

钢渣在筑路工程中的应用

张培杰,冯 爽

(齐齐哈尔市政工程设计研究院有限责任公司,黑龙江齐齐哈尔 161005)

摘要:该文叙述了钢渣的物理力学性质,并针对膨胀特性提出了如何因势利导、扬长避短用于道路修建的几种方法。

关键词:钢渣;路用性能;级配

中图分类号:U414 文献标识码:A 文章编号:1009-7716(2007)01-0108-02

1 钢渣的特性

钢渣是炼钢过程中排出的固态废弃物。随着我国钢铁产量的逐年提高,对钢渣的处理与应用予以重视,各大钢铁企业均成立了废渣处理厂,钢渣的利用率逐年上升。但目前存在的主要问题是处理后的钢渣得不到充分利用。如 2006 年全国尾渣 4 800 万 t,而当年钢渣回烧利用 300 万 t,筑路使用 600 万 t,工程回填 100 万 t,配制水泥 20 万 t,年总使用量超过 1 000 万 t。一年下来有很多钢渣积存。据有关方面估计,目前全国累计积存的钢渣数量已达 2 亿 t 之多。由于钢铁企业多离城不远,大量积存的钢渣不但对钢铁企业的生产与发展造成巨大压力,且废弃物成为城市的污染源。因此,如能将钢渣成功地应用于道路工程,以适应公路与城市道路迅速发展的需要,不但为冶金行业消除了发展的后顾之忧,减少了占用的农田,为道路建设提供了廉价的建筑材料,并减少了社会的污染源。因此,将大量的钢渣成功地应用于道路工程是一件既利于企业,又利于社会的一举两得的好事。

钢渣是一种固态非金属物质。通过对齐齐哈尔市北满特殊钢有限公司不同存放期的钢渣抽样测定,钢渣与石料的物理力学性能对比见表 1。其

收稿日期:2006-11-07  
作者简介:张培杰(1964-),女,黑龙江齐齐哈尔人,工程师,从事道路与桥梁设计工作。

分桩基先行施工,施工完后又进行了验证工作,个别桩发现桩底以下局部范围内存在溶洞,对经计算存在安全隐患的,在溶洞内进行了高压冲洗,然后高压灌注水泥浆的办法,进行加固处理。

通过本工程勘察工作,对岩溶地区勘察有了新的认识,对于桥梁工程大直径灌注桩基础,建议每根桩钻孔不低于 3 个,溶洞的存在不是人为造成的,桥梁桩位下存在溶洞不是勘察设计单位的过错,墩位布置应尽量避免溶洞位置,当无法避开

物理力学性能与石料比较接近,钢渣的抗压强度、磨耗率、压碎值等主要力学指标可以满足修筑道路基层,乃至路面的要求。

表 1 钢渣与石料的物理力学性能对比

检测项目	公路部门标准	北满特殊钢有限公司			
		新渣	一月渣	三月渣	一年渣
无侧限抗压强度 (MPa)	岩浆岩类一级 石料>120	121	220	183	175
磨耗率(洛杉矶法) (%)	岩浆岩类一级 石料<25	23.9	20.2	21.0	18.4
压碎值 (%)	基层以下>26	17.4	18.4	12.7	11.8
抗冻性 (%)	15 次循环, 质量损失<5	0.22	0.48	0.21	0.23
视密度 (g/cm <sup>3</sup> )		3.29	3.28	3.32	3.27
饱和面干吸水率 (%)		0.50	0.86	0.30	1.23

2 钢渣在道路中应用的主要问题

钢渣的主要物理力学性能虽能满足道路工程对集料的要求,但不能据此认为钢渣在道路工程中的应用毫无问题,主要问题如下文所述。

2.1 钢渣的稳定性不良

钢渣与石料的一个主要差别在于其形成时间短暂,将钢渣看成一种特殊的火成岩时,它是刚形成的。钢渣内的许多分子与空气、水、阳光等接触后将发生化学反应,生成在自然界中更为稳定的新分子,这个过程称为钢渣的陈化。钢渣在陈化过程中对道路工程造成的危害主要是膨胀与

且存在安全隐患时,可根据具体情况采取一定的加固措施。

参考文献

[1] 中华人民共和国交通部部标准.公路桥涵地基与基础设计规范 JTJ 024-85[S].  
[2] 中华人民共和国交通部部标准.公路工程地质勘察规范 JTJ024-85 [S].  
[3] 天津市市政工程设计研究院.佛山市狮山至和顺公路主干线桂和路立交桥岩土工程勘察报告[Z].



粉化。而造成膨胀与粉化的主要原因有：

(1)游离氧化钙消解

在潮湿的环境下，钢渣中的游离氧化钙遇水生成氢氧化钙，体积增大 1~2 倍。

(2)铁锰分解

当钢渣内含硫量>3%时，钢渣中的硫化亚铁、硫化亚锰与水生成氢氧化铁[Fe(OH)<sub>2</sub>]和氢氧亚锰[Mn(OH)<sub>2</sub>]，体积将分别增大 35%~40%及 25%~30%。

(3)硅酸盐晶体转化

钢渣中的氧化镁(MgO)遇水后生成氧化镁[Mg(OH)<sub>2</sub>]，体积增长 75%~80%，引起钢渣的胀裂。但是钢渣内的氧化镁通常以稳定晶体存在，在道路适用的环境中是稳定的。

由此可见，游离氧化钙消解是钢渣膨胀与粉化对道路造成危害的主要原因。齐齐哈尔市曾使用钢渣代替石料拌制二灰结碎石铺筑道路基层，上覆 10 cm 沥青混凝土面层，结果因钢渣膨胀造成面层胀裂。

2.2 钢渣的密度过大

钢渣密度为 3.5 t/m<sup>3</sup> 左右，是普通石料的 1.2~1.4 倍。钢渣用于道路工程中，其运输、拌和、摊铺时的能耗要增加 10%左右。另外，由于钢渣的密度较大，在地基承载力不足的软土地区不宜使用。

钢渣的成份复杂，某些特殊种钢的钢渣内含有害物质，如用此类钢渣筑路，会对道路沿线的环境造成污染。

3 针对钢渣膨胀特殊性的路用对策

针对钢渣膨胀特性，结合道路工程的具体要求采用相应的对策，是可以找到钢渣的有效使用方法的。

钢渣内的活泼化学成份与周围介质产生化学反应的过程是逐渐发展的，这是因为钢渣具有一定粒度，也因为钢渣内的活泼化学成份在钢渣内呈不均匀分布状态。

因此，钢渣在道路工程中的应用可遵循以下原则：

(1)应严格控制应用于道路中的钢渣粒度，同时应尽量使大粒径钢渣稳定，这样就可使钢渣结构层内化学反应尽快完成，同时也不会因化学反应造成局部集中膨胀。

(2)正确设置钢渣结构层内孔隙，利用钢渣具体的膨胀特性，用膨胀量去充分填充结构层内的孔隙，或引导膨胀量向土基发展，使土基更趋密实。

(3)控制钢渣内(尤其是大粒径钢渣)游离氧

化钙含量。

(4)应用钢渣化学反应过程中产生的胶体于结构层，使该层板体作用更强，强度更高。

4 钢渣的几种应用方法

(1)在低等级道路中用钢渣铺筑面层。

这些道路主要是乡村道路、矿区道路、高等级道路施工时的便道等。这些道路交通量不大，车速不快，即使钢渣略有膨胀，也不影响其使用。这类道路使用 1~2 a 后，在上面铺筑水泥混凝土路面或沥青混凝土路面，则是非常理想的，因为随着时间的推移，钢渣内的活性材料均已反应并趋向稳定，而使钢渣层逐渐板结成为具有一定强度、比较稳定的结构层。

(2)铺筑级配钢渣基层。

钢渣的另一种应用方法是单纯使用钢渣铺筑级配基层。由于钢渣具有一定粒度，因此压实后仍具有一定孔隙，当钢渣产生膨胀时，大部分的膨胀量将充填孔隙，使基层更趋密实。另外，钢渣在化学反应过程中产生的胶体材料对松散的钢渣起胶结作用，使基层形成具有一定板结性质的半刚性基层。

由于钢渣的膨胀性和膨胀后钢渣颗粒的细化，故采用钢渣铺筑级配基层时应注意以下事项：

- a. 控制钢渣的最大粒径，使膨胀不至于集中于一点。
- b. 选择合适的级配与压实度，使压实后的基层既有一定孔隙供膨胀充填，又不至于因大颗粒裂解而造成支承不足。
- c. 确定合适的游离氧化钙含量，使膨胀量不至于过大，但又有一定的胶体能力。建议级配见表 2。

表 2 钢渣级配范围

筛孔尺寸	方孔	50	40	20	10	5	2	0.074
	圆孔	60	45	25	15	6.5	2	0.074
通过率(%)		100	80~100	50~70	25~50	15~40	10~30	0~15

齐齐哈尔市富拉尔基区部分支路、次干路、主干路的基层，修建多处试验路段，经过几个冻融期的实地观测，未发现不均匀膨胀而造成裂缝、错台等病害。通过这些试验路段获得的经验，可供祖国北疆季节性冻土地带修路时借鉴、参考。

用钢渣铺筑级配基层的缺点是承载力不如半刚性基层稳定，比较合适的应用范围是小区道路、支路、次干路、主干路或高级公路的基层及底基层。



# 玻纤格栅在城市道路改造中的应用

王雪峰, 陈 闯, 常东辉

(新乡市市政设计研究院, 河南新乡 453000)

**摘要:** 该文以新乡市文化街改建工程为例, 介绍了玻纤格栅的实际应用, 并就其特点、使用功能以及设计方案、材料技术指标和施工工艺进行了探讨。

**关键词:** 旧沥青混凝土路面; 玻纤格栅; 城市道路

**中图分类号:** U414 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2007)01-0110-03

## 0 前言

在 20 世纪 70 ~ 80 年代修建的城市道路有相当一部分已达到或超过设计使用年限, 有的沥青混凝土路面虽未达到设计使用年限, 但不同程度地产生裂缝, 影响市容及行车舒适。在城市道路改造工程中, 在旧路面标高无大变化的前提下, 若将原道路全部挖除, 重新铺筑新路面, 不仅投资大, 施工工期长, 且使道路的正常交通受到影响。如何优化路面结构、提高路面质量及使用寿命, 从而达到节约投资、缩短施工工期的目的, 是道路建设方面所急需研究的一个重要课题。2005 年 4 月, 在新乡市文化街 (华兰大道 ~ 化工路) 改造工程中采用新型的土工合成材料——玻纤格栅, 解决了新旧路面结构搭接处的不均匀沉降问题, 同时提高了沥青路面结构层的强度, 减少了由于路面基层的裂缝引起的沥青混凝土路面反射裂缝的产生。

## 1 玻纤格栅的抗裂缝机理和作用

收稿日期: 2006-09-28

作者简介: 王雪峰 (1979 - ), 女, 河南获嘉人, 助理工程师, 从事城市道路桥梁设计工作。

### (3) 二灰混合渣基层

将钢渣与粉煤灰、石灰拌制成混合料。该混合料的胶结可由石灰、粉煤灰、细料钢渣承担, 粗料钢渣被当成骨料使用。由于石灰、粉煤灰的充填作用, 该类混合料铺筑的结构层内孔隙较小, 所以要求粗粒钢渣具有较高的稳定性, 其游离氧化钙含量必须  $< 3\%$ 。

二灰混合渣组成如下:

a. 二灰混合渣的骨料使用游离氧化钙含量  $< 3\%$  的稳定钢渣, 细料使用与粉煤灰。其配比与普通二灰碎石相同。

b. 二灰混合渣的骨料使用游离氧化钙含量  $<$

玻纤格栅选用优质增强型无碱玻纤纱, 经编织成基材, 并经过优质改性沥青涂覆处理而成的平面网络状材料。其因循相似相容原理, 重点突出其与沥青混合料的复合性能, 并充分保护玻纤基材, 极大提高了基材的耐磨性及抗剪切能力, 用于路面增强, 抵抗裂缝车辙等公路病害的产生。

### 1.1 抗疲劳开裂

玻纤土工格栅在沥青面层中, 能够将车轮压过路面而产生的压应力及拉应力分散, 在两块受力区域之间形成缓冲带, 应力逐步变化而非突变, 减少了应力突变对沥青面层的破坏。同时玻纤土工格栅可有效减小路面的弯沉量, 保证了路面不致发生过度变形。

### 1.2 耐高温抵抗车辙

在沥青面层中使用玻纤格栅, 其在沥青面层中起到骨架作用。沥青混凝土中集料贯穿于格栅间, 形成复合力学嵌锁体系, 限制集料运动, 增加了沥青面层中的横向约束力, 沥青面层中各部分彼此牵制, 防止了沥青面层的推移, 从而起到抵抗车辙的作用。

### 1.3 抗低温缩裂

在低温条件下, 沥青混凝土遇冷收缩, 产生拉

3% 的稳定钢渣, 细料使用石灰、粉煤灰、细粒钢渣, 或者使用石灰、细粒钢渣。该方法中的细粒钢渣粒径应  $< 10 \text{ mm}$ 。

## 5 结语

钢渣应用于道路工程, 国内已摸索了数十年, 既有成功的经验, 也有失败的教训。但钢渣的应用是社会发展的需要, 而道路工程又有其最大的应用方向。在道路工程中成功地应用钢渣, 源自于对钢渣特性的认识, 也依赖于施工中的认真管理、精心操作。在社会主义新农村建设中把钢渣应用于通村公路筑路工程中, 值得推广。