

# Study on Mix Design of Cement Stabilized Materials for Airport Pavement Base and Mix Ratio Control in Construction

Wei Jiang<sup>1,2</sup>, Zhiqi Zhang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Shanghai Jianke Technical Assessment of Construction Co., Ltd., Shanghai

<sup>2</sup>National Center for Quality Supervision and Test of Building Engineering Materials, Shanghai

<sup>3</sup>Shanghai Research Institute of Building Sciences (Group) Co., Ltd., Shanghai

Email: 806895064@qq.com

Received: May 9<sup>th</sup>, 2018; accepted: May 23<sup>rd</sup>, 2018; published: May 30<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Based on the apron engineering of an airport, the raw materials for the cement stabilized materials of the airport pavement base were selected through tests, and the maximum dry density and optimum moisture content of the cement stabilized materials were determined by the compaction method. The test results show that the materials of cement, large crushed stone, small stone, stone chips, water and the corresponding ratio of 1:5.0:7.1:8.1:1.1 and 4.5% of cement dosage economically and reasonably satisfy the requirements for the actual construction of airport pavement base. Finally, this paper discusses the control of the mix ratio of cement stabilized materials in the construction.

## Keywords

Airport Pavement, Lower Base, Cement Stabilized Material, Mix Design

---

# 机场道面基层水泥稳定材料配合比设计研究及施工中的配合比控制

蒋 炜<sup>1,2</sup>, 张峙琪<sup>3</sup>

<sup>1</sup>上海建科检验有限公司, 上海

<sup>2</sup>上海市建筑科学研究院(集团)有限公司, 上海

<sup>3</sup>国家建筑工程材料质量监督检验中心, 上海

Email: 806895064@qq.com

收稿日期: 2018年5月9日; 录用日期: 2018年5月23日; 发布日期: 2018年5月30日

## 摘要

以某机场机坪工程为基础, 通过试验选定机场道面基层水泥稳定材料原材料, 采用击实方法确定水泥稳定材料的最大干密度、最佳含水率。试验表明: 4.5%的水泥剂量, 实际施工配合比为水泥:大碎石:小碎石:石屑:水=108.0:544.3:762.0:870.8:120.6 = 1:5.0:7.1:8.1:1.1的水泥稳定材料经济合理的满足道面基层施工要求, 并且探讨了施工中的配合比控制。

## 关键词

机场道面, 基层, 水泥稳定材料, 配合比设计

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

水泥稳定材料是以级配碎石作骨料, 采用一定数量的胶凝材料和足够的灰浆体积填充骨料的空隙, 按嵌挤原理摊铺压实, 具有较高的强度, 抗渗度和抗冻性。较其他路基材料, 水泥稳定材料遇雨不泥泞, 表面坚实, 是高级路面的理想基层材料[1], 被广泛用于机场道面建设中。但实际施工过程中存在许多问题如裂缝、平整度差、摊铺过程中厚度变化大、表面松散等, 因此经济合理的配合比设计尤为重要。本文结合某机场机坪工程道面水泥稳定材料基层配合比设计经验, 对配合比设计过程中完成的试验项目予以探讨。最后简要阐述了水泥稳定材料在施工中配合比的控制, 以供借鉴。

## 2. 试验

### 2.1. 原材料

水泥: 上海建筑材料集团水泥有限公司 P.S.A 32.5 级水泥;

集料: 芜湖县中海建材有限公司生产的集料, 单级配 16.0 mm~37.5 mm, 4.75 mm~16.0 mm, 0 mm~4.75 mm; 混合级配 0 mm~37.5 mm;

拌合水: 饮用水。

### 2.2. 试验依据

#### 2.2.1. 相关试验规程

《民用机场飞行区土(石)方与道面基础施工技术规范》MH5014-2002;

《公路工程集料试验规程》JTG E42-2005;

《水泥胶砂强度检验方法》(ISO)GB/T17671-1999;

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T1346-2011;

《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG E51-2009;

#### 2.2.2. 相关设计要求

7 d 无侧限抗压强度  $\geq 3.0$  MPa;

施工压实度  $\geq 98\%$ 。

### 3. 配合比设计过程

#### 3.1. 原材料物理性能

本次使用的集料和 P.S.A32.5 级水泥试验结果见表 1 和表 2, 所检项目均符合设计要求。

#### 3.2. 集料筛分试验

按照 MH5014-2002《民用机场飞行区土(石)方与道面基础施工技术规范》中水泥稳定土颗粒组成范围(用于底基层)要求, 得出集料的掺配比例为: (16.0~37.5) mm, 掺量 25%、(4.75~16.0) mm, 掺量 35%、(0~4.75) mm, 掺量 40%。具体掺配合成筛分结果见表 3。

**Table 1.** Aggregate physical properties

**表 1.** 集料物理性能

试验项目	试验值(%)	规范要求(%)
压碎值	20.6	$\leq 30$
含泥量	4.52	$\leq 7$

**Table 2.** Cement physical properties

**表 2.** 水泥物理性能

试验项目	试验值	规范要求
细度(%)	1.4	$\leq 10.0$
凝结时间(min)	初凝	$\geq 45$
	终凝	$\leq 600$
安定性(沸煮法)	合格	合格
胶砂强度(3 d, MPa)	抗折	$\geq 2.5$
	抗压	$\geq 10.0$
胶砂强度(28 d, MPa)	抗折	$\geq 5.5$
	抗压	$\geq 32.5$

**Table 3.** Aggregate screening test results

**表 3.** 集料筛分试验结果

筛孔尺寸(mm)	集料规格(mm)			合成级配通过率(%)	规范规定级配通过率(%)		
	16.0~37.5	4.75~16.0	0~4.75		级配中值	级配上限	级配下限
	通过率(%)						
37.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
31.5	100.0	100.0	100.0	100.0	95.0	100.0	90.0
19.0	8.0	92.7	100.0	73.4	78.5	90.0	67.0
9.5	0.4	59.6	100.0	63.1	56.5	68.0	45.0
4.75	0.4	2.2	94.4	42.2	39.5	50.0	29.0
2.36	0.3	0.9	65.2	29.6	28.0	38.0	18.0
0.6	0.3	0.5	29.3	17.8	15.0	22.0	8.0
0.075	0.2	0.2	2.2	5.6	3.5	7.0	0.0

### 3.3. 水泥稳定材料击实试验

基于得出的集料掺配比例, 以及委托方提供的 7 d 无侧限抗压强度( $\geq 3.0$  MPa)要求, 选择三个不同水泥剂量(4.0%、4.5%、5.0%), 依据 JTG E51~2009《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》中 T0804-1994 (无机结合料稳定材料击实试验方法)进行水泥稳定材料的击实试验。确定各种水泥稳定材料的最佳含水量和最大干密度, 试验结果见下表 4。

### 3.4. 水泥稳定材料无侧限抗压强度试验

按照 JTG E51-2009《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》T0843-2009 进行 7 d 无侧限抗压强度试件制作, 试件在规定的温度、湿度下养护 6 d, 浸水 24 小时后按 T0805-2009 进行无侧限抗压强度试验, 试验结果见表 5。

### 3.5. 水泥稳定材料推荐配合比

根据以上试验结果确定水泥剂量:4.5% (P.S.A 32.5, 上海建筑材料集团水泥有限公司、外掺); 集料掺配比例(质量比): (16.0~31.5) mm: (4.75~16.0) mm: (0~4.75) mm = 25%: 35%: 40%, 7 d 无侧限抗压强度满足设计要求 3.0 MPa, 且符合公式  $R \geq Rd/(1-ZaCv)$  要求,  $Za$ , 取 1.645。故每立方米用量水泥稳定材料实验室配合比为水泥:大碎石:小碎石:石屑:水 = 98.0:544.3:762.0:870.8:120.6 = 1:5.6:7.8:8.9:1.2。根据

**Table 4.** Compaction test result of cement stabilized material with different cement content

**表 4.** 不同水泥掺量的水泥稳定材料击实试验结果

试验项目	水泥稳定材料		
水泥掺量(%)	4.0	4.5	5.0
最大干密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.273	2.275	2.278
最佳含水量(%)	5.1	5.3	5.5

**Table 5.** Compaction test result of cement stabilized material with different cement content

**表 5.** 不同水泥掺量的水泥稳定材料击实试验结果

试验项目	水泥稳定材料		
设计强度 Rd (MPa)	$\geq 3.0$		
水泥掺量(%)	4.0	4.5	5.0
95%保证系数(%)	1.645		
最大干密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.273	2.275	2.278
最佳含水量(%)	5.1	5.3	5.5
制件压实度(%)	98		
试件抗压强度最大值(MPa)	3.1	3.5	3.7
试件抗压强度最小值(MPa)	2.7	3.1	3.4
抗压强度平均值 R (MPa)	2.9	3.3	3.6
95%保证率的强度值(MPa)	2.7	3.1	3.4
标准差 S (MPa)	0.14	0.14	0.11
变异系数 Cv (%)	4.8	4.2	3.1

MH5014-2002 第 5.2.2 条要求, 工地实际采用的水泥剂量应比室内确定的剂量多 0.5%, 实际施工配合比为水泥: 大碎石: 小碎石: 石屑: 水 = 108.0:544.3:762.0:870.8:120.6 = 1:5.0:7.1:8.1:1.1。

#### 4. 施工中配合比的控制

1) 严格控制集料级配。施工中因未筛分碎石级配的变化, 可适当增加或者减少石屑比例, 加以调整, 使集料级配符合规范及施工要求。良好的级配有利于水泥稳定材料强度的发展, 抗干缩、温缩及抗弯拉能力增强。控制细料含量可以显著减小因温度引起的收缩开裂。

2) 严格控制水泥剂量。工地实际采用的水泥剂量应比室内确定的剂量多 0.5%。水泥剂量偏大虽然有利于水泥稳定材料的强度发展, 但是增大了水泥稳定材料因干燥收缩和温度收缩引起的开裂风险, 导致水泥稳定材料抗裂性能降低, 不利于其耐久性和使用寿命的发展[2] [3] [4]。且从经济角度考虑, 适当的水泥剂量完全能满足水泥稳定材料的强度要求。

3) 严格控制含水量。根据天气情况适当增加用水量, 使水泥稳定材料在碾压时的含水量略大于最佳含水量, 以利于水泥稳定材料压实, 并且及时保湿养护可以避免或减小因水分蒸发引致干燥收缩, 有利于水泥稳定材料的耐久性。

#### 5. 结语

通过机场道面基层水泥稳定材料配合比设计过程及现场施工配合比控制问题的探讨, 有利于工程检测人员对水泥稳定材料配合比设计过程的进一步深刻认识, 并且科学、准确、高效把控现场质量检测。

#### 参考文献

- [1] 道路工程基础材料数据库-无机稳定类-水泥稳定碎石[EB/OL]. <http://matsec.ustb.edu.cn/searchroad.do?command=all&tablename=cemstabmaca&tablenameString=%CB%AE%C4%E0%CE%C8%B6%A8%CB%E9%CA%AF>, 2011-01-15.
- [2] 张嘎吱. 考虑抗裂性能的水泥稳定类材料配合比设计方法研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2001.
- [3] 蒋应军, 陈忠达, 彭波, 等. 密实骨架结构水泥稳定碎石路面配合比设计方法及抗裂性能[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2002, 22(4): 9-12.
- [4] 景宏君, 张斌. 黄土路基强度规律[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(2): 14-18.

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjce@hanspub.org](mailto:hjce@hanspub.org)