

# 建筑砖渣再生路基回填材料应用研究及效益分析

李赫

湖南路桥建设集团有限责任公司

**摘要：**利用建筑废弃砖渣作为再生路的一种回填材料，是一种新技术，该技术通过砖渣进行筛选处理，对粒径过大的进行二次破碎，使材料符合填筑规范。再进行摊铺、平整、初压、补强后包边处理，达到路基验收标准。该技术的产生和应用，已经在沪渝高速公路新建八岭互通项目中已成功应用，有效的解决了在土地资源缺乏地区的路基填筑施工难题。确保了路堤施工安全与质量，显著缩短了工期，节约了成本。即产生了良好的经济效益，又解决了建筑砖渣的处理和环保难题。为今后类似建筑砖渣的处理提供了成熟的技术借鉴。本文以沪渝高速湖北八岭互通项目路基工程实例，在应用过程中具体分析和总结借鉴，精准分析建筑砖渣再生路基回填材料在实际当中流程标准和注意事项，以此而产生巨大的社会效益和经济效益。

**关键词：**砖渣填筑；填筑工艺；质量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.01.036

我国是一个基建大国，也是一个基建强国。在公路建设的过程中对砂石等材料的需求量较大，如果对垃圾进行分类和再生，替代一些沙石等材料作为公路路基的填筑材料，能够将建筑垃圾污染的问题有效的解决，另外也可以实现建筑材料资源的可持续发展。日本相关学者在对建筑垃圾再生混凝土进行研究的过程中，取得了一定的进展，将建筑垃圾应用于公路路基材料方面的利用率达到了99%，而德国在对建筑垃圾进行利用的过程中利用率达到了87%，他们都将建筑垃圾广泛的应用于路面和路基的材料，而美国荷兰等对建筑垃圾进行了分类，通过三级利用，总体上能够使建筑垃圾的利用率达到90%，我国在对建筑垃圾进行应用的过程中，主要使用再生砖，而建筑垃圾再生利用率只有5%。相比发达国家，我国在建筑垃圾再生应用方面的水平相对较低，通过学者分析发现对建筑垃圾在路当中应用进行分析，可以发现建筑垃圾可以有效的作为公路基层的填料，目前，国内路基填筑大多数采用土方填筑施工工艺，湖南路桥建设集团有限责任公司承建的沪渝高速公路新建八岭互通项目土方资源缺乏，无法满足土方填筑路基需求。通过现场勘查、技术分析、专家论证，提出了一种砖渣填筑路堤的施工方法。在本项目匝道、连接线路堤成功应用，经检测，各项指标均符合设计和规范要求，质量评定优良。通过对废弃砖渣处理填筑路堤，解决了项目土方资源缺乏的难题，显著缩短了施工工期，节约了施工成本。同时也大大减少了土方开挖，有效的解决了建筑废弃物处理的问题，可节约弃土场地，对周边环境进行有效的保护，节能环保。经总结形成该应用技术，该工法关键技术得到了业主及行业专家的好评和肯定，通过集团对关键技术评价，已达到国内领先水平。下面我以《沪渝高速公路新建八岭互通项目》为实例，分析建筑

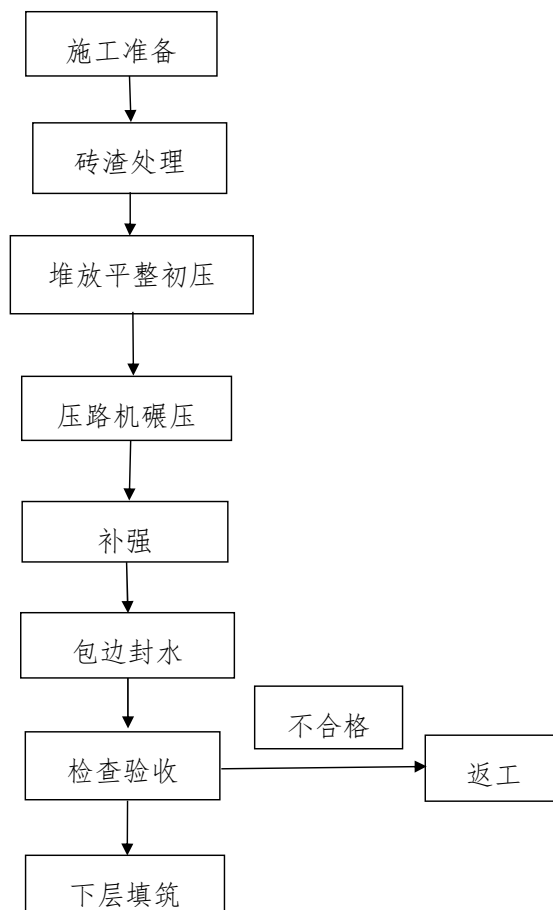
垃圾作为再生路基填料的具体方法。

## 一、砖渣建筑路基技术

(一) 通过对废弃砖渣进行分拣、清理、处治后将砖渣材料用于填筑路堤，解决路堤填筑土地资源缺乏的难题，大大减少了土方开挖与耗用，既节能环保，又显著节约了成本。砖渣填筑路堤施工技术受天气干扰因素小，施工效率高，显著缩短了施工工期，加快了施工进度。采用砖渣填筑路堤，符合国家关于建筑废弃物重复利用的理念，并解决了建筑废弃物处理的难题，对环境和土地资源进行了有效保护，节能环保。

(二) 砖渣填筑路堤首先通过对砖渣进行杂物清理、分拣、人工与机械破碎及机械组合的碾压补强，再进行包边防水处理形成路堤。砖渣是由大、小粒径不等的混凝土块、砂等建筑材料组成，比例不确定、均匀性差，不能用常规的办法确定压实质量，须采用沉降差控制法确定压实质量。砖渣路堤通过细料嵌缝、机械的振动压实使砖渣颗粒重新排列、相互挤压、相互镶嵌、紧密咬合体积减少、密实度增加，最终使砖渣材料形成了密实体，且强度大幅增加，从而保证路堤的稳定性。

## 二、具体施工流程



## （一）施工准备

在路基填筑施工前，确保施工设备准备齐全，如推土机、压路机、拖式羊角碾等。机械设备还要进行全部检查，确保性能正常。施工前全面熟悉相应技术文件与要求，根据工程规模、工期要求等因素编制施工方案。

## （二）砖渣处理

砖渣来源于建筑废弃物，内含较多杂物，在使用之前，安排专人对建筑废弃物进行处理，使之符合规范要求。填料中不能含有腐蚀土、树根、草泥或其他有害物质，清除木质，塑料质条块及废料、杂草、树根、布条等软质或腐蚀材料。填料最大粒径不能大于150mm，对于过大粒径的混凝土块等材料用炮机进行破碎，对仍不符合要求的混凝土块进行二次人工破碎，使其达到规范要求。摊铺时松浦厚度控制在每层30cm。

## （三）堆放平整初压

砖渣摊铺时采取“卸上推下”法铺料，运料汽车在已压实的层面上后退卸料，形成梅花型密集料堆。每车间距6米，推土机推平、摊匀并找平，再用平地机精平，个别不平整处用人工配合机械用细料找平。大型推土机可作为砖渣路基的初压设备，初压时按照一般土方的压实工艺，从路基边缘向内侧逐轮碾压，碾压时轮迹重叠宽度不小于1/2 轮宽，轮迹布满一个作业面为一遍，碾压2 遍，碾压时也可采用纵横向交错的碾压方式。碾压后由测量工程师配合路基工程师测量砖渣料的标高，每20m一个断面，每个断面5个点。以测量松浦厚度，确保初压质量。摊铺时上、下路堤摊铺厚度均不得大于30cm。

## （四）压路机碾压

碾压时，采用压路机先静压2遍，然后先轻后重，压实速度宜先慢后快（修改为“压实应先轻后重，先慢后快”），在直线段压实机具的运行路线应从路缘向路中心，再从路中心向两旁顺次碾压，以便形成路拱。弯道设有超高坡度时，由低一侧向高一侧碾压，以便形成单向超高坡度。行与行之间应重叠40~50cm，前后相邻区段应重叠100~150cm。前后相邻两区段宜纵向重叠1.0~1.5m。压实时人工随时用小石头补平及填满缝隙。对无法压碎的大块硬质材料，均用人工予以清除或破碎，破碎后的硬质材料最大尺寸不超过压实层的2/3，并均匀分布，直至路基压实层顶面稳定、无轮迹、紧密、表面平整。

碾压2遍后，由测量、试验、监理等相关人员测定并记录在不同碾压遍数下路基填料的孔隙率以及碾压后的沉降差，直至达到规定的孔隙率要求及沉降差为止。

## （五）补强

为使砖渣路堤达到规定的压实度，在路堤顶部、路床底部对路基强夯，强夯能量不小于36KJ，强夯间距2m，采用梅花形布置，夯击从路基中线向两外侧进行。夯坑周围不应发生大隆起，对局部夯坑可采用石渣回填再采用冲击碾压压实。冲击碾压采用非圆形双轮滚动冲击与搓揉作用相结合的新型压实技术，其原理是将当前振动压实的频率、振幅改为高振幅、低频率，压实机的

高能量可对填料作深层压实，大大地增加了对土石方的压实功能，从而可减少路堤的沉降，提高路基的稳定性与抗变形能力，一般适用于路基填土高度大于2m，填土面长或宽大于100m，且冲击碾压深度2m内无涵构造物的填方路段。冲击能量设定为25KJ，根据本路填料组成情况，采用三角形冲击压路机，为了达到更好的压实效果，碾压2-3遍。

在路堤顶部、路床底部对路基强夯前，查明施工范围内的地下管线及结构物的设置及标高，严禁在其上采用强夯施工，靠近其施工时必须采取保护措施。在挡墙墙背、涵台背、桥台侧墙尾部2m内不得采用强夯、冲击碾压技术施工。由于路基边缘是碾压的薄弱环节，应加强对路基边坡边缘带的碾压。根据边坡高度，填料种类等因素，可酌情增加1-2遍碾压遍数。

## （六）包边封水

砖渣填筑路基边部采用开山毛碴包边封水处治，每侧设置1.6m宽开山毛碴包边。为使砖渣和包边土更好地形成一个整体，砖渣和包边土衔接处设置搭接台阶，搭接台阶宽度60cm，高度40cm，竖向间隔1.2m设置一处10cm孔径HPDE排水管，坡度3%。上路堤压实度不小于94%，下路堤不小于93%。包边之后采用喷播植草防护与砼预制衬砌拱植草防护，喷播植草防护应先根据喷播材料的性能和施工作业的情况合理确定水、草种、木纤维、保水剂、粘合剂、染色剂的配比数量。喷播作业者应熟练掌握喷播技术，尽量接近作业面进行喷播，将植被种子、保水材料、稳定材料、疏松材料、植生土和肥料按一定比例充分混合，通过压缩空气将混合材料喷射到边坡上形成一定厚度，盖上无纺布，淋水养护至成坪。

## 三、建筑施工材料设备和要求

### （一）主要材料和设备

主要材料为砖渣料，要求粒径小于150mm，对于大于所规定的材料的粒径要进行二次粉碎，以达到规定要求，主要设备挖掘机、推土机、压路机、拖式羊角碾、平地机、装载机、水车、后八轮、全站仪、水准仪、GPS接收仪等。

### （二）质量控制措施

砖渣属于建筑废弃材料，里面含有一些建筑垃圾有害物质，如腐蚀土、树根、草泥或其他有害物质等，所以材料进场时要清除木质，塑料质条块及废料、杂草、树根、布条等软质或腐蚀材料，安排专人清理，确保无上述杂物混在砖渣材料之中，保证材料进场质量，才能进行下一步的施工。

进场时材料存在粒径过大的问题，填料粒径超过150mm的，首先经过机械破碎，安排专人排查，对不符合填筑粒径的进行二次人工破碎，使其达到施工规范标准。填筑和压实时，上、下路堤每层均不超过30cm。施工技术人员要详细记录每层填料的压实遍数、压实厚度、粒径，确保施工质量。每一层完成后进行检查，对不合格的路段进行返工，以确保施工质量。压实沉降差控制为采用施工碾压时的重型振动压路机（14T以

上)按规定碾压参数(强振,4KM/h以下速度)碾压两遍后各测点的高程差,保证沉降差的平均值小于5mm,标准差小于3mm。压实孔隙率控制采用灌水法,计算其孔隙率,确保上路堤孔隙率小于20%,下路堤孔隙率小于22%。对原材料、成品及半成品由质检工程师组织质量、技术、物资部门及施工处的有关人员进行验收,确保各单位材料的性能符合技术要求,杜绝不合格材料进场,确保各单项材料的性能符合技术要求。开工前向施工人员进行技术交底与专项技术培训,使全体施工人员明确质量目标,掌握施工标准与方法,工艺操作符合要求。

### (三) 安全标准和措施

该技术遵照执行的安全标准规范

《建筑施工安全检查标准》JGJ59-99,《安全防范工程技术规范》GB50348-2004,《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46-2005,《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ146-2004

建立健全的管理体系,建立以项目经理为首的安全领导小组,从组织和制度上保证安全生产。首先在施工前要召开一个交底会议,技术负责人详细的向施工人员介绍施工工艺,施工的要点,需要注意的地方,保证施工过程顺利进行。施工前要进行例行检查,保证施工机械都处于正常状态。同时施工时,保证机械作业由专人负责。在现场设立警示牌。制定交通安全规则,在现场设立交通安全标志。施工用电方面严格按照《施工现场临时用电安全技术规范》建立安全技术档案。电线采用绝缘铜线或铝线和电缆,加设防护套管。配电箱和开关箱采用绝缘材料制作防雨防尘,并由专人负责监管。

### (四) 环保要求

采用标准规范《建筑施工现场环境与卫生标准》(JGJ146-2013)《中华人民共和国建筑法》《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)《环境管理体系要求及使用指南》(GBT/24001-2016)砖渣材料属于废弃物,需要堆放整齐,清理出来的树根,腐蚀土、草泥安排专人收集,堆放到指定地点并统一清理。通过每天定时清理运输道路,洒水防止扬尘,对周边环境进行有效保护。必须砖渣运输的时候需进行覆盖。施工现场采取防噪、降噪措施,并合理安排施工时间,避免对周边居民生活造成干扰。需要召开专题会议,普及环境保护知识,提高施工人员的环境保护意识。制定现场环境保护的奖罚制度并严格执行,确保施工全过程对周边环境的影响降到最低。

## 四、效益分析

### (一) 经济效益

采用本工法解决了取土困难与土方调运的难题,受天气影响较小,在雨季也可正常全天施工。大幅加快了施工进度,显著缩短了施工工期。沪渝高速湖北八岭互通项目路基工程原计划5月份完成填筑,采用砖渣填筑路堤施工技术4月份就完成了全幅路基填筑,工期缩短了一个月。砖渣的单价(含运输费用)为30元一方,土石方的单价(含运输费用)为39.5元一方,同时土石方

填筑须进行弃土场征地,征地费用总计45万元。施工过程中使用砖渣14万方,总成本为420万元,相较于土石方填筑总计节约成本178万元。具有良好的经济价值。

### (二) 社会效益

砖渣属于建筑废弃物,本工法采用砖渣填筑路堤,属于对建筑废弃物的二次利用,节约了社会资源,解决了砖渣等建筑废弃物存放与处理的难题,大幅减少了弃土场的征地规模。在砖渣运输的过程中进行覆盖运输,消除了二次污染。砖渣填筑过程中产生的杂物等垃圾,由专人负责清理并集中处理,对周边环境进行了有效保护。砖渣填筑路堤受天气影响程度小,显著缩短了施工工期,节约了施工成本。具有良好的社会效益与节能环保价值。

以实际应用项目《沪渝高速公路新建八岭互通项目》分析节省具体效益,沪渝高速公路新建八岭互通工程位于荆州市荆州区八岭山镇,在沪渝高速(K1112+538.045)处设置成A型单喇叭互通,设计范围K1111+905-K1113+270,主线长1365m,互通A、B、C、D匝道全长约1003m,L匝道全长约1543m,主线及匝道共长3913m,本项目匝道、连接线路堤部分采用砖渣填筑,其中砖渣填筑共计14万方。

沪渝高速公路新建八岭互通工程采用砖渣填筑路堤,属于对建筑废弃物的二次利用,节约了社会资源,并解决了砖渣存放以及处理的难题,对周边环境进行了有效的保护,具有明显的社会效益和节能环保价值。采用砖渣填筑路堤施工技术,该项目原计划五月完成的路堤填筑,在四月初就完成了全部路堤填筑,显著缩短了工期,总计节约成本178万元,取得了良好的经济效益。路基施工质量评定优良,得到了市领导、业主、监理、设计单位的一致好评。

在路基填筑的过程中,通过对建筑垃圾的处理,不但能更有效的减少工程成本,而且对于环保环境等方面也有着极为重要的作用。作者通过实例分析建筑垃圾在高等级公路路基中的应用,在传统资源的节约和生态环境的保护等方面具有十分良好的经济效益和社会效益,基于我国逐年增长的建筑垃圾,通过在路基中的再生使用,对提高我国交通建设以及整个公路工程建设循环经济领域都有着较大的影响,根据实际操作经验,严格控制砖渣质量,坚持处理流程,建筑砖渣方可使用。

### 参考文献

- [1]赵曙光,李桂花,王坤.城市建筑砖渣在高等级公路软基处理中的应用[J].建筑技术开发,2019,46(08):163-164.
  - [2]许士强,刘明.建筑垃圾再生材料在道路基层中的应用研究[J].四川建材,2021,47(11):35-36.
  - [3]张伟.建筑垃圾再生材料加工在道路工程中的应用[J].决策探索(中),2020(04):55.
- 基金项目:基于多目标优化的钢-混叠合体系桥梁施工多参数耦合作用下结构安全控制的理论与方法-湖南省交通运输厅科研课题(项目合同编号:202013)