

基于大数据的电网设备供应链溯源管理评价研究

郭伟¹,冯曙明²,汪伦¹

(1. 国网江苏省电力有限公司,江苏南京,210024;

2. 江苏电力信息技术有限公司,江苏南京,210029)

摘要: 为了加强电网设备质量源头治理,解决设备质量可追溯性问题,实现贯穿设备全寿命周期的全程质量管控。本文从大数据理念出发,首先建立了基于大数据的电网设备供应链溯源管理评价框架模型,指明了电网设备供应链溯源管理评价的技术路线,其次设计采用网络爬虫技术对散落的海量数据进行爬取和处理,从而提取电力设备供应商的信息,然后构建了包含5个一级指标、8个二级指标和两个维度的三级指标的电力物资供应商评价指标体系,分析了指标间的相互关系,最后对如何合理配指标权重进行了探索,对主观赋权法、客观赋权法和模糊综合评价三种权重确定方法进行了对比分析,从而搭建了具有追溯性的电网设备供应链溯源管理评价模型,为电网企业进行供应商的评价优化提供借鉴。

关键词: 供应链;电网设备;评价指标体系;大数据

文章编号: 2096-4633(2018)09-0019-07 **中图分类号:** TM72 **文献标志码:** B

随着我国特高压工程建设的推动,城网改造与农网建设的发展、铁路电气化率的提高,为电网设备制造业打开了广阔的发展空间。近年来,随着电网建设和升级改造的进步以及电网设备需求的增长,对电网设备供应要求越来越高,电网设备需求不断增长,若电网设备供应环节出现问题,会直接影响工程进度。而且电力系统中电网设备大多采用的计划检修体制存在着严重缺陷,如临时性维修频繁、维修不足或维修过剩、盲目维修等,这使世界各国每年在设备维修方面耗资巨大,怎样合理安排电网设备的检修,节省检修费用、降低检修成本,同时保证系统有较高的可靠性,对系统运行人员来说是一个重要课题^[1-3]。信息透明、质量可靠的电网供应和可追溯的供应链系统既是发达国家实现电网安全供应的有效经验,也是我国构建电网安全体系、提升电网安全管理质量的必由之路。如何完善供应商评价体系,如何提升电网设备供应体系,实现我国电网企业的快速、有序、高效地发展,提升我国电网设备的国际竞争力,也已经成为政府、企业和学术界普遍关心的热点问题。

随着现代化程度的提高,监管方式将越来越趋于电子化、信息化,建立“源头可溯,去向可追,问题可查,风险可控”的电网设备供应商评价可追溯体系是大势所趋。在企业电网设备产销全程供应链分析的基础上,设计构建一个电网产品全程可追溯系统,通过对产品从原材料生产、配送及零售等整个供应链的信息采集和统一管理,消

费者可通过二维码查询产品质量信息,从而解决电网设备产品质量安全追责难、监管难的问题。溯源系统搭建起了企业、消费者和监管部门之间沟通的桥梁,一方面电网设备产销全程信息透明化,提升了消费者的消费信心,保障了消费者知情权,提高了政府的监管效率。另一方面,采用信息化的管理手段提升了企业管理效率,提升了企业责任主体意识,加强了企业自律^[4-7]。合理安排电网企业逆向供应链系统的节点位置,从战略角度对电网逆向系统进行统筹安排和能力构建,并建立起行之有效的逆向物流系统合作机制,对提升我国整个电网行业的运营水平有着非常重要的意义。

最早关注供应链问题的文献可以追溯到十九世纪八十年代,虽然企业界和学术界对供应链管理相当重视之后,也越发重视对供应链整体绩效评价的研究,然而对于供应链的研究主要侧重企业内部供应链及其绩效方面,对企业外部供应链,即跨企业的整体供应链的研究相对较少,对于其绩效评价尚未有较为成功的应用。文献[8]指出供应链绩效评价的关键难点是难以将供应链战略与绩效度量结合起来,并提出了从系统的角度来进行供应链绩效评价,认为绩效评价指标及其方法、评价模型是供应链评价系统的关键结构,并系统性考虑供应链上所有关键成员。文献[9]考虑了订单计划、生产水平、物流、财务等因素,提出了供应链绩效评价指标,并将这些指标划分成三个等级:战略、战术以及操作。文献[10]认为绿色指

标在供应链绩效的评价过程中不可缺少。

从总体上来看,目前我国对供应链绩效评价的研究仍处于起步阶段,研究成果比较分散,研究深度不够,尚没有形成系统的理论,研究的思路还不成熟,大部分的研究集中在定性分析,定量研究和深入的定性分析仍有待加强。因此,对于各行业供应链绩效研究体系需要完善,需要构建适用性较强的评价指标体系和科学有效的综合评价模型,此部分研究是研究重点,亦是研究难点。因此有必要对我国电网设备供应链溯源管理体系及评价模型进行研究。基于主客观指标权重的确定方法,提取电力物资供应商评价指标,构建电力设备供应商溯源的评价指标体系,实现我国电网企业的快速、有序、高效地发展,提升我国电网设备的国际竞争力。

1 基于大数据的电网设备供应链溯源管理评价框架

基于大数据的电网设备供应链溯源管理评价框架主要分为 5 个部分,第一个部分是关键字段的索引,第二部分是各种指标,第三部分是评价指标体系,第四部分进行赋权,最后是评价模型^[11-12],下面是基于大数据的电网设备供应链溯源管理评价框架如图 1 所示。

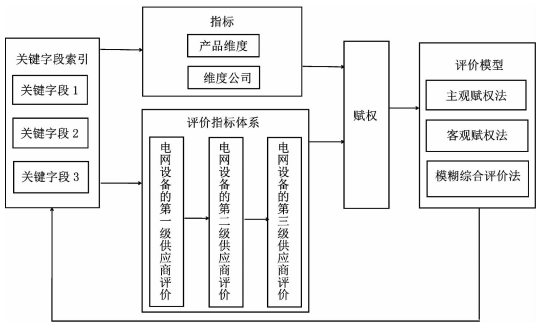


图 1 电网设备供应链溯源管理评价框架

Fig. 1 Evaluation framework of traceability management for supply chain of power grid equipment

2 基于大数据的网络爬虫设计流程及模型

网络爬虫,又称为网络机器人,用于识别并获取网页数据如图片、文本、锚文本等并将其转换为结构化或半结构化的数据保存起来,供后续的分析适用,整个抓取过程完全自动化,无须人工监控^[13]。

对于网站,一般会由专人给出感兴趣的站点和页面,爬虫负责从站点中持续地获取最新发布的信息。而对于这些舆情网站,后台编辑或用户会在其不同的分类页面持续地发布和更新报道信息,更新量和速度

随该站点用户量、火热程度和用户更新习惯而定。因此,针对这些舆情网站持续发布消息的特点,我们设计了一种增量的抓取方案满足上述要求。

抓取方案基于增量式的网络爬虫实现,爬虫需要记录每个受监控站点的已抓取数据状态,完成排重和后续分析的任务,其中对网页内容的请求、解析和处理采用开源的 Html Unit 框架实现,下面是数据爬取和处理的主要流程如图 2 所示。

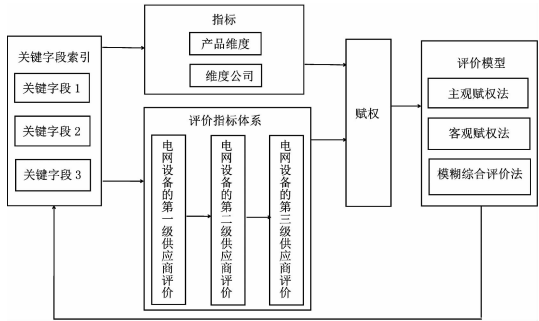


图 2 爬虫通用数据获取流程

Fig. 2 Acquisition process of crawler general data

根据以上数据爬取和处理流程,本文将爬虫主要工作划分为四个主要模块,分别为用于对监控站点进行管理的监控模块,用于发现站点最新报道的报道发现模块,使用上文提出的正文抽取算法,抽取报道正文内容的正文抽取模块和用于存储最新抓取报道的存储模块^[14-15],各模块主要任务如下所示:

2.1 监控站点管理

用户通过 XML 文件,给定门户网站的监控站点作为种子队列,设定爬虫对每个站点的访问规则,一般对于页面新闻和博客平台,我们直接监控其信息发布页面或分类页面的两层结构,采用了广度优先遍历的思想。

2.2 站点报道发现

爬虫从队列中抽取站点种子,根据访问规则,依次向每个站点下管理的页面发起访问请求,并等待获取站点网页信息;当得到有效的网页内容,爬虫使用页面解析器对获取的网页内容进行解析,从中抽取符合要求的新闻、博客报道 URL,并通过过滤器过滤失效的 URL 后,放入待抓取报道队列中,与此同时记录这些 URL 状态,通过这样避免重复抓取并筛选出广告 URL,用作后续跟踪处理,最后结束本轮爬虫。

2.3 报道正文信息抽取

通过上一模块,爬虫从网站得到待抓取页面列表,爬虫从中抽取报道 URL 种子,依次向每个报道页面发起访问请求,等待网页内容返回;当返回有效

的网页内容后,抽取模块分别对页面内容进行去噪过滤和本文提出的正文抽取算法,提取报道正文内容所在的 DOM 块,从而提取出报道的标题、正文、发布时间、相关作者等报道相关信息,最后筛选和过滤符合筛选要求的报道,并更新报道抓取状态,包括记录抓取时间、成功抓取与否、抓取失败原因和抓取节点等与后续的分析统计相关的信息。

2.4 报道内容存储

对过滤后的有效报道,进行格式规范化,补全缺失字段,并通过持久化接口保存至包括索引数据库、

分布式 HBase 数据库中。之后爬虫开始睡眠,等待下一轮的爬虫任务开始。

3 基于大数据的电网设备供应链溯源评价指标体系

3.1 电网设备的第一级供应商评价指标

第一级供应商评价指标主要从产品维度和公司维度两个方面展开,产品维度方面的一级指标有质量水平、发展能力,公司维度方面的一级指标有价格水平、履约能力、技术能力、资质能力。

表 1 1 级供应商评价指标

Tab. 1 Evaluation index of first level supplier

一级指标		二级指标		三级指标	
电力设备	产 品 维 度	质量水平(FF1)	设备基本性能(TT1)	技术参数(ST11)	
				产品合格率(ST12)	
				质量等级(ST13)	
				实时运行状况(ST21)	
				运行年限(ST22)	
		设备运行状况(TT2)	运行环境(ST23)		
			检修记录(ST31)		
			设备历史记录(TT3)	投运前状况(ST32)	
				家族质量史(ST33)	
				研发与技术改造能力(TT4)	研究与试验发展经费比重(ST41)
	技术改造经费比重(ST42)				
	发展能力(FF2)	核心技术能力(TT5)	每百万元产值拥有专利数(ST51)		
			新产品销售比重(ST52)		
	市场适应能力(TT6)	人均产品销售收入(ST61)			
		国际市场销售率(ST62)			
	公 司 维 度	价格水平(FF3)	成本价格(TT7)	成本费用(ST71)	
投标报价(TT8)			优化成本计划(ST72)		
供货情况(TT9)			投标报价(ST81)		
履约能力(FF4)		供货能力(TT10)	交货柔性(ST91)		
		出货时间(TT11)	退休件数(ST101)		
		技术能力(TT12)	产品产能(ST102)		
技术能力(FF5)		创新能力(TT13)	交货时间(ST111)		
		公司现状(TT14)	生产技术(ST121)		
		资质能力(FF6)	财务状况(TT15)	专利数量(ST131)	
		证书资历(TT16)	厂房面积(ST141)		
		人员构成(ST142)			
		自由现金(ST151)			
		合格证书(ST161)			
		环保资历(ST162)			

对于电网设备制造商的选择,我们可以从价格水平、履约能力、资质能力、技术能力几个方面对供应商进行考核。价格往往是招投标过程中最受关注的核心指标之一,价格水平的二级评价指标包括成本价格和投标报价,通过这两个指标可以确定供应商提供的电网设备总价是否在我们的经济预算内,进而剔除一些不符合要求的供应商;履约能力关乎供应商能否按

时、保质保量的提供所电网设备,出货能力和出货时间会对电网设备的安装和使用构成影响,二级评价指标包括产品质量、供货能力、出货时间。资质能力能够在一定程度上说明供应商的经营现状和公司实力,资质能力的二级指标包括公司现状、财务状况和证书资历。技术能力是评价供应商创新能力的重要指标,二级指标包括技术能力、创新能力。

间、数量、质量和服务等条款后确定的,评价指标包括成本价格和投标报价。履约能力的二级指标包括供货情况、供货能力以及出货时间,要求供应商应有一定数量(规模)的制造设备,保证有足够能力供应所需数量的产品。资质条件的二级指标包括技术能力、财务状况和证书资历,可通过该指标剔除不合适的供应商。

3.3 电网设备的第三级供应商评价指标

第三级供应商评价指标主要从产品维度和公司维度两个方面展开,产品维度方面的一级指标有环境、顾客、科技,公司维度方面的一级指标有价格水平、履约能力、资质能力。

企业是灵动的组织,在一定程度上可以赋予其人格特征。鉴于此,用于评价原材料生产企业的指标有价格水平、履约能力、资质能力。之所以没有考虑到技术,是因为用于生产半成品、中间品和协辅件的原材料生产企业大多属于劳动密集型制造业企业,没有技术门槛。这种企业一般采用价格策略,实行低成本竞争优势,所以低价是占据市场的主要竞争优势,下游的生产企业也会根据价格水平来选择合适的供货商。层层追溯,价格水平的第二层级评价指标为投标报价、成本费用,因为材料人工成本会影响到生产该产品的成本,最终会影响到企业产品的定价、投标报价。履约能力是指企业的产品质量、及时供货能力、出货时间,买卖双方 in 达成合同的过程中,必然通过样品等方式,对产品的质量等级达成一致协议,如果在实际交易过程中,供应商的质量检验不过关,这就会极其负面的影响到其履约形象,或者失去其竞标资格。原材料生产企业也需要原材料进行加工,但此类企业的原材料大都是一系列的自然资源,用以提炼、加工形成原材料用于生产,而这些中的部分自然资源往往不可再生或者生命周期较长。鉴于此,在选取第三层供应商时,资质能力也是极其重要的。追溯到某些程度,开采矿石也是供应商资质能力高低的一种体现。其中,资质能力主要包括基本情况、财务状况、证书资历。

4 基于大数据分析的电网设备供应链溯源评价模型

指标权重是指研究对象的各个考察指标相对重要程度和相对价值的大小以及在总体评价系统中所占比重的量化值。借助统计学原理,将每个指标的

权重记一个0-1的小数,将1(100%)视为被测对象所有指标权重之和,这样每个指标对应的小数被称为“权重系数”。在任何多指标综合评价或群体评价系统中,若各评价指标之间对决策目标的重要程度发生变化,则评价结果也随之改变,合理地分配指标权重是任何评价系统都无法回避的重要环节。因此,本章将对主客观两种类型的指标赋权方法进行详细的叙述。

4.1 主观赋权法

在某些评价系统中,可以直接由专家根据经验和实际情况辨别指标的重要性程度。主观赋权法是相对成熟的方法,有德尔菲法、层次分析法、特征值法、序关系分析法等。主观赋权法在许多应用背景中经常被称为基于“功能驱动”原理的赋权法,进一步可以细分为直推型的主观赋权法和反推型的主观赋权法,两者既有联系,又相互区别。

直推型的主观赋权法的赋权侧重点在于直观反映评价者对评价指标重要程度的比较,以此为基础获取权重系数,也被称为“指标偏好型”赋权法,典型的代表有特征值法和序关系分析法。反推型的主观赋权法则是从备选方案的角度出发,以结果为导向反推出权重系数,一般的理解为,将求权重的过程转化为创造条件检验结论的过程,也被称为“方案偏好型”赋权法。基于方案序偏好的赋权法和基于方案偏好强度的赋权法均是此类方法的典型代表。

4.2 客观赋权法

在实际应用中,利用主观赋权法所确定的权重系数是否真的有意义?因为相关专家的知识、经验与偏好对其有很大程度的影响,所以为了弱化在确定权重系数时专家人为因素的影响,可选择偏重数学推理的客观赋权法。

客观赋权法区别于主观赋权法,该方法的核心思想在于“差异驱动”原理。在一些评价系统中,尤其是新兴领域尚未形成完整明确的体系,指标权重的确定侧重测度某一评价指标对其他指标的影响能力或该指标取值的波动程度在总体指标系统中的高低更有指导意义。在“差异驱动”思想的指导下,原始信息需要从客观应用背景中收集和提炼,信息处理的侧重点也相应地调整为深入剖析各指标间的相互联系及影响。各指标之间的相互影响程度或各指标所包含的信息量的大小,为指标权重的确定提供科学的依据。

4.3 模糊综合评价法

模糊综合评价方法是模糊数学中最基本的数学方法之一,该方法是以隶属度来描述模糊界限的。由于评价因素的复杂性、被评价对象的层次性、评价标准中存在的模糊性以及评价影响因素的模糊性或不确定性、定性指标难以量化等一系列问题,所以人们难以用绝对的“非此即彼”来准确地描述客观现实,经常存在着“亦此亦彼”的模糊现象,其描述也多用自然语言来表达,而自然语言最大的特点是它的模糊性,这种模糊性很难用经典数学模型加以统一量度。因此,建立在模糊集合基础上的评价,从多个指标对被评价事物隶属等级状况进行综合性评判,它把被评判事物的变化区间做出划分,一方面可以估计对象的层次性,使得评价标准、影响因素的模糊性得以体现;另一方面在评价中又可以充分发挥人的经验,使评价结果更客观,符合实际情况。模糊综合评判可以做到定性和定量因素相结合,扩大信息量,使评价数度得以提高,评价结论可信。

5 结论

电网物资的供应是电网建设发展的重要保障,稳定持续的高质物资供应对当前处于快速发展壮大时期的国家电力行业来说是至关重要,建设完整高效的物资供应商体系是电网企业增强竞争力,持续发展的重要基础,而选择优质的物资供应商是物资供应体系的前提^[16-18]。

本文在客观分析了国家电网企业物资供应商评价和管理现状的基础上,遵循供应商评价指标体系构建的原则,结合电网物资供应行业的特点,以提升供应商管理的动态化、精细化和科学化研究重点,从已有的大量国内外学者相关的供应商评价研究文献中,基于主客观指标权重的确定方法,提取电力物资供应商评价指标,构建电力设备供应商溯源的评价指标体系。电网供应商质量管控项目的开展,也从质量管控体系、质量管控方法及质量管控手段三方面的实现理论方法应用和信息化实践的创新。

参考文献:

- [1] 郭伟,宋纪恩,徐冶秋,汪伦,等.基于元分析的电力物资供应商评价指标提取及其体系构建研究[J].智能电网,2018,8(01):39-60.
GUO Wei, SONG Jien, XU Yeqiu, et al. Evaluation index extraction and system construction of grid material supplier: a meta-analytic

- review[J]. Smart Grid, 2018, 8(01): 39-60.
- [2] 王成现.基于灰色关联分析的电力物资供应商评价模型研究[J].智能电网,2018,8(01):70-75.
WANG Chenxian. Electrical supplier evaluation model based on gray relational analysis[J]. Smart Grid, 2018, 8(01): 70-75.
- [3] 朱朝阳,王继业,邓春宇.电力大数据平台研究与设计.[J].电力信息与通信技术,2015,13(06):1-7.
ZHU Chaoyang, WANG Jiye, DENG Chunyu. Research and design of electric power big data platform[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2015, 13(06): 1-7.
- [4] 刘文霞,赵天阳,邱威,等.基于闭环供应链的集中性充-换电系统运营优化[J].中国电机工程学报,2014,34(22):3732-3742.
LIU Wenxia, ZHAO Tianyang, QIU Wei, et al. Operation optimization of centralized battery swap charging system based on closed-loop supply chain[J]. Proceedings of the CSEE, 2014, 34(22): 3732-3742.
- [5] 王亚龙,李滨,谭婷婷.基于模糊层次分析法的电网投资建设项目经济性后评价[J].智能电网,2017,5(4):386-391.
WANG Yalong, LI Bing, TAN Tingting. Economic post-evaluation of grid investment construction project based on fuzzy analytic hierarchy process[J]. Smart Grid, 2017, 5(04): 386-391.
- [6] 侯丹,李刚,赵文清,等.大数据分析及可视化技术在电网公司的应用[J].智能电网,2015,3(12):1186-1191.
HOU Dan, LI Gang, ZHAO Wenqing, et al. Application of big data analysis and visualization technology in power grid company[J]. Smart Grid, 2015, 3(12): 1186-1191.
- [7] 贾雷亮,周景,申卫华,等.基于系统动力学的电网自然灾害应急资源配置模型[J].广东电力,2014,27(09):42-48.
Jia Leiliang, Zhou Jing, Shen Weihua, et al. Configuration model for power grid natural hazard emergency resource based on system dynamics[J]. Guangdong Electric Power, 2014, 27(09): 42-48.
- [8] G AKMAN. Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods[J]. Computers & Industrial Engineering, 2015, 86(C): 69-82.
- [9] S LUTHRA, K GOVINDAN, D KANNAN, et al. An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 140: 1686-1698.
- [10] 林鸿基,林振智,林冠强,等.基于信息熵权和层次分析法的电网关键节点识别[J].广东电力,2016,29(12):27:50-56.
LIN Hongji, LIN Zhenzhi, LIN Guanqiang, et al. Identification for critical nodes of power grid based on information entropy weight and analytic hierarchy process[J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(12): 50-56.
- [11] 张东霞,苗新,刘丽平,等.智能电网大数据技术发展研究[J].中国电机工程学报,2015,35(01):2-12.
ZHANG Dongxia, MIAO Xin, LIU Liping, et al. Research on development strategy for smart grid big data[J]. Proceedings of the CSEE, 2015, 35(01): 2-12 (in Chinese).

- [12] 杨伟坚,熊焰雄,廖红. 电力设备质量管理的思路[J]. 广东电力,2011,24(10):100-104.
YANG Weijian, XIONG Yanxiong, Liao Jiang. Discussion on idea of quality management on electric equipment [J]. Guangdong Electric Power, 2011, 24(10): 100-104.
- [13] 赵晨雪,陶顺,肖湘宁. 基于电能质量检测系统电压暂降信息的故障定位估计方法[J]. 电网技术,2016,40(02):642-648.
ZHAO Chenxue, TAO Shun, XIAO Xiangning. Fault location estimation based on voltage sag information of PQMS[J]. Power System Technology, 2016, 40(02): 642-648.
- [14] 耿俊成,张小斐,袁少光,等. 基于大数据分析的电网设备质量评价[J]. 电力大数据,2018,21(05):36-40.
GENG Juncheng, ZHANG Xiaofei, Yuan Shaoguang, et al. Quality evaluation of power grid equipment based on big data analysis [J]. Power systems and big data, 2018, 21(05): 36-40.
- [15] 林炳花,林丽萍. 大数据技术在电力通信网的应用分析[J]. 电力大数据,2017,20(10):35-38.
LIN Binghua, LIN Liping. Application analysis of big data technology in power communication network [J]. Power Systems and Big Data, 2017, 20(10): 35-38.
- [16] 唐根土. 水电厂发电机技术改造项目的物资供应链管控[J]. 浙江电力,2016,35(04):62-64.
TANG Gentu. Research on control of material supply chain for technical renovation of hydropower generator sets [J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(04): 62-64.
- [17] 藏志刚. 内蒙古电力物资管理信息平台架构及功能设计[J]. 内蒙古电力技术,2017,35(04):92-96.
ZANG Zhigang. Material management information platform architecture of inner mongolia power and its function design [J]. Inner Mongolia Electric Power, 2017, 35(04): 92-96.
- [18] 陈珏伊. 大数据在电力物资需求预测管理中的应用研究[J]. 电力大数据,2018,20(03):83-87.
CHEN Jueyi. Application research on big data in the demand forecast management of power material [J]. Power systems and big data, 2018, 20(03): 83-87.

收稿日期:2017-08-11

作者简介:



郭伟(1976),男,本科,硕士,高级工程师,主要从事物资管理工作。

(本文责任编辑:范斌)

Research on traceability management evaluation of power grid equipment supply chain based on big data

GUO Wei¹, FENG Shuming², WANG Lun¹

(1. State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd., Nanjing 210024 Jiangsu, China;

2. Jiangsu Electric Power Information Technology Co., Ltd., Nanjing 210029 Jiangsu, China)

Abstract: In order to strengthen the source control of power grid equipment quality, solve the problem of equipment quality traceability, and achieve the whole quality control throughout the whole life cycle of equipment. Starting from the idea of big data, this paper first sets up a framework model for the evaluation of supply chain traceability management of power grid equipment based on big data, and points out the technical route of the traceability management evaluation of the supply chain of power grid equipment. Secondly, the network crawler technology is used to crawl and process the scattered mass data so as to extract information from power equipment suppliers, the evaluation index system of power supplies supplier is constructed with 5 first grade index, 8 two level index and two dimension index, and the relationship between the indexes is analyzed. Finally, how to reasonably match the index weight is explored, The three weight determination methods such as the subjective right method, objective empowerment method and fuzzy comprehensive evaluation are compared and analyzed, thus the traceability management evaluation model of power grid equipment supply chain is built, which can provide reference for the supplier evaluation and optimization of the power grid enterprises.

Key words: supply chain; power grid equipment; evaluation index system; big data