

试验研究

# 冶金建设工程质量的模糊评判方法研究

牛永红<sup>1,2</sup>

(1 上海交通大学,上海 200030;2 中冶宝钢技术服务有限公司,上海 200941)

**摘要:**为了改进并提高目前冶金建设工程质量评判的科学性和适用性,运用模糊综合评判理论构建评判模型,并采用专家打分法区分关键和次要评判权重,最后结合实际工程案例对评判模型进行检验,检验结果表明,此评判模型在工程领域具有可行性、可操作性和可延伸性。

**关键词:**冶金建设工程;质量评判;模糊评判方法

中图分类号:TU712<sup>·</sup>5

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2010)01-0050-02

目前冶金建设工程质量评判主要是在交工资料验收并由质量监督部门抽检合格后进行,评判因素主要参考交工资料的完整程度及安全性和功能性的检测抽查结果,由质量监督部门来进行评判。如何在评判的过程中引入参与冶金建设工程过程管理的众多权威人士的意见,以及如何突出重点评判因素,使得评判结果更具有科学性,将是研究的重点。

## 1 模糊理论

在实际问题中,对于同一事物的多种模糊属性,用模糊语言可将其多种属性分为不同程度的评语,在对比时,就要兼顾其各个属性及各属性的差异程度,这就要用到模糊综合评判理论,首先进行单一评判,然后综合单一评判结果得出结论。

某事物由  $n$  个因素决定,构成因素集  $U=[u_1, u_2, \dots, u_n]$ ,  $m$  个评语构成评语集  $V=[v_1, v_2, \dots, v_m]$ ,综合评判模型为  $B=A \circ R$ 。其中:  $B=[b_1, b_2, \dots, b_m]$  是  $V$  上的模糊集,是对事物的总体评价;  $A=[a_1, a_2, \dots, a_n]$  是  $U$  上的模糊集,成为权重分配阵,对因素的统一权衡,满足

$\sum_{i=1}^n a_i = 1, R=(r_{ij})_{n \times m}$  称为综合评判矩阵。

评判步骤如下:

1) 单因素评判。建立从  $U$  到  $F(V)$  的模糊映射:

$$f: U \rightarrow F(V), \forall u_i \in U, \\ u_i \mapsto f(u_i) = \frac{r_{i1}}{v_1} + \frac{r_{i2}}{v_2} + \dots + \frac{r_{im}}{v_m}$$

其中  $f(u_i)$  是关于因素  $u_i$  的评语模糊向量,是对  $u_i$  的评价。 $r_{ij}$  表示  $u_i$  具有评语  $v_j$  的程度。

2) 求综合评判矩阵。由  $f$  诱导出模糊关系,得

收稿日期:2010-01-12

作者简介:牛永红,男,1980年生,2003年毕业于西安科技大学电气工程及其自动化系。现为中冶宝钢技术服务有限公司工程师,上海交通大学项目管理专业在读硕士研究生,从事冶金建设工程管理工作。

到模糊矩阵  $R=(r_{ij})_{n \times m}$ ,即为综合评判矩阵。

3) 综合评判。对于评判因素集上的模糊集  $A=[a_1, a_2, \dots, a_n]$ ,通过  $R$  变换为评语集  $V$  上的模糊集  $B=A$

$$\circ R=[b_1, b_2, \dots, b_m], \text{ 其中 } b_j = \bigvee_{i=1}^n (a_i \wedge r_{ij}) \quad (j=1, 2, \dots, m)。$$

若  $\sum_{j=1}^m b_j = 1$ , 则对其归一化,据最大隶属原则,集合  $B$  中最大(小)值即为最优者<sup>[1]</sup>。

## 2 模型建立与改进

### 2.1 建立评判因素和结果集

当前冶金建设工程质量评判考虑检验批,分部分项、单位工程验收、一般项目中允许偏差项检查点合格率、涉及结构安全及功能的主要检验批检查点合格率、施工现场质量管理检查记录、质量控制资料、所含分部工程有关安全和功能的检测资料、观感质量验收综合评价或核验得分、监督中间抽查项目允许偏差项检查和监督过程安全及功能性检测抽查9个因素。集合表示为  $U=[u_1, u_2, \dots, u_9]$ 。据评判因素的级别确定评判结果集  $V=[v_1, v_2, v_3]=[优秀 良好 中等]$ 。

### 2.2 导出综合评判矩阵

由冶金建设工程的建设、设计、施工和监理单位的专家(职称要求中级以上)来进行评判工作,职务和专业应覆盖表1中的职务和专业,具体专家人数按照工程规模和性质来确定。

表1 评判专家资格

单位	职务要求	专业要求
建设	项目负责人或技术负责人	机械、电气和安全 每个专业至少1人
设计	项目负责人或设计项目负责人	机械、电气和结构 每个专业至少1人
监理	项目总监或监理工程师	机械、电气和安全 每个专业至少1人
施工	项目负责人或质量检查员	机械和电气 每个专业至少1人

每位专家填写一份评判因素评判表(见表2), 专家凭借自己工作职责和专业类别,根据竣工验收

资料和现场施工实际、施工过程及抽查情况对每个因素进行级别评判(相应的级别后边打“√”)。

表2 对应各评判因素的评判结果

评判因素 $u_i$	评判级别		
	优秀	良好	中等
$u_1$ 检验批,分部分项、单位工程验收	完整 ✓	较完整	一般
$u_2$ 一般项目中允许偏差项检查点合格率	≥90% ✓	≥80%	≥70%
$u_3$ 涉及结构安全及功能的主要检	≥90% ✓	≥80%	≥70%
$u_4$ 施工现场质量管理检查记录	完整 ✓	较完整	一般
$u_5$ 质量控制资料	完整 ✓	较完整	一般
$u_6$ 所含分部工程有关安全和功能的检测资料	完整	较完整 ✓	一般
$u_7$ 观感质量验收综合评价或核验得分	≥90	≥80 ✓	≥70
$u_8$ 监督中间抽查项目允许偏差项检查	≥90% ✓	≥80%	≥70%
$u_9$ 监督过程安全及功能性检测抽查	≥90% ✓	≥80%	≥70%

接下来把评判结果进行汇总,填写评判因素评判统计表,由统计表求出单个因素的评价(对  $u_i$  的评价为  $r_{ij}$ ),从而推导出综合评判矩阵  $R$ 。

2.3 确定评判因素权重

为了突出9个评判因素的重要程度,采用专家打分法对9个因素赋以权重,用区间[0,1)中的1个数  $a_{ij}$  来表示其大小。

$\sum_{j=1}^9 a_{ij} = 1$  在区间[0,1),  $a_{ij}$  为第  $j$  位专家对因素  $u_i$  评判权重的权重。

$a_i = \frac{\sum_{j=1}^M a_{ij}}{M}$  为  $M$  位专家对因素  $u_i$  的评判权重,据此求得评判因素权重表。

根据汇总表可得权重分配阵  $A=[a_1 \ a_2 \ \dots \ a_9]$ 。

3 模型检验

以中等规模的冶金建设工程案例检验模型,该工程涉及机械、电气和结构3个专业,共划分3个分部12个分项32个检验批,施工工期2个月。

首先依据表2确定评判专家数目,每个单位4名专家,总计20人。其次由专家填写对应各评判因素的评判结果表,然后汇总得到评判因素评判统计表(见表3)。

表3 对应各评判因素的评判结果统计

评判因素	评判等级			评判因素	评判等级		
	优秀	良好	中等		优秀	良好	中等
$u_1$	16	4	0	$u_6$	18	2	0
$u_2$	18	2	0	$u_7$	12	8	0
$u_3$	12	8	0	$u_8$	18	2	0
$u_4$	20	0	0	$u_9$	18	2	0
$u_5$	20	0	0				

根据汇总表求出单因素  $u_i$  的评价  $r_{ij}$ ,从而推导出综合评判矩阵  $R$ :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{12} \\ r_{13} \\ r_{14} \\ r_{15} \\ r_{16} \\ r_{17} \\ r_{18} \\ r_{19} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

汇总20位专家填写的因素权重评判表,得到汇总表(见表4)。

表4 评判因素权重汇总

评判因素	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$	$u_5$	$u_6$	$u_7$	$u_8$	$u_9$
权重	0.10	0.09	0.09	0.09	0.11	0.09	0.09	0.15	0.19

根据汇总表可得权重分配阵:

$A=[a_1 \ a_2 \ \dots \ a_9]=[0.10 \ 0.09 \ 0.09 \ 0.09 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.09 \ 0.15 \ 0.19]$ 。求解  $B=A \circ R=[0.856 \ 0.144 \ 0]$ 。

评判结果表明,对工程质量认为“优秀”的占85.6%，“良好”的占14.4%，“一般”的占0%。根据最大隶属原则,本工程质量评判结论为“优秀”,但是“良好”占14.4%,说明还需采纳专家的改进意见。

4 结论

4.1 改进的模糊评判方法是可行的。评判过程引入了参与建设工程过程管理的所有4个单位的权威专家的意见,同时突出了9个评判因素的主次地位,使得评判过程更具科学性。

4.2 评判方法具有可操作性。工程组织部门首先组织各单位专家进行竣工资料验收,其次对现场施工抽检汇总,而后填写评判表和打分表,最后通过计算得出评判结果。

参考文献:

[1] 李安贵,张志宏,梦艳,等.模糊数学及其应用[M].北京:冶金工业出版社,2005.

表3 粗颗粒晶体的附聚和添加剂的影响

项目	附聚时间/h	氢氧化铝粒度个数/%						比表面积/ (m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	+45 μm质 量分数/%
		-5 μm	-15 μm	-30 μm	-45 μm	-70 μm	d50 μm		
晶种		0	0	0	3.56	44.73	72.620		
添加剂 A3	4	0	0	0	14.15	67.75	60.571	0.031	1
	7	0	0	0	14.31	68.23	60.372	0.031	4
	10	0	0	0	7.40	56.54	66.386	0.027	4
空白	4	0	0	2.5	37.64	83.42	49.823	0.036	0
	7	0	0	13.4	56.15	89.87	42.520	0.039	4
	10	0	0	6.6	47.81	86.57	45.874	0.036	9

## 4 结 论

4.1 随附聚温度的提高,附聚效率提高;温度 75 ~ 80 °C,晶种固含为 100 g/L时的附聚效果最好。

4.2 晶种粒度较细时,在较佳的附聚条件下,添加结晶助剂对晶体附聚的效果影响不明显。

4.3 晶体粒度较粗时的附聚不会产生大量的细颗粒,加入适量的添加剂有利于晶体的附聚。

## 参考文献:

- [1] 陈国辉,陈启元,尹周澜,等.铝酸钠溶液种分成核和附聚研究进展[J].中国湿法冶金,2003,22(3):14-18.
- [2] 张樵青.对拜耳法高浓度铝酸钠溶液两段分解细晶种附聚的研究[J].轻金属,1994(4):5-9,16.
- [3] 张江峰,李旺兴,尹周澜,等.铝酸钠溶液晶种分解附聚过程主要影响因素研究[J].轻金属,2004(9):17-19,26.
- [4] 谢雁丽,毕诗文,任文材.添加剂在拜耳法铝酸钠溶液分解中的应用[J].轻金属,2000(1):25-26,49.

## Influence of Agglomerative Condition on Seed Crystal Decomposition Agglomerative Effect

GAO Yi

(2nd Alumina Plant, Aluminum Corporation of China Limited Shandong Branch, Zibo 255052, China)

**Abstract:** In order to study the best seed crystal decomposition agglomerative condition, this article aimed to research the influence on the seed decomposition agglomerative effect by the conditions of solid content, temperature, time, additives and seed crystal etc. The results indicated that the seed crystal agglomerative effect was good and adding additives under appropriate decomposition condition was effective at the temperature of 75 ~ 80 °C and the seed crystal solid content of 100 g/L.

**Key words:** precipitation of crystal seed; agglomeration; additives; size

(上接第51页)

## Research on Fuzzy Evaluation Method of Metallurgical Construction Project Quality

NIU Yong-hong<sup>1,2</sup>

(1 Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China;

2 MCC Baosteel Technology Service Co., Ltd., Shanghai 200941, China)

**Abstract:** In order to improve and enhance the quality evaluation of metallurgy construction project more scientific and more useful, this article built the judgment model by fuzzy comprehensive evaluation theory, adopted expert scoring method to differentiate the pivotal and secondary judgment weights and made inspection for the evaluation model combining actual project case. The results showed that the evaluation model had feasibility, maneuverability and extendibility in project fields.

**Key words:** metallurgical construction project; quality judgment; fuzzy evaluation method

(上接第53页)

## Failure Analysis of the Central Canister of Boiler Vortex Segregator

GUO Shou-peng<sup>1</sup>, GAO Hong-ji<sup>1</sup>, LI Xiao-tong<sup>1</sup>, ZHENG De-rong<sup>2</sup>

(1 Shandong Metallurgical Research Institute, Jinan 250014, China;

2 Shandong Labour Vocational and Technology College, Jinan 250022, China)

**Abstract:** The cracks appear around the reinforce-tendon and hanging-end, where are at the upside of the central canister of boiler vortex segregator. There are lots of honeycomb desquamative holes in the canister body and impenetrated holes at the diameter change points. The chemical composition analysis, macro-examination and metallographic examination are used to analyze the central canister. The results show that there are unmelted disfigurements in the jointing areas of the central canister. The cracks germinate and grow up to macrocracks in the disfigurements points, and lead to the invalidation of the canister finally. The primary reason of the desquamative holes appearance is that there are many subcutaneous pores. The inducement is that there are many nubby and clubbed types of carbide separated out near the desquamative holes and catenarian carbides exist in the crystal boundary.

**Key words:** boiler vortex segregator; central canister; crack; chemical composition; failure analysis