



长江加固

建筑结构**粘****结** **加固**的 理论与**实践**

■ 侯发亮 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



长江加固

建筑结构**粘结** **加固**的 **理论与实践**

■ 侯发亮 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构粘结加固的理论与实践/侯发亮编著. —武汉: 武汉大学出版社, 2003. 10
ISBN 7-307-03942-7

I. 建… II. 侯… III. 建筑结构—加固—技术 IV. TU312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 040731 号

责任编辑: 李汉保 责任校对: 程小宜 版式设计: 支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 湖北民政印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 19.5 字数: 386 千字 插页: 1

版次: 2003 年 10 月第 1 版 2006 年 3 月第 2 次印刷

ISBN 7-307-03942-7/TU · 42 定价: 35.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 简 介

本书是一本论述建筑结构粘结加固技术的专著,重点阐述了建筑结构外粘钢板和纤维增强塑料(FRP)加固技术的基本原理、计算方法和施工工艺。本书分析了粘结力的来源、粘结力的理论和粘结力的特征;用有限元计算法分析了各种典型粘结方式,给出了应力的大小、分布的形态和波及的范围,建立了粘结应力与结构尺寸、材料性质和受力条件的关系,揭示了粘结应力的规律;综合国内外有关资料,对建筑结构外粘钢板和 FRP 的基本原理、设计要求和计算方法进行了介绍(包括作者推导建立的一些公式);对粘结加固专用材料——结构胶和三大纤维材料(碳纤维(CFRP)、玻璃纤维(GFRP)和芳纶纤维(AFRP))分专门章节对它们的力学性能和本构关系进行了详细介绍;第一次披露了作者进行的各类纤维和各种受力类型的加固试验结果及总结出的规律;介绍了粘钢和粘 FRP 加固的施工技术、工艺要求和质量标准,推荐了一些国内外的质量标准和方法;最后一部分是典型工程实例,介绍了作者多年来创新的加固方法和经验总结。本书适用于从事建筑工程加固专业的工程师、本科生以及研究生学习和参考。

Abstract

This is a monograph on binding technology as applied in construction reinforcement. The focus of the book is on the core element of the technology—binding power; its sources, its theoretical issues and its properties. The book begins with an analysis of the binding stress of various typical structures and, on the basis of this analysis, it establishes the correlation between the size of a structure and its binding stress on the one hand, and between material properties and the conditions of the bearing force on the other. Then, it continues with a comparison of the designing standards and calculation methods of structure-external steel binding sheet and fiber reinforced plastics(FRP) as practiced domestically in China and overseas. Following that is a detailed discussion on the mechanical properties and the constitutional relations of materials used exclusively for binding reinforcement and the three major fiber materials: CFRP, GFRP and AFRP. Incorporated into the discussion are the results of the author's numerous binding reinforcement experiments, along with numerous practical tips derived directly from the author's personal experiences. Good construction technology and quality control criterion of binding steel and FRP binding are recommended. The last part of the book offers illustrations of representative projects, along with binding reinforcement methods developed by the author as a result of his years of practice and exploration. The book is intended as a reference book for engineers as well as a textbook for undergraduate and graduate students of construction structures.

序

在我国建筑事业大规模蓬勃发展中,建筑结构的病害和老化问题日益凸显出来,已成为建筑工程管理中亟待解决的问题之一。为了贯彻国家《建筑法》,提高工程质量,保障结构的安全使用,延长结构的使用寿命,病害工程的诊断与治理已成为当务之急。

作者撰写的这本《建筑结构粘结加固的理论与实践》,从理论上探讨了粘结加固的基本原理,用有限元方法分析了各种典型构件粘结应力的大小、分布及规律,这对从力学角度认识粘结加固的理论有重要的实际意义。书中介绍了结构外粘钢板和纤维增强塑料(FRP)加固的计算方法,并对我国及日、美等国有关规范规定的计算方法进行了分析和比较;作者还用较大篇幅介绍了三种纤维复合材料:碳纤维(CFRP)、玻璃纤维(GFRP)和芳纶纤维(AFRP)加固结构的有关试验内容,及其所得到的有意义结果。此外,本书还对结构胶的力学性能和本构关系,粘结加固的施工工艺,以及在工程加固实践中的经验总结等进行了详细介绍。由此可见,本书系作者多年辛勤工作的成果。它紧扣着当前粘结加固的若干热点问题,从而有助于结构加固工作者更快地掌握这门加固技术。因此,值得同行们一读。



2003年6月18日

前 言

人有生、老、病、死的自然规律,建筑结构和人一样也存在病害和老化问题,也需要它们的“医院”和“白求恩大夫”。由于结构病害没有得到及时诊治而使工程失事,造成成千上万人伤亡的历史教训,换来了人们对建筑结构病害的密切关注。目前,国家建筑工程加固机构,制定了相关的加固“规程”和“规范”,投入了大量的人力和财力,开展对建筑结构病害、老化的诊治和研究。作者创建的“长江加固公司”,就是诊治结构病害的“医院”之一,一批从事结构加固的教授、博士和工程师,是诊治结构病害的“医生”,编写的这本书就是诊治结构病害的专用书籍。

我们国家正在进行着大规模的基础设施建设,每年都有大量的资金投入工业民用、水利电力、道路桥梁和军事工程等建设,需要加固的工程,以上千万平方米的速度增加。有资料表明,在西方发达国家,投入建筑行业的资金有一半用在工程的维修和加固上面。可见建筑工程加固维修所处的重要地位。

作为长期从事建筑力学教学和科研的一名老教师,自 20 世纪 80 年代被推上了结构加固的“手术台”后,使我有一种步入新天地的感觉:首先,是真刀真枪,实实在在,“救死扶伤”,责任重大;其次,科学技术一旦转化成生产力为社会服务,可以创造出巨大的社会效益和经济效益,人也有了新的价值;其三,天地广阔,内容丰富,各种各样的新问题层出不穷,大量病危建筑工程亟待拯救。作者从事结构加固技术研究十余年来,主持和参加完成的大中型病害工程加固百余项,本书是在解决工程加固实际问题中,经过学习、实践和总结编写完成的。谨以此书奉献给我的同行——战斗在为建筑结构救死扶伤战线上不穿白衣的战士,为“诊治”和“拯救”病害建筑结构,恢复它们的承载能力和延长它们的寿命,奉献我们的“医术”和“医德”。

本书在撰写过程中承蒙“全国建筑物鉴定与加固标准技术委员会”秘书长梁坦教授级高工为本书作序,武汉大学孟吉复教授、陈尚建副教授和袁文阳博士对本书进行了校阅,杨金华和郑儒卿工程师做了大量的打字、制图和核对工作,在此一并表示诚挚的感谢!



2003 年 8 月于武汉大学

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 来自课堂的提问	1
§ 1.2 粘钢加固技术的缘起	1
一、国外研究的情况	1
二、国内研究的情况	2
三、粘钢加固技术的改进和发展	3
§ 1.3 纤维增强塑料(FRP)在建筑工程中应用的历史及现状	4
一、FRP 材料的历史	5
二、国内外 FRP 专业委员会及编制设计规范的情况	6
三、FRP 学术活动情况	7
四、纤维材料和应用技术的发展	8
第二章 粘结的基本理论	10
§ 2.1 粘结机理	10
一、粘结力产生的来源	10
二、粘结界面形成的基本条件	11
三、粘结现象的各种理论解释	13
§ 2.2 影响粘结强度的因素	14
一、粗糙度和表面形态的影响	14
二、弱界面层的影响	15
三、内应力的影响	16
四、环境的影响	16
§ 2.3 粘结构件的破坏分析	17
一、破坏类型的相互转化	17
二、影响破坏强度因素的分析	18
三、粘结尺寸的影响	21
§ 2.4 粘结构件设计的基本原则	23
一、粘结构件的常用类型	23
二、应力集中现象及其缓和	24
三、适宜的搭接长度	26

第三章 粘结应力的有限元分析	28
§ 3.1 钢粘钢拉剪计算	28
一、钢板搭接拉剪模型	28
二、结构胶的弹模对界面应力最大值的影响	29
三、胶层厚度对界面应力最大值的影响	29
四、钢板厚度对界面应力最大值的影响	31
五、钢板搭接长度对界面应力最大值的影响	32
六、钢板宽度对界面应力最大值的影响	32
七、GB7124-1988《标准》规定模型的有限元分析结果	34
八、结论	34
§ 3.2 混凝土梁外粘碳纤维(CFRP)弯曲三维弹性有限元分析	35
一、计算参数	35
二、碳纤维端部应力集中	37
三、横截面的正应力 σ_x	39
四、结构胶弹性模量对应力分布的影响	40
五、结论	41
§ 3.3 U形箍对粘结应力影响的分析	42
一、计算参数	42
二、计算结果及分析	43
三、结论	45
§ 3.4 钢支托(牛腿)削减应力峰值的计算	45
一、计算参数	45
二、计算结果及分析	45
三、结论	46
§ 3.5 碳纤维粘贴混凝土构件拉剪计算	46
一、计算参数	46
二、成果及分析	46
第四章 混凝土结构外粘钢板补强加固计算	49
§ 4.1 混凝土结构粘钢加固的原理	49
一、粘钢加固计算的基本假设	49
二、混凝土结构加固的特殊性	50
§ 4.2 粘钢加固计算方法	53
一、受弯构件正截面加固计算	53
二、受弯构件斜截面加固计算	64
§ 4.3 受弯构件正截面受压区加固及负弯矩受拉区加固	68
一、正截面受压区加固	68
二、梁、板负弯矩区受弯粘钢加固	71

§ 4.4 湿包钢灌注加固法	75
一、湿包钢灌注加固法的来源	75
二、湿包钢灌注加固法的优点及应用范围	76
三、湿包钢灌注加固法的原理及计算方法	76
§ 4.5 钢结构“点焊湿包钢灌注”加固	80
一、钢结构的病害	80
二、钢结构一般加固的方法	80
三、“点焊灌注湿包钢”加固法	80
第五章 碳纤维复合材料(CFRP)知识初步	82
§ 5.1 什么是碳纤维复合材料(CFRP)	82
一、碳纤维发展的历史与背景	82
二、碳纤维的性能	82
§ 5.2 碳纤维的种类	85
一、粘胶基碳纤维	85
二、聚丙烯腈基(PAN基)碳纤维	87
三、沥青基碳纤维	89
四、其他类型碳纤维	90
五、当今碳纤维材料拉伸强度和弹性模量的极限值	90
§ 5.3 碳纤维复合材料	91
一、碳纤维增强树脂复合材料种类	91
二、碳纤维“预浸料”	91
三、碳纤维预浸料的力学性能	92
四、碳纤维复合材料不同方向力学性能	92
五、碳纤维树脂复合材料的成型	93
§ 5.4 怎样选择适用的碳纤维材料	93
一、从碳纤维的类型方面选择	93
二、从材料的综合因素考虑	96
§ 5.5 碳纤维材料力学性能的测试方法	97
一、碳纤维材料拉伸强度、拉伸模量试验	97
二、碳纤维积层板的弯曲强度、弯曲模量试验	99
三、碳纤维与混凝土粘结强度试验	100
第六章 混凝土结构外粘纤维增强材料(FRP)补强加固计算	102
§ 6.1 碳纤维增强复合材料(CFRP)加固结构的优缺点及特征	102
一、CFRP与钢板补强加固之优缺点比较	102
二、碳纤维复合材料加固结构的功能	103
三、碳纤维复合材料加固结构的特点	103

§ 6.2 纤维复合材料(FRP)补强加固设计的基本要求	104
一、一般设计考虑	104
二、设计思路	104
三、加固类型	104
四、构造要求	105
五、纤维复合材料的选择	105
六、设计材料性能的折减	107
§ 6.3 抗弯构件正截面补强加固计算方法	108
一、假设	108
二、采用纤维复合材料对梁结构补强的设计分析	108
三、梁的弯矩补强设计分析	109
四、工作应力法	109
五、极限弯矩算法	112
六、考虑二次受力计算	115
§ 6.4 抗弯构件斜截面抗剪强度加固计算	118
一、剪切破坏的形态	118
二、斜截面补强加固的形式及有关规定	118
三、斜截面抗剪强度加固前校核	119
四、纤维材料斜截面抗剪补强加固计算	120
§ 6.5 纤维复合材料加固混凝土柱的计算	128
一、轴心受压构件的加固	128
二、钢筋混凝土柱抗剪加固计算	129
§ 6.6 纤维复合材料补强加固设计的构造要求	130
一、构件内转角和外转角	130
二、纤维端剥离脱层	130
三、纤维脱胶处理	130
四、混凝土保护层脱落	131
五、搭接及拼接构造	132
§ 6.7 混凝土板的加固	132
一、无孔混凝土板加固	132
二、有孔混凝土板加固	133
第七章 结构胶的力学性能及本构关系	135
§ 7.1 结构胶的种类	135
一、结构胶的分类	135
二、有机类结构胶	135
三、无机类结构胶	135
§ 7.2 国内外研究结构胶的情况	136

一、国外研究结构胶的情况	136
二、国内研究结构胶的情况	137
§ 7.3 国内外代表性结构胶的力学性能	138
一、国外结构胶	138
二、国内结构胶	143
§ 7.4 YZJ 型结构胶的本构关系	146
一、YZJ-C 结构胶的拉伸全程曲线	146
二、YZJ-C 结构胶的压缩全程曲线	147
三、YZJ-C 结构胶的压、剪全过程曲线	148
四、YZJ-C 结构胶本构特性的概括与结论	149
五、结构胶本身应具备的强度及粘结强度	149
§ 7.5 结构胶本身强度及粘结强度的试验方法	150
一、结构胶本身强度试验方法	150
二、结构胶拉剪粘结强度的测试方法	150
§ 7.6 结构胶的硬度、韧度及疲劳	152
一、结构胶的硬度	152
二、结构胶的韧度	153
三、YZJ-1 型粘钢胶和 YZJ-C 型纤维专用结构胶的“疲劳”试验	154
§ 7.7 结构胶的老化问题	156
一、引起结构胶老化的主要因素	156
二、针对自然环境的加速老化试验	157
三、加速老化与实际自然条件之间的关系	159
四、结构胶的耐水性能	159
五、提高结构胶抗老化的措施	160
§ 7.8 结构胶的强度与温度变化的关系	161
一、结构胶强度与温度的关系	161
二、氧气切割使结构胶粘结强度损伤的试验	162
三、局部焊接使结构胶粘结强度损伤的试验	164
四、结论	165
第八章 建筑结构粘结加固的试验研究	166
§ 8.1 混凝土梁外粘钢板补强加固试验	166
一、混凝土梁外粘钢板补强加固弯曲试验	166
二、混凝土梁外粘钢板加固扭转试验	171
§ 8.2 碳纤维材料(CFRP)加固混凝土梁的弯曲试验	175
一、试验模型尺寸及材料性能	175
二、加固方案及模型编号	176
三、试验荷载的确定及试验内容	177

四、试验结果与分析	177
五、结论	180
§ 8.3 CFRP 材料加固钢结构的试验	181
一、材料性能试验	181
二、工字形截面钢梁试验	184
三、矩形截面钢梁试验	187
四、钢板梁粘碳纤维试验	190
五、钢板粘钢板试验	191
六、钢结构加固试验结果分析及结论	193
§ 8.4 玻璃纤维(GFRP)加固混凝土梁的试验	194
一、试验模型梁加固用材料的力学性能	195
二、试验梁尺寸、材料与加载方式	195
三、试验模型编号与加固方案	196
四、试验结果与分析	196
§ 8.5 芳纶纤维(AFRP)加固混凝土梁的试验	204
一、试验模型材料、尺寸与加载方式	204
二、模型编号与加固方案	204
三、试验结果与分析	204
四、结论	208
§ 8.6 纤维(FRP)加固混凝土矮梁加高截面的试验	208
一、试验模型尺寸、材料与加载方式	208
二、试验模型编号与加固方案	209
三、试验结果与分析	209
§ 8.7 碳纤维加固裂缝混凝土梁的试验	215
一、裂缝混凝土梁试验模型	215
二、试验梁预裂缝部位及测点布置	216
三、试验结果与分析	216
四、结论	219
§ 8.8 多层 CFRP 加固混凝土梁“应力滞后”及纤维端部应力集中的试验	220
一、试验模型与应变片布置	220
二、试验结果与分析	220
第九章 建筑结构外粘钢板和 FRP 补强加固的施工技术	226
§ 9.1 工程结构外粘钢板补强加固的施工技术	226
一、混凝土结构外粘钢板施工流程	226
二、外粘钢板材料处理及施工要求	226
三、被粘混凝土构件处理及施工要求	228

四、结构胶的配制及技术要求	229
五、“湿包钢灌胶粘钢”加固施工要求	230
§ 9.2 工程结构外粘增强纤维(FRP)补强加固的施工技术	231
一、碳纤维补强加固的施工流程及剖面图	231
二、被加固混凝土表面处理	232
三、底胶涂布	233
四、修补胶修补混凝土	233
五、浸渍胶涂底	234
六、粘贴纤维布	234
七、浸渍胶上涂	234
八、表面涂饰	235
九、碳纤维补强加固施工质量控制	235
 第十章 工程加固实例	 238
§ 10.1 粘钢加固技术在提高桥梁承载能力上的应用	238
一、引言	238
二、大桥质量检测	238
三、大桥加固内力验算	239
四、粘钢加固设计与计算	241
五、粘钢加固方案与施工工艺	242
六、结语	244
§ 10.2 灌胶粘钢技术在黄河万家寨水电站尾水管修型中的应用	244
一、问题的提出	244
二、修型的模型试验	245
三、尾水管修型范围及形状	245
四、尾水管修型方案	246
五、修型采用的新材料与新技术	247
六、修型产生的效益	249
§ 10.3 拉浪水电站弧形钢闸门检测、计算及粘钢补强加固	249
一、引言	249
二、闸门存在的主要问题	250
三、加固方案与加固后验算	251
四、“点焊灌胶粘钢法”及施工工艺	254
五、加固后原型检测结果	254
§ 10.4 抗震结构粘钢加固动力计算、试验与实践	256
一、问题的提出	256
二、抗震结构有限元计算	257
三、抗震结构动力试验分析	259

四、动力试验结果分析	261
五、结论	262
§ 10.5 某银行钢筋混凝土框架梁粘钢加固现场试验分析	262
一、引言	262
二、加固情况简介	263
三、试验的目的与要求	263
四、试验方法	264
五、试验结果与分析	265
六、结论	268
§ 10.6 顺德电厂副厂房粘钢加固抗震实例	269
一、引言	269
二、现场动力参数的测定	269
三、结构静力计算	271
四、动力计算	272
五、粘钢加固计算	275
六、粘钢加固抗振试验	276
七、粘钢后结构自振频率计算	278
八、结论	278
附 表	279
附表一 常用碳纤维布型号及性能指标	279
附表二 常用碳纤维压制板的型号及性能指标	283
附表三 常用高强玻璃纤维布型号及性能指标	285
附表四 常用芳纶纤维布型号及性能指标	285
附表五 混凝土强度等级及弹性模量	286
附表六 钢筋强度标准值及弹性模量	287
附表七 裂缝控制等级、混凝土拉应力限制系数及最大裂缝宽度允许值	288
附表八 受弯构件的容许挠度	289
附表九 钢筋的计算截面面积及公称质量表	289
附表十 混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率 $\rho_{\min}(\%)$	290
附表十一 配置热轧钢筋受弯构件的最大配筋百分率 $\rho_{\max}(\%)$	290
附表十二 常用钢板截面特性表	290
参 考 文 献	292

第一章 绪 论

§ 1.1 来自课堂的提问

20 世纪 60 年代,在南非土木建筑工程学院发生了一件有趣的事,建筑结构教授佛利明(Fleming)在上课的时候,他的学生柯英(King)站起来提了个问题:“老师,有位建筑工程师在建造房屋时,在一根承重的混凝土梁中‘忘记’了配置钢筋。请问,在现场不改变原梁的截面和型式的条件下,有办法使它恢复原设计的承载能力吗?”佛利明教授停顿了片刻,想了想,给予了肯定的答复:“可以。”从此,佛利明教授和他的学生柯英开始了在素混凝土梁上外粘钢板补强加固的第一根梁试验,试验结果令人满意。他们试验的成功,在建筑加固行业掀起了革命性的变化,推动着 20 世纪 70 年代至 90 年代加固技术波澜壮阔的发展,粘钢加固技术在历史上创造出了辉煌的业绩。

世界上有些事情往往有着惊人的相似,20 世纪 90 年代,在我国武汉某大学,东方教授在上课的时候,一位学生提问:“东方教授,有位建筑工程师,建造房屋时,在一个框架结构中‘忘记’浇筑一根混凝土梁,请问,在两根没有预留钢筋的框架柱之间,能加上一根承重的框架梁吗?”东方教授的答复也是肯定的:“‘植筋技术’可以解决这个问题”。从 90 年代起“植筋技术”迅速发展,在房屋改造和工程加固中发挥出了巨大的作用。

历史就像奔腾不息的长江,新的思想、新的材料、新的技术层出不穷,工程加固行业也是如此。在加大截面法、外包钢加固法、预应力加固法、改造结构传力途径法的基础上,出现了粘钢加固法、植筋加固法以及当前正在兴起的“增强纤维(FRP)加固法”等。增强纤维加固技术应用的范围和兴起的热潮十分相似 20 世纪 80~90 年代粘钢技术的形势,科学技术一旦转化为生产力,它释放出的能量势不可挡。相信随着历史的发展,必将会出现更多、更新、更好的加固方法和技术。

§ 1.2 粘钢加固技术的缘起

一、国外研究的情况

粘结技术在工业领域中的应用,最早可追溯到 20 世纪 30 年代,但是,用钢板直接粘在混凝土建筑物上进行补强加固,最早要数南非学者 Fleming 和 King 了,他们在 1967 年做了

素混凝土梁外粘钢板代替钢筋的试验^[17],他们将钢板粘贴在混凝土梁跨中三分之一部分的底部受拉侧,开始了世界上第一根在混凝土梁上外粘钢板的抗弯试验,开创了粘钢加固补强的先河。之后,1977年英国学者埃尔文(Irwin)将钢板粘贴在混凝土梁上进行试验并取得了良好的效果。在此基础上,1983年在英国塞菲尔大学,成功地用外粘钢板技术在一座公路桥上,使原来限载量 110t 的桥通过了 500t 载重的卡车,运输研究试验室成功地将粘钢补强加固技术用于生产实践。这个时期,英国运输与道路研究所,前苏联莫斯科建工学院以及美国、日本都在进行桥梁加固的研究。1978年麦卡敦奥达(Macdonald)用试验的方法得出了混凝土梁粘钢后对刚度的影响,并做出了荷载—挠度关系曲线。1984年美国的霍尔曼(J. W. Holman)等人写出了用粘钢板方法对混凝土梁进行抗扭加固的研究报告。在他们的研究报告之前,美国的 Byrd、Tallamy 和 Lewis 联合公司用外粘钢板法成功地加固了加利福尼亚的一座桥梁。1971年美国加州圣佛南多大地震,使高 137m 的市政大厦及一座 10 层医院大楼遭到破坏,该建筑物在修复加固中也采用了粘钢加固技术。日本在粘结方面的研究开展得也比较早,他们专门成立有粘结协会,发表了不少有关粘结应力方面的文章,如冈岛贞男等人的《粘结夹层梁的振动分析》,古川淳二的《粘结和破坏理论》等。瑞士材料试验研究所关于《用粘结钢板的方法加固钢筋混凝土构件》的文章,对外粘钢板加固混凝土构件的钢板限量及钢板与混凝土之间的应力分布进行了分析,并制定了设计的规范。此外,德国、意大利、印度等国在这几十年里也都做了许多试验研究、理论分析、工程实践和检测评估,证明在混凝土构件外粘钢板加固补强技术是成熟的和有效的。但是,钢板与钢板的粘结,见到的文章很少。美国的格斯帕尼(A. Gasparini)等人于 1990 年发表了《钢板与钢板用粘结剂连接》的文章。这可能是钢粘钢技术应用的开始。

二、国内研究的情况

我国第一个采用粘钢方法加固的工程是于 1978 年完成的辽阳化纤总厂变电所大楼的承载梁,该梁因设计配筋不足,有几根梁多处出现裂缝,宽度超过允许值,造成病危结构。由于该厂是法国援建项目,采用法国西卡杜尔 31[#] (Sika-Dur31[#]) 建筑结构胶进行粘钢加固,收到了良好的效果,开创了我国粘钢加固的先例。由于粘钢加固性能优良比传统加固方法省工、省料、安全可靠,我国政府决定引进并推广这一技术。1980 年国家建设部正式下达了“建筑结构胶粘剂研制及应用技术推广”的研究课题,由中国科学院大连化学物理研究所与辽宁建筑科学研究所共同研制。1983 年 7 月,成功地研制出了 JGN 型建筑结构胶,并通过了鉴定。JGN 型建筑结构胶的问世,为在国内开展粘钢加固技术创造了条件,打下了基础,并在全国进行了工程试用,收到了良好的经济效益和社会效益,从此,粘钢加固技术的研究和应用在国内迅速开展起来。

首先,辽宁建筑科学研究所制定了《静荷载作用下受弯构件加固技术规定》。1984 年卢玉符写出了《钢筋混凝土受弯构件外部粘钢加固技术的试验研究》和《JGN 胶及其在钢筋混凝土结构加固中的应用》的文章。1984 年 8 月,上海公路管理处张先梅等学者写出了《钢筋