

层次分析法在外引园林植物综合评价中的运用

牛 坚 （山西师范大学生命科学学院, 山西临汾 041000）

摘要 采用层次分析法对临汾市 23 个品种的外引园林植物进行综合评价。根据综合得分将其分为 3 个等级: I 级 (≥ 0.8) 园林应用价值高的品种 5 个; II 级 ($0.7 \sim < 0.8$) 园林应用价值较高的品种 13 个; III 级 ($0.6 \sim < 0.7$) 园林应用价值一般的品种 5 个。从研究结果看, 该评价系统能比较客观、准确地反映常用外引园林植物在临汾市的生长状况, 为其他城市评价外引园林植物指标的建立提供了参考。

关键词 外引园林植物; 层次分析法; 评价

中图分类号 S688 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)32-0001-05

Application of AHP in Comprehensive Evaluation of Exotic Introduction Plants

NIU Jian (School of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000)

Abstract We used AHP to evaluate 23 varieties of Linfen City exotic introduction plants comprehensively. According to the comprehensive scores, it was divided into three grades: grade I (≥ 0.8), 5 varieties with high application value; Grade II ($0.7 \sim < 0.8$) of garden application value was higher 13 varieties; Grade III ($0.6 \sim < 0.7$) of garden application value of the general varieties of 5. From the research results, the evaluation system could objectively and accurately reflect the growth of the common exotic introduction plants in Linfen City, which had a certain reference for the establishment of other city garden plants introduced evaluation index.

Key words Exotic introduction plants; Analytic hierarchy process; Evaluation

建立一个综合的评价体系来检验外引园林植物在试验地的适应情况, 科学合理地分析出该外引植物的引种效果及目标, 判断其能否大量引进推广, 可以避免盲目引种带来的巨大损失^[1]。笔者通过查找外引园林植物的生态习性、原产地等基本信息, 结合对临汾市各类型绿地的实地调研所得到的基本信息 (树种生存环境、生长状况等), 采用层次分析法建立评价体系, 对临汾市常见外来引种园林树种进行了综合评价分析。

1 调查地概况

该次调查的外引植物均来自临汾市尧都区绿地, 包括临

汾市的公园、小区以及街头绿地。临汾市坐落在山西省西南方向, 地势呈中部凹陷状。降雨多集中在高温不断的夏季, 极端高温可达 $42.1\text{ }^{\circ}\text{C}$; 冬季空气十分干燥, 天气寒冷, 极端低温可达 $-25.3\text{ }^{\circ}\text{C}$; 年均温在 $10.7\text{ }^{\circ}\text{C}$; 年平均降水量 $500 \sim 600\text{ mm}$; 无霜期 194 d。临汾市的产业以煤炭、焦化、冶金等重工业为主, 全年的空气质量较差, 尤其是在干燥的冬季, 雾霾天严重, SO_2 、 NO_2 等有害气体严重超标。

2 外引树种概况

该次调查的 23 种园林树种原产地遍布世界的各个角落, 国内外树种均有包含。外引树种的产地、生态习性等见表 1、2。

表 1 外引树种概况 (原产国内)
Table 1 General situation of exotic introduction plants species (originating in China)

序号 No.	种名 Species	科属 Family and genus	植物类型 Plant type	原产地 Original place	主要生态习性 Main ecological habit
1	杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	杜仲科杜仲属	落叶乔木	四川、湖北、贵州	喜光、不耐阴、喜温暖、较耐盐碱
2	珍珠绣线菊 <i>Spiraea thunbergii</i>	蔷薇科绣线菊属	落叶灌木	华东	喜光、略耐阴、抗旱、较耐寒、耐修剪
3	贴梗海棠 <i>Chaenomeles speciosa</i> (Sweet) Nakai	蔷薇科木瓜属	落叶小乔木	陕西、甘肃、四川、贵州、云南、广东等	喜光、耐半阴、耐寒、耐旱、耐瘠薄
4	西府海棠 <i>Malus micromalus</i> Makino	蔷薇科苹果属	落叶小乔木	四川西部、云南西北部等	耐旱、耐盐碱、忌水涝、较耐寒
5	垂丝海棠 <i>Malus halliana</i> Koe-hne	蔷薇科苹果属	落叶小乔木	长江流域至西南各地	喜光、不耐阴、喜温暖湿润气候、耐寒性不强
6	紫叶矮樱 <i>Prunus × cistena</i>	蔷薇科李属	落叶小乔木	华北、华中、华东、华南	喜光、耐寒、耐阴、喜湿润环境、忌涝、抗烟尘
7	紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. cv. Atropurpurea	蔷薇科李属	落叶小乔木	新疆	喜光、喜温暖湿润气候、较抗旱、较耐水湿
8	紫荆 <i>Cercis chinensis</i> Bunge	豆科紫荆	落叶灌木或小乔木	河北、广东、广西、云南、四川等	喜光、较耐寒、稍耐阴、不耐湿、耐修剪、较抗氯气
9	木槿 <i>Hibiscus syriacus</i> L.	锦葵科木槿属	落叶灌木或小乔木	华南、华中、华东等	较耐旱、稍耐阴、喜温暖湿润气候、较抗二氧化硫

接下表

作者简介 牛坚 (1980—), 女, 山西临汾人, 讲师, 硕士, 从事城市绿地景观研究。

收稿日期 2017-09-20

续表 1					
序号 No.	种名 Species	科属 Family and Genus	植物类型 Plant type	原产地 Original place	主要生态习性 Main ecological habit
10	紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> L.	千屈菜科紫薇属	落叶灌木或小乔木	广东、广西、湖南、福建、江西等	喜光、喜暖湿气候、略耐阴、耐干旱、忌涝、抗烟尘
11	白玉兰 <i>Magnolia denudata</i> Desr.	木兰科木兰属	落叶小乔木	长江流域	喜光、较耐寒、不耐盐碱、对有毒气体抗性强、寿命长、稍耐阴、较抗氟化氢
12	紫玉兰 <i>Magnolia liliflora</i> Desr.	木兰科木兰属	落叶大灌木	云南、福建、湖北、四川等	喜光、稍耐阴、较耐寒、忌黏质土壤、不耐盐碱、忌水湿、耐修剪、较抗氨气
13	二乔玉兰 <i>Magnolia × soulangeana</i> Soul. -Bod.	木兰科木兰属	落叶小乔木或大灌木	云南、江苏、湖北、四川等	喜光、耐寒、抗性强、较抗氨气
14	蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>	蜡梅科蜡梅属	落叶小乔木	华中、华东以及四川等	喜光、耐半阴、较耐寒、较耐旱、怕风、怕涝、抗烟尘、较抗二氧化硫

表 2 外引树种概况(原产国外)					
Table 2 General situation of exotic introduction plants species (originating abroad)					
序号 No.	种名 Species	科属 Family and genus	植物类型 Plant type	原产地 Original place	主要生态习性 Main ecological habit
1	雪松 <i>Cedrus deodara</i> (Roxb.) G. Don	松科雪松属	常绿乔木	喜马拉雅山西部	较喜光、较耐干旱瘠薄、不耐水涝、抗烟害能力差
2	紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i> Chenault	小檗科小檗属	落叶灌木	日本	喜光、较耐阴、耐寒、耐修剪
3	法桐 <i>Platanus orientalis</i> L.	悬铃木科悬铃木属	落叶乔木	东地中海国家和一些中亚、西亚国家	喜光、不耐阴、抗风能力中等、抗空气污染能力强
4	粉花绣线菊 <i>Spiraea japonica</i> L. f.	蔷薇科绣线菊属	落叶灌木	日本、朝鲜	喜光、略耐阴、适应性强、耐寒、耐旱、耐瘠薄
5	日本晚樱 <i>Cerasus lannesiana</i> (Carr.) Makino (<i>Prunus lannesiana</i> Wils.)	蔷薇科樱属	落叶小乔木	日本	喜光、较耐寒、生长快、树龄较短、抗烟尘
6	毛刺槐 <i>Robinia hispida</i> L.	豆科刺槐属	落叶乔木	北美	喜光、耐寒、耐瘠薄、较抗臭氧
7	大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> Thunb	卫矛科卫矛属	常绿灌木	日本南部	喜光、半耐阴、较耐寒、耐干旱瘠薄、寿命强、较抗氨气
8	五叶地锦 <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch	葡萄科爬山虎属	落叶藤本	美国东部	喜光、稍耐阴、耐寒、适应性强、速生
9	美人梅 <i>Prunus × blireana</i> cv. Meiren	蔷薇科李属	落叶灌木	法国	抗寒性强、不耐水涝、不耐空气污染

3 建立外引树种适应性评价体系

3.1 选取评价指标 从临汾市具体情况出发,搜集关于植物学、引种方面的相关资料,和专家学者们讨论交流,得出一致结论:对于城市中的园林绿化建设而言,外引植物在观赏性、抗性、生态功能、生长性 4 个方面的价值体现是最重要的。因此,评价指标就从这 4 个方面来选取。其中,观赏性评价指标包括树形、叶形、叶色、叶期,花形、花色、花香,果形、果色,枝干^[2]。抗性评价指标包括耐寒性、耐高温、耐旱性、耐水湿。生态功能评价指标包括吸收有害气体、滞尘。生长性评价指标包括树高、冠幅、存活度。

3.2 确定评价体系的基本框架 将目标逐层分解,建立层次结构模型。外引园林树种适应性评价体系被划分成 3 个层次。外引园林树种适应性评价体系为第 1 层——目标层 A;4 个评价方面为第 2 层——准则层 B;14 项评价指标为第 3 层——指标层 C^[3]。层次结构见表 3。

3.3 构造判断矩阵及计算权重 决策者根据实际情况以及结合专家学者意见,确定每一层次下的指标重要程度,用数

字 1~9 及其倒数来作为判断矩阵的标度^[4],由于 14 项评

表 3 层次结构		
Table 3 Hierarchy chart		
目标层(A) Target layer	准则层(B) Rule layer	指标层(C) Index layer
外引园林树种综合评价 A Comprehensive evaluation of exotic introduction plants	观赏性 B ₁	树形 C ₁
		叶形、叶色、叶期 C ₂
		花形、花色、花香 C ₃
		果形、果色 C ₄
		枝干 C ₅
	抗性评价 B ₂	耐寒性 C ₆
		耐高温 C ₇
		耐干旱 C ₈
		耐水湿 C ₉
		吸收有害气体 C ₁₀
	生态功能 B ₃	滞尘 C ₁₁
		树高 C ₁₂
		冠幅 C ₁₃
		存活度 C ₁₄
	生长性 B ₄	

价指标在决策者眼中重要程度是不一样的,它们分别占有不同比例。用 MATLAB 软件构造判断矩阵计算出权重,该权重即代表各个因素对于上一层次的重要程度。判断矩阵与权重见表 4~8。

表 4 A 判断矩阵与权重
Table 4 A judgment matrices and weights

指标 Indexes	B ₁	B ₂	B ₂	B ₄	权重 Weight
B ₁	1.000 0	3.000 0	3.000 0	5.000 0	0.517 4
B ₂	0.333 3	1.000 0	2.000 0	3.000 0	0.237 5
B ₃	0.333 3	0.500 0	1.000 0	3.000 0	0.168 0
B ₄	0.200 0	0.333 3	0.333 3	1.000 0	0.077 1

表 5 B₁ 判断矩阵与权重
Table 5 B₁ judgment matrices and weights

指标 Indexes	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	权重 Weight
C ₁	1.000 0	0.500 0	0.500 0	3.000 0	2.000 0	0.187 6
C ₂	2.000 0	1.000 0	2.000 0	4.000 0	3.000 0	0.375 2
C ₃	2.000 0	0.500 0	1.000 0	3.000 0	2.000 0	0.247 5
C ₄	0.333 3	0.250 0	0.333 3	1.000 0	3.000 0	0.105 2
C ₅	0.500 0	0.333 3	0.500 0	0.333 3	1.000 0	0.084 5

表 6 B₂ 判断矩阵与权重
Table 6 B₂ Judgment matrices and weights

指标 Indexes	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	权重 Weight
C ₆	1.000 0	2.000 0	1.000 0	3.000 0	0.359 2
C ₇	0.500 0	1.000 0	0.500 0	2.000 0	0.193 0
C ₈	1.000 0	2.000 0	1.000 0	2.000 0	0.324 5
C ₉	0.333 3	0.500 0	0.500 0	1.000 0	0.123 3

表 7 B₃ 判断矩阵与权重
Table 7 B₃ Judgment matrices and weights

指标 Indexes	C ₁₀	C ₁₁	权重 Weight
C ₁₀	1.000 0	2.000 0	0.666 7
C ₁₁	0.500 0	1.000 0	0.333 3

3.4 层次总排序 利用 MATLAB 软件计算出方案层 C 层中 C₁~C₁₄ 的权重值,该值即代表 14 项指标在外引园林树种适

应性评价体系中所占最终比例。结果见表 9。

表 8 B₄ 判断矩阵与权重
Table 8 B₄ Judgment matrices and weight

指标 Indexes	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	权重 Weight
C ₁₂	1.000 0	0.333 3	0.250 0	0.122 0
C ₁₃	3.000 0	1.000 0	0.500 0	0.319 6
C ₁₄	4.000 0	2.000 0	1.000 0	0.558 4

表 9 层次总排序
Table 9 Total sort of hierarchy

指标 Indexes	权重 Weight	B ₁ (0.517 4)	B ₂ (0.237 5)	B ₃ (0.168 0)	B ₄ (0.077 1)
C ₁	0.097 1	0.187 6			
C ₂	0.194 1	0.375 2			
C ₃	0.128 1	0.247 5			
C ₄	0.054 4	0.105 2			
C ₅	0.043 7	0.084 5			
C ₆	0.085 3		0.359 2		
C ₇	0.045 8		0.193 0		
C ₈	0.077 1		0.324 5		
C ₉	0.029 3		0.123 3		
C ₁₀	0.112 0			0.666 7	
C ₁₁	0.056 0			0.333 3	
C ₁₂	0.009 4				0.122 0
C ₁₃	0.024 6				0.319 6
C ₁₄	0.043 1				0.558 4

3.5 指标量化及分值 将评价指标量化并赋予分值,值域为(1-3)。根据评价对象的符合程度得到分值,符合程度高

者分值越高,随着符合程度的降低分值逐渐降低。结果 见表 10。

表 10 量化指标分值
Table 10 Scoring table of quantitative indicators

评价指标 Evaluation index	评分标准 Scoring standard	分值 Score
C ₁	树木形态为一般普通状态	1
	树木形态优美但比较常见(如:圆球形)	2
	树木形态优美且独特(如:尖塔形)	3
C ₂	叶片形态为一般普通状态,叶片颜色为常见绿色,叶期较短	1
	叶片形态奇特,叶片颜色色彩鲜艳,叶期较长	2
	叶片形态稀见,叶片颜色色彩鲜艳丰富,叶期很长	3
C ₃	花朵形态及颜色为一般普通状态,无吸引力,无香味	1
	花朵形态美丽,颜色鲜艳,可观赏,有一定香味	2
	花朵形态优美奇特,颜色丰富艳丽,观赏性强,有迷人花香	3
C ₄	果实形态、颜色为一般普通状态,无香味	1
	果实形态均匀,果实颜色鲜艳,有一定香味	2
	果实形态均匀饱满,个大量多,果实颜色新鲜艳丽,有诱人果香	3
C ₅	枝干为一般普通状态,无特色	1
	枝干为光滑直溜形态,可观赏	2
	枝干造型奇特稀见,有很强的观赏性	3
C ₆	在特殊年份,其枝条受到一定程度冻害	1
	在特殊年份,其花芽受到一定程度冻害	2
	无任何冻害,可平稳越冬	3
C ₇	在持续炎热高温的夏季,其叶片快速变干,退去高温后,受损枝叶无法恢复	1
	在持续炎热高温的夏季,其叶片出现脱水、发干情况,退去高温后,其受损枝叶经过一段时间调整可恢复到高温前状态	2
	在持续高温炎热的夏季,其叶片无任何受损情况,仍可健康生长	3
C ₈	在干旱的土壤中,生长状况不佳,不可抵御病害侵袭	1
	在干旱的土壤中,生长状况一般,抵御病害能力弱	2
	在干旱的土壤中,生长状况良好	3
C ₉	在水淹土壤环境中,1 个月内可存活,待水湿环境消失后,随即死亡或有十分微弱的生长气息,不可恢复至灾害前状态	1
	在水淹土壤环境中,1~2 个月内可存活,待水湿环境消失后,随即枯萎,不可恢复至灾害前状态	2
	在水淹土壤环境中,可存活 2 个月以上,待水湿环境消失后,可恢复至灾害前状态	3
C ₁₀	对有害气体有较弱抗性	1
	对有害气体有较强抗性	2
	对有害气体有很强抗性	3
C ₁₁	叶片表面光滑,未发现油脂、黏液分泌物,且叶片稀疏	1
	叶片表面粗糙,未发现油脂、黏液分泌物,且叶片密集	2
	叶片表面粗糙,发现油脂和黏液分泌物,且叶片密集	3
C ₁₂	树木高度未达到正常长势树木平均高度	1
	树木高度达到正常长势树木平均高度	2
	树木高度超过正常长势树木平均高度	3
C ₁₃	树木枝条稀疏,未达到正常长势树木的平均冠幅	1
	树木枝条繁茂,达到正常长势树木的平均冠幅	2
	树木枝条繁茂,超过正常长势树木的平均冠幅	3
C ₁₄	不易存活,寿命较短	1
	易存活,寿命较长	2
	极易存活,寿命很长	3

3.6 计算综合指标值

3.6.1 数据标准化。计算公式为: $X_i = X_l / X_l(\max)^{[5-6]}$ 。用该公式把原始数据进行标准化处理。式中, X_i 表示标准化指标值; X_l 表示评价指标分值,分别为 1、2、3; $X_l(\max)$ 表示评价指标最大分值,即 3。

3.6.2 综合指标值计算。公式为: $Y = \sum W_l \times X_i$ 。用该公式

求出综合指标值。其中, Y 表示综合指标值; W_l 表示各指标的权重值; X_i 表示标准化指标值。

3.6.3 等级划分。根据综合指标值划分出 4 个等级:当 $Y \geq 0.8$ 时,等级为Ⅰ级;当 $0.7 \leq Y < 0.8$ 时,等级为Ⅱ级;当 $0.6 \leq Y < 0.7$ 时,等级为Ⅲ级。

将 14 种外引园林树种与评价指标进行比对,得出 $C_1 \sim$

C₁₄ 每一项指标下的分值,运用上述计算公式计算出综合分 值,即可得到树种等级,结果见表 11。

表 11 树木综合评价与分级
Table 11 Comprehensive evaluation and classification of trees

序号 No.	种名 Species	各项量化分值 Quantitative score of indexes														权重总分值 Total value of weight	等级 Grade
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄		
1	杜仲	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	0.677	Ⅲ
2	珍珠绣线菊	1	3	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0.709	Ⅱ
3	贴梗海棠	2	2	3	2	2	3	2	3	1	1	2	2	2	2	0.773	Ⅱ
4	西府海棠	2	2	3	2	2	2	2	3	1	1	2	2	2	2	0.744	Ⅱ
5	垂丝海棠	2	2	3	2	2	1	3	1	2	1	2	2	2	2	0.690	Ⅲ
6	紫叶矮樱	2	2	3	2	1	3	2	2	1	2	2	2	2	1	0.756	Ⅱ
7	紫叶李	2	3	2	2	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	0.833	Ⅰ
8	紫荆	1	2	3	1	1	2	2	2	1	3	2	2	2	1	0.714	Ⅱ
9	木槿	2	2	3	1	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	0.829	Ⅰ
10	紫薇	2	2	3	1	3	2	3	3	1	2	2	2	2	2	0.793	Ⅱ
11	白玉兰	2	2	3	1	2	2	2	1	1	3	2	2	2	2	0.750	Ⅱ
12	紫玉兰	2	2	3	1	2	2	2	2	1	3	2	2	2	1	0.760	Ⅱ
13	二乔玉兰	2	2	3	1	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	0.753	Ⅱ
14	蜡梅	2	2	3	2	2	2	2	2	1	3	3	2	2	3	0.826	Ⅰ
15	雪松	3	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	3	3	0.689	Ⅲ
16	紫叶小檗	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	0.662	Ⅲ
17	法桐	2	2	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	0.707	Ⅱ
18	粉花绣线菊	1	3	3	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	0.819	Ⅰ
19	日本晚樱	2	2	3	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	0.724	Ⅱ
20	毛刺槐	3	2	3	1	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0.846	Ⅰ
21	大叶黄杨	2	3	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	0.750	Ⅱ
22	五叶地锦	1	3	1	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0.764	Ⅱ
23	美人梅	2	2	3	1	3	3	2	2	2	1	1	1	2	1	0.689	Ⅲ

4 结果与分析

表 11 结果表明:在以上调查的 23 种外引园林植物中,Ⅰ等树种有紫叶李、木槿、蜡梅、粉花绣线菊、毛刺槐,这 5 种树种能够完全适应临汾市环境,有较高的应用价值;Ⅱ级树种有珍珠绣线菊、贴梗海棠、西府海棠、紫叶矮樱、紫荆、紫薇、白玉兰、紫玉兰、二乔玉兰、法桐、日本晚樱、大叶黄杨、五叶地锦,这 13 种树种能很好地适应临汾市环境,对丰富城市园林景观起了很大的作用;Ⅲ级树种有杜仲、垂丝海棠、雪松、紫叶小檗、美人梅,这 5 种树能基本适应临汾市环境,具有一定的应用价值。应该注意的是,在不同的绿地中,各类植物的生长表现会有所不同,在进行树种的选择时要根据实际情

况综合考虑,合理、适当地进行栽植。

参考文献

[1] 朱慧芬,张长芹,龚洵.植物引种驯化研究概述[J]. 广西植物,2003,23(1):52-60.

[2] 徐琴.长沙乡土植物城市园林适宜性指数研究[D]. 株洲:中南林业科技大学,2013:25-31.

[3] 郭金玉,张忠彬,孙庆云.层次分析法的研究与应用[J]. 中国安全科学学报,2008,18(5):148-153.

[4] 徐秀源.工业废弃地生态修复植物适应性评价:以唐山植物园为例[J]. 山东林业科技,2015,45(1):83-87.

[5] 黄清平.利用层次分析法评价三明市野生观赏植物的引种驯化效果[J]. 中国园林,2009,25(12):93-96.

[6] 张佳平,丁彦芬.中国野生观赏植物资源调查、评价及园林应用研究进展[J]. 中国野生植物资源,2012,31(6):18-23.

科技论文写作规范——缩略语

采用国际上惯用的缩略语。如名词术语 DNA(脱氧核糖核酸)、RNA(核糖核酸)、ATP(三磷酸腺苷)、ABA(脱落酸)、ADP(二磷酸腺苷)、CK(对照)、CV(变异系数)、CMS(细胞质雄性不育性)、IAA(吲哚乙酸)、LD(致死剂量)、NAR(净同化率)、PMC(花粉母细胞)、LAI(叶面积指数)、LSD(最小显著差)、RGR(相对增长率),单位名缩略语 IRRI(国际水稻研究所)、FAO(联合国粮农组织)等。对于文中有些需要临时写成缩写的词(如表及图中由于篇幅关系以及文中经常出现的词而写起来又很长时),则可取各主要词首字母写成缩写,但需在第一次出现处写出全称,表及图中则用注解形式在下方注明,以便读者理解。