

西北土木工程技术研究与进展

甘肃土木工程科学研究院50周年论文集

XIBEI TUMU GONGCHENG
JISHU YANJIU YU JINZHAN
GANSU TUMUGONGCHENG
KEXUE YANJIUYUAN 50 ZHOUNIAN
LUNWENJI

主 编/何忠茂

副主编/孙 健 滕文川 杜 雷



兰州大学出版社

西北土木工程技术与进展

甘肃土木工程科学研究院50周年论文集

XIBEI TUMU GONGCHENG
JISHU YANJIU YU JINZHAN
GANSU TUMUGONGCHENG
KEXUE YANJIUYUAN 50 ZHOUNIAN
LUNWENJI

主 编/何忠茂

副主编/孙 健 滕文川 杜 雷



兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

西北土木工程技术与进展:甘肃土木工程科学
研究院 50 周年论文集 / 何忠茂主编. —兰州:兰州大学
出版社,2013. 11

ISBN 978-7-311-04299-8

I. ①西… II. ①何… III. ①土木工程—文集 IV.
①TU-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 282537 号

策划编辑 施援平
责任编辑 郝可伟 施援平
封面设计 刘 杰

书 名 西北土木工程技术与进展
——甘肃土木工程科学研究院 50 周年论文集
主 编 何忠茂
副 主 编 孙 健 滕文川 杜 雷
出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路 222 号 730000)
电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)
网 址 <http://www.onbook.com.cn>
电子信箱 press@lzu.edu.cn
印 刷 兰州奥林印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 51.75
字 数 1282 千
版 次 2013 年 11 月第 1 版
印 次 2013 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-311-04299-8
定 价 200.00 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

《西北土木工程技术与进展
——甘肃土木工程科学研究院50周年论文集》

编辑委员会

主 任 何忠茂

副主任 孙 健 滕文川 杜 雷

委 员 (按姓氏笔画排序)

王振军 王振明 王惠玲 王颖中 吕永平
孙年祥 朱 宏 齐 刚 安贵仓 周应庆
周建民 陈廷乾 郑建军 侯文虎 郝玉芝
唐佐贵 黄仁勇 鲁海涛 魏新强

编辑委员会工作组

组 长 侯文虎

成 员 赵 静 宋小婧 黄仁勇 董小丽
张 慢 刘 慧 周 真 宁作君
姚 军 蔡 肖 魏志芮

序

金秋九月，正是收获的时节，甘肃土木工程科学研究院迎来了建院五十周年。值此院庆之际，将历年优秀论文编纂成集，借以纪念，既展示了土木院五十年来的发展成果，也是土木院广大科研工作者们多年来始终不渝、投身科研工作的智慧与经验。

栉风沐雨五十载，春华秋实铸丰碑。土木院从 1963 年成立，到 1999 年作为国家 242 个首批改制院所之一，转制为科技型企业，再到 2001 年划归甘肃省建设委员会管理，几易院址，几经变革，历经了半个世纪的改革和发展。从困境中逆势前行，于探索中不断成长，在跨越中逐步壮大。今日的土木院，立足甘肃、面向西北、走向全国，已然发展成为具备建筑工程多项专业甲级资质、以建筑工程技术和新材料研究为主、集建筑科研和综合技术服务为一体的知名建筑科技型企业，为中国有色金属行业及全国建筑工程和建设科技事业的发展做出了不凡业绩！

五十年来，土木院的科研工作者们，始终将科技驱动和持续创新作为推动全院经济转型升级的强劲动力，立足传统，扎根一线，潜心科研，科学创新，为建筑科技事业的发展奉献着自己的青春、汗水和才智。他们在多年的积极探索和科学实践中收获了多项位列国内、国际领先水平的丰硕科研成果，并着力搭建科技创新孵化平台，加快推进科研成果的转化，取得了显著的发展成果。

我国西部地区经济社会的发展为土木建筑领域科学技术发展、创新能力的提升创造了历史性机遇，已取得的巨大成就引起了海内外同行的热切关注。本论文集所收录的 140 余篇论文，内容涵盖建筑新材料、湿陷性黄土地区地基处理技术、建筑及设备防腐蚀、建筑物的检测加固技术、工业与民用建筑的设计研究、绿色建材、建筑节能技术推广应用等多个建筑专业技术领域。将建筑学科理论和建筑科研实践融合，探讨了西部土木工程技术的

研究与进展情况,适应西部地区经济社会发展的需要,促进西部地区土木建筑领域的相互学习、交流与合作。其中,多篇论文曾被国家级和省级核心期刊收录发表,具有较高的实用性和指导性,是我院五十年科学研究成果的一个缩影,反映了我院建院五十年来学术成就和对土木建筑领域所做的贡献。

百舸争流,智者领航;千帆竞发,勇者争先。土木院的科研工作者们将举全院之力、集全院之智,在坚持自我创新的挑战与机遇中,尽情挥洒激情与梦想,同心同德,再接再厉,砥砺奋进,让科技为土木院的蓬勃发展插上腾飞的翅膀,自觉肩负起引领自主创新、助推转型跨越、服务富民兴陇、推动甘肃经济社会跨越发展的企业使命,积极投身于全省建筑科技事业发展的壮丽征程,拥抱属于自己的“中国梦”!

谨以此,是以为序。

编委会

2013 年 9 月

目 录

第一部分 岩土地基

湿陷性黄土湿陷等级的模糊综合评判	滕文川	003
兰州地区湿陷性黄土的工程性质	孙年祥 滕文川	009
陇东大厚度黄土地区地基基础设计探讨	鲁海涛 滕文川	016
人工挖孔灌注桩桩底压浆试验研究	鲁海涛 滕文川 李辉元	025
静压桩在某氧化铝厂种分槽地基加固工程中的应用 宋东伟 吕永平 滕文川 孙 云		031
兰州某电力公司调度通讯楼基坑工程	王 隽 鲁海涛 滕文川	036
填土地基加固与治理的工程研究	魏 秦 鲁海涛 滕文川	044
疑难场地的岩土工程勘察及地基处理	孙年祥	051
碾压地基试验研究	孙年祥 谭炳浩	056
兰州削山填沟整地工程主要环境影响及防治对策 张明泉 纪淑娜 孙年祥		064
加气硅化法在饱和黄土地基加固工程中的应用	吕永平 刘 谦 张少华	071
饱和浸碱黄土的一维膨胀模型	朱 宏 李哥青	078
含时滞振动主动控制系统地震响应的数值分析	朱 宏 张 斌 孙 清	086
预试桩与加气硅化综合加固法在地基加固中的应用	吕永平 王生新	092
静压桩在某火车站站房装修地基加固工程中的应用 吕永平 孙 云 宋东伟		096
黄土地基浸碱膨胀变形的事故调查与试验研究	朱 宏	101
某水泥熟料线工程深层平板静载荷试验研究	吕永平 赵 卿 刘兴荣	115
兰州某厂大厚度自重湿陷性黄土场地地基处理试验研究 吕永平 史庭光 张少华 赵 卿		120
预压式开口钢管桩托换技术的应用	周建民	127
水泥浆-水玻璃双液复合地基加固技术在碎石土地基中的应用 周建民		134
深层搅拌桩处理饱和黄土地基的应用研究	周建民 张国澍	138
浅谈湿陷性黄土的地基处理	刘向荣	144
头道河电站发电厂房地基处理	谭炳浩	148
振动沉管灌注桩在软弱土地基条件下的应用	崔 立	152
坑式静压桩技术在西北湿陷性黄土地区顶升纠偏实践 江西林 朱 宏		157

静压钢管桩托换法在某办公楼门厅地基加固工程中的应用
..... 孙 云 赵 卿 刘 谦 162

大厚度黄土地区坑式静压桩兼作基础加固和基坑支护时的设计分析
..... 刘树新 167

强夯置换饱和黄土路基的试验与应用 李复勤 刘蔓青 173

浅述水泥粉煤灰碎石桩（CFG 桩）复合地基处理技术 孙 云 176

酸、碱对湿法冶金、化工企业建（构）筑物地基的腐蚀问题调查研究
..... 蒋 钦 赵洪起 蒋亚兵 181

第三系砂岩强风化层的承载力 李复勤 186

山西铝厂湿陷性黄土地基处理方法试验研究 蒋 钦 赵洪起 蒋亚兵 189

强夯置换饱和和粉煤灰路基的试验研究 李复勤 刘蔓青 192

静力触探方法在强夯后黄土地地上检测地基承载力的应用及经验公式分析
..... 刘树新 张虎祯 196

夯扩桩及载体桩在西宁地区应用实例及分析 吴 健 曲韵远 高玉广 200

秦岭山区某堆积层滑坡形成机制及稳定性评价
..... 李慧琴 魏致琴 高玉广 张雪云 206

西宁地区第三系强风化泥岩地基承载力分析 任 凯 白建平 高玉广 210

第二部分 建设工程质量检测

玉树地震灾后民用房屋调查分析及建议
..... 王永亮 何忠茂 乔宏霞 郑建军 219

杂散电流对钢筋混凝土结构的腐蚀及检测 孙 健 杜 雷 226

回弹法检测混凝土强度应注意的几个问题 孙 健 徐晓东 231

抗剪法及原位单剪法推定混凝土抗压强度的检测方法研究
..... 杜 雷 张 波 235

8·8 舟曲特大山洪泥石流灾后受损房屋鉴定评估与分析
..... 杜 雷 郑建军 牛金亮 叶 欢 阮 隆 242

素土挤密桩、灰土挤密桩、生石灰挤密桩复合地基处理湿陷性黄土试验对比分析
..... 鲁海涛 滕文川 程晓文 249

饱和黄土地基桩基的静载试验研究 鲁海涛 王迎兵 滕文川 257

中小学校舍的抗震检测与鉴定研究 钱 铭 程晓文 滕文川 263

某输气管道黄河跨越工程锚固墩及塔基础裂缝原因分析和修复
..... 叶 蓁 杜 雷 270

青海玉树地震民用建筑震害调查与分析
..... 郑建军 廖永石 杜 雷 牛金亮 274

某铝厂电解一、二系列厂房检测 郑建军 吕永平 杜 雷 282

西南某厂地基载荷试验及成果分析 孙年祥 287

某水泥厂磨房厂房钢结构屋面坍塌事故原因分析
..... 郑建军 李喜亮 张少华 292

某异型框架住宅楼墙体裂缝原因分析及处理措施

..... 郑建军 刘 瑛 范新海 297

自重湿陷性黄土地振动沉管灌注桩承载力浅析 吕永平 杨世清 303

大厚度自重湿陷性黄土地混凝土夯扩桩承载力试验研究

..... 吕永平 赵 卿 张刚 史庭光 307

某局台网中心机房选址检测及加固 陈廷乾 311

某工业管网支架的检测与鉴定 钱 铭 315

某大学教师公寓工程一层局部火灾后结构检测、鉴定 张太亮 322

某铝厂电解厂房混凝土结构构件耐久性检测 叶 蓁 李善辉 327

盐渍土胀裂建筑物的检测分析与治理 李复勤 刘蔓青 333

第三部分 建筑结构

混凝土钢筋化学锚固施工技术 孙 健 安贵仓 孟 超 339

某超限高层工业框架结构弹塑性分析及性能抗震加固设计

..... 莫 庸 钱 铭 宋东伟 安 炳 滕文川 342

二次受力下高强钢绞线网-渗透性聚合物砂浆加固 RC 梁抗弯试验研究

..... 朱彦鹏 廖永石 郑建军 滕文川 赵丹丹 353

某电厂 2×300 MW 机组扩建主厂房混凝土柱牛腿裂缝的综合分析

..... 郑建军 杜 雷 叶 蓁 舒宏博 359

某教学楼抗震加固设计探讨 魏新强 安贵仓 365

钢-混凝土组合结构在某商厦室内增层改造中的应用 郑建军 371

某综合楼火灾受损后检测与加固修复 郑建军 379

某民族学院大礼堂墙体裂缝分析与加固处理 郑建军 张国澍 388

中心楼梯参与整体框架结构地震反应分析 郑建军 廖永石 朱彦鹏 394

某青少年活动中心框架梁加固设计与施工 郑建军 王万钊 舒宏博 401

FRP 加固梁抗弯计算和试验分析 郑建军 廖永石 朱彦鹏 405

砌体结构加固技术的应用研究 周建民 郑建军 410

砖木结构的检测实例分析以及有限元分析 郑建军 李 科 朱彦鹏 415

某混凝土框架现浇密肋空心楼盖裂缝的综合分析

..... 郑建军 王大军 李德荣 421

体外交叉钢筋加固框架梁柱节点的试验研究

..... 朱彦鹏 李 科 郑建军 袁 陵 430

陇南某冶炼厂焙烧炉震后灾害治理 陈廷乾 441

西部地区环境对结构裂缝的影响及对策 叶 蓁 顾玉寰 451

对某起钢桁架塌落事故的原因分析 杨生红 王振明 460

西部地区某水厂沉淀站池壁裂缝原因分析 王振明 杨生红 安贵仓 464

钢结构新技术的应用及推广 唐佐贵 崔 立 李复勤 468

谈底层框架砖房的结构特点和抗震鉴定 李海龙 安贵仓 473

某种分槽混凝土基础结构的检测与加固 钱 铭 魏常宝 477

某边坡挡墙特殊排水设计方法研究	王 东	484
某地下人防工程结构检测与分析	魏常宝 王正东	488
某中学礼堂可靠性鉴定与加固设计探索	魏常宝	495

第四部分 土木工程材料

负温下水泥硬化模型的研究与论证	何忠茂 巴恒静 王 岩	507
周边约束状态下板式混凝土早期开裂及收缩应变的分布	高小建 何忠茂 杨英姿 周 智 巴恒静	513
大掺量粉煤灰水泥的力学性能研究	杜 雷 何忠茂	520
CemtureShop——水泥基复合材料细观组织结构的计算机模拟	王 岩 何忠茂	528
硫酸盐环境混凝土动弹性模量及微观研究	乔宏霞 何忠茂 刘翠兰	535
矿粉 A 对沥青混凝土稳定性影响的试验研究	宁作君 张 慢 何忠茂	543
现场用砂石含水率对混凝土质量的影响	孙 健	550
氧化铝厂混凝土建 (构) 筑物的碱腐蚀及防治	孙 健	554
干湿循环下氯盐-硫酸盐共同作用时混凝土耐久性研究初探	彭高鹏 杜 雷 周茗如	558
脱硫石膏砌块生产的工艺与设备介绍	王 焱 侯文虎 蔡 肖 苏富赞 董小丽	562
预制带肋底板混凝土叠合楼板技术特性及综合经济效益分析	侯文虎 赵 静 张 慢	570
适应水泥新标准——水泥粉磨系统改造方案一例	周应庆	575
高海拔地区 2500 t/d 熟料生产线的设计与生产研究	周应庆 韩军强 彭嘉选 张聚先 彭 豹	579
纤维及膨胀剂对混凝土性能的影响	王惠玲	587
低水灰比高强混凝土长期性能稳定性试验研究	王惠玲 陆士强	593
兰州地区预拌混凝土耐久性现状	黄 华 王惠玲 胡坚虹	596
无机非金属材料放射性初探	胡坚虹	602
皋兰县城地下水对混凝土的侵蚀及防治措施	郑淑琴 王惠玲	606
混凝土断裂参数回归分析与预测	宁作君	610
坡缕石纤维基阻锈剂对钢筋锈蚀的影响研究	王 岩	616
煤粉制备系统电收尘器改为袋收尘器的实践	彭嘉选	622

第五部分 建筑与设备防腐

日本引进的 AILITE 耐温防腐胶泥实验分析	肖生祥	629
环氧树脂与玻璃纤维复合材料的应用研究	肖生祥 樊 丁	633
预应力衬里技术在高温高压釜中的应用	肖生祥	637
民用建筑工程室内环境污染物的检测	胡坚虹	641

酚醛改性环氧树脂应用实例分析	黄仁勇	645
铜电解低位槽的修复	黄仁勇	648
矿区主井井架钢结构防腐蚀处理	黄仁勇	651
手糊耐腐蚀玻璃钢衬里施工中的几个问题	何晓红	654
浅谈黄土隧道防排水施工	魏常宝	657

第六部分 建筑设计

既有公共建筑改造——甘肃省中医院 ICU

..... 齐 刚 张琰昕 善忠海	667
绿地系统规划中的若干问题探讨	闫立峰 676
新时代背景下中国现代景观规划设计展望	闫立峰 681
金川公司尾矿库坝体浸润线有限元模拟分析	余志山 宁立波 孙年祥 685
共享中厅网架亮顶支座部位建筑节点构造处理探讨	王振军 690
城市广场设计探索与实践——张掖市甘泉广场设计构思	谢顺文 693
注重环境因地制宜 创造和谐人居环境	
——天水鸿源新居经济适用房住宅小区规划设计	谢顺文 697
老年人住宅和老年公寓设计探讨	薛炜煜 701
浅谈居民小区的景观设计	薛炜煜 704
化学实验室通风空调系统设计	王文丽 707
浅谈城市滨水景观发展趋势及成功案例分析比较	师璟璐 714
浅析高宽比超限高层建筑结构设计	张大伟 雷引弟 祁 鑫 719
浅议钢筋混凝土结构优化设计	雷引弟 张大伟 725
高等学校宿舍建筑设计的思考——以后勤工程学院新校区学员宿舍为例	
..... 孙 娜	729
建筑设计表现画研究	何克睿 734

第七部分 绿色建筑与节能

甘肃土木工程科学研究院综合实验楼改造工程

..... 何忠茂 侯文虎 王 岩 齐 刚	741
外墙外保温干粉黏结剂黏结性能的研究	肖生祥 何忠茂 杜 雷 746
泡沫玻璃外墙外保温体系的性能研究	
..... 王永亮 何忠茂 乔宏霞 侯文虎	750
泡沫玻璃在屋面保温体系中的应用研究	侯文虎 顾旭鹏 756
泡沫玻璃常温耐碱性能研究	侯文虎 董小丽 761
横孔连锁混凝土空心砌块技术特性及综合经济效益分析	
..... 侯文虎 赵 静 张 慢	767
严寒地区隧道保温材料使用初探	侯文虎 蔡肖 苏富赞 董小丽 773

西北地区既有建筑太阳能建筑一体化太阳能方阵架设方式探讨	董小丽 侯文虎 蔡 肖 张 慢	779
泡沫玻璃在严寒地区隧道保温工程中的应用	顾旭鹏 侯文虎 蔡 肖	783
高海拔严寒地区公路隧道保温材料的比较研究	顾旭鹏 侯文虎 蔡 肖	788
西北寒冷地区地源热泵建筑应用的一些问题探讨	蔡 肖 侯文虎 苏富赞 董小丽	793
废弃泡沫玻璃在屋面保温工程中的应用	蔡 肖	799
墙体外保温的生命周期评价	王 霞 王劲柏 张 冲 刘燕南	807

附 件

近十五年来代表性科技成果	815
后记	818

甘肃土木工程科学研究院

第一部分

岩土地基



湿陷性黄土湿陷等级的模糊综合评判

滕文川

摘 要:本文利用模糊数学模糊综合评判理论,结合现行规范湿陷性黄土湿陷等级的分级规定,提出湿陷性黄土湿陷等级的二级模糊综合评价方法,并对影响黄土湿陷性的因素做出了分析,作为一种探讨,结合工程实践对所提出的评价方法与现场实测结果进行了对比分析。

关键词:湿陷性黄土;模糊评判

0 前言

目前对湿陷性黄土湿陷等级的评价主要以室内测试确定的试验数据为依据,即自重湿陷量 Δm ,计算总湿陷量 Δs ,考虑其他因素较少,而室内测试时由于各方面条件的影响,往往很难准确反映现场的实际情况。虽然在不同地区分别给出一些系数对室内计算湿陷量进行修正,但也很难满足要求,且有些场地误差较大,而现场试验受诸多因素的限制,也不可能在每个场地都能进行。实际上,影响黄土湿陷的因素很多,以往的评判往往忽视了很多影响因素,使评判结果与实际情况不完全符合。

事实上,黄土湿陷等级不论从土质学观点出发还是从土力学的观点出发,并没有一个截然明显的界限,而是逐渐过渡的,它是在不同时期,为了方便工程应用,根据实践经验总结确定的。实际上,湿陷界限的划分是很模糊的,影响黄土湿陷性的因素,在很大程度上也是非常模糊的,很难用某个准确数值来表达,但在目前现行规范对指导工程实践具有很大的指导意义。在湿陷性黄土地区的许多工程建设中,对湿陷性的评价准确与否,关系到工程造价、建筑物使用安全等,而现场试坑浸水试验周期长,大部分场地也不具备条件。怎样利用工程勘察过程中的资料,提高对湿陷性黄土湿陷评价的精度?结合现行规范,作为一种尝试,本文提出湿陷性黄土湿陷等级二级模糊综合评价方法,以利于工程实践与理论相结合,对指导工程实践具有一定意义。

利用模糊综合评判可以有效地解决上述问题。进行综合评价,就是指对多种因素所影响的事物或现象进行总的评价,若这种评价过程涉及模糊因素,便是模糊综合评价,它可以考虑各种因素对湿陷等级的影响,尽量避免人为因素造成影响而产生误判。

评判湿陷性黄土湿陷等级,影响因素较多且每个因素都要赋予一定的权数。然而,当因素很多时,权数就难以恰当分配。首先,因为权数的分配,主要靠人的主观判断,当因素很多时,很难判断准确;其次,因为各权数 $a_i(i=1,2,\dots,n)$ 通常应具有归一性,而当因素很多时, a_i 很小,经过模糊矩阵合成运算,在综合评价时,很小的权数,通过取小运算,便会失去大量的单因素评判信息,使综合评判得不到有意义的评判结果。为了能综合考虑各种影响因素,不失去有用的评判信息,把影响湿陷性黄土湿陷的多个因素,按其属性进行分类,每类包含的

因素很少,先按一类中的各个因素进行综合评判,然后再在类之间进行综合评判,最后进行湿陷性黄土湿陷的因素的层次及其他影响的更高层次评判。

1 影响湿陷性黄土湿陷等级的因素

(1)工程地质条件:地质成因及地质年代等地理位置在一定程度上反映了黄土形成时的自然地理环境和气候条件,土的形成和成因对土的结构强度影响较大。

(2)湿陷性土层:湿陷性土层分布以及自重湿陷性土层系数 n ,

$$n = \frac{\text{湿陷性黄土层总厚度(m)}}{\text{湿陷性黄土层总厚度(m)} + \text{埋藏深度(m)}}$$

(3)黄土的物理性质:对湿陷性影响较大的主要是孔隙比(也可用干重度)、含水量、黄土物质成分(包括颗粒组成, CaCO_3 的含量和赋存状态)和易溶盐的含量等。

(4)黄土微结构:黄土的结构是由许多单粒和集合体共同组成的。

(5)自重湿陷敏感性。

(6)湿陷系数是表示黄土湿陷程度的主要参数,湿陷系数的大小反映了黄土对水的敏感程度。

在上述影响因素中,每一大类因素都包括几个方面的影响因素,而湿陷等级的主要影响因素是:湿陷性黄土层(包括厚度,分布连接性等)、工程地质条件、黄土的物理性质、自重湿陷敏感性和黄土的湿陷系数。由于黄土的物理物质成分和黄土的微结构方面资料不多,本文在评判中未加考虑,有待于进一步积累资料。在进行模糊评判时,按性质划分为四大类,共包括 10 个影响因素。

2 二级模糊综合评判方法及模型

2.1 评判步骤

(1)找出因素集并将因素分类:

$$M = \{\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_m\}$$

(2)设第 i 类因素子集 $\mu_i (\mu_i = 1, 2, \dots, m)$ 有 n 个等级。

$$\text{即: } \mu_i = \{\mu_{i1}, \mu_{i2}, \mu_{i3}, \dots, \mu_{in}\}$$

其中 $\mu_{ij} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$ 为第 i 类因素子集的第 j 个等级。不同的 i 可以有不同 j 。

2.2 建立权重集

(1)因素权重集: $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 其中, a_i 为第 i 类因素 μ_i 的权数;

(2)等级权重集: $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$ a_{ij} 为第 i 类因素中的第 j 个等级 μ_{ij} 的权数。

2.3 建立备择集,不论因素分为多少类,备择集只有一个

$$V=\{V_1, V_2, \dots, V_P\}$$

其中 $V_k(k=1, 2, \dots, P)$ 为第 k 个可能的评判结果。

一级模糊综合评判是指按每一因素的各个等级 μ_{ij} 评判, 评判对象隶属于备择集中第 k 个元素的隶属度为:

$$r_{ijk}(i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, P)$$

则一级模糊综合评判的单因素评判矩阵为:

$$R_i = \begin{pmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1P} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2P} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{in1} & r_{in2} & \cdots & r_{inP} \end{pmatrix} \quad (i=1, 2, \dots, P)$$

首先确定评价函数 $f: [0, 1] \rightarrow \mathbf{R}$ (全体实数集) 记作:

$$\mathbf{R} = f(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

根据 f 的不同附加条件, 建立评判函数模型: $M(*, +)$ 模糊综合评判集 B_i 的计算公式为:

$$B_i = A_i \times R_i = [a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}] \times \begin{pmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1P} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2P} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{in1} & r_{in2} & \cdots & r_{inP} \end{pmatrix} = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{iP}) \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

$$\text{其中: } b_{iR} = \sum_{j=1}^n (a_{ij} + r_{ijR}) \quad (i=1, 2, \dots, P)$$

而

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

以上模型不仅考虑了所有因素的影响, 而且保留了单因素评判的全部信息, 属于加权平均型, 只是其中的 a_i 必须归一化, 通常称为加权平均型模型。

2.4 二级模糊综合评判

二级模糊综合评判是指, 按所有因素进行综合评判, 其中单因素评判应为一级模糊综合评判, 二级模糊综合评判的单因素矩阵, 是由一级模糊综合评判构成的矩阵。

$$R = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1P} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2P} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{nP} \end{pmatrix}$$

于是, 二级模糊综合评判集为:

$$B = A \times R = \begin{pmatrix} A_1 \times B_1 \\ A_2 \times B_2 \\ \cdots \\ A_m \times B_m \end{pmatrix} = (a_1, a_2, \dots, a_m) \times \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1P} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2P} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{nP} \end{pmatrix}$$