

项目编号: T120PRP41021

# 上海交通大学

## 本科生研究计划 (PRP) 研究论文 (第 41 期)

论文题目: ESG (环境、社会、治理) 测量和评价指标研究

项目负责人: 尹硕 学院(系): 生物医学工程学院

指导教师: 赵小平 鲍杨 学院(系): 安泰经济与管理学院

参与学生: 尹硕 胡鹏飞

项目执行时间: 2022 年 1 月至 2023 年 1 月

# ESG（环境、社会、治理）测量和评价指标研究

## 摘要

金融市场可以通过影响企业的融资成本来支持其向更可持续和更公平的经济转型。故而，环境、社会 and 治理（ESG）作为一个快速发展且日益重要的话题，近年来引起了学术研究人员和资本市场参与者的极大关注。但我国的 ESG 评估体系尚不成熟，不利于金融市场的健康发展和中国特色的评估制度的建立。

为了探索 ESG 测量与评级指标，我们收集了网络上各平台、公民对于公司的评估与讨论，并对于这些中文文字数据进行自然语言处理，采用 BERT 模型对于有关 ESG 的语料进行分析，并准备将该模型应用到已收集的大规模语料进行广泛评估，将得到的结果进行分类映射后给出不同公司的 ESG 测量与评估。

本项目结合公众舆论和披露信息，使用自然语言处理的方法，给上市公司较为客观合理的 ESG 评估。由于时间和计算资源限制，本项目虽然已收集到大规模的数据集，但尚未在该数据集之上进行大规模的预测与分类，在后续工作中，我们会对该模型进行应用，以便得到广泛的预测和以上市公司为主体的 ESG 评估。

**关键词：**ESG，BERT，自然语言处理

# Research on ESG measurement and evaluation indicators

## ABSTRACT

Financial markets can support the transition to a more sustainable and equitable economy by influencing the cost of financing for firms. As a result, Environmental, Social and Governance (ESG), a rapidly developing and increasingly important topic, has attracted considerable attention from academic researchers and capital market participants in recent years. However, Chinese ESG evaluation system is still immature, which is not conducive to the healthy development of the financial market and the establishment of an evaluation system with Chinese characteristics.

In order to explore ESG measurement and rating indicators, we collected the evaluations and discussions of companies from various platforms and citizens on the Internet, and performed natural language processing on these Chinese text data. With the BERT model, we analyze the data about ESG. We will apply the model to the large-scale corpus that has been collected for extensive evaluation, then summarize and classify the obtained results to give ESG measurement and evaluation of different companies.

With natural language processing methods, the project combines public opinion and disclosed information to give listed companies a more objective and reasonable evaluation. However, although a large-scale data set has been collected in this project, large-scale prediction and classification have not been carried out on this data set. In the following work, we will apply this model to obtain extensive prediction and listed companies' ESG assessment.

**Key words:** ESG, BERT, Nature Language Process

## 目 录

第一章 绪论-----	3
1.1 背景-----	3
1.2 国内外研究现状-----	4
1.3 BERT 预训练模型-----	5
第二章 数据集收集与预处理-----	5
2.1 数据收集-----	6
2.2 数据预处理-----	6
2.3 训练集-----	7
第三章 实验与数据评估-----	7
3.1 BERT 预训练模型准确度评估-----	7
3.2 模型实用性评估-----	9
第四章 结论与展望-----	10
参考文献-----	11
谢辞-----	12

## 第一章 绪论

### 1.1 背景

1992 年，联合国环境规划署金融行动机构(UNEP FI)表示，期望金融机构可以将环境、社会 and 治理(Environment, Social and Governance, 简称 ESG)这三个要素纳入决策的过程。在 2006 年，在著名投行高盛公布的一份研讨中，第一次明确地出现了涵盖环境，社会和公司治理的 ESG 理念，ESG 是由环境(environmental) 社会(social) 公司治理(governance)这三个英文单词的首字母组合而成的，它可以看成是一种新颖的投资理念 即在进行投资时不单单只考虑企业的经营绩效，还要参考公司治理能力，以及对环境和社会做出的贡献，相比传统的投资理念，ESG 理念有着更加长远的眼光，它强调可持续投资、绿色金融和长期价值等概念。

在过去的二十年里，随着对可持续投资的兴趣不断增加，对有关 ESG 活动的非财务信息的需求迅速增长，毕马威 2020 年可持续发展报告调查显示，全球 80% 的大中型公司在 2020 年发布了企业社会责任报告，高于 1993 年的 12%。此类报告的质量保证也有所提高。例如，在 2020 年，超过 50% 的公司为其可持续发展报告投资了独立的第三方鉴证，比 2005 年增加了 50% 以上。这些趋势反映了企业领域对社会福利的广泛关注，以及投资者、企业管理者和监管机构对企业 CSR（企业社会责任）活动的关注度不断提高。

[1]

ESG 投资在气候变化，劳动实践，性别平等，产品安全等多个方面产生了广泛的全球影响（如图 1-1）。相对于发达国家较为全面规范的 ESG 评估，中国、巴西等新兴经济体的 ESG 评估和 ESG 水平尚不完善，但正在快速发展（如图 1-2），如中国前百企业中 ESG 报告率超过 70%<sup>[2]</sup>。

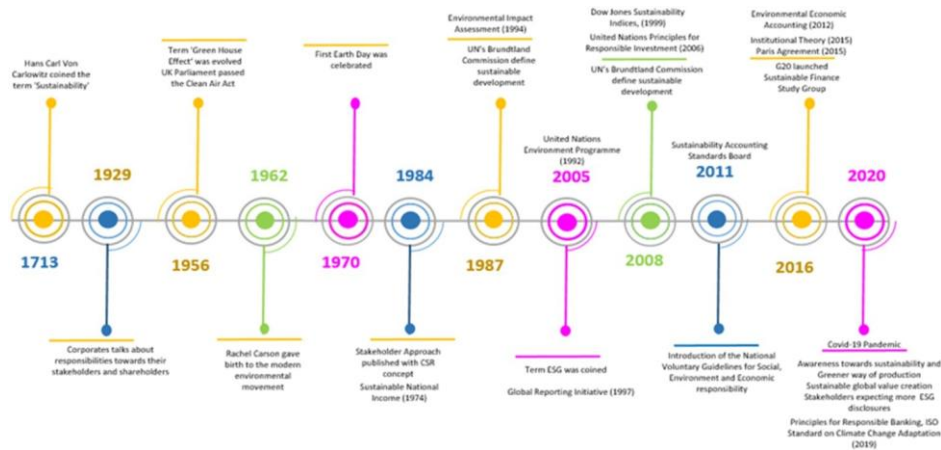


图 1-1 全球范围内 ESG 法规的演变

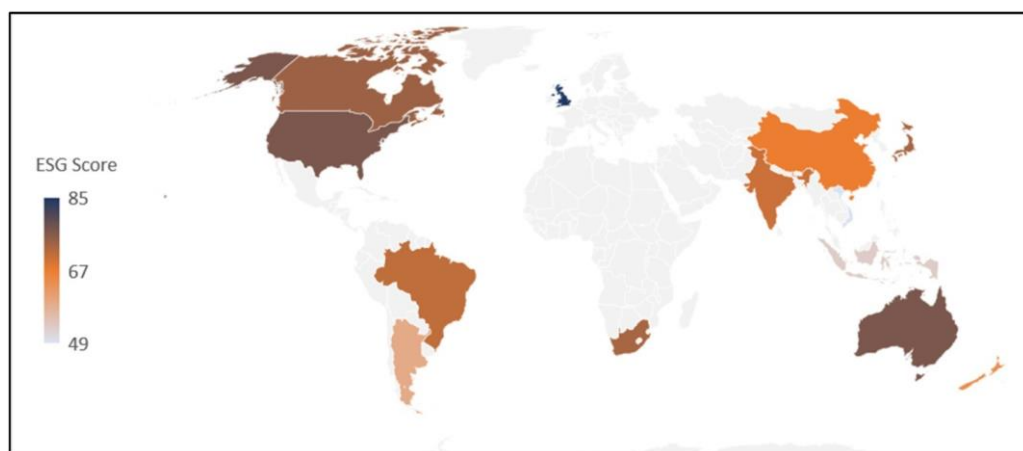


图 1-2 全球 ESG 评分热图

同时，自然语言处理在近几年取得了相当多的进展。PFM（预训练基础模型）已经得到了广泛研究。在各种学习任务中，它们表现出了强大的特征表示学习潜力。由于静态方法很难适应不同的语义环境，因此，人们提出了动态预训练技术（如 BERT）。最近的 ChatGPT 就是 PFM 应用的典型案例，是从生成性预训练 transformer 模型 GPT-3.5 中微调出来的，该模型利用了大量本文和代码进行训练。此外，ChatGPT 还应用了来自人类反馈的强化学习（RLHF）。而本项目基于的 BERT 模型就是 Google 在 2018 年提出的一种 NLP 模型，是近几年最有突破性的技术之一。

## 1.2 国内外研究现状

特定领域的 BERT 变种，如 FinBert<sup>[3]</sup>和 BioBert<sup>[4]</sup>，已经在领域语料库上进行了微调或预训练，取得了较好的成果。近几年，国际期刊上有一些基于英文语料的 ESG 评估模型，如基于机器学习的自动化 ESG 评分和构建 ESG 投资组合<sup>[5]</sup>，用 ESG 新闻预测股票波动率的深度学习框架 ESG2risk<sup>[6]</sup>，基于 Transformer、使用 Fine-Tuning 方法的评估模型<sup>[7]</sup>等。在 FinSim4-ESG Shared Task 中也有团队采用了 Bert 模型<sup>[8]</sup>，在：ESG Taxonomy Enrichment

和 Sustainability Prediction 两个任务中取得了较好的结果。

但目前的国内外期刊缺少基于中文语料的 ESG 评估模型，在本项目中，我们就选取了 BERT 预训练模型对于收集到的中文 ESG 语料进行深度学习，并希望进一步应用到已收集的大数据集上，得到对上市公司的广泛 ESG 评估。

### 1.3 BERT 预训练模型

BERT 模型是 NLP 领域近期最重要的进展之一，在 11 种不同 NLP 测试中得到最好成绩，包括将 GLUE 基准推至 80.4%（绝对改进 7.6%），MultiNLI 准确度达到 86.7%（绝对改进率 5.6%）等。

BERT（Bidirectional Encoder Representations from Transformers）模型<sup>[9]</sup>基于 multi-layer bidirectional Transformer 编码器，利用前后两个方向的信息，并在预训练过程中训练 Mask 语言模型。在输入过程中通过特殊符号与截断或 padding，保证输入是一个固定长度的 Token 序列（如图 1-3）。

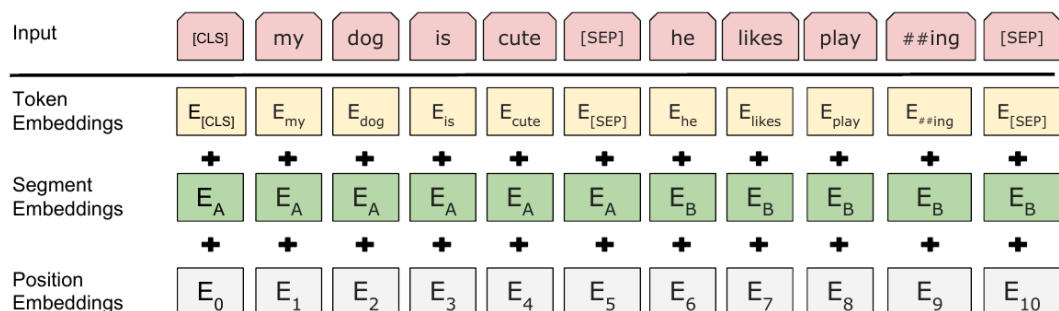


图 1-3 BERT 的输入表示

为了解决只能利用单向信息的问题，BERT 使用的是 Mask 语言模型而不是普通的语言模型。遮挡部分词，通过调整参数使得模型预测正确的概率尽可能的大，并在预训练过程中学习前后两个句子之间的关系。同时对于基本的分类任务，所有的 Token 属于同一个 Segment，BERT 使用一个特殊的 Token[CLS]的最后一层输出接上 softmax 进行分类，用分类的数据进行 Fine-Tuning。

## 第二章 数据收集与预处理

## 2.1 数据收集

国内主流的 ESG 评级有中证、中信、华证评级等。在确定收集数据标准时，我们参考了这几项 ESG 评估标准，确定了一级关键词和二级关键词（如图 2-1）。



图 2-1 数据收集一二级关键词

在收集数据之前，本项目对多个股票数据网站进行了调研，如雪球、证券时报网、巨潮资讯网，最后根据客观性与咨询有效性，选择了雪球作为数据主要来源。同时经过简单实验，发现雪球会封杀过高频率访问的 ip，因此首先爬取各网站免费代理，验证可以访问雪球官网后加入 Redis 的代理池并在后续过程中定时更换。而后，在雪球收集到目前所有股票代码后，按照“股票代码-二级关键词”的顺序收集所有包含评论信息的 json 文件，几乎收集到了二级关键词下可以访问的所有新闻、评论并保存。（如图 2-2）

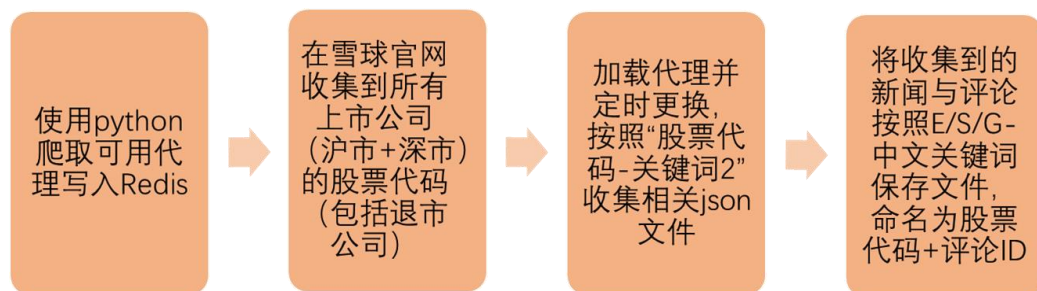


图 2-2 数据收集流程

## 2.2 数据预处理

对于爬取到的 json 文件，我们进行简单的去重处理（如图 2-3），原计划还将对数据集



进行多分类，将数据集映射到对应的关键词下，进而建立较为完整的评价模型。但由于时间限制，这一步将在以后完成。



图 2-3 去重过程

## 2.3 训练集

训练集的 ESG 资讯由安泰经管学院的同学标注，更详细的给出了各个关键词下相关的积极资讯和消极资讯（如图 2-4）。在后续训练中，将训练集统一按 positive 和 negative 进行分类，得到 240 余条数据，作为训练 BERT 模型的数据集。

指标	碳减排及工艺改进	减少产品碳足迹	加快能源和气候变化
类型	正面	正面	负面
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/7495825369/231534561">https://xueqiu.com/7495825369/231534561</a>	<a href="https://xueqiu.com/7437424816/227163701">https://xueqiu.com/7437424816/227163701</a>	<a href="https://xueqiu.com/4075818434/214395291">https://xueqiu.com/4075818434/214395291</a>
代表性内容	燕谷坊集团作为国家农业产业化重点龙头企业，积	财联社8月4日电，财联社记者从协鑫集成获悉，公	近日，宿州市生态环境局对安徽红光企业投资集团
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/1333325987/231674020">https://xueqiu.com/1333325987/231674020</a>	<a href="https://xueqiu.com/4418918890/228488717">https://xueqiu.com/4418918890/228488717</a>	<a href="https://xueqiu.com/1422697295/207910818">https://xueqiu.com/1422697295/207910818</a>
代表性内容	作为业内最早走上“绿色金融”道路的金融机构，兴	近日，海尔冰箱获得了SGS颁发的行业首张冰箱产品	日前，苏州生态环境部门公布了全国第一件碳
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/4929111710/231589839">https://xueqiu.com/4929111710/231589839</a>	<a href="https://xueqiu.com/1886622172/205201435">https://xueqiu.com/1886622172/205201435</a>	<a href="https://xueqiu.com/1422697295/215617398">https://xueqiu.com/1422697295/215617398</a>
代表性内容	在此份报告中，万物新生首次采用生命周期评价	隐形牙套品牌TrioClear 透舒丽（澳洲），与国际非	未按时缴纳碳排放配额，违法。近日，浙江省绍兴
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/2482617597/231603705">https://xueqiu.com/2482617597/231603705</a>	<a href="https://xueqiu.com/3389089460/224248444">https://xueqiu.com/3389089460/224248444</a>	<a href="https://xueqiu.com/3105420396/229965703">https://xueqiu.com/3105420396/229965703</a>
代表性内容	2021年，为助力国家“碳达峰”“碳中和”，悟空出行	除了产品之外，统一润滑油还在积极推进与SGS瑞	近日，云南省生态环境厅公布了一例碳排放不能按
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/3310945006/231474809">https://xueqiu.com/3310945006/231474809</a>	<a href="https://xueqiu.com/3777402677/223985284">https://xueqiu.com/3777402677/223985284</a>	<a href="https://xueqiu.com/1422697295/209999141">https://xueqiu.com/1422697295/209999141</a>
代表性内容	宁德时代基于CTP技术的LFP电池系统具有超长的电	作为国际标准之源，BSI是联合国气候变化框架公约	1月20日，某热电企业因未按时足额清缴碳排放配
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/S/SH600438/204847556">https://xueqiu.com/S/SH600438/204847556</a>	<a href="https://xueqiu.com/3436225335/227310822">https://xueqiu.com/3436225335/227310822</a>	
代表性内容	据了解，合成乙醇微生物蛋白的原料之一为工业尾	近日，BOE（京东方）VUSION系列电子价签产品获	
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/9781994616/232185049">https://xueqiu.com/9781994616/232185049</a>	<a href="https://xueqiu.com/4582457192/225494530">https://xueqiu.com/4582457192/225494530</a>	
代表性内容	6月15日，北汽集团举行“BLUE卫士计划”线上发布	会上，美的空调创新研究院主任李金波与中科院佛	
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/2714205814/232098630">https://xueqiu.com/2714205814/232098630</a>	<a href="https://xueqiu.com/1176494655/201319903">https://xueqiu.com/1176494655/201319903</a>	
代表性内容	10月4日，比亚迪宣布与全球领先的汽车租赁公司	近日，晶科能源荣获国际独立第三方检测、检验和	
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/1651958071/203356986">https://xueqiu.com/1651958071/203356986</a>	<a href="https://xueqiu.com/8181523997/213638044">https://xueqiu.com/8181523997/213638044</a>	
代表性内容	2.1万千瓦的规模，每年碳减排超过6万吨，如果未	2022年3月10日，亚马逊云科技宣布，推出全新的	
新闻网址链接	<a href="https://xueqiu.com/8995599040/232230784">https://xueqiu.com/8995599040/232230784</a>	<a href="https://xueqiu.com/S/SH600219/222000931">https://xueqiu.com/S/SH600219/222000931</a>	
代表性内容	在全球温室效应加剧的背景下，欧盟法律规定，家	近日，南山铝业（600219）下属龙口南山铝压铸新	

图 2-4 训练集前三列

## 第三章 实验数据与评估

### 3.1 BERT 预训练模型准确度评估

Bert 模型基于 Transformer，其核心过程是预训练过程中的 Masked LM 和 Next Sentence Prediction。在用 Masked Language Model 方法训练 BERT 的时候，随机把语料库中 15% 的单词做 Mask 操作。对于这 15% 的单词做 Mask 操作分为三种情况：80% 的单词直接用 [Mask] 替换、10% 的单词直接替换成另一个新的单词、10% 的单词保持不变；而 Next Sentence Prediction 会基于文章中的两句话，判断第二句话在文本中是否紧跟在第一句话之后。Bert 模型通过这两个任务的联合训练，让模型能够更准确的刻画语句乃至整篇的语义信息。在

文本二分类任务中，Bert 可以基于给定的预训练模型进行微调（Fine-Tuning），以较快的速度实现可观的正确率（如图 3-1）。

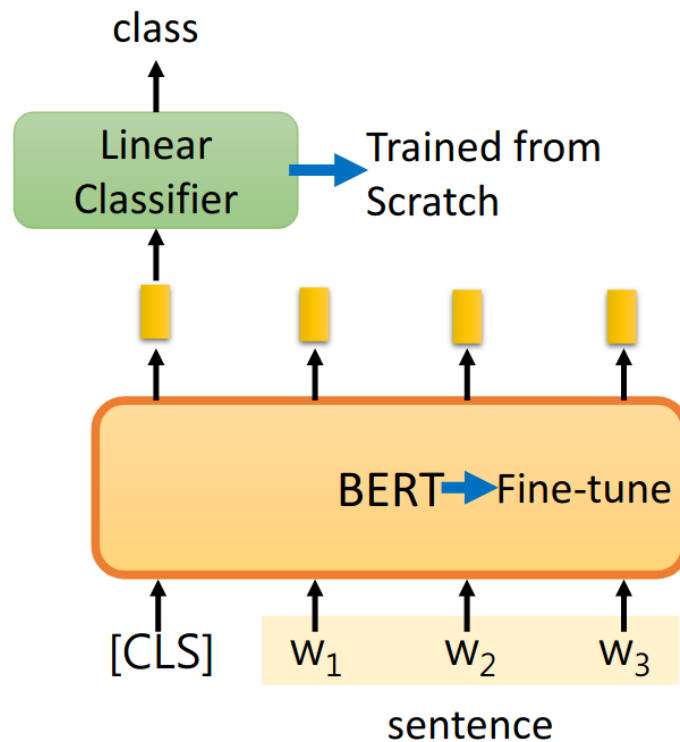


图 3-1 文本二分类

在模型构建阶段，先选定随机种子确定结果在机器上可复现，然后使用经典的 Bert 训练流程（如图 3-2）。加载 bert\_base\_chinese 模型和通道函数 tokenizer 后，定义数据集并加载预训练模型，调用 Adam 优化器和交叉熵损失函数进行训练。

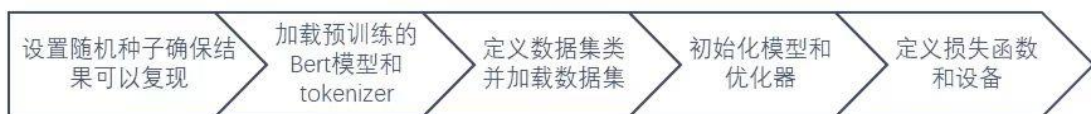


图 3-2 训练模型准备

进行 5 轮训练后结果如表 3-1 所示，结合图 3-3 可知，最后在标注数据集分得的测试集预测准确率基本稳定在 90% 左右。在对于一些文本的测试中，模型也表现出来较高的准确度，如对于“燕谷坊集团作为国家农业产业化重点龙头企业，积极实践……发展绿色经济。”，模型给出了 probability 为 91% 的准确预测。模型整体的准确度高且保持稳定，说明训练得到的模型对于资讯在 ESG 方面是积极还是消极的预测上有极高的准确度。

表 3-1 模型训练结果

Epoch	Train Loss	Train Acc	Val Loss	Val Acc
1	0.544	0.658	0.566	0.816
2	0.562	0.782	0.469	0.816
3	0.453	0.808	0.351	0.898
4	0.392	0.876	0.347	0.918
5	0.351	0.855	0.274	0.898

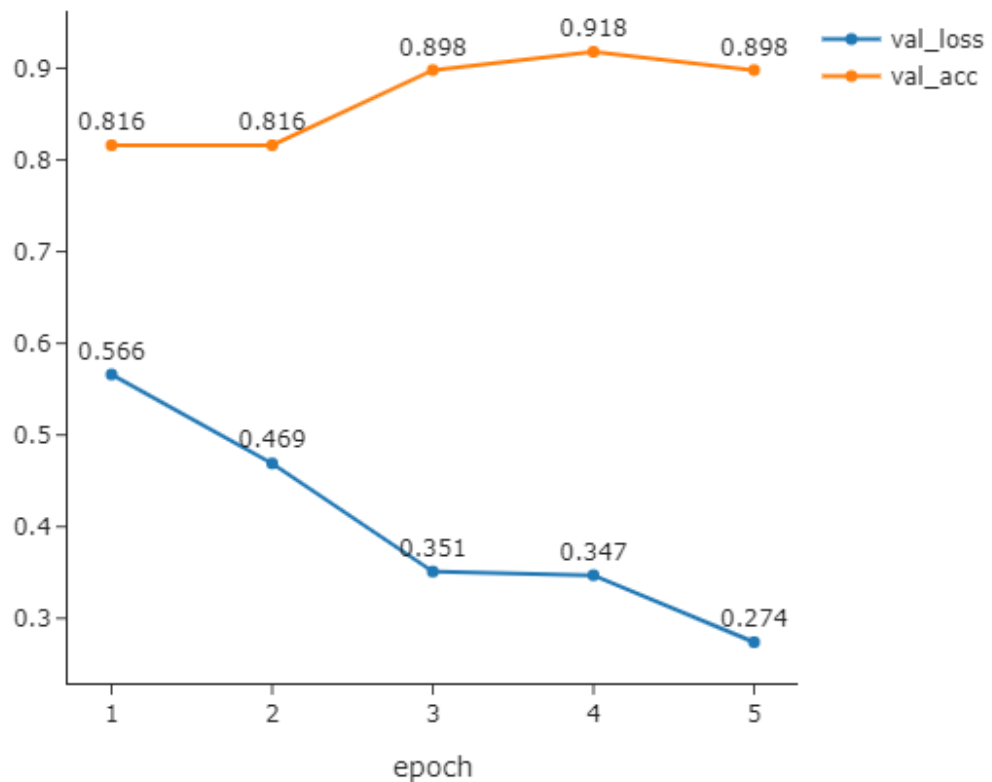


图 3-3 模型测试准确度和损失变化趋势

### 3.2 模型实用性评估

在对收集的无标注语料进行训练过程中，我们发现模型目前仍然存在问题。由于收集的数据中有大量的非文本符号，这对模型的评估有很大影响，所以在后续改进中需要通过 fliters 筛选文本。同时，由于数据量级为百条，对于模型的训练尚不充足。如面对类似“因为外部环境好，拥有竞争优势的龙头企业自然会增长，尽管可能没有二线企业弹性大，但

在经营环境不好的时候，龙头企业的竞争优势突出，可以抢占市场份额。所以，从长期看，龙头企业的股价几乎总是可以跑赢市场平均水平” 较为客观的评价，预测的 probability 在 0.5 附近（0 为消极评论，1 为积极评论），同时对于和训练数据集在形式上差别较大的数据（如文本过长，有过多的作者等冗余信息），预测结果也不佳。

## 第四章 结论与展望

在本项目中，使用基本的爬虫和代理池，以多个角度为关键词收集到了所有上市公司的相关 ESG 资讯，并使用预训练的 BERT 模型对这些数据进行了学习，最后对于测试集达到了 90%左右的准确度，并在部分无标注数据集的 json 文件上进行了应用，发现模型的泛化能力还有一定进步空间。

但由于时间和计算资源限制，项目中只使用了 200 余条数据搭建了二元预测模型，使用更多的标注数据可以更好的帮助模型提高拟合度，增加预测准确度。本项目的初衷是建立针对已收集的无标注数据进行二分类，对于企业的 ESG 评估给出积极或消极的评级；同时进一步对于资讯所属的类型给给出预测，便于对于不同种类的资讯进行预测后映射到不同的 ESG 评估标准下，进而对于不同上市公司给出立体的 ESG 评估，但是目前还未完成进行多分类映射的模型，本项目将在该方面进一步推进。

由于 ESG 研究近几年迅速发展，相关研究对于本项目也有诸多启示。如 2022 年发表的 ESGBERT<sup>[10]</sup>基于公开的英文语料，和本项目在方法上很类似，并与普通 BERT 等模型进行了比较；另一项检测 ESG 主题的项目<sup>[11]</sup>则采用了领域适配（即采用相关语料）和数据增强，在较为复杂的主题检测任务中取得较大的性能提升。这些项目都基于较为丰富的数据集，使用一定的数据增强或深度学习方法，得到了有价值的结论或工具，这也为我们项目的继续推进提供了方向。

## 参考文献

- [1] Tsang A, Frost T, Cao H. Environmental, Social, and Governance (ESG) Disclosure: A Literature Review[J]. The British Accounting Review, 2022: 101149. Polkowski M. Endoscopic ultrasound and endoscopic ultrasoundguided fine-needle biops for the diagnosis of malignant submucosal tumors[J]. Endoscopy, 2005, 37(7): 635-645
- [2] Singhania M, Saini N. Institutional framework of ESG disclosures: comparative analysis of developed and developing countries[J]. Journal of Sustainable Finance & Investment, 2021: 1-44.
- [3] Araci, D. (2019). Finbert: Financial sentiment analysis with pre-trained language models. arXiv preprint arXiv:1908.10063
- [4] Lee, J., Yoon, W., Kim, S., Kim, D., Kim, S., So, C. H., & Kang, J. (2020). BioBERT: a pretrained biomedical language representation model for biomedical text mining. Bioinformatics, 36(4), 1234-1240
- [5] Sokolov A, Mostovoy J, Ding J, et al. Building machine learning systems for automated ESG scoring[J]. The Journal of Impact and ESG Investing, 2021, 1(3): 39-50.
- [6] Guo T, Jamet N, Betrix V, et al. Esg2risk: A deep learning framework from esg news to stock volatility prediction[J]. arXiv preprint arXiv:2005.02527, 2020.
- [7] Pasch S, Ehnes D. NLP for Responsible Finance: Fine-Tuning Transformer-Based Models for ESG[C]//2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2022: 3532-3536.
- [8] Kang J, Kchouk M, Bellato S, et al. FinSim4-ESG Shared Task: Learning Semantic Similarities for the Financial Domain. Extended edition to ESG insights[C]//Proceedings of the Fourth Workshop on Financial Technology and Natural Language Processing (FinNLP@IJCAIECAI 2022).-, Vienna, Austria. 2022: 57-63.
- [9] Devlin J, Chang M W, Lee K, et al. Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding[J]. arXiv preprint arXiv:1810.04805, 2018.
- [10] Mehra S, Louka R, Zhang Y. ESGBERT: Language Model to Help with Classification Tasks Related to Companies Environmental, Social, and Governance Practices[J]. arXiv preprint arXiv:2203.16788, 2022.
- [11] Nugent T, Stelea N, Leidner J L. Detecting ESG topics using domain-specific language models and data augmentation approaches[J]. arXiv preprint arXiv:2010.08319, 2020.

## 谢辞

在本项目与 2022 年初开始，在每周的组会中赵小平老师积极提出研究方向，并带着安泰经管学院的学长学姐参与项目、提供帮助；鲍杨老师则给予我诸多技术指导，从开始的数据爬取，到后来的 Bert 模型的应用，都详细指导、贴近实践，让我有机会认识前沿的课题与技术，并在项目推进过程中不断习得新知识、新方法。这份经历会督促我以更严谨的态度面对学业与科研，不断奋进。

此外，项目的推进离不开胡鹏飞同学和陈学长，张学姐的参与，项目的训练集标注有赖于学长学姐的帮助。该项目是我入学以来参与的第一个 prp 项目，感谢学院与学校的支持，希望本项目能在日后的学习科研中不断督促我严谨治学，合理规划，在以后的发展中取得让自己满意的成绩。