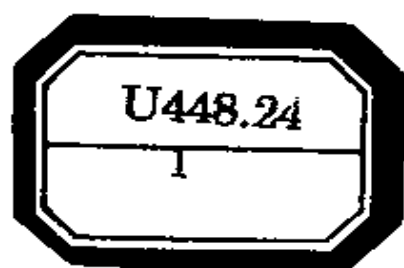


# 斜梁结构分析

夏 淦 邵容光 著



江苏科学技术出版社

## 致 读 者

社会主义的根本任务是发展生产力,而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代,科学技术的进步不仅是世界经济发展、社会进步和国家富强的决定因素,也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步,推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策,进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科技兴省”的决定,江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、省委宣传部、省科委、省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下,经省政府批准,由省科学技术委员会、省出版总社和江苏科学技术出版社共同筹集,于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”,用作支持自然科学范围内的符合条件的优秀科技著作的出版补助。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的建立,能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件,以通过出版工作这一“中介”,充分发挥科学技术作为第一生产力的作用,更好地为我国社会主义现代化建设和“科技兴省”服务;并能带动我省科技图书提高质量,促进科技出版事业的发展和繁荣。

建立出版基金是社会主义出版工作在改革中出现的新生事物,期待得到各方面给予热情扶持,在实践中不断总结经验,使它

逐步壮大和完善。更希望通过多种途径扩大这一基金,以支持更多的优秀科技著作的出版。

这次获得江苏省金陵科技著作出版基金补助出版的科技著作的顺利问世,还得到江苏联合信托投资公司的赞助和参加评审工作的教授、专家的大力支持,特此表示衷心的感谢!

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

# 前 言

随着交通事业的不断发展,为了适应改善道路的线型,或者当线路受到建筑物及其他障碍物的限制时,往往需要修建斜支承梁式结构(简称斜梁结构或斜梁桥)。在某些情况下建造斜桥,不但能使整个线路美观流畅,而且能缩短桥长,节省投资和材料,提高经济效益,因此斜梁结构已广泛用于高等级公路、城市道路和立交枢纽中。据统计,在高速公路上斜桥的数量可达到整条线路桥梁总座数的40%~50%。因此,斜梁桥的结构分析等已成为国内外许多专家学者密切关注的课题之一。此外,在房屋建筑和某些特殊建筑中也常会遇到斜梁结构。

从广义上说,斜梁结构包括斜梁、斜交刚架等结构型式。虽然这种结构中的主要构件为直线形构件,但由于斜支承的存在导致其弯曲和扭转发生耦合,因而使其结构分析变得更加复杂。近年来国内陆陆续续发表了一些有关斜梁结构方面的研究论文,但较系统的研究成果极为罕见,迄今尚未见到系统地介绍斜梁结构分析方面的著作出版。随着高等级公路尤其是高速公路等在我国迅速发展,工程技术人员迫切需要对斜梁结构的受力性能等有比较全面的了解,并有既精确而又简便的实用计算理论和方法问世,本书正是为满足这一现实需要而编写的。近年来,著者对斜梁结构的受力性能、分析方法等做了较系统的研究,本书即是这些研究成果的总结,是在已发表有关论文的基础上增加大量尚未发表过的内容撰写而成。

本书首先系统地介绍了著者提出的斜梁结构的多种分析方法,按静定斜梁、超静定简支斜梁、连续斜梁和竖腿斜交刚架的顺

序进行较详细的分析和推演,比较系统地给出了各种不同斜梁在典型荷载作用下的内力与变形的大量计算公式。为了清楚了解斜梁的受力特性以及便于实际应用,书中绘出了相当数量的各种类型曲线并给出了许多计算辅助用表。为了适应各种不同需要,扩大应用范围,书中既有适合于电算的方法,也有采用手算的方法。本书随后还介绍了斜梁由预加力、温度变化和支承变位引起的次内力计算方法。最后两章试图探讨解决单梁式斜箱梁桥和多梁式斜梁桥的设计计算问题。对于单梁式斜箱梁桥,书中提出了较实用的恒、活载内力计算方法,并给出了计算示例。对于多梁式斜梁桥,书中介绍了邢志成提出的刚性横梁法和著者提出的广义弹性支承连续梁法等两种实用方法来计算斜梁桥的荷载横向分布。

本书在撰写过程中得到了东南大学丁大钧教授和同济大学范立础教授的指点和鼓励,著者对此表示衷心的感谢。我们期望本书能对有关工程技术人员有所裨益,限于水平,不当之处,恳请批评指正。

著 者

1994年10月

# 目 录

第一章 概述	1
1.1 斜梁结构的型式	1
1.2 斜角与斜度的定义	2
1.3 基本假定及分析途径	2
第二章 静定斜梁的分析	5
2.1 静定斜梁的内力	5
2.1.1 静定斜梁的型式	5
2.1.2 正负号规定	6
2.1.3 典型荷载作用下的反力与内力	6
2.2 静定斜梁的变形	18
2.2.1 竖向集中荷载 $P$ 作用下的变形	19
2.2.2 集中扭矩荷载 $T^*$ 作用下的变形	22
2.2.3 其他典型荷载作用下的变形	24
第三章 超静定简支斜梁的分析	28
3.1 超静定简支斜梁的内力	28
3.1.1 竖向集中荷载 $P$ 作用下的反力与内力	29
3.1.2 集中扭矩荷载 $T^*$ 作用下的反力与内力	34
3.1.3 其他典型荷载作用下的反力与内力	37
3.1.4 几种特殊斜梁及其受力性能	42
3.2 超静定简支斜梁的变形	54
3.2.1 竖向集中荷载 $P$ 作用下的变形	54
3.2.2 其他典型荷载作用下的变形	62
3.3 超静定简支斜梁的影响线	83

3.3.1	支承反力影响线 .....	83
3.3.2	截面内力影响线 .....	85
3.3.3	变形影响线 .....	92
3.4	超静定简支斜梁的反力特性与考虑内力重分布的计算方法 .....	97
3.4.1	超静定简支斜梁的反力特性 .....	97
3.4.2	内力重分布与计算方法 .....	102
3.4.3	几点结论 .....	109
第四章	A 型连续斜梁的分析 .....	110
4.1	概述 .....	110
4.2	超静定简支斜梁在梁端力矩作用下的内力与变形 ...	111
4.2.1	超静定简支斜梁在 $M_A$ 作用下的内力与变形 .....	111
4.2.2	超静定简支斜梁在 $M_B$ 作用下的内力与变形 .....	115
4.3	A 型连续斜梁的三力矩方程 .....	119
4.3.1	三力矩方程的一般形式 .....	119
4.3.2	三力矩方程的几个特例 .....	128
4.3.3	A 型连续斜梁的内力与变形 .....	130
4.3.4	计算示例 .....	135
4.4	两跨 A 型连续斜梁的分析 .....	143
4.4.1	全跨均布荷载 $p$ 的作用 .....	143
4.4.2	全跨均布扭矩 $t$ 的作用 .....	149
4.4.3	竖向集中荷载 $P$ 的作用 .....	151
4.4.4	集中扭矩荷载 $T^*$ 的作用 .....	158
4.5	三跨 A 型连续斜梁的分析 .....	165
4.5.1	均布荷载 $p$ 的作用 .....	167
4.5.2	均布扭矩 $t$ 的作用 .....	169
4.5.3	竖向集中荷载 $P$ 的作用 .....	170
4.5.4	集中扭矩荷载 $T^*$ 的作用 .....	184

<b>第五章 B 型及混合型连续斜梁的分析</b> .....	200
5.1 任意多跨 B 型连续斜梁的分析方法 .....	200
5.1.1 赘余力的求解 .....	200
5.1.2 任意多跨 B 型连续斜梁的内力与变形 .....	204
5.2 两跨 B 型连续斜梁的分析 .....	209
5.2.1 均布荷载 $p$ 的作用 .....	210
5.2.2 均布扭矩 $t$ 的作用 .....	213
5.2.3 竖向集中荷载 $P$ 的作用 .....	215
5.2.4 集中扭矩荷载 $T^*$ 的作用 .....	222
5.3 三跨 B 型连续斜梁的分析 .....	231
5.3.1 均布荷载 $p$ 的作用 .....	232
5.3.2 均布扭矩 $t$ 的作用 .....	235
5.3.3 竖向集中荷载 $P$ 的作用 .....	237
5.3.4 集中扭矩荷载 $T^*$ 的作用 .....	257
5.4 混合型连续斜梁的计算原理简介 .....	276
<b>第六章 竖腿斜交刚架的分析</b> .....	278
6.1 引言 .....	278
6.2 四力矩方程及其应用说明 .....	279
6.2.1 四力矩方程一般式的推导 .....	279
6.2.2 几个特例 .....	281
6.2.3 四力矩方程在竖腿斜交刚架分析中的应用说明 .....	282
6.3 计算示例及讨论 .....	284
<b>第七章 斜梁的次内力分析</b> .....	289
7.1 斜梁由预加力引起的次内力计算方法 .....	289
7.1.1 引言 .....	289
7.1.2 预应力混凝土简支斜梁的次内力 .....	290
7.1.3 预应力混凝土连续斜梁的次内力 .....	295
7.1.4 连续斜梁次内力算例 .....	297



7.1.5 结语 .....	299
7.2 预应力斜梁设计中的几个基本问题 .....	301
7.3 温差引起的次内力分析 .....	310
7.3.1 《桥规》中有关日照温差的内力计算规定 .....	310
7.3.2 超静定斜梁由温差引起的次内力 .....	312
7.3.3 计算示例 .....	315
7.4 支承位移引起的次内力分析 .....	316
7.4.1 支承位移引起的次内力公式推导 .....	316
7.4.2 计算示例 .....	320
<b>第八章 用力矩分配法分析斜梁</b> .....	<b>322</b>
8.1 力矩分配法有关公式的推导 .....	322
8.1.1 计算模型与符号规定 .....	323
8.1.2 形常数与载常数的计算 .....	324
8.1.3 两端箍固时的刚度系数、传递系数与固端力矩 .....	324
8.1.4 仅一端箍固时的刚度系数与固端力矩 .....	326
8.1.5 特例与说明 .....	327
8.2 计算示例 .....	331
8.3 力矩分配法实用表格的编制及算例 .....	337
8.3.1 实用表格说明 .....	337
8.3.2 利用实用表格的计算示例 .....	361
<b>第九章 单梁式斜箱梁桥的实用计算方法</b> .....	<b>369</b>
9.1 单梁式斜箱梁桥设计内力的计算方法 .....	369
9.1.1 恒载内力计算 .....	370
9.1.2 活载内力计算 .....	370
9.2 计算示例 .....	372
<b>第十章 多梁式斜梁桥的荷载横向分布计算</b> .....	<b>386</b>
10.1 刚性横梁法 .....	387
10.1.1 计算假定与图式 .....	387

10.1.2	荷载横向分布计算公式 .....	388
10.1.3	计算示例 .....	396
10.1.4	斜梁桥横梁的设计计算特点 .....	401
10.2	广义弹性支承连续梁法 .....	407
10.2.1	拱支承的概念与计算图式 .....	407
10.2.2	弹簧常数的计算 .....	410
10.2.3	荷载横向分布计算 .....	412
10.2.4	小结 .....	415
<b>附表</b> .....		417
附表 1	超静定简支斜梁在全跨均布荷载作用下的内力值 .....	417
附表 2	超静定简支斜梁在全跨均布扭矩荷载作用下的内力值 ...	422
附表 3	超静定简支斜梁在竖向集中荷载 $P$ 作用下的内力值 .....	424
附表 4	超静定简支斜梁在集中扭矩荷载 $T^*$ 作用下的内力值 .....	428
附表 5	超静定简支斜梁在梁端力矩作用下的内力值 .....	434
<b>参考文献</b> .....		446