

RPA 财务数据分析机器人： 理论框架与研发策略

◎ 文/ 程 平 邓湘煜

一、引言

随着科学技术的不断发展,以大数据、人工智能、移动互联网、云计算为代表的新一代信息技术驱动着我国数字经济的发展,数字化转型迈入一个变革的发展阶段。企业的生产经营方式越发依赖于数字资源,以加强对数据的整合和分析。财务作为企业数据的枢纽,对于打通、融合企业数据,推进数据战略实践有着天然的优势,但是在传统的财务数据分析中,数据的采集与处理难度较大,分析效率较低,难以快速响应公司经营决策中的数据需求,为其提供有价值的信息,因此推进智能财务分析的重要性不言而喻。RPA+AI是企业财务数据分析智能化的关键推动力,以技术内容重塑流程架构,推动管理分析内容升级。

数字化时代,运用新兴技术手段挖掘财务数据背后的价值引起了社会各界的广泛关注。理论层面,张红英等剖析了目前财务分析领域面临着各类数据混搭的机遇,例如财务数据与非财务数据、结构化数据与非结构化数据共存等情况。数据繁杂多样,如何揭示这些海量数据背后的关联,为企业的财务战略发展提供意见将会是未来财务分析领域的发展趋势。张敏认为企业财

务智能化是大势所趋,首先提出了智能财务的三要素观:人工智能、智能工具(如RPA和BI)以及大数据分析。同时强调了将智能化手段运用于大数据分析财务流程中,可以为企业创造价值,提高决策的效率,随着大数据分析模块的不断进化,智能财务拥有了更多的可能性。张庆龙以什么是应用场景的研究为出发点,探讨了关于经营分析与决策支持场景的应用,指出智能财务技术可以通过构建经营分析模型,为企业提供财务分析评价,满足企业的分析需求。应用层面,乔冰琴等基于商业智能(BI)工具进行业务数据分析,经过数据探索、数据汇集、数据预处理后再进行数据分析与挖掘,最后通过可视化设计将分析结果展现出来。杜海霞等基于对RPA应用基础和国美应用场景的分析,构建了包括会计核算、财务分析、内部控制及财务共享中心的智能升级等应用,阐述了应用财务机器人可以优化公司的财务分析系统,实现多层次经营分析,提高财务分析的效率。程平等基于机器人流程自动化(RPA),从多个方面收集并分析企业的财务数据,根据使用者的要求提供多维度的财务分析并对财务报告生成流程进行优化与改进,指出应用RPA技术对于分析和预测企业财务

经营状况更具有全面性和科学性。

目前,在理论层面的研究主要涉及财务分析领域的发展趋势、财务分析智能化方法应用等。应用层面主要涉及RPA和BI在企业数据分析方面的应用案例研究,而关于RPA技术在财务数据分析方面的应用探讨比较匮乏,基本未涉及RPA财务数据分析机器人模型构建的研究,同时也缺乏财务数据分析机器人的研发流程设计。鉴于此,本文将定义财务数据分析机器人的内涵,构建财务数据分析机器人模型,深入探讨财务数据分析机器人的研发策略,为以智能RPA机器人技术为基础的财务数据分析工作提出可行的模型与研发策略。

二、RPA 财务数据分析 机器人的内涵

(一)概念

RPA(Robotic Process Automation, 机器人流程自动化)是一种根据预先设定的业务处理规则和操作行为,能够模拟并增强用户与计算机系统的交互过程,自动完成一系列特定的工作流程和预期任务,有效实现人、业务和信息系统一体化集成的智能化软件。

RPA可以模拟人类的操作,同时记录用户在计算机上的操作行

为,包括使用鼠标键盘命令、触发调用系统的各类应用程序等,例如录入数据、收发邮件等系列行为。还可以按照约定的规则在计算机上自动实现数据的采集与录入、文件的上传与下载、图像识别与文本处理、数据的加工与分析、管理和监控流程以及信息的输出与反馈,为客户提供一个低错误率、强合规性、高效率的解决途径。

RPA 财务数据分析机器人是依托 RPA 技术,结合财务数据分析流程自动化而形成的一种智能化分析软件。它遵循既定的规则和程序,采用机器人流程自动化技术,通过模拟、增强、拓展分析人员与计算机系统的交互过程,对财务数据进行自动化的采集、清洗、分析与可视化展现,并自动生成财务数据分析报告,辅助财务分析人员高效地完成分析任务中标准化程度较高、重复性较强、工作量较大的内容。

(二)功能

RPA 财务数据分析机器人能够实现数据的采集、记录、计算、分析和报告等一系列功能,代替传统人工实现财务数据分析流程自动化,其次 RPA 能够落实到每个操作的任务处理中,详细和实时地追踪流程步骤,出色完成大量重复性、定义清晰、有固定逻辑的工作。随着人工智能技术为 RPA 财务数据分析机器人高效赋能,机器人能够自动围绕企业的财务数据和业务逻辑展开,通过数据分析沉淀数据价值,形成数据分析服务,为企业业务场景提供分析支撑。这不仅可以解决企业数据纷繁复杂、人工数据分析基础工作费时费力、无法精准及时地从数据中提炼价值等问题,还可以促进企业更好地实现智能财务,重塑

流程架构,提高数据分析工作质量和效率。例如通过收入与应收账款数据分析,可以了解到客户偏好,识别出重大的客户,参与到客户信用的评级中;在差旅费分析中,从部门、客户、地点、项目四个方面对其进行了解与多维度分析,推动合理制定下一年度差旅费预算计划,实行精细化管理。

(三)应用价值

财务数据分析机器人的实施能为企业带来价值,可以从效率、质量、成本节约以及价值增值等方面进行衡量。在效率上,机器人可以极大地模仿人工操作,完成简单重复的数据录入、数据计算等操作,加快数据处理分析速度。在分析质量上,机器人能避免财务人员出现的各种低级错误,它的运作是基于预先设定的规则,在一定程度上消除了输出的差异性,标准化程度高。在成本节约上,机器人能够实现多流程自动化任务的统一管理,减少了人工成本。在价值增值方面,机器人的应用推动了财务组织结构的变革,进一步促进企业财务人员转型升级和财务人力资源的优化配置。

三、RPA 财务数据分析机器人模型构建

财务数据分析机器人的模型构建是智能财务分析的指引,它明确了机器人的建设目标及其具体应用,同时探讨了 RPA 机器人技术的数据处理机制与可视化生成机制,保障系统实施的可行性、合理性和合规性。财务数据分析本质上是一个数据采集、数据筛选、数据计算与数据分析的过程,基于 RPA+AI 技术处理、部署快捷、多端兼容的特点与

优势,构建财务数据分析机器人的框架模型。框架模型具体包括基础设施层、数据层、服务层、平台层和应用层,如图 1 所示。

基础设施层是数据层、服务层、平台层和应用层的基础,为其他各层提供基础类的服务,包括服务器、网络、存储、数据管控、信息安全等,保障了财务数据分析机器人的运行环境安全。

数据层是财务数据分析机器人的数据基础,包括获取的原始财务数据、数据采集与处理的机制以及形成的财务数据存储、数据字典和数据表等文件。原始财务数据的数据类型有结构化数据、半结构化数据和非结构化数据,数据来源多种多样,包含有企业各类信息系统的数据信息以及相关的纸质文档和电子文件等。基于 RPA 的非侵入性、易部署等特点,可以对不同系统间的数据信息进行集成,打通不同系统间的隔阂,实现系统间的信息交互,再从中提取出需要的财务数据信息并通过数据采集与处理机制将其存储在财务数据库中或者形成数据字典、数据表等文件。这些数据内容构成了财务数据分析机器人的底层数据,为财务机器人的工作提供数据保障。

服务层为财务数据分析机器人提供 RPA 功能组件、AI 技术、可视化服务以及数据分析报告服务,该层通过界面操作自动化、Excel 自动化、Word 自动化、邮件自动化、浏览器自动化、数据处理自动化、应用程序交互等自动化功能组件实现需求应用,同时在财务数据分析机器人开发过程中整合人工智能技术。例如光学字符识别技术,将资料进行图像分析处理,以获取资料中的文

字信息;自然语言处理技术(NLP),实现计算机对人类语言的准确理解,使其能与人进行自然的沟通交互;语音识别(ASR),可以将语音信号转换为相应的文本;TTS技术,即从文本到语音的技术,可以将文本信息转换为自然、流利、更类人的语音。该层还提供可视化服务和数据分析报告服务,预先设置包含可视化图形的Excel分析模板文件和包含标题页、目录、摘要、正文的Word分析报告模板文件,整体实现数据录入、处理、计算、可视化与分析报告自动生成等财务数据分析机器人具体功能。

平台层包括流程设计平台、机器人程序和管理控制平台三个部分。流程设计平台包括业务流程优化、脚本开发、测试运行、调试纠错等功能,主要负责设计财务数据分析机器人。机器人程序是流程设计后的部署,通过执行控制台命令,实现数据提取与处理、数据分析、生成分析报告等功能。管理控制平台能够进行机器人运行实时监控、流程触发、人机交互以及对财务数据分析机器人的运行结果进行展现及日志分析等,为财务数据分析机器人的开发应用提供有力保障。

应用层是RPA与AI技术在财

务数据分析领域的具体应用,是机器人实现自动化的具体应用场景,它由分析机器人集群有机组合而成。在财务数据分析工作方面,可以实现办公费用数据自动化分析、差旅费用数据自动化分析、银行存款数据自动化分析等。

四、RPA 财务数据分析机器人的研发策略

RPA 财务数据分析机器人是机器人流程自动化在财务数据分析领域的应用。财务数据分析机器人的研发策略包括确定分析主题、明确分析内容和思路、数据采集与处理

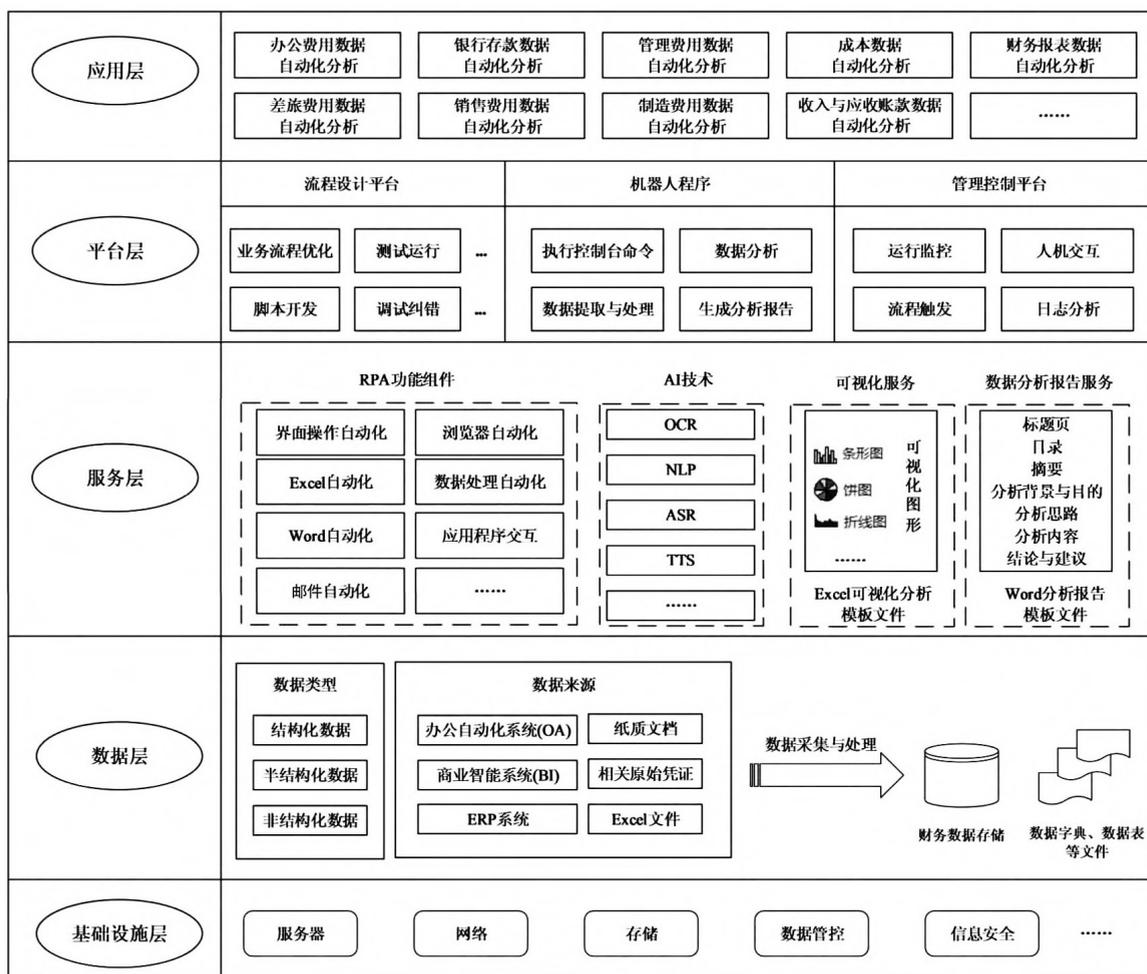


图1 RPA 财务数据分析机器人框架模型

自动化、数据分析与展现自动化、数据分析报告自动化五个阶段,其流程如图2所示。

分析主题是指财务数据分析机器人既定的分析对象,确定分析主题应明确应用场景与分析目的。应用场景是指财务数据分析主题的所处场景,包括财务数据的情况、现阶段存在的问题等方面,要以解决场景痛点为中心。分析目的是以解决问题为中心的,分析目的确定决定了财务数据分析机器人的分析价值。在展开财务数据分析之前,要理清分析的财务数据是属于哪一类别、为什么要对其展开数据分析、通过分析要解决什么诸如此类的问题。清楚分析目的是对现状分析、原因分析或是预测分析。对现状进行分析,分析过程就应该注重数据的清洗、汇总与提炼;对原因进行分析就要有意识地去考察现象背后的原因;进行预测分析就要考虑好历史数据的准确性和预测方法。

明确分析目的后,就要确定分析内容和思路,搭建分析框架。分析思维是根本性的引领,常用的分析思维有逻辑思维、向上思维、下切思维、求同思维、求异思维等。分析方法是技巧性的工具,常用的有对比分析法、结构分析法、交叉分析法等。根据分析需求与数据特征的不同,合理选择分析思维和分析方法对财务数据分析的成效有着显著的影响。依据分析思维和分析方法将分析目的分解为若干个不同的分析要点,理清分析的切入点后再细化到具体的分析内容。例如,采用对比分析法能够从时间、空间、客户、项目和部门等维度对数据进行比较分析;结构分析法是让数据不再拘泥于其本身,而是看清数据的“横截

面”,探究其相对关系。在财务数据分析中,要明确财务始终是以业务为核心的,不仅要注重数据核算,更要注重业务需求,以服务于业务实践为目标导向。财务数据分析机器人内容框架分为财务核算分析和业财融合分析两部分,财务核算分析包括趋势分析、结构分析、环比同比分析等。业财融合分析包括部门分析、客户分析、项目分析、业务活动分析、地区分析等。各个分析明确,构成财务数据分析机器人的内容架构,如图3所示。

在企业财务数据分析开展过程中仍面临着一些问题,例如各系统间数据集成困难、数据迁移耗时耗力、数据采集与数据分析相分离

等。财务数据分析机器人基于RPA的非侵入性、明确规则性、人机交互等特点,能够实现数据采集与处理自动化。其中数据采集是财务数据分析机器人最基础的功能,通过预设规则,财务数据分析机器人模拟人工操作自动访问操作系统与各类应用程序,筛选关键字检索并提取相应的财务数据。数据处理则是对数据进行清洗、转化、计算等预处理,转换数据类型,将数据标准化,包括数据清洗、数据抽取、数据计算等。数据清洗是指删除数据中的重复信息,填补缺失信息等,并对数据的完整性和准确性进行测试和校对,保证数据分析质量。数据抽取是采用数据切片、选择数据列、截取

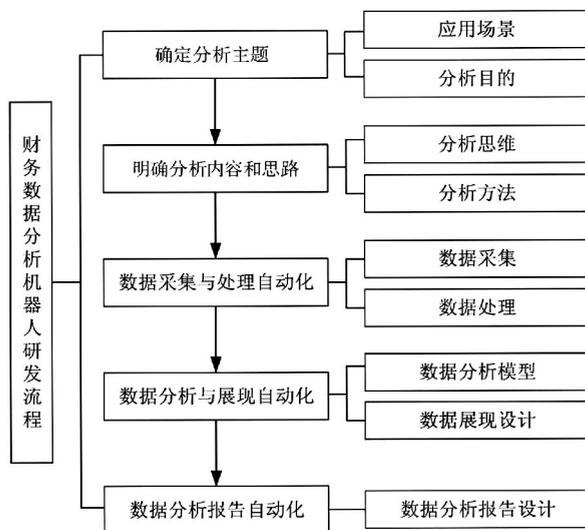


图2 RPA财务数据分析机器人的研发流程

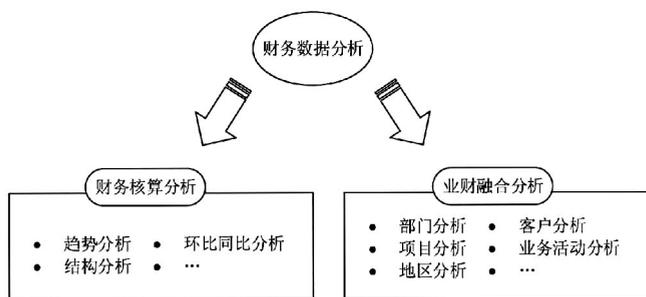


图3 财务数据分析机器人的内容架构

数组等命令抽取原始数据表中需要的字段、记录等信息。数据计算是指对获取的数据按照预先设定的规则进行数据计算,得到满足各类分析内容需求的数据并存储在相应的文件中,便于下一步数据分析的进行。

数据分析自动化是指财务数据分析机器人对预处理后的数据进行分析,基于分析思维和分析方法,构建从分析主题到展现图形的数据分析模型,提取其中有价值的信息并实现可视化图形与文字信息产出。在RPA技术的支持下,财务数据分析师基于搭建的分析内容架构,对数据分析规则进行预先设定,包括对人类的操作进行模拟、对人类的判断进行模拟,再根据设置的操作或判断要点,对关键信息进行预警审查和分析,对例外事项进行简单调查,定位部门、项目、客户等业务信息,再由财务人员仔细筛查问题背后的原因,辅助财务数据分析机器人进行人机交互,驱动优化高效率、多样性的财务数据分析。

数据展现自动化是指财务数据分析机器人通过Excel等软件可视化呈现财务数据的分析结果,能够更加清晰、直观地传达数据信息。在数据分析过程中,常用的图形有柱状图、折线图、饼状图、平均线图和双坐标图等。基于不同的分析展示形式需要选择不同的图表样式。例如,基于时间比较类数据,一般会选折线图和柱状图等;基于分类比较类数据,一般会选条形图和柱状图等;基于静态构成类数据,一般会选饼图;基于随时间变化构成类数据,一般会选堆积柱状图和堆积面积图等。

数据分析报告自动化是指利用RPA机器人自动生成Word或PDF

等格式的数据分析报告,对整个财务数据分析过程进行总结与呈现。财务数据分析机器人可以预设规则,模拟人类判断,推进财务运行的工作流程,包括基于明确规则分析、出具标准化的报告以及信息通知自动化。基于明确规则分析是机器人通过预设的命令执行分析规定的流程,例如根据设定的差异值,判断财务数据的偏差。出具标准化的报告是指机器人根据从分析中获取的信息,按照标准的分析报告模板、文字要求等,模拟人类操作整合数据与文字信息,输出自然语言的数据分析报告。例如,RPA机器人在出具数据分析报告时,是基于进一步分析的数据与可视化图表自动生成标准化的数据分析报告,并自动填制出具报告日期、出具人等基本信息。信息通知自动化是指在出具标准化的数据分析报告后,通过邮件自动化,向其他节点财务人员、管理层推送信息通知,并发送标准化的分析报告。

五、实例分析

下面以管理费用数据分析为例,展示RPA财务数据分析机器人的自动化实现。

(一)确定分析主题

管理费用是指企业行政管理部门为组织和管理生产经营活动而发生的各种费用,与企业当期的经济效益有着直接的关系,因而在企业的整体运营中,要注意对企业的管理费用进行合理的管控与分析。管理费用的分析目的主要分为三个方面,首先需要对管理费用进行基础财务核算分析;其次审查管理费用的总体情况,让管理层了解企业管理费用的发生现状;最后,从时间、科目、部门、项目和业务等维度对管理费用进行多维度分析,从而实现对管理费用的有效管理,为管理费用的预算提出决策建议。管理费用数据分析目的框架如图4所示。

(二)确定分析内容和思路

明确管理费用数据分析主题后,根据分析思维和分析方法确定具体的分析内容。在管理费用数据分析中运用到的分析思维包括向上思维、下切思维、求同思维以及求异思维等,运用到的分析方法包括趋势分析法、平均分析法、结构分析法以及对比分析法等。结合企业经营管理的需要,管理费用数据分析机器人分为财务核算分析与业财融合

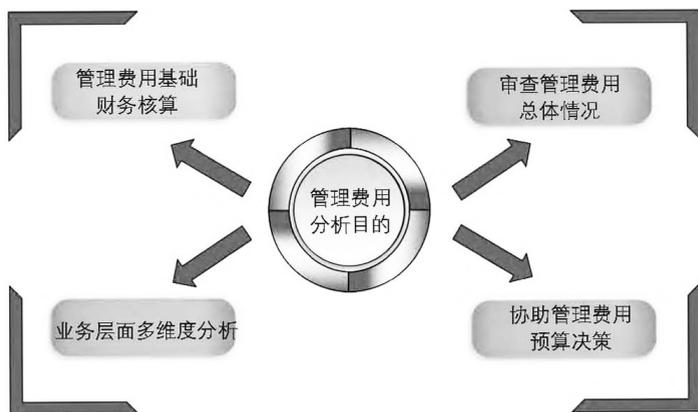


图4 管理费用数据分析目的框架

分析,其中财务核算分析包括趋势分析、环比同比分析、科目结构分析。业财融合分析包括部门比较分析、项目分析、数字化赋能分析。例如,趋势分析是采用向上思维,从时间维度运用对比分析法对管理费用进行整体趋势分析;环比同比分析是采用下切思维,运用对比分析法以月为时间段对管理费用进行同比和环比分析,分析其增减变动趋势;科目结构分析是采用求异思维,运用结构分析法分析其明细科目的占比,明确哪部分明细科目对管理费用的影响最大。管理费用数据分析思路框架如图5所示。

(三)数据采集与处理自动化

财务数据分析机器人访问企业内部的数据文件,提取并储存序时账信息,但采集到的原始数据往往会存在重复值、空行、空列以及异常值等情况,这些不符合逻辑关系的数据都会造成数据质量的降低,需要对其进行进一步的检查。数据有着多种组织方式,而后续的统计和分析都是针对标准格式的前提下进行操作的,所以需要数据标准化处理。通过转换数据类型、删除重复信息、识别异常数据并做出预警,对获取数据的准确性和完整性进行校验与分析,以保证数据的分析质量。财务数据分析机器人按照预先设定的规则筛选管理费用关键字并提取出相应的分析数据,完成自动筛选工作,将数据保存到数据中心,缩小进一步加工处理分析的数据范围。

为了满足管理费用数据业务和核算的分析需求,数据分析还会涉及部门、项目、人员等维度表,这些维度表的关键字段及类型如表1—表3所示。

(四)数据分析与展现自动化

数据分析自动化阶段主要是确定管理费用数据分析流程,并运用智能RPA技术实现分析自动化。分析流程包括分析主题、需运用的分析思维和分析方法、财务核算分析和业务融合分析的具体内容,同时探究其用何种可视化图形进行呈现。财务数据分析机器人对分析模型的具体流程进行优化设计,按照分析的侧重点设定逻辑分析规则,通过数据表、数组和字典相关活动以及循环与遍历等相关算法来进行数据计算并完成对应的数据分析。

例如管理费用趋势分析,是对管理费用的整体情况进行分析,让管理层了解企业管理费用的发生现状。机器人将每年各月发生的管理费用采用数据计算中的求和方法统计出来,进行整体趋势分析,同时也可利用平均指标对比管理费用在不同历史时期的变化。在趋势分析中会运用到数据筛选、选择数据列、转换为数组、数据表排序等命令。趋势分析是要呈现出管理费用在各阶段内的趋势走向,可视化图形则选择折线图以求更清晰、直观地了解管理费用的变化趋势。管理费用分析流

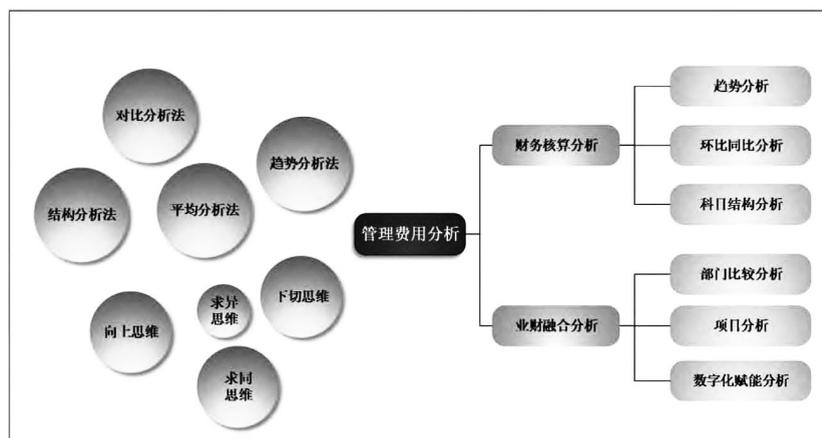


图5 管理费用数据分析思路框架

表1 部门编码表的关键字段

| 序号 | 部门编码表字段 | 数据类型 | 说明 |
|----|---------|------|-----------|
| 01 | 部门编码 | 字符型 | 为数字形式的字符串 |
| 02 | 部门名称 | 字符型 | 部门的文字名称 |

表2 项目编码表的关键字段

| 序号 | 项目编码表字段 | 数据类型 | 说明 |
|----|---------|------|-----------|
| 01 | 项目编码 | 字符型 | 为数字形式的字符串 |
| 02 | 项目名称 | 字符型 | 项目的文字名称 |

表3 人员信息编码表的关键字段

| 序号 | 人员信息编码表字段 | 数据类型 | 说明 |
|----|-----------|------|-----------|
| 01 | 人员编码 | 字符型 | 为数字形式的字符串 |
| 02 | 人员名称 | 字符型 | 企业员工姓名 |
| 03 | 所属部门 | 字符型 | 员工所属的部门 |
| 04 | 职位 | 字符型 | 担任的公司职位 |

程如图6所示。

数据展现自动化阶段,根据分析主题预先制定数据分析的可视化模板,不同的分析内容选择不同的可视化图形,财务数据分析机器人在运行过程中将数据分析的结果填充到Excel分析模板文件中,实现数据展现自动化。例如趋势分析可以选择折线图展现其数据走向,因为折线图是连接各单独的数据点,可以更加简单、清晰地展现数据变化的趋势;部门结构分析可以选择饼状图将各部门的比例呈现出来,更

加清晰、直观地传达数据信息;环比同比分析中的环比值与本期金额和上期金额息息相关,同比值与本期金额和上年同期金额也是密不可分的,所以环比同比分析采取双坐标图的形式,在同一坐标系左侧纵轴显示本期金额、上期金额或上年同期金额,右侧纵轴显示环比增长率或同比增长率,本期金额、上期金额和上年同期金额以柱状图形式呈现,环比增长率和同比增长率以折线图形式呈现,反映各月环比同比变化趋势。同时在进行数据展现

时,也可以根据使用者的管理需要和偏好,去选择适合、便于理解的展示形式。本文以A企业2020-2021年管理费用数据进行分析,部分可视化图形展示如图7所示。

(五)数据分析报告自动化

在进行财务数据分析时,为了展现分析的成果并方便阅读者使用,通常需要撰写财务数据分析报告。财务数据分析报告会呈现企业财务的现状、问题、原因以及分析结论,是帮助财务管理和决策者认识企业财务现状、了解问题、掌握信息、运用信息决策的主要工具之一。数据分析报告自动化阶段是财务数据分析机器人必不可少的阶段,在进行具体应用之前需要制定分析报告模板文件,管理费用财务数据分析报告结构分为标题页、目录页、摘要以及正文。标题页题目要精炼,直截了当标明分析报告的内容;目录是揭示分析报告的工具,帮

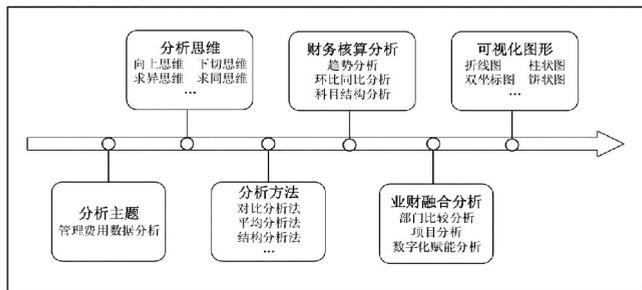


图6 管理费用数据分析流程

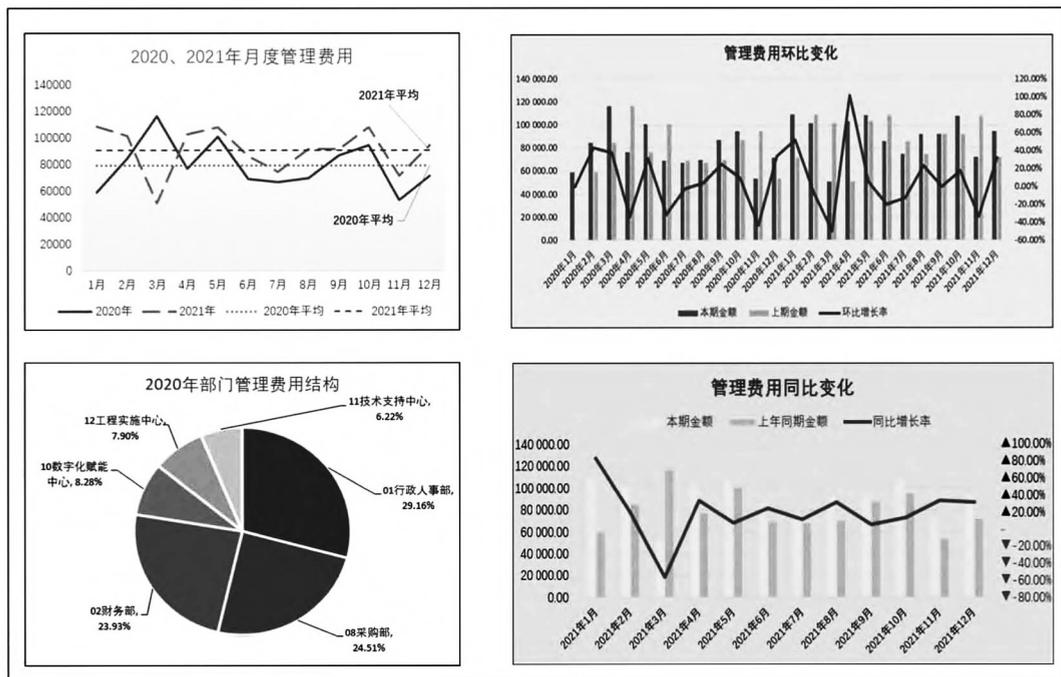


图7 管理费用数据分析部分可视化图形展示



图8 管理费用数据分析师报告模板结构

助我们了解财务数据分析报告的主要内容;摘要是摘录下来的重要分析要点,其基本要素包括背景、目的、思路 and 结论,具体地讲就是财务数据分析工作的主要对象和范围,得出的分析结果和重要的结论;正文是财务数据分析报告的核心部分,它将系统全面地表述数据分析的过程与结果,报告正文的撰写主要分为分析背景与目的、分析思路、分析内容、结论与建议四个部分。管理费用数据分析师报告模板结构如图8所示。

数据分析报告自动化的过程就是基于数据分析、数据可视化机制、预先设定的生成报告模板和规则对管理费用数据分析进行图形呈现与文字输出。在数据分析报告中大量的重复性、机械性工作都可以由RPA来完成,例如自动填制出具报告日期、出具人,设定标准的分析报告模式、文字要求等。管理费用数据分析师机器人实现分析报告自动化的路线主要是通过界面操作自动化、Excel自动化、Word自动化以及应用程序交互等功能组件完成的,通过宏命令

回演操作步骤,减少花在复杂、重复步骤的时间,将Excel分析文件中的可视化图表移动到Word数据分析报告中,并通过预先设定的分析规则将文字信息输出到数据分析报告模板文件中的对应位置。同时管理费用数据分析师机器人可以根据不同的分析内容设定不同的分析规则。例如在趋势分析时,可以设定合理差异范围,对管理费用的波动进行分析,哪些时间段不在合理波动范围内,就需要特别关注并针对性地分析其具体业务,找出差异原因。

六、结语

传统的财务数据分析方法和技术已经无法高效匹配企业所处的数字化时代,企业需要引进新兴技术手段和智能化的思维来应对目前的挑战。在财务数据分析中应用RPA技术,为财务数据协同赋能业务管理提供了良好的环境。财务数据分析不会仅仅局限于财务核算分析,而是越来越多地结合业务进行融合分析,为数据需求者提供标准化、可

视化的数据产品,同时财务延伸也可为业务部门发展和管理决策提供相关建议。本文基于RPA技术,从基础设施层、数据层、服务层、平台层以及应用层五个层次构建了财务数据分析机器人框架模型。从确定分析主题、明确分析内容和思路、数据采集与处理自动化、数据分析与展现自动化和数据分析报告自动化五个步骤阐述了财务数据分析机器人的研发策略。以管理费用数据分析师机器人为实例,探究其应用实现过程,为企业财务数据分析的自动化流程处理提供有益探索和可行路径。

基金项目:国家社会科学基金一般项目(17BGL194)。

作者简介:程平,博士(后),重庆理工大学会计学院教授、云会计大数据智能研究所所长,中南财经政法大学博士生导师;邓湘煜,重庆理工大学会计学院硕士研究生,重庆理工大学云会计大数据智能研究所。

原载《会计之友》(太原),2022.13.148~155