



筆記型電腦生命週期評估報告  
型號:C423

2019 年 10 月 18 日

## 目 錄

<b>第一章 前言</b> .....	<b>3</b>
1.1 關於華碩 .....	3
1.2 報告書製作目的.....	3
<b>第二章 數據與範疇</b> .....	<b>4</b>
2.1 標的產品簡介.....	4
2.2 功能單位 .....	4
2.3 產品組成 .....	4
2.4 系統範疇 .....	5
2.5 排除原則 .....	6
2.6 限制與假設 .....	6
<b>第三章 生命週期評估</b> .....	<b>錯誤! 尚未定義書籤。</b>
3.1 計算原則 .....	7
3.2 衝擊指標選定說明.....	8
3.3 資料庫選定說明.....	8
3.4 產品生命週期計算.....	9
3.5 結論 .....	12
<b>第四章 數據品質</b> .....	<b>13</b>
<b>第五章 查證</b> .....	<b>16</b>
5.1 查證範圍 .....	16
5.2 查證作業原則.....	16
<b>第六章 資訊揭露方法</b> .....	<b>17</b>
<b>第七章 參考資料</b> .....	<b>18</b>

## 第一章 前言

### 1.1 關於華碩

華碩電腦股份有限公司創立於1989年，是全球最大的主機板製造商與全球前三大消費性筆記型電腦品牌。主要營業為通訊及資訊產品(含電腦系統產品、主機板及各類板卡、平板電腦及智慧型手機等手持裝置等)之設計、研發及銷售。

華碩與全球超過700家供應商合作，提供產品製造與客戶服務。主要供應商位於亞洲地區，類別包含零組件供應商、產品組裝廠及軟體供應商等。華碩電腦專注於產品設計與行銷，產品製造則倚重零組件供應商及成品組裝廠，除了提供消費者品質卓越的產品之外，同時致力於產品綠色設計及環境友善製程。並藉由與供應鏈齊力合作，實現躋身世界級的綠色高科技領導群對人類社會真正做出貢獻的企業承諾。

### 1.2 報告書製作目的

為保持華碩於科技業之綠色供應鏈領先地位，提升整體企業永續價值，我們希望藉由本報告實現：

- 鑑別筆記型電腦生命週期環境衝擊
- 取得美國環保標章EPEAT 4.8.1.1 生命週期評估條文得分

## 第二章 數據與範疇

### 2.1 標的產品簡介

筆記型電腦是一種小型的個人電腦，由於重量較輕因此便於攜帶；所有桌上型電腦所具備有的功能，筆記型電腦亦能同時具備，如文件處理、上網、瀏覽甚至於更包含娛樂視聽等多項功能。因此筆記型電腦可以作為移動辦公室，並可利用其聲音與視訊裝置，進行遠距離會議。

產品照片：



### 2.2 功能單位

功能單位為一台筆記型電腦(Notebook Computer)。選取此項功能單位係因為產品出售時，係以一台為單位，產品本體加上包材。

### 2.3 產品組成

本筆記電腦包含以下基本元件：

- 處理器: INTEL N3350 1.1G/2M SR36M BGA
- 主記憶體: LPDDR4 2400MHz SDRAM
- 顯示器: 14.0" (16:9) LED 背光 HD (1366x768) 60Hz
- 硬碟: 32GB/64GB EMMC
- 讀卡機: Multi-format card reader (SD/SDHC/SDXC)
- 攝影機: HD 網路攝影機
- 網路設備:
  - Wi-Fi雙頻802.11a/b/g/n/Ac (2x2)
  - Bluetooth® 4.0
- 外接介面:

- 1 x 耳機孔
- 2 x Type A USB 3.1 (Gen 1)
- 2 x Type C USB 3.0 (USB 3.1 Gen 1)

- 鍵盤: Chiclet keyboard
- 電池: 2 -Cell 38 Wh 鋰聚合物電池
- 電源轉換器:

輸出：15 V DC, 3 A, 45 W

輸入：100 -240 V AC、50/60 Hz 通用

## 2.4 系統範疇

- 生命週期評估執行者：華碩電腦股份有限公司

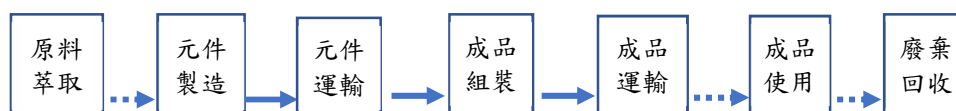
- 地理邊界：

項目	公司	地址
產品設計	華碩電腦股份有限公司	台北市北投區立德路15號
產品組裝	旭碩電子(重慶)有限公司	重慶市渝北區兩路寸灘保稅港區 空港功能區C區B01

- 時間邊界：2019年1月到2019年6月

- 生命週期盤查流程：涵蓋料件生產、組裝製造、零件與成品運輸、產品使用、與廢棄回收五個階段，詳述如下：

- 料件生產：筆記型電腦之產品其零組件主要為機體本身，包括：電子件、機構件、銀幕模組、系統模組、線材與連接器、電池、電源適配器、電源線。包裝材料包括：電腦提袋、紙箱、塑膠袋、緩衝材、紙本文件等
- 組裝製造：標的產品委由旭碩電子(重慶)有限公司(以下簡稱旭碩)，因此在組裝製造階段計算旭碩生產C423機種產生的六類環境衝擊
- 零件與成品運輸：包含由各類零件廠商運輸到旭碩，以及成品由旭碩運輸到華碩全球四個主要銷售區域的倉庫
- 產品使用：依據最新能源之星標準測試報告，加上4年使用年限計算
- 廢棄回收：依據WEEE拆解報告回收比例計算。



系統邊界 (運輸 ———> 實線納入計算, -.-.-> 虛線不納入計算)

## 2.5 排除原則

組裝製造之輔助材料及化學藥品因用量少，排放衝擊較低，予以排除。

## 2.6 限制與假設

- 本報告原料萃取、元件製造、廢棄回收之數據皆取自Eco-invent資料庫通用數據；元件運輸、成品運輸、成品組裝、使用階段數據取自特定場址數據。
- 產品使用年限參考同業在碳足跡報告假設的4年使用年限。
- 使用階段能耗因無法模擬使用者複雜的使用情境，也無相關標準參考，故依據能源之星標準，考量Off/Idle/Sleep mode基本能耗。
- 產品拆解回收比例參考前一代相似規格筆記型電腦WEEE報告結果。
- 因Eco-invent資料庫沒有對應係數，以下零件以類似元件係數取代：
  - CPU以Integrated circuit取代
  - Chipset以Electronics for control units取代
  - System component以Electronics for control units取代
  - W-Lan以Electronics for control units取代
- 成品運輸的比例依據2018年華碩筆記型電腦全球銷售至台灣、歐洲、美洲、澳洲市場比例換算

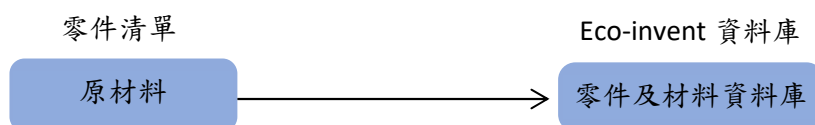
### 第三章 生命週期評估

#### 3.1 計算原則

##### ■ 料件生產階段

此階段以C423零件清單(BOM)展開，計算每一個料件從原料開採、加工製造、能資源使用等過程所產生的環境衝擊。

其中，料件環境衝擊係數來源為Eco-invent資料庫。根據C423零件種類，選擇在Eco-invent資料庫對應的零件、材質計算。計算流程如下圖。



料件生產計算流程

##### ■ 組裝製造階段

此階段依據現場盤查，鑑別出營運產生的環境衝擊活動，包含能源消耗、水資源消耗、廢水排放、廢棄物排放。

營運產生的環境衝擊經由分配原則始能推估單一標的產品C423在組裝製造階段的量。組裝廠旭碩依據2019年1-6月華碩產品出貨量佔總出貨量的比例分配。

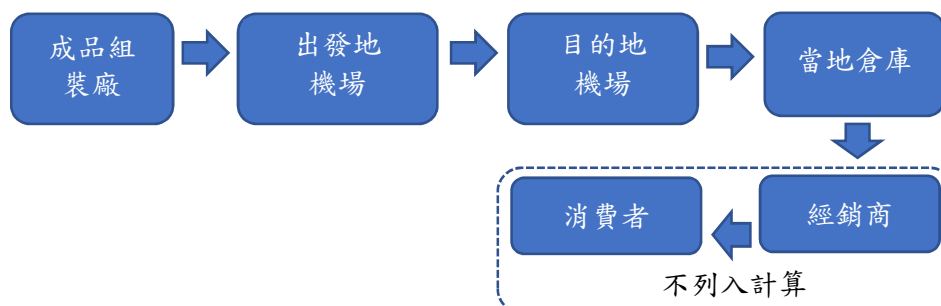
##### ■ 零件與成品運輸階段

依據C423從零件運輸到組裝廠，成品由組裝廠出貨至歐洲、台灣、美洲及澳洲因運輸產生環境衝擊，並經由上述各洲的銷售比例，分配至單一機種的環境衝擊。

零件運輸路徑:



成品運輸路徑:

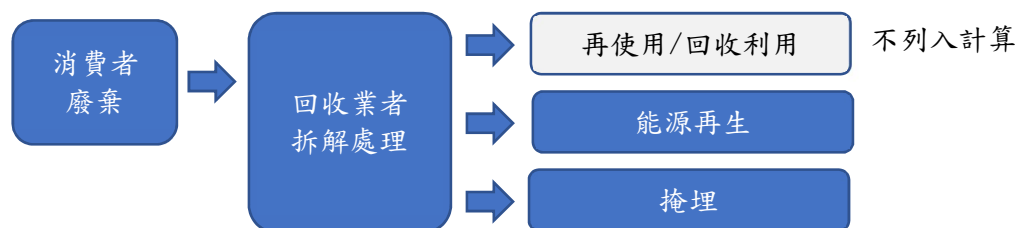


### ■ 成品使用階段

依據C423能源之星測試報告，關機模式、睡眠模式及待機模式測試值，乘上四年的使用期限，計算出總耗電量。再依據Eco-invent資料庫及各地銷售量進行分配，計算使用階段的環境衝擊。

### ■ 廢棄回收階段

當消費者將產品廢棄後之處理過程稱為廢棄回收。華碩委託當地合格業者進行回收處理，回收流程如下：



## 3.2 衝擊指標選定說明

本報告選定EPD(2013)V1.02衝擊指標，包含以下六類：

衝擊類別	單位
Acidification	Kg SO2 eq
Eutrophication	Kg PO4 eq
Global Warming	Kg Co2 eq
Photochemical oxidation	Kg C2H4 eq
Ozone layer depletion	Kg CFC11 eq
Abiotic depletion	Kg Sb eq

## 3.3 資料庫選定說明

Ecoinvent資料庫是由瑞士環境研究中心(Swiss Centre for Life Cycle Inventories)針對生命週期盤查(Life cycle inventory, LCI)所建立。所提供之排放係數皆經由瑞士環境研究中心到相關廠區實際盤查後，利用不同的生命週期衝擊指標計算而出，經多方驗證並將盤查資訊與結果公開在資料庫當中。本研究所引用排放係數為Ecoinvent 3.1(2014年版本)。

Ecoinvent資料庫涵蓋範圍超過270個地區，包含亞洲、歐洲、美洲以及大洋洲等區域，在亞洲地區包含中國、日本、韓國等各國研究資料。擁有4000筆以上生命週期盤查(LCI)數據，含有大量電子材料製程、運輸、使用以及廢棄物處理的部份。該資料庫使用者超過2500多戶、遍及40多個國家，為全球領先的生命週期評估資料庫，並且廣泛的被各大生命週期評估軟體及環保法令所引用。

## 3.4 產品生命週期計算

### ■ 料件生產階段：

筆記型電腦包含的料件複雜，且生產供應鏈龐大，難以直接盤查每一料件的生



產資訊。考量可行因素，料件生產階段採用Ecoinvent資料庫數據來取代現場盤查數據。

標的產品各類零件類別如下表：

零件類別	
CPU	Display
Chipset	Inductor
Memory IC	Resistor
System Component	Connector
Touch Panel	WLAN
Programmable IC	Keyboard
IC	Battery
Discrete	PCB
Capacitor	Adapter
Mechanical-Plastic	Cable
Mechanical-Steel	Packing-Paper
Mechanical-Aluminum	Packing-Plastic

依據EPD(2013)V1.02方法計算料件生產環境衝擊如下表：

衝擊類別	數值
Acidification	0.480026697438
Eutrophication	0.235630192926
Global Warming	55.006916899396
Photochemical oxidation	0.022133198433
Ozone layer depletion	0.000005212041
Abiotic depletion	0.013638093377

■ 組裝製造階段：

C423組裝製造階段為旭碩工廠分配後的排放量，統計生產期間2019年1月至6月共六個月的生產資訊，包含：能源消耗、耗水量、以及廢棄物。依據EPD(2013)V1.02方法計算組裝製造環境衝擊如下表：

衝擊類別	數值
Acidification	0.000365411203
Eutrophication	0.000018892902
Global Warming	0.039964370360
Photochemical oxidation	0.000014957886
Ozone layer depletion	0.000000000317
Abiotic depletion	0.000000008547

■ 零件運輸階段

零件由工廠經由陸、空途徑運送到位於中國的組裝廠進行組裝。依據EPD(2013)V1.02方法計算環境衝擊數據如下表：

衝擊類別	數值
Acidification	0.002303158535
Eutrophication	0.000348387816
Global Warming	0.444212663251
Photochemical oxidation	0.000077088438
Ozone layer depletion	0.000000081514
Abiotic depletion	0.000000552723

■ 成品運輸階段

成品組裝完成後，由中國送至全球倉庫，依據EPD(2013)V1.02方法計算環境衝擊數據如下表：

衝擊類別	數值
Acidification	0.094138185406
Eutrophication	0.013641537860
Global Warming	21.214978746334
Photochemical oxidation	0.003452387631
Ozone layer depletion	0.000003879039
Abiotic depletion	0.000003935043

■ 成品使用階段：

C423銷售地區為歐洲、台灣、美國及澳洲，依照四個地區使用的電壓值，計算環境衝擊：

第一類型為電壓230 Volts AC, 50Hz的歐洲及澳洲，第二類型為電壓115 Volts AC, 60Hz的台灣、美洲。依據以下能源之星公式及能源管理模式時間權重，計算為4年電力使用量。

其中E<sub>TEC</sub>計算公式如下：

$$8760/1000 \times (P_{OFF} \times T_{OFF} + P_{SLEEP} \times T_{SLEEP} + P_{LONG\_IDLE} \times T_{LONG\_IDLE} + P_{SHORT\_IDLE} \times T_{SHORT\_IDLE})$$

各能源管理模式的時間權重如下表：

能源管理模式(P)	時間權重(T)
OFF Mode	25%
Sleep Mode	35%
Long Idle Mode	10%
Short Idle Mode	30%

依據EPD(2013)V1.02方法計算環境衝擊數據如下表:

衝擊類別	數值
Acidification	0.111249489559
Eutrophication	0.020699718844
Global Warning	36.202682275752
Photochemical oxidation	0.005215290848
Ozone layer depletion	0.000002206796
Abiotic depletion	0.000014650092

■ 廢棄階段:

依據WEEE拆解報告，C423回收比例如下表:

項目	回收再生	能源再生	掩埋
比例	98.0%	1.7%	0.3%

依據EPD(2013)V1.02方法計算環境衝擊數據如下表:

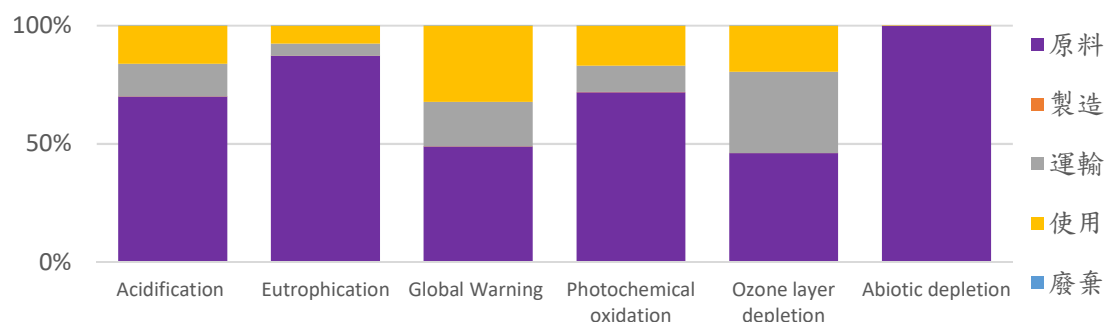
衝擊類別	數值
Acidification	0.000002187502
Eutrophication	0.000000588015
Global Warning	0.007877941051
Photochemical oxidation	0.000000035070
Ozone layer depletion	0.000000000019
Abiotic depletion	0.000000000156

■ 全生命週期計算結果:

彙總生命週期包含原料、製造、運輸、使用、廢棄階段的環境衝擊彙數值如下:

衝擊類別	原料	製造	運輸	使用	廢棄
Acidification	4.80E-01	3.65E-04	9.41E-02	1.11E-01	2.19E-06
Eutrophication	2.36E-01	1.89E-05	1.36E-02	2.07E-02	5.88E-07
Global Warning	5.50E+01	4.00E-02	2.12E+01	3.62E+01	7.88E-03
Photochemical oxidation	2.21E-02	1.50E-05	3.45E-03	5.22E-03	3.51E-08
Ozone layer depletion	5.21E-06	3.17E-10	3.88E-06	2.21E-06	1.86E-11
Abiotic depletion	1.36E-02	8.55E-09	3.94E-06	1.47E-05	1.56E-10

六類環境衝擊類別在各生命週期的分布如下圖:



### 3.5 結論

依據EPD(2013)V1.02方法計算結果，各衝擊熱點說明如下:

- Acidification:主要排放來自原料階段，最大排放源是Liquid crystal display 製造
- Eutrophication:主要排放來自原料階段，最大排放源是Printed wiring board 製造
- Global Warning:主要排放來自原料階段，最大排放源是 Liquid crystal display 製造
- Photochemical oxidation:主要排放來自原料階段，最大排放源是Printed wiring board 製造
- Ozone layer depletion:主要排放來自原料階段，最大排放源是Printed wiring board 製造
- Abiotic depletion:主要排放來自原料階段，最大排放源是Printed wiring board 製造

## 第四章 數據品質

為確保佐證資料及數據來源之可靠性、適用性及代表性，我們進行電話、E-mail 溝通、及現場調查。

由於數據來源直接影響數據之代表性，故依據是否直接取得現場活動數據，可將活動數據分為「通用數據」及「特定場址數據」：

- (1) 通用數據(Generic data)：直接材料及輔助材料之生產過程未實際盤查現場活動數據，其環境資訊皆以(a)技術性；(b)地理性；(c)時間性為考量，篩選出最合適之資料庫資料替代。本報告依據歐洲瑞士Ecoinvent中心所公布Ecoinvent 3.1資料庫。
- (2) 特定場址數據(Site-specific data)：標的產品製程採現場盤查，以取得製造階段之能資源使用、污染量、廢棄量之一級活動數據，並依完整性、一致性、準確性、相關性及透明化等原則彙整相關資訊。

考量盤查過程中盤查數據品質會依據資料的原始數據、來源、格式、傳遞形式等因素而不一，故依數據品質指標(Data Quality Indicator, DQI)分類為「量測值」、「計算值」與「估計值」三類：

- (1) 量測值：經由直接量測而得之數據，如水錶抄寫、水費單數據、實際秤重、儀器直接量測等。
- (2) 計算值：經過標準、原理或公式等公認之規範計算而得之數值，如廢水中污染物的重量、體積及重量單位轉換等。
- (3) 估計值：無法藉由量測與計算取得數值，由現場資深人員就工作經驗而估計的數值，或參考相關文獻/資料庫之估計值。

■ 各生命週期階段數據品質詳如下表：

生命週期	項目		佐證資料	數據來源	數據品質
料件生產	直接材料	原料	零件BOM	通用數據	量測值
		包材			計算值
	能資源	電力	Ecoinvent資料庫	通用數據	估計值
水		Ecoinvent資料庫	通用數據	估計值	
組裝製造	能資源	電力	電費單	特定場址數據	量測值
		水	水費單	特定場址數據	量測值
	廢棄物	有害事業廢棄物	現場統計紀錄	特定場址數據	量測值
運輸	運輸距離	空運距離	Icao地圖	通用數據	估計值
		陸運距離	Google地圖	通用數據	估計值
產品使用	能資源	電力	能源之星報告	特定場址數據	量測值
廢棄回收	廢棄物	廢棄物	WEEE拆解報告	特定場址數據	量測值

■ 本報告引用Ecoinvent係數對照表如下：

項目	引用係數
CPU	Integrated circuit, logic type {GLO}  production   Alloc Def, U
Chipset	Electronics, for control units {RoW}  production   Alloc Def, U
Memory	Integrated circuit, memory type {GLO}  production   Alloc Def, U
System Component	Electronics, for control units {RoW}  production   Alloc Def, U
Programmable IC	Integrated circuit, logic type {GLO}  production   Alloc Def, U
IC	Integrated circuit, logic type {GLO}  production   Alloc Def, U
Discrete	Diode, auxiliaries and energy use {GLO}  production   Alloc Def, U
PCB	Printed wiring board, mounted mainboard, laptop computer, Pb free {GLO}  production   Alloc Def, U
Inductor	Inductor, auxiliaries and energy use {GLO}  production   Alloc Def, U
Resistor	Resistor, auxiliaries and energy use {GLO}  production   Alloc Def, U
Capacitor	Capacitor, auxiliaries and energy use {GLO}  production   Alloc Def, U
Connector	Electric connector, peripheral component interconnect buss {GLO}  production   Alloc Def, U
Cable	Cable, connector for computer, without plugs {GLO}  production   Alloc Def, U
Display	Liquid crystal display, unmounted {GLO}  production   Alloc Def, U
Battery	Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO}  production   Alloc Def, U
WLAN	Electronics, for control units {RoW}  production   Alloc Def, U
Touch Panel	Flat glass, coated {RoW}  production   Alloc Def, U
Keyboard	Keyboard {GLO}  production   Alloc Def, U
Mechanical-Plastic	Polycarbonate {RoW}  production   Alloc Def, U
Mechanical-Steel	Steel, chromium steel 18/8 {RoW}  steel production, electric, chromium steel 18/8   Alloc Def, U
Mechanical-Aluminum	Aluminium alloy, AlMg3 {RoW}  production   Alloc Def, U
Packing-Paper	Corrugated board box {RoW}  production   Alloc Def, U
Packing-Plastic	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RoW}  production   Alloc Def, U
陸運	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {RER}  transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3   Alloc Def, U
空運	Transport, freight, aircraft {RoW}  intercontinental   Alloc Def, U
台灣能耗	Electricity, low voltage {TW}  electricity voltage transformation from medium to low voltage   Alloc Def, U
歐洲能耗	Electricity, low voltage {DE}  electricity voltage transformation from medium to low voltage   Alloc Def, U
美洲能耗	Electricity, low voltage {CA-AB}  electricity voltage

	transformation from medium to low voltage   Alloc Def, U
澳洲能耗	Electricity, low voltage {AU}  electricity voltage transformation from medium to low voltage   Alloc Def, U
廢棄掩埋	Inert waste, for final disposal {CH}  treatment of inert waste, inert material landfill   Alloc Def, U
能源回收	Waste plastic, consumer electronics {RoW}  treatment of, municipal incineration   Alloc Def, U

## **第五章 查證**

### **5.1 查證範圍**

本報告委託台灣檢驗股份有限公司(SGS)進行查證:

查證範疇:華碩電腦股份有限公司(台北市北投區立德路 15 號)

查證產品:筆記型電腦，型號 C423

### **5.2 查證作業原則**

本報告查證作業依循 ISO 14040 環境管理-生命週期評估-原則與架構標準



## 第六章 資訊揭露方法

本報告依據 ISO 14040 環境管理-生命週期評估-原則與架構以及 ISO 14044 環境管理-生命週期評估-要求與準則方法來執行計畫與報告結果，透過生命週期評估軟體 SimaPro (版本 8.3.0.0)進行計畫計算環境衝擊。

## 第七章 參考資料

- 筆記型電腦(Notebook Computer)產品環境宣告(EPD) PCR 2008：1.0
- 筆記型電腦WEEE拆解報告(Report No.: 18-03-QAR-003)
- CNS/ISO 14040 環境管理-生命週期評估-原則與架構
- CNS/ISO 14044 環境管理-生命週期評估-要求與準則