

文章编号:1000-582X(2007)06-0025-05

基于物元分析理论的电能质量综合评估

黄 剑¹,周 林²,栗秋华²,张 凤²,刘华勇³

(1. 重庆大学自动化学院,重庆 400030;2. 重庆大学电气工程学院高电压与电工新技术教育部重点实验室,重庆 400030;
3. 重庆电力科学试验研究院,重庆 400015)

摘 要:首次提出将物元分析理论用于电能质量的评估,并构建了电能质量综合评估的物元分析模型。针对电能质量综合评估的复杂性以及单因素识别和等级划分之间的不相容性特点,应用物元可拓集方法,构造物元矩阵,根据计算出的关联度大小对电能质量的等级进行可拓识别。实例计算结果表明:物元分析法用于电能质量综合评估,使评估结果更为客观、合理,有其独特的优越性。

关键词:电能质量综合评估;物元分析法;物元可拓集;关联度

中图分类号:TM714

文献标志码:A

进入21世纪后,电力已经作为一种特殊的商品逐渐走入了市场化的大门,电力市场逐步成型。在电力市场环境下,有了明确的电能质量等级划分方法,可以综合地评估、比较各种电能质量,为建立公平的电力市场创造条件^[1]。同时,有一个明确的电能质量等级,也便于购电方进行比较和选择,达到以最少的资金获得最适合的电能的的目的。对于电力公司而言,对电能质量的准确评估也可以使其对电网运行状况有更直观的把握和更准确的分析,有利于进一步提高工作效率,提升服务质量^[2-3]。目前国内外对电能质量综合评估的研究尚处于起步阶段,还没有一种客观、准确的电能质量综合评估模型,电能质量综合评估模型的建立是一项紧迫的任务^[4-5]。

目前在电能质量综合评估的方法中,主要是模糊综合评估方法^[6-7]。文献[2]率先提出了电能质量指标的模糊模型,提出了采用模糊原理综合多项指标,实现对电能质量综合评估的方法,但是该方法需要指定隶属度样本集合,并且没有给出各个指标相互之间的量化关系;文献[4-5]提出了一种模糊综合评判的二级评判法,该方法综合考虑了电能质量指标的诸多方面,但不足之处在于模糊综合评判方法难以准确确定各项指标的权重;文献[6]为了确定模糊综合评判法中的权重,引入了层次分析法(AHP),将模糊综合评判法

与层次分析法结合起来,但是用层次分析法确定的权重是一种主观的权重,缺少客观性;文献[7]为了克服文献[6]中层次分析法所确定权重的主观性,对其进行了修正,得到可变的综合权重,但正如上面论述的,由AHP得到的权重是一种主观权重,无论怎么修正其主观性是无法彻底改变的。笔者在研究了国内外现有的电能质量综合评估方法的基础上,从一种新的视角出发,首次提出了基于物元分析法的电能质量综合评估方法,由于用该方法所确定的权重是一种客观的权重,从而克服了模糊综合评估方法中权重确定的主观性,使电能质量的评估更为客观和合理。

1 物元分析理论的概述

物元分析理论是研究矛盾问题的规律和方法,是系统科学、思维科学和数学交叉的边缘学科,是贯穿自然科学和社会科学而应用广泛的横向学科。物元分析的理论框架有2个支柱:一个是研究物元及其变化的物元理论;一个是建立在可拓集合基础上的数学工具^[8]。

在物元分析中,把事物、特征和量值这个有序三元组作为描述事物的基本元,记作: $R = (P, C, V)$,其中 P 指事物, C 指事物的特征,凡是能表示事物的性质、功

收稿日期:2007-02-03。

基金项目:重庆市自然科学基金资助项目(2006BB6219)。

作者简介:黄剑(1963-),男,重庆大学工程师,主要从事电压电量分析与控制方面的研究。周林(联系人),男,教授,博士生导师(Tel)023-65102430;(E-mail)zhoulin@cqu.edu.cn。

能、行为状态以及事物间的关系等都是事物的特征。 V 是 C 的量值,是事物关于某一特征的数量、程度或范围。在物元分析法中通过可拓集合来研究物元的可拓性,而可拓集合又是由关联函数和物元的具体限制条件来刻画的,这样就构成了物元分析理论的基本框架。

2 电能质量综合评估模型的建立

2.1 指标体系及各指标的等级界限

该模型确定的电能质量综合评估的指标体系,如图 1 所示^[7]。

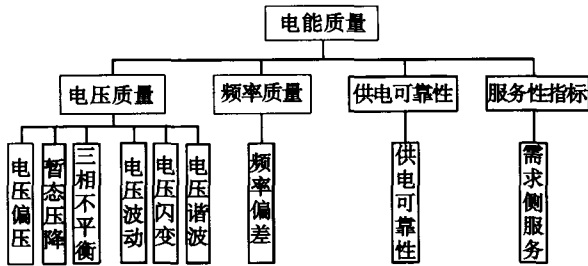


图 1 电能质量评估指标体系

对图 1 中的每一个电能质量指标进行等级评定,评出“质量优”(I 级)、“质量良”(II 级)、“质量中”(III 级)、“质量合格”(IV 级)和“质量不合格”(V 级),分别记为: Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 和 Q_5 。按照国标或国际公认定义的规定范围将电能各项指标分为 5 级,这样既避免了因分级太少而导致计算过程中偏差过大,影响计算结果的准确性,又避免了因分级过多而造成的计算量过大^[1]。电能质量各指标的等级界限如表 1 所示,确定的方法如文献[2,5-7]。

表 1 电能质量各评估指标的等级界限

评估指标	等级界限				
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
电压偏差/%	≤ 1.20	≤ 3.00	≤ 4.50	≤ 7.00	≥ 7.00
暂态压降	≥ 0.90	≥ 0.80	≥ 0.50	≥ 0.10	≤ 0.10
三相不平衡/%	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.50	≤ 2.00	≤ 2.00
电压波动/%	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.50	≤ 2.00	≤ 2.00
电压闪变/%	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 0.80	≤ 1.00	≥ 1.00
电压谐波/%	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 3.00	≤ 5.00	≥ 5.00
频率偏差/Hz	≤ 0.05	≤ 0.10	≤ 0.150	≤ 0.20	≥ 0.20
供电可靠性指标	≥ 0.95	≥ 0.85	≥ 0.80	≥ 0.70	≤ 0.70
服务性指标	≥ 0.90	≥ 0.80	≥ 0.70	≥ 0.60	≤ 0.60

说明:以上级别的划分建立在电压为 380 V 的情况下。

2.2 物元模型的建立

2.2.1 物元的定义

给定电能评估对象,指标 c 的量值为 v ,以有序三元组 $R = (P, C, V)$ 来作为描述电能质量的基本

元^[9-10],电能质量用电压偏差、暂态压降、三相不平衡、电压波动、电压闪变、电压谐波、频率偏差、供电可靠性和服务性指标来表示,分别记为: c_1, c_2, \dots, c_9 和相应的量值 v_1, v_2, \dots, v_9 来描述,则可以表示为

$$R(P, C, V) = \begin{bmatrix} P & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_9 & v_9 \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.2.2 经典域物元和节域物元

电能质量综合评估中确定的经典域物元为:

$$R_{0j} = (P_{0j}, C_i, V_{0j}) = \begin{bmatrix} P_{0j} & c_1 & v_{01j} \\ & c_2 & v_{02j} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_9 & v_{09j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{0j} & c_1 & \langle a_{01j}, b_{01j} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{02j}, b_{02j} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_9 & \langle a_{09j}, b_{09j} \rangle \end{bmatrix}, \quad (2)$$

其中, P_{0j} 是电能的第 j 个等级, $j=1$ 表示电能质量为“优”, $j=2$ 表示电能质量为“良”, $j=3$ 表示电能质量为“中”, $j=4$ 表示电能质量“合格”, $j=5$ 表示电能质量“不合格”; c_i 是电能质量等级 P_{0j} 的特征, $i=1 \sim 9$ 分别表示了电压偏差、暂态压降、三相不平衡、电压波动、电压闪变、电压谐波、频率偏差、供电可靠性和服务性指标 9 项电能质量等级的特征; v_{0ij} 分别是 P_{0j} 关于 c_i 的取值范围,即经典域。经典域的直观含义是电能各属性变化的基本区间,并且 v_{0ij} 的取值范围是区间 $\langle a_{0ij}, b_{0ij} \rangle$,可记为: $v_{0ij} = \langle a_{0ij}, b_{0ij} \rangle (i=1, 2, \dots, 9)$ 。

电能质量综合评估中确定的节域物元为:

$$R_p = (P, C, V_p) = \begin{bmatrix} P & c_1 & v_{p1} \\ & c_2 & v_{p2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_9 & v_{p9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P & c_1 & \langle a_{p1}, b_{p1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{p2}, b_{p2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_9 & \langle a_{p9}, b_{p9} \rangle \end{bmatrix}, \quad (3)$$

其中, P 表示电能质量等级的全体, c_i 表示电能质量等级全体 P 的特征, v_{pi} 是 P 关于 c_i 所取的量值范围,即电能 P 的节域。记 $v_{pi} = \langle a_{pi}, b_{pi} \rangle (i=1, 2, \dots, 9)$,显然有: $v_{0ij} \subset v_{pi} (i=1, 2, \dots, 9)$ 。

2.2.3 确定待评估物元

对于电能质量综合评估对象,把测量所得到的数据

或分析结果用物元 R_0 表示,称为电能质量的待评估物元,式中 P_0 表示带评估电能质量等级, v_i 是 P_0 关于 c_i 的量值,即对待评估电能评估其等级所得的具体数据。

$$R_0 = (P_0, C, V) = \begin{bmatrix} P_0 & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_9 & v_9 \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.2.4 关联函数值的确定

可拓集合是用关联函数来刻画的,关联函数的取值范围是整个实数轴,设法用代数式来表示可拓集的关联函数,就可以将定性问题定量化^[11-12],在电能质量综合评估中关联函数值由式(5)计算:

$$K_j(v_i) = \begin{cases} -\frac{\rho(v_i, v_{0ij})}{|v_{0ij}|}, v_i \in v_{0ij}, \\ \frac{\rho(v_i, v_{0ij})}{\rho(v_i, v_{pi}) - \rho(v_i, v_{0ij})}, v_i \notin v_{0ij}, \end{cases} \quad (5)$$

其中:

$$\begin{aligned} \rho(v_i, v_{0ij}) &= \left| v_i - \frac{1}{2}(a_{0ij} + b_{0ij}) \right| - \frac{1}{2}(b_{0ij} - a_{0ij}), \\ \rho(v_i, v_{pi}) &= \left| v_i - \frac{1}{2}(a_{pi} + b_{pi}) \right| - \frac{1}{2}(b_{pi} - a_{pi}) \end{aligned} \quad (i = 1, 2, \dots, 9; j = 1, 2, \dots, 5) \quad (6)$$

2.2.5 权重系数的确定

对于电能质量评估等级 $j(j=1, 2, \dots, 5)$ 的特征 c_i 对应的门限值为 $v_{ij}(i=1, 2, \dots, 9)$,权重系数的计算公式为^[13]:

$$\omega_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sum_{i=1}^9 v_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, 9; j = 1, 2, \dots, 5) \quad (7)$$

2.2.6 隶属度的确定

电能质量综合评估中的隶属度,采用式(8)进行计算^[14-15]:

$$K_j(P_0) = \sum_{i=1}^9 \omega_{ij} K_j(v_i), \quad (8)$$

其中 $K_j(P_0)$ 表示待评估电能质量对象关于等级 j 的隶属度。若 $K_j = \max \{K_j(P_0)\} (j=1, 2, \dots, 5)$,则待评估电能质量对象 P_0 应属于等级 j 。

3 实验分析

3.1 数据规范化处理

在电能质量综合评估中,各评估指标的量化值所在的区间不完全相同,有的指标越小,电能质量越好(如:电压偏差、频率偏差等),而有的指标越大,电能质量越好(如:供电可靠性、服务性指标等)。因此,需要对电能质量各评估指标和评估的等级标准进行规范

化处理,这里采用归一法进行处理。对于越小越优型的指标(如电压偏差),采用各等级界限值与各等级界限的均值相比作为处理后的等级界限值,而对于越大越优型的指标,则采用各等级界限的均值与该等级界限值相比,作为处理后的等级界限值。采用规范化处理后的电能质量综合评估等级标准如表2所示。

表2 规范化的电能质量综合评估指标的等级界限

评估指标	等级界限				
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
电压偏差	≤ 0.1714	≤ 0.4286	≤ 0.6549	≤ 1.0000	≥ 1.0000
暂态压降	≤ 0.1111	≤ 0.5556	≤ 0.8889	≤ 1.0000	≥ 1.0000
三相不平衡	≤ 0.2500	≤ 0.5000	≤ 0.7500	≤ 1.0000	≥ 1.0000
电压波动	≤ 0.2500	≤ 0.5000	≤ 0.7500	≤ 1.0000	≥ 1.0000
电压闪变	≤ 0.2000	≤ 0.5000	≤ 0.8000	≤ 1.0000	≥ 1.0000
电压谐波	≤ 0.2000	≤ 0.4000	≤ 0.6000	≤ 1.0000	≥ 1.0000
频率偏差	≤ 0.2500	≤ 0.5000	≤ 0.7500	≤ 1.0000	≥ 1.0000
供电可靠性指标	≤ 0.7386	≤ 0.8421	≤ 0.8947	≤ 1.0000	≥ 1.0000
服务性指标	≤ 0.6667	≤ 0.7778	≤ 0.8889	≤ 1.0000	≥ 1.0000

3.2 待评估对象的电能质量指标

用重庆市沙坪坝区实际观测点的电能质量实测数据对模型进行实验分析,实测数据如表3所示。

表3 观测点实测数据指标及规范化后数值表

指标	观测点1	观测点2	观测点3	观测点4	观测点5
电压偏差/%	3.212	6.680	4.380	5.330	4.220
暂态压降/%	79.630	15.890	51.560	58.560	48.630
三相不平衡/%	0.830	1.360	1.350	1.740	1.830
电压波动/%	1.330	1.530	1.950	1.370	1.580
电压闪变	0.473	0.847	0.634	0.826	0.828
电压谐波/%	1.720	4.280	2.670	3.360	4.570
频率偏差/Hz	0.922	1.562	1.180	1.787	1.892
供电可靠性指标	0.833	0.762	0.796	0.740	0.764
服务性指标	0.832	0.713	0.864	0.684	0.783

3.3 电能质量综合评估的物元模型

3.3.1 确定经典矩阵和节域矩阵

电能质量综合评估中的经典矩阵和节域矩阵如下:

$$R_{0i} = \begin{bmatrix} Q_1 & I_1 & < 0, 0.1714 > \\ & I_2 & < 0, 0.1111 > \\ & I_3 & < 0, 0.2500 > \\ & I_4 & < 0, 0.2500 > \\ & I_5 & < 0, 0.2000 > \\ & I_6 & < 0, 0.2000 > \\ & I_7 & < 0, 0.2500 > \\ & I_8 & < 0, 0.7386 > \\ & I_9 & < 0, 0.6667 > \end{bmatrix},$$

$$R_{02} = \begin{bmatrix} Q_2 & I_1 & < 0.1714, 0.4286 > \\ & I_2 & < 0.1111, 0.5556 > \\ & I_3 & < 0.2500, 0.5000 > \\ & I_4 & < 0.2500, 0.5000 > \\ & I_5 & < 0.2000, 0.5000 > \\ & I_6 & < 0.2000, 0.4000 > \\ & I_7 & < 0.2500, 0.5000 > \\ & I_8 & < 0.7386, 0.8421 > \\ & I_9 & < 0.6667, 0.7778 > \end{bmatrix},$$

$$R_p = \begin{bmatrix} Q_1 - Q_4 & I_1 & < 0, 1.0000 > \\ & I_2 & < 0, 1.0000 > \\ & I_3 & < 0, 1.0000 > \\ & I_4 & < 0, 1.0000 > \\ & I_5 & < 0, 1.0000 > \\ & I_6 & < 0, 1.0000 > \\ & I_7 & < 0, 1.0000 > \\ & I_8 & < 0, 1.0000 > \\ & I_9 & < 0, 1.0000 > \end{bmatrix}.$$

$$R_{03} = \begin{bmatrix} Q_3 & I_1 & < 0.4286, 0.6429 > \\ & I_2 & < 0.5556, 0.8889 > \\ & I_3 & < 0.5000, 0.7500 > \\ & I_4 & < 0.5000, 0.7500 > \\ & I_5 & < 0.5000, 0.8000 > \\ & I_6 & < 0.4000, 0.6000 > \\ & I_7 & < 0.5000, 0.7500 > \\ & I_8 & < 0.8421, 0.8974 > \\ & I_9 & < 0.7778, 0.8889 > \end{bmatrix},$$

$$R_o = \begin{bmatrix} P_0 & I_1 & 0.5143 \\ & I_2 & 0.6922 \\ & I_3 & 0.8600 \\ & I_4 & 0.7950 \\ & I_5 & 0.8800 \\ & I_6 & 0.9400 \\ & I_7 & 0.5850 \\ & I_8 & 0.9503 \\ & I_9 & 0.7556 \end{bmatrix}.$$

$$R_{04} = \begin{bmatrix} Q_4 & I_1 & < 0.6429, 1.0000 > \\ & I_2 & < 0.8889, 1.0000 > \\ & I_3 & < 0.7500, 1.0000 > \\ & I_4 & < 0.7500, 1.0000 > \\ & I_5 & < 0.8000, 1.0000 > \\ & I_6 & < 0.6000, 1.0000 > \\ & I_7 & < 0.7500, 1.0000 > \\ & I_8 & < 0.8974, 1.0000 > \\ & I_9 & < 0.8889, 1.0000 > \end{bmatrix},$$

$$R_{05} = \begin{bmatrix} Q_5 & I_1 & < 1.0000, \infty > \\ & I_2 & < 1.0000, \infty > \\ & I_3 & < 1.0000, \infty > \\ & I_4 & < 1.0000, \infty > \\ & I_5 & < 1.0000, \infty > \\ & I_6 & < 1.0000, \infty > \\ & I_7 & < 1.0000, \infty > \\ & I_8 & < 1.0000, \infty > \\ & I_9 & < 1.0000, \infty > \end{bmatrix},$$

3.3.2 待评估电能对象的物元矩阵

待评估电能对象的物元矩阵为:

3.3.3 计算权重系数和关联度

利用式(7)计算权重系数,结果如表4所示。

表4 权重系数表

ω_j	ω_{i1}	ω_{i2}	ω_{i3}	ω_{i4}
ω_{1j}	0.0604	0.0856	0.0923	0.1111
ω_{2j}	0.0392	0.1110	0.1276	0.1111
ω_{3j}	0.0881	0.0999	0.1076	0.1111
ω_{4j}	0.0881	0.0999	0.1076	0.1111
ω_{5j}	0.0705	0.0999	0.1147	0.1111
ω_{6j}	0.0705	0.0799	0.0081	0.1111
ω_{7j}	0.0881	0.0999	0.1076	0.1111
ω_{8j}	0.2603	0.1683	0.1288	0.1111
ω_{9j}	0.2741	0.1554	0.1276	0.1111

利用式(8)计算关联度,结果为:

$$K_1(p_0) = -0.0032; K_2(p_0) = -0.0852;$$

$$K_3(p_0) = -0.8113; K_4(p_0) = -0.1003;$$

$$K_5(p_0) = 0.$$

3.4 计算结果的分析与比较

用文献[4]和[6]提出的方法与笔者采用的物元分析法所得评估结果进行比较,如表5所示。

表5 评估结果比较

评价方法	评估点1	评估点2	评估点3	评估点4	评估点5	评估点6	评估点7	评估点8
物元分析模型	II级	IV级	V级	IV级	II级	III级	III级	IV级
模糊综合评价模型	II级	III级	IV级	IV级	II级	III级	II级	IV级

通过表5的分析比较可以看出:用两种方法对电能质量评估对象进行评估所得结果是基本相同的,但是在某些样本的评估上还存在一定的差异,但从样本本身的特点可以看出,文中提出方法给出的评估等级更好。由于物元分析法在电能质量综合评估中确定的权重是一种客观权重,而传统的模糊综合评价法确定的权重是一种主观权重,因此笔者提出的方法更加客观合理。

4 结束语

首次提出将物元分析理论用于电能质量的综合评估中,得到了满意的结果,这充分说明了将物元分析法应用于电能质量综合评估有其独特的优越性,主要表现在:

1) 根据事物的特征量值来判断事物属于某种集合与可拓集合的思想是一致的,因此用可拓的物元分析法来对电能质量进行评估更加客观、合理;

2) 提出的评估方法中,关联函数取负值的特点,使物元分析法能全面分析待评估电能对象属于某种等级的程度,因此可以使评估结果更为精细化。

3) 提出的方法计算简单,使用方便。

参考文献:

- [1] 徐永海,肖湘宁. 电力市场环境下的电能质量问题[J]. 电网技术,2004, 28(22):48-52.
- [2] 贾清泉,宋家骅,兰华,等. 电能质量及其模糊方法评价[J]. 电网技术,2000,24(6):46-49.
- [3] 金广厚,李庚银,周明. 电能质量市场理论的初步探讨[J]. 电力系统自动化,2004,28(12):1-6.
- [4] CAI LIANG, CHEN HONGKUN. Fuzzy studies on power quality-part I: index and evaluation[C] // 10th International Conference on Harmonics and Quality of Power. Riode Janeiro, Brasil: [s. n.], 2002.
- [5] 唐会智,彭建春. 基于模糊理论的电能质量综合量化指标研究[J]. 电网技术,2003,27(12):85-88.
- [6] FARGHAL S A, KANDIL M S, ELMITWALLY A. Quantifying electric power quality via fuzzy modeling and analytic hierarchy processing[J]. IEE Proceedings-generation, Transmission and Distribution, 2002, 149(1):44-49.
- [7] 赵霞,赵成勇,贾秀芳,等. 基于可变权重的电能质量模糊综合评价[J]. 电网技术,2005,29(6):11-16.
- [8] CAI WEN. The extension set and non-compatible problems[M]. Beijing: International Academic Publishers, 1999.
- [9] CAI WEN, YANG CHUAN YAN, LIN JIN CHU. Method of extension engineering [M]. Beijing: Science Publishers, 1997.
- [10] 肖湘宁,韩晓民. 电能质量分析与控制[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [11] CEREDA C, GEMME C, MORATTO A. Innovative solutions for power quality in a deregulated market[C] // Industry Applications Conference. Seal: [s. n.], 2000.
- [12] 唐春勇,周颖. 企业高层管理者胜任特征的物元分析[J]. 西南交通大学学报,2005,40(1):99-103.
- [13] 纪昌明,李继清,张玉山. 防洪工程体系综合风险评价的物元模型[J]. 华北电力大学学报,2005,32(1):86-90.
- [14] 门宝辉,梁川. 水质量评价的物元分析法[J]. 哈尔滨工业大学学报,2003,35(3):358-361.
- [15] 聂艳. 基于GIS和模糊物元分析法的农用地定级评价研究[J]. 农业工程学报,2004,20(5):297-300.

- [5] 李曹,王远亮. 固体超强酸 $\text{SO}_4 \sim (2 -) / \text{ZnO} - \text{SnO}_2 / \text{La} \sim (3 +)$ 催化合成丙交酯[J]. 化学与粘合, 2003(1): 13-16.
- [6] HITACHI LTD. Method and apparatus for synthesis of lactide[P]. US: A1. US 20050222379A1. 2005, 12.
- [7] 贺璇, 郭锡坤, 郑敦胜, 等. 合成丙交酯工艺的改进[J]. 精细化工, 2004, 21(10): 745-747.
- [8] 程超. 丙交酯制备催化剂的筛选和反应机理初探[D]. 重庆: 重庆大学, 2005.

Synthesis of Lactide Using Zinc Lactate as a Catalyst

HUANG Mei-na, LUO Yan-feng, CHEN Jia, FU Chun-hua, WANG Yuan-liang

(College of Bioengineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The catalytic efficiency of zinc lactate as a catalyst to prepare lactide from lactic acid was evaluated compared with those commonly used catalysts including zinc oxide, solid superacid and stannous octate, which indicated a much higher catalytic efficiency of zinc lactate than others. After mensurating the chemical structure and the crystal form of zinc lactate and recycled zinc lactate, the effects of catalyst and oligomerization time on the yield of crude lactide and the content of lactic acid in lactide product were studied. As a result, both zinc lactate and recycled zinc lactate showed same chemical structure and were comprised three crystal forms. Using zinc lactate and recycling zinc lactate as a catalyst, the yield of lactide were 75.7% ,72.1% , respectively. These indicate that zinc lactate is a kind of cheap, available, recyclable catalyst, which is significant in the industrial production of lactide.

Key words: lactide; zinc lactate; recycled zinc lactate

(编辑 张小强)

(上接第 29 页)

Evaluation of Power Quality Based on the Method of Matter-element

HUANG Jian¹, ZHOU Lin², LI Qiu-hua², ZHANG Feng², LIU Hua-yong³

(1. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400030, China; 2. Key Laboratory of High Voltage Engineering and Electrical New Technology, Ministry of Education, Electrical Engineering College of Chongqing University, Chongqing 400030, China; 3. Power Administration Bureau of Chongqing, Chongqing 400015, China)

Abstract: The synthetic quantified evaluation for power quality is one of the gist to weigh excellent or inferior of the power quality, and this is propitious to realize the electricity-purchase principle of discussing the price according to quality and high quality high price, thereby serve as to build the equitable electric power market. This paper proposes to use the method of matter-element for power quality evaluation, and then build the model based on the method of matter-element. Considering the non-compatible feature between the single recognition and evaluation results as well as the complexity of the evaluation for power quality, a model is approached for the evaluation of the power quality by using the matter-element and extension set. Case results show that use the proposed model is objective and reasonable, with a special advantage when used in power quality evaluation.

Key words: power quality integrated evaluation; method of matter-element; matter-element and extension set; dependent degree

(编辑 李胜春)