



国家示范性高等职业院校课程改革教材

GJSFX GDZYXX KEGGJC

旧桥加固技术

匡希龙 谢海涛 主编
唐立 李秀东 主审



人民交通出版社
China Communications Press

国家示范性高等职业院校课程改革教材

Jiuqiao Jiagu Jishu

旧桥加固技术

匡希龙 谢海涛 主 编
唐 立 李秀东 主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为“国家示范性高等职业院校课程改革教材”之一。全书以六个典型的旧桥加固案例内容为基础,系统介绍了旧桥加固技术。全书包括九个学习单元,分别为:绪论、桥梁常见缺陷、桥梁结构质量检查、粘贴钢板加固法原理与施工要点、纤维加固法原理与施工要点、增大截面加固法原理与施工要点、体外预应力加固法原理与施工要点、桥面系维修加固改造、桥梁地基及墩台基础加固。各单元主要围绕“学习要求”、“知识目标”和“能力目标”展开内容,单元结尾附有小结和思考题。

本书可作为高职高专道路桥梁工程技术专业及其相近专业的教材,亦可供从事旧桥加固相关工作技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

旧桥加固技术/匡希龙,谢海涛主编. —北京:
人民交通出版社,2010.3

ISBN 978-7-114-08287-0

I. ①旧… II. ①匡… ②谢… III. ①桥—加固
IV. ①U445.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 040535 号

国家示范性高等职业院校课程改革教材

书 名: 旧桥加固技术

著 作 者: 匡希龙 谢海涛

责任编辑: 黎小东

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) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 6.5

字 数: 147千

版 次: 2010年3月 第1版

印 次: 2010年3月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08287-0

定 价: 16.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

国家示范性高等职业院校课程改革教材 编审委员会

主 任 王章华

副主任 孔七一

委 员 王 林 陈曙红 彭富强 阳小良

王定祥 李柏林 邹 敏 罗 勇

颜楚华 胡光辉 任振林

序 言

我院在长期的办学实践中,不断深化教育教学改革,先后与80多家大中型企业开展合作办学,探索出了“订单”培养、“秋去春回、工学交替”等人才培养模式,毕业生深受用人单位的欢迎,实现了学校、企业、学生的“共赢”。在校企合作中,我们深刻体会到,要真正实现“技能训练与岗位要求对接、培养目标与用人标准对接”,就必须有一套工学结合的教材,于是就有了与企业技术骨干一起编写教材之愿望,随后几年,各种讲义、校本教材不断涌现。

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中指出:“高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。”“与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”2007年,我院被正式列为第二批国家示范性高等职业院校建设单位,开发“工学结合特色教材”作为国家示范重要建设项目,被郑重地写入了建设任务书。

三年来,各教材主要撰写人带领团队成员,深入“订单”企业调研,广泛听取企业、学生、职教专家等多方人士意见,并结合国外先进的职教经验,遵循基于工作过程导向的课程开发理念,夙兴夜寐,多易其稿,进一步丰富了原讲义的内容,并付诸教学实践。正是有了各专业教学团队的辛勤耕耘,这套工学结合的系列教材才得以顺利付梓。在这里,我要道三声感谢:感谢国家示范建设项目的实施给我们提供了千载难逢的参与机会,感谢各位行业、企业专家的悉心指导,感谢各位老师、主要撰稿人为之付出的劳动。

诚然,由于我们课程开发的理论功底不深,深入实践的时间有限,教材中错误也在所难免。正如著名职教专家姜大源在国家示范性高等职业院校建设课程开发案例汇编《工作过程导向的高职课程开发探索与实践》序言中所说:“这只是一部习作。习者,蹒跚学步也。”它“虽显稚嫩,却是新起点”。诚恳希望各位同行、专家批评指正。

工学结合是职业教育永恒的主题。即将颁布和实施的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020)》对大力发展职业教育做出了许多重大举措,特别提出了制定校企合作法规,调动企业参与职业教育的积极性。可以说,职业教育将迎来又一个新的春天。欣逢盛世,责任重大。我们将一如既往的加强与企业的合作,积极探索多种形式的职业教育模式,开发适应企业和市场需求的专业教材,努力培养更多的高技能人才,为实现我国从人力资源大国到人力资源强国的转变做出应有的贡献。

路漫漫其修远兮,吾将上下而求索。

是为序。

王章华

2010年3月于岳麓山下

(王章华为湖南交通职业技术学院院长、教授,中南大学硕士生导师)

前 言

在现有公路上,数以万计的旧桥,尤其是20世纪80年代以前修建的桥梁,由于设计荷载标准低,承载能力不足,宽度不够,加之年久失修、养护不够,相当多的桥梁发生了不同程度的破损,正逐步成为危桥,成了不断提升技术等级的公路上的“卡脖子”路段。

对于不能适应现代交通运输的桥梁,如果全部拆除重建,不仅资金耗费巨大,而且在时间上也不允许。因此,需要不断加强现有桥梁的维修、养护、加固与改造,恢复其设计承载能力或提高荷载标准,延长其使用年限,保障公路建设的可持续发展。在公路建设中,各级交通主管部门要积极贯彻“建养并重”的方针,将桥梁的检查、维修、加固与改造工作列入议事日程,及时发现桥梁发生的病害和出现的缺陷,并及时维修、加固补强,防患于未然,加快旧、危桥整治、加固的步伐,确保交通畅通和发展。加固旧、危桥,恢复和提高其承载能力,使其继续为现代交通运输服务,可以给国家带来巨大的社会效益和经济效益。

“旧桥加固技术”也随之成为桥梁工程中的一门新兴学科,它必将为旧桥加固提供更多、更新、更现代的施工工艺和设计理念,培养出大量的旧桥加固人才,为我国的桥梁事业的发展做出应有的贡献。

该教材主要围绕6个典型的旧桥加固案例组织教学,如:以苏州河河南路桥加固工程为例,介绍粘贴钢板法加固的施工技术和质量控制;以唐通线义井大桥为实例,讲解增大截面加固法。

全书由9个学习单元组成,各单元主要围绕“学习要求”、“知识目标”及“能力目标”展开内容,单元结尾附有小结和思考题。

本书单元1、2由湖南交通职业技术学院马晶编写,单元3由湖南交通职业技术学院曾婧编写,单元4、5由湖南交通职业技术学院匡希龙编写,单元6由湖南交通职业技术学院杨一希编写,单元7由湖南交通职业技术学院夏晓慧编写,单元8、9由湖南省高速公路管理局谢海涛编写。全书由匡希龙、谢海涛主编,唐立、李秀东(中铁十四局)主审。

限于编者水平和实际经验有限,书中错漏和不足之处在所难免,敬请使用本教材的老师和读者批评指正。

编 者

2010年2月

目 录

单元 1 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 桥梁加固的基本内容	2
1.3 桥梁养护与维修	2
1.4 桥梁加固与技术改造	3
1.5 桥梁加固常用的方法	3
思考题	5
单元 2 桥梁常见缺陷	6
2.1 桥梁承载能力的不足	6
2.2 常见裂缝产生的原因及分类	7
2.3 混凝土桥梁结构其他常见缺陷及其原因	10
2.4 桥面及附属设施常见的病害	13
2.5 桥梁下部结构缺陷及其原因	15
思考题	17
单元 3 桥梁结构质量检查	18
3.1 桥梁检查	18
3.2 资料收集	21
3.3 桥梁结构现场检测	23
3.4 承载能力评定方法	30
3.5 分析判断与选定加固改建方案	32
思考题	33
单元 4 粘贴钢板加固法原理与施工要点	34
4.1 粘贴钢板加固法原理	34
4.2 粘贴钢板法施工技术与质量控制	34
思考题	38
单元 5 纤维加固法原理与施工要点	39
5.1 纤维加固法原理	39
5.2 纤维加固法施工技术与质量控制	42
思考题	46
单元 6 增大截面加固法原理与施工要点	47
6.1 增大截面加固法原理	47
6.2 增大截面加固法施工方法与质量控制	50

6.3 增大截面加固法实例(义井大桥)	51
思考题	53
单元7 体外预应力加固法原理与施工要点	54
7.1 体外预应力加固法原理	54
7.2 体外预应力加固法施工方法与质量控制	56
7.3 体外预应力加固双曲拱桥实例	62
思考题	65
单元8 桥面系维修加固改造	66
8.1 桥面铺装维修加固与施工要点	66
8.2 排水、防水系统维修施工	69
8.3 T梁桥维修加固实例(东风大桥)	72
8.4 空心板梁桥维修加固实例(阎皮庄桥)	76
思考题	79
单元9 桥梁地基及墩台基础加固	80
9.1 桥梁地基加固	80
9.2 墩台基础加固	83
9.3 钢筋混凝土T梁桥桥台维修加固实例	84
9.4 U形桥台扩大基础维修加固实例	89
思考题	91
参考文献	92

单元1 绪 论

【学习要求】 本单元从国内外桥梁现状出发,结合桥梁的发展状况,提出了旧桥加固的迫切性。根据旧桥加固的目的,结合国内外常用的施工工艺,概述了桥梁加固的基本内容及常用的方法。通过本单元的学习,学生重点掌握桥梁加固的常用方法并理解桥梁加固的基本内容,为获取桥梁养护工岗位证书打下基础。

- 【知识目标】**
1. 了解旧桥加固与技术改造的主要工作内容;
 2. 理解旧桥加固的设计原则;
 3. 掌握桥梁加固改造常用的方法。

- 【能力目标】**
1. 能准确区分桥梁加固工程中的养护与加固工作;
 2. 能正确运用桥梁加固工程中的施工方法。

1.1 问题的提出

桥梁不仅是一个国家文化的象征,更是生产发展和科学进步的写照。改革开放以来,我国公路建设进入了以高速公路为标志的快速发展阶段。随着国家实施积极的财政政策,公路投资力度不断加大,公路建设更是以前所未有的速度向前发展。这对改善投资环境,促进经济发展,起到了关键的作用。

我国的桥梁建筑在历史上是辉煌的,古代的桥梁不但数量惊人,类型也丰富多彩,几乎包括了所有近代桥梁中的最主要形式。所用的材料多是一些天然材料,例如土、石、木、砖等。根据历史考证,在三千年前的周文王时代,就有在渭河上架设浮桥和建造石桥的文字记载。隋唐时期,是我国古代桥梁的兴盛年代,在桥梁形式、结构构造方面都有很多创新,隋朝修建的赵州桥至今仍保存完好。但自1840年鸦片战争以后,桥梁的发展便停滞不前。新中国成立前,我国的交通落后,可供通车的公路里程很少,质量低劣,公路桥梁绝大多数为木桥,年久失修,到新中国成立时已经破烂不堪。

新中国成立后,我国的公路建设事业突飞猛进,桥梁建设取得了很大的成就。2002年以来,我国汽车增长速度惊人,国民消费结构开始向住、行升级。随着我国城镇化水平的提高,公路客货运输量将显著增长,我国目前处于工业化的发展期,集装箱流量增加,这些,都导致了桥梁交通运输量和车载的增加。由于最近几年自然灾害较多以及一些人为的因素,导致了大量的桥梁处于恶劣的运营环境,加速了桥梁的老化,降低了桥梁的承运能力。

在现有公路上,数以万计的旧桥,尤其是20世纪80年代以前修建的桥梁,由于设计荷载标准低,承载能力不足,宽度不够,加之年久失修、养护不够,相当多的桥梁发生了不同程度的破损,正逐步成为危桥,成了不断提升技术等级的公路上的“卡脖子”路段。

对于不能适应现代交通运输的桥梁,如果全部拆除重建,不仅资金耗费巨大,而且在时间上也不允许。因此,需要不断加强现有桥梁的维修、养护、加固与改造,恢复其设计承载能力或提高荷载标准,延长其使用年限,保障公路建设的可持续发展。在公路建设中,各级交通主管部门要积极贯彻“建养并重”的方针,将桥梁的检查、维修、加固与改造工作列入议事日程,及

时发现桥梁发生的病害和出现的缺陷,并及时维修、加固补强,防患于未然,加快旧危桥整治、加固的步伐,确保交通畅通和发展。加固旧危桥,恢复和提高其承载能力,使其继续为现代交通运输服务,可以给国家带来巨大的社会效益和经济效益。

由于国内为公路网络的日趋完善,作为公路关键点的桥梁也日趋完善,而桥梁由于存在使用现状与设计时的矛盾,如车流量的增加、车重的增加,以及运营环境的改变等,开始出现了承载力不足或者提前衰老的症状,而推倒旧桥重建新桥首先会中断交通,且会造成大量的浪费。据国外资料介绍,旧桥的加固费用仅为新建桥梁的 10% ~ 20%,而我国梁桥加固费用为 30% ~ 40%,拱桥加固费用为 20% ~ 30%,故旧桥加固可以显著地提高社会的经济效益,而“旧桥加固技术”也必然会成为桥梁工程中的一门新兴学科,为旧桥加固提供更多的更新的更先进的施工工艺和设计理念,并培养出大量的旧桥加固人才,为我国的桥梁事业的发展做出应有的贡献。

1.2 桥梁加固的基本内容

桥梁加固,就是通过一定的措施,使构件乃至整个结构的承载能力及其使用性能得到提高,以满足新的要求,也就是要针对桥梁所发生的不能满足继续使用的状况进行处理。其加固原则如下:

(1) 桥梁结构由于结构失效或损伤,经评估不能满足结构安全或正常使用要求时,必须进行加固。加固设计的内容及范围,应根据评估结论和委托方提出的要求确定,可以包括整体桥梁,也可以是指定的区段或特定的构件。

(2) 建立既有桥梁维修、加固、重建的经济分析模型,通过分析比较,选择技术可行、经济合理、对现有交通干扰较小的方案实施,以保证改造后的桥梁能安全运营。

(3) 根据需要改造桥梁的评估结论及经济分析,当得知现有桥梁可以通过加固、维修达到使用要求的结论后,再提出桥梁加固的设计方案。

(4) 对于大桥、特大桥,其主要承重构件需要加固补强时,加固设计方案应不少于两个,以便进行方案比选和经济评估,选择最佳加固方案。

(5) 加固设计及施工应尽量不损坏原结构,保留具有利用价值的构件,避免不必要的拆除或更换。

(6) 加固设计应与施工方法紧密结合,并采取有效措施,保证新老结构连接可靠、协同工作。

(7) 加固设计应按结构实际损坏情况进行计算。

(8) 在加固施工中,应尽可能减少对桥上和桥下的通行车辆及行人的干扰,应采取必要的措施,减少对周围环境的污染。

(9) 在加固施工过程中,若发现原结构或相关工程隐蔽部位的构造有严重缺陷时,应立即停止施工,会同加固方案设计者进行研究,待修改加固方案后,方能继续施工。

(10) 加固施工中,应采取安全监测措施,确保人员及结构安全。

桥梁加固主要包括桥梁养护与维修、桥梁加固与技术改造两方面的内容。

1.3 桥梁养护与维修

(1) 桥梁上部结构的养护与维修:桥面铺装的表面清洁,破损栏杆的修补与更换,排水设施的疏浚,混凝土裂缝的修复等;

(2)桥梁下部结构的养护与维修:保持墩台的表面整洁,及时清除表面杂物,采取措施保持桥梁基础附近河床的稳定,经常检查、维护防撞、警示等附属设施,使其保持良好状态等;

(3)桥梁支座的养护:钢制构件的防锈,滚动支座的定期涂润滑油,橡胶支座所在墩台表面积水的清除,锚栓的坚固程度的检查等;

(4)桥梁的定期检查;

(5)桥梁超重车辆和履带车的通行控制;

(6)桥梁技术资料管理,桥梁档案资料的建立和保存。

1.4 桥梁加固与技术改造

(1)桥梁上部结构的加固与技术改造,如增厚桥面板、体外预应力加固等;

(2)桥梁下部结构的加固与技术改造,如补桩加固法等;

(3)拓宽桥梁的行车道和人行道;

(4)提升桥梁上部构造的高度;

(5)桥梁行车道面或引道路面结构的改善;

(6)更换桥梁结构物。

1.5 桥梁加固常用的方法

1.5.1 上部结构加固方法

1)加厚桥面板加固法

即在桥面板上加铺一层钢筋混凝土面层,使其与原有主梁结合成整体,达到加厚主梁高度和增大梁的抗压截面,以改善桥梁荷载横向分布能力,从而达到提高桥梁的承载能力的目的。

特点:施工简单、承载力提高不显著;需设置连接钢筋和钢筋网;利于在抗压截面较小的场合使用;浇筑后混凝土需养护,故需对交通加以限制。

2)增加梁截面和配筋加固法

即在梁底面或侧面,加大混凝土截面(增强主筋),使梁抗弯截面加大,提高梁的承载能力。

特点:凿除工作量大,常需搭设脚手架;加固效果显著,适用于梁及拱肋的强度、刚度、稳定性和抗裂性能不足的桥梁加固。

3)粘贴钢板(筋)加固法

即用环氧树脂类黏结剂,将钢板(或槽钢)黏结锚固在混凝土结构的受拉缘或薄弱部位,使其与结构形成整体,以钢板代替钢筋作用,提高梁的承载能力。

特点:不需破坏被加固的原结构的尺寸;施工工艺简单,工期短,适用于主梁承载力不足或纵向主筋出现严重腐蚀时的情况。

4)粘贴碳纤维布加固法

即用浸渍树脂类胶将碳纤维布有序地缠绕黏结于混凝土构件表面,实现对构件变形的约束,提高构件的极限强度和承载能力。

特点:不增加永久作用及断面尺寸;可适应不同构件形状;对原结构不产生新的损伤。

5) 锚喷混凝土加固法

即借助高速喷射机械,将新混凝土混合料连续地喷射到已锚固好钢筋网的受喷面上,凝结硬化而形成钢筋混凝土,从而增大桥梁的受力断面和补强钢筋,加强结构的整体性,使其能承受更大的外荷载作用。

特点:施工快速简便、不中断交通;设备与工序简单;阻止原裂缝继续发展和产生新的裂缝。

6) 改变结构受力体系法

即通过改变桥梁结构受力体系,达到提高桥梁承载能力的目的。

特点:减小了桥下净空,必须考虑桥梁排泄能力和通航影响;支点处产生负弯矩,故需进行受力验算;常用于临时通过超重车辆的应急措施。

7) 体外预应力加固法

由于钢筋混凝土或预应力混凝土梁或板,采用对受拉区施以体外预应力加固,可以抵消部分自重应力,起到卸载的作用,从而能较大幅度地提高梁的承载能力。

特点:在自重变化很小的情况下,能大幅度改善和调整原结构的受力情况;对墩台及基础受力状况影响很小。

8) 增设纵梁加固法(拓宽改建)

在墩台地基安全性能好,并具有足够承载力的情况下,可采用增设承载能力高和刚度大的新纵梁,新梁与旧梁相连接,共同受力。

特点:必须做好新旧梁之间的横向连接;基础承载力不够时,必须同时对基础采取加固措施。

1.5.2 下部结构加固方法

1) 扩大基础加固法

即扩大桥梁基础底面积。

特点:使用于基础承载力不足或埋深太浅,而墩台又是砖石或混凝土刚性实体式基础时的情况;扩大面积应由地基强度验算确定;新旧基础应注意牢固结合。

2) 增补桩基加固法

即在桩式基础的周围补加钻孔桩或打入钢筋混凝土预制桩并扩大原承台。

特点:不用抽水筑坝等水下施工作业,且加固效果显著;对桥头原有架空路线及陆上、水上交通均有一定影响。

3) 钢筋混凝土套箍或护套加固法

当桥梁墩台由于基础埋置深度不够,或因施工质量控制不严等原因,导致墩台开裂破损时,有时会出现贯通裂缝,可采用钢筋混凝土围带或钢箍进行加固。加固时,一般在墩身上中下分设三道围带,其间距应大致相当于桥墩侧面的宽度。每个围带的宽度,则根据裂缝的情况和大小而定,一般约为墩台高度的 $1/10$,厚度采用 $10 \sim 20\text{mm}$ 。当墩台损坏严重,如有严重裂缝及大面积表面破损、风化和剥落时,则可采用围绕整个墩台设置钢筋混凝土护套的方法(穿裤子)进行加固。

4) 旋喷注浆法

即在墩台基础的襟边或底板钻孔,旋喷圆柱形固结体,并和原基础连成整体,以达到加固目的。

特点:固结体和原土层共同受力;固结体的形变模量较土层大很多;固结体和土体的受力在时间上不同步,一般是土体达到或接近极限强度以后,固结体才开始受力。

5) 墩台拓宽方法

即利用旧桥基础,靠墩台盖梁挑出悬臂加宽部分,一边安装加宽的上部结构。

特点:只加宽盖梁;旧桥墩台必须完好、稳定,且需经过承载力验算后才能采用。

6) 桥台滑移倾斜的处理方法

即平衡桥台后壁的土压力,以抵御过大的土压力。处理措施有:台前设横撑,台后增建辅助挡墙,台后填土处置等。

特点:仅在同一持力层上台前或台后采取相应措施。

【小知识】 桥梁加固的意义对旧桥、危桥的加固维修,以及如何提高其承载力的问题研究、试验与推广,是非常有必要的。有关资料表明,当前有些交通发达的国家,桥梁建设的重点已放到了对旧桥的加固与改造方面,而新建桥梁已降为次要地位。

在地震烈度八度以上(含八度)地区的桥梁,应按照抗震能力不低于八度的标准设防。

【本单元小结】 旧桥加固在桥梁的舞台中逐渐占据了重要的地位,很多学校都开设了《旧桥加固技术》这门课程。由于旧桥加固带来的经济效益远超过建设新桥,因此,旧桥加固在桥梁施工中具有很大的潜在市场。学好这门课,能很大程度地提高将来在岗位中的就业优势。本单元阐述了桥梁加固与技术改造的基本内容和加固方法,使得学生对本门课程所要掌握的内容和开设这门课的必要性有一定的认识。

【思考题】

1. 桥梁是否只有承载能力不足的情况下才需要加固?
2. 桥梁养护维修的内容包括了哪些内容?
3. 桥梁加固会成为一门重要性课程吗?

单元2 桥梁常见缺陷

【学习要求】 本单元详细阐述了桥梁常见的缺陷以及各种缺陷产生的原因,并从梁桥上部结构、拱桥上部结构、桥梁下部构造、支座、伸缩缝、桥面铺装等方面,详细介绍了病害及产生原因的分析。本单元重点是了解桥梁常见的缺陷之裂缝以及裂缝产生的原因、桥面铺装常见的病害及产生原因、支座常见的病害及产生原因、伸缩缝常见的病害及产生原因,其中桥梁结构常见的裂缝及产生原因、支座常见的病害及产生原因是本单元的难点。

【知识目标】 1. 了解各种裂缝所处的位置并分析产生的原因;
2. 掌握各种裂缝处理的常规方法。

【能力目标】 1. 能根据裂缝产生的原因及裂缝的发展规模,分辨出工程中哪些裂缝是有害的,哪些裂缝是无害的;
2. 能制订桥面铺装、支座和伸缩缝的简单维修方案。

在地质勘察、设计、施工过程中,由于一些可预见或不可预见的因素,如施工质量不合格、设计计算错误等,使得桥梁具有先天性的病害。在营运过程中,由于营运环境的影响、各构件在荷载作用下的反复疲劳损伤、交通事故的发生、交通流量的增加以及车辆荷载等级的提高等原因,桥梁会产生后天性的病害。本单元对桥梁病害的成因进行分析和研究,为后续学习打下基础。

2.1 桥梁承载能力的不足

桥梁承载能力不足的原因有很多,主要表现在以下几个方面:桥梁设计荷载偏低、设计原因、施工原因、外界因素等。

2.1.1 桥梁设计荷载偏低

桥梁是公路的主要组成部分,其承载能力是由当时的桥梁设计荷载确定的。尽管建设桥梁时,考虑了当时当地远景经济发展和社会诸多方面的需求,采取当时最先进技术和材料,但仍然难以摆脱历史的局限性。随着科技进步、社会工业化水平提高,车辆载重量增大,车速相继提高,人们对公路服务水平也提出新的要求。但是,早期建设的桥梁,由于当时车载重量、车速等的制约,其设计荷载对应今日之交通要求来说偏低,这影响了交通,特别是大型、重型车的通行。

2.1.2 设计原因

1) 设计理论的不完善

设计人员在设计时,一般都以理论图式来进行计算。理论图式把实际受力进行了简化,而且在计算过程中大部分都以构件是否满足极限状态允许的应力要求,忽略了荷载引起的疲劳效应而导致的渐趋破坏,以及次应力导致的破坏。这样,就缩短了桥梁的使用寿命,且降低了

桥梁的安全系数。

2) 结构不合理

桥位选址完毕后,在进行桥梁方案比选时,未全面考虑到各种潜在因素。如一味追求经济效益,而未充分考虑到水文地质情况,这些可能导致桥梁跨径的划分上的不合理,导致桥梁在运营过程中产生较大的挠度等。

3) 设计经验的不足

在设计的过程中,由于设计人员经验的不足,未考虑到施工对桥梁的影响,安全系数不够,这些都会导致桥梁承载能力的降低。

4) 施工图纸的不完善

设计单位在施工图中标注不细致,某些关键部位如钢筋的接头、绑扎位置等,甚至某些部位钢筋的根数等都未标出,这些都会导致施工人员在施工中出现一系列的问题,从而降低桥梁的安全性能。

2.1.3 施工原因

即使设计完全无误,设计图纸完整,也会有很多桥梁出现承载力偏低的情况,原因就在于施工过程中出现了一些不利因素。

1) 材料质量问题

由于各种原因,导致桥梁施工过程中所使用的材料达不到规范要求,如钢筋直径不足、钢筋抗拉强度不够、混凝土未达到规定的强度等级,未达到设计所需求的强度要求等。

2) 施工质量问题

桥梁施工工序较多,工人工种也较多。在现场施工时,往往一个施工人员身兼数职,如既要当架子工,又要当钢筋工,还要担任混凝土工等。在众多的工作中,稍微的一疏忽,就可能使结构出现先天性的缺陷。

3) 施工中的质量事故

施工方法的不当、施工质量控制的不严格,都会导致施工出现质量事故。特别是在施工过程中出现一些非预见性的灾害,常常会影响到工程质量,导致桥梁承载力下降,安全性能降低。

2.1.4 外界因素

近年来,全球气温多变,各种自然灾害不期而至,如洪水灾害、冰灾和大火等,一次又一次的对桥梁进行了冰与火的洗礼,导致桥梁产生了较多的病害,如撒盐破冰致使氯离子入侵梁体内导致钢筋锈蚀,洪水冲刷导致桥梁墩台的滑移等。这些病害日积月累不加整治,就会导致受力构件的极限破坏,从而使桥梁无法正常使用,甚至成为危桥。

2.2 常见裂缝产生的原因及分类

裂缝是桥梁工程中常见的病害,如日照、受力不均等都会产生裂缝,而且裂缝还是很多病害的最初表现形式。因此,了解裂缝产生的原因,防患于未然是很有必要的。

2.2.1 变形与形变

在桥梁工程中,变形(Δ)是一种泛指,包括了形变、自变和迫变。

1) 形变

物体因外部原因(如受到外力、温度变化等)或内部缺陷而发生形状或体积的改变,称为形变(δ)。

2) 自变(自然变形)

物体在自然条件下产生凝缩、温度和湿度的膨缩和其他因素所引起结构本身的收缩和膨胀现象,称为自变(I)。

3) 迫变(强迫变形)

构件在受约束条件下,自然变形受到一定阻力,其所产生的形变,称为迫变(ϵ)。

4) 自变和迫变、形变之间的关系

- (1) 结构不受约束时,形变等于自变;
- (2) 结构受约束时,某个方向形变小于自变;
- (3) 自变与迫变的和等于形变;
- (4) 自变与形变的趋势相同,但迫变与形变的趋势相反。
- 5) 自变、形变和迫变的正负号的规定如表 2-1 所示。

自变、形变和迫变的正负号的规定

表 2-1

变形(Δ)	形变(δ)	自变(I)	迫变(ϵ)	应力(σ)
+	增大	膨胀	张拉	拉应力
-	缩小	缩小	压缩	压应力

2.2.2 裂缝

1) 裂缝产生的原因

荷载迫变使材料产生应力,引发材料产生应变,其方向垂直于截面。当应力足够大,超出了材料某方位的极限承载力时,材料会出现裂缝。而由于应力是迫变产生的,故只有当迫变足够大时,才会使得裂缝产生。

2) 裂缝的特征

- (1) 迫变来自于阻力(外力),裂缝发生在垂直于外力的作用面上;
- (2) 迫变有严格的方向性,裂缝也有严格的方向性,故可以根据裂缝的时间和形式反求出迫变的大小和方向;
- (3) 当迫变超过材料的允许迫变,裂缝立即发生;
- (4) 裂缝发生后,可能出现两种结果,有的裂缝会在迫变作用的存在下继续开裂,有的则会逐渐愈合。

2.2.3 裂缝类型

裂缝的分类方式很多,下面讲述几个常见的分类方式。