

红砂岩、辉绿岩集料性能分析

蒋晓娟

宁夏交通科学研究所有限公司 宁夏 银川 750001

摘要: 宁夏地区集料主要是红砂岩, 甘肃靖远集料主要是辉绿岩, 不同石料生产的集料料源特性都有所区别, 本文通过对两种集料性能的深入试验研究, 提出石料料源加工及现场施工中应重点管控要点, 发挥出集料最优的特性, 对沥青面层用集料应用提供指导。

关键词: 岩石; 碎石技术; 性能分析; 质量把控

1 岩石分类

岩石按成因主要分为岩浆岩、沉积岩和变质岩3类。岩浆岩是地壳深处的熔融岩浆上升到地表附近或喷出地表, 经冷凝而形成。沉积岩是原来露出地面的岩石经

自然风化后, 再由流水冲积沉淀或距地表不太深处经压固、胶结、重结晶成岩而成的。变质岩是由原生岩浆岩或沉积岩经过地壳内部高温、高压及运动等变质作用后, 在固体状态下发生再结晶作用而形成。

表1 岩石分类表

岩浆岩	深沉岩	花岗岩、正长岩、闪长岩、斜长岩、橄榄岩
	喷出岩	玄武岩、安山岩、 辉绿岩
	火山岩	流纹岩、火山砂、响岩、浮石、凝灰岩
沉积岩	碎屑岩	碎屑岩、砾岩、角砾岩、 砂岩 、泥岩
	火山碎屑岩	集块岩、凝灰岩
	生物岩	石灰岩、硅藻土、叠层岩、油页岩
	化学岩	石灰岩、白云岩、燧石
变质岩	接触变质岩	角页岩、大理岩、石英岩、硅卡岩、云英岩
	区域变质岩	千枚岩、片岩、片麻岩、混合岩、角闪岩、麻粒岩、板岩

2 沥青路面用碎石技术指标

2.1 按照行业标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)及宁夏地方标准《公路工程路面面层碎石技术条件》(DB 64/T1057-2014)技术要求, 沥青路面上面层应采用玄武岩、辉绿岩、砂岩等耐磨岩石^[1]。集料应坚硬、洁净、无风化、无杂质, 技术要求及试验结果

见表2^[2]。

AC-13C: 10~15mm、5~10mm、3~5mm 碎石(粗集料采用优质防滑料)。

AC-20C: 10~20mm、10~15mm、5~10mm、3~5mm 碎石。

表2 碎石技术指标及检查结果

检测项目	技术要求		试验结果		
	上面层	中、下面层	红砂岩	辉绿岩	
压碎值 (%)	≥ 22	≥ 23	14.8	8.9	
洛杉矶磨耗损失 (%)	≤ 25	≤ 25	16.2	14.8	
表观相对密度	(15-20) mm		2.696	3.097	
	(10-15) mm		2.689	3.078	
	(5-10) mm	≥ 2.600	≥ 2.500	2.701	3.092
	(3-5) mm		2.699	3.048	
吸水率 (%)	(15-20) mm		0.86	0.40	
	(10-15) mm		0.90	0.42	
	5-10) mm	≤ 2.0	≤ 2.0	1.07	0.62
	(3-5) mm		0.95	0.88	

续表:

检测项目	技术要求		试验结果		
	上面层	中、下面层	红砂岩	辉绿岩	
针片状颗粒含量	混合料 (%)	≤ 13	≤ 16	7.4	3.5
	粒径大于9.5mm (%)	≤ 12	≤ 15	7.0	3.9
	粒径小于9.5mm (%)	≤ 16	≤ 18	7.6	3.8
水洗法 < 0.075mm颗粒含量 (%)	(15-20) mm			1.34	0.63
	(10~15) mm			1.77	0.82
	5~10) mm	≤ 1	≤ 1	2.35	0.98
	(3~5) mm			3.21	1.21
软石含量 (%)	≤ 3	≤ 4	4	5	
粗集料与沥青的粘附性 (级)	≥ 5	≥ 4	4	5	
粗集料的磨光值psv	≥ 38	-	48	47	

2.2 沥青路面用集料的物理性质试验结果分析

2.2.1 对红砂岩、辉绿岩两种集料的表观密度进行试验。两种产地集料的表观相对密度均符合规范要求，辉绿岩表观相对密度要大于红砂岩。

2.2.2 对红砂岩、辉绿岩两种集料的吸水率进行试验。两种产地集料的吸水率均符合规范要求，红砂岩吸水率平均值为0.95%，辉绿岩吸水率平均值为0.58%，红砂岩结果大于辉绿岩结果。

2.2.3 对红砂岩、辉绿岩两种集料的针片状颗粒含量进行试验。两种产地集料的针片状颗粒含量均符合规范要求，辉绿岩针片状颗粒含量要小于红砂岩。砂岩和辉绿岩母材强度高，常规破碎后的碎石疑似针片状较多类似于长条状，而这种长条状在大压实功下极易被压碎，从而导致集配出现波动，所以集料的加工工艺要从源头控制。

2.2.4 对红砂岩、辉绿岩两种集料的磨光值进行试验。经过试验结果来看两种产地集料的磨光值均符合规范要求，辉绿岩与红砂岩磨光值相差1。磨光值是反映石料抵抗轮胎磨光作用能力的指标，集料磨光值是决定集料能否用于沥青路面抗滑磨耗层的关键性指标。

2.2.5 红砂岩、辉绿岩两种集料的小于0.075mm颗粒含量进行试验。经过试验结果来看辉绿岩的小于0.075mm颗粒含量要小于红砂岩的0.075mm颗粒含量，集料加工后成品见图1-1、1-2。



图1-1 甘肃靖远辉绿岩 图1-2 宁夏中宁红砂岩

2.2.6 对红砂岩、辉绿岩两种集料的压碎值试验。压碎值是指集料抵抗压碎的性能指标，集料压碎值用于衡量石料在逐渐增加的荷载下抵抗压碎的能力，是衡量石料力学性质的指标，从检测结果来看两种产地集料的压碎值均符合规范要求，辉绿岩的强度要高于红砂岩强度。

2.2.7 对红砂岩、辉绿岩两种集料的洛杉矶磨耗损失试验。集料的洛杉矶磨耗损失是集料的使用性能的重要指标，尤其是沥青混合料，在与沥青路面的抗车辙能力、耐磨性、耐久性有着密切相关。从检测结果来看两种产地集料的洛杉矶磨耗均符合规范要求，辉绿岩的磨耗要小于红砂岩磨耗。

2.2.8 沥青路面用集料的粘附性能

集料的粘附性能与沥青路面抵抗水损害病害关系密切。沥青与集料的粘附性本质是两种材料的界面的亲和力，一般是指的是表面张力，酸性是料比碱性石料更大，如若石料遇水，水将能够穿透沥青膜达到集料表面将集料与沥青分开。红砂岩属于酸性集料，两种集料在基质沥青粘附性上有着明显的区别，在改性沥青上辉绿岩较红砂岩粘附性较好^[3]。

3 辉绿岩、红砂岩集料性能分析

本次选取宁夏中卫市中宁县恩和红砂岩，甘肃白银市靖远县三滩辉绿岩两种碎石进行集料的宏观表述、料源特性、路用性能进行对比。

3.1 中宁县恩和红砂岩

3.1.1 中宁县恩和红砂岩近年一直用于宁夏境内高速公路、一级公路中上面层的施工。红砂岩料原地就一处，储量较大，生产厂家为三家，可选择性就低，对原料的把控难，但相比其最初应用时该集料质量在逐步下降，特别是在近期路面项目使用中料源主要存在不足，

第一方面为 $< 0.075\text{mm}$ 颗粒含量普遍偏大, 规格 (3-5) mm 在 3.2% 左右、(5-10) mm 在 2.3% 左右、(10-15) mm 和 (15-20) mm 在 1.6% 左右。基本上是碎石颗粒上表面粘附一定的附着物, 运输到现场使用前需经水洗除尘, 水洗的成本费用一吨预计在 8 元左右, 包含转运、装机、水电、水洗设备的损耗等。如不经水洗直接用拌合站加热桶除尘的话集料质量回急剧下降, 集料经过高温烘干粉尘经过加热附着在集料表面, 形成隔离层, 大大降低了集料与沥青的粘附性, 红砂属于酸性集料, 与沥青的粘附等级相对较低, 需添加抗剥落剂来改善粘附性等级。红砂岩水洗的管控、产量都是后期过程中重点管理的细节, 如果水源不够, 一次性洗不干净, 就会导致泥水干燥后板结在集料表面也会形成隔离层, 如果水洗的产量跟不上, 集料没有充分的晾干时间, 湿料进入烘干筒势必会增加能耗, 增加烘干时间, 还会存在集料内部水分遇高温石质变质的现象。

3.1.2 红砂岩拌制的混合料在规定的摊铺温度和规定的碾压温度下完成终压后表面部分碎石棱角被压碎。集料强度过低、扁平细长颗粒、棱角较多沥青混合料碾压过程中, 低强度集料的棱角很容易被压碎, 就易可能导致混合料的骨架和级配发生变化, 且碎裂面没有沥青粘附而形成滑动, 就会造成推移。当然造成这种因素的可能还很多, 比如设计的集配不良、沥青用量较低、碾压的温度较低、碾压的方式不匹配等多方面因素也可能造成这种现象, 故后期选择施工时要重点分析避免此现象的出现。

3.2 甘肃靖远辉绿岩

甘肃靖远辉绿岩近年在宁夏境内的钢桥面进行了应用, 主要用于 SMA-13 的沥青路面施工及 GA-10 浇筑式沥青路面施工, 从料源调查的情况来看, 辉绿岩的料源丰富, 集料加工生产厂家较多, 距离宁夏较近的甘肃白银市平川区辉绿岩储量较大, 集料的整体品质也比较好。该集料粒形相对较好, 进场的集料 $< 0.075\text{mm}$ 颗粒含量较小, 并且在实际的施工中辉绿岩作为优质耐磨抗滑性集料得到了良好的应用。

3.3 两种集料的综述结果

3.3.1 从红砂岩和辉绿岩集料料源特性结果来看, 红砂岩属于酸性集料, 辉绿岩属于碱性集料, 在集料与沥青的粘附性上要优于红砂岩, 从集料的物理指标结果来看辉绿岩的在表观密度、吸水率、针片状颗粒含量试验结果均优于红砂岩, 从集料的力学性能上辉绿岩的强度要高于红砂岩的强度, 且强度远小于规范规定值的 60%。综述各指标试验结果, 辉绿岩要高于红砂岩的性能。

3.3.2 从集料加工成品来看, 辉绿岩的颗粒粒形要好于红砂岩的粒形, 集料的粉尘含量红砂岩中含量较大, 需在使用前增加工序进行水洗, 辉绿岩粉尘含量较小, 集料基本上是碎石颗粒上表面粘附一定的附着物, 运输到现场使用前需经水洗除尘, 如不经水洗直接用拌合站加热桶除尘的话集料质量会急剧下降, 集料经过高温烘干粉尘经过加热附着在集料表面, 形成隔离层, 大大降低了集料与沥青的粘附性, 红砂属于酸性集料, 与沥青的粘附等级相对较低, 需添加抗剥落剂来改善粘附性等级。

3.4 集料质量把控建议

沥青混合料中 95% 的用量是集料, 所以在选取集料时一定要高度重视, 对进场的集料一定要严格把关, 特别需要重视集料的 0.075mm 以下粉尘含量, 也就是常说的含泥量, 以及针片状颗粒含量, 这两项指标如果不采取严格控制措施就会对沥青混合料粘附性、粘聚性, 沥青混合料的现场孔隙率压实方面严重影响, 这样就会对沥青混合料耐久性大大减弱, 所以提出以下几点建议。

3.4.1 在源头上采取把控措施, 母岩的选取过程中必须彻底清除表面覆盖层、软弱夹层。生产碎石用的毛石不得含有风化岩、软弱石块、土块、杂物, 进入料斗的石料必须是片石或块石, 为提高含泥量的控制可以采取事前控制, 对原石进行水洗后在进行轧制生产。如料场难以控制的话, 可以在碎石进场后在进行水洗控制, 但水洗过程难以把控, 集料越细, 越难以洗干净, 所以需制定针对性的水洗方案严格把控。集料的水洗水洗的管控、产量都是后期过程中重点管理的细节, 如果水源不够, 一次性洗不干净, 就会导致泥水干燥后板结在集料表面也会形成隔离层, 如果水洗的产量跟不上, 集料没有充分的晾干时间, 湿料进入烘干筒势必会增加能耗, 增加烘干时间, 还会存在集料内部水分遇高温石质变质的现象。

3.4.2 在集料的粒形上进行控制, 控制碎石的针片状颗粒含量以及集料的棱角性, 所以粗集料采用反击式破碎、整形加工工艺三级以上破碎工艺, 第一级采用颚式破碎工艺加工并且加装除尘设备, 第二级和第三级采用反击破碎机和整形机生产加工时为防止污染也需加装干湿除尘装置。如料场难以控制的话, 可以在碎石进场后在进行整形加工。

3.4.3 在集料级配的波动范围上加强控制, 进场的集料如果是多个石料加工堂口生产的, 应统一振动筛筛孔尺寸, 防止不同的堂口筛孔不一致导致加工的集料混合后影响级配的稳定性。

3.4.4 严格控制 (0-3) mm 机制砂加工质量, 必须采

用粒径为10-20mm的石灰岩轧制,建议进行自加工,外购质量难以把控,必须严格控制0.075mm通过率,严谨采用加工偏细的机制砂代替矿粉,必须用添加矿粉来保证沥青胶浆的质量。

结束语:

红岩属于典型的酸性集料,红砂岩与基质沥青的粘附性较差;辉绿岩属于碱性石料,粘附性能较好。对于红砂岩的粘附性,可以采取对沥青进行改性或掺加抗剥落剂的措施,提高砂岩与沥青的粘附性。

从两种集料的应用来看,红砂岩、辉绿岩集料常规

指标基本能够满足现行的行业标准及地方标准要求。在集料的使用过程中应重点对集料单级配波动情况、0.075mm以下粉尘含量、针片状含量以及疑似针片状的长条状颗粒含量进行重点质量把关。

参考文献:

- [1]公路沥青路面施工技术规范 JTG F40-2004
- [2]公路工程路面面层碎石技术条件 DB 64/T1057-2014
- [3]刘涛,杨东来,黄维荣.沥青路面集料特性与加工技术.北京:人民交通出版社,2013.