

ICS 93.080.01
P 66
备案号: 37935-2013

DB22

吉 林 省 地 方 标 准

DB 22/T 1816—2013

复合稳定土路面基层技术规范

Technical specifications for construction of compound stabilized soil base

2013-05-06 发布

2013-05-30 实施

吉林省质量技术监督局 发布

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由吉林省松原市交通运输局提出。

本标准由吉林省质量技术监督局归口。

本标准起草单位：吉林省松原市交通运输局、吉林中路新材料有限责任公司。

本标准主要起草人：刘全忠、成果、栾海、李兴、李敬标、赵长虹、李剑峰、王汝堂、魏火星、李长江、张炳涛、迟东彪、纪青山、马铁伟。

复合稳定土路面基层技术规范

1 范围

本标准规定了复合稳定土路面基层、底基层结构设计理论与方法，水泥类、石灰类和水泥石灰类混合料的配合比设计、施工工艺和技术、质量管理的要求。

本标准适用于电离子溶液类土质固化剂的新建、改建公路工程复合稳定土路面基层、底基层。路面维修和其他道路工程可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)

GB/T 6324.1 有机化工产品试验方法第1部分：液体有机化工产品水混溶性试验

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准第一册土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合稳定土 compound stabilized soil

以经过粉碎的或原状松散的、含有一定细粒土成分的土为基本材料，用土质固化剂和石灰、水泥等结合料按一定比例均匀掺配而形成的路面基层混合料，它是一种能够满足路用技术指标要求的半刚性材料。根据结合料的不同，复合稳定土可分为石灰类复合稳定土、水泥类复合稳定土和水泥石灰类复合稳定土等。

3.2

土质固化剂(电离子溶液类) soil stabilized

是由多种表面活性剂和多种单分子水溶性无机材料组成、能够与土颗粒发生化学交联作用的复合物溶液。土质固化剂能够改善和提高土质的技术性能。

3.3

无机结合料 inorganic binders

主要指水泥、石灰、粉煤灰及其他工业废渣。

3.4

基层 base

铺筑在沥青面层下或水泥混凝土面板下并与之相接的主承重层。基层可以是一层或两层，可以是一种或两种材料。

3.5

底基层 subbase

铺筑在基层下的次承重层。底基层的刚度可低于基层，因而，其材料组成和品质要求也可低于基层；底基层可以是一层或两层以上，可以是一种或两种材料。

3.6

垫层 seal coat

设置在土基与底基层之间的路面结构层，其作用是改善土基的湿度和温度状况，以稳固路面基层和面层的强度、刚度和稳定性不受土基水温状况变化造成影响；扩散基层的应力，减小土基产生的应力和变形；阻止路基土挤入基层而影响基层结构的性能。

3.7

路床 roadbed

路面底面以下0.80m范围内的路基部分。在结构上分为上路床(0m~0.30m)及下路床(0.30m~0.80 m)两层。

3.8

最佳含水率和最大干密度 the optimum water content and the maximum dry density

复合稳定土混合料进行击实试验时，在含水率—干密度坐标系上绘出各个对应点并连成圆滑的曲线，曲线的峰值点对应的含水率和干密度即为最佳含水率和最大干密度。表明在最佳含水率及最佳压实效果的状态下稳定材料所能达到的最大干密度。

3.9

松铺厚度和松铺系数 thickness of uncompacted layer and coefficient of loose paving material

复合稳定土混合料结构层摊铺完成后、碾压前的厚度称为松铺厚度；松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度之比值称为松铺系数，常精确到小数点后两位。

4 复合稳定土路面基层、底基层设计

4.1 一般规定

- 4.1.1 石灰类、水泥类和水泥石灰类等复合稳定土适用于各级公路的底基层、二级及二级以下公路的基层。
- 4.1.2 复合稳定土路面基层、底基层结构设计应贯彻因地制宜、就地取材的原则，通过对当地材料情况的调查，根据不同公路等级和交通量对基层、底基层的技术要求，选择技术可靠、经济合理的结构层。
- 4.1.3 复合稳定土路面基层、底基层应具有足够的强度和稳定性、较小的收缩(温缩及干缩)变形。
- 4.1.4 复合稳定土路面基层、底基层配合比设计按无侧限抗压强度试验方法确定满足设计要求的配合比。
- 4.1.5 复合稳定土路面基层和底基层厚度应根据交通量大小、材料性能以及充分发挥压实机具功能等因素选择。结构层的最小设计厚度为150 mm。
- 4.1.6 在排水不良，路基经常处于潮湿、过湿状态的路段；季节性冰冻地区的中湿、潮湿状态路段，可能产生冻胀需设防冻垫层的路段；基层或底基层可能受污染以及路基软弱的路段等应设置垫层，所设置的垫层适用复合稳定土处治。
- 4.1.7 路床加固根据土质、水文状况和加固材料来源等，经比选可采用复合稳定土材料处理。
- 4.1.8 当填方路基采用细粒土填筑，填料的CBR值达不到要求时，可采用复合稳定土材料处理。
- 4.1.9 在渗水材料缺乏的地区，桥涵台背和挡土墙背采用细粒土填筑时，可用复合稳定土进行处治。

4.2 设计理论与方法

- 4.2.1 设计方法按JTG D50规定。结构设计采用双圆均布垂直荷载作用下的弹性层状连续体系理论，以路面回弹弯沉值作为路面整体刚度的设计指标计算路面结构层厚度。对高速公路、一级公路、二级公路，复合稳定土路面基层、底基层以层底拉应力指标控制设计。
- 4.2.2 复合稳定土基层、底基层各结构层材料回弹模量应自上而下递减组合。

4.3 设计参数和设计标准

- 4.3.1 路面设计前应对拟采用材料作复合稳定土的配合比设计，按规定方法测定混合料设计参数和施工控制指标，合理选定抗压回弹模量、抗压强度、劈裂强度等参数和指标。
- 4.3.2 路面设计中复合稳定土半刚性基层、底基层的材料设计参数应根据公路等级和设计阶段的要求确定。高速公路、一级公路施工图设计时应实测设计参数；高速公路、一级公路初步设计或二级及二级以下公路设计时可借鉴本地区已有的试验资料或工程经验确定，如无资料应实测；可行性研究阶段可参考附录A确定设计参数。
- 4.3.3 复合稳定土抗压回弹模量、无侧限抗压强度、间接抗拉强度(劈裂强度)等试验方法按JTG E51执行。
- 4.3.4 水泥类复合稳定土基层和底基层的技术指标符合JTG D50水泥稳定类材料的标准，压实度和7d龄期的无侧限抗压强度代表值按表1规定的范围执行。

表1 水泥类复合稳定土的压实度及7d 无侧限抗压强度

层位	特重交通		重交通		中交通		轻交通	
	压实度 %	抗压强度 MPa	压实度 %	抗压强度 MPa	压实度 %	抗压强度 MPa	压实度 %	抗压强度 MPa
基层					≥97	3.0~4.0	≥96	2.5~3.5
底基层	≥96	≥2.5	≥96	≥2.0	≥96	≥2.0	≥95	≥1.5

4.3.5 石灰类复合稳定土基层和底基层的技术指标符合JTG D50 石灰稳定类材料的标准，压实度和7d龄期的无侧限抗压强度代表值按表2规定的范围执行。

表2 石灰类复合稳定土的压实度及7d无侧限抗压强度

层位	重、中交通		轻交通	
	压实度 %	抗压强度 MPa	压实度 %	抗压强度 MPa
基层			≥95	≥0.8
底基层	≥95	≥0.8	≥95	≥0.7

4.3.6 水泥石灰类复合稳定土，如水泥用量占结合料总量的30%以上，按水泥类复合稳定土的技术要求进行组成设计，否则按石灰类复合稳定土的技术要求进行组成设计。

4.3.7 复合稳定土垫层的强度和压实度应符合表1或表2底基层的要求。

4.3.8 为保证路基的强度和稳定性，设计宜使路基处于干燥状态或中湿状态，土基回弹模量值应大于30 MPa，重交通、特重交通公路土基回弹模量值应大于40 MPa；路床填料应均匀、密实，路床土最小强度和压实度应符合表3的要求。复合稳定土路床加固的土基回弹模量值或强度、压实度按工程项目特殊设计的要求进行，如无特殊设计，应符合上述要求。

表3 路床土最小强度和压实度要求

项 目 分类	路面底面 以下深度 m	填料最小强度 (CBR) %			压实度 %		
		高速公路、 一级公路	二级 公路	三、四 级公路	高速公路、 一级公路	二级 公路	三、四 级公路
填方路基	0~0.3	8	6	5	≥96	≥95	≥94
	0.3~0.8	5	4	3	≥96	≥95	≥94
零填及 挖方路基	0~0.3	8	6	5	≥96	≥95	≥94
	0.3~0.8	5	4	3	≥96	≥95	—
注：当三、四级公路铺筑沥青混凝土或水泥混凝土路面时，其压实度应采用二级公路的规定值。							

4.3.9 复合稳定土路堤填料的最小强度应符合表4的要求。

表4 路堤填料最小强度和压实度要求

项 目 分类	路面底面 以下深度 m	填料最小强度 (CBR) %			压实度 %		
		高速公路、 一级公路	二级 公路	三、四 级公路	高速公路、 一级公路	二级 公路	三、四 级公路
上路堤	0.8~1.5	4	3	3	≥94	≥94	≥93
下路堤	1.5以下	3	2	2	≥93	≥92	≥90
注：当三、四级公路铺筑沥青混凝土或水泥混凝土路面时，其压实度应采用二级公路的规定值。							

5 复合稳定土组成材料

5.1 土质固化剂

根据土的工程性质选择相适应的土质固化剂。适用不同土质的土质固化剂的指标和特征见表5。

表5 适用不同土质的土质固化剂的指标

项 目	指标及描述			
pH值	≤1	≤1	≥11	≥12
溶解性	完全溶解	完全溶解	完全溶解	完全溶解
密度，20℃，g/cm ³	1.28±0.03	1.24±0.03	1.26±0.03	1.28±0.03
固含量，%，≥	42.0	34.0	33.0	32.0
总酸度，NaOH g/100 g样品	21.0~27.0	9.5~12.5	—	—
总碱度，HCl g/100 g样品	—	—	7.0~9.5	7.0~9.5
土的工程性质	适用于塑性指数Ip >14，或细粒组土 粒含量大于30%的 土的固化剂 (1号剂)	适用于塑性指数7 ≤Ip≤17，或细粒 组土粒含量为 10%~30%的土的固 化剂(2号剂)	适用于塑性指数5 ≤Ip≤9，或细粒组 土粒含量为8%~ 12%的土的固化剂 (3号剂)	适用于塑性指数Ip <7，或细粒组土粒 含量小于10%的土 的固化剂(4号剂)
注：土质固化剂技术指标检验方法见附录B。				

5.2 无机结合料

5.2.1 水泥

普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥都可用于复合稳定土。所用水泥应符合国家技术标准的要求，初凝时间应大于4h，终凝时间应在6 h以上；水泥的安定性应合

格。宜采用强度等级较低的水泥，如32.5级或42.5级水泥。不应使用快硬水泥、早强水泥；禁用已受潮变质的水泥。

5.2.2 石灰

复合稳定土用石灰技术指标应符合表6的要求，等级宜高于Ⅲ级。在特殊的情况下，可以用低于Ⅲ级但有效钙加氧化镁含量不小于45%的石灰，但增加的数量应不超过混合料的2%，同时混合料的强度指标应达到本标准的有关要求。应尽量缩短石灰的存放时间；石灰在露天堆放时间较长时，应予覆盖。

表6 石灰的技术指标

技术指标		材料种类			
		钙质 生石灰	镁质 生石灰	钙质 消石灰	镁质 消石灰
有效钙加氧化镁含量(%)不小于		70	65	55	50
未消化残渣含量(5 mm圆孔筛筛余，%)不大于		17	20		——
含水率(%)不大于				4	4
细 度	0.75 mm方孔筛筛余(%)不大于	——	—	1	1
	0.125 mm方孔筛累计筛余(%)不大于			20	20
钙镁石灰的分类界限，氧化镁含量(%)		≤5	>5	≤4	>4

5.2.3 粉煤灰

粉煤灰中SiO₂、Al₂O₃和Fe₂O₃的总含量应大于70%，烧失量不宜大于20%，比表面积宜大于2500 cm²/g 或0.075 mm筛孔通过率应大于60%。干粉煤灰和湿粉煤灰均可以使用，使用前应将结块的粉煤灰破碎和 过筛，同时清除杂质。

5.3 土

5.3.1 塑性指数小于12的细粒土，以及粘土颗粒含量小于30%的中粒土或粗粒土，宜用于水泥类复合稳定土。

5.3.2 塑性指数在9~17范围内的细粒土，以及粘土颗粒含量大于30%的中粒土或粗粒土，宜用于石灰类复合稳定土。

5.3.3 塑性指数大于17、液限大于40%的土，不适合单独采用一种结合料做复合稳定土，可用于水泥和石灰类复合稳定土。

5.3.4 硫酸盐含量超过0.8%的土，有机质含量超过10%的土，不宜用石灰稳定。

5.3.5 硫酸盐含量超过0.25%的土，不应用水泥稳定；有机质含量超过2%的土，应先用石灰进行处理再用水泥稳定。液限超过50%的土，不宜做复合稳定土的材料。

5.4 水

凡是饮用水(含牲畜饮用水)均可使用。

6 混合料组成设计

6.1 一般规定

6.1.1 结合料剂量是以干结合料质量占干混合料(结合料和土)质量的百分率表示,即:结合料剂量=干结合料质量/干混合料质量。固化剂剂量是以固化剂的质量占干混合料质量的百分率表示,即:固化剂剂量=固化剂质量/干混合料质量。

6.1.2 根据已确定适用的土的种类和性质以及用于公路的等级和层位等,选用适宜的结合料和固化剂,并确定它们的用量。

6.2 材料试验

6.2.1 对于复合稳定土混合料用土,应取有代表性的试样,进行下列试验:

- a) 颗粒分析;
- b) 液限和塑性指数;
- c) 有机质含量(必要时做);
- d) 硫酸盐含量(必要时做)。

6.2.2 对于水泥,应检验其强度等级和初、终凝时间及安定性。

6.2.3 对于石灰,应检验其有效钙和氧化镁含量。

6.2.4 对于土质固化剂,应按表5规定的技术指标检验。

6.3 混合料的设计步骤

6.3.1 复合稳定土混合料配制比例的范围和结合料、固化剂的最小剂量,可按表7执行。

表7 复合稳定土混合料配制比例范围表

复合稳定土 混合料类型	基 层		底 基 层	
	结合料含量 %	固化剂剂量 %	结合料含量 %	固化剂剂量 %
水泥类复 合稳定土	水泥3~ 8	0.015~0.03	水泥3~ 6	0.01~0.02
石灰类复 合稳定土	石灰4~ 10	0.015~0.03	石灰4~ 8	0.01~0.02
水泥石灰类 复合稳定土	水泥1~8 石灰3~10	0.015~0.03	水泥1~8 石灰3~10	0.01~0.02

6.3.2 确定混合料的最佳含水率和最大干密度。对同一种土样,应配制3种不同剂量固化剂和相应的5种结合料剂量配合比的混合料试件。在实际操作中,每种剂量固化剂至少应做3种不同剂量结合料混合料的击实试验,即最小剂量、中间剂量和最大剂量;其他两个剂量混合料的最佳含水率和最大干密度用内插法确定。

6.3.3 按规定的压实度,分别计算不同配合比的试件的干密度。

6.3.4 按最佳含水率和计算得出的干密度制备试件。按要求剂量加入土质固化剂(稀释液)。进行强度试验时,为保证试验结果的可靠性和准确性,每组试件的数目要求为:小试件不少于6个;中试件不少于9个;大试件不少于13个。

6.3.5 试件在标准养生温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,标准养生湿度为 $\geq 95\%$ 规定条件下,保湿养生6 d、浸水24 h后,进行无侧限抗压强度试验。

6.3.6 抗压强度保留1位小数。同一组试件试验中,采用3倍均方差方法剔除异常值,小试件可以允许有1个异常值;中试件1~2个异常值;大试件2~3个异常值。异常值数量超过上述规定的试验重做。

6.3.7 同一组试验的变异系数 $C_v(\%)$ 符合下列规定,方为有效试验:小试件 $C_v\leq 6\%$;中试件 $C_v\leq 10\%$;大试件 $C_v\leq 15\%$ 。如果不能保证试验结果的变异系数小于规定的值,则应按允许误差10%和90%概率重新计算所需的试件数量,增加试件数量并另做新试验。新试验结果与老试验结果一并重新进行统计评定,直到变异系数满足上述规定。

6.3.8 根据表1或表2设计规定的抗压强度标准,选定合适的结合料和固化剂剂量。此配合比试件室内试验结果的平均抗压强度应符合下列公式的要求:

$$\bar{R} \geq \frac{R_d}{1 - Z_{\alpha} C_v} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R_d ——设计抗压强度(表1或表2)单位为MPa;

C_v ——试验结果的变异系数(以小数计);

Z_{α} ——标准正态分布表中随保证率(或置信度 α)而变的系数,高速公路和一级公路应取保证率95%,即 $Z_{\alpha}=1.645$;其他公路应取保证率90%,即 $Z_{\alpha}=1.282$ 。

6.3.9 施工中实际采用的固化剂和结合料剂量应比室内试验确定的剂量高。固化剂可增加0.001 %;采用集中厂拌法施工时,结合料可只增加0.5%;采用路拌法施工时,结合料宜增加1.0%。

7 复合稳定土路面基层施工

7.1 一般规定

7.1.1 复合稳定土基层和底基层施工可采用路拌法和集中厂拌法。对于三级及三级以下公路,基层和底基层可采用稳定土拌和机或其他拌和机具路拌法施工;对于二级公路,应使用专用的稳定土拌和机或使用集中拌和法制备混合料;在高速公路和一级公路上进行施工,应采用集中厂拌法制备混合料,并用摊铺机摊铺。

7.1.2 复合稳定土路面基层、底基层宜在春季气温稳定达到日平均气温 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时铺筑。

7.1.3 复合稳定土路面基层、底基层应在夏秋气温较高季节施工;在有冰冻的地区,应在第一次重冰冻($-3\text{ }^{\circ}\text{C}\sim -5\text{ }^{\circ}\text{C}$)到来之前的一个月左右结束施工。

7.1.4 复合稳定土在雨季施工时,应注意天气变化,防止混合料遭到淋雨;遇雨时应停止拌和和摊铺,如已铺筑应快速整形、压实,无法压实时应挖除。

7.1.5 复合稳定土结构层施工时,应遵守下列规定:

- a) 配料应准确。按规定的频度对现场的有关材料进行检测，根据现场测定土和结合料的含水率及时调整相关材料的用量；测定石灰有效钙镁含量，如低于设计要求值，应调整施工配合比；控制并稳定厂拌设备的计量装置；
- b) 土块尽可能粉碎，细粒土最大颗粒不应大于15 mm，粉土、粘土或砂土应处于松散可塑状态，否则应晾干或筛除土块；如粘质土结块严重，应撒布石灰充分闷料后进行破碎；
- c) 路拌法施工时，应注意结合料的拌和和摊铺均应做到均匀；
- d) 固化剂稀释液喷洒及拌和应均匀，固化剂使用前要充分摇匀，使沉淀充分溶解；
- e) 应严格控制基层的厚度和高程，其路拱横坡应与面层一致；

压层厚度、工程量大小、工程进度计划以及混合料颗粒组成、施工现场条件等，选择合适的压路机；根据铺筑的试验段确定碾压工艺。

g) 当施工中断、临时开放交通时，应采取保护措施，避免基层表面遭到破坏。

7.1.6 应采取措施防止表面水透入基层，在复合稳定土路面基层上设下封层，同时采取相应的技术加强基层与沥青面层的联结，在基层上设置透层沥青。

7.2 路拌法

7.2.2 石灰类复合稳定土层铺路拌法施工

在工作的路段上，将土

7.2.2.1 石灰类复合稳定土层铺路拌法施工工艺流程按图 1 的顺序进行。

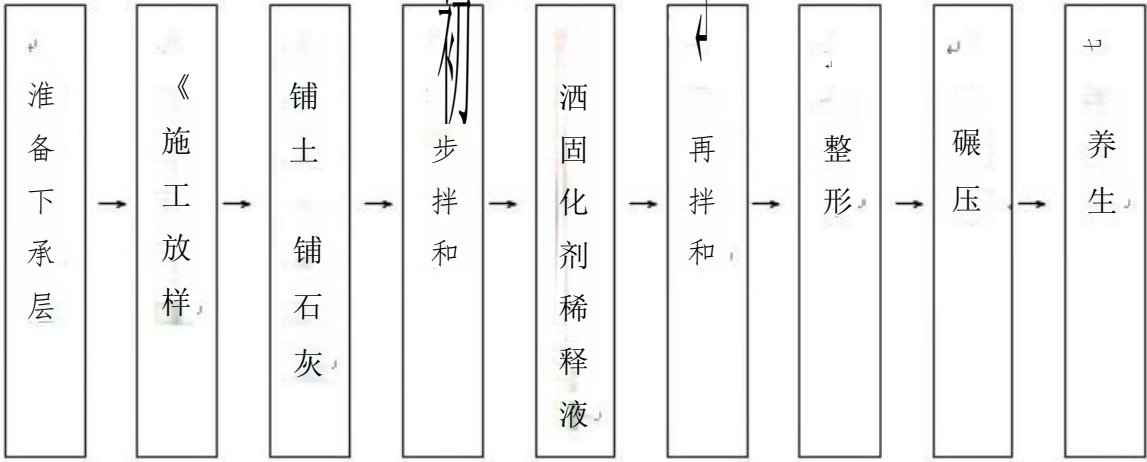


图1 石灰类复合稳定土层铺路拌法施工工艺流程图

7.2.2.2 准备下承层应：

- a) 当复合稳定土用做基层时，要准备底基层；当复合稳定土用做老路面的加强层时，要准备老路面；当复合稳定土用做底基层时，要准备土基；
- b) 复合稳定土混合料铺筑前，应对下承层的弯沉值(强度)、压实度以及高程、平整度和横坡度进行检测，检查有无坑槽、搓板、裂缝与局部松散等不足之处。如不符合要求，应针对不同情况进行处理；
- c) 在培有路肩或槽式断面的路段，两侧路肩上每隔一定距离(可为5m~10 m)交错开挖泄水沟(或做砂石渗沟)，以利泄水。

7.2.2.3 施工放样应:

- a) 在底基层或老路面或土基上恢复中线, 直线段每15 m~20 m设一桩, 曲线段每10 m~15 m设一桩;
- b) 在两侧路肩边缘外钉设指示桩, 以供挂线控制铺筑界限、标记厚度和高程。

7.2.2.4 摊铺土应:

- a) 复合稳定土基层、底基层用土应先行运到路段进行摊铺; 在运到施工路段前, 应经检验合格;
- b) 摊铺前应通过试验试铺确定土的松铺系数, 根据计算的用量, 等距离、均匀地将土堆置于下承层上。每车运输土的数量接近相等;
- c) 摊铺土的方法, 可根据铺筑厚度、进度要求、机械设备条件, 选择平地机、推土机或其他可行的方法;
- d) 摊铺表面应力求平整, 并有规定的路拱横坡。

7.2.2.5 摊铺石灰:

- a) 运到铺筑现场的石灰应是经过消解检验合格的消石灰, 粒径不大于10 mm;
- b) 计算出每平方米所需石灰的质量, 根据每车所运石灰数量和石灰的松方容重, 计算出一车石灰所铺面积, 在已摊铺完成的土层上, 按标划出的段落或格线卸料;
- c) 石灰宜用人工, 定量、均匀地撒布、摊铺;
- d) 摊铺时应随时检查并与设计用量核对, 如用量不足, 则立即加以补充;
- e) 雨天不应摊铺石灰, 对已铺的应快速拌和压实或待雨后晾晒再拌和压实。

7.2.2.6 初步拌和应:

- a) 拌和分为初步拌和和再拌和。初步拌和可采用路拌机或其他拌和机械沿路拌和, 使石灰和土充分混合。所用稳定土拌和机的选择应根据土质以及拌和厚度确定适合的机械;
- b) 拌和路段长度视机械功率而定, 一般为300 m~500 m。初步拌和2遍后立即喷洒固化剂稀释液。

7.2.2.7 稀释并喷洒固化剂稀释液应:

- a) 配制固化剂稀释液时, 应根据混合料的天然含水率和最佳含水率以及设计的固化剂用量来确定稀释比例, 其稀释倍数一般不小于75倍。可按式(2)和式(3)计算:

$$C = \frac{W_1 - W_2}{P} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

C— 固化剂水溶液稀释倍数;

P— 固化剂剂量(%);

W_1 — 复合稳定土混合料的最佳含水率(%)

W_2 — 土和石灰混和后的平均含水率(%)。

$$W_2 = W_3(1-A) + W_4 \cdot A \dots\dots\dots (3)$$

式中:

W_2 — 土和石灰混和后的平均含水率(%) ;

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/276005012134011051>