

Value Evaluation of Communication Equipment Enterprises Based on BP Neural Network

Yaqi Zhao

Southeast University, Nanjing, Jiangsu

Email: zhaoyaqi2000@163.com

Abstract

Communication equipment enterprises are the main force of new infrastructure. By analyzing the influencing factors, this paper constructs a value evaluation index system including profitability, solvency, management ability, development ability, innovation ability and EVA, using BP neural network to construct an evaluation model. Huawei Technologies Co., Ltd. is taken as an example to evaluate its enterprise value. The research shows that the accuracy of the communication equipment enterprise value evaluation model based on BP neural network is 86.6%, and the error is $4.35e-3$. The enterprise value of the case on December 31st, 2022 is 19.284 billion yuan.

Keywords: Enterprise Value Evaluation; Communication Equipment Enterprises; BP Neural Network

基于 BP 神经网络的通信设备企业价值评估

赵雅琪

东南大学，江苏南京

摘要: 通信设备企业是新基建的主力军。研究通过分析影响通信设备企业价值的因素，构建包含盈利能力、偿债能力、经营能力、发展能力、创新能力和 EVA 的价值评估指标体系。使用 BP 神经网络构建评估模型，并以华为技术有限公司为例，对其在评估基准日的企业价值进行评估。结果表明，基于 BP 神经网络的通信设备企业价值评估模型准确率为 86.6%，误差为 $4.35e-3$ ，案例企业在评估基准日 2022 年 12 月 31 日的企业价值为 192.84 亿元。

关键词: 企业价值评估；通信设备企业；BP 神经网络

引言

根据“十四五”信息通信行业发展规划，到 2025 年，信息通信行业整体规模将进一步壮大，发展质量将显著提升，创新能力将大幅增强，新兴业态将蓬勃发展。对于通信设备企业，这意味着更大的发展空间，也将带来更加密集的并购重组、投融资活动，企业价值评估需求剧增。但通信设备企业高风险、高收益、高成长性的特点使传统的成本法、收益法和市场法难以预估其现时价值与未来发展潜力。经典的通信企业价值评估方法为现金流折现模型^[1]；随着评估方法迭代，能从股东角度出发，度量资本在某段时间净收益的 EVA 模型逐渐被运用到评估模型中^{[2][3]}；接着大数据和机器学习方法快速发展，BP 神经网络由于其客观性被逐渐运用到企业价值评估领域。本文也将 BP 神经网络法应用于通信设备企业的价值评估中。

1 文献回顾

通信设备企业评估，既不能固守传统估值方法，又要谨防盲目夸大估值^[4]。通信设备企业价值评估指标确定参考科创板企业指标。就资产结构而言，科创板企业包括通信设备企业多采用轻资产运营模式，固定资产占比较小^[5]。就创新能力而言，研发能力和技术实力不仅有助于企业立足市场，还能吸纳政策补贴，同时通过信号效应提高市场估值。除此之外，研发投入占比和研发人员占比也被普遍纳入指标体系^[6]。

我国通信设备企业价值评估的研究较少，为了探索通信设备企业的评估方法，本文借鉴了高新技术企业估值的方法。针对高新技术企业风险性强、技术性强的特征，学者们多采用期权定价法。论证了高新技术企业前期薄利但股价偏高的原因，也解释了实物期权法在体现企业后期发展潜力上的优越性^[7]。作为实物期权法的补充，将现金流量法与其结合，在企业现有价值的基础上评估未来现金流并折现^[8]。随着实物期权法的广泛应用，BP神经网络、熵值法等预测方法被纳入评估体系用以改善参数选择主观性^[9]。EVA估值模型也在这些估值方法的应用中得到广泛认定，充分展现企业内在价值^[10]。

随着大数据和人工智能技术的发展，深度学习模型开始被应用于高新技术企业的估值中。骆正清等^[11]运用BP神经网络对科创板企业进行了估值，杨杰^[12]运用同样的方法对上市医美企业进行了估值。该方法的基本思路是，分析影响企业价值的因素，构建指标体系，对数据进行训练进而拟合出非线性模型。

2 通信设备企业价值评估指标体系构建

2.1 数据来源

本文依据《证监会行业分类 2012 年版》，选取了 415 家通信设备企业，在剔除缺失值与带有 ST 或者 ST*的企业后，共得到 403 个样本数据，所有数据均来自国泰安数据库公司研究系列。案例企业为华为技术有限公司，虽然该公司尚未上市，但是定期披露年报。案例企业数据来源为华为技术有限公司 2022 年年报，评估基准日为 2022 年 12 月 31 日。

2.2 评估指标初选

2.2.1 财务指标

(1) 盈利能力

盈利能力体现一个公司在一定时间内获利的能力。本文将 ROA、ROE 以及更为直观的营业净利率作为企业盈利能力的代理变量^[13]。

(2) 偿债能力

偿债能力是指一家企业能够偿还所欠债务的能力，流动比率和速动比率衡量企业短期偿债能力，资产负债率和权益乘数衡量长期偿债能力，本文将营运资金和产权比率两个指标也加入偿债能力测度体系^[14]。

(3) 经营能力

经营能力是一家企业经营管理业务的能力，通用指标为存货周转率、应收账款周转率、资本密集度和总资产周转率。

(4) 发展能力

发展能力是企业扩张经营壮大的能力。本文使用总资产增长率、基本每股收益增长率、营业利润增长率、营业收入增长率与可持续增长率五个通用指标进行衡量。

2.2.2 非财务指标

(1) 企业规模

大体量企业拥有规模效应、高市场占有率、高议价能力以及良好的声誉。本文中企业总资产作为企业规模的代理变量。

(2) 资本结构

通信设备企业流动资产占比大，固定资产占比小。轻资产模式有助于企业灵活获取资源。本文将用固定资产比率和无形资产比率衡量资产结构。

(3) 创新能力

企业需要不断进行创新实现可持续发展；高研发企业也会吸引投资者目光引发更热烈的市场反响。本

文以研发人员数量占比和研发投入占营业收入的比例来衡量创新能力。

(4) 经济增加值 EVA

经济增加值（EVA），是指从企业税后净营业利润中扣除资本的机会成本以后的所得。EVA 能够衡量通信设备企业创造财富的能力，也反映了企业的资本使用效率和对股东利益的关注程度。

通过评估指标初选，指标体系如表 1 所示。

表 1 初选企业估值指标体系

指标类别	指标名称及符号
盈利能力	总资产净利润率（ROA）X1
	净资产收益率（ROE）X2
	营业净利率 X3
偿债能力	流动比率 X4
	速动比率 X5
	营运资金 X6
	资产负债率 X7
	权益乘数 X8
	产权比率 X9
经营能力	应收账款周转率 X10
	存货周转率 X11
	资本密集度 X12
	总资产周转率 X13
	总资产增长率 X14
发展能力	基本每股收益增长率 X15
	营业利润增长率 X16
	营业收入增长率 X17
企业规模	可持续增长率 X18
	资产总计 X19
资产结构	固定资产比率 X20
	无形资产比率 X21
创新能力	研发人员数量占比 X22
	研发投入占营业收入比例 X23
经济增加值	EVA X24

2.3 指标约简

本文使用 R 软件通过最优子集回归进行指标约简。通过遍历模型，选择具有最小残差平方和（RSS）或最大决定系数（ R^2 ）的模型。最优子集法执行结果如图 1 所示，根据调整 R^2 最优的原则，确定筛选后指标为 x3、x7、x12、x13、x17、x18、x19、x22、x24，指标含义如表 2 所示。

3 模型建立与应用

3.1 BP 神经网络模型构建

本文所有数据来自于国泰安数据库，剔除缺失数据后，最终样本数据规模为 403 个企业，每个企业 9 个数据指标的 403×9 的矩阵。本文采用 MATLAB 软件进行建模和仿真。

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15
1	(1)														
2	(1)														
3	(1)														
4	(1)														
5	(1)						*								
6	(1)		*				*								
7	(1)		*				*								
8	(1)		*				*					*	*		
9	(1)		*				*					*	*		
	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	调整R方					
1	(1)									* 0.6135205					
2	(1)				*					* 0.6691332					
3	(1)				*			*		* 0.6919029					
4	(1)			*	*			*		* 0.7017530					
5	(1)			*	*			*		* 0.7047793					
6	(1)			*	*			*		* 0.7098414					
7	(1)			*	*	*		*		* 0.7120821					
8	(1)			*	*	*		*		* 0.7146182					
9	(1)	*		*	*	*		*		* 0.7170515					

图 1 最优子集结果

表 2 企业估值指标体系

指标类别	指标名称及符号
盈利能力	营业净利率 X3
偿债能力	资产负债率 X7
经营能力	资本密集度 X12
	总资产周转率 X13
发展能力	营业收入增长率 X17
	可持续增长率 X18
企业规模	资产总计 X19
创新能力	研发人员数量占比 X22
经济增加值	EVA X24

数据的大小、正负和离散程度会影响神经网络的预测，所以首先使用 `mapmaxmin` 函数将数据归一化至 [-1,1]。本文采用三层拓扑结构 BP 神经网络，输入层神经元为 9 个，输出层神经元为 1 个，隐含层神经元的数量应遵从 $p = \sqrt{(n + m) + a}$ 的公式，其中 n 为输入层神经元个数， m 为输出层神经元个数， a 为 [1,10] 之间的常数。通过不断迭代，确定隐含层神经元为 9 个。最终模型确定为 9-9-1 的拓扑结构。模型使用 `trainbr` 神经网络训练函数，根据 Levenberg-Marquardt 优化更新权重和偏差值，设置目标误差为 $4.35e-3$ 。

3.2 BP 神经网络模型训练和仿真

本文对 403×9 的样本数据训练仿真。首先，运用 `randperm` 函数随机打乱顺序，按照约 20% 的比例选取 82 个数据作为测试集。其次，通过各节点间的连接情况正向逐层处理后，得到神经网络的实际输出。接着计算误差，将误差逐层反向回传至之前各层。重复以上步骤，直到整个训练样本集的误差减小到符合 $1e-2$ 的目标误差为止。当模型迭代终止时，训练误差值为 $4.35e-3$ ，符合设定误差 $1e-2$ 。模型的拟合度 R 为 0.8799。拟合结果如图 2 所示，模型拟合度较好。

随机选取 20% 的训练集数据进行测试，仿真结果如图 3 所示。将实际值与预测值相对比发现，绝大多数样本偏差较小，训练效果良好。训练集结果显示，相对误差小于 10% 的有 66 个样本，占总体练样本的 80.4%；小于公认可以受的误差范围 15% 的约有 71 个样本，占总体训练样本的 86.6%，预测结果的准确率为 86.6%。

3.3 基于 BP 神经网络的华为技术有限公司价值评估

华为技术有限公司是一家生产销售电信设备的民营科技公司，成立于 1988 年。在运营商网络、企业网络、消费者和云计算等领域构筑了端到端的解决方案优势。该公司每年都会将营收的至少 10% 投入到研发

中，以保持其技术和产品的领先地位。尽管尚未上市，但华为从 2006 年就开始公开披露财报，本文的案例数据也来自于华为 2022 年的年报。

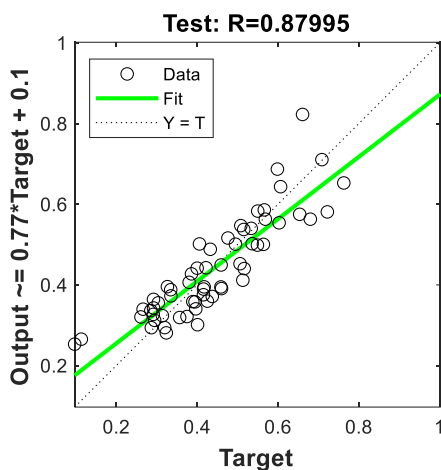


图 2 训练集的回归分析

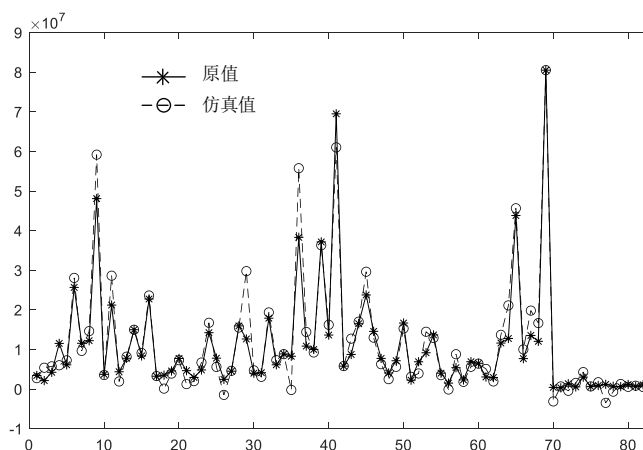


图 3 BP 神经网络价值评估模型仿真结果

以 2022 年 12 月 31 日为评估基准日，在报告年度，华为技术有限公司实现营收为 6423.38 亿元人民币，同比增长 0.87%；截止到 2022 年末，公司的总资产余额为 10638.04 亿元人民币，同比增长 8.22%，各二级指标计算结果如表 3 所示。将该数据作为通信设备企业估值的 BP 神经网络模型的输入层，输出结果为 1.9284×10^{10} ，即华为技术有限公司在 2022 年 12 月 31 日评估基准日的企业价值为 192.84 亿人民币。

表 3 华为技术有限公司的评估指标数据

评估二级指标	数值
营业净利率	0.055363376
资产负债率	0.589138601
资本密集度	1.65614365
总资产周转率	0.84
营业收入增长率	-0.008610731
可持续增长率	0.009209493
资产总计	1063804
研发人员数量占比	0.554
EVA	-11362.0832

4 结论与展望

本文在分析影响通信设备企业价值因素的基础上,初步构建了价值评估指标体系。运用 BP 神经网络三层 9-9-1 拓扑结构对 403 家通信设备企业的数据进行模型构建,最后以华为技术有限公司为例,评估了其在 2022 年 12 月 31 日的企业价值。结果显示,训练集实际数据与预测数据的拟合效果好,回归系数 $R=0.8799$,模型准确性为 86.6%,测试样本的预测值与真实值的误差在可接受范围内,验证了 BP 神经网络评估通信设备企业价值的可行性。华为技术有限公司在评估基准日的企业价值为 192.84 亿人民币,由于评估基准日为 2022 年,此刻华为正在遭受行业寒冬尤其是芯片技术卡脖子的困境,所以估值结果较为悲观,也比较符合市场情绪。

参考文献

- [1] 仇硕,杨青.基于自由现金流量折现模型的上市企业价值研究——以中兴通讯股份有限公司为例[J].全国流通经济,2020(25):76-79.
- [2] 邓鸣.EVA 体系下的通信企业价值评价及提升策略[J].时代金融,2018(12):130+135.
- [3] 魏雨祺.基于 EVA-BS 模型的移远通信企业价值评估研究[D].西南财经大学,2023.
- [4] 张陆洋,钱瑞梅.关于科创企业估值难点的思考[J].安徽师范大学学报(人文社会科学版),2019,47(04):104-110.
- [5] 朱卫东,潘霞,操玮.轻资产运营对制造业企业研发投入绩效的影响[J].财贸研究,2022,33(07):100-110.
- [6] 林新奇,赵国龙.基于 DEA 方法的我国科创板企业创新绩效研究[J].科技管理研究,2021,41(01):54-61.
- [7] 郭建峰,王丹,樊云等.互联网企业价值评估体系研究——基于实物期权模型的分析[J].价格理论与实践,2017(07):153-156.
- [8] 叶海洋.基于实物期权的贴现现金流量法在文化企业并购重组中的应用研究[D].云南大学,2015.
- [9] 林焰,杨建辉.考虑投资者情绪的 GARCH-改进神经网络期权定价模型[J].系统管理学报,2018,27(05):863-871+880.
- [10] 张贵红.基础研究类项目经济价值评价的方法探索——以估值法应用的分析为视角[J].中国高校科技,2020(08):30-33.
- [11] 骆正清,李梦可.基于 BP 神经网络法的科创板企业价值评估[J].会计之友,2023(13):19-26.
- [12] 杨杰.基于 BP 神经网络的上市医美企业价值评估研究[D].江西财经大学,2023.
- [13] 徐枫,潘麒,汪亚楠.“双碳”目标下绿色低碳转型对企业盈利能力的影响研究[J].宏观经济研究,2022(01):161-175.
- [14] 王志强,任振超.多元化经营对企业偿债能力的影响[J].统计与决策,2021,37(22):181-184.

【作者简介】

赵雅琪(2000-)女,汉族,东南大学资产评估专业硕士在读,研究方向:数据资产评估。Email: zhaoyaqi2000@163.com