

海南大学教学成果奖申报书

成 果 名 称 “广义力矩分配法”研究及其教学实践

成 果 完 成 人 罗立胜、陈云、杜娟

成 果 完 成 单 位 土木建筑工程学院

成 果 科 类 工科

代 码 0831221

推荐单位名称及盖章 土木建筑工程学院

推 荐 时 间 2020 年 05 月 25 日

海南大学教务处 制

2020 年

一、成 果 简 介

成果曾	获奖时间	获奖种类	获奖等级	奖金数额 (元)	授奖部门
获奖励					
情 况					
成果起止时间	起始：2016 年 05 月 13 日 完成：2019 年 12 月 31 日				
主题词	结构力学、力矩分配法、广义力矩分配法、渐进法、教学实践				
成 果 内 容 概 述	“力矩分配法”是《结构力学》中极其重要的教学内容，其概念和算法在土木工程后续专业课程《钢结构原理》和《混凝土原理》中均有重要应用，尤其是在土木工程专业毕业设计中的框架内力计算中被广泛采用，“力矩分配法”是土木工程专业的重要算法。现有《结构力学》教材中，均将“力矩分配法”归为“渐进法”范畴，即认为该法属于一种渐进解法，只能经过迭代计算收敛于精确解。为提高力矩分配法的计算效率和计算精度，本成果在传统力矩分配法的基础上，将传统分配系数和传统传递系数的概念进行延伸，引入广义分配系数和广义传递系数的概念，建立了广义力矩分配法。该法可以通过一次广义力矩分配传递即可完成计算，不需反复迭代运算，提高了计算效率，且计算结果是精确解。该成果是对现有《结构力学》教材中传统“力矩分配法”的完善和改进，改变了“力矩分配法”只能得到近似解的认知，具有重要的教学价值和一定的学术价值。该成果经过了3年的《结构力学》教学实践检验，实践表明“广义力矩分配法”可有效加深学生对刚度系数、分配系数和传递系数等相关概念物理含义本质的理解，且可有效提高学生的解题速度和解题精确度。				

二、成果内容

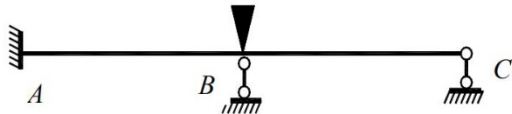
1. 基本内容

(1) “广义力矩分配法”原理及思路

首先在所有未知转角位移刚结点处施加刚臂，并计算杆端的固端弯矩，然后同时释放尽量多的非相邻结点，得到尽量少的存在不平衡力矩的结点，再利用广义分配系数和广义传递系数对不平衡力矩进行一次分配传递，从而得到分配弯矩和传递弯矩，进而到最终弯矩。

(2) 广义转动刚度系数、广义传递系数和广义分配系数

广义转动刚度系数和广义传递系数是在单跨梁的刚度系数的基础上，通过对刚度系数进行分配传递，得到多跨梁中某结点的广义刚度系数和广义传递系数。图 1 为两跨梁中结点 A 的广义刚度系数和广义传递系数的计算过程。图 1 中的 $24i/7$ 即为广义刚度系数，其物理含义是结点 B 无约束刚臂时，结点 A 发生单位转角所需要施加的杆端弯矩； $1/4$ 表示的是从 A 端传递至 B 结点左侧的广义传递系数， $-1/4$ 表示的是从 A 端传递至结点 B 右侧的广义传递系数。图 1 可知，根据广义传递系数传递至结点 B 的弯矩是平衡的，即不会产生新的不平衡力矩。由以上分配传递过程可知，三跨某结点的广义刚度系数和广义传递系数时，可在两跨梁的基础上继续分配传递得到，更多跨梁或刚架可依次类推。



传统分配系数		4/7	3/7
传统刚度系数	4i	2i	
结点 B 分配传递	-4i/7 ←	-8i/7	-6i/7 → 0
广义刚度系数	24i/7	6i/7	-6i/7 0
广义传递系数		1/4	-1/4

图 1 结点 A 广义刚度系数和广义传递系数

计算得到结点的广义转动刚度后，即可得到广义分配系数。广义分配系数计算公式如下：

$$\mu_j = \frac{S_{ij}}{\sum_{j=1}^n S_{ij}} \quad (1)$$

式中， μ_{ij} 为 ij 杆件的 i 端的广义分配系数； S_{ij} 为 ij 杆件的 i 端的广义杆端刚度系数； $\sum_{j=1}^n S_{ij}$ 为所有与之相连的广义杆端刚度系数之和。

(3) “广义力矩分配法”计算步骤

①在所有未知转角位移刚结点处施加约束刚臂，计算得到杆端的固端弯矩，同时得到结点处的不平衡力矩。

②同时释放尽量多的非相邻结点，即对其不平衡力矩按照传统力矩分配法进行分配

传递，得到尽量少的存在不平衡力矩的待分配结点。由于广义力矩分配法只需一次分配传递即可结束，故得到尽量少的待分配结点，可有效减少计算工作量。

③计算得到结点的广义刚度系数、广义传递系数和广义分配系数。

④按照广义分配系数和广义传递系数，对待分配结点上的不平衡力矩进行分配传递。

⑤将杆端的固端弯矩和分配传递弯矩相加得到杆端的最终弯矩。

(4) “广义力矩分配法”算例验证

选取李廉锟主编的《结构力学》教材（第6版，高等教育出版社）第220页的例题9-2作为算例。该算例为四跨连续梁，如图2所示。传统力矩分配法计算结果、位移法计算结果和广义力矩分配法计算结果见表1。表1数据表明，“广义力矩分配法”得到的计算结果与位移法计算结果一致，其精度高于传统“力矩分配法”计算结果。

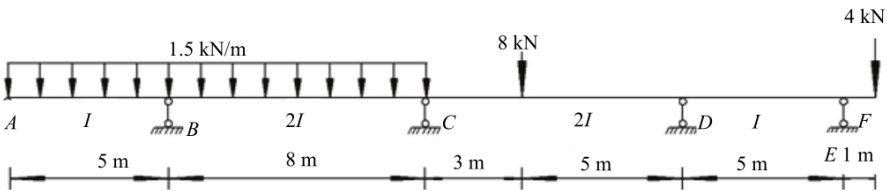


图2 结构示意图
表1 计算结果对比

参数	位置							
	结点A	结点B左	结点B右	结点C左	结点C右	结点D左	结点D右	结点E
传统力矩分配法	0	5.63	-5.63	10.40	10.40	1.16	-1.16	4
位移法	0	12 965/2 304	-12 965/2 304	5 323/512	-5 323/512	2 677/2304	-2 677/2 304	4
广义力矩分配法	0	12 965/2 304	-12 965/2 304	5 323/512	-5 323/512	2 677/2304	-2 677/2 304	4

(5) “广义力矩分配法”在《结构力学》中的教学改革实践

①讲授传统“力矩分配法”。重点向学生讲授传统“力矩分配法”的思路：首先，在转角未约束的刚结点处施加约束刚臂，约束结点处会存在不平衡力矩；然后，逐次释放约束结点的约束刚臂，即在相邻约束点之间分配传递不平衡力矩，经多轮分配传递之后的不平衡力矩满足精度要求时，即停止分配传递。

②引导启发学生建立“广义力矩分配法”的概念。引导学生思考力矩是否能在非相邻结点之间分配传递？从而引出广义转动刚度系数、广义传递系数和广义分配系数的概念。

③系统讲授“广义力矩分配法”的原理思路和计算流程。

④通过例题，对比分析传统“力矩分配法”和“广义力矩分配法”的异同。重点对比两者计算工作量和计算精度。

⑤关于传统“力矩分配法”和“广义力矩分配法”的学生课后问卷调查，重点调查学生的掌握情况和评价情况。

2. 创新点

(1) 首次提出“广义力矩分配法”的概念、原理思路和计算流程，该法是对现有《结构力学》教材中传统“力矩分配法”的完善和改进，具有重要的教学价值和一定的工程应用价值。

(2) 现有《结构力学》教材中的传统“力矩分配法”需要反复迭代运算，其计算工作量大，而且只能得到近似解；“广义力矩分配法”通过一次广义力矩分配传递即可完成计算，不需反复迭代运算，提高了计算效率，且计算结果是精确解。

(3) 首次将“广义力矩分配法”应用于《结构力学》的实践教学，实践表明“广义力矩分配法”可有效加深学生对刚度系数、分配系数和传递系数等相关概念物理含义本质的理解，且可有效提高学生的解题速度和解题精确度。

3. 应用情况

(1) 发表北大核心论文 1 篇。该成果形成题目为“多分配结点结构的广义力矩分配法”的论文，并于 2018 年 2 月发表于《辽宁工程技术大学学报（自然科学版）》的第 37 卷第 1 期。

(2) 该成果应直接应用于海南大学土木建筑工程学院三届学生的《结构力学》教学实践。成果完成人罗立胜、陈云和杜娟均为讲授《结构力学》课程的一线教师，该成果已经直接应用到教学环节。该教学成果已应用于 2017 年度、2018 年度和 2019 年度的《结构力学》教学实践，已经有 3 年的教育教学实践检验。教学实践表明，该方法可有效加深学生对刚度系数、分配系数和传递系数等相关概念物理含义本质的理解，且可有效提高学生的解题速度和解题精确度，受到学生的好评。

(3) 成功申报海南大学教学改革研究项目“省级精品课程《结构力学》教学改革研究(hdjy1967)”，该校级改革研究项目为“广义力矩分配法”的教学改革提供了经费支持。

三、主要完成人情况

第（一）完成人姓名	罗立胜	性 别	男
出生年月	1987 年 01 月	最后学历	博士研究生
参加工作时间	2015 年 03 月	高校教龄	5 年
专业技术职称	讲师	现任党政职务	土木教工党支部书记
工作单位	土木建筑工程学院	联系电话	17889843562
现从事工作及专长	教学科研	电子信箱	luolisheng2015@hainanu.edu.cn
何时何地受何奖励	无		

主 要 贡 献	(1) 提出“广义力矩分配法”的概念、完整思想和计算流程。 (2) 将成果整理成论文“多分配结点结构的广义力矩分配法”，并于 2018 年 2 月发表于《辽宁工程技术大学学报（自然科学版）》的第 37 卷第 1 期。 (3) 向“结构力学教学小组”提出改进“力矩分配法”章节教学改革建议和初步方案。 (4) 以项目参与人的身份，参与海南大学教学改革研究项目“省级精品课程《结构力学》教学改革研究（hdjy1967）”。 本人签名： <u>罗立胜</u> 2020 年 5 月 21 日
------------------	--

主要完成人情况

第（二）完成人姓名	陈云	性 别	男
出生年月	1980 年 8 月	最后学历	博士研究生
参加工作时间	2013 年 6 月	高校教龄	7 年
专业技术职称	副教授	现任党政职务	土木建筑工程学院 副院长
工作单位	土木建筑工程学院	联系电话	18689836813
现从事工作及专长	教学科研	电子信箱	chenyunhappy@163.com
何时何地受何奖励	2019, 中国力学学会全国徐芝纶优秀力学优秀教师奖		

主
要
贡
献

- (1) 推动《结构力学》中“力矩分配法”章节的教学改革。
- (2) 推动《结构力学》教学大纲的修订。
- (3) 以项目主持人的身份, 主持海南大学教学改革研究项目“省级精品课程《结构力学》教学改革研究(hdjy1967)”。

本人签名: 陈云

课题组负责人签名: 陈云

2020 年 5 月 25 日

主要完成人情况

第（三）完成人姓名	杜娟	性 别	女
出生年月	1978 年 11 月	最后学历	硕士研究生
参加工作时间	2002 年 05 月	高校教龄	18 年
专业技术职称	副教授	现任党政职务	土木工程系主任
工作单位	土木建筑工程学院	联系电话	13036020709
现从事工作及专长	教学科研	电子信箱	dujuan2012@Hainan.education.cn
何时何地受何奖励	无		

主
要
贡
献

- (1) 参与落实《结构力学》中“力矩分配法”章节的教学改革。
- (2) 参与落实《结构力学》教学大纲的修订。
- (3) 以项目参与人的身份，参与海南大学教学改革研究项目“省级精品课程《结构力学》教学改革研究（hdjy1967）”。

本人签名： 杜娟

课题组负责人签名： 陈云

2020 年 5 月 21 日

四、主要完成单位情况

第（一）完成 单位名称	土木建筑工程学院	主管部门	海南大学
联系人	周智	联系电话	18641133800
传 真		电子信箱	zhouzhihit@163.com
主 要 贡 献	（1）提供了《结构力学》教学改革的平台。“广义力矩分配法”已应用于 2017 年度、2018 年度和 2019 年度的《结构力学》教学实践，已经有 3 年的教育教学实践检验。 （2）立项海南大学教学改革研究项目“省级精品课程《结构力学》教学改革研究（hdjy1967）”，该校级改革研究项目为“广义力矩分配法”的教学改革提供了经费支持。		

单位盖章
2020 年 5 月 25 日



五、单位推荐意见

推
荐
意
见

该教学成果中的“广义力矩分配法”是对传统“力矩分配法”的重要改进和完善，可以计算得到精确解，颠覆了“力矩分配法”只能得到近似解的传统认知；该方法具有明确的物理含义，同时大大减少了计算工作量进而提高了计算效率。该成果在《结构力学》教学领域具有极高的推广价值。

该教学成果已得到校级教学改革项目的支持，并且已在海南大学三届学生的《结构力学》教学中推广运用，该方法可有效加深学生对刚度系数、分配系数和传递系数等相关概念物理含义本质的理解，且可有效提高学生的解题速度和解题精确度，受到学生的广泛好评。

该教学成果具有重要的教学价值和一定的学术价值，并经过3年的教育教学实践检验，同意推荐。

推荐单位负责人签字：

单位公章：



2020年5月21日