

桥梁结构稳定与振动

李 国 豪 主 编

李国豪 项海帆 沈祖炎 编著
范立础 石 洞 黄东洲



中 国 铁 道 出 版 社

1992年·北京

(京) 新登字063号

内 容 简 介

本书第一版于1965年出版,在20多年中,有关科学技术和桥梁工程建设都有很大发展。因此,为适应桥梁工程设计、研究和教学的需要,作者对本书进行了全面修订,虽然仍保持原来篇章的标题,但内容作了大量的更新和充实。在稳定方面,扩充了弹塑性屈曲和压溃荷载及桁梁桥侧倾的内容;在振动方面,更新充实了公路桥梁受车辆荷载的强迫振动,吊桥、斜拉桥的振动特性和风致振动及地震响应动力分析等内容;在分析方法方面,针对电子计算机的广泛应用,在有关部分都适当介绍了有限元法。本书可供桥梁设计、研究、教学人员参考。

桥梁结构稳定与振动

李国豪 主编

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 安鸿逵 封面设计 赵敬宇

各地新华书店经售

北京顺义燕华印刷厂印

开本:850×1168毫米 1/32 印张:20.125 插页:1 字数:519千

1992年10月 第1版 第1次印刷

印数:1—2600册

ISBN7-113-01230-2/TU·268 定价:18.30元

再 版 前 言

本书第一版于60年代初问世以来已近30年。这期间，有关的科学技术和我国的桥梁工程建设都有了很大的发展。为了适应桥梁工程设计、科研和教学的需要，我们就当前的发展水平将本书第一版的内容大力更新和充实。但仍大致保持原来的篇章。更新充实的内容主要在下述几个方面。

在稳定方面，主要扩充了弹塑性屈曲和压溃荷载(极限承载力)以及桁梁桥侧倾的新内容。在振动方面，主要更新充实了以公路桥为主要对象的桥梁受车辆荷载的强迫振动；吊桥和斜拉桥的振动特性和风致振动，特别是颤振；以及桥梁地震响应动力分析等内容。

在分析方法方面，针对电子计算机的广泛应用，在有关部分都适当介绍了有限元法。但是，解析方法，不论是精确的或近似的，能给出有关参数影响的关系，并表达出其物理意义，在理论上和实用上都具有重要意义。所以在再版中仍保留其重要位置。

本书仍着重于基本概念和理论联系实际，力求以桥梁工程中由稳定和振动引起的突出事故为背景，从理论上阐明问题的本质和力学机理，结合工程实例介绍现代的稳定和振动分析方法和国内外的研究成果，同时对设计规范中的实用公式和图表从原理上加以说明。希望对于从事桥梁工程理论学习和研究或实际设计的读者在理解有关的稳定和振动问题和掌握分析计算方法方面有所帮助。

本书的编写，除我负责第一篇和第二篇的概述外，由沈祖炎负责第一、二、三、九、十章，石洞负责第四、五、十一章，黄东洲负责第六、七、八章，项海帆负责第十二、十三、十四、十五、十六章，范立础负责第十七、十八章。项海帆还负责组织工作，

黄东洲同志还负责全书的插图工作。这五位我的同济大学的同事，都在他们编写的有关方面从事了多年的研究工作，没有他们在繁忙的工作中，挤出时间来通力合作，本书的重写再版很难有望。同时，没有中国铁道出版社的大力支持，本书也难予出版。对此，我表示衷心的感谢。

书中难免有这样那样的缺点或错误。诚恳希望专家和读者批评指正。

李国豪

1991年8月

目 录

第一篇 桥梁结构稳定

概 述	(1)
第一章 中心受压杆件的弯曲稳定	(6)
§1—1 理想中心压杆的弹性屈曲	(6)
§1—2 理想中心压杆的弹塑性屈曲	(10)
§1—3 实际中心压杆的弹塑性弯曲稳定	(16)
§1—4 中心受压组合杆件的稳定	(20)
§1—5 中心压杆的设计公式	(26)
第二章 压弯杆件的弯曲稳定	(27)
§2—1 压弯杆件的弹性弯曲	(27)
§2—2 压弯杆件弹塑性弯曲失稳的特征	(29)
§2—3 压弯杆件压溃荷载的计算理论	(30)
§2—4 端弯矩、横向荷载及截面形状等对压溃 荷载的影响	(34)
§2—5 压弯杆件压溃荷载的实用计算公式	(40)
§2—6 压弯杆件的设计公式	(41)
第三章 薄壁杆件的弯扭屈曲	(43)
§3—1 中心受压开口薄壁杆件的弯扭屈曲	(43)
§3—2 压弯开口薄壁杆件的弯扭屈曲	(50)
§3—3 纯弯梁的侧向屈曲 (侧倾)	(54)
§3—4 工字梁侧向屈曲的近似分析	(59)
§3—5 桁梁桥的侧向屈曲 (侧倾)	(63)
第四章 求临界力的实用方法	(68)
§4—1 能 量 法	(68)

§4—2	差分法	(80)
§4—3	渐近法	(87)
第五章	杆件系统的压屈	(92)
§5—1	杆件系统压屈的基本原理	(92)
§5—2	杆单元刚度分析	(94)
§5—3	单元刚度矩阵和结构静力计算	(99)
§5—4	结构稳定计算	(102)
§5—5	铰接杆和空间杆单元的刚度矩阵	(104)
第六章	框架及桁架中的屈曲问题	(113)
§6—1	压杆的柔度方程及刚度方程	(114)
§6—2	框架的平面屈曲	(118)
§6—3	桁架桥弦杆的屈曲	(125)
§6—4	三角形桁架的腹杆屈曲	(127)
§6—5	K式桁架竖杆(杆力分段变化的压杆)的 屈曲	(129)
§6—6	复式桁架中腹杆(弹性支承的压杆)的 屈曲	(131)
§6—7	敞开式桁架桥上弦杆的屈曲	(135)
§6—8	斜拉桥的屈曲	(141)
§6—9	极限承载力的近似计算	(144)
第七章	拱桥的平面屈曲	(147)
§7—1	拱的平面屈曲的基本概念	(148)
§7—2	圆拱的屈曲	(149)
§7—3	抛物线拱的屈曲	(160)
§7—4	拱的计算长度及拱的压弯计算	(163)
§7—5	拱桥的平面压屈	(166)
§7—6	拱桥的极限承载力	(169)
第八章	拱桥的侧倾失稳	(191)
§8—1	拱的侧倾稳定平衡方程	(192)
§8—2	单拱的侧倾	(195)

§8—3	组拼拱的侧倾	(200)
§8—4	系杆拱的侧倾	(212)
§8—5	拱桥侧倾稳定分析的有限元法	(216)
§8—6	拱桥弹塑性侧倾稳定临界荷载与极限 承载力的近似计算	(224)
第九章	板的翘曲	(228)
§9—1	板的弹性翘曲	(228)
§9—2	板的弹塑性翘曲	(231)
§9—3	受压板的翘曲后性能	(235)
§9—4	压杆中板件的抗翘曲设计	(240)
§9—5	用肋条加劲的板的翘曲	(243)
§9—6	板翘曲分析的有限元法	(247)
第十章	板梁腹板的翘曲	(251)
§10—1	受剪力作用的腹板的翘曲	(251)
§10—2	受不均匀分布纵向力作用的腹板的 翘曲	(254)
§10—3	剪力和纵向力共同作用下的腹板 的翘曲	(256)
§10—4	用肋条加劲的腹板的翘曲	(257)
§10—5	板梁中腹板的抗翘曲设计	(262)

第二篇 桥梁结构振动

概 述	(265)
第十一章 梁桥的固有振动	(269)
§11—1 均布质量的梁桥的固有振动	(269)
§11—2 求固有频率的实用方法	(272)
§11—3 桥梁固有振动分析的有限元法	(279)
§11—4 解特征方程的常用方法	(281)
§11—5 桥梁结构的阻尼及带阻尼的桥 梁 振 动	(294)

第十二章 桥梁在移动车辆荷载下的强迫振动	(301)
§12—1 桥梁车辆振动问题的研究历史和现状.....	(301)
§12—2 简支梁桥车辆振动分析的古典理论.....	(306)
§12—3 梁桥车辆振动分析的现代理论.....	(323)
§12—4 公路桥梁车辆振动的实验研究及冲击 系数.....	(330)
§12—5 铁路梁桥的振动问题.....	(338)
第十三章 拱桥的振动	(352)
§13—1 拱桥的固有振动.....	(353)
§13—2 拱桥的车辆强迫振动.....	(366)
§13—3 拱桥的弯扭振动	(373)
第十四章 悬索桥和斜拉桥的振动	(386)
§14—1 索的振动特性.....	(386)
§14—2 悬索桥的固有振动.....	(395)
§14—3 悬索桥的强迫振动.....	(403)
§14—4 斜拉桥的固有振动.....	(408)
§14—5 斜拉桥的车辆强迫振动.....	(416)
第十五章 大跨度桥梁的空气动力稳定性	(421)
§15—1 自然风的基本特性.....	(421)
§15—2 风对桥梁的作用及风致振动.....	(432)
§15—3 古典耦合颤振理论.....	(438)
§15—4 分离流扭转颤振理论.....	(450)
§15—5 斜拉桥的多振型耦合颤振.....	(458)
§15—6 斜拉桥的颤振后状态.....	(465)
第十六章 桥梁的其他风致振动问题	(471)
§16—1 桥梁中的单自由度驰振现象.....	(471)
§16—2 桥梁中的涡激振动现象.....	(474)
§16—3 斜拉桥拉索的横向振动.....	(481)
§16—4 桥梁中的抖振现象.....	(489)
§16—5 大跨度桥梁的抗风设计和减振措施.....	(499)

第十七章 桥梁的地震振动	(507)
§17—1 地震的基本概念	(507)
§17—2 桥梁的震害	(513)
§17—3 桥梁抗震计算的地震力理论及抗震设计 方法的演变	(522)
§17—4 梁桥的地震振动	(539)
§17—5 拱桥的地震振动	(544)
第十八章 桥梁的地震反应分析	(555)
§18—1 确定性的桥梁地震反应分析	(555)
§18—2 长、大桥梁多点激振及行波效应	(569)
§18—3 <u>地基与结构的相互作用</u>	(578)
§18—4 桥梁非线性地震反应分析	(588)
§18—5 概率性的桥梁地震反应分析	(603)
附录一 中心压杆屈曲后杆中央挠度公式的演引	(623)
附录二 矩形板的弹塑性翘曲基本方程的演引	(625)
主要参考书	(630)