

聚丙烯纤维喷射混凝土加固桥梁施工技术研究

马继义¹, 田宏礼², 张林¹

(1. 鸡西市公路勘察设计院; 2. 虎林市公路管理站)

摘要:通过研究喷射混凝土的施工工艺特征,分析了聚丙烯纤维喷射混凝土加固桥梁施工技术的原理理论。利用聚丙烯纤维喷射混凝土加固拱桥试验,分析了聚丙烯纤维喷射混凝土加固桥梁施工技术优缺点及影响因素。

关键词:聚丙烯纤维;施工技术;喷射混凝土

中图分类号:U445.7⁺²

文献标识码:B

文章编号:1008-3383(2005)03-0053-02

1 前言

聚丙烯喷射纤维混凝土加固桥梁是利用聚丙烯原材料对桥梁进行加固。其中聚丙烯从单体 C₃H₆ 而得,是一种高分子碳氢化合物。它的化学稳定性好,和大多数化学物质不发生作用;表面疏水性,不会被水泥浆浸湿;对聚丙烯纤维而言,纤维与基体间的粘结较差,结果使拔出强度较低。而喷射混凝土技术近十几年来在土木建筑工程领域内发展十分迅速,国内外的大量实践表明,喷射混凝土用于矿山、井巷与地下工程的支护衬砌、基坑支护、建筑结构的补强加固、复杂薄壁结构和输水充水结构的建造等,均显示其独特的功能和显著的效益。

2 聚丙烯喷射混凝土的施工工艺的研究

将按一定的比例配合搅拌均匀的水泥、砂、石子、速凝剂、聚丙烯纤维、干拌和料送入喷射机内,利用压缩空气将拌和料经管道压送至喷枪嘴,在喷嘴后部与压力水混合,以高速喷于结构物或岩石表面,硬化后形成一层密实混凝土,从而得到加强或保护。施工机具包括干式双罐式混凝土喷射机或转盘式混凝土喷射机、喷枪、混凝土搅拌机、上料装置(皮带机)、压缩空气机、气罐、贮水容器及各种输送胶管等。施工中湿喷混凝土机械采用了湿喷机,湿喷是用喷射机压送已加入拌和水的拌和物,在喷嘴处加入了速凝剂。湿喷时水与其他材料拌和较均匀,产生的粉尘和回弹少。为了将湿式的长处引入干式中,采用在喷嘴前几米的地段加水的方法,有时把这种方式叫半湿式,但从本质上说,还是属于干式。

经过现场实践,该湿喷机基本能满足工程使用要求,机器有关测试文件中的技术指标。

表1为干式与湿式2种方式的比较。

表1 干喷与湿喷的比较

名称	干喷	湿喷
混凝土	拌和水在喷嘴处加入,混凝土质量取决于作业人员的熟练程度	能事先将包括水在内的各种材料正确计量、充分混合、故质量管理容易
压送距离	能进行远距离的压送	不宜宜远距离压送
粉尘	多	少
回弹	较多	少
机械设备	小型、轻型,购置费用低	较复杂,购置费用较多
适应性	易加入速凝剂,可以在含水活自稳定时间短的的地下工程中采用,适应性广	不易加入速凝剂,对于不同的条件适应性较差
喷头操作	喷头脉冲现象少,操作方便	常有脉冲现象,喷头操作较费劲
清扫保养	保养容易	保养较费事

3 聚丙烯纤维喷射混凝土加固桥梁施工技术试验

我们以加固上承式钢筋混凝土拱桥为例,一般要做以下各项工作。

3.1 布置现场搭脚手架

布置现场搭脚手架。

3.2 凿毛

凿毛。

3.3 网托的布置和施工

3.3.1 网托的尺寸

梁底(或侧面)的钢筋网,从下往上看(水平面),如图1。

挂在梁底(或拱底)的钢筋网:11=10 cm, 12=80 cm, 钢筋直径 B=0.6 cm, 膨胀螺栓 A 为 12×1 cm, 即直径 A=1 cm, h₁=12 cm, h₂=5 cm, h₃=6 cm。

若喷 6~7 cm 厚正好盖住螺栓和钢筋网。

挂在量侧的钢筋网:11=15 cm, 12=120 cm, 钢筋直径 B=0.6 cm, 膨胀螺栓 A 为 12×1.2 cm, 即直径 A=1.2 cm, h₁=15 cm, h₂=5 cm, h₃=9 cm。

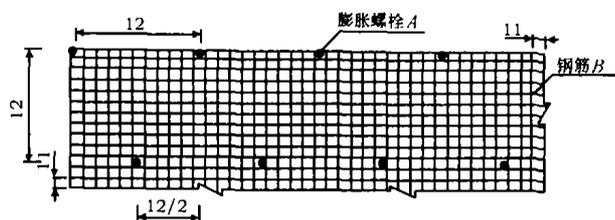


图 1 梁底钢筋网构造图

3.3.2 网托的施工

(1)打膨胀螺栓的孔;(2)安膨胀螺栓杆;(3)在地面绑好钢筋网;(4)用点焊把钢筋网固定在螺栓上。

3.4 喷砂清理

安完钢筋网后,喷砂清理混凝土(或石)表面浮动颗粒或污垢,同时也喷砂清除钢筋或其他要喷混凝土的钢筋构件表面的铁锈。

3.5 喷射聚内烯纤维混凝土

3.5.1 喷射纤维混凝土的原材料及其配合比选择

现以某工程为例,进行原材料和配合比的选择如下。

(1)水泥:工程中采用 42.5 级“哈尔滨牌”普通硅酸盐水泥。

(2)砂子:采用本地松花江中粗砂,细度模数 3.1,级配见表 2。

表 2 砂子级配

筛孔尺寸/mm	10.0	5.00	2.50	1.25	0.63	0.315	0.16
一区	0	10~0	35~5	65~35	85~71	95~80	100~90
二区	0	10~0	25~0	50~10	70~41	92~70	100~90
三区	0	10~0	15~0	25~0	40~16	85~55	100~90
实际累计筛余/%	0	5.2	18.5	35.8	68.4	93.4	99.1
结论	检测结果符合 JBJ-92 规定,细度模数 3.1,属二区粗砂。						

(3)石子:采用 5~10 mm 连续级配的花岗岩碎石,级配见表 3。

表 3 石子级配

筛孔尺寸/mm	20.0	16.0	10.0	5.00	2.50
标准颗粒级配范围累积筛余/%	0	0~15	80~100	95~100	
实际累计筛余/%	0	2	91		
检验结果	粒径符合 5~10 mm 石子级配要求				
结论	符合 JGJ53-92 规定				

(4)速凝剂:湿喷混凝土工艺要求使用液体速凝剂,经过多方面比较,采用河南省巩义市特种建材厂生产的 8604-2 型和广东省深圳生产的 DS-2 型液体速凝剂作为现插试验的主选品种进行试验。掺量为水泥重量的 3%~5%,标准要求与水泥净浆试

验初凝时间不超过 5 min,终凝时间不超过 10 min,并与水泥要有很好的相容性,且 28 d 强度保存率不小于 70%。我们将两种材料分别进行了与水泥的相容性和凝结时间试验,结果见表 4。

表 4 不同材料的终凝时间

速凝剂型号	初凝时间/min		终凝时间/min		备注
	标准要求	试验结果	标准要求	试验结果	
DS-2	≤5	4'40"	≤10	13'36"	掺量 4.5%
8604-2	≤5	2'25"	≤10	8'02"	掺量 4.5%

试验结果表明:8604-2 型液体速凝剂能满足施工需要,且具有腐蚀性弱、混凝土强度损失小等优点。

(5)防水剂和减水剂:施工前对膨胀剂和减水剂进行了对比试验,采用本研究实验的 C₃₀ 配合比。

(6)纤维:聚丙烯纤维。

3.5.2 喷射纤维混凝土的工艺

(1)机械设备

机械设备及风、水压要求见表 5。

表 5 机械设备及风、水压要求

设备名称	型号	数量/台
强制式混凝土搅拌机	J4-375	1
湿式混凝土喷射机	ZPIV	1
机动翻斗车	PC-1	2
风压站系统或空气压缩机:风压要求稳定在 0.6 MPa 及以上		
高压水系统:水压要求稳定在 0.4 MPa 及以上		

(2)喷射纤维混凝土施工安排如图 4。

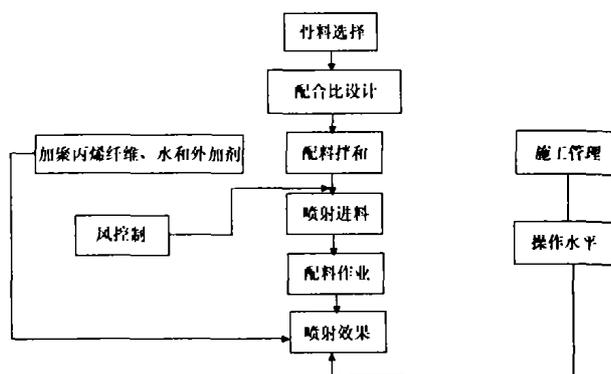


图 4 喷射纤维混凝土施工程序图

3.6 喷射纤维混凝土的养护

良好的养护,对于水泥含量高、表面粗糙的薄壁喷射混凝土结构显得更为重要。喷射后的 7 d 内对于养护是最关键的时期,此后喷混凝土已取得足够的抗拉强度来抵制收缩应变。并且靠近暴露面的渗透率也降低到足以使混凝土内部失水最少。喷射混凝土终凝 2 h 后应喷水养护,养护时间一般地下工程不

(下转第 57 页)

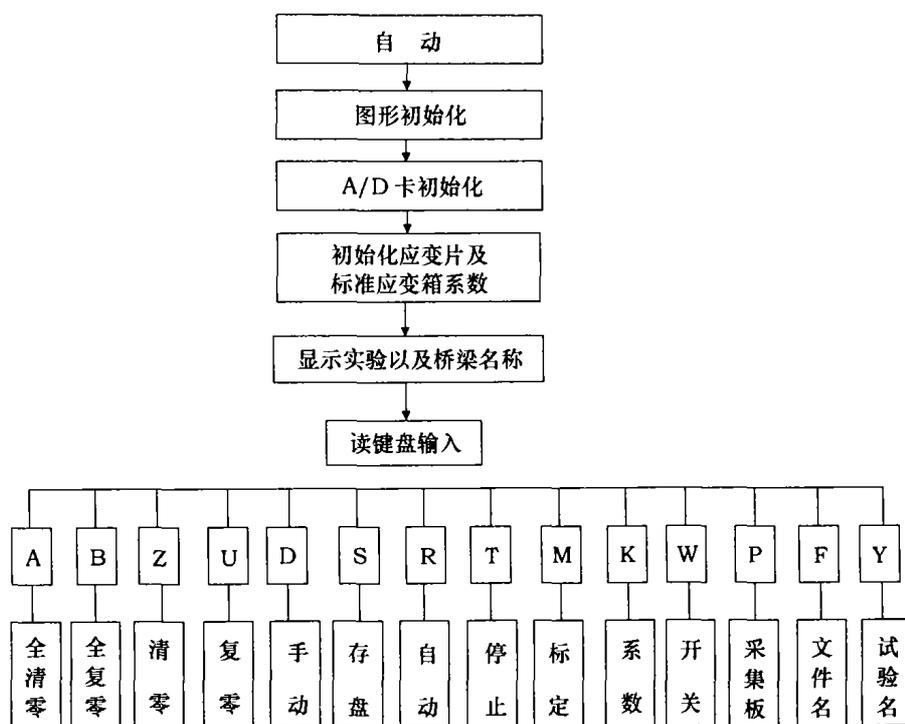


图5 采集软件流程图

本软件所需控制板为CKDL-8型及CKDL-8A型低速8通道数据采集板,每块板为8个通道。最多可用4个板完成32路的数据采集。

采集板可连接的外部传感器相当多,如拉力传感器、位移传感器、加速度传感器和电阻应变片。具体应接何种传感器根据需要而定。

(3) 软件系统的设计

软件系统的设计如图6所示。

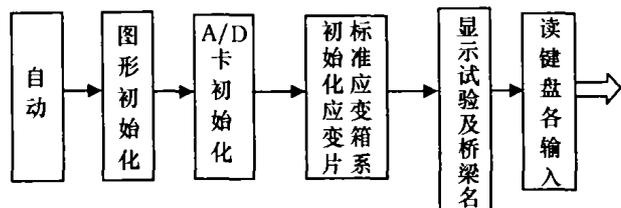


图6 软件系统设计框图

3 结论

桥梁自动检测系统可替代巡回目检,虽然巡回目检简单便利,但目检结果因人而异,难以准确对桥梁的整体品质作出定量判定,避免桥梁建设中劣质工程,减轻日后桥梁维修养护的财政负担。将桥梁检测诊断、分析为一体的桥梁检测系统可对已建桥梁及已建桥梁的功能退化状况和使用风险定量评估。桥梁健康的检测系统的研究将对交通安全,以及城市新路网合理规划设计提供科学依据。从桥梁健康诊断系统还应向智能化方向迈进,用计算机来完成结构的进一步系统化分析和优化能力,用仿真使原来无法看到的现象显现出来,使测量结果进一步直观通过数字仪内仪表使测量分析为一体,同时利用神经网络解决从环境中自主学习。用遗传算法解决混合变量的全局优化问题,这将使系统更完善,从而实现智能化、现代化。

收稿日期:2005-01-19

(上接第54页)

少于7d,地面工程,不少于14d。当地下工程内相对湿度大于85%时,也可采用自然养护。

冬季施工时,喷射混凝土作业区的气温不应低于±5℃,拌和料进入喷射机时的温度不能低于+5℃。集料可在配料时加热,而温水则用于拌和时或在喷嘴处加入。喷嘴处和拌和时的水温应在10~20℃之间。水温高于20℃会造成水泥的预水化。喷射混凝土受冻前必须具有足够的强度。规范规定,普通硅酸盐水泥配制的喷射混凝土低于设计强度的30%和矿渣水泥配制的喷射混凝土低于设计强度的40%不得受冻。

4 结论

聚丙烯纤维喷射混凝土加固桥梁:具有如下的效果。

(1) 增强抗裂性,提高抵抗裂缝能力;高弹模纤维增强混凝土的抗拉强度明显提高;增强冻融作用抵抗性能;改善普通混凝土的耐疲劳性能。

(2) 产生微裂缝后纤维能继续抵抗外力的拉拔作用、韧性增强。

(3) 喷射混凝土具有混凝土密实度高、强度大,粘结力强,耐久性、抗冻、抗渗性好,可节省混凝土,同时施工工艺简便,不用或少用模板,节省大量模板材料,省去支模工序,将水平垂直运输和浇灌振捣等工序合二为一,快速高效,降低成本(约30%)等优点,但作业条件差,表面平整度要差一些。

收稿日期:2005-01-16