

砌块路面设计

李彦, 罗国梁

(天津市市政工程设计研究院, 天津 300051)

摘 要:砌块路面是采用普通混凝土预制块和天然石材砌块铺筑的路面结构形式, 具有较高的结构强度和良好的表面特性, 广泛用于城市各类景观路面。但目前对此类路面的设计、施工还缺少相关的规范和规定, 也无现行的设计方法可遵循。为此, 在总结吸收国内外设计使用经验的基础上, 探索砌块路面的设计与应用, 初步提出砌块路面的有关设计数据及其典型结构, 供使用参考。

关键词:城市道路; 砌块路面; 设计; 应用

中图分类号: U416.215 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0023-03

0 前言

砌块路面是采用不同色彩、不同块形、不同功能的普通型或联锁型路面砖和天然石材砌块铺筑的路面面层的结构形式。它具有较高的结构强度、耐久性和良好的表面特性。适用于城市各类景观路面, 如人行道、自行车道、车行道、步行街、城市广场及停车场等。

用于车行道的砌块路面, 由于平整度等方面的原因, 只适用于车速 50 km/h 以下的城市道路、居住区道路、商业街及停车场等。

1 结构组成

砌块路面结构一般由面层、基层、垫层组成。面层由砌块(普通型预制路面砖、联锁型路面砖及天然石材)、接缝砂和砂垫层组成; 基层一般可采用刚性基层(水泥混凝土)、半刚性基层(二灰碎石)或柔性基层(天然砂砾或级配碎石); 垫层一般采用石灰(水泥)土或砂砾土。

采用水泥混凝土基层时, 其力学强度指标应符合下列要求: 用作人行道时, 混凝土采用 C20 级, 28 d 抗折强度 ≥ 3.5 MPa; 用作车行道、停车场时, 混凝土标号 \geq C30 级, 28 d 抗折强度 ≥ 4.5 MPa。基层混凝土应按水泥混凝土路面规定设置缩缝、纵缝和胀缝。采用二灰碎石基层时, 技术要求同沥青路面。

砌块路面的结构组合, 可根据工程要求合理选用刚性、半刚性或柔性基层。

2 路面砖强度、最小厚度及块形要求

2.1 普通型路面砖

路面砖强度: 用于人行道时, 抗压强度 ≥ 30 MPa, 28 d 抗折强度 ≥ 4.0 MPa; 用于车行道时, 抗压强度 ≥ 35 MPa, 28 d 抗折强度 ≥ 4.5 MPa。

常用尺寸及最小厚度见表 1。

表 1 普通路面砖常用尺寸及最小厚度

常用尺寸(cm)	25×25	30×30	10×20	20×30
			20×30	10×20
最小厚度	5	6	—	—
用于车行道及停车场	—	—	8	10

注: 预制块的长宽比不宜大于 2。

2.2 联锁型路面砖

路面砖强度、最小厚度见表 2。路面砖块形尺寸参照行业标准(CJJ 79-98)附录 B: 表 B。

表 2 联锁型路面砖强度及最小厚度

道路分类	抗压强度(MPa)		最小厚度(cm)	块形
	平均	单块		
次干路大型停车场	60	50	10	双向联锁
小区道路小型停车场	50	42	8	双向联锁
商业街	35	30	8	—
人行道	30	25	6	—

2.3 花岗岩砌块

道路工程一般采用正方形, 长方形的普通型花岗岩板材(代号为 N)。按其表面加工类型分为:

细面板材(RB), 即表面平整, 光滑;

镜面板材(PL), 表面平整, 具有镜面光泽;

粗面板材(RU), 表面平整、粗糙。

按加工条纹又分为机刨、剁斧、锤击和烧毛板等。

道路工程有防滑要求, 一般应选用粗面板材。

收稿日期: 2005-10-21

作者简介: 李彦(1959), 女, 天津人, 工程师, 从事道路设计工作。

板材的物理性能应符合下列要求:体积密度 $>2.5 \text{ g/cm}^3$;吸水率 $<1\%$;干燥压缩强度 $>60 \text{ MPa}$;弯曲强度 $>8.0 \text{ MPa}$ 。

砌块常用尺寸及最小厚度见表3。

表3 砌块常用尺寸及最小厚度

常用尺寸 (cm)	30×30	40×40 30×60	50×50 25×70	60×60 40×80	50×100 60×80
最小厚度 (cm)	6	8	10	12	14

注:砌块长宽比不宜大于2。

3 砌块路面计算理论与设计方法

3.1 砌块路面的承载机理

由于砌块具有很多接缝,无法象混凝土板那样靠板体的挠曲来扩散荷载,也无法象沥青混凝土路面那样靠自身的整体性扩散荷载。砌块路面能将竖向压力变为水平推力,具有明显的“拱效应”。在扩散荷载的过程中,回弹弯沉起着重要作用,决定着块体间的嵌锁程度。

3.2 接缝的剪切特性

在剪切力作用下,接缝的两个侧壁将发生剪切位移。接缝的抗剪强度由平面摩擦和糙面摩擦组成,填砂的存在使块体的侧面不相接触,故接缝的抗剪强度主要由填砂的平面摩擦提供。

3.3 计算理论

与沥青路面一样,砌块路面的结构计算仍采用弹性理论。采用层状弹性理论时,将砌块层加砂垫层等效为一个各向同性的均匀体材料,实际上夸大了砌块层的扩散能力,不能很好地反映接缝的力学性能。尽管如此,目前的许多设计方法都是建立在此理论的基础上。

3.4 设计方法

砌块路面的设计方法一般都是通过修正沥青路面设计方法而得。修正方式有三种:一是采用等效层的方法,即以2.1~2.9倍块体厚度的碎砾石代替砌块层,或以1.1~1.5倍砌块厚度的密级配沥青混凝土层作为砌块层的等效层;二是日本方法,认为砌块层的相对强度系数为1.02~1.08。这两种修正方法都是用于CBR设计方法中;三是采用等效模量,16 cm厚度的沥青混凝土或22.5 cm的水泥土代替砌块层和砂垫层,沿用以层状理论为基础的沥青路面设计方法。

综合国内外对砌块路面的研究成果和使用经验,现阶段的设计方法力求简化,因而采用等效厚度设计法及典型结构法较为切合实际。

等效厚度法对采用半刚性基层和柔性基层的砌块路面,运用沥青路面设计规范,以设计弯沉值为路面整体强度的设计指标,在确定沥青混凝土层厚度后,进行等效厚度换算,即由砌块厚度乘以换算系数来替代沥青面层厚度。对采用刚性(水泥混凝土)基层的砌块路面,运用水泥混凝土路面设计规范进行厚度计算。确定水泥混凝土板厚度后,按砌块对荷载扩散能力相等的原则进行厚度换算。将水泥混凝土板厚乘以折减系数,即为砌块层厚度。

4 砌块路面结构与典型结构

4.1 设计参数

(1) 标准轴载采用BZZ-100(对车行道路面及停车场)。交通等级按日交通量分为S1与S2两级,分级标准参照表4。

表4 交通量分级标准

交通等级	参考日交通量 (BZZ-100)	适用场合
S1	100~500	支路、小汽车停车场
S2	>500~1000	轻交通道路,商业街,大型停车场

(2) 沥青混凝土等效层是砌块厚度的1.1~1.5倍。采用等效换算为砌块厚度,等效换算系数为0.9~0.7。需根据道路的交通等级,砌块抗压强度及工程实际情况合理采用等效系数值。一般重交通道路取高值,砌块抗压强度大于50 MPa时取低值。

(3) 水泥混凝土板厚度等效折减系数为0.50~0.65。采用砌块面积小时(如连锁砌块)采用低值,砌块面积大时(如花岗岩砌块)采用高值。

(4) 基层、土基设计参数见沥青路面和水泥混凝土路面设计规范。

4.2 典型结构

参照天津地区常用的路面结构厚度和使用经验,通过等效强度换算,制定下列砌块路面典型结构供使用修改。

(1) 人行道路路面结构见表5。

表5 人行道路路面结构

项目	类型	普通型路面砖		联锁型路面砖	花岗岩砌块	
		25×25	30×30		40×40	50×50
砌块厚度(cm)		5	6	6	6	8
垫层厚(cm)		2	2	3	3	3
C20混凝土厚(cm)					10	8
石灰粉煤灰土(cm)		15	15	15		
石灰土(cm)		15	15	15	20	20
总厚(cm)		37	38	39	39	39

(2) 车行道、停车场联锁型路面结构见表6。

(3) 车行道、停车场花岗岩砌块路面结构见表7。

表6 车行道联锁型路面结构

交通等级	S1	S2
结构层		
双向联锁路面砖(cm)	8	10
砂垫层(cm)	3	3
二灰碎石(cm)	18	2×15
石灰土(cm)	20	15
总厚度(cm)	49	58
土基E ₀ 值(MPa)	≥25	≥30

表7 车行道在花岗岩砌块路面结构

交通等级	S1	S2
砌块尺寸 (cm)	40×40×8 30×60×8	50×50×10 35×70×10 50×50×10 35×70×10 60×60×12 40×80×12 100×50×14 60×80×14
结构层		
水泥砂垫层 (cm)	3	3
C30 混凝土 (cm)	15	14
二灰碎石 (cm)	15	18
石灰土(cm)	15	15
总厚度(cm)	56	65
土基E ₀ 值 (MPa)	25	30

5 技术质量要求

5.1 技术要求

(1) 水泥混凝土块体所用原材料如水泥、粗骨料、粉煤灰、外掺剂、颜料以及水等均应符合国家或地方颁布的质量标准。

(2) 花岗岩砌块在铺装前,需在砌块表面涂刷防污剂。

(3) 铺砌普通型路面砖时,垫层材料可采用砂垫层,石灰砂浆垫层或水泥砂浆垫层。采用配比由设计确定。铺砌花岗岩砌块时采用的水泥砂垫层,宜采用干硬性或半干硬性砂浆。

(4) 铺筑联锁型路面砖时,接缝用砂与垫层用砂的级配需符合表8规定。

表8 路面砖接缝及垫层用砂的级配

筛孔尺寸 (mm)	接缝用砂累计筛余量 (%)	垫层用砂累计筛余量 (%)
10	0	0
5.0	0	5~0
2.5	5~0	15~0
1.25	20~0	50~15
0.63	75~15	75~40
0.315	90~60	90~70
0.15	100~90	100~90

(5) 接缝做法:

铺砌普通型混凝土路面砖时,当缝宽≈10 mm时,

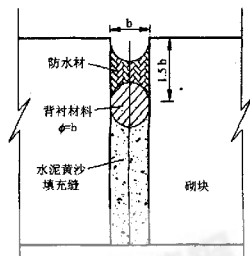
应采用水泥黄砂灌实,表面用1:2水泥砂浆勾缝。

铺砌联锁型路面砖时,缝宽应为 3 ± 1 mm,用接缝砂灌实。

铺砌花岗岩块时,当接缝宽度≥8 mm时,下部采用水泥黄砂灌实,上部用塑料砂浆勾缝,勾缝厚度应≥1.5倍缝宽;当接缝宽度为5~8 mm或有特殊防水要求时,缝下部用水泥黄砂灌实,上部采用防水材料灌缝。

防水材料可采用聚氨酯类防水材料,背衬材料采用泡沫塑料或海绵条,其作用是防止防水材料下部灌缝材料粘结,影响防水材料的温度膨胀。

灌缝做法见图1。



图注:

1—防水材料 2—背衬材料 $\Phi=1.5b$

3—水泥黄砂填充缝 4—砌块

图1 路面砌块接缝做法

5.2 面层材料的质量要求

(1) 预制路面砖的尺寸允许偏差应符合表9要求。

表9 预制路面砖尺寸允许偏差

等 品	厚度(mm)	边长(mm)	对角线长度(mm)
一等品	±2	±2	±2
二等品	±3	±3	±3

(2) 花岗岩砌块尺寸允许偏差应符合表10规定。

表10 花岗岩砌块尺寸允许偏差

项 目		细面和镜面板材			
		优等品	一等品	优等品	一等品
规格尺寸	长、宽度	0	0	0	0
允许公差		-0.1	-1.5	-1.0	-2.0
(mm)	厚度>15	±1.0	±2.0	+1.0	+2.0
平面度允许极	板长≤400	0.20	0.40	0.80	1.00
限公差(mm)	>400~<1000	0.50	0.70	1.50	2.00
	≥1000	0.80	1.00	2.00	2.50
角度允许极限	板宽≤400				0.80
公差(mm)	>400	0.40	0.60	0.60	1.00