的地基。

美国路邦 EN-1 土壤固化剂是美国 C.S.S.Technology, Inc 公司研制的土壤固化剂产品，其商品名是 BOADBOND EN-1。它含有强氧化剂、强溶剂与天然分散剂，这些组分相互作用激活土壤中天然存在的矿物粘结剂，与土壤中的矿物质以及土壤颗粒发生溶解、结晶、吸收、扩散、再结晶链式化学反应，从而将道路的基础凝结成整体坚实、

稳定、持久的板块结构。我们经过大量实践，发现一种该土壤强固剂的使用方法，采用这种方法可以使这种固化剂充分发挥作用。

优选地，使用以固化土壤总重量计 0.08%路邦 EN-1 土壤固化剂。

所述的土壤是一种或多种选自粘土、沙性粘土、粉性土壤或粉性粘土的土壤。

所述的粘土是一种含水铝硅酸盐，是由地壳中含长石类岩石经过长期风化和地质的作用而生成的。粘土具有颗粒细、可塑性强、结合性好。根据本发明的意义，所述的粘土应该理解是酸性和碱性类的土壤。

根据本发明的意义，所述的沙性粘土应该理解是酸性和碱性类的天然沙性粘土。

根据本发明的意义，所述的粉性土壤应该理解是粒径过小、无粘接性的天然粉性土壤。

根据本发明的意义，所述的粉性粘土应该理解是粒径过小、有粘接性的天然粉性粘土。

所述的石灰是石灰石经高温煅烧所得到的产物。根据本发明的意义，所述的石灰应该理解是含有氧化钙和氧化镁的石灰。

所述的粉煤灰是煤在高温下燃烧所产生的灰。根据本发明的意义，所述的粉煤灰应该理解是煤燃烧后所得到的粒径较小的煤灰。

根据本发明的意义，所述的水泥应该理解是矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥之类的水泥。

根据本发明的优选实施方式，所述的土壤是粘土时，石灰的使用量是以固化土壤总重量计 1-6%。

根据本发明的优选实施方式，所述的土壤是粘土时，石灰与水泥混合物的使用量是以固化土壤总重量计 1-6%，石灰与水泥的重量比是 0.8-1.2:1.6-2.4。优选地，石灰与水泥分别加入土壤中，再进行混合。在粘土的情况下，如果石灰与水泥的重量比大于所述的比，则会

造成塑性指数过高,采用本发明方法获得的地基易开裂;如果石灰与水泥的重量比小于所述的比,则采用本发明方法获得的地基抗水溶性差。因此,优选地,该石灰与水泥的重量比是 1.0:2.0。

根据本发明的优选实施方式,所述的土壤为沙性粘土时,石灰与水泥混合物的使用量是以固化土壤总重量计 1-6%,石灰与水泥的重量比 6:1 至 1:6。优选地,石灰与水泥分别加入土壤中,再进行混合。在沙性粘土的情况下,如果石灰与水泥的重量比大于所述的比,则采用本发明方法获得的地基强度过高,易断裂老化;如果石灰与水泥的重量比小于所述的比,则采用本发明方法获得的地基不易形成板块。优选地,该石灰与水泥的重量比是 1.0:2.0。

根据本发明的优选实施方式,所述的土壤是粉性粘土时,石灰与水泥混合物的使用量是以固化土壤总重量计 1-6%,石灰与水泥的重量比 0.8-1.2:4.5-5.5。优选地,该石灰与水泥的重量比是 1:5。优选地,石灰与水泥分别加入土壤中,再进行混合。同样地,在粉性粘土的情况下,如果石灰与水泥的重量比超出所述的范围也会产生前面提到的一些问题。

根据本发明的优选实施方式,所述的土壤是粉性土壤时,石灰的使用量是以固化土壤总重量计 3-6%石灰。

根据本发明的优选实施方式,所述的土壤是粉性土壤时,石灰、水泥与粉煤灰混合物的使用量是以固化土壤总重量计 3-6%,石灰、水泥、粉煤灰的重量比 1-2:1-2:1。

本技术领域的技术人员知道,所述的土壤与石灰粒度不是非常关键的,一般而言,其粒度一般不应该大于 10mm,因为这些物料的粒度大于 10mm 会造成所述的路邦 EN-1 土壤固化剂不能充分均匀地分散在其它物料中,从而造成强度不均匀的问题。

土壤的水含量一般应该太高或太低,在公路筑路技术著作中都有描述,所述土壤的水含量是本技术领域的技术人员熟知的。

在将上述物料混合均匀时,使用在本技术领域技术人员已知的通常使用的拌和设备,例如潍坊市博创机械有限公司公司生产稳定土拌合设备;江苏省徐州市信力工程机械有限公司公司生产 WCBD 固定式稳定土拌合设备、旋耕机等。

在将混合均匀物料压实时,使用在本技术领域技术人员已知的通常使用的碾压设备、振动碾、光碾设备等,这些设备都是目前市场上销售的产品。

除此之外,实施本发明的方法时还需使用在本技术领域技术人员已知的平地机、洒水车、推土机等设备。

采用本发明方法建筑的地基完全可以达到国家相关部门规定的技术标准,甚至优于其标准。

本发明的方法可以用于公路、各种建筑物、沼气池等各种各样地基的建设。

[有益效果]

本发明的方法能够达到提高路基结构密实度、增强路基的承载能力;增强路基强度、改善路基结构;减少传统硬凝性稳定剂的用量、解决传统方法使道路脆化的问题;显著降低道路沉降;成倍提高路基的回弹模量;延长路基及道路的使用寿命;提高路基结构的温度稳定性($-50^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$),减少路基的收缩、膨胀,防止出现收缩裂缝、减少冻融对道路结构的破坏;降低路基结构的结隙率、阻止道路翻浆,提高使用固化剂产品的抗水溶性。。

【具体实施方式】

通过说明本发明土壤固化剂使用方法实施例将会更清楚地体会到本发明的其它优点与特征。以下实施方式仅用于说明本发明,而并非对本发明的限制,本技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以对该方法进行各种变化和修改,但都不会超出本发明的范围,本发明的专利保护范围是由权利要求书所限定的。

原材料质量分析方法:

- 1、水泥采用 GB175 与 GB1344 标准;
- 2、石灰应该符合 JC/T479 的规定,消石灰应该符合 JC/T481 的规定;
- 3、粉煤灰应该符合 JTJ034 的规定。

固化土壤的检测方法:

- 1、固化土壤无侧限抗压强度试验按照 JTJ057(T0850)进行
- 2、固化土壤击实试验按照 JTJ057(T0840)进行

实施例 1

某汽车枢纽站停车场使用路邦 EN-1 土壤固化剂前的检测。

1、石灰检测:

石灰产地: 威远, 二级石灰;

有效钙和氧化镁: 70.1, 设计要求: 60 ~ 65

盐酸耗量: 23.9ml

盐酸的当量浓度: 1.0482

2、土壤检测: 车站土壤褐色页岩

取样: 2000g

① 筛选小于 2mm 的土质量达到 1711g, 小于 2mm 土占总土质量的 85.6%。

② 筛选小于 1mm 的土质量达到 1616g, 小于 1mm 土占总土质量的 80.8%。

液限 $V_L = 34.70$; 塑限 $V_P = 21.5$; 塑性指数 $IP = 13.20$

3、砂砾碎石检测: 集料压碎值 24.94%。

4、路面基层材料重型击试验结果

①按照下面配比进行混合而得到路面基层材料:

以重量计, 碎石 35%; 土壤 65%; 外掺石灰 5%

②1[#]—10[#]最佳含水量 2.218 重量%、11[#]—20[#]最佳含水量 8.64 重

量%

③1[#]—10[#]最大干密度 8.31g/cm、11[#]—20[#]最大干密度 2.104g/cm

5、该汽车枢纽站停车场施工前的回弹弯沉检测

回弹弯沉检测随机取 6 个点,检测数据右方分别为 730、450、108,左方分别为 760、504、72,平均综合值为 437.33。

二、该汽车枢纽站停车场土壤添加路邦 EN-1 土壤固化剂施工后老现场检测

1、压实度检测

3月9日检测压实度

进站口左 5.0,压实度 89.52,试坑深度 15cm;

停车场左 22.5,压实度 89.52,试坑深度 20cm;

停车场右 48.7,压实度 99.75,试坑深度 17cm;

压实度平均值: 92.87

3月28日检测压实度

当日检测压实度,随机取了 4 个点

第一点,压实度 89.79,试坑深度 19cm

第二点,压实度 90.45,试坑深度 19cm

第三点,压实度 94.38,试坑深度 19cm

第四点,压实度 91.16,试坑深度 19cm

压实度平均值: 91.45

3月29日检测压实度,进站坡段,随机取 3 个点

第一点,压实度 99.05,试坑深度 20cm

第二点,压实度 98.39,试坑深度 20cm

第三点,压实度 99.24,试坑深度 20cm

压实度平均值: 98.89

2、该汽车枢纽站停车场加“路邦 EN-1 土壤固化剂”回弹弯沉检测
(二级公路回弹弯沉设计标准为 100)

- 7 天检测，取 34 个点，平均回弹弯沉值 163.24（增长期）
- 14 天检测，取 16 个点，平均回弹弯沉值 104.63（增长期）
- 28 天检测，取 16 个点，平均回弹弯沉值 122.13（增长期）
- 45 天检测，取 12 个点，平均回弹弯沉值 56.17（成熟期）
- 60 天检测，取 12 个点，平均回弹弯沉值 46.83（成熟期）

但是，该汽车枢纽站停车场采用传统施工方法，没有掺路邦 EN-1 土壤固化剂的路基基层历经 74 天随机取点 18 个回弹弯沉检测，平均弯沉值 236.78。

由这些结果明显看出，使用路邦 EN-1 土壤固化剂的土壤的平均回弹弯沉值比传统方法低得多。

实施例 2

原料：以固化土壤总重量计

- 路邦 EN-1 土壤固化剂 0.018 %
- 云南红土 94.92%
- 2mm 生石灰 5 %

该云南红土的参数列于表 1。

表 1

土壤名称	液限 %	塑限 %	塑性指数	含水量 %	干密度 g/cm ³
红土	51.6	29.5	22	19.0	1.748

使用在公路施工中通常使用的拌和机将路邦 EN-1 土壤固化剂与 2mm 生石灰充分混匀后，再倒入所述的云南红土中进行混匀，然后使用在公路施工中通常使用的振动碾压机进行压实。测定无侧限抗压强度，其结果列于下表 2。

表 2

土壤	EN-1 剂量	7 天浸水抗压强度	14 天浸水抗压强度
红土 + 5 % 石灰	0	0.97	1.33
红土 + 5 % 石灰 + EN-1	0.08%	1.18	1.77

由表 2 的结果可知，采用本发明的方法掺入路邦 EN-1 土壤固化剂进行稳固，浸水抗压强度明显获得提高，可以达到高级路面的底基层和次级路面的基层的要求。

实施例 3（粘土）

我国山西、山西的黄土高原上多为沙性粘土。在沙性粘土的情况下，石灰与水泥的总量是以固化土壤总重量计 5%。

固化土壤压实方为 300 立方米，土壤比重 1.65，则使用水泥 2%，石灰 3%，则：

水泥：300 立方米 $\times$ 1.65 $\times$ 2%=9.9 吨

石灰：300 立方米 $\times$ 1.65 $\times$ 3%=14.85 吨

即需要添加水泥 9.9 吨，石灰 14.85 吨，混合辅料总重量共计 24.75 吨，路邦 EN-1 土壤固化剂用量是以固化土壤总重量计 0.018 %。把石灰、水泥与土壤均匀混合，加入所述的固化剂，完成土壤固化过程，达到高级路面的底基层和次级路面的基层的要求。

实施例 4

天津空中客车生产基地的土壤是高液限、高塑性指数的土壤。按照现有的技术，这种土壤需要换填后才能施工，这样会增加建设投资上百亿人民币。然而采用前面实施例的实施方式，使用以所需固化土壤重量计 0.018 重量 % 路邦 EN-1 土壤固化剂、2 重量 % 石灰、2 重量 % 水泥进行土壤固化，采用本发明方法达到了工程设计要求，免除土壤换填，因此节省了大量投资。

实施例 5

黑龙江省大庆地区是高寒沼泽地，这个地区的公路翻浆严重。采用本发明的技术，以固化土壤总重量计使用路邦 EN-1 土壤固化剂 0.018% 与 5% 石灰，按照前面实施例的处理方式处理其土壤，改变了土壤性质，使其具有高抗水溶性和抗水侵蚀性，这样修建的公路从 2000 年直到现在无严重破损，无大修；而采用现有技术，使用在该技术领域中已使用的 ZSS 土壤固化剂进行土壤处理建筑的公路质量不好，在所述的期间已大修多次。