

GONGLU SHIGONG JISHU YU GUANLI

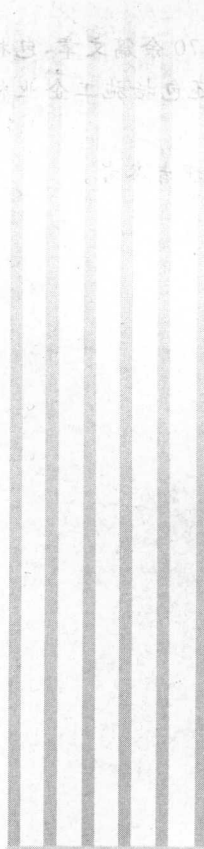
徐海军 主编

公路 施工技术与管埋



人民交通出版社

China Communications Press



主 编：徐海军

徐海军 主编

公路 施工技术与管 理



人民交通出版社

China Communications Press

责任编辑：徐海军
封面设计：徐海军
版式设计：徐海军
印刷：徐海军
装订：徐海军
发行：徐海军
地址：徐海军
电话：徐海军
邮编：徐海军
网址：徐海军

内 容 提 要

本书为河北交通行业从业人员多年从事工作实践总结。全书收录 70 余篇文章,包括公路工程施工技术,公路工程施工管理,公路与桥梁养护与维修加固,同时还包括施工企业相关管理经验。

本书可供从事公路工程施工技术、管理、养护等技术人员及企业管理者参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路施工技术与管理/徐海军主编. —北京:人民交通出版社, 2007.5

ISBN 978 - 7 - 114 - 06470 - 8

I . 公… II . 徐… III . ①道路工程 - 工程施工②道路工程 - 施工管理 IV . U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 041593 号

书 名:公路施工技术与管理

著 作 者:徐海军

责任编辑:师 云

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010) 85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:廊坊市长虹印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:19.5

字 数:483 千

版 次:2007 年 5 月第 1 版

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 114 - 06470 - 8

定 价:38.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

人民交通出版社公路图书介绍

一、教材类

(一) 学历教材类

21 世纪交通版高等学校教材

1. 交通工程总论(第二版)(徐言谦) 32 元
2. 交通工程学(任福田) 42 元
3. 交通管理与控制(第三版)(吴 兵) 25 元
4. 道路通行能力分析(陈宽民) 27 元
5. 交通工程设计理论与方法(马荣国) 40 元
6. 公路网规划(裴玉龙) 27 元
7. 交通工程专业英语(裴玉龙) 28 元
8. 交通运输工程导论(姚祖康) 22 元
9. 交通流理论(王殿海) 21 元
10. 交通系统仿真技术(刘运通) 26 元
11. 停车场规划设计与管理(关宏志) 30 元
12. 交通工程设计(李峻利) 35 元
13. 智能运输系统概论(杨兆升) 25 元
14. 运输经济学(严作人) 40 元
15. 道路交通工程系统分析方法(王 炜) 28 元
16. 道路交通安全(裴玉龙) 32 元
17. 交通调查与分析(第二版)(严宝杰) 38 元
18. 交通工程专业生产实习指导书(朱从坤) 7 元
19. 交通运输设施与管理(郭忠印) 33 元
20. 道路交通安全法规概论及案例分析(裴玉龙) 29 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

21. 道路勘测设计(第二版)(杨少伟) 40 元
22. 《道路勘测设计》毕业设计指导(许金良) 30 元
23. 测量学(第二版)(许姝姝) 34 元
24. 道路建筑材料(第四版)(李立寒) 35 元
25. 道路工程制图(第四版)(谢步瀛) 36 元
26. 道路工程制图习题集(袁 果) 26 元
27. 土质学与土力学(第三版)(高大钊) 26 元
28. 公路工程地质(第三版)(姜明健) 23 元
29. 专业英语(第二版)(李 嘉) 30 元
30. 公路经济学教程(袁剑波) 23 元
31. 道路结构力学计算(上、下)(郑传超、王秉纲) 50 元
32. 道路工程(土木工程专业)(凌天清) 30 元
33. 路基路面工程(第二版)(邓学均) 52 元
34. 高速公路(第二版)(方守恩) 21 元
35. 高速公路设计(赵一飞) 38 元
36. 城市道路设计(吴瑞麟) 22 元
37. GPS 测量原理及其应用(胡伍生) 28 元
38. 公路测设新技术(钟应) 36 元
39. 道路与桥梁工程计算机绘图(许金良) 31 元
40. 公路小桥涵勘测设计(第三版)(孙家驷) 31 元
41. 路基设计原理与计算(李峻利) 40 元
42. 公路施工组织及概预算(张起森) 27 元
43. 路基路面工程检测技术(李宇峙) 46 元
44. 公路土合成材料应用原理(黄晓明) 22 元
45. 水泥与水泥混凝土(申爱琴) 30 元
46. 环境经济学(董小林) 32 元
47. 公路环境与景观设计(刘朝辉) 30 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

48. 桥梁工程(第二版)(土木、交通工程)(邵旭东) 52 元
49. 隧道工程(第二版)(上)(王毅才) 65 元
50. 基础工程(第三版)(王晓谋) 33 元
51. 桥涵水文(第三版)(高冬光) 24 元
52. 水力学(王亚玲) 19 元
53. 桥梁检测与加固(王国鼎) 27 元
54. 桥梁钢—混凝土组合结构设计原理(黄 侨) 26 元
55. 桥梁结构试验(章关永) 22 元
56. 桥梁抗震(叶爱君) 15 元
57. 大跨度桥梁结构计算理论(李传习) 18 元
58. 现代钢桥(上)(上下册)(吴 冲) 34 元
59. 钢桥(徐君兰) 16 元
60. 隧道结构力学计算(夏永旭) 29 元
61. 公路隧道运营管理(吕康成) 22 元
62. 高等桥梁结构理论(项海帆) 35 元
63. 高等钢筋混凝土结构(周志祥) 27 元
64. 结构分析的有限元法与 MATLAB 程序设计(徐荣桥) 28 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

65. 桥梁计算示例丛书—桥梁地基与基础(赵明华) 16 元
66. 桥梁计算示例丛书—悬索桥(徐君兰) 16 元
67. 桥梁计算示例丛书—混凝土简支梁(板)桥(第三版)
(易建国) 27 元
68. 桥梁计算示例丛书—拱桥(第二版)(王国鼎) 36 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

69. 工程项目融资(赵 华) 29 元
70. 管理信息系统(李友根) 31 元
71. 公路工程定额原理与估价(石勇民) 34 元
72. 工程风险管理(邓铁军) 21 元
73. 工程质量管理与管理(邹晓光) 29 元
74. 公路工程造价编制与管理(沈其明) 31 元
75. 工程项目招标与投标(周 直) 30 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

76. 施工机械概论(王 进) 35 元
77. 公路施工机械(李自光) 43 元
78. 现代工程机械发动机与底盘构造(陈新轩) 38 元
79. 工程机械维修(许 安) 38 元
80. 工程机械状态检测与故障诊断(陈新轩) 29 元
81. 工程机械底盘设计(郁录平) 36 元
82. 公路工程机械化施工与管理(郭小宏) 40 元
83. 工程机械设计(吴永平) 38 元

21 世纪交通版交通土建高职高专规划教材

1. 工程力学(第二版)(孔七一) 26 元
2. 结构力学(第二版)(李 轮) 23 元
3. 工程测量(第二版)(李仕东) 24 元
4. 道路工程专业英语(薛廷河) 29 元
5. 公路施工技术(俞高明) 26 元
6. 基础工程(陈冀松) 19 元
7. 公路工程造价(陆春其) 24 元
8. 公路施工组织设计(马敬坤) 16 元
9. 交通工程学基础(张郁生) 19 元
10. 公路工程建设招标与投标(文德云) 30 元

11. 公路养护技术与管理(彭富强)	16 元
12. 城市道路设计(王连威)	24 元
13. 工程机械与施工用电(王定祥)	33 元
14. 公路建设与环境保护(田 平)	26 元
15. 建筑力学(上、下)(罗 奕)	53 元
16. 道路工程制图(第二版)(刘松雪)	25 元
17. 道路工程制图习题集(第二版)(曹雪梅)	24 元
18. 道路建筑材料(第二版)(姜志青)	29 元
19. 道路建筑材料试验指导书(姜志青)	22 元
20. 工程测量实训指导(马真安)	16 元
21. 工程地质(第二版)(齐丽云)	23 元
22. 结构设计原理(第二版)(孙元桃)	23 元
23. 土质与土力学(第二版)(孟祥波)	21 元
24. 桥涵水力水文(第二版)(舒国明)	23 元
25. 公路概论(第二版)(高红宾)	22 元
26. 公路勘测设计(陈方晔)	23 元
27. 公路设计(金仲秋)	36 元
28. 路基路面工程(栗振峰)	31 元
29. 桥涵设计(白淑毅)	26 元
30. 桥涵施工技术(第二版)(王常才)	33 元
31. 桥梁施工组织与管理基础(王 洁)	21 元
32. 桥梁工程(李辅元)	39 元
33. 公路工程检测技术(第二版)(金 桃)	28 元
34. 路基路面检测技术(杨晓丰)	25 元
35. 公路工程项目管理(陈 烈)	27 元
36. 公路工程施工监理基础(李文不)	24 元
37. 公路工程施工招标投标文件编制示例(文德云)	38 元
38. 公路建设法规概论(田 文)	14 元
39. 公路工程试验仪器使用与维护(李玉珍)	30 元
40. 公路隧道施工(黄成光)	59 元
41. 公路工程 CAD 基础教程(郑益民)	26 元
42. 工程机械与施工用电(王定祥)	33 元
43. 汽车安全检测(杜兰卓)	25 元
44. 公路路政管理(马彦芹)	18 元
45. 特殊地区公路(王海春)	23 元
46. 公路小桥涵勘测方法与示例(薛安顺)	36 元
47. 公路工地试验室建设与管理(金 桃)	16 元
48. 公路工程财务管理(史恩静)	15 元
49. 合同管理(刘三会)	23 元
50. 公路施工监理(唐杰军)	30 元
51. 路基路面施工技术(文德云)	30 元
52. 高等级公路维护与管理(高占云)	24 元

交通职业技术学院路桥专业教学参考书

1. 公路工程试验实训(DVD)(制作组)	48 元
2. 毕业设计与毕业答辩指导(上)(李文刚)	15 元
3. 毕业设计与毕业答辩指导(下)(苏建林)	17 元
4. 课程设计指导(田 平)	27 元
5. 《地质与土质》实习实验指导(朱建德)	12 元
6. 试题集及题解(第二版)(1~4辑)(张润虎)全套	108 元

高等学校应用型本科规划教材

1. 结构设计原理(黄平明)	47 元
2. 土质学与土力学(赵明阶)	30 元
3. 桥梁工程(刘龄嘉)	45 元
4. 公路工程试验检测(乔志琴)	47 元
5. 路桥工程专业英语(赵永平)	44 元

6. 道路建筑材料(伍必庆)	37 元
----------------------	------

普通高等学校教材

1. 交通土建工程制图(第二版)(和丕壮)	38 元
2. 交通土建工程制图习题集(第二版)(和丕壮)	20 元
3. 道路规划与设计(李清波)	46 元
4. 桥梁工程(姚玲森)	35 元
5. 交通土木工程测量(张坤宜)	33 元
6. 公路实用勘测设计(何景华)	19 元
7. 公路计算机辅助设计(符铎砂)	30 元
8. 土木工程计算机绘图基础(尚守平)	39 元
9. 土木工程水文学(叶镇国)	26 元
10. 土木工程水文学原理及习题解法指南(叶镇国)	33 元
11. 软土工程施工技术与环境保护(杨林德)	28 元
12. 桥梁建筑美学(盛洪飞)	56 元
13. 拱桥连拱计算(第二版)(王国鼎)	35 元
14. 公路桥梁电算(第二版)(杨炳成)	35 元
15. 桥梁桩基计算与检测(赵明华)	24 元
16. 预应力混凝土结构设计原理(李国平)	25 元
17. 结构稳定与稳定内力(李存权)	23 元
18. 无粘结与部分预应力结构(房贞政)	19 元
19. 地铁与轻轨(第二版)(张庆贺)	39 元
20. 桥梁施工及组织管理(上)(99版)(黄绳武)	36 元
21. 桥梁施工及组织管理(下)(99版)(苏寅申)	29 元
22. 交通工程学(第二版)(李作敏)	28 元
23. 施工企业经营管理(陈传德)	24 元
24. 工程项目管理(周 直)	20 元
25. 现代工程机械液压与液力系统(顾荣庆)	39 元
26. 水泥混凝土路面施工与施工机械(何挺继)	30 元
27. 现代公路施工机械(何挺继)	45 元
28. 工程机械机电液一体化(焦生杰)	28 元
29. 高等学校会计(谢军占)	30 元

(二)培训教材类

公路工程监理培训教材

1. 公路施工环境保护监理(浙江省交通厅工程质量监督站)	28 元
2. 监理概论(第二版)	
3. 费用监理(第二版)	
4. 进度监理(第二版)	
5. 工程质量监理(第二版)	
6. 合同管理(第二版)	
7. 安全监理	

公路工程试验检测技术培训教材

1. 公路几何线形检测技术(赵一飞)	16 元
2. 路基路面试验检测技术(张 超)	45 元
3. 桥涵工程试验检测技术(王建华)	28 元
4. 隧道工程试验检测技术(陈建勋)	22 元
5. 交通工程试验检测技术(王建军)	25 元

高速公路从业人员培训教程

1. 收费岗位	35 元
2. 养护岗位	48 元
3. 路政岗位	40 元
4. 机电岗位	30 元

农村公路建设养护与管理人员培训教材

1. 农村公路(陕西交通厅)	60 元
----------------------	------

公路工程造价工程师资格考试培训教材

1. 公路工程造价管理相关知识	
-----------------------	--

2. 公路工程定额的编制与管理
3. 公路工程造价编制与项目经济评价
4. 公路工程技术
5. 公路工程施工招投标与费用控制
6. 公路工程造价工程师考试复习指南
7. 考试复习题库

注册土木工程师(岩土)专业考试复习导航与习题精解

1. 浅基础、深基础与地基处理(李镜培、楼晓明、叶观宝) 42 元
2. 地震工程与特殊条件下的岩土工程(周健、高广运) 36 元

二、手册、工具书类

(一)公路与桥涵勘察设计系列

1. 预应力技术及材料设备(第二版)(朱新实、刘效尧) 52 元
2. 道路勘测设计软件开发与应用指南(朱照宏) 78 元
3. 现代工程测量仪器应用手册(冯晓) 78 元
4. 公路排水设计手册(姚祖康) 26 元
5. 公路设计手册 路面(第三版)(姚祖康主编) 55 元
6. 公路设计工程师手册(刘伯莹、姚祖康) 82 元
7. 桥梁设计工程师手册(林元培) 估价 150 元
8. 公路小桥涵手册(河北交规院) 30 元
9. 公路设计交通安全审查手册(冯桂炎) 36 元
10. 降低造价公路设计指南(部公路司) 60 元
11. 新理念公路设计指南(部公路司) 80 元
12. 公路灵活性设计指南(美国联邦公路管理局著) 65 元
13. 山区高速公路勘察设计指南(中交一勘院) 48 元
14. 简明公路桥涵设计实用指南(孟广文) 32 元

(二)公路与桥涵施工系列

1. 简明公路施工手册(第三版)(杨文渊 徐 犇) 128 元
2. 路桥施工计算手册(周水兴) 92 元
3. 公路施工测量手册(聂让等) 43 元
4. 公路施工手册 路基(路桥集团第二工程局) 138 元
5. 桥涵(上)新版(公路一局) 132 元
6. 桥涵(下)新版(公路一局) 143 元
7. 桥梁施工违规纠正手册(苏权科) 45 元
8. 桥梁施工专项技术指南(桂业理) 85 元
9. 隧道防水工程指南(吕康成) 43 元
10. 隧道施工组织管理指南(吴焕通) 68 元
11. 交通土建软土地基工程手册(河海大学) 138 元
12. 建(构)筑物地基基础特殊技术论文集 60 元
13. 美国沥青再生指南(美国沥青再生协会编著) 70 元
14. 现代混凝土配合比设计手册(张应立) 92 元
15. 混凝土全过程质量管理手册(张应立) 49 元
16. 公路工程混合料配合比设计与试验技术手册(徐培华) 50 元
17. 公路工程新材料及其应用指南(廖正环) 34 元
18. 公路工程施工质量检查与验收手册(周绪利) 118 元
19. 公路工程施工项目试验员实用手册(万材柏) 48 元
20. 公路路基路面环保工程质量检验评定实用手册(熊焕荣) 70 元
21. 公路工程施工质量控制与检查实用手册(王云明等) 72 元
22. 公路工程(竣)交工验收指南(胡保存) 54 元
23. 公路工程施工组织设计编制手册(王洪江) 48 元
24. 公路水泥混凝土路面施工技术规范实施与应用指南(傅 智) 44 元

(三)公路工程常用数据系列手册

1. 桥梁设计常用数据手册(本书编委会) 92 元
2. 桥梁施工常用数据手册(张峻义) 119 元
3. 道路设计常用数据手册(李 嘉) 35 元
4. 道路施工常用数据手册(姚占勇) 89 元

(四)公路工程建设管理系列

1. 公路工程概预算手册(沈其明) 80 元
2. 公路工程项目计量与支付手册(邬晓光) 72 元
3. 路桥工程施工项目管理实用手册(杨思民) 42 元
4. 英汉道路工程词汇(第四版)(黄兴安) 118 元
5. 公路技术词典(交通部) 126 元
6. 公路工程国内招标文件范本(2003年版)(上、下册) 92 元
7. 公路工程勘察设计招标文件范本 68 元
8. 公路工程勘察设计招标资格预审文件范本 16 元
9. 公路工程勘察设计招标投标指南(张宝胜) 59 元
10. 公路建设招标投标法规文件汇编 24 元
11. 公路基本建设与交通工程概预算编制办法及各省补充规定汇编 29 元
12. 公路工程招标与投标指南(王清池等) 45 元
13. 公路工程计价指南(杨子敏) 68 元
14. 交通工程手册(公路学会) 88 元
15. 西部通县公路建设技术指南(部公路司) 50 元
16. 高速公路运营管理指南(曾江洪) 65 元
17. 公路建设管理法规文件汇编(2006年版)(交通部公路司) 65 元
18. 桥梁监理工程师指南(增订版)(王文涛) 26 元
19. 桥梁与隧道施工监理指南(刘吉士) 33 元
20. 公路工程施工监理质量控制技术手册(文德云) 96 元
21. 公路施工质量监理实施细则(熊广忠) 98 元
22. 交通建设监理法律法规文件汇编(中国交通建设监理协会) 38 元
23. 交通工程施工监理指南(苏权科) 58 元
24. 道路交通安全指南(刘运通) 58 元
25. 公路交通安全设施标准汇编 92 元
26. 高速公路连网收费暂行技术要求 40 元
27. 高速公路通行车辆计重收费实施指南(孙兴焕) 26 元

(五)公路工程养护系列

1. 水泥混凝土路面养护维修手册 32 元
2. 高速公路养护管理手册(手册编委会) 98 元
3. 湖北省京珠高速公路桥梁养护技术手册 50 元

(六)公路工程筑路机械与设备系列

1. 公路机械化施工手册(何挺继) 98 元
2. 公路机务管理手册(中国筑机学会) 50 元
3. 筑路机械手册(何挺继) 175 元
4. 国外公路工程机械技术性能手册 32 元
5. 简明工程机械施工手册(杨文渊) 68 元

三、丛书类

(一)当代交通领域重要著作丛书

1. 沥青及沥青混合料路用性能(沈金安) 68 元
2. 路面分析与设计(黄仰贤·美,余定选译) 70 元
3. 现代桥梁抗风理论与实践(项海帆) 70 元

(二)交通科技丛书

1. 水泥混凝土路面设计与施工(王秉纲) 48 元
2. 混凝土搅拌理论与设备(冯志绪) 22 元
3. 水泥混凝土路面设计理论与方法(姚祖康) 38 元
4. 道路安全工程(郭忠印) 55 元
5. 高速公路软土地基处理技术(中交一勘院) 30 元
6. 路面管理系统原理(潘玉利) 38 元
7. 沥青路面施工与维修技术(郝培文) 35 元
8. 高等级公路半刚性基层沥青路面(沙庆林) 78 元
9. 高速公路收费系统理论与方法(刘伟铭) 45 元

10. 水泥混凝土路面滑模施工技术(傅智)	58 元
11. 乳化沥青与稀浆封层技术(乳化沥青学组)	26 元
12. 沥青路面施工机械与机械化施工(筑机学会)	45 元
13. 悬索桥结构非线性分析理论与方法(潘永仁)	26 元
14. 道路交通组织优化(翟忠民)	56 元
15. 停车场规划设计与管理(关宏志)	30 元
16. 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理(张树仁)	45 元
17. 改性沥青及其乳化技术(第二版)(杨林江)	26 元
18. 组合梁抗扭分析与设计(胡少伟)	38 元
19. 高速公路沥青路面早期损坏分析与防治对策(沈金安)	70 元
20. 预应力混凝土桥梁新技术—探索与实践(周志祥)	30 元
21. 沥青混凝土路面机群施工配置(郭小宏)	30 元
22. 山区公路路基稳定理论与实践(陈谦应)	36 元
23. 沥青路面结构行为理论(孙立军)	70 元
24. 特大跨径拱桥研究与实践(刘士林)	35 元
25. 公路边坡稳定技术(邓卫东)	60 元
26. 高速公路沥青路面设计理论与方法(黄晓明)	68 元

(三)现代桥梁技术丛书

1. 斜拉桥(第二版)(林元培)	38 元
2. 预应力混凝土梁拱组合体系桥梁(金成樟)	48 元
3. 桥梁深水基础(刘自明)	68 元

(四)同济大学现代桥梁技术丛书

1. 组合结构桥梁(刘玉攀)	39 元
2. 桥梁造型(陈艾荣)	120 元

(五)公路桥梁设计丛书

1. 悬索桥设计(雷俊卿)(第十一届全国优秀科技图书获奖书目)	56 元
2. 桥梁通用构造及简支梁桥(胡光同)	25 元
3. 刚架桥(邹晓光)	23 元
4. 预应力混凝土连续梁桥设计(徐岳)	55 元
5. 斜拉桥(刘士林)	50 元

(六)公安部、建设部实施畅通工程科技丛书

1. 城市交通管理规划指南	30 元
2. 城市道路交通设计指南	30 元
3. 城市交通管理评价体系	30 元

(七)公路建设百问丛书

1. 隧道设计与施工百问(第二版)(李宁军)	42 元
2. 桥梁施工百问(刘吉士)	52 元
3. 公路建设管理知识百问(杨琦)	30 元
4. 桥梁检测与维修加固百问(徐卉)	25 元
5. 公路工程概预算百问(邢凤岐)	18 元
6. 公路工程质量问题及防治措施百问(王国清)	35 元
7. 桥梁设计百问(第二版)(邵旭东)	44 元
8. 公路设计百问(李嘉)	38 元
9. 公路施工项目管理知识百问(廖正环)	22 元
10. 路基路面施工百问(锥应)	30 元
11. 公路施工测量百问(许姮姮)	32 元

(八)岩土工程丛书

1. 工程降水设计施工与基坑渗流理论(吴林高)	30 元
2. 深基础工程特殊技术问题(史佩栋)	72 元
3. 大型超深基坑工程实践与理论(赵锡宏)	35 元
4. 沉井沉箱施工技术(周申一等)	38 元
5. 英汉对照图示基础工程学(史佩栋)	30 元

(九)公路行业名师文丛

1. 可与共学(姚祖康)	60 元
2. 聚珍求索(张登良)	78 元

3. 上善若水(朱照宏)	108 元
4. 止于至善(邓学钧)	138 元

(十)润扬长江公路大桥建设丛书

1. 建设管理	60 元
2. 科研·试验与勘测	98 元
3. 悬索桥	109 元
4. 斜拉桥	62 元
5. 钢桥面铺装	40 元
6. 交通工程估价	35 元
7. 摄影专著	168 元

(十一)公路旧桥检测评定与加固技术丛书(全套估价200元)

1. 混凝土旧桥材质状况及耐久性检测评定指南及工程实例	
2. 公路旧桥加固成套技术及工程实例	
3. 公路旧桥承载能力评定方法及工程实例	
4. 公路旧桥检算分析指南及工程实例	
5. 公路桥梁试验检测技术培训教程	

四、一般科技图书

(一)公路桥涵勘测设计系列

1. 道路三维智能集成设计技术(郭腾峰)	53 元
2. 公路工程实用电算(廖正环)	30 元
3. 公路CAD技术(许金良)	14.6 元
4. 现代公路勘测设计实用技术(第二版)(刘培文)	53 元
5. 全站仪与高等级公路测量(聂让)	20 元
6. 高等级公路控制测量(聂让)	33 元
7. 公路工程测量员必读(李仕东)	45 元
8. 现代公路测量实用程序及其应用(王建忠)	45 元
9. 国外沥青路面设计方法总汇(沈金安)	80 元
10. 复合式路面设计原理与施工技术(胡长顺)	23 元
11. 公路挡土墙设计(陈忠达)	19 元
12. 土压力计算原理与网状加筋土挡土墙设计理论 (高江平)	20 元
13. 路面可靠性(汪福卓译)	19 元
14. 桥梁审美原理(徐风云)	70 元
15. 现代混凝土结构技术(郑建岚)	20 元
16. 斜拉桥设计(刘士林)	95 元
17. 桥梁工程结构中的负剪力滞效应(张士铎)	20 元
18. 桥梁结构空间分析设计方法与应用(戴公连)	25 元
19. 公路桥梁荷载横向分布计算方法(贺栓海)	20 元
20. 公路小桥涵设计示例(刘培文)	44 元
21. 桥梁悬臂施工与设计(雷俊卿)	34 元
22. 桥梁钢筋混凝土结构设计原理计算示例(黄侨)	40 元
23. 桥梁结构地震响应分析与抗震设计(谢旭)	44 元

(二)公路桥涵施工系列

1. 高等级公路路基路面施工质量控制技术(徐培华)	50 元
2. 公路路基施工要点与质量控制(王书斌)	50 元
3. 高速公路通信管道设计与施工—路肩敷设法(冯治安)	30 元
4. 高等级公路软土地基路堤设计与施工技术(王晓谋)	25 元
5. 水泥混凝土路面改建技术(刘荣等)	26 元
6. 日本铺装技术答疑(深圳海川工程科技有限公司译)	60 元
7. 压实与摊铺(美卓戴纳派克公司)	58 元
8. 半刚性路面材料结构与性能(沙爱民)	13.8 元
9. 公路挡土墙施工(陈忠达)	29 元
10. 公路支挡结构(凌天清等)	46 元
11. 边坡工程处治技术(赵明阶)	38 元
12. 塑料板排水法加固软基工程实例集	26 元

13. 真空排水预压法加固软土技术(姜 炎)	20 元
14. 加筋土工程设计与施工(何光春)	23 元
15. 沥青混合料粘弹性力学及材料学原理(刘立新)	28 元
16. 公路土石混填路基压实度波动检测技术应用(赵明阶)	30 元
17. 现代公路工程爆破(刘运通)	52 元
18. 路基路面施工及组织管理(张 润)	39 元
19. 工程施工组织设计编制与管理(李 辉)	30 元
20. 斜拉桥换索工程(第二版)(王文涛)	38 元
21. 混凝土斜梁桥(黄平明)	18 元
22. 悬索桥上部结构施工(周昌栋)	60 元
23. 桥梁施工控制技术(向中富)	39 元
24. 高墩大跨连续刚构桥(马宝林)	25 元
25. 刚构-连续组合梁桥(王文涛)	30 元
26. 桥梁结构高耐久性混凝土设计与施工规程	6 元
27. 桥梁施工控制——无应力状态法理论与实践(秦顺全)	28 元
28. 灌注桩检测与处理(张 宏)	22 元
29. 公路桥梁荷载试验(湛润水)	58 元
30. 中承式钢管混凝土系杆拱桥—京杭运河特大桥设计与 施工(倪顺龙)	43 元
31. 预应力混凝土连续箱梁桥裂缝分析与防治(朱汉华)	28 元
32. 盾构隧道(张凤祥)	128 元
33. 顶管施工技术(新版)(余彬泉)	31 元
34. 公路钢波纹管涵洞设计与施工(李祝龙)	35 元
35. 公路水运工程试验检测人员业务考试大纲(2007 版)(交 通部基本建设质量监督总站)	20 元
38. 产业废弃物在土建工程中的再利用(张凤祥)	38 元
(三)公路工程建设管理体系	
1. 《中华人民共和国道路交通安全法》通释(张世诚)	16 元
2. 农村公路建设与管理必读(中国公路建设行业协会)	43 元
3. 高等级公路建设与管理(吴海燕)	17 元
4. 公路工程施工管理用表(王大庆)	68 元
5. 公路工程工程量清单计量规则	50 元
6. 公路工程施工项目管理实务	68 元
7. 公路建设项目环境后评价分析(董小林)	26 元
8. 现代道路交通测试技术(孙朝云)	23 元
9. 平原区高速公路新技术应用与管理实践(张红春)	60 元
10. 超长桥梁建设的序幕(刘建新译)	35 元
11. 桥梁工程估算及概预算编制实例(袁 方)	28 元
12. 公路施工组织及概预算(1999 年)(张起森)	27 元

13. 公路工程投资、估算与概、预算编制示例(邢凤岐)	25 元
14. 桥梁施工监理方法与要点(苏权科)	75 元
15. FIDIC 条款与公路工程施工监理(李宇峙)	58 元
16. 高速公路路政管理(范 锐)	17 元
17. 高速公路交通安全管理实务(段广云)	42 元
18. 公路安全保障工程实施细则(王松根)	30 元
19. 守护平安—交通建设工程安全生产要点(交通部)	25 元
20. 关注安全 从我做起—交通安全生产挂图(交通部)	30 元
21. 公路建设单位会计实务(刘晓燕)	42 元
22. 公路工程常用仪器使用与检修(张翠玉)	25 元
23. 中国西部地区公路自然气候特征与筑路材料产品技术 标准(凌天清)	65 元
24. 中国收费公路规划研究(王国锋)	39 元
(四)公路工程养护系列	
1. 高等级公路路面养护技术(徐培华)	32 元
2. 公路边坡防护与治理(杨航宇)	26 元
3. 高等级公路边坡冲刷理论与植被防护技术(高民欢)	45 元
4. 公路与桥梁水毁防治(高冬光)	42 元
5. 公路钢桥腐蚀与防护(任必年)	33 元
6. 桥梁损伤诊断(刘效尧)	30 元
(五)公路工程筑路机械与设备系列	
1. 高速公路机电系统(翁小雄)	35 元
2. 现代筑路机械液压控制技术(焦生杰)	16 元
3. 振动压路机及振动压实技术(李 冰)	45 元
4. 滑模式水泥混凝土摊铺机及施工技术(颜荣庆)	22 元
5. 工程机械故障剖析与处理(焦福全)	26 元
6. 沥青路面机械化施工(荆 农)	38 元
7. 桥梁施工成套机械设备(李自光)	68 元
(六)城市交通系列	
1. 北京交通与奥运(左铁镛)	50 元
2. 道路交通管理实践案例(翟忠民)	78 元
3. 可持续发展的交通:发展中城市政策制定者资料手册(CTZ)	200 元
4. 中国可持续交通战略与政策研究系丛书(中、英文)	200 元
5. 城市道路交通(郑祖武)	22 元
6. 道路交通事故防治工程(金会庆)	33 元
7. 可靠性在交通系统规划与管理中的应用(陈艳艳)	30 元
兴通书店联系电话:010-85285656 或 85285659	
发行部联系电话:010-85285992	

前 言

《公路施工技术与管理》一书是河北省公路交通战线上的工程技术人员、管理人员和理论研究人员从事公路交通事业的结晶。全书收录了 70 余篇文章,涵盖面宽,包括公路工程施工技术,公路工程施工管理,公路与桥梁养护与维修加固,同时还涉及施工企业相关管理经验以及目前比较广受关注的桥梁健康监测等方面内容,它的面世对从事公路交通事业的相关人员起到一定的帮助和启迪作用。

该书的编审专家为之付出了一定的心血,虽经认真编撰,但由于编者水平等各方面原因,书中难免存在谬误,望读者阅后不吝指正。

编 者

2007 年 3 月

于石家庄

目 录

谈桥梁健康监测技术的应用.....	徐海军(1)
混凝土梁损伤识别的试验研究.....	张月然 徐海军 李志刚(5)
高等级公路沥青路面施工的全面质量管理	戎仕腾 许晓岭 韩守轩(10)
浅析路基路面试验检测技术——压实度试验检测方法	刘玉民 崔冀芳 赵东宾(19)
论知识经济与管理会计	刘军利(30)
沥青混凝土桥面铺装层病害的原因分析及对策	张 莉(33)
浅析工程项目成本管理中的问题及对策	张华明(36)
浅谈公路施工企业收入管理的内部控制	刘振英(40)
桥梁钻孔灌注桩质量缺陷的防治与处理实践	米建朝(42)
浅谈高速公路预防性养护的实施	师 慧(45)
我国城市道路交通可持续发展问题探讨	郑国永 张月然(48)
预制梁常见工程病害及原因分析	李龙泉(53)
浅论汽车超载对路面的影响	李恒力(56)
预应力混凝土结构裂缝影响分析	闫新勇(60)
预应力混凝土箱梁“蒸养”裂纹产生与防范	刘玉兰(63)
水泥混凝土路面病害问题探讨	刘炳华(65)
碳纤维布加固梁(板)桥的基本原理与计算方法	沈江霞(69)
二灰碎石混合料配合比优化设计	周少乐 程 毅(73)
高等级公路养护管理发展对策研究	冯志刚(77)
水泥混凝土路面早期断板原因及防治	赵东旭(82)
水下钻孔灌注桩的质量控制	田晓晨(85)
沥青路面水破坏原因分析与设计探讨	张海伟(89)
合理选择和改善沥青路面材料的性能	布亚芳(91)
沥青路面冷再生技术初探	韩 静(96)
浅谈冲击压实技术在旧水泥混凝土路面改建中的应用	刘晓云(99)
预防沥青路面早期破坏的措施.....	张 召(109)
论超载车辆对公路与桥梁的危害	冯志刚(111)
浅谈我国工程监理市场的规范化	郑 欣(113)

京张公路泡沙河中桥的维修与加固·····	刘晓云(116)
高填方路基下沉的原因与处理·····	赵东旭(119)
怎样做好路况巡视工作·····	史恩波(122)
预应力混凝土箱梁施工与质量控制·····	高彩兰(126)
RTK 技术在公路工程建设中的应用 ·····	吴聚巧 刘纪锋(129)
全面质量管理在公路工程中的应用·····	李会霞(132)
谈公路造价编制存在的问题及对策·····	赵东旭 温振飞(137)
谈施工图预算的外业调查工作·····	韩 静(140)
慢裂快凝改性乳化沥青稀浆封层技术的试验研究与应用·····	梁冬洁(143)
谈 ACAD 软件在工程测量中的应用 ·····	刘玉兰(147)
水泥混凝土路面常见病害分析及养护措施·····	杜延昭(149)
桥梁引道不均匀沉陷的防治措施·····	米建朝(152)
谈高速公路施工中的工程质量管理问题·····	张华明(154)
加强应收账款的管理保证资金流畅·····	刘军利(157)
公路工程施工中筑路机械租用的探索·····	郑 欣(160)
钻孔灌注桩水下混凝土工程常见事故原因分析及处理措施 ·····	海文波 刘玉民 崔冀芳(163)
关于 SBS 改性沥青配合比设计及施工技术的探讨 ·····	冯志刚(166)
小桥(涵)桥头跳车的原因及预防措施·····	张照生(171)
雨季施工及冬季施工·····	韩 玲(173)
石灰土与二灰土的对比试验以及设计变更·····	郑 欣(178)
公路施工进度与质量关系浅析·····	刘炳华(180)
路面冷再生施工技术在农村公路中的应用·····	张 召(184)
25m 预应力混凝土箱梁的施工工艺 ·····	米建朝(187)
如何提高沥青路面平整度·····	吴聚巧 刘纪锋(195)
工程施工投标技巧浅谈·····	韩 静(198)
谈如何提高监理企业市场竞争力·····	于瑞春 孔正武 温振飞(201)
加强沥青路面施工工艺控制降低沥青路面病害·····	李会霞(207)
论县级交通建设领域的工程管理·····	张 召(210)
混凝土及其增强材料的发展与应用·····	马 琳(212)
关于农村公路管理与养护·····	于瑞春(218)
钢纤维混凝土材料在路面修补工程中的应用·····	田晓晨(224)
防止桥面铺装层因水损害的施工措施·····	张照生(227)

SMA 经济效益分析	布亚芳(230)
谈高速公路项目监理质量管理问题.....	孔正武(233)
谈农村公路的质量控制.....	郑 欣(236)
从往来账款管理看公路施工企业的内部控制制度.....	刘振英(238)
提高沥青路面耐久性措施探讨.....	周少乐 丁润铎(242)
浅析汽车动力转向系的维护和故障诊断.....	张文全(247)
提高公路养护好路率.....	梁冬洁(253)
施工项目成本控制与管理.....	韩玉亮(258)
石灰粉煤灰稳定碎石基层施工工艺和技术要求.....	赵旭明 韩 玲(267)
高速公路监理工作漫谈.....	韩 玲(271)
谈预制构件堆放、运输及吊装质量	闫新勇(276)
浅谈城市污水处理的技术方法.....	任海萍(279)
浅议企业中人力资源的管理.....	吴雪芬(283)
浅析高速公路沥青混凝土路面早期水损现状及原因.....	王记平(286)
浅谈土工合成材料在路面病害处理中的应用.....	程 园(288)
关于沥青混凝土路面非沉陷型早期裂缝质量的处理.....	夏友贵(291)
沥青混凝土路面结构特点与损坏类型.....	李玲丽(293)
刚构 T 梁在广梧高速公路中的应用	林 敏(295)

谈桥梁健康监测技术的应用

徐海军

(石家庄市公路桥梁投资开发管理中心 050071)

摘 要 由光纤传感器与检测技术组成的光纤监测技术以其特有的优势正逐步取代某些传统、常规监测技术而成为土木工程领域的新焦点,本文从桥梁健康诊断的角度介绍了目前光纤监测技术的状况,并论述了这些光纤监测系统采用的传感技术存在和应注意问题。

关键词 桥梁 健康诊断 光纤传感器

大型工程结构的安全具有特殊性,属于公共安全事业。以桥梁为例,特别是特大桥的失事将给人民生命财产、乃至生态环境造成最大灾难,而对重要的大型桥梁从建设阶段就进行全过程的监测,是对其在全使用寿命周期内的安全性、可靠性、耐久性综合评定最基本的依据。因此,十分需要运用现代科技对桥梁全寿命周期内进行健康诊断,确保桥梁健康和安全。但是,目前桥梁结构内部信息检测技术是独立、分散、点式的,而且不能实现实时、在线、长期监测,因此对桥梁进行全寿命周期内健康的长期跟踪监测只是一种奢望。新型光纤测试系统的发明与应用,给解决这个问题带来了新的契机,它将可以解决以往桥梁建设成后全寿命周期内不能解决的实时、长期跟踪监测问题,对延长桥梁使用寿命,避免突发事件,减少人民生命财产损失,具有重大的现实意义。

1 光纤监测技术的特点

光纤监测技术是 20 世纪 70 代末发展起来的一门新技术,它是伴随着光纤及光通信技术的发展而逐步形成的。近年来,光纤传感器由于其独特的优点而受到了广大土木工程师的重视,并在土木工程领域得到了广泛的研究与应用,成为土木工程领域特别是桥梁结构健康监测首选的传感器形式。相对于其他传感系统来说,光纤传感系统的特长如下。

(1)测量连续多点,位置分布,具有很好的分布性。

(2)光纤传感不会受到任何电磁诱导的干扰,具有极强的先进性、准确性、可靠性和抗干扰性。

(3)光纤本身既用于传导也用于传感,即传导传感一体化,因此具有传输方便、测试简单、不影响被测试系统的突出优点。

(4)易安装施工,无须任何维护。即使出现光纤断裂等异常情况,系统仍然可通过换端点测试而得到所需数据,因此具有高可靠性和高容错性。

2 光纤监测技术应用范围与实例

1989 年,美国 Brown University 的 Mendez 等人首先提出把光纤传感器埋入混凝土建筑和结构中^{[1][2]},并描述了实际应用中这一研究领域的一些基本设想。此后,美国、英国、加拿大、日本等国家的大学、研究机构投入了很大力量研究光纤传感器在智能混凝土结构中的

应用。

2.1 温度监测

大体积混凝土浇筑后,在凝固过程中将伴随着化学反应中热量的释放而固化,从而引起混凝土内部温度的上升,导致内外温差增大,引起拉应力,这是引起混凝土结构初始裂缝的重要原因之一。要解决此问题必须在混凝土凝固过程中连续监测温度情况,并据此控制混凝土固化过程中的冷却速度。

日本一家建筑公司利用已商业化的光纤分布温度传感器,成功地应用在隧道中检测混凝土凝固过程中的温度变化,并对混凝土的浇筑和养护工艺起到了积极的指导作用。另外,Dakin 等提出并命名了一种“分布式反 Stokes 比例温度计(DART)”^[3],这个系统的主要优点在于它可以使用常规光纤,因而可利用已铺设的光纤线路作为分布式传感器。

在光纤中人为制造出一个全密封真空腔,当光束通过传感光纤入射到腔内时,会在真空腔的两个端面分别反射并沿原路返回。结构受力变化时会使腔长发生变化,从而使两反射光的相位差改变,干涉情况反映了结构的应变状态。由于 F—P 传感器以光束的波长为最小计量单位,因而具有测量灵敏度高的特点;而且光波长与电源的波动、电路的漂移、光路的变化等环境影响无关,因而常规应变测量仪器的温漂、零漂问题皆迎刃而解。而且光纤与水泥同为硅酸盐材料,刚度亦十分接近,具有其他传感器无法比拟的刚度匹配性。

Sungsan 桥是 HanRiver 上的一跨度最大的桥梁,其每天车流量达 19000 辆, KimK. S. 等采用 F—P 光纤传感器对此桥进行了静、动态测试^[5]。在静态测试中,光纤传感器的分辨率近似可达 $0.12\mu\epsilon$,在动态测试中,它清楚地显示出了卡车不同速度时桥中的应变趋势。

2.2 位移监测

位移在某些结构中是关键检测参量,因此位移的测量也是光纤传感应用的一个方面。Wolff 和 Miesslerer,在一座 53m 长的桥梁上将光纤传感器埋入桥面内,测量了延伸率和拉应力^[4],总共使用了 8 个光纤传感器(4 个放置于桥板上部,4 个放置于下部)。结点位移检测则使用特殊设计的光纤设备,用一个弹簧力移动锤头压缩多模光纤,使光纤中的传导光产生损耗,来探测超限位移。

2.3 局部应变的监测

光纤 F—P 应变传感器是一种“点式”传感器,最适宜用来测试结构的局部应变。F—P 传感器的基本原理如图 1 所示。

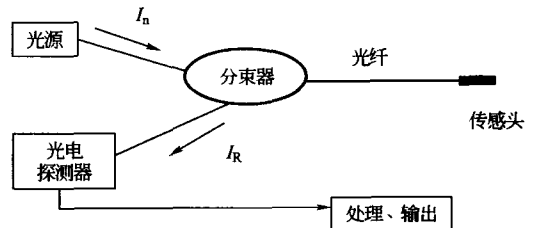


图 1 F—P 传感器基本原理示意图

2.4 分布式应变的监测

Bragg 光栅传感器的原理如图 2 所示。此监测技术依赖于波分复用器(WDM),宽波段光源发出的光进入传感器,每一个 Bragg 传感器对应一个中心波 K ,当结构发生变化时,由传感器返回来的光的中心波长发生漂移,据此漂移量即可得出结构的应变值。由于光纤光栅将被感测信息转化为其响应波长的移动,即用波长编码,因而不受光源功率波动和系统损耗的影响。

加拿大的 R. Maaskant 等在 Bragg 光纤光栅传感器用于桥梁监测方面进行了深入地研究^[6]。他们在加拿大的 Beddington Trail 桥上首次使用了碳纤维复合材料代替混凝土中的钢筋,并用 Bragg 光纤传感阵列来监测使用过程中碳纤维复合材料代替钢筋的效果及桥梁内部的应变状态。一个四通道的纤维激光解调系统定期检查光纤传感器的输出。

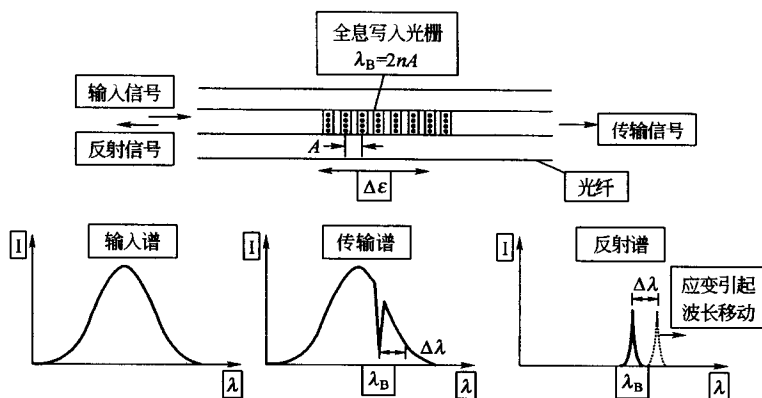


图2 Bragg 光栅传感原理

以上资料表明:把光纤传感器复合于桥梁结构可以实现桥梁的实时、在线、长期跟踪监测,无论在理论上还是实际应用中都得到了充分的证明。国外在复合光纤传感器的桥梁智能结构研究方面已取得较大成果,并逐步走向应用阶段,国内在此方面则要略逊一筹,虽然有的高校、科研部门已开始了此项研究工作,但到目前为止仍处于理论研究阶段,还没有应用于工程实践。

3 光纤监测技术存在问题

在这些光纤传感检测技术应用中主要采用 Fabry-Perot 传感器、布拉格光栅技术、OTDR 技术等,但它们都有各自的局限性。Fabry-Perot 传感器可用于测量温度、应变、超声、振动等,但没有从根本上改观点式传感技术的局限。布拉格光栅技术的检测精度可达纳米级,但该技术的缺陷是在同一光纤上的光栅数目受到光源谱线宽度的限制,光谱仪较贵,光栅的刻制成本较高。制作光栅时,需去掉光纤的被覆层,这样光栅处就很脆弱。光栅处怎样保护,又不影响传感是一个难题。OTDR 技术的检测原理类似于雷达技术,是利用瑞利散射测光损。这是一种良好的分布式测试方法,但在相邻事件(接续、损伤)的区分及应力、应变的分辨率上还是存在很大的局限性。因此,上述光纤监测技术目前还很难推广。

BOTDR 是布里渊光时域反射计(Brillouin Optic Time-Domain Reflectometer)的缩写^[7],其基本原理是利用光纤中的自然布里渊散射光的频移变化量与光纤所受的轴向应变之间的线性关系,得到光纤的轴向应变。由于光纤的布里渊散射频移(背向)对光纤所受的应力、应变很敏感,而且有较好的线性关系,应变的量测精度可达 10^{-5} 数量级。BOTDR 正是利用布里渊散射光的这一性质来对光纤应变进行监测。由于光纤中的布里渊散射光要比瑞利散射光弱两个数量级,长期以来一直无法用常规的技术检测到它,这也成了许多研究者所面对的难题。日本 NTT 光纤研究所经过多年的研发,成功研制了光纤应变分析仪。应用该分析仪,使得探测高灵敏光纤中的布里渊散射光成为可能,不断增加入射光的频率,就能获得光纤最大的布里渊光强度道,通过对光纤在发生应变前后处的布里渊散射光最大强度值所对应的频率漂移量,就能换算出光纤的应变值。

从上述分析可以看出,应用 BOTDR 技术对结构物的变形监测的优点是不需对光纤进行加工,测试费用低,是真正意义上的分布式测量技术,它只需对光纤沿线近回的光信号作处理即可。光纤既是传导介质,又是传感介质,是结构物健康监测的“神经系统”,是今后光纤监测

技术发展的重要方向之一。

光纤传感器技术以其稳定、轻巧,能无障碍安装在各类材料的配筋混凝土中的特点,在大型桥梁结构中广泛应用,是继电测技术之后测试技术新阶段的开始,有助于推动桥梁结构研究的不断深化,使设计更趋合理,更加完善,对土木工程结构的长期健康监测提供了强有力的挑战。在加拿大,这方面以及其他方面的应用正被纳入国家研究网络——创新结构的智能传感器(Intelligent Sensing for Innovative Structures)。另外新传感器技术及土木工程新材料和新结构概念的发展,正在把光纤传感技术带入结构工程,这种努力是值得肯定的。在美国,联邦公路总署(FHWA)对光纤传感器的关注已经从探索性的研究转向实际应用,并正在制定有关技术规程。甚至有人提议把安装光纤传感器监测系统作为正常桥梁设计和施工程序的一部分来考虑。总之,随着更多稳定性好、可靠、耐久、经济、更适合桥梁结构特点的光纤传感器的研制成功,光纤传感器在桥梁工程领域内将会得到更加广泛的应用。

参考文献

- [1] Karuo Hotate, Masato Tanaka. Correlation-Based Continuous-Wave Technique for Optical Fiber Distributed Strain Measurement Using Brillouin Scattering with cm-Order Spatial Resolution[J]. IEICE TRANS. ELECTRON., VOL. E84-C, NO. 12 DECEMBER 2001, p1823-1828.
- [2] Curran. P and Tilly. G. Design and Monitoring of the Flints Hire Bridge [J]. Structural Engineering International. 1999, No. 3, p225-228.
- [3] Chueng M S. Field Monitoring and Research on Performance of the Confederation Bridge[J]. Canadian Journal of Civil Engineering. 1997, Vol. 24, No. 6, p951-962.
- [4] Xiaoyi Bao, M. DeMerchant, A. Brown, and T. Bremner. Tensile and Compressive Strain Measurement in the Lab and Field With the Distributed Brillouin Scattering Sensor[J]. JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 19, NO. 11, NOVEMBER 2001, p1698-1704.
- [5] 田石柱,周智,赵雪峰,等土木工程监测用光纤 F—P 位移测量技术[J]. 传感器技术. 2001, Vol. 20, No. 6, p24-26.
- [6] 郑宏军,黎昕,杨恒新. 两种典型的光纤传感器研究现状与发展趋势[J]. 传感技术学报. 2001, No. 4, p281-284.
- [7] 耿军平,许家栋,韦高,等. 基于布里渊散射的分布式光纤传感器的进展[J]. 测试技术学报. 2002, Vol. 16, No. 2, p9-13.

混凝土梁损伤识别的试验研究

张月然¹ 徐海军² 李志刚³

(1. 河北省晋州市建设局 052260; 2. 石家庄市交通局投资中心 050000;
3. 解放军理工大学 210000)

摘 要 由于目前基于桥梁动力信息的损伤识别方法存在不少问题,本文尝试性地采用结构自重作为损伤识别分析的外部信息,在此基础上分析混凝土裂缝损伤对结构的那些响应变量有重要影响,以及影响的性质有什么不同,从而找到能较好地反映结构损伤的物理量,并通过光纤传感器和传统电测应变片的对比试验,验证了光纤传感器用于损伤识别的可行性。

关键词 混凝土梁 损伤识别 应变检测

0 引言

损伤识别是桥梁健康监测的重点与难点,目前国内外许多大型桥梁也均埋设了长期健康监测系统,利用这些系统在自然风荷载或行车荷载作用下获取的结构动力信息,基于动力信息开展了大量损伤识别理论研究。但是,在研究中发现:环境噪声严重,影响损伤识别的准确性;结构动力特性对小损伤不敏感,难以捕捉早期损伤;动力信号的测试精度相对较低,识别精度难以保证;对于中小型重要桥梁,自然激励难以测试结构动力信息。

光纤传感器与传统的传感器相比具有测量精度高、动态范围大、频带宽并可实现绝对测量以及抗电磁干扰、耐腐蚀的特点,而且光纤体积小、柔软可弯曲,能以任意形式复合于基体结构中而不影响基体的性能。光纤传感系统最具优势的地方在于它可同时作为传感元件和传输媒介,便于与光纤传输系统联网,以实现系统的遥测和控制。所以,把光纤传感器埋入混凝土结构中,用于各种参量的测量是比较理想的方法,因此本文尝试将光纤传感器应用到损伤识别中来。

由于损伤识别是一个标准的反问题求解问题,存在解不唯一等客观理论难点,课题组在理论研究上遵循如下技术路线:首先进行损伤的正分析,了解混凝土裂缝损伤对结构的哪些响应变量有重要影响,以及影响的性质有什么不同;其次将损伤识别问题分解为损伤出现识别、损伤位置识别与损伤程度识别等相对简单的问题,力争解决其中的一到两个问题。

本文主要进行损伤识别正分析的探讨,关于第二个论题限于篇幅,另撰文论述。

1 不同位置、不同深度的裂缝对结构应变与挠度的影响分析

分别在结构完好的跨中深 20mm 裂缝的 1 号小梁、跨中深 37mm 裂缝的 1 号小梁、跨中深 80mm 裂缝的 1 号小梁、跨中深 100mm 裂缝的 1 号小梁、跨中深 100mm 裂缝与 170mm 斜裂缝的 1 号小梁 6 种结构上分别施加均布荷载 6.5kN/m (图 1)与集中荷载 $P=9.6\text{kN}$ (图 2),采集小梁下翼缘与跨中正截面的应变与挠度,现场试验见图 3。应变片与百分表从距离梁左端每隔 15cm 设置 1 个,应变片与百分表各 11 个,具体设置见图 4;人为制造的斜裂缝与跨中裂缝见图 5 与图 6。