宁波速普电子有限公司

指令开关产品碳足迹报告

产品生产单位：宁波速普电子有限公司

报告编制单位：合律技术服务（广州）有限公司

报告编制日期：2024年5月15日

**目录**

[1目标与范围定义 1](#_Toc164282339)

[1.1 项目背景 1](#_Toc164282340)

[1.1.1 产品简介 1](#_Toc164282341)

[1.1.2 产品生产工艺 1](#_Toc164282342)

[1.1.3 生产企业介绍 3](#_Toc164282343)

[1.1.4 生产设备 4](#_Toc164282344)

[1.2目的 6](#_Toc164282345)

[1.3 范围 7](#_Toc164282346)

[1.3.1 功能单位 7](#_Toc164282347)

[1.3.2 系统边界 7](#_Toc164282348)

[1.3.3 碳排放模型 8](#_Toc164282349)

[1.3.3 数据取舍原则 8](#_Toc164282350)

[1.3.4 软件和数据库 9](#_Toc164282351)

[2 生命周期清单分析 10](#_Toc164282352)

[2.1 数据收集 10](#_Toc164282353)

[2.1.1 概况及原则 10](#_Toc164282354)

[2.1.2 现场数据采集 10](#_Toc164282355)

[2.1.3 背景数据采集 11](#_Toc164282356)

[2.1.4 原材料采购和预加工 12](#_Toc164282357)

[2.1.5 生产 12](#_Toc164282358)

[2.1.6 数据分配 12](#_Toc164282359)

[2.2 生命周期数据清单 12](#_Toc164282360)

[3 影响评价 14](#_Toc164282361)

[3.1 环境影响指标 14](#_Toc164282362)

[3.2 清单因子归类 14](#_Toc164282363)

[3.3 影响评价 14](#_Toc164282364)

[3.3.1 产品碳足迹结果与分析 14](#_Toc164282365)

[3.3.2 碳足迹评价 15](#_Toc164282366)

[4 生命周期结果解释 17](#_Toc164282367)

[4.1 假设与局限性说明 17](#_Toc164282368)

[4.2 完整性说明 17](#_Toc164282369)

[4.3 结果与建议 17](#_Toc164282370)

# 1目标与范围定义

# 项目背景

## 产品简介

按钮开关根据面板安装孔径不同分为TS2系列和TS6系列两种规格。TS2系列为面板安装孔径为22mm，TS6系列为面板安装孔径为16mm。TS系列按钮开关结构新颖、外观精美、品种齐全，广泛应用于工业自动化、电力、机械设备等领域。产品如图1所示。



**图1产品图**

## 产品生产工艺

生产工艺说明：将外购的ABS/PP塑料用注塑机进行注塑成型得到塑料件；铁青铜、紫铜通过冲压后得到铜件；然后将自产塑料件、铜件与外购的电容、电阻、二极管、橡胶件进行组装，组装完成后，然后检验合格后即为产品，最终包装入库。

模具（配套注塑机使用）：将模具钢经铣床开粗后进行热处理加工（外协），然后打孔、磨床加工，再用数控立式加工中心进行CNC精加工，用中走丝、慢走丝进行走丝精加工，用火花机进行火花精加工，并将得到的产品进行组装成模具。最后利用三坐标、影像仪、投影仪检验合格后入库。企业模具为自用，不外售。

CNC精加工：利用数控立式加工中心将加工路线指车刀从对刀点开始运动起，直至返回该点并结束加工程序所经过的路径，包括切削加工的路径及刀具切入、切出等非切削空行程路径进行编程，使之完成一系列的机械加工。同时使用切削液进行润滑和冷却，循环使用，定期补充，不外排。

走丝精加工：利用中走丝、慢走丝切割机将工件切割成型。设备以连续移动的铜丝为电极，对工件进行脉冲火花电蚀除金属，切割成型，本工序主要用于加工各种形状复杂的精密细小的工件，此过程使用切削液作为介质，循环使用，定期补充，不外排。

火花精加工：利用电火花机对工件的孔型和孔腔进行加工。此工序是利用浸在电火花机油中的两极间的脉冲放电时产生的电蚀作用蚀除导电材料的特种加工方法。其中火花油循环使用，定期补充，不外排。

注塑产生的塑料料头经注塑机配套的机边粉碎机粉碎后回用于生产，采用封闭式粉碎机，期间只产生少量的粉碎粉尘。注塑间接冷却水循环使用，定期补充，不外排。

产品生产工艺如下图所示。

****

**图2产品生产工艺流程图**

## 生产企业介绍

宁波速普电子有限公司成立于1999年3月25日，法人代表卢迪，注册资本1500万元，厂址位于慈溪市高新技术产业开发区新兴四路150号，是一家集研发、生产、销售、服务于一体的全球电气产业供应商。产品广泛应用在智能楼宇、工业自动化、传统输配电、新能源电力及轨道交通等行业。与奥的斯电梯、迅达电梯、三菱电机、施耐德电气、上海电气、现代重工、中车集团、南车时代、浦镇车辆等全球知名企业保持紧密合作。

企业现已通过ISO9001：2015、ISO/TS22163：2017、IATF16949：2016、ISO14001：2015、ISO45001：2018等管理体系认证，CQC、UL、VDE、TUV、CE等国际认证，共取得发明专利7项，实用新型专利27项，外观设计14项。

公司先后荣获得“国家高新技术企业”、“国家专精特新小巨人企业”、“宁波工程技术中心”、“市级管理标杆型企业”、“国家和宁波市两级创新基金”、“宁波市科技型企业”、“国际标准认证证书”、“知识产权管理体系认证证书”、“慈溪市企业工程中心”。

## 生产设备

表1 设备清单

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **型号** | **数量（台）** | **单台额定功率（kW）** | **额定总****功率****（kW）** | **厂家** | **节能 措施** |
| 1 | 磨床 | JL-614 | 3 | 1.2 | 3.6 | / | / |
| 2 | 磨床 | LSG-614S | 2 | 1.2 | 2.4 | / | / |
| 3 | 磨床 | TK-614 | 4 | 1.2 | 4.8 | / | / |
| 4 | 磨床 | KGS-84AH D | 1 | 1 | 1 | / | / |
| 5 | 中走丝 | FW1U | 3 | 2 | 6 | / | / |
| 6 | 中走丝 | FH300D | 3 | 2.5 | 7.5 | / | / |
| 7 | 铣床 | JOLNT-3VA | 2 | 2 | 4 | / | / |
| 8 | 铣床 | SHCM-97A | 2 | 3.5 | 7 | / | / |
| 9 | 穿孔机 | DB703 | 2 | 1.2 | 2.4 | / | / |
| 10 | 摇臂钻 | / | 1 | 1.2 | 1.2 | / | / |
| 11 | 慢走丝 | W32FB | 12 | 12 | 144 | MAKINO | / |
| 12 | CNC自动化线加工系统 | / | 1 | 5 | 5 | / | / |
| 13 | 高速铣 | V22 | 2 | 15 | 30 | MAKINO | / |
| 14 | 数控立式加工中心（高速铣） | F3 | 2 | 40 | 80 | MAKINO | / |
| 15 | 数控立式加工中心（高速铣） | V33I | 3 | 15 | 45 | MAKINO | / |
| 16 | 机器人 | / | 1 | 5 | 5 | / | / |
| 17 | 三坐标 | 1650×860 | 1 | 15 | 15 | / | / |
| 18 | 三坐标 | 2100×1300 | 2 | 15 | 30 | / | / |
| 19 | 电极库系统 | / | 1 | 5 | 5 | / | / |
| 20 | 电火花机 | B30 | 2 | 9 | 18 | 北京电加工研究所 | / |
| 21 | 电火花机 | EDGE2 | 10 | 8 | 80 | MAKINO | / |
| 22 | 电火花机 | EDGE3 | 6 | 10 | 60 | MAKINO | / |
| 23 | 电火花自动加工系统 | / | 1 | 5 | 5 | / | / |
| 模具生产小计 | / | 75 | / | 625.40 | / | / |
| 1 | 冲压机 | FC-25 | 1 | 6 | 6 | / | / |
| 2 | 冲压机 | FC-45 | 4 | 8.5 | 34 | / | / |
| 3 | 冲压机 | 45T | 2 | 12.8 | 25.6 | 振力 | / |
| 4 | 冲压机 | 60T 高速 | 2 | 11 | 22 | / | / |
| 5 | 冲压机 | 60T 低速 | 1 | 7 | 7 | / | / |
| 6 | 冲压机 | 110T 低速 | 1 | 12 | 12 | / | / |
| 7 | 冲压机 | FC-25 | 20 | 6 | 120 | / | / |
| 8 | 冲压机 | FC-45 | 10 | 8.5 | 85 | / | / |
| 9 | 成型机 | BL | 3 | 9.6 | 28.8 | / | / |
| 10 | 成型机 | YS26T | 2 | 5.5 | 11 | / | / |
| 11 | 成型机 | YS10T | 4 | 2.5 | 10 | / | / |
| 冲压小计 | / | 50 | / | 361.40 | / | / |
| 1 | 注塑机 | IA1600 | 1 | 54 | 54 | 海天 | 伺服 |
| 2 | 注塑机 | 160T/520C | 1 | 54 | 54 | 德马格 | 伺服 |
| 3 | 注塑机 | 120/420-430 C | 2 | 55 | 110 | 德马格 | 伺服 |
| 4 | 注塑机 | MA1200Ⅱ/1 30 | 1 | 14.6 | 14.6 | 海天 | 伺服 |
| 5 | 注塑机 | 100/420-430 C | 8 | 45 | 360 | 德马格 | 伺服 |
| 6 | 注塑机 | SE100EV-A- FT-C300 | 3 | 55.5 | 166.5 | 住友德马 格 | 伺服 |
| 7 | 注塑机 | VE/1200 | 3 | 40 | 120 | 海天 | 伺服 |
| 8 | 注塑机 | SE50EV-A- C65 | 1 | 35.5 | 35.5 | 住友德马 格 | 伺服 |
| 9 | 注塑机 | SE50EV-A- C65 | 1 | 35.5 | 35.5 | 德马格 | 伺服 |
| 10 | 注塑机 | 120/420-430 C | 2 | 55 | 110 | 德马格 | 伺服 |
| 11 | 注塑机 | 100/420-430 C | 2 | 45 | 90 | 德马格 | 伺服 |
| 12 | 注塑机冷却水系统 | / | 1 | 30 | 30 | / | / |
| 13 | 集中供料 | / | 1 | 50 | 50 | / | / |
| 14 | 大型粉碎器 | / | 3 | 15 | 45 | / | / |
| 15 | 慢速粉料机 | / | 20 | 1.1 | 22 | / | / |
| 16 | 机械手 | / | 25 | 0.72 | 18 | / | / |
| 注塑小计 | / | 75 |  | 1315.10 | / | / |
| 1 | 装配线 | / | 27 | 1.5 | 40.5 | / | / |
| 2 | 自动机 | / | 42 | 2.5 | 105 | / | / |
| 装配小计 | / | 69 | / | 145.50 | / | / |
| 合计 | / | 261 | / | 2383.9 | / | / |

# 1.2目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础，近年来已经成为人们研究和关注的热点。开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排，对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本项目按照ISO14040:2006《环境管理 生命周期评价原则与框架》、ISO 14044:2006《环境管理 生命周期评价 要求与指南》、ISO 14067:2018《温室气体 产品碳足迹 量化的要求和指南》的要求，建立指令开关从原材料生产到产品出厂的生命周期模型，编写碳足迹核查报告，结果和相关分析可用于以下目的：

* 得到产品的生命周期碳足迹指标结果，用于同类型企业比较不同工艺下产品的碳排放情况，选择更为环境友好的工艺技术。
* 报告可用于下游产品绿色设计与供应链绿色制造，整机制造商和设计师可根据指令开关的生命周期碳足迹指标选择更为低碳、环保的指令开关。
* 报告可用于市场宣传，展示指令开关生产新工艺在碳排放方面的优势，为整机厂商零部件采购和指令开关制造企业产品销售提供材料支持。

本报告对所生产的指令开关的原料保存、生产过程中造成环境影响进行分析，通过评价指令开关全生命周期(life cycle assessment，LCA)的碳足迹大小，提出指令开关绿色设计改进方案，从而大幅提升指令开关的环境友好性。

# 1.3 范围

生命周期评价方法是系统化、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。

产品碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF）是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量，即从原材料开采、产品加工（或服务提供）、分销、使用到最终再生利用/处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标，用于衡量企业的绩效，管理水平和产品对气候变化的影响大小。

## 1.3.1 功能单位

以生产10000只指令开关为功能单位。

## 1.3.2 系统边界

本报告界定的该产品生命周期（LCA）系统边界分2个阶段：原辅料生产阶段；产品的工厂加工阶段。产品生命周期系统边界图如图所示。



**图3产品生命周期系统边界图**

系统边界包含以下单元过程:

1) 原材料获取；

2) 辅料生产；

3) 能源生产（如重油、煤焦油、天然气、石油焦粉、煤气、电力）；

4) 原料、能源及产品的运输。

本报告LCA评价的覆盖时间为企业2023年度数据。原材料数据是在参与产品的生产和使用的地点/地区。生产过程数据应是在最终产品的生产中所涉及的地点/地区。

## 1.3.3 碳排放模型

根据各个阶段的各物质消耗和排放，建立该产品的碳排放模型，如图4所示。



**图4产品生命周期系统边界图**

## 1.3.3 数据取舍原则

所涉及的过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，本研究采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

所涉及的物质(能量)数据的取舍应遵循如下准则：

a)所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；

b)应列出主要的原材料输入，符合准则可忽略；

c)国家或地方相关标准规定的大气、水体、土壤的各种污染物和固体废弃物均需列出；

d)任何有毒有害物质均不可忽略；

e)忽略的单项物质(能量)流或单元过程对环境影响的贡献均不应超过1%；

f)所有忽略的物质(能量)流与单元过程对环境影响贡献总和不超过5%,且应予以说明。

## 1.3.4 软件和数据库

本研究采用GABI软件系统，建立指令开关生命周期模型，并计算得到LCA结果。GaBi软件系统是由德国PE公司研发，支持全生命周期过程分析，并内置了欧盟ELCD数据库和瑞士的Ecoinvent数据库。

GaBi可辅助研发可持续性产品，节约组织、供应商的运作成本。企业可通过使用GaBi对项目进行LCA评估和制定可持续发展决策，从而建立消费者持续偏好的可持续发展品牌。

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。

# 2 生命周期清单分析

考虑该产品系统边界内的所有材料/能源输入、输出清单，作为产品生命周期评价的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中进行明确说明。

当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的基本流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。此后，将每个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同的影响因素的数据求和，以获取该影响因素的总量，为产品级的影响评价提供必要的数据。

## 2.1 数据收集

### 2.1.1 概况及原则

应将以下要素纳入数据清单：

1、原材料采购和预加工；

2、生产；

3、产品分配和储存；

基于LCA的信息中要使用的数据可分为两类:现场数据和背景数据。主要数据尽量使用现场数据，如果“现场数据”收集缺乏，可以选择“背景数据”。

现场数据是在现场具体操作过程中收集来的。主要包括生产过程的不锈钢、色粉、色母、塑料粒子、紫铜、铁青铜、黄铜H62、黄铜H65、磷青铜、火花油、切削液等等。

背景数据应当包括主要原料的各类影响因子数据和权威的电力的组合数据（如火力、水、风力发电等），主要以国内数据为主，国外数据为辅。

### 2.1.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或一组设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行的测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据来源。

现场数据的质量要求包括:

* 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据。
* 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据。
* 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均须转换为单位产品并以此为基准计算，并且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等
1. 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

典型现场数据来源包括：

—指令开关的原材料采购和预加工；

—指令开关生产过程的能源和资源消耗数据；

—指令开关原材料分配及用量数据；

—指令开关生产废水经污水处理厂所消耗的数据。

### 2.1.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。所使用数据的来源应有清楚的文件记载并应载入产品生命周期评价报告。

背景数据的质量要求包括:

* 代表性：背景数据应优先选择企业的原材料供应商提供的符合相关LCA标准要求的、经第三方独立验证的上游产品LCA报告中的数据。若无，须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开LCA数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据。
* 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止。
* 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本部分确定的生命周期清单因子，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。

### 2.1.4 原材料采购和预加工

该阶段始于从大自然提取资源，结束于该产品原材料进入产品生产设施，包括：

a) 资源开采和提取；

b) 所有材料的预加工；

c) 回收的材料；

d) 提取或与加工设施内部或与加工设施之间的运输。

### 2.1.5 生产

该阶段始于该产品原材料进入生产设施，结束于该产品出厂。生产活动包括加工、制造、制造过程中半成品的运输、材料组成包装等。

### 2.1.6 数据分配

在评价过程中涉及共生产品清单分配方法应予以明确说明。应优先采用质量分配法，若质量分配法不可行,则应采用经济价值分配法。对于闭环里循环使用的共生产品,不需要分配。

## 2.2 生命周期数据清单

现场数据通过企业调研、上游厂家提供、采样监测等途径进行收集，所收集的数据要求为企业最近三年内的平均统计数据，能够反映企业的实际生产水平。此外，实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括指令开关原材料及产品的生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输等。数据清单如表2所示。

**表2 生产10000只指令开关所用原材料清单**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **物料名称** | **10000只产品消耗量** | **单位** |
| 不锈钢 | 9.14 | kg |
| 色粉 | 0.08 | kg |
| 色母 | 4.37 | kg |
| 塑料粒子 | 121.25 | kg |
| 紫铜 | 26.24 | kg |
| 铁青铜 | 47.46 | kg |
| 黄铜H62 | 2.35 | kg |
| 黄铜H65 | 4.87 | kg |
| 磷青铜 | 24.18 | kg |
| 火花油 | 1.10 | kg |
| 切削液 | 0.50 | kg |
| 电 | 0.04 | kWh |

# 3 影响评价

## 3.1 环境影响指标

根据企业提供的产品BOM、收集的生产过程的能源消耗数据和部分原料的文献调研数据，在GABI中建立了指令开关的生命周期模型。主要对指令开关的碳排放进行分析。

## 3.2 清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质，将对某影响类型有贡献的因子归到一起。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量（CO2-eq）表示，单位为kg CO2-eq或者g CO2-eq。常见的温室气体包括二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFC）和全氟化碳（PFC）等。

## 3.3 影响评价

### 3.3.1 产品碳足迹结果与分析

根据产品BOM、收集的生产过程的能源消耗数据和部分原料的文献调研数据，在GABI中建立了该指令开关的生命周期模型，计算得到各阶段对应各指标的当量值列于表3，图5和图6为生命周期各阶段和各物质的碳足迹的分析结果。

由表3可知，生产10000只该指令开关的碳足迹结果为1114.92 kg CO2-eq，即产生1114. 92kg二氧化碳当量。对于指令开关在其生命周期内产生的碳足迹贡献最大的是塑料粒子和铁青铜的消耗，其对碳足迹贡献率为37.30%和24.67%，其次为紫铜和磷青铜的消耗对于碳足迹的贡献达到13.64%和12.57%。

**表3生产10000只指令开关清单分析结果**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 　 | 材料名称 | 数值 | 单位 | 占比 |
| 原材料获取阶段 | 不锈钢 | 58.34 | kg CO2 eq | 5.23% |
| 色粉 | 0.42 | kg CO2 eq | 0.04% |
| 色母 | 22.82 | kg CO2 eq | 2.05% |
| 塑料粒子 | 415.90 | kg CO2 eq | 37.30% |
| 紫铜 | 152.09 | kg CO2 eq | 13.64% |
| 铁青铜 | 275.02 | kg CO2 eq | 24.67% |
| 黄铜H62 | 13.61 | kg CO2 eq | 1.22% |
| 黄铜H65 | 28.20 | kg CO2 eq | 2.53% |
| 磷青铜 | 140.11 | kg CO2 eq | 12.57% |
| 火花油 | 5.78 | kg CO2 eq | 0.52% |
| 切削液 | 2.62 | kg CO2 eq | 0.23% |
| 生产阶段 | 电 | 0.02 | kg CO2 eq | 0.00% |
| 　 | 合计 | 1114.92 | kg CO2 eq |  |

### 3.3.2 碳足迹评价

**图5** **生命周期各阶段的碳足迹的分析结果**

**图6 生命周期各物质的碳足迹的分析结果**

生产10000只该指令开关所需要的不锈钢、色粉、色母、塑料粒子、紫铜、铁青铜、黄铜H62、黄铜H65、磷青铜、火花油、切削液、电的碳足迹潜值分别为58.34 kg CO2 eq、0.42 kg CO2 eq、22.82 kg CO2 eq、415.90 kg CO2 eq、152.09 kg CO2 eq、275.02 kg CO2 eq、13.61 kg CO2 eq、28.20 kg CO2 eq、140.11 kg CO2 eq、5.78 kg CO2 eq、2.62 kg CO2 eq、0.02 kg CO2 eq。

# 4 生命周期结果解释

## 4.1 假设与局限性说明

本次LCA报告的实景数据中生产过程数据来源于企业调研数据，背景数据来自瑞士的Ecoinvent数据库，部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未足够调查重要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，进一步调研主要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。

## 4.2 完整性说明

**（1）模型完整性**

本次报告中产品生命周期模型均原材料/物料使用、能源消耗、运输、使用等过程，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是瑞士的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。其包含了主要的过程，满足背景数据库完整性的要求。

## 4.3 结果与建议

**（1）评价结果**

生产10000只该指令开关的碳足迹结果为1114.92 kg CO2-eq，即产生1114. 92kg二氧化碳当量。对于指令开关在其生命周期内产生的碳足迹贡献最大的是塑料粒子和铁青铜的消耗，其对碳足迹贡献率为37.30%和24.67%，其次为紫铜和磷青铜的消耗对于碳足迹的贡献达到13.64%和12.57%。

生产10000只该指令开关所需要的不锈钢、色粉、色母、塑料粒子、紫铜、铁青铜、黄铜H62、黄铜H65、磷青铜、火花油、切削液、电的碳足迹潜值分别为58.34 kg CO2 eq、0.42 kg CO2 eq、22.82 kg CO2 eq、415.90 kg CO2 eq、152.09 kg CO2 eq、275.02 kg CO2 eq、13.61 kg CO2 eq、28.20 kg CO2 eq、140.11 kg CO2 eq、5.78 kg CO2 eq、2.62 kg CO2 eq、0.02 kg CO2 eq。

**（2）材料的选择**

通过对LCA分析结果的分析，如需进一步减少指令开关的资源环境影响，可从增加绿色物料使用率、提高产能、降低能耗等方面入手。