

比亚迪公司企业估值及其风险研究

闫勇志

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年11月23日; 录用日期: 2022年12月16日; 发布日期: 2022年12月27日

摘要

发展新能源科技是缓解能源短缺的关键举措, 也是实现碳中和目标的内在要求。对新能源企业合理估值及研究企业面临的金融风险, 能够帮助企业实现最大化管理。首先从财务角度分析比亚迪企业面临的风险, 其次采用FCFF和P/E模型对比亚迪企业进行估值, 最后用GARCH-VaR和KMV模型度量目标企业的金融风险。研究发现: 1) 比亚迪公司近两年的盈利能力有所提高; 偿债能力较差, 有偿债风险; 企业具有一定的发展潜力, 但是投资风险较大。2) FCFF模型很可能高估比亚迪公司企业价值而P/E模型很可能低估比亚迪公司企业价值。3) 比亚迪企业2019年以后市场风险逐渐增加, 但是几乎不会发生违约风险。

关键词

公司估值, FCFF模型, GARCH-VaR模型, KMV模型

Research on BYD's Corporate Valuation and Risk

Yongzhi Yan

School of Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Nov. 23rd, 2022; accepted: Dec. 16th, 2022; published: Dec. 27th, 2022

Abstract

The development of new energy technology is a key measure to alleviate energy shortage, and is also an internal requirement to achieve the goal of carbon neutrality. Reasonable valuation of new energy enterprises and research on financial risks faced by enterprises can help enterprises achieve maximum management. First, analyze the risks faced by BYD enterprises from the financial perspective, then use FCFF and P/E models to evaluate BYD enterprises, and finally use GARCH-VaR and KMV models to measure the financial risks of the target enterprises. The research finds that:

1) The profitability of BYD has improved in recent two years; poor debt paying ability, with debt paying risk; the enterprise has certain development potential, but the investment risk is high. 2) The FCFF model is likely to overestimate the enterprise value of BYD and the P/E model is likely to underestimate the enterprise value of BYD. 3) After 2019, the market risk of BYD enterprises will gradually increase, but there will be almost no default risk.

Keywords

Company Valuation, FCFF Model, GARCH-VaR Model, KMV Model

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2021 年全球疫情持续反复，国际环境更趋复杂严峻，全球经济在风险与挑战下艰难复苏。其中，中国疫情常态化防控处于全球领先地位，经济发展展现出更强的韧性及活力，外资外贸持续景气，新旧动能转换加速，高新技术产业持续向好，实现了十四五的良好开局。但受疫情反复、大宗商品价格上涨等多方面影响，中国宏观经济下行的压力自二季度开始加大，消费和投资均表现疲弱，经济复苏进程放缓。在疫情反复、内需不足和供应链紧张的背景下，中国汽车工业逆势实现了正增长。比亚迪公司，股票代码(002594)新能源汽车在我国有较大的市场，股价一路势如破竹，突破 300 元，近年股票翻了近 10 倍。作为新能源汽车的领头羊，研究其公司价值和风险价值，具有现实意义。

Damodaran A (2015)认为 FCFF 模型是在满足全部的投资与财务需求之后剩余的现金流量，而股利折现模型是将现金流量折现到了股权上[1]；Sutjipto E 和 Setiawan W 等(2020)分析发现 DCF 模型估值较为准确，DDM 模型会低估企业价值[2]。孙璐璐(2021)系统探讨了 FCFF 模型在价值分析中的作用，并且从经济状况、经营状况和发展现状三个方面展开分析，得出目标企业价值被低估的结论[3]；李亚男(2021 年)运用哈佛分析框架展开对比亚迪的经营状况和财务状况的分析[4]。Jaromír [5]利用 FCFF 方法对房地产板块的具体企业进行评价。通过自由现金流决定公司价值，理论部分重点介绍了利用 CAPM 模型量化决定贴现率的独立变量的计算过程。陈萌(2021 年)选用 FCFF 模型为比亚迪企业估值，采用公司的加权资本成本作为折现率，得出比亚迪公司价值被市场低估的结论[6]。王培培(2022 年)运用文献研究法、案例分析法和比较分析法对比亚迪公司进行估值研究，运用 FCFF 模型和 P/E 模型进行了估值过程的完整计算，认为比亚迪企业可能被低估[7]。

李佳，陈冬兰(2018)将 GARCH 模型和 VaR 方法相结合以分析股票收益和市场风险，能够较为精确地反映收益率波动的尖峰厚尾、杠杆效应和聚集效应[8]。Guo Zi-Yi 运用 GARCH 模型对比特币期货的量化风险管理进行了研究，提出基于正态逆高斯分布的 GARCH 模型(GARCH-NIG)，GARCH-NIG 模型能够对比特币期货收益率序列产生准确的 VaR 估计[9]。杨馥，叶羲舒(2021)以 GARCH 模型为基础建立反映其股价变化的波动率模型，利用“方差-协方差法”计算 VaR 值，GARCH-VaR 模型能有效反映该公司股票价格波动及市场风险程度[10]。Xia Ting 采用国内 R 保险公司的日收盘价数据，建立股票价格的日对数收益率序列。结果表明 GARCH-VAR 模型能够有效反映公司的股价波动和市场风险程度[11]。

Kliestik 等(2015)将违约距离的计算作为变量引入到 KMV 模型中，并进行了相关实证研究，发现修正的 KMV 模型能够有效识别样本企业的信用违约风险[12]。卢茜，高丽(2021)采用 KMV 模型对上市企业的信用违约风险进行度量，得出 KMV 模型可以有效度量上市企业的信用违约风险，对上市企业的信用风险

具有一定的预警作用的结论，并提出相关建议[13]。郭立仑(2022)为分析内外部因素对商业银行信用风险影响，运用 KMV 模型，计算我国 36 家上市银行 2016~2019 年违约距离，并作为信用风险度量依据[14]。

综上所述，FCFF 模型广泛应用于公司估值，VaR 值是衡量公司金融风险的指标，KMV 模型主要度量公司的违约风险。本文的主要贡献：1) 将比亚迪公司估值和风险度量综合分析；2) FCFF 模型中选取不同业务做驱动因子，分别进行收入和成本预测。改进其他模型直接求税后净利润，提高了净利润预测的准确性；3) 选取规模相当，业务相当的特斯拉公司进行相对估值；3) GARCH-VaR 模型中，对比不同模型的 SIC 准则，最终选取 GED 分布的 GARCH(1,1)模型求 VaR 值。

2. 比亚迪公司财务分析

2.1. 盈利能力分析

从盈利能力上看，如表 1 所示，比亚迪的销售净利率在 2017~2019 年不断下降，到了 2020 年大幅度回升后，2021 年再度下降。企业的销售毛利率不太稳定，从 2017 年到 2019 年间呈现下降的趋势，2020 年有所提升，但是 2021 年大幅下降，净资产收益率也有同样的趋势，说明 2020 年比亚迪公司飞速发展，2021 年发展趋于稳定。比亚迪的产品在市场中认可度提升，产品的销售水平回升，与此同时其盈利能力也有所提高。虽然比亚迪 2020 年销售毛利率提高，但是也不足 20%，作为其竞争对手之一的特斯拉，其毛利率已经突破 30%，从毛利率上看特斯拉远超比亚迪。

Table 1. BYD's profitability index in the past five years

表 1. 比亚迪公司近五年盈利性指标

年份	2017	2018	2019	2020	2021
销售净利率(%)	4.64	2.73	1.66	3.84	1.84
销售毛利率(%)	19.01	16.4	16.29	19.38	13.02
净资产收益率(%)	7.76	4.96	2.62	7.43	3.73

2.2. 偿债能力分析

从偿债能力分析，如表 2 所示比亚迪 2017~2021 年的流动比率都保持在 100%左右，一般流动比率为 200%，因此比亚迪公司流动性不足，偿还债务能力较差。比亚迪 2017~2021 年的速动比率都在 60%左右，低于整个汽车行业的平均值 85%。速动比例太低说明公司的短期债务偿还风险较高。现金比率最能反映企业直接支付流动负债的能力，比亚迪的现金比率 2017~2020 年一直低于 20%，说明流动性较差，2021 年现金比率为 32.73%，流动性增加。三个短期偿债能力指标分析说明，比亚迪公司短期偿还债务能力较差，风险较高。比亚迪公司 2017~2021 年资产负债率在 60%~70%之间，这个数字是较大的，对于债权人来说，该比率越低越好，该比例越低，长期偿债能力越强。如果该指标过高，债权人可能蒙受损失。因此比亚迪长期偿债能力较差。

2.3. 营运能力分析

从营运能力上看，如表 3 所示 2019 年是个分水岭，2019 年以前，流动资产周转率，总资产波动态和存货周转率都有下降的趋势，说明企业流动性差；2019 年以后流动资产周转率，总资产波动态和存货周转率有所增加，存货周转率由 2019 年的 4.12 增加至 2021 年的 5.03，说明企业管理水平逐渐提高，企业营运能力进一步变强。2017~2021 年应收账款周转率逐年增加，表明公司货款回笼的能力在提高，企业管理水平逐年提升。

Table 2. BYD's debt repayment index in the past five years

表 2. 比亚迪公司近五年偿债指标

年份	2017	2018	2019	2020	2021
流动比率(%)	97.8	98.8	99	104.9	97
速动比率(%)	66.3	59.8	66.8	66.6	64.8
现金比率(%)	9.43	11.2	11.74	13.57	32.73
资产负债率(%)	66.33	68.81	68	67.94	64.76

Table 3. BYD's operating capacity index in the past five years

表 3. 比亚迪公司近五年营业能力指标

年份	2017	2018	2019	2020	2021
流动资产周转率	1.171	1.194	1.150	1.433	1.577
总资产周转率	0.656	0.698	0.655	0.790	0.870
存货周转率	4.61	4.71	4.12	4.43	5.03
应收账款周转率	2.262	2.571	2.741	3.678	5.580

2.4. 发展能力分析

从发展能力上看,如表 4 所示,2019 年仍然是分水岭,2019 年以前营业收入增长率、净利润增长率和总资产增长率均处于下降趋势,但是 2019 年以后逆势增长,除 2021 年净利润增长率下滑外,另外两个指标均有不同程度的上升,说明企业发展能力较好。

Table 4. BYD's growth ability index in the past five years

表 4. 比亚迪公司近五年成长能力指标

年份	2017	2018	2019	2020	2021
营业收入增长率(%)	2.36	22.79	-1.78	22.59	38.02
净利润增长率(%)	-19.51	-31.63	-41.93	162.27	-28.08
总资产增长率(%)	22.77	9.25	0.55	2.75	47.14

数据来源:同花顺 iFind 数据库。

2.5. 投资角度分析

从投资角度看,如表 5 所示比亚迪公司在 2020 年和 2021 年的投资均未盈利,而且 2021 年损失高于 2020 年,公司具有一定的投资风险。

Table 5. BYD's investment loss

表 5. 比亚迪公司投资损失

年份	2017	2018	2019	2020	2021
投资损失(亿元)	2.061	-2.484	2.896	-0.2671	-0.3163
同比增长(%)	-71.62	-220.56	216.56	-109.23	-18.41

数据来源:同花顺 iFind 数据库。

3. 比亚迪企业估值

3.1. 直接估值

3.1.1. FCFF 模型

采用现金流折现法对比亚迪公司进行估值，运用 FCFF (公司自由现金流贴现法)模型，模型的计算公式为：

$$FCFF = Sales - COGs + Deps - \Delta WC - \Delta FC - Tax$$

其中 Sales 为驱动因子，COGs 成本，Deps 为折旧， ΔWC 营运资金变动量， ΔFC 固定资产变动量，Tax 为企业所得税。

1) 对于驱动因子的选取，比亚迪公司的主营业务按照产品进行分类分别为汽车、汽车相关产品及其他产品，手机部件、组装及其他产品，二次充电电池及光伏和其他产品，共四类。将四类产品的营业总收入作为驱动因子。

四类产品的规模占比不同，近五年内的增长率也不同，需要分别计算四类产品的增长率，通过不同的增长率预测不同产品的营业收入，最后再进行加总。

如表 6 所示汽车、汽车相关产品及其他产品的营业收入除 2019 年小幅下降外，其他年份均呈上升趋势，而且营业收入占比大于 50% 说明比亚迪公司的主营业务是汽车等相关产品；占比第二多的是手机部件、组装及其他产品，占比 20%-30%，而且营业收入逐年增加；二次充电电池及光伏和其他产品虽然占比不大，但是营业收入逐年增加，其他类业务营业收入比较波动。总体营业收入，除 2019 年下降外，2020~2021 年逆势增长。

Table 6. BYD's main business income by product

表 6. 比亚迪公司按产品分类的主营业务收入

	汽车、汽车相关产品(亿元)	手机部件组装及其他产品(亿元)	二次充电电池及光伏业务(亿元)	其他(亿元)	总(亿元)
2017 年	56.624	40.473	8.766	0.05	105.914
增长率	-0.68%	3.53%	19.37%	133.14%	2.36%
2018 年	76.006	42.230	8.950	2.868	130.055
增长率	34.23%	4.34%	2.09%	5576.94%	22.79%
2019 年	63.266	53.380	10.506	0.587	127.738
增长率	-16.76%	26.40%	17.38%	-79.53%	-1.78%
2020 年	83.993	60.043	12.088	0.474	156.598
增长率	32.76%	12.48%	15.06%	-19.29%	22.59%
2021 年	112.490	86.454	16.471	0.727	216.142
增长率	33.93%	43.99%	36.27%	53.52%	38.02%

数据来源：根据比亚迪 2017~2021 年年报数据整理所得。

对于 2022~2026 年营业收入的预测，分别计算四类产品增长率的平均值，这里的计算方式为：去掉一个最大值，去掉一个最小值，剩下的值取平均。运用求得平均增长率预测 2022~2026 年的营业收入。如表 7 所示，汽车、汽车相关产品及其他产品增长率为 22%，手机部件、组装及其他产品增长率为 14.41%，

二次充电电池及光伏和其他产品增长率为 17.27%，其他产品增长率为 55.79%。

Table 7. BYD's main business revenue forecast from 2022 to 2026
表 7. 比亚迪公司 2022~2026 年主营业务收入预测

	汽车、汽车相关产品(亿元)	手机部件组装及其他产品(亿元)	二次充电电池及光伏业务(亿元)	其他(亿元)	总(亿元)
增长率	22%	14.41%	17.27%	55.79%	
2022	137.237	98.910	19.316	1.133	256.596
2023	167.429	113.159	22.652	1.766	305.006
2024	174.071	129.462	26.564	2.751	332.847
2025	212.367	148.113	31.151	4.285	395.916
2026	242.559	169.451	36.531	6.676	455.217

2) 对于成本的选取，比亚迪公司的主营业务按照产品进行分类分别为汽车、汽车相关产品及其他产品，手机部件、组装及其他产品，二次充电电池及光伏和其他产品，共四类。将四类产品的营业总成本作为成本。四类产品的规模占比不同，近五年内的增长率也不同，需要分别计算四类产品的增长率，通过不同的增长率预测不同产品的营业收入，最后再进行加总。

如表 8 所示汽车、汽车相关产品及其他产品的营业成本 2019 年小幅下降后 2020~2021 两年成本迅速增加，而且营业成本占比大于 50%；占比第二多的是手机部件、组装及其他产品，占比 20%~30%，而且营业成本逐年增加；二次充电电池及光伏和其他产品虽然占比不大，但是营业成本逐年增加，其他类业务营业收入比较波动。总体营业成本，除 2019 年下降外，2020~2021 年成本继续增加。

Table 8. BYD's main business costs by product
表 8. 比亚迪公司按产品分类的主营业务成本

年份	汽车、汽车相关产品	手机部件、组装及其他产品业务	二次充电电池及光伏业务	其他	总
2017 年	42.86	35.176	7.700	0.043	85.775
增长率	-0.68%	3.53%	22.60%	121.16%	
2018 年	60.972	36.912	8.103	2.739	108.725
增长率	42.26%	4.93%	5.30%	6232.44%	
2019 年	49.420	48.387	8.55	0.569	106.924
增长率	-18.95%	31.09%	5.50%	-79.23%	
2020 年	62.829	53.320	9.651	0.452	126.251
增长率	27.13%	10.19%	12.90%	-20.58%	
2021 年	92.927	79.907	14.505	0.660	187.998
增长率	47.90%	49.86%	50.30%	45.99%	

数据来源：根据比亚迪 2017~2021 年年报数据整理所得。

对于 2022~2026 年营业成本的预测，分别计算四类产品增长率的平均值，这里的计算方式为：去掉

一个最大值，去掉一个最小值，剩下的值取平均。运用求得的平均增长率预测 2022 年-2026 年的营业成本。如表 9 所示，汽车、汽车相关产品及其他产品增长率为 22.9%，手机部件、组装及其他产品增长率为 15.4%，二次充电电池及光伏和其他产品增长率为 13.67%，其他产品增长率为 48.86%。

Table 9. BYD's main business cost forecast from 2022 to 2026

表 9. 比亚迪公司 2022~2026 年主营业务成本预测

	汽车、汽车相关产品(亿元)	手机部件组装及其他产品(亿元)	二次充电电池及光伏业务(亿元)	其他(亿元)	总(亿元)
增长率	22.90%	15.40%	13.67%	48.86%	
2022	114.21	92.215	16.487	0.982	223.894
2023	140.368	106.419	18.740	1.462	266.989
2024	146.359	122.811	21.302	2.176	292.647
2025	179.88	141.728	24.212	3.239	349.06
2026	206.038	163.559	27.522	4.822	401.94

3) Deps 固定资产折旧，近几年的折旧增长是稳定的，因此用平均增长率预测 2022~2026 年的固定资产折旧。

4) ΔWC 是营运资金变动量，由于流动资产与流动负债的增长率波动较大，尤其在 2021 年流动资产增长率为 4.88% 流动负债增长率为 6.01% 是 2020 年的 10 倍，因此采用上文同样的计算增长率方法。最终预测 2022~2026 年的营运资本变动量。

5) 固定资产近三年稳定在 6 亿左右，因此对于 2022 年的预测采用三年的均值，2022 年以后的值用三年平均增长率预测。

6) 企业所得税，近五年税率稳定在 12%~13% 之间，采用五年平均税率预测 2022~2026 年的企业所得税。比亚迪公司 2022~2026 年 FCFF 最终预测如表 10 所示。

Table 10. BYD's FCFF forecast for 2022 to 2026

表 10. 比亚迪公司 2022~2026 年 FCFF 预测

(亿元)	Sales	COGs	Deps	ΔWC	ΔFC	Tax	FCFF
2022	256.596	223.894	12.8	3.93	5.848	0.627	35.1
2023	305.006	266.989	15.0	4.08	6.382	0.713	41.9
2024	332.847	292.647	17.7	4.24	6.965	0.812	45.9
2025	395.916	349.06	20.8	4.40	7.601	0.924	54.7
2026	455.217	401.94	24.5	4.57	8.296	1.05	63.8

3.1.2. WACC 计算

加权平均资本成本 WACC 公式如下：

$$WACC = \frac{D}{D+E} * r_d * (1-T) + \frac{E}{D+E} * r_e$$

其中 T 为税率， D 为短期债与长期债的和， E 为权益总价值

$$r_d = \frac{\text{利息}}{\text{总负债}}$$

$$r_e = r_f + \beta * (r_m - r_f)$$

其中， r_f 国债收益率， β 根据 CAPM 资本资产定价模型回归可得， r_m 市场回报率。

T 的计算取 2017~2021 年五年均值：0.138825671，

D 的计算取 2017~2021 年五年均值：1.42632E+11，

E 的计算取 2017~2021 年五年均值：70390201400，

r_d 的计算取 2021 年的利息与负债的比值：9.01E-02，

r_f 的取值为国债的利率 0.0314，

r_e 的计算取 2017~2021 年五年均值：0.048699579，

根据以上数据求出 WACC = 0.0681004。

3.1.3. 预测

采用 GGM 模型进行估值，GGM 模型依据增长率的不同，分为三种，即不增长，恒定增长，多期增长。这里预计比亚迪公司增长模式为多期增长。

通过五年来预测未来公式如下：

$$EV = \frac{FCFF_1}{1+WACC} + \frac{FCFF_2}{(1+WACC)^2} + \dots + \frac{FCFF_5 + \frac{FCFF_5 * (1+g)}{WACC-g}}{(1+WACC)^5}$$

其中 g 为稳定增长率，在本报告中，通过查阅相关文献，以及考虑通货，GDP 等因素，设置 g 为 4%，根据 2017~2021 年的 FCFF 和 WACC，可求出 EV。

对于 2022 的预测 EV = 902179224029 普通股的股数为 2911142812。根据公司股票价格 = EV/普通股的股数可预测 2022 年比亚迪公司的股价为 309 元。

2022 年比亚迪公司半年内股价最大值为 299.98，最小值为 212.8，平均值为 247.4。通过现金流贴现法预测 2022 年的股价为 309.9，与其真实股价相比相差较小。2022 年以后，国家新能源汽车行业蓬勃发展，大力支持新能源汽车产业，短期内，比亚迪公司股价会保持一定的增长。说明 FCFF 模型对比亚迪公司估值具有一定的准确性和合理性，但是股价很可能被高估了。

对于 2022~2026 年比亚迪公司股价的预测，如表 11 所示。

Table 11. BYD's stock price prediction results

表 11. 比亚迪公司股价预测结果

年份	2022	2023	2024	2025	2026
FCFF	3.51E+9	4.19E+9	4.59E+9	5.47E+9	6.38E+9
股价	309.9	346.38	355.29	396.45	432.97

3.2. 间接估值

特斯拉汽车公司(特斯拉)成立于 2003 年 7 月 1 日，专业设计、开发、生产和销售电动汽车和先进电动汽车的动力总成零部件。特斯拉拥有自己的销售和服务网络。特斯拉目前从事符合联邦标准的电动车：特斯拉跑车和 S 型电动车的商业化生产。此外，除了发展未来的整车制造能力外，公司还为自己和原始

设备制造商(OEM)设计、开发和生产锂电池组、电动机、变速箱和组件。公司还提供电动车的总成零部件服务,还向其他汽车制造商销售这些零部件。公司已为戴姆勒公司的 Smart Fortwo 和 A 级电动车提供相关服务及部件。不久前,公司还从戴姆勒处获得了为梅赛德斯-奔驰汽车开发动力系统的初步采购订单。

2021 年特斯拉全球销量暴增 87.43%,达到 93.62 万辆,比亚迪累计销售 74.01 万辆,同比增长 73.74%。如表 12 所示,两者的营业收入均有一定的增长,比亚迪已然挤入世界车企前三名,但是与特斯拉公司的营收仍然差距近 1000 亿。

Table 12. Comparison of Tesla and BYD's financial indicators

表 12. 特斯拉公司与比亚迪公司财务指标对比

财务指标	特斯拉	同比	比亚迪	同比
营业收入(亿)	3601.77	70.67%	2161.42	38.02%
营业成本(亿)	2691.27	51.48%	1879.98	48.91%
研发费用(亿)	173.52	73.91%	79.91	7.05%
销售及管理费用	302.27	43.62	117.92	25.75%
汽车业务毛利率	30.60%	6.48%	17.39%	-7.81%
归母净利润	369.32	665%	30.45	-28.08%
现金流量净额	306.82	51.87%	654.67	44.22%

数据来源:中国市场学会(汽车)营销专家委员会研究部。

特斯拉公司与比亚迪公司的主营业务是汽车,且发展潜力相似,是美中两国车企的领跑者,选取特斯拉公司作为类比公司,对比亚迪进行股价,理论上是合理的。

使用类比公司(特斯拉) P/E 对比亚迪进行估值, P 为股票价格, E 为每股收益,2021 年特斯拉股价 1297 美元,每股收益为 5.6 美元,比亚迪 2021 每股收益 1.06 元。

$$\text{有 } \frac{P_T}{E_T} = \frac{P_B}{E_B} \text{ 可得 } P_B = 242.475$$

间接估值法得到比亚迪的股价为 242.475 元。

虽然特斯拉公司和比亚迪公司的规模包括市场规模都有一定的相似之处,并且间接估值得到的 2022 年股价与真实股价的平均值接近,但是间接估值得到的比亚迪公司企业价值很可能被低估了。

4. 基于 GARCH-VaR 模型对比亚迪公司市场风险度量

4.1. 模型的设计

4.1.1. 描述性统计

比亚迪公司五年的对数收益率时间序列图如图 1 所示,由图 2 可知:比亚迪公司的收益率序列的峰度为 5.080304,偏度为 0.245037,JB 统计量为 231.2469,且其 P 值为 0。比亚迪公司五年的对数收益率时间序列分布具有尖峰肥尾特征,并且因为 P 值为 0,应当拒绝原序列服从正态分布的原假设。

4.1.2. 单位根检验

根据 ADF 检验,如表 13 所示, P 值为 0,对数收益率序列不存在单位根。因此该对数收益率序列是不含有时间趋势项以及截距项的平稳序列。

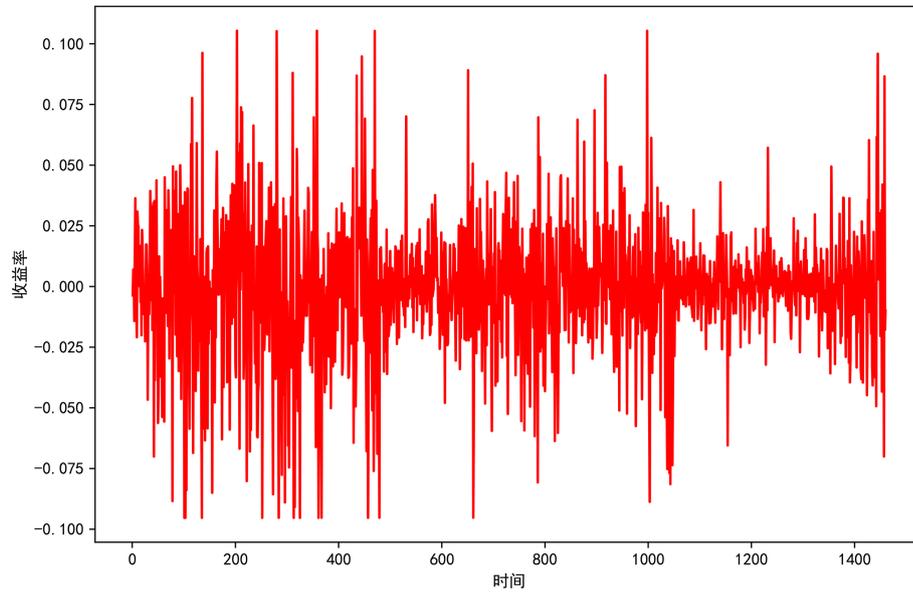


Figure 1. Yield time series plot
图 1. 收益率时间序列图

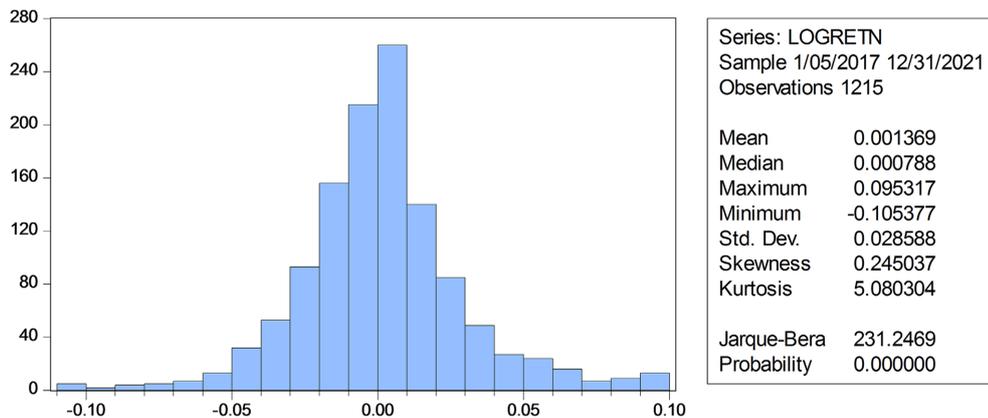


Figure 2. Histogram of yields
图 2. 收益率柱状统计图

Table 13. Stationary test results
表 13. 平稳性检验结果

Test Statistic	P-value	Lags
-9.961	0.000	10
Critical Values	-3.43 (1%), -2.86 (5%), -2.57 (10%)	
Null Hypothesis	The process contains a unit root.	
Alternative Hypothesis	The process is weakly stationary.	

4.1.3. 自相关检验

根据表 14 中的 Q 统计量及其 P 值可知, 当滞后 6 期时, P 值小于 0.05, 自回归方程估计结果最优, 因此均值方程选定滞后 6 期。GARCH 族模型中的均值方程可以设为:

$$r = c + r(-6) + \varepsilon_t$$

均值方程能否使用 GARCH 模型在于其是否存在 ARCH 效应, 因此对均值方程模型进行 ARCH 效应检验。

Table 14. Results of sequence autocorrelation and partial correlation tests

表 14. 序列自相关和偏相关检验结果

阶数	AC	PAC	Q	p
1	0.010	0.010	0.1254	0.723
2	-0.013	-0.013	0.3222	0.851
3	-0.025	-0.025	1.1051	0.776
4	-0.009	-0.009	1.2025	0.878
5	-0.038	-0.039	2.9767	0.704
6	0.097	0.097	14.449	0.025

表 15 所示, 在 95% 的置信水平下应该拒绝原假设, 即均值方程模型具有 ARCH 效应, 存在异方差, 因此可以建立相应的 GARCH 模型来刻画其变动规律。

Table 15. Test of the ARCH effect of the mean equation

表 15. 均值方程的 ARCH 效应检验

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	12.33754	Prob. F (6,1196)	0.0000
Obs*R-squared	70.11857	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

4.2. 建立 GARCH 模型

常用的 GARCH 模型包括 GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(2,1) 等, 本报告在 GED 分布假设条件下采用以上三个模型对比亚迪公司的收益率序列进行建模。通过对比模型中各个参数的显著性水平以及 AIC 和 SC 原则, 从而选择出更优的模型。具体模型数据如下表 16 所示:

Table 16. GARCH model results

表 16. GARCH 模型结果

	GARCH(1,1)	GARCH(1,2)	GARCH(2,1)
ω	4.30E-06	5.81E-06	4.18E-06
a1	0.061211*	0.086567*	0.066961
a2		0.484434	-0.006890
b1	0.936850*	0.426719	0.938075*
b2			
AIC	-4.526256	-4.525054	-4.524630
SC	-4.500958	-4.495540	-4.495116

表 16 可知 GARCH(1,1)的 AIC 和 SC 准则最小, 因此 GARCH(1,1)模型更能描绘股票收益的波动。

为了确定估计得到的结果中不存在异方差的影响, 对 GARCH(1,1)模型进行 ARCH 检验, 滞后阶数的选择与之前相同。表 17 是该模型的 ARCH 效应检验。显然, 该条件方差方程已经不存在 ARCH 效应, 无异方差影响。

Table 17. Test of the ARCH effect of the GARCH model

表 17. GARCH 模型的 ARCH 效应检验

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	1.899618	Prob. F (6,1176)	0.0778
Obs*R-squared	11.35619	Prob. Chi-Square (6)	0.0780

4.3. VaR 值计算

本报告通过对已有的数据进行估计分析, 可以得到条件均值方程中对应的各个系数, 并计算出条件方差的估计值。进一步地, 由

$$VaR_t = P_{t-1} * F_{\alpha}^{-1} * \delta_t * \sqrt{\Delta t}$$

其中 P_{t-1} 表示 $t-1$ 期公司股票的收盘价; F_{α}^{-1} 表示 GED 分布下置信水平为 α 下的分位数; δ_t 表示 GED 分布下模型的条件标准差; 本文假定证券的持有时间为一天, VaR 值的计算公式可以简化为

$$VaR_t = P_{t-1} * F_{\alpha}^{-1} * \delta_t$$

2017 年到 2021 年近五年的日 VaR 值在每年的均值, 如表 18 所示。

Table 18. Average daily VaR value from 2017 to 2021

表 18. 2017~2021 年日均 VaR 值

置信度	2017	2018	2019	2020	2021
90%	1.842	1.784	1.711	3.171	8.187
95%	2.553	2.472	2.371	4.395	11.346
99%	4.110	3.981	3.817	7.077	18.267

通过表 18 的结果可知, 2019 年 VaR 值最小, 2020 年开始 VaR 值增加, 并且 2021 年 VaR 值最大。2017~2019 年间, 比亚迪公司股价比较稳定, 市场风险较低, 2020 年开始股价成倍增长, 2020 年的股价是 2019 年股价的 4 倍, 因此 2020 年市场风险增加是一定的。2021 年的股价达到 268 元是 2019 年股价的近 6 倍, 因此市场风险进一步加大。

4.4. Kupiec 的失败频率检验

该方法要求将计算得到的日 VaR 值与公司收盘价的实际损失值 ΔP 进行比较。T 是实际检验的天数, N 是在实际检验中失败的天数, 则该频率 $P = N/T$, 期望失败频率是 P^* , α 为置信水平, 且有 $P^* = 1 - \alpha$ 。若 $P > P^*$ 说明建立的模型低估了该公司在股票市场的风险; 反之则说明该模型高估了该公司在股票市场上的风险。

构造 LR 统计量 $LR = -2 \ln \left[(1 - P)^{T - N} * (P^*)^N \right] + 2 \ln \left[(1 - P)^{T - N} * P^N \right]$ 失败频率检验的结果需要将 LR 统计量的值与各自置信水平下的临界值进行比较, 若 LR 统计量更小, 则表明该模型结果较为精确。

如表 19 所示，在 90% 的置信水平下，实际失败概率与期望失败概率相近，并且 LR 统计量小于 GED 分布的分位数，可以说明利用 GED 分布下的 GARCH 模型对比亚迪公司的对数收益率风险的度量是有效的，它能够较为精确地反映实际股票的风险价值。

Table 19. Failure frequency test results

表 19. 失败频率检验结果

置信度	期望失败概率	实际失败概率	LR 统计量
90%	0.1	0.106	0.647
95%	0.05	0.065	5.293
99%	0.01	0.023	15.262

5. 基于 KMV 模型对比亚迪公司违约风险度量

5.1. KMV 模型理论介绍

KMV 模型将违约距离的概念引入到评估公司信用风险当中，首先，从公司的财务数据中获得短期债务和长期债务的数值，其次，根据一定的比重加权获得违约点，违约距离就等于债务到期时公司资产价值和违约点的差额。违约距离越大说明公司债务到期时的信用风险越小，越不容易出现违约事件，反之违约距离越小说明公司在债务到期时还款能力弱，容易出现破产清算的可能。最后，在求得违约距离的基础上，将样本历史违约的数据进行对比统计，获得违约距离和预期违约率之间的映射关系，从而建立违约信息数据库。

欧式看涨期权定价模型的相关计算公式表示如下：

$$d_1 = \frac{\ln \frac{V}{D} + \left(r + \frac{1}{2} * \sigma^2 \right) T}{\sigma * \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln \frac{V}{D} + \left(r - \frac{1}{2} * \sigma^2 \right) T}{\sigma * \sqrt{T}}$$

$$E = V * N(d_1) - D e^{-rT} N(d_2)$$

E 代表公司股权价值， D 代表买入看涨期权的价格即公司债务的价值， V 表示公司资产价值， T 表示偿还债务的期限， r 表示无风险利率 $N(d_1)$ 代表标准误差累积正态分布函数， σ 代表公司资产价值的波动率。

利用违约点 DP 来计算违约距离 DD。研究显示，违约发生最频繁的时刻是公司价值等于流动负债 + 0.5 倍的长期负债，因此有

$$DP = STD + \frac{1}{2} LTD$$

通过利用企业的违约点 DP 企业的资产价值 V 和市场价值的波动率 σ 来计算违约距离 DD。其中假设企业未来的市场价值围绕目前的资产市场价值的均值服从正态分布，从而得到违约距离 DD 的计算公式如下

$$DD = \frac{E(V) - DP}{E(V) * \sigma}$$

其中 $E(V)$ 为企业资产价值的预期值

最后，计算企业的违约概率。其中假设企业的市场价值 V 服从正态分布，结合违约距离 DD ，可以测算出违约概率 EDF ，计算公式如下

$$EDF = N(-DD)$$

5.2. 比亚迪公司违约风险度量

根据上一节中的步骤，计算 2017~2021 年比亚迪公司的年化波动率、股权价值的均值以及违约点 DP ，相关数据如下表 20 所示。

Table 20. KMV model related data
表 20. KMV 模型相关数据

	E	σ	DP	r	T
2017	1.47e11	0.3327	1.115e11	0.053	1 年
2018	1.43e11	0.392	1.252e11	0.0387	1 年
2019	1.37e11	0.3334	1.205e11	0.0387	1 年
2020	2.56e11	0.5848	1.214e11	0.0328	1 年
2021	6.57e11	0.5538	1.814e11	0.0328	1 年

1) 股权价值的计算，2021 年股本为 272814.29 万，总市值 = 股价*股本，计算每日的总市值，股权价值用市值的均值代替。

2) 年化波动率的计算，首先计算对数收益率，接下来算收益率的标准差即为日波动率，年化波动率 = 日波动率* $\sqrt{252}$ 。

3) DP 的计算，通过查看年报中的流动负债和长期负债可得。

4) 无风险利率均选择 3.87%。

根据上一节的计算公式计算违约概率，如表 21 所示，比亚迪公司 2020 年违约风险概率为 4.6307%，2021 年的违约风险概率为 3.677%。可以看出 2020 年违约风险概率相对较高，而 2019 年以前违约风险概率较小几乎不会违约。总体来说，比亚迪公司五年无违约风险，进一步分析可知 2020 年世界新冠疫情爆发，对比亚迪公司的影响是较大的。

Table 21. BYD's default risk measurement results
表 21. 比亚迪公司违约风险度量结果

	企业资产	资产的波动率	违约距离	违约概率
2017	2.56e11	19.233%	2.9316	0.1686%
2018	2.64e11	21.216%	2.4787	0.6593%
2019	2.537e11	18.019%	2.9143	0.1782%
2020	3.733e11	40.128%	1.6818	4.6307%
2021	8.327e11	43.71%	1.7895	3.677%

6. 结论

本文通过查看比亚迪公司 2017~2021 年的年报，对比亚迪的财务状况进行分析，比亚迪公司近两年

的盈利能力有所提高；偿债能力较差，有偿债风险；企业运行管理良好，具有一定的发展潜力，但是投资风险较大，随着公司股价的水涨船高，比亚迪公司的市场风险进一步加大。因此通过现金流折现法和间接估值法，对比亚迪公司进行估值，FCFF 模型很可能高估目标企业价值而 P/E 模型很可能低估目标企业价值。最后采用 GARCH-VaR 模型度量比亚迪公司的市场风险，比亚迪公司 2019 年以后，市场风险逐渐增加。同时采用 KMV 模型度量比亚迪公司的违约风险，2020 年比亚迪违约风险相对较高，但是总体来说比亚迪公司不会发生违约风险。

参考文献

- [1] Damodaran, A. (2015) Equity Discounted Cash Flow Models. In: Damodaran, A., Ed., *Damodaran on Valuation*, John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken.
- [2] Sutjipto, E., Setiawan, W. and Ghozali, I. (2020) Determination of Intrinsic Value: Dividend Discount Model and Discounted Cash Flow Methods in Indonesia Stock Exchange. *International Journal of Management*, **11**, 1842-1852.
- [3] 孙璐璐. 中科曙光企业投资价值分析[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 西北民族大学, 2021.
- [4] 李亚男. 基于哈佛分析框架的比亚迪公司财务分析研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2021. <https://doi.org/10.27262/d.cnki.gqdau.2021.000966>
- [5] Vrbka, J. and Vitková, P. (2021) The Applicability of FCFF Method Evaluating an Enterprise of Real Estate Segment. *SHS Web of Conferences*, **91**, Article ID: 01042. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219101042>
- [6] 陈萌. 基于自由现金流量法的比亚迪企业价值评估研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 中原工学院, 2021. <https://doi.org/10.27774/d.cnki.gzygx.2021.000074>
- [7] 王培培. 新能源科技汽车行业的估值研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州财经大学, 2022.
- [8] 李佳, 陈冬兰. 我国保险股市场风险度量的比较研究——来自 VaR-GARCH 族模型的证据[J]. *生产力研究*, 2018(11): 51-55+124. <https://doi.org/10.19374/j.cnki.14-1145/f.2018.11.010>
- [9] Guo, Z.-Y. (2022) Risk Management of Bitcoin Futures with GARCH Models. *Finance Research Letters*, **45**, Article ID: 102197. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102197>
- [10] 杨馥, 叶羲舒. 基于 GARCH-VaR 模型的保险公司市场风险度量研究——以 R 保险公司为例[J]. *保险职业学院学报*, 2021, 35(4): 15-20.
- [11] Xia, T. and Yang, J.X. (2022) Performance Evaluation Method of Online Supply Chain Finance Logistics Enterprises Based on GARCH-VAR. *Security and Communication Networks*, **2022**, Article ID: 4500430. <https://doi.org/10.1155/2022/4500430>
- [12] Tomas, K., Misankova, M. and Kocisova, K. (2015) Calculation of Distance to Default. *Procedia Economics and Finance*, **23**, 238-243. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00481-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00481-5)
- [13] 卢茜, 高丽. 基于 KMV 模型对上市企业信用违约风险度量的研究[J]. *科技与经济*, 2021, 34(4): 106-110. <https://doi.org/10.14059/j.cnki.cn32-1276n.2021.04.020>
- [14] 郭立仑, 周升起. 商业银行信用风险主要影响因素来自内部还是外部?——基于 KMV 及随机森林模型的实证研究[J]. *会计与经济研究*, 2022, 36(1): 105-124. <https://doi.org/10.16314/j.cnki.31-2074/f.2022.01.009>