

# 浅谈注胶法粘贴钢板在桥梁加固施工中的质量控制要点

周祖民<sup>1</sup> 黄介位<sup>1</sup> 吴莲锋<sup>2</sup> 王小勇<sup>1</sup>

(1 柳州欧维姆工程有限公司 柳州 545005 2 柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 545005)

**摘要:**压力注胶法粘贴钢板在桥梁维修加固中已得到广泛的应用,并取得较好的加固效果。本文仅就沙宜大桥维修加固工程施工中的实际操作,对压力注胶法粘贴钢板施工的质量控制要点进行阐述,分析质量缺陷的原因并提出一些简单的处理方法。

**关键词:**粘贴钢板 注胶 桥梁加固 质量控制

## 1 概要

本文以沙宜大桥加固工程为例,就压力注胶法粘贴钢板加固桥梁施工的质量控制要点、质量缺陷的原因及处理方法谈谈本人的一些体会。该大桥位于三江县内省道209线K2743+576处(沙宜大桥),建于1994年4月,桥梁上跨浔江河,桥梁全长264.65m,桥面全宽10.0m。该桥上构为1×8.0m钢筋混凝土现浇板+6×40.0m预应力钢筋混凝土T梁+1×8.0m。按设计要求,对6跨40m跨T梁腹板下缘底面纵向粘贴钢板进行加固,8m边跨现浇板底粘贴横向钢板进行加固,提高横向联系,增加安全储备。本桥粘钢总面积为434.5m<sup>2</sup>。

## 2 材料质量控制

加固用到的关键材料进场后都要按规范要求进行检测,现场鉴封后送至具有相应资质的鉴定单位检测,各项指标达到国家及行业相应技术规范和规程、设计文件的要求后方能使用。结构胶、封边胶:桥梁加固所用结构胶采用A级胶。结构胶及封边胶性能符合《混凝土结构加固设计规范》(GB50367-2006)的相应规定。同时,其毒性检验结果应符合无毒卫生等级要求。所有进场的结构胶及封边胶应附有出厂合格证,进场后进行抽样对其胶体性能、粘结能力、不挥发物含量(固体含量)、湿热老化等指标进行检测。

## 3 施工过程质量控制

### 3.1 粘贴面的处理

粘贴面处理是包括加固构件粘合面及钢板粘合面处理,是最关键的工序,应认真对待。

#### 3.1.1 混凝土粘贴面处理

混凝土粘贴面的处理,应做到密实、平整、洁净,并有一定的粗糙度。

对于混凝土构件粘贴面,应根据构件表面的新旧程度、坚实程度、干湿程度,分别按以下四种情况处理:1、对于很旧很脏的混凝土构件粘合面,应先用硬毛刷沾高效洗涤剂,刷除表面油污至无污物,用水冲洗干净后,再对粘合面进行打磨,除去表面2mm~3mm厚表层,直至完全露出新面,并用无油压缩空气吹除粉粒。处理后,对已粘贴表面的严重凹凸不平,可采用环氧砂浆进行修补。粘贴前用丙酮将粘合面擦拭干净;2、如果混凝土表面不是很脏很旧,则可直接对粘贴面进行打磨,去掉1mm~2mm厚表层,用压缩空气除去粉尘或用高压水枪清洗干净,待完全干燥后用丙酮擦拭干净;3、对于新混凝土粘贴面,先用钢丝刷将表面松散浮渣刷去,打磨去除浮浆、粉尘后,用丙酮擦拭干净即可;4、对于湿度较大的混凝土面,因一般树脂类胶在潮湿的基层上粘贴强度会大幅度降低,因此除满足上述要求外,还需要进行人工干燥处理。打磨完成后,为保证钢板的最大粘结效应,对打磨面进行凿毛处理,形成平整的粗糙面,表面不平处应用尖凿整平,再用钢丝刷刷毛。最后用无油压缩空气吹除表面粉尘或清水冲洗干净,完全干燥后用

脱脂棉沾丙酮擦拭表面。

### 3.1.2 钢板粘贴面处理

(1) 打磨除锈：除锈彻底，露出金属光泽，打磨纹路应垂直钢板受力方向，有一定的粗糙度。首先，对钢板表面进行除锈、打磨处理。对于钢板粘贴面可用喷砂、砂布或平砂轮打磨，直至出现金属光泽。打磨粗糙程度应尽可能大，打磨纹路应尽可能与钢板受力方向垂直，其后用丙酮擦拭干净。钢板打磨如图1所示。

(2) 清洗：用棉纱沾丙酮擦拭干净。

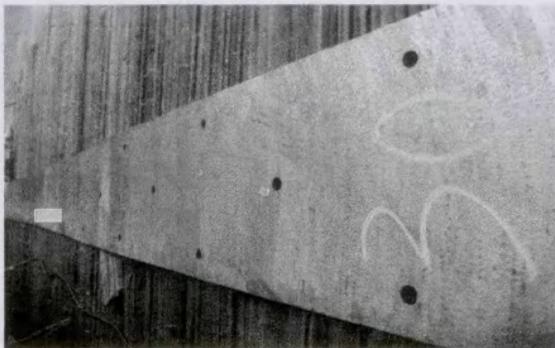


图1 钢板打磨

## 3.2 植筋

### 3.2.1 钻孔

为防止钻孔碰到梁底板预应力钢绞线及结构钢筋，需采用钢筋探测仪先确定好原钢绞线及钢筋位置。现场采用透明塑料板做成模板，在透明塑料板上根据图纸尺寸钻出孔洞，再用模板在梁底放孔位。根据标出的孔洞位置，用电锤进行钻孔，孔径、孔深符合设计要求，孔道应保证垂直于梁底板平面。钻孔时如碰到预应力钢绞线或结构钢筋，可根据实际情况进行适当偏移。钻孔如图2所示。



图2 植筋钻孔

### 3.2.2 清孔

先用硬毛刷刷走孔内粉尘，再用高压风进行吹孔，最后再用干净棉布沾丙酮或酒精彻底清洗孔道内部。植螺杆时必须保持孔内无尘，干燥。

### 3.2.3 植筋

将调好的结构胶装入注胶器内，然后用注胶器将结构胶注入植螺杆孔洞，孔洞内注胶容量必须大于2/3，在螺杆外露端部加套塑料管以封堵胶液，防止胶液流出形成孔内空隙。转动螺杆缓缓植入孔洞内，使其达至设计深度要求。为防止螺杆发生下滑，在外露端部填塞牙签或者小铁钉将其完全固定。植钢筋如图3所示。



图3 植筋

## 3.3 钢板安装

将开孔、除锈打磨、清洗并经验收合格的钢板抬起，与已植螺杆进行对孔安装。此过程中，为避免长钢板弯曲并减轻工人的劳动强度，应使用撑杠或螺旋顶升支架对钢板进行同步支撑。安装过程中，若开孔与个别已植螺杆有偏差，应避免大力锤击钢板或螺杆以免损伤钢板、砸断或震松螺杆。应将存在偏差的孔口标记后将钢板卸下，通过磁力钻或氧割对存在偏差的孔进行扩孔后重新安装。钢板安装到位后，为了保证注入的结构胶的厚度均匀，应在钢板与混凝土之间对应螺杆的位置放进与结构胶厚度相等的垫片或直径相等的短铁丝，将螺母拧紧。

## 3.4 注胶、排气管的安装

钢板安装后调整到位前应在钢板周边、钢板与混凝土粘贴面之间按50cm~100cm的间距安

装长度20cm左右（满足注胶施工需要的长度）的塑料软管作为注胶及排气管。塑料软管插入长度不宜太长，满足通过钢板的夹压产生的摩擦力使注胶管在压力注胶时不被拔出的要求即可，一般插入端长度应在1cm~2cm左右，不宜超过2cm。通过试验发现，如果插入钢板空隙的塑料软管过长，则注入的结构胶很容易在塑料软管插入端与钢板封边胶之间的夹角处包裹气泡，造成注胶不饱满，且塑料软管插入端越长，则包裹的气泡越大，空鼓面积越大。注胶及排气管安装如图4所示。



图4 注胶及排气管安装

### 3.5 钢板周边封闭

钢板周边封闭的主要目的是在所要粘贴钢板与混凝土间形成一个封闭的空腔，并能承受注胶时所施加的压力。周边封闭应做到强度足够，边线平顺规整。混凝土粘贴面打磨的范围，其周边每边应比钢板范围宽2cm左右，同时，所粘贴钢板侧面也应除锈打磨处理。此两处处理应达到粘贴面的同样效果。封闭前应检查钢板与混凝土粘贴面的间隙是否均匀并符合设计要求，注胶、排气管是否牢固等，并及时进行处理。用抹刀将配好的封边胶均匀抹于钢板侧面与混凝土面的夹角处，并适当用力按压，使封边胶与混凝土面及钢板侧面粘结紧密。同时，封边胶表明应与混凝土粘贴面形成45°的倒角，以便与混凝土粘贴面形成足够大的粘结面积，为克服注胶时所施加的压力提供足够的支撑。封边胶涂抹完成后应及时对封边胶表面及边缘进行修整，以达到边线顺直、

表面平整、光滑的效果。而螺杆处封闭则在螺母垫片内侧抹上封边胶并将螺母拧紧即可，或用早凝的无机封堵料将外露的螺杆、螺母、垫片整个包裹，为了美观可以在螺杆上盖个碗状的盖子。钢板边缘及螺杆封闭如图5、图6所示。

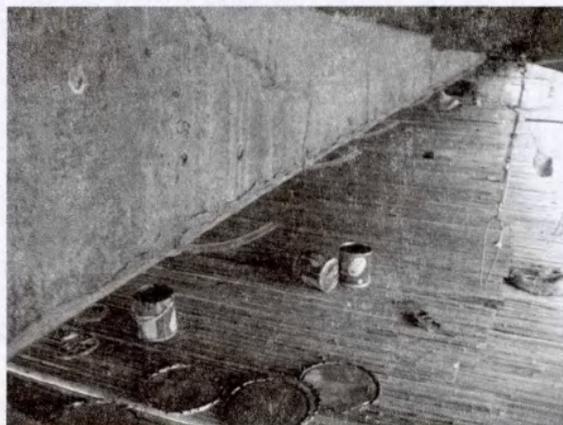


图5 钢板封边

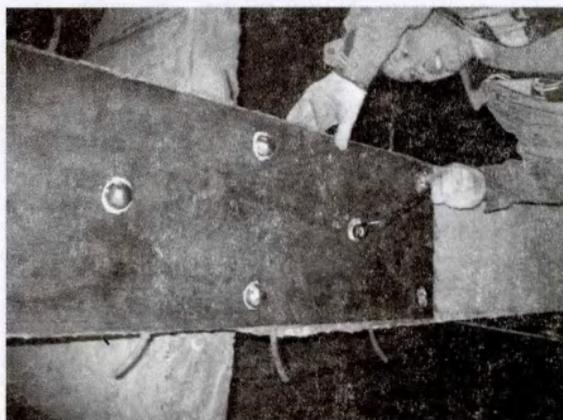


图6 螺杆封闭及盖帽

### 3.6 压力注胶

#### 3.6.1 注胶压力罐的选择

应根据设计单块钢板的面积大小选择注胶压力罐，单块钢板面积较小（用胶量较小）则选择容积较小的注胶压力罐，单块钢板面积较大（用胶量较大）则选择容积较大的注胶压力罐。

#### 3.6.2 压力注胶过程控制

在确认封边不漏气后开始灌注结构胶。当相邻注胶管开始有胶液流出后，在当前注胶管持续灌注2 min~5 min，同时用小锤持续仔细敲击检查当前注胶管与下一注胶管之间的钢板段的注胶密实度，并观察相邻注胶管（排气管）是否还有气

泡排出,在确认该段钢板内胶液已密实且相邻注胶管(排气管)无气泡排出后,方可将当前注胶管封闭,移至下一注胶管继续注胶。注胶压力须控制在 $0.2\text{MPa} \sim 0.4\text{MPa}$ ,须防止压力过大导致封边胶损坏漏胶的情况发生;注胶的同时用橡皮锤持续敲击钢板,提高胶液流动性,并判断胶液是否已注满;在通过检查最后一个排气管口周围已满胶并确定连续出胶无气泡后方可封堵,封堵后维持较低压力稳压注入 $3\text{min} \sim 10\text{min}$ 后封堵注胶管,以防胶层脱空;灌胶过程中须注意检查各注胶管和排气管是否流胶或渗胶,若出现流胶或渗胶必须立即封堵。注胶过程中禁止摇晃注胶罐,以防止露出压力注胶罐的出胶口而将气泡注入钢板空腔内部。注胶过程中要密切注意压力注胶罐中的剩余胶量,尽量不要将罐中的结构胶排完,以免在压力作用下空气快速灌入已注胶体中。如空气已进入连接注胶罐的注胶管,应立即将注胶管在靠近钢板的连接处将注胶管拔开、关掉压力注胶罐的进气阀门,将钢板处的注胶管临时绑扎防止已注入的胶体返流。往压力注胶管中重新加入拌好的结构胶后,必须先将连接注胶罐的注胶管中的空气彻底排出后才允许将注胶管连接至此前注胶的注胶管处继续注胶。注胶如图7所示。



图7 钢板注胶

### 3.7 防腐处理

防腐处理应严格按照设计及规范要求施工。施工中应严格对粘结面进行处理,保证洁净及粗糙度。各防腐层的厚度应严格进行检查,保证各层厚度均匀并满足设计要求。钢板防腐如图8所示。

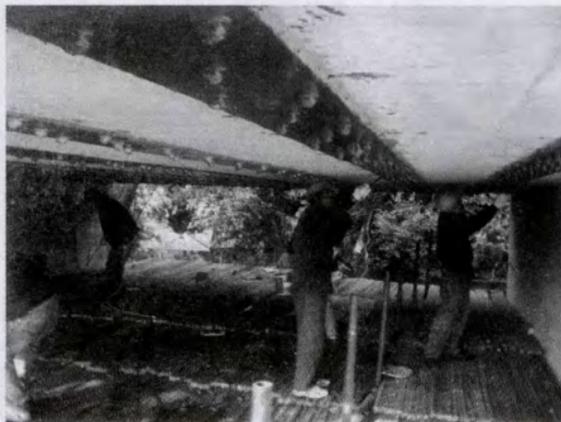


图8 钢板防腐

## 4 注胶质量检验

单片钢板注胶完成,待结构胶初凝后(初凝时间根据结构胶的使用说明或现场试验确定,一般为 $4\text{h}$ ),用小钢锤逐点敲击已粘贴的钢板,根据声音判断是否存在空鼓的地方。敲击点的间距一般为 $3\text{cm}$ 左右,敲击点的间距越小,越小的空鼓部位越容易发现。如确定局部存在空鼓,应加大敲击的密度(减小敲击点的间距),确定空鼓的范围,并用粉笔等将空鼓的范围标出。

## 5 注胶质量缺陷产生的原因及处理方法

注胶质量检验完后,计算钢板有效粘结面积。若有效粘结面积小于设计要求,则应对空鼓部位进行处理。注胶空鼓产生的原因及处理方法有以下几种:

(1) 边角空鼓:造成这种缺陷的原因主要有:①注胶管插入端过长造成气泡在注胶管插入端与封边胶夹角处被包裹而无法排出;②压力注胶时排气管处气泡未完全排尽即封堵排气管;③注胶完成后封边或注胶管处存在漏胶。如果空鼓的面积较小,可用电钻配小直径钻头在空鼓部位两端边缘封边开孔通至空腔,用大号注射器将丙酮注入空腔中以确认两孔贯通并清洗空腔后,再用大号注射器将拌好的结构胶注入空腔中,连续反复多次操作直至将空腔中的空气排完后将孔口封闭即可。如果空鼓的面积较大,则按上述方法开孔插入注胶管利用压力注胶罐进行补充注胶。

(下转第39页)

火脆性不影响抗拉强度和塑性。所谓塑性是指在外力作用下材料产生永久变形而不被破坏的能力,通常用延伸率和断面收缩率来衡量。而韧性表征材料抵抗裂纹扩展的性能,是强度和塑性的综合指标。

表4 不同回火温度(℃)下的冲击值(J)

回火温度	第一支	第二支	平均值
200	27	24	25.5
240	28	29	28.5
280	12	10	11.0
320	10	14	12.0
350	10	8	9.0
380	16	13	14.5
420	34	34	34.0
460	50	50	50.0
500	70	71	70.5

## 5 张拉杆设计制造中值得注意的问题

综合上述分析,在张拉杆制造中以下几个问

(上接第36页)

(2) 钢板中部空鼓:造成这种缺陷的原因主要是注胶过程中胶体中包裹了气泡无法排出或压力注胶结束后存在螺杆处漏胶没能及时封堵。此类空鼓可用电钻配小直径钻头在空鼓部位两端边缘处钢板上各开一孔,用大号注射器将丙酮注入空腔中以确认两孔贯通并清洗空腔后,再用大号注射器将拌好的结构胶注入空腔中,连续反复多次操作直至将空腔中的空气排完后将孔口封闭即可。

(3) 蜂窝状空鼓:造成这种缺陷的主要原因是在压力注胶过程中,由于压力注胶罐中的胶液已排完或摇晃压力注胶罐,高压空气通过注胶管进入钢板与混凝土之间的空腔中,高压空气团突然进入低压环境中,会爆裂成小气泡并被包裹于胶体中,形成由胶液薄膜分隔并紧挨在一起的气泡群。因该缺陷中各气泡间无法贯通,无法通过补灌进行处理,只能将钢板拆下重新安装重新注胶或在旁边加贴钢板补强。

题值得注意。

(1) 由于在易出现回火脆性的温度范围内回火,会导致工件出现回火脆性,在使用过程中受力断裂。建议将回火温度提高到500℃以上,以获得良好的综合机械性能。

(2) 在条件允许的情况下应使用回火脆性小、强度更高的材料。

(3) 在加工时保证槽底圆角和粗糙度。

(4) 校直回火后应再次回火(快冷)消除回火脆性。

## 参考文献

- [1] 李芳武,郑勇生,罗辉.斜拉桥长索软硬组合牵引受力机理研究[J].武汉理工大学学报,2010(9)
- [2] 叶青.二次张拉预应力钢绞线锚具在桥梁施工中的张拉工艺及预应力损失分析[J].黑龙江交通科技,2011(10)
- [3] 郑勇生.斜拉桥长索软硬组合牵引受力机理研究[J].公路交通科技,2012(8)

## 6 结语

压力注胶法粘贴钢板的施工过程要确保质量,除了材料的质量必须保证以外,整个质量控制的关键点就是粘结面的有效结合性及有效粘结面积是否满足设计及规范的要求。因此,在压力注胶法粘贴钢板的施工过程中,应注重对所有粘结面的处理及压力注胶过程的控制,尽量避免质量缺陷,特别是蜂窝状空鼓质量缺陷的出现。

## 参考文献

- [1] 交通部颁标准《公路桥梁加固施工技术规范》(JTGT/J23-2008)
- [2] 2010广西壮族自治区公路管理局《危桥改造加固工程技术规范》
- [3] 混凝土结构加固技术规范(CECS25:90),中国计划出版社,1991年12月
- [4] 混凝土结构加固设计规范(GB50367-2006),中国建筑工业出版社,2006-09-01
- [5] 交通部颁标准《公路桥梁加固设计规范》JTGTJ22-08
- [6] 《桥梁工程鉴定与加固手册》,人民交通出版社