

产品生命周期评价报告

报告编号: LCA-CTC-2025-0018

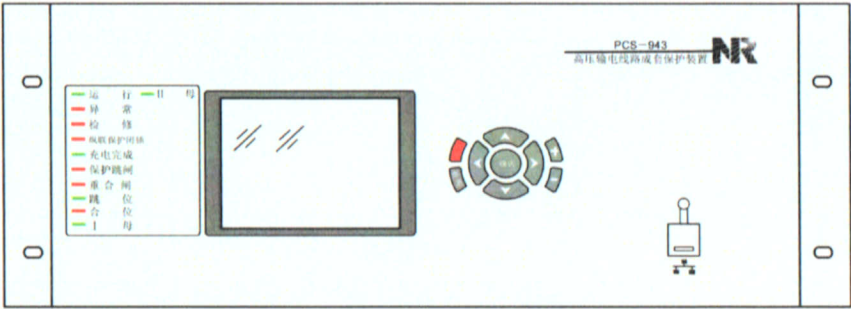
申请单位: 南京南瑞继保工程技术有限公司

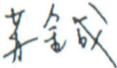
产品类别: 继电保护及稳定控制设备

中国国检测试控股集团股份有限公司

China Testing & Certification International Group Co.,Ltd.



汇总信息			
公司描述			
申请方企业名称	南京南瑞继保工程技术有限公司		
申请方企业地址	南京江宁经济技术开发区苏源大道 69 号		
生产方企业名称	南京南瑞继保工程技术有限公司		
生产方企业地址	南京江宁经济技术开发区苏源大道 69 号		
联系人	邓吉勇	电话	13951661614
产品描述			
产品类别	继电保护及稳定控制设备		
产品照片			
标准依据	1.GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III 型环境声明原则和程序 (ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations -Type III environmental declarations-Principles and procedures, IDT) 2.GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价原则与框架 (ISO14040: 2006, Environmental management--Life cycle assessment--Principles and frameworks, IDT) 3.GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价要求与指南 (ISO14044: 2006, Environmental management--Life cycle assessment--Requirements and guidelines, IDT)		
生命周期评价			
功能单位	1 台继电保护及稳定控制设备		
系统边界	从资源开采、原辅料生产及运输、能源生产及运输、产品生产到产品出厂 (从摇篮到大门)		

环境影响评价	物质资源：金属/矿物-非生物耗竭潜力	3.508E-02	kg Sb-E/Pieces
	气候变化-全球变暖潜力（GWP100）	1.879E+02	kg CO2-E/Pieces
	能源：不可再生-非生物消耗潜力（ADP）：化石燃料	7.581E+04	MJ/Pieces
	光化学氧化剂形成-光化学氧化	2.869E-01	kg ethylene-E/Pieces
	臭氧消耗-臭氧层消耗	5.543E-06	kg CFC-11-E/Pieces
	生态毒性：淡水-淡水水生生态毒性	1.511E+00	kg 1,4-DCB-E/Pieces
	生态毒性：陆地-陆地生态毒性	2.754E-13	kg 1,4-DCB-E/Pieces
	人体毒性	6.714E+03	kg 1,4-DCB-E/Pieces
	生态毒性：海洋-海洋水生生态毒性	5.995E+05	kg 1,4-DCB-E/Pieces
	酸化	2.065E+00	kg SO2-E/Pieces
	富营养化	6.085E-01	kg PO4-E/Pieces
舍去的单元过程	/		
签发日期	2025-05-28		
备注	详细的生命周期评价报告见第 1 页到第 14 页		
编制		日期	2025.5.28
审核		日期	2025.5.28
批准		日期	2025.5.28

目 录

1、企业简介	1
2、生命周期评价概述	2
2.1 目标与范围	2
2.1.1 研究目的	2
2.1.2 功能单位	2
2.1.3 系统边界	3
2.2 环境影响指标	3
2.3 数据取舍规则	3
2.5 软件和数据库	5
3、生命周期清单	5
3.1 数据收集时间范围	5
3.2 产品生产工艺流程介绍	5
3.3 原材料消耗数据	5
3.4 能源数据	6
3.5 计算程序	6
4、生命周期评价	7
5、生命周期解释	8
5.1 假设和局限性	8
5.2 数据质量评估	9
5.2.1 代表性	9
5.2.2 完整性	9
5.2.3 可靠性	9
5.2.4 一致性	9
6、结论与建议	10
6.1 结论	10
6.2 建议	10
参考文献	11
附件：PCS 系列继电保护及稳定控制设备产品型号	12

1、企业简介

南京南瑞继保工程技术有限公司（简称“南瑞继保”）主要从事电力保护控制、智能电力装备和工业过程控制的研发和产业化，是南京南瑞继保电气有限公司的全资子公司。南瑞继保是国家重点高新技术企业、国家技术创新示范企业，中宣部确定的企业自主创新全国重大宣传典型。获评国家卓越工程师团队、国家制造业单项冠军、国家智能制造示范工厂、国家绿色工厂、江苏省省长质量奖、江苏省优秀企业。中国工程院沈国荣院士担任公司董事长。

南瑞继保总部设在南京，在南京和常州两地建有科研和产业化基地，在北京、广州、西安等 8 个地区设有国内区域销售和技术服务中心，在英国、印度尼西亚、马来西亚、尼日利亚等地设立了各大洲的国际分支机构和本地化的技术服务中心。

以务实解决实际问题为创新理念，南瑞继保在继电保护、电网安全稳定控制、特高压交直流输电和柔性交直流输电等领域取得了一批支撑和引领行业发展的研发成果。迄今已完成重大研究开发项目 338 项；获得国家科技进步特等奖 1 项、国家科技进步奖一等奖 1 项、国家科技进步奖二等奖 4 项、国家发明奖二等奖 2 项、省部级科技进步特等奖 2 项、省部级科技进步奖一等奖 25 项；累计获得有效专利 2595 件，其中国内专利授权 2185 件，国外专利授权 410 件；主导和参与编制发布国际标准 15 项、国家标准 171 项、行业标准 186 项。

南瑞继保核心产品市场占有率高，继电保护产品在 220kV 及以上电压等级的国内市场占有率近 40%，产品广泛应用于三峡输变电、“西电东送”、北京奥运、上海世博、杭州 G20 等国家重点工程。公司的继电保护、电网安全稳定控制、高压交直流输电控制保护等技术打破了国外公司的长期技术和产品垄断，以其先进性、实用性和可靠性，提高了我国电网安全稳定运行水平。

南瑞继保坚持“做精主业、外延发展”的发展战略，产业方向从电网电厂自动化向智能电力装备、工业过程控制等领域成功拓展，开发完成柔性直流输电成套装备、高压直流断路器、特高压直流换流阀和统一潮流控制系统（UPFC）等一系列高端智能电力装备，真正掌握核心关键技术。先后承接 ±1100kV 吉泉特高压直流、舟山五端柔性直流、500kV 苏南 UPFC 工程、±500kV 张北柔直电网等重点工程，得到各界广泛认可。公司在新能源发电、轨

道交通、综合能源利用、工业过程控制等领域正积极开拓，利用公司控制保护的技术优势，实现产业的全面深化和拓展。公司还加大了国际市场开拓力度，目前南瑞继保产品已远销全球 100 多个国家和地区。

2、生命周期评价概述

生命周期评价方法（Life Cycle Assessment, LCA）是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法，它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯，帮助生产者识别环境问题所产生的阶段，并进一步规避其在产品不同生命周期阶段和不同环境影响类型之间进行转移。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价，用于行业内企业的对标和改进、行业外部的交流，并为行业政策制定提供参考依据。

基于以上研究背景，本项目按照 ISO14040/44 的要求，建立被研究产品从原材料生产到产品出厂的生命周期模型，编写 LCA 分析报告，结果和相关分析可用于以下目的：

得到产品的生命周期环境影响指标结果，用于作为被研究产品生产企业比较不同工艺下产品的资源环境效率的基础，为未来选择更为环境友好的工艺技术创造条件。

报告可用于评估选用不同原材料造成的环境影响，用于辅助被研究产品的绿色设计。

报告可用于市场宣传，展示企业产品在资源环境效率方面的优势，建立良好的产品形象。

本报告中包含产品全球变暖潜势（GWP）指标结果，可作为企业开展产品碳足迹认证的基础。

2.1 目标与范围

2.1.1 研究目的

本项目主要研究目的为得到产品的生命周期环境影响指标结果，识别产品全生命周期存在的主要环境问题，以提升产品的设计、开发及企业内部环境管理服务，也可用于政府部门有关环境的决策研究。

2.1.2 功能单位

1 台继电保护及稳定控制设备。

2.1.3 系统边界

按照 ISO14040 标准，对产品进行生命周期评价首先要对其生命周期范围即系统边界进行设定，系统边界的确定是生命周期评价的一个重要环节。此工作步骤直接决定了整个项目的质量水平及工作方向。本次继电保护及稳定控制设备产品的系统边界为原材料获取、原材料运输、产品生产阶段。

2.2 环境影响指标

环境影响类型和指标的选择取决于研究的目的，它将影响数据收集的范围。环境指标选择可考虑报告的受众和应用，如目标市场、客户、相关方所关注的环境问题，以及产品特有的环境影响类型。

根据产品特点、行业特点以及国内外绿色发展指标，本研究考虑的环境影响类别包括金属/矿物-非生物耗竭潜力、气候变化-全球变暖潜力（GWP）、能源：不可再生-非生物消耗潜力（ADP）：化石燃料、光化学氧化剂形成-光化学氧化、臭氧消耗-臭氧层消耗、生态毒性：淡水-淡水水生生态毒性、生态毒性：陆地-陆地生态毒性、人体毒性、生态毒性：海洋-海洋水生生态毒性、酸化、富营养化。

2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和环境影响指标的基础上，应规定一套数据取舍准则，忽略对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本研究取舍准则如下：

- a) 普通物料重量<1%产品重量时，可忽略该物料的生产及运输数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；
- b) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；
- c) 原则上应包括与所选环境影响类型相关的所有环境排放，但在环境排放数据不可得或缺失的情况下，可忽略，但应在报告中解释说明。

2.4 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断 LCA 结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本研究数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完

整性、可靠性、一致性。

1) 数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关。

时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数据。

技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

2) 数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对某一环境影响指标超过 5% 的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释和说明。

数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用实际生产记录数据，环境排放数据应优先选用环境监测报告数据。所有数据将详细记录相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、地区的数据作为替代。并应在报告中解释和说明。

数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

4) 一致性

所有实景数据（包括每个过程消耗与排放数据）应采用一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。若存在不一致的情况，应

2.5 软件和数据库

本研究采用瑞士 Ecoinvent 数据库的数据建立产品生命周期模型并计算分析。Ecoinvent 数据库是国际上用户最多的 LCA 数据库之一，包含欧洲及世界多国的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。Ecoinvent 数据库适用于含进口原材料的产品或出口产品的 LCA 研究，在本项目中也用于代替中国本地缺失的数据。

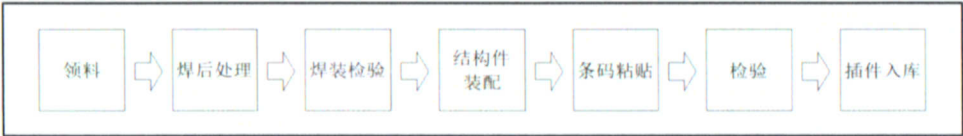
3、生命周期清单

3.1 数据收集时间范围

2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日。

3.2 产品生产工艺流程介绍

继电保护及稳定控制设备产品的生产步骤包括领料、焊后处理、焊装检验、结构件装配、条码粘贴、检验和插件入库，生产工艺流程图如下入所示。



3.3 原材料消耗数据

继电保护及稳定控制设备原材料消耗数据来源于企业 2024 年实际消耗量统计，下表为生产 1 台继电保护及稳定控制设备所消耗的原材料量，具体数据如表 1 所示：

表 1 原材料消耗清单数据

名称	数量	单位	运输方式	运输里程 km
PCB 板	1.4258	kg	汽运	1023
插装电容	0.1770	kg	汽运	121
插装电阻	0.0661	kg	汽运	96
插装二极管	0.0195	kg	汽运	188
插装器件	0.1473	kg	汽运	533
插装芯片	0.1775	kg	汽运	1200
插座	1	item	汽运	30
电感贴片	0.0049	kg	汽运	480

端子	0.3082	kg	汽运	149
发光二极管	0.0018	kg	汽运	126
法兰	0.0117	kg	汽运	12
互感器	1.2293	kg	汽运	144
机箱	7.12	kg	汽运	140
继电器	0.1015	kg	汽运	14
晶振	0.0041	kg	汽运	242
排阻	0.0041	kg	汽运	36
贴片电感	0.0158	kg	汽运	258
贴片电容	0.0376	kg	汽运	793
贴片电阻	0.0376	kg	汽运	1022
贴片二极管	0.0068	kg	汽运	285
贴片螺母	0.0073	kg	汽运	1360
贴片芯片	0.0422	kg	汽运	140
网络变压器	0.0012	kg	汽运	30
高频变压器	0.0806	kg	汽运	30
助焊剂	0.0176	kg	汽运	30
清洗剂	0.0163	kg	汽运	315
三防胶	0.0252	kg	汽运	29
锡条	0.0436	kg	汽运	35
瓦楞纸箱	1.28	kg	汽运	180
EPE 缓冲材料	0.5	kg	汽运	180

3.4 能源数据

本报告中的直接能源数据涉及电能等，运输方式为线路运输。本研究涉及的能源生产数据以及运输基础数据来源于 ecoinvent3.9.1 数据库。表 2 中列出了继电保护及稳定控制设备产品生产过程中主要能源消耗量。

表 2 能源消耗清单数据

名称	数量	单位	运输方式	运输里程 km
电力	24.16	kWh	线路	——

3.5 计算程序

根据计算程序对该产品系统中每一单元过程和功能单位求得清单结果，计算应以统一的功能单位作为该系统所有单元过程中物、能流的共同基础，求得系统中所有的输入和输出数据。数据有效性的确认可包括建立物质和能量平衡和进行排放因子的比较分析。在此过程中，如发现不合理的数据，就要予以替换。

4、生命周期评价

生命周期影响评价的计算过程是将每个工序的清单数据输入到软件中，构建出对应的工艺模型，然后通过各个工序的投入及产出关系，将各个工序单元过程进行连接，最后通过软件内置的评价方法，计算各类环境影响指标。

继电保护及稳定控制设备生命周期环境影响评价结果如表 3 所示，其中物质资源：金属/矿物-非生物耗竭潜力为 $3.508\text{E}-02 \text{ kgSb-E}$ ，气候变化-全球变暖潜力（GWP100）为 $1.879 \text{E}+02 \text{ kg CO}_2\text{-E}$ ，能源：不可再生-非生物消耗潜力（ADP）为 $7.581\text{E}+04 \text{ MJ}$ ，臭氧消耗为 $5.543 \text{E}-06 \text{ kg CFC-11-E}$ ，人体毒性为 $6.714\text{E}+03 \text{ kg 1,4-DCB-E}$ ，酸化为 $2.065\text{E}+00 \text{ kg SO}_2\text{-E}$ ，富营养化为 $6.085\text{E}-01 \text{ kg PO}_4\text{-E}$ 。

表 3 继电保护及稳定控制设备生产生命周期环境影响评价结果

环境影响类别	单位	数量
物质资源：金属/矿物-非生物耗竭潜力	$3.508\text{E}-02$	kg Sb-E/Pieces
气候变化-全球变暖潜力（GWP100）	$1.879\text{E}+02$	$\text{kg CO}_2\text{-E/Pieces}$
能源：不可再生-非生物消耗潜力（ADP）：化石燃料	$7.581\text{E}+04$	MJ /Pieces
光化学氧化剂形成-光化学氧化	$2.869\text{E}-01$	$\text{kg ethylene-E/Pieces}$
臭氧消耗-臭氧层消耗	$5.543\text{E}-06$	$\text{kg CFC-11-E/Pieces}$
生态毒性：淡水-淡水水生生态毒性	$1.511\text{E}+00$	$\text{kg 1,4-DCB-E/Pieces}$
生态毒性：陆地-陆地生态毒性	$2.754\text{E}-13$	$\text{kg 1,4-DCB-E/Pieces}$
人体毒性	$6.714\text{E}+03$	$\text{kg 1,4-DCB-E/Pieces}$
生态毒性：海洋-海洋水生生态毒性	$5.995\text{E}+05$	$\text{kg 1,4-DCB-E/Pieces}$
酸化	$2.065\text{E}+00$	$\text{kg SO}_2\text{-E/Pieces}$
富营养化	$6.085\text{E}-01$	$\text{kg PO}_4\text{-E/Pieces}$

注：E 为 equivalent 的缩写，意为当量。

继电保护及稳定控制设备生命周期各阶段对环境影响的贡献如图 2 所示。其中图 2a 为继电保护及稳定控制设备原料获取阶段和生产阶段对酸化、气候变化、物质资源、臭氧消耗等环境影响的贡献，图 2b 为继电保护及稳定控制设备原料获取阶段和生产阶段对生态毒性、光化学氧化等环境影响的贡献，图 2c 为继电保护及稳定控制设备原料获取阶段和生产阶段对能源、富营养化和人体毒性等环境影响的贡献。



图 2a 生命周期各阶段对环境影响的贡献



图 2b 生命周期各阶段对环境影响的贡献



图 2c 生命周期各阶段对环境影响的贡献

5、生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次继电保护及稳定控制设备 LCA 报告的实景数据中,继电保护及稳定控

制设备生产过程数据来源于企业数据，背景数据来源于瑞士的 Ecoinvent 数据库。继电保护及稳定控制设备生产数据仅代表特定企业的生产水平，其他企业同类产品生产的实际数据可能与本报告有一定的偏差。

受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查所有原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步完善调研缺失原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中各单元过程实景数据采用企业生产统计数据，数据代表特定生产企业的一般水平。背景数据库数据采用近 3 年的数据。

5.2.2 完整性

(1) 模型完整性

本次报告中产品生命周期模型均包含上游原辅料生产和运输、产品生产过程，满足本研究对系统边界的定义。

(2) 背景数据库完整性

本研究所使用的背景数据库为瑞士的 Ecoinvent 数据库。Ecoinvent 数据库包含欧洲及世界多个国家的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。

5.2.3 可靠性

(1) 实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程主要原料和能源消耗数据均来自企业资料统计或实测数据，数据可靠性高。

(2) 背景数据可靠性

本研究中 ecoinvent 数据库数据采用全球最新的统计数据、调查数据和文献资料，数据代表了目前生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本研究所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出进行

统计。所有背景数据采用一致的统计标准，其中 ecoinvent 数据库在开发过程中建立了统一的核心模型，并进行详细文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

6、结论与建议

6.1 结论

本次报告主要得出以下结论：一台继电保护及稳定控制设备的原料获取阶段对其生命周期环境影响最大，在各项环境影响类别中，均占到生命周期的 90% 以上，其中原料获取中，PCB 板、插装电容、插装芯片、机箱、继电器、贴片电感、贴片电容等原料对原料获取阶段的生命周期环境影响较大，在生产阶段中，电力对生产阶段的生命周期环境影响较大。

6.2 建议

建议企业带动上游原、辅材料供应商开展 LCA 评价，将环境友好的理念贯彻于整个供应链中，降低产品全生命周期对环境的影响。

加强原材料供应商管理，尽量选择对环境排放较少的原材料，以及选择运输距离较近的供应商。

根据研究可知，在产品生产过程中能源的使用对环境贡献度占比较大。公司可从产品生产工艺及各工序阶段的能源消耗角度进行节能管理，在降低能源消费的同时降低碳排放。积极使用绿电、光伏、生物质能等清洁能源作为生产过程的主要能源。

根据研究可知，原辅材料的使用对环境贡献度占比最大。公司可从各原料如包装的使用量，材质及损耗等方面进行综合考虑。依据绿色设计原则，开展相关原辅材料可替代性的研究。

参考文献

- [1]GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序 (ISO 14025:2006 , Environmental labels and declarations -Type III environmental declarations-Principles and procedures, IDT)
- [2]GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架 (ISO 14040:2006, Environmental management -Life cycle assessment - Principles and framework, IDT)
- [3]GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南 (ISO 14044:2006, Environmental management- Life cycle assessment- Requirements and guidelines, IDT)
- [4]原材料管生产生命周期评价技术规范 (产品种类规则,PCR)
- [5]Ecoinvent 数据库 欧洲生命周期清单数据库 3.9.1 版本

附件：PCS 系列继电保护及稳定控制设备产品型号

PCS 系列继电保护及稳定控制设备	
序号	型号名称
1	PCS-917
2	PCS-921
3	PCS-922
4	PCS-923
5	PCS-929
6	PCS-931
7	PCS-941
8	PCS-943
9	PCS-953
10	PCS-974
11	PCS-978
12	PCS-992
13	PCS-993
14	PCS-994
15	PCS-995
16	PCS-996
17	PCS-9705
18	PCS-9657
19	PCS-9655