

模糊综合评价法评价硫酸阿米卡星注射液生产过程的安全性[△]

范佳^{1*},姚波²,卓凤萍²,傅亚^{2#a},张洪兰^{3#b}(1.重庆科技学院安全工程学院,重庆 401331;2.重庆科技学院化学与化工学院,重庆 401331;3.北大国际医院集团重庆大新药业股份有限公司,重庆 400799)

中图分类号 R95 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2016)31-4321-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2016.31.01

摘要 目的:为消除硫酸阿米卡星注射液(简称“阿米卡星”)生产过程中的安全事故隐患提供参考。方法:建立具有递阶层次结构的阿米卡星生产过程安全评价指标体系,以层次分析法计算该指标体系中各指标的相对权重,再运用模糊综合评价法对西南某大型制药企业的阿米卡星的生产过程进行安全性评价,并根据评价结果(如相关指标的标准分值等)提出改进建议。结果与结论:所建立的阿米卡星生产过程的安全评价指标体系包括目标层、准则层、指标层3个层次结构,其中准则层由人员因素、工艺因素、物料因素、设备因素、环境因素与管理因素等6个一级指标组成,指标层由分别与之对应的人员素质、工艺复杂性、易燃性、设备摆放、车间内部环境与安全管理组织等24个二级指标组成。经层次分析法分析表明,6个一级指标的相对权重分别为0.291、0.066、0.109、0.109、0.045、0.308。经模糊综合评价法评价显示,其中人员因素、工艺因素、设备因素与管理因素的标准分值较高,分别为0.804、0.828、0.816、0.818,表明其安全等级均“较高”;而物料因素和环境因素的标准分值则较低,分别为0.772、0.695,表明其安全等级均“一般”。总体来看,阿米卡星生产过程的模糊评价标准分值为0.828,表明其安全等级“较高”。针对物料因素和环境因素的安全级别相对较低的情况,建议加强对阀门、法兰、垫片的检查和实时监控,同时改进照明、通风及基础设施等。

关键词 硫酸阿米卡星注射液;生产过程;安全评价;模糊综合评价法;层次分析法

Safety Assessment of Amikacin Sulfate Injection Production Process by Fuzzy Comprehensive Evaluation

FAN Jia¹, YAO Bo², ZHUO Fengping², FU Ya², ZHANG Honglan³ (1.School of Safety Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331, China; 2.School of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331, China; 3.Chongqing Daxin Pharmaceutical Co., Ltd., Peking International Hospital Group, Chongqing 400799, China)

ABSTRACT **OBJECTIVE:** To provide reference for eliminating the safety accidents occurred in the production process of Amikacin sulfate injection (called “Amikacin” in short). **METHODS:** The safety assessment index system of Amikacin production process with hierarchical structure was established, and the weight of each index was calculated by analytic hierarchy process (AHP). Then, fuzzy comprehensive evaluation (FCE) was used to assess the safety of Amikacin production process in a large-scale pharmaceutical enterprises from southwest China. The improvement suggestions were put forward according to assessment results (as standard score of related index). **RESULTS & CONCLUSIONS:** The safety evaluation index system of Amikacin production process is divided into 3 levels of target layer, criterion layer and index layer; criterion layer included 6 first indicators of personnel factor, technological factor, material factor, equipment factor, environmental factor and management factor; index layer included 24 secondary indicators of staff quality, process complexity, inflammability, equipment location, workshop internal environment and safety management, etc. AHP demonstrated that the weight of 6 first indicators were 0.291, 0.066, 0.109, 0.109, 0.045, 0.308, respectively. FCE showed that standard scores of personnel factor, process factor, equipment factor and management factor were higher than others, being 0.804, 0.828, 0.816, 0.818, respectively, which indicated good safety. The standard scores of material factor and environmental factor were lower, being 0.772 and 0.695, which indicated general safety. On the whole, standard score of FCE assessment of Amikacin production process was 0.828, indicating good safety. Because the safety assessment of material factor and environmental factor are lower than others, it is suggested to strengthen the valves, flanges and gaskets check and real-time monitoring, and improve the lighting and ventilation facility.

KEYWORDS Amikacin sulfate injection; Production process; Safety assessment; Fuzzy comprehensive evaluation; Analytic hierarchy process

△ 基金项目:重庆市科委自然科学基金(No.cstc2014jcyjA10029);重庆科技学院研究生科技创新项目(No.YKJXC2014032)

* 硕士研究生。研究方向:化工安全及天然产物分离纯化。电话:023-65022211。E-mail:fnjia@sina.com

#a 通信作者:教授,硕士生导师,博士。研究方向:化工安全及生物工程。电话:023-65022211。E-mail:cqfuya@163.com

#b 通信作者:高级工程师,硕士生导师。研究方向:化工安全及生物发酵技术。电话:023-61301825。E-mail:zhanghl@daxinpharm.com

硫酸阿米卡星注射液(以下简称“阿米卡星”)是采用微生物发酵技术和化工合成工艺得到的一种半合成氨基糖苷类抗菌药物^[1-2]。其抗菌谱广、抗菌活性强,对多种革兰阳性菌和阴性菌具有显著的杀灭作用;其优点是不仅对庆大霉素、卡那霉素耐药的绿脓杆菌、大肠杆菌、变形杆菌等有效,而且对金黄色葡萄球菌亦有较好的作用^[3-6]。大规模生产阿米卡星的过程涉及多个环节,不仅要面临高温高压、易燃易爆等危险因素,而且还会涉及到丙酮、液氨、水合肼、盐酸、乙腈等腐蚀性有毒

物质,特有的微生物菌体在投料过程中也可能对人体造成过敏,若不对其进行处理,不仅会污染物料,还会降低产量,甚至造成环境污染。

安全性评价方法多用于药业、化工、石油等企业的风险识别和评价。常用的安全性评价方法包括安全检查表(SCL)、预先危险分析(PHA)、故障类型及影响分析(FMEA)、危险可操作性研究(HAZOP)、故障树分析(FTA)、事件树分析(ETA)等^[7-9],具有排查事故隐患、遏制事故发生的作用。但上述评价方法均为定性方法,缺乏定量性,受人为因素的影响较大,与企业的实际情况结合不够,因此在一定程度上对药品生产过程的安全性评价不够全面^[10]。而模糊综合评价法具有将定量性、定性性、客观性和包容性有机融合的特点,是一种实用性更强的方法^[11-12]。阿米卡星的生产过程涉及众多风险,具有模糊性和无序性,为预防事故隐患的发生,故可考虑采用模糊综合评价法进行安全性评价。又因运用模糊综合评价法进行评价前需要进行定性与定量的转化,因此选用较为简洁、实用的层次分析法确定权重。为此,本研究拟在建立递阶层次结构安全性评价指标体系的基础上,以层次分析法计算权重并确定各指标的隶属度,运用模糊综合评价法对阿米卡星的生产过程进行安全性评价,为消除阿米卡星生产过程的安全事故隐患提供参考。

1 阿米卡星生产过程安全性评价指标体系的建立

本研究针对西南某大型制药企业的阿米卡星生产过程,结合国家相关法律法规及行业规定,从人员素质、工艺特性、物料特性、设备安全、作业环境及现场管理等6个方面入手,建立阿米卡星生产过程安全性评价指标体系。该指标体系为递阶层次结构,分为目标层、准则层、指标层3个层次,其中准则层由6个一级指标组成,指标层由24个二级指标组成,具体见图1。



图1 阿米卡星生产过程安全性评价指标体系

Fig 1 The safety assessment index system of Amikacin production process

2 阿米卡星生产过程安全性评价指标权重的确定

采用层次分析法确定阿米卡星生产过程安全性评价指标体系各指标的权重。在评价指标递阶层次结构的基础上,邀请10名专家(其中教育系统2名,政府系统3名,相关企业5名;年龄35~45岁者5名,>45~55岁者4名,55岁以上者1名;安全工程、生物工程、化学化工领域专家至少各1名),采用1~9比例标度理论方法为指标打分赋值。具体方法为:先将同层各指标(如 A_i 和 A_j)进行两两比较,结果用标度 a_{ij} 表示;再构造判断矩阵 A ,解矩阵的根;然后以较为简单的和积法,计算权重向量和特征根(λ_{max})。判断矩阵的标度方法见表1。

表1 判断矩阵的标度方法

标度 a_{ij}	含义
1	i 和 j 两个指标同样重要
3	指标 i 比指标 j 稍微重要
5	指标 i 比指标 j 明显重要
7	指标 i 比指标 j 强烈重要
9	指标 i 比指标 j 极端重要
2,4,6,8	上列两相邻判断的中值
倒数	指标 i 与指标 j 比较的判断为 a_{ij} ,指标 j 与指标 i 比较的判断为 $a_{ji}=1/a_{ij}$

Tab 1 Judgement matrix scale method

首先,将指标进行两两比较得到的判断矩阵 A ,如下式:

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式(1)中, a_{ij} 表示指标 i 与指标 j 的比较结果; n 表示被比较指标的数目。

再采用和积法求得指标相对权重,如下列各式。

先对判断矩阵 A 每一列正规化:

$$\bar{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

再按行相加得到和向量 W_i :

$$W_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

然后将和向量正规化得到权重向量 \bar{W}_i :

$$\bar{W}_i = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

计算矩阵最大根值 λ_{max} :

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{[A\bar{W}_i]_i}{n(\bar{W}_i)_i} \quad (5)$$

为了保证各个指标层的专家打分符合逻辑性,需要对判断矩阵的一致性进行检验。如果检验标准不符合要求,则应对该判断进行适当修改,直到最后满足逻辑性为止。

当指标之间重要的逻辑性一致时,存在传递关系:

$$a_{ik} = a_{ij}a_{jk} \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

当得到的判断符合一致性时, $\lambda_{max} = n$,其他的特征根均为0。那么,一致性指标 CI 可表达为:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

故矩阵满足一致时 $CI=0$;但始终会存在一定的偏差,故人为规定当偏差在一定范围内时,所得到的判断矩阵可以接受,即满足下式:

$$\frac{CI}{CR} < 0.1 \dots\dots\dots (8)$$

式(8)中,CR表示平均随机一致性指标。

3 阿米卡星生产过程模糊综合评价模型的建立

3.1 建立评价对象因素集

设集合U为阿米卡星生产过程安全性评价指标体系中所有指标的集合,即 $U=(U_1, U_2, \dots, U_i)$, $U_i(i=1, 2, 3, 4, 5, 6)$ 分别代表评价指标体系准则层中的一级指标。 $U_i=(U_{i1}, U_{i2}, U_{i3}, \dots, U_{ij})$, $U_{ij}(j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$ 分别代表对应一级指标细分的二级指标。

3.2 确定因素集的隶属度

设评语集合V代表阿米卡星生产过程安全性评价中评语所组成的集合,即 $V=(V_1, V_2, \dots, V_i)$, $V_i(i=1, 2, 3, 4, 5)$ 分别代表评语等级:安全(高)、较安全(较高)、临界安全(一般)、较不安全(较差)、不安全(差)。用评语等级表示因素集中指标的安全程度,但是指标的安全程度不能非常精确地用高、较高、一般、较差、差表示出来,故以隶属度的方法模糊表示,即如果某个指标的安全程度为1,通过判定该指标在各个评语等级中所占的百分比作为该指标的隶属度,也叫模糊矢量。

3.3 建立判断隶属矩阵

设模糊矢量 $R_n=(r_{n1}, r_{n2}, \dots, r_{nm})$; $\sum r_{nm}=1(m=1, 2, 3, 4, 5)$ 。

设模糊判断关系矩阵为R:

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (9)$$

式(9)中, R_n 表示第n个被评价指标; r_{nm} 表示 R_n 对V中各等级的隶属度; n 表示被评价指标的数目; m 表示评语等级的数目。

3.4 进行二级模糊综合评价

在进行二级模糊综合评价之前,首先需要进行一级模糊综合评价。根据层次分析法得到的指标层的权重向量 \bar{w} 和与之对应的模糊判断关系矩阵 R_i ,运用乘与有界算子 $M(\cdot, \oplus)$,计算准则层的隶属度向量 S_i 。

$$S_i = \bar{w} \times R_i \dots\dots\dots (10)$$

然后,继续进行二级模糊综合评价,将各个准则层得到的隶属度向量 S_i 合成目标层的隶属度向量 S ,再与目标层的权重,通过乘与有界算子 $M(\cdot, \oplus)$ 计算得到目标层的评价向量 B 。

$$B = \bar{w} \times S = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) \dots\dots\dots (11)$$

3.5 确定模糊综合评价等级

由于模糊综合评价结果是一个向量,即对各评语等级的隶属度。为了得到准确的评价等级结果,本研究采用加权算法求得,即将 $b_j(j=1, 2, 3, 4, 5)$ 和相应等级的权重进行加权计算。如果得到的值在某个安全等级相应的标准分值范围内,即为该标准分值对应的安全等级。各安全等级的加权和标准分值见表2(加权和标准分值均根据经验确定)。

表2 各安全等级的加权和标准分值

Tab 2 Weighted value and standard score of each safety level

项目	安全等级				
	高	较高	一般	较差	差
加权和	1.000	0.850	0.700	0.500	0.100
标准分值	0.900~1.000	0.800~0.899	0.600~0.799	0.400~0.599	0.400

4 实例分析

结合上述理论,对西南某大型制药企业的阿米卡星生产过程进行模糊综合评价。该企业年生产阿米卡星1 300 000 kg,涉及的主要生产设备包括反应罐、溶解罐、酸解分层罐、蒸馏罐、箱式压滤机、吸附柱、展层柱、薄膜浓缩器、成盐脱色罐、砂芯过滤器、平板过滤器、结晶罐、离心机、真空干燥箱、摇摆式颗粒机、混合机等。

4.1 计算权重指标

以准则层为例,邀请10位专家对准则层各指标进行两两比较打分,可得到判断矩阵A为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 & 3 & 7 & 1/2 \\ 1/5 & 1 & 1/2 & 1/2 & 2 & 1/5 \\ 1/3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1/3 \\ 1/3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1/3 \\ 1/7 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/9 \\ 2 & 5 & 3 & 3 & 9 & 1 \end{bmatrix}$$

按式(2)计算权重向量,将列正规化可得:

$$\begin{bmatrix} 0.2494 & 0.3226 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3043 & 0.2018 \\ 0.0499 & 0.0645 & 0.0556 & 0.0556 & 0.0870 & 0.0807 \\ 0.0831 & 0.1290 & 0.1111 & 0.1111 & 0.0870 & 0.1345 \\ 0.0831 & 0.1290 & 0.1111 & 0.1111 & 0.0870 & 0.1345 \\ 0.0356 & 0.0323 & 0.0556 & 0.0556 & 0.0435 & 0.0448 \\ 0.4988 & 0.3226 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3913 & 0.4036 \end{bmatrix}$$

按式(3)(4)计算权重向量:

$$\bar{w}_i = \begin{bmatrix} 0.291 \\ 0.066 \\ 0.109 \\ 0.109 \\ 0.045 \\ 0.380 \end{bmatrix}$$

由此,可得到阿米卡星生产过程中准则层一级指标——人员因素、工艺因素、物料因素、设备因素、环境因素、管理因素的权重向量分别为0.291、0.066、0.109、0.109、0.045、0.380。

由式(5),可计算得最大特征根为6.090 9。

检验一致性,当 $n=6$ 时, $CR=1.24$ 。由式(7)(8)检验一致性: $CI = \frac{\lambda_{\max} - 6}{5} = \frac{6.0909 - 6}{5} = 0.0182$; $\frac{CI}{CR} = \frac{0.0182}{1.24} =$

0.0147 < 0.1。故该判断矩阵可以使用,所求得权重也能运用。其他指标的权重分别见表3。

4.2 确定安全等级隶属度

编制安全检查表,收集阿米卡星生产线工人、领导和专家对指标层安全等级隶属度的打分情况,采用等级比重法确定后进行统计。阿米卡星生产过程中模糊综合评价指标权重及安全等级隶属度见表3。

4.3 进行模糊综合评价

根据表3和式(10),可得到二级指标的模糊综合评价结果:人员因素的隶属向量 $S_1=(0.084, 0.610, 0.260, 0.037, 0.009)$;工艺因素的隶属向量 $S_2=(0.226, 0.442, 0.300, 0.035, 0.000)$;物料因素的隶属向量 $S_3=(0.036, 0.502, 0.406, 0.052, 0.005)$;设备因素的隶属向量 $S_4=(0.206, 0.416, 0.337, 0.041, 0.000)$;环境因素的隶属向量 $S_5=(0.206, 0.416, 0.337, 0.041, 0.000)$;管理因素的隶属向量 $S_6=(0.343, 0.403, 0.254, 0.000,$

表3 阿米卡星生产过程中模糊综合评价指标权重及安全等级隶属度

Tab 3 Index weights and safty membership degree of Amikacin production process by FCE

准则层	权重	指标层	权重	安全等级隶属度				
				高	较高	一般	较差	差
人员因素	0.291	人员素质	0.600	0.107	0.594	0.250	0.049	0
		安全意识	0.300	0	0.622	0.324	0.025	0.029
		身心健康	0.100	0.201	0.672	0.127	0	0
工艺因素	0.066	工艺复杂性	0.429	0.115	0.418	0.467	0	0
		工艺先进性	0.245	0.209	0.529	0.225	0.037	0
		工艺压力	0.075	0	0.648	0.094	0.258	0
		工艺温度	0.075	0.447	0.361	0.111	0.082	0
		工艺消毒	0.176	0.521	0.324	0.164	0	0
物料因素	0.109	易燃性	0.045	0.459	0.262	0.123	0.111	0.045
		易爆性	0.045	0.102	0.504	0.295	0.099	0
		毒性	0.285	0	0.668	0.209	0.123	0
		高致敏性	0.285	0.021	0.430	0.549	0	0
		腐蚀性	0.113	0.061	0.541	0.377	0.021	0
		化学反应热	0.114	0.041	0.332	0.590	0.037	0
		化学反应活性	0.113	0.102	0.410	0.488	0	0
设备因素	0.109	设备摆放	0.110	0.090	0.664	0.111	0.135	0
		设备维修	0.581	0.283	0.324	0.393	0	0
		设备运行	0.309	0.102	0.500	0.312	0.086	0
环境因素	0.045	车间内部环境	0.333	0	0	0.098	0.603	0.299
		安全防护设施	0.667	0.262	0.422	0.316	0	0
管理因素	0.380	安全管理组织	0.573	0.213	0.418	0.369	0	0
		安全教育培训	0.209	0.431	0.434	0.135	0	0
		安全监督检查	0.109	0.500	0.365	0.135	0	0
		安全措施计划	0.109	0.701	0.299	0	0	0

0.000)。根据二级指标的模糊评价结果,可得到目标层的关系矩阵 $S=(S_1、S_2、S_3、S_4、S_5、S_6)$,且目标层的权重向量 $\bar{W}=(0.291、0.066、0.109、0.109、0.045、0.380)$;根据式(11)进行一级指标模糊评价,可得到目标层的评价结果 $B=(0.204、0.469、0.284、0.032、0.008)$,归一化处理结果 $B=(0.205、0.470、0.285、0.032、0.008)$ 。

4.4 确定安全性评价等级

根据表2,采用加权计算法可求得阿米卡星生产过程中准则层一级指标的标准分值:人员因素的标准分值 $F_1=0.084 \times 1 + 0.610 \times 0.85 + 0.260 \times 0.7 + 0.037 \times 0.5 + 0.009 \times 0.1 = 0.804$ 。同法,可求得工艺因素的标准分值 $F_2=0.828$;物料因素的标准分值 $F_3=0.772$;设备因素的标准分值 $F_4=0.816$;环境因素的标准分值 $F_5=0.695$;管理因素的标准分值 $F_6=0.818$ 。同理,可求得二级模糊综合评价指标的标准分值 $F_B=0.828$ 。

根据表2安全等级划分标准可知,阿米卡星生产过程的标准分值为0.828,在0.800~0.899之间,故安全等级为“较高”。同理,进一步分析人员因素、工艺因素、设备因素和管理因素的评价结果,安全等级均为“较高”;物料因素和环境因素的评价结果,安全等级均为“一般”。综合来看,阿米卡星生产过程的模糊综合评价为“较高”。

4.5 改进建议

由前文的评价结果可知,在准则层的6个二级指标中,物料因素和环境因素的标准分值仅为0.695和0.772,表明其安全等级相对较低。故应加强对物料因素中可能导致安全隐患的工艺阀门、法兰、垫片进行检查和实时监控,并改进环境因素中的照明、通风及基础设施等。

5 结语

总体来看,本研究通过采用模糊综合评价法,可以定性、定量地对阿米卡星的生产过程进行安全性评价,使评价结果具有科学性和可靠性。根据评价结果,可以准确、直观地反映安全级别较低的评价指标,并据此提出建议。对于安全等级“一般”的物料因素和环境因素,应该加强对生产过程中涉及的阀门、法兰、垫片进行检查和实时监控,并改进照明、通风及基础设施。由此可见,对阿米卡星生产过程采用模糊综合评价法进行安全性评价,可以对该生产过程不完善的地方提出改进建议,有利于其安全性。

参考文献

- [1] 田锐,马晨,王靖原,等.纳米金比色法测定阿米卡星[J].分析实验室,2015,34(8):947.
- [2] 张萍.荧光光谱法测定阿米卡星含量[J].化学工程师,2007,27(1):30.
- [3] 李丰良,韩妮萍,杜廷议,等.铜绿假单胞菌对亚胺培南耐药性的动态变化特征及分析[J].中国药房,2006,17(10):765.
- [4] 于守泛.丁胺卡那霉素的抗菌谱和应用特点[J].国外医药抗生素分册,1993,14(3):194.
- [5] 王立,林洪,曹立民.动物性食品中氨基糖苷类抗生素的检测方法研究进展[J].南方水产,2006,2(1):76.
- [6] Baggot JD, Ling GV, Chatfield RC. Clinical pharmacokinetics of amikacin in dogs[J]. *Amj Vet Res*, 1985, 46(8): 793.
- [7] 任玉清,姚杰,张飞成,等.安全检查表法在渔船救生设备安全评价中的应用[J].渔业现代化,2015,42(1):72.
- [8] 许冉,汤建伟,化全县,等.预先危险分析法在湿法磷酸生产中的应用[J].计算机与应用化学,2010,27(8):1026.
- [9] 刘向宏,潘丽芳,魏朋丽.用故障类型及影响分析法进行催化裂化装置危险性分析[J].辽宁化工,2010,39(5):531.
- [10] 靳江红,寿堂,胡盼.工业企业电气安全评价方法研究[J].安全与环境学报,2005,5(3):116.
- [11] 魏婷婷.模糊综合评价法在制药企业商誉评估中的应用研究[D].北京:北京交通大学,2014:30.
- [12] 李龙龙,郝鹏彬,王文鹏,等.模糊综合评价法在处方筛选中的应用研究[J].中国药房,2015,26(28):3957.

(收稿日期:2016-04-02 修回日期:2016-08-20)

(编辑:杨小军)

《中国药房》杂志——中文核心期刊,欢迎投稿、订阅