

多层次灰色评价法在风险投资项目决策中的应用

张新立^{1,2}, 杨德礼²

(1. 辽宁师范大学 数学学院, 辽宁 大连 116021; 2. 大连理工大学 管理学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 根据我国的国情和风险企业的实际情况, 从生产风险、市场风险、技术风险、管理风险、财务风险和自然风险 6 个方面, 建立了风险投资项目的风险评价指标体系。在此基础上, 利用灰色系统理论结合实例给出了风险投资项目的风险多层次灰色综合评价方法, 具有较强的实用性和可操作性。

关键词: 风险投资; 多层次灰色评价法; 项目决策; 指标体系

中图分类号: F823.48

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)10-0140-03

0 前言

风险投资, 又称创业投资, 是指向主要属于科技型的高成长性创业企业提供股权资本, 并为其提供经营管理和咨询服务, 以期在被投资企业发展成熟后, 通过股权转让获取中长期资本增值收益的投资行为^[1]。其最大特点之一就是把资金投资于未做留置和抵押担保的、具有高增长潜力的未上市创业企业。故与一般的投资相比, 具有较高的风险性和不确定性, 遵循业界人士广为流传的“大拇指定律”。为此, 风险投资在运作过程中, 投资项目的风险大小和构成就成为风险投资机构筛选项目时首先要慎重考虑的重要因素, 它不仅是控制与管理风险的前提, 也是风险投资决策的重要依据, 直接关系到风险投资的成败。风险投资项目的风险大都是客观存在的, 很难直接观察到并精确度量其大小, 目前对风险投资项目的的评价主要以定性评价为主, 虽然有的采用定量分析, 但方法上不具有很大的适用性。因此我们查阅了大量资料, 注意到目前国内外关于风险投资项目风险评价等级指标体系研究的最新进展, 建立了一套较为系统、完善的

评价等级指标体系, 并基于评价等级指标体系中既有主观又有客观指标的特点, 给出了一种较为实用的多层次灰色评价法^[2], 并通过实例进行了验证。结果表明, 该方法克服了常用指数等方法信息缺失的缺点, 在解决部分信息确知、部分信息未知的不对称问题时, 能够提高评价的精度, 是一种行之有效的方法。

1 风险投资项目风险评价等级指标体系的确定

结合国内外风险投资项目评价等级指标体系研究的发展状况, 再结合建立风险投资项目风险指标评价体系所遵循的全面性、系统性、可比性、科学性、可操作性、实用性和超前性等相结合的原则^[3], 利用层次分析原理建立了如下的 3 层次评价等级指标体系(见附图)。

(1) 生产风险(U_1)。主要指风险企业在生产工艺、仪器、设备、原材料等方面难以预见障碍给企业带来的生产过程中的风险。拟用以下 3 个指标来度量: 现有生产设备水平(u_{11})、生产人员构成(u_{12})和原材料供应(u_{13})。

(2) 市场风险(U_2)。主要指产品市场竞争的不确定性所造成的风险。拟用以下 3 个指标来度量: 市场容量(u_{21})、产品竞争力(u_{22})和产品生命周期(u_{23})。

(3) 技术风险(U_3)。主要指由于新思想与科研成果本身的先天不足(即技术不成熟, 不完善)及可替代的新技术出现给产品开发带来的风险。拟用以下 4 个指标来度量: 技术先进性(u_{31})、技术适用性(u_{32})、技术可靠性(u_{33})与技术周期性(u_{34})。

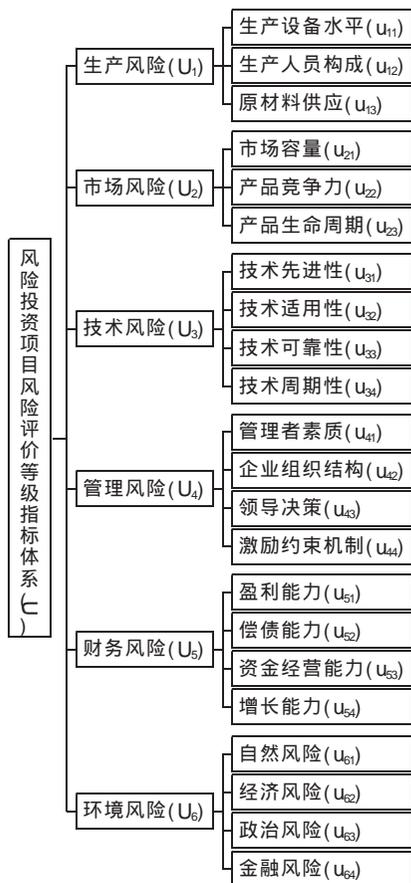
(4) 管理风险(U_4)。主要指领导层对创新项目因管理不善而导致创新失败等因素所带来的风险。拟用以下 4 个指标来度量: 管理者素质与经历(u_{41})、企业组织结构的合理性(u_{42})、领导决策的科学性(u_{43})与激励约束机制的完善性(u_{44})。

(5) 财务风险(U_5)。主要指风险企业运营资本的效率和效益带来的风险。拟用以下 4 个指标来度量: 盈利能力(u_{51})、偿债能力(u_{52})、资金经营能力(u_{53})和增长能力(u_{54})。

(6) 环境风险(U_6)。主要指因自然、社会、政治、经济、金融等环境的变动而导致市场需求发生波动所引发的风险。拟用以下 4 个指标来度量: 自然风险(u_{61})、经济风险

收稿日期: 2006-02-15

作者简介: 张新立(1970-), 男, 山东莘县人, 博士生, 副教授, 研究方向为风险投资; 杨德礼(1939-), 男, 河北北戴河人, 教授, 博士生导师, 研究方向为系统工程。



附图 风险投资项目风险评价的多层次等级指标体系

(u_{62})、政治风险(u_{63})与金融风险(u_{64})。其中自然风险是由于地震、火灾、水灾等自然灾害的发生所带来的风险。经济风险是由于国家经济体制、法律、政策等方面的变动而带来的风险。政治风险是由于政府行为或者较重大的、突发的政治事件可能对风险投资造成的风险。金融风险是由因利率、汇率、通货膨胀等因素的变动而引起的风险。

2 风险投资项目风险多层次灰色评价模型

根据前面的评价指标体系,笔者运用多层次灰色评价方法对大连科技风险投资基金有限公司投资大连天途网络有限公司(风险企业)的项目风险进行了实证研究,其评价过程如下:

由于目前国内对于风险投资的风险定量评价资料较少,对高新技术及其产业化风险评价标准还没有成文的规定。因此,根据经济建

标风险确定的惯例,按照人们一般划分标准的习惯,将评价指标的风险按高低划分为高风险、较高风险、一般风险、较低风险、低风险5个等级。按5分制打分,其对应的值可分别赋予5,4,3,2,1。指标等级介于两相邻等级之间,相应评分为4.5,3.5,2.5,1.5分。

2.1 确定评价等级指标的权重

在评价等级指标体系中,各指标对目标的重要程度是不同的,重要者要赋予较大权重,反之则赋予较小权重。确定权重的方法很多,本文采用层次分析法(AHP)确定权重。根据专家咨询法构造出两两比较判断矩阵,再利用方根法求出矩阵的特征向量和特征根,具有满足一致性的判断矩阵对应的特征向量各分量即为指标层的权重。通过计算,可求得主因素层评价等级指标 U_i 的权重集 $A=(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)=(0.10, 0.20, 0.20,$

$0.30, 0.10, 0.10)$, 满足 $0 < a < 1, \sum_{i=1}^6 a_i = 1$ 。子因素层评价等级指标 u_{ij} 的权重集 $A_i=(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{ij})$, 满足 $0 < a_p < 1, \sum_{p=1}^j a_p = 1$, 其中当 $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ 时, 相应地 $j=3, 3, 4, 4, 4, 4$ 。经计算得 $A_1=(0.45, 0.30, 0.25)$; $A_2=(0.55, 0.35, 0.10)$; $A_3=(0.33, 0.36, 0.24, 0.07)$; $A_4=(0.30, 0.20, 0.25, 0.25)$; $A_5=(0.25, 0.25, 0.20, 0.30)$; $A_6=(0.14, 0.31, 0.21, 0.34)$ 。

设聘请了 $r=5$ 位专家,其中两位是该领域的资深技术专家,一位是管理专家,一位是财务专家,另一位是从事该领域类似产品经营的市场营销专家。各评价专家给大连天途网络有限公司按评价指标评分等级标准评分,根据5位评价专家所填写的评分表,求得大连天途网络有限公司($s=1$)的评价样本矩阵 $D^{(s)}$:

$$D^{(s)} = \begin{pmatrix} u_{11} & d_{111}^{(s)} & d_{112}^{(s)} & \dots & d_{11r}^{(s)} \\ u_{12} & d_{121}^{(s)} & d_{122}^{(s)} & \dots & d_{12r}^{(s)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{21} & d_{211}^{(s)} & d_{212}^{(s)} & \dots & d_{21r}^{(s)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{64} & d_{641}^{(s)} & d_{642}^{(s)} & \dots & d_{64r}^{(s)} \end{pmatrix}$$

2.2 确定评价灰类

根据评价等级 V , 确定评价灰类为 5

类, 设评价灰类序号为 l , 相应的灰数集为 $\otimes=(\otimes_1, \otimes_2, \otimes_3, \otimes_4, \otimes_5)$, 各个灰数对应的白化权函数表示如下:

第 1 灰类为低风险($l=1$), 设定灰数 \otimes_1 $[0, 1, 2]$, 其白化权函数为 f_1 。

第 2 灰类为较低风险($l=2$), 设定灰数 \otimes_2 $[0, 2, 4]$, 其白化权函数为 f_2 。

第 3 灰类为一般风险($l=3$), 设定灰数 \otimes_3 $[0, 3, 6]$, 其白化权函数为 f_3 。

第 4 灰类为较高风险($l=4$), 设定灰数 \otimes_4 $[0, 4, 8]$, 其白化权函数为 f_4 。

第 5 灰类为高风险($l=5$), 设定灰数 \otimes_5 $[5, \dots)$, 其白化权函数为 f_5 。

2.3 计算灰色评价系数

对于评价等级指标 u_{ij} , 第 $s(s=1)$ 个项目属于第 l 个评价灰类的灰色评价系数 $n_{ijl}^{(s)}$ 和属于各个灰类的总灰色评价系数 $n_{ij}^{(s)}$ 分别为:

$n_{ijl}^{(s)} = \sum_{k=1}^r f_l(d_{ijk}^{(s)})$, $n_{ij}^{(s)} = \sum_{l=1}^5 n_{ijl}^{(s)}$ 。于是对评价等级指标 u_{11} , 该项目属于第 l 个评价灰类的灰色评价系数为:

$$l=1, u_{111} = f_1(d_{111}) + f_1(d_{112}) + f_1(d_{113}) + f_1(d_{114}) + f_1(d_{115}) = f_1(1.0) + f_1(1.5) + f_1(2.0) + f_1(1.5) + f_1(1.0) = (2-1.0) + (2-1.5) + (2-2.0) + (2-1.5) + (2-1.0) = 4$$

$$l=2, u_{112} = f_2(1.0) + f_2(1.5) + f_2(2.0) + f_2(1.5) + f_2(1.0) = (1.0+1.5+2.0+1.5+1.0)/2 = 3.5$$

$$l=3, u_{113} = f_3(1.0) + f_3(1.5) + f_3(2.0) + f_3(1.5) + f_3(1.0) = (1.0+1.5+2.0+1.5+1.0)/3 = 2.33$$

$$l=4, u_{114} = f_4(1.0) + f_4(1.5) + f_4(2.0) + f_4(1.5) + f_4(1.0) = (1.0+1.5+2.0+1.5+1.0)/4 = 1.75$$

$$l=5, u_{115} = f_5(1.0) + f_5(1.5) + f_5(2.0) + f_5(1.5) + f_5(1.0) = (1.0+1.5+2.0+1.5+1.0)/5 = 1.4$$

对评价等级指标 u_{11} 属于各个评价灰类的总灰色评价数 n_{11} 为: $n_{11} = \sum_{l=1}^5 n_{11l} = 12.98$ 。

2.4 计算灰色评价权向量和权矩阵

设所有评价专家就评价等级指标 u_{ij} 对第 $s(s=1)$ 个评价项目主张第 l 个灰类的灰色权为 $r_{ijl}^{(s)}$, 则 $r_{ij}^{(s)} = n_{ijl}^{(s)} / n_{ij}^{(s)}$ 。于是第 s 个评价项目的评价等级指标 u_{ij} 对于各灰类的灰色评价权向量为: $r_{ij}^{(s)} = (r_{ij1}^{(s)}, r_{ij2}^{(s)}, r_{ij3}^{(s)}, r_{ij4}^{(s)}, r_{ij5}^{(s)})$, 进而得到第 s 个评价项目的 U_i 所属指标 u_{ij} 对于各评价灰类的灰色评价权矩阵 $R_i^{(s)} = (r_{i1}^{(s)}, r_{i2}^{(s)}, \dots,$

$$D^{(OT)} = \begin{pmatrix} 1.0 & 2.5 & 2.0 & 2.5 & 4.5 & 3.5 & 3.0 & 3.5 & 4.0 & 2.5 & 3.0 & 2.0 & 2.5 & 3.5 & 1.5 & 3.0 & 2.0 & 3.0 & 0.5 & 3.0 & 1.0 & 3.5 \\ 1.5 & 2.5 & 2.0 & 2.0 & 4.0 & 2.5 & 2.5 & 3.0 & 4.0 & 2.0 & 2.5 & 2.0 & 2.5 & 3.0 & 2.0 & 2.5 & 1.5 & 2.5 & 1.0 & 2.5 & 1.5 & 3.5 \\ 2.0 & 3.5 & 3.0 & 2.5 & 4.0 & 2.0 & 3.0 & 3.5 & 3.0 & 3.0 & 3.0 & 2.5 & 2.0 & 2.5 & 1.5 & 2.5 & 2.5 & 1.0 & 3.0 & 1.5 & 3.0 \\ 1.5 & 3.0 & 3.0 & 3.0 & 3.5 & 3.0 & 3.0 & 4.0 & 3.5 & 3.0 & 3.5 & 3.0 & 2.5 & 3.0 & 1.5 & 3.0 & 2.0 & 3.0 & 1.0 & 3.5 & 1.0 & 2.5 \\ 1.0 & 2.0 & 2.5 & 2.0 & 3.0 & 2.5 & 2.5 & 3.0 & 4.0 & 3.0 & 3.0 & 2.5 & 2.0 & 2.5 & 2.0 & 2.5 & 1.5 & 2.0 & 0.5 & 2.5 & 1.0 & 4.0 \end{pmatrix}$$

$r_{11}^{(s)T}$ 。于是对评价等级指标 u_{11} 的灰色评价权向量为： $r_{11}=(r_{111}, r_{112}, r_{113}, r_{114}, r_{115})=(n_{111}, n_{112}, n_{113}, n_{114}, n_{115})/n_{11}=(0.308, 0.270, 0.180, 0.135, 0.108)$ 。

同理，可求出 $r_{12}, r_{13}, r_{21}, r_{22}, r_{23}, r_{31}, r_{32}, r_{33}, r_{34}, r_{41}, r_{42}, r_{43}, r_{44}, r_{51}, r_{52}, r_{53}, r_{54}, r_{61}, r_{62}, r_{63}, r_{64}$ 。则该项目 U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 所属指标对于各评价灰类的灰色评价权矩阵为：

$$R_1 = \begin{pmatrix} r_{11} \\ r_{12} \\ r_{13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.308 & 0.270 & 0.180 & 0.135 & 0.108 \\ 0.000 & 0.109 & 0.363 & 0.294 & 0.235 \\ 0.000 & 0.277 & 0.308 & 0.231 & 0.188 \end{pmatrix}$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} r_{21} \\ r_{22} \\ r_{23} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.299 & 0.299 & 0.224 & 0.179 \\ 0.000 & 0.033 & 0.418 & 0.297 & 0.251 \\ 0.000 & 0.241 & 0.309 & 0.250 & 0.200 \end{pmatrix}$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} r_{31} \\ r_{32} \\ r_{33} \\ r_{34} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.215 & 0.334 & 0.251 & 0.200 \\ 0.000 & 0.111 & 0.321 & 0.315 & 0.252 \\ 0.000 & 0.020 & 0.309 & 0.373 & 0.298 \\ 0.000 & 0.235 & 0.325 & 0.244 & 0.195 \end{pmatrix}$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} r_{41} \\ r_{42} \\ r_{43} \\ r_{44} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.180 & 0.335 & 0.269 & 0.216 \\ 0.000 & 0.299 & 0.299 & 0.224 & 0.179 \\ 0.000 & 0.321 & 0.289 & 0.217 & 0.173 \\ 0.000 & 0.200 & 0.327 & 0.263 & 0.211 \end{pmatrix}$$

$$R_5 = \begin{pmatrix} r_{51} \\ r_{52} \\ r_{53} \\ r_{54} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.121 & 0.343 & 0.228 & 0.171 & 0.137 \\ 0.000 & 0.256 & 0.317 & 0.238 & 0.190 \\ 0.079 & 0.335 & 0.250 & 0.187 & 0.150 \\ 0.000 & 0.256 & 0.317 & 0.238 & 0.190 \end{pmatrix}$$

$$R_6 = \begin{pmatrix} r_{61} \\ r_{62} \\ r_{63} \\ r_{64} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.438 & 0.219 & 0.146 & 0.109 & 0.088 \\ 0.000 & 0.120 & 0.327 & 0.263 & 0.211 \\ 0.342 & 0.256 & 0.171 & 0.128 & 0.103 \\ 0.000 & 0.131 & 0.312 & 0.309 & 0.247 \end{pmatrix}$$

2.5 计算项目风险的综合价值并对项目进行抉择

对第 $s(s=1)$ 个项目的主因素层评价等级指标 U_i 做综合评价的结果为 $B_i^{(s)}$ ，则有： $B_i^{(s)}=$

$$A_i \cdot R_i^{(s)} = (b_1^{(s)}, b_2^{(s)}, b_3^{(s)}, b_4^{(s)}, b_5^{(s)})$$

其中 $b_i^{(s)} = \sum_{p=1}^j a_p r_{ip}^{(s)}$

$i=1, \dots, 5$ 。于是，第 s 个项目的主因素层 U_i 指标对各评价灰类的灰色评价权系数矩阵 $R_i^{(s)}$ ： $R_i^{(s)}=(B_1^{(s)}, B_2^{(s)}, \dots, B_5^{(s)})=(b_i^{(s)})_{5 \times 5}$ 。则对第 s 个项目的主因素层 U_i 指标做风险综合评价的结果为

$$B_i^{(s)} = A_i \cdot R_i^{(s)T} = (b_1^{(s)}, b_2^{(s)}, b_3^{(s)}, b_4^{(s)}, b_5^{(s)})$$

当 $\sum_{i=1}^5 b_i^{(s)} = 1$ 时，

可作归一化处理，使得 $\sum_{i=1}^5 b_i^{(s)} = 1$ 。于是有：

$$B_1 = A_1 \cdot R_1 = (0.1386, 0.2235, 0.2669, 0.2067, 0.1661);$$

$$B_2 = A_2 \cdot R_2 = (0.0000, 0.2001, 0.3417, 0.2522, 0.2063);$$

$$B_3 = A_3 \cdot R_3 = (0.0000, 0.1322, 0.3227, 0.3028, 0.2419);$$

$$B_4 = A_4 \cdot R_4 = (0.0000, 0.2441, 0.3143, 0.2455, 0.1966);$$

$$B_5 = A_5 \cdot R_5 = (0.0461, 0.2936, 0.2814, 0.2111, 0.1688);$$

$$B_6 = A_6 \cdot R_6 = (0.1331, 0.1662, 0.2638, 0.2287, 0.1833)$$

那么，该项目的总灰色评价矩阵 $R: R=(B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6)^T$ ，综合评价结果为 $B^{(s)}=A \cdot R=(0.0318, 0.2080, 0.3084, 0.2493, 0.2004)$ 。

由于第 s 个项目的风险综合评价结果 $B^{(s)}$ 是一个向量，可对其作进一步处理：设各评价灰类等级的数值化向量为 $C=(1, 2, 3, 4, 5)$ ，令 $Q^{(s)}=B^{(s)} \cdot C^T$ ，则 Q 就是对第 s 个项目风险的综合评价价值。故风险综合评价价值为 $Q=B \cdot C^T=3.3722$ 。该项目属于一般风险的范畴，对其投资可给予充分的考虑。

如果有多个投资项目，按照上述原理对各个项目分别进行多层次灰色风险综合评价，根据各个项目评价价值大小对其排出优劣顺序，分值越高，说明风险投资项目总的风险就越高；反之，分值越低，项目风险就越低。

3 总结

(1) 多层次灰色评价法可以评价各子因素的风险值，对某些风险过高的因素可以提前拒绝或加以监督和预防，尽可能较早地避免风险因素的发生。如本例中，市场、技术与管理因素的风险值分别为 3.4656, 3.6532, 3.3961，都高于综合风险值 3.3722，应予以重点关注。尤其是技术风险因素属于较高风险的范畴，在投资时更应予以关注。

(2) 从实例项目的评价权重可以看出，市场、技术和管理是评价指标中权重最大的 3 项，从中不难看出我国风险投资的实际现状。市场因素是由于我国正处在经济结构调整和产业升级时期，市场还不甚发达，有很多与创业相适应的新型投资制度还很不完善，很多制度还带有计划经济的烙印，因此市场因素对风险企业的成败至关重要。技术因素是因为我国的整体技术水平较低，而风险投资大多投向高技术产业，因此预防技术风险仍是重中之重。管理因素是由于风险投资十分重视管理团队，大量国内外资料也表明，风险企业都强调管理团队的重要性。这就是风险投资家们常说的：我们宁可投资一流的人，第二流的项目，而不投第一流的项

目，第二流的人。

(3) 不同的风险投资公司由于其偏好、习惯以及项目所处的行业、阶段等不同，往往采用不同的评价标准、权重系数。但总体来说，考虑内容大同小异。同时，对具体评价指标体系的设立还有待进一步完善，尽量采用具有代表性的定量指标，做到定性定量相结合。许多风险投资公司也常用一些筛选性的评价指标，如是否政策禁止以及投资规模、地区、行业等，如果不符合其中一项即被过滤掉，从而节约评价成本，提高工作效率。

(4) 尽管多层次灰色评价法仍有一定的局限性，如权重及其样本矩阵的确定仍难免受到人为因素的影响，但该方法最大限度地利用了各种灰类程度的评价信息，避免了评价结果失效问题，而且在评价精度上也优于模糊综合评价等方法，同时与风险投资的风险特征相适应，因此适于在风险投资项目风险评价中应用。

无论利用多么先进高效的方法对风险投资项目进行评价，也都难以彻底消除失败的风险。为此，风险投资公司也常常采取分段、联合和组合投资以及采用可转换优先股等多种措施来进一步分散和控制风险。但风险投资公司在对项目投资决策之前，科学有效地评价投资风险，仍是风险投资成败的关键，是风险投资过程的重要一环，它对于投融资双方都具有重要的参考价值，也有助于形成我国的风险投资决策体系，加速我国高新技术产业化的进程。

参考文献：

- [1] 刘健钧. 创业投资制度创新论 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2004: 43-51.
- [2] 胡笙煌. 主观指标的多层次灰色评价法 [J]. 系统工程理论与实践, 1996, (1): 12-20.
- [3] Tyebejee T T, Bruno A V. A model of venture capitalist investment activity [J]. Management Science, 1984, 30(9): 1051-1066.
- [4] 成思危. 风险投资论丛 [M]. 北京: 民主与建设出版社, 2003: 27-30.
- [5] 徐宪平. 风险投资的风险评价与控制 [J]. 中国管理科学, 2001, (4): 75-80.
- [6] 邓聚龙. 灰色系统理论教程 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.

(责任编辑: 焱 焱)