

基于人工智能方法的混凝土企业质量管理

王琳娜, 袁 哲, 王 雷, 吉 旭

(四川大学 化学工程学院, 成都 610065)

摘要:分析了目前混凝土质量管理中存在的问题,基于戴明循环,研究了各阶段混凝土质量管理的主要内容,进而提出了基于人工智能的质量管理方法。应用创新的遗传算法修饰的人工神经网络,在实际质量数据的基础上,预测了 C30 的 28 天强度,与实际值的偏差在 $[-1.57, 1.72]$ MPa,证明了此种创新的人工智能方法的可行性,同时为混凝土企业的质量管理提供了依据。

关键词:质量管理;人工智能;人工神经网络;遗传算法

中图分类号:TU528.062 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2012)12-0150-05

商品混凝土在我国已有 20 多年的历史,它把过去分散的混凝土生产,由搅拌站集中形成规模化、自动化的生产作为一种半成品提供给施工方,有着显著的社会、经济效益。混凝土广泛应用于建筑、交通、水利等工程建设中,是工程结构的重要组成部分,其质量直接影响到整个工程的质量。在要求越来越高的建筑施工中,混凝土质量要求也越来越高。对混凝土实施质量管理,不仅可以提高质量,而且可以降低成本,提高企业的经济效益。混凝土的质量管理就是为了最经济地建造安全的混凝土,而在施工的各个阶段进行有效和有组织的技术活动^[1]。

总体来讲,目前混凝土质量管理中存在一定的局限性:

- 1) 由于人工参与管理程度高,产品质量受人的主观影响较大;
- 2) 管理控制一体化能力较弱,常常只能实现离线的管理;
- 3) 科学统计方法应用有限,人员质量管理能力比较低。

针对以上问题,对混凝土企业实施切实有效的质量管理是必然选择。近几年人工智能算法不断发展,应用也日益广泛^[2-4]。生产过程中的各种数据,经过整理后,可以反映产品质量的规律性,进而说明管理的实际状况,最终改善质量管理水平。

1 混凝土质量管理的内容研究

由经典的戴明循环——P(计划)D(实施)C(检查)A(措施)模式出发,对混凝土实施质量管理。

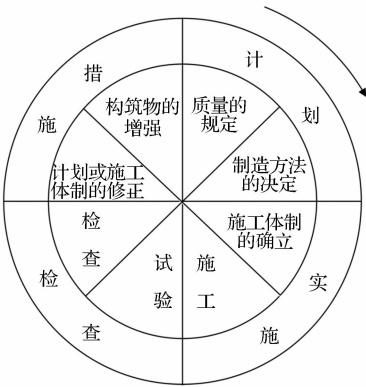


图 1 质量管理程序

如图 1 所示,混凝土质量管理是由 4 个彼此独立而又相互关联的阶段组成,各阶段的主要工作见表 1。

由于混凝土工程的可靠性在客观上会反映为混凝土强度的实际分布状态^[5],因此我们可以充分利用实际生产当中的强度数据——通过对当前混凝土强度的分布状态进行分析,来对质量管理进行检查和调整。

2 基于人工智能方法的混凝土质量管理方法研究

人工智能算法模仿人的思维方式,擅长于处理复杂的数据。而影响混凝土质量的因素众多、数据量大且呈非线性关系,人工智能算法可以很好地处理这些信息,将其转化为有价值的知识,为混凝土企业的质量管理提供数据支持。人工神经网络^[6-8]及遗传算

收稿日期:2012-10-15
作者简介:王琳娜(1987—),女,陕西西安人,四川大学硕士研究生,研究方向:系统工程。

法^[9-11]作为人工智能算法的分支,被越来越多的研究者所关注。

表 1 混凝土质量管理的四个阶段

阶段	主 要 工 作
计划	(1)根据国家标准及各企业的优化方案(来源于措施阶段),对混凝土工程做出正确的计划和良好的设计(包括配合比设计),并明确地加以规定。 (2)对于混凝土工程而言,通常以包括设计计算书、设计图、混凝土的规定配合比及有关联的施工所必要的事项等内容的说明书(或施工细则)来记述该工程的计划和设计。
实施	(1)在现场遵循该项计划和设计,进行混凝土的建造、施工。 (2)适当的设备选型及性能参数的确定、规范化的日常检定与保养,以保证施工中所需的设备装置、过程控制的精度、可靠性、稳定性。
检查	(1)混凝土取样并制成试体进行检验,根据检验数据对施工质量加以判断混凝土质量的优劣,同时也最终反映了原材料的质量、混凝土配合比以及现场作业等好坏的综合性的影响。 (2)记录本批次混凝土的强度、坍落度等质量指标,和生产的原材料的用量及质量,以备后续处理。 (3)对检验数据变化情况的不断监视,随时了解到施工现场的状态。
措施	(1)根据记录的数据,应用人工智能的方法,找出其中的数学关系,优化配合比,稳定质量、节约成本。 (2)提高生产过程控制的自动化程度,尽量避免因为人员的业务水平和职业素养对混凝土生产造成的影响。

2.1 神经网络 模工具,以曲线拟合方式工作,在混凝土的质量管理
神经网络是非线性处理系统,是一种经验建 方面具有明显的优势(表 2)。

表 2 神经网络用于混凝土质量管理的优势

序号	混凝土的数据特点	要求	人工神经网络的解决
1	要想对混凝土进行质量管理,就要通过合理的方法得到能够代表实际的客观数据,并通过统计方法进行整理,用得到的信息来判断问题。但是,由于偶然因素等的存在,并不是每一个数据都能够用于数学模型。	所建立的模型有较强的容错能力,能够处理带噪声或不完整的数据,即有较强的过滤能力。	与其他经验模型相比,有更强的过滤能力。也就是说,每个节点只反映整个输入—输出模式的一个微特征,即每个节点只轻微地影响输入—输出模式。同时,人工神经网络具有强大的并行处理能力,每一个节点的操作都是独立的,与其他节点无关。可以把每一个节点当作是一个单独的处理单元,这些所有的处理单元都以并行方式操作。所以,人工神经网络就不那么依赖于某一自变量或某一节点。正是由于这种微特征概念,人工神经网络的容错能力强,能够很好地区分研究过程中的规律与噪音,即滤除噪声的能力很强。
2	影响混凝土抗压强度标准差的因素,与抗压强度标准差之间的关系非常复杂,一般呈非线性关系。	所建立的模型能够很好地处理非线性关系的数据。	有很强的自适应能力,具有特殊的学习算法。训练人工神经网络的过程,就是调整节点之间连接权值的过程,训练结束,调整结束,最终得到所期望的输入—输出模式。
3	影响混凝土抗压强度标准差的因素众多,如水泥、粉煤灰、水、集料、外加剂等。这些数据的其中一个或几个,有了微小的变化,都可能会引起最终混凝土抗压强度的波动,导致得到的混凝土抗压强度不稳定。	所建立的模型能够很好地处理众多自变量对因变量的影响。	采用矩阵运算,增加配方因子、试验项目或试验次数,无需进行大的结构改变,因而能够将多个自变量映射到多个因变量,可以用于处理多输入、多输出(即多因子、多性能)的问题。
4	由于因变量众多,数据的采集和记录就有了一定的难度。我们尽可能地希望能用最少的数据处理尽量多的问题。	所建立的模型能够有效地利用数据。	对数据利用效率很高,可以采用补充试验的结果对网络进一步训练,以获得更好的学习效果。

但是,由于神经网络在计算过程中往往存在不能保证计算的可靠性。全局最优的算法能够克服局部极小化的缺点,使得最终的结果存在较大波动,局部极小化的缺点,其中遗传算法是应用最广泛的一

种。

2.2 遗传算法

遗传算法是模拟达尔文生物进化论的自然选择和遗传学机理的生物进化过程的计算模型,是一种通过模拟自然进化过程搜索最优解的方法。遗传算法使用群体搜索技术,通过对当前群体施加选择、交叉、变异等一系列遗传操作,产生出新一代的群体,并逐步使群体进化到包含或接近最优解的状态,计算流程图如图 2 所示。它具有全局收敛特点,可以被用来解决各种复杂的实际问题,如工程优化设计、决策系统等。

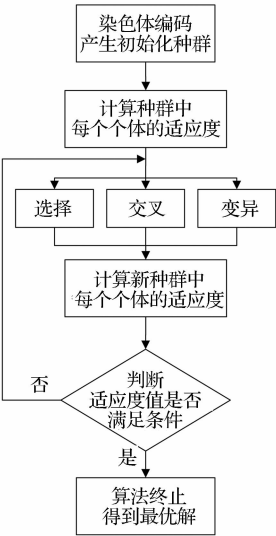


图 2 遗传算法的计算流程

3 应用实例

混凝土结构物主要是用于承受荷载或抵抗各种作用力的,所以其强度,尤其是抗压强度,就成了最重要的质量性能指标。

3.1 混合算法的确立

对于人工神经网络来说,权值和阈值对其结果影响非常大。若权值和阈值达到了全局最优,那么计算出的结果与真实值之间的差距就较小(在同样的网络结构下)。所以,有着全局最优特点的遗传算法,就用来寻找最适合的权值和阈值(图 3)。

3.2 输入输出层的选择

直接影响混凝土质量的因素,按其性质的不同,可以归纳为以下两种:

1)不可量化的:如工作人员的操作、机械的运行状态、运输调度、施工浇筑方法等,与混凝土企业的管理有着很大的关系。

2)可量化的:原材料的质量指标及其用量。水胶比对混凝土强度有着重大的影响,而水胶比的值是从

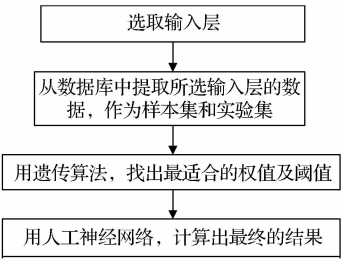


图 3 混合算法的计算流程

水、水泥、粉煤灰计算出来的,那么这三种原料就成为输入层的候选。骨料分为粗骨料和细骨料,是混凝土的填充材料,占混凝土总体积的 70%左右,即占据混凝土中的大部分体积,对于混凝土的性能有很大的影响。所以,最终确定的输入层是水、水泥、粉煤灰、细骨料、粗骨料的生产用量。

输出层的数据来源于混凝土的 28 天强度,为了更好地应用于计算,也为了方便地比较预测值与实际值的差别,引入了相对误差这个概念,具体表述为下式:

$$E = \frac{PC}{AC} - 1$$

(1)

其中, E —相对误差

PC —预测的 28 天强度

AC —实际的 28 天强度

即 E 的值越接近 0,预测的值越准,效果越好。

隐含层节点数与输入层节点数、输出层节点数及样本的数量有关,根据经验进行选取确定,经过多次实验,确定为 12。

人工神经网络的结构如图 4 所示,训练方法为改进的 BP 算法——fletcher-powell 算法,遗传算法的种群数为 10,交叉率为 0.8,变异率为 0.2。

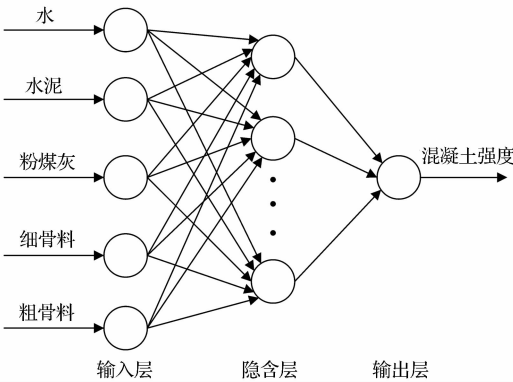


图 4 人工神经网络的结构

3.3 样本选取

所选用的样本数据,来源于浙江杭州某商品混凝土搅拌站。以 C30 的数据为例,所选的每组样本值

都包括 5 个输入层及 1 个输出层。在用于训练网络之前,舍去明显错误的数 据,提高数据运用的效率。数据分为两组,一组为样本数据(表 3),用来对网络

进行训练,共 400 组;另一组为实验数据(表 4),用来对已训练的网络进行检验,检验其拟合、预测的准确性,共 100 组。

表 3 样本数据

序号	输入层 (kg)					输出层 (MPa)
	水	水泥	粉煤灰	细骨料	粗骨料	28 天抗压强度
1	187	229	138	698	1 045	33. 7
2	176	215	127	748	1 050	34
3	182	260	91	764	1 010	33. 9
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
400	183	224	133	762	1 001	34

表 4 实验数据

序号	输入层 (kg)					输出层 (MPa)
	水	水泥	粉煤灰	细骨料	粗骨料	28 天抗压强度
1	176	226	118	750	1 046	32. 7
2	187	230	139	700	1 041	33. 1
3	187	230	139	700	1 041	32. 8
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
100	176	226	118	750	1 046	34. 2

4 结果与讨论

从图 5 中可以看出,大多数相对误差值在[- 3%,3%],经过换算,所有的预测与实际的强度误差在[- 1. 57, 1. 72] MPa,证明预测的值是比较准确的。根据预测的结果,可以对原材料的用料进行调整,为“计划”阶段提供了优化配合比的依据,从而保证了混凝土的质量,同时对企业的成本控制提供了强有力的依据。

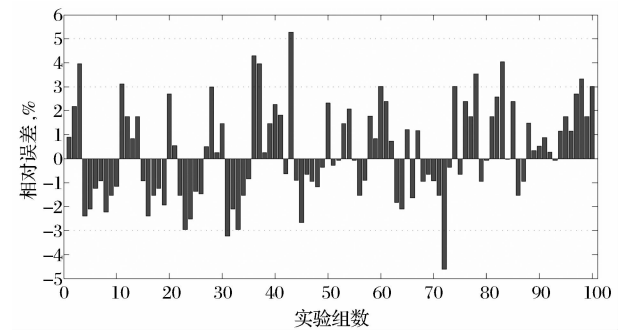


图 5 预测值与实际值的相对误差

遗传算法优化的人工神经网络在计算过程中,虽然在输入层中只涉及了原材料的用量,但是在参数的设定上,考虑了不可定量的因素,如设备的运行状况、人员的操作等。因此,得出的结果与传统公式相比,结合了混凝土企业的实际状况。

5 结论

基于混凝土质量控制的复杂性,将智能科学应用于混凝土工程领域,着力研究和发展混凝土工程的智能模型和方法,是混凝土的实践需要和质量管理的需要,也是混凝土技术和当代科学技术发展与渗透、融合的必然结果。本文从混凝土工程和人工智能科学发展的现实考虑,应用人工神经网络和遗传算法的原理与方法,对混合方法在混凝土中的应用进行了研究。预测与实际的强度误差在[- 1. 57, 1. 72] MPa,不仅证明了此方法的可行性,而且为企业的质量管理提供了强有力的数据支持。研究既有理论方面的探索,但更侧重于实践应用,以促进混凝土的质量管理。

参考文献

[1] 尾坂芳夫. 混凝土质量管理入门 [M]. 任子明,王家治,译. 北京:中国建筑业出版社,1991.

[2] SIAMAK SAFARZADEGAN GILAN, HAMED BAHRAMI JOVEIN, ALI AKBAR RAMEZANIANPOUR. Hybrid support vector regression - Particle swarm optimization for prediction of compressive strength and RCPT of concretes containing metakaolin [J]. Construction and Building Materials, 2012(34):321-329.

[3] FATİH ÖZCAN, CENGİZ D ATIS, OKAN KARAHAN, ERDAL UNCUOĞ˘LU, HARUN TANYILDIZI. Compari-

son of artificial neural network and fuzzy logic models for prediction of long-term compressive strength of silica fume concrete [J]. *Advances in Engineering Software*, 2009(40): 856—863.

[4] 徐毅慧. 基于人工智能的混凝土配合比优化设计[J]. *漳州职业技术学院学报*, 2010, 13(4):15—18.

[5] 王华琪,赵鸣,李杰,丁洁民. 混凝土强度统计数据的应用[J]. *同济大学学报:自然科学版*, 2007, 35(7):861—865.

[6] MUCTEBA UYSAL, HARUN TANYILDIZI. Predicting the core compressive strength of self-compacting concrete (SCC) mixtures with mineral additives using artificial neural network [J]. *Construction and Building Materials*, 2011 (25):4105—4111.

[7] 张伟,王世清,李爱东,王新刚. BP 人工神经网络在混凝土耐久性评价上的应用 [J]. *混凝土*, 2007(4):13—15.

[8] N P RAJAMANE, J ANNIE PETER, P S AMBILY. Prediction of compressive strength of concrete with fly ash as sand replacement material [J]. *Cement and Concrete Composites*, 2007(29):218—223.

[9] 马宇红,巩学文. 一类投资优化模型的遗传算法[J]. *西北师范大学学报*, 2012, 48(2):19—23.

[10] 卢启衡,冯晓云,王青元. 基于遗传算法的追踪列车节能优化 [J]. *西南交通大学学报*, 2012, 47(2):265—270.

[11] CHUL-HYUN LIM, YOUNG-SOO YOON, JOONG-HOON KIM. Genetic algorithm in mix proportioning of high-performance concrete [J]. *Cement and Concrete Research*, 2004, 34(3):409—420.

Quality Management of Concrete Enterprises Based on Artificial Intelligence Methodologies

WANG Lin-na, YUAN Zhe, WANG Lei, JI Xu

(School of Chemical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: Through analyzing the existing problems of quality management of concrete enterprises, the detailed content of every step of Deming Cycle is studied. Then a quality management method based on artificial intelligence is put forward with overall consideration of the properties and characteristic of the detailed content. Afterwards, an artificial neural network optimized by genetic algorithm is developed, which is used for the later empirical study to predict concrete 28-day compressive strength. The deviation of the predicted results and the actual value lies between —1.57 and 1.72 MPa, not only verifying the validity of the novel algorithm, but also providing evidence for quality management.

Key words: quality management; artificial intelligence; artificial neural network; genetic algorithm

(上接第 132 页)

[12] 叶康涛,陆正飞,张志华. 独立董事能否抑制大股东的“掏空”[J]. *经济研究*, 2007(4):101—111.

[13] JOHNSON J L, DAILY C M, ELLSTRAND A E. Boards of Directors: A Review and Research Agenda [J]. *Journal of Management*, 1996(22):409—438.

[14] KESNER I F, JOHNSON R B. An Investigation of the Relationship between Board Composition and Stockholder Suits [J]. *Strategic Management Journal*, 1990(11):327—336.

[15] 高雷,何少华,黄志忠. 公司治理与掏空[J]. *经济学季刊*, 2006(7):1157—1178.

[16] 卢平和. 大股东如何掏空上市公司[J]. *中国经济周刊*, 2004(27):28—29.

[17] 王鹏,周黎安. 控股股东的控制权、所有权与公司绩效:基于中国上市公司的证据[J]. *金融研究*, 2005(2):88—98.

[18] 谢军. 股利政策、第一大股东和公司成长性:自由现金流理论还是掏空理论[J]. *会计研究*, 2006(4):61—57.

[19] 高雷,宋顺林. 掏空、财富效应与投资者保护——基于上市公司关联担保的经验证据[J]. *中国会计评论*, 2007, 5(1): 21—42.

[20] 黄志忠. 股权比例、大股东“掏空”策略与全流通[J]. *南开管理评论*, 2006(9):58—65.

Empirical Analysis of the Factors of Large Shareholders Expropriation Occurrence in Listed Companies

QIU Juan

(College of Economics and Management, Fujian Vocational College of Agriculture, Fuzhou 350007, China)

Abstract: Based on research literature of the large shareholders’ expropriation behavior influence factors, a summary was made. Then selecting the 2004 and 2009 listed companies as samples and using logistic model, after empirical analysis of influencing factors of large shareholders’ expropriation occurrence, we find that the variable of Equity Sub-Set Degree (ESSD) has important negative effects on happening of the large shareholders’ expropriation behavior, the variable of company scale (Lnasset representing) important positive effects.

Key words: listed companies; large shareholder; expropriation